



Gemeinde Grafrath

Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Grafrath

**Abschlussbericht
zur öffentlichen Auslegung
Stand 03.06.26**





Bearbeitung durch:

Energie Südbayern GmbH

eta Energieberatung GmbH

Auftraggeber

Gemeinde Grafrath

Bürgermeister Markus Kennerknecht

Hauptstraße 64

82284 Grafrath

Bearbeitungszeitraum:

Februar 2025 – Juli 2026

ENTWURF





Inhaltsverzeichnis

1.	Die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Grafrath	8
1.1.	Rechtlicher Rahmen	8
1.2.	Aufbau und Ablauf der Wärmeplanung	8
1.3.	Organisatorischer Rahmen	9
1.4.	Datenerhebung	10
1.5.	Datenverarbeitung	11
2.	Das beplante Gebiet im Überblick	12
2.1.	Beschreibung des beplanten Gebiets	12
2.2.	Status Quo Wirtschaft	12
3.	Akteursbeteiligung und Kommunikation	13
3.1.	Hintergrund und Vorgehen	13
3.2.	Beteiligungskonzept	13
3.3.	Öffentlichkeitsarbeit	14
4.	Bestandsanalyse	15
4.1.	Hintergrund und Vorgehen	15
4.2.	Daten	16
4.3.	Gebäudestruktur und -nutzung	17
4.4.	Versorgungs- und Beheizungsstruktur	21
4.5.	Gasnetzinfrastruktur	22
4.6.	Wärmenetzinfrastruktur	24
4.7.	Stromnetzinfrastruktur	25
4.8.	Abwassernetz	25
4.9.	Wärmespeicher	25
4.10.	Wärmebedarf und Energiebilanz	26
4.11.	Erneuerbare Energien	30
4.12.	Treibhausgasemissionen	31
4.13.	Zusammenfassung	34
5.	Potenzialanalyse	35
5.1.	Hintergrund und Vorgehen	35
5.2.	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs	37
5.3.	Zukünftiger Wärmebedarf	39
5.4.	Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung	39
5.4.1.	Wasserstoff	39
5.4.2.	Tiefe und mitteltiefe Geothermie	42
5.4.3.	Oberflächennahe Geothermie	46
5.4.4.	Grundwasserwärmepumpen	50
5.4.5.	Solarthermie	52
5.4.6.	Großwärmespeicher	54



5.4.7.	Oberflächengewässer	56
5.4.8.	Umgebungsluft/Außenluft.....	59
5.4.9.	Biomasse aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und biogenen Reststoffen	60
5.4.10.	Klärgas	65
5.4.11.	Deponiegas	66
5.4.12.	Grubenwasser	66
5.4.13.	Thermische Abfallbehandlung.....	66
5.4.14.	Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben	66
5.4.15.	Abwasser.....	66
5.5.	Zusammenfassung	69
6.	Zielszenario	70
6.1.	Hintergrund und Vorgehen	70
6.2.	Reduzierung des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierung	71
6.3.	Einteilung des Gemeindegebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	72
6.3.1.	Identifizierung wesentlicher Wärmeversorgungsarten	72
6.3.2.	Einteilung voraussichtlicher Versorgungsgebiete	73
6.3.3.	Wasserstoffnetzgebiete	75
6.3.4.	Wärmenetzgebiete	75
6.3.5.	Gebiete mit dezentraler Versorgung	76
6.3.6.	Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung	77
6.3.7.	Zusammenfassung	78
6.4.	Entwicklung des Zielszenarios.....	80
6.4.1.	Festlegung und Beschreibung des maßgeblichen Zielszenarios.....	80
6.4.2.	Auswertung des maßgeblichen Zielszenarios	81
7.	Planung der Maßnahmen	83
7.1.1.	Schritt 1: Maßnahmen aus Bestands- und Potenzialanalyse und Zielszenario	83
7.1.2.	Schritt 2: Sortierung der Maßnahmen	84
7.1.3.	Schritt 3: Priorisierung der Maßnahmen	85
7.1.4.	Schritt 4: Steckbriefe	85
7.2.	Maßnahmenkatalog und Priorisierung.....	85
8.	Fazit.....	92



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung.....	8
Abb. 2: Vorgehen im Rahmen der Akteursbeteiligung und Kommunikation	13
Abb. 3: Baublockbezogene überwiegende Gebäudeart nach Fläche	18
Abb. 4: Gebäudetypen nach Anzahl, Fläche und Wärmeverbrauch	19
Abb. 5: Anteil von Großverbrauchern am Gesamtenergiebedarf für Wärme	19
Abb. 6: Baublockbezogene Darstellung der Baujahresklassen.....	20
Abb. 7: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach Baualtersklassen	21
Abb. 8: Energieträgerverteilung nach Anzahl der installierten Heizungen.....	21
Abb. 9: Baublockbezogene Verteilung der Energieträger nach überwiegender Anzahl	22
Abb. 10: Erdgasanteil am Wärmeverbrauch.....	23
Abb. 11: Nahwärmenetz Ortsteil Mauern, Versorgungsgebiet.....	24
Abb. 12: Stromnetz Mittelspannung Gemeinde Grafrath	25
Abb. 13: Jährliche Anteile am Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern	26
Abb. 14: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern	27
Abb. 15: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren.....	27
Abb. 16: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern und Sektoren.....	28
Abb. 17: Spezifischer Wärmeverbrauch in Form einer baublockbezogenen Darstellung	29
Abb. 18: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinien-dichte	30
Abb. 19: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme	31
Abb. 20: THG-Emissionen resultierend aus dem Endenergieverbrauch für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern	32
Abb. 21: THG-Emissionen resultierend aus dem Endenergieverbrauch für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern und Gebäudesektoren	32
Abb. 22: Baublockbezogene Darstellung der Treibhausgasemissionen	33
Abb. 23: Erneuerbare Wärmepotenziale, Wärmebedarfsreduktion und Wärmespeicher im Rahmen der KWP	35
Abb. 24: Abgrenzung der unterschiedlichen Potenzialbegriffe	36
Abb. 25: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion – Sanierungsszenario hoch	38
Abb. 26: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion – Sanierungsszenario niedrig, 2 % Sanierungsrate jährlich	38
Abb. 27: geplantes Wasserstoff-Kernnetz "plus" in Deutschland im Jahr 2035	40
Abb. 28: Wasserstoffaktivität in Bayern.....	41
Abb. 29: Energiepark Grafrath.....	42
Abb. 30: Potenzial Tiefengeothermie Temperaturverteilung in 2.500 m unter NHN.....	44
Abb. 31: Geothermisches Potenzial in Südbayern eingeteilt in Hexagone (jeweils 7 km)	44
Abb. 32: Nutzungsgebiete für die hydrothermale Wärme-gewinnung	45
Abb. 33: Potenzialermittlung Tiefengeothermie in Grafrath	46
Abb. 34: Erdwärmesonden – Entzugsleistung je Flurstück.....	47
Abb. 35: Potenzial Erdwärmesonden dezentral - Deckungsanteil	48
Abb. 36: Erdwärmekollektoren – Entzugsenergie je Flurstück.....	49
Abb. 37: Potenzialgebiete oberflächennahe Geothermie – zentrale Erdwärmekollektoren.....	50
Abb. 38: Grundwasserwärmepumpen – Entzugsleistung je Flurstück.....	51
Abb. 39: Potenzial zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.....	52
Abb. 40: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen.....	53
Abb. 41: Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen.....	54
Abb. 42: Potenzial zur Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärme-erzeugung	57
Abb. 43: Flusswassertemperatur Neumühlschwaig / Amper.....	58
Abb. 44: Deckungsanteil der über Luftwärmepumpen bereitstellbaren Wärmemenge am Wärmeverbrauch je Cluster.....	60
Abb. 45: Potenzial zur Nutzung von Biomasse aus der Forstwirtschaft.....	61
Abb. 46: Darstellung der landwirtschaftlichen Flächen in Grafrath	64
Abb. 47: Kommunale Liegenschaften in räumlicher Nähe zum Kanalnetz; Quelle: ENP Endbericht Grafrath, S. 39.....	68
Abbildung 48: Iterativer Prozess zur Einteilung des Plangebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	70
Abbildung 49: Entwicklung des Wärmebedarfs im Sanierungsszenario	72
Abbildung 50: Beispielhafte Bewertung der Eignungsstufen für ein Teilgebiet anhand des Kriterien- und Indikatorensets	74
Abbildung 51: Gesamte Gebietseinteilung des Plangebiets	74



Abbildung 52: Wasserstoffnetzgebiet in Grafrath	75
Abbildung 53: Wärmenetzgebiet in Grafrath	76
Abbildung 54: Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045	77
Abbildung 55: Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung	78
Abbildung 56: Finale Gebietseinteilung der Gemeinde Grafrath	79
Abbildung 57: Übersicht zur Szenarienmodellierung Treibhausgasneutralität	80
Abbildung 58: Energieverbrauch zur Wärmebereitstellung je Energieträger 2022 bis 2045 in Grafrath	81
Abbildung 59: Wärmeenergiebedarf in Abhängigkeit der Heizungsart 2022 bis 2045 in Grafrath	82
Abbildung 60: Treibhausgasemissionen von 2022 bis 2045 in Grafrath	82
Abbildung 61: Schritte für die Ableitung der Maßnahmen zur Umsetzungsstrategie der Wärmeplanung	83

ENTWURF



Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Übersicht zur Datenerhebung</i>	17
<i>Tabelle 2: Energiebilanz feste Biomasse Grafrath</i>	62
<i>Tabelle 3: Potenzialermittlung nutzbare Biomasse zur Biogas-Erzeugung</i>	65
<i>Tabelle 4: Potenzialermittlung Biogas</i>	65
<i>Tabelle 5: öffentliche Liegenschaften und prinzipielle Eignung zur Nutzung von Abwasserwärme</i>	68
<i>Tabelle 5: Potenziale für Wärmebedarfsreduktion, erneuerbare Wärme, Wasserstoff und Abwärmequellen</i>	69
<i>Tabelle 7: Maßnahmenkatalog der Umsetzungsstrategie</i>	86

ENTWURF



1. Die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Grafrath

1.1. Rechtlicher Rahmen

Der Endenergieverbrauch für Wärme wird in Deutschland derzeit überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt. Vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung des Wärmesektors hat die Bundesregierung als eine Maßnahme das Wärmeplanungsgesetz (WPG) für die kommunale Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze verabschiedet. Ziel dieses Vorhabens war es, die Erzeugung und die Versorgung mit Wärme auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umzustellen, um dadurch eine nachhaltige sowie wirtschaftlich tragfähige treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2045 in Deutschland sicherzustellen.

Gemäß § 13 WPG umfasst die Wärmeplanung die Eignungsprüfung, die Bestandsanalyse, die Potenzialanalyse, die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios, die Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr und die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen (vgl. auch Kapitel 1.2).

Mit der Verabschiedung und dem Inkrafttreten des WPG zum 1. Januar 2024 sind die rechtlichen Grundlagen für die verbindliche Einführung einer flächendeckenden Wärmeplanung in ganz Deutschland geschaffen worden. Für Kommunen mit einer Größe von weniger als 100.000 Einwohnern, wie die Gemeinde Grafrath, wurde eine Pflicht zur Durchführung der Wärmeplanung bis zum 30. Juni 2028 gesetzlich verankert. Über das Bundesziel hinaus hat der Freistaat Bayern ein ambitionierteres Zeitziel formuliert und strebt Klimaneutralität bereits bis 2040 an¹; die kommunale Wärmeplanung ist daher entsprechend auf diesen strengeren zeitlichen Rahmen auszurichten.

Die Gemeinde Grafrath hat mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans im Februar 2025 begonnen. Mit der Erstellung des Wärmeplans stieg die Gemeinde Grafrath in den eigentlichen Wärmeplanungsprozess ein. Dieser Prozess startete mit der Planaufstellung und endet mit dem der Klimaneutralität im Jahre 2045.

1.2. Aufbau und Ablauf der Wärmeplanung

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgte in fünf Phasen:

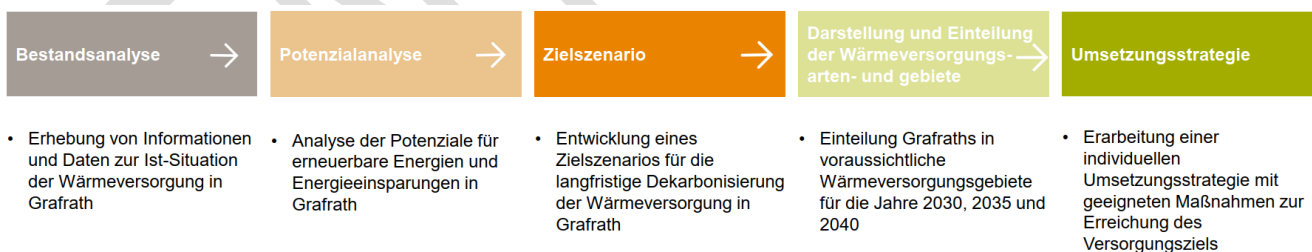


Abb. 1: Schritte der kommunalen Wärmeplanung

Ausgehend von der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse wurde im Rahmen des Wärmeplans ein Zielszenario erarbeitet, welches die Grundlage für die Einteilung des Gemeindegebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die Umsetzungsstrategie bildet. Alle Phasen der Wärmeplanung wurden in einen **Beteiligungs- und Kommunikationsprozess** eingebettet, um Bürgerinnen und Bürgern sowie die lokalen Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen (im weiteren Bericht zusammenfassend als Akteure oder Akteursgruppen bezeichnet) zu informieren und Gelegenheit zur Mitwirkung zu bieten.

¹ vgl. BayKlimaG, Art. 2 Minderungsziele



Die Inhalte der einzelnen Phase lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die **Bestandsanalyse** liefert eine detaillierte Momentaufnahme der aktuellen Wärmeversorgung. Sie umfasst die Erhebung und Auswertung von Daten zum Gebäudebestand, zur Infrastruktur und zum derzeitigen Energiebedarf bzw. -verbrauch und den damit verbundenen Emissionen im Wärmesektor. Diese Phase bildet die Grundlage für alle weiteren Schritte der Wärmeplanung, indem sie ein detailliertes Bild der Ausgangssituation zeichnet.
- Im zweiten Schritt wurden bei der **Potenzialanalyse** die Möglichkeiten für eine umweltfreundlichere und effizientere Wärmeversorgung untersucht. Ziel dieser Projektphase war es, Potenziale für Energieeinsparungen, den Einsatz erneuerbarer Energien und die Nutzung lokaler Abwärmequellen zu identifizieren.
- Das **Zielszenario** ist das zentrale Element des Wärmeplans. Ausgehend von den Grundlagenermittlungen im Rahmen von Bestands- und Potenzialanalyse wurden Teilgebiete hinsichtlich ihrer Eignung als Wärmenetzgebiet, als Wasserstoffnetzgebiet oder als Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung bewertet. Für das Zieljahr 2045 wurden voraussichtliche **Wärmeversorgungsgebiete** benannt. Das ausgewählte Zielszenario stellt die langfristige Vision dar, an der sich alle weiteren Planungs- und Umsetzungsmaßnahmen orientieren.
- In der **Umsetzungs- bzw. Wärmewendestrategie** wurden die Punkte und Schritte zusammengefasst, die zur Erreichung des Zielszenarios erforderlich sind. Hier wurde ein Transformationspfad mit Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und einem Zeitplan für die nächsten Jahre erarbeitet. Neben technischen Maßnahmen und Projekten wurden auch übergeordnete Aspekte wie Kommunikation, Beratung und Informationsbereitstellung einbezogen.

In allen Phasen der Wärmeplanung wurden die für die jeweiligen Fragestellungen zuständigen Bereiche und Experten der Gemeindeverwaltung eingebunden, um sicherzustellen, dass die Auswertungen lokaler Gegebenheiten plausibel sind und dass geplante Maßnahmen in der Praxis umsetzbar sind. Auch wurde damit angestrebt, die Wärmetransformation als einen elementaren Bestandteil der lokalen Gemeindeentwicklung zu verankern sowie die **kontinuierliche Fortschreibung** der Wärmeplanung und die regelmäßige Überprüfung des Soll- und Ist-Zustandes sicherzustellen.

1.3. Organisatorischer Rahmen

Mit der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Grafrath wurde die Energie Südbayern GmbH (ESB) mit eta Energieberatung GmbH (eta) als Unterauftragnehmer beauftragt. In enger Abstimmung zwischen dem Fachpersonal der Gemeinde Grafrath und dem externen Dienstleister erfolgte die Koordination der Planungsabläufe, die Auswahl der zu involvierenden Akteure und die Dokumentation sowie die Erstellung des Wärmeplans.

Die Umstellung auf klimafreundliche Wärmetechnologien und erneuerbare Energien soll vor allem die dominierende Rolle fossiler Energieträger in der Versorgung schrittweise reduzieren. Diese Entwicklung erfordert wohlüberlegte technologie-offene und wirtschaftliche Abwägungen. Deshalb wurden die aus der Planung resultierenden Anpassungserfordernisse, wie die Möglichkeiten zur Energieeinsparung, die Schaffung von Wärmenetzen oder die Möglichkeit zur Nutzung von Wasserstoff, mit lokalen Akteuren diskutiert. Um diesen Abstimmungsprozess zu gewährleisten, fanden im Projektzeitraum regelmäßige Abstimmungstermine in Einzelterminen statt.

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung in Grafrath umfasste die Identifikation von Potenzialen für die Nutzung erneuerbarer Energien wie bspw. Solarthermie, Geothermie oder Biomasse. Auch wurden die Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz bestehender Gebäude adressiert. Diese Themen wurden mit der Gemeinde Grafrath und den relevanten Akteuren diskutiert, um zu klären, welche Vorarbeiten und Planungen für diesen Bereich existieren und welche Einschränkungen für die Erschließung dieser Wärmepotenziale zu berücksichtigen sind.



Zudem wurde die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern und lokalen Unternehmen in den Planungsprozess berücksichtigt und über entsprechende Informations- und Beteiligungsangebote wie die Präsentation der Zwischenergebnisse im Gemeinderat sichergestellt. Alle relevanten Informationen wurden zudem auf einer [Website zur kommunalen Wärmeplanung](#) sowie auf der [Internetseite der Gemeinde Grafrath](#) zugänglich gemacht (vgl. hierzu Kapitel 3).

Die Organisation der Wärmeplanung wurde so aufgesetzt, dass nach der Ertaufstellung des Wärmeplans eine unmittelbare Weiternutzung für die Umsetzung möglich ist. Die Wärmeplanung wurde als der Beginn eines langfristigen Prozesses der Wärmetransformation verstanden, der im Zeitverlauf überwacht und gegebenenfalls angepasst werden muss. Dazu ist u.a. auch die stetige Überprüfung und ggf. Konsolidierung der Einteilung des beplanten Gebietes in Wärmeversorgungsgebiete notwendig. Durch die lokale Verankerung der Wärmetransformation als dauerhafter Prozess können zielgerichtet Infrastrukturmaßnahmen für die Wärmeversorgung im Gemeindegebiet vorangetrieben werden und Orientierungshilfen für Bürgerinnen und Bürger und die lokal ansässigen Unternehmen bereitgestellt werden.

Mit diesem organisatorischen Vorgehen legt die Gemeinde Grafrath die kommunale Wärmeplanung als ein Instrument für strategische Planungs- und Investitionsentscheidungen sowie für die städtebauliche Planung an und strebt in der Umsetzungsphase an, dass neben der Erreichung der Ziele zur Dekarbonisierung des Wärmesektors auch eine Stärkung der lokalen Wirtschaft und der Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Grafrath ermöglicht wird.

1.4. Datenerhebung

Im Verlauf der kommunalen Wärmeplanung bildeten detaillierte Erhebungen und Analysen von Daten wie bspw. über den Wärmebedarf die Grundlage zur Erarbeitung eines Transformationspfades. Dabei waren insbesondere Kenntnisse über die Nutzungsschwerpunkte, die Baujahre sowie die Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude von Bedeutung. Zur Erlangung dieser Kenntnisse wurden die hierfür relevanten Daten weitestgehend aus öffentlich zugänglichen Quellen bezogen und auf Konsistenz plausibilisiert.

Neben den öffentlich zugänglichen Daten wurden auch Informationen von verschiedenen Verwaltungsbereichen der Gemeinde (u.a. Bebauungspläne oder Informationen zur Infrastruktur) sowie von lokalen Akteuren wie den Netzbetreibern zur Auswertung herangezogen. Dabei handelte es sich nicht nur um gebäudebezogene Daten, sondern auch um Informationen über den Aufbau der leitungsgebundenen Energieversorgung². Zudem wurden Daten der Schornsteinfeger eingeholt.³

Die beschriebenen Daten wurden mit Geodaten über Straßennetze oder Ortsteilgrenzen ergänzt und dann für die Wärmeplanung als georeferenzierter Stammdatensatz in ein Geoinformationssystem (GIS) eingepflegt. Dieses digitale Abbild konnte dann u.a. für die Analyse der Gebäudestruktur und der damit verbundenen räumlich aufgelösten Wärmebedarfe genutzt werden. Im Laufe der Wärmeplanung wurde diese Datenbasis sukzessive mit weiteren Daten angereichert. Hierzu gehörten insbesondere die Daten, die im Rahmen der Potenzialanalyse über die Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Wärmequellen erhoben wurden. Zudem wurden weitere Abfragen bei lokalen Akteuren durchgeführt und in den Datensatz aufgenommen. Zu nennen ist hier u.a. die Datenabfrage bei Großverbrauchern zu den Möglichkeiten der Abwärmenutzung.

Über das GIS wurden nicht nur Ist-Daten erfasst, sondern auch Berechnungen und Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sowie daraus hergeleitete Kennzahlen wurden im Datenmodell gespeichert und als Grundlage für die Wärmeplanung genutzt und dokumentiert.

² Dazu gehören Verbrauchsdaten der mit Erdgas versorgten Gebäude oder Daten zur Gasinfrastruktur (Gasversorgungsnetze).

³ Bei der Datenerhebung wurden die Vorgaben zur Einhaltung des Datenschutzes berücksichtigt (Siehe dazu 4.1).



Ergänzende Berechnungsroutinen wurden aufgebaut, um ausgehend vom Stammdatensatz simulieren zu können, welchen Beitrag bestimmte Maßnahmen zur angestrebten Wärmetransformation leisten können und ob eine Aufnahme der Maßnahmen in das Zielszenario und die Gesamtstrategie für die Wärmewende stattfinden sollte.

Ergänzend zur digitalen Datenerfassung und -analyse fand die Einbindung von lokalen Akteuren zur Plausibilisierung der erhobenen und berechneten Daten statt. Konsultationen mit relevanten Stakeholdern trugen dazu bei, die Plausibilität der erhobenen Daten zu überprüfen und zusätzliche qualitative und teils auch quantitative Informationen zu gewinnen. Diese Zusammenarbeit förderte ein ganzheitliches Verständnis zu den Eigenschaften der Energieverbrauchssituation und schaffte Sicherheit hinsichtlich der verwendeten Daten und durchgeführten Berechnungen.

1.5. Datenverarbeitung

Wie in Abschnitt 1.4 beschrieben, ist eine umfassende Datenerhebung erforderlich, um eine fundierte Bewertung der Wärmeversorgungssituation und die Identifizierung von Potenzialen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Integration erneuerbarer Energien zu ermöglichen.

Damit eine solche Datenerfassungen klar geregelt ist, wurde die rechtliche Grundlage für die Erfassung und Auswertung der für die Wärmeplanung erforderlichen Daten durch den §10 Absatz 1 WPG gegeben. Auch ist im WPG aufgeführt, welche Daten zur Aufgabenerfüllung grundsätzlich erhoben werden dürfen. Zudem regelt §12 Absatz 1 und 2 des WPG die Mindestanforderungen an die Datenverarbeitung.

Die Gemeinde Grafrath hat bei der Durchführung der Wärmeplanung die im WPG festgeschriebenen Vorgaben für die Datenerhebung und Datenverarbeitung geprüft und eingehalten. Von allen durchführenden Stellen der Wärmeplanung für die Gemeinde Grafrath (ESB und eta) wurden alle Vorgaben für die Erfassung und Verarbeitung der erhobenen Daten eingehalten.

Die sorgfältige Prüfung und Einhaltung der datenschutzrechtlichen Anforderungen waren von zentraler Bedeutung, um die Integrität und Vertraulichkeit der erhobenen Daten sicherzustellen. Durch die Bündelung und Aggregation der Daten auf Baublockebene wurde gewährleistet, dass personenbezogene Informationen geschützt und nur anonymisierte Daten für die Analyse verwendet wurden. Zu beachten ist, dass einige Auswertungen aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit einzelner Daten und der aus datenschutzrechtlichen Gründen erforderlichen Aggregation der Datensätze nur auf Grundlage von Annahmen möglich waren. Dies wurde bei der Interpretation der Daten entsprechend berücksichtigt.



2. Das beplante Gebiet im Überblick

2.1. Beschreibung des beplanten Gebiets

Die Gemeinde Grafrath liegt im oberbayerischen Landkreis Fürstentfeldbruck, etwa 30 Kilometer westlich von München, und zählt rund 4.000 Einwohner. Sie erstreckt sich über eine Fläche von etwa 14,4 km² und gehört zur Metropolregion München. Durch die günstige Lage an der Bundesstraße B471 sowie den Anschluss an die S-Bahn-Linie S4 Richtung München ist Grafrath besonders für Pendler attraktiv. Die reizvolle Lage im Fünfseenland sowie die Nähe zum Ampermoos und dem Kloster Fürstentfeld machen die Gemeinde zudem zu einem beliebten Wohnort mit hohem Freizeitwert.

Das beplante Gebiet umfasst den Hauptort Grafrath sowie die Gemeindeteile Wildenroth, Unteralling und Mauern. Die Umgebung ist geprägt von einer naturnahen Kulturlandschaft mit hohem Anteil an Wald- und Wiesenflächen. Auch kleinere Gewerbestandorte sowie landwirtschaftliche Betriebe prägen das Gemeindegebiet.

Zum Stand 2022 umfasst die Siedlungs- und Verkehrsfläche rund 15 % der gesamten Gemeindefläche, während etwa 84 % der Fläche der Vegetation zugeordnet sind, darunter 29 % landwirtschaftliche Nutzflächen und rund 47 % Wald. Gewässer und sonstige Flächen machen die restlichen 1 % aus.⁴

2.2. Status Quo Wirtschaft

Die Gemeinde Grafrath liegt naturnah im Westen des Landkreises Fürstentfeldbruck und profitiert von der guten Anbindung an den Großraum München. Durch die Nähe zur Landeshauptstadt sowie zur Autobahn A96 ist der Ort verkehrlich günstig gelegen. Die Wirtschaftsstruktur ist überwiegend mittelständisch geprägt; vertreten sind insbesondere Handwerksbetriebe, verschiedene Dienstleistungsunternehmen sowie einige Betriebe aus dem Bereich Logistik.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden größere Energieverbraucher gesondert analysiert. Dabei erfolgte eine Prüfung bestehender Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung sowie zur Umstellung auf treibhausgasfreie Energieträger. Soweit vorhanden, wurden Potenziale zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme identifiziert, die einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten können. Detaillierte Ergebnisse hierzu finden sich im Kapitel Potenzialanalyse (s. Kapitel 5).

⁴ Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2022



3. Akteursbeteiligung und Kommunikation

3.1. Hintergrund und Vorgehen

Die Beteiligung und Kommunikation mit den für die Wärmeplanung relevanten Akteuren bzw. Akteursgruppen ist ein komplexer und wichtiger Prozess. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen und die Meinungen und Interessen der lokalen Akteure in der Wärmeplanung zu berücksichtigen. Gleich zu Beginn der Wärmeplanung wurden daher die für die Wärmewende relevanten Akteure (bspw. Wärmenetzbetreiber, Großverbraucher usw.) auf Basis der Anforderungen des WPG identifiziert. Dies half, maßgeschneiderte Strategien für die Beteiligung und Kommunikation zu entwickeln.

Eine Übersicht der dafür einsetzbaren Kommunikationsstrategien zeigt Abb. 2. Die Möglichkeiten reichen von offener Diskussion (diskursiv), in denen politische Entscheidungsträger und ihre Positionen in den Planungsprozess einbezogen werden, bis hin zu restriktiven Formaten. Der diskursive Ansatz wurde für die Wärmeplanung u.a. durch die Vorstellung von Ergebnissen im Rahmen von Ratssitzungen gewählt. Der eher restriktive Ansatz war geeigneter für die öffentlichen Informationsveranstaltungen, bei der die Bürgerinnen und Bürger, über den durch das Wärmeplanungsgesetz vorgegebenen Planungsprozess informiert wurden.

Die Wahl der Kommunikationsstrategie erwies sich als vorteilhaft, um geeignete Formate frühzeitig festlegen zu können, die es ermöglichen, die verschiedenen Interessen und Meinungen zur Gestaltung der Wärmetransformation berücksichtigen zu können.

Beispiel Strategie	1 Diskursiv: Meinung (z.B. politische Änderungen) berücksichtigen, zufriedenstellen	2 Partizipativ: Key Player - Koalieren, eng managen, bei Planung/ Entscheidungen einbinden	3 Repressiv: Informieren, überwachen	4 Restriktiv: Berücksichtigen, informieren und als Multiplikatoren nutzen
	Kommunale Akteure werden angehört, ihre Meinung aufgenommen und verarbeitet.	Gebäudeeigentümer:innen werden aktiv eingebunden/beteiligt und regelmäßig informiert.	Bürgerinitiativen werden über den aktuellen Stand informiert und Bedenken objektiv aufgenommen.	Mit den Bürgern erfolgt eine gute Zusammenarbeit mit regelmäßigem Austausch.

Abb. 2: Vorgehen im Rahmen der Akteursbeteiligung und Kommunikation

3.2. Beteiligungskonzept

Nach § 7 WPG sind die Öffentlichkeit sowie alle Behörden und Träger öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereiche von der Wärmeplanung berührt werden, von der planungsverantwortlichen Stelle zu beteiligen. Den Betreibern von Energieversorgungsnetzen, Wärmenetzen oder natürlichen bzw. juristischen Personen, die als zukünftige Betreiber absehbar in Betracht kommen, kommt im Rahmen der Wärmeplanung eine herausgehobene Stellung zu (§ 7 Absatz 2 WPG). Die Beteiligung der weiteren Akteure steht im pflichtgemäßen Ermessen der planungsverantwortlichen Stelle und richtet sich nach § 7 Absatz 3 WPG.

Mit der **Akteursanalyse** wurden die relevanten und nach WPG vorgesehen Akteure identifiziert und deren Einfluss und Interessen im Rahmen der Wärmeplanung erfasst.

Die Akteursanalyse unterscheidet die relevanten Einzelakteure in drei Hauptgruppen (Differenzierung erfolgt nach der **allgemeinen Beteiligungspflicht** nach §7 Abs. 1 WPG, **verpflichtend zu beteiligende Akteure** nach §7 Abs. 2 WPG und **fakultativ zu beteiligenden Akteure** nach §7 Abs. 3 WPG). Diese gesetzlich geforderte Unterscheidung der Akteursgruppen ist entscheidend, da sie die Basis für ein Beteiligungs- und Kommunikationskonzept bildet. Die systematische Einteilung und das Verständnis der Interessengruppen ermöglichten es, den lokalen Gegebenheiten und der Komplexität interkommunaler Rahmenbedingungen gerecht zu werden.

Aufbauend auf dem Akteursmapping stellt das Beteiligungskonzept den Rahmen für die Einbindung der identifizierten Akteursgruppen im Erstellungsprozess der Wärmeplanung dar. Durch die anschließende Festlegung verschiedener Beteiligungsformate, die von regelmäßigen Besprechungsterminen mit der Verwaltung über die direkte Beteiligung im Steuerungskreis bis hin zu



speziell organisierten Veranstaltungen reichten, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine entsprechende Basis für die Diskussion und Abstimmung wesentlicher Auswertungsergebnisse und Maßnahmen geschaffen.

Die folgenden Akteursgruppen wurden in unterschiedlicher Intensität in den Planungsprozess einbezogen und deren jeweilige Bedürfnisse und Rollen berücksichtigt:

- **Lokale politische Ebene:** Die Ergebnisse und Fortschritte des kommunalen Wärmeplans wurden im Gemeinderat Grafrath vorgestellt und diskutiert.
- **Kommunalverwaltung:** Die Kommunalverwaltung brachte ihr fachliches Wissen und ihre lokale Expertise ein, nutzte ihre Vernetzung für die Umsetzung und trug wesentlich zum Gelingen des kooperativen Prozesses bei.
- **Netzbetreiber: Energienetze Bayern (ENB) und die Stadtwerke Fürstfeldbruck** waren entscheidend für die Bereitstellung notwendiger Daten und die Entwicklung von Maßnahmen wie z.B. hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung von netzgebundenen Wärmeversorgungsgebieten. Die ENB waren aktiv bei der Erarbeitung des Wärmeplans involviert. Die Netzbetreiber stellen im Hinblick auf die Entwicklung einer netz- und leitungsgebundenen Energieversorgung einen zentralen Akteur dar.
- **Lokale Interessensgruppen:** Gebäudeeigentümer wurden über das Planungsvorhaben informiert und z.B. für die Teilnahme an der öffentlichen Veranstaltung zur Vorstellung der ersten Ergebnisse zur Bestands- und Potenzialanalyse eingeladen.
- **Handwerkerschaft und Schornsteinfeger:** Diese Gruppen waren für die technische Ausgestaltung der Wärmewende von Bedeutung. Die Daten der Schornsteinfeger wurde vom Landesamt für Statistik bereitgestellt.
- **Großverbraucher:** Unternehmen mit hohem Energiebedarf wurden hinsichtlich der Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion und der Nutzung von Abwärme einbezogen.
- **Öffentlichkeit:** Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Wärmeplanung und deren Umsetzbarkeit war ein wesentlicher Bestandteil des Beteiligungsprozesses.

Neben der Akteursanalyse wurde zu Beginn des Wärmeplanungsprozesses ein Zeitplan festgelegt. Dieser enthielt die wesentlichen Meilensteine, wie die einzelnen Analyseschritte, die Beteiligung der Akteure, regelmäßige Abstimmungsrunden sowie die Termine zur Information der Steuerungsgruppe und der Öffentlichkeit.

3.3. Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Wärmeplanung umfasste mehrere zentrale Elemente. Diese wurden sorgfältig entwickelt und gezielt umgesetzt:

- **Pressemitteilungen, öffentliche Bekanntmachungen, Onlineinformationen:** Im Planungsprozess wurden mehrere Pressemitteilungen und Bekanntmachungen veröffentlicht, um die Öffentlichkeit über den Start, den Verlauf und die Inhalte der Wärmeplanung zu informieren. Diese Maßnahmen hatten das Ziel, das Bewusstsein für die Relevanz der Wärmeplanung zu schärfen und die Bürgerinnen und Bürger in den Prozess einzubeziehen.
- **Regelmäßige Updates und Informationsveranstaltungen:** Im Verlauf des Planungsprozesses wurden kontinuierlich Updates zu wichtigen Meilensteinen und Fortschritten bereitgestellt, sowohl auf der Internetseite der Gemeinde als auch durch eine öffentliche Informationsveranstaltung und zwei Ratssitzungen. Diese Veranstaltungen boten den Bürgerinnen und Bürgern die Gelegenheit, sich über den Stand der Planung zu informieren und ggf. auch eigene Lösungsansätze einzubringen.
- **Auslegung des Wärmeplanentwurfs:** Ein weiterer wichtiger Schritt ist die öffentliche Auslegung des Entwurfs des kommunalen Wärmeplans.



4. Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet den Ausgangspunkt für die kommunale Wärmeplanung. Ihr Hauptziel ist die Erfassung der aktuellen Gebäudestruktur, des Energiebedarfs und -verbrauchs zur Wärmebereitstellung, sowie der Wärmeinfrastruktur. Hierbei werden digitale Liegenschaftskataster genutzt, um präzise Informationen über Nutzungsarten der Gebäude, deren Volumen, Flurstücke und Straßenverläufe zu sammeln. Diese Daten werden ergänzt durch die Analyse des aktuellen Wärmebedarfs oder -verbrauchs sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen.

Ein wichtiges Element der Bestandsanalyse ist die detaillierte Untersuchung der Energieinfrastruktur, einschließlich der Gas- und Wärmenetze sowie der Möglichkeiten für dezentrale Wärmeerzeugung. Die Datengrundlage hierfür bilden unter anderem Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für verschiedene Energieträger und das digitale Liegenschaftskataster. Zudem fließen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen und denkmalgeschützten Gebäuden mit ein.

Für die technische Aufbereitung der erhobenen Daten wird die Software QGIS genutzt. Diese ermöglicht eine präzise und flexible Handhabung der Daten für die Bestandsanalyse und unterstützt die anschließende Potenzialanalyse durch die Bereitstellung einer soliden Datengrundlage. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse sowie weitere relevante Kennzahlen und Informationen werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ausführlich dokumentiert, um einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation und die Basis für zukünftige Planungsschritte zu bieten.

4.1. Hintergrund und Vorgehen

Das Vorgehen bei der Bestandsanalyse folgte den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG). Dem folgend war das Ziel der Bestandsanalyse die für die Wärmeplanung hinreichend genaue Ermittlung und Analyse des Ausgangszustands der Wärmeversorgung.

Um das leisten zu können, wurden systematisch detaillierte Daten und Informationen auf unterschiedlichen Aggregationsebenen erfasst und in einem Stammdatensatz zusammengeführt. Zu nennen, sind hier u.a. die folgenden Daten:

- **Gebäudedaten** (Baualter, Bauart, Geodaten, ...)
- Überwiegende **Nutzungsart** (Wohnen, Büro, Gewerbe, ...)
- **Wärmebedarf**
- **Wärmeverbrauch** der letzten Jahre
- Eingesetzte **Energieträger** (Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...)
- Aktuell genutzte **Heizungsanlage** (Gasbrennwertkessel, Wärmepumpe, ...).

Viele der benötigten Daten lagen bereits öffentlich zugänglich gebäudescharf und georeferenziert vor. Es mussten aber auch Daten bspw. der Netzbetreiber erhoben werden. Dabei wurden stets die Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt.

Neben den gebäudescharfen Daten wurden weitere Daten auf der Ebene von Flurstücken ergänzt. Das sind insbesondere Informationen dazu, ob auf dem jeweiligen Flurstück mehrere Gebäude stehen, die aus Nutzersicht eine Einheit bilden (bspw. Hauptgebäude und Nebengebäude) und Informationen über das Gebiet selbst wie bspw. „Naturschutzgebiet“, „Gewerbegebiet“, „Ortslage“ usw. All diese Daten wurden mittels eines Geoinformationssystems in ein Gebäudemodell und Landschaftsmodell überführt.

Um gezielt Erkenntnisse und Hinweise für bestimmte Akteursgruppen ableiten zu können, wurde je Gebäude und/oder je Flurstück eine Nutzergruppe zugeordnet. Für die Nutzergruppen wurde in Anlehnung an die üblichen Gruppierungen für Energie- und Treibhausgasbilanzen folgende Einteilung gewählt: „Private Haushalte“, „Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)“ und „Öffentliche Einrichtungen“.



Die Berechnungen und Simulationen, aber auch die Diskussionen über die Strategie zur Wärmeversorgung wurden auf unterschiedlichen Ebenen geführt. Für bestimmte Zwecke war es erforderlich, einzelne Gebäude zu betrachten. Für andere Zwecke war diese Tiefe nicht erforderlich, wenn bspw. übergeordnete Zusammenhänge für das Gemeindegebiet erkannt werden sollten.

Die unterste und detaillierteste Aggregationsebene stellt die Gebäudeebene dar, gefolgt von der Flurstückebene, die bereits häufig verschiedene Gebäude zusammenfasst. Eine weitere Aggregationsebene stellt die Baublockebene dar. Gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 1 WPG umfasst ein Baublock ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten sind. Baublöcke bilden die Grundlage für die Teilgebietsebene. Teilgebiete setzen sich gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 3 WPG aus mehreren Grundstücken, aus Teilen von Baublöcken oder aus einzelnen oder mehreren Baublöcken zusammen. Diese sind insbesondere relevant für die Untersuchung der möglichen Wärmeversorgungsarten sowie die Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Die Baublock- und Teilgebietsebene sind die für den Wärmeplan besonders relevanten Aggregationsebenen und werden in diesem Bericht häufig dargestellt.

Daten zur Versorgungsinfrastruktur wie zu den Gasnetzen oder zur Leistung der Wärmeerzeuger wurden soweit möglich und im WPG vorgesehen von lokalen Akteuren erhoben (bspw. von Energieversorgern oder den Schornsteinfegern). Darüber hinaus flossen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen Gebäuden und denkmalgeschützten Objekten in die Analyse ein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in der Bestandsanalyse Daten und Informationen aus unterschiedlichen Quellen erhoben und zu einer Datenbank mit georeferenzierten Daten zusammengefügt wurden. Über das Geoinformationssystem konnten diese Daten auf unterschiedlichen Aggregationsebenen ausgewertet und in kartografischer Form veranschaulicht und analysiert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt und vermitteln ein umfassendes Bild über die aktuelle Wärmeversorgungssituation und die wesentlichen Handlungserfordernisse.

4.2. Daten

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts basieren auf der Analyse einer Vielzahl von Daten, welche aus verschiedenen Informationsquellen hervorgehen (vgl. Tabelle 1). Die zugrundeliegenden Datensätze wurden dabei teilweise in unterschiedlichen Aggregationsstufen übergeben, sodass zunächst eine Überarbeitung der Daten notwendig war, um eine Vergleichbarkeit der Kennzahlen zu gewährleisten. Anschließend konnten die Daten miteinander verschnitten und wesentliche Erkenntnisse zur Bewertung der Ausgangslage in Grafrath abgeleitet werden. Zur Einhaltung des Datenschutzes wurden die Daten im Rahmen der Analyse auf Baublockebene zusammengefasst. Das Bezugsjahr der Daten ist das Jahr 2022.

Neben öffentlich zugänglichen Informationen, wie die Auswertung vorhandener Erzeugungsanlagen aus dem Energieatlas Bayern, wurden auch Daten von öffentlichen Verwaltungsstellen sowie Energieinfrastrukturunternehmen herangezogen. Geodaten zur Gebäudestruktur wurden von der Bayerischen Vermessungsstelle zur Verfügung gestellt. Die Daten der Kaminkehrer über die Verteilung der Feuerungsstätten nach Energieträger wurden vom Landesamt für Statistik bereitgestellt. Weitere Kennwerte zu den Elektrizitäts-, Wärme- und Gasversorgungsnetzen konnten von den zuständigen Netzbetreibern (Stadtwerke Fürstenfeldbruck, Energienetze Bayern GmbH & Co. KG) bezogen werden.



Themengruppe	MaStR/ Energie- atlas	Kehrbuch- daten	EVU	ALKIS	ENP Landkreis FFB	Nexiga	Gemeinde
Gas- und Wärmeverbräuche		x	x		x	x	x
Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik		x	x		x	x	x
Gebäudedaten				x	x	x	x
Industrie, Gewerbe und sonstige Unternehmen (Prozess- und Abwärme)	x						x
Wärmenetze und Wärmeerzeuger	x						x
Gasnetze			x				
Stromnetze (Mittelspannung)			x		x		
Kläranlagen					x		x
Abwassernetze					x		x

Tabelle 1: Übersicht zur Datenerhebung

Zu beachten ist, dass einige Auswertungen aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit einzelner Daten und der aus datenschutzrechtlichen Gründen erforderlichen Aggregation der Datensätze nur auf Grundlage von Berechnungen oder Annahmen möglich waren. Daher ist bei der Betrachtung der Ergebnisse für vereinzelte Teilgebiete zu beachten, dass deren Genauigkeit gegebenenfalls beeinträchtigt ist. Diese sollten entsprechend nicht als alleinstehende Grundlage für etwaige Investitionsentscheidungen dienen. Für die Verwendung der Ergebnisse im Rahmen der Wärmeplanung können die hohen Anforderungen an die Datenqualität als erfüllt gesehen werden.

4.3. Gebäudestruktur und -nutzung

In einem ersten Schritt wurden alle relevanten Informationen zu dem Gebäudebestand in Grafrath erhoben. Dazu zählen unter anderem die Anzahl an beheizten Gebäuden im Ort, die Einteilung in die jeweiligen Baualtersklassen sowie die Zuordnung zu den unterschiedlichen Sektoren wie Wohngebäude, Industrie und Gewerbe. Diese Gebäudeinformationen liegen der kommunalen Wärmeplanung zugrunde. Da die Auswertung methodisch einer Bottom-Up Analyse folgt, wird durch Berechnungen jedem beheizten Gebäude ein Wärmebedarf zugeordnet. Im Zuge der weiteren Auswertungen werden Gebäude, die von mehreren oder allen Seiten von Straßen oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen sind, zu so genannten Baublöcken zusammengefasst und für die weitere Planung als zusammengehörige Einheit betrachtet. Um den Datenschutzbestimmungen gerecht zu werden, wurde bei der Einteilung drauf geachtet, dass sich immer mindestens fünf Gebäude in einem Baublock befinden. Auf dieser Baublockebene kann unter anderem hinsichtlich der überwiegenden Nutzungsart der Gebäude unterschieden werden.

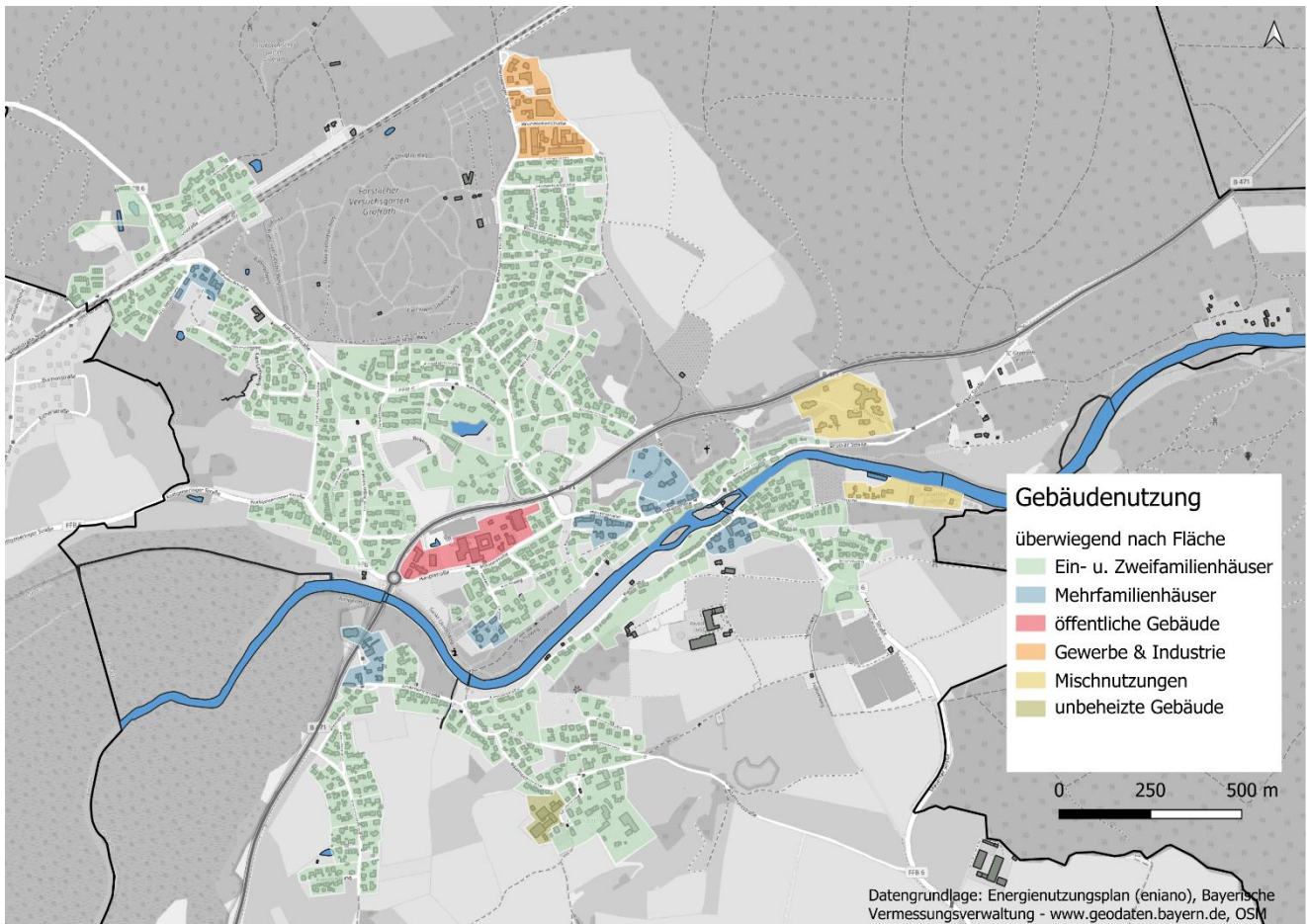


Abb. 3: Baublockbezogene überwiegende Gebäudeart nach Fläche

Die kartografische Darstellung in Abb. 3 zeigt die überwiegende Gebäudeart bezogen auf die Gebäudefläche für den jeweiligen Baublock. Die Auswertung verdeutlicht, dass es sich beim Großteil der erfassten Gebäude um Ein- oder Zweifamilienhäuser handelt (grün markierte Flächen). Vor allem im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets wurden Baublöcke identifiziert, welche vorwiegend von Gewerbe und Industrie genutzt werden. Vereinzelt wurden Baublöcke ausgemacht, die hauptsächlich dem Typ Mehrfamilienhäuser oder einer Mischnutzung zuzuordnen sind. Die gesamte Verteilung der Gebäudearten nach anteiliger Menge, Fläche und Wärmeverbrauch ist in Abb. 4 dargestellt.

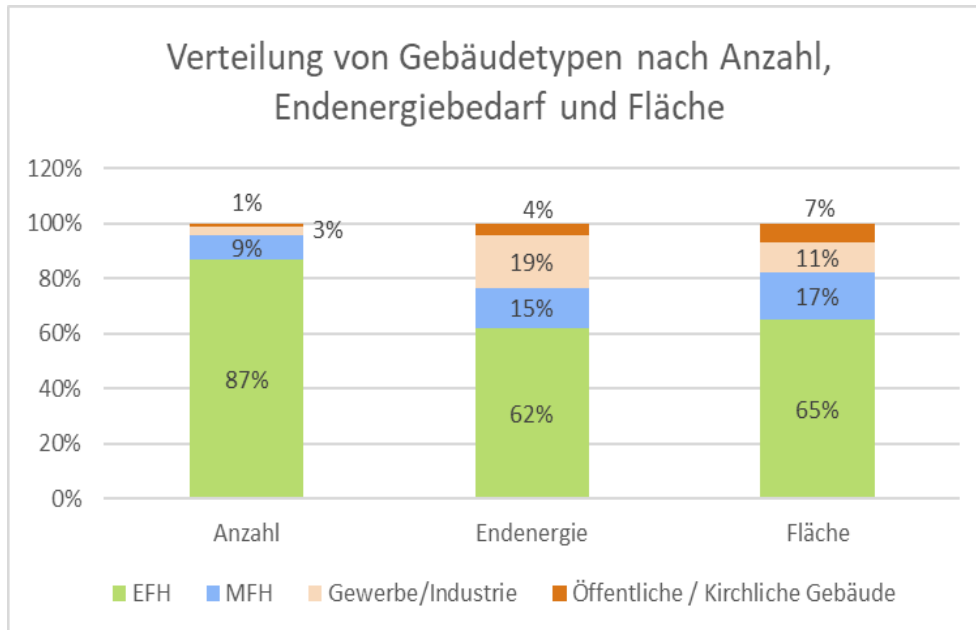


Abb. 4: Gebäudetypen nach Anzahl, Fläche und Wärmeverbrauch

In Grafrath gibt es derzeit etwa 1.300 beheizte Gebäude. Etwa 87 % davon entfallen auf Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH/ZFH), weitere 9 % auf Mehrfamilienhäuser (MFH).

Auch flächenbezogen dominieren Ein- und Zweifamilienhäuser: Sie nehmen rund 65 % der gesamten Gebäudefläche ein. Etwa 11 % der Siedlungsfläche entfallen auf Gewerbe- und Industriegebäude, und 17 % auf Mehrfamilienhäuser. Die verbleibenden 7 % der Fläche werden von öffentlichen und kirchlichen Gebäuden genutzt.

Hinsichtlich des Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser haben Ein- und Zweifamilienhäuser ebenfalls den größten Anteil: Sie verursachen rund 62 % des gesamten Endenergieverbrauchs. Auffällig ist jedoch, dass Gewerbe- und Industriegebäude, gemessen an ihrer geringen Zahl und Fläche, mit 19 % einen überproportional hohen Energieverbrauch aufweisen. In öffentlichen und kirchlichen Liegenschaften liegt der Anteil bei 4 % vom Gesamtenergieverbrauch. Aufgrund ihrer Vorbildfunktion kommt diesen Gebäuden dennoch eine besondere Bedeutung im Rahmen der energetischen Gemeindeentwicklung zu.

