



Kommunaler Wärmeplan

Verbandsgemeinde
Römerberg-Dudenhofen



Impressum

Herausgeber / Copyright

Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen
Fachbereich 2
Natürliche Lebensgrundlagen und Bauen
Konrad-Adenauer-Platz 6
67373 Dudenhofen



Erstellt durch

INP Deutschland GmbH
Fachbereich Energie- und Wärmeversorgung
Werkstraße 5
67354 Römerberg



Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Herausgeber*innen / Verfasser*innen.

Revision 2.1

Römerberg den 06.10.2025

Mitwirkende der Projektgruppe Wärmeplanung

Stefanie Kuß	Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen
Andreas Lochbaum	Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen
Franz Zirker	Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen
Florian Mirwald	INP Deutschland GmbH
Clemens Bruder	INP Deutschland GmbH
Pascal Wyszka	INP Deutschland GmbH

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
1.1.	Bedeutung der Kommunalen Wärmeplanung.....	5
1.2.	Gesetzliche Grundlagen und Förderkontext.....	5
1.3.	Entwicklung auf europäischer Ebene.....	5
1.4.	Zielsetzung des Wärmeplans.....	5
1.5.	Bearbeitungszeitraum.....	6
2.	Aufgabenstellung und Vorgehen	7
2.1.	Ausgangssituation und Zielstellung.....	7
2.2.	Planungsablauf.....	7
2.3.	Methodisches Vorgehen.....	8
3.	Rechtliche Rahmenbedingungen	9
3.1.	Verpflichtung zur Wärmeplanung.....	9
3.2.	Das Wärmeplanungsgesetz und seine Relevanz für die kommunale Wärmeplanung ...	9
4.	Akteursbeteiligung und Kommunikation	10
4.1.	Bedeutung der Akteursanalyse in der Wärmeplanung.....	11
4.2.	Identifizierte Akteure.....	11
5.	Bestandsanalyse	12
5.1.	Erfassung und Beschreibung der Gemeindestruktur.....	12
5.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz im Ist-Zustand.....	18
5.3.	Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand.....	22
5.4.	Ist-Situation Gas-, Wärme- und Strominfrastruktur.....	23
5.5.	Ist-Situation der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung.....	24
5.6.	Ist-Situation der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung.....	25
5.7.	Bestehende Studien.....	26
6.	Potenzialanalyse	29
6.1.	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs.....	29
6.2.	Potenziale von erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung.....	31
6.3.	Potenziale von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung.....	46
6.4.	Zusammenfassung der Potenziale.....	49
7.	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	51
7.1.	Methodik.....	51
7.2.	Allgemein gültige Indikatoren in Abhängigkeit der Versorgungsart.....	52
7.3.	Hanhofen.....	53
7.4.	Römerberg-Mechtersheim.....	61
7.5.	Römerberg-Berghausen.....	68
7.6.	Römerberg-Heiligenstein.....	74

7.7.	Dudenhofen	81
7.8.	Harthausen.....	89
7.9.	Gesamtüberblick über Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	96
8.	Kostenprognose.....	97
8.1.	Methodik.....	98
8.2.	Ergebnis	100
8.3.	Exkurs	102
8.4.	Endkundenpreise	104
9.	Zielszenario	106
9.1.	Beschreibung und Methodik.....	106
9.2.	Änderung des Wärmebedarfs	108
9.3.	Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2040	108
9.4.	Chancen und Risiken zur Erreichung des Zielszenarios 2040.....	112
10.	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog	115
10.1.	Umsetzungsstrategie und prioritäre Maßnahmen	115
10.2.	Katalog weiterer Maßnahmen zur Erreichung der Wärmewende.....	121
10.3.	Fokusgebiete	123
11.	Verstetigung und Controlling.....	128
11.1.	Verstetigungsstrategie	128
11.2.	Controlling-Konzept.....	129
12.	Fortschreibung der Wärmeplanung	130
13.	Fazit und Ausblick	131
14.	Anhang.....	132
14.1.	Abbildungsverzeichnis	132
14.2.	Tabellenverzeichnis	134
14.3.	Glossar	136
14.4.	Verwendete Parameter Wärmegestehungskosten	137
14.5.	Gesamtübersicht.....	139

1. Einleitung

Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen steht – wie alle Kommunen in Deutschland – vor der Herausforderung, ihre Wärmeversorgung nachhaltig, wirtschaftlich tragfähig und klimaneutral zu gestalten. Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) bildet hierfür das zentrale strategische Instrument. Mit ihrer Hilfe wird ein systematischer Pfad zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufgezeigt. Ziel ist es, lokal realisierbare Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wärmesektors zu identifizieren. Die Verbandsgemeinde hat sich entschlossen, mit dem vorliegenden kommunalen Wärmeplan diesen Transformationsprozess aktiv zu gestalten. Der Betrachtungszeitraum umfasst dabei das festgelegte Zieljahr 2040 sowie die Zwischenziele 2030 und 2035.

1.1. Bedeutung der Kommunalen Wärmeplanung

Die Wärmeversorgung ist in Deutschland für mehr als 50 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich und basiert nach wie vor zu über 80 % auf fossilen Energieträgern. Insbesondere im Gebäudebestand besteht ein erheblicher Handlungsbedarf zur Umstellung auf erneuerbare Energien, zur Reduktion von Energieverbräuchen und zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme. Die Kommunale Wärmeplanung liefert die Grundlage für eine koordinierte und sektorenübergreifende Wärmewende vor Ort. Sie ermöglicht es, bestehende Infrastrukturen und Potenziale systematisch zu erfassen, Zielpfade zu entwickeln und geeignete Umsetzungsmaßnahmen abzuleiten.

1.2. Gesetzliche Grundlagen und Förderkontext

Die Wärmeplanung erfolgt auf Basis des im Januar 2024 in Kraft getretenen Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes. Es verpflichtet die Länder zur Sicherstellung einer flächendeckenden Wärmeplanung. Für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen ist das Jahr 2040 als Zieljahr für die Treibhausgasneutralität definiert. Ergänzt wird der Planungsprozess durch die Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI). Entsprechend sind bei der Erstellung des Wärmeplans die technischen und inhaltlichen Anforderungen aus dem Technischen Annex zur Kommunalrichtlinie, die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes des Bundes sowie den einschlägigen Leitfäden berücksichtigt worden.

1.3. Entwicklung auf europäischer Ebene

Auch auf europäischer Ebene erfährt die kommunale Wärmeplanung zunehmende Aufmerksamkeit. In Dänemark etwa ist die strategische Wärmeplanung seit den 1980er Jahren verpflichtend. In den Niederlanden wurden sogenannte „Wärmekarten“ eingeführt, die die Umstellung von Erdgas auf alternative Wärmequellen auf Quartiersebene steuern. Frankreich verfolgt mit den „schémas directeurs“ ebenfalls kommunale Wärmestrategien, insbesondere zur Förderung der Fernwärme. Diese Beispiele zeigen, dass eine strategische Planung auf lokaler Ebene ein zentraler Erfolgsfaktor für die Erreichung der europäischen und nationalen Klimaziele ist.

1.4. Zielsetzung des Wärmeplans

Der Wärmeplan für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen analysiert die bestehende Wärmeversorgungsstruktur, erhebt die Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme, entwickelt ein realistisches Zielszenario bis 2040 und leitet konkrete, auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmte Maßnahmen ab. Dabei werden die Akteure vor Ort frühzeitig eingebunden, um Transparenz zu schaffen, Synergien zu nutzen und die Akzeptanz für die bevorstehenden Transformationen zu fördern.

1.5. Bearbeitungszeitraum

Der Beginn der Arbeit am Wärmeplan ist auf Anfang Februar 2025 datiert. Jedoch waren bereits vorher einige wichtige Arbeitsschritte erforderlich um einen reibungslosen Start zu ermöglichen. So wurde bereits im Vorfeld einige Datenerhebungen angefragt und eine interne Prozessorganisation erarbeitet.

Im Laufe der Bearbeitung wurde der Förderzeitraum durch den Fördermittelgeber verlängert. Dies hat zu einer Entspannung des engen Terminplans geführt und die Qualität des Wärmeplans dadurch nachhaltig verbessert.

Die Bearbeitung erfolgte im Jahr 2025 in den folgenden Zeiträumen:

Tabelle 1 Bearbeitungszeitraum des Wärmeplans

Bestands- und Potenzialanalyse	Februar bis Mai
Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	Mai bis Juli
Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	Juli
Erstellung des Zielszenarios 2040	Juli bis August
Umsetzungsstrategie mit Maßnahmenkatalog	Juli bis August
Berichtserstellung	März bis September

2. Aufgabenstellung und Vorgehen

2.1. Ausgangssituation und Zielstellung

Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen verfolgt das Ziel, eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2040 zu erreichen. Diese Zielmarke orientiert sich am Klimaschutzgesetz des Landes Rheinland-Pfalz sowie an den Vorgaben des Bundes gemäß § 1 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG). Die Kommunale Wärmeplanung soll eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die Transformation des lokalen Wärmesystems schaffen und die Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionen darstellen.

Zum Zeitpunkt der Beauftragung lag ein Klimaschutz-Teilkonzept für gemeindeeigene Liegenschaften, ein integriertes Quartierskonzept für den Ortskern Dudenhofen sowie eine Machbarkeitsstudie zur kalten Nahwärme im Neubaugebiet „Südlich des Wooggraben Ost“ in Harthausen vor. Diese konnten als Grundlagen berücksichtigt werden.

Die Erstellung des kommunalen Wärmeplans erfolgt auf Grundlage der Fördervorgaben der Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) einschließlich des Technischen Annexes vom 10. Oktober 2024 sowie in Übereinstimmung mit dem Wärmeplanungsgesetz und den methodischen Empfehlungen des Handlungsleitfadens Wärmeplanung des Bundes.

2.2. Planungsablauf

Der zentrale Ablauf der kommunalen Wärmeplanung gliedert sich in folgende Arbeitsschritte:

1. Bestandsanalyse:

- Erhebung des Wärmebedarfs und der Wärmeverbräuche auf Ebene der Gebäude und Sektoren (Haushalte, GHD, Industrie, öffentliche Liegenschaften).
- Ermittlung der bestehenden Energie- und Wärmeinfrastruktur (Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher).
- Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz für das gesamte Gebiet der Verbandsgemeinde.

2. Potenzialanalyse:

- Analyse der Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme.
- Flächenpotenziale, technische und wirtschaftliche Bewertung sowie Eignung für Wärmenetze oder Individuallösungen.

3. Zielszenario 2040:

- Entwicklung eines räumlich und technisch differenzierten Zielbildes für eine klimaneutrale Wärmeversorgung unter Einbeziehung aller Ortsgemeinden.
- Abbildung der Versorgungsstruktur sowie Wärmevollkostenvergleiche für repräsentative Versorgungssituationen.

4. Maßnahmenstrategie:

- Ableitung eines Maßnahmenkatalogs mit Umsetzungspfaden zur Erreichung des Zielszenarios für verschiedene Teilräume.
- Detaillierte Beschreibung und Priorisierung kurzfristiger Maßnahmen, Darstellung mittel- und langfristiger Entwicklungspfade.
- Einbindung von Stakeholdern, insbesondere der lokalen Energieversorger, sowie Einbettung in regionale Entwicklungen.

2.3. Methodisches Vorgehen

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erfolgte gemäß den in § 13 bis § 20 WPG definierten Verfahrensschritten:

1. **Projektorganisation:** Festlegung einer Projektstruktur gemeinsam mit der Verwaltung der Verbandsgemeinde; Steuerung durch ein interdisziplinäres Projektteam.
2. **Datenbeschaffung und -verarbeitung:** Systematische Datenerhebung aus amtlichen Quellen, über lokale Energieversorger sowie aus vorliegenden Planungen; Validierung durch Abgleich mit repräsentativen Kennwerten.
3. **Räumliche Gliederung:** Differenzierte Betrachtung der vier Ortsgemeinden unter Berücksichtigung städtebaulicher, energetischer und infrastruktureller Kriterien.
4. **Einbindung relevanter Akteure:** Durchführung von Workshops, Interviews und Informationsveranstaltungen zur kontinuierlichen Abstimmung mit kommunalen Vertretern, Versorgungsunternehmen, Stakeholdern und zum Informieren der Öffentlichkeit.
5. **GIS-gestützte Auswertung und Darstellung:** Erstellung kartografischer Darstellungen der Energieverbräuche, Potenziale und Wärmeversorgungsgebiete.
6. **Abstimmung und Dokumentation:** Regelmäßige Zwischenberichte, Besprechungen mit der Verwaltung, finale Zusammenfassung der Ergebnisse in einem umsetzungsorientierten Abschlussbericht.

Die Planung erfolgte mit dem Anspruch, neben der formalen Gesetzes- und Förderkonformität eine praxisnahe Strategie für die Wärmewende in Römerberg-Dudenhofen zu entwickeln.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

3.1. Verpflichtung zur Wärmeplanung

Die gesetzliche Grundlage für die kommunale Wärmeplanung bildet das am 1. Januar 2024 in Kraft getretene **Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)**. Das WPG verfolgt das Ziel, einen geordneten und effizienten Transformationspfad zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in Deutschland bis spätestens 2045 bereitzustellen. In Rheinland-Pfalz wurde das Zieljahr jedoch auf **2040** vorgezogen und bildet somit die Grundlage für die hiesige Planung.

Gemäß § 4 WPG sind die Länder verpflichtet, auf ihrem Hoheitsgebiet flächendeckend Wärmepläne zu erstellen bzw. planungsverantwortliche Stellen zu benennen. In vielen Fällen sind dies die Kommunen oder Verbandsgemeinden. Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen hat in diesem Rahmen die Firma INP Deutschland GmbH mit Hauptsitz in Römerberg beauftragt den kommunalen Wärmeplan zu erstellen und erfüllt somit frühzeitig die gesetzlichen Vorgaben.

3.2. Das Wärmeplanungsgesetz und seine Relevanz für die kommunale Wärmeplanung

Am 16. August 2023 hat das Bundeskabinett den Entwurf eines Gesetzes zur Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG) beschlossen. Das Gesetz ist zusammen mit der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) am 1. Januar 2024 in Kraft getreten und verfolgt das Ziel, eine flächendeckende, strategisch koordinierte Wärmeplanung in ganz Deutschland zu etablieren.

Gemäß § 4 Absatz 2 WPG ist die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen verpflichtet, bis spätestens zum 30. Juni 2028 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Eine Fortschreibung dieses Wärmeplans hat gemäß § 25 Absatz 1 WPG mindestens alle fünf Jahre zu erfolgen, um Veränderungen in der Datenlage, Technik oder Gesetzgebung Rechnung zu tragen.

Dabei ist zu beachten, dass der Wärmeplan gemäß § 23 Absatz 4 WPG keine unmittelbare Rechtswirkung gegenüber Dritten entfaltet. Er dient als strategisches Planungsinstrument, begründet jedoch keine einklagbaren Rechte oder Pflichten für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen oder andere externe Akteure.

Die in § 30 WPG geregelte Anforderung an den Anteil erneuerbarer Energien in neuen Wärmenetzen sowie die Zielvorgabe des § 31 WPG zur vollständigen Klimaneutralität bestehender Wärmenetze bis spätestens 2045 wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen berücksichtigt. Das im Rahmen der Planung entwickelte Zielszenario für das Jahr 2040 sieht keine Einbindung fossiler Wärmeerzeuger – wie beispielsweise Erdgas-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen – mehr vor.

4. Akteursbeteiligung und Kommunikation

Damit die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung gelingt, ist es sehr wichtig, dass alle relevanten Akteure in die Planung einbezogen werden. Durch offene Gespräche und eine breite Beteiligung können Missverständnisse vermieden und das Verständnis für die Maßnahmen verbessert werden.

Dadurch steigt nicht nur die Akzeptanz in der Bevölkerung, sondern auch Fachwissen wird in den Planungsprozess eingebracht. Für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen wird die Wärmeplanung im Rahmen eines umfassenden Beteiligungsprozesses erstellt. Dieser Prozess soll sicherstellen, dass alle nötigen Daten gesammelt und berücksichtigt werden und dass die Ergebnisse des Wärmeplans auf gegenseitiger Abstimmung basieren.

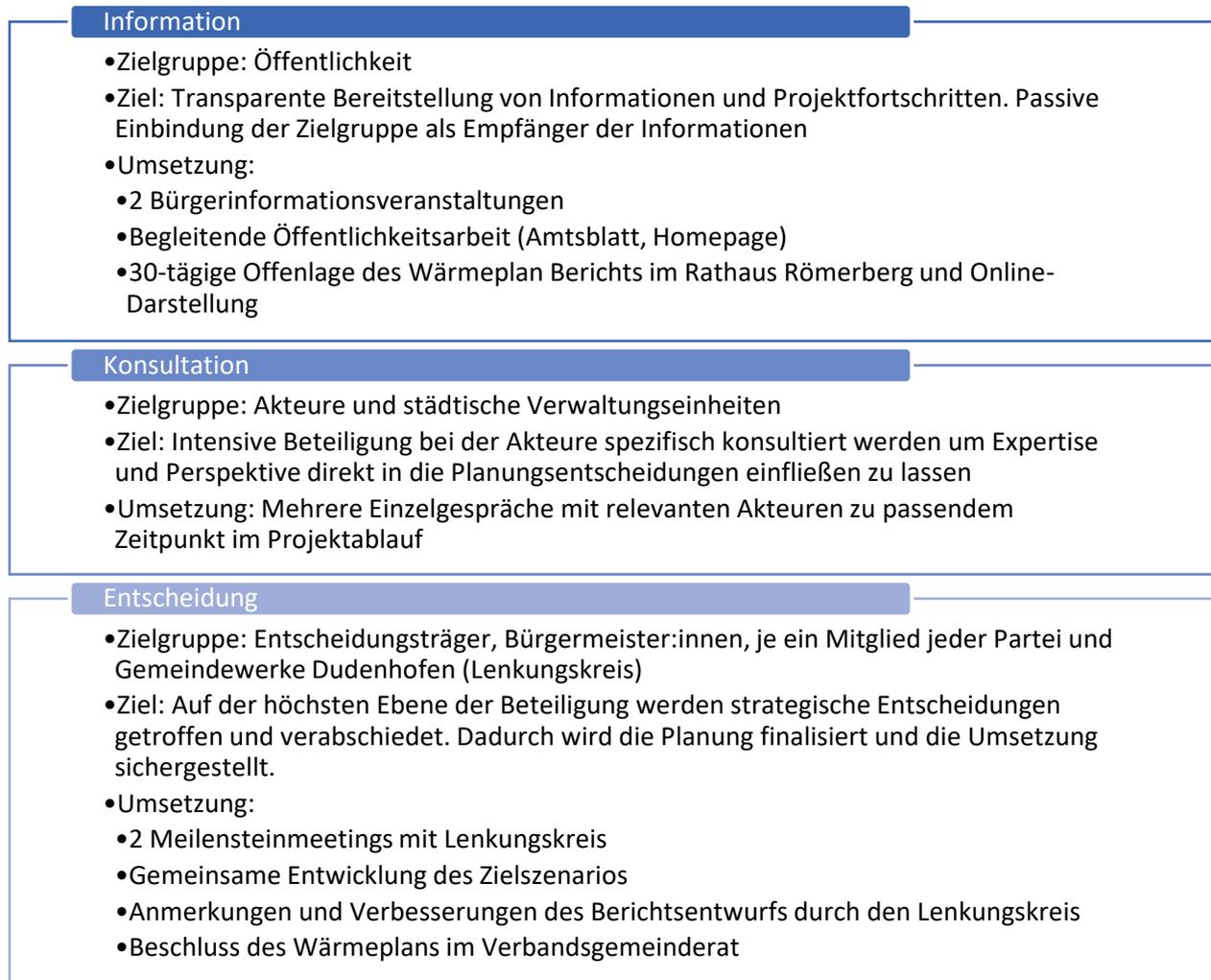


Abbildung 1 Ebenen der Kommunikation

Abbildung 1 illustriert die zielgruppenspezifische Einbindung und die verschiedenen Ebenen der Beteiligung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen. Es werden drei zentrale Beteiligungsebenen dargestellt. Jede Ebene richtet sich an spezifische Zielgruppen und betont deren Rolle innerhalb des Prozesses.

4.1. Bedeutung der Akteursanalyse in der Wärmeplanung

Die Akteursanalyse ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und dient als methodische Grundlage für die strategische Einbindung relevanter Beteiligter in den Planungsprozess. Gemäß § 7 WPG sind insbesondere Betreiber von Energieversorgungsnetzen und Wärmenetzen sowie betroffene Träger öffentlicher Belange verpflichtend einzubeziehen. Darüber hinaus trägt die frühzeitige und systematische Einbindung weiterer lokaler und regionaler Akteure zur Qualität, Akzeptanz und Realisierbarkeit der entwickelten Maßnahmen bei.

Die Akteursanalyse in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen hatte zum Ziel, die relevanten Akteursgruppen zu identifizieren, ihre Rollen und Interessen im Rahmen der lokalen Wärmewende zu bewerten und potenzielle Beiträge, Konflikte oder Unterstützungsbedarfe im Hinblick auf die Umsetzung der Wärmeplanung zu erfassen.

4.2. Identifizierte Akteure

Die Analyse zeigte, dass in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen eine hohe Dichte an potenziell relevanten Akteuren besteht. Durch die frühzeitige Erhebung dieser Akteure konnte eine strukturierte Beteiligung initiiert werden, die sich in Workshops, Einzelgesprächen und schriftlichen Rückmeldungen widerspiegelte.

- Gemeindewerke Dudenhofen & Verbandsgemeindewerke Römerberg-Dudenhofen
- Stadtwerke Speyer GmbH
- Pfalzwerke AG
- Pfalzwerke Netz AG
- Pfalzgas GmbH
- Waldbauverein Ganerb e.V.
- Landesforsten Rheinland-Pfalz
- Kreisverwaltung Rhein-Pfalz Kreis
- Landwirte in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen

5. Bestandsanalyse

5.1. Erfassung und Beschreibung der Gemeindestruktur

5.1.1. Gemeindebeschreibung und Lageerfassung

Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen wurde im Rahmen der Kommunal- und Verwaltungsreform Rheinland-Pfalz zum 01. Juli 2014 aus der bisherigen Verbandsgemeinde Dudenhofen und der Gemeinde Römerberg neu gebildet. Das Gebiet der Verbandsgemeinde umfasst 5.498 ha und grenzt im Süden/Südwesten direkt an die Stadt Speyer. Sie liegt zentral in der Metropolregion Rhein-Neckar und gehört dem Rhein-Pfalz-Kreis an. Die 22.785 Einwohner (Stand: 31.01.2025) große Gemeinde setzt sich aus den vier Ortsgemeinden Römerberg (Römerberg-Berghausen, Römerberg-Heiligenstein und Römerberg-Mechtersheim), Dudenhofen, Harthausen und Hanhofen, welche in Abbildung 2 dargestellt sind.



Abbildung 2 Kartografischer Ausschnitt aus dem digitalen Zwilling mit Luftbild-Layer der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen und Speyer

Die Gemeinde Römerberg ist die größte Ortsgemeinde der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen. Sie hat 10.318 Einwohner (Stand: 31.01.2025) und erstreckt sich über eine Fläche von 2.785 ha. Römerberg besteht aus den drei Ortsteilen Römerberg-Berghausen, Römerberg-Heiligenstein und Römerberg-Mechtersheim, welche alle zunächst eigenständige Ortschaften waren und erstmals im 12. Jahrhundert urkundlich erwähnt wurden. Am 07. Juni 1969 wurden sie zur Gemeinde Römerberg zusammengeschlossen.

Die Gemeinde Dudenhofen hat eine Einwohnerzahl von 6.057 (Stand: 31.12.2023) und eine Gesamtfläche von 1.295 ha. Ein Großteil des Gemeindegebiets, 591 ha, besteht aus Wald. In der Landwirtschaft spielt insbesondere der Spargelanbau eine zentrale Rolle. Dudenhofen wurde erstmals im 12. Jahrhundert urkundlich erwähnt. Archäologische Funde aus der Römer- und Frankenzeit lassen jedoch darauf schließen, dass die erste Besiedlung bereits um 300 v. Chr. erfolgte.

Die Gemeinde Harthausen hat eine Einwohnerzahl von 3.197 (Stand: 31.12.2023) und erstreckt sich über eine Fläche von 837 ha. Sie gilt als Hochburg im Tabakanbau in der Vorderpfalz. Harthausen wurde im 9. oder 10. Jahrhundert von Franken gegründet und erstmals im 13. Jahrhundert urkundlich erwähnt.

Die Gemeinde Hanhofen ist die kleinste der vier Ortsgemeinden und zählt 2.579 Einwohner (Stand: 31.12.2023) bei einer Gesamtfläche von 580 ha. Wie Dudenhofen gilt Hanhofen als bedeutende Spargelanbaugemeinde. Erstmals urkundlich erwähnt wurde Hanhofen im 12. Jahrhundert.

5.1.2. Baualtersklassen

Die Ermittlung der Baualtersklassen erfolgte durch den Abgleich mit der IWU-Datenbank. Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung, die sich auf Themen rund um Energieeffizienz, Klimaschutz und nachhaltiges Bauen spezialisiert hat. Es entwickelt wissenschaftlich fundierte Konzepte und Modelle, insbesondere für den Gebäudesektor, und stellt Daten sowie Analysen bereit, die Kommunen, Politik und Wirtschaft bei der Umsetzung ihrer Klimaziele unterstützen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Erforschung von Energiesparpotenzialen und der Optimierung von Wohn- und Lebensräumen unter ökologischen und sozialen Gesichtspunkten.

Der Gebäudestand wurde nach Baualter klassifiziert. Abbildung 2 zeigt die baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude.

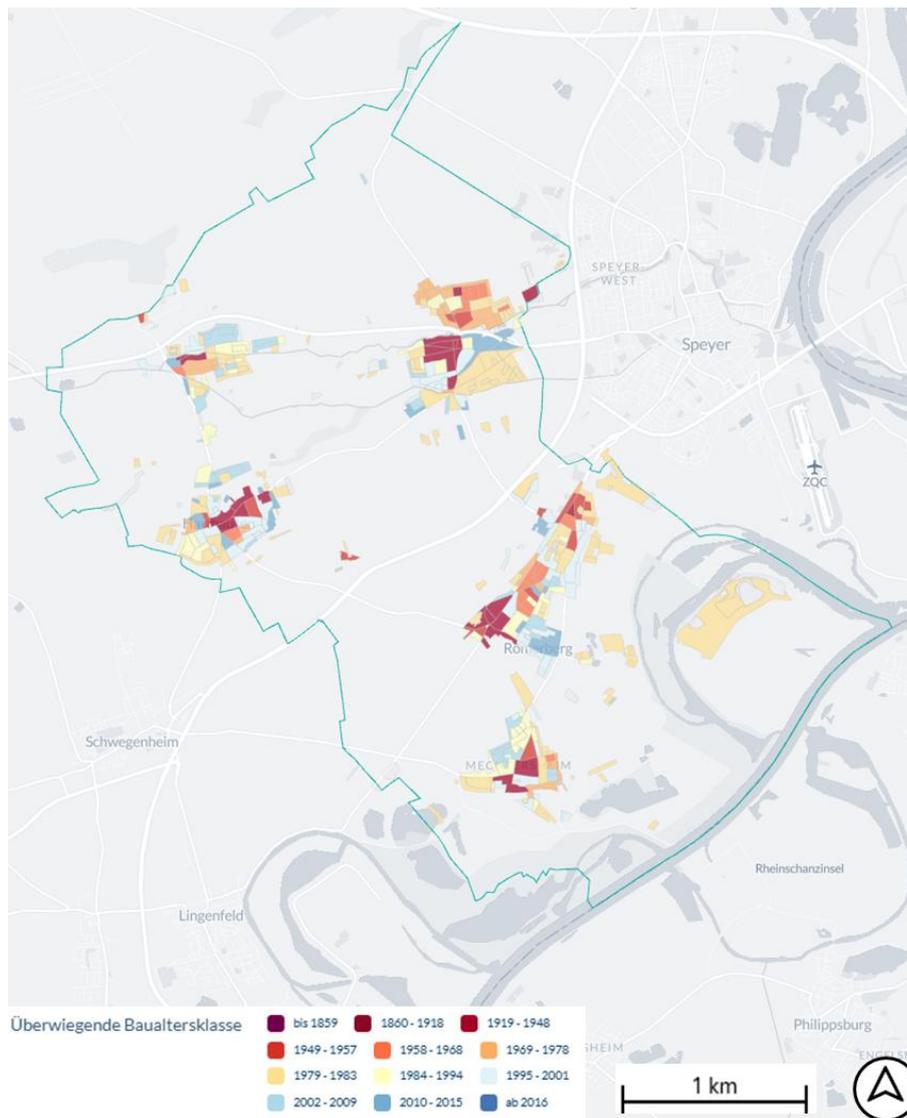


Abbildung 3 Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude

Die in Abbildung 3 dargestellte kartografische Übersicht legt den Schwerpunkt auf die räumliche Verteilung dominierender Baualtersklassen innerhalb der Verbandsgemeinde, erlaubt jedoch keine belastbare Aussage über die quantitative Verteilung der Gebäude nach Baualtersklassen. Zur ergänzenden Veranschaulichung dieser Verteilung wird in Abbildung 4 eine differenzierte Auswertung vorgenommen. Diese zeigt die Anzahl der Gebäude je Baualtersklasse sowohl in absoluten Zahlen als auch anteilig bezogen auf den Gesamtbestand. Deutlich erkennbar ist, dass der Zeitraum zwischen 1979 und 1983 mit nahezu 3.200 errichteten Gebäuden die baulich aktivste Phase in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen darstellt.

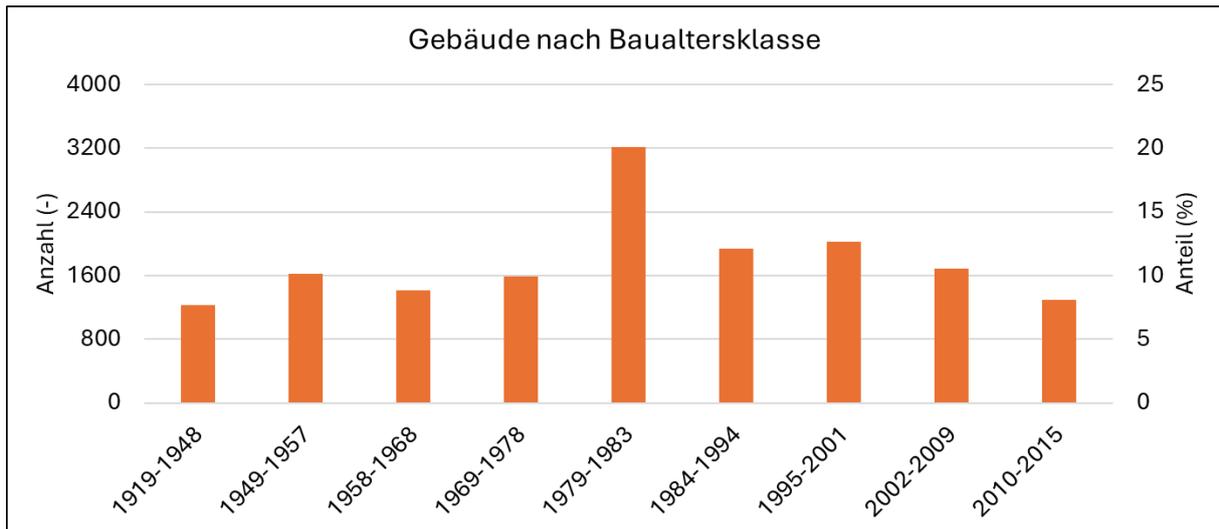


Abbildung 4 Gebäude der Verbandsgemeinde Dudenhofen und Römerberg nach Baualtersklasse absolut und anteilig

5.1.3. Hauptnutzungsart der Gebiete

Die Verbandsgemeinde besteht zum Großteil aus Wohngebieten. Abbildung 5 zeigt die baublockbezogene Darstellung der Hauptnutzungsart der Gebiete, bezeichnet als BSKO Sektoren. BSKO steht für Bilanzierungssystematik Kommunal und wurde 2014 entwickelt, um die THG-Bilanzierung zwischen Kommunen vergleichbar zu machen.¹

Die Verbrauchssektoren nach dem BSKO-Standard können wie folgt beschrieben werden:

- Private Haushalte: Ein- und Mehrpersonenhaushalte, einschließlich der Personen in Gemeinschaftsunterkünften
- Kommunale Einrichtungen: darunter z. B. Verwaltungsgebäude, kommunale Schulen, Kindertagesstätten, Straßenbeleuchtung
- Industrie: Betriebe des verarbeitenden Gewerbes
- GHD/Sonstiges: alle bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem Verarbeitenden Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe)

¹ BSKO – Zentraler Standard für kommunale Treibhausgasbilanzierung | Umweltbundesamt (zuletzt gesehen 28.02.2025)

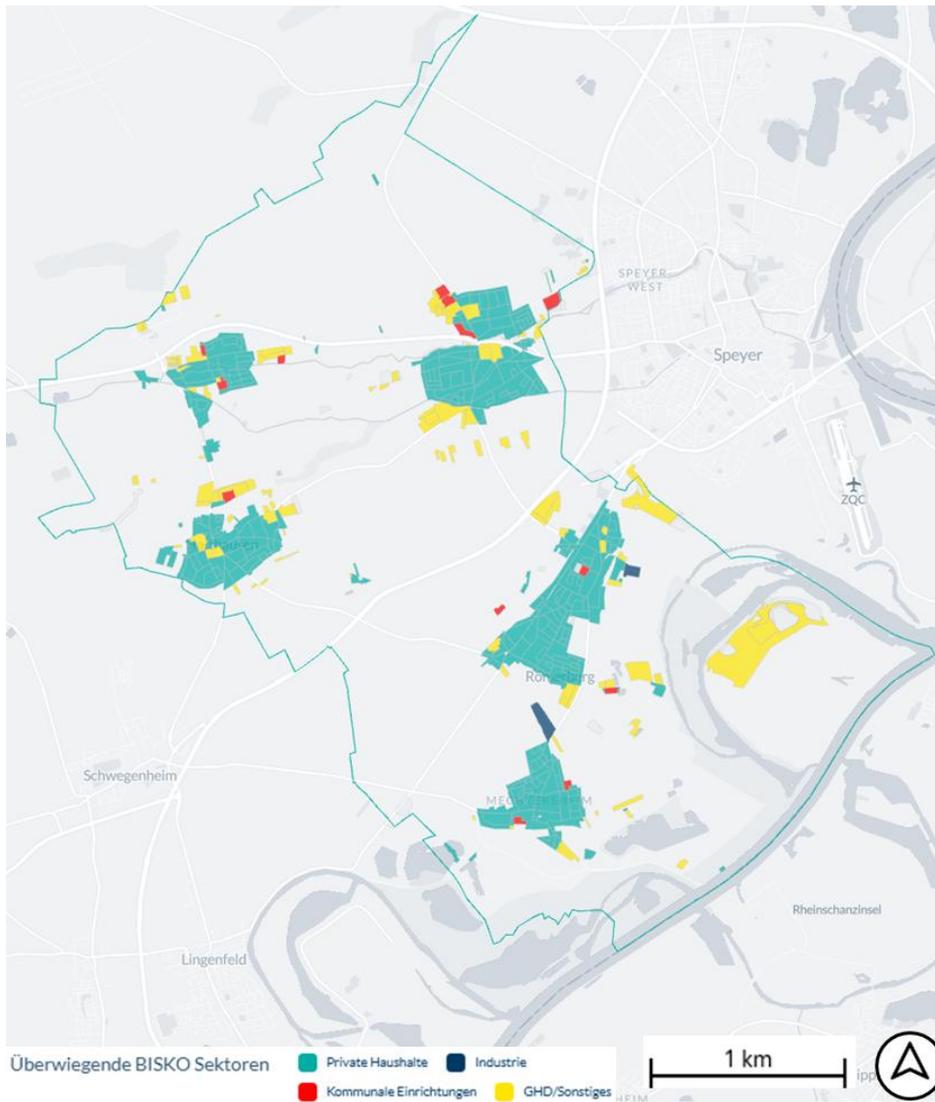


Abbildung 5 Baublockbezogene Darstellung der Hauptnutzungsart der Gebiete

5.1.4. Schutzgebiete

Im Gebiet der Verbandsgemeinde Dudenhofen-Römerberg liegen verschiedene Schutzgebiete, wovon in Abbildung 6 die wichtigsten darstellt. Da sich in der Verbandsgemeinde keine Heilquellschutzgebiete befinden, wird diese Karte nicht aufgeführt.