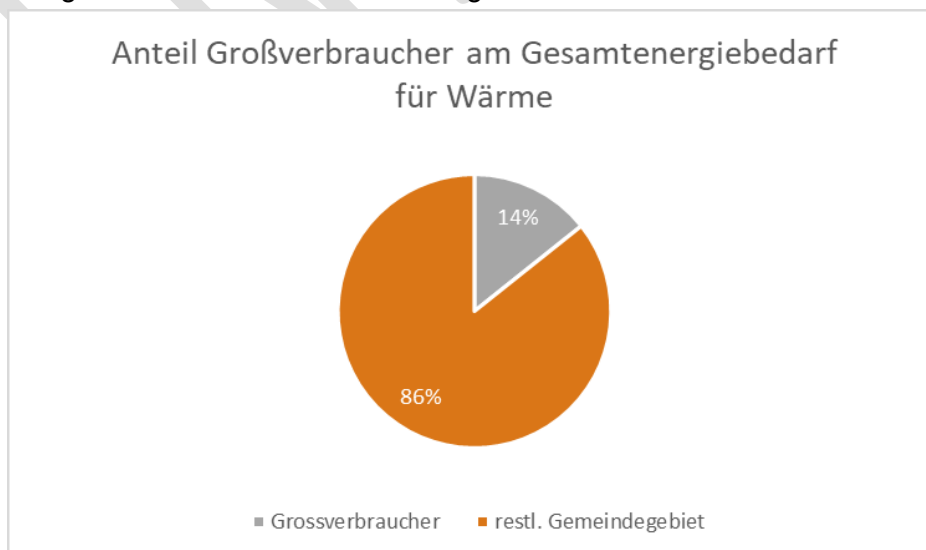


Abb. 5: Anteil von Großverbrauchern am Gesamtenergiebedarf für Wärme



Die Anzahl der Großverbraucher sowie ihr Anteil von etwa 14 % am Gesamtenergiebedarf (siehe hierzu Abb. 5) sind in Grafrath vergleichsweise gering. Bereiche mit besonders hohem Wärmebedarf finden sich im Industrie- und Gewerbegebiet Grafrath Nord; aber auch das Schwimmbad oder das Altenwerk zählen zu den ansässigen Großverbrauchern.

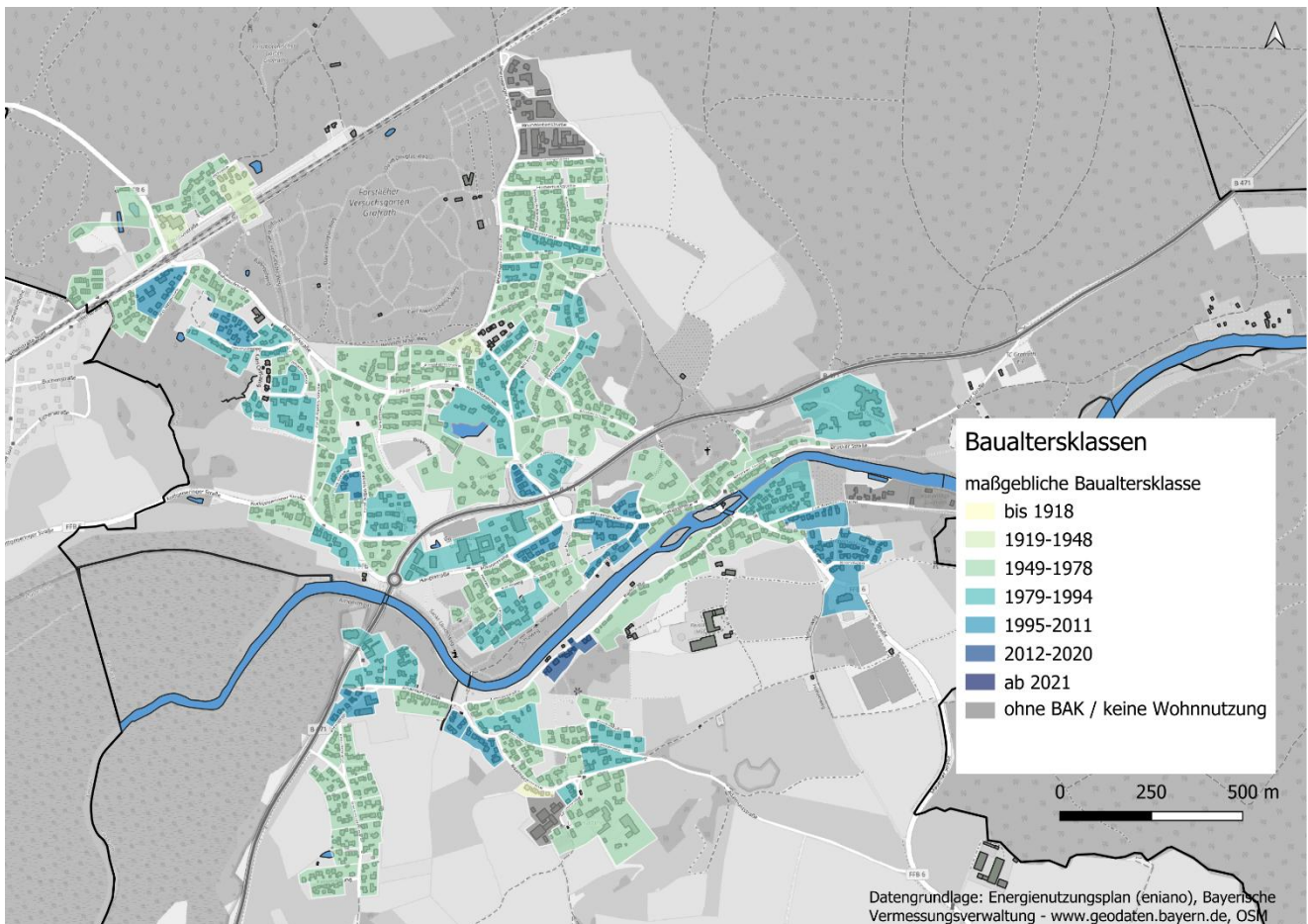


Abb. 6: Baublockbezogene Darstellung der Baujahresklassen

In Abb. 6 wird für den Gebäudebestand baublockbezogen die jeweils nach der Gebäudeanzahl dominierende Baujahresklasse dargestellt. Eine hohe Bautätigkeit ist demzufolge in den fünfziger bis siebziger Jahren auszumachen, wobei auch in den letzten beiden Dekaden das Gemeindegebiet sukzessive durch Neubaugebiete erweitert wurde.

In Abb. 7 wird der Gebäudebestand prozentual den dargestellten Baualtersklassen zugeordnet. Hierbei fällt ebenfalls auf, dass ein Großteil der Gebäude Mitte des 20. Jahrhunderts errichtet wurden. Im Jahr 1977 ist die erste Wärmeschutzverordnung und im darauffolgenden Jahr die erste Heizanlagenverordnung in Deutschland in Kraft getreten. Da rund 60 % aller Gebäude in Grafrath vor dieser Zeit entstanden sind, deutet dies auf ein erhöhtes Sanierungspotenzial hin, das in der Potenzialanalyse näher betrachtet wird.

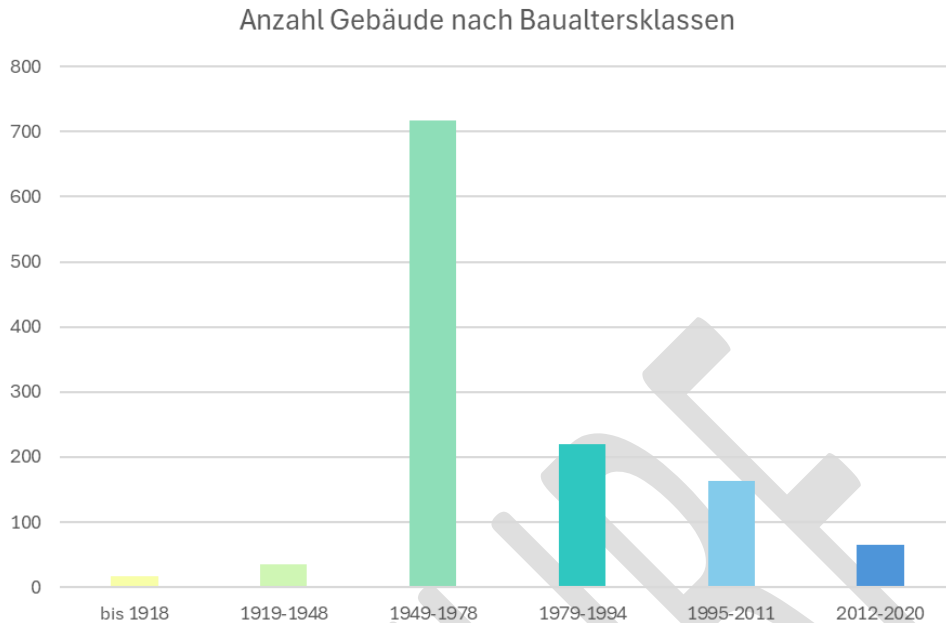


Abb. 7: Prozentuale Aufteilung der Gebäude nach Baualtersklassen

4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Grafrath wurden die erhobenen Daten zu Energieträgern und Art der Wärmeversorgung aufbereitet und ausgewertet. Dadurch wird die Verteilung der einzelnen Heizsysteme sowohl nach prozentualem Anteil sowie nach örtlicher Verteilung und Aufteilung nach den unterschiedlichen Verbrauchern ersichtlich. In Abb. 8 ist die Energieträgerverteilung nach Anzahl der Zentralheizungen dargestellt. Etwa 55 % der Zentralheizungen in Grafrath entfallen auf Heizöl-Heizungen. Gasheizungen haben einen Anteil von 24 %. Wärmepumpen und Stromheizungen machen zusammen rund 10 % aus. Die übrigen Anteile verteilen sich auf Biomasseheizungen (5 %) sowie Heizungsanlagen für sonstige fossile Energieträger (4 %).

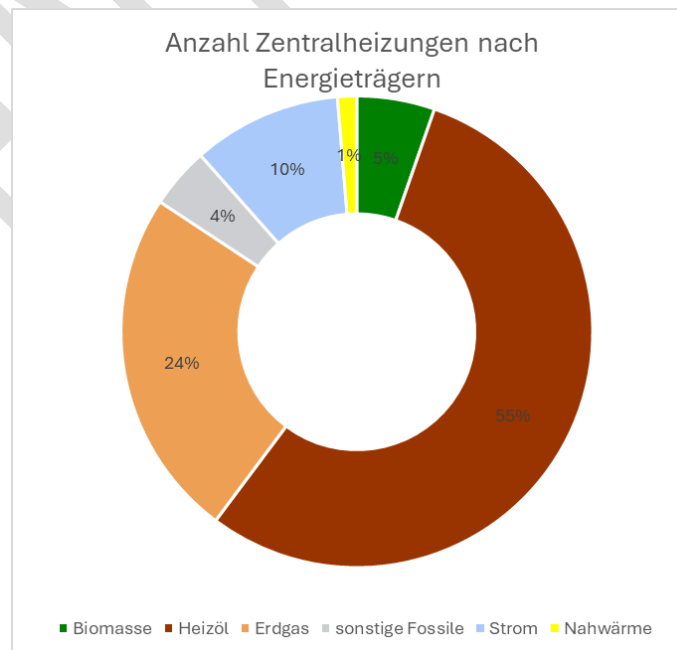


Abb. 8: Energieträgerverteilung nach Anzahl der installierten Heizungen



In Abb. 9 werden die Baublöcke nach dem vorherrschenden Energieträger unterschieden. Die Dominanz von Gas- und Ölheizungen wird dabei deutlich. Im Ortsteil Mauern befindet sich ein Baublock, der über ein Biomasse-Wärmenetz versorgt wird, sowie ein weiterer Baublock mit jüngerer Bebauung, in dem überwiegend Wärmepumpen und Stromheizungen zum Einsatz kommen.

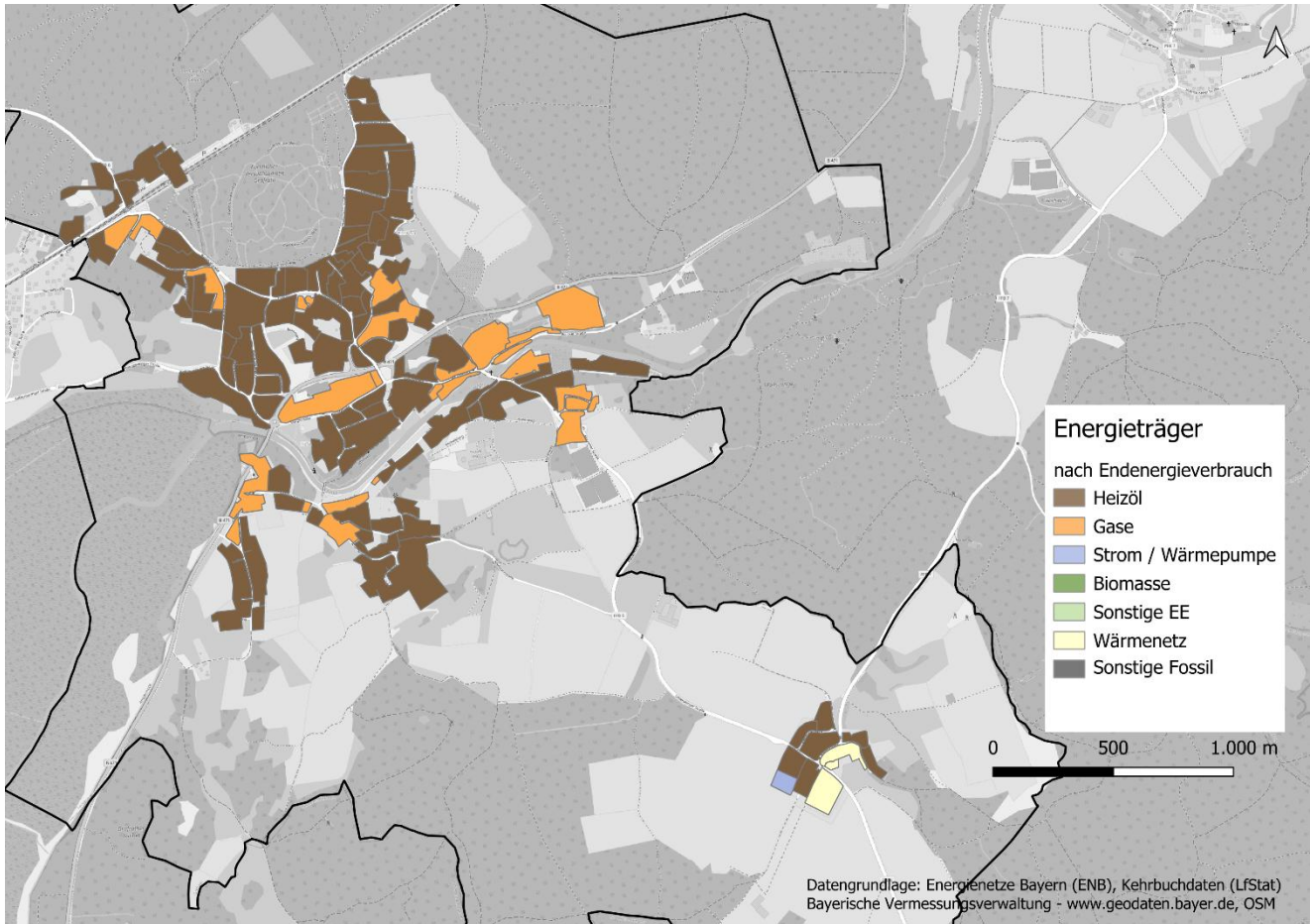


Abb. 9: Baublockbezogene Verteilung der Energieträger nach überwiegender Anzahl

Neben der Analyse des Gebäudestands und der Energieträgerverteilung sind ebenso Daten zur bestehenden Energieinfrastruktur zu erheben und auszuwerten.

4.5. Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung in Grafrath erfolgt zu einem erheblichen Teil über das nahezu flächendeckende Gasnetz der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG, das eine Gesamtlänge von ca. 16,3 km aufweist und überwiegend als Niederdrucknetz betrieben wird. Der Anschlussgrad liegt derzeit bei etwa 311 Anschlüssen, was ca. 24 % Anschlussquote entspricht. Abb. 10 zeigt den Erdgasanteil am Wärmeverbrauch je Baublock.

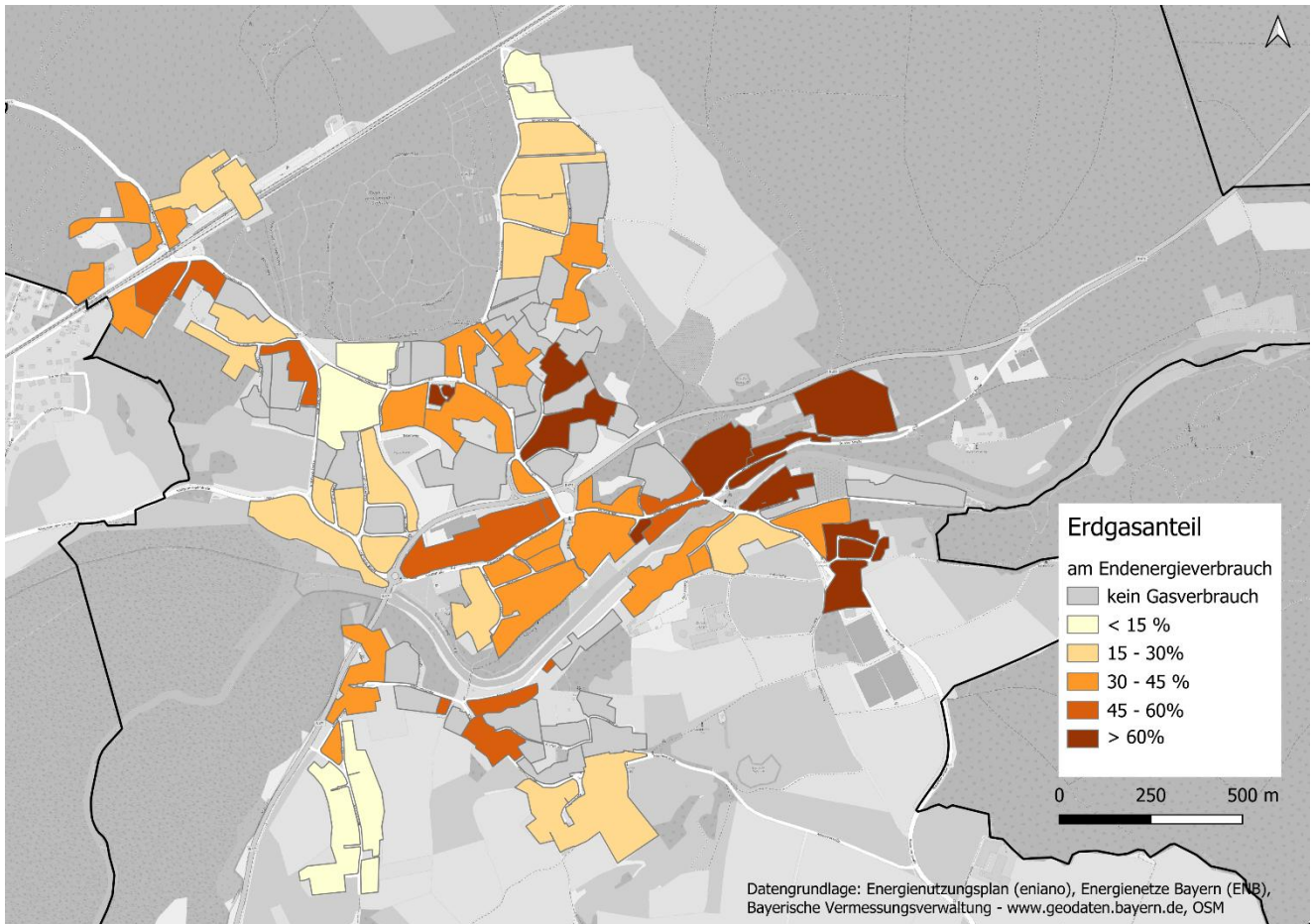


Abb. 10: Erdgasanteil am Wärmeverbrauch



4.6. Wärmenetzinfrastruktur

In der Gemeinde Grafrath befindet sich im Ortsteil Mauern ein kleines Nahwärmenetz mit einer Länge von rund 350 Metern (vgl. Abb. 11). Die Wärmeversorgung erfolgt über eine Biomasseheizung mit Hackschnitzelbefeuerung, die eine Leistung von ca. 400 Kilowatt aufweist. An dieses Netz sind etwa zehn Wohngebäude sowie zehn Gewerbeeinheiten angeschlossen.



Abb. 11: Nahwärmenetz Ortsteil Mauern, Versorgungsgebiet



4.7. Stromnetzinfrastruktur

Das Stromnetz wird auf Verteilnetzebene von den Stadtwerken Fürstenfeldbruck betrieben. Es führt keine Hochspannungsleitung durch das Gemeindegebiet. Abb. 12 zeigt das Mittelspannungsnetz im Gemeindegebiet Grafrath.

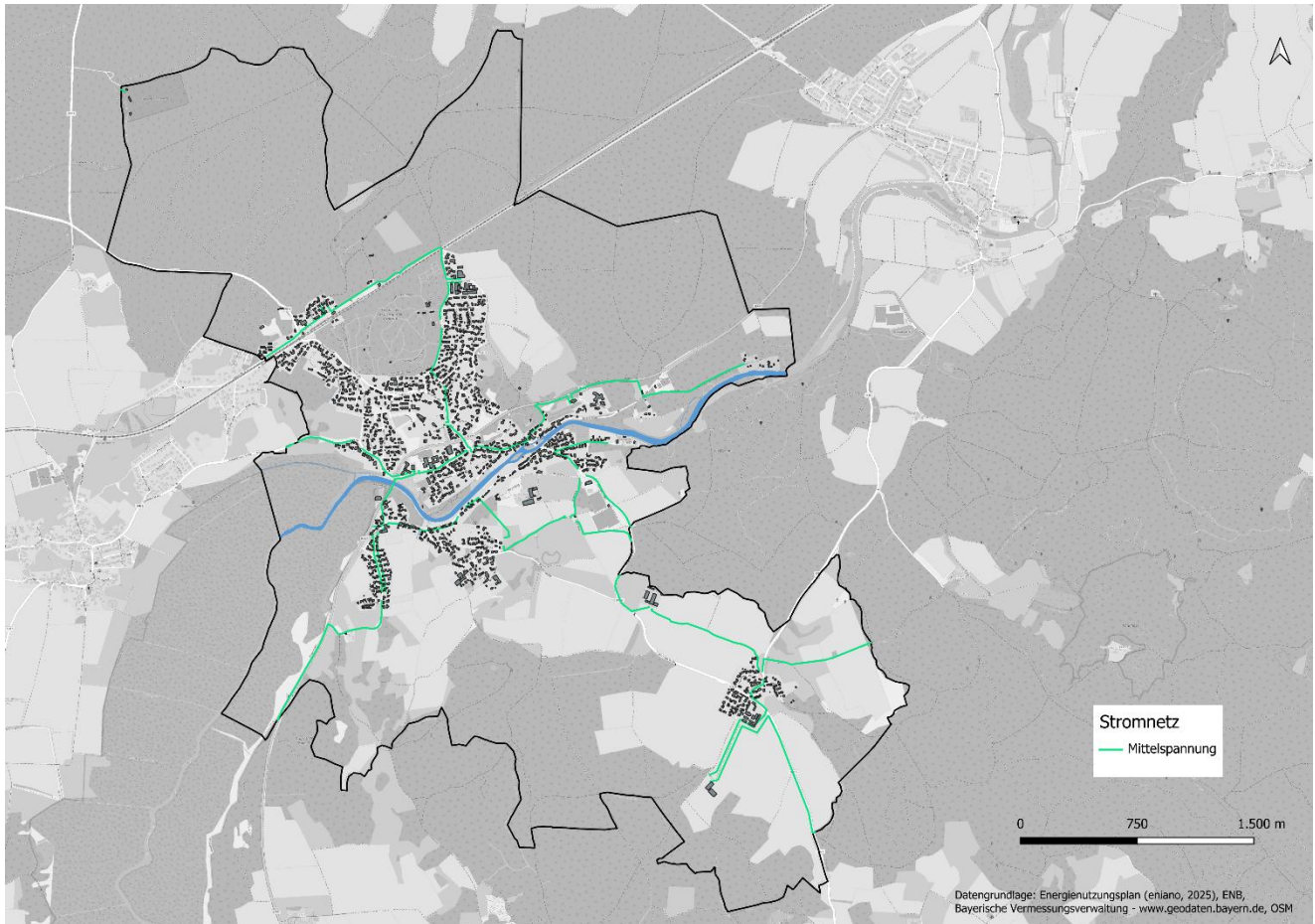


Abb. 12: Stromnetz Mittelspannung Gemeinde Grafrath

4.8. Abwassernetz

Die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist im Gemeindegebiet Grafrath flächendeckend ausgebaut. Auf das mögliche Abwärmepotenzial aus dem Abwassernetz wird separat im Rahmen der Potenzialanalyse eingegangen.

4.9. Wärmespeicher

Aktuell werden keine größeren Gas- bzw. Wärmespeicher auf dem Gemeindegebiet von Grafrath betrieben.



4.10. Wärmebedarf und Energiebilanz

Im Jahr 2022 wurden im Gemeindegebiet von Grafrath rund 35,6 Gigawattstunden (GWh) Endenergie für die Wärmebereitstellung benötigt.

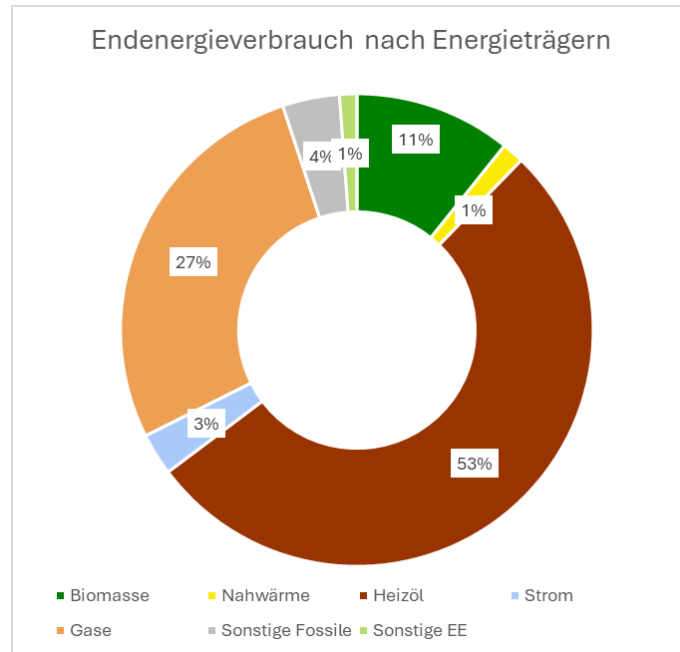


Abb. 13: Jährliche Anteile am Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern

Abb. 13 zeigt die relative Verteilung der Endenergieverbräuche für Wärme nach Energieträgern. Als Endenergieverbrauch bezeichnet man die Energie, die für den jeweiligen Zweck tatsächlich verbraucht wird. Im Fall der Wärmebereitstellung wird die Energie für die Raumbeheizung und Warmwasserbereitstellung, aber auch für industrielle Prozesse in Form von Prozesswärme eingesetzt. Im Gegensatz dazu gibt der Wärmebedarf an, welche Wärmemenge in einem Gebäude tatsächlich benötigt wird. Der Endenergieverbrauch ist dabei grundsätzlich höher als der Wärmebedarf, da die Wirkungsgradverluste, die bei jeder Energieumwandlung entstehen, berücksichtigt werden müssen.

In Grafrath stellt sich die Verteilung des Endenergieverbrauchs wie folgt dar: Knapp 87 % der Energie stammten aus fossilen Quellen und Strom. Die Wärme wird überwiegend mit Hilfe von Heizöl mit ca. 18,7 GWh und Erdgas mit 9,7 GWh erzeugt. Sonstige fossile Energieträger (Flüssiggas und Kohle) mit 1,4 GWh (ca. 4 %) und strombetriebene Heizungen mit ca. 1 GWh (3 %) spielen in Grafrath eine untergeordnete Rolle. Etwa 11 % bzw. 3,8 GWh stammen aus dem Einsatz von Biomasseheizungen (Zentralheizungen sowie Einzelraumfeuerstätten). Zudem wird das bestehende Nahwärmenetz, deren Abnehmer insgesamt einen Verbrauch von etwa 500 MWh (1 %) haben, ebenso ausschließlich mit Biomasse betrieben. Etwa 400 MWh (knapp 1%) entfallen auf sonstige erneuerbare Energien (Solarthermie). Bei dem Energieverbrauch für Wärmepumpen wird hier lediglich der Stromverbrauch, der für den Betrieb einer Wärmepumpe benötigt wird, berücksichtigt. Die tatsächliche Wärmeerzeugung aus den Wärmepumpen ist um einiges höher, da hier Umweltwärme (z.B. Luft oder Erdwärme) genutzt wird. Der absolute Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern ist in Abb. 14 dargestellt.

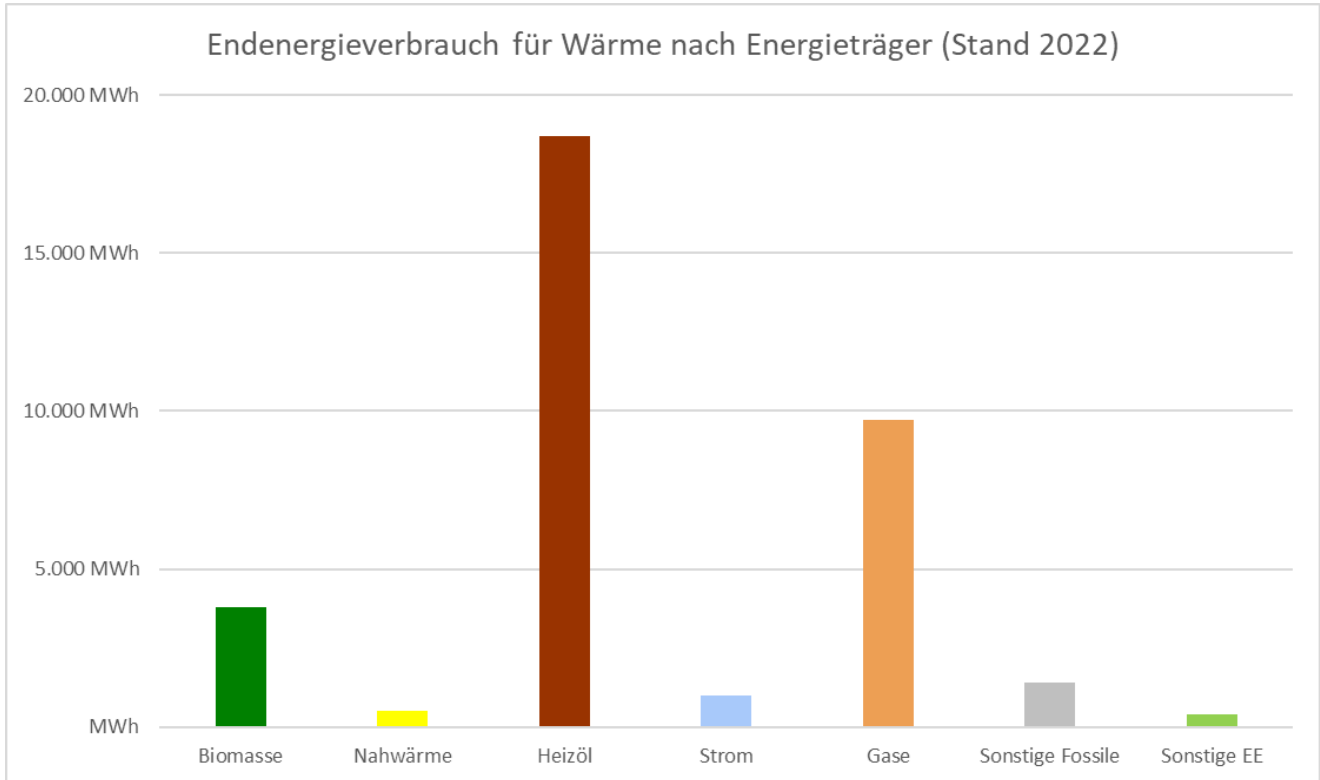


Abb. 14: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern

Im Zuge der Analyse wurden die Energieverbräuche den verschiedenen Gebäudearten in Abb. 15 zugeordnet.

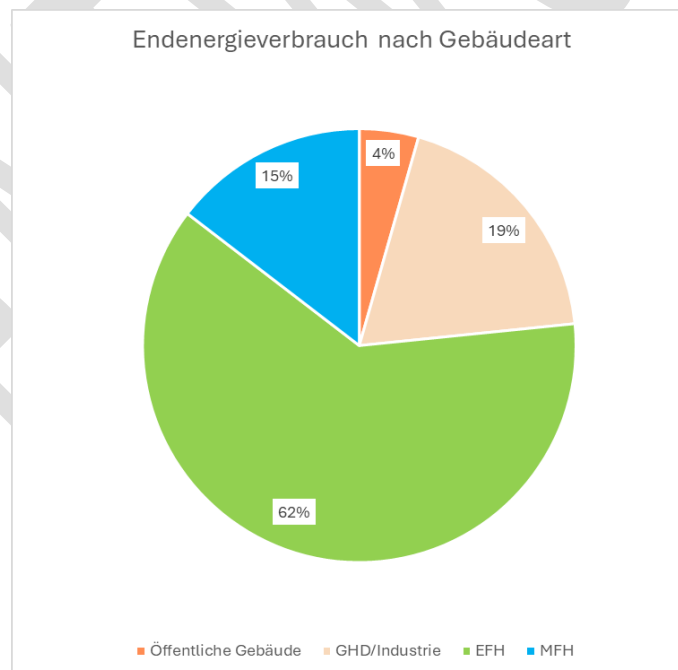


Abb. 15: Jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme nach Sektoren

Der Wohnsektor verbraucht mit ca. 27,2 GWh etwa 77 % der Endenergie für Wärme und hat damit den größten Endenergieverbrauch. Auf den GHD/Industrie-Sektor entfällt mit ca. 6,7 GWh/a ca. 19 % des Endenergieverbrauchs für Wärme in Grafrath. Die öffentlichen und kirchlichen Liegenschaften mit knapp 1,6 GWh haben aufgrund ihrer Vorbildwirkung trotz geringeren Anteils von etwa 4 % am Endenergieverbrauch eine wichtige Rolle.



Des Weiteren lässt sich der jährliche Endenergieverbrauch nach verschiedenen Nutzungssektoren und Energieträgern differenzieren. Aus Abb. 16 geht hervor, dass der Energiebedarf der privaten Haushalte sowie des Sektors Gewerbe, Handel und Industrie überwiegend durch Heizöl und Erdgas gedeckt wird. Im Bereich der öffentlichen und kirchlichen Liegenschaften erfolgt die Energieversorgung hauptsächlich über Erdgas und Biomasse. Die privaten Haushalte weisen aufgrund des Einsatzes von Biomasse, Nahwärme und weiteren erneuerbaren Energien (z. B. Solarthermie) einen Anteil erneuerbarer Energien von etwa 15 % auf. Zusätzlich werden knapp 3 % der Privaten Haushalte mit Strom – überwiegend in Form von Wärmepumpen – beheizt.

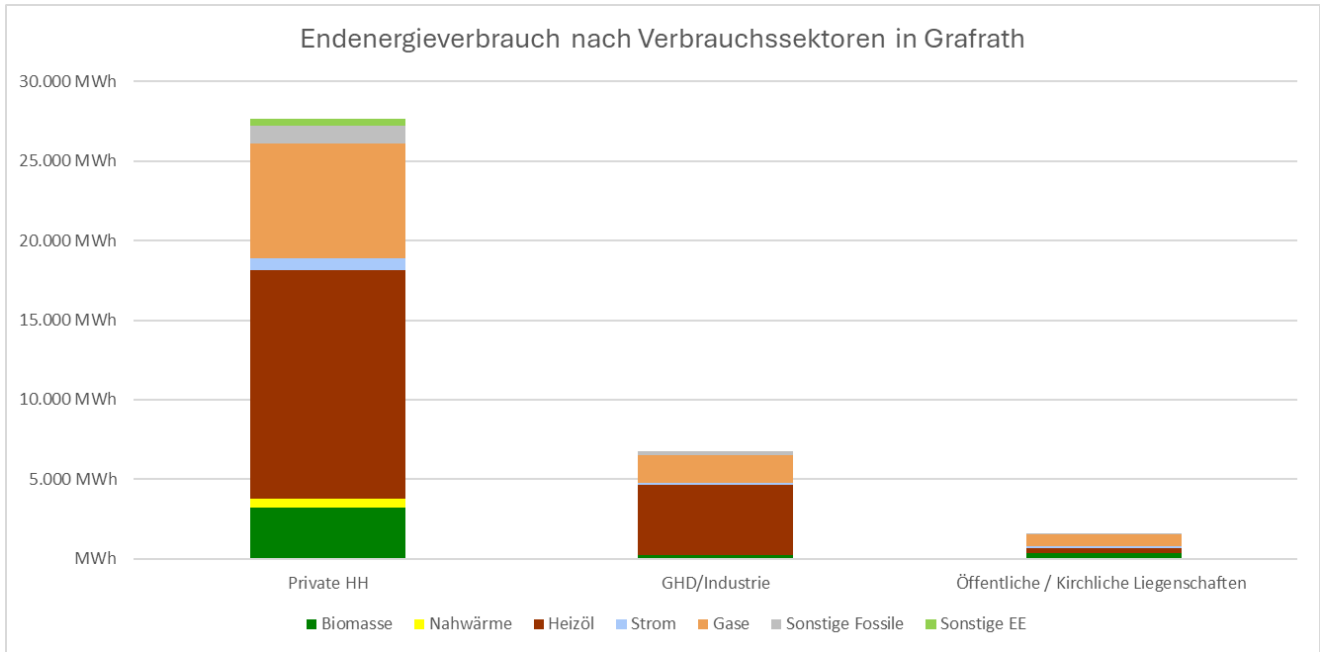


Abb. 16: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern und Sektoren

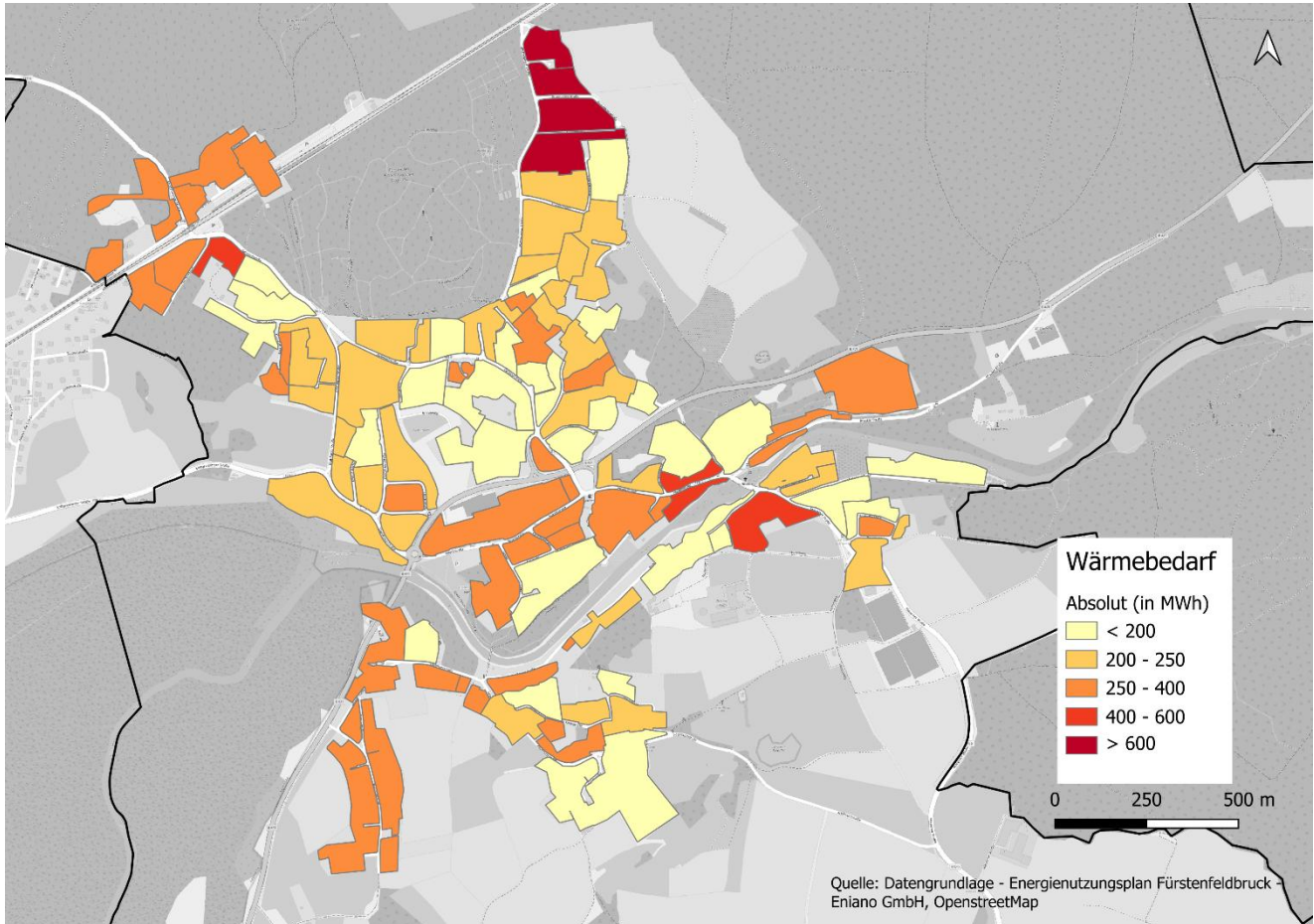


Abb. 17: Spezifischer Wärmeverbrauch in Form einer baublockbezogenen Darstellung

Der spezifische Wärmebedarf oder auch Wärmebedarfsdichte ist der aufsummierte Wärmebedarf innerhalb einer bestimmten Fläche. In Abb. 17 wird der Wärmebedarf je Baublock berechnet und gibt an, wo der Wärmebedarf besonders hoch ist. Besonders das Industriegebiet Grafrath-Nord, aber auch das Schwimmbad und das Altenwerk weisen eine hohe Wärmebedarfsdichte auf. Insgesamt entfallen ca. 14 % (siehe Abb. 5 in Kapitel 4.3.1) des Endenergieverbrauchs für Wärme auf die ansässigen Großverbraucher.

Als Indikator für die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes und dessen Ausbaus kann die Wärmelinien-dichte herangezogen werden. Sie gibt den Wärmebedarf der an einem Straßenzug liegenden Gebäude an und wird in kWh pro Meter Trassenlänge und Jahr angegeben. In Abb. 18 sind die Wärmelinien-dichten in den Straßenverläufen des Gemeindegebiets abgebildet.

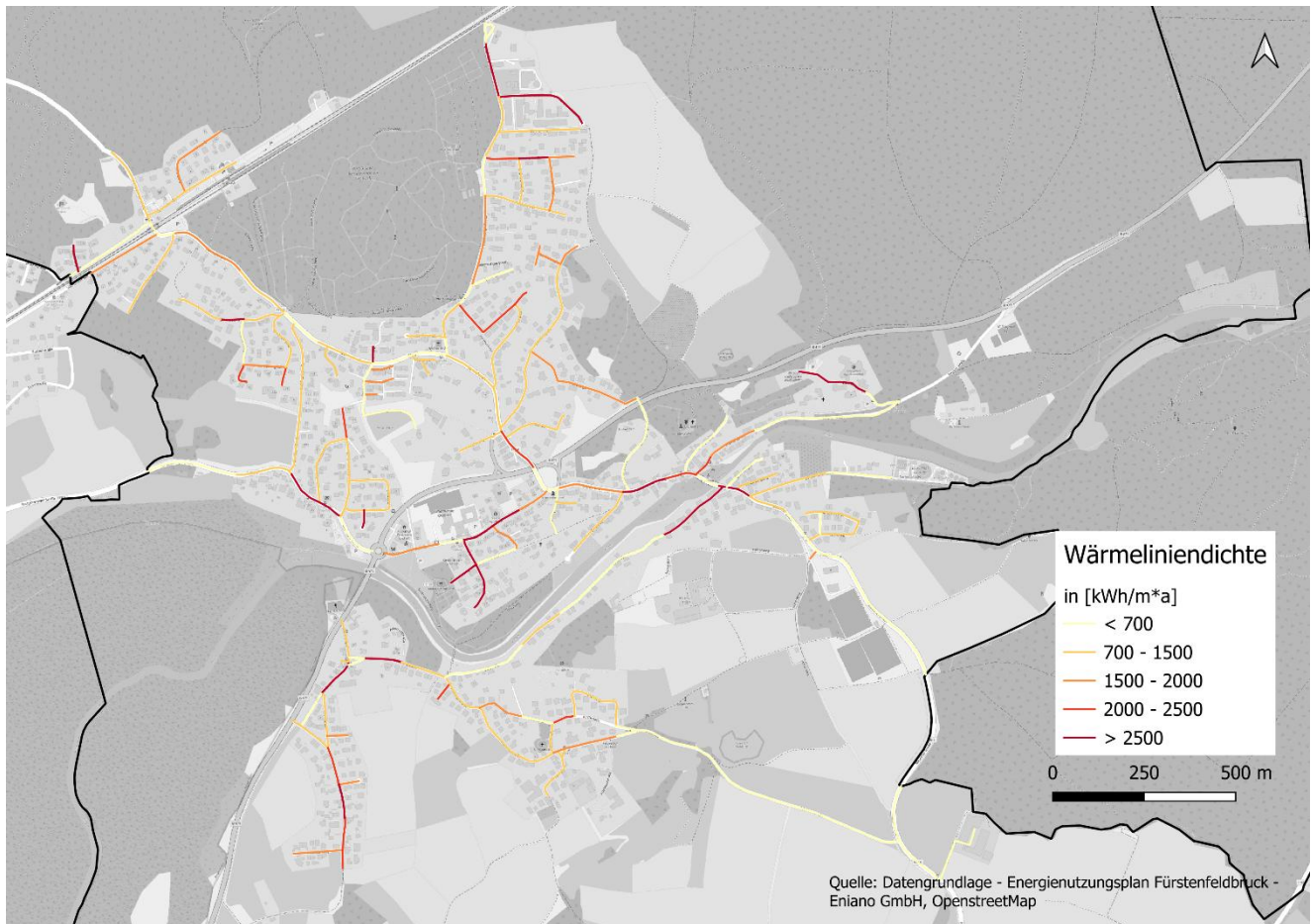


Abb. 18: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinien-dichte

4.11. Erneuerbare Energien

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung spielt die Integration erneuerbarer Energietechnologien eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Entwicklung des Wärmesektors. Solarthermie und Photovoltaik sind zwei Schlüsseltechnologien, die das Potenzial haben, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren und zur Dekarbonisierung beizutragen.

Solarthermische Anlagen nutzen die Sonnenenergie, um Wärme zu erzeugen, die dann direkt für die Raumheizung oder die Warmwasserbereitung verwendet werden kann. Dies kann besonders in kommunalen Gebäuden oder Wohnsiedlungen effektiv eingesetzt werden, um den Energieverbrauch zu senken und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Photovoltaikanlagen hingegen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um, die entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder vor Ort für den Betrieb von Wärmepumpen und anderen elektrischen Heizsystemen genutzt wird. Die Kombination beider Technologien kann eine ganzheitliche Lösung bieten, mit dem sowohl der elektrische als auch der thermische Energiebedarf gedeckt und somit eine umfassende Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen möglich ist.

In Grafrath werden jährlich 420 MWh Wärme durch solarthermische Anlagen erzeugt. Die bestehenden Photovoltaik-Dachanlagen liefern etwa 1.600 MWh Strom pro Jahr und beanspruchen eine Fläche von 2 Hektar. Zusätzlich erzeugen Freiflächen-Photovoltaikanlagen ca. 500 MWh Strom jährlich auf einer Fläche von 0,9 Hektar.



Auch die Nutzung weiterer erneuerbare Energiequellen zur Erzeugung von Wärme spielen bei der Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und der Verringerung der CO₂-Emissionen eine entscheidende Rolle. Neben Holz und anderer Biomasse als Brennstoff zählt hierzu insbesondere oberflächennahe Geothermie.

Wie die Abb. 19 verdeutlicht, liegt der Anteil erneuerbarer Energien gemessen am Endenergieverbrauch für Wärme in Grafrath derzeit lediglich bei 13 %.

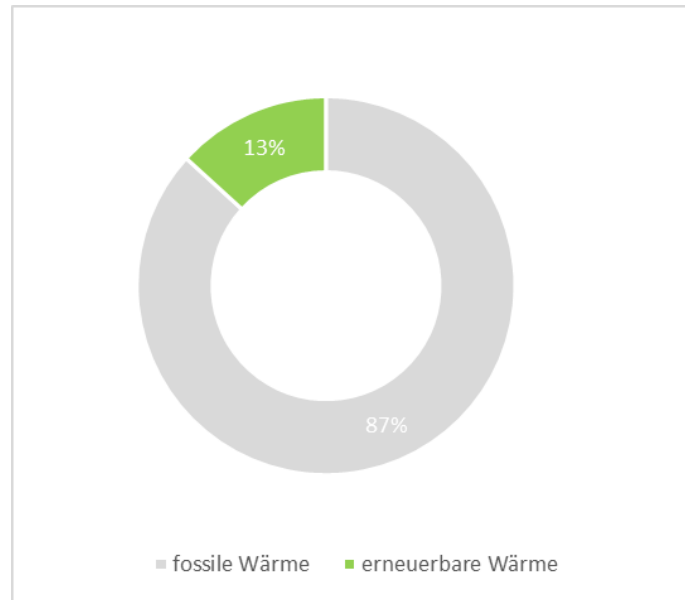


Abb. 19: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme

4.12. Treibhausgasemissionen

In der Bestandsanalyse einer kommunalen Wärmeplanung ist die Betrachtung der Treibhausgasemissionen (THG) von zentraler Bedeutung. Sie bildet die Grundlage für die Entwicklung effizienter und nachhaltiger Heizkonzepte, die sowohl ökologischen als auch ökonomischen Anforderungen gerecht werden. Neben den von Menschen am häufigsten verursachten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO₂) gibt es weitere THG wie Methan oder Lachgas, die jedoch nicht in gleicher Masse und Dauer zum Treibhauseffekt beitragen. Um diese vergleichbar zu machen, können diese in CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet und zusammengefasst werden. Die Analyse der Emissionsaufkommen ermöglicht es, die Hauptquellen von Treibhausgasen innerhalb einer Kommune zu identifizieren und zu bewerten. Dies umfasst die Untersuchung von Heizungsanlagen in privaten Haushalten, gewerblichen Einrichtungen und industriellen Betrieben.

Die Reduzierung von THG-Emissionen kann durch die Modernisierung veralteter Heizsysteme, die Förderung der Gebäudedämmung oder die Implementierung erneuerbarer Energiequellen erfolgen. Durch die Integration von emissionsarmen Technologien und die Optimierung von Heiz- und Kühlsystemen kann eine Kommune ihre Umweltbilanz deutlich verbessern und einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Darüber hinaus ist die Sensibilisierung der Bürger für energieeffizientes Verhalten ein wichtiger Aspekt, der zur Reduzierung der kommunalen Emissionen beitragen kann.

Auf Grundlage der Verbrauchsdaten der einzelnen Energieträger und unter Anwendung der Emissionsfaktoren des GEG wurden die Treibhausgasemissionen aus der Wärmeerzeugung im Gemeindegebiet berechnet.

Im Jahr 2022 wurden in Grafrath insgesamt rund 9.300 Tonnen Treibhausgase emittiert. Davon entfielen 2.300 t (25 %) auf die Verbrennung von Erdgas und 5.900 t (64 %) auf Heizöl (vgl. Abb. 20).

Nach Verbrauchssektoren ergeben sich 7.100 t (76 %) für private Haushalte, 1.900 t (21 %) für GHD/Industrie sowie rund 300 t (3 %) für öffentliche Liegenschaften (vgl. Abb. 21).

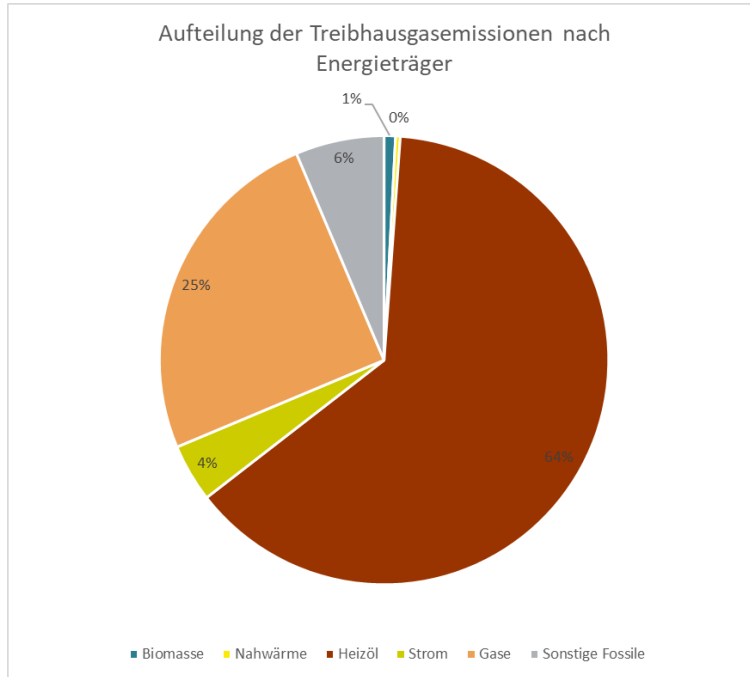


Abb. 20: THG-Emissionen resultierend aus dem Endenergieverbrauch für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern

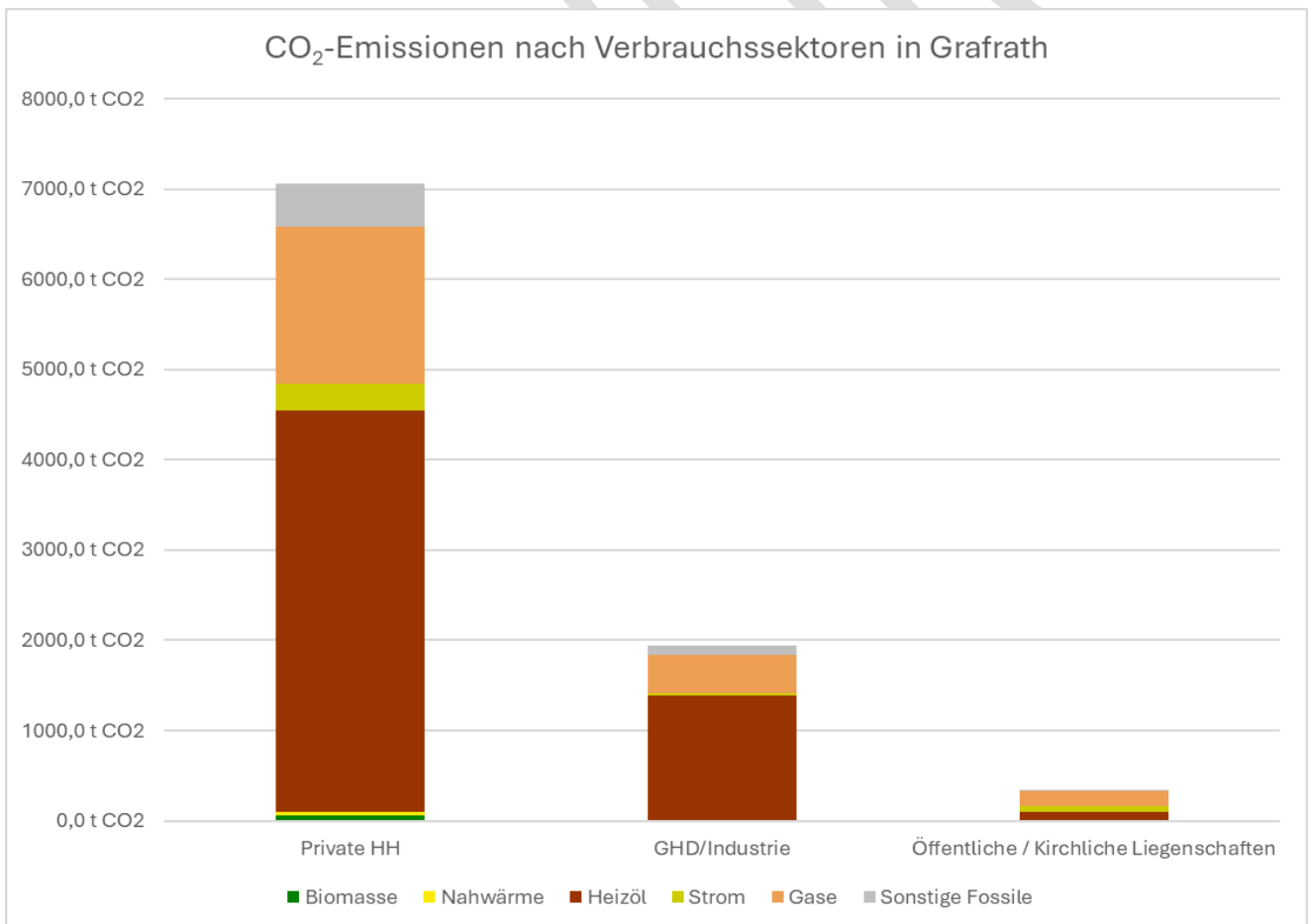


Abb. 21: THG-Emissionen resultierend aus dem Endenergieverbrauch für Wärme aufgeteilt nach Energieträgern und Gebäudesektoren



Laut dem Bundesumweltministerium liegt der derzeitige Gesamt-CO₂-Ausstoß pro Einwohner bei 10,8 t pro Jahr. Der Bereich Wohnen, in dem mit 73 % fast drei Viertel der THG-Emissionen durch Erzeugung von Raumwärme und weitere 12 % durch die Warmwasserbereitung anfallen, hat einen Anteil von 2,3 t. Für die Bereitstellung der Raumwärme und Warmwasser bedeutet dies durchschnittliche Emissionen pro Kopf von ca. 1,9 t (UBA, 2023). In den privaten Haushalten in Grafrath werden für die Wärmebereitstellung derzeit ca. 1,7 t CO₂ je Bürger emittiert, womit die Bürgerinnen und Bürger etwas unter dem Bundesdurchschnitt liegen.

Eine örtliche Verteilung der Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abb. 22 dargestellt. Hier zeigt sich der Einfluss der Gewerbe- und Industriebetriebe in Grafrath, von welchen ein Fünftel der gesamten gemeindlichen THG-Emissionen durch den Einsatz von Erdgas, Heizöl und sonstigen fossilen Brennstoffen emittiert werden. Zudem sind im Gemeindezentrum vereinzelte Gebiete zu identifizieren, die etwas höhere Emissionen aufweisen als das restliche Gemeindegebiet.

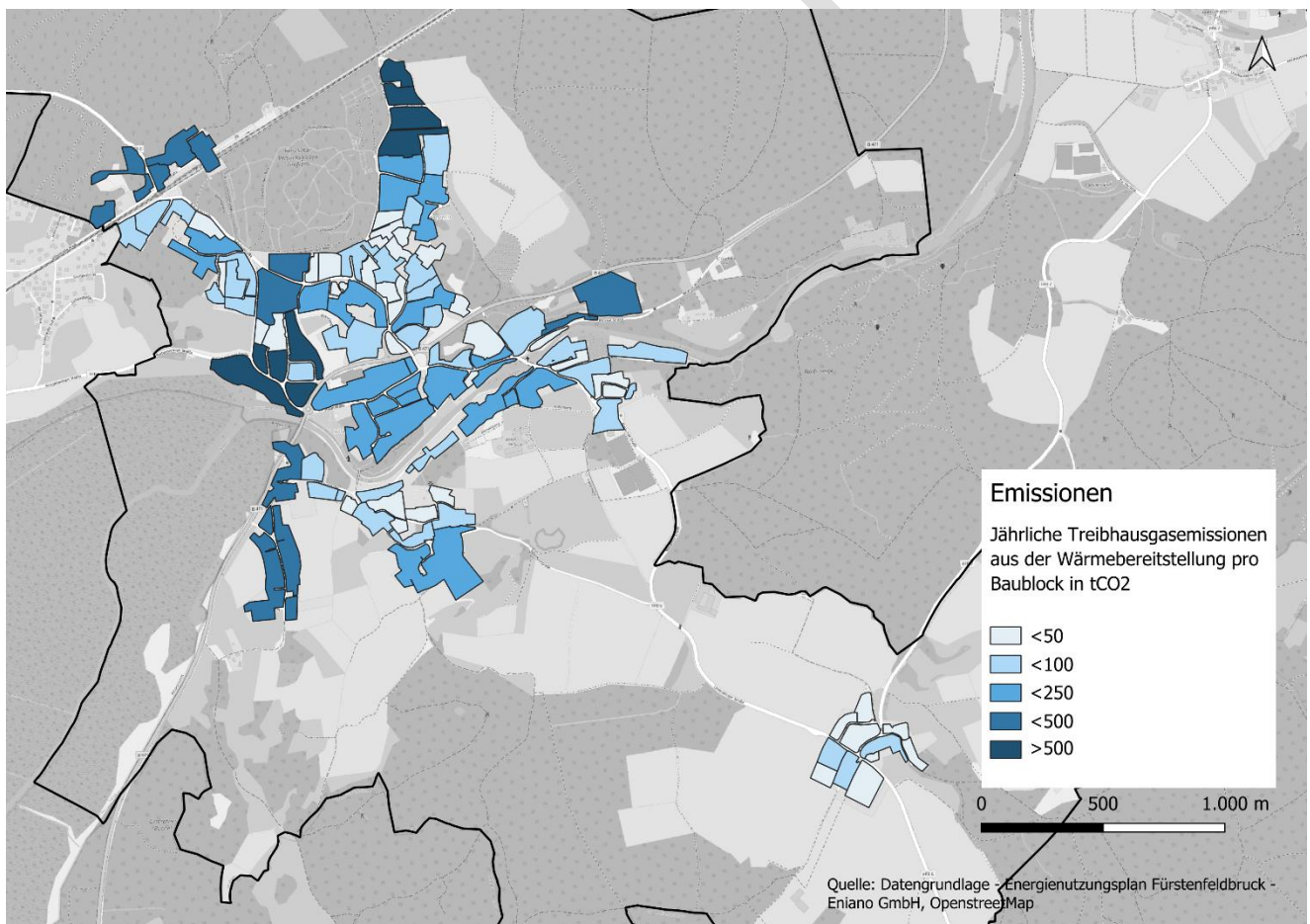


Abb. 22: Baublockbezogene Darstellung der Treibhausgasemissionen

Der größte Anteil der Treibhausgasemissionen in Grafrath wird durch private Haushalte verursacht mit einem Anteil von 76 %. Mit 21 % haben Gewerbe- und Industriebetriebe ebenfalls einen großen Einfluss auf die Emissionen der Gemeinde. Öffentliche Liegenschaften hingegen emittieren nur einen geringen Anteil der Emissionen (3 %).



4.13. Zusammenfassung

In der vorliegenden Bestandsanalyse wurde eine Untersuchung der Gebäudeinfrastruktur und der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet Grafrath durchgeführt. Die Gemeinde hat fünf Gemeindeteile. Die Gesamtfläche der Kommune beläuft sich auf 1.443 ha. Diese Fläche setzt sich dabei aus verschiedenen Landnutzungstypen zusammen.

Gebäudeinfrastruktur

In der Analyse wurden etwa 1.300 Gebäude erfasst. Die Verteilung und Kategorisierung dieser Gebäude, einschließlich des Anteils der Wohngebäude sowie anderer Gebäudetypen, sind in der Analyse dokumentiert.

Die Gesamtwohnfläche in Grafrath beträgt laut dem bayerischen Landesamt für Statistik ca. 200.000 m². Das entspricht einer Wohnfläche von etwa 53 m² pro Kopf.

Die über das Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellten Daten der Kaminkehrer zeigen, dass die erfassten Zentralheizungen ein Durchschnittsalter von 21,6 Jahren haben. Somit lässt sich feststellen, dass ca. die Hälfte der Anlagen älter als 20 Jahre sind. Damit besteht ein deutlicher Sanierungsbedarf.

Endenergiebedarf, Energieträger und Nutzungssektoren

Etwa 53 % des Endenergiebedarfs werden durch Heizöl gedeckt, gefolgt von 27 % durch Erdgas. Biomasse (11 %), Strom für Wärmepumpen (3 %), Sonstige Erneuerbare Energien (1%) und das Wärmenetz (1 %) tragen nur geringfügig zur Wärmeversorgung bei. Die detaillierte Analyse zeigt auf, dass die Wärmeversorgung in Grafrath zu etwa 87 % auf fossilen Energieträgern und Strom basiert.

In Grafrath entfallen etwa 77 % des Endenergieverbrauchs für Wärme auf private Haushalte, ca. 19 % auf den Industrie- und Gewerbesektor und ungefähr 4 % auf öffentliche Liegenschaften. Bei den Treibhausgasemissionen verhält es sich ähnlich: Etwa 76 % entfallen davon auf die privaten Haushalte, 21 % auf Gewerbe und Industrie und etwa 3 % auf öffentliche Liegenschaften. Dies zeigt, dass in Grafrath große Potenziale und Handlungsbedarfe für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Sektor der privaten Haushalte bestehen.

Die Bestandsanalyse bildet eine wesentliche Grundlage für die Planung zukünftiger Maßnahmen. Sie verdeutlicht den Bedarf an Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen, insbesondere in Anbetracht des hohen Anteils alter Heizungsanlagen. Die derzeitige Abhängigkeit von fossilen Energieträgern unterstreicht die Notwendigkeit einer strategischen Umstellung auf nachhaltigere und effizientere Wärmeversorgungslösungen. Eine Sanierung und Modernisierung von Heizsystemen bei den privaten Haushalten ist unerlässlich, um den Anteil fossiler Brennstoffe innerhalb des Sektors zu reduzieren und Treibhausgasemissionen zu senken. Dem industriellen Sektor kommt ebenfalls eine tragende Rolle zu, durch den hohen Anteil am Endenergieverbrauch und den Emissionen. Darüber hinaus übernimmt die Kommune mit einer klimafreundlichen Transformation ihrer Liegenschaften eine wichtige Vorbildfunktion für Bürgerinnen und Unternehmen.

Die Bestandsanalyse und deren Erkenntnisse fließen in die Erstellung der Potenzialanalyse mit ein. Sie gibt Aufschluss über den Status Quo, den Ausgangspunkt in Grafrath. Die Potenzialanalyse dient dazu, Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs, zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für Wärme und Strom sowie zur klimaneutralen Umstellung der Energieversorgung zu identifizieren. Sie bewertet vorhandene und zukünftige Energiepotenziale, um effiziente und nachhaltige Versorgungsszenarien zu entwickeln.



5. Potenzialanalyse

5.1. Hintergrund und Vorgehen

Die Potenzialanalyse ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmeplanung für das geplante Gebiet und wird im § 16 Absatz 1 WPG geregelt. Ziel dieser Analyse ist es, systematisch die in Abb. 23 dargestellten Potenziale zur Reduzierung des gemeindeweiten Wärmebedarfs zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme sowie zur zentralen Wärmespeicherung zu erfassen und hinsichtlich ihrer theoretischen und technischen Nutzbarkeit zu bewerten.



Abb. 23: Erneuerbare Wärmepotenziale, Wärmebedarfsreduktion und Wärmespeicher im Rahmen der KWP

Die Durchführung der Potenzialanalyse erfolgt in mehreren, aufeinander abgestimmten Schritten, die im Bundesleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung detailliert beschrieben sind.

Datensammlung und -aufbereitung:

Der erste Schritt der Analyse besteht in der umfassenden Sammlung und Aufbereitung aller relevanten Daten. Diese Daten werden auf verschiedenen planerischen Ebenen erhoben und umfassen:

- Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden detaillierte Gebäudedaten mit Informationen zu den eingesetzten Wärmeerzeugern, das Gebäudealter und der energetische Zustand der Gebäude erfasst und auf verschiedenen Aggregationsebene⁵ ausgewertet (vgl. dazu Abschnitt 4). Zudem wurden Daten zur bestehenden Wärmeinfrastruktur und anschließend die Energiebedarfe und -verbräuche ermittelt und den einzelnen Gebäuden zugeordnet (vgl. Abschnitt 4.10).
- Im Kern der Potenzialanalyse wurden die regional verfügbaren Energiequellen für erneuerbare Wärme wie u.a. Geothermie (vgl. Abb. 23 und Abschnitt 5.5) analysiert. Darüber hinaus wurden die Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs, der Nutzung von Umweltwärme und die Wärmespeicher in der Datenerfassung berücksichtigt. Anders als in der Bestandsanalyse wird hier nicht zwischen unterschiedlichen Aggregationsebenen unterschieden. Die Erfassung der

⁵ Hierzu gehören Gebäudeebene, Flurstückebene, Baublockebene, Teilgebiete, Stadtteile und die bilanzielle Ebene für die Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz.



Potenziale erfolgt zunächst auf einer gesamtgemeindlichen Ebene und wird anschließend auf die passende Betrachtungsebene (u. a. Gebäude, Flurstück und Blaublöcke) verarbeitet.

Die gesammelten Daten wurden systematisch im GIS-System aufbereitet, um eine georeferenzierte Grundlage für die Bestimmung und die Bewertung der vorhandenen Potenziale zu schaffen.

Identifikation und Bewertung der verfügbaren Wärmepotenziale

In diesem Schritt erfolgt die Identifikation und Bewertung der oben aufgeführten Wärmequellen und Speicheroptionen (vgl. Abb. 23). Hierbei werden quantitative Methoden verwendet, um das theoretische und technische Potenzial der Wärmequellen zu bestimmen (vgl. Abb. 24). Das theoretische Potenzial beschreibt dabei das physikalisch nutzbare Energieangebot im Plangebiet der Gemeinde. Einschränkende Faktoren, wie z.B. Landschaftsschutzgebiete oder Bereiche mit Denkmalschutzaufgaben oder sonstige Nutzungsfaktoren werden hier noch nicht betrachtet. Diese einschränkenden Faktoren werden in den anschließenden Schritten im Hinblick auf die Ermittlung des technischen Potenzials bestimmt. Hierbei wird der Anteil des theoretischen Potenzials ermittelt, der unter Beachtung vorhandener, technischer Beschränkungen voraussichtlich für die zukünftige Wärmeversorgung nutzbar ist.

Das wirtschaftliche Potenzial betrachtet den Anteil am technischen Potenzial unter Berücksichtigung der aktuellen Marktsituation und Kostenstrukturen. In der Potenzialanalyse wird das wirtschaftliche Potenzial noch nicht berechnet. Erst im Rahmen der Szenarienbildung besteht Klarheit über die Dimensionierung der Potenziale und die dazugehörigen Kosten.



Abb. 24: Abgrenzung der unterschiedlichen Potenzialbegriffe

Für jedes identifizierte Wärmepotenzial müssen die vorhandenen Einschränkungen geprüft werden. Diese Einschränkungen umfassen z.B. räumliche Faktoren unter der Berücksichtigung von Schutzgebieten (z.B. bei der Ausweisung von Flächen für die Nutzung von Geothermie).

Die Darstellung dieser räumlichen Einschränkungen werden in den folgenden Abschnitten in Bezug auf das jeweilige erneuerbare Wärmepotenzial abgeleitet. Darüber hinaus kommen technische Beschränkungen zum Tragen, die das theoretisch verfügbare Nutzungspotenzial weiter reduzieren. Diese können infrastrukturelle Anforderungen und technische Faktoren umfassen, die in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind die Grundlage für die Betrachtung verschiedener Szenarien und anschließender Auswahl des maßgeblichen Zielszenarios. Damit werden unter Einbeziehung der Erkenntnisse der Bestandsanalyse die Grundlagen gelegt, um effiziente und nachhaltige Versorgungsszenarien zu entwickeln. Darüber hinaus werden erste Anhaltspunkte ermittelt, welche Wärmequellen in der zukünftigen Planung für die Entwicklung der Wärmeversorgung untersucht werden sollten.

Im Ergebnis ist in Tabelle 6 (siehe S. 69) eine hinreichend genaue Abschätzung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale für die Wärmeerzeugung aus zielkonformen Energiequellen sowie der Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion ersichtlich.



5.2. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs

Es wurde untersucht, ob und in welchen Bereichen sich Potenziale zur Reduktion des Raumwärmebedarfs für Wohngebäude und Nichtwohngebäude ermitteln lassen. Grundlage für diese Bewertung stellt der für den Gebäudebestand ermittelte Wärmebedarf dar (vgl. Abschnitt 4.10). Diese Betrachtung wurde auf der Gebäudeebene durchgeführt.

Darüber hinaus sollte auch die potenzielle Einsparung für die Prozesswärme der angesiedelten Unternehmen ermittelt werden. In den Rückmeldungen der Unternehmen waren keine auswertbaren Transformationspläne enthalten. Daher war es nicht möglich, ein quantifizierbares Reduktionspotenzial für die Prozesswärme abzuleiten.

Um die Wärmebedarfsreduktion des Gebäudebestands zu ermitteln, wurden zwei verschiedene Referenzsanierungsstandards für die verschiedenen Wohngebäudetypen und deren Nichtwohngebäude-Äquivalente herangezogen. Dazu wurden die Gebäudedaten zu den Sanierungsszenarios hoch und niedrig aus dem Technikkatalog⁶ des Leitfadens Wärmeplanung herangezogen. Die Differenz zwischen dem aktuellen Wärmebedarf eines Gebäudes und dem Wärmebedarf des zuvor beschriebenen sanierten Gebäudes ergibt das Wärmebedarfs-Reduktionspotenzial.

Als Ergebnisse der Auswertung können in Summe bis zu circa 13 GWh an Wärmebedarf eingespart werden (Sanierungsszenario hoch). Dies teilt sich auf in ca. 10,8 GWh im Sektor Haushalte und in insgesamt ca. 2,2 GWh in allen anderen Sektoren (GHD, Industrie und Öffentlich).

Im Sanierungsszenario niedrig unter Annahme einer Sanierungsrate der Bestandsgebäude von jährlich 2%, beginnend mit Gebäuden älterer Baualtersklassen, können insgesamt etwa 3,7 GWh Wärme eingespart werden (davon etwa 3,5 GWh im Sektor Haushalte, etwa 0,2 GWh in den übrigen Sektoren).

Erwartungsgemäß entfällt das größte Reduktionspotenzial bei Wohngebäuden auf den Bereich der Einfamilienhäuser. Der größte Anteil des Sanierungspotenzials liegt bei den Wohngebäuden der Baualtersklassen bis 1978. Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien.

In der Abb. 25 und in der Abb. 26 werden die Potenziale der Wärmebedarfsreduktion baublockbezogen als zwei Szenarien dargestellt. Es ist zu erkennen, dass für viele Baublöcke ein Potenzial von über 100 MWh pro Jahr bei der Reduzierung des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs vorliegt. Erklärbar ist dies, wie bereits in der Bestandsanalyse dargestellt, durch einen hohen Gebäudebestand aus den Baujahren vor 1978. Unberücksichtigt bleibt der Anteil von denkmalgeschützten Gebäuden, die aus anderen, zumeist wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht oder nur moderat saniert werden können.

⁶ BMWK/BMWSB (Juni 2024): Technikkatalog Wärmeplanung; [Infothek - Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende](#)

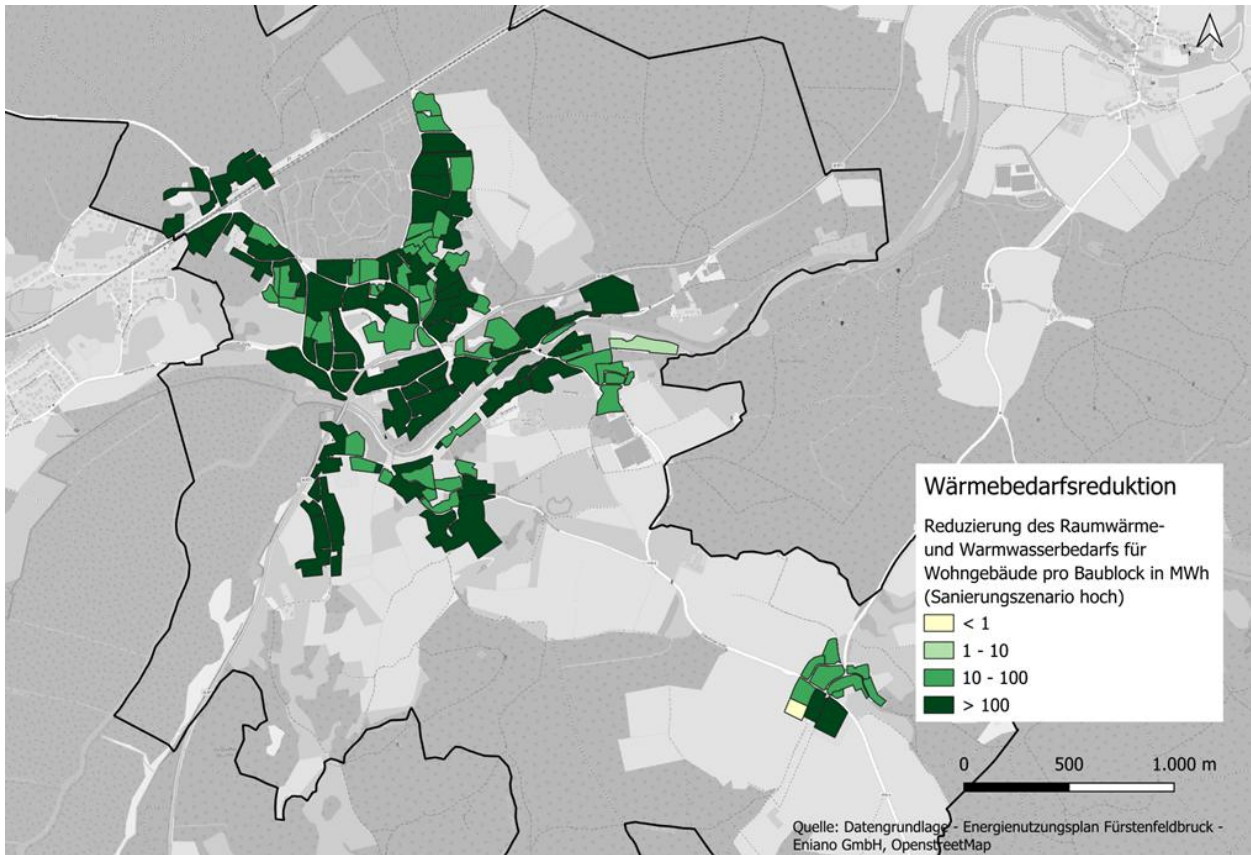


Abb. 25: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion – Sanierungsszenario hoch

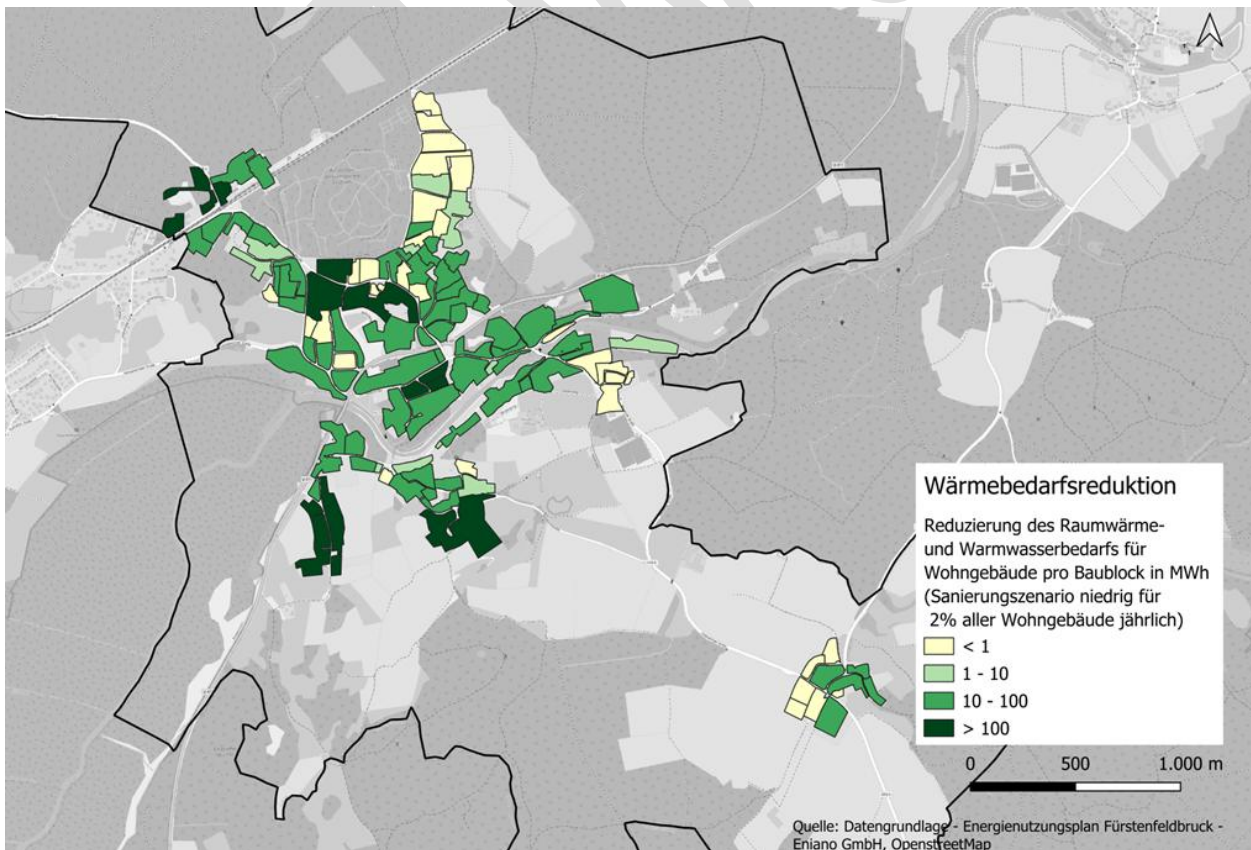


Abb. 26: Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion – Sanierungsszenario niedrig, 2 % Sanierungsrate jährlich



5.3. Zukünftiger Wärmebedarf

Neben der Wahl von Wärmeerzeugern auf Basis erneuerbarer Energien kann auch die Einsparung von Wärmeenergie bei der Senkung von Treibhausgasemissionen eine wichtige Rolle spielen.

Die Potenzialanalyse betrachtet die Reduktion des Raumwärmebedarfs durch Sanierung der Gebäudehülle. Da das technische Potenzial jedoch keine wirtschaftlichen Faktoren bewertet, umfasst dieses Potenzial auch besonders unwirtschaftliche Sanierungsobjekte. Es ist also erforderlich eine sinnvolle Annahme zu treffen, welche Gebäude voraussichtlich bis zur Erreichung des Zielszenarios saniert werden. Für die Sanierungsrate wird angenommen, dass jährlich 0,64 % des Raumwärmebedarfs eingespart wird. Derzeit liegt die energetische Sanierungsquote im deutschen Gebäudebestand bei 0,7 %.

5.4. Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung

Wie einleitend bereits unter 5.1 dargestellt, werden im Rahmen der Potenzialanalyse die unterschiedlichsten erneuerbaren Energiepotenziale für die Erzeugung klimaneutraler Wärme betrachtet. Diese Potenziale basieren auf einer breiten Palette natürlicher Quellen und Technologien (vgl. dazu Abb. 23), von der Tiefengeothermie und der oberflächennahen Geothermie über die Nutzung von Umgebungsluft und Oberflächengewässern, bis hin zur Biomasse aus Forst- und Landwirtschaft sowie biogenen Abfällen und der Umwandlung von Abfall in Energie. Weitere Potenziale liegen in der Nutzung der grünen Gase wie Biogas und grüner Wasserstoff, ergänzt durch die effiziente Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen und Dächern.

Für das Plangebiet wurden die folgenden relevanten Potenziale untersucht:

5.4.1. Wasserstoff

Die Wasserstoff-Netzinfrastruktur

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) hat das von den Fernleitungsnetzbetreibern (FNB) vorgeschlagene Wasserstoff-Kernnetz am 22.10.2024 genehmigt. Insgesamt enthält das Netz 9.040 km an Leitungen, welche sukzessiv bis 2032 in Betrieb gehen sollen (BNetzA, 2024).

Das Kernnetz besteht zum überwiegenden Teil aus umgestellten Erdgasleitungen. Das gesamte Wasserstoffnetz in Deutschland wird zu rund 60 Prozent von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt und zu 40 Prozent neu gebaut. In Bayern beträgt der Anteil an heutigen Gasleitungen, die lediglich umgestellt werden, sogar etwa 80 Prozent.

Das geplante Kernnetz soll große Verbrauchs- und Erzeugungsregionen für Wasserstoff verbinden. Dadurch sollen zentrale Standorte wie Industriezentren, Speicher, Kraftwerke und Importkorridore angebunden und damit eine effiziente und nachhaltige Wasserstoffinfrastruktur gewährleistet werden. In Bayern verläuft die Leitung über Ingolstadt nach München und von dort über den Knotenpunkt bei Grafrath nach Burghausen. Ein weiterer Abschnitt verläuft von Ingolstadt in Richtung Augsburg.



kernnetz plus

Potenzial Nutzung von Wasserstoff – Kernnetz/ Regionales Wasserstoffnetz

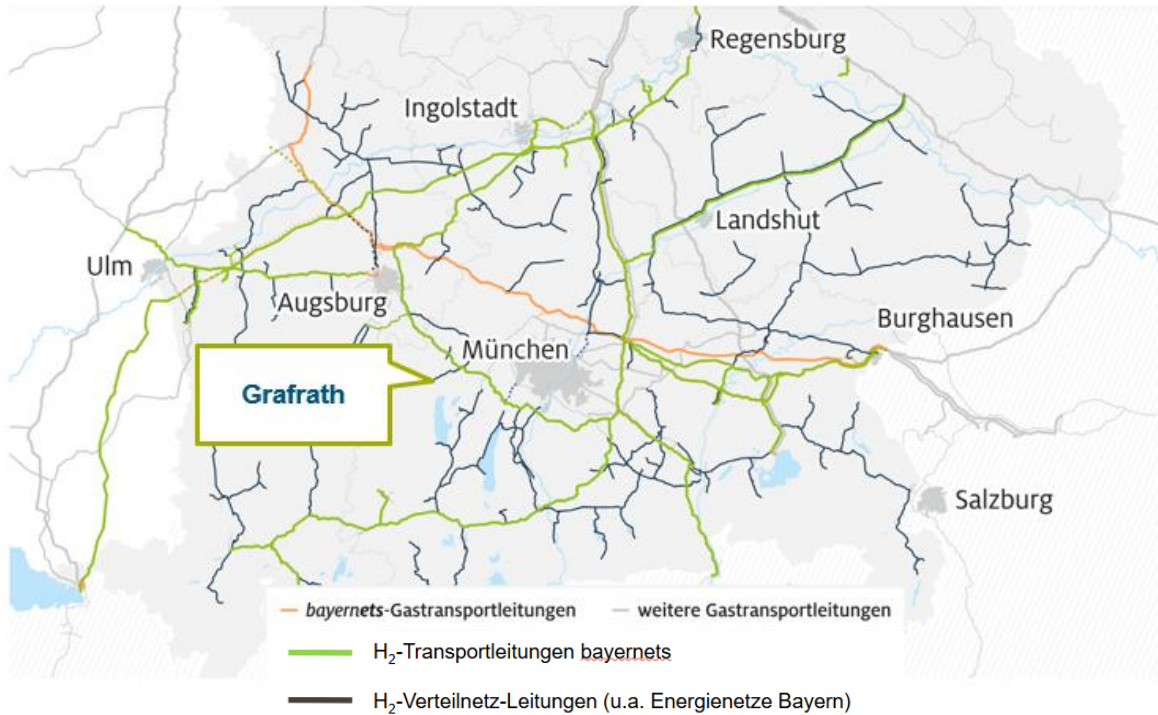


Abb. 27: geplantes Wasserstoff-Kernnetz „plus“ in Deutschland im Jahr 2035⁷

Das Kernnetz erfüllt die im EnWG verankerten Ziele eines deutschlandweiten, ausbaufähigen, effizienten, klimafreundlichen Wasserstoffnetzes mit dem Zieljahr 2032. Um eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten, müssen des Weiteren auch die Gasverteilnetze entsprechend umgestellt und an das Kernnetz angebunden werden. Der Fernleitungsnetzbetreiber bayernets GmbH hat hierzu zusammen mit den bayerischen Verteilnetzbetreibern ein synchronisiertes Konzept für die bayerische Wasserstoffinfrastruktur vorgelegt. Das sogenannte Kernnetz „plus“ spiegelt die Wasserstoffplanungen auf Transport- und Verteilerebene wider, die unter Berücksichtigung von bestehender Infrastruktur und H₂-Bedarfen in der Region erarbeitet wurden. Der Ausbau der Gasnetzinfrastruktur in weiten Teilen Ober- und Niederbayerns wird vom zuständigen Verteilnetzbetreiber der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG (ENB) demnach in mehreren Stufen durchgeführt.

Im ersten Schritt plant der Netzbetreiber die Umstellung von Gebieten und Ortsnetzen, die physisch direkt durch das Kernnetz aufgespeist werden. In einem nächsten Schritt sind die Bereiche umzustellen, die nicht unmittelbar am Kernnetz liegen. Die Gemeinde Grafrath fällt in die zweite Kategorie, da ausgehend vom Kernnetz neue Verteilnetz-Leitungen bis in die Gemeinde gebaut werden müssen (vgl. Abb. 27). Aus diesem Grund ist in Grafrath eine physische Verfügbarkeit von Wasserstoff aus dem Kernnetz bis zum Jahr 2045 zu erwarten.

Potenziale in Grafrath

Technisch betrachtet kann durch die Anbindung des bestehenden Gasverteilnetzes über neue Verteilnetzleitungen an das Kernnetz entsprechend Wärme für Haushalte und Unternehmen durch Wasserstoff bereitgestellt werden. Aus ökonomischer Sicht bestehen Vorteile durch die unkomplizierte und kosteneffiziente Umstellung und der weiteren Nutzung vorhandener Infrastruktur. Das Potenzial

⁷ Quelle: ENB, 2025



für Wasserstoff aus dem Kernnetz wurde für Grafrath von der Energienetze Bayern GmbH & Co. KG berechnet. Dabei wurde unter Berücksichtigung der maximalen Auslastung der Netzinfrastruktur ein technisches Potenzial von etwa 10 GWh pro Jahr ermittelt.

Für eine physische Versorgung mit Wasserstoff ohne die Anbindung an das Kernnetz sind lokale Kapazitäten zur Erzeugung von grünem Wasserstoff notwendig. Über das „Bayerische Förderprogramm zum Aufbau einer Elektrolyse-Infrastruktur“ (BayFELI) forciert der Freistaat Bayern den Ausbau von klimaneutralen Wasserstoffkapazitäten vor Ort als wichtigen Baustein zum Erreichen der bayerischen und nationalen Klimaziele. Wie auf der Karte des bayerischen Staatsministeriums in Abb. 28 ersichtlich ist, finden in Bayern bereits zahlreiche Aktivitäten zum Aufbau einer solchen Infrastruktur statt. Derzeit sind in Bayern drei Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von 15 MW in Betrieb und weitere elf Anlagen in Planung. Langfristig ist von immer weiter steigenden regionalen Kapazitäten auszugehen. Bis 2032 soll in Bayern eine Elektrolyseleistung von 500-1.000 MW erreicht werden. Vor diesem Hintergrund regional wachsender Elektrolysekapazitäten ist auch in Grafrath die Errichtung eines Elektrolyseurs vorgesehen, um den lokal erzeugten Strom aus erneuerbaren Quellen effizient für die Wasserstoffproduktion zu nutzen.

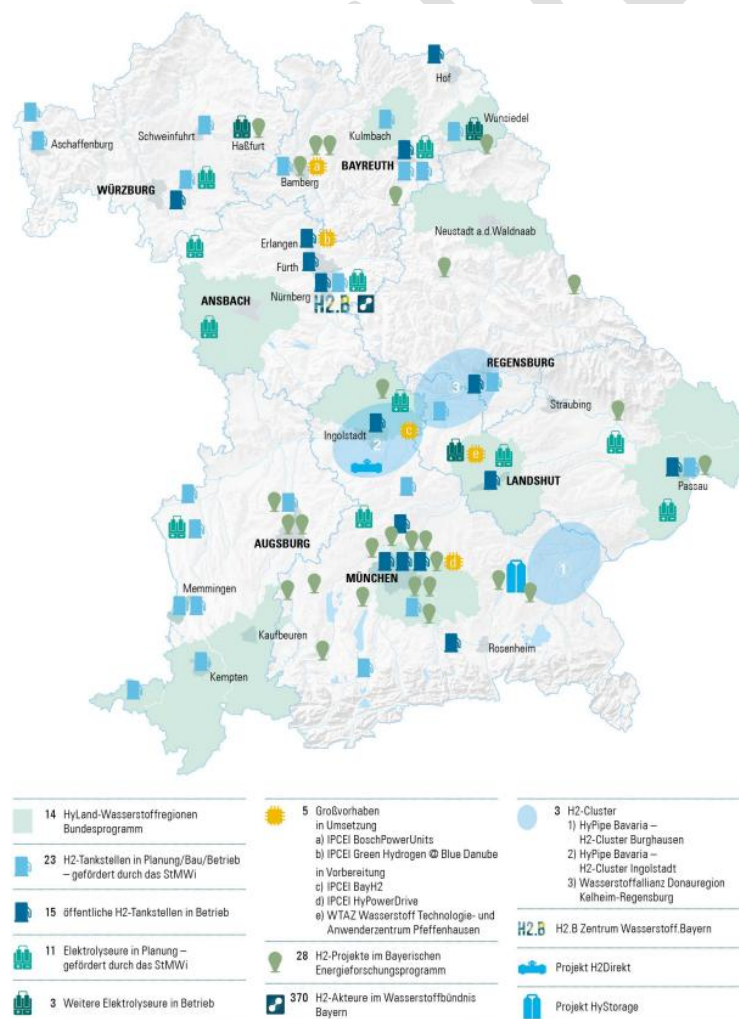


Abb. 28: Wasserstoffaktivität in Bayern⁸

⁸ Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft: Landentwicklung und Energie, Bayerische Wasserstoffstrategie 2.0



Aktuell liegt der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch in Grafrath bei 23 %. Dieser soll durch den geplanten Energiepark Grafrath (siehe Abb. 29), welcher PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 25 MW und Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung zwischen 6 bis 7 MW beinhaltet, auf über 400 % ansteigen. Der Überschuss des regional erzeugten Stroms soll für die Wasserstoffherzeugung genutzt werden. Daher ist ein Elektrolyseur mit 6 MW Leistung geplant, der pro Jahr etwa 27 GWh grünen Wasserstoff erzeugen wird.

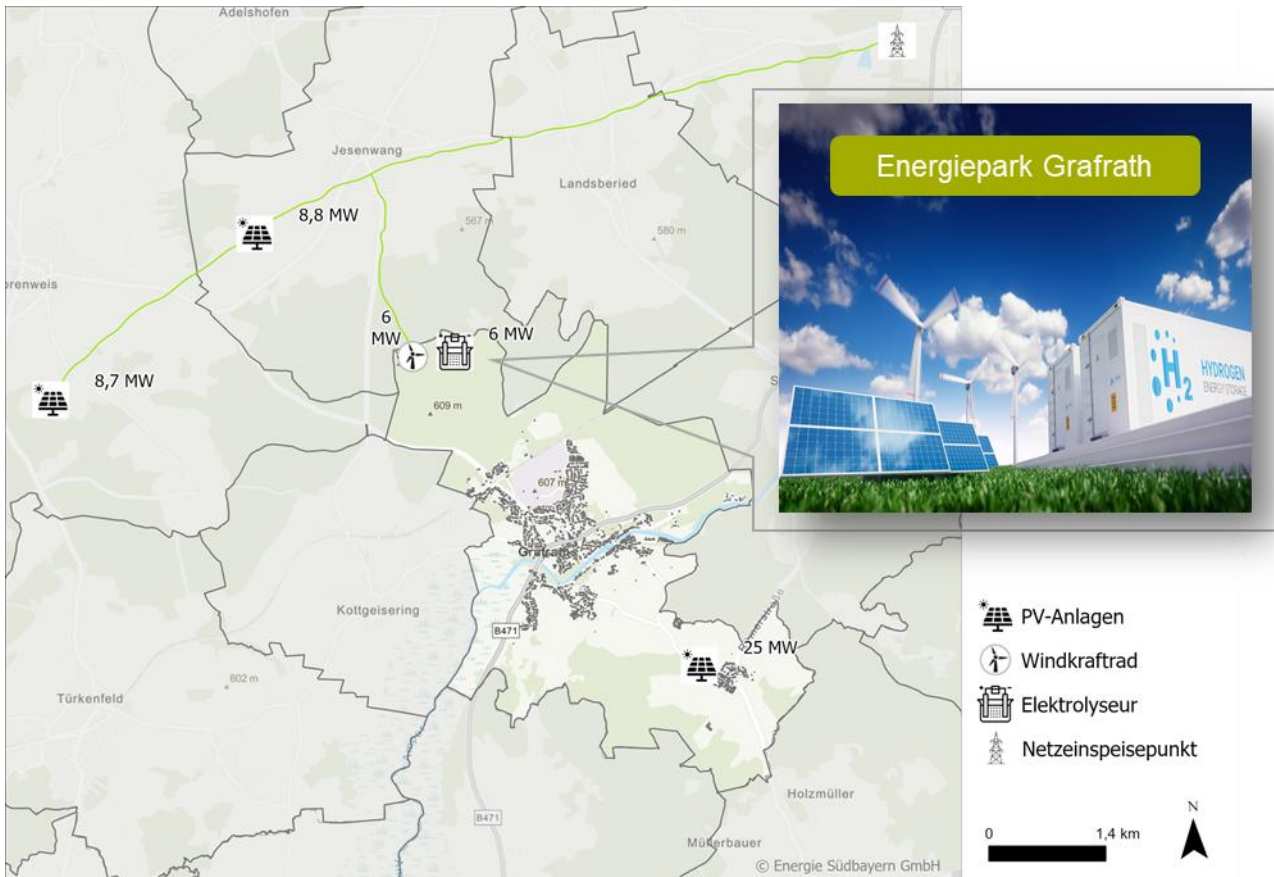


Abb. 29: Energiepark Grafrath

5.4.2. Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Tiefe und mitteltiefe Geothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Dadurch können Wärmereservoirs in mehreren tausend Metern Tiefe erschlossen werden. Aufgrund des hohen Temperaturniveaus gegenüber der oberflächennahen Geothermie kann die Wärme sowohl für größere Wärmenetze als auch für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Die Einbindung der Wärme erfolgt in der Regel zentral in bestehende oder geplante Wärmenetze.

Das Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie kann ohne detaillierte Informationen zur thermischen Leistungsfähigkeit des Untergrunds nur grob eingeordnet werden. Die Nutzung der Tiefengeothermie wird in Deutschland durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Bundesberggesetz (BBergG) geregelt. Diese Bundesgesetze bilden den rechtlichen Rahmen für die Erschließung und Nutzung von Erdwärme, ergänzt durch spezifische Landesgesetze, die weiteren Regelungen und Anforderungen vorsehen.

In Deutschland muss jede Bohrung bis zu einer Tiefe von mehr als 100 Metern von der Unteren Wasserbehörde genehmigt und beim geologischen Landesamt angemeldet werden. Bohrungen ab 100 Metern sind zusätzlich hinsichtlich bergrechtlicher Vorschriften genehmigungspflichtig, wobei die



Bergbehörden der Bundesländer zuständig sind. Die wasserrechtliche Genehmigung erfolgt durch die Unteren Wasserbehörden.

Die Verfügbarkeit eines energetisch nutzbaren, tiefen Thermalwasseraquifers ist in Bayern überwiegend auf den Bereich südlich der Donau beschränkt. Das süddeutsche Molassebecken bietet in der Malm-schicht (wasserführende verkarstete Kalksteinschicht) gute Porosität und Permeabilität-Eigenschaften von der Donau bis zu den Alpen. Wegen der zunehmenden Tiefe steigt auch kontinuierlich die Wassertemperatur von Norden nach Süden. So werden die Anlagen nördlich von München eher nur für Wärmeerzeugung, südlich z.T. auch für Stromerzeugung genutzt.

Die Gemeinde Grafrath befindet sich in einem für Tiefengeothermie günstigen Gebiet. Das Temperaturniveau in 2.500 m Tiefe liegt bei 105°C (vgl. Abb. 30).