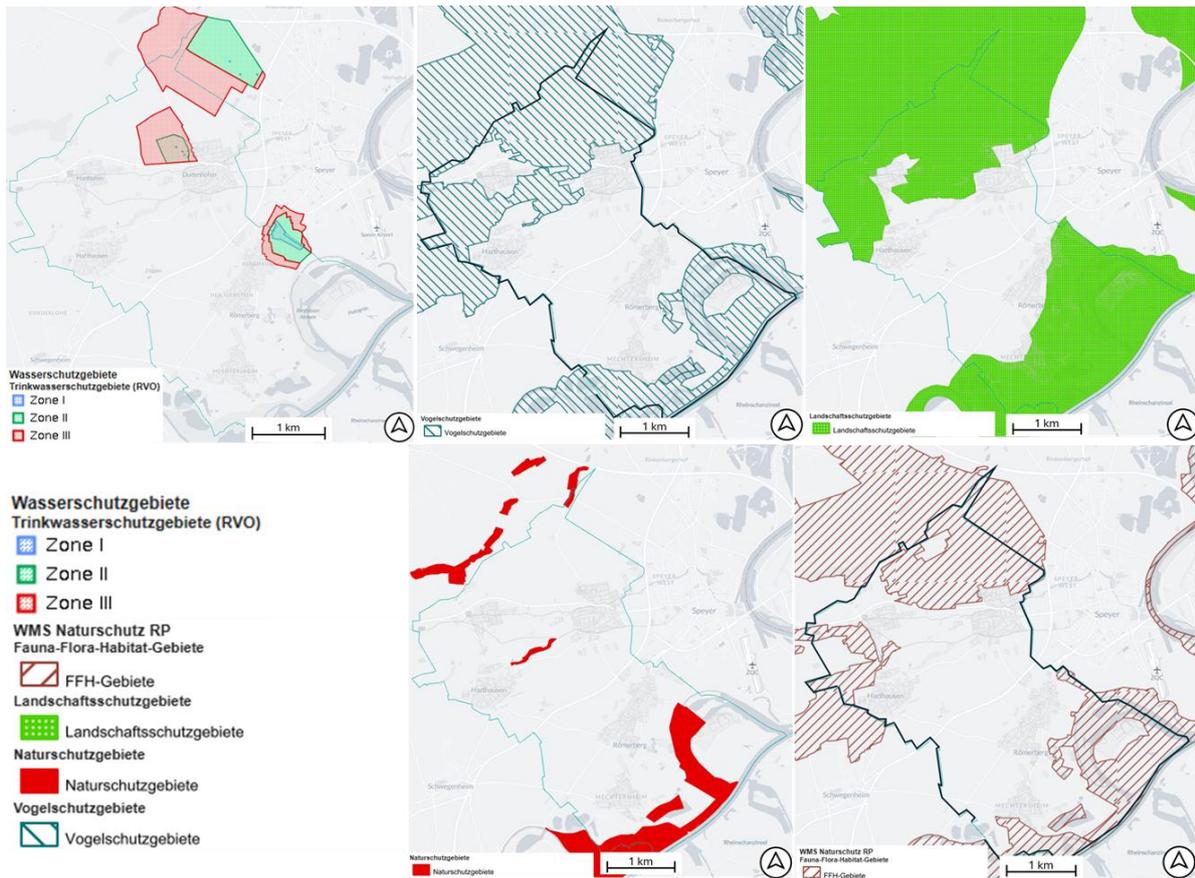


Abbildung 6 Ausgewählte Schutzgebiete im Gebiet der Verbandsgemeinde Dudenhofen-Römerberg

In Rheinland-Pfalz erfolgt der Schutz des Grundwassers in unterschiedlichen Zonen eines Trinkwasserschutzgebiets. Zone I umfasst den unmittelbaren Bereich um die Wassergewinnungsanlage und dient dem höchsten Schutz vor direkter Verschmutzung. Die Zone II deckt das engere Einzugsgebiet ab und schützt vor mittelbaren Gefährdungen. Die vierte und letzte Zone umfasst die Gemeinde und deckt ein erweitertes Einzugsgebiet ab. Sie schützt vor langfristigen Gefährdungen und deckt größere Flächen ab, um die nachhaltige Trinkwasserversorgung zu sichern.

Primär befinden sich die Schutzgebiete, welche sich größtenteils überlagern, an den nordwestlichen und südöstlichen Grenzen des Gebiets. Das Gebiet im Norden der Gemarkungsfläche an der Grenze zu Böhl-Iggelheim besteht aus sich größtenteils überlagerndem Landschaftsschutzgebiet (LSG), Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Gebiet sowie Vogelschutzgebiet (VSG). Im Süden sind dieselben Schutzgebiete zu erkennen, jedoch kommt hierbei noch das Naturschutzgebiet (NSG), welches sich in unmittelbarer Nähe des Rheins und Altrheins befindet. Die Trinkwasserschutzgebiete befinden sich fast ausschließlich an der nördlichen Grenze zu Speyer und Böhl-Iggelheim.

5.2. Energie- und Treibhausgasbilanz im Ist-Zustand

In diesem Kapitel werden die ermittelten Wärmebedarfswerte in verschiedene Kategorien aufgeteilt aufgezeigt.

5.2.1. Wärmebilanz nach Energieträger

Im Wärmesektor wird zwischen zentralen und dezentralen Energieerzeugern differenziert, wobei sich diese durch den Standort und die Wärmeverteilung unterscheiden. Zentrale Erzeuger, wie große Heizkraftwerke, produzieren Wärme an einem zentralen Ort und verteilen sie über Fernwärmenetze. Dezentrale Erzeuger hingegen erzeugen Wärme direkt vor Ort oder in der Nähe des Verbrauchers. Zu den gängigsten dezentralen Systemen zählen Gaskessel, Wärmepumpen, die Umweltwärme nutzen, sowie Pellet- und Hackschnitzelkessel. In der Verbandsgemeinde werden Gebäude nahezu vollständig dezentral versorgt.

Die vorliegende Abbildung zeigt die Wärmebilanz der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen differenziert nach Energieträgern.

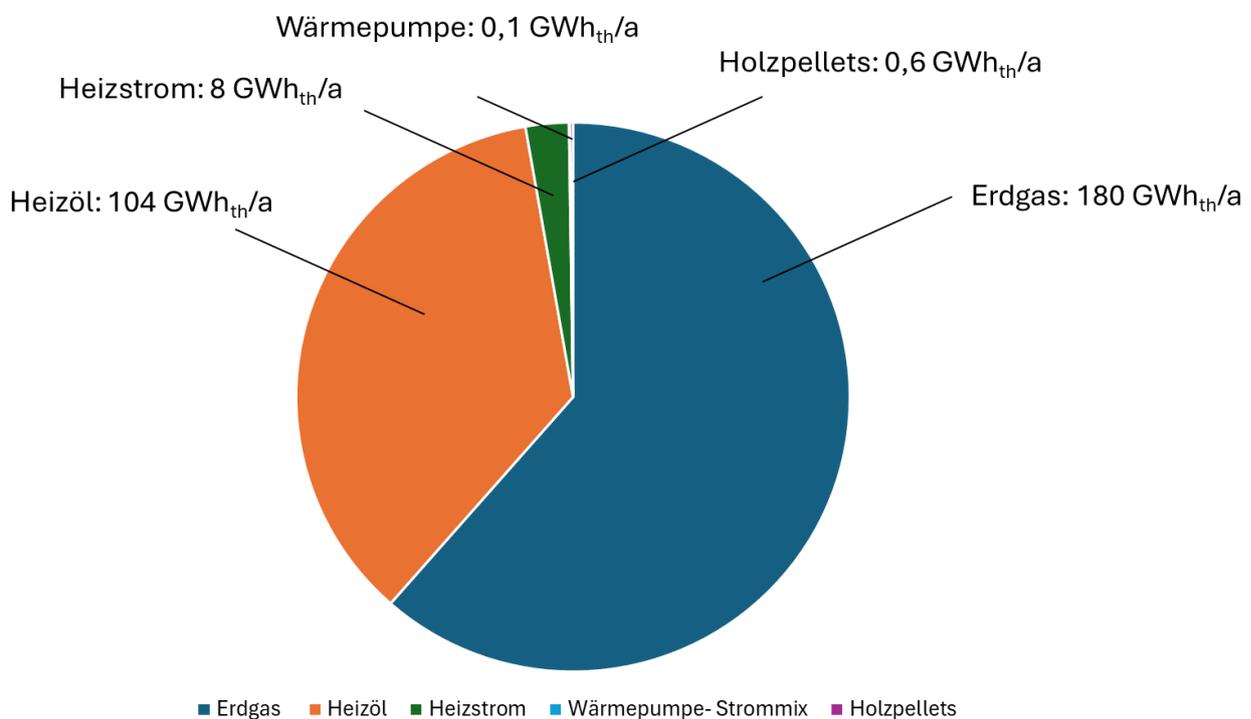


Abbildung 7 Wärmebilanz der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen nach Energieträgern

Der gesamte Wärmeendenergieverbrauch beträgt 293 GWh_{th}/a. Der größte Anteil am Wärmeverbrauch entfällt auf Erdgas mit 180 GWh_{th}/a, was einem Anteil von 61 % entspricht. Heizöl ist der zweitgrößte Energieträger mit einem Verbrauch von 104 GWh_{th}/a, was 36 % des gesamten Energieverbrauchs ausmacht. Heizstrom, mit einem Verbrauch von 8 GWh_{th}/a, macht 3 % des Gesamtenergieverbrauchs aus. Die Nutzung von Holzpellets ist mit einem Verbrauch von 0,6 GWh_{th}/a marginal und entspricht weniger als 1 % des gesamten Energieverbrauchs. Ähnlich verhält es sich bei Wärmepumpen, deren Energieverbrauch mit 0,1 GWh_{th}/a ebenfalls weniger als 1 % beträgt.

Diese Zahlen verdeutlichen, dass fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl mit zusammen 97 % des Wärmeverbrauchs den Energiemix dominieren. Die geringe Nutzung von Holzpellets und Wärmepumpen weist darauf hin, dass das Potenzial für den Ausbau erneuerbarer Energien in der Region noch weitgehend ungenutzt ist.

5.2.2. Wärmebilanz nach Verbrauchergruppen

In Abbildung 8 ist die Verteilung des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärmeanwendungen in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen dargestellt. Die Aufschlüsselung erfolgt nach den Verbrauchergruppen Private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), sowie kommunale Einrichtungen. Da es in der Verbandsgemeinde kein Industrie gibt, ist diese in der Abbildung 8 nicht gezeigt.

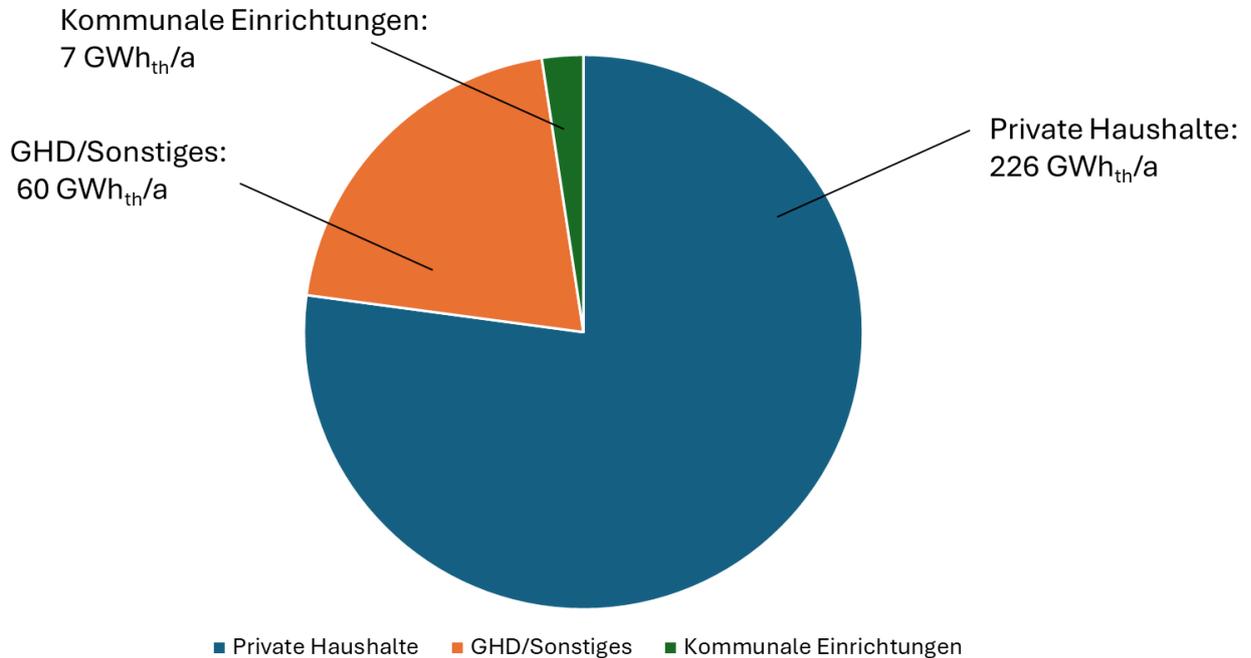


Abbildung 8 Wärmebilanz nach Verbrauchergruppen

Den größten Anteil am Wärmeverbrauch stellen die privaten Haushalte mit 226 GWh_{th}/a (77 %) dar. Der Bereich GHD/Sonstiges folgt mit 60 GWh_{th}/a und einem Anteil von 21 %. Der Sektor „kommunale Einrichtungen“ trägt mit 7 GWh_{th}/a 2 % zum Gesamtwärmeverbrauch bei.

5.2.3. Energiebilanz nach Ortsgemeinde

In diesem Abschnitt wird die Energiebilanz sowie die Treibhausgasbilanz nach Ortsgemeinde dargestellt. Diese Werte inkludieren sowohl die Kennzahlen für Wärme als auch die für Strom.

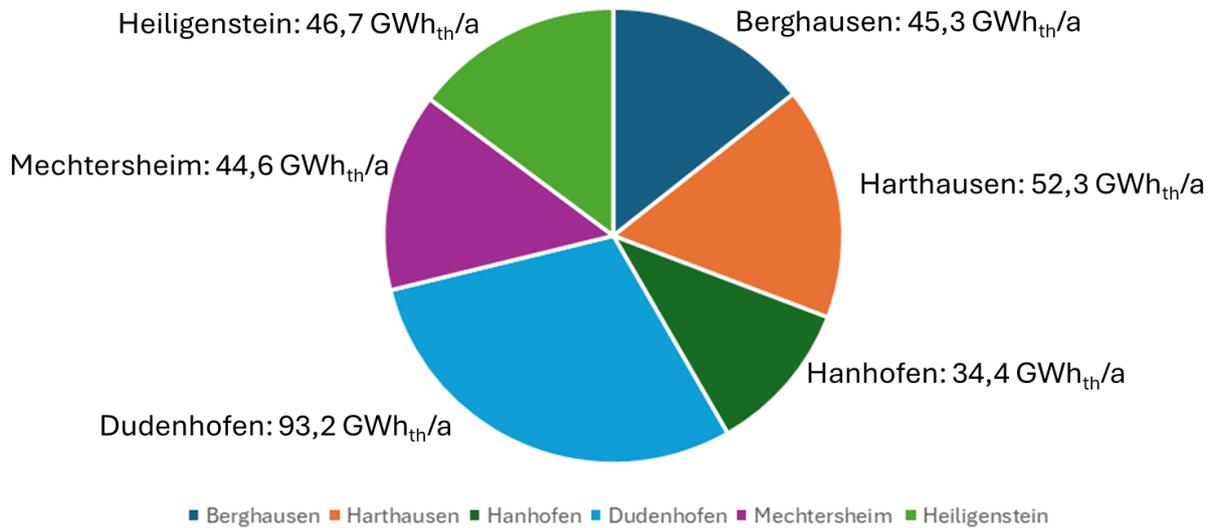


Abbildung 9 Energiebilanz je Ortsgemeinde

Als Basis für die Emissionsfaktoren wurde der KWW-Technikkatalog² genutzt. Die Emissionsfaktoren sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 2 Spezifische Emissionsfaktoren zur Ermittlung der Treibhausgasbilanz

	Erdgas	Heizöl	Holz	Strom-Mix (Stand 2025)
Emissionsfaktor (g/kWh_{th})	240	310	20	260

Mithilfe dieser Faktoren wurden die THG-Emissionen für die jeweilige Ortsgemeinde berechnet.

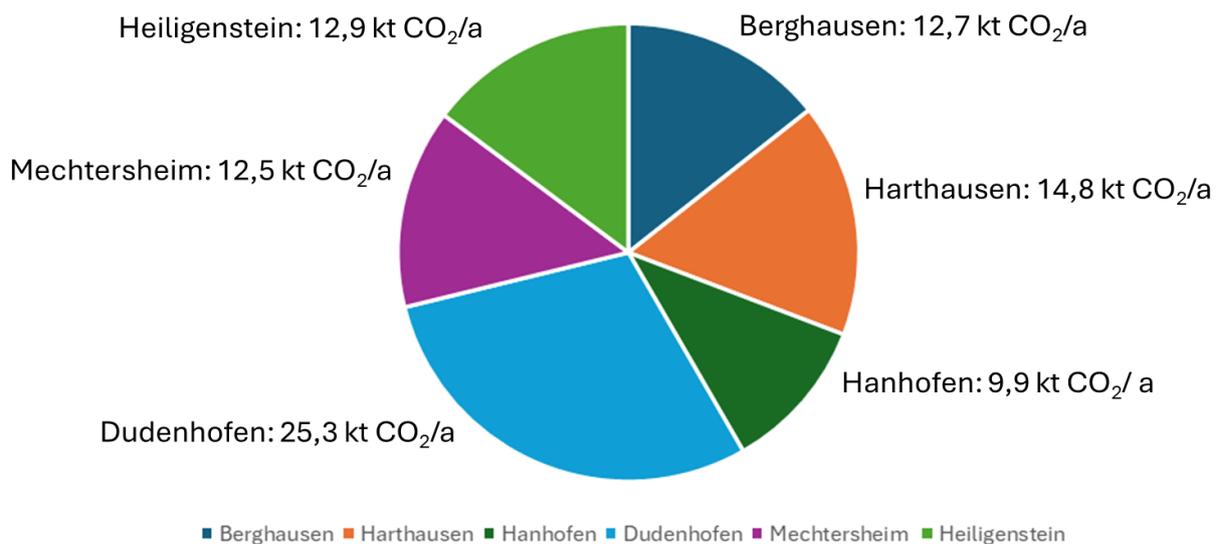


Abbildung 10 THG-Emissionen je Ortsgemeinde

² <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> zuletzt aufgerufen 27.03.2025

5.2.4. Treibhausgasbilanz für Endenergieverbrauchs für Wärme

Aus den zuvor dargestellten Endenergieverbräuchen und den Emissionsfaktoren aus Tabelle 2 ergeben sich absolute CO₂-Emissionen, die in Abbildung 11 nach Energieträger aufgeteilt sind.

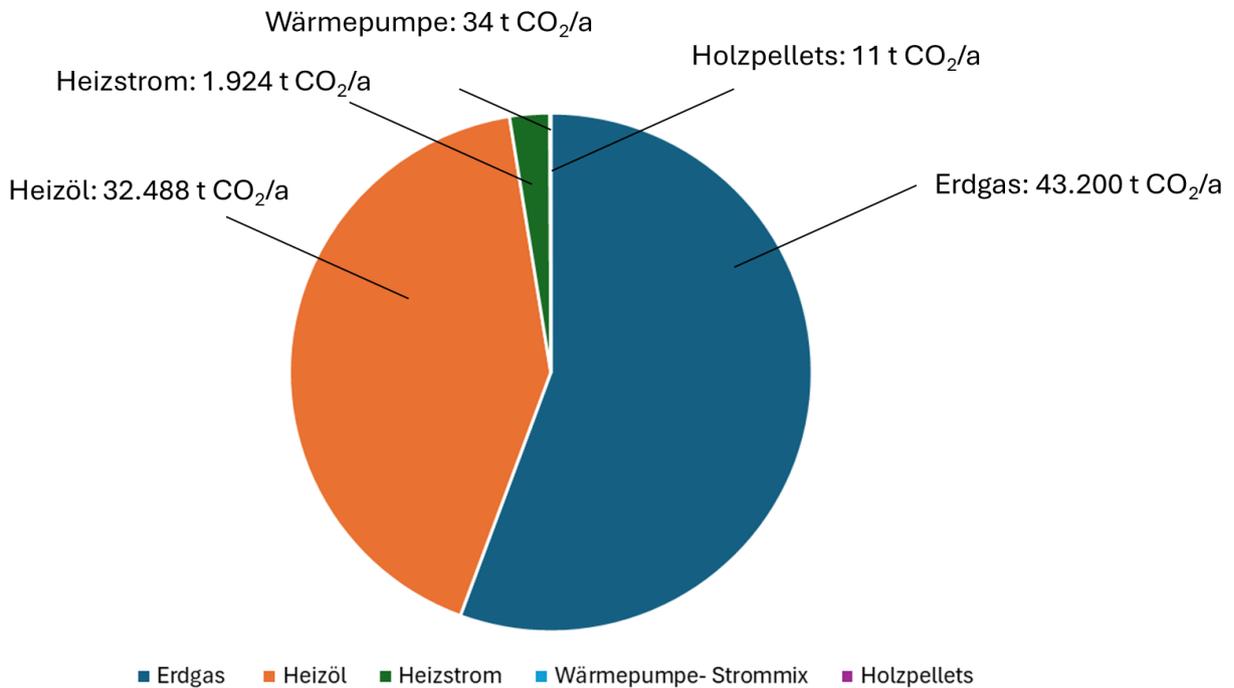


Abbildung 11 CO₂-Emissionen nach Energieträger

Abbildung 11 visualisiert die Anteile der einzelnen Energieträger an den gesamten Treibhausgasemissionen. Insgesamt werden in der Verbandsgemeinde pro Jahr circa 77.657 t CO₂ emittiert. Der größte Anteil entfällt auf Erdgas mit 43.200 t CO₂/a, was auf einen dominanten Einsatz dieses Energieträgers hinweist. Heizöl stellt mit 32.488 t CO₂/a die zweitgrößte Quelle der CO₂-Emissionen dar. Heizstrom verursacht 1.924 t CO₂/a, was auf den Einsatz von Strom zur Wärmeerzeugung hinweist. Der vergleichsweise hohe Emissionswert resultiert vermutlich aus der CO₂-Intensität des Strommixes.

Wärmepumpen, die mit Strom betrieben werden, verursachen hingegen lediglich 34 t CO₂/a. Holzpellets verursachen 11 t CO₂/a und sind somit ebenfalls nur in geringem Maße an den Gesamtemissionen beteiligt.

Die Daten verdeutlichen, dass die Energieträger Erdgas und Heizöl mit insgesamt 75.688 t CO₂/a den Großteil der Treibhausgasemissionen verursachen. Dies weist auf ein erhebliches Reduktionspotenzial hin, wenn fossile Energieträger durch erneuerbare Energiequellen oder effizientere Technologien ersetzt werden. Die relativ niedrigen Emissionen durch den Einsatz von Wärmepumpen, Heizstrom und Holzpellets deuten darauf hin, dass deren verstärkte Integration in das Energiesystem zur Dekarbonisierung beitragen könnte.

5.3. Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Abbildung 12 Blockdarstellung des Energieverbrauchs der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen zeigt eine Blockdarstellung des Energieverbrauchs der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen. Sie stellt die geografische Verteilung des Wärmeverbrauchs in den verschiedenen Ortsteilen dar, darunter Hanhofen, Harthausen, Römerberg-Mechtersheim, Dudenhofen sowie Römerberg-Berghausen und Römerberg-Heiligenstein.

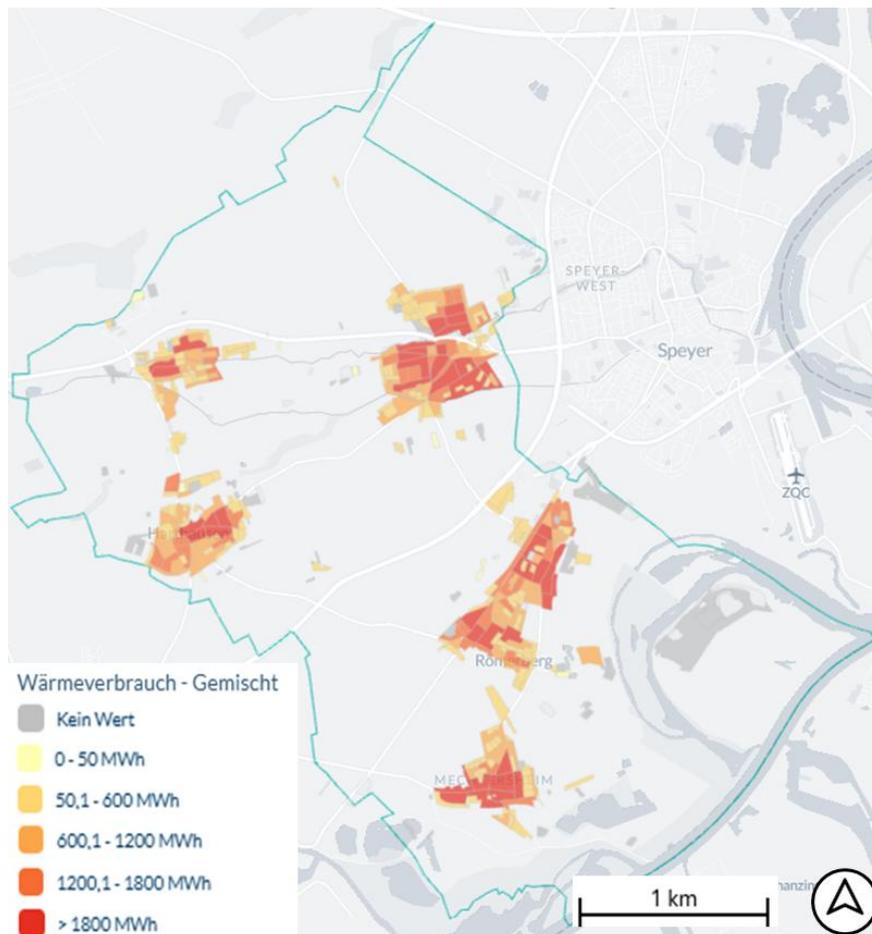


Abbildung 12 Blockdarstellung des Energieverbrauchs der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen

Die größten Wärmeverbrauchsbereiche befinden sich in den dicht bebauten Gebieten, insbesondere in Dudenhofen, Römerberg-Mechtersheim, sowie Römerberg-Berghausen und Römerberg-Heiligenstein. Die intensiven Rotfärbungen in diesen Bereichen zeigen, dass hier der Wärmeverbrauch besonders hoch ist.

Weniger dicht besiedelte Gebiete, insbesondere außerhalb der Ortskerne, weisen einen geringeren Wärmeverbrauch auf, was durch gelbe bis hellgelbe Farbtöne dargestellt wird.

Es ist anzumerken, dass diese Karte lediglich den Wärmeverbrauch in der Verbandsgemeinde darstellt und keine Informationen darüber enthält, welcher Anteil durch verschiedene Energieträger gedeckt wird oder ob bereits erneuerbare Energien zum Einsatz kommen.

5.4. Ist-Situation Gas-, Wärme- und Strominfrastruktur

5.4.1. Gasnetz-Infrastruktur

In der gesamten Verbandsgemeinde existiert ein nahezu flächendeckendes Gasnetz in jeder Ortsge-
meinde.

5.4.2. Wärmenetz-Infrastruktur

Im Neubaugebiet „Südlich Wooggraben – Teilbereich Ost“ in Harthausen wurde ein kaltes Nahwärme-
netz errichtet, das seit 2021 in Betrieb ist. Das Netz hat eine Länge von etwa 550 Metern und versorgt
33 Haushalte mit umweltfreundlicher Heizenergie. Die Energieversorgung basiert auf oberflächennaher
Geothermie durch Erdwärmesonden.

5.4.3. Kältenetz-Infrastruktur

In der Verbandsgemeinde existiert kein Kältenetz.

5.4.4. Stromnetz-Infrastruktur

In der gesamten Verbandsgemeinde existiert ein nahezu flächendeckendes Stromnetz in jeder Ortsge-
meinde.

5.5. Ist-Situation der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung

5.5.1. Solarthermische Anlagen

Gemäß Energieatlas Rheinland-Pfalz wurden in den Jahren 2010 - 2020 in der Verbandsgemeinde Solarthermieanlagen mit einer Wärmeerzeugung von 238 MWh_{th} zugebaut (0,1 % der Gesamtwärmemenge).³

Laut Energieatlas Rheinland-Pfalz kamen im Jahr 2020 158 Flachkollektoren mit einer Kollektorfläche von 1.366 m² und 48 Röhrenkollektoren mit einer Kollektorfläche von 436 m² zum Einsatz. ⁴

5.5.2. Biomasse-Anlagen

Gemäß Energieatlas Rheinland-Pfalz wurden in den Jahren 2010 - 2020 in der Verbandsgemeinde dezentrale Biomasse-Anlagen mit einer Wärmeerzeugung von 939 MWh_{th} zugebaut (0,4 % der Gesamtwärmemenge). Dies entspricht einem jährlichen Zubau in den Jahren 2010 – 2020 von 94 MWh_{th}/a. ⁵

Im Jahr 2020 waren in der Verbandsgemeinde insgesamt 51 Biomasse-Anlagen in Betrieb, die gemeinsam eine installierte Leistung von 903 kW_{th} aufwiesen. Die Verteilung der Anlagen nach Brennstofftyp zeigt, dass der überwiegende Teil mit Pellets (43 Anlagen) betrieben wird. Daneben werden 7 Anlagen mit Scheitholz und 1 Anlage mit Holzhackschnitzeln befeuert.

Der Großteil dieser Anlagen (49 von 51) befindet sich im privaten Haushaltssektor, während die verbleibenden 2 Anlagen im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Sonstige genutzt werden. ⁶

5.5.3. Wärmepumpen

In der Verbandsgemeinde waren im Jahr 2020 insgesamt 40 Wärmepumpen im Einsatz. Diese setzten sich zusammen aus 20 Luft-Wasser-Wärmepumpen, 19 Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie einer sonstigen Wärmepumpenanlage. Die kombinierte Gesamtwärmeleistung aller Systeme betrug 213 kW_{th}.⁷ Seit 2020 wird ein nationaler durchschnittlicher Zuwachs von etwa 15 %/a bei der Installation neuer Wärmepumpen verzeichnet.⁸ Basierend auf dieser Wachstumsrate wird erwartet, dass im Jahr 2025 etwa 80 Wärmepumpen mit einer Gesamtwärmeleistung von ca. 400 kW_{th} in der Verbandsgemeinde in Betrieb sind.

5.5.4. Abwärme

In der Verbandsgemeinde ist keine Abwärmenutzung im größeren Umfang bekannt.

5.5.5. Wärme- und Gasspeicher

In der Verbandsgemeinde sind keine größeren Wärme- oder Gasspeicher vorhanden.

5.5.6. Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

In der Verbandsgemeinde sind keine Anlagen zu Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen im größeren Umfang bekannt.

³ <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/energiesteckbriefe/energiesteckbrief/0733807000/2023/> zuletzt abgerufen 27.03.2025

⁴ <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/waerme/spezialkarte-solarthermie-summe> 27.03.2025

⁵ <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/energiesteckbriefe/energiesteckbrief/0733807000/2023/> zuletzt abgerufen 27.03.2025

⁶ <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/waerme/spezialkarte-biomasse-summe> zuletzt abgerufen 27.03.2025

⁷ <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/waerme/spezialkarte-waermepumpen-summe> zuletzt abgerufen 27.03.2025

⁸ <https://www.waermepumpe.de/presse/zahlen-daten/> zuletzt abgerufen 27.03.2025

5.6. Ist-Situation der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

5.6.1. PV-Anlagen

Nach Angaben des Marktstammdatenregisters beläuft sich im Jahr 2024 die Gesamtleistung aller installierten Photovoltaikanlagen auf 20.806 kW_P. Dies wird durch insgesamt 2.244 Anlagen erreicht, die auf privaten, gewerblichen und öffentlichen Gebäuden installiert wurden.