ENTWURF

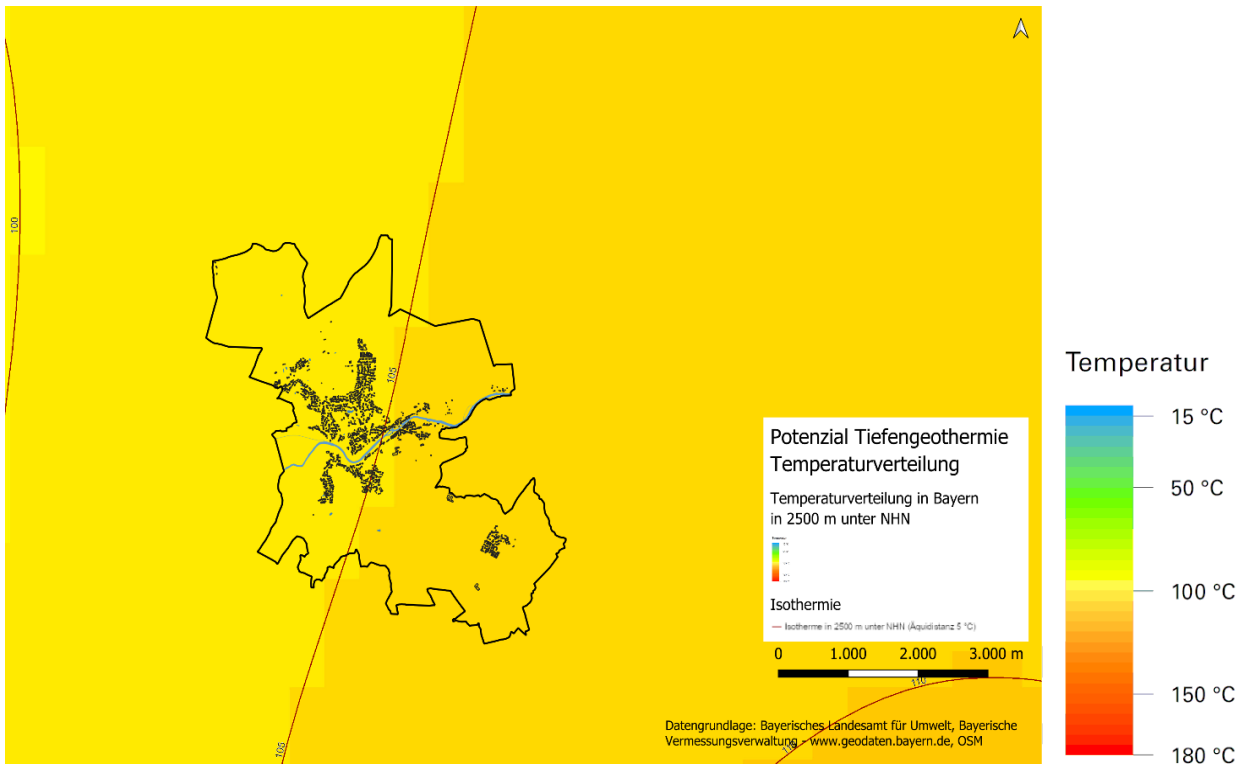


Abb. 30: Potenzial Tiefengeothermie Temperaturverteilung in 2.500 m unter NHN

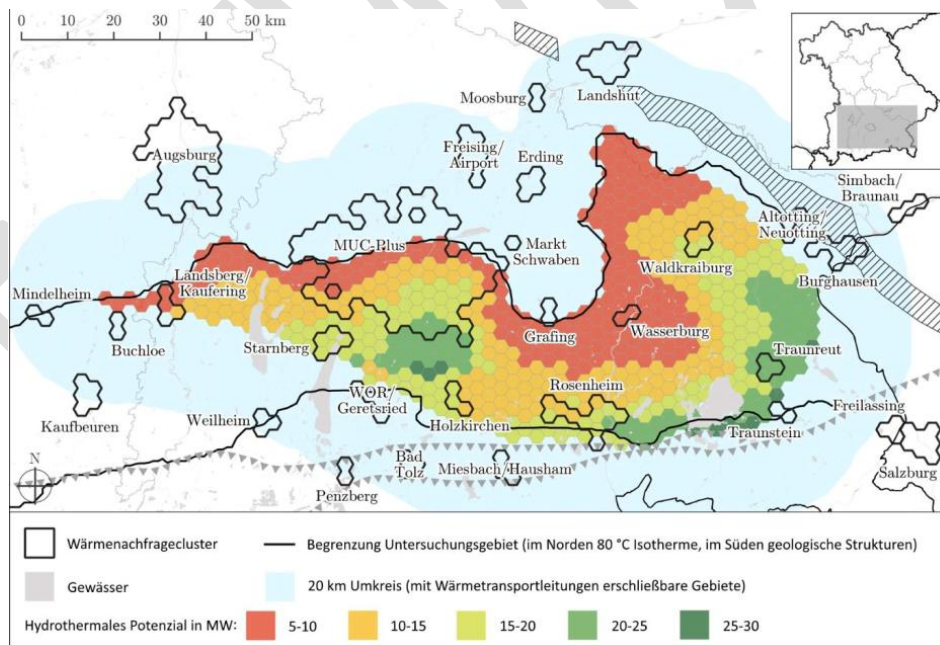


Abb. 31: Geothermisches Potenzial in Südbayern eingeteilt in Hexagone (jeweils 7 km)⁹

⁹ Quelle: Geothermie-Allianz Bayern (2022): Tiefengeothermie für Bayern. Mit heimischer Wärme in eine saubere Zukunft, Garching-Forschungszentrum

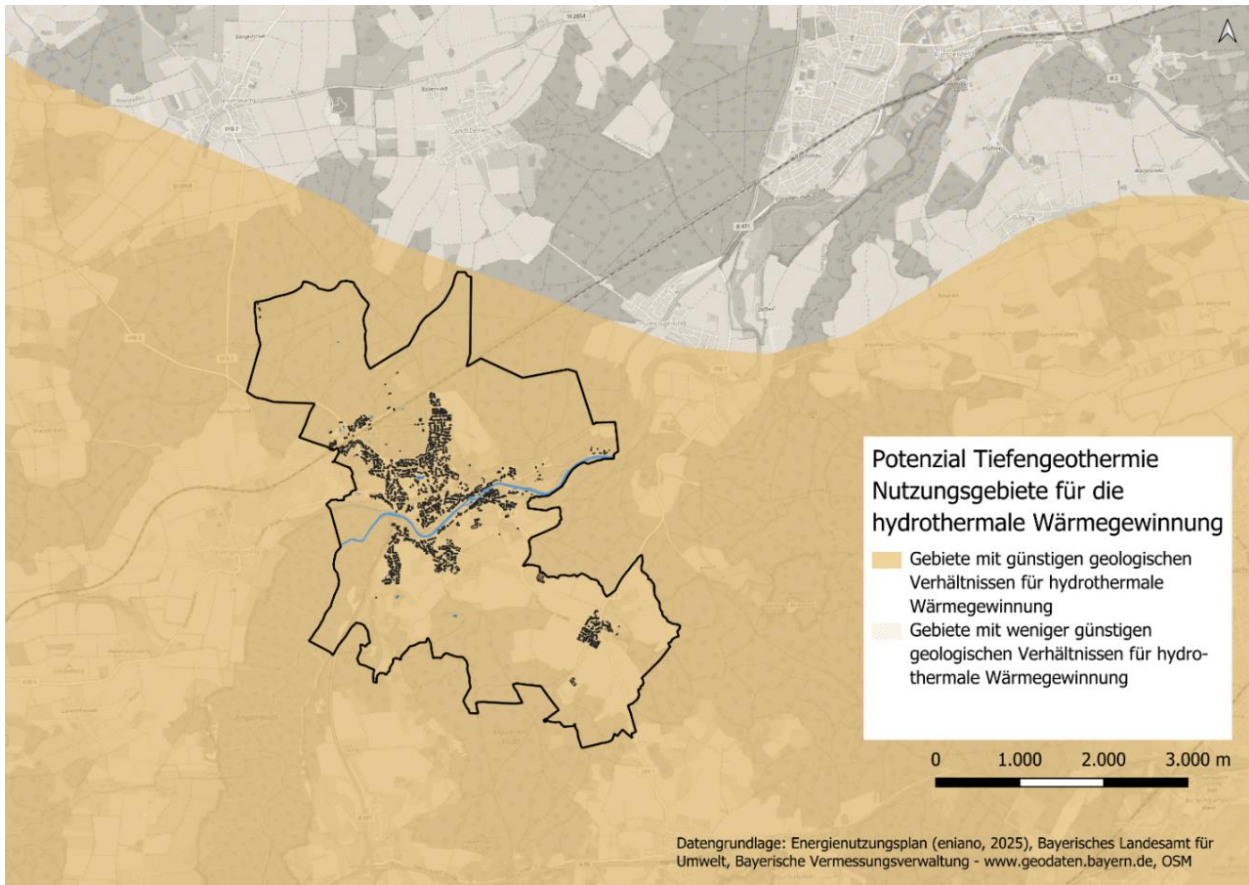


Abb. 32: Nutzungsgebiete für die hydrothermale Wärmegewinnung

Da die Voraussetzungen für die Nutzung (Mittel-)Tiefer Geothermie in Grafrath günstig erscheinen (vgl. Abb. 31 und Abb. 32), wird nachfolgend eine überschlägige Potenzialermittlung durchgeführt (siehe Abb. 33). Für die Berechnungen mussten einige Annahmen getroffen werden (siehe blaue Werte im oberen Bereich der nachfolgenden Berechnung), wie z.B. eine max. Wassertemperatur von 105 °C sowie weitere Angaben zu Förderrate, Wasserrücklaufzeit usw. Die angenommene Bohrtiefe orientiert sich an den geplanten Tiefenbohrungen in Puchheim und Germering, die eine bis zu 2.500 m tiefe Bohrung vorsehen.

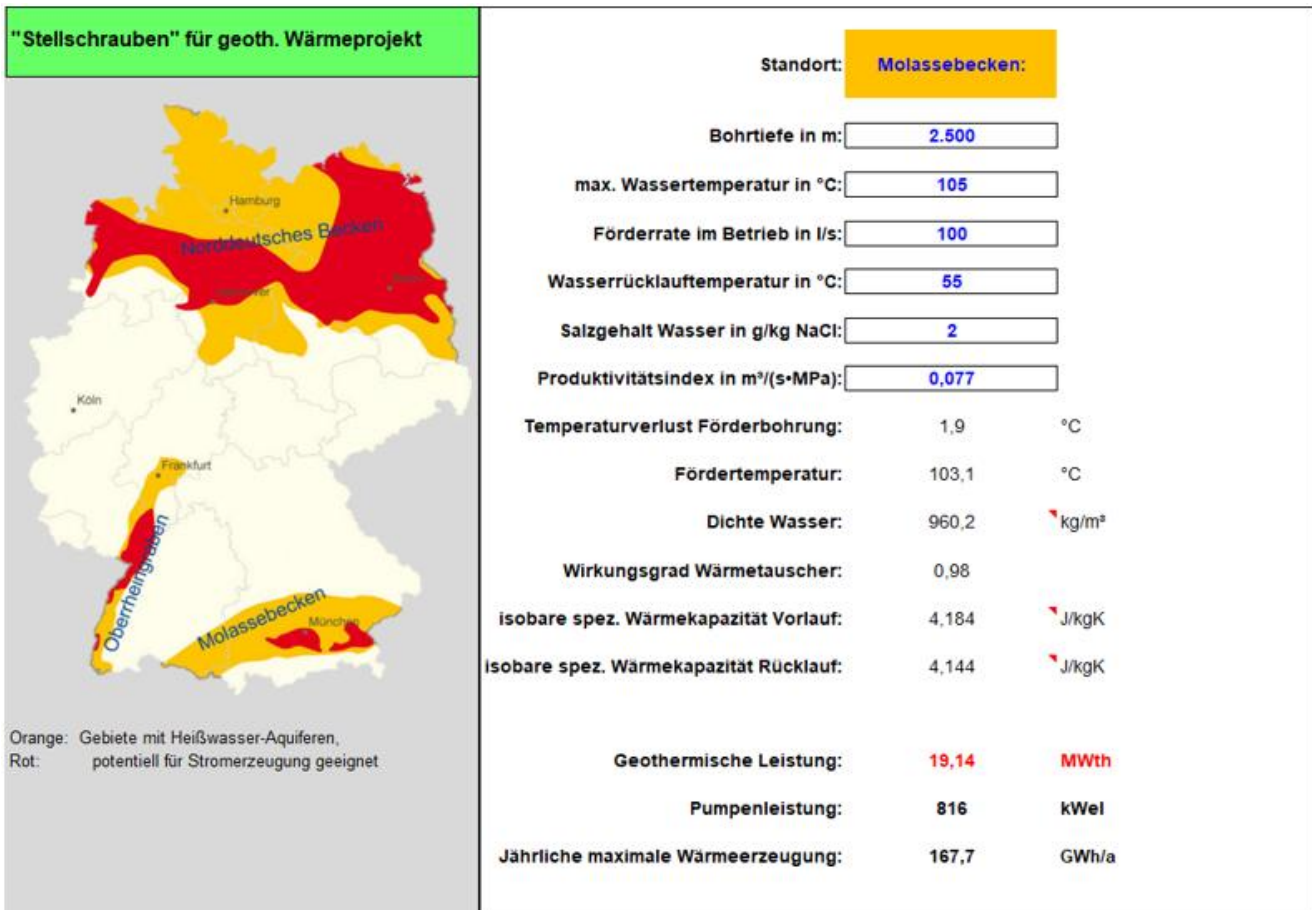


Abb. 33: Potenzialermittlung Tiefengeothermie in Grafrath

Für den Standort Grafrath werden günstige geologische Verhältnisse für eine hydrothermale Wärmeenergiegewinnung angegeben. Das überschlägig ermittelte Potenzial bei einer tiefengeothermischen Nutzung (eine Dublette) in 2.500 m liegt bei ca. 19 MW_{th}. Dies ermöglicht eine jährliche maximale Wärmeenergieerzeugung von knapp 170 GWh.

5.4.3. Oberflächennahe Geothermie

Auch die Wärme von oberflächennaher Geothermie kann für Wärmenetze genutzt werden. Der Unterschied in den Wärmeniveaus zwischen tiefer und mitteltiefer Geothermie und der oberflächennahen Geothermie liegt insbesondere darin, dass bei tieferer Bohrung und damit höheren Temperaturen Wärmepumpen effizienter arbeiten können, bzw. keine Wärmepumpen, sondern Wärmetauscher zum Einsatz kommen können. Entsprechend muss weniger Strom eingesetzt werden, um das Temperaturniveau zu heben, was den Betrieb wirtschaftlich attraktiver machen kann. Die im Folgenden vorgenommene Betrachtung erfolgt auf der Ebene der Flurstücke.

Die oberflächennahe Geothermie ermöglicht die Gewinnung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m. Sie ist ganzjährig verfügbar, unabhängig vom Klima. Kleinanlagen können zur Beheizung und Warmwasserversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern eingesetzt werden. Größere Anlagen angeschlossen an Erdwärmesondenfelder eignen sich zur Wärme- und Warmwasserversorgung größerer Gebäudekomplexe. Bei der Planung einer Erdwärmeanlage sind wasser- und bergrechtliche Bestimmungen zu beachten. Ein wasserrechtliches Verfahren ist notwendig, um den Schutz des Grundwassers mit der Nutzung der Erdwärme in Einklang zu bringen. Unter bestimmten Voraussetzungen ist ein bergrechtliches Verfahren notwendig.



Darüber hinaus sind besondere Schutzvorkehrungen in Wasserschutzgebieten zu treffen. Die individuelle Genehmigung liegt in der Zuständigkeit der jeweiligen Unteren Wasserbehörde.

Im Allgemeinen wird technologisch zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren unterschieden. In beiden Fällen wird die oberflächennahe Erdwärme über eine Wärmepumpe für die Raumheizung nutzbar gemacht. In dieser Untersuchung wurde das Potenzial in Grafrath sowohl für dezentrale Erdwärmesonden als auch für zentrale Erdwärmekollektoren ermittelt.

Potenzial oberflächennaher Geothermie mittels dezentraler Erdwärmesonden

Grundlage für die Potenzialermittlung oberflächennaher Geothermie mittels Erdwärmesonden sind die Daten des vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie herausgegebenen Kurzgutachtens. Die nachfolgende

Abb. 34 zeigt die im Kurzgutachten ausgewiesenen Entzugsleistungen von Erdwärmesonden pro Flurstück, basierend auf den geologisch-hydrogeologischen Grundlagendaten des Bayerischen Landesamts für Umwelt. Bei der Ausweisung der Entzugsleistung berücksichtigt wurden neben der zulässigen Bohrtiefe am Standort die Mindestabstände zu Gebäuden und Flurstücksgrenzen sowie ein Sondenabstand von 6 Metern, bei maximal 20 Sonden je Flurstück (abhängig von der Grundstücksgröße). Gebiete, in denen geothermische Anlagen nicht erlaubt sind bspw. in Wasserschutzgebieten wurden bei der Potenzialermittlung ausgeschlossen (blaue Bereiche).

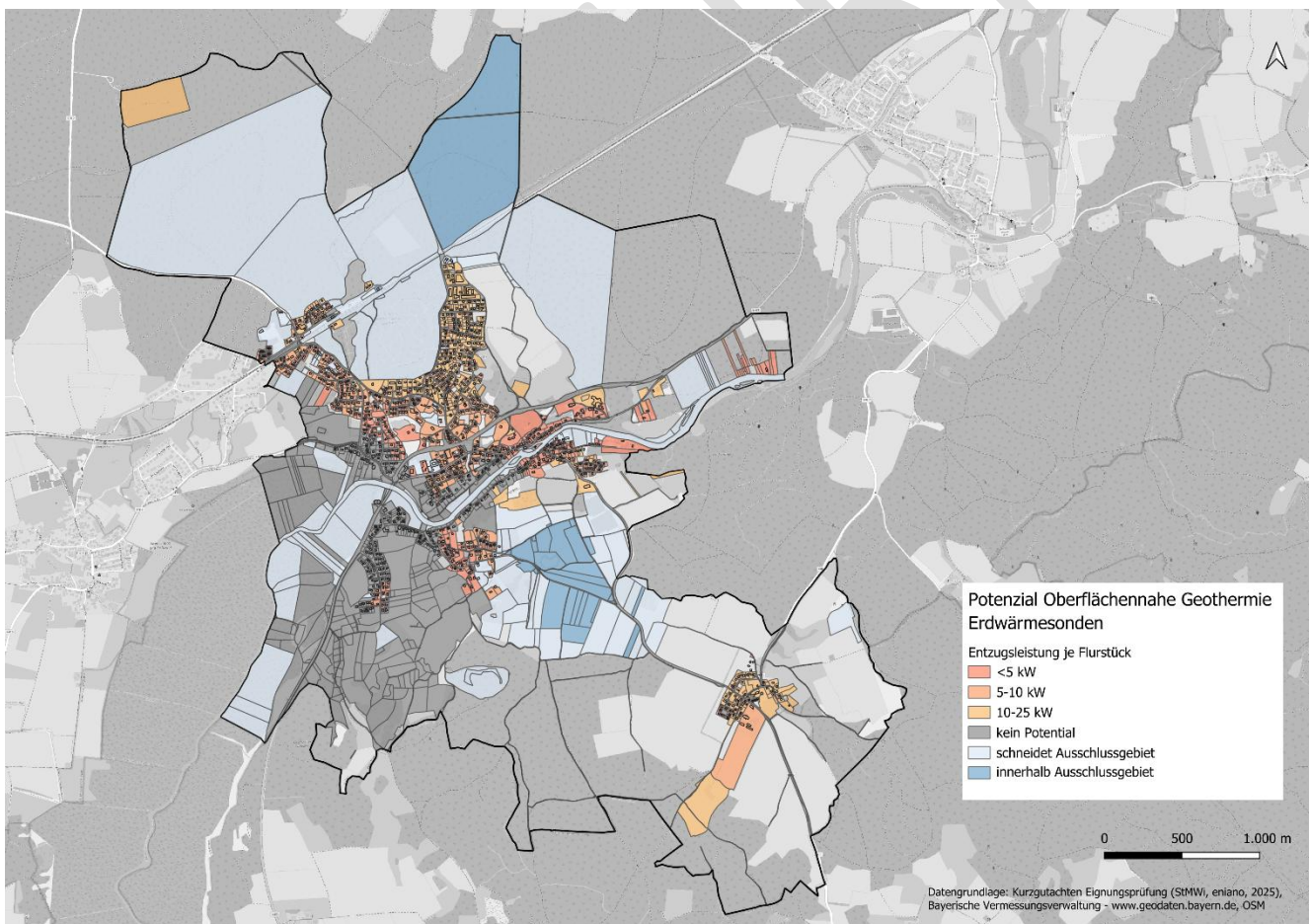


Abb. 34: Erdwärmesonden – Entzugsleistung je Flurstück¹⁰

¹⁰ Quelle/Datengrundlage: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2025) „Kurgutachten – Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung Grafrath“



Die nachfolgende Abb. 35 zeigt den flurstücksbezogenen Deckungsgrad an Raumwärme- und Warmwasserbedarf – also die Deckung der jährlichen Bedarfsmengen – durch dezentrale oberflächennahe Geothermie mittels Erdwärmesonden. Die Bereiche, welche als Bodendenkmal ausgewiesen sind, wurden in der Potenzialbetrachtung ausgeschlossen.

Es ergibt sich für Grafrath ein technisches Potenzial zur dezentralen Nutzung von oberflächennaher Geothermie mithilfe von Erdwärmesonden von ca. 5,9 GWh/a. Unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 3,6 können mithilfe von 2,3 GWh/a Strom unter Nutzung der Erdwärme aus den Sonden 8,2 GWh/a Wärme auf einem auch im Gebäudebestand gut nutzbaren Temperaturniveau bereitgestellt werden.

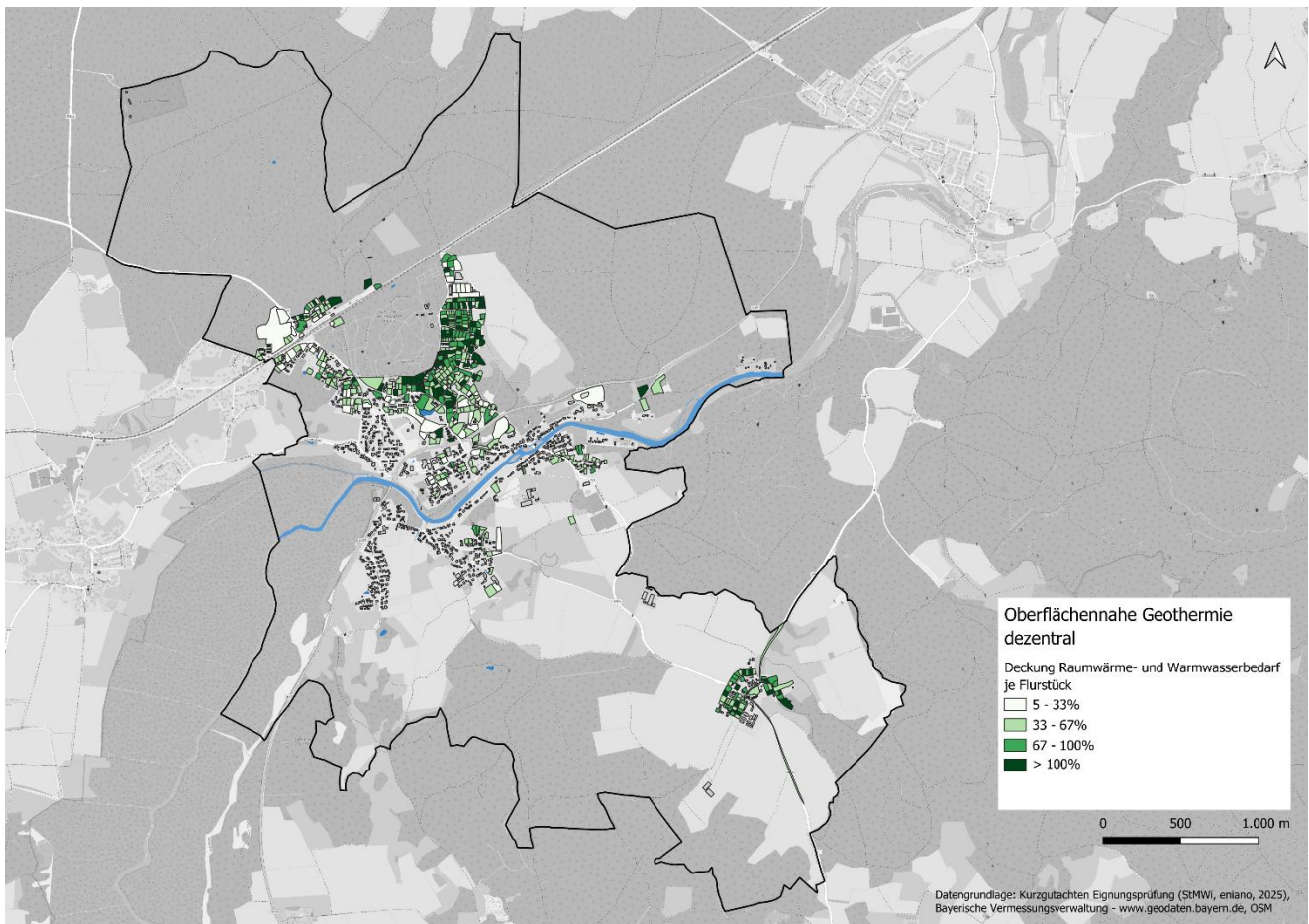


Abb. 35: Potenzial Erdwärmesonden dezentral - Deckungsanteil

Potenzial oberflächennaher Geothermie mittels zentraler Erdwärmekollektoren

Auch der Potenzialermittlung oberflächennaher Geothermie mittels zentraler Erdwärmekollektoren wurden die Daten des Kurzgutachtens Bayern zugrunde gelegt. Die nachfolgende Abb. 36 zeigt die im Kurzgutachten ausgewiesene Entzugsenergie von Erdwärmekollektoren pro Flurstück. Das Potenzial wurde auf Basis der Heizgradtage und über die Höhenlage differenziert ermittelt und berücksichtigt die Mindestabstände zu Gebäuden und Flurstücksgrenzen.

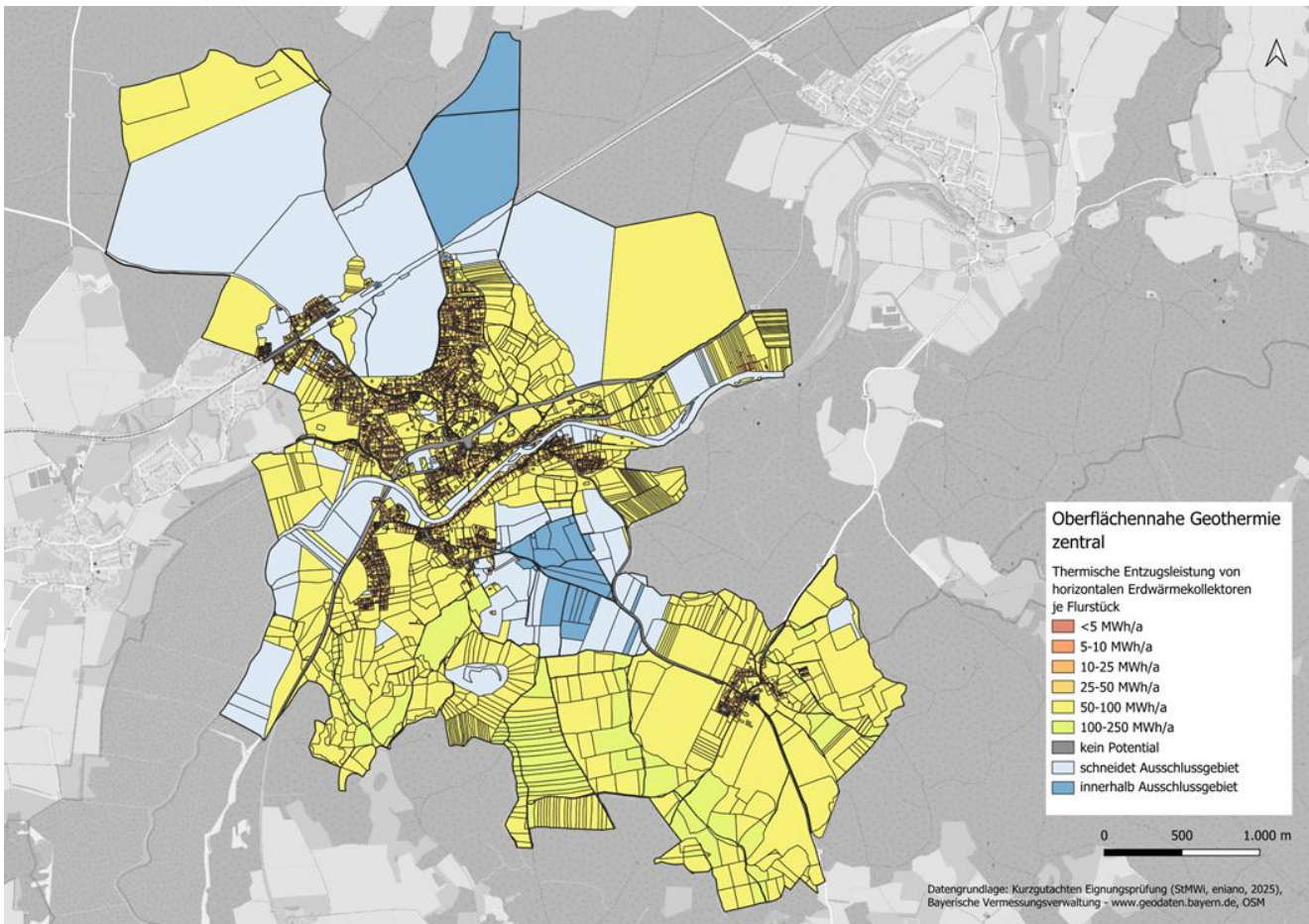


Abb. 36: Erdwärmekollektoren – Entzugsenergie je Flurstück¹¹

Für die Ermittlung der Potenziale zur Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels zentraler Erdwärmekollektoren wurden geeignete Flächen mit einer Mindestgröße von 2.000 m² ermittelt (vgl. Abb. 37).

Es ergibt sich für Grafrath ein technisches Potenzial zur zentralen Nutzung von oberflächennaher Geothermie mithilfe von Erdwärmekollektoren von ca. 700 MWh/a. Unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 3,6 können mithilfe von 270 MWh/a Strom unter Nutzung der Erdwärme aus den zentralen Kollektorfeldern 970 MWh/a Wärme auf einem auch im Gebäudebestand gut nutzbaren Temperaturniveau bereitgestellt werden.

Insgesamt zeigt sich, dass die geologischen Verhältnisse in Grafrath für die Nutzung oberflächennaher Geothermie günstig sind. Im Vorfeld ist jedoch immer eine Einzelfallprüfung durch eine Fachbehörde erforderlich.

¹¹ Quelle/Datengrundlage: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2025) „Kurzgutachten – Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung Grafrath“

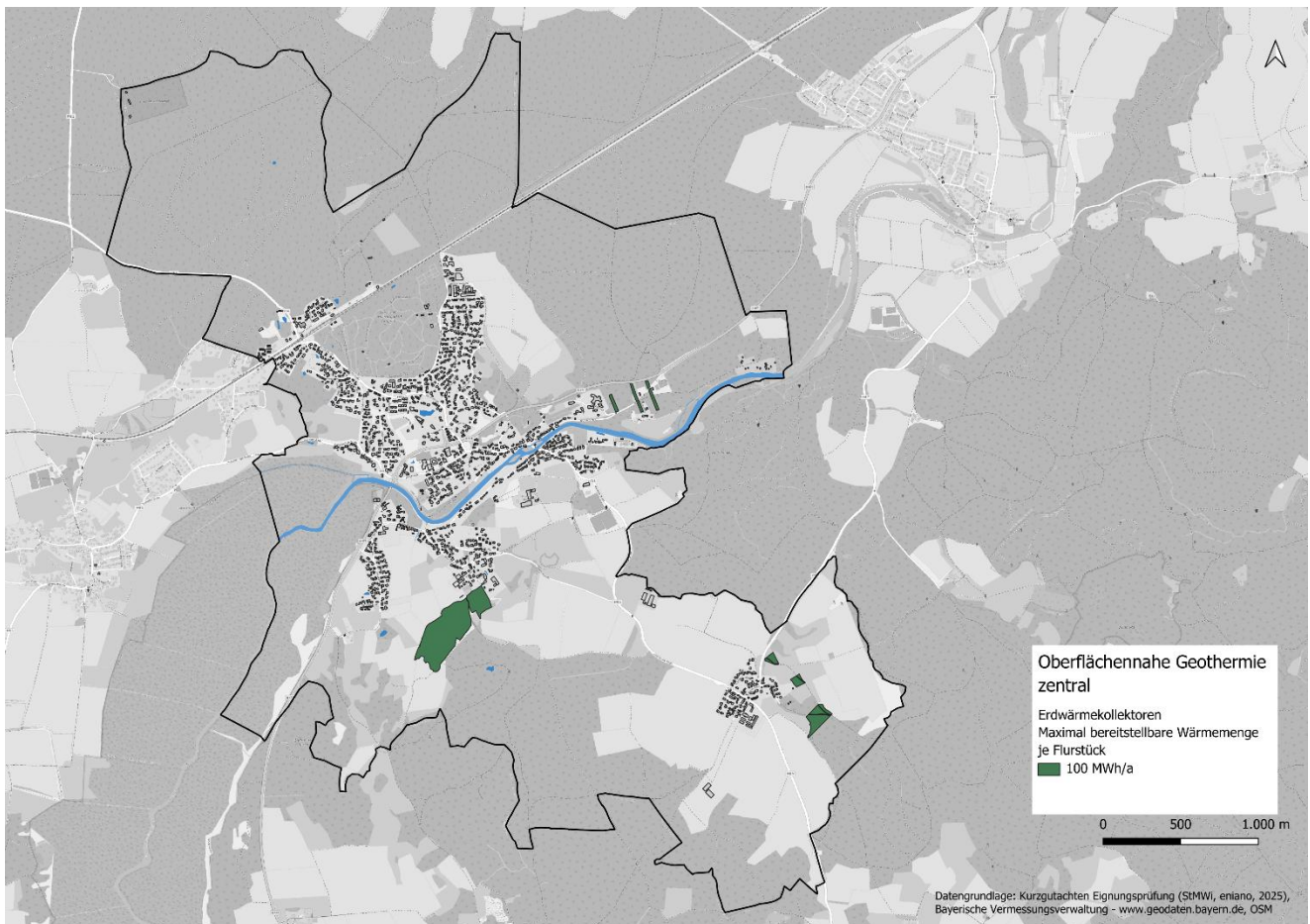


Abb. 37: Potenzialgebiete oberflächennahe Geothermie – zentrale Erdwärmekollektoren

5.4.4. Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen sind eine effiziente Möglichkeit, erneuerbare Energiequellen zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden zu nutzen. Der wesentliche Unterschied zu anderen geothermischen Systemen besteht darin, dass hier das Grundwasser direkt als Wärmequelle dient.

Die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen erfordert jedoch spezifische Genehmigungen, da Eingriffe in den Grundwasserhaushalt mit wasserrechtlichen Bestimmungen im Einklang stehen müssen. Ein wasserrechtliches Verfahren ist unerlässlich, um den Schutz der Ressource Grundwasser zu gewährleisten. In Wasserschutzgebieten sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich, um nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität zu vermeiden. Die Genehmigungsverfahren liegen in der Verantwortung der zuständigen Unteren Wasserbehörde.

Die nachfolgende Abb. 38 zeigt die im Kurzgutachten ausgewiesenen Entzugsleistung von Grundwasserwärmepumpen für ein Brunnenpaar je Flurstück. Das Potenzial wurde mit einem maximalen Abstand zwischen Förder- und Schluckbrunnen (mind. 10 m) ermittelt und berücksichtigt die Mindestabstände zu Gebäuden und Flurstücksgrenzen bei einer Temperaturspreizung von 5 K.

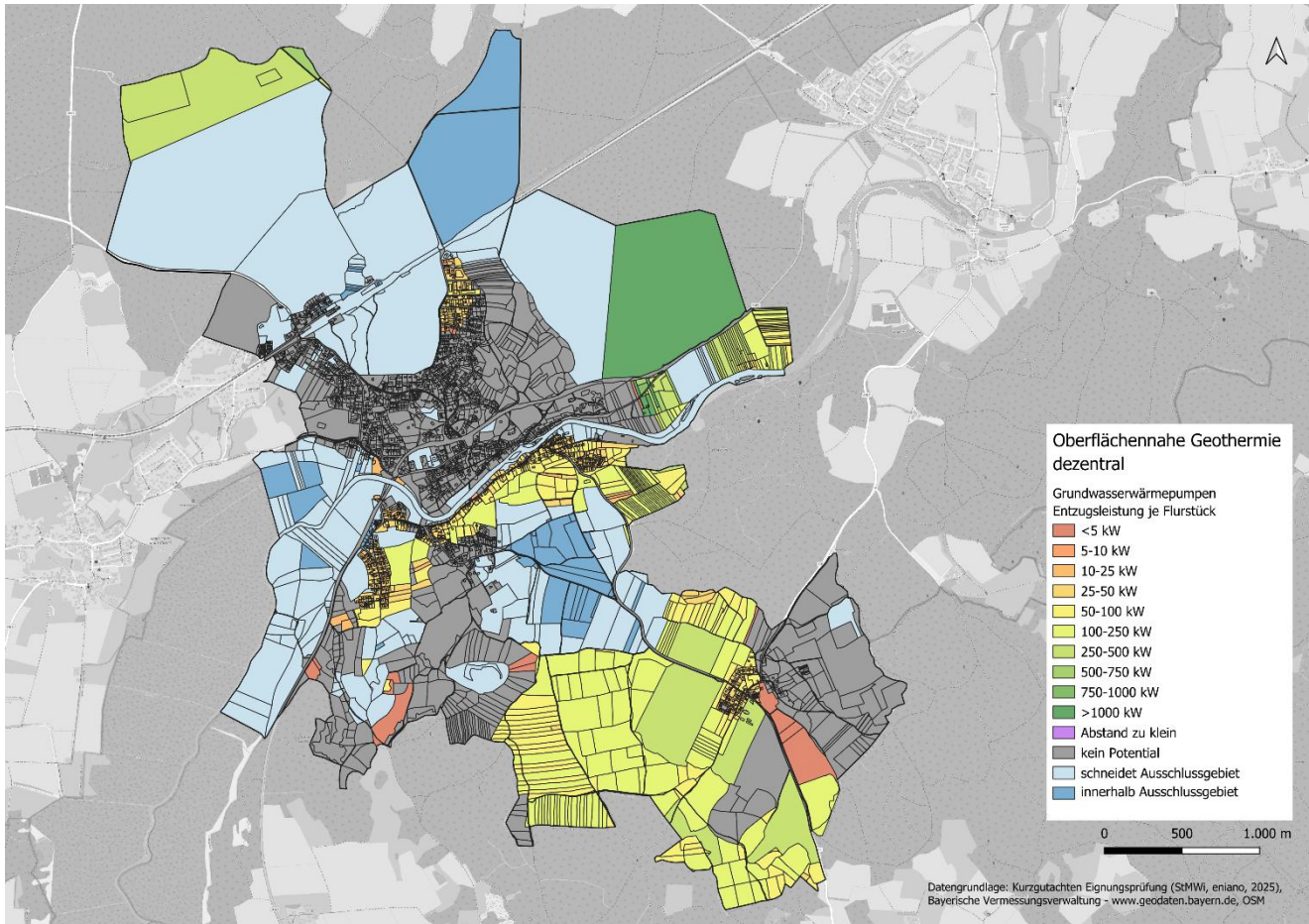


Abb. 38: Grundwasserwärmepumpen – Entzugsleistung je Flurstück¹²

Für das Gemeindegebiet von Grafrath wurde ein technisches Potenzial für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen von rund 14,4 GWh/a ermittelt. Diese Kapazität könnte einen signifikanten Anteil des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs in den geeigneten Flurstücken decken. Wie bei der oberflächennahen Geothermie ist auch hier eine detaillierte Standortbewertung erforderlich, um Gebiete mit Nutzungseinschränkungen gerade im Hinblick auf das Landschaftsschutzgebiet oder konkurrierenden Nutzungen zu identifizieren und auszuschließen. Die nachfolgende Abb. 39 zeigt das flurstücksbezogene Potenzial für Grundwasserwärmepumpen. Unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 4,55 können mithilfe von ca. 4,1 GWh/a Strom mittels Grundwasserwärmepumpen etwa 18,5 GWh/a Wärme auf einem auch im Gebäudebestand gut nutzbaren Temperaturniveau bereitgestellt werden.

Hinweis: Das ausgewiesene Potenzial lässt keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die tatsächliche Umsetzbarkeit zu. Eine detaillierte standortbezogene Prüfung ist daher stets erforderlich.

¹² Quelle/Datengrundlage: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2025) „Kurgutachten – Eignungsprüfung für die kommunale Wärmeplanung Grafrath“

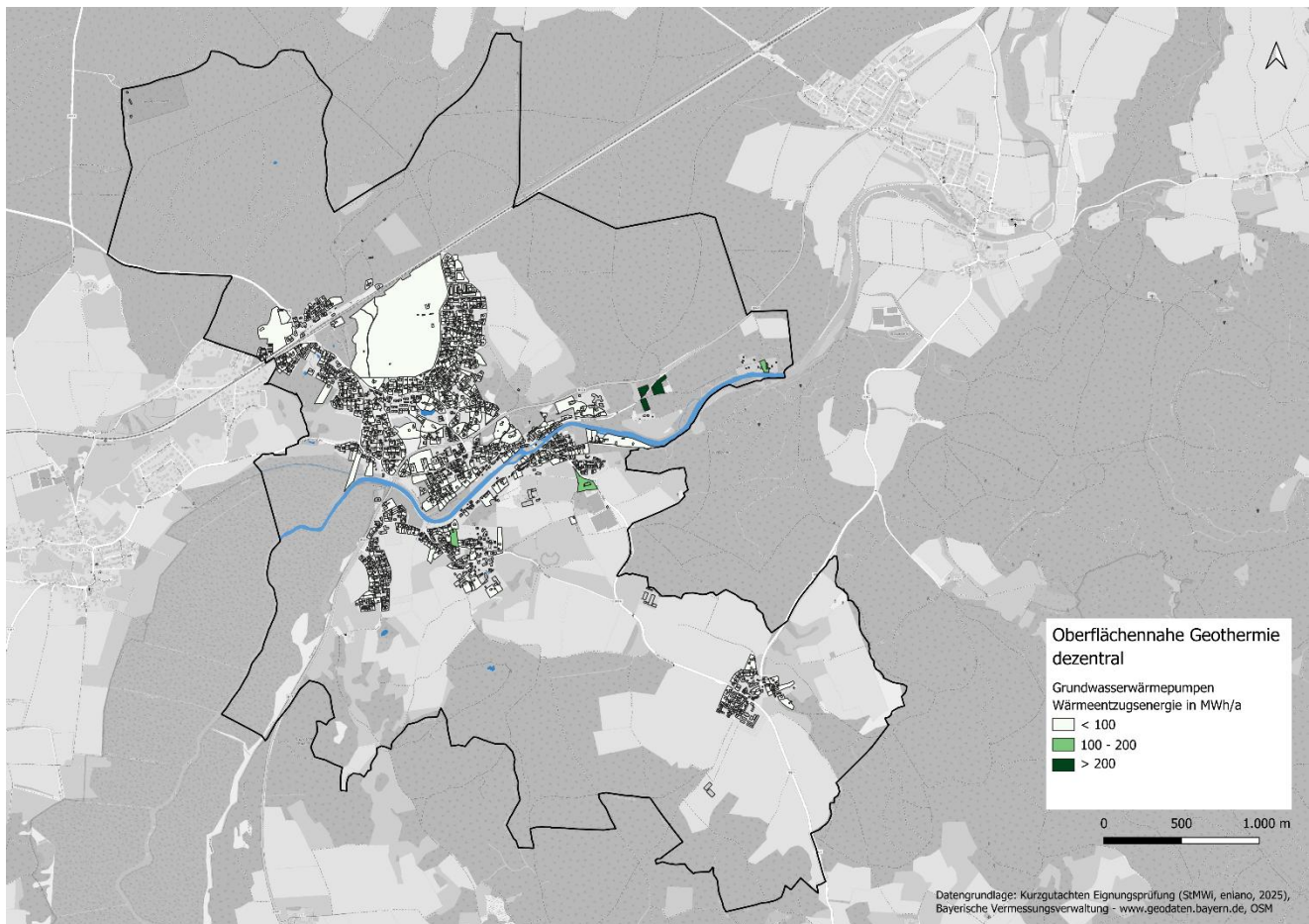


Abb. 39: Potenzial zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen

5.4.5. Solarthermie

Dezentrale Solarthermie (auf einzelnen Gebäuden) / PVT-Anlagen

Es gehört nach WPG nicht zur Potenzialermittlung, die Solarthermie-Potenziale auf allen Dachflächen für die dezentrale Wärmeerzeugung im geplanten Bereich zu ermitteln. Zur Vervollständigung der Potenzialbetrachtung wurde dies für die vorliegende Wärmeplanung dennoch mit aufgenommen. In den meisten Fällen kann Solarthermie nur teilweise zur Wärmeversorgung einzelner Gebäude beitragen. Für die Potenzialermittlung wurde als Basis der Energieatlas Bayern herangezogen.

Demzufolge beträgt das Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen im Gemeindebereich 3.807 MWh pro Jahr, wie in Abb. 40 zu sehen ist. Dieses Potenzial gilt alternativ zur Nutzung der Dachflächen mit Photovoltaik-Anlagen. Gemäß „Mischpult Wärme“ des Energieatlas Bayern¹³ werden aktuell in Grafrath ca. 615 MWh Wärme aus Solarthermie erzeugt, was ca. 16 % des gesamten Dachflächenpotenzials entspricht.

Eine besonders effiziente Nutzung von Dachflächen zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme ermöglichen sogenannte PVT-Kollektoren (Photovoltaik-Thermie-Kollektoren).

¹³ [Energie-Atlas Bayern – der Kartenviewer des Freistaats Bayern zur Energiewende](#)



Sie kombinieren Photovoltaik-Module zur Stromproduktion mit thermischen Kollektoren zur Wärmeengewinnung in einem System. PVT-Kollektoren haben einen höheren Gesamtwirkungsgrad im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme und eignen sich besonders in Verbindung mit Wärmepumpen. Hinweis: Aufgrund des höheren Systemgewichts muss die Tragfähigkeit des Daches vor der Umsetzung überprüft werden.

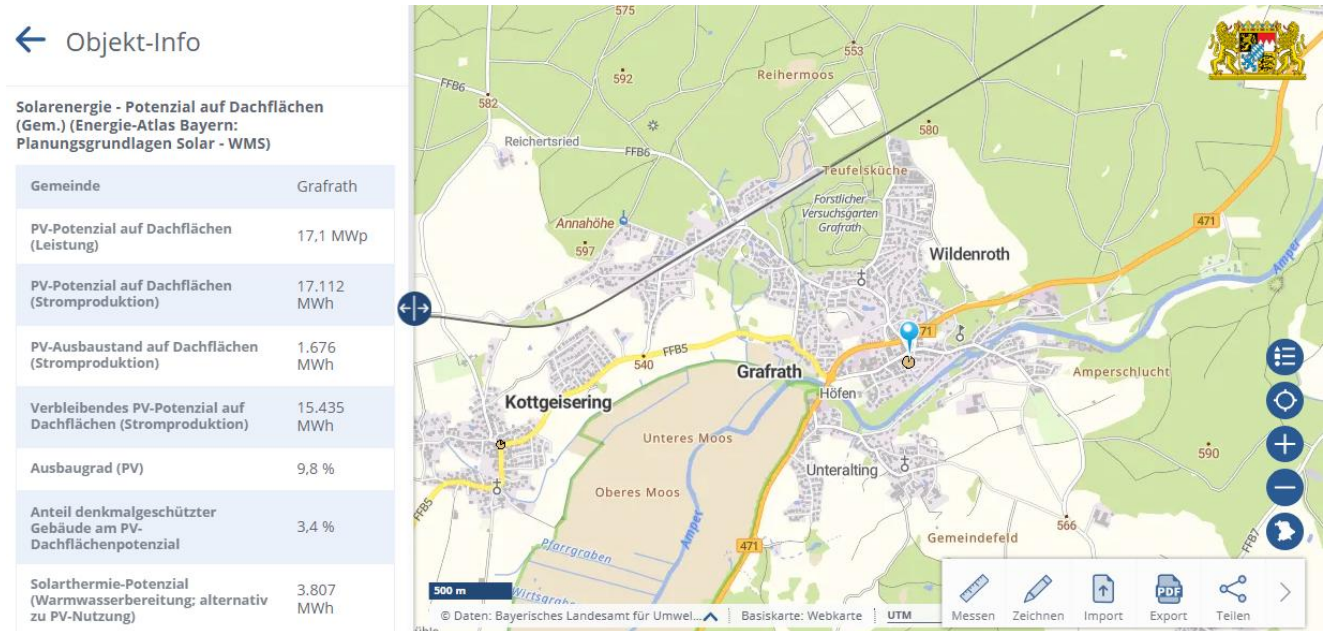


Abb. 40: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen

Solarthermie-Freiflächenanlagen

Im Zuge des Flächenscreenings wurden potenzielle Flächen für die Nutzung durch Solarthermieanlagen identifiziert. In einem nächsten Schritt wurden Schutzgebiete und Gebiete mit anderen städtebaulichen Verwendungen ausgeschlossen. Für die Aggregation wurde die Ebene der Flurstücke gewählt.

Genehmigungsrechtlich ist zu beachten, dass solarthermische Freiflächenanlagen in der Regel nicht als privilegierte Vorhaben im Außenbereich zulässig sind. Wesentlichen Einfluss auf die Genehmigung haben die jeweiligen Flächennutzungspläne. Für die Planung ist aus diesem Grund zu prüfen, welche Flächen bereits zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme aus erneuerbaren Energien vorgesehen sind und inwiefern weitere Flächen bei vorliegendem Potenzial für die kommenden Jahre gesichert werden können.

Der Anwendungsbereich solcher Anlagen ist sehr vielseitig und reicht vom kWp-Bereich bei Aufdächanlagen bis hin zu mehreren Hektar großen Kollektorflächen im MWp-Bereich auf Freiflächen¹⁴. Ausreichend dimensionierte Freiflächenanlagen können auch für Fernwärmenetze eine Rolle spielen. Ein entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit von Solarthermieanlagen ist die Höhe der Investitionskosten, während die Betriebskosten gering ausfallen. Besonders die Wartungs- und Instandhaltungskosten sind niedrig und werden mit 0,7 % der Gesamtinvestition als jährliche Kosten angesetzt. Auch die Stromkosten sind gering. Der Strombedarf kann mit rund 1-1,5 % der erzeugten Wärmemenge angenommen werden. Die Anlagen sind in aller Regel mit Wärmespeichern verbunden, um jahreszeitliche Schwankungen auszugleichen. Alternativ können die Anlagen so dimensioniert werden, dass Wärmeüberschüsse vermieden werden.

¹⁴ Hierbei sind Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren die am häufigsten eingesetzten Kollektortypen.



Für das Gemeindegebiet Grafrath wurde Flächen in einem Umkreis von 100 Meter um Siedlungseinheiten herangezogen, wobei Schutzgebiete ausgeschlossen wurden. Hieraus wurde ein technisches Potenzial von rund 110 GWh/a bereitstellbarer Wärmemenge ermittelt (vgl. Abb. 41 zur Verteilung des Potenzials). Eine weitergehende Standortbewertung ist zukünftig jedoch erforderlich, um aufgrund veränderter Bebauungen oder konkurrierender Nutzungen weitere Flächen auszuschließen.

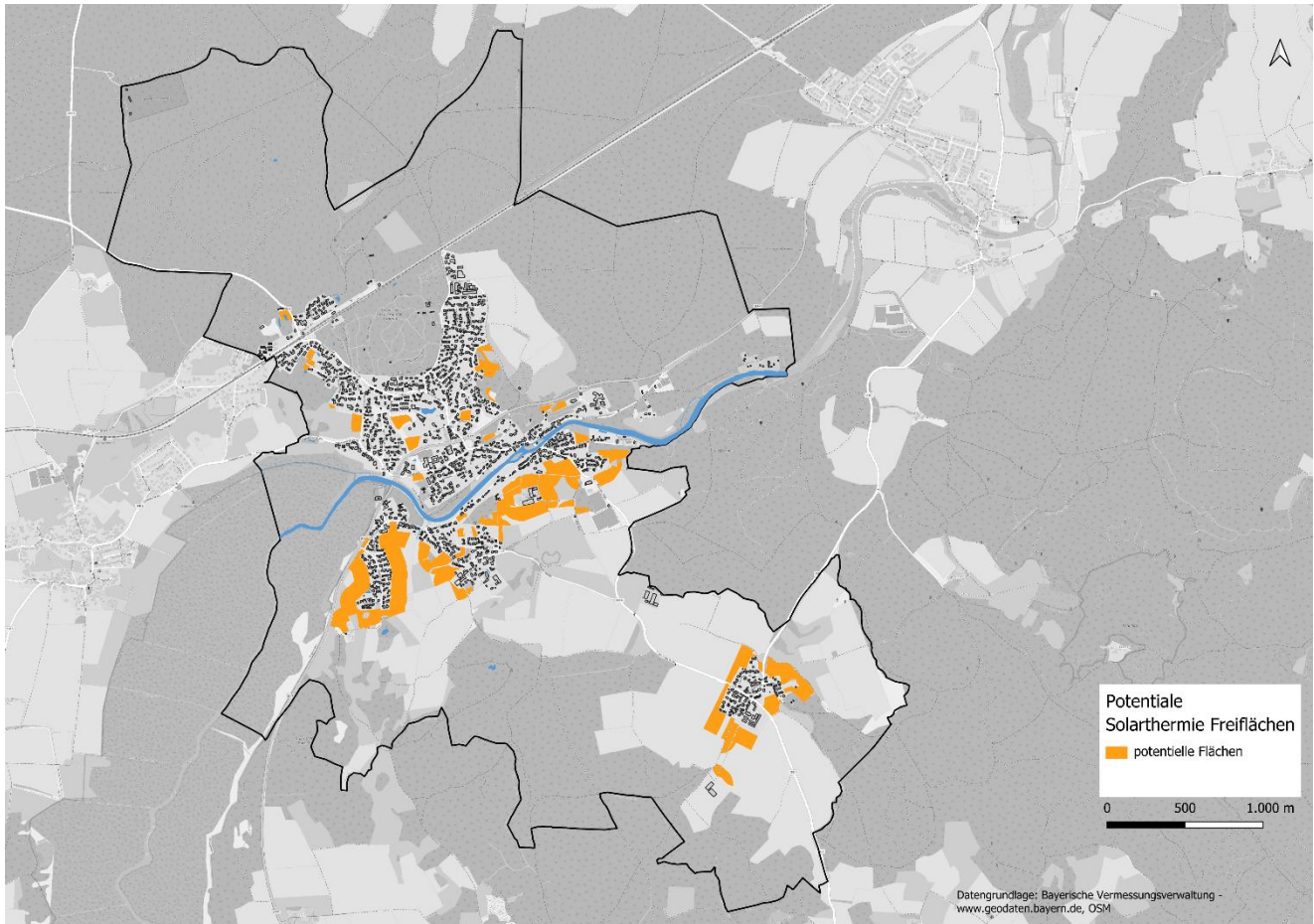


Abb. 41: Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen

5.4.6. Großwärmespeicher

Großwärmespeicher übernehmen in zukünftigen Wärmenetzen mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien und industrieller Abwärme eine zentrale Funktion. Sie gleichen die zeitlichen Unterschiede zwischen Wärmeproduktion und -bedarf aus. Darüber hinaus übernehmen sie eine wichtige Rolle bei der Sektorkopplung zwischen Strom und Wärme. Nach §16 WPG sind nicht nur die Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien und zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme zu ermitteln, sondern auch die Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung. Zentrale Wärmespeicher werden dabei üblicherweise in Verbindung mit einem zentralen Wärmenetz und einer großen Wärmeerzeugungsanlage oder Abwärmequelle betrieben.

Auch wenn mittelfristige Speicherlösungen wie quartiersbezogene Speicher mit Kapazitäten im Bereich von 100 bis 1.000 MWh eine netzstabilisierende Wirkung entfalten und zur Flexibilisierung in zentralen Wärmenetzen beitragen können, liegt der Fokus dieser Potenzialbetrachtung auf Großwärmespeichern mit saisonaler Ausrichtung.



Dies begründet sich insbesondere dadurch, dass die typischen Flächen- und Standortpotenziale für mittelfristige Speicher, wie etwa größere Tanks oder modulare Speicherlösungen, nicht an geologische oder flächenbezogene Rahmenbedingungen gebunden sind. Ihre Realisierbarkeit hängt weniger vom natürlichen Potenzial (wie bei Solarflächen, Aquiferen oder Erdsondenfeldern) ab, sondern vor allem von technischen, wirtschaftlichen und städtebaulichen Aspekten, die nicht im Rahmen der Potenzialanalyse, sondern in späteren Umsetzungs- oder Detailplanungen vertieft betrachtet werden müssen.

Es gibt verschiedene Arten von Wärmespeichern, die sich insbesondere in ihrer Speicherkapazität und der zeitlichen Reichweite, also der Spanne zwischen Einspeicherung und Ausspeicherung, unterscheiden. Zu den wichtigsten Typen saisonaler Wärmespeicher gehören¹⁵:

- **Erdbecken-Wärmespeicher (PTES – Pit Thermal Energy Storage):** Diese Speicherart besteht aus großen, isolierten Becken, die in den Boden eingelassen sind und mit Wasser gefüllt werden. Sie eignen sich besonders gut für die Speicherung großer Wärmemengen und können über mehrere Monate konstant Wärme liefern.
- **Unterirdische Tankspeicher (UTES – Underground Thermal Energy Storage):** Diese Wärmespeicher bestehen aus großen, unterirdischen Tanks, die ebenfalls mit Wasser oder anderen Wärmeträgern gefüllt sind. Sie bieten eine hohe Speicherkapazität und sind durch ihre unterirdische Lage gut isoliert gegen Wärmeverluste.
- **Erdwärmesondenspeicher (BTES – Borehole Thermal Energy Storage):** Hierbei handelt es sich um ein System, bei dem Wärme über vertikale Bohrungen in die Erdschichten eingebracht und gespeichert wird. Diese Form der Speicherung nutzt die natürlichen thermischen Eigenschaften des Erdreichs, um Wärme zu speichern und bei Bedarf wieder abzurufen.
- **Aquifer-Wärmespeicher (ATES – Aquifer Thermal Energy Storage):** Bei dieser Technologie wird die Wärme in natürlichen Grundwasserschichten (Aquiferen) gespeichert. Die Wärmeenergie wird dabei in das Grundwasser eingebracht und kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder entnommen werden.

Weitere technische Ausführungen geothermischer Untergrundspeicher auf die nicht genauer eingegangen wird, wären Grubenspeicher (Bergbau - Nachnutzung) und Salz-basierte Speicher.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden in der Regel vor allem vorhandene Kies- oder Sandgruben für Erdbeckenwärmespeicher genutzt, weil Aushub und Deponie entfallen und die Böschung schon standfest ist. In Grafrath stehen keine stillgelegten Abbaustellen zu Verfügung. Als günstige Standorte gelten auch natürliche Senken oder Gruben wie das Toteisloch Wolfsgrube, das sich ca. 800 Meter östlich von Wildenroth befindet, einen Durchmesser von 100 Metern und eine Tiefe von 20 Metern aufweist. Da das Toteisloch Wolfsgrube als Naturdenkmal ausgewiesen ist, ist die Errichtung eines Erdbeckenwärmespeicher an diesem Standort nicht zulässig. Im Gemeindegebiet Grafrath existieren nach aktuellem Kenntnisstand keine Gruben oder Mulden, die außerhalb von Landschaftsschutz- bzw. Naturdenkmalflächen liegen oder nicht dicht bewaldet sind.

Für Grafrath liegen zwar übergeordnete geologische Informationen zu den oberflächennahen Quartärablagerungen vor (z. B. Schotter- und Geschiebemergelablagerungen aus der Würm-Moräne), jedoch keine standortspezifischen geologischen oder hydrothermischen Daten zu tieferen Schichten bzw. zum thermisch aktivierbarem Erdvolumen. Auch existieren derzeit keine konkreten Planungen für eine zentrale erneuerbare Wärmequelle oder industrielle Abwärme im Gemeindegebiet, sodass eine standortspezifische Zielstellung für einen saisonalen Erdwärmesondenspeicher fehlt. Eine pauschale Potenzialanalyse auf Gemeindeebene ohne definierte Fläche, Tiefe, Spreizung oder verfügbare Quelle würde zu unrealistisch hohen Werten führen und hätte keinen praktischen Aussagewert.

¹⁵ Bundesverband Geothermie e.V. (2025): Geothermische Speicher - Hintergrundpapier



Eine fundierte Bewertung wäre daher nur im Rahmen eines konkreten Projekts möglich, gestützt auf Machbarkeitsuntersuchungen und geotechnische Erkundungen.¹⁶

Die Speichereffizienz eines ATES-Systems hängt insbesondere von der hydraulischen Leistung des Systems ab: Diese wird maßgeblich durch die Transmissivität des Aquifers, die Brunnengestaltung, die Durchflussraten und die Temperaturspreizung bestimmt. Entscheidend ist, dass der Aquifer hohe Volumenströme bei möglichst geringer hydraulischer Belastung bewältigen kann. Rückgewinnungsgrade saisonaler ATES-Anlagen liegen in der Praxis bei rund 70–80 %. Wesentliche Voraussetzung für die Einrichtung eines ATES ist, dass der Aquifer ausreichend durchlässig ist und gleichzeitig eine niedrige natürliche Fließgeschwindigkeit aufweist. Letzteres ist entscheidend, damit die eingebrachte Wärme im Speicherbereich verbleibt und nicht durch das Grundwasser abtransportiert wird.

Laut einer aktuellen hydrogeologischen Untersuchung der TU München¹⁷ treten im südlichen Münchner Umland – und damit auch im Raum Grafrath – lokal hohe Fließgeschwindigkeiten und Transmissibilitäten auf. Diese sind zwar günstig für die Wärmeentnahme, aber ungünstig für die Wärmespeicherung, da die eingebrachte Energie durch das strömende Grundwasser schneller verloren geht. Besonders in südlicheren Bereichen der Molassezone zeigen sich stark differenzierte Zuflusszonen, die mit instabilen Fließpfaden verbunden sind. Aufgrund der ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen – insbesondere der potenziell hohen Fließgeschwindigkeiten – wird das Potenzial für einen saisonalen Aquiferwärmespeicher in Grafrath aktuell als gering eingeschätzt. Da im Gemeindegebiet zudem kein konkretes Projekt mit zentraler Wärmequelle vorliegt und standortbezogene Machbarkeitsstudien fehlen, wäre eine pauschale Potenzialanalyse für das gesamte Gemeindegebiet methodisch wenig zielführend und nicht belastbar.

Es kann aktuell keine Potenzial für Großwärmespeicher in Grafrath ausgewiesen werden.

5.4.7. Oberflächengewässer

In Verbindung mit Wärmepumpen können Oberflächengewässer einen Beitrag zur Bereitstellung von Wärme leisten. Oberflächengewässer lassen sich dabei in Still- und Fließgewässer unterteilen.

Durch die sehr hohe spezifische Wärmekapazität von Wasser können Gewässer sehr große Mengen Wärme speichern. Die Nutzbarmachung dieser Wärme wird als Gewässerthermie bezeichnet. Diese kann sowohl zum Zweck der Heizung als auch zur Kühlung genutzt werden. Bei entsprechender Skalierung und unter Verwendung von Großwärmepumpen können auf diese Art entsprechende Gebäudekomplexe und Quartierslösungen beheizt werden. Gerade in der kalten Jahreszeit ist die Außentemperatur häufig niedriger als die Gewässertemperatur. Diese Differenz kann mit Hilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden und zur Wärmeversorgung eingesetzt werden.

Die Erfassung der Wärmepotenziale aus Gewässern (Flüssen, Seen) erfordert immer eine Einzelfallprüfung, in deren Rahmen Wassermenge und Temperatur, Durchflusswerte und ggf. genehmigungsrechtliche Einschränkungen etc. erfasst werden. Stillgewässer wurden aufgrund ihrer geringen Größe und Volumen in der Gemeinde Grafrath nicht berücksichtigt (vgl. Abb. 42).

Bei der Flusswärmenutzung wird die Wärmeenergie des Flusswassers über Wärmetauscher an ein Wärmeträgermedium übertragen. Mithilfe von Wärmepumpen kann diese Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben und beispielsweise zur Raumheizung oder Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Für die Nutzung von Flusswärme müssen die Gewässer ausreichendes Volumen und konstante Wasserführung besitzen.

¹⁶ LfU Bayern (2025): Digitale Geologische Karte von Bayern 1:25000 – dGK25 [Zugriff am 31.07.2025]

¹⁷ Winter et al. (2025): Evaluierung allgemeiner Modellvorstellungen zur großräumigen Fließsystematik im Oberjura-Aquifer (Molassebecken)

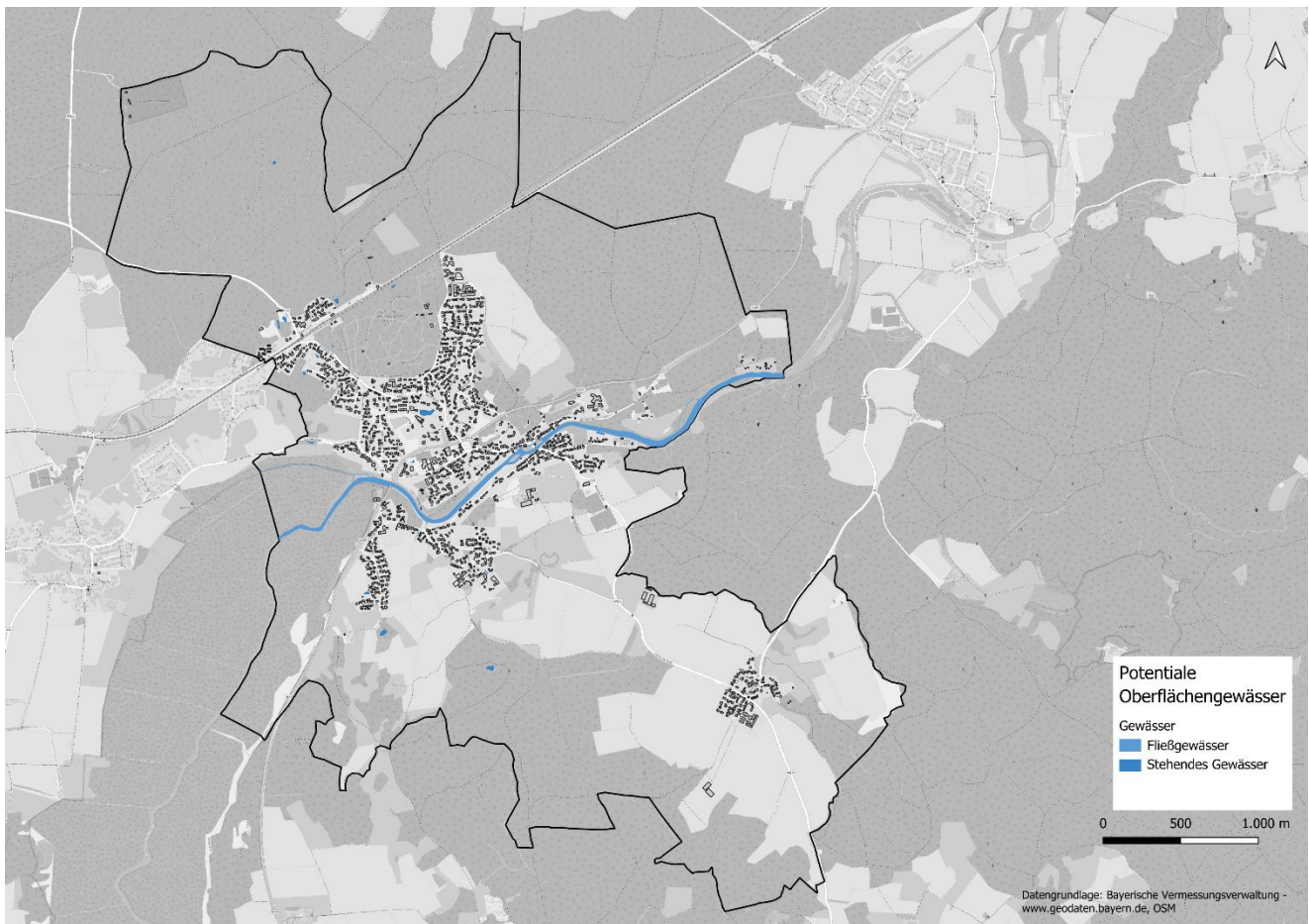


Abb. 42: Potenzial zur Nutzung von Oberflächengewässern zur Wärmeerzeugung

Jede Nutzung eines Gewässers als Wärmequelle stellt eine Gewässerbenutzung (nach § 9 WHG, § 57 WHG) dar und ist erlaubnispflichtig. Bei der Beurteilung des wasserrechtlichen Antrags sind verschiedene rechtliche Anforderungen zu berücksichtigen (s. §§ 5, 6, 12, 27 WHG). So schreibt das Wasserhaushaltsgesetz in § 27 vor, dass sich der Zustand des Gewässers durch eine Nutzung nicht verschlechtern darf. Auch bei vollständiger Rückführung ist daher sicherzustellen, dass die Standortbedingungen – insbesondere Temperatur und Strömung – ökologisch verträglich bleiben. Im Gegensatz zu Ausleitungsanlagen mit tatsächlicher Abflussminderung erfolgt bei der Wärmeengewinnung mittels Wärmepumpe keine dauerhafte Entnahme von Wasser aus dem Gewässer. Das genutzte Wasser wird nach der thermischen Nutzung vollständig und zeitnah wieder zurückgeleitet. Daher ist statt einer mengenmäßigen Begrenzung bei Wärmepumpenanlagen vielmehr die Temperaturveränderung durch die Nutzung entscheidend.¹⁸

Laut dem Leitfaden „Wärmeengewinnung aus Fließgewässern“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) darf die maximale rechnerische Temperaturabsenkung nach vollständiger Durchmischung ΔTGW höchstens 3,0 K (1,5 K in Salmoniden Gewässern) betragen sowie die minimale Gewässertemperatur T_{min} nach vollständiger Durchmischung am Ort der Einleitung 3 °C nicht unterschreiten. Im Winter sind die Flusswassertemperaturen in Deutschland oftmals zu niedrig für eine ganzjährige Nutzung. Daher können Oberflächengewässer zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit nur ein Bestandteil der Wärmeversorgung sein.¹⁸

Für Bayern liegt eine aktuelle Studie der Forschungsstelle für Energiewirtschaft mit dem Titel „Wärmepumpen an Fließgewässern“ vor.

¹⁸ Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Leitfaden „Wärmeengewinnung aus Fließgewässern“



Diese weist für alle Fließgewässer I. und II. Ordnung in Bayern das theoretische Wärmepotenzial pro Gemeinde aus. In Grafrath fließt mit der Amper ein Fließgewässer I. Ordnung durch das Gemeindegebiet, für welches ein theoretisches Wärmepotenzial von 162.408 MWh ausgewiesen wurde.¹⁹

Für die Berechnung des theoretischen Wärmepotenzials jeder Gemeinde wurde in der Studie der mittlere Durchfluss (MQ) des Gewässers verwendet und eine Temperaturabsenkung von 3 K angenommen. Zusätzlich werden die Anteile der Flusskilometer innerhalb jeder Gemeinde an der Gesamtlänge des Fließgewässers ermittelt und entsprechend auf die betroffenen Gemeinden verteilt.

Bei der Berechnung des technischen Wärmepotenzials im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Grafrath werden folgende weitere Restriktionen und Annahmen zugrunde gelegt:

- Verwendung des mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) statt des mittleren Durchflusses (MQ)
- Mindestwassertemperatur Flusswassernutzung 6 °C

Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) der Amper an der Messstelle Grafrath beträgt laut dem Gewässerkundlichen Dienst rund 9,1 m³/s. An dieser Messstelle werden jedoch keine Wassertemperaturen erfasst. Für die gesamte Amper existiert lediglich eine Temperaturmessstelle in Neumühlschwaig im Landkreis Freising. Da diese Station von 2004 und Mitte 2023 keine Temperaturdaten aufweist, wurden für die Auswertung nur die Daten des Jahres 2024 herangezogen. Ziel war die Ermittlung der Anzahl der Tage, an denen die mittlere Tageswassertemperatur über 6 °C liegt. Im Jahr 2024 lag die mittlere Tageswassertemperatur an 13,1 % der Tage unterhalb von 6 °C, was einem nutzbaren Zeitraum von etwa 318 Betriebstagen pro Jahr entspricht. Der Temperaturverlauf der Amper für das Jahr 2024 ist in Abb. 43 dargestellt. Daraus ergibt sich ein technisches Wärmepotenzial aus Fließgewässern in Grafrath von rund 33.000 MWh pro Jahr.

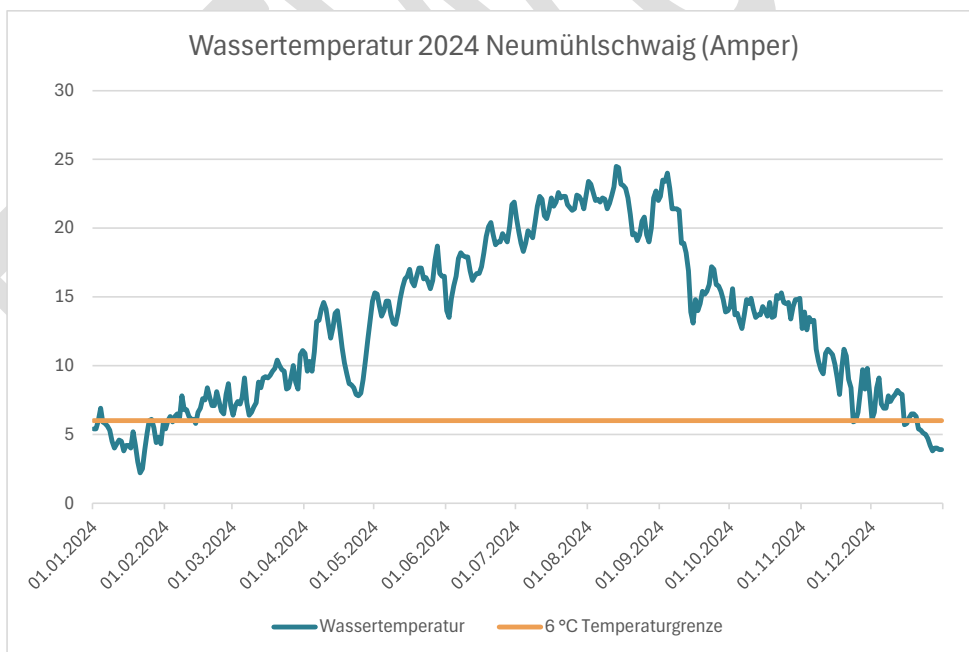


Abb. 43: Flusswassertemperatur Neumühlschwaig / Amper²⁰

¹⁹ Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE) (2020): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern. München, <https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2024/04/Waermepumpen-an-Fliessgewaessern.pdf>

²⁰ eigene Darstellung anhand der Daten des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern: Wassertemperatur vom 01.01.2024 bis zum 31.12.2024, Abruf am 23.06.2025



Die technische jährliche Wärmeenergie, welche von einer Flusswärmepumpe bereitgestellt werden kann, hängt von ihrer jährlichen Arbeitszahl (JAZ) ab. Unter der Annahme einer JAZ von 3 würde sich die technische jährliche bereitgestellte Wärmeenergie auf ca. 49.500 MWh erhöhen. Die dafür jährlich erforderliche elektrische Energieaufnahme der Wärmepumpe beträgt in diesem Fall ca. 16.500 MWh. Die nutzbare Wärmeleistung des Flusswassers aus der Amper beträgt ca. 4,34 MW, wobei die thermische Leistung saisonal schwankend zur Verfügung steht und in den Wintermonaten bedingt durch die niedrigen Gewässertemperaturen die Leistung der Wärmepumpe deutlich sinkt.

5.4.8. Umgebungsluft/Außenluft

Bei der dezentralen Nutzung der Luft-Wasser-Wärmepumpe kann zunächst festgestellt werden, dass die Entwicklung dieser kleineren Anlagen bereits weit fortgeschritten ist. Moderne Anlagen sind kompakt, halten die Immissionsschutzvorgaben meist ein und können auch konventionelle Vorlauftemperaturen für die Raumwärmeversorgung bereitstellen. Als einziges Ausschlusskriterium für die dezentrale Nutzung von Wärmepumpen wird die Hochtemperaturprozesswärme von über 100°C angenommen. Aus diesem Grund wurden bei der Betrachtung alle Wohngebäude in Wohngebieten und in Gebieten mit gemischter Nutzung sowie alle Gewerbebetriebe, Einzelhandel und Bürogebäude herangezogen.

Unter der Annahme, dass alle beheizten Gebäude Zugang zum Stromnetz haben, stehen Luft-Wasser-Wärmepumpen mit wenigen Ausnahmen überall als Wärmeerzeugungsoption bereit, die sich im Vergleich zu Wärmepumpen mit anderen Quellen leicht realisieren lassen. Aus Effizienzgründen wird empfohlen, Luft-Wärmepumpen nur in Gebäuden einzusetzen, die einen spezifischen Wärmebedarf von unter 150 kWh/m² haben. In Grafrath erfüllen ca. 1.220 Wohngebäude sowie ca. 20 Gebäude aus dem Bereich Gewerbe/Handel/Dienstleistungen die vorgenannten Kriterien. Der Wärmebedarf dieser Gebäude liegt bei ca. 25 GWh/a. Unter Ansatz eines COP-Wertes von 3,0 können also mithilfe von 8,3 GWh Strom jährlich unter Nutzung von ca. 16,7 GWh/a Energie aus der Umgebungsluft die erforderlichen 25 GWh/a Wärme auf einem auch im Gebäudebestand gut nutzbaren Temperaturniveau bereitgestellt werden. In Abb. 44 ist der Deckungsanteil der über Luftwärmepumpen bereitstellbaren Wärmemenge am Wärmeverbrauch je Cluster dargestellt.

Hinweis: Für Wärmepumpen, die als steuerbare Verbrauchseinrichtungen gemäß § 14a EnWG eingestuft werden, sind die Anforderungen des zuständigen Netzbetreibers hinsichtlich der netzorientierten Steuerbarkeit zu berücksichtigen.

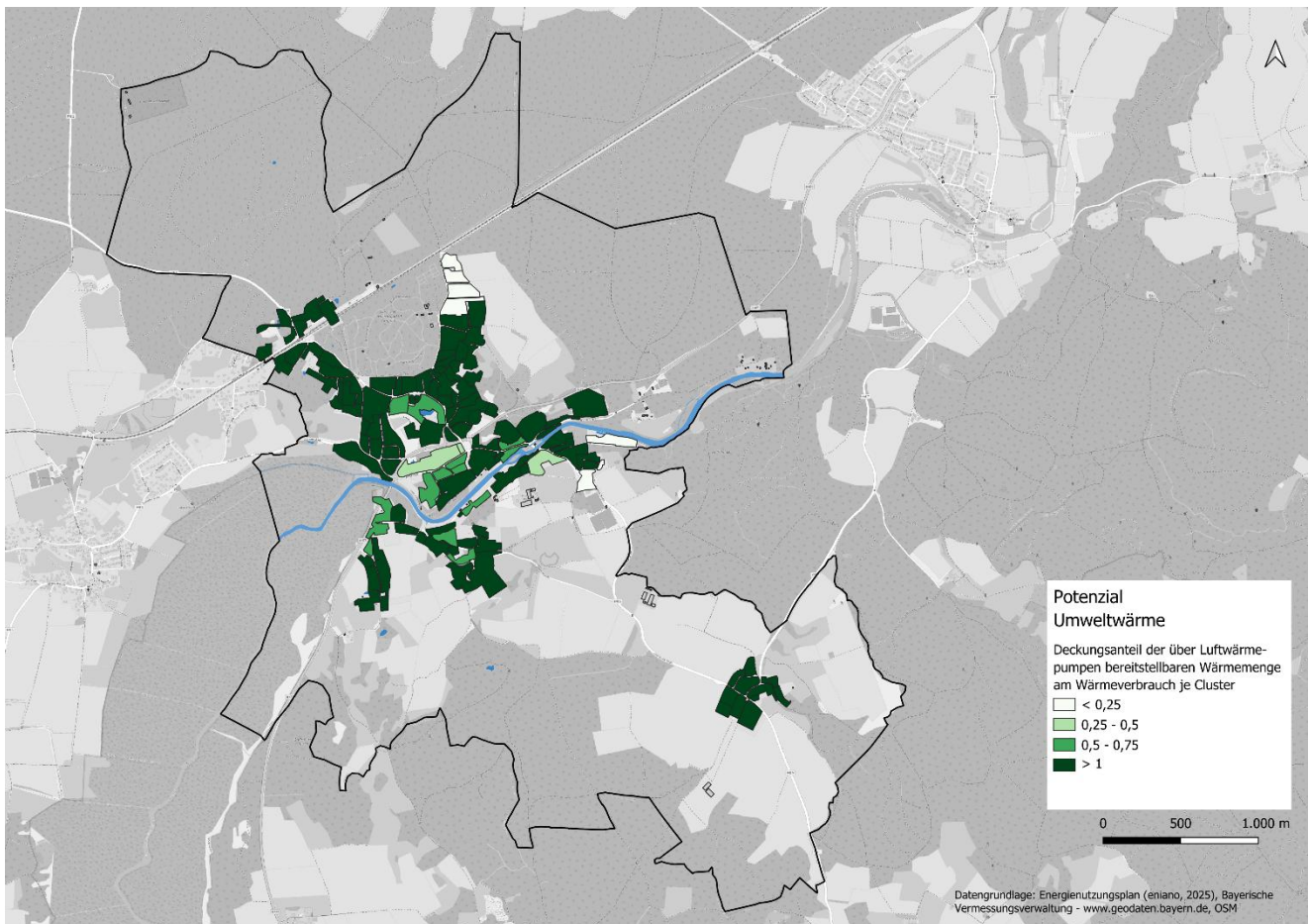


Abb. 44: Deckungsanteil der über Luftwärmepumpen bereitstellbaren Wärmemenge am Wärmeverbrauch je Cluster

5.4.9. Biomasse aus der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und biogenen Reststoffen

Biomasse aus forst- und landwirtschaftlichen Abfällen umfasst im Rahmen der Potenzialanalyse alle organischen Stoffe, die zur Erzeugung von Energie genutzt werden können. Dies schließt Rest- und Abfallstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft sowie Landschaftspflegereste ein, aber auch für die Energiegewinnung angebaute Pflanzen. Aufgrund der begrenzten Flächen und der anzunehmenden Nutzungskonkurrenzen sollten für die Erzeugung von Energie aus Biomasse primär Rest- und Abfallstoffe genutzt werden, die keiner höherwertigen stofflichen Nutzung zugeführt werden können. Beispiele hierfür sind Rest- und Abfallstoffe aus der Forstwirtschaft sowie dem Holzverarbeitenden Gewerbe und der Landwirtschaft.

Eine standortbezogene Abbildung und Erläuterung der Nutzung dieser Biomasse ist notwendig, um die nachhaltige Energieerzeugung zu gewährleisten.

Feste Biomasse

Die stoffliche Nutzung von Holz steht in Teilbereichen öffentlichkeitswirksam in Konkurrenz zur energetischen Nutzung, ist jedoch auch im Regelfall die prinzipielle Grundvoraussetzung für den Anfall thermisch nutzbarer Sortimente – Brennstoffsortimente sind vielfach Koppelprodukte der Holzernte für die stoffliche Nutzung. Konjunkturelle Schwankungen der Holzindustrie beeinflussen dabei das Marktgeschehen; insbesondere die jeweiligen Nachfragesituationen und Auslastungen bei Sägewerken, der Papierindustrie und der Holzwerkstoffindustrie prägen den Gesamtmarkt.



Grundsätzlich soll eine verstärkte stoffliche Holznutzung in Deutschland als CO₂-Bindungsmöglichkeit fungieren und wird darum politisch angeschoben.

Ziel bei Neuplanungen muss es daher sein, die Sortimentsanforderungen für die Anlage klar zu definieren und rechtzeitig mit forstlichen Partnern unterschiedlicher Besitzarten mögliche Schnittmengen nach den Bedürfnissen des Waldes und der Abnehmer zu finden. Win-Win-Situationen hinsichtlich gezielter Sortimentsdefinitionen für kontinuierliche Aufnahmekapazitäten zur effektiven Waldbewirtschaftung, aber auch zum klimabedingten Wald-Erhalt, werden zukünftig wichtiger denn je für langfristige Holzlieferbeziehungen sein.

Für die Potenzialermittlung einer Biomassenutzung im Gemeindegebiet Grafrath wurden die Sortimente naturbelassenes Material aus dem Forst, der Landschaftspflege und Reststoffe, wie Rinde aus der Industrie- und Stammholznutzung gewählt und das verfügbare Potenzial im Gemeindebereich untersucht. Nachfolgende Karte (vgl. Abb. 45) zeigt die Waldflächen im Gemeindegebiet:

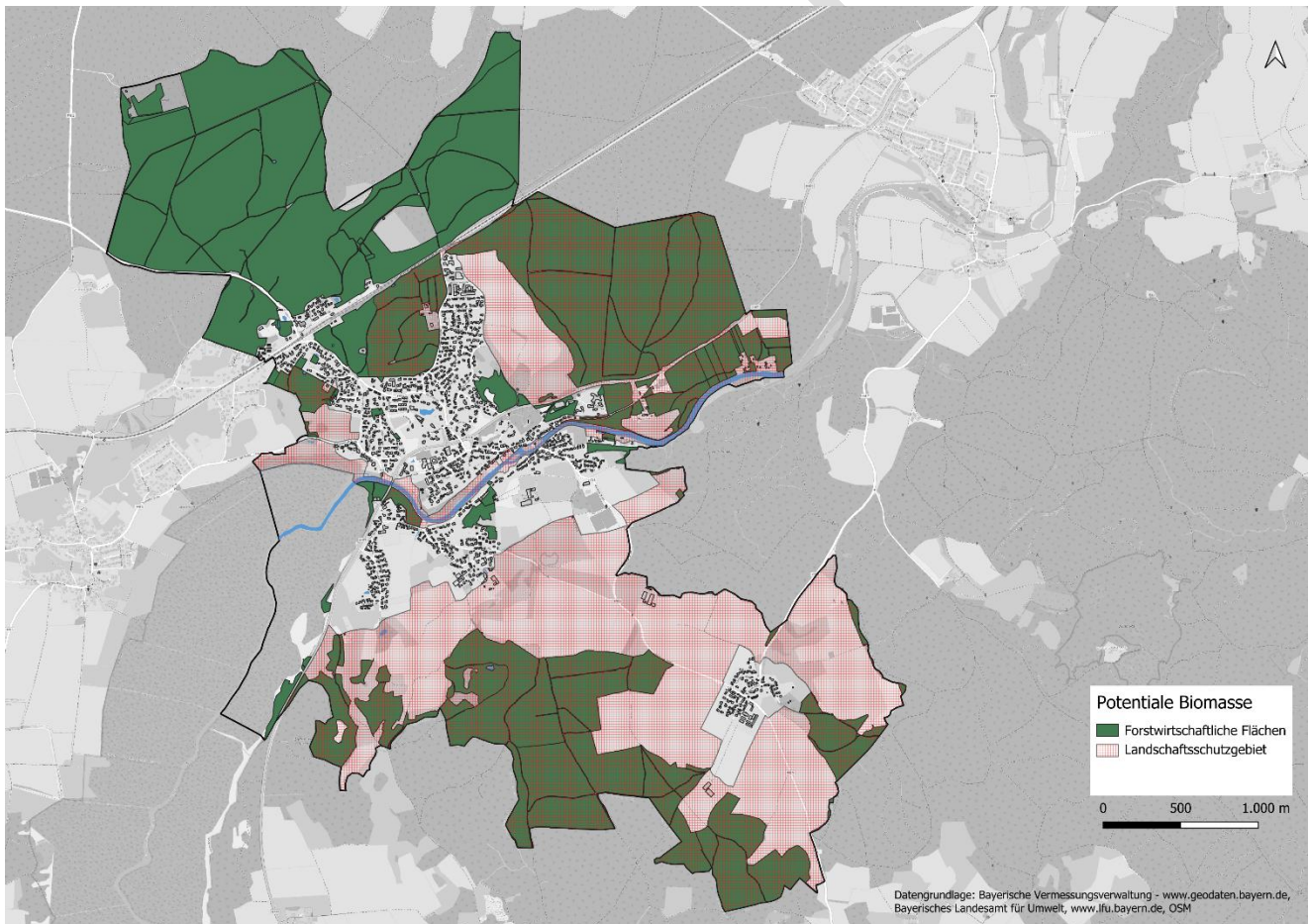


Abb. 45: Potenzial zur Nutzung von Biomasse aus der Forstwirtschaft

Waldrestholz inkl. Rinde

Als Waldrestholz werden die bei der Holzernte anfallenden Ernteverluste bezeichnet, die nach der Aushaltung der forstlichen Hauptsortimente Stamm- und Industrieholz (stoffliche Verwertung) als zusätzliches Sortiment zur Verfügung stehen. Dazu zählen als Baumbestandteile insbesondere Kronen, Äste sowie stofflich nicht-nutzbare Stammabschnitte (nicht verwertbares Derbholz).

Für die Potenzialermittlung werden der Holzzuwachs sowie die tatsächlich eingeschlagenen Holzmengen in dem betrachteten Gebiet ermittelt. Im nächsten Schritt werden die Holzeinschnittmengen den jeweiligen Anteilen an Nutzsortimenten (Energieholz, Stammholz, usw.) zugeordnet.



Der durchschnittliche Holzzuwachs im Gemeindegebiet Grafrath (ca. 1.443 ha, Waldfläche 686 ha) liegt bei ca. 7.100 Fm/a²¹, der durchschnittliche Holzeinschlag bei 5.840 Fm/a.²²

Landschaftspflegeholz

Landschaftspflegeholz, z.T. auch Flurholz genannt, fällt bei der Pflege von Bäumen und Sträuchern an, die nicht im Wald oder in Energieholzplantagen wachsen. Quellen für diese Sortimente sind z. B. die Straßen- und Landschaftspflege aus öffentlicher Hand. Aber auch die freie Wirtschaft und private Grundstücksbesitzer sind „Flurholzquellen“. Ein Großteil der Mengen fällt während der Vegetationsruhe unter Beachtung des Naturschutzes an.

Eine Potenzialabschätzung für Sortimente aus der Landschaftspflege erfolgt anhand von Studienergebnissen, die die jährlich nutzbaren Energiepotenziale untersucht haben.²³

Brennstoff-Senken

Dem ermittelten Potenzial werden die Brennstoff-Senken gegenübergestellt. Es werden die im Einzugsgebiet liegenden Verbraucher mit den relevanten Zielsortimenten identifiziert und deren Brennstoffbedarf abgeschätzt. Als mögliche „Brennstoffkonkurrenten“ treten Biomasseheizkraftwerke, Biomasseheizwerke sowie private Verbraucher (Scheitholzheizungen) auf.

Größter Verbraucher in Grafrath sind die privaten Nutzer (größtenteils Scheitholz) sowie das 2024 in Betrieb genommene Biomasseheizwerk in Mauern mit 400 kW_{th}. Biomasseheizkraftwerke sind im Gemeindegebiet nicht registriert.

Ergebnis Potenzialermittlung

Im Gemeindebereich Grafrath konnten folgendes Brennstoffaufkommen (Tabelle 2, linke Spalte) und Brennstoffsenken (Tabelle 2, rechte Spalte) ermittelt werden:

Energiebilanz			
Landschaftspflegeholz	0,7 GWh	NawaRo Heizwerke	0,5 GWh
Waldhackschnitzel (aus Energieholz)	1,4 GWh	NawaRo Heizkraftwerke*	1,8 GWh
Rinde	0,5 GWh	Private Nutzer	2,3 GWh
Scheitholz	2,8 GWh	Bilanzausgleich	0,8 GWh
	5,4 GWh		5,4 GWh

Tabelle 2: Energiebilanz feste Biomasse Grafrath

*Im Gemeindegebiet Grafrath sind keine Biomasseheizkraftwerke registriert. Hier wurde ein kleiner Bedarf für das naheliegende Heizkraftwerk in Taufkirchen hinzugerechnet, in dessen Einzugsradius sich Grafrath befindet.

Durch den überdurchschnittlichen Waldanteil im Gemeindegebiet (48 %, Bayerns Waldanteil = 37 %) ist der theoretisch ermittelte Verbrauch niedriger als das verfügbare Potenzial. Dadurch liegt das freie Potenzial bei gleichbleibendem Holzeinschlag bei 0,8 GWh/a. Weiteres Potenzial ergibt sich durch den im Gemeindegebiet bislang nicht ausgeschöpften Zuwachs. Bei Betrachtung der Zahlen Holzzuwachs (7.100 Fm/a) und tatsächlicher Holzeinschlag (5.840 Fm/a) wird deutlich, dass mehr zuwächst, als tatsächlich geerntet wird. Die Differenz (abzgl. des nicht erfassten Einschlages) beträgt etwa 1,9 GWh/a.

²¹ Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2022): Vierte Bundeswaldinventur „Der Wald in Deutschland“; [Bundeswaldinventur: Bundeswaldinventur](#)

²² Statistisches Bundesamt, Code: 41261 – Holzeinschlagsstatistik: <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/41261/details>

²³ Studie Energieholzmarktbericht Bayern (2022) <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick-erneuerbare-energien/marktbericht-energieholz-bayern/>



Mit Ausweitung des Einzugsradius auf ca. 25 km um Grafrath lassen sich keine zusätzlichen Potenziale erschließen, da sich in näherer Umgebung einige Konkurrenzanlagen, wie z.B. das Biomasseheizkraftwerk Taufkirchen, Augsburg und Kaufering befinden.

Inwieweit das theoretisch vorhandene Potenzial im Gemeindegebiet mobilisierbar ist, hängt zu großen Teilen von der Besitzerstruktur des Waldes ab. Erfahrungsgemäß lassen sich Potenziale in Gebieten mit einem hohen Privatwaldanteil nicht in gleichem Maße nutzen wie beispielsweise in Gebieten mit einem hohen Anteil an Staatswald. Dies ist unter anderem darin begründet, dass Privatwaldbesitzer mit kleinen Waldflächen entweder nur wenig an der Bewirtschaftung ihres Waldes interessiert sind oder den nutzbaren Zuwachs in hohem Maße selbst verwerten. Da sich im Landkreis Fürstentfeldbruck der Großteil des Waldes in Privatbesitz (ca. 59 %) befindet, kann zum tatsächlich verfügbaren Potenzial keine verlässliche Aussage getroffen werden. Es gibt jedoch Bestrebungen, das aktuell ungenutzte Potenzial verfügbar zu machen, z.B. durch vom Bund geförderte Projekte – angestoßen von den bayerischen Staatsforsten. Auch auf Gemeindeebene gibt es die Möglichkeit durch Anreizschaffung die aktive Waldbewirtschaftung in den Privatwäldern zu fördern und dadurch bisher ungenutzte Potenziale verfügbar zu machen.

Ein Biomasseheizwerk ist v.a. im kleinen Leistungsbereich sinnvoll. Größere Anlagen mit Zielsortimenten, wie Waldrestholz und Landschaftspflegematerial, sind aufgrund der regionalen Konkurrenz vermutlich nicht umsetzbar.

Biogas

Nach Angaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) waren zum Stichtag 31.12.2023 und mit Stand 04.03.2024 in Bayern 2.737 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Nennleistung von 1.473 Megawatt in Betrieb. In der überwiegenden Anzahl der Anlagen werden ausschließlich Wirtschaftsdünger (Gülle/Mist) und/oder nachwachsende Rohstoffe eingesetzt²⁴.

Biogas entsteht bei der Fermentation organischer Substanzen. Das Biogas hat einen Methananteil von rund 60 %; der Heizwert liegt bei ca. 5,8 kWh/Nm³²⁵. Für die Gewinnung von Biogas lässt sich eine Vielzahl an organischen Substraten verwenden. In ländlich geprägten Gebieten werden überwiegend tierische Exkremente, pflanzliche Reststoffe sowie gezielt angebaute Energiepflanzen zur Biogaserzeugung eingesetzt. Biogas kann zur Produktion von Strom und Wärme eingesetzt oder aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist werden. Die häufigste Nutzungsform ist die Verstromung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW), bei der gleichzeitig elektrischen und thermischen Energie erzeugt wird. Ein Teil der Wärme wird zur Beheizung des Fermenters benötigt. Die überschüssige Wärme kann beispielsweise zur Beheizung von umliegenden Gebäuden, zur Einspeisung in ein Fernwärmenetz, zur Nutzung in Trocknungsanlagen oder zur Kälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschinen genutzt werden.

Auf dem Gemeindegebiet der Kommune gibt es bislang keine Biogasanlage. Nachfolgend wird das Potenzial zur Erzeugung von Biogas in der Gemeinde Grafrath untersucht. Abb. 46 gibt einen Überblick, wo für eine Biogasnutzung aus der Landwirtschaft Flächen zur Verfügung stehen. Die Konzentration liegt im südlichen Bereich der Gemeinde.

²⁴ Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Biogashandbuch Bayern, Kap. 1.1 – 1.8, Stand April 2021

²⁵ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Faustzahlen Biogas (2013), <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>

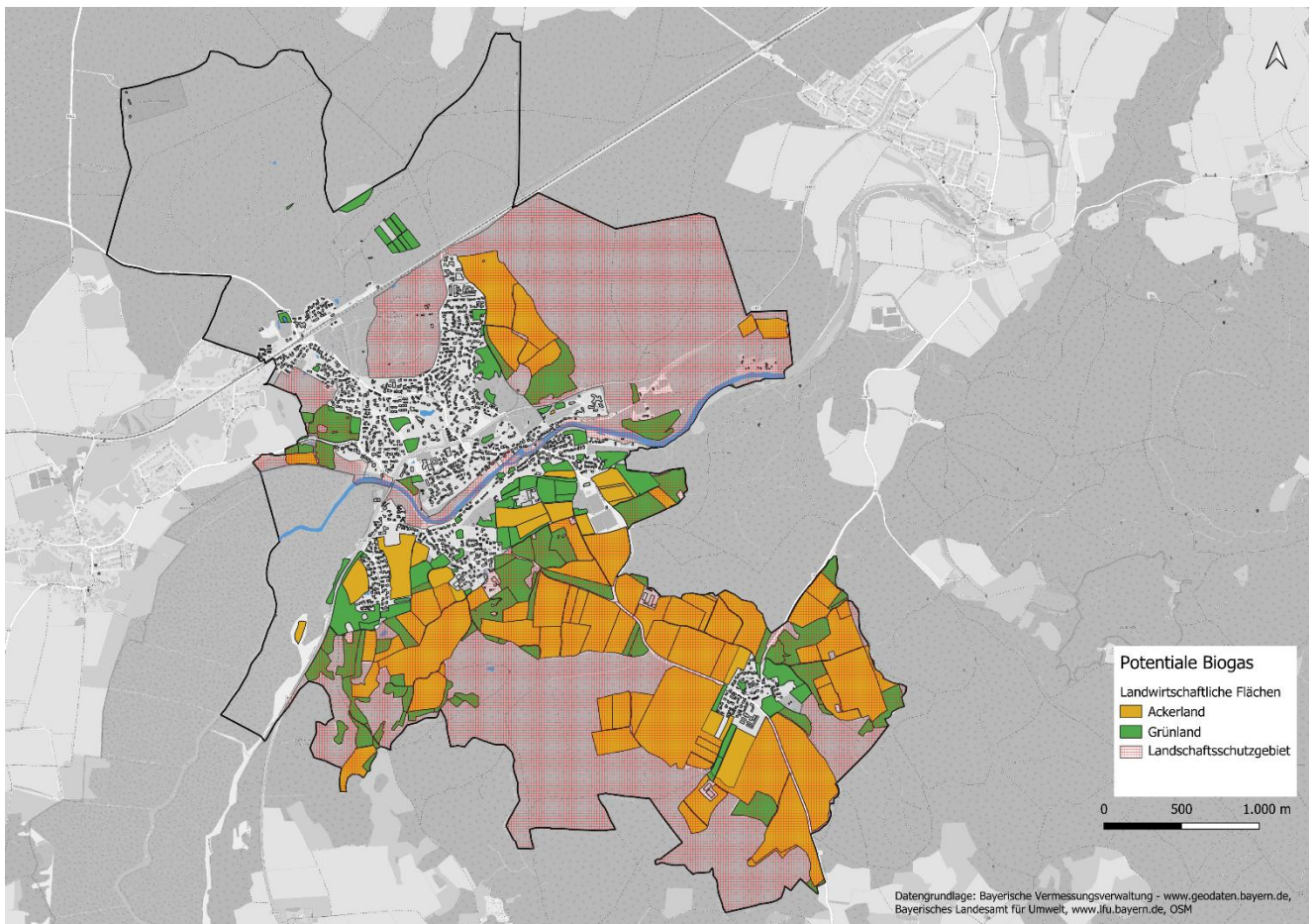


Abb. 46: Darstellung der landwirtschaftlichen Flächen in Grafrath

Im Gemeindegebiet befinden sich laut Bayerischem Landesamt für Statistik ca. 284 ha Ackerland und ca. 107 ha Grünland. In Summe entsprechen Acker- und Grünland etwa 27 % der gesamten Gemeindefläche. Für die Ermittlung des Biogaspotenzials wird davon ausgegangen, dass nur ein Teil der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung steht. Es werden die Flächen für Grünland, sowie Anbauflächen für Getreide und Silomais bei der Berechnung herangezogen. Bei Getreide und Silomais wird von einem Anteil von 13 %, bei Grünland von 5 % nutzbarem Anteil für Biogas ausgegangen.

Der Viehbestand in der Gemeinde Grafrath umfasst etwa 700 Rinder. Schweine, Schafe und Pferde sind laut *Statistik kommunal* nicht oder nur in sehr geringer Anzahl vorhanden (Stand 2020)²⁶. Für die Ermittlung des Biogaspotenzials wurde angesetzt, dass 60 % der anfallenden Mengen für die Biogasproduktion zur Verfügung stehen.

²⁶ Bayerisches Landesamt für Statistik (LfStat): Statistik kommunal 2022, Gemeinde Grafrath (09 179 125)



mögliche Substrate	vorhandene Menge	nutzbare Biomasse
Rinder	704 GV	7.400 t/a
-----	-----	-----
Pferde	9 GV	40 t/a
-----	-----	-----
Getreide	141 ha	729 t/a
Silomais	59 ha	390 t/a
-----	-----	-----
-----	-----	-----
Dauergrünland	107 ha	150 t/a
		8.708 t/a

Tabelle 3: Potenzialermittlung nutzbare Biomasse zur Biogas-Erzeugung

Anlagenpotenziale

potenzielle Energiemenge	3.600 MWh
potenzielle Anlagenleistung*	
elektrisch	170 kW el.
thermisch	210 kW th.
potenzieller Anlagenoutput*	
Strom	1.360 MWh el.
Wärme	1.680 MWh th.

* Werte für die Vorabschätzung stark gerundet:
 elektrischer Wirkungsgrad 38 %,
 thermischer Wirkungsgrad 47 %
 Vollbenutzungsstunden 8.000 h/a

Tabelle 4: Potenzialermittlung Biogas

Die Potenzialermittlung kommt zu dem Ergebnis, dass etwa 3.600 MWh Energie aus Biogas mit den vorhandenen landwirtschaftlichen Flächen und dem Tierbestand erzeugt werden kann (vgl. Tabelle 4). Unter den oben getroffenen Annahmen könnte damit ein BHKW mit 170 kW_{el} und 210 kW_{th} betrieben werden. Daraus können 1.360 MWh_{el} und 1.680 MWh_{th} erzeugt werden. Nach Abzug des Eigenbedarfs für die Fermenterbeheizung stünden noch 1.180 MWh_{th} für die Einspeisung in ein Wärmenetz zur Verfügung.

5.4.10. Klärgas

Klärgas, auch Faulgas genannt, ist ein Nebenprodukt der Abwasserreinigung in Kläranlagen. Es entsteht durch den anaeroben Abbau von organischem Material im Klärschlamm; hierbei werden Gase freigesetzt. Methan (CH₄) ist der Hauptbestandteil des Klärgases. Neben Methan werden noch Kohlendioxid (CO₂), Wasserstoff (H₂) und Schwefelwasserstoff (H₂S) freigesetzt.

Das Klärgas kann in Blockheizkraftwerken (BHKW) eingesetzt werden, um Strom und Wärme zu erzeugen. Die Gemeinde Grafrath hat ein mit Klärgas betriebenes BHKW bereits in Planung. Die erzeugte Wärme wird zur Beheizung des Faulturms benötigt.



5.4.11. Deponiegas

Ein Vorkommen an Deponiegas ist nicht feststellbar. Es findet keine Analyse statt.

5.4.12. Grubenwasser

Ein Vorkommen von Grubenwasser ist nicht feststellbar. Es findet keine Analyse statt.

5.4.13. Thermische Abfallbehandlung

Die Abfälle aus dem Landkreis Fürstentfeldbruck werden im Abfallheizkraftwerk in Geiselbullach verwertet. Es findet daher keine weitere Analyse und Ausweisung von Potenzialen statt.

5.4.14. Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben

Die Nutzung von unvermeidbarer Abwärme aus Industrieprozessen und Abwassersystemen, einschließlich Kanälen und Kläranlagen, stellt ein mögliches Potenzial dar, um die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern und zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen beizutragen. Abwärme gilt als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und mit vertretbarem Aufwand nicht verringert werden kann. Zudem gehört Wärme aus thermischer Abfallbehandlung dazu, die unter Einhaltung gesetzlicher Vorgaben gewonnen wird. Gleichgestellt sind dabei auch Anlagen zur thermischen Behandlung von Klärschlamm.

Die Abwärmenutzung zielt darauf ab, die vorhandene Abwärme über die Grenzen des Unternehmens hinaus für die Wärmeversorgung zu nutzen. Bei der Wärmeplanung wird je nach Temperaturniveau, Wärmemenge und Wärmeträgermedium untersucht, wie die Abwärme für externe Zwecke in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz genutzt werden kann.

Die Abfrage bei den Gewerbebetrieben in Grafrath ergab eine Abwärmequelle: die Kälteanlage eines Supermarkts hat eine Abwärmeleistung von 95 kW. Daraus resultiert eine jährlich verfügbare Abwärmemenge von rund 205 MWh. Die jährlich nutzbare Abwärmemenge beträgt knapp 180 MWh. Weder dem Bayerischen Landesamt für Umwelt noch der bundesweiten Plattform²⁷ für Abwärme sind weitere Abwärmequellen in Grafrath bekannt.

Es ist geplant, an der nördlichen Gemeindegrenze von Grafrath einen Energiepark mit Elektrolyseur zu errichten. Der Elektrolyseur wird voraussichtlich eine Wasserstoff-Erzeugungsleistung von ca. 6 MW aufweisen und könnte pro Jahr rund 27 GWh grünen Wasserstoff (siehe auch Kapitel 5.4.1) und ca. 7 GWh Abwärme auf einem Temperaturniveau von ca. 60 °C erzeugen. Aufgrund der großen Entfernung zu potenziellen Wärmeabnehmern in Grafrath muss jedoch die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit der Abwärmenutzung noch detailliert untersucht werden.

5.4.15. Abwasser

Die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist in den Siedlungsgebieten flächendeckend ausgebaut. Das Abwasser weist dabei ein Temperaturniveau auf, das grundsätzlich für eine energetische Nutzung durch Wärmepumpen gut geeignet ist (in der Regel über 10 °C).

²⁷ [BfEE - Plattform für Abwärme](#)



Die energetische Nutzung des Abwassers aus Gebäuden kann auf drei verschiedene Arten erfolgen:

- durch die Verwendung des nicht gereinigten Abwassers im Abwasserkanal vor der Kläranlage,
- durch direkte Nutzung in der Kläranlage sowie
- durch Nutzung des gereinigten Abwassers nach der Kläranlage.

Die biochemischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage erfordern gewisse Temperaturbereiche, die durch die Abwasserwärmenutzung nicht unterschritten werden dürfen. Dies schränkt den Wärmeentzug in der Kanalisation und in der Kläranlage ein. Die Kläranlage in Grafrath wurde im Zeitraum von 2005 bis 2008 erweitert und ist auf eine Kapazität von 13.000 EWG ausgelegt. Die Klärung des Schmutzwassers erfolgt durch eine mechanische, biologische und chemische Reinigungsstufe. Das gereinigte Abwasser wird schließlich in die Amper geleitet. An die Kläranlage sind neben Grafrath die Gemeinden Kottgeisering und Türkenfeld angeschlossen. Derzeit befindet sich ein Faulturm mit BHKW zur Nutzung des Klärgases in Planung. Der anaerobe Prozess im Faulturm benötigt ein gewisses Temperaturniveau, so dass eine Wärmenutzung im Sammelkanal direkt vor der Kläranlage nicht weiter betrachtet wird.