5.6.2. Wasserkraftanlagen

Auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde gibt es eine Wasserkraftanlage mit einer Leistung von 20 kW_{el}.

5.6.3. Windkraftanlagen

Im Jahr 2024 sind insgesamt drei Windkraftanlagen mit einer kombinierten Leistung von 6.000 kW_{el} in Betrieb.

5.7. Bestehende Studien

In der Vergangenheit sind zu Teilen der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen bereits einige Studien erstellt worden, die zum Teil relevante Inhalte wie Bestände, Umfragen, erstellte Konzepte oder erarbeitete Maßnahmen beschreiben. Diese werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

5.7.1. Klimaschutzteilkonzept für die öffentlichen Liegenschaften der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen

Das Klimaschutzteilkonzept der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen dient als strategische Grundlage zur Reduktion von CO₂-Emissionen und Energieverbrauch. Es analysiert technische und wirtschaftliche Potenziale im Strom- und Wärmeverbrauch kommunaler Gebäude sowie Maßnahmen für kurz-, mittel- und langfristigen Klimaschutz. Das Klimaschutzteilkonzept erhielt eine Förderung durch das Bundesumweltministerium und zielt darauf ab, die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu unterstützen.

Das Konzept umfasst die drei Bausteine Klimaschutzmanagement, Gebäudebewertung und Maßnahmenumsetzung. Im ersten Baustein Klimaschutzmanagement wurden Basisdaten erhoben, bewertet und ein Organisations- sowie Controlling-Konzept entwickelt. Der zweite Baustein Gebäudebewertung fokussierte auf die Analyse der Gebäudezustände, die Priorisierung von Maßnahmen und die Abschätzung von Investitionen und Sanierungsplanungen nach Niedrigstenergiehaus-Standards bis 2050. Im dritten Baustein Maßnahmenumsetzung wurden dann für einige ausgewählte Gebäude spezifische Klimaschutzmaßnahmen ausgearbeitet.

5.7.2. Integriertes Energetisches Quartierkonzept „Kernbereich Dudenhofen“

Wie der Name der Studie schon darauf hinweist, umfasst die Studie ein energetisches Quartierkonzept eines Teilgebiets im Zentrum der Ortschaft Dudenhofen. Zur Konkretisierung der Ergebnisse des Klimaschutzteilkonzepts (s. Kapitel 5.7.1) wurde die Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft GmbH & Co. KG (DSK) durch die Gemeinde Dudenhofen beauftragt, ein Integriertes Energetisches Quartierskonzept für den "Kernbereich Dudenhofen" zu erarbeiten. Ziel des Konzeptes ist die Identifizierung von städtebaulichen und energetischen Missständen durch eine fundierte Bestandsaufnahme, die Ermittlung von Entwicklungspotenzialen sowie deren Formulierung als Maßnahmen. Der Abarbeitungsprozess des Maßnahmenkatalogs zielt auf eine Senkung des CO₂-Ausstoßes und des Primärenergiebedarfs ab. Außerdem wird das integrierte Quartierskonzept unter Beteiligung der Eigentümer und Bewohner des Quartiers erarbeitet. Das Ziel besteht in der Schärfung des Bewusstseins für energieeffizientes Verhalten und der aktiven Beteiligung der Bewohner und Eigentümer an der Entwicklung der Maßnahmen.

Im ersten Teil der Studie erfolgt die Bestandsanalyse unter anderem in Bereichen wie Siedlungsstruktur und Bebauung, Demographie sowie Energie- und CO₂-Bilanz. Der aktuelle Wohnraumbestand zeigt, dass die Siedlungsstruktur des Untersuchungsgebiets in erster Linie durch Wohngebäude geprägt ist. Öffentliche Einrichtungen sind nur vereinzelt vorhanden. Über 80 % der Gebäude sind als Ein- und Zweifamilienhäuser ausgebaut, und etwa 97 % der Gebäude im Quartier werden ganz oder zumindest überwiegend zu Wohnzwecken genutzt. Im Vergleich zum Durchschnittwert gleichgroßer Gemeinden ist die Anzahl an Wohngebäuden überdurchschnittlich hoch. Einzig einzelne Gebäude, darunter das Rathaus und das Bürgerhaus im Ortskern, werden für öffentliche oder gewerbliche Zwecke genutzt. Dies hat Konsequenzen für das Eigentumsverhältnis, da circa 99 % der Gebäude sich im privaten Besitz befinden, während nur circa 1 % im öffentlichen Besitz sind. Der überwiegende Teil des Quartiers wurde zwischen 1919 und 1983 erbaut, ein geringerer Teil zwischen 1984 und 2001. Lediglich 18 % der vorhandenen Gebäudesubstanz ist nicht sanierungsbedürftig.

In der Zeit von 1990 bis zum 31. Dezember 2015 ist die Einwohnerzahl der Ortsgemeinde Dudenhofen gestiegen. Bei der Analyse der Altersstruktur der Bevölkerung wird ersichtlich, dass die Gruppe der 20- bis 65-Jährigen die mit Abstand bevölkerungsstärkste ist. Es lässt sich jedoch eine Tendenz zu verzeichnen, dass die Bevölkerung der Ortsgemeinde Dudenhofen im Durchschnitt älter wird. Gemäß den Ergebnissen einer Prognose zur Demographie für das Quartier ist bis zum Jahr 2030 mit einer Zunahme von knapp 60 % in der Altersgruppe der über 65-Jährigen zu rechnen, während der Anteil der Personen im erwerbsfähigen Alter (18 bis 64 Jahre) deutlich zurückgehen dürfte. Ab dem Jahr 2025 wird eine

leichte Abnahme der Gesamtbevölkerung bis zum Jahr 2030 prognostiziert, wobei die berechneten Veränderungen der Gesamtbevölkerung nur geringfügig sind.

Um die Datenbasis zu erweitern und auch um die Eigentümer der Ein- und Zweifamilienhäuser auf die Notwendigkeiten und Möglichkeiten der energetischen Sanierung hinzuweisen und sie aktiv in die Erarbeitung des Quartierskonzeptes einzubeziehen, wurde eine Fragebogenaktion durchgeführt. Aus dem dritten Teil des Fragebogens konnte analysiert werden, dass etwa $\frac{3}{4}$ der Befragten Energieeinsparmaßnahmen in naher Zukunft an ihrem Wohnhaus planen. Als Gründe gegen die Durchführung von Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen nannten die Befragten zwei Gründe: zum einen den guten energetischen Sanierungszustand des Gebäudes und zum anderen das hohe Alter der Bewohner.

Das vorliegende integrierte energetische Quartierskonzept hat anhand einer detaillierten Bestandsaufnahme der vorliegenden energetischen Ausgangssituation die aktuelle Energie- und CO₂-Bilanz für das Quartier „Kernbereich Dudenhofen“ gezogen. Durch die Detailanalyse wurden erhoben, dass der gesamte Endenergieverbrauch bei circa 13.900 MWh/a liegt, wobei die Wärmeerzeugung 81 % ausmacht. Der gesamte CO₂-Ausstoß des Quartiers beträgt circa 3.800 t/a. Im Jahr 2016 wurden rund $\frac{3}{4}$ der Wärme im Quartier durch Erdgas bereitgestellt. Heizöl hat etwa 14 Prozent der Wärmebereitstellung ausgemacht, Holzheizungen (sowohl dezentral als auch zentral) haben einen Anteil von etwa 12 Prozent, Wärmepumpen und Solarthermie liegen zusammen bei etwa 4 Prozent.

Im Rahmen der städtebaulichen und energetischen Ausgangssituation sowie der Potenzialanalyse des integrierten energetischen Quartierskonzeptes "Kernbereich Dudenhofen" wurden energetische Zielsetzungen für das Quartier vereinbart, um die angestrebten Energieeinsparungen und CO₂-Reduzierungen zu realisieren. Aufgrund der identifizierten CO₂-Ersparnis von bis zu 42 %, liegt ein Schwerpunkt auf der Modernisierung und Instandsetzung des privaten Gebäudebestandes sowie der Umnutzung von ehemaligen Scheunen. Parallel dazu wird die Steigerung der Sanierungsquote im Quartier angestrebt. Die zweite Säule umfasst die verstärkte Integration von erneuerbaren Energien, insbesondere die Ausschöpfung der festgestellten Potenziale für die Installation von Solaranlagen. Neben den beiden Hauptzielen werden weitere Ziele definiert, darunter der Ausbau der Begrünung sowie die Initiierung von Pilotprojekten zur Integration klimafreundlicher Mobilitätskonzepte. Die Gemeinde nimmt eine Vorbildfunktion ein und leistet durch die Umsetzung des Klimaschutzteilkonzepts einen Beitrag zur Erreichung der Ziele. Für die öffentlichen Gebäude des Rathauses und des Bürgerhauses wurde bereits eine energetische Bewertung mit möglichen Modernisierungs- und Einspar Szenarien erarbeitet. Um eine Signalwirkung in der Bevölkerung zu erzielen, sollten die genannten öffentlichen Gebäude als Leuchtturmprojekte zeitnah modernisiert werden. Einerseits besteht die Möglichkeit, interessierten Bürgern anhand von Beispielen mögliche Modernisierungsmaßnahmen aufzuzeigen, andererseits ist ein zielgerichtetes Beratungsangebot zu diesem Zweck zu etablieren. Die Umsetzung der Maßnahmen zur Erreichung der genannten Ziele erfordert eine kooperative Zusammenarbeit und eine hohe Umsetzungsbereitschaft aller Akteure im Quartier. Um Synergieeffekte zu fördern, sind insbesondere Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit ein zentraler Punkt bei der Umsetzung. Die Implementierung von Informationsangeboten und Bürgerveranstaltungen sowie weiteren Partizipationsprozessen zielt auf eine Sensibilisierung der Bewohner im Quartier ab. Ein dauerhafter Informationsfluss sowie ein regelmäßiger Austausch zwischen den Bürgern, Eigentümern, der Gemeinde und Versorgern bilden einen zentralen Umsetzungsschwerpunkt für die Erreichung der formulierten Ziele.

Aus den Zielen und den Potenzialen wurde ein Maßnahmenkatalog entwickelt, welcher in übergeordnete Handlungsfelder eingeteilt wird. Diese und die einzelnen Maßnahmen sind im Folgenden gelistet:

- Allgemeine Maßnahmen
 - Energetisches Sanierungsmanagement
- Öffentlichkeit und Akteursbeteiligung
 - Aufbau einer Homepage zur Begleitung der energetischen Stadtsanierung
- Information und Beratung
 - Energetische Beratung zur Sanierung des privaten Gebäudebestandes
 - Energieberatung
 - Mitarbeiter- und Hausmeisterschulungen
- Erneuerbare Energien
 - Förderung der Nutzung solarer Energie
- Gemeindeentwicklung
 - Mustersanierung eines Einfamilienhauses
 - Nachverdichtung und Verkehrserschließung im rückwärtigen Bereich
 - Neuordnung des ruhenden Verkehrs
 - Verkehrsberuhigung
 - Verkehrskonzept für gesamte Ortschaft Dudenhofen
- Klimaanpassung (durch unter anderem Begrünungen)
- Klimafreundliche Mobilität

Die zuvor genannten Handlungsansätze stellen eine konkrete Handlungshilfe sowie einen Vorschlag für die klimafreundliche Stadtentwicklung dar. Anhand der aufgezeigten Möglichkeiten wurden konkrete Maßnahmen und Lösungen für die Sanierung und Instandsetzung der Bestandsgebäude dargelegt. Darüber hinaus soll das vorliegende Konzept als Diskussionsgrundlage und Orientierungshilfe bei zukünftigen Fragen der Stadtentwicklung dienen.

Die energetische Stadtsanierung ist ein langfristiger Prozess, der einen großen Bedarf an kontinuierlicher Unterstützung und Förderung aufweist. Aus diesem Grund soll der Prozess in dem "Kernbereich Dudenhofen" durch ein energetisches Sanierungsmanagement gemäß KfW-Programm 432 angeregt und begleitet werden. Die Tatsache, dass sich die Gebäude im Quartier fast ausschließlich in Privatbesitz befinden, stellt eine zusätzliche Herausforderung bei der Sanierung der Gebäude dar.

Der Bund hat beschlossen, 2024 keine weiteren Mittel für das Programm "Energetische Stadtsanierung" im Bundeshaushalt zur Verfügung zu stellen. Auch für die Folgejahre sind bislang keine Mittel vorgesehen. Damit können in den Programmen 201, 202 und 432 keine Anträge gestellt werden. Bereits zugesagte Zuschüsse sind von diesen Beschlüssen nicht betroffen.

6. Potenzialanalyse

6.1. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs

6.1.1. Sanierungspotenzial

Um den Endenergiebedarf zu einem möglichst großen Anteil aus erneuerbaren Energiequellen decken zu können, ist eine Reduktion des Endenergiebedarfs in allen Bereichen erforderlich. In diesem Zusammenhang sind drei Instrumente zur Reduktion des Energiebedarfs zu unterscheiden:

- Verzicht auf Energienutzung (Suffizienz): Energie kann durch einen Verzicht von Anwendungen oder Dienstleistungen vermieden werden.
- Energieeinsparung: Durch Investitionen in passive Wärmesysteme kann der Energieverbrauch ohne Einschränkung bei Energiedienstleistungen reduziert werden.
- Energieeffizienz: Durch die Steigerung der Energieeffizienz innerhalb von gegebenen Umwandlungsprozessen lässt sich ebenfalls der Verbrauch senken.

In diesem Kapitel wird das Einsparpotenzial durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle von Wohngebäuden innerhalb der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen untersucht. Die Berechnung der spezifischen Wärmebedarfe erfolgt gebäudescharf unter Nutzung der Software ENEKA auf Grundlage verschiedener Datensätze. Dabei werden jedem Gebäude relevante Parameter wie Baujahr, Flächenmaße, Höhenangaben sowie weitere bauphysikalische Kennwerte zugeordnet. Durch die Verknüpfung dieser detaillierten Gebäudedaten erfolgt eine umfassende Bewertung der Gebäudehülle, anhand derer der aktuelle Sanierungsstand sowie das Optimierungspotenzial ermittelt werden.

Der Sanierungsstand eines Gebäudes gibt Aufschluss über dessen baulichen Zustand und wird in die Kategorien 'unsaniert', 'teilsaniert' und 'vollsaniert' unterteilt. Diese Klassifizierung basiert auf typischen Bauteilbeschaffenheiten in Abhängigkeit von Gebäudetyp und Baualtersklasse, wobei zentrale Elemente wie Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke und Belüftung berücksichtigt werden. Ein vollsaniertes Gebäude erfüllt dabei mindestens die Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM). Ein teilsaniertes Gebäude wurde gegenüber dem unsanierten Zustand, welcher den baujahrspezifischen U-Werten entsprechend berechnet wird, bereits teilweise saniert.

Für den aktuellen Sanierungsstand zum Jahr 2025 der Gebäude in der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen folgt aus den ENEKA-Daten, dass 614 (4%) Gebäude vollsaniert, 9.803 Gebäude (62 %) teilsaniert und 5.303 Gebäude (34 %) unsaniert.

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Gebäude nach Baualtersklasse und Sanierungsstand. Auffallend dabei, dass vor allem die neueren Gebäude (ab 1984) eine sehr hohe Quote an unsanierten Gebäuden besitzt. Im Bereich der Jahre von 1958 – 1994 sind meisten vollsanierten Gebäude zu finden.

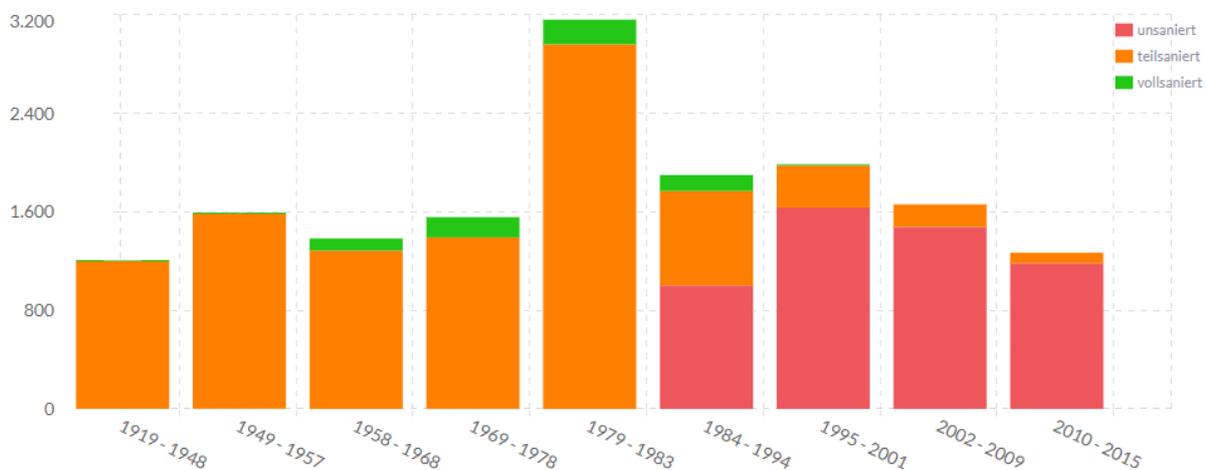


Abbildung 13 Anzahl der Gebäude nach Baualtersklasse und Sanierungsstand

Auf Basis der ermittelten Sanierungszustände der Gebäude kann das theoretische Potenzial der Energieeinsparung durch eine Vollsanierung aller Gebäude abgeleitet werden. Es wird also die maximal mögliche Reduktion des Wärmebedarfs nach der Sanierung der Gebäude angegeben. Die Grundlage für diese Angabe bildet die Unterstellung spezifischer Bauteile und Bauteilflächen sowie zugehöriger U-Werte.

Die Untersuchung zeigt, dass das durchschnittliche Sanierungspotenzial der Verbandsgemeinde 73,3 % beträgt. Das entspricht ein absolutes Sanierungspotenzial von 176 GWh_{th}/a. Die Analyse der Daten nach BSKO-Sektoren (vgl. Kapitel 5.1.3) offenbart, dass der Sektor "GHD/Sonstiges" mit 80 % das höchste Sanierungspotenzial aufweist. Das Sanierungspotenzial des Sektors " Kommunale Einrichtungen " beträgt 79 %, während der Sektor " Private Haushalte" ein Sanierungspotenzial von 72 % aufweist.

Zwar sind die prozentuale Sanierungspotenziale bei den privaten Haushalte am geringsten, jedoch ist das die absolute Einsparung hier mit 139 GWh/a mit am höchsten. Auch der Sektor „GHD/Sonstiges“ hat mit 34 GWh/a eine sehr hohe absolute Einsparung. Die absolute Einsparung vom Sektor „Kommunalen Einrichtungen“ beträgt 3 GWh/a.

In Abbildung 14 ist die räumliche Verteilung des Sanierungspotenzials dargestellt. Auch diese basiert auf gebäudescharfen Berechnungen. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Gebiete ein Sanierungspotenzial von 40,1 – 80 % besitzt. Auch die Gebiete, bei denen das Potenzial größer als 80% ist, sind deutlich erkennbar. Eine signifikante Korrelation zwischen der Lage innerhalb des Siedlungsgebiets und dem maximalen Sanierungspotenzial ist nicht erkennbar. Sowohl innerörtliche Lagen als auch Randbereiche können in unterschiedlichem Maße hohe Sanierungspotenziale aufweisen, ohne dass eine systematische Verteilungsmuster erkennbar wäre.

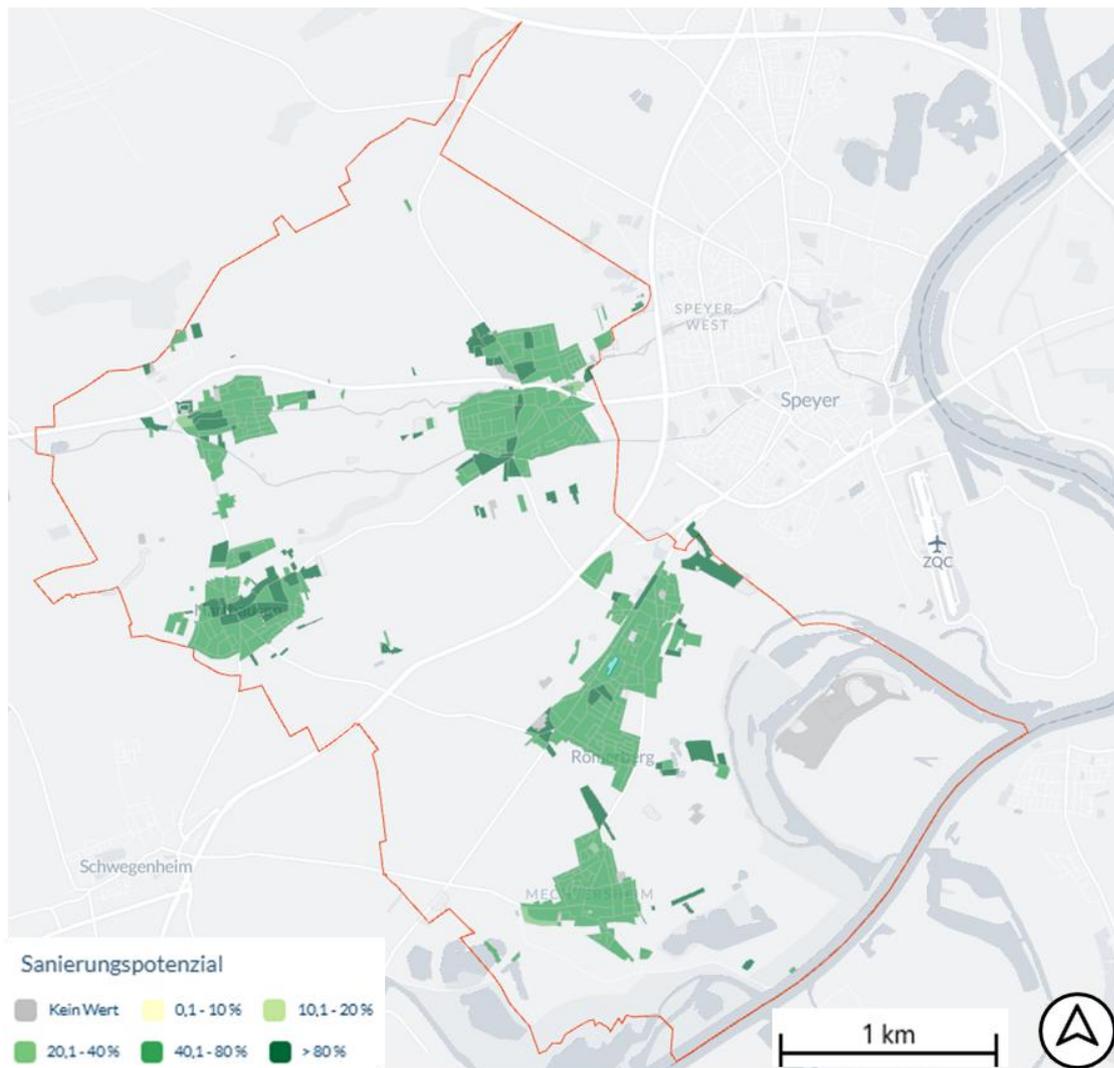


Abbildung 14 Sanierungspotenzial in Blockfelddarstellung

6.2. Potenziale von erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung

6.2.1. Biomasse

Der Begriff der Biomasse bezeichnet alle organischen Stoffe, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Die Stoffe werden aus der Land-, der Forst- oder der Abfallwirtschaft gewonnen. Die Biomasse kann je nach angewandter Technik vielseitig als Energieträger eingesetzt werden, um Biogas, Strom und Wärme zu erzeugen, oder sie kann in Kraftstoff umgewandelt werden. Die Erhebung des Biomaspotenzials erfolgte durch konkrete Anfragen bei entsprechenden Ämtern und Einrichtungen sowie durch Auswertung von Statistiken mithilfe der Software ENEKA und anderen Quellen.

Biogas

Die Abbildung 15 zeigt die Art der Ackernutzung in der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen (links) und das Biomassepotenzial für Biogas (rechts). Es ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der Flächen in der Verbandsgemeinde Ackerland ist und es nur noch wenige ungenutzte Grünflächen gibt, auf denen Biomasse angebaut werden kann. Die Grünlandfläche beträgt 5,2 km² und macht ca. 10 % der Gesamtfläche aus.

Das mögliche Biogaspotenzial dieser Flächen beträgt nach ENEKA 1,6 Mio. m³/a, was einem Biogaspotenzial an erzeugter Wärme von 5,4 GWh/a entspricht. In der vorliegenden Untersuchung wurden die

zuvor dargestellten Schutzgebiete nicht berücksichtigt. Dies kann zu einer geringeren als des angegebenen Biomassepotenzials führen.

Eine Gegenüberstellung der beiden Darstellungen der Abbildung offenbart ein signifikantes Biomassenpotenzial, dessen Nutzung jedoch durch den hohen Flächenanteil an Ackerland eingeschränkt ist. Das gesamte ermittelte Potenzial an erzeugter Wärme der Verbandsgemeinde beläuft sich auf 38,2 GWh/a (ohne Berücksichtigung von Schutzgebieten). Aus wirtschaftlicher Sicht ist es für die Beteiligten zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch nicht rentabel, Biomasse in nennenswertem Umfang anzubauen, weshalb dieses Potenzial gegenwärtig als gering einzustufen ist.

In Gesprächen mit Akteuren wurde festgestellt, dass eine Umstellung der Anbauprodukte auf Biomasse seitens der Beteiligten unter der Voraussetzung einer adäquaten Rahmenbedingung erfolgt. Eine solche Umstellung hätte eine deutliche Erhöhung des Biomassepotenzials zur Folge.

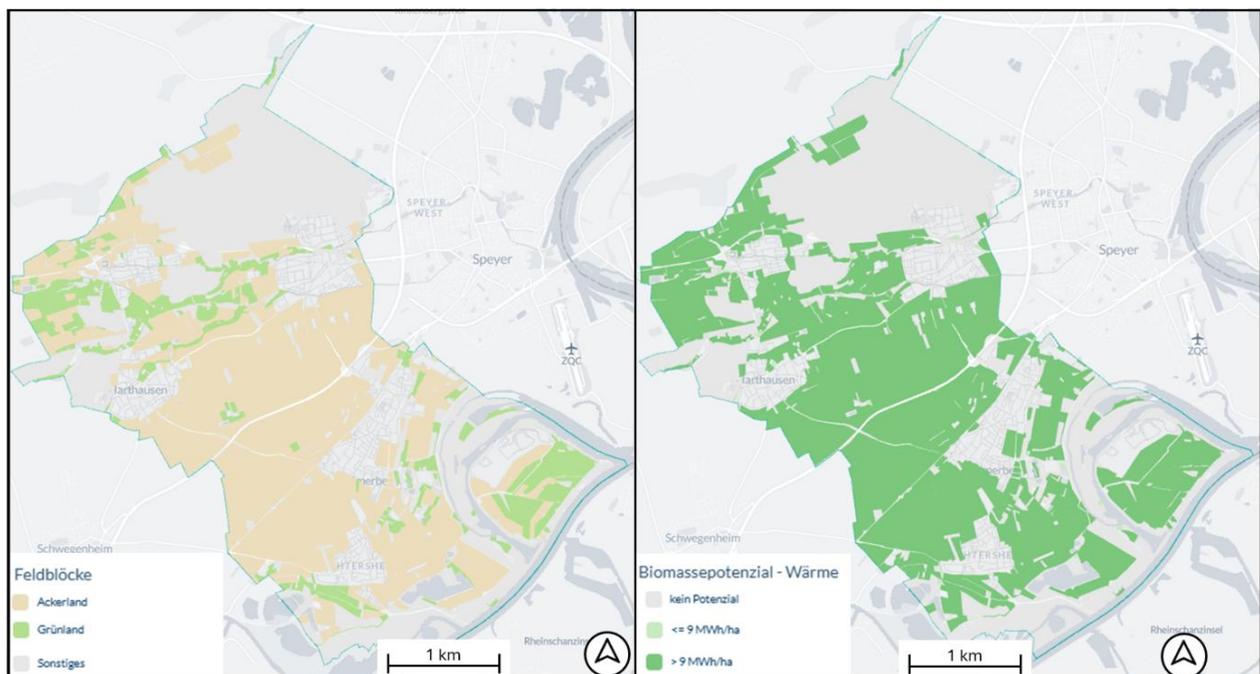


Abbildung 15 Nutzungsart der Feldblöcke (links) und Biomassenpotenzial für Wärme aus Biogas (rechts)

Grünschnitt

Im Rahmen von Akteursgesprächen wurde ermittelt, dass in der Verbandsgemeinde 1.560 t Grünschnittabfall anfällt. Dieser Grünschnitt kann in einem Heizkraftwerk zur Erzeugung von Wärme genutzt werden. Das Potenzial der durch den Grünschnitt erzeugten Wärme hängt dabei maßgeblich vom Feuchtigkeitsgehalt der Biomasse ab. Frischer Grünschnitt weist in der Regel einen Feuchtigkeitsgehalt von 50–60 % auf. Durch Trocknung kann der Wassergehalt auf 10–20 % reduziert werden. Der Heizwert ist abhängig vom Trockensubstanzgehalt. Der Heizwert frischer Biomasse liegt bei ca. 7-10 MJ/kg, während trockener Grünschnitt einen Heizwert von ca. 14-18 MJ/kg aufweist. Zudem wurde ein Wirkungsgrad für das zu untersuchende Biomassenheizkraftwerk von 80 % angenommen. Unter Berücksichtigung dieser Annahmen ergibt sich je nach Feuchtigkeitsgehalt ein berechnetes Potenzial von 2,4 bis 6,3 GWh/a.

Holzackschnitzel

Das theoretische Potenzial zur Wärmeerzeugung aus Holzackschnitzeln ist in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen grundsätzlich vorhanden. Die Waldfläche umfasst dabei insgesamt etwa 933 ha, wovon 332 ha als Privatwald gelten und sich im Besitz von über 1000 Eigentümern befinden.

Trotz des theoretisch vorhandenen Potenzials ist die stoffliche Verwertung des Holzes prioritär gegenüber einer energetischen Nutzung zu betrachten. Diese Priorität ergibt sich aus mehreren Gründen: Der Wald im Oberrheingraben ist aufgrund von Dürre und Hitze stark gefährdet, was die Stabilität und den

langfristigen Holzertrag erheblich beeinflusst. Aufgrund dieser klimatischen Herausforderungen ist es zweifelhaft, ob in den nächsten 10 bis 15 Jahren ein verlässlicher Holzeinschlag möglich sein wird.

Besonders problematisch ist die fragmentierte Besitzstruktur des Privatwaldes, da eine koordinierte und kontinuierliche Nutzung für die energetische Verwertung kaum gewährleistet werden kann. Aus diesen Gründen wird das praktische Potenzial für die energetische Nutzung von Holzhackschnitzeln auf nahezu 0 GWh/a geschätzt, da keine Garantie für einen jährlichen energetischen Holzeinschlag besteht.

6.2.2. Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe geothermische Anlagen ziehen Wärme aus dem Erdreich bzw. dem Grundwasser, das durch natürliche Erdwärme und solare Einstrahlung erwärmt wurde. In der Praxis findet eine Diversifizierung der Anlagen statt, die sich in unterschiedliche Kategorien unterteilen lassen. Dazu zählen Erdwärmesonden, Erdwärme-/Horizontalkollektoren und geothermische Brunnenanlagen, die das Grundwasser erschließen.

Erdflächenkollektoren

Erdflächenkollektoren sind eine Form der Flächenkollektoren, die horizontal verlegt werden. Sie bestehen aus Kunststoffrohren, die in den oberen Metern des Erdreichs verlegt werden und dem Boden Wärme entziehen. In der Regel ist für die Installation von Erdwärmekollektoren keine Genehmigung erforderlich, in Wasserschutzgebieten ist jedoch eine Anzeige erforderlich. Die Verlegung erfolgt in der Regel unterhalb der Frostgrenze, die in Deutschland bei 1,2 bis 1,5 Metern liegt. Für die Beantwortung der Frage, ob der Einbau und der Betrieb eines Erdwärmekollektors aus energetischer und technischer Sicht sinnvoll und machbar sind, werden Angaben über die geothermische Ergiebigkeit und den Aufbau des Bodens benötigt, also der obersten zwei Meter der Erdschicht. Die Regeneration des umgebenden Erdreichs, also der Ausgleich des Wärmeentzugs, erfolgt durch Sonneneinstrahlung und Regenwasser, welches auf das Erdreich über den Kollektoren trifft. Aus diesem Grund ist es essenziell, dass diese nicht überbaut werden. Der Abstand zwischen den Kollektoren ist so zu bemessen (üblicherweise zwischen 0,3 und 0,8 m), dass die sich um die Entzugsrohre bildenden Eisradialen nicht zusammenwachsen.⁹

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist folglich nur in Betracht zu ziehen, sofern an die zu bebauende Fläche angrenzende, unbebaute Freiflächen zur Verfügung stehen und eine zukünftige Bebauung dieser Flächen ausgeschlossen werden kann. Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen ist grundsätzlich möglich, jedoch kann es zu Verzögerungen im Pflanzenwachstum durch die geringere Bodentemperatur kommen.

Um den Flächenbedarf an Erdwärmekollektoren zu ermitteln, welcher ausreicht, um den gesamten Wärmebedarf der Verbandsgemeinde zu decken, wird eine flächenspezifische Entzugsleistung aufgrund des lehmigen Bodens von 35 W/m² angenommen. Kombiniert mit einer Wärmepumpe mit einer üblichen Leistungszahl von 2,5 ergibt das eine spezifische thermische Leistung von circa 58 W/m². Damit der jährlichen Wärmebedarf von beispielsweise 1 GWh/a gedeckt wird, wird unter der Annahme von 2.000 Volllaststunden pro Jahr eine Fläche von 8.872 m² benötigt.