Bei einer Nutzung nach der Kläranlage entfällt diese Limitierung. Aus technischer Sicht ist die Nutzung in oder nach der Kläranlage auch deshalb leichter zu realisieren, weil Wärmetauscher an diesen Stellen im Gegensatz zum Einsatz in der Kanalisation keine regelmäßige Reinigung erfordern. Die nutzbare Wärme liegt hier räumlich sehr konzentriert vor, allerdings in der Regel in größerer Entfernung zu potenziellen Wärmeabnehmern, was zu höheren Anbindungskosten führt.

Nachfolgend wird eine Nutzung der Abwärme auf der geklärten Abwasserseite untersucht, die aufgrund der örtlichen Nähe zum Neubaugebiet Amperterrasse von Bedeutung sein könnte: Bei der vom Zweckverband Obere Amper angegebenen Jahresschmutzwassermenge (600.000 m³/a) sind pro Kelvin Temperaturspreizung etwa 100 kW Wärmeleistung möglich. Dies entspricht ca. 400 MWh/a bei einer Annahme von 3.000 Vollbenutzungsstunden und einer Jahresarbeitszahl von 4. Je höher die Temperaturspreizung, desto höher die mögliche Wärmeenergieerzeugung. Bei 3 Kelvin Spreizung läge das Wärmeenergieerzeugungspotenzial bei 1.200 MWh pro Jahr.

Eine Nutzung der Abwärme dezentral am Abwassersammler soll nachfolgend geprüft werden, da hier i.d.R. höhere Temperaturen möglich sind und die Entfernung zum Wärmeabnehmer geringer ist. Die Wärmeentnahme am Abwassersammler hat keine negativen Auswirkungen auf die biologischen Prozesse der Kläranlage und die Faulgasnutzung, da sich das Abwasser auf dem Weg zur Kläranlage durch Zuflüsse wieder regeneriert.

Die Nutzung der Energie des Abwassers für einzelne Gebäude ist primär auf große Wärmeabnehmer zu fokussieren wie z.B. größere Mehrfamilienhäuser, Schulen, Schwimmbäder oder Bürogebäude, da die Wirtschaftlichkeit der Einbindung in der Regel erst ab größeren Abnahmemengen gegeben ist. Der Energienutzungsplan für den Landkreis Fürstfeldbruck²⁸ listet in diesem Zusammenhang für Grafrath insgesamt acht kommunale Liegenschaften mit einer Distanz zum Kanalnetz (größerer Abwassersammler) von unter 80 Metern auf (siehe Tabelle 5 und Abb. 47). Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurde zur weiteren Potenzialprüfung der Wärmebedarf dieser kommunalen Gebäude zugeordnet und daraus die prinzipielle technische Eignung abgeleitet.

²⁸ Landratsamt Fürstfeldbruck (Mai 2025): Energienutzungsplan Landkreis Fürstfeldbruck, Bearbeitung ENIANO GmbH; [ENP_Endbericht_Grafrath.pdf](#)



Liegenschaft	Distanz zum Kanalnetz (lt. ENP) in Metern	Relevanter Wärmebedarf (≥ 100 MWh/a)	Empfehlung zur weiteren Untersuchung
Wasserwacht	15	-	-
Rathausturm	21	-	-
Bauhof	24	-	-
Nikolauskapelle	28	-	-
Verwaltungsgemeinschaft Grafrath	32	✓	räumliche Nähe der drei Liegenschaften vorteilhaft für gemeinsames Heizsystem
Schule + Schwimmbad	41	✓	
Freiwillige Feuerwehr	69	-	
Wasserhaus	78	-	-

Tabelle 5: öffentliche Liegenschaften und prinzipielle Eignung zur Nutzung von Abwasserwärme

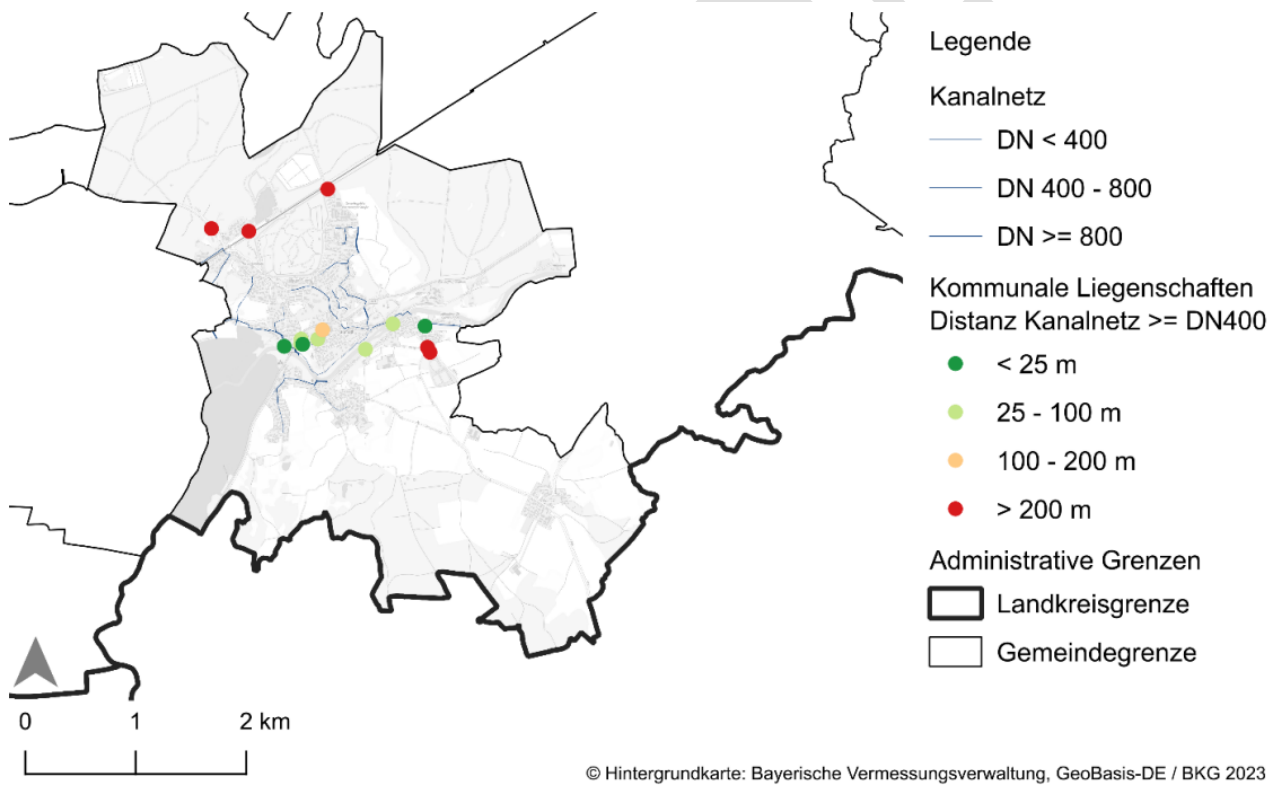


Abb. 47: Kommunale Liegenschaften in räumlicher Nähe zum Kanalnetz; Quelle: ENP Endbericht Grafrath, S. 39

Nach Rücksprache mit dem Abwasserentsorger der Gemeinde Grafrath ist eine Abkühlung des Abwassers im Kanalnetz nicht zulässig. Die im Abwasser enthaltene Wärme wird für die Aufrechterhaltung ausreichender Prozesstemperaturen im Klärwerk benötigt und trägt zu einer effizienten Abwasserreinigung bei. Vor diesem Hintergrund wird das Potenzial einer Abwasserwärmenutzung nicht weiterverfolgt.



5.5. Zusammenfassung

Die Potenzialanalyse ist ein zentraler Bestandteil der Wärmeplanung und zielt darauf ab, Möglichkeiten zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu identifizieren. Die Potenzialanalyse unterscheidet zwischen theoretischem, technischem und wirtschaftlichem Potenzial. Das theoretische Potenzial beschreibt das physikalisch nutzbare Energieangebot, während das technische Potenzial die Nutzung unter Berücksichtigung technischer Beschränkungen darstellt. Das wirtschaftliche Potenzial wird im Rahmen der Szenarienbildung genauer betrachtet.

Die nachfolgende **Tabelle 6** fasst die Ergebnisse der durchgeführten Potenzialanalyse im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Grafrath zusammen.

Tabelle 6: Potenziale für Wärmebedarfsreduktion, erneuerbare Wärme, Wasserstoff und Abwärmequellen

Potenziale	Technisches (noch verfügbares) Potenzial in GWh		Anmerkung
	Entzugsmenge	Stromeinsatz	
Wärmebedarfsreduktion			
Raumwärme	≈ 3,7		Annahme 2% jährlich Sanierung überwiegend in EFH, die vor 1978 errichtet wurden
Erneuerbare Wärmequellen			
Wasserstoff	≈ 27		Vor Ort produzierter Wasserstoff aus EE-Anlagen
Oberflächennahe Geothermie	≈ 6,6	≈ 2,6	≈ 5,9 GWh/a dezentral + 700 MWh/a zentral (ggf. Nutzungskonkurrenz vorhanden); JAZ: 3,6
Grundwasserwärmepumpe	≈ 14,4	≈ 4,1	≈ 14,4 GWh/a dezentral; JAZ: 4,55
Tiefe Geothermie	≈ 170		≈ 19 MW _{th} in 2.500 m Tiefe
Umgebungsluft	≈ 16,7	≈ 8,3	Entspricht dem Verbrauch der in Frage kommenden Gebäude; JAZ: 3,0
Solarthermie	≈ 114 (saisonal)		dezentral ≈ 4 GWh, zentral (Freiflächen) ≈ 110 GWh
Saisonalspeicher	-		kein Potenzial ausweisbar
Oberflächengewässer	≈ 33,0	≈ 16,5	≈ 33 GWh/a Wärme aus Amper (Leistung saisonal stark schwankend!); JAZ: 3,0
Biomasse & -abfälle	≈ 2		≈ 1,2 GWh/a Biogas + 0,8 GWh/a Biomasse (theoretisch ermitteltes, ungenutztes Potenzial)
Klärgas	-	-	mit Klärgas betriebenes BHKW bereits in Planung
Deponiegas	-	-	Keine relevanten Vorkommen
Grubengas	-	-	Keine Gruben bekannt/geplant
Abfallbehandlung	-	-	Keine thermische Abfallbehandlung bekannt/geplant
Abwärmequellen			
Unvermeidbare betriebliche Abwärme	< 1	-	≈ 180 MWh/a Abwärme bei Kälteanlage eines Supermarkts
Abwärme aus Wasserstoffherzeugung	≈ 7	-	7 GWh/a Abwärme aus dem Energiepark Grafrath
Abwasser	≈ 1	< 1	≈ 1.200 MWh Abwärme-Nutzung Kläranlage
Summe	≈ 420 GWh		ggü. Endenergiebedarf Wärme von 35,6 GWh/a

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse bilden die Grundlage für die Entwicklung verschiedener Szenarien und die Auswahl des maßgeblichen Zielszenarios, das den Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 aufzeigt. Die Analyse identifiziert auch erste Anhaltspunkte, welche Wärmequellen in der zukünftigen Planung untersucht werden sollten, um eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.



6. Zielszenario

6.1. Hintergrund und Vorgehen

Das Zielszenario der Wärmeplanung vereint die Erkenntnisse der Bestands- und Potenzialanalyse zu einem Gesamtkonzept für die zukünftige Wärmeversorgung. Als inhaltlicher Kern der KWP zeigt es den Entwicklungspfad zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 auf und umfasst die Gebietseinteilungen sowie Auswahl verschiedener Wärmeversorgungsarten.

Gemäß § 17 WPG wurden im vorliegenden Wärmeplan verschiedene Szenarien untersucht. Für diese gelten grundsätzliche, einheitliche Annahmen: Das Ziel der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 sowie ein prognostizierter zukünftiger Wärmebedarf über alle Szenarien hinweg. Zwar spielt die Senkung des Wärmebedarfs durch Maßnahmen zur Energieeinsparung eine bedeutende Rolle, doch bleibt die Wahl der Technologie zur Wärmeerzeugung – insbesondere die Entscheidung zwischen zentralen und dezentralen Versorgungslösungen – unabhängig davon ein zentrales Thema.

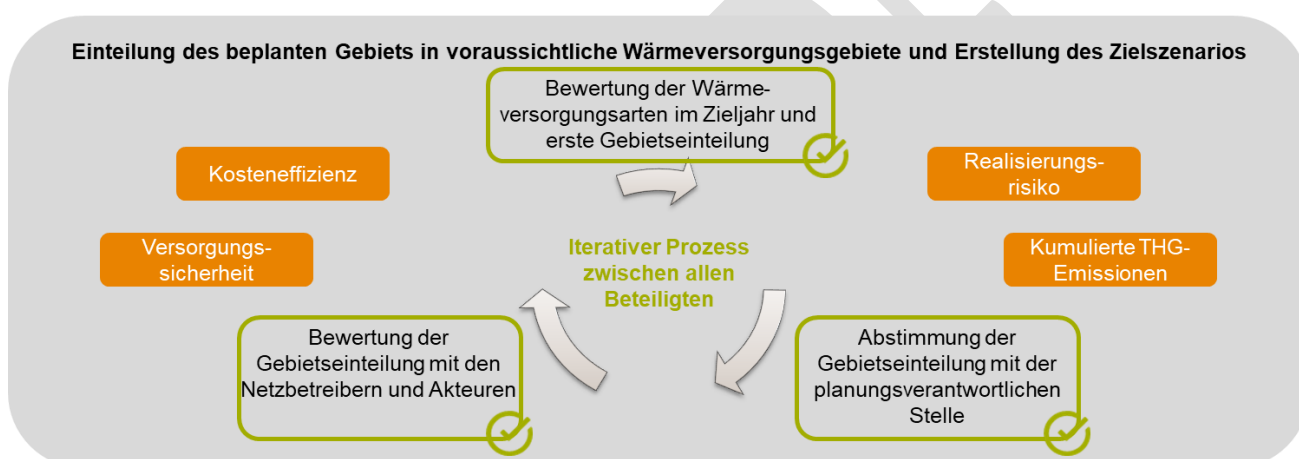


Abbildung 48: Iterativer Prozess zur Einteilung des Plangebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Aus diesen Szenarien wurde das maßgebliche Zielszenario ausgewählt. Die Auswahlkriterien umfassen **niedrige Wärmegestehungskosten, geringes Realisierungsrisiko, hohe Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen**. Diese Kriterien werden im Wärmeplan, wo immer möglich, dargestellt. Die Ausarbeitung der Szenarien wurde in enger Abstimmung mit den nach WPG vorgesehenen Akteuren (Gemeinde und Netzbetreibern) diskutiert und bewertet. Die möglichen Gebietseinteilungen und die Bestimmung der Versorgungsarten wurden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Risikoeinschätzung gegenübergestellt.

Jedes Szenario basiert auf dem Ist-Zustand, der aus der Bestandsanalyse hervorgeht. Die Erkenntnisse aus der Potenzialanalyse werden hinzugefügt, um einen Raum von Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Wärmeversorgung ausgehend vom Ist-Zustand weiterentwickelt werden kann. Zur Auswahl der Szenarien aus diesem Lösungsraum wurden verschiedene Parameter ausgewählt.

Methodik zur Szenarienerstellung

Schritt 1: Zielbild 2045

Zunächst wurde der zukünftige Wärmebedarf für das Jahr 2045 ermittelt. Auf dieser Basis erfolgte die Einteilung potenzieller Wärmenetz- und Wasserstoffversorgungsgebiete. Diese dienen als Grundlage für die gebäudescharfe Analyse möglicher Versorgungsoptionen – sowohl zentraler als auch dezentraler Technologien. Wirtschaftlichkeit und Risiken wurden bereits in dieser Phase berücksichtigt.



Schritt 2: Entwicklungspfad

Anschließend wurde die Transformation bis 2045 auf einzelne Stützjahre heruntergebrochen. Daraus wurden konkrete Vorschläge für den schrittweisen Ausbau von Wärme- und Wasserstoffnetzen abgeleitet, um eine strukturierte Planung der Versorgung sicherzustellen.

Schritt 3: Szenarienbewertung

Die entwickelten Szenarien wurden systematisch ausgewertet. Für einige Teilgebiete konnte keine eindeutige Versorgungsoption identifiziert werden. Ergänzend wurde die Eignung der Gebiete gemäß § 19 WPG in vier Stufen bewertet:

- Sehr wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich geeignet
- Wahrscheinlich ungeeignet
- Sehr wahrscheinlich ungeeignet

Diese Methodik gewährleistet eine nachvollziehbare und resiliente Szenarienentwicklung unter Berücksichtigung aller relevanten Daten und Einflussfaktoren – mit dem Ziel einer nachhaltigen Wärmeversorgung. Nach der Bewertung der Teilgebiete wurde eine übergeordnete Strategie zur Umsetzung der empfohlenen Wärmeversorgungsarten entwickelt. Diese umfasst konkrete Maßnahmen wie:

- den Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten mit hoher Wärmedichte
- die Einrichtung von Wasserstoffnetzen in Bereichen mit besonders hohen Erdgasanschlussquoten
- sowie die Förderung dezentraler Lösungen wie Wärmepumpen in ländlich strukturierten Regionen

Ein zentraler Bestandteil der Strategie ist ein Maßnahmenkatalog, der potenzielle Handlungsschritte im Plangebiet inklusive Zeitrahmen und Zuständigkeiten definiert.

Die Strategie wird regelmäßig überprüft und bei Bedarf angepasst. Eine erste Aktualisierung ist spätestens für das Jahr 2031 vorgesehen – fünf Jahre nach Abschluss des Erstgutachtens. Dabei werden technologische Entwicklungen, politische Rahmenbedingungen und wirtschaftliche Trends berücksichtigt, um die Planung aktuell zu halten und die Gemeinde Grafrath auf dem Weg zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung nachhaltig zu unterstützen.

6.2. Reduzierung des Wärmebedarfs durch Gebäudesanierung

Im Rahmen der Analyse wurden gebäudescharfe Sanierungspotenziale ermittelt, aus denen der zukünftige Wärmebedarf je Teilgebiet für definierte Zieljahre abgeleitet wurde. Die Betrachtung konzentriert sich im ausgewählten Szenario ausschließlich auf Wohngebäude. Dabei wurde angenommen, dass die Sanierungsrate von 0,8 % im Jahr 2022 linear bis auf 1,5 % im Jahr 2045 ansteigt. Zudem wurde eine realistischere, geringere Sanierungstiefe hinterlegt, um den tatsächlichen Bedingungen besser Rechnung zu tragen.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt jährlich nach dem Prinzip, dass jene mit dem höchsten Sanierungspotenzial zuerst berücksichtigt werden. Dieses Szenario ermöglicht eine jährliche Energieeinsparung von bis zu 3 GWh. Der Verlauf des Wärmebedarfs bis zum Zieljahr kann aus nachfolgender Abbildung 43 entnommen werden.

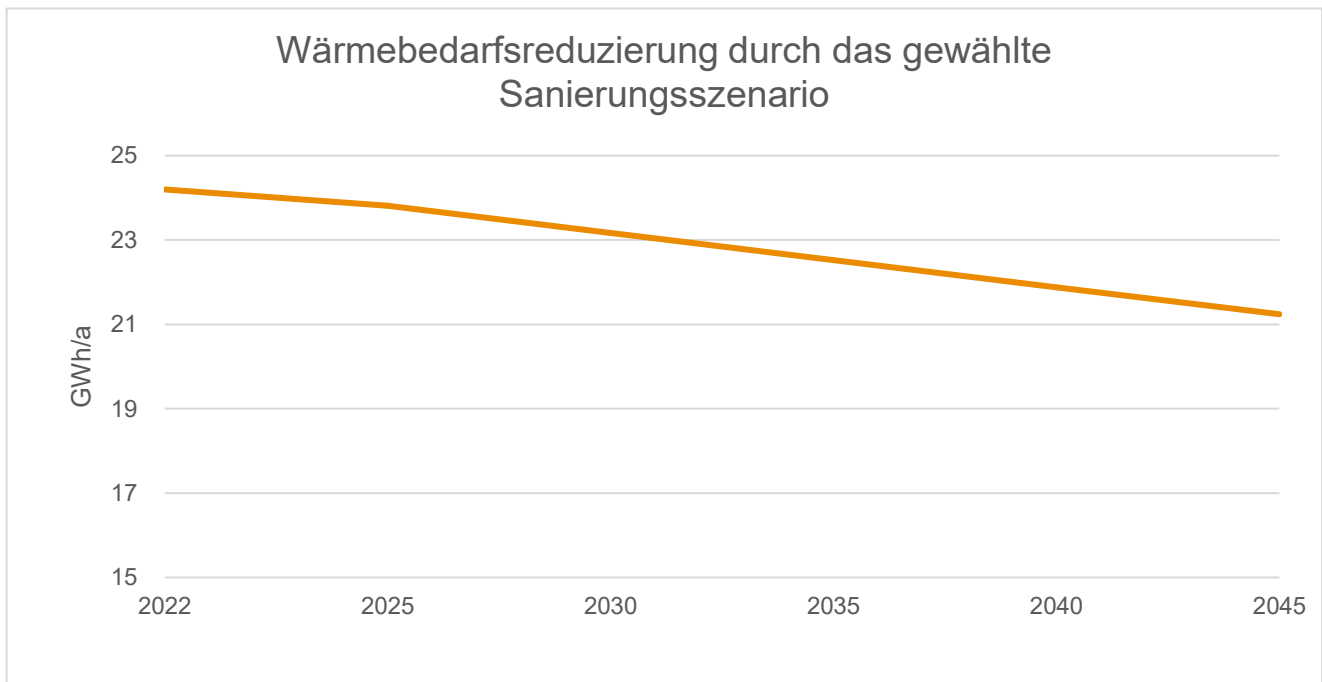


Abbildung 49: Entwicklung des Wärmebedarfs im Sanierungsszenario

6.3. Einteilung des Gemeindegebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Ein zentrales Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung besteht in der Festlegung von Gebieten innerhalb der Gemeinde, die voraussichtlich durch bestimmte Wärmeversorgungsarten erschlossen werden. Zu diesem Zweck wurde das Gemeindegebiet zunächst in einzelne Bereiche gegliedert. Diese wurden anschließend eingehend untersucht, um eine fundierte Einschätzung der jeweils geeigneten Wärmeversorgung zu ermöglichen. Darüber hinaus wird in diesem Kapitel das angestrebte Zielbild der zukünftigen Wärmeversorgung dargestellt.

6.3.1. Identifizierung wesentlicher Wärmeversorgungsarten

In Übereinstimmung mit dem Bundesleitfaden für die kommunale Wärmeplanung wurde das Plangebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete unterteilt, um die Energieinfrastruktur zu optimieren und die Klimaschutzziele zu erreichen.

Eine umfassende Potenzialanalyse hat mögliche Optionen für die Wärmeerzeugung ermittelt. Diese Analyse berücksichtigt die spezifischen lokalen Gegebenheiten und bewertet die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technologien hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit, wobei sich das Kapitel zur Potenzialanalyse auf das technische Potenzial beschränkt. Die ermittelten wirtschaftlichen Aspekte fließen in die Bewertung im Rahmen des Zielszenarios ein. Die Bestimmung der Wärmeerzeugungsoptionen ist von entscheidender Bedeutung, um die energetischen und klimapolitischen Zielsetzungen der Gemeinde nachhaltig zu erfüllen und die Wärmeversorgung zukunftssicher zu gestalten.

Wie in der Einleitung dieses Kapitels ausgeführt, werden für den Vergleich der zentralen und dezentralen Erzeugungstechnologien vorläufige Wärme- und Wasserstoffnetzgebiete erstellt. Mittels dieser vorläufigen Netzgebiete werden zentrale und dezentrale Versorgungsoptionen anhand von Kriterien der Wirtschaftlichkeit und des Risikos verglichen. Dieser Vergleich und die Auswahl der optimalen Versorgungsoption auf Gebäudeebene erlaubte eine Schärfung der Netzgebiete.



6.3.2. Einteilung voraussichtlicher Versorgungsgebiete

Das betrachtete Gebiet wurde anhand seiner charakteristischen Merkmale in verschiedene Zonen gegliedert. Insgesamt konnten 14 Teilgebiete identifiziert werden. Jedes der 14 Teilgebiete wurde individuell bewertet. Auf Grundlage der Voranalysen wurde eine Bewertungsmatrix entwickelt, um das optimale Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung zu bestimmen.

Diese Matrix berücksichtigt zentrale Kriterien wie Realisierungs- und Versorgungsrisiken sowie die kumulierten Treibhausgasemissionen. Zusätzlich flossen Aspekte wie die Altersstruktur der bestehenden Wärmeerzeuger, die Ausbaupotenziale für Wärmenetze und die Möglichkeiten zur Umstellung bestehender Gasnetze in die Bewertung ein. Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt (siehe Anhang), der die finale Gebietseinteilung dokumentiert.

Die Bewertung der Teilgebiete für das Zieljahr 2045 erfolgt qualitativ bzw. semiquantitativ anhand eines festgelegten Kriterien- und Indikatorensets (s. Abbildung 50). Dabei wird zwischen Wärmenetzgebieten, Wasserstoffnetzgebieten und Gebieten mit dezentraler Versorgung unterschieden. In Fällen, in denen keine eindeutige Zuordnung möglich ist, wird das Teilgebiet als Prüfgebiet ausgewiesen:

Qualitative Bewertung der voraussichtlichen Wärmegehungskosten		Teilgebiet:	Teilgebiet 1
Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Wärmelinienichte	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss	Kein wesentlicher Einfluss
Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz/H2-Netz	Mittlere Eignung	Mittlere Eignung	Kein wesentlicher Einfluss
Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	Geringer Anschlussgrad erwartet	Hoher Anschlussgrad erwartet	Kein wesentlicher Einfluss
Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	Kein Netz vorhanden	Wärme- bzw. Gasnetz vorhanden	Kein wesentlicher Einfluss
Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Bau Wärmenetz	Normale Verlegekosten zu erwarten	Kein wesentlicher Einfluss	Kein wesentlicher Einfluss
Preisentwicklung Energieträger	Mittlerer Preisfad erwartet	Mittlerer Preisfad erwartet	Mittlerer Preisfad erwartet
Potenziale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeinspeisung	Hohe Potenziale	Kein wesentlicher Einfluss	Kein wesentlicher Einfluss
Anschaffungs-/Investitionskosten Anlagentechnik	Mittel	Gering	Mittel
Gesamtbewertung der voraussichtlichen Wärmegehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet

Qualitative Bewertung des Realisierungsrisikos und der Versorgungssicherheit		Teilgebiet:	Teilgebiet 1
Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	Mittel	Mittel	Gering
Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C und/oder stofflicher H2-Bedarf	Kein wesentlicher Einfluss	Kein wesentlicher Einfluss	Kein wesentlicher Einfluss
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Hoch	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Mittel	Mittel	Mittel
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet

Qualitative Bewertung der Treibhausgasemissionen		Teilgebiet:	Teilgebiet 1
Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Auswahlmöglichkeiten Treibhausgasemissionen	Mittel	Gering	Gering
Mögliche Gesamtbewertung Treibhausgasemissionen	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet



Gesamtbewertung	Teilgebiet:	Teilgebiet 1
-----------------	-------------	--------------

Gesamtbewertung	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausemissionen	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet
Mögliche Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

Abbildung 50: Beispielhafte Bewertung der Eignungsstufen für ein Teilgebiet anhand des Kriterien- und Indikatorensets

Aufgrund erheblicher Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Kosten wurde ein indikatives Vergleichsszenario der verschiedenen Versorgungsarten erstellt. Analog zur Risikobewertung erfolgte eine indikative Einordnung der potenziellen Kosten. Die Gebietseinteilung basiert somit auf einer parametergestützten Bewertung, die gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Wärmeplanung diskutiert wurde.

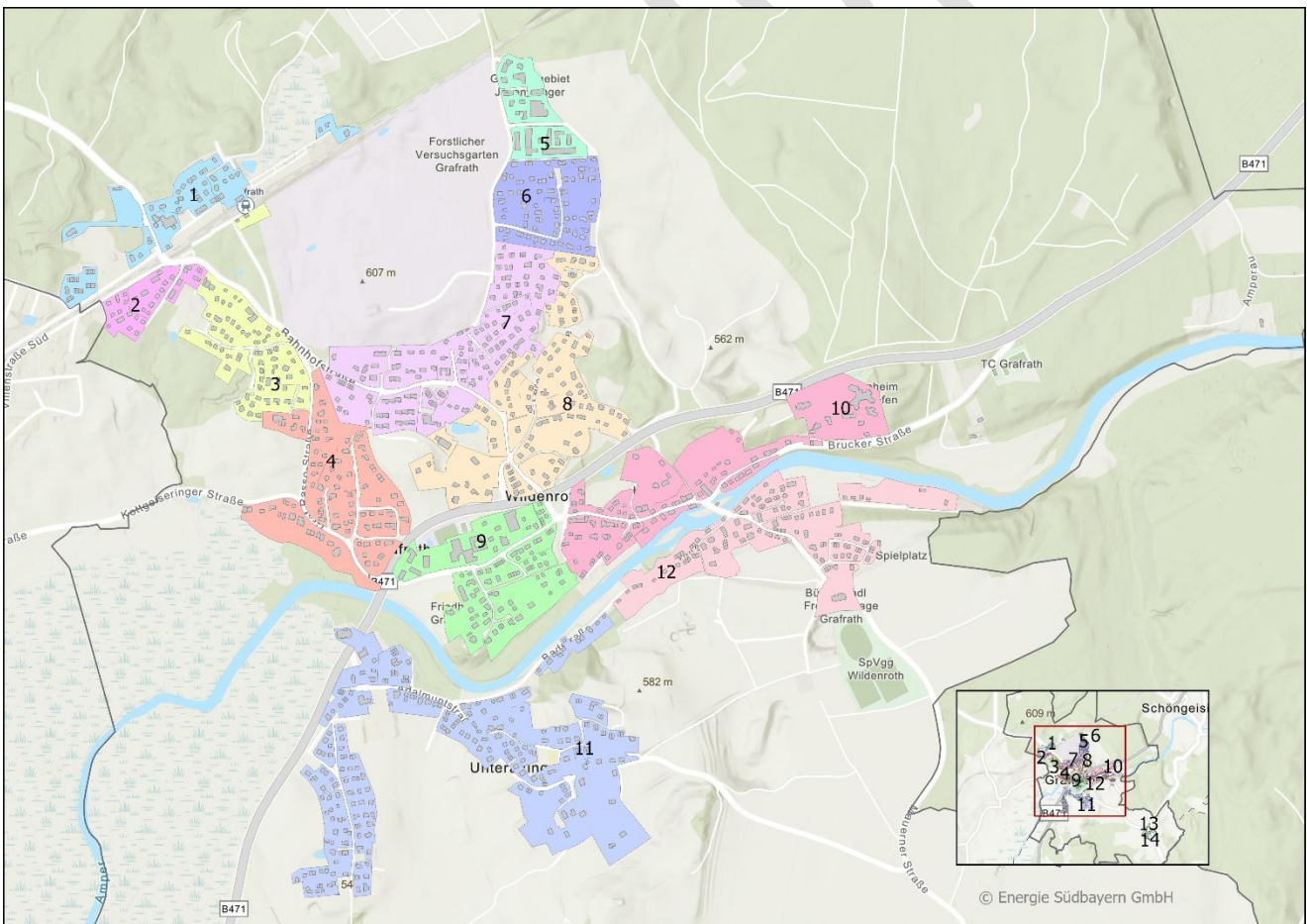


Abbildung 51: Gesamte Gebietseinteilung des Plangebiets



6.3.3. Wasserstoffnetzgebiete

Für die Identifikation potenzieller Wasserstoffnetzgebiete wurden zentrale Komponenten für den Aufbau einer Wasserstoffnetzinfrastruktur zusammen betrachtet: die Erdgasnetzinfrastruktur inklusive der Anschlusspunkte in den jeweiligen Gebieten, der Wärmebedarf der Verbraucher sowie die Verfügbarkeit von Wasserstoff. Dabei standen vor allem die Wirtschaftlichkeit und die Versorgungssicherheit im Fokus der Betrachtung.

Ausgangspunkt der Bewertung war die zu erwartende Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Hier wurde zwischen der lokalen Verfügbarkeit durch die Errichtung des Elektrolyseurs und einer möglichen Versorgung über das deutschlandweite Wasserstoffkernnetz unterschieden. Im Gemeindegebiet konnte ein potenziell geeignetes Wasserstoffnetzgebiet identifiziert werden, in dem das Erdgasnetz transformiert und über den regional erzeugten, grünen Wasserstoff versorgt werden kann.

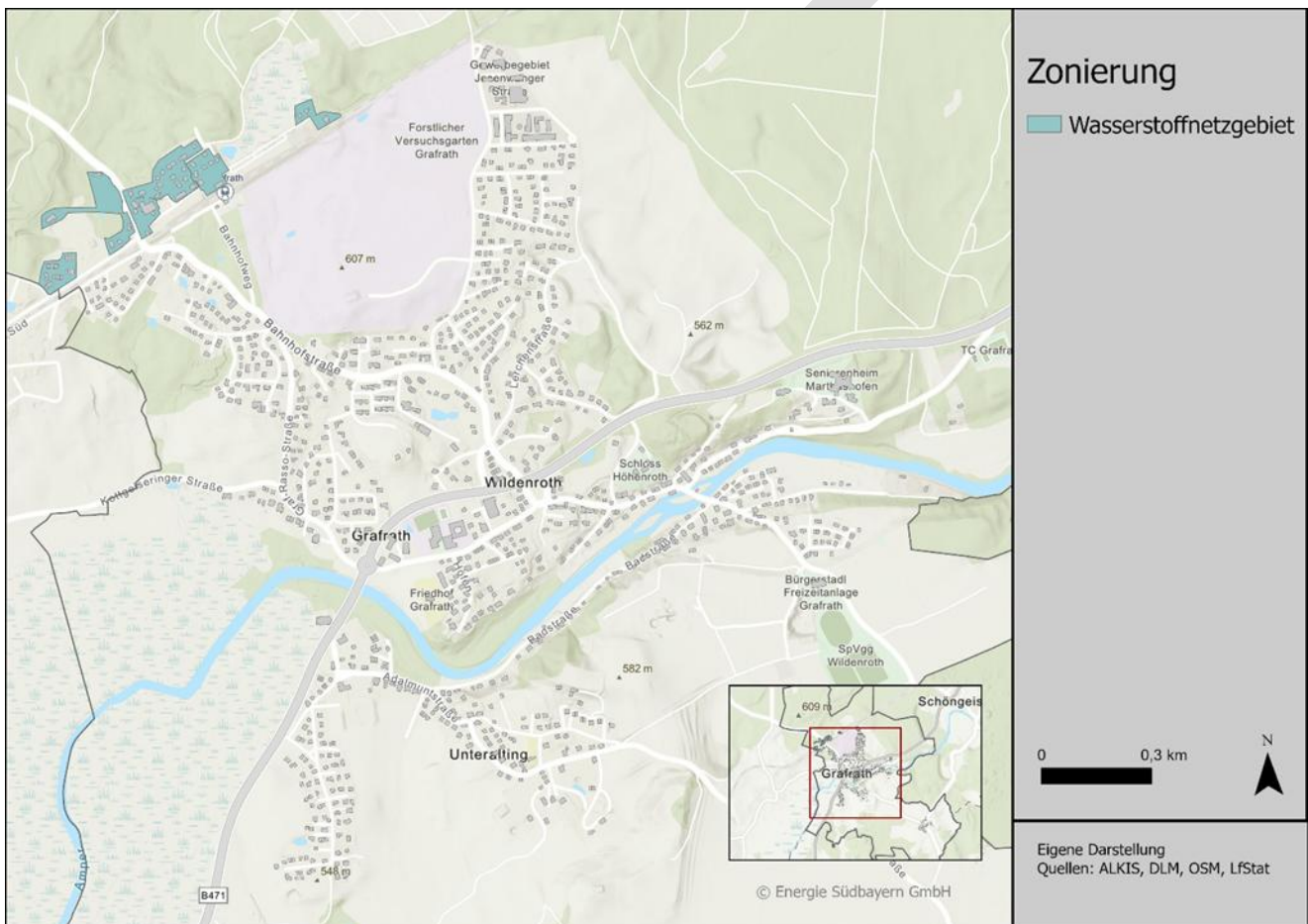


Abbildung 52: Wasserstoffnetzgebiet in Grafrath

6.3.4. Wärmenetzgebiete

Für die Identifikation potenzieller Wärmenetzgebiete wurden drei zentrale Komponenten zusammen betrachtet: der Wärmebedarf der Verbraucher, verfügbare Wärmequellen und die notwendige Infrastruktur zur Wärmeverteilung. Dabei standen insbesondere die Wirtschaftlichkeit und die Versorgungsrisiken im Fokus der Bewertung.

Ausgangspunkt war die Analyse der Wärmedichte, die den berechneten Wärmebedarf in Relation zur Fläche eines Baublocks setzt. Die Bedarfsreduktion durch Sanierungsmaßnahmen wurden dabei bereits berücksichtigt. Eine hohe Wärmedichte ist ein Indiz für eine wirtschaftlichere Erschließung, da auf engem Raum größere Wärmemengen mit geringem Leitungsaufwand verteilt werden können.



Für jedes Teilgebiet wurde der potenzielle Wärmebedarf auf Basis eines geschätzten Anschlussgrads ermittelt. Zur Deckung dieses Bedarfs wurden zentrale Wärmequellen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Risiken bewertet. Zusätzlich wurden Wärmeverluste berücksichtigt – sowohl in den Verteilnetzen als auch bei der Übergabe zwischen Quelle, Netz und Verbraucher. Die hierfür notwendigen Annahmen stammen aus dem Technikkatalog und wurden in das Modell der Wärmeplanung integriert.

Im Gemeindegebiet konnte ein potenziell geeignetes Wärmenetzausbauggebiet identifiziert werden. Inwieweit die Anschlussquote erhöht und ob das bestehende Wärmenetz erweitert werden kann, müssen ergänzende Analysen zeigen. Zudem ist die Erzeugungskapazität und die Möglichkeit diese bei Bedarf zu erhöhen zu prüfen. Auch eine effizientere Nutzung der bestehenden Infrastruktur soll geprüft werden.

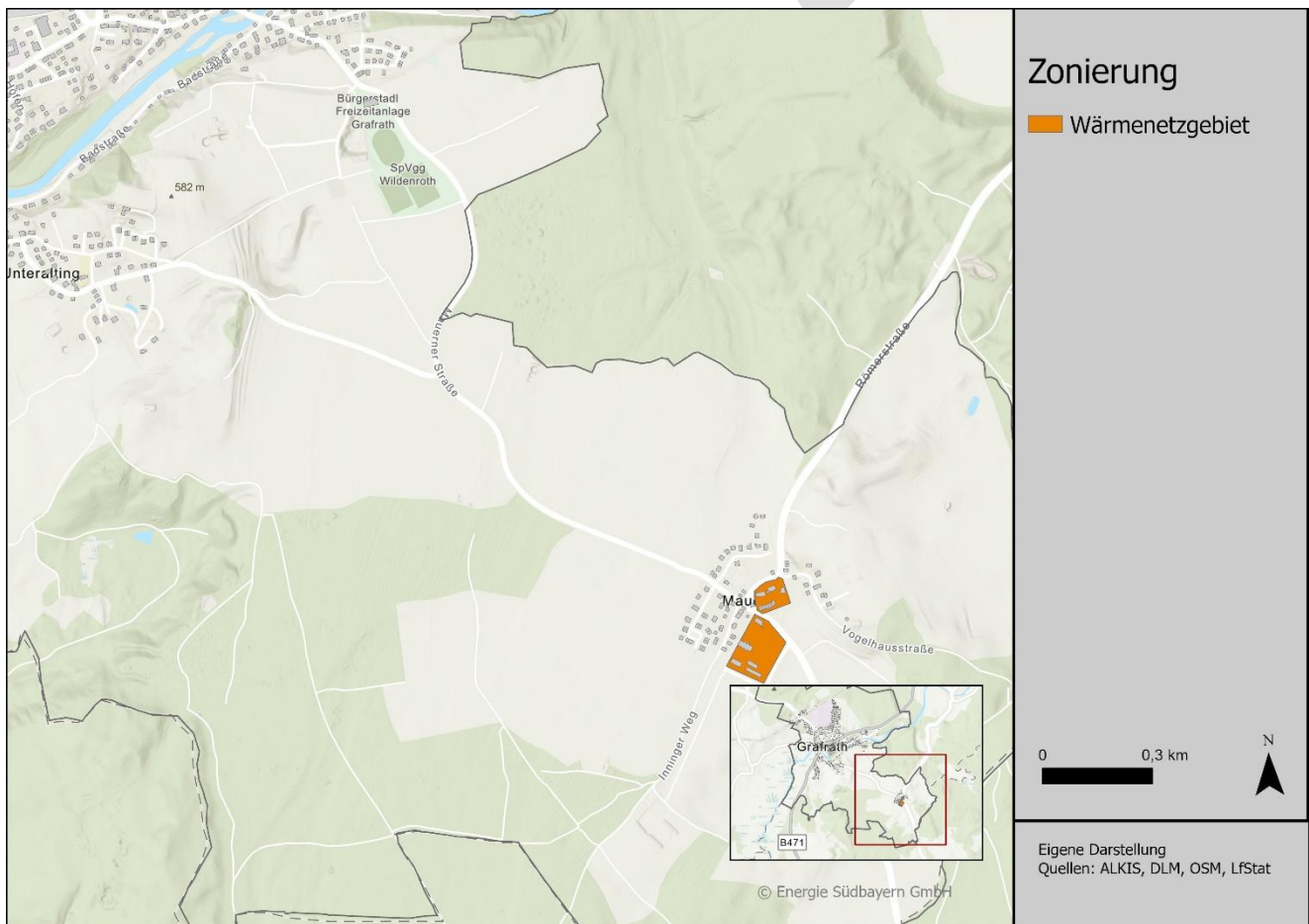


Abbildung 53: Wärmenetzgebiet in Grafrath

6.3.5. Gebiete mit dezentraler Versorgung

Im Rahmen der Untersuchung wurden Bereiche identifiziert, in denen voraussichtlich nur dezentrale Energieversorgungslösungen in Frage kommen. Diese Gebiete zeichnen sich durch einen niedrigen spez. Wärmebedarf aus und werden vor allem durch Ein- und Zweifamilienhäuser geprägt. Zudem existiert in diesen Gebieten nur teilweise ein Gasnetz. Die Anschlussdichten fallen tendenziell eher gering aus. Die Regeln zum Heizungsaustausch für die dezentrale Versorgung wird dabei durch das Gebäudeenergie Gesetz (GEG) geregelt.



Dies ermöglicht eine dezentrale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energiequellen wie Biogas²⁹, Biomasse (Holz, Pellets, Hackschnitzel), Hybridlösungen, Solarthermie, Stromdirektheizungen, Wärmepumpen sowie Wasserstoffheizungen.

Darüber hinaus sind die Möglichkeiten, diese Gebiete an das bestehendes Wärmenetz anzuschließen, eingeschränkt. Aufgrund dieser infrastrukturellen Gegebenheiten wurden diese Gebiete der Kategorie der dezentralen Versorgung zugeordnet.

Insgesamt umfassen diese Bereiche 772 Gebäude, auf die etwa 51 % des gesamten Wärmebedarfs entfallen. Diese Einteilung ermöglicht eine gezielte Planung der zukünftigen Energiebereitstellung in Abhängigkeit von den spezifischen Voraussetzungen der jeweiligen Verbraucher in diesen Gebieten.

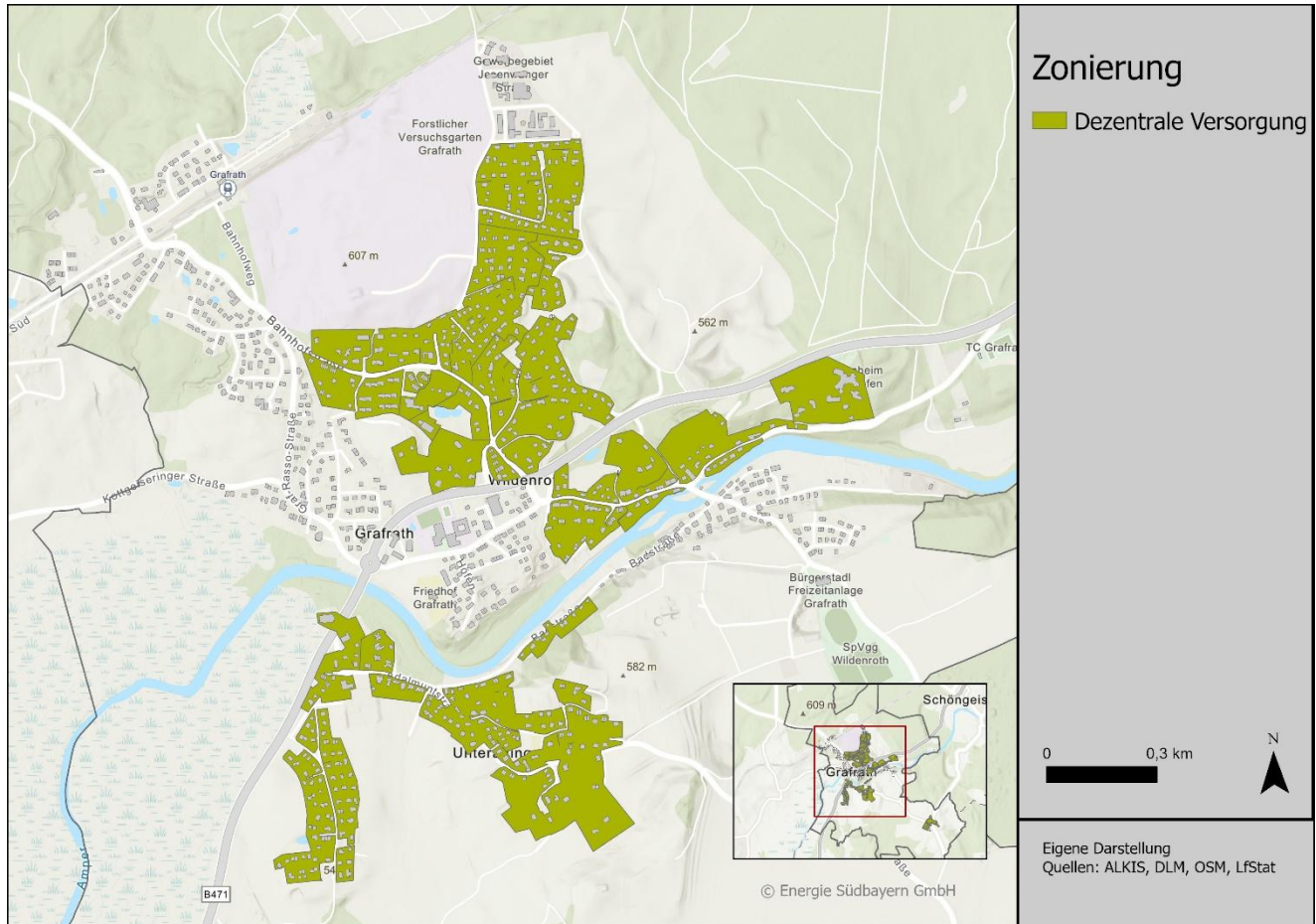


Abbildung 54: Gebiete mit dezentraler Versorgung im Zieljahr 2045

6.3.6. Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung

In den dicht bebauten Gemeindegebieten bieten sich verschiedene Möglichkeiten für eine nachhaltige und effiziente Energieversorgung an. Diese Gebiete profitieren von einer teilweise hohen Wärmedichte, was sie besonders interessant für unterschiedliche Versorgungsmethoden macht.

Eine mögliche Option ist die Nutzung des bestehenden Gasnetzes durch Beimischung biogener Anteile oder perspektivisch durch eine vollständige Umstellung auf grünen Wasserstoff (H₂), insbesondere in den Teilgebieten 2, 3, 4, 5 und 9.

Die potenzielle Errichtung eines Wärmenetzes in den betrachteten Teilgebieten wurde eingehend geprüft und in enger Abstimmung mit Vertretern der Gemeinde ausführlich erörtert. Das Teilgebiet 12

²⁹ Eine Versorgung mit Biogas ist u.a. auch über das weiterhin bestehende Gasnetz möglich.



erfüllt einige Kriterien, die für den Aufbau eines Wärmenetzes relevant sind. Aufgrund begrenzter Erzeugungskapazitäten und einer nicht ausreichend hohen Wärmeliniedichte wurde die Realisierbarkeit als eher gering eingeschätzt.

Die dritte Möglichkeit ist eine dezentrale Versorgung. Die Reduzierung von Übertragungsverlusten durch die Nähe von Erzeugung und Verbrauch ist hier ein Vorteil. Jedoch könnte die Kapazität des lokalen Stromnetzes durch den erhöhten Strombedarf durch den Einsatz vieler Wärmepumpen an ihre Grenzen stoßen, was Investitionen in die Netzstärkung erfordert. Auch die Betriebskosten und der Bedarf an technischen Anpassungen bestehender Heizsysteme sind zu beachten.

Der Maßnahmenkatalog sieht weitere Prüfungen der genannten Versorgungsmethoden vor, um die wirtschaftlichste und effizienteste Lösung zu identifizieren. Dabei ist es entscheidend, die spezifischen Gegebenheiten und Anforderungen der einzelnen Gebiete zu berücksichtigen. Die erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung in den Gebieten wird davon abhängen, wie gut Umweltaspekte, technologische Fortschritte und wirtschaftliche Überlegungen integriert werden können.

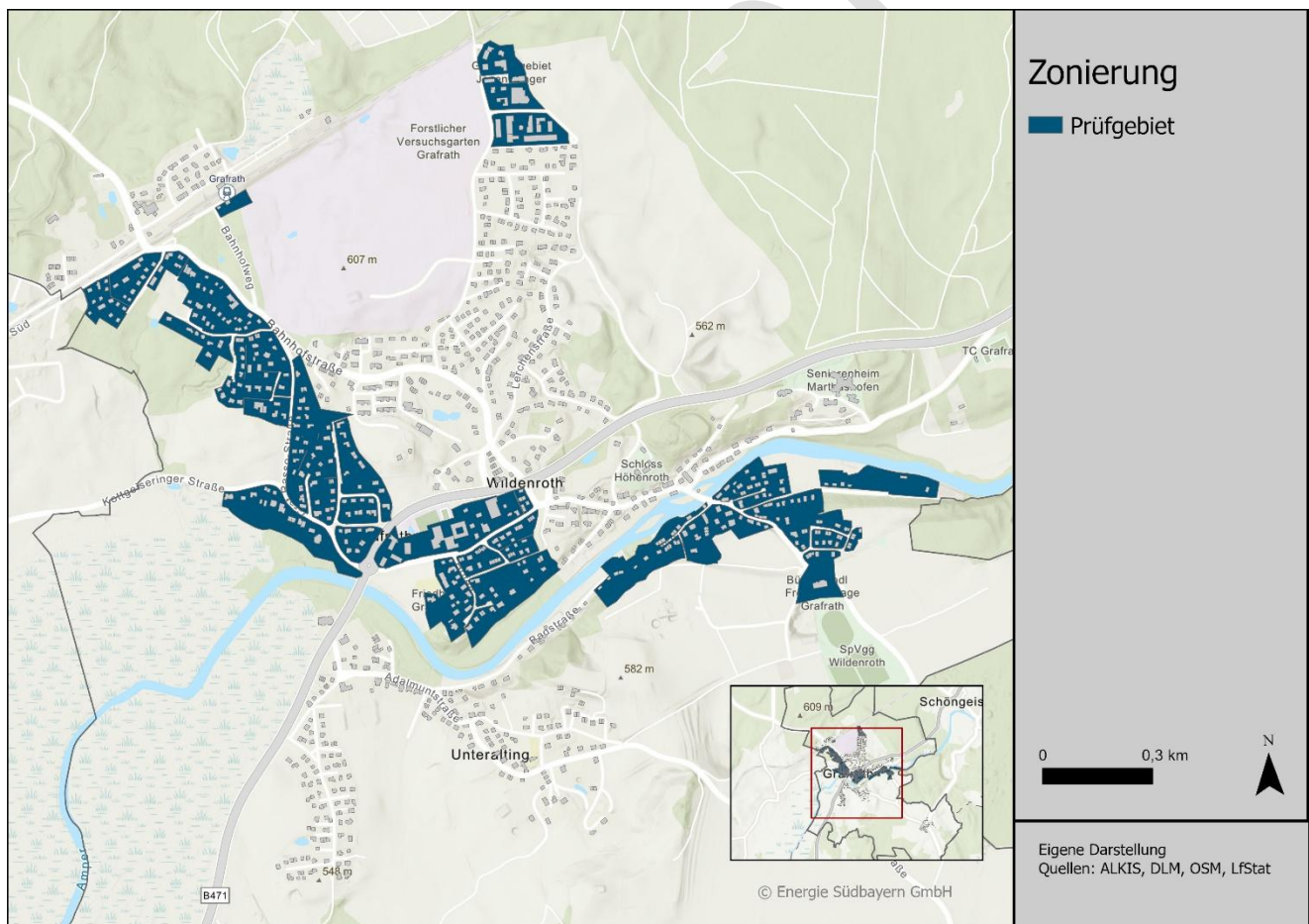


Abbildung 55: Gebiete ohne eindeutiges Ergebnis nach finaler Risikoabwägung

6.3.7. Zusammenfassung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden potenzielle Wärmenetzgebiete identifiziert. Dabei wurden drei zentralen Faktoren betrachtet: Wärmebedarf, verfügbare Wärmequellen und Infrastruktur. In dicht bebauten Gebieten mit hoher Wärmedichte bestehen gute Voraussetzungen für zentrale Versorgungslösungen, etwa durch bestehende Gasnetze mit Wasserstoffbeimischung oder



neue Wärmenetze: Letztere sind jedoch aufgrund begrenzter Erzeugungskapazitäten und geringer Wärmelinienichte nur eingeschränkt realisierbar.

In weniger dicht besiedelten Gebieten mit geringem spezifischem Wärmebedarf und eingeschränkter Infrastruktur wurde eine dezentrale Versorgung als geeignete Lösung eingestuft. Hier kommen erneuerbare Energieträger wie Biomasse, Solarthermie oder Wärmepumpen zum Einsatz.

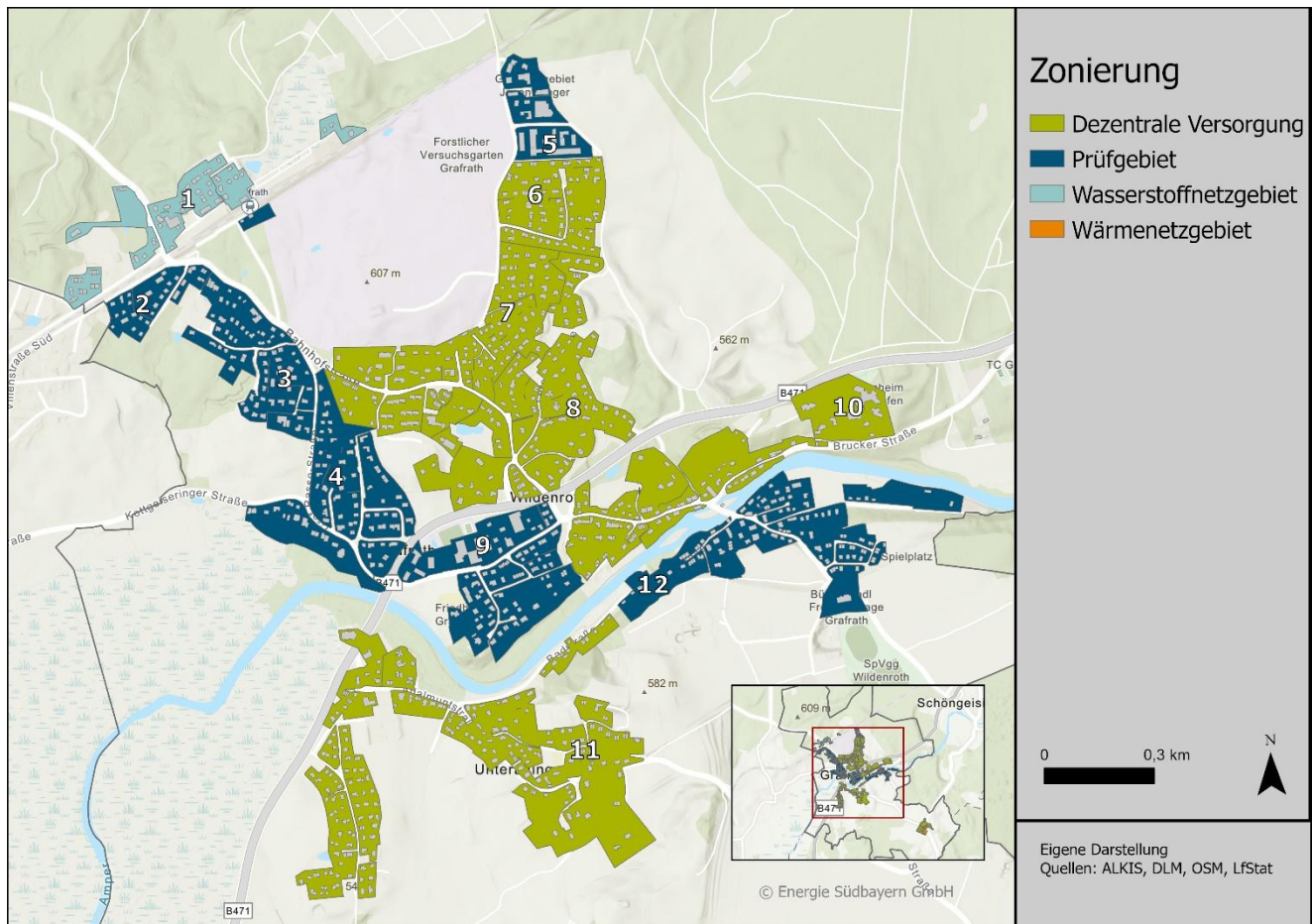


Abbildung 56: Finale Gebietseinteilung der Gemeinde Grafrath

Die Untersuchung zeigt, dass eine differenzierte Planung notwendig ist, um den spezifischen Anforderungen der einzelnen Teilgebiete gerecht zu werden. Der Maßnahmenkatalog sieht weitere Prüfungen vor, um die effizienteste und wirtschaftlichste Lösung unter Berücksichtigung technologischer, ökologischer und infrastruktureller Aspekte zu identifizieren.

Die kommunale Wärmeplanung stellt eine strategische und unverbindliche Perspektive für die zukünftige Wärmeversorgung im Gemeindegebiet dar. Die Ausweisung als dezentrales Versorgungsgebiet, Wärmeversorgungsgebiet, Prüfgebiet oder Wasserstoffgebiet entfaltet ohne entsprechende kommunale Satzung oder förmliche Festsetzung **keine** rechtlich bindende Wirkung.

Sofern kein Anschluss- und Benutzungszwang besteht, bleibt die Wahl der individuellen Wärmeversorgung den jeweiligen Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümern überlassen.

Es wird ausdrücklich empfohlen, im Vorfeld einer Entscheidung eine fachkundige Planerin bzw. einen fachkundigen Planer oder eine qualifizierte Energieberatung hinzuzuziehen, da für eine sachgerechte Bewertung die gebäudespezifischen Gegebenheiten im Einzelfall zu berücksichtigen sind. Die Ausgestaltung der Wärmeversorgung richtet sich nach den jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben,



derzeit insbesondere nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG). Dieses ist **technologieoffen** ausgestaltet, sodass unterschiedliche Erfüllungsoptionen zur Verfügung stehen, sofern die gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden.

6.4. Entwicklung des Zielszenarios

6.4.1. Festlegung und Beschreibung des maßgeblichen Zielszenarios

Das Zielszenario beschreibt, wie die Gemeinde Grafrath bis zum Jahr 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen kann. Es basiert auf den Ergebnissen der Analyse des aktuellen Zustands sowie der ermittelten Potenziale. Dabei fließen sowohl die berechneten Einsparungen beim Endenergiebedarf durch energetische Sanierungen und Effizienzmaßnahmen als auch die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien in die Ausarbeitung des Szenarios ein.

Das folgende Schaubild stellt die entwickelten Szenarien zur Erreichung der Treibhausneutralität im Zieljahr 2045 dar. Ausgehend von dem im Basisjahr verwendeten Energieträger bzw. Heizungsart und in Abhängigkeit von der Art des Wärmeversorgungsgebiets (Prüfgebiet, dezentral, Wärmenetz, Wasserstoffnetz), dem das Gebäude zugeteilt wurde, ergeben sich verschiedene Entwicklungspfade zur Dekarbonisierung. Die Pfade zur Umstellung auf eine Wärmenetz- oder Wasserstofflösung werden in der Kalkulation des Zielszenarios ab dem voraussichtlichen Inbetriebnahmejahr berücksichtigt. Sofern diese Optionen nicht zur Verfügung stehen, wird für alle Heizungsarten auf Basis der Energieträger Erdgas, Heizöl oder sonstiger fossiler Brennstoffe ein prozentualer Anteil für den Umstieg auf eine Wärmepumpe oder Biomasseheizung zwischen den Stützjahren angenommen. Erfolgt die Wärmebereitstellung bereits durch erneuerbare Energie (Wärmepumpe, Biomasse, Wärmenetz, etc.), wird im Zielszenario kein Heizungstausch berücksichtigt.

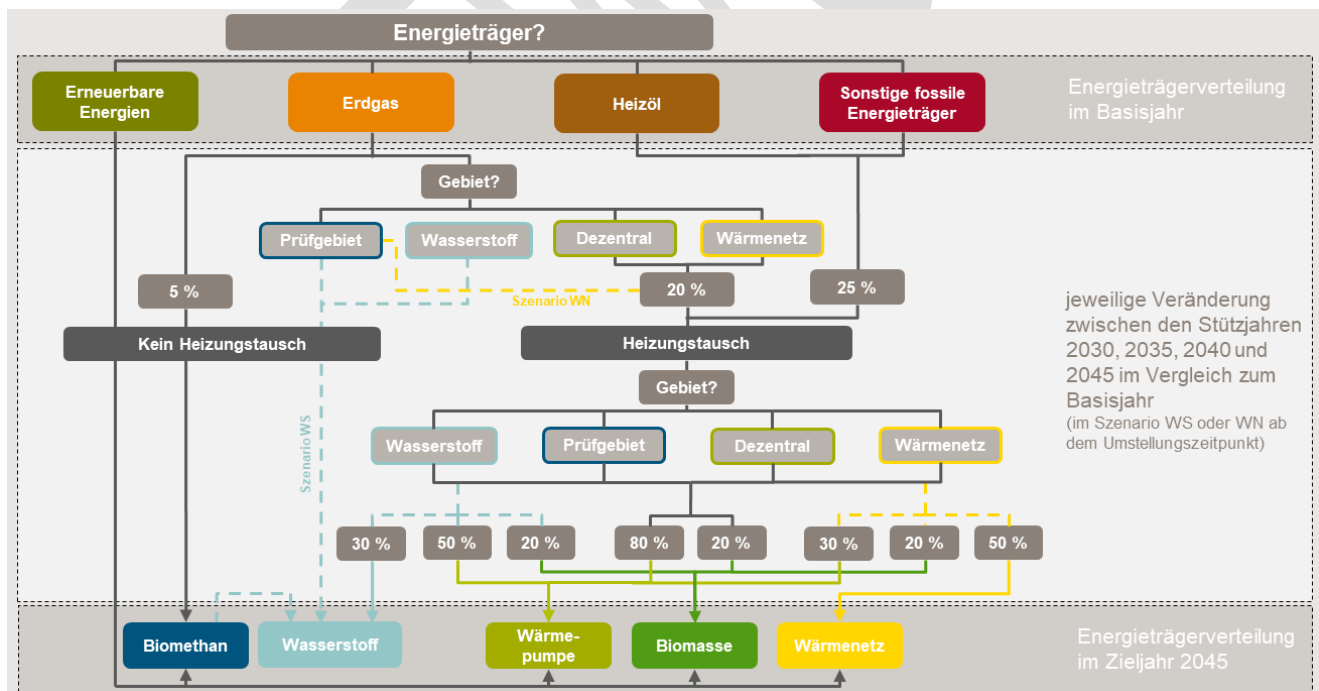


Abbildung 57: Übersicht zur Szenarienmodellierung Treibhausgasneutralität



6.4.2. Auswertung des maßgeblichen Zielszenarios

Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung der Energieträgerverteilung im Zeitraum von 2022 bis zum Zieljahr 2045 dargestellt. Dabei wird aufgezeigt, wie sich der Anteil der einzelnen Energieträger über die Jahre verändert. Ergänzend dazu werden die damit verbundenen Treibhausgasemissionen ebenfalls in Abhängigkeit der jeweiligen Energieträger für denselben Zeitraum analysiert. Diese Darstellung ermöglicht eine fundierte Bewertung der Fortschritte auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung. Sie liefert zudem eine wichtige Grundlage für zukünftige kommunale Entscheidungen im Bereich der Energie- und Infrastrukturplanung.

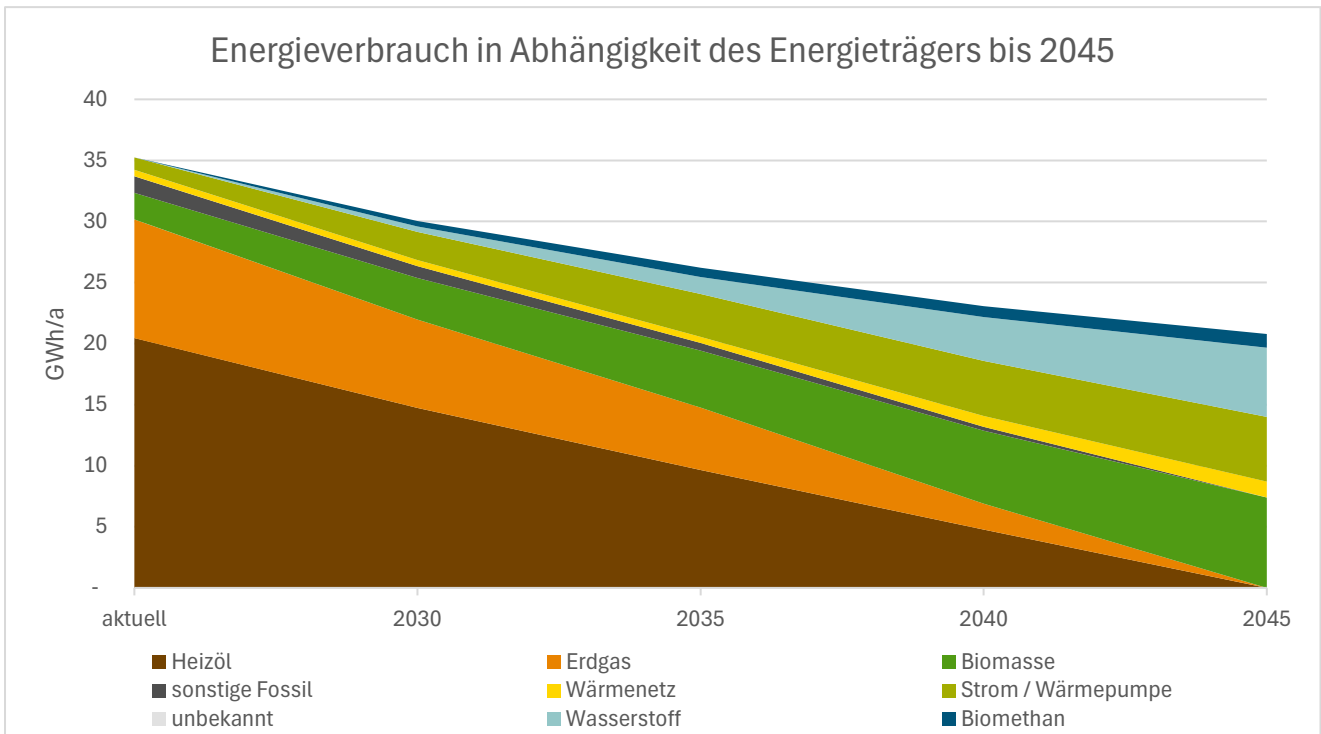


Abbildung 58: Energieverbrauch zur Wärmebereitstellung je Energieträger 2022 bis 2045 in Grafrath

Wie aus der Grafik hervorgeht, setzt sich die Wärmebereitstellung im Zieljahr 2045 aus einem Mix aus Biomasse, Strom (für Wärmepumpen), zentral bereitgestellter Wärme (Wärmenetz) sowie biogenen Gasen zusammen. Zu beachten ist, dass bei den dargestellten Energiemengen der Wärmepumpen ausschließlich der Stromanteil berücksichtigt wird. Der Beitrag der Umweltwärme bleibt in dieser Auswertung unberücksichtigt. Der jeweilige Anteil der Wärmepumpen inkl. der Umweltwärme sowie der Anteil der übrigen Energieträger am Gesamtwärmebedarf ist in Abbildung 59 dargestellt.

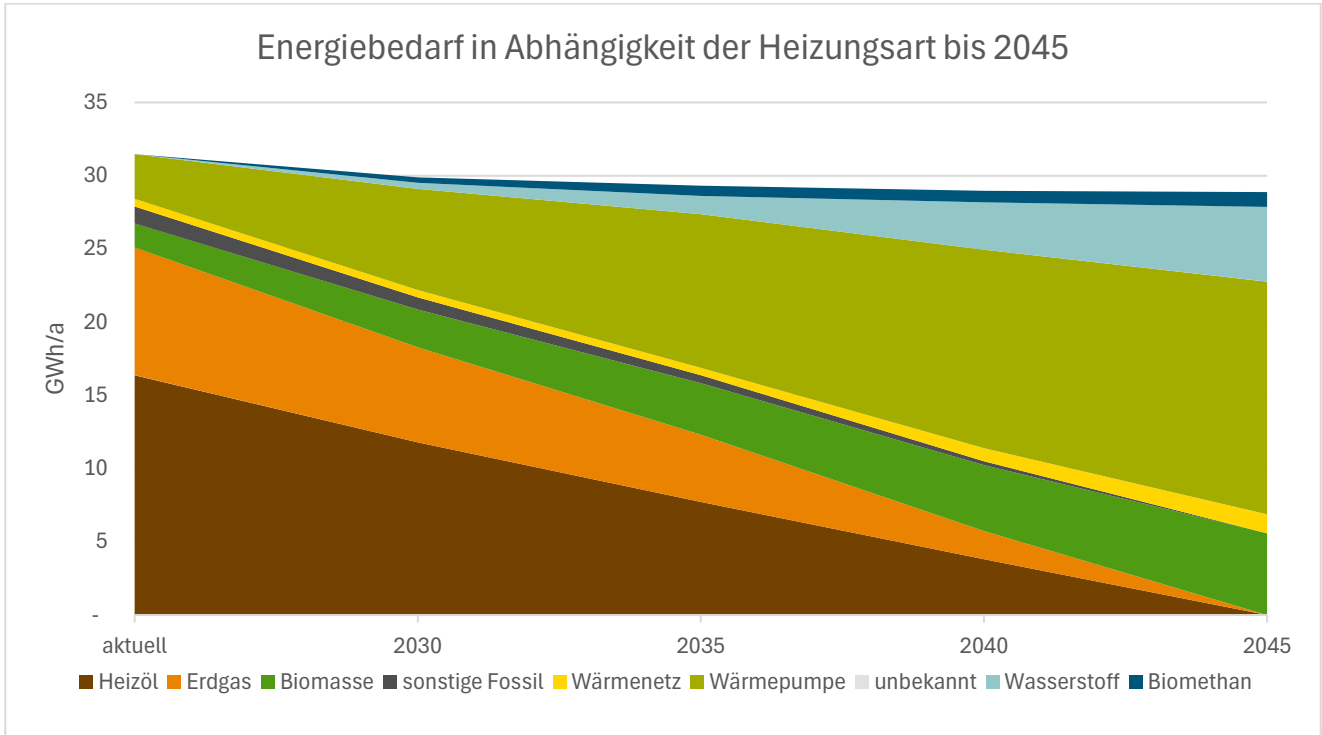


Abbildung 59: Wärmeenergiebedarf in Abhängigkeit der Heizungsart 2022 bis 2045 in Grafrath

Die nachfolgende Darstellung der Treibhausgasemissionen zeigt, dass die Gemeinde Grafrath das Potenzial hat, ihre Emissionen im Wärmebereich bis zum Jahr 2045 auf rund 635 Tonnen jährlich zu senken. Grundlage für diese Entwicklung ist das im Rahmen der Wärmeplanung erarbeitete Zielszenario, das gezielte Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien vorsieht.

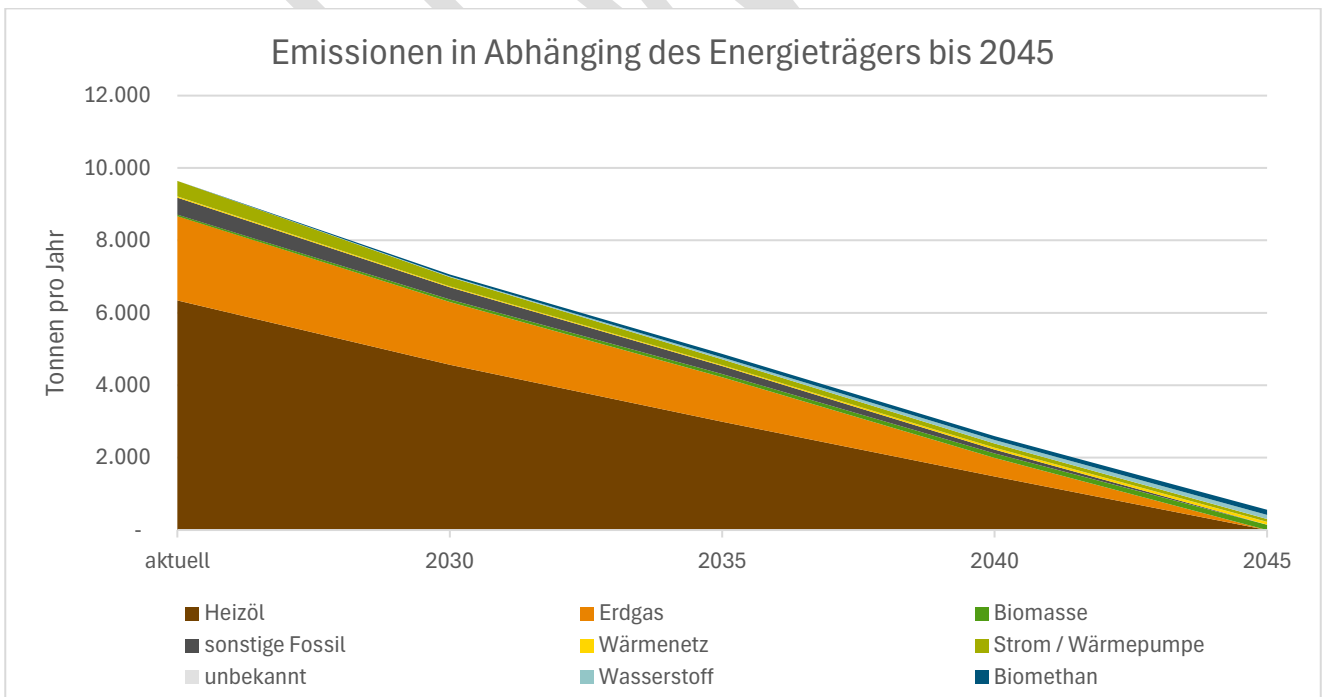


Abbildung 60: Treibhausgasemissionen von 2022 bis 2045 in Grafrath



7. Planung der Maßnahmen

Die Umsetzungsstrategie der Gemeinde zur kommunalen Wärmeplanung basiert auf einem systemischen Ansatz, der darauf abzielt, die geplanten Maßnahmen effizient und nachhaltig zu realisieren. Ziel ist eine Umsetzungsstrategie mit konkreten, umsetzbaren Maßnahmen.

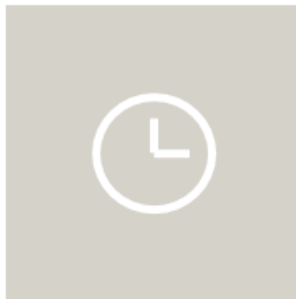
Dabei werden folgende Ergebnisse angestrebt:

- **Maßnahmenübersicht:** Es wird eine Übersicht über mittel- bis langfristig geplanten Maßnahmen erstellt, die von der Kommune umgesetzt werden können.
- **Steckbriefe:** Zu den priorisierten Maßnahmen werden sechs detaillierte Steckbriefe erstellt, die Informationen zu Umfang, Kosten und Zeithorizont der jeweiligen Maßnahme liefern.

Die Ableitung der Maßnahmen folgt einem systematischen Vorgehen, das in **Abb. 74** dargelegt ist.

Sammlung der Maßnahmen aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Bildung des Zielszenarios

Priorisierung nach ausgewählten Kriterien (bspw. Beitrag zur Zielerreichung, zeitliche Priorisierung)



Sortierung nach thematischen Strategiefeldern sowie Einflussbereichen der Gemeinde

Darstellung der priorisierten Maßnahmen anhand von Steckbriefen

Abbildung 61: Schritte für die Ableitung der Maßnahmen zur Umsetzungsstrategie der Wärmeplanung

7.1.1. Schritt 1: Maßnahmen aus Bestands- und Potenzialanalyse und Zielszenario

Um eine nachhaltige Wärmeversorgung für die Gemeinde zu gewährleisten, wurden bereits im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie im Zielszenario erste Ableitungen für mögliche Maßnahmen getroffen.



Hier konnten erste indikative Maßnahmen abgeleitet werden, wie zum Beispiel:

A. Zentrale Maßnahmen: Wasserstoffintegration

Die Integration des Wasserstoffs, aus dem in Grafrath entstehenden Elektrolyseur, wird ein zentraler Bestandteil der Strategie sein, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen durch den regional erzeugten Energieträger zu verringern und die Emissionen nachhaltig zu reduzieren. Die Realisierung von Wärmenetzen, die eine effiziente Verteilung der Wärme, insbesondere in dicht besiedelten Ortsteilen ermöglichen, wird geprüft. Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit mit regionalen Energieversorgern und technologischen Partnern.

B. Dezentrale Maßnahmen: Erneuerbare Energien

Die planungsverantwortliche Stelle setzt auf eine Mischung aus zentralen und dezentralen Ansätzen, um eine flexible und anpassungsfähige Energieversorgung sicherzustellen. Der Ausbau von erneuerbaren Energien, wie Photovoltaik und Solarthermie, wird vorangetrieben. Die Entwicklung des Stromnetzes ist bei der dezentralen Versorgung im Blick zu behalten und mit dem zuständigen Netzbetreiber abzustimmen.

C. Effizienzmaßnahmen und Wärmebedarf

Der Reduktion des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Der Energieverbrauch soll durch die Steigerung der Sanierungsrate und den Einsatz moderner Heiztechnologien gesenkt werden. Die Entwicklung und Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen ist entscheidend, um den Gesamtenergiebedarf vor Ort zu minimieren und die Nutzung erneuerbarer Energien langfristig zu steigern.

7.1.2. Schritt 2: Sortierung der Maßnahmen

Im zweiten Schritt erfolgt die Sortierung der Maßnahmen nach Strategiefeldern und Einflussbereichen. Dieser Prozess umfasst das Ableiten und die Konkretisierung der Maßnahmen.

Die Maßnahmen werden in folgende Strategiefelder unterteilt:

1. **Sanierung, Modernisierung und Effizienzsteigerung in Gebäuden:** Verbesserung der Energieeffizienz durch Sanierung und Modernisierung.
2. **Strom- und Wasserstoffnetzausbau:** Ausbau der Infrastruktur für Strom und Wasserstoff.
3. **Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren:** Umstellung auf umweltfreundlichere Heizsysteme.
4. **Verbraucherverhalten und Suffizienz:** Förderung eines bewussten und sparsamen Energieverbrauchs.
5. **Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien:** Identifikation und Nutzung von Flächen für erneuerbare Energien sowie deren Ausbau.

Die Maßnahmen werden zudem nach ihren Einflussbereichen sortiert:

- **Informieren:** Maßnahmen, die dem Informationsfluss Richtung Bürgerschaft dienen
- **Versorgen:** Maßnahmen, die die Versorgung der Bevölkerung sicherstellen.
- **Regulieren:** Maßnahmen, die regulatorische Aspekte berücksichtigen.
- **Motivation:** Maßnahmen, die das Verhalten und die Motivation der Verbraucher beeinflussen.



7.1.3. Schritt 3: Priorisierung der Maßnahmen

Um die Maßnahmen zur Wärmeplanung effektiv umzusetzen, erfolgt eine Priorisierung nach bestimmten Kriterien. Diese Kriterien umfassen:

1. **Beitrag zur Zielerreichung und THG-Minderung:** Jede Maßnahme wird danach bewertet, wie stark sie zur Erreichung der Klimaziele und zur Reduktion von Treibhausgasen beiträgt.
2. **Geschätzte Kosten und Finanzierungsaufwand:** Die finanziellen Aspekte jeder Maßnahme werden analysiert, um die Kosten und den notwendigen Finanzierungsaufwand abzuschätzen.
3. **Auswirkung auf Energieerzeugung und -verbrauch:** Es wird geprüft, wie sich die Maßnahmen auf die Energieerzeugung und den Energieverbrauch auswirken.

7.1.4. Schritt 4: Steckbriefe

Vier prioritäre Umsetzungsmaßnahmen werden anschließend in Form von Steckbriefen dargestellt. Die Umsetzungsstrategie wird dabei textlich beschrieben und umfasst folgende Punkte:

1. **Beschreibung der Maßnahme:** In den Steckbriefen der priorisierten Maßnahmen werden diese konkret beschrieben.
2. **Erforderliche Schritte zur Umsetzung einer Maßnahme:** Für jede Maßnahme werden die für ihre Umsetzung notwendigen Schritte beschrieben.
3. **Zeitplan für die Umsetzung:** Es wird angegeben, bis wann die Umsetzung der jeweiligen Maßnahme abgeschlossen sein soll.
4. **Kostenverantwortung und Finanzierungsmechanismen:** Es wird erläutert, wer die Kosten trägt und ob Fördermöglichkeiten für die Umsetzung existieren.
5. **Herausforderungen:** Es wird auf mögliche Herausforderungen bei der Umsetzung eingegangen.

7.2. Maßnahmenkatalog und Priorisierung

Die vorgeschlagenen Maßnahmen bilden das Rückgrat für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Grafrath. Ihr übergeordnetes Ziel ist es, den Wärmebedarf nachhaltig zu verringern, die Energieeffizienz systematisch zu verbessern und den Einsatz erneuerbarer Energien deutlich auszubauen. Dabei werden nicht nur technische Lösungen betrachtet, sondern auch organisatorische und finanzielle Rahmenbedingungen mitgedacht, um eine zukunftsfähige und sozial ausgewogene Wärmeversorgung zu ermöglichen.

Ein besonderer Fokus liegt auf der aktiven Beteiligung aller relevanten Akteure innerhalb der Gemeinde. Es gilt, diese bei der Wärmewende zu unterstützen und soweit im kommunalen Handlungsspielraum möglich, die finanziellen Voraussetzungen für die Umsetzung zu schaffen. Die Gemeinde übernimmt hierbei eine gestaltende Rolle und soll mit gutem Beispiel vorangehen. Die Maßnahmen lassen sich verschiedenen strategischen Handlungsfeldern zuordnen, die im weiteren Verlauf näher beschrieben werden.

Eine Übersicht mit den vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen sowie die Steckbriefe zu den priorisierten Maßnahmen werden im Folgenden dargestellt. Diese Maßnahmen bilden die Basis zur Erreichung des Zielszenarios.



Tabelle 7: Maßnahmenkatalog der Umsetzungsstrategie

	Nr.	Maßnahme	Kategorie	Hauptakteur	Priorisierung
Dezentrales Gebiete	1	Besprechung der dezentralen Gebietseinteilung + Wärmebedarfe mit dem Stromnetzbetreiber	Organisation	Gemeinde Grafrath, Stadtwerke FFB	mittel
	2	Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	Kommunikation	Gemeinde Grafrath	niedrig
	3	Informationsarbeit und Beratung zum Heizungstausch	Organisation	Gemeinde Grafrath Landratsamt FFB	hoch
	4	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben (z. Bsp. Bauleitplanung)	Informieren	Gemeinde Grafrath	niedrig
Wasserstoffnetzgebiet	5	Technische Planung des Elektrolyseurs und der Gasnetztransformation, sowie Klärung der zur Verfügung stehenden Wasserstoffmengen	Planung und Umsetzung	Energie Südbayern; Energienetze Bayern	hoch
	6	Kommunikationsstrategie und Einrichtung einer Informationsplattform für Elektrolyseur und Gasnetztransformation	Information	Gemeinde Grafrath, Energie Südbayern	hoch
	7	Monitoring und Erfolgskontrolle	Organisation und Planung	Gemeinde Grafrath, Energie Südbayern	mittel
Prüfgebiete	8	Technische Planung des Elektrolyseurs und der Gasnetztransformation, sowie Klärung der zur Verfügung stehenden Wasserstoffmengen	Planung und Umsetzung	Energie Südbayern; Energienetze Bayern	niedrig
	9	Bauftragung von Machbarkeitsstudien zum Wärmenetzausbau sowie Identifizierung möglicher Wärmenetzbetreiber	Information	Gemeinde Grafrath, Energie Südbayern	niedrig
	10	Besprechung der dezentralen Gebietseinteilung + Wärmebedarfe mit dem Stromnetzbetreiber	Organisation	Gemeinde Grafrath, Stadtwerke FFB	mittel
	11	Technische Prüfung und Fortschrittskontrolle der Erdgasnetztransformation (Wasserstoff über das Kernnetz)	Planung und Umsetzung	Energienetze Bayern	niedrig
	12	Prüfung der Abwassernutzung im Bereich Hauptstraße	Versorgung	Gemeinde Grafrath	mittel
Übergreifende Maßnahmen	12	Informationsveranstaltungen zu den geplanten Maßnahmen aus der KWP (Verstetigung)	Organisation	Gemeinde Grafrath	niedrig
	13	Schaffung eines kostenlosen/günstigen Energieberatungsangebot für Bürgerinnen und Bürger	Organisation und Information	Landratsamt FFB, Gemeinde Grafrath	hoch
	14	Prüfung der Realisierungsoptionen von Gebäudenetzen oder kalter Nahwärme	Organisation und Vernetzung	Gemeinde Grafrath	mittel
	15	Prüfung und Gründung möglicher Partnerschaften (interkommunal + Wirtschaft) für EE-Projekte	Planung und Umsetzung	Gemeinde Grafrath	niedrig
	16	Etablierung eines regionalen Informations- und Austauschforums, oder Nutzung und Intensivierung bestehender Strukturen	Kommunikation, Planung und Umsetzung	Landratsamt FFB, Gemeinde Grafrath	mittel



Besprechung der dezentralen Gebietseinteilung und der zu erwartenden Wärmebedarfe mit dem Stromnetzbetreiber M 1

STRATEGIEFELD **Regulieren**

ZIELSETZUNG **Harmonisierung von Strombedarfen und Netzkapazitäten**

Beschreibung der Maßnahme

Die Elektrifizierung der Wärmeversorgung durch den steten Zubau von Wärmepumpen hat erhebliche Auswirkungen auf das Stromnetz. Sie erhöhen den Strombedarf und können durch den Anstieg der Spitzenlasten einen signifikanten Einfluss auf das Verteilnetz haben. Daher liefert die Gebietseinteilung für dezentrale Versorgungsoptionen wichtige Informationen für den Stromnetzbetreiber und mögliche Netzplanungen.

- Handlungsschritte**
- 1. Regelmäßige fachliche Abstimmung:** Die Gemeinde Grafrath sollte sich in regelmäßigen Abständen mit dem Stromnetzbetreiber zur dezentralen Gebietseinteilung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit Blick auf die erwartete Wärmepumpendurchdringung abstimmen
 - 2. Erstellung eines langfristigen Plans und Koordinierung der Schritte:** Entwicklung eines gemeinsamen Zeitplans inkl. Meilensteinen
 - 3. Monitoring und Erfolgskontrolle:** Die Gemeinde kann mit dem Netzbetreiber zusammenarbeiten, um ein regelmäßiges Reporting und eine Erfolgskontrolle durchzuführen.

Verantwortung / Akteure Stromnetzbetreiber

Zeitraum inkl. Geplanter Abschluss 2026-2045

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Mittel des Stromnetzbetreibers

Herausforderungen Kapazitätsengpässe im Stromnetz



Technische Planung des Elektrolyseurs und der Gasnetztransformation sowie Klärung der zur Verfügung stehenden Wasserstoffmengen M 5

STRATEGIEFELD **Versorgung – Wasserstoffnetzausbau**

ZIELSETZUNG **Definition von Zielen und Maßnahmen zur Integration von H₂ in das Gasnetz**

Beschreibung der Maßnahme

Die Umstellung eines Erdgasnetzes auf Wasserstoff ist ein ambitioniertes und langfristiges Projekt, das eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung und dem Netzbetreiber erfordert. In den Teilgebieten 1 – 5 und 9 besteht die Möglichkeit, das Gasnetz mit Wasserstoff zu speisen und diesen zur Versorgung bestehender Heizungssysteme zu nutzen. Auch die Anbindung neuer Anschlussnehmer, die beispielsweise alte Ölheizungen ersetzen müssen, ist denkbar. Grundlage hierfür ist der im Gemeindegebiet Grafrath entstehende Elektrolyseur mit rund 6 MW Leistung. Um eine zügige und effiziente Umsetzung dieser Maßnahme zu ermöglichen, müssen verschiedene Schritte ergriffen werden, die sowohl die technischen als auch organisatorischen, finanziellen und gesellschaftlichen Aspekte berücksichtigen. Ein strukturierter, kontinuierlicher Austausch zwischen der Gemeinde, dem Netzbetreiber sowie dem planenden Projektkonsortium und dem künftigen Betreiber des Elektrolyseurs ist dabei entscheidend. Die früheste Einspeisung von H₂ in das Gasnetz ist ab dem Jahr 2030 zu erwarten.

- Handlungsschritte**
- 1. Technische Prüfung:** Die Gemeinde Grafrath sollte sich in regelmäßigen Abständen den aktuellen Stand zur Umstellungsplanung durch den Netzbetreiber zeigen lassen. Hier ist unter anderem zu klären, welche Komponenten des Netzes ausgetauscht werden müssen und welche für den Transport für Wasserstoff geeignet sind. Die zur Verfügung gestellten Mengen durch den Elektrolyseur sind ebenfalls festzuhalten.
 - 2. Erstellung eines langfristigen Plans und Koordinierung der Schritte:** Entwicklung eines gemeinsamen Zeitplans inkl. Meilensteinen
 - 3. Regulatorische Vorgaben:** Regelmäßiger Abgleich der Umstellungsplanung mit gesetzlichen Vorgaben und Zielen, wie z.B. der europäischen Wasserstoffstrategie, Gebäudeenergiegesetz

Verantwortung / Akteure Gasnetzbetreiber

Zeitraum inkl. Geplanter Abschluss 2026-2030

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Mittel des Gasnetzbetreibers

Herausforderungen Verzögerungen beim Bau des Elektrolyseurs



Kommunikationsstrategie und Einrichtung einer Informationsplattform für Elektrolyseur und Gasnetztransformation M 6

STRATEGIEFELD **Information und Beteiligung**

ZIELSETZUNG **Transparente Kommunikation zu möglichen Transformationspfaden der leitungsgebundenen Gasversorgung**

Beschreibung der Maßnahme

Eine regelmäßige und nachvollziehbare Kommunikation zur geplanten Errichtung des Elektrolyseurs und der damit verbundenen Erdgasnetztransformation stärkt die Akzeptanz möglicher Transformationsentscheidungen, indem technische und planerische Zusammenhänge transparent und verständlich dargestellt werden. Eine gut strukturierte Informationsplattform reduziert Unsicherheiten und unterstützt dabei, frühzeitig Erwartungen zu steuern und Fehlinformationen vorzubeugen.

- Handlungsschritte**
- 1. Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie:** Die Gemeinde Grafrath sollte gemeinsam mit dem Projektkonsortium und dem Netzbetreiber eine Kommunikationsstrategie zur verständlichen Darstellung von Zielen, Chancen, und Unsicherheiten rund um Elektrolyseur, Wasserstoffeinspeisung und Erdgasnetztransformation erarbeiten.
 - 2. Einrichtung einer zentralen Informationsplattform:** Entwicklung einer gemeinsamen Plattform zur Bereitstellung von Projektinformationen, Zeitplänen und häufigen Fragen
 - 3. Zielgruppenspezifische Informationsangebote:** Da die Wasserstoffversorgung vor allem für die Bürgerinnen und Bürger der oben beschriebenen, relevanten Teilgebiete von Bedeutung ist, sollte auf eine zielgruppenspezifische Information Wert gelegt werden.

Verantwortung / Akteure Gasnetzbetreiber und Gemeinde

Zeitraum inkl. Geplanter Abschluss 2026-2035

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Vorwiegend Mittel des Gasnetzbetreibers und Projektkonsortiums

Herausforderungen -



Realisierung von Gebäudenetzen und kalter Nahwärme

M 14

STRATEGIEFELD **Versorgung, Vernetzung**

ZIELSETZUNG **Steigerung der Energieeffizienz und Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien**

Beschreibung der Maßnahme

Gebäudenetze verbinden bis zu 16 Gebäude innerhalb einer Liegenschaft oder in direkter Nachbarschaft und ermöglichen die gemeinsame Nutzung von Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme oder andere erneuerbare Energien. Dabei werden moderne, effiziente Technologien eingesetzt, um die Wärmeverteilung und -nutzung zu optimieren.

- Handlungsschritte**
1. **Analyse:** Identifikation geeigneter Standorte und Wärmequellen
 2. **Planung:** Entwicklung eines Konzepts und Absprache mit den Gebäudeeigentümern
 3. **Förderung:** Beantragung von Fördermitteln zur finanziellen Unterstützung
 4. **Umsetzung:** Beauftragung qualifizierter Fachfirmen für Bau und Inbetriebnahme

Verantwortung / Akteure Gemeinde Grafrath

Zeitraum inkl. Geplanter Abschluss 2026-2045

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Eigenmittel des Betreibers

Herausforderungen Identifizierung geeigneter Gebäudestrukturen und Suche nach Betreibern



STRATEGIEFELD **Versorgung, Potenzialerschließung**

ZIELSETZUNG **Prüfung und Erschließung von Abwasser als lokale Wärmequelle**

Beschreibung der Maßnahme

Die Wärmegewinnung aus Abwasser stellt eine innovative Möglichkeit dar, bislang ungenutzte Umweltwärme für die Wärmeversorgung nutzbar zu machen. Über Wärmetauscher und Wärmepumpen kann dem Abwasser ganzjährig Energie entzogen und insbesondere für benachbarte Gebäude oder kommunale Liegenschaften eingesetzt werden. Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nutzung sind ausreichende Abwassermengen, geeignete Temperaturen sowie eine räumliche Nähe zwischen Kanal und Wärmeabnehmern. Die Potenzialanalyse hat ergeben, dass sich eine umfassende Ermittlung des tatsächlichen Potenzials zur Wärmenutzung aus Abwasser im Bereich „Schule/Schwimmbad, Verwaltungsgemeinschaft Grafrath und Freiwillige Feuerwehr“ anbietet. Es wird daher empfohlen eine Temperatur- und Volumenstrommessung über einen längeren Zeitraum durchzuführen, um die Eignung des Abwassers für eine Wärmerückgewinnung fachlich fundiert bewerten zu können.

- Handlungsschritte**
1. **Datenaufnahme:** Erhebung vorhandener Informationen zum relevanten Kanalnetzabschnitt im Bereich der Hauptstraße
 2. **Messkampagne:** Durchführung von Temperatur- und Volumenstrommessungen über einen längeren Zeitraum
 3. **Potenzialbewertung:** Auswertung der Messdaten und Bewertung der technischen Eignung für eine Wärmerückgewinnung
 4. **Weiterführende Planung:** Prüfung einer möglichen Umsetzung für die angrenzenden kommunalen Liegenschaften

Verantwortung / Akteure Gemeinde Grafrath, Fachplaner

Zeitraum inkl. Geplanter Abschluss 2026-2029

Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten Kommunale Eigenmittel, Förderprogramme für Machbarkeitsuntersuchungen und innovative Wärmekonzepte

Herausforderungen Fehlende Datengrundlage zum Kanalnetz, messtechnischer Aufwand sowie Unsicherheiten hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit



8. Fazit

Die Gemeinde Grafrath hat eine umfassende kommunale Wärmeplanung initiiert, um bis spätestens 2045 nach den Anforderungen des WPG eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Diese Initiative basiert auf dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) und umfasst eine detaillierte Analyse der aktuellen Wärmeversorgungsinfrastruktur, das Potenzial für die Integration erneuerbarer Energien und die Entwicklung eines strategischen Umsetzungsplans. Der Planungsprozess, der im Februar 2025 begann, gliedert sich in mehrere Phasen: eine Bestandsanalyse, eine Potenzialanalyse und die Formulierung eines Ziel-Szenarios. Verschiedene Interessengruppen, waren in den Prozess eingebunden, um einen kollaborativen Ansatz für den Wärmewandel zu gewährleisten.

Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über die aktuelle Wärmeversorgungssituation in Grafrath, mit Schwerpunkt auf der Gebäudestruktur, dem Energieverbrauch und den Emissionen. Die Gemeinde mit etwa 4.000 Einwohnern ist stark von fossilen Brennstoffen abhängig. Insgesamt 80 % der Wärmeenergie entstammt aus Quellen wie Erdgas und Heizöl. Im Gemeindegebiet werden Bereiche mit Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen identifiziert, insbesondere in älteren Gebäuden, die vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahre 1977 errichtet wurden.

Die Potenzialanalyse untersucht die erneuerbaren Energiequellen und Technologien, die genutzt werden könnten, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern. Wichtige Chancen bestehen in der Nutzung Grundwasser für Wärmepumpen und solarthermischen Systemen. Zudem kann ein hohes Potenzial für die Integration von Wasserstoff in den Energiemix festgestellt werden, da auf dem Gemeindegebiet von Grafrath die Errichtung eines Elektrolyseurs zur Gewinnung von grünem Wasserstoff geplant ist. Für das Wärmeeinsparpotenzial wird in der Analyse aufgezeigt, dass durch Gebäudesanierungen und Effizienzmaßnahmen relevante Energieeinsparungen erzielt werden können.

Das Zielszenario der Wärmeplanung für Grafrath zielt darauf ab, eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis 2045 zu erreichen. Es basiert auf einer umfassenden Bestands- und Potenzialanalyse, die die Grundlage für die Entwicklung eines Gesamtkonzepts bildet. Die räumliche Einteilung der Gemeinde in Wärmeversorgungsgebiete basiert auf einer detaillierten Betrachtung der gebietsbezogenen Eigenschaften.

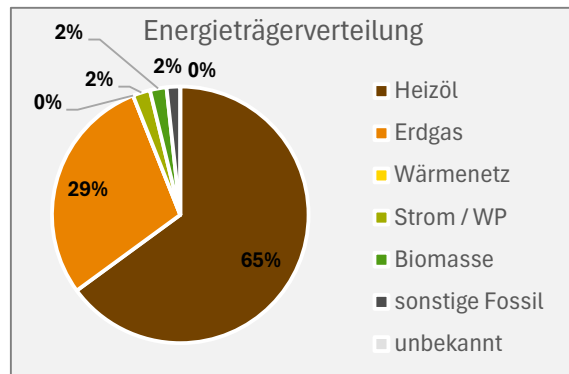
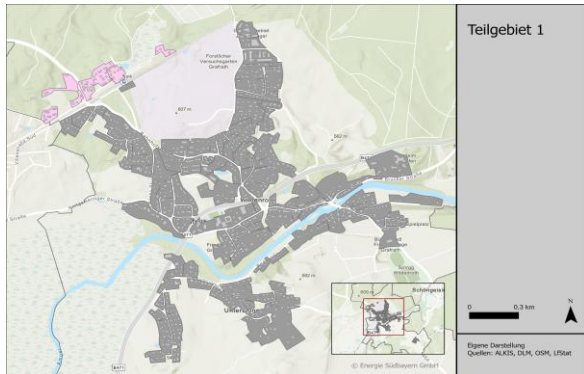
Die daraus abgeleitete Umsetzungsstrategie umfassen mehrere Schlüsselkomponenten. Die priorisierten Maßnahmen zielen darauf ab vor allem die Entwicklungsmöglichkeiten in den noch nicht final eingeteilten Wärmeversorgungsgebieten einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Ziel ist es in den kommenden Jahren und unter der Berücksichtigung von neuen Erkenntnissen vor allem eine fundiertere Festlegung der Wärmeversorgung in den Prüfgebieten vorzunehmen. Zu diesen Maßnahmen gehören die Integration von Wasserstoff als Energieträger, die Prüfung von Wärmenetzlösungen und Effizienzmaßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs. Der Plan zur Wärmeplanung in Grafrath basiert auf dem aktuellen Stand der Daten und berücksichtigt die derzeitigen technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Angesichts der dynamischen Entwicklungen in diesem Bereich ist es entscheidend, dass der Wärmeplan regelmäßig überprüft und angepasst wird. Neue technologische Fortschritte und politische Rahmenbedingungen werden kontinuierlich geprüft und spätestens in fünf Jahren in einer Aktualisierung des Wärmeplans berücksichtigt, um sicherzustellen, dass die Gemeinde Grafrath ihre Ziele zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreicht. Diese fortlaufende Evaluierung und Anpassung des Plans gewährleistet, dass Grafrath flexibel auf neue Entwicklungen reagieren kann und auf dem besten Weg bleibt, die langfristigen Klimaziele zu erreichen.



Steckbrief Teilgebiet 1

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	61.683
Anzahl Gebäude	57
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmesetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	14
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	1.703.294
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	91
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.201)
Treibhausgasemissionen (t/a)	488

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäuser und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich ein Supermarkt und sonst keine größeren Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmesetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmeliniedichte festgestellt werden (1.211 kWh/m²*a).



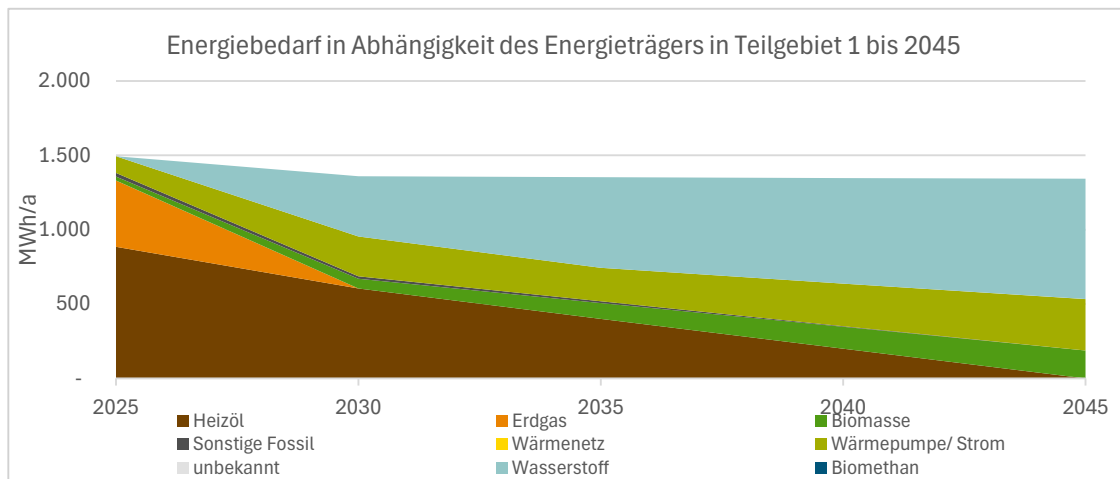
Steckbrief Teilgebiet 1

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Wasserstoffnetzgebiet

Zielszenario



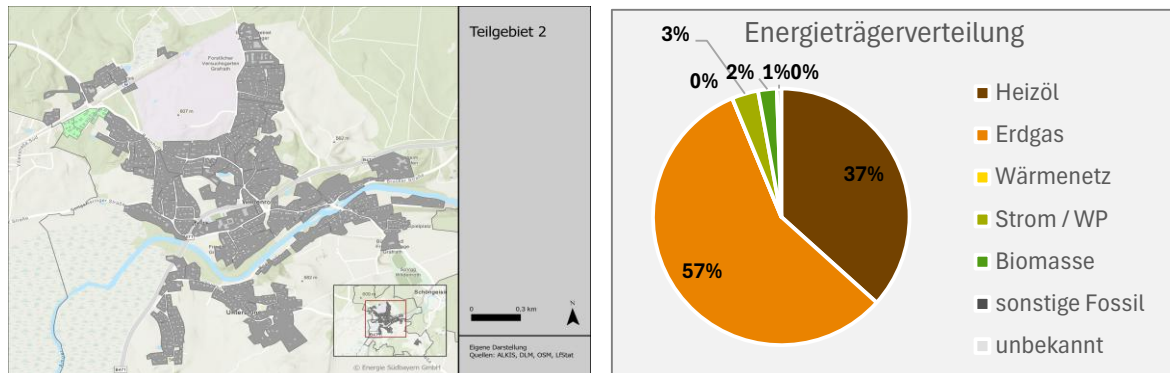
Beschreibung:

In diesem Bereich fehlen sowohl hohe Wärmedichten als auch ein bestehendes Wärmenetz. Der Aufbau eines Wärmenetzes ist nicht geplant. Nördlich des Teilgebiets ist der Bau eines Elektrolyseurs geplant. Dieser soll eine Teilmenge in das aktuelle Erdgasnetz einspeisen. Da sich die Betriebskosten auf erdgasähnlichem Niveau belaufen sollen, wird hier ein Wasserstoffnetzgebiet eingeteilt. Eine Wasserstoffheizung ist somit eine weitere Alternative zu den dezentralen Lösungen.