Um ein unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh zu versorgen, wird mit diesen Annahmen eine Fläche von circa 172 m² benötigt. Um die gesamte Verbandsgemeinde versorgen zu können, wird eine Fläche von 246 ha benötigt.

⁹ https://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bcpagflip/bwp-Infoblatt43-Erdwaermekollektoren.pdf zuletzt gesehen 12.03.2025

Erdwärmesonden

Die Nutzung von Erdwärmesonden ist in bestimmten Bereichen des Gemeindegebiets aufgrund der Existenz von Trinkwasser-, Schutzgebieten oder Heilquellenschutzgebieten nicht realisierbar (vgl. Abbildung 6 links). Eine detaillierte Prüfung dieser Nutzungen durch die zuständigen Fachbehörden ist in Einzelfällen erforderlich, wie in Abbildung 16 dargestellt.

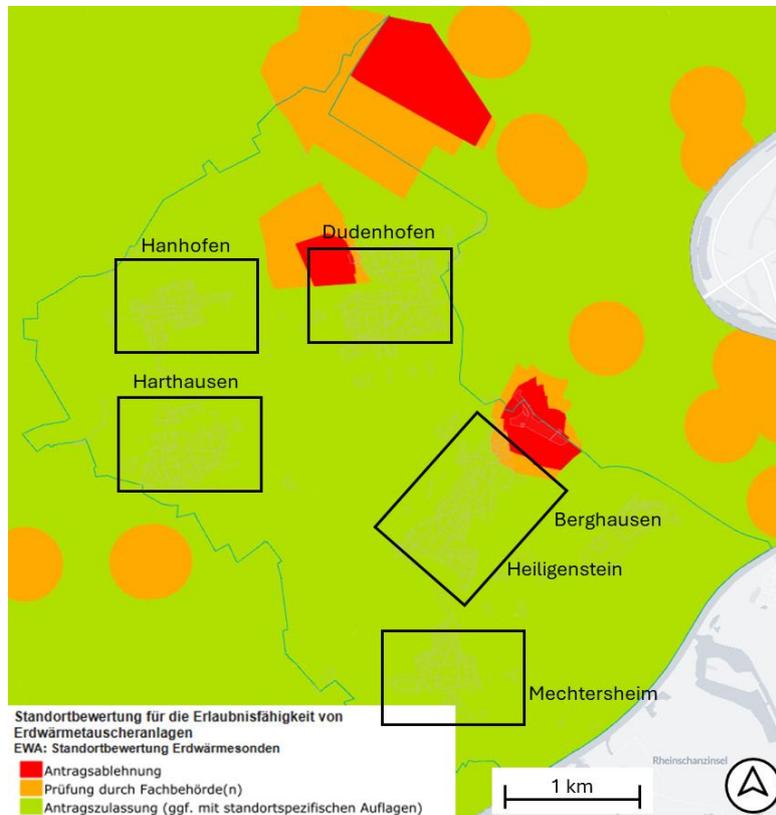


Abbildung 16 Genehmigungsfähigkeit von Erdwärmesonden in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen

Aufgrund der vorliegenden Daten wird für das gesamte untersuchte Gebiet aufgrund des lehmigen Bodens von einer spezifischen Wärmeentzugsleistung von 45 W/m ausgegangen. Es ist jedoch zu beachten, dass bei einem zu geringen Abstand zwischen den Sonden eine gegenseitige Beeinträchtigung auftreten kann. Gemäß der Richtlinie VDI 4640 wird daher empfohlen, einen Mindestabstand von 6 m zwischen benachbarten Sonden einzuhalten, um negative Einflüsse zu vermeiden.¹⁰

Mit der Annahme, dass die Erdwärmesonden eine gemittelte Sondentiefe von 80 m haben und der Annahme, dass die Wärmepumpe eine Leistungszahl von 2,5 hat, kann die thermische Leistung berechnet werden. Die thermische Leistung einer Sonde beträgt mit diesen Annahmen circa 6 kW und bei einer jährlichen Vollaststundenzahl von 2.000 auf eine erzeugte Wärmemenge von circa 12 MWh_{th}/a. Um eine beispielhafte Wärmemenge von 1 GWh_{th}/a bereitzustellen, werden demnach circa 84 Sonden bzw. eine Fläche von 2.400 m² benötigt.

Um ein unsaniertes Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh zu versorgen, wird mit diesen Annahmen zwei Sonden bzw. eine Fläche von circa 56 m² benötigt. Um die gesamte Verbandsgemeinde versorgen zu können, werden circa 24.200 Sonden benötigt, was eine Fläche von 72 ha benötigt.

¹⁰ Bayerisches Landesamt für Umwelt; Merkblatt Nr. 3.7/2; Bayerisches Landesamt für Umwelt; Planung und Erstellung von Erdwärmesonden; Stand: Januar 2012

Grundwasser

Die Nutzung von Grundwasser stellt eine weitere Möglichkeit einer geothermischen Wärmequelle dar. Die Funktionsweise eines Grundwasser-Wärmetauschers beruht auf der Förderung von Grundwasser mittels eines Saugbrunnens, welches anschließend als Wärmequelle für Wärmepumpen dient. Ein Schluckbrunnen führt das Grundwasser nach dem Wärmeentzug wieder in den natürlichen Kreislauf zurück.

Die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle ist in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen grundsätzlich möglich. In einigen Gebieten, die durch Trinkwasserschutzgebiete gekennzeichnet sind (s. Abbildung 6), kann jedoch eine Genehmigung nicht erteilt werden. In den übrigen Bereichen ist eine detaillierte Prüfung durch die zuständige Fachbehörde erforderlich, was mit einem hohen verwaltungsrechtlichen Aufwand verbunden ist.

Für die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle werden in der Regel Entnahmetiefen zwischen 5 und 20 m benötigt. Die Temperatur im Jahresverlauf ist dabei abhängig von der Tiefe der Entnahme. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass nicht jedes Grundwasser gleichermaßen als Wärmequelle geeignet ist. In solchen Fällen kann eine vorherige Aufbereitung erforderlich sein. Darüber hinaus ist für den Betrieb einer Grundwasser-Wärmepumpe eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich.

Zur Abschätzung der erforderlichen Förderleistung wurde eine rechnerische Auslegung einer Grundwasserwärmepumpe vorgenommen. Unter der Annahme einer Anschlussleistung der Wärmepumpe von 500 kW und einem Gütegrad von 0,5 ergibt sich eine Förderleistung von 14,4 l/s bzw. 51,8 m³/h. Diese Berechnung basiert auf der Annahme, dass eine Abkühlung des 10 °C warmen Grundwassers um maximal 5 K zulässig ist. Der berechnete COP (Coefficient of Performance) in diesem Betriebspunkt liegt bei 2,5. Bei einem 2000-stündigen Volllastbetrieb, würde dies eine Wärmemenge von 1 GWh_{th} ergeben.

Die Grundwasserwärmepumpe stellt grundsätzlich eine zuverlässige Wärmequelle mit technischem Potenzial dar. Allerdings stellen die hohen Anforderungen an die Wasserqualität und -verfügbarkeit, der umfangreiche Genehmigungsprozess sowie die hohen Erschließungs- und Investitionskosten erhebliche Herausforderungen dar. Aufgrund des erhöhten Aufwandes und der restriktiven wasserrechtlichen Vorgaben wird die Implementierung einer Grundwasserwärmepumpe im größeren Stil für ein potenzielles Wärmenetz in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen als schwierig eingestuft.

6.2.3. Solarthermie

Dachpotenzial

Solarthermie bezeichnet die Nutzung der Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme. Dabei wird Sonnenlicht mithilfe von Solarkollektoren in thermische Energie umgewandelt, die für die Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung von Heizsystemen genutzt werden kann. In der Regel werden Solarthermieanlagen in der Objektversorgung auf Dachflächen installiert.

In Abbildung 17 wird das Potenzial für Solarthermie je Ortschaft in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen kartographisch dargestellt. Das ENEKA-Software-Tool erlaubt eine detaillierte Analyse des theoretischen Potenzials für Solarthermie pro Gebäude.

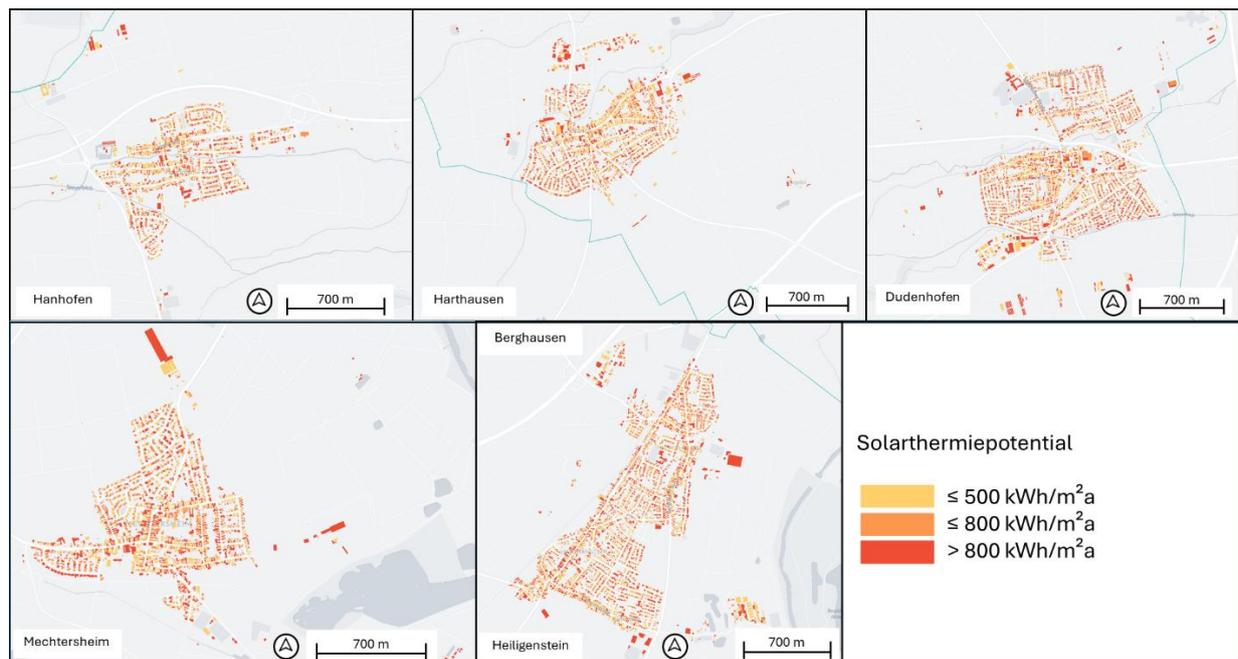


Abbildung 17 Überblickskarte des Solarthermie-Potenzials in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen je Ortschaft

Die nutzbaren Dachflächen in der Verbandsgemeinde resultieren in einem theoretisch nutzbaren Potenzial von in Summe 664 GWh/a.

Aufgrund der Gegebenheit, dass Solarstrahlung insbesondere in den Sommermonaten hohe Erträge liefert, während der Hauptwärmebedarf, insbesondere zur Gebäudebeheizung, jedoch während der Heizperiode (im Winter) anfällt, können Solarthermieanlagen in der Regel 10 bis 30 % des Wärmebedarfs decken, ohne das große saisonale Wärmespeicher und entsprechend große Anlagenflächen zum Einsatz kommen. Im Fall der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen entspricht eine 10 – 30 % Ersparnis 29 - 88 GWh/a. Nach Erfahrungswerten wird von eine Kollektorfläche von 3 - 6 m² je Einfamilienhaus für eine Warmwasserbereitstellung und 9 - 20 m² je Einfamilienhaus für eine Warmwasser- und Heizungsunterstützung ausgegangen.¹¹

¹¹ <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/solarthermie-solarenergie-fuer-heizung-und-warmwasser-nutzen-5568> zuletzt aufgerufen am 07.03.2025

Freiflächenpotenzial

Zur Abschätzung des Potenzials für solarthermische Großanlagen und Freiflächen-Solarthermie wurde auf die Auswertung der aktuellen Flächennutzungsarten im Gemeindegebiet zurückgegriffen (vgl. Abbildung 15 links). Dabei zeigt sich, dass ein Großteil der verfügbaren Flächen bereits intensiv landwirtschaftlich genutzt wird, insbesondere für Acker- und Dauerkulturen.

In Analogie zur Analyse für Biogas (Kapitel 6.2.1) wurde geprüft, welcher Anteil der Freiflächen theoretisch für solarenergetische Zwecke zur Verfügung stehen könnte, ohne mit der landwirtschaftlichen Hauptnutzung in direkten Nutzungskonflikt zu treten. Die Grünlandfläche beträgt 5,2 km².

Je nach lokaler Globalstrahlung, gewähltem Kollektorsystem sowie den Betriebsparametern des angeschlossenen Wärmenetzes (insbesondere Vorlauftemperatur) kann von einem spezifischen solarthermischen Kollektorertrag zwischen 350 und 500 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr ausgegangen werden. Unter Berücksichtigung eines typischen Flächenverhältnisses von Kollektorfläche zu benötigter Landfläche von etwa 1:2 bis 1:2,5 ergibt sich daraus ein potenzieller jährlicher Wärmeertrag von rund 2.000 MWh je Hektar installierter Solarthermieanlage. Dies ergibt ein theoretisches Potenzial von 1.040 GWh_{th}.

Jedoch ist zu erwähnen, dass manche Grünflächen sehr weit von der Gemeinde entfernt liegen, weshalb eine Nutzung der Flächen für Solarthermie wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Eine weitere Herausforderung ist der saisonaler zeitlicher Versatz des Wärmebedarfs zur Wärmeerzeugung durch Solarthermie. Wie zuvor genannt, können Solarthermieanlagen in der Regel 10 bis 30 % des Wärmebedarfs decken, ohne dass große saisonale Wärmespeicher und entsprechend große Anlagenflächen zum Einsatz kommen. Im Fall der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen entspricht eine 10 – 30 % Ersparnis 29 - 88 GWh/a.

6.2.4. Tiefengeothermie

Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen liegt im geologischen Strukturraum des Oberrheingrabens, der aufgrund seiner tiefen Sedimentbecken und günstigen thermischen Eigenschaften zu den bedeutendsten potenziellen Tiefengeothermieregionen Deutschlands zählt. Die geothermische Charakteristik der Region weist in Tiefen von etwa 3.000 bis 4.000 Metern ein hohes Temperaturniveau auf – zum Teil über 130 °C –, womit die Voraussetzungen für eine hydrothermale Nutzung grundsätzlich als günstig einzustufen sind (siehe Abbildung 18). Diese Potenziale sind auf geologische Tiefenmodelle und Temperaturprognosen aus dem deutschlandweiten Geothermiedatenportal GeotIS zurückzuführen.

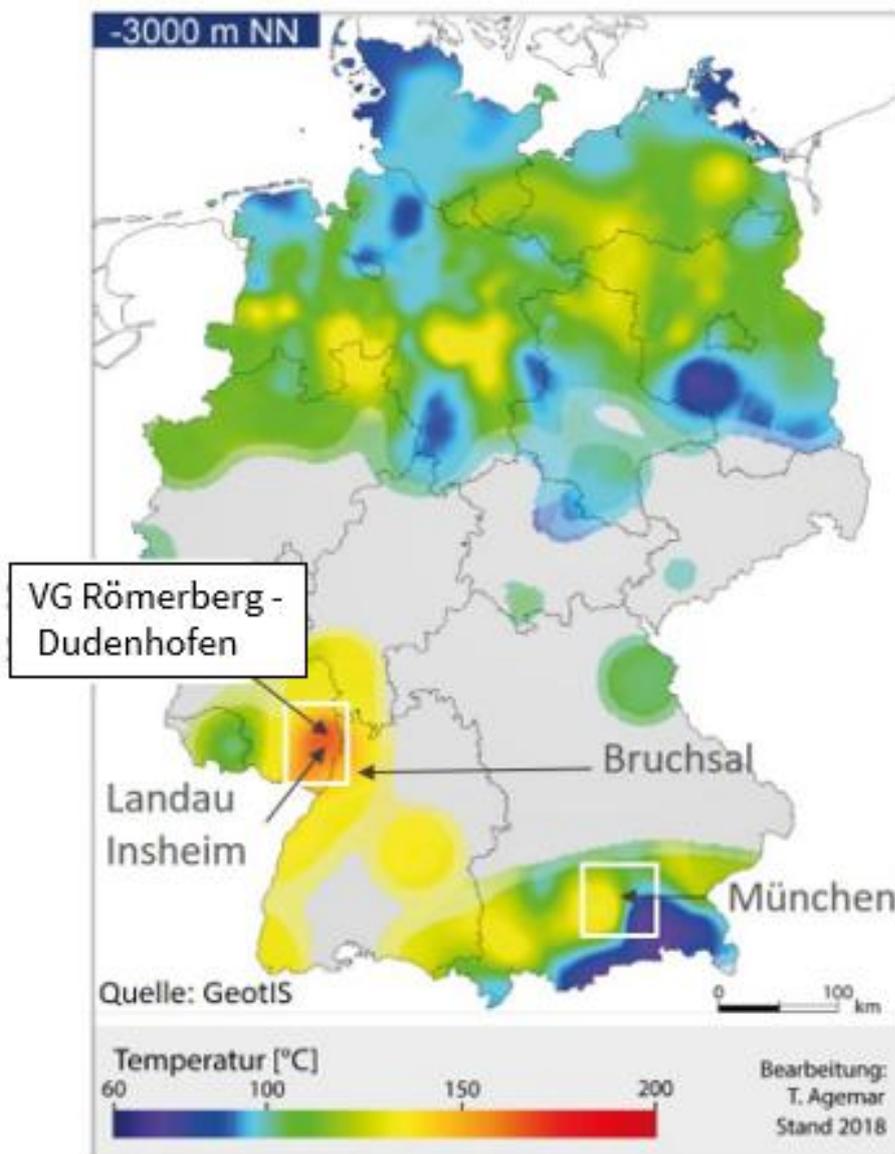


Abbildung 18 Modell des Temperaturniveaus bei -3000 m Normalnull (NN)

Im näheren regionalen Umfeld, insbesondere durch die Aktivitäten der Stadtwerke Speyer und Schifferstadt, werden diese Potenziale bereits konkret betrachtet. Im Rahmen des interkommunalen Projekts „GeoPalz“ ist die Errichtung eines Tiefengeothermiekraftwerks mit geplanter Bohrung in eben diesen Tiefenbereichen vorgesehen. Das Ziel ist die Erschließung heißer Thermalwässer sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung. Dieses Vorhaben belegt nicht nur die technische Realisierbarkeit, sondern auch das wirtschaftliche und energiepolitische Interesse an einer tiefengeothermischen Nutzung im Raum Vorderpfalz.

Für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen ergibt sich daraus langfristig die Option, entweder eine eigene Erschließung zu prüfen oder perspektivisch über eine Anbindung an ein regionales Wärmenetz von einem benachbarten Tiefengeothermieprojekt zu profitieren. Der Ausbau eines solchen Netzes – beispielsweise in Kooperation mit Speyer – könnte im Falle ausreichender technischer Machbarkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit eine substantielle CO₂-Reduktion im Wärmesektor ermöglichen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine hinreichend abgesicherte geologische Datenbasis. Insbesondere der hydraulische Durchfluss, die chemische Zusammensetzung sowie die Temperatur des Reservoirs müssen in einem gesonderten Explorationsvorhaben (z. B. seismische Untersuchungen, Erkundungsbohrungen) verifiziert werden.

Zu den Vorteilen der Tiefengeothermie zählen insbesondere die grundlastfähige Bereitstellung thermischer Energie mit hohen Vorlauftemperaturen, die Unabhängigkeit von volatilen Energieformen wie Wind und Sonne sowie der vergleichsweise geringe Flächenverbrauch pro erzeugter Energieeinheit. Diese Eigenschaften machen die Technologie insbesondere für mittlere bis große Wärmenetze attraktiv. Demgegenüber stehen jedoch signifikante Herausforderungen. Neben den sehr hohen Investitionskosten, die – abhängig vom Standort – zwischen 20 und 50 Millionen Euro liegen können, stellen auch die langen Planungs- und Genehmigungszeiträume (bis zu sieben Jahre und mehr) eine erhebliche Hürde dar. Hinzu kommt das geologische Risiko, da die Ergiebigkeit und Eigenschaften des Reservoirs im Vorfeld nur eingeschränkt prognostizierbar sind. Auch die Standortflexibilität ist naturgemäß gering, da tiefengeothermische Nutzung an spezifische geologische Bedingungen gebunden ist.

Aus heutiger Sicht lässt sich festhalten, dass die Tiefengeothermie in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen ein theoretisch gegebenes, jedoch praktisch noch nicht erschlossenes Potenzial darstellt. Die günstige geologische Lage im Oberrheingraben ist dabei als strategischer Standortvorteil zu interpretieren. Eine fundierte Bewertung der konkreten Umsetzbarkeit kann jedoch erst auf Grundlage vertiefender geophysikalischer Untersuchungen und mindestens einer erfolgreichen Probebohrung erfolgen. Vor diesem Hintergrund ist die Tiefengeothermie aktuell keine tragende Säule der Wärmeversorgungsstrategie, könnte jedoch im Rahmen interkommunaler Kooperationen und langfristiger Planungshorizonte einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung leisten.

6.2.5. Kläranlage / Abwasser / Klarwasser

Die im Abwasser enthaltene Restwärme stellt ein signifikantes, bislang jedoch ungenutztes Wärmepotenzial dar. Mittels Wärmepumpentechnik kann die Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht werden. Diese Möglichkeit besteht in Hauptsammel-Kanälen mit entsprechender Durchflussmenge, wenngleich auch mit gewissen Einschränkungen. Abwasserkanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 800 sind grundsätzlich in Hinblick auf eine mögliche Abwärmenutzung von Relevanz. Darüber hinaus werden spezifische Anforderungen an den Trockenwetterabfluss gestellt, der in diesem Kontext als Mindestanforderung 10–15 Liter pro Sekunde im Tagesmittel definiert wird. Zudem wird eine Mindesttemperatur von 10 °C auch während der Wintermonate vorausgesetzt, und das Gefälle muss mindestens 1 Promille betragen. Der Einbau von Abwasserwärmetauschern in diese Kanäle ist technisch realisierbar, jedoch mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden. Darüber hinaus ist die zu entziehende Wärmemenge begrenzt, da das Abwasser nur begrenzt abgekühlt werden kann, um den Betrieb der biologischen Reinigungsstufen in der Kläranlage nicht zu beeinträchtigen.

Ein signifikantes Potenzial liegt in der Nutzung der Wärmeenergie am Ende des Kläranlagenprozesses, also nach der Wasseraufbereitung, begründet. Hier ist das sogenannte Klarwasser sauber, der Reinigungsaufwand an Wärmetauschern geringer und ein Entzug der Wärme hat keine Auswirkungen auf die Biologie der Kläranlage, sodass das volle Energiepotenzial genutzt werden kann. Die Abkühlung des Wassers kann in einem höheren Ausmaß erfolgen, was sich in ökologischer Hinsicht wiederum positiv auf das anschließende Fließgewässer auswirken kann, in das das Abwasser nach der Kläranlage eingeleitet wird (Gewässertemperaturen steigen durch Wärmeeinleitungen, Abwassereinleitungen und durch Klimaerwärmung).

Die Erzeugung von Wärme aus Abwasserwärme kann grundsätzlich ganzjährig erfolgen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in den Wintermonaten aufgrund der niedrigeren Abwassertemperaturen und -mengen gegebenenfalls Zeiträume mit Nutzungseinschränkungen auftreten können, wie beispielsweise Teillastbetrieb oder Abschaltung. Im Sommer können bei ausreichenden Abwassermengen und bei Temperaturen, die über denen des Winters liegen, höhere Potenziale zur Wärmeerzeugung bestehen. Um geeignete Nutzungsmodelle und Auslegungsgrößen zu ermitteln, sind detaillierte Untersuchungen und Planungen erforderlich.

Mit den Messwerten der Kläranlage Römerberg zu Volumenstrom und Temperatur des Klarwasser-Abflusses kann ein Potenzial ermittelt werden. Voraussetzung hierbei ist eine Anbindung an ein Wärmenetz. Somit wurde zum einen angenommen, dass ein Nahwärmenetz (Vorlauftemperatur 80 °C) entsteht. Die erzeugte Energiemengen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe sind monatsweise über das Jahr in Abbildung 19 aufgetragen. Bei einem theoretisch ganzjährigen Volllastbetrieb kann je nach Wärmenetz circa 5,3 GWh pro Jahr erzeugt werden.

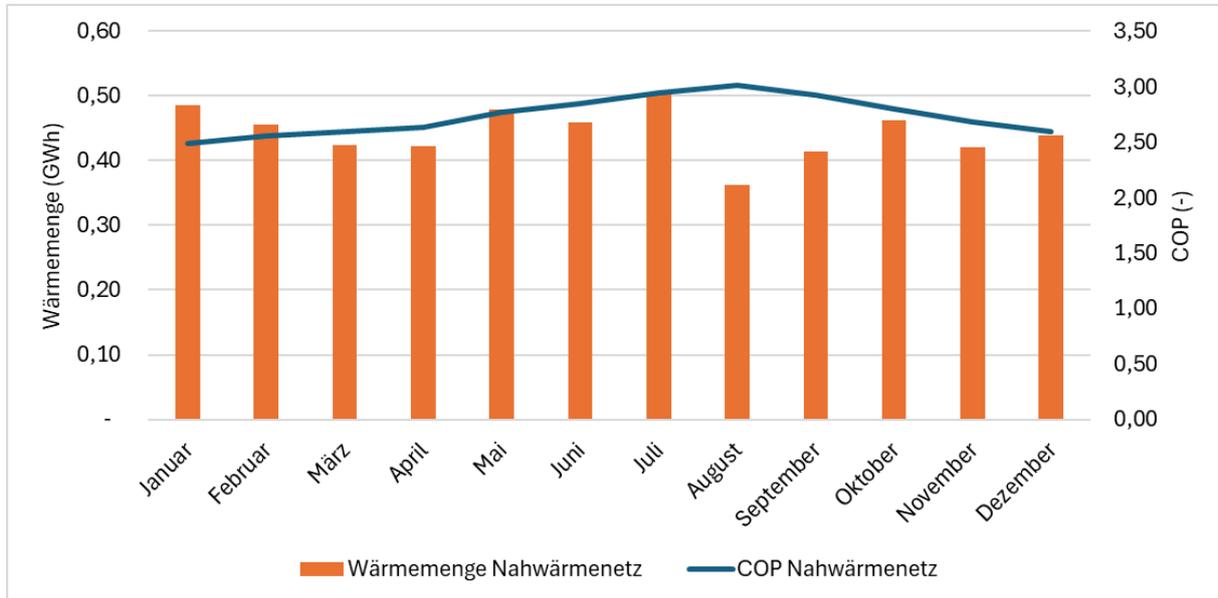


Abbildung 19 Monatliches Abwasserpotenzial sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr

Die Kläranlage befindet sich im Süden der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen. In Abbildung 20 wird der Standort der Kläranlage sowie eine mögliche Einbindung der Abwasserwärme gezeigt. Die Trassenlänge gemäß Abbildung 20 von der Kläranlage zum Ortsrand beträgt circa 2 km und bis ins Ortsinnere sogar knapp 2,5 km.

Eine Verlegung von Rohrleitungen über diese lange Strecke steigert die Kosten für die Erschließung. Wie zuvor erwähnt, wird für die Verwendung der Abwärme ein Wärmenetz benötigt. Dieses Wärmenetz muss ebenfalls errichtet werden. Aus diesen Gründen wird dieses Potenzial aus wirtschaftlicher Sicht als schwierig eingestuft. Wenn jedoch südlich von Römerberg-Mechtersheim in den kommenden Jahren ein Neubaugebiet entsteht, kann ein Wärmenetz errichtet werden, was das Potenzial wieder attraktiver macht. Jedoch muss dann das Potenzial genauer untersucht werden.



Abbildung 20 Mögliche Einbindung der Abwasserwärme Kläranlage Römerberg

Im Norden der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen ist eine weitere Kläranlage im Industriegebiet von Hanhofen gelegen. Die Daten, die das Kläranlage Hanhofen bereitgestellt hat, ermöglichen ebenfalls die Ermittlung eines Potenzials. Es wird auch hier die Hypothese aufgestellt, dass die Voraussetzung eines Wärmenetzes mit einer Vorlauftemperatur von 80 °C gegeben ist. Bei einem kompletten Vollastbetrieb kann je nach Wärmenetz circa 1,87 GWh pro Jahr erzeugt werden. In Abbildung 21 werden die erzeugten Energiemengen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe monatlich über das Jahr verdeutlicht.

Für den Monat Dezember liegen keine Daten zum Volumenstrom und zur Temperatur des Auslaufs der Kläranlage vor. Daher erfolgt ein Vergleich der Daten der Kläranlage Römerberg, wobei der Prozentsatz der Wärmemenge des Dezembers ermittelt und anschließend auf die Kläranlage Hanhofen extrapoliert wird. Die ermittelte Wärmemenge des Dezembers in Abbildung 21 stellt folglich eine extrapolierte Annahme (schraffierte Säule) der tatsächlichen Wärmemenge dar.

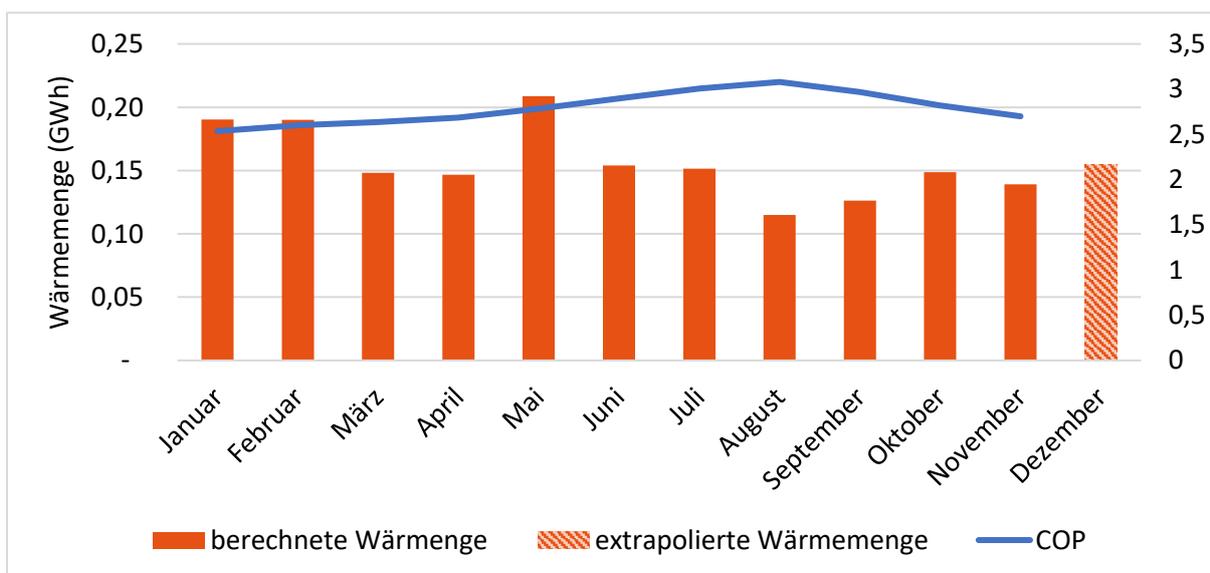


Abbildung 21 Monatliches Abwasserpotenzial Kläranlage Hanhofen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr

Die Kläranlage liegt am Ortsrand von Hanhofen. Die Entfernung zur Ortsmitte beträgt ca. 1 km.

Im Westen der Verbandsgemeinde befindet sich weiterhin eine ehemalige Kläranlage, heute ein Abwasserpumpwerk. Auch hier lässt sich über Abwasser-Wärmetauscher eine Umweltwärmequelle für eine Wärmepumpe erschließen.

Das Abwasserpumpwerk liegt am nord-östlichen Ortsrand von Harthausen und ist von der Ortsmitte ca. 1 km entfernt.

Das Potenzial des Abwasserpumpwerks sowie die Leistungszahl einer Wärmepumpe werden unter Berücksichtigung der vom Abwasserpumpwerk Harthausen gemessenen Volumenströme und Abwassertemperaturen kalkuliert, wie es bereits bei den Kläranlagen der Fall war. Auch in diesem Fall wurden keine Daten für den Monat Dezember wie bei der Kläranlage Hanhofen übermittelt. Daher erfolgt eine Extrapolation der Wärmemenge. Bei einem kompletten Vollastbetrieb kann je nach Wärmenetz circa 2,89 GWh pro Jahr erzeugt werden. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Abbildung 22 dokumentiert.

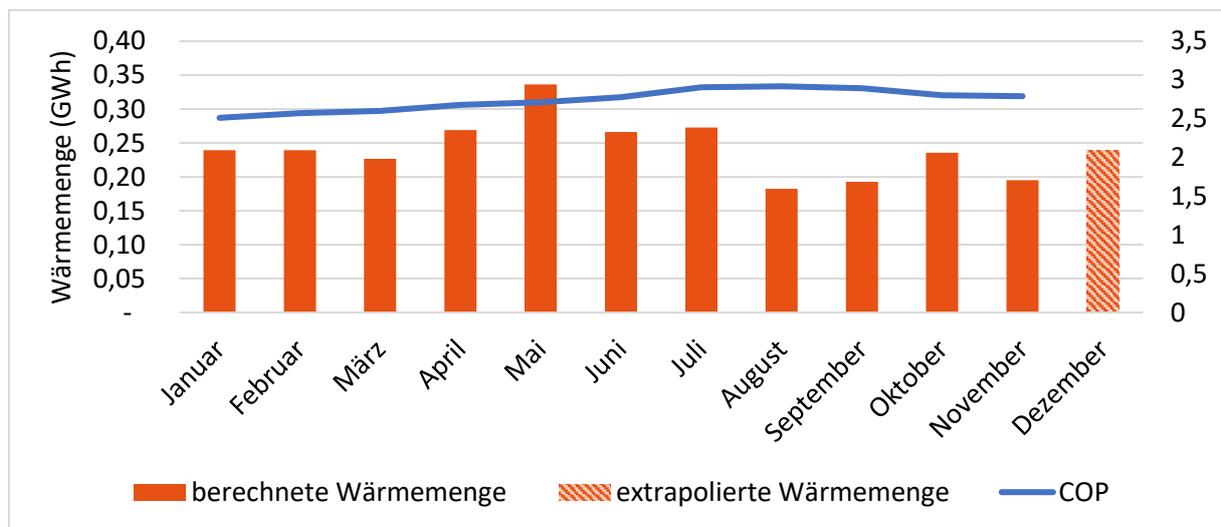


Abbildung 22 Monatliches Abwasserpotenzial Abwasserpumpwerk Harthausen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr

6.2.6. Industrielle Abwärme

In der Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen ist kein maßgebliches Abwärme-Potenzial aus der Industrie vorhanden.

6.2.7. Luftwärmepumpe

Wärmepumpen, welche Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen, werden als Luft-Wasser-Wärmepumpen bezeichnet. Der Prozess der Wärmeübertragung von der Umgebungsluft auf das Kältemittel der Wärmepumpe erfolgt durch den Verdichter, wobei ein höheres Druck- und Temperaturniveau erreicht wird. Anschließend wird die Wärme an einen angeschlossenen Wasserkreislauf abgegeben. Die Nutzung von Umgebungsluft ist grundsätzlich überall möglich, auch in städtischen Gebieten. Bei der Nutzung ist jedoch zu beachten, dass die Vorgaben an den Lärmschutz von Luft-Wärmepumpen in Siedlungsgebieten zu berücksichtigen sind.

Aufgrund von Schallemissionen ist die Identifizierung geeigneter Standorte für die Außeneinheiten mit genügend Abstand zu den Wohngebäuden sowie der Einsatz ausreichender Schallschutzmaßnahmen erforderlich. In der Regel ist keine Genehmigung für den Betrieb von Umgebungsluft-Wärmepumpen erforderlich, sofern die zulässigen Geräuschmissionen nicht überschritten werden. In solchen Fällen sind bauliche Schallschutzmaßnahmen erforderlich, die auf der Grundlage eines Schallschutzgutachtens zu ermitteln sind.

Die Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle für Wärmepumpen ist aufgrund der starken Schwankungen der Temperaturen innerhalb eines Tages sowie über ein Jahr hinweg nur bedingt für die Bereitstellung großer Wärmeleistungen geeignet. Dies wiederum hat zur Folge, dass vorausgehende Berechnungen zu Luft-Wasser-Wärmepumpen lediglich als grobe Anhaltspunkte zu betrachten sind. Die Durchführung von Abschätzungen und einschlägigen Berechnungen ist demnach lediglich in stationären Punkten bzw. über gemittelte Wetterstatistiken möglich.

Da das Potenzial überall und nahezu unbegrenzt zur Verfügung steht, alternative Wärmequellen wie Sole und Wasser aber effizienter nutzbar sind, sollten dezentrale Luft-Wasser- und Luft-Luft-Wärmepumpen nur in Gebieten als vorrangige Option ausgewiesen werden, in denen keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist (Einzelversorgungsgebiete) und in denen keine oberflächennahe geothermische Wärmequelle erschlossen werden kann.

6.2.8. Flusswasser

Ca. 2 km südlich von Römerberg-Mechtersheim verläuft der Rhein. Das Flusswasser stellt ein weiteres Potenzial für die Versorgung einer Wärmepumpe dar. Die nicht stark schwankenden Wassertemperaturen, welche im Winter zwischen 4 °C und 9 °C liegen, sind ideale Voraussetzungen für eine Wärmepumpe. Somit ist ein technisches Potenzial vorhanden. Jedoch ist zu beachten, dass die Entfernung von circa 2 km hohe Kosten aufgrund von Trassenlänge mit sich zieht. Außerdem befindet sich das Gebiet in einem Naturschutzgebiet, in solch einem alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebiets oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können, nach Maßgabe näherer Bestimmungen verboten (BNatSchG - § 23 Naturschutzgebiete)¹². Somit ist das Potenzial nur kaum realisierbar.

6.2.9. Wasserwerk Dudenhofen

Eine weitere potenzielle Wärmequelle für eine Wärmepumpe innerhalb der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen stellt das Wasserwerk Dudenhofen dar. Das dort geförderte Grundwasser weist über das Jahr hinweg eine konstante mittlere Temperatur von ca. 10 °C auf. Aufgrund dieser stabilen thermischen Randbedingungen eignet sich das Wasserwerk in besonderem Maße zur Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpe. Voraussetzung hierbei ist ein Wärmenetz in der Nähe des Wasserwerks, da sonst diese Wärmepumpe wirtschaftlich unrentabel ist. Somit wurde zu einen angenommen, dass ein Nahwärmenetz (Vorlauftemperatur 80 °C) entsteht.

Die Jahresfördermenge beträgt etwa 250.000 m³. Es wurde angenommen, dass das Wasser um 5 K abgekühlt wird und der COP (Coefficient of Performance) der Wärmepumpe bei 2,5 liegt. Dadurch ergibt sich ein technisches Potenzial von rund 2,4 GWh_{th}/a. Diese Wärmeleistung entspricht in etwa 1 % des gesamten jährlichen Wärmebedarfs der Verbandsgemeinde.

¹² https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/_23.html (zuletzt abgerufen 07.04.2025)

6.2.10. Wärmespeicher

Wärmespeicher werden unterschieden in Tagesspeicher und Saisonspeicher. Außerdem unterscheidet man Wärmespeicher zusätzlich in die Kategorien sensibler, latenter und thermochemischer Speicher. Bei sensiblen Wärmespeichern wird die Energie gespeichert und abgegeben, indem das Speichermedium ohne Phasenwechsel aufgewärmt und abgekühlt wird. Latentwärmespeicher nutzen im Gegensatz dazu primär die latente Wärme, welche beim Phasenwechsel freigesetzt oder aufgenommen wird. Thermochemische Speicher nutzen das Prinzip der Speicherung über reversible endo- und exotherm Reaktionen.

Der Platzbedarf von Wärmespeichern hängt maßgeblich von der gewählten Speichertechnologie sowie der benötigten Speicherkapazität ab. Konventionelle Wasserwärmespeicher sind weit verbreitet, benötigen jedoch abhängig vom Volumen erhebliche Stellflächen. Mehrere hundert bis tausend Liter sind nicht unüblich für einen Wasserwärmespeicher. Alternativ dazu existieren innovative Konzepte wie Sole- oder thermochemische Speicher, die durch kompaktere Bauweisen potenziell weniger Raum beanspruchen. Allerdings befinden sich viele dieser Technologien noch in der Entwicklungs- oder Pilotphase.

Die Standortwahl für Wärmespeicher erfordert eine sorgfältige Abwägung verschiedener Faktoren. Insbesondere die Nähe zu thermischen Quellen, etwa Kraftwerken oder industriellen Produktionsstätten, sowie zu Wärmeverbrauchern wie Wohn- und Gewerbegebieten ist von Bedeutung. Darüber hinaus spielen ökonomische Aspekte eine Rolle, da größere Speicherkapazitäten langfristig zu einer effizienteren Nutzung der gespeicherten Wärme führen und somit Betriebskosten senken können.

Der Wärmespeicher-Technologie kann kein direktes Potenzial zugeordnet werden, da diese immer situativ ausgelegt und eingesetzt werden. Der Einsatz von Wärmespeicher besteht in einem kontinuierlichen Betrieb von Wärmepumpen oder der Kappung von Lastspitzen in einem Wärmenetz.

6.2.11. Wasserstoff

Wasserstoff gilt als ein zentraler Bestandteil zukünftiger klimaneutraler Energiesysteme. Prognosen zufolge wird er perspektivisch einen Teil der derzeit genutzten fossilen Brennstoffe ersetzen. Sein Einsatz ist jedoch nach heutigen Stand insbesondere in spezifischen Anwendungsbereichen wie der Erzeugung von Hochtemperatur-Prozesswärme, dem Einsatz in der chemischen Industrie sowie in der Schwerlastmobilität, bzw. dem Flugverkehr vorgesehen.

Im Wärmesektor selbst wird Wasserstoff derzeit nur als ergänzende Option betrachtet. Die vorrangige Strategie der Dekarbonisierung zielt auf eine umfassende Elektrifizierung ab, etwa durch den verstärkten Einsatz von u. a. Wärmepumpen.

Die Erzeugung von Wasserstoff soll im Rahmen der Energiewende vorrangig auf der Nutzung überschüssiger Strommengen aus erneuerbaren Energiequellen basieren. Die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung legt konkrete Zielvorgaben und Maßnahmen zur Förderung der Wasserstoffwirtschaft fest. Der Fokus liegt jedoch hierbei auf Sektoren mit hohem Dekarbonisierungspotenzial.

Im Bereich der Gebäude- und Wärmeversorgung wird Wasserstoff hingegen aktuell nicht als prioritäre Lösung angesehen. Gründe hierfür sind unter anderem die vergleichsweise geringen Wirkungsgrade bei der Umwandlung, die derzeit noch hohen Kosten sowie der erhebliche infrastrukturelle Anpassungsbedarf für einen flächendeckenden Einsatz in bestehenden Gasnetzen. Dennoch kann Wasserstoff in bestimmten Anwendungsfällen eine ergänzende Rolle in einem sektorübergreifenden, resilienten Energiesystem einnehmen.

6.3. Potenziale von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

6.3.1. Windkraft

Abbildung 23 zeigt, dass die mittlere Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 140 m im Großteil der Verbandsgemeinde im Bereich von 5,4 bis 6,2 m/s liegt. Einzelne Teilflächen in südlicher und südöstlicher Lage (in Richtung Römerberg und Römerberg-Mechtersheim) erreichen 6,6 – 6,8 m/s, was im Vergleich zu typischen Onshore-Standorten in Deutschland als moderat einzustufen ist.

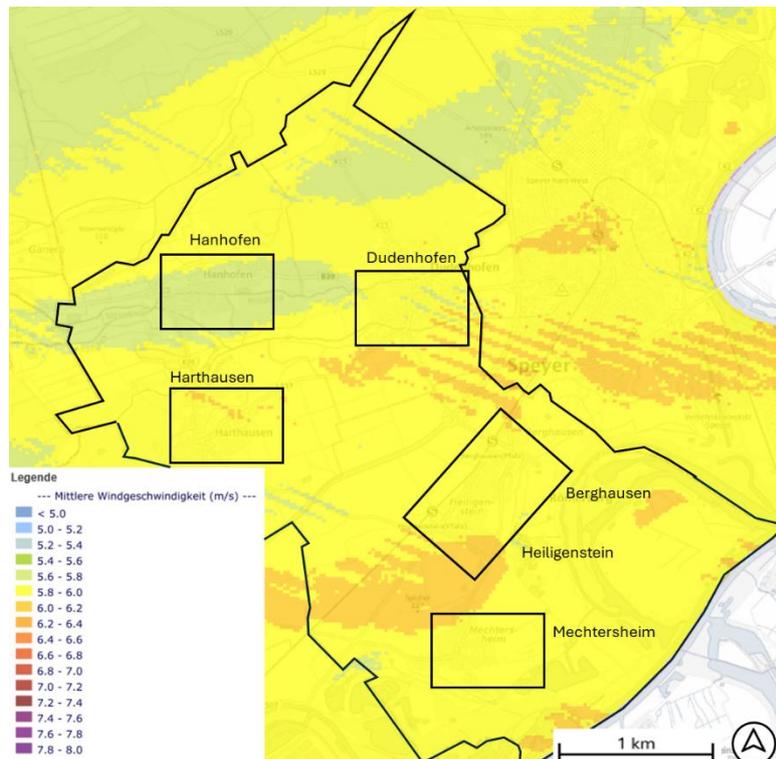


Abbildung 23 Mittlere Windgeschwindigkeit bei 140 m Höhe

Gemäß der Bundesnetzagentur und des Umweltbundesamtes gelten Werte über 6,5 m/s in 140 m Höhe über Grund als wirtschaftlich relevante Schwelle für den wirtschaftlichen Betrieb moderner Windkraftanlagen. Die hier dominanten Bereiche (zwischen 5,6–6,2 m/s) sind also technisch grundsätzlich nutzbar, aber mit erhöhtem wirtschaftlichem Risiko verbunden. Außerdem stehen sie in Konkurrenz zu anderen Flächennutzungen und Einschränkungen (z. B. Schutzgebiete) und unterliegen Genehmigungsaufgaben (z. B. Abstand, Immissionsschutz).

In der Verbandsgemeinde bestehen mehrere Schutzgebietsarten, in denen eine Errichtung von Windkraftanlagen entweder vollständig ausgeschlossen oder nur unter erheblichen Auflagen möglich ist. Dazu zählen insbesondere:

Naturschutzgebiete stehen gemäß Bundesnaturschutzgesetz (§ 23 BNatSchG) unter besonderem Schutz. In der Verbandsgemeinde befinden sich diese vorrangig im südlichen Bereich, insbesondere im Umfeld des Altrheins. Aufgrund der ökologischen Sensibilität und der hohen Schutzkategorie sind technische Großanlagen wie Windkraftanlagen in diesen Bereichen ausgeschlossen.

Die Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) und Vogelschutzgebiete (VSG) sind Bestandteil des europäischen Schutzgebietsnetzes nach der FFH-Richtlinie und der EU-Vogelschutzrichtlinie. In der Verbandsgemeinde liegen diese insbesondere im Norden, angrenzend an die Nachbargemeinde Böhl-Iggelheim. Innerhalb dieser Gebiete sind Windkraftvorhaben nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig, wenn eine Beeinträchtigung des Schutzzwecks ausgeschlossen werden kann.

Landschaftsschutzgebiete befinden sich sowohl im nördlichen als auch im südlichen Bereich der Verbandsgemeinde. Zwar ist die Nutzung nicht grundsätzlich untersagt, jedoch bedarf sie einer naturschutzrechtlichen Einzelfallprüfung, da die Erhaltung des Landschaftsbildes sowie die naturräumliche Funktion Vorrang haben.

Ein erheblicher Teil der nördlichen Verbandsgemeinde fällt in die Zone I bis III von Trinkwasserschutzgebieten, insbesondere an der Grenze zur Stadt Speyer. In der Schutzzone I ist jede bauliche Nutzung grundsätzlich untersagt (§ 51 WHG). Auch in den Zonen II und III gelten restriktive Anforderungen, insbesondere hinsichtlich der Dichtheit und Fundamenttiefe technischer Anlagen, sodass Windkraftanlagen faktisch ausgeschlossen sind.

Die räumliche Überlagerung dieser Schutzgebiete führt dazu, dass in weiten Teilen der Verbandsgemeinde eine Nutzung von Windkraft nicht realisierbar ist. Die besonders betroffenen Bereiche befinden sich im Norden und Süden der Verbandsgemeinde, wobei teilweise Mehrfachschutz. In Verbindung mit weiteren Restriktionsfaktoren wie Siedlungsabstand, Höhenbegrenzungen und Flächenverfügbarkeit ergibt sich ein deutlich eingeschränktes Flächenpotenzial für Windenergieanlagen.

In der Gesamtbewertung ist das Windkraftpotenzial der Verbandsgemeinde als technisch punktuell vorhanden, jedoch planerisch schwer erschließbar und wirtschaftlich grenzwertig zu bewerten. Die Windenergie kann daher nicht als prioritäre Säule der zukünftigen Wärmeversorgung herangezogen werden, sondern sollte – wenn überhaupt – im Kontext einzelner, besonders geeigneter Standorte geprüft werden.

6.3.2. Wasserkraft

Trotz seines geringen Höhenunterschieds des Rhein stellt er durch seine hohen Volumenstrom grundsätzlich ein technisch geeignetes Gewässer für strömungsbasierte Wasserkrafttechnologien dar. Jedoch ist eine Nutzung im Abschnitt der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen aufgrund erheblicher naturschutz- und wasserrechtlicher Restriktionen faktisch ausgeschlossen. Die gesamte südliche Rheinuferzone fällt unter strenge Schutzgebietskategorien (NSG, FFH, VSG), die eine wasserbauliche Erschließung oder Eingriffe in das Fließregime nicht zulassen. Eine wirtschaftlich und genehmigungsrechtlich tragfähige Nutzung der Rheinkinetik zur Stromerzeugung ist unter diesen Rahmenbedingungen nicht realisierbar.

6.3.3. Photovoltaik

Dachpotenzial

Zur Abschätzung des Potenzials für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen wurde die Datenbank der Firma ENEKA herangezogen. Die Methodik basiert auf der automatisierten Auswertung von Luftbilddaufnahmen, anhand derer geeignete Dachflächen identifiziert und geometrisch vermessen werden.

In einem weiteren Schritt erfolgt eine Kategorisierung der Dachflächen hinsichtlich Dachtyp, Dachneigung sowie Ausrichtung. Abhängig von diesen Parametern wird ein flächenreduzierender Korrekturfaktor angewendet. Dieser berücksichtigt beispielsweise bei Flachdächern eine Ost-/West-Aufständigung sowie bei geneigten Dächern die realen Orientierungen und geschätzten Neigungswinkel.

Auf Basis dieser normierten Flächen wird unter Annahme eines typischen PV-Moduls (unter Berücksichtigung der Modulleistung in W_p/m^2) die installierbare Leistung je Dachfläche berechnet.

Das gesamte PV-Dachpotenzial in der Verbandsgemeinde beläuft sich nach diesen Berechnungen auf 183,7 GWh_{el}/a .

Freiflächenpotenzial

Analog zum Solarthermiepotenzial für Freiflächen wurden das Potenzial für PV-Freiflächen bestimmt. Die Grünlandfläche beträgt 520 ha. Bei einer Flächennutzung von ca. 850 kWp pro ha ergibt sich ein Gesamtpotenzial der installierbaren Leistung der PV-Freiflächenanlagen von etwa 422 MW_p . Das Ertragspotenzial der PV-Freiflächenanlagen beträgt in Summe ca. 448 GWh_{el}/a .

Auch hier gilt es zu bemerken, dass das theoretische Potenzial für Freiflächen ist und die Entfernung zwischen Gemeinde und Freifläche nicht berücksichtigt wird. Je nach Entfernung kann eine Grünfläche als unwirtschaftlich eingestuft werden. Zudem ist hier die limitierte Stromerzeugung in den Wintermonaten zu bemerken.

6.4. Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen zeigt, dass ein breites Spektrum erneuerbarer Wärmequellen sowie Effizienzmaßnahmen zur Verfügung steht. Die betrachteten Optionen wurden hinsichtlich ihrer technischen Realisierbarkeit, wirtschaftlichen Umsetzbarkeit und ihres Beitrags zur Dekarbonisierung des Wärmesektors bewertet. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die nachfolgende Szenarienentwicklung und Zieldefinition.

Tabelle 3 fasst die wesentlichen Potenziale zusammen, wie sie im Rahmen der Einzelanalysen des Kapitels 6.1 – 6.3 systematisch untersucht wurden.

Tabelle 3 Zusammenfassung der Potenziale

Potenzial	Ergebnis	Quantifizierung	Anmerkung
Sanierungspotenzial	Vorhanden (Sehr hoch)	210,1 GWh _{th} /a	
Biogas	Vorhanden (eingeschränkt)	5,4 GWh _{th} /a (freie Grünflächen) 38,2 GWh _{th} /a (gesamt)	Eingeschränktes Grünlandangebot; konkurrenzierend zur Nahrungsmittelproduktion
Grünschnittverwertung	Vorhanden	2,4 – 6,3 GWh _{th} /a	Wärmeerzeugung aus Grünschnitt möglich, jedoch abhängig von Feuchtegrad
Holzhackschnittzel	Vorhanden (praktisch nicht nutzbar)	-	Privatwaldbesitz zersplittert, klimatisch instabiler Waldzustand
Erdwärmekollektoren	Vorhanden	1 GWh _{th} /a bei 2.000 Volllaststunden pro Jahr und einer Fläche von 8.872 m ²	
Erdwärmesonden	Vorhanden	1 GWh _{th} /a bei 2.000 Volllaststunden pro Jahr und einer Fläche von 2.400 m ²	
Grundwasser	Vorhanden (eingeschränkt)	1 GWh _{th} /a bei 2.000 Volllaststunden pro Jahr und einer Fördermenge von 51,8 m ³ /h	strenge wasserrechtliche Auflagen
Solarthermie (Dachflächen)	Vorhanden (sehr hoch)	664 GWh _{th} /a (Gesamt) 29 – 86 GWh _{th} /a (nutzbar)	saisonale Deckungslücke im Winter, somit nur 10 – 30 % des Gesamtwärmebedarfs nutzbar
Solarthermie (Freifläche)	Vorhanden (sehr hoch)	1.040 GWh _{th} /a (Gesamt) 29 – 86 GWh _{th} /a (nutzbar)	saisonale Deckungslücke im Winter, somit nur 10 – 30 % des Gesamtwärmebedarfs nutzbar
Tiefengeothermie	Ungeklärt	Zurzeit nicht quantifizierbar	Gute geologische Voraussetzungen im Oberrheingraben; Umsetzung ungewiss, da von Probebohrung abhängig ist
Abwasser	Vorhanden	5,3 GWh _{th} /a	Ca. 2,5 km von Ortsmitte Römerberg-Mechtersheim entfernt
		1,9 GWh _{th} /a	Industriegebiet Hanhofen
		2,9 GWh _{th} /a	Ca. 1 km von der Ortsmitte Harthausen entfernt
Industrielle Abwärme	Nicht vorhanden	-	Keine Industrie mit Abwärme möglicherweise vorhanden
Luftwärmepumpe	Vorhanden	< 288 GWh _{th} /a	Gut für Einzelversorgung

Potenzial	Ergebnis	Quantifizierung	Anmerkung
Flusswasserwärmepumpe	Nicht vorhanden	Nicht quantifiziert	Aufgrund vom Schutzgebiet
Wasserwerk – Wärmepumpe	Vorhanden	2,4 GWh _{th} /a	Ideal für das Randgebiet Dudenhofen
Wasserstoff	Langfristiges Potenzial	Nicht quantifizierbar	Derzeit keine H ₂ -Infrastruktur vorhanden; perspektivisch relevant für Netztransformation oder industrielle Anwendungen.
PV-Dachfläche	Vorhanden	184 GWh _{el} /a	Saisonale Abhängigkeit; Dachflächen in Konkurrenz zur Solarthermie
PV- freie Grünfläche	Vorhanden	448 GWh _{el} /a	Saisonale Abhängigkeit; Dachflächen in Konkurrenz zur Solarthermie
Windkraft	Vorhanden (sehr gering)	Nicht quantifizierbar	Kaum geeignete Standorte, Geeignete Standorte an Schwelle zur Wirtschaftlichkeit
Wasserkraft	Nicht vorhanden	-	Ausschluss durch Schutzgebiete

7. Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete fungiert als zentrales Bindeglied zwischen Bestands- und Potenzialanalyse und Zielszenario. Ziel der Einteilung ist es, das Gebiet der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen, bzw. der Ortsgemeinden, in räumlich abgrenzbare Teilräume zu gliedern, die hinsichtlich ihrer energetischen und siedlungsstrukturellen Eigenschaften jeweils spezifische Anforderungen und Chancen für die zukünftige Wärmeversorgung aufweisen. Die zonale Differenzierung bildet somit die Grundlage für die zielgerichtete Entwicklung konkreter Versorgungskonzepte, Transformationspfade und Maßnahmen.

Die Einteilung erfolgt in

- Wärmenetzgebiete: Gebiete mit wahrscheinlicher Eignung zur Erschließung durch Fernwärme oder bereits vorhandenen Wärmenetzen.
- Wasserstoffnetzgebiete
- Gebiete dezentraler Versorgung: Alle übrigen Teilgebiete. In diesen Gebieten kommen überwiegend dezentrale Lösungen zum Einsatz. Dies können alle GEG-konformen Versorgungslösungen sein. Außerdem gilt es zu beachten, dass auch sogenannte Gebäudenetze, sprich Wärmenetze mit max. 16 Gebäuden oder max. 100 Wohneinheiten, im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes als dezentrale Versorgungsoption gelten.
- Prüfgebiete: Gebiete können als Prüfgebiete ausgewiesen werden, wenn die Eignung noch nicht abschließend bewertet werden kann.

Die Einteilung in ein voraussichtlich geeignetes Wärmenetzgebiet oder Prüfgebiet stellt keine verbindliche Festlegung dar, dass in diesen Bereichen zwingend ein Wärmenetz errichtet wird. Ebenso ergibt sich daraus kein Anschluss- oder Benutzungszwang für die Bürger:innen. Vielmehr handelt es sich um eine strategische Einschätzung der potenziellen Eignung. Ob ein Wärmenetz tatsächlich umgesetzt wird, hängt von weiteren technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Prüfungen sowie der Anschlussbereitschaft vor Ort ab. Die Entscheidung über einen Anschluss bleibt den Gebäudeeigentümer:innen auch künftig freiwillig überlassen.

7.1. Methodik

Die Einteilung und Bewertung der Wärmeversorgungsgebiete erfolgt zunächst qualitativ und im weiteren Verlauf auch quantitativ mit Kosten. Grundlage hierfür bilden die Empfehlungen des Leitfadens Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB). Im ersten Schritt wird eine qualitative Bewertung durchgeführt. Diese erfolgt anhand folgender drei zentraler Kriterien:

1. Kumulierte Treibhausgasemissionen
Die Bewertung erfolgt auf Ebene der gesamten Verbandsgemeinde. Sie basiert auf einer Betrachtung der gesamten Emissionen des Wärmesektors und dient der übergeordneten Priorisierung emissionsintensiver Gebiete.
2. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit
Diese Dimension wird auf Ebene der Ortsgemeinden bewertet, da innerhalb einer Ortsgemeinde typischerweise keine signifikanten Unterschiede bestehen.
3. Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten
Diese Bewertung erfolgt innerhalb der Ortsgemeinden auf Teilgebietesebene, welche auf Basis der Wärmedichte definiert und näher betrachtet werden.

Aus der Zusammenschau der genannten Kriterien ergibt sich eine integrierte qualitative Bewertung, auf deren Basis eine erste Abschätzung der jeweils wahrscheinlich geeigneten Versorgungsart vorgenommen wird.

7.2. Allgemein gültige Indikatoren in Abhängigkeit der Versorgungsart

Im Rahmen der Bewertung gibt es Indikatoren welche sich für jede Ortsgemeinde und Teilgebiet innerhalb der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen gleich verhalten und nur von der Art des Versorgungsgebietes abhängig sind.

Hierzu zählen unter anderem die kumulierten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen), denn je später die Umstellung erfolgt, desto höher sind die kumulierten Treibhausgasemissionen. Die Option mit den niedrigsten erwarteten kumulierten Treibhausgasemissionen wird am besten bewertet, die Option mit den höchsten am schlechtesten.

Ähnlich verhält es sich mit den gebäudeseitigen Anschaffungskosten für die notwendige Anlagentechnik. Bei jeder zukünftigen Art der Wärmeversorgung fallen Investitionskosten in die Wärmebereitstellungstechnik an. Dies sind Kosten für die Installation oder Umrüstung einer Wärmepumpe, einer Wärmeübergabestation oder eines Heizkessels. Für die Einstufung der Eignung werden nicht die absolut zu erwartenden Investitionskosten, sondern die relativen Kosten zwischen den verschiedenen Wärmeversorgungsarten bewertet. Kosten für energetische Sanierung werden hier nicht bewertet.

Tabelle 4 Allgemeingültige qualitative Bewertung nach Versorgungsart

	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gebäudeseitige Anschaffungs-/Investitionskosten Anlagentechnik	Mittel	Niedrig	Hoch

7.3. Hanhofen

Für die Ortsgemeinde Hanhofen sind im Kontext der zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Unternehmen Pfalzgas GmbH und Pfalzwerke Netz AG als relevante Akteure zu nennen. Pfalzgas ist für den Betrieb des Gasnetzes verantwortlich und treibt nach eigenen Angaben die Transformation der vorhandenen Erdgasinfrastruktur hin zu einer Wasserstoffinfrastruktur (H₂-Readiness) aktiv voran. Im Rahmen dieser Umstellung wird eine zunehmende Beimischung beziehungsweise ein selektiver Bezug von grünem Methan durch Pfalzgas ermöglicht, was eine teilklimaneutrale Versorgungsperspektive eröffnet.

Gleichzeitig ist jedoch davon auszugehen, dass der Preispfad für Wasserstoff langfristig auf einem hohen Niveau verbleibt, was die Wirtschaftlichkeit eines flächendeckenden Einsatzes insbesondere im Gebäudesektor infrage stellt. Vor diesem Hintergrund kommt der Rolle der Akteure und der damit verbundenen Infrastrukturtransformation eine zentrale Bedeutung bei der Bewertung künftiger Versorgungsoptionen zu.

7.3.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 5 zeigt die Bewertung des Realisierungsrisikos und der Versorgungssicherheit für drei mögliche Wärmeversorgungsoptionen – Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung – auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Hanhofen. Untersucht werden dabei vier zentrale Indikatoren, die in eine abschließende Gesamteinschätzung überführt werden.

Wärmenetze weisen in mehreren Bereichen ein hohes Realisierungsrisiko auf, insbesondere beim Auf- und Ausbau der Infrastruktur sowie bei der lokalen Verfügbarkeit von Wärmequellen. Zwar gelten Wärmenetze als robust gegenüber sich ändernden Rahmenbedingungen, jedoch führt die Gesamtheit der Risiken zu einer Bewertung als „wahrscheinlich ungeeignet“.

Für Wasserstoffnetze werden die Risiken insgesamt als gering bis mittel eingestuft. Vorteile ergeben sich durch die bestehende, größtenteils bereits wasserstofftaugliche, Gasinfrastruktur. Einschränkungen bestehen hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastrukturen sowie bei der lokalen Energieverfügbarkeit. Die Option wird insgesamt als „wahrscheinlich geeignet“ eingeschätzt.

Die dezentrale Versorgung (z. B. durch Wärmepumpen) erreicht die beste Bewertung. Die Risiken hinsichtlich Infrastrukturmaßnahmen und Energieverfügbarkeit sind gering oder nicht wesentlich. Zudem wird eine hohe Robustheit gegenüber sich ändernden Rahmenbedingungen festgestellt. Daraus ergibt sich die Gesamtbewertung „sehr wahrscheinlich geeignet“ für die Versorgungssicherheit und Umsetzbarkeit.

Tabelle 5 verdeutlicht damit, dass unter den aktuellen Rahmenbedingungen die dezentrale Versorgung als die risikoärmste und verlässlichste Lösung für die Ortsgemeinde Hanhofen erscheint.

Tabelle 5 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Hanhofen

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Gering	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Hoch	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Mittel	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.3.2. Wärmedichte und Wärmelinendichte

In Abbildung 24 wird die Wärmelinendichte für die Ortsgemeinde Hanhofen gezeigt. Die maximale Wärmelinendichte ist in der alten Landstraße verortet und liegt zwischen 6.500,1 – 8.000 kWh/ma.



Abbildung 24 Wärmelinendichte Hanhofen

Aus der Abbildung 25 wird ersichtlich, dass die Ortsgemeinde Hanhofen über eine identifizierbare zentrale Zone mit sehr guter Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes verfügt. Die höchste Wärmebedarfsdichte konzentriert sich auf das historische Ortszentrum und entlang der Hauptstraße. Ein Wärmenetz im Kernbereich erscheint unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsdichte realistisch.

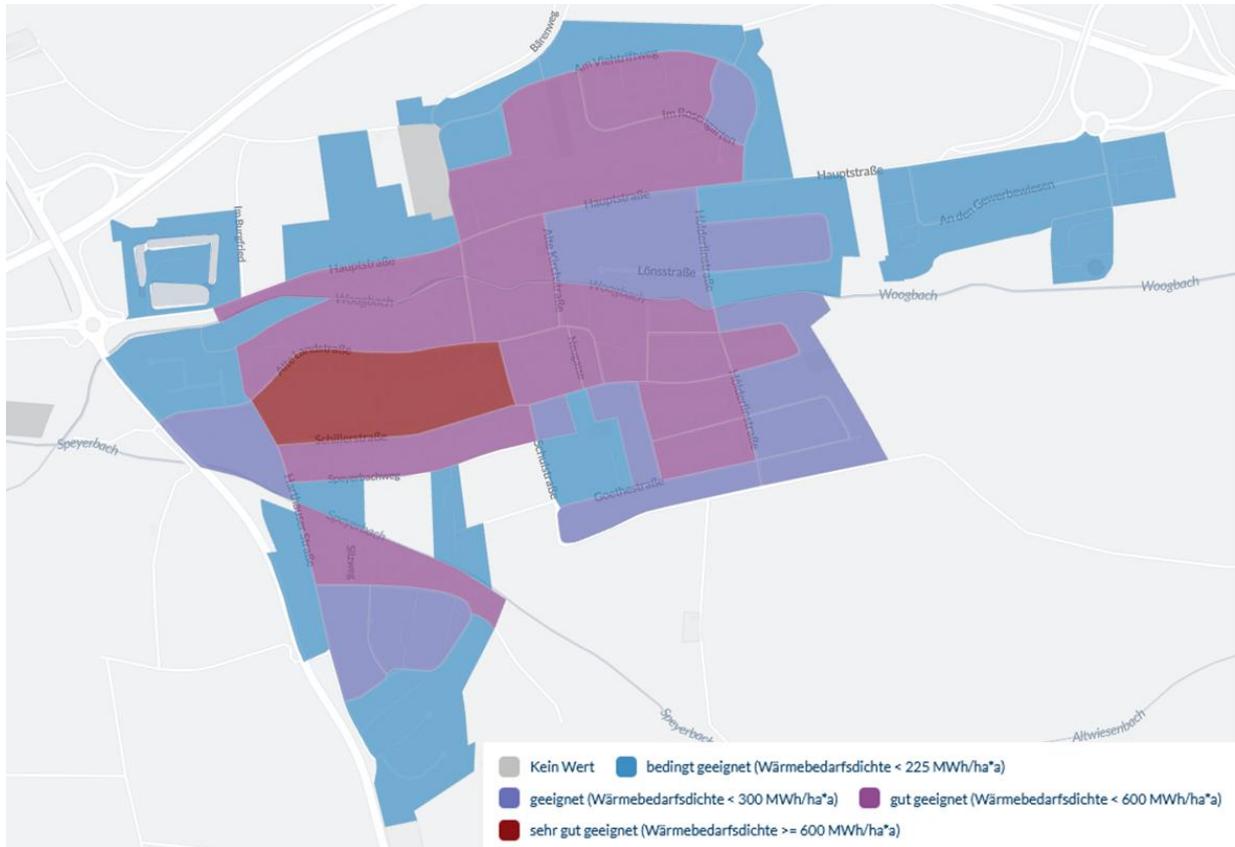


Abbildung 25 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Hanhofen

7.3.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Basis der in Kapitel 7.3.2 dargestellten Ergebnisse zur Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte kann die Ortsgemeinde Hanhofen in unterschiedliche Teilgebiete untergliedert werden. Diese räumliche Differenzierung basiert maßgeblich auf den ermittelten Unterschieden in der Wärmebedarfsdichte, welche ein zentrales Kriterium zur Ableitung geeigneter Wärmeversorgungsstrategien darstellt.

Eine erste Einteilung der Teilgebiete ist in Abbildung 26 visualisiert. Insgesamt wurden vier Teilgebiete identifiziert, welche sich hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz aufgrund der Wärmedichte unterscheiden. Die Abbildung unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden:

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere und
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

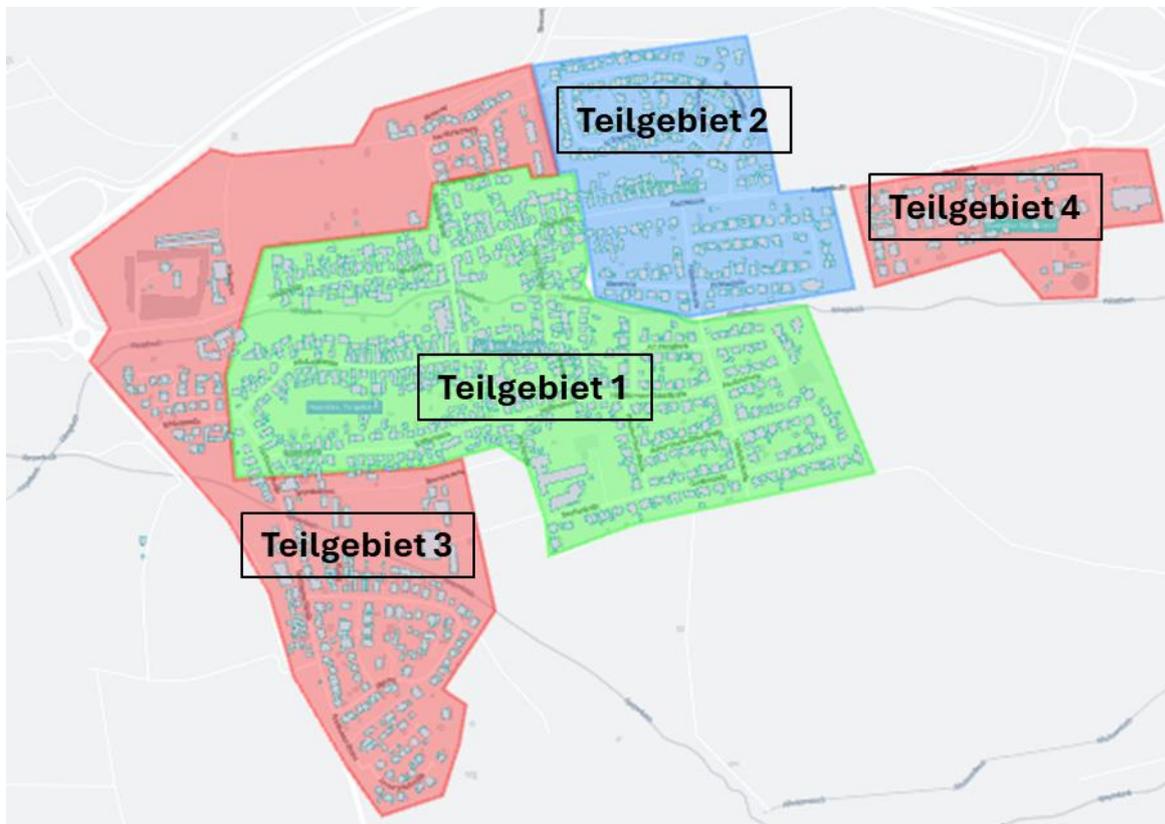


Abbildung 26 Einteilung der Gemeinde Hanhofen in Teilgebiete

7.3.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten

Tabelle 6 zeigt eine qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten für die vier Teilgebiete in der Ortsgemeinde Hanhofen. Berücksichtigt werden technische, wirtschaftliche und infrastrukturelle Indikatoren für drei Versorgungsoptionen: Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung. Bewertet werden unter anderem Wärmedichte, Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung, bestehende Netzinfrastruktur sowie Investitionsaufwand. In Bezug auf den erstgenannten Aspekt wird der Fokus auf die Wärmelinien-dichte (d. h. Wärmebedarf pro Straßenlänge), die Wärmedichte eines Teilgebiets (d. h. Wärmebedarf pro Gesamtfläche des Teilgebiets), die Ankerkunden (d. h. Anzahl der Kunden, die einen Wärmebedarf von über 300 MWh/a aufweisen) sowie den erwarteten Wärmebedarf im Jahr 2040 gelegt.

Tabelle 6 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten - Hanhofen

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Allgemein				
Wärmelinien-dichte	Hoch	Mittel	Niedrig	Niedrig
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	559 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	468 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	190 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	181 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)
Ankerkunden > 300 MWh/a	0	0	0	0
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	17,6 GWh/a	6,2 GWh/a	5,5 GWh/a	1,2 GWh/a
Wärmenetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung	Kein Potenzial	Kein Potenzial	Erdwärmesonden: max. 180 GWh/a	Kläranlage: 1,9 GWh/a
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Vorhandenes Gasnetz ist weitgehend wasserstofftauglich	Vorhandenes Gasnetz ist weitgehend wasserstofftauglich	Vorhandenes Gasnetz ist weitgehend wasserstofftauglich	Vorhandenes Gasnetz ist weitgehend wasserstofftauglich
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Gering	Gering	Gering	Gering
Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet

Bewertung	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

Alle Teilgebiete gelten als wahrscheinlich ungeeignet für ein Wärmenetz aufgrund fehlender Netzinfrastruktur, hoher Investitionskosten und quasi fehlender Potenziale. Wasserstoffnetze werden im gesamten Gebiet als tendenziell geeignet eingestuft – begünstigt durch vorhandene gasbasierte Infrastruktur, jedoch mit wirtschaftlichen Unsicherheiten aufgrund hoher Wasserstoffpreise. Die dezentrale Versorgung wird in allen Teilgebieten als geeignet bewertet und stellt damit die wirtschaftlich sinnvollste Option dar.

7.3.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Hanhofen

Tabelle 7 zeigt die Gesamtschau der Eignung von Wärmenetz-, Wasserstoffnetz- und dezentralen Versorgungssystemen für die Ortsgemeinde Hanhofen. Da zwischen den vier betrachteten Teilgebieten keine wesentlichen Unterschiede bestehen, erfolgt die Bewertung einheitlich für das gesamte Gemeindegebiet. Grundlage der Bewertung bilden die zuvor analysierten Kriterien: die voraussichtlichen Wärmegeheimungskosten, das Realisierungsrisiko in Verbindung mit der Versorgungssicherheit sowie die kumulierten Treibhausgasemissionen.

Die Auswertung zeigt, dass eine dezentrale Wärmeversorgung für die Ortsgemeinde als sehr wahrscheinlich geeignet einzustufen ist. Die Option eines Wasserstoffnetzes wird als wahrscheinlich geeignet bewertet, während ein konventionelles Wärmenetz aufgrund infrastruktureller und wirtschaftlicher Einschränkungen als wahrscheinlich ungeeignet gilt.

Tabelle 7 Gesamtschau der qualitativen Bewertung - Hanhofen

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegeheimungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.3.6. Einteilung von Hanhofen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Bewertung der Ortsgemeinde Hanhofen hat keine wesentliche Unterschiede in den Teilgebieten ergeben. Somit wird in der weiteren Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung die Ortsgemeinde Hanhofen als Ganzes betrachtet.

Als Ergebnis der Gesamtschau hat sich die dezentrale Versorgung als am besten geeignete Wärmeversorgungsart herausgestellt. Aber auch die Versorgung über ein Wasserstoffnetzgebiet ist wahrscheinlich geeignet, aufgrund des Gasnetzbetreibers Pfalzgas und dessen bereits heute weitestgehend wasserstofftauglichen Verteilnetzes. Im Rahmen eines Akteursgesprächs mit Pfalzgas wurde die strategische Ausrichtung des Gasnetzbetreibers deutlich eine Transformation der Gasverteilnetze bis 2035 zu vollziehen und das Thema grüne Gase und Wasserstoff zu fördern. Unter anderem wurde kürzlich durch Pfalzgas eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff mit der VNG Handel & Vertrieb geschlossen sowie die Partnerschaft mit der SEFE im Bereich Wasserstoff ausgebaut.

Die Pfalzgas GmbH hat berichtet, aktuell keinen verbindlichen Fahrplan zur Transformation der Gasnetze in ein Wasserstoffnetz im Sinne von § 71k Absatz 1 Nummer 2 des Gebäudeenergiegesetzes zu erstellen. Folglich kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kein Wasserstoffnetzgebiet für die Ortsgemeinde Hanhofen definiert werden.

Auf Basis des aktuellen Kenntnisstands und den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung wurde entschieden die Ortsgemeinde Hanhofen als Prüfgebiet auszuscheiden.

7.4. Römerberg-Mechtersheim

Für den Ortsteil Römerberg-Mechtersheim sind im Kontext der zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Stadtwerke Speyer GmbH und das Unternehmen Pfalzwerke Netz AG als relevante Akteure zu nennen. Die Pfalzwerke Netz AG ist Stromnetzbetreiber des Ortsteils während die Stadtwerke Speyer für den Betrieb des Gasnetzes verantwortlich ist. Nach eigenen Angaben wird keine Transformation der vorhandenen Erdgasinfrastruktur zu einer wasserstofftauglichen Gasinfrastruktur angestrebt.

7.4.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 8 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Mechtersheim

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Hoch	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Niedrig	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Gering	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.4.2. Wärmedichte und Wärmelinienichte

In Abbildung 27 ist die Wärmelinienichte in Römerberg-Mechtersheim zu sehen. Die höchste Wärmelinienichte von ca. 9.500,1 – 11.000 kWh/ma liegt in der Römerberg-Mechtersheimer Straße und in einem Teil der Lindelbrunnstraße.



Abbildung 27 Wärmelinienichte Römerberg-Mechtersheim

Die Wärmebedarfsdichte ist in Abbildung 28 zu sehen. Die höchste Wärmebedarfsdichte liegt im Ortskern. Da dort auch die höchste Wärmelinien-dichte vorliegt, ist ein Wärmenetz in diesem Bereich gut realisierbar.

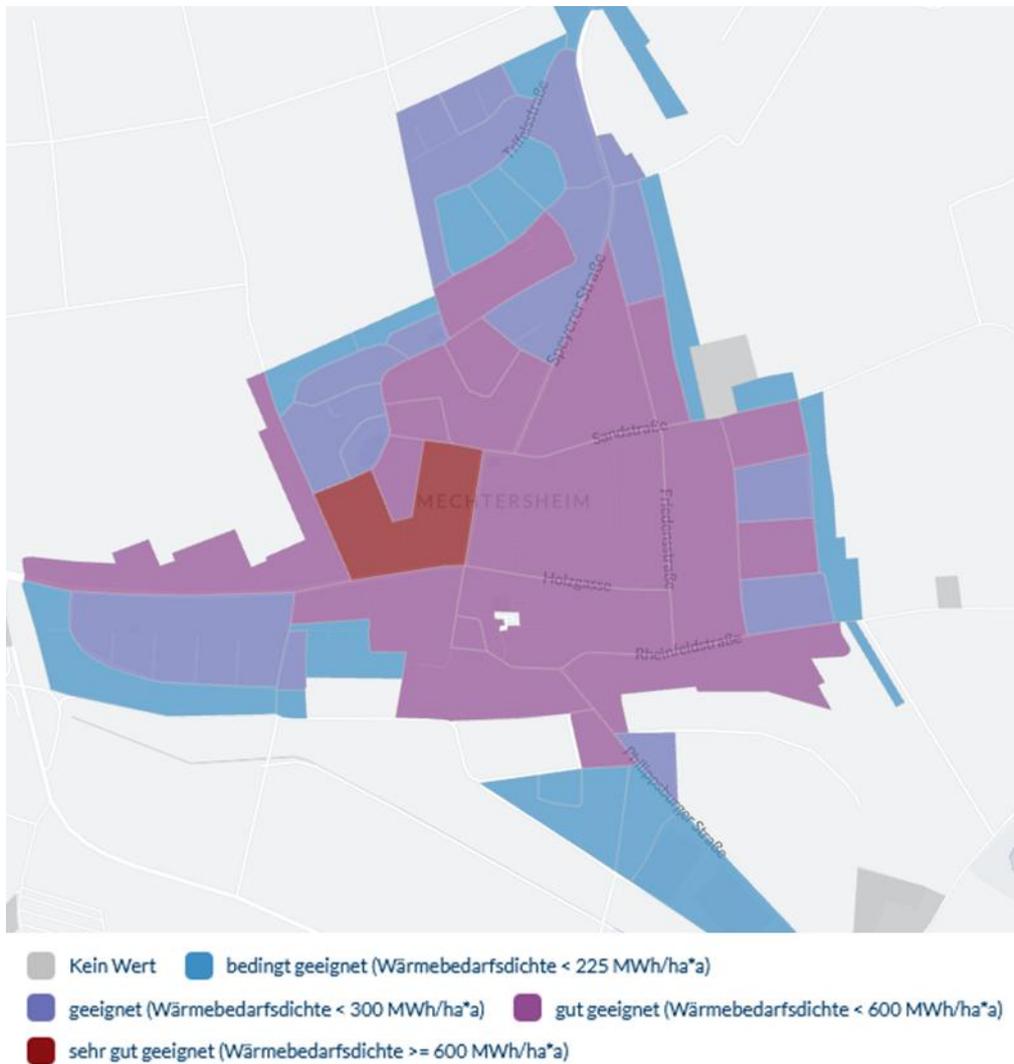


Abbildung 28 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Mechtersheim

7.4.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Grundlage der im vorherigen Kapitel gezeigten Ergebnisse der Wärmeliniedichte und der Wärmebedarfsdichte, wird die Ortsgemeinde Römerberg-Mechtersheim in vier unterschiedliche Teilgebiete untergliedert. Die Teilgebiete sind in Abbildung 29 dargestellt.

Die Abbildung 29 unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere und
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

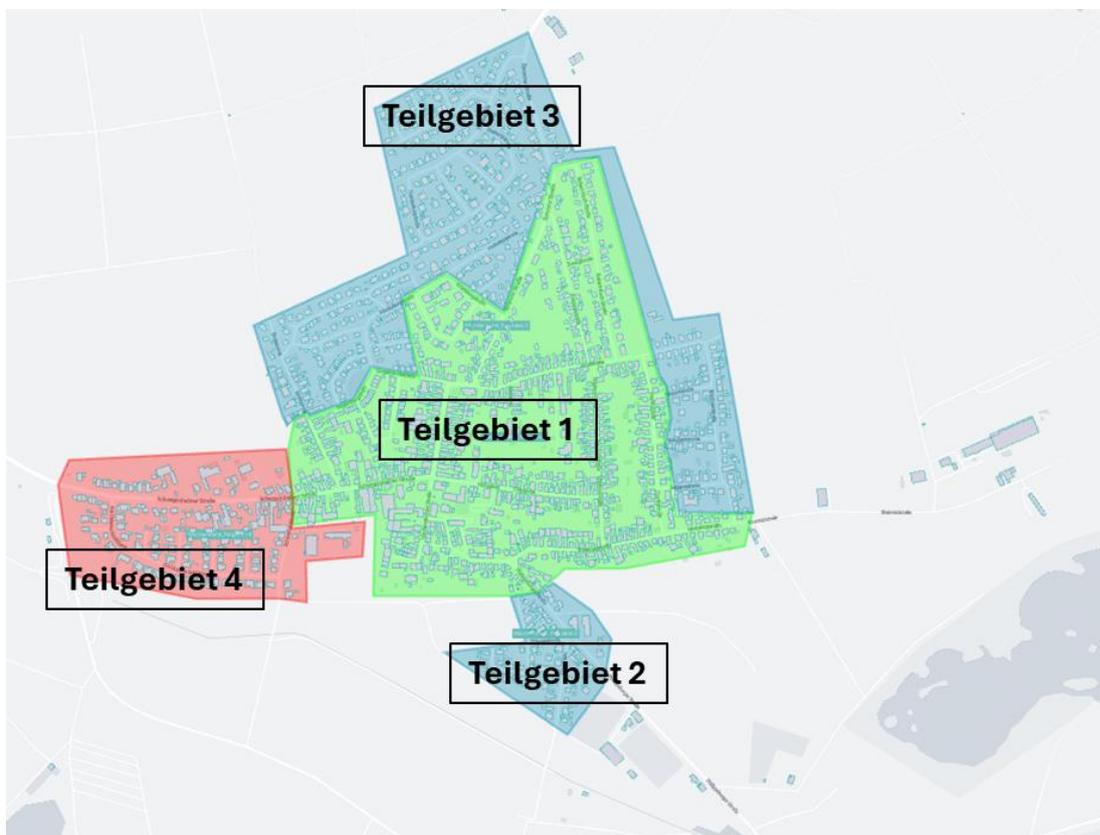


Abbildung 29 Einteilung der Gemeinde Römerberg-Mechtersheim in Teilgebiete

7.4.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten

Die in diesem Kapitel aufgeführte qualitative Bewertung ist identisch zu der Bewertung aus Kapitel 7.3.4.

Tabelle 9 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Römerberg-Mechtersheim

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Allgemein				
Wärmelinien-dichte	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	654 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	381 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	391 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	310 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)
Ankerkunden > 300 MWh/a	1	0	0	0
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	21,2 GWh/a	1,5 GWh/a	8,3 GWh/a	3,4 GWh/a
Wärmenetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung	Kläranlage: 5,3 GWh/a Flusswasser: unbekannt Erdwärmesonden: max 44 GWh/a	Kläranlage: 5,3 GWh/a Flusswasser: unbekannt	Kein Potenzial	Kein Potenzial
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	-	-	-	-
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet

Bewertung	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

7.4.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Römerberg-Mechtersheim

7.4.5.1. Teilgebiet 1 und Teilgebiet 2

Da die Teilgebiete 1 und 2 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 10 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Mechtersheim; Teilgebiet 1 und 2

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.4.5.2. Teilgebiet 3 und Teilgebiet 4

Da die Teilgebiete 3 und 4 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 11 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Mechtersheim; Teilgebiet 3 und 4

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.4.6. Einteilung von Römerberg-Mechtersheim in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Auch für Römerberg-Mechtersheim hat sich die dezentrale Versorgung als am wahrscheinlichsten gezeigt.

Aufgrund der Möglichkeit der Erschließung einer Flusswasser-Großwärmepumpe in Kombination mit einer Klarwasser-Wärmepumpe an der Kläranlage, gepaart mit der hohen Wärmedichte in Teilgebiet 1 hat man sich für ein Prüfgebiet in Teilgebiet 1 und 2 entschieden. Zur abschließenden Bewertung ist die Machbarkeit der Versorgungsoptionen sowie der erwartete Anschluss an ein Wärmenetz zu prüfen.

7.5. Römerberg-Berghausen

Für den Ortsteil Berghausen sind im Kontext einer zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Stadtwerke Speyer GmbH und das Unternehmen Pfalzwerke Netz AG als relevante Akteure zu nennen. Die Pfalzwerke Netz AG betreiben das Stromnetz der Ortsgemeinde Römerberg.

Die Stadtwerke Speyer sind für den Betrieb des Gasnetzes der Ortsgemeinde Römerberg verantwortlich und streben nach eigenen Angaben keine Transformation der Erdgasinfrastruktur zu einem wasserstofftauglichen Gasinfrastruktur an.

7.5.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 12 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Berghausen

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Hoch	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Niedrig	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Gering	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.5.2. Wärmedichte und Wärmeliniendichte

In Abbildung 30 ist die Wärmeliniendichte der Ortsgemeinde Römerberg-Berghausen dargestellt. Im nördlichen Teil des Ortes ist die Wärmeliniendichte etwas höher als im südlichen Teil. Dennoch liegt die Wärmeliniendichte in großen Teilen des Ortes bei mindestens 2.000 kWh/ma.



Abbildung 30 Wärmeliniendichte Römerberg-Berghausen

Durch die Wärmebedarfsdichte in Abbildung 31 im Vergleich mit der Wärmelinienendichte in Abbildung 30 wird ersichtlich, dass die Ortsgemeinde Römerberg-Berghausen in Teilen über eine Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes verfügt. Ein Wärmenetz erscheint unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsdichte realistisch.

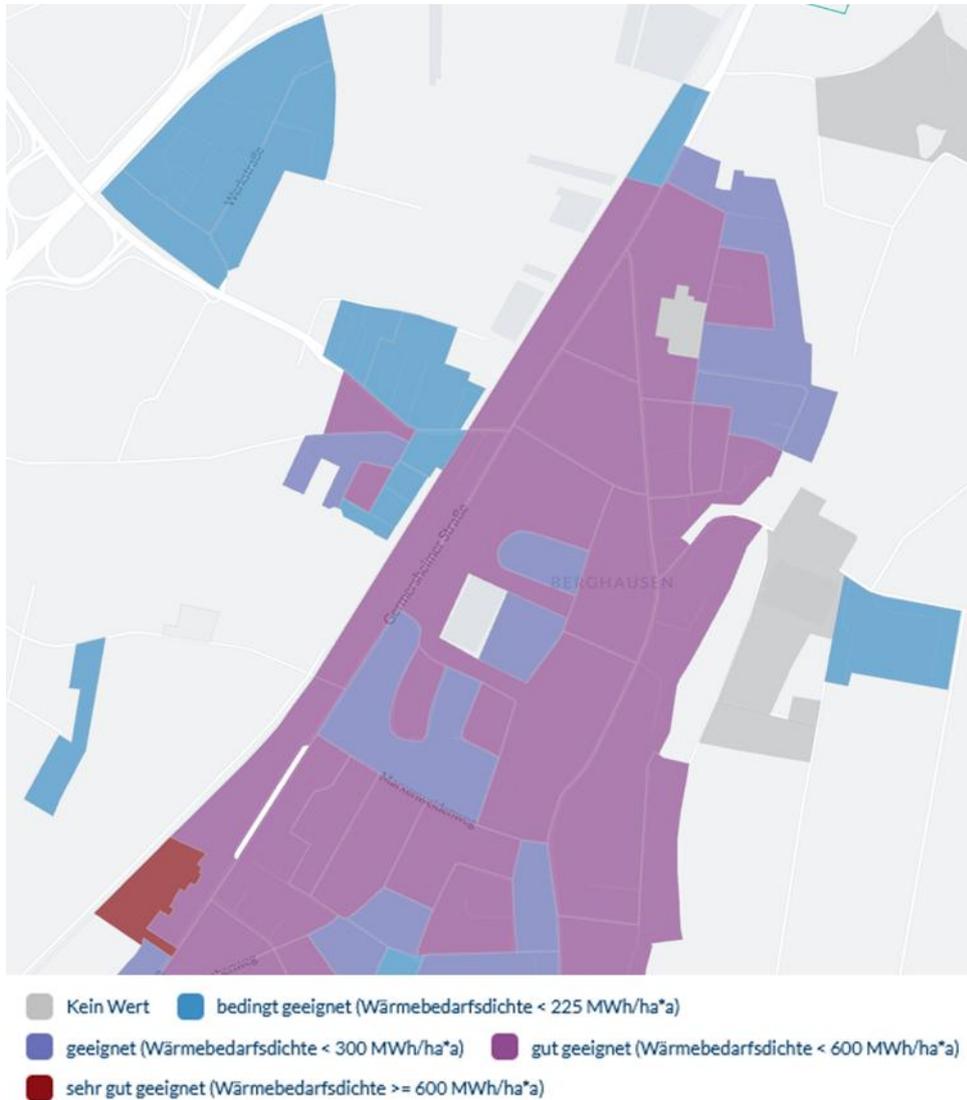


Abbildung 31 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Berghausen

7.5.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Grundlage der in Kapitel 7.5.2 visualisierten Ergebnisse der Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte ergeben sich vier Teilgebiete des Ortsteils Römerberg-Berghausen, dargestellt in Abbildung 32. Die Abbildung 32 unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere und
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

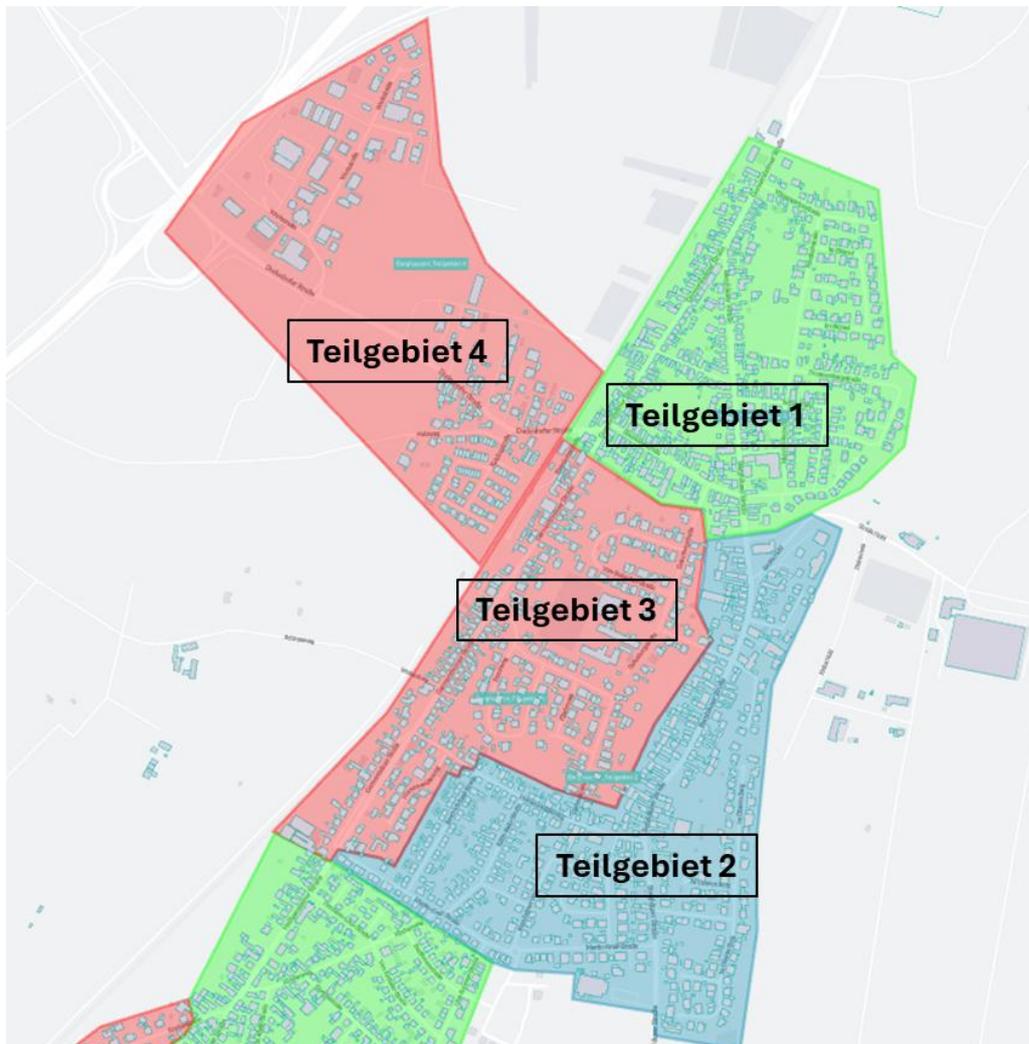


Abbildung 32 Einteilung des Ortsteils Römerberg-Berghausen in Teilgebiete

7.5.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten

Die in diesem Kapitel aufgeführte qualitative Bewertung ist identisch zu der Bewertung aus Kapitel 7.3.4.

Tabelle 13 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Römerberg-Berghausen

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Allgemein				
Wärmelinien-dichte	Hoch	Hoch	Mittel	Niedrig
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	495 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	453 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	289 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	99 MWh/ha*a (Empfehlung von Wärmenetzen im Bestand)
Ankerkunden > 300 MWh/a	2	0	3	0
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	11,1 GWh/a	11,9 GWh/a	6,3 GWh/a	2,8 GWh/a
Wärmenetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung	Wasserwerk: unbekannt Tiefengeothermie: unbekannt Erdwärmesonden: max 16 GWh/a	Tiefengeothermie: unbekannt Erdwärmesonden: max 16 GWh/a	Kein Potenzial	Kein Potenzial
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	-	-	-	-
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch

Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet
Bewertung	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

7.5.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Römerberg-Berghausen

7.5.5.1. Teilgebiet 1 und Teilgebiet 2

Da die Teilgebiete 1 und 2 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 14 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Berghausen; Teilgebiet 1 und 2

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.5.5.2. Teilgebiet 3 und Teilgebiet 4

Da die Teilgebiete 3 und 4 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 15 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Berghausen; Teilgebiet 3 und 4

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.5.6. Einteilung von Römerberg-Berghausen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Römerberg-Berghausen hat eine Eignung für die dezentrale Versorgung als am wahrscheinlichsten ergeben. Aufgrund der Nähe zu Speyer und einer derzeit nicht quantifizierbaren Potenzials der Tiefengeothermie wurde Teilgebiet 1 und 2

aufgrund der hohen Wärmedichte als Prüfgebiet definiert, während Teilgebiet 3 und 4 sich als Gebiet der dezentralen Versorgung herausgestellt haben.

7.6. Römerberg-Heiligenstein

Für den Ortsteil Heiligenstein sind im Kontext einer zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Stadtwerke Speyer GmbH und das Unternehmen Pfalzwerke Netz AG als relevante Akteure zu nennen. Die Pfalzwerke Netz AG betreiben das Stromnetz der Ortsgemeinde Römerberg.

Die Stadtwerke Speyer sind für den Betrieb des Gasnetzes der Ortsgemeinde Römerberg verantwortlich und streben nach eigenen Angaben keine Transformation von der Erdgasinfrastruktur zum wasserstofftauglichen Gasnetz an.

7.6.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 16 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Heiligenstein

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Hoch	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittel	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Gering	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.6.2. Wärmedichte und Wärmelinienichte

In Abbildung 33 wird die Wärmelinienichte der Ortsteil Römerberg-Heiligenstein dargestellt. Entlang der Viehtriftstraße und der Heiligensteiner Straße sind die größten Wärmelinienichten verortet, mit Wärmemengen von ca. 5.000 – 6.500 kWh/ma. Der Rest des dargestellten Gebietes weist Wärmelinienichten zwischen ca. 500 – 5.000 kWh/ma auf.



Abbildung 33 Wärmelinienichte Römerberg-Heiligenstein

Aus der Abbildung 34 wird ersichtlich, dass die Ortsteil Römerberg-Heiligenstein über eine gute Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes verfügt. Die höchste Wärmebedarfsdichte verläuft entlang der Viehtriftstraße und der Römerberg-Heiligensteiner Straße. Ein Wärmenetz in diesem Bereich erscheint unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsdichte realistisch.

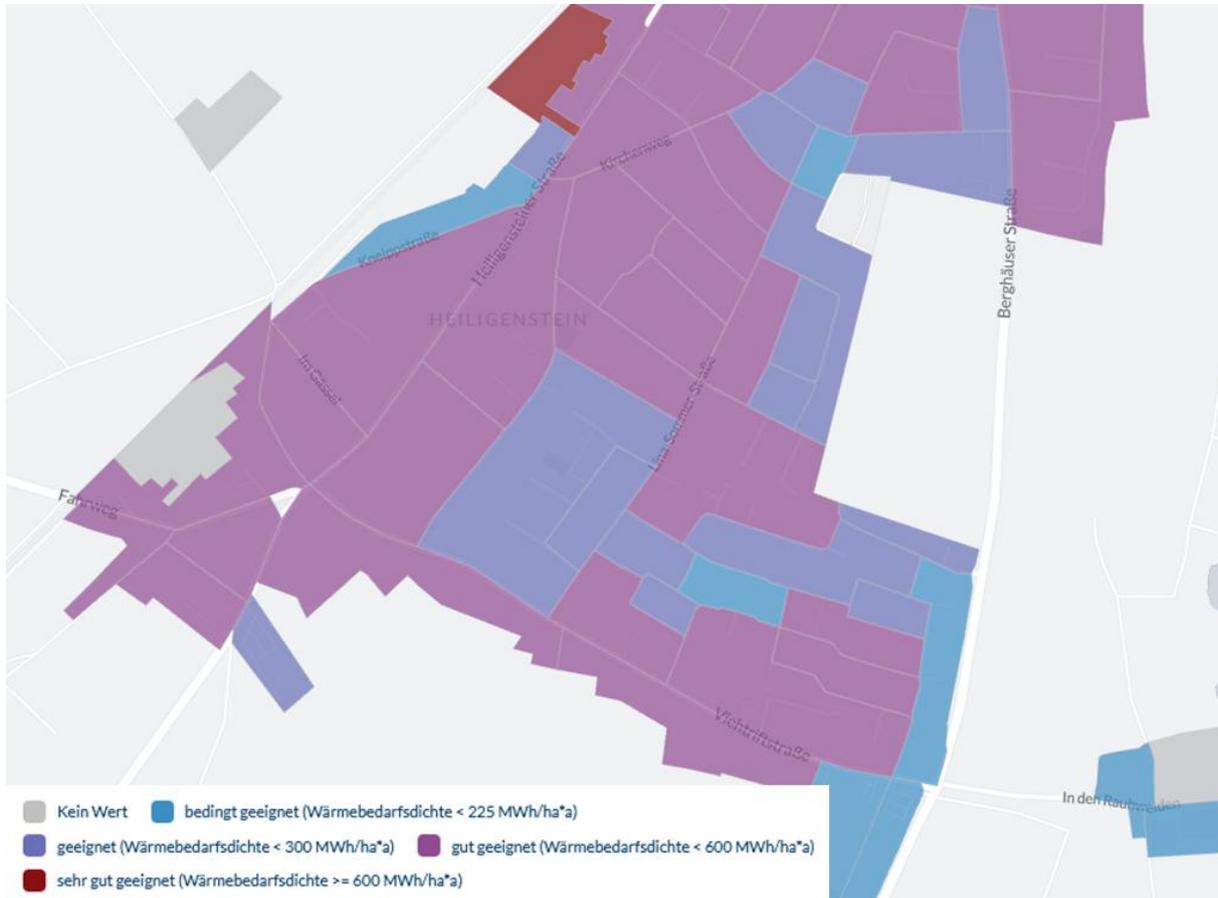


Abbildung 34 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Heiligenstein

7.6.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Basis der in Kapitel 7.6.2 dargestellten Ergebnisse zur Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte kann der Ortsteil Heiligenstein in drei Teilgebiete untergliedert werden. Diese räumliche Differenzierung basiert maßgeblich auf den ermittelten Unterschieden in der Wärmebedarfsdichte, welche ein zentrales Kriterium zur Ableitung geeigneter Wärmeversorgungsstrategien darstellt.

Eine erste Einteilung dieser Teilgebiete ist in Abbildung 35 visualisiert. Insgesamt konnten drei Teilgebiete identifiziert werden, welche sich hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz aufgrund der Wärmeliedichte unterscheiden.

Die Abbildung unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere und
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

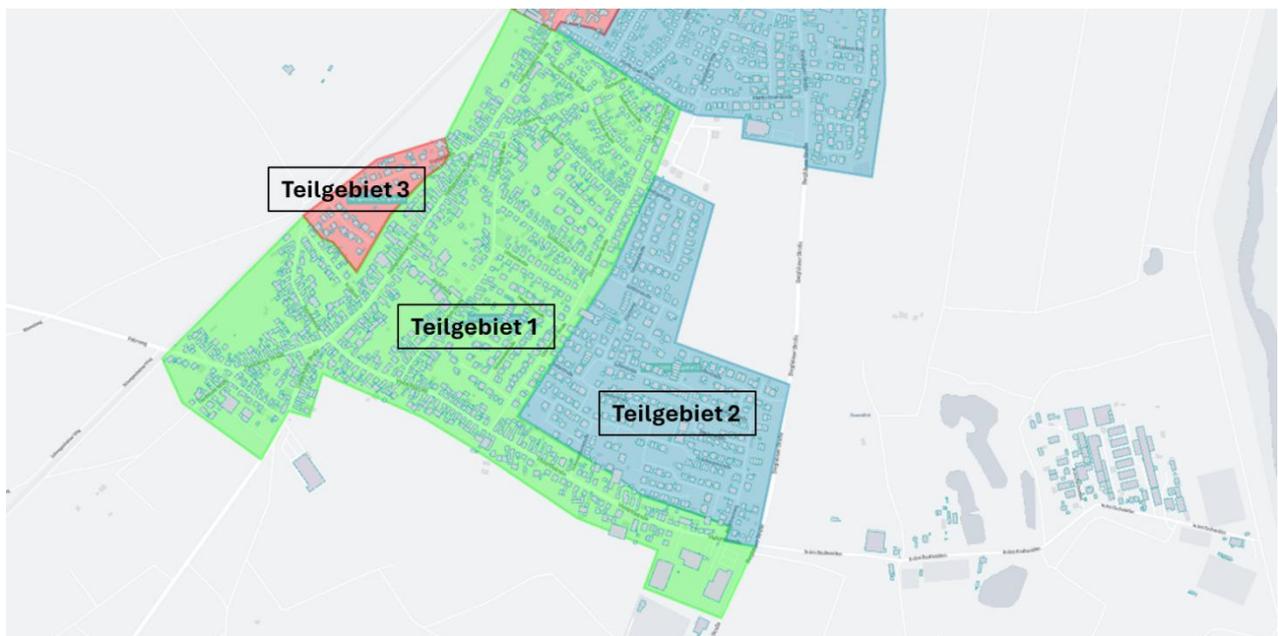


Abbildung 35 Einteilung des Ortsteils Römerberg-Heiligenstein in Teilgebiete

7.6.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestiegungskosten

Die in diesem Kapitel aufgeführte qualitative Bewertung ist identisch zu der Bewertung aus Kapitel 7.3.4.

Tabelle 17 Qualitative Bewertung der Wärmegestiegungskosten – Römerberg-Heiligenstein

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3
Allgemein			
Wärmelinienichte	Hoch	Mittel	Niedrig
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	442 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	342 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	50 MWh/ha*a (Kein technisches Potenzial)
Ankerkunden > 300 MWh/a	2	0	0
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	23,7 GWh/a	6,9 GWh/a	0,5 GWh/a
Wärmenetz			
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung	Tiefengeothermie: unbekannt	Kein Potenzial	Kein Potenzial
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz			
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	-	-	-
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch
Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet
Bewertung			
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

7.6.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Römerberg Heiligenstein

7.6.5.1. Teilgebiet 1

Tabelle 18 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Heiligenstein; Teilgebiet 1

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.6.5.2. Teilgebiet 2 und Teilgebiet 3

Da die Teilgebiete 2 und 3 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 19 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Heiligenstein; Teilgebiet 2 und 3

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.6.6. Einteilung von Römerberg-Heiligenstein in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Römerberg-Heiligenstein hat eine Eignung für die dezentrale Versorgung als am wahrscheinlichsten ergeben. Aufgrund der Nähe zu Speyer und einer derzeit nicht quantifizierbaren Potenzials der Tiefengeothermie wurde Teilgebiet 1 aufgrund der hohen Wärmedichte als Prüfgebiet definiert, während Teilgebiet 2 und 3 sich als Gebiet der dezentralen Versorgung herausgestellt haben.

7.7. Dudenhofen

Für die Ortsgemeinde Dudenhofen sind im Kontext der zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Stadtwerke Speyer GmbH und die Gemeindewerke Dudenhofen als relevante Akteure zu nennen. Die Gemeindewerke Dudenhofen betreiben das Stromnetz der Ortsgemeinde Dudenhofen. Die Stadtwerke Speyer GmbH sind für den Betrieb des Gasnetzes der Ortsgemeinde Dudenhofen verantwortlich und streben nach eigenen Angaben keine Transformation von der Erdgasinfrastruktur zu einem wasserstofffähigen Gasnetz an.

7.7.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 20 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Dudenhofen

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Hoch	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittel	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Gering	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.7.2. Wärmedichte und Wärmeliniendichte

In Abbildung 36 ist die Wärmeliniendichte für die Ortsgemeinde Dudenhofen visualisiert. Im Ortsinneren sind die Wärmeliniendichten mit ca. 5.000 – 6.500 kWh/ma höher, als am Ortsrand. Dort liegen die Wärmemengen zwischen ca. 500 – 5.000 kWh/ma.



Abbildung 36 Wärmeliniendichte Dudenhofen

Aus Abbildung 37 wird ersichtlich, dass die Ortsgemeinde Dudenhofen über eine identifizierbare Zone mit guter Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes verfügt. Die höchste Wärmebedarfsdichte liegt im Bereich der Rottstraße. Ein Wärmenetz in diesem Bereich erscheint unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsdichte realistisch.

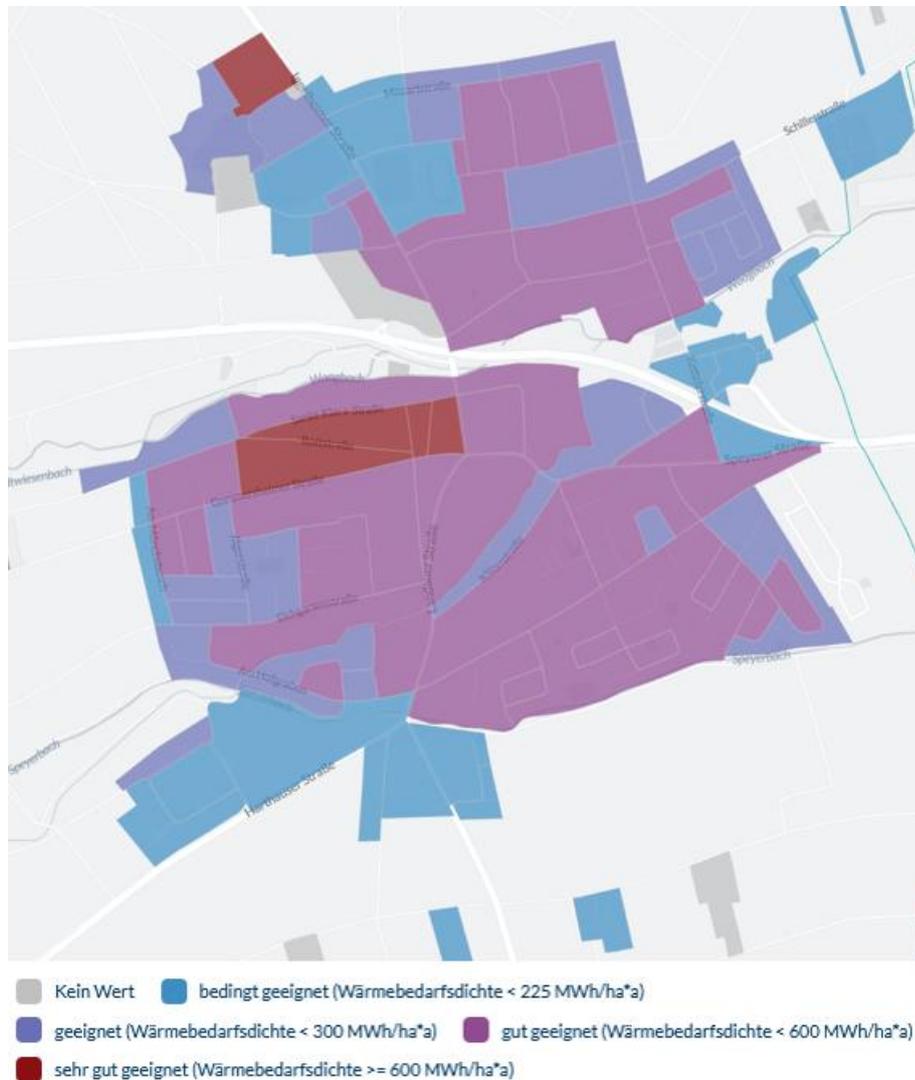


Abbildung 37 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung – Dudenhofen

7.7.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Basis der in Kapitel 7.7.2 dargestellten Ergebnisse zur Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte kann die Ortsgemeinde Dudenhofen in unterschiedliche Teilgebiete untergliedert werden. Diese räumliche Differenzierung basiert maßgeblich auf den ermittelten Unterschieden in der Wärmebedarfsdichte, welche ein zentrales Kriterium zur Ableitung geeigneter Wärmeversorgungsstrategien darstellt.

Eine erste Einteilung dieser Teilgebiete ist in Abbildung 38 dargestellt. Insgesamt konnten sechs Teilgebiete identifiziert werden, welche sich hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz aufgrund der Wärmeliniedichte unterscheiden.

Die Abbildung unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere,
- Gelb für ein Inselnetzgebiet,
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

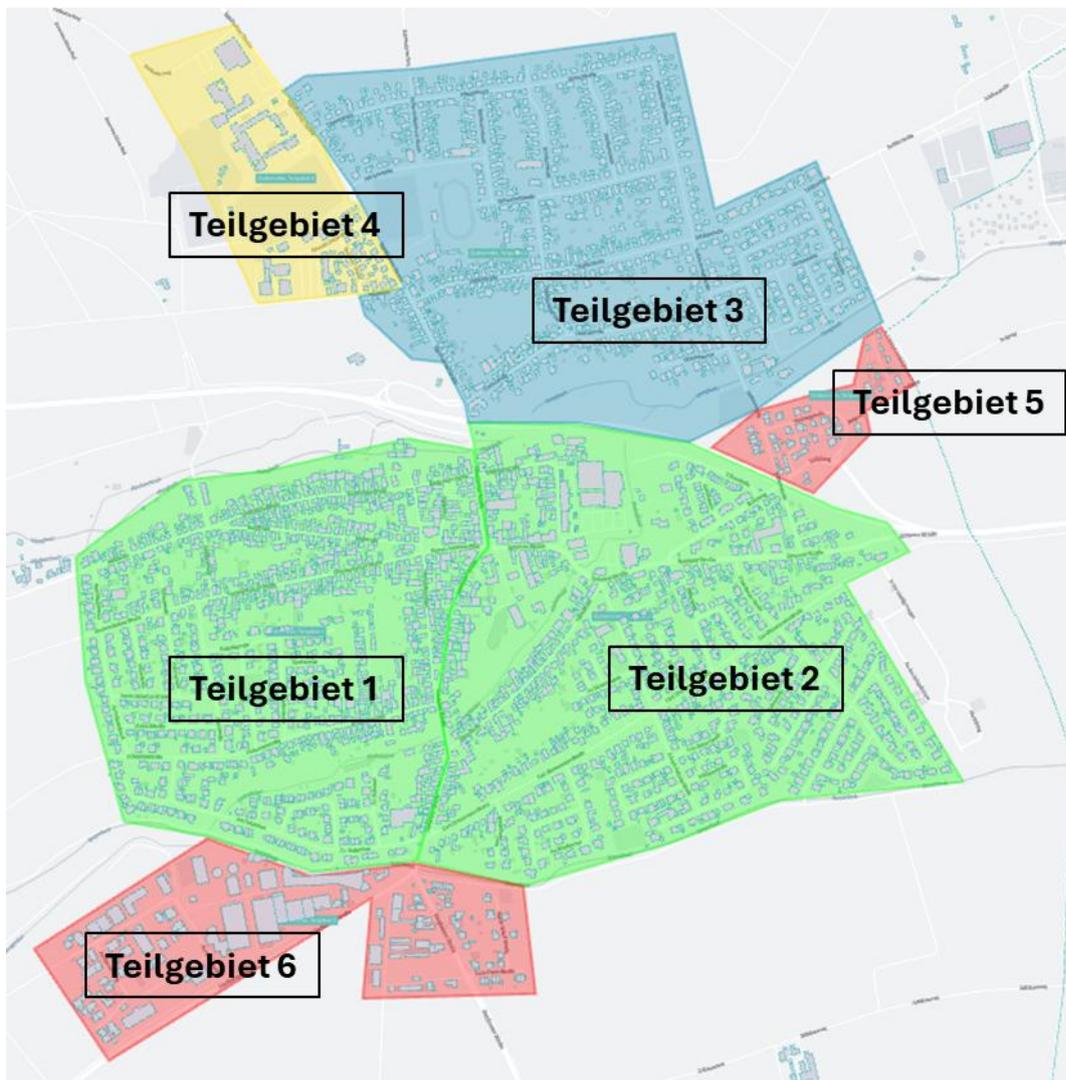


Abbildung 38 Einteilung der Gemeinde Dudenhofen in Teilgebiete

7.7.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestiegungskosten

Die in diesem Kapitel aufgeführte qualitative Bewertung ist identisch zu der Bewertung aus Kapitel 7.3.4.

Tabelle 21 Qualitative Bewertung der Wärmegestiegungskosten – Dudenhofen

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3
Allgemein			
Wärmelinienichte	Hoch	Hoch	Mittel
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	471 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	380 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	347 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)
Ankerkunden > 300 MWh/a	3	2	1
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	20,8 GWh/a	22,5 GWh/a	17,3 GWh/a
Wärmenetz			
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmezeugung	Tiefengeothermie: unbekannt	Tiefengeothermie: unbekannt	Tiefengeothermie: unbekannt
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz			
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	-	-	-
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch
Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet
Bewertung			
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

Indikator	Teilgebiet 4	Teilgebiet 5	Teilgebiet 6
Allgemein			
Wärmeliniendichte	Mittel	Niedrig	Niedrig
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	196 MWh/ha*a (Empfohlen für Nieder- temperaturnetze im Be- stand)	105 MWh/ha*a (Empfehlung von Wärme- netzen in Neubaugebie- ten)	131 MWh/ha*a (Empfehlung von Wärme- netzen in Neubaugebie- ten)
Ankerkunden > 300 MWh/a	4	0	2
Erwarteter Wärmebe- darf im Zieljahr	2,3 GWh/a	0,4 GWh/a	2,3 GWh/a
Wärmenetz			
Erwarteter Anschluss- grad an Wärmenetz	Unklar	Unklar	Unklar
Vorhandensein Wärme- netz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilge- biet	Vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuer- baren Wärmeerzeugung	Wasserwerk: 2,4 GWh	Kein Potenzial	Kein Potenzial
Spez. Investitionsauf- wand Ausbau/Bau Wär- menetz	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz			
Erwarteter Anschluss- grad an Wasserstoff- netz	Unklar	Unklar	Unklar
Vorhandensein Wasser- stoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgese- hen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgese- hen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgese- hen
Spez. Investitionsauf- wand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch
Preisentwicklung Was- serstoff	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet	Hoher Preisfad erwartet
Bewertung			
Eignung für Wärme- netzgebiet	Sehr wahrscheinlich ge- eignet	Wahrscheinlich ungeeig- net	Wahrscheinlich ungeeig- net
Eignung für Wasser- stoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeig- net	Wahrscheinlich ungeeig- net	Wahrscheinlich ungeeig- net
Eignung für die dezent- rale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

7.7.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Dudenhofen

7.7.5.1. Teilgebiet 1 bis Teilgebiet 3

Da die Teilgebiete 1 bis 3 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 22 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 1 bis 3

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.7.5.2. Teilgebiet 4

Tabelle 23 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 4

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Sehr wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.7.5.1. Teilgebiet 5 und Teilgebiet 6

Da die Teilgebiete 5 und 6 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 24 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 5 und 6

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.7.6. Einteilung von Dudenhofen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Dudenhofen weisen die Eignung für eine dezentrale Versorgung als am wahrscheinlichsten gegeben aus. Aufgrund der regionalen Nähe zur Stadt Speyer und des derzeit noch nicht quantifizierbaren Potenzials der Tiefengeothermie, wurden die Teilgebiete 1, 2, und 3 aufgrund der hohen Wärmedichte als Prüfgebiet definiert.

Für die Teilgebiete 5 und 6 stellt sich innerhalb des Gesamtgebiets eine dezentrale Versorgung heraus.

Das Teilgebiet 4 eignet sich aufgrund des Potenzials durch das angrenzende Wasserwerk sowie des vorhandenen Gebäudenetzes als voraussichtliches Wärmenetzgebiet aus.

7.8. Harthausen

Für die Ortsgemeinde Harthausen sind im Kontext einer zukünftigen Wärmeversorgung insbesondere die Stadtwerke Speyer GmbH und das Unternehmen Pfalzwerke Netz AG als relevante Akteure zu nennen.

Die Pfalzwerke Netz AG betreiben das Stromnetz der Ortsgemeinde Harthausen.

Die Stadtwerke Speyer GmbH sind für den Betrieb des Gasnetzes der Ortsgemeinde Harthausen verantwortlich und streben nach eigenen Angaben keine Transformation von der Erdgasinfrastruktur zu einem wasserstofftauglichen Gasnetz an.

7.8.1. Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit

Tabelle 25 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Harthausen

Indikator	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Hoch	Hoch	Mittel
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Kein wesentlicher Einfluss	Mittel	Gering
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittel	Mittel	Kein wesentlicher Einfluss
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hoch	Gering	Hoch
Mögliche Gesamtbewertung Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.8.2. Wärmedichte und Wärmeliniendichte

In Abbildung 39 ist die Wärmeliniendichte für die Ortsgemeinde Harthausen dargestellt. Im Bereich der Speyerer Straße und der Rappengasse ist die Wärmeliniendichte mit 6.500 – 9.000 kWh/ma am Größten. Im Äußeren Bereich der Ortsgemeinde sind die Wärmeliniendichten mit 500 – ca. 5.000 kWh/ma deutlich geringer.

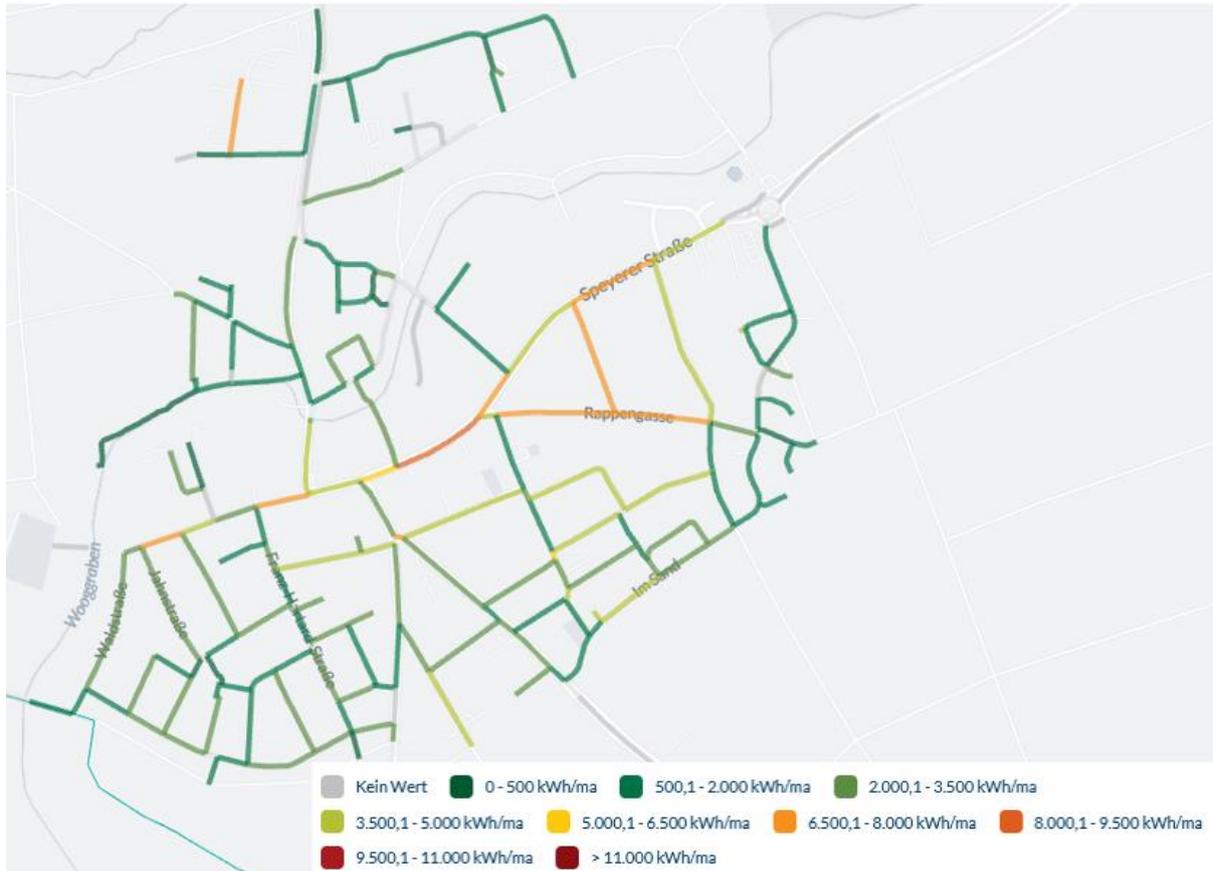


Abbildung 39 Wärmeliniendichte Harthausen

Aus Abbildung 40 wird ersichtlich, dass die Ortsgemeinde Dudenhofen über eine identifizierbare Zone mit guter Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes verfügt. Die höchste Wärmebedarfsdichte liegt im Bereich Speyerer Straße und Rappengasse. Ein Wärmenetz in diesem Bereich erscheint unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsdichte realistisch.

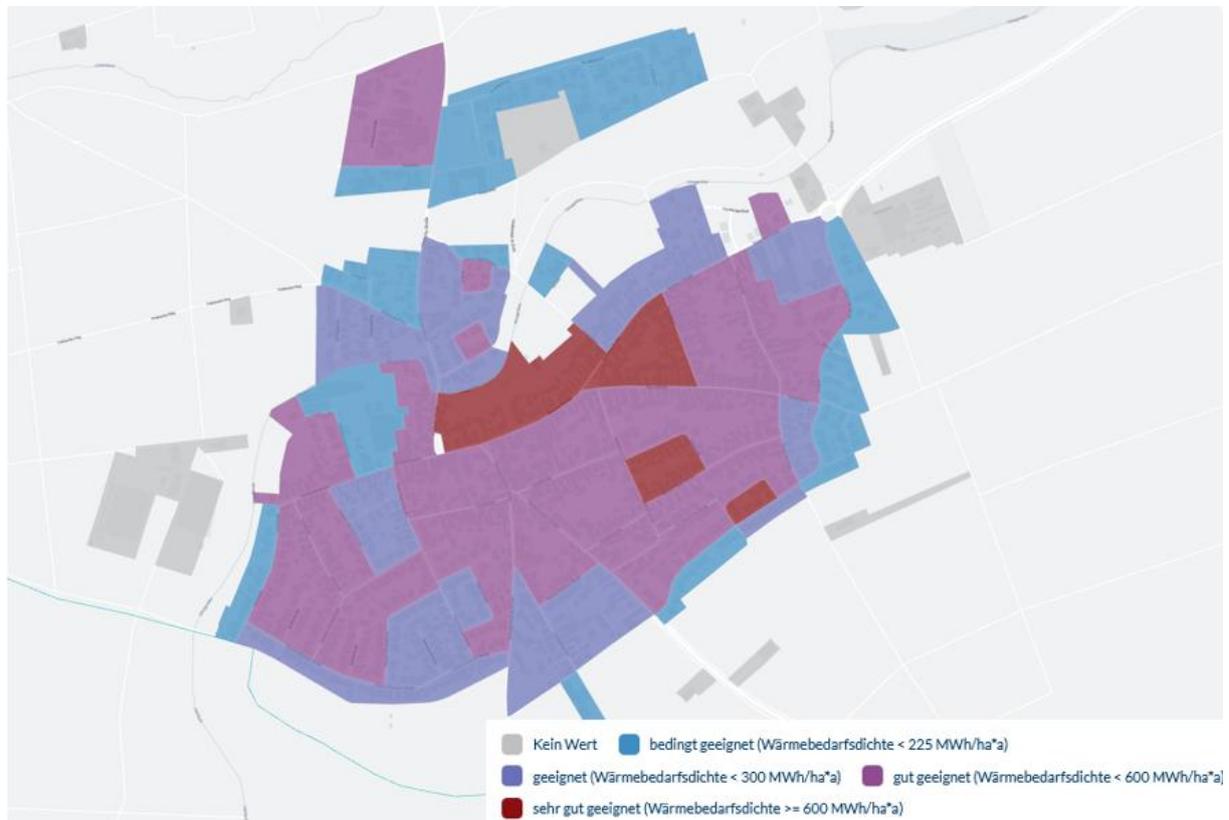


Abbildung 40 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung – Harthausen

7.8.3. Kartographische Einteilung nach Wärmeliniedichte

Auf Basis der in Kapitel 7.8.2 dargestellten Ergebnisse zur Wärmeliniedichte und Wärmebedarfsdichte kann die Ortsgemeinde Harthausen in unterschiedliche Teilgebiete untergliedert werden. Diese räumliche Differenzierung basiert maßgeblich auf den ermittelten Unterschieden in der Wärmebedarfsdichte, welche ein zentrales Kriterium zur Ableitung geeigneter Wärmeversorgungsstrategien darstellt.

Eine erste Einteilung dieser Teilgebiete ist in Abbildung 41 dargestellt. Insgesamt konnten 5 Teilgebiete identifiziert werden, welche sich hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz aufgrund der Wärmedichte unterscheiden.

Die Abbildung unterscheidet drei Kategorien, die durch eine farbliche Kennzeichnung differenziert werden

- Grün steht für eine hohe Wärmebedarfsdichte
- Blau für eine mittlere,
- Rot für eine geringe Wärmebedarfsdichte und
- Kalte Nahwärme für ein Gebiet mit einem bestehenden kalten Nahwärmenetz.

Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Ableitung der weiteren planerischen Schritte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.

Gebäude, die sich nicht in den Teilgebieten befinden, werden dezentral versorgt.

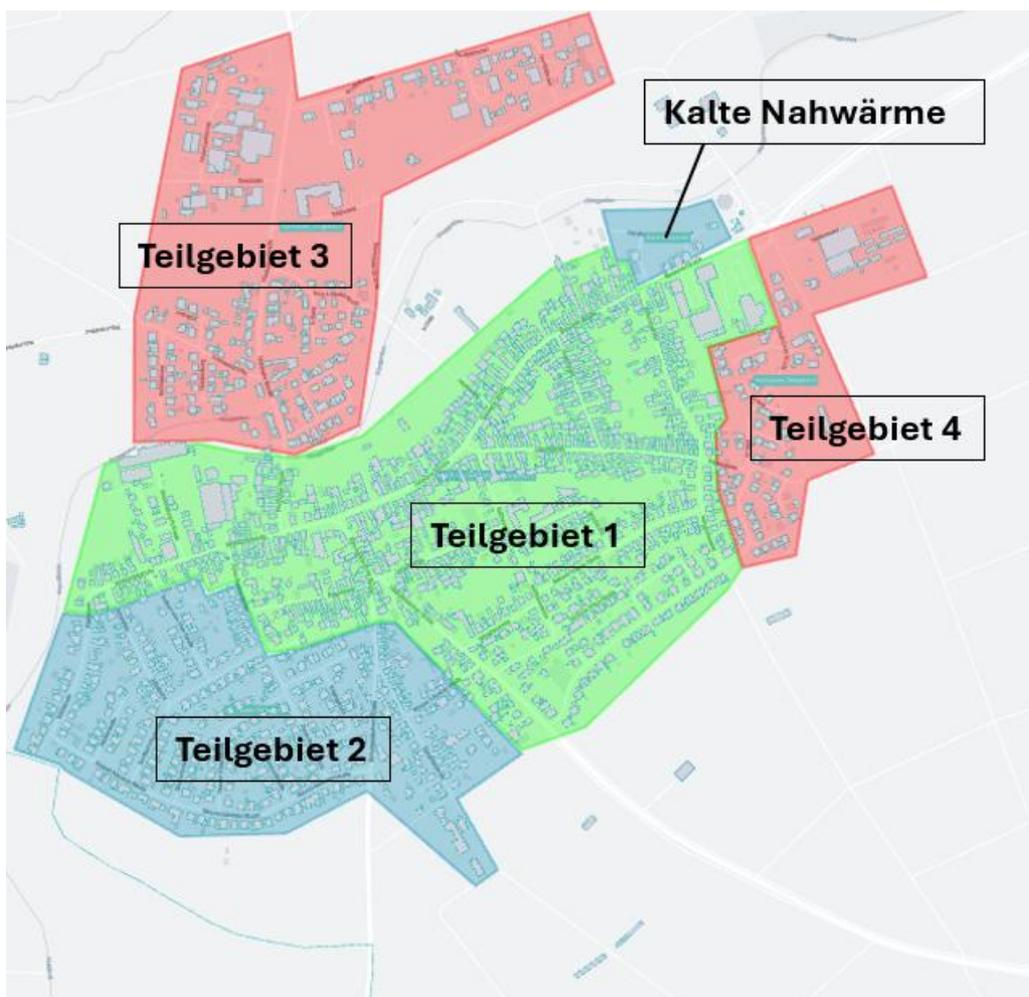


Abbildung 41 Einteilung der Gemeinde Harthausen in Teilgebiete

7.8.4. Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten

Die in diesem Kapitel aufgeführte qualitative Bewertung ist identisch zu der Bewertung aus Kapitel 7.3.4.

Tabelle 26 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Harthausen

Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Allgemein				
Wärmelinien-dichte	Hoch	Mittel	Mittel	Niedrig
Wärmedichte (pro Gebietsfläche)	451 MWh/ha*a (Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand)	255 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	182 MWh/ha*a (Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand)	93 MWh/ha*a (Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten)
Ankerkunden > 300 MWh/a	1	0	1	0
Erwarteter Wärmebedarf im Zieljahr	22,3 GWh/a	8,2 GWh/a	5,3 GWh/a	1,0 GWh/a
Wärmenetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wärmenetz	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Vorhandensein Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Angrenzendes kaltes Nahwärmenetz	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung	Kläranlage: 2,9 GWh/a Erdwärmesonden: 58 GWh/a Biomasse: 2,4 – 6,3 GWh/a	Erdwärmesonden: 18 GWh/a	Kein Potenzial	Kein Potenzial
Spez. Investitionsaufwand Ausbau/Bau Wärmenetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Wasserstoffnetz				
Erwarteter Anschlussgrad an Wasserstoffnetz	-	-	-	-
Vorhandensein Wasserstoffnetz im Teilgebiet oder angrenzenden Teilgebiet	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen	Keine Wasserstoffnetz vorhanden und keine Transformation vorgesehen
Spez. Investitionsaufwand Transformation in Wasserstoffnetz	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch

Preisentwicklung Wasserstoff	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet	Hoher Preispfad erwartet
Indikator	Teilgebiet 1	Teilgebiet 2	Teilgebiet 3	Teilgebiet 4
Eignung für Wärmenetzgebiet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für Wasserstoffnetzgebiet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet
Eignung für die dezentrale Versorgung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet

7.8.5. Bewertung Versorgungsmöglichkeit Harthausen

7.8.5.1. Teilgebiet 1

Tabelle 27 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Harthausen; Teilgebiet 1

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.8.5.2. Teilgebiet 2 – 4

Da die Teilgebiete 2 bis 4 die identischen Bewertungen aufweisen, werden diese hier zusammengefasst.

Tabelle 28 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Harthausen; Teilgebiet 2 bis 4

Kriterium	Wärmenetzgebiet	Wasserstoffnetzgebiet	Gebiet für die dezentrale Versorgung
Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich geeignet
Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittel	Hoch	Niedrig
Gesamtbewertung der Eignung	Wahrscheinlich ungeeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich geeignet

7.8.6. Einteilung von Harthausen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für Harthausen hat eine Eignung für die dezentrale Versorgung als am wahrscheinlichsten ergeben. Aufgrund der hohen Wärmedichte und des bestehenden kalten Nahwärmenetzes wird Teilgebiet 1 als Prüfgebiet definiert, während Teilgebiet 2, 3 und 4 sich als Gebiet der dezentralen Versorgung herausgestellt haben.

7.9. Gesamtüberblick über Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Tabelle 29 stellt den Gesamtüberblick über die Einteilung der Verbandsgemeinde in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete dar. Insgesamt wurde die Verbandsgemeinde in 22 Teilgebiete untergliedert. Aus dieser Einteilung resultieren schließlich 9 Prüfgebiete, 11 Gebiete mit dezentraler Versorgung sowie 2 Wärmenetzgebiete. Damit wird aufgezeigt, in welchen Bereichen ein vertieftes Prüfungserfordernis besteht, wo eine dezentrale Wärmeversorgung voraussichtlich die geeignete Lösung darstellt und welche Teilräume sich für die Entwicklung von Wärmenetzen eignen.

Tabelle 29 Gesamtüberblick über Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Ortsgemeinde	Teilgebiet	Einteilung
Hanhofen	Gesamt	Prüfgebiet
Römerberg-Mechtersheim	Teilgebiet 1	Prüfgebiet
Römerberg-Mechtersheim	Teilgebiet 2	Prüfgebiet
Römerberg-Mechtersheim	Teilgebiet 3	Dezentrale Versorgung
Römerberg-Mechtersheim	Teilgebiet 4	Dezentrale Versorgung
Römerberg-Berghausen	Teilgebiet 1	Prüfgebiet
Römerberg-Berghausen	Teilgebiet 2	Prüfgebiet
Römerberg-Berghausen	Teilgebiet 3	Dezentrale Versorgung
Römerberg-Berghausen	Teilgebiet 4	Dezentrale Versorgung
Römerberg-Heiligenstein	Teilgebiet 1	Prüfgebiet
Römerberg-Heiligenstein	Teilgebiet 2	Dezentrale Versorgung
Römerberg-Heiligenstein	Teilgebiet 3	Dezentrale Versorgung
Dudenhofen	Teilgebiet 1	Prüfgebiet
Dudenhofen	Teilgebiet 2	Prüfgebiet
Dudenhofen	Teilgebiet 3	Prüfgebiet
Dudenhofen	Teilgebiet 4	Wärmenetzgebiet
Dudenhofen	Teilgebiet 5	Dezentrale Versorgung
Dudenhofen	Teilgebiet 6	Dezentrale Versorgung
Harthausen	Teilgebiet 1	Prüfgebiet
Harthausen	Teilgebiet 2	Dezentrale Versorgung
Harthausen	Teilgebiet 3	Dezentrale Versorgung
Harthausen	Teilgebiet 4	Dezentrale Versorgung
Harthausen	Kalte Nahwärme	Wärmenetzgebiet

8. Kostenprognose

In diesem Abschnitt erfolgt eine Kostenanalyse jener Versorgungsgebiete, für die sich aus der qualitativen Analyse aus Kapitel 7 die Versorgungsoption (Wärmenetz, Wasserstoffnetz, dezentrale Versorgung) als „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ erwiesen hat. In der folgenden Tabelle ist die Zusammenfassung der im Detail zu betrachteten Gebiete mit ihren Versorgungsvarianten. Als Referenzwert gilt der Wert der dezentrale Versorgung.

Tabelle 30 Zusammenfassung der im Detail zu betrachteten Gebiete mit ihren Versorgungsvarianten

Ortsgemeinde	Teilgebiet	Versorgungsart
Hanhofen	1 – 4	Wasserstoff
Römerberg-Mechtersheim	1 + 2	Konventionelles Wärmenetz (Klarwasser-Wärmepumpe)
Römerberg-Mechtersheim	1 + 2	Konventionelles Wärmenetz (Flusswasser-Wärmepumpe)
Römerberg-Mechtersheim	1	Kaltes Nahwärmenetz (Erdwärmesonden)
Römerberg-Heiligenstein	1	Kaltes Nahwärmenetz (Erdwärmesonden)
Dudenhofen	4	Konventionelles Wärmenetz (Wasserwerk)
Harthausen	1	Konventionelles Wärmenetz (Abwasser-Wärmepumpe)
Harthausen	1	Kaltes Nahwärmenetz (Erdwärmesonden)

8.1. Methodik

Die Kostenanalyse erfolgt mittels einer Berechnung der Wärmegestehungskosten (Levelized Cost of Heat, LCOH) für die jeweilige Versorgungsvariante im betreffenden Teilgebiet. Diese Kennzahl stellt die durchschnittlichen Kosten je erzeugter Wärmeeinheit über die gesamte Lebensdauer einer Anlage dar und erlaubt somit eine vergleichende ökonomische Bewertung unterschiedlicher Versorgungstechnologien. Auf diese Weise wird eine ökonomisch fundierte Entscheidung über den möglichen Infrastrukturaufbau ermöglicht. **Das Ergebnis spiegelt somit nicht die Endkundenpreise wieder.**

Die Wärmegestehungskosten werden folgendermaßen berechnet:

$$LCOH = \frac{I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{O\&M_t + Fuel_t}{(1+i)^t}}{\frac{Q_{t,th}}{(1+i)^t}}$$

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten basiert auf mehreren zentralen Parametern, die in diese Formel miteinfließen.

Die Anfangsinvestition (I_0) umfasst sämtliche Kapitalkaufwendungen, die zu Beginn des Projekts anfallen und die Voraussetzung für die Realisierung des jeweiligen Versorgungssystems bilden. Dazu zählen insbesondere die Kosten für die Errichtung von Wärmeerzeugungsanlagen (z. B. Großwärmepumpen, Biomassekessel, BHKW), die Erschließung und den Bau der zugehörigen Infrastruktur (insbesondere leitungsgebundene Wärmenetze) sowie alle projektbezogenen Planungs-, Ingenieur- und Genehmigungsleistungen. Diese Kosten werden vollständig im Startjahr des Betrachtungszeitraums berücksichtigt und fließen als einmalige Zahlung in die LCOH-Berechnung ein. Die spezifischen Investitionskosten für die einzelnen technischen Komponenten werden systematisch dem aktuellen Technikkatalog des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) entnommen, welcher technologie- und leistungsgrößenabhängige Referenzwerte bereitstellt. Zur Berücksichtigung weiterer projektbezogener Aufwendungen – etwa für Übergabestationen, EPC-Verträge (Engineering, Procurement and Construction), Risikoaufschläge für unvorhergesehene Ereignisse sowie Kosten der Projektentwicklung – wird ein pauschaler Zuschlag von 20 % auf die ermittelten Investitionskosten aufgeschlagen. Anschließend erfolgt die Berechnung der Wärmegestehungskosten sowohl für eine vollständig eigenfinanzierte Umsetzung als auch unter Annahme einer Investitionsförderung in Höhe von 40 %. Auf diese Weise wird der Einfluss möglicher Förderkulissen transparent dargestellt und eine wirtschaftlich realistische Vergleichbarkeit verschiedener Versorgungslösungen gewährleistet.

Die laufenden Betriebs- und Wartungskosten ($O\&M_t$) fallen im jeweiligen Jahr t an und beinhalten Aufwendungen für die Instandhaltung der technischen Anlagen, Personal- und Verwaltungskosten sowie gegebenenfalls Netznutzungs- und Betriebskosten. Diese Ausgaben variieren je nach Technologietyp und Systemgröße. Die spezifischen Betriebs- und Wartungskosten werden aus dem Technikkatalog entnommen und für den gesamten Betrachtungszeitraum als konstant angesehen.

Die Brennstoffkosten ($Fuel_t$) beziehen sich auf den jährlichen Verbrauch im Jahr t von Energieträgern zur Wärmeerzeugung. Im Rahmen der betrachteten Transformationspfade umfassen diese insbesondere die Stromkosten (z. B. für elektrisch betriebene Wärmepumpen) sowie potenzielle Kosten für alternative Energieträger wie Wasserstoff. Da Strom in nahezu allen betrachteten Versorgungslösungen eine zentrale Rolle spielt, wurde bei der Berechnung der Stromkosten zwischen zwei Anwendungskontexten differenziert. Für dezentrale Versorgungslösungen – insbesondere bei kleineren, gebäudebezogenen Wärmepumpen – wird ein Haushaltsstrompreis von 40 ct/kWh angesetzt. Dieser Wert wird über den gesamten Betrachtungszeitraum als konstant angenommen, da kurz- bis mittelfristig keine signifikanten Reduktionen für private Verbraucher erwartet werden. Bei größeren, zentralen Wärmeerzeugungsanlagen (z. B. Quartierswärmepumpen oder Großanlagen im Wärmenetz) wird hingegen ein Industriestrompreis von 25 ct/kWh verwendet. Auch dieser Wert wird als konstant über die Projektlaufzeit betrachtet. Der Industriestrompreis setzt sich unter anderem aus einem Börsenstrompreis, Netzentgelten sowie Umlagen zusammen. Diese Struktur reflektiert typische Konditionen für leistungsgemessene Großverbraucher im kommunalen oder gewerblichen Umfeld. Die jeweils benötigte Strommenge zur Wärmeerzeugung wird technologieabhängig über den JAZ-Wert (Jahresarbeitszahl) der eingesetzten Anlagen bestimmt. Des Weiteren ist anzumerken, dass für die Gebiete PV-Anlage nicht beachtet wurden, was die Wärmegestehungskosten verändern könnte, da der erzeugte Strom für die Wärmepumpen benutzt werden kann.

Der Diskontierungszinssatz (i) dient zur Abzinsung zukünftiger Zahlungen auf den heutigen Wert. Er bildet die Opportunitätskosten des eingesetzten Kapitals ab und wird in diesem Fall auf 3 % festgelegt.

Die Projektlaufzeit (n) gibt an, über welchen Zeitraum die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt. Für Wärmeerzeugungsanlagen und Wärmenetze wird üblicherweise ein Zeitraum von 20 bis 30 Jahren gewählt, um die technische Lebensdauer und Investitionszyklen realistisch abzubilden. In der vorliegenden Studie wird die Projektlaufzeit auf 20 Jahre gesetzt.

Die jährliche nutzbare Wärmemenge ($Q_{t,th}$) beschreibt die dem gegebenen Jahr t erzeugte und an Endverbraucher abgegebene Wärmemenge. Bei leitungsgebundenen Versorgungslösungen – insbesondere Wärmenetzen – wird ein pauschaler Wärmeverlust von 10 % berücksichtigt. Das bedeutet, dass zur Deckung der realen Verbrauchsbedarfe eine entsprechend höhere Wärmeerzeugung erforderlich ist: Die erzeugte Wärmemenge wird rechnerisch um 10 % gegenüber der abgegebenen Nutzwärme erhöht, um die Verluste im Verteilnetz zu kompensieren. Diese Annahme orientiert sich an typischen Erfahrungswerten aus dem Betrieb kommunaler Nah- und Fernwärmenetze.

Die Dimensionierung der Wärmeerzeugungsanlagen erfolgte auf Basis einer kombinierten Auswertung zweier zentraler Datengrundlagen: Zum einen wurden die kumulierten Schornsteinfeger-Daten herangezogen, um die installierte Heizleistung in den jeweiligen Teilgebieten abzuschätzen. Zum anderen diente der digitale Zwilling als Datenquelle für den gebäudescharf ermittelten Wärmeverbrauch, welcher für die quantitative Bewertung der Versorgungsszenarien verwendet wurde.

Im ersten Schritt wurde das technisch und räumlich verfügbare Wärmepotenzial dem berechneten Wärmebedarf des jeweiligen Gebietes gegenübergestellt. Ergab sich dabei, dass das identifizierte Potenzial die Bedarfsmengen des Gebiets überstieg, wurde eine Anschlussquote festgelegt. Diese Anschlussquote definiert, welcher Anteil der im Gebiet vorhandenen Gebäude voraussichtlich an die geplante Anlage bzw. das Wärmenetz angeschlossen werden kann. Auf Basis der Anschlussquote wurde sowohl der zu deckende Wärmebedarf als auch die erforderliche Anlagengesamtleistung bestimmt. Zur Berücksichtigung von Unsicherheiten sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit wurden zusätzlich pauschal 5 % Leistungsreserve auf die rechnerisch ermittelte Anlagengröße aufgeschlagen. Dieser Zuschlag berücksichtigt mögliche Wärmeverluste im Netz sowie zukünftige Anschlussentwicklungen und stellt sicher, dass die Anlagen auch unter Vollastbedingungen ausreichend dimensioniert sind. In Fällen, in denen das technische Potenzial kleiner ist als der Wärmebedarf des betrachteten Gebiets, wurde unterstellt, dass 100 % des Potenzials ausgeschöpft werden. Die nutzbare Wärmemenge, die letztlich an die Verbraucher abgegeben werden kann, fällt jedoch aufgrund der angenommenen Netzverluste von 10 % entsprechend geringer aus.

In der vorliegenden Berechnung wurden Besicherungsanlagen für Wärmenetze nicht berücksichtigt. Diese würden bei einer Realisierung eines Wärmenetzes jedoch benötigt werden. Die Errichtung einer Besicherungsstrategie wirkt sich auch auf die Gestehungskosten aus und würde diese erhöhen.

Alle verwendeten Kennzahlen für die Berechnung sind im Anhang aufgezeigt.

8.2. Ergebnis

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen wurde bewusst darauf verzichtet, die LCOH für eine mögliche Wasserstoff-basierte Wärmeversorgung selbst zu berechnen. Grund hierfür sind die aktuell sehr hohen Unsicherheiten bei nahezu allen zentralen Parameterannahmen (bspw. Anbindung ans Wasserstoffkernnetz, Verfügbarkeit des Wasserstoffs etc.) und somit sehr schwer abschätzbar und nicht repräsentativ sei. Statt einer eigenen Modellierung wurde deshalb auf die aktuelle Studie der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE, 2025) zurückgegriffen und mithilfe der dort berechneten Wasserstoffgestehungskosten die Wärmegestehungskosten abgeschätzt. Die Studie „Warum grüner Wasserstoff teurer ist als gedacht“ bietet eine detaillierte und systematische Ermittlung der Wasserstoffgestehungskosten für Deutschland im Jahr 2025 unter realistischen Marktbedingungen. Sie berücksichtigt sämtliche technisch-wirtschaftlichen Einflussgrößen (CAPEX, OPEX, Wirkungsgrad, Finanzierungskosten etc.) und schließt dadurch die gängigen Lücken vieler Idealrechnungen früherer Studien. Die FfE-Studie basiert auf das LCOH-Modell über eine Projektlaufzeit von 20 Jahren. Sie integriert:

- Investitionskosten (inkl. Systemkostenfaktor 2,6 auf die physischen Komponenten)
- Stromkosten, unter realistischen Marktwertannahmen von >60 €/MWh
- Stack-Degradation und Reinvestitionszyklen
- Betrieb und Instandhaltung (O&M)
- Finanzierungskosten (WACC 10 %)
- Technische Parameter wie Volllaststunden (≤ 5.000 h/a) und Wirkungsgrad (ca. 65 %)

Für das Jahr 2025 ermittelt die Studie einen realistischen Gestehungspreis für grünen Wasserstoff in Höhe von etwa 9,80 €/kg. Unter Verwendung des unteren Heizwerts (LHV) von Wasserstoff, der bei 33,33 kWh/kg liegt, entspricht dies einem Energiepreis von rund 0,29 €/kWh.

Die in der Studie ausgewiesenen Gestehungskosten beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung des Wasserstoffs am Ort der Produktion. Nicht berücksichtigt sind dabei zusätzliche Investitionen, die für die Nutzung des Wasserstoffs für Wärme in Gebäuden erforderlich wären. Hierzu zählen insbesondere die Umrüstung bestehender Gasheizungen, was technisch häufig nicht möglich ist, sowie die Anschaffung neuer, wasserstofffähiger Brennwertgeräte, die sich derzeit noch im Feldtest befinden und somit wahrscheinlich mit hohen Stückkosten verbunden sind. Darüber hinaus wären Anpassungen an der Hausinstallation sowie an den Abgassystemen notwendig, um den sicheren Betrieb zu gewährleisten. Diese Maßnahmen würden die tatsächlichen Wärmegestehungskosten noch einmal deutlich erhöhen.

Positiv zu vermerken ist, dass im vorliegenden Fall bereits eine Gasinfrastruktur vorhanden ist, wodurch hohe Investitionen in neue Netzanschlüsse entfallen. Dennoch sind zusätzliche Betriebskosten zu erwarten, etwa für Netzüberwachung, Umstellungsmanagement sowie für Mess-, Steuer- und Sicherheitstechnik. Diese Kosten fallen jedoch im Verhältnis zu den hohen Produktions- und Geräteinvestitionskosten vergleichsweise gering aus.

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten für die verbleibenden Teilgebiete erfolgte auf Basis der in Kapitel 7 dargestellten methodischen Vorgehensweise. Als Referenzwert gilt die Wert für die dezentrale Wärmeversorgung, welcher auf Ebene der gesamten Verbandsgemeinde ermittelt wurde. Ein wesentlicher Einfluss hat die Anschlussquote an das Wärmenetz innerhalb des Versorgungsgebiets. Da diese Quote maßgeblich über die Wirtschaftlichkeit und die Verteilung der Investitionskosten entscheidet, wurde im Rahmen der Analyse eine Sensitivitätsbetrachtung vorgenommen. Dafür wurden drei Anschlussquoten definiert: 25 %, 50 % und 75 %.

Abbildung 42 zeigt die spezifischen Wärmegestehungskosten in €/kWh für verschiedene zentrale Wärmeversorgungsoptionen innerhalb der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen. Die Daten sind für die verschiedenen Versorgungsvarianten aufgeschlüsselt und vergleichen jeweils drei Anschlussquoten: 25 %, 50 % und 75 %.

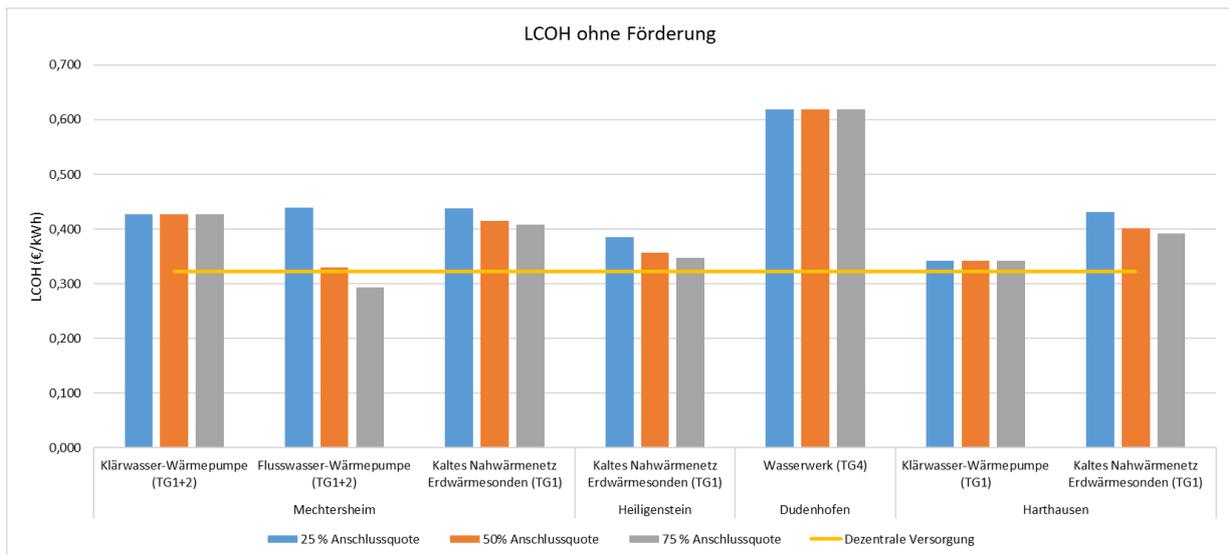


Abbildung 42 Wärmegehungskosten ohne Förderung

Eine gelbe horizontale Linie markiert den Referenzwert für eine dezentrale Wärmeversorgung und liegt bei etwa 0,32 €/kWh. Die ermittelten Ergebnisse zeigen eine deutliche Korrelation zwischen der Unabhängigkeit der Wärmegehungskosten und der Anschlussquote bei den Potenzialen der Kläranlage und des Wasserwerks. Diese Korrelation ist dadurch bedingt, dass die Potenziale der genannten Einrichtungen bereits bei einer Anschlussquote von 25 % vollständig ausgeschöpft werden. Bei den anderen Potenzialen macht die Darstellung deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit zentraler Wärmelösungen maßgeblich von der Anschlussquote abhängt. Eine geringe Anschlussquote von 25 % führt in allen Fällen zu LCOH oberhalb des dezentralen Referenzwerts. Erst bei höheren Anschlussgraden können zentrale Systeme mit dezentralen Lösungen konkurrieren oder diese sogar unterbieten. Diese Analyse unterstreicht die Relevanz von Maßnahmen zur Erhöhung der Anschlussquote, z. B. durch Information, Förderung oder ordnungsrechtliche Vorgaben, um zentrale Wärmeversorgung wirtschaftlich attraktiv zu gestalten.

Abbildung 43 zeigt die spezifischen Wärmegehungskosten in €/kWh für verschiedene zentrale Wärmeversorgungsoptionen innerhalb der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen. Dargestellt sind erneut drei Anschlussquoten (25 %, 50 % und 75 %) sowie ein Referenzwert für die dezentrale Versorgung (gelbe Linie). Bei dieser Darstellung wurde eine pauschale Förderung von 40 % auf Investitionskosten für dezentrale Versorgung als auch leitungsgebundener Wärmeversorgung beachtet.

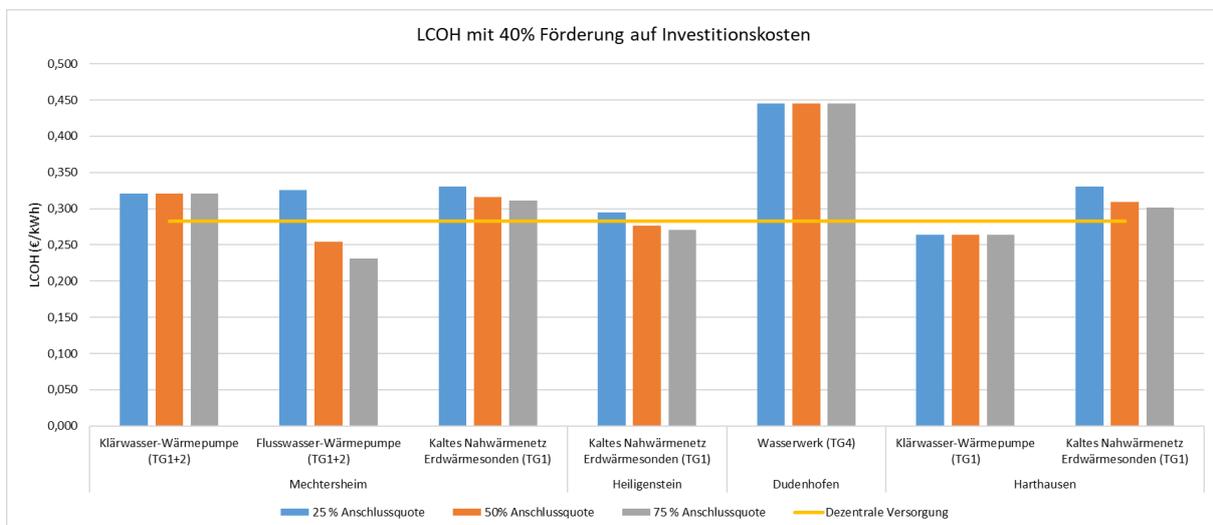


Abbildung 43 Wärmegehungskosten mit 40% Förderung auf Investitionskosten

Hier zeigt sich durch die Investitionskostenförderung von 40 % ein deutlicher Rückgang der LCOH-Werte in nahezu allen Varianten. Besonders profitieren dabei jene Systeme, deren Wärmegestehungskosten zuvor stark investitionsgetrieben waren. Der Referenzwert sinkt von 0,33 €/kWh auf 0,28 €/kWh.

Im direkten Vergleich zur Abbildung 42 wird deutlich, dass die Kostenunterschiede zwischen den betrachteten Anschlussquoten zwar weiterhin bestehen bleiben, jedoch durch die 40-prozentige Investitionsförderung spürbar abgeschwächt werden. Insbesondere bei mittleren und hohen Anschlussquoten verbessert sich die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zentraler Wärmeversorgungssysteme signifikant. In vielen Fällen verschiebt sich der Abstand zur dezentralen Referenzlösung dadurch von einer zuvor klaren Unterlegenheit hin zu einer Gleichwertigkeit oder sogar Kostenvorteil zugunsten der zentralen Systeme.

8.3. Exkurs

8.3.1. Gestehungskosten mit vorhandener PV-Anlage

In der Berechnung der dargestellten Gestehungskosten wurde zunächst unterstellt, dass der benötigte Strom vollständig aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Dieser Ansatz stellt ein konservatives Szenario dar, da in der Praxis zusätzliche Eigenstromerzeugung durch Photovoltaik (PV) die Kostenstruktur beeinflussen kann.

Insbesondere bei Bestandsgebäuden mit bereits installierter PV-Anlage in Kombination mit einem Batteriespeicher ergeben sich deutliche Vorteile. Da in diesem Fall keine zusätzlichen Investitionskosten anfallen, kann eine Eigenstromnutzung von rund 30 % die Gestehungskosten um etwa 0,06 €/kWh reduzieren. Dies führt zu einem Kostenniveau von ca. 0,26 €/kWh ohne Förderung bzw. 0,22 €/kWh unter Berücksichtigung verfügbarer Förderprogramme.

Anders stellt sich die Situation bei einer Neuanschaffung einer PV-Anlage dar. Hierdurch entstehen zusätzliche Investitionskosten, die zwar langfristig Einsparungen beim Strombezug ermöglichen, jedoch in den Gestehungskosten zunächst zu höheren Werten führen. Eine solche Investition ist daher stärker von individuellen Rahmenbedingungen abhängig (Anlagengröße, Fördermöglichkeiten, Eigenverbrauchsquote) und kann sich im Vergleich zu bereits vorhandenen Anlagen weniger positiv auf die Gestehungskosten auswirken.

8.3.2. Vergleich zur heutigen nicht-dekarbonisierten Variante mit bspw. Erdgas

Zur Einordnung der zuvor dargestellten Wärmegestehungskosten regenerativer Versorgungssysteme erfolgt im Folgenden ein Vergleich mit der derzeitigen Kostenstruktur der konventionellen, fossilen Wärmebereitstellung auf Basis von Erdgas. Damit soll die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Wärmequellen im Kontext der aktuell noch weit verbreiteten fossilen Heiztechnologien bewertet werden.

Der Endkundenpreis für Erdgas liegt im Jahr 2025 bei durchschnittlich 12,24 ct/kWh. Dieser setzt sich gemäß der aktuellen Marktstruktur aus folgenden Komponenten zusammen:

- Beschaffung und Vertrieb: 6,11 ct/kWh,
- Netzentgelte: 2,33 ct/kWh,
- Steuern, Abgaben und Umlagen: 3,80 ct/kWh, darunter:
 - CO₂-Preis (bei 55 €/t CO₂): 0,97 ct/kWh,
 - Gasspeicherumlage: 0,30 ct/kWh,
 - Konzessionsabgabe: 0,03 ct/kWh,
 - Erdgassteuer: 0,55 ct/kWh,
 - Mehrwertsteuer: 1,95 ct/kWh.¹³

¹³ https://www.bdew.de/media/documents/Gaspreisanalyse_o_dreimonatig_CI_14072025.pdf

Diese Kostenstruktur spiegelt die derzeit vergleichsweise günstige Marktlage wider. Werden zusätzlich Wartungs- und Betriebskosten der dezentralen Wärmeerzeugung (Gastherme) sowie ein typischer Wert für Instandhaltung des Gasnetzes angesetzt – analog zur Betrachtung bei Wärmepumpensystemen – ergeben sich daraus Wärmegestehungskosten von ca. 19 ct/kWh.

Entscheidend für diesen vergleichsweise niedrigen Wert ist insbesondere, dass auf Ebene der Haushalte keine initialen Investitionskosten für die Netzinfrastruktur zu tragen sind, da das Gasverteilnetz bereits vorhanden ist. Diese strukturellen Vorteile senken die durchschnittlichen Gestehungskosten fossiler Systeme aus heutiger Sicht erheblich.

Allerdings sind fossile Wärmeerzeugungskosten mit erheblichen Risiken verbunden. So ist die Erdgasversorgung Deutschlands nahezu vollständig importbasiert, wodurch sich starke Abhängigkeiten von geopolitischen Entwicklungen ergeben. In der Energiekrise der Jahre 2022/2023 etwa stieg der Anteil der Beschaffungskosten kurzfristig auf über 16 ct/kWh – also rund 10 ct/kWh mehr als der heutige Wert. Bei einem entsprechend erhöhten Erdgaspreis würde sich die Gesamtkalkulation auf etwa 29 ct/kWh erhöhen. Damit lägen die Gestehungskosten für Erdgas auf einem vergleichbaren Niveau wie jene dekarbonisierter Versorgungslösungen.

Zudem wurde in dieser Berechnung ein konstanter CO₂-Preis angenommen. Angesichts der gesetzlich festgelegten steigenden CO₂-Bepreisung bis mindestens 2030 ist jedoch mittelfristig mit einem weiteren Anstieg der Kosten fossiler Versorgung zu rechnen, was deren Wirtschaftlichkeit zusätzlich belastet.

Auch wenn die Wärmegestehungskosten konventioneller Erdgasheizungen auf Basis der heutigen Energiepreise nominal unter denen dekarbonisierter Versorgungslösungen liegen, relativiert sich dieses Bild bei Betrachtung der strukturellen Risiken. Die starke Importabhängigkeit sowie die Preissensitivität in Krisensituationen führen zu einer erheblichen Volatilität der Kosten. Darüber hinaus unterliegt die fossile Wärmebereitstellung durch den voraussichtlich stetig steigenden CO₂-Preis durch gezielte Verknappung der Zertifikate einem kontinuierlichen Kostenanstieg.

Dekarbonisierte Versorgungssysteme bieten demgegenüber – trotz höherer Investitionskosten – eine wesentlich höhere Preisstabilität sowie Resilienz gegenüber geopolitischen und marktbedingten Schwankungen. Sie tragen zur Versorgungssicherheit bei und reduzieren zugleich die Abhängigkeit von fossilen Importen. Unter diesen Aspekten stellt eine klimaneutrale Wärmeversorgung nicht nur eine ökologische, sondern auch eine langfristig ökonomisch tragfähige Strategie dar.

8.4. Endkundenpreise

Der Erfolg der lokalen Wärmewende hängt maßgeblich davon ab, welche Endkumentarife die verschiedenen, klimafreundlichen Heiztechnologien künftig erreichen. Für fossile wie nicht-fossile Optionen ist – unter Berücksichtigung aller Einflussgrößen – eher von steigenden Kosten auszugehen, wobei präzise Vorhersagen aufgrund der Komplexität der Rahmenbedingungen kaum möglich sind. Die wesentlichen Kostentreiber lassen sich wie folgt strukturieren:

- **Brennstoffmärkte**
Weltmarktpreise, Transportlogistik und Wettbewerbsintensität bestimmen auch künftig die Kosten für Erdgas, Heizöl, importierten Wasserstoff, Pellets und Scheitholz.
- **Regulierte Netzentgelte**
Gas- und Stromnetzgebühren reagieren sensibel auf Absatzentwicklungen, Investitionsbedarfe oder Teilstilllegungen. Politische Vorhaben – etwa die diskutierte Absenkung der Stromnetzentgelte – können diese Gebühren zusätzlich beeinflussen, sind jedoch noch nicht bezifferbar.
- **Stromtarife**
Sie spiegeln Brennstoffpreise, Netzentgelte und CO₂-Kosten wider. Mit wachsendem Anteil erneuerbarer Erzeugung verliert die CO₂-Komponente an Bedeutung.
- **CO₂-Preis**
Zertifikatspreise im EU-Emissionshandel schwanken stark; ab 2027 wird der nationale Aufschlag vollständig in das EU-System integriert. Ein starker Anstieg des CO₂-Preis wird ab 2027 erwartet
- **Umlagen, Steuern Abgaben**
Diese fiskalischen Elemente können sich jederzeit ändern. Eine Senkung der Stromsteuer wird derzeit erörtert, ist jedoch nicht final beschlossen.
- **Investitions- und Förderkulisse**
Hohe Erstinvestitionen – speziell bei kleinteiligen Anlagen – werden durch Förderprogramme (teilweise bis zu 70 %) abgedeckt; deren Fortführung ist allerdings nicht garantiert. Gleiches gilt für Zuschüsse zum Ausbau von Wärmenetzen und Erzeugungsanlagen.
- **Gebäudestandard, Klimawandel, Sanierungsgrad**
Energetische Qualität und klimatische Entwicklungen beeinflussen langfristig den spezifischen Wärmebedarf und damit die Heizkosten.

Fernwärme gilt aufgrund des integralen Zusammenspiels von Erzeugung, Netz und Hausstationen als natürliches Monopol. Ein nachvollziehbares, kostengerechtes Tarifsysteem ist daher unerlässlich, um Akzeptanz und Ausbaubereitschaft sicherzustellen.

- In Deutschland legen die Versorger ihre Preise auf Basis der AVBFernwärmeV fest; eine explizite Preisregulierung existiert nicht.
- Landeskartellämter überprüfen regelmäßig die Angemessenheit der Tarife.
- Die in der Verordnung verankerten Preisgleitklauseln führen in der Praxis häufig zu schwer verständlichen Anpassungen für Endkund*innen.

Neben Transparenz müssen die Preise wettbewerbsfähig, die Versorgung sicher und der Klimaschutzeffekt erkennbar sein.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass

- der spezifische Wärmebedarf infolge von Sanierungen und milderem Winter sinkend wird.
- die Kosten pro erzeugter Wärmeeinheit bei