Steckbrief Teilgebiet 2

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	99.136
Anzahl Gebäude	31
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	15
Überwiegender Energieträger	Erdgas
Wärmeverbrauch (kWh/a)	836.306
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	75
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.115)
Treibhausgasemissionen (t/a)	223

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Erdgas bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmeliniedichte festgestellt werden.



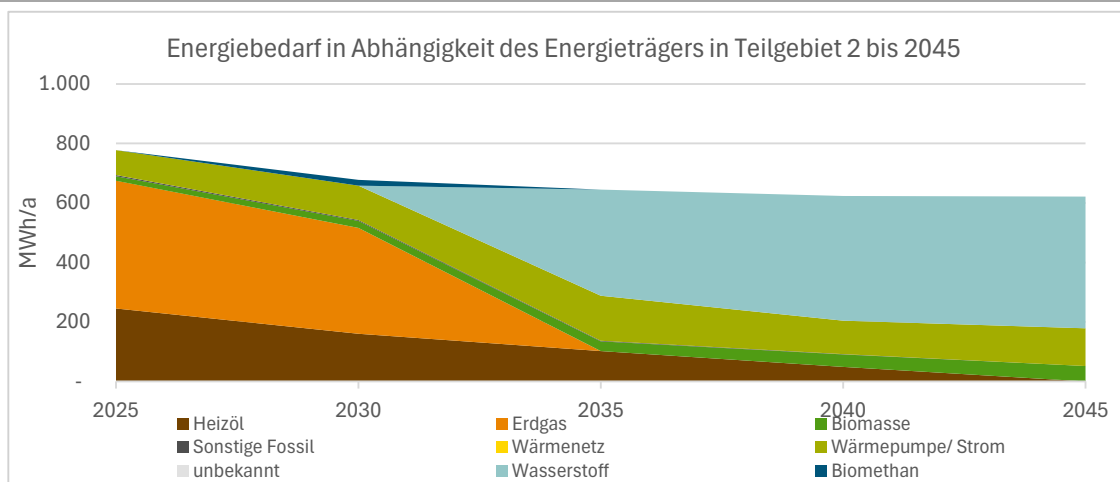
Steckbrief Teilgebiet 2

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



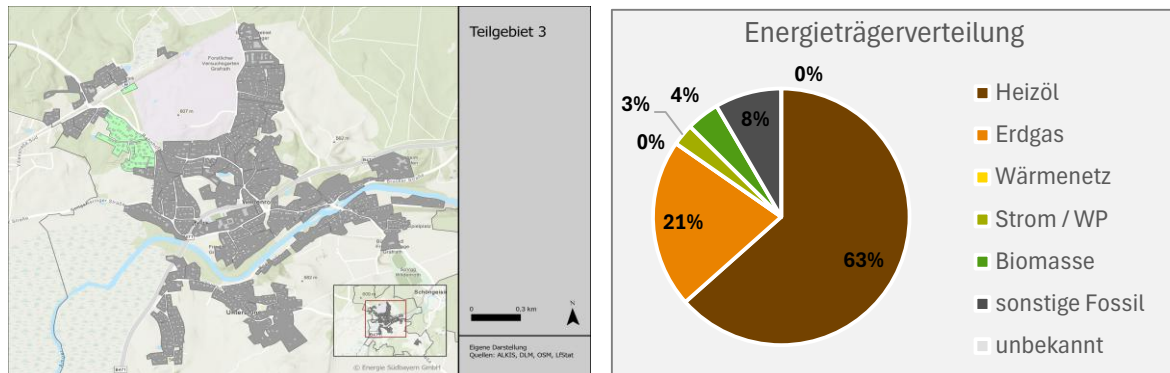
Beschreibung:

Aufgrund der Siedlungsstruktur eignen sich in diesem Gebiet dezentrale Lösungen. Da das Teilgebiet hauptsächlich mit Erdgas versorgt wird und im anschließenden Teilgebiet eine Wasserstoffeinspeisung geplant ist, ist auch ein Wasserstoffnetzgebiet in diesem Teilgebiet perspektivisch möglich. Da sich zwei verschiedene Einteilung gleich gut für dieses Teilgebiet eignen, wird dieses Teilgebiet als Prüfgebiet eingeteilt.



Steckbrief Teilgebiet 3

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m ²)	36.704
Anzahl Gebäude	74
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	15
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	1.533.994
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	58
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.119)
Treibhausgasemissionen (t/a)	444

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich keine größeren Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmelinien-dichte festgestellt werden (1.119 kWh/m²*a).



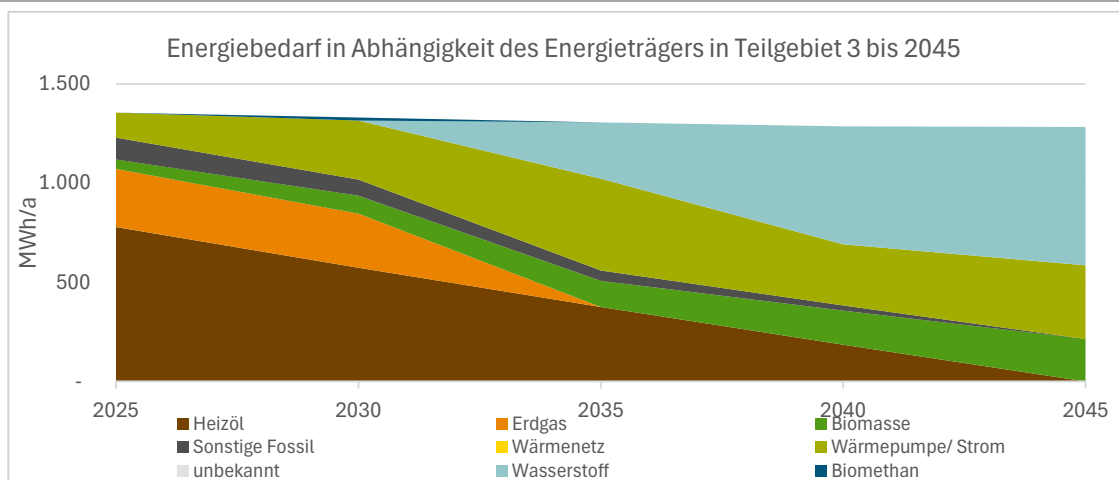
Steckbrief Teilgebiet 3

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



Beschreibung:

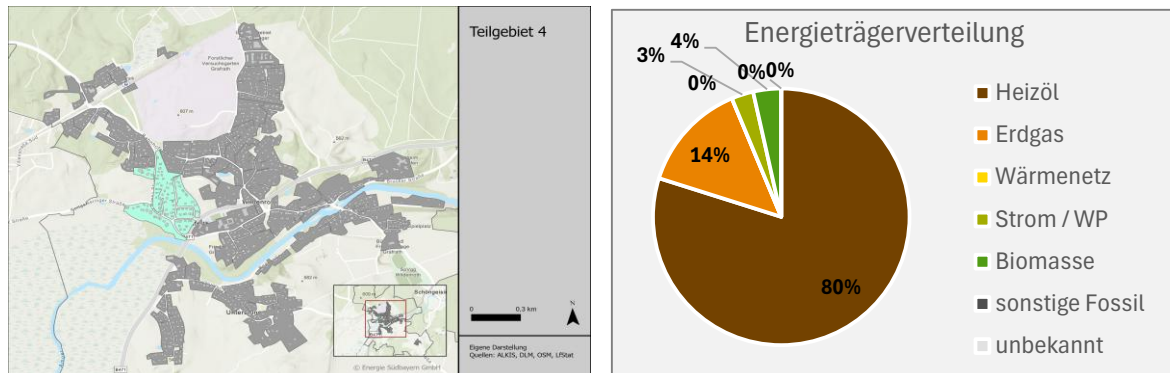
Im Bereich der „zentralen Versorgung“ liegen weder ausreichende Wärmedichten noch ein bestehendes Wärmenetz vor. Ein Aufbau eines Wärmenetzes ist derzeit nicht vorgesehen. Das Gebiet ist trotz eines vergleichsweise geringen Anschlussgrades weitgehend durch ein Gasnetz erschlossen und weist zudem eine räumliche Nähe zur geplanten Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur auf.

Aufgrund der aktuell noch unsicheren Rahmenbedingungen für die Wasserstoffversorgung wird das Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert. Grundsätzlich sind die Voraussetzungen für eine Versorgung über dezentrale Heizungsoptionen gegeben.



Steckbrief Teilgebiet 4

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	135.509
Anzahl Gebäude	100
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Ja
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	8
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	2.801.220
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	74
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.083)
Treibhausgasemissionen (t/a)	821

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich zum Teil Gewerbebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmeliniendichte festgestellt werden (1.083 kWh/m²*a).



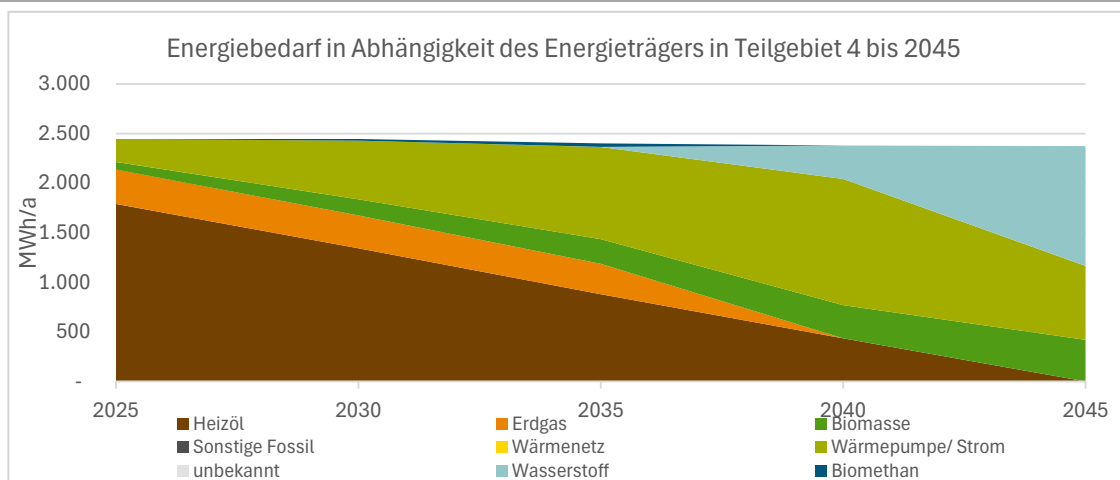
Steckbrief Teilgebiet 4

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



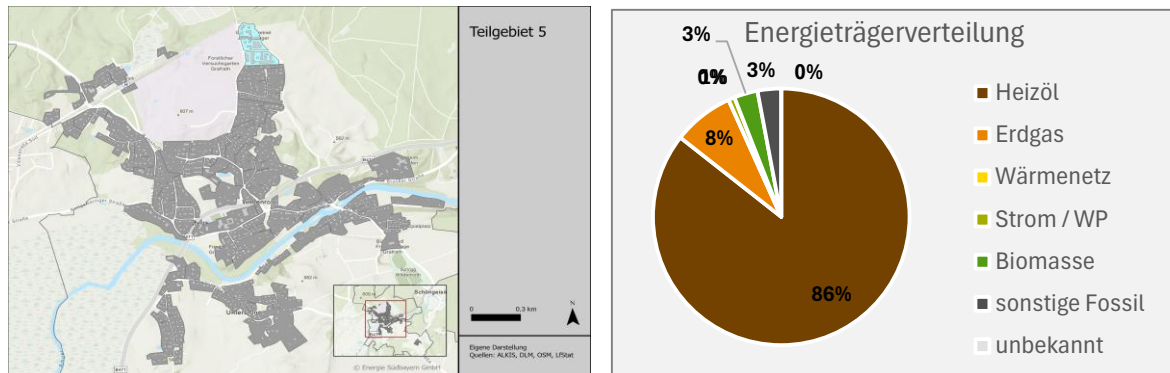
Beschreibung:

Im Bereich der „zentralen Versorgung“ liegen weder ausreichende Wärmedichten noch ein bestehendes Wärmenetz vor. Ein Aufbau eines Wärmenetzes ist derzeit nicht vorgesehen. Das Gebiet ist trotz eines vergleichsweise geringen Anschlussgrades weitgehend durch ein Gasnetz erschlossen und weist zudem eine räumliche Nähe zur geplanten Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur auf. Eine spätere Erweiterung der Wasserstoffversorgung über den nördlichen Teil des Gebiets ist grundsätzlich möglich. Gleichzeitig sind die Voraussetzungen für eine Versorgung über dezentrale Heizungsoptionen gegeben. Das Gebiet wird daher als Prüfgebiet eingeteilt.



Steckbrief Teilgebiet 5

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	135.000
Anzahl Gebäude	21
Überwiegende Gebäudeart	Nicht Wohngebäude
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Ja
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	9
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	4.143.675
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	432
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Hoch (2.754)
Treibhausgasemissionen (t/a)	1235

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Nicht-Wohngebäude und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich größere Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine hohe Wärmeliniendichte festgestellt werden (2.754 kWh/m²*a).



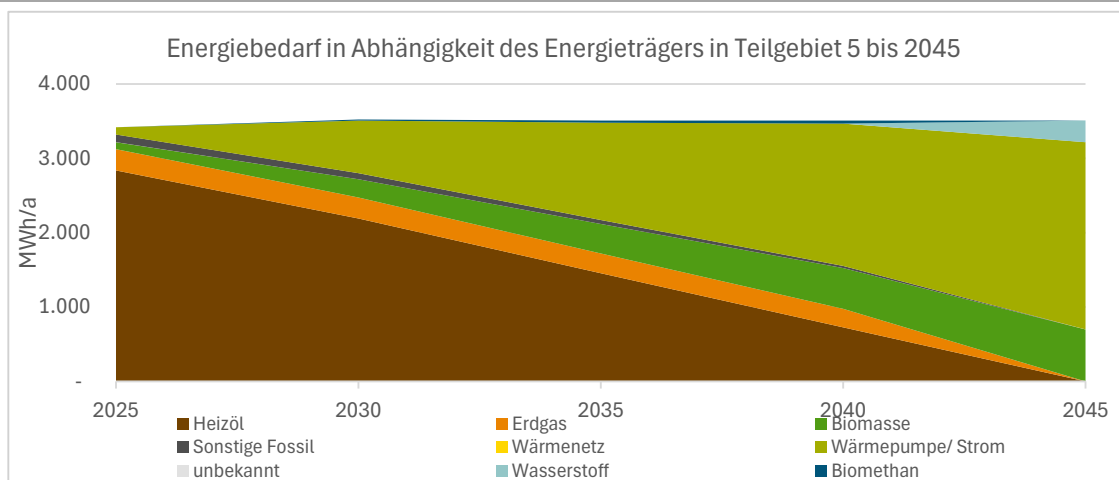
Steckbrief Teilgebiet 5

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



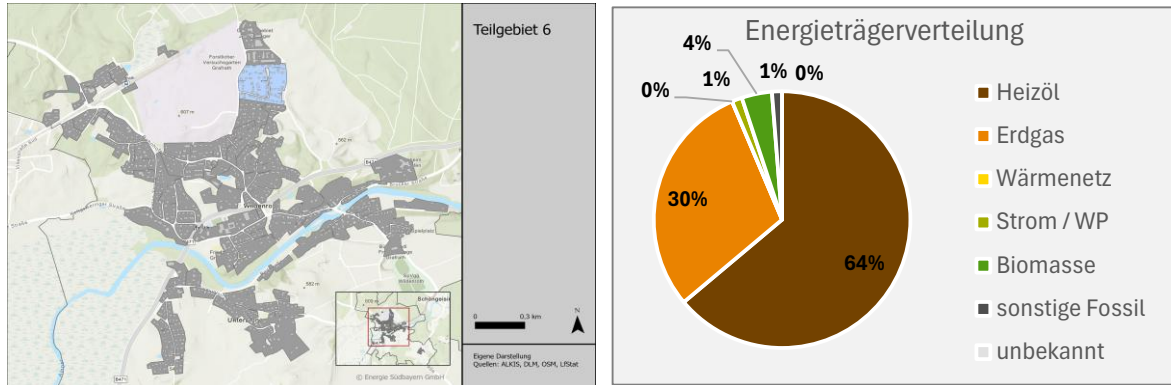
Beschreibung:

Das Gebiet ist trotz eines vergleichsweise geringen Anschlussgrades weitgehend durch ein Gasnetz erschlossen. Die vorherrschenden Gewerbebetriebe weisen einen hohen Wärmebedarf auf, wodurch eine potenzielle Eignung für eine leitungsgebundene Versorgungslösung besteht. Eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff kann perspektivisch über eine Anbindung an das Wasserstoffkernnetz erfolgen. Aufgrund der derzeit noch unsicheren Rahmenbedingungen sowie des zeitlichen Vorlaufs bis zu einer möglichen Wasserstoffversorgung wird das Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert. Grundsätzlich sind die Voraussetzungen für eine Versorgung über dezentrale Heizungsoptionen gegeben.



Steckbrief Teilgebiet 6

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	105.286
Anzahl Gebäude	78
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualterklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	16
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	1.732.280
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	76
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Hoch (1.687)
Treibhausgasemissionen (t/a)	485

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich keine größeren Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine hohe Wärmeliniendichte festgestellt werden (1.687 kWh/m²*a).



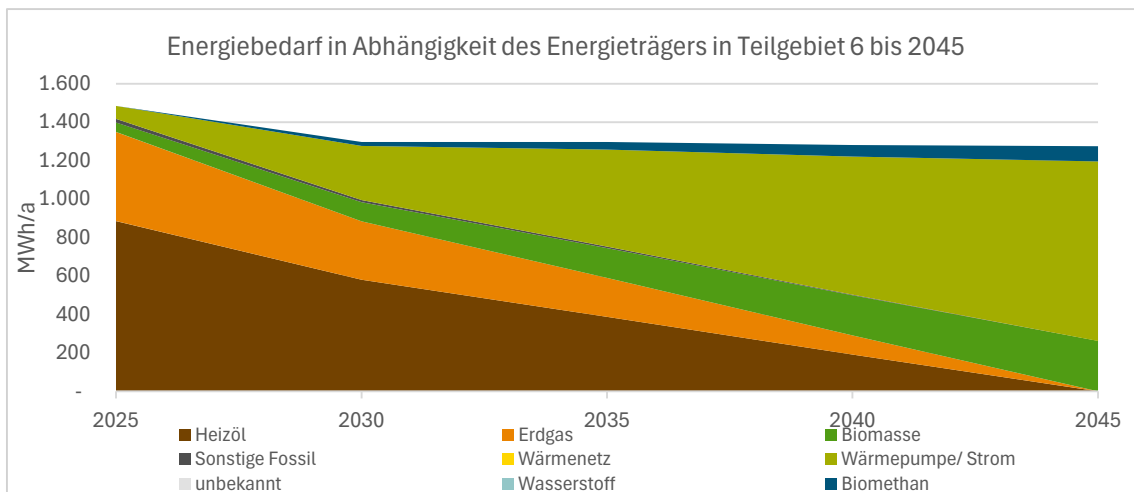
Steckbrief Teilgebiet 6

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



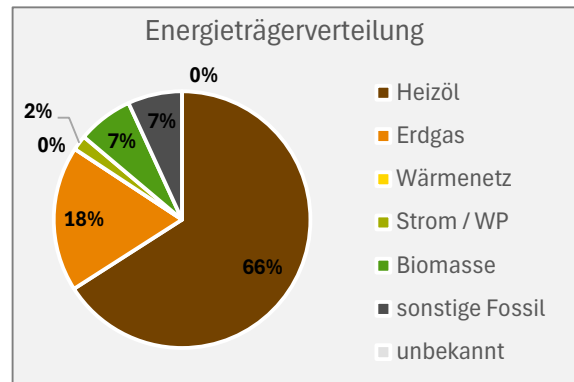
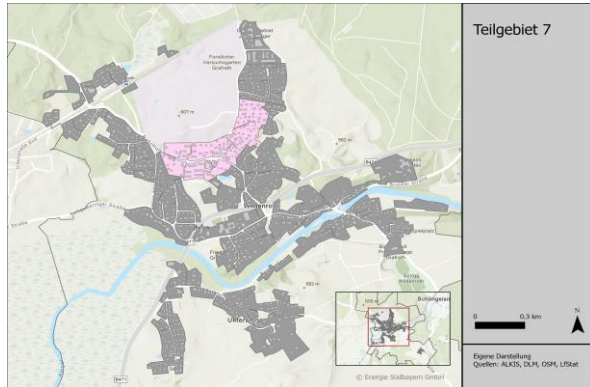
Beschreibung:

Der Anschlussgrad an das Erdgasnetz ist gering - eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff erscheint eher unwahrscheinlich. Ein Aufbau eines Wärmenetzes ist derzeit nicht vorgesehen. Trotz einer vergleichsweise hohen Wärmedichte weist das Gebiet nur geringe Potenziale für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung auf. Daher wird langfristig eine dezentrale Versorgungsstruktur angenommen. Im Zielszenario der dezentralen Versorgung werden fossile Energieträger überwiegend durch Wärmepumpen ersetzt. Biomasseheizungen bleiben auf einem stabilen Niveau mit leicht steigender Tendenz.



Steckbrief Teilgebiet 7

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	75.324
Anzahl Gebäude	151
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	32
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	3.233.721
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	74
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.425)
Treibhausgasemissionen (t/a)	910

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich keine größeren Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmelinien-dichte festgestellt werden (1.425 kWh/m²*a).



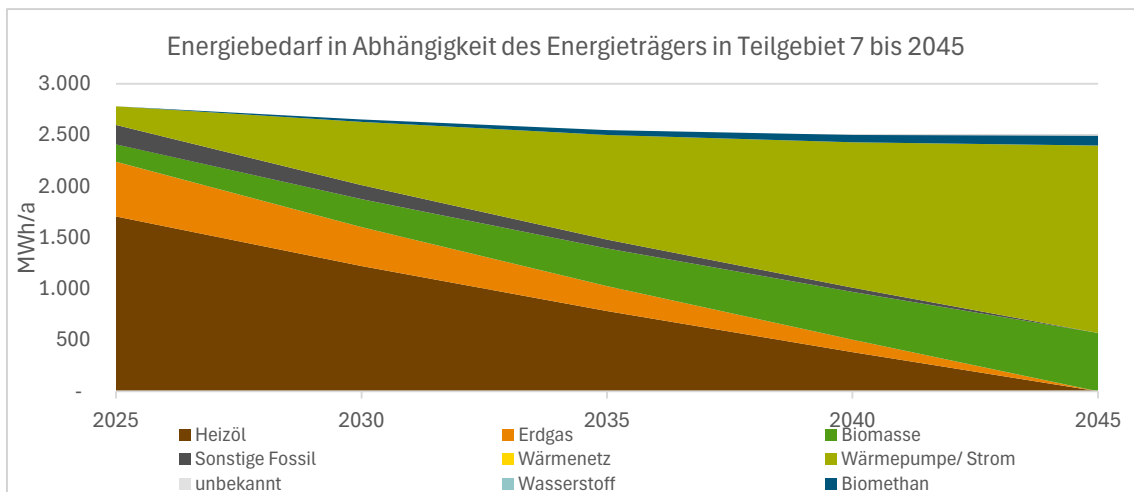
Steckbrief Teilgebiet 7

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



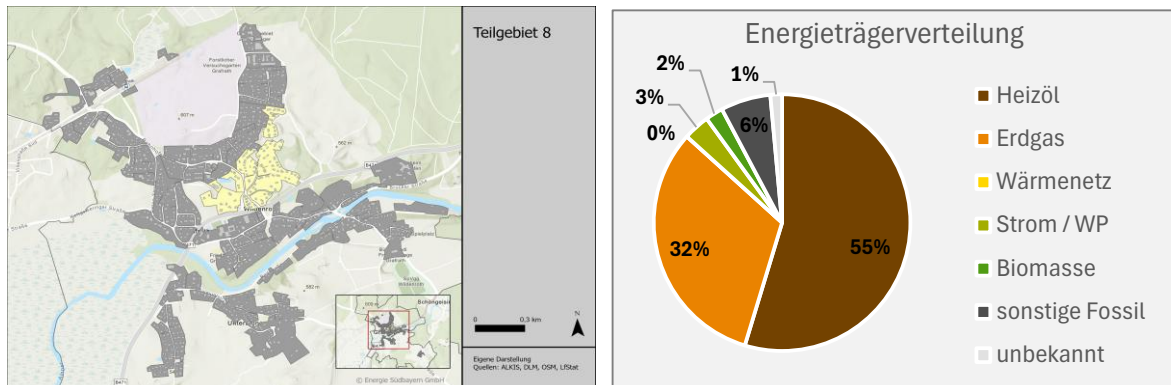
Beschreibung:

Das Gebiet ist überwiegend mit einem Gasnetz erschlossen, weist jedoch eine geringe Anschlussquote auf. Eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff ist aktuell nicht vorgesehen. Im Gebiet können weder eine hohe Wärmedichte noch besondere Potenziale für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung festgestellt werden. Ein Aufbau eines Wärmenetzes ist derzeit nicht geplant. Daher wird langfristig eine dezentrale Versorgungsstruktur angenommen. Im Zielszenario der dezentralen Versorgung werden fossile Energieträger überwiegend durch Wärmepumpen ersetzt. Biomasseheizungen bleiben auf einem stabilen Niveau mit leicht steigender Tendenz.



Steckbrief Teilgebiet 8

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m ²)	37.292
Anzahl Gebäude	127
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Ja
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	36
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	2.722.587
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	67
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.471)
Treibhausgasemissionen (t/a)	769

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich größere Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmeliniendichte festgestellt werden (1.471 kWh/m²*a).



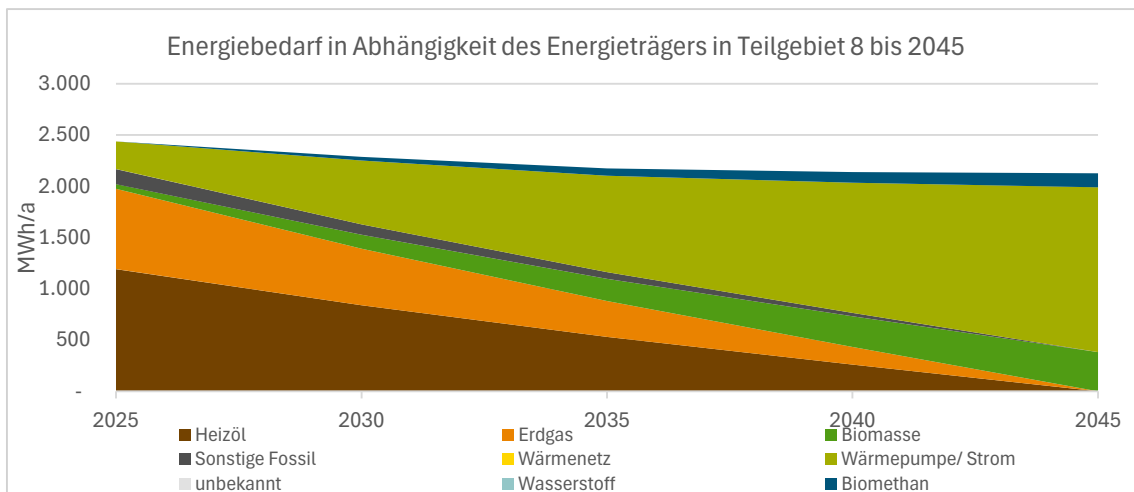
Steckbrief Teilgebiet 8

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



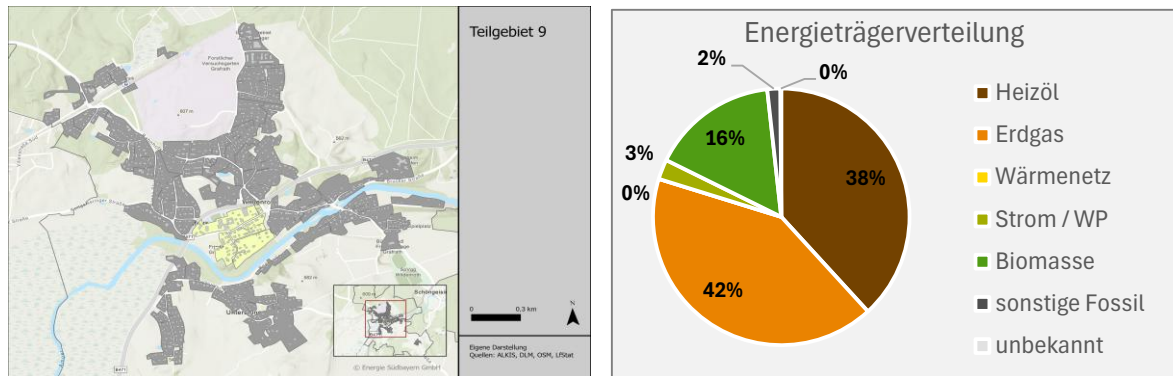
Beschreibung:

Das Gebiet ist überwiegend mit einem Gasnetz erschlossen und weist eine mittlere Anschlussquote auf. Eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff ist aktuell nicht vorgesehen. Im Gebiet können weder eine hohe Wärmedichte noch besondere Potenziale für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung festgestellt werden. Ein Aufbau eines Wärmenetzes ist derzeit nicht geplant. Daher wird langfristig eine dezentrale Versorgungsstruktur angenommen. Im Zielszenario der dezentralen Versorgung werden fossile Energieträger überwiegend durch Wärmepumpen ersetzt. Biomasseheizungen bleiben auf einem stabilen Niveau mit leicht steigender Tendenz.



Steckbrief Teilgebiet 9

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	65.056
Anzahl Gebäude	92
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	40
Überwiegender Energieträger	Erdgas
Wärmeverbrauch (kWh/a)	3.066.773
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	81
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Hoch (2.454)
Treibhausgasemissionen (t/a)	731

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist weitestgehend mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich einige größere Verbraucher und kommunale Gebäude. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Erdgas und Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine hohe Wärmeliniendichte festgestellt werden (2.454 kWh/m²*a).



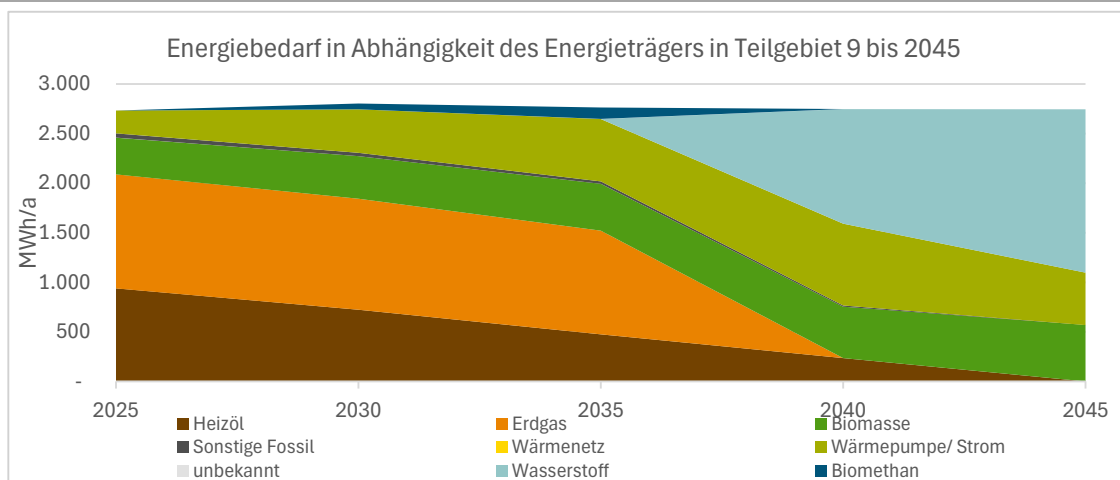
Steckbrief Teilgebiet 9

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



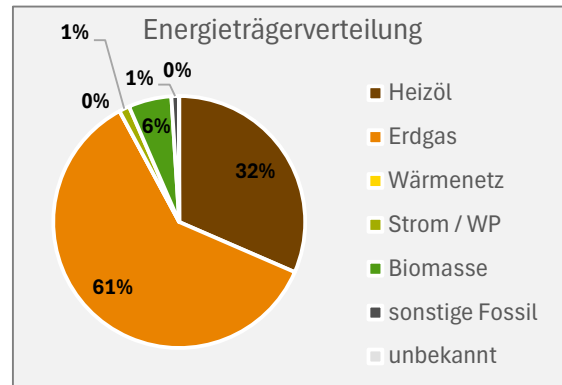
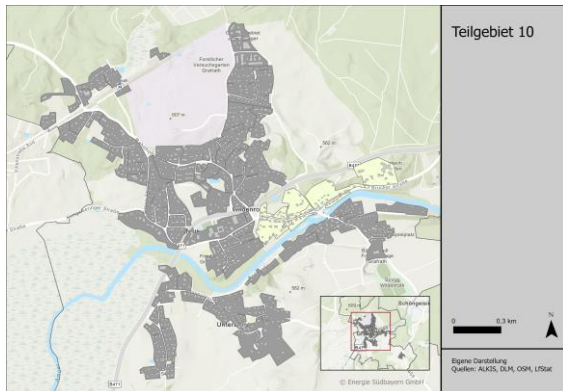
Beschreibung:

Im Bereich der „zentralen Versorgung“ liegt eine relativ hohe Wärmedichte, allerdings kein bestehendes Wärmenetz vor - ein Aufbau ist derzeit nicht vorgesehen. Das Gebiet ist weitgehend durch ein Gasnetz erschlossen und weist einen hohen Anschlussgrad auf. Des Weiteren ist der Verbrauch von Heizöl in diesem Gebiet hoch. Eine direkte räumliche Nähe zur geplanten Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur liegt nicht vor. Aufgrund der hohen Wärmedichte und des Vorhandenseins von Großverbrauchern wird das Gebiet als Prüfgebiet klassifiziert. Grundsätzlich sind die Voraussetzungen für eine Versorgung über dezentrale Heizungsoptionen gegeben.



Steckbrief Teilgebiet 10

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	150.082
Anzahl Gebäude	97
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Ja
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmnetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	46
Überwiegender Energieträger	Erdgas
Wärmeverbrauch (kWh/a)	3.516.837
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	74
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.046)
Treibhausgasemissionen (t/a)	891

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist weitestgehend mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich zudem größere Verbraucher, wie das Seniorenzentrum. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Erdgas bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmnetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmelinien-dichte festgestellt werden (1.046 kWh/m²*a).



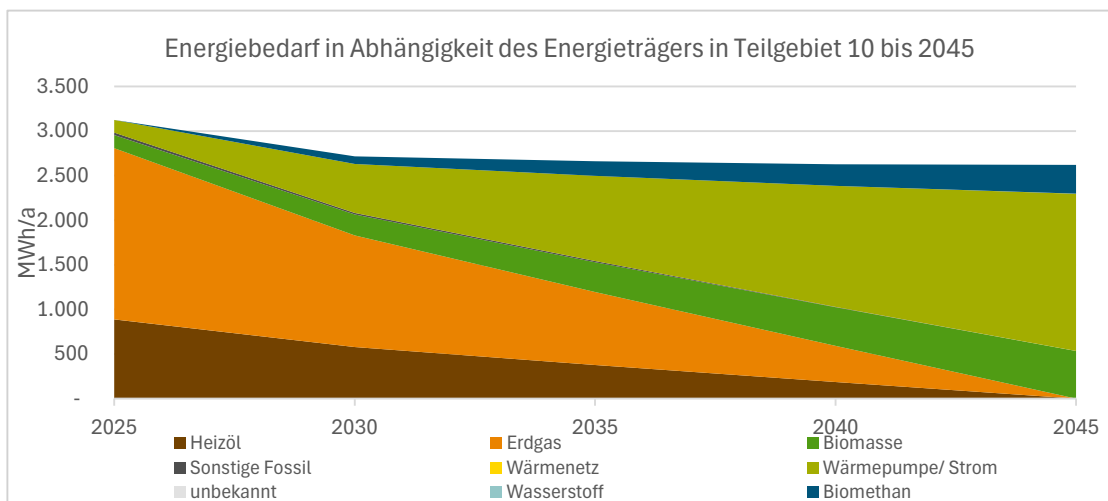
Steckbrief Teilgebiet 10

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



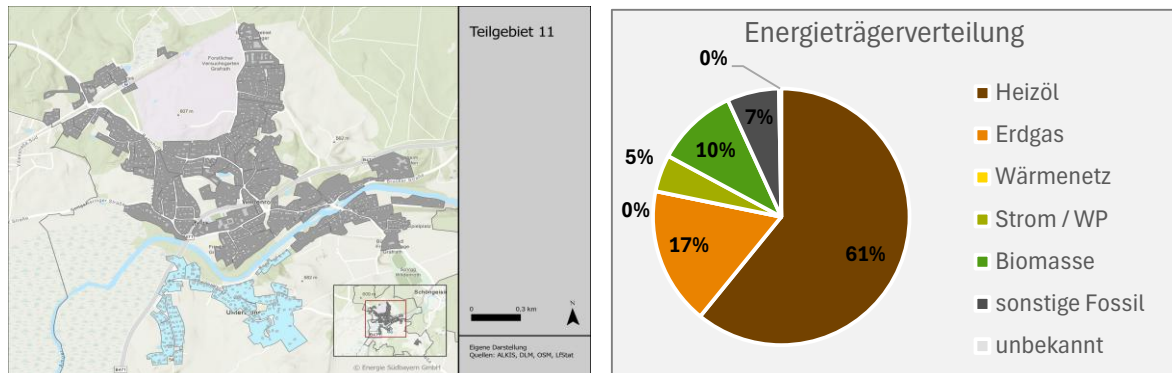
Beschreibung:

Im Bereich der „Zentralen Versorgung“ fehlen sowohl hohe Wärmedichten als auch ein bestehendes Wärmenetz. Der Aufbau eines Wärmenetzes ist nicht geplant. Der Anschlussgrad an das Erdgasnetz ist relativ hoch. Eine unmittelbare räumliche Anbindung an die geplante Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur besteht aktuell noch nicht. Dadurch wird von einer dezentralen Versorgung ausgegangen. Ein Großteil fällt darin auf die Versorgung mit Strom/Wärmepumpe aber auch auf Biomasse und Biomethan.



Steckbrief Teilgebiet 11

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m ²)	96.225
Anzahl Gebäude	247
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Ja
Gasnetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	33
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	5.391.904
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	73
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.341)
Treibhausgasemissionen (t/a)	1489

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist teilweise mit dem Erdgasnetz erschlossen. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmelinien-dichte festgestellt werden (1.341 kWh/m²*a).



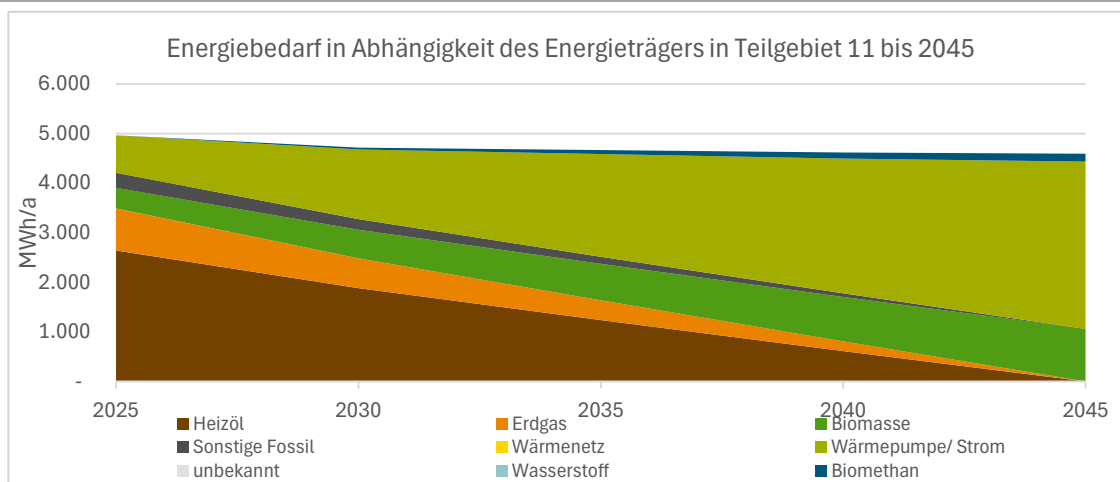
Steckbrief Teilgebiet 11

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



Beschreibung:

Im Bereich der „Zentralen Versorgung“ fehlen sowohl hohe Wärmedichten als auch entsprechende Erzeugungspotenziale. Der Aufbau eines Wärmenetzes ist nicht geplant. Der Anschlussgrad an das Erdgasnetz liegt im mittleren Bereich. Eine unmittelbare räumliche Anbindung an die geplante Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur besteht aktuell noch nicht. Dadurch wird von einer dezentralen Versorgung ausgegangen. Ein Großteil fällt darin auf die Versorgung mit Strom/Wärmepumpe aber auch auf Biomasse und Biomethan.



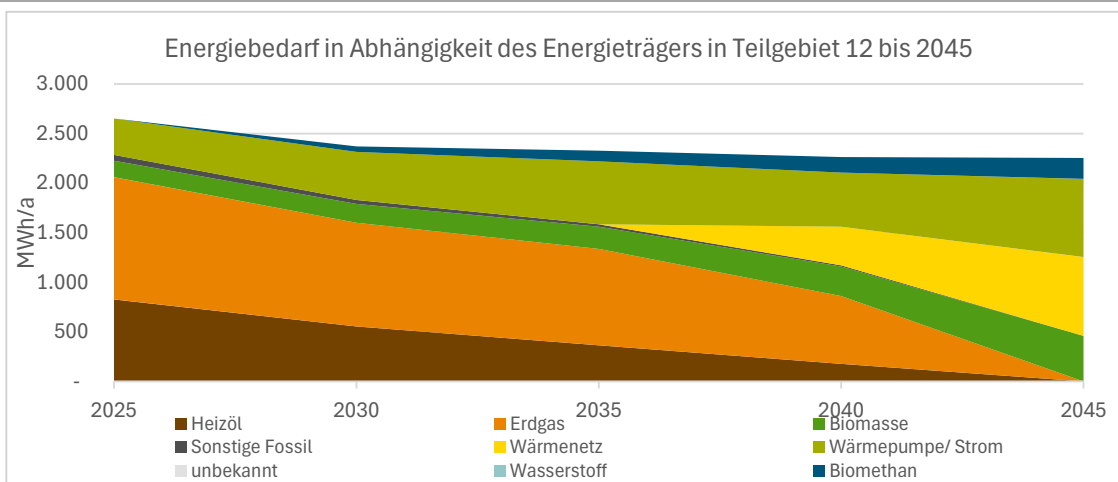
Steckbrief Teilgebiet 12

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	Einteilung eines Prüfgebietes sinnvoll
Finale Einteilung	Prüfgebiet

Zielszenario



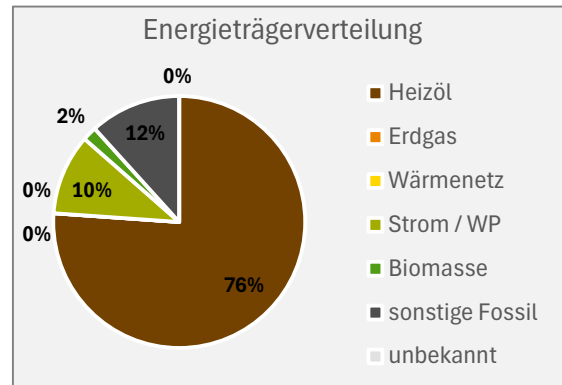
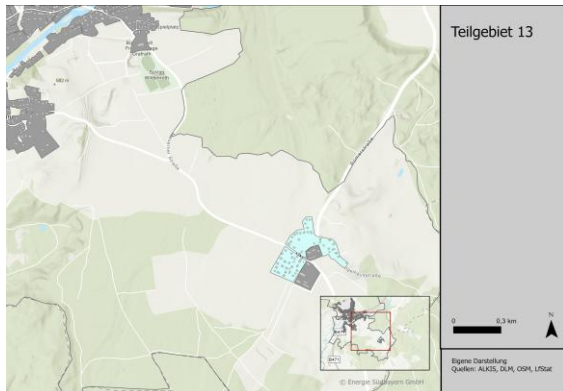
Beschreibung:

Durch die Nähe zur bestehenden Kläranlage besteht ein Potenzial zur Nutzung von Abwärme im Rahmen einer Wärmenetzlösung. Zudem befinden sich in der Umgebung potenzielle Ankerkunden mit erhöhtem Wärmebedarf. Der Anschlussgrad an das Erdgasnetz ist vergleichsweise hoch. Eine unmittelbare räumliche Anbindung an die geplante Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur besteht derzeit noch nicht. Insgesamt liegen sowohl für zentrale als auch für dezentrale Wärmelösungen grundsätzlich gute Rahmenbedingungen vor. Aufgrund der nicht eindeutig gegebenen Eignung erfolgt die Klassifizierung als Prüfgebiet.



Steckbrief Teilgebiet 13

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	119.221
Anzahl Gebäude	72
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1961 bis 1970

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Nicht vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Kein Netz vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	0
Überwiegender Energieträger	Heizöl
Wärmeverbrauch (kWh/a)	1.219.771
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	85
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.340)
Treibhausgasemissionen (t/a)	391

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist nicht mit dem Erdgasnetz erschlossen. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch Heizöl bereitgestellt. Ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht nicht. Es kann eine mittlere Wärmelinien-dichte festgestellt werden (1.340 kWh/m²*a).



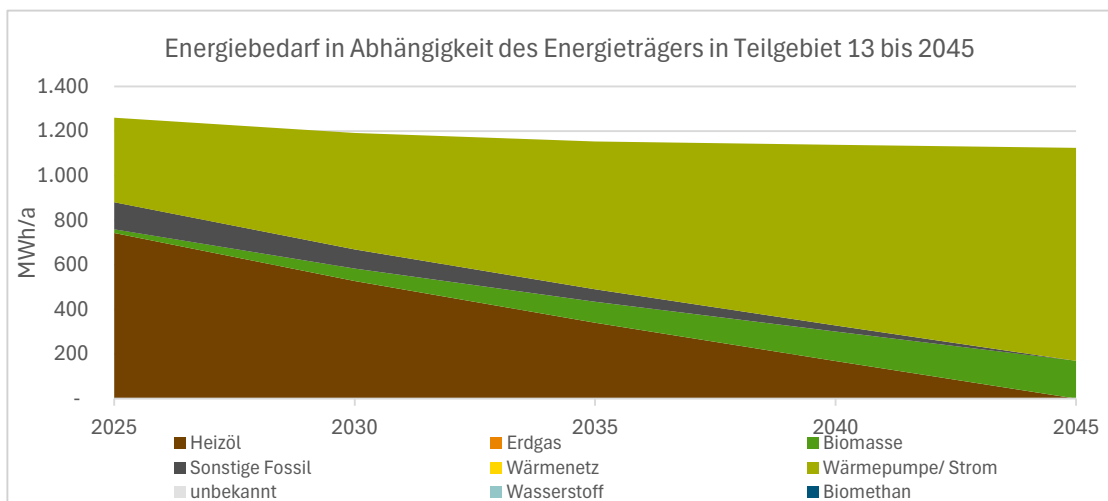
Steckbrief Teilgebiet 13

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Dezentrale Versorgung

Zielszenario



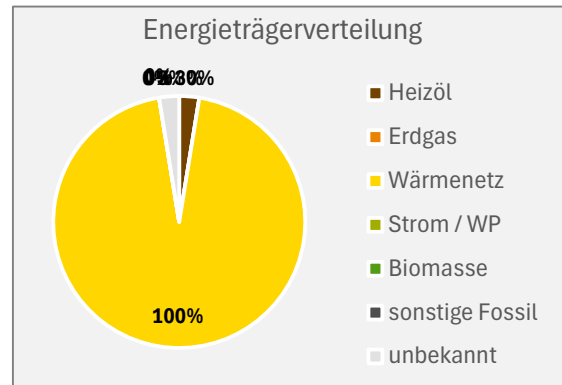
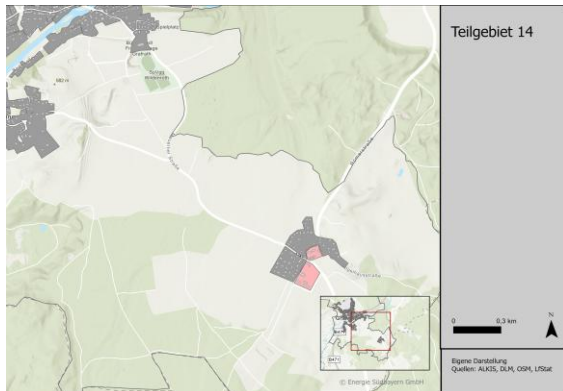
Beschreibung:

Im Bereich der „Zentralen Versorgung“ fehlen sowohl hohe Wärmedichten als auch ein bestehendes Wärmenetz. Ein Anschluss an das Erdgasnetz, sowie eine unmittelbare räumliche Anbindung an die geplante Wasserstoffversorgung über den Elektrolyseur besteht nicht. Dadurch wird von einer dezentralen Versorgung ausgegangen. Der Großteil fällt darin auf die Versorgung mit Strom/Wärmepumpe aber auch auf Biomasse.



Steckbrief Teilgebiet 14

Informationen zur Gebäudestruktur und Wärmeversorgung



Fläche - Gesamt (m2)	90.113
Anzahl Gebäude	17
Überwiegende Gebäudeart	Ein- und Zweifamilienhaus
Überwiegende Baualtersklasse	1981 bis 1985

Industrie / Gewerbe	Nein
Gasnetz vorhanden	Nicht vorhanden
Wärmenetz vorhanden	Teilweise vorhanden
Anzahl Erdgasanschlüsse	0
Überwiegender Energieträger	Wärmenetz
Wärmeverbrauch (kWh/a)	529.123
Spez. Wärmebedarf (kWh/m ²)	58
Wärmedichte (kWh/m ² *a)	Mittel (1.340)
Treibhausgasemissionen (t/a)	36

Beschreibung:

Dieses Teilgebiet besteht zum größten Teil aus Ein- und Zweifamilienhäusern und ist nicht mit dem Erdgasnetz erschlossen. Im Teilgebiet befinden sich keine größeren Gewerbe- und Industriebetriebe. Der Großteil des Energieverbrauchs wird durch ein Nahwärmenetz bereitgestellt. Es kann eine mittlere Wärmeliniendichte festgestellt werden (1.340 kWh/m²*a).



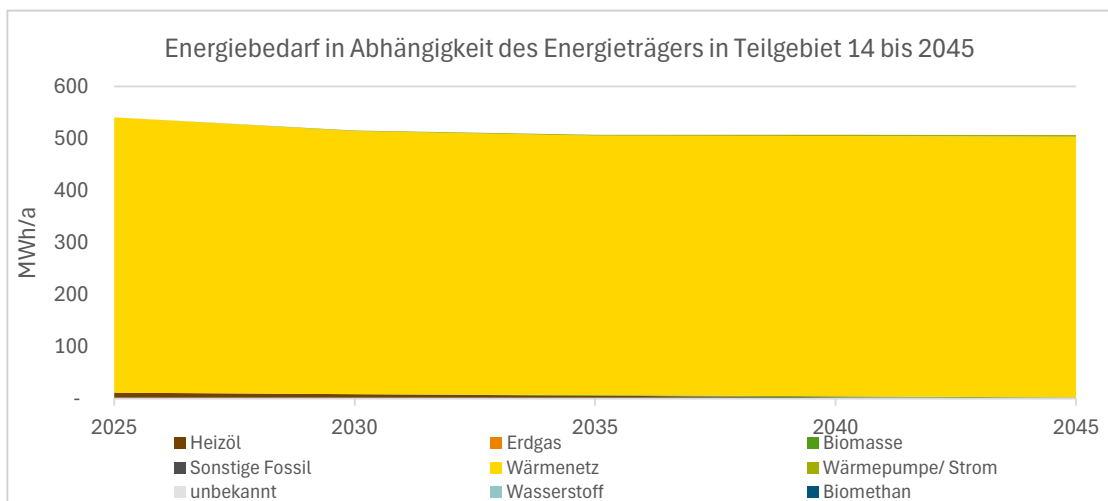
Steckbrief Teilgebiet 14

Wärmewendestrategie

Eignung des Gebiets

Wärmenetzgebiet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet
Dezentrale Wärmeversorgung	Wahrscheinlich geeignet
Prüfgebiet	kein Prüfgebiet
Finale Einteilung	Wärmenetzgebiet

Zielszenario



Beschreibung:

Aufgrund des vorhandenen Nahwärmenetzes wird davon ausgegangen, dass auch die zukünftige Energieversorgung weiterhin über dieses Nahwärmenetz erfolgt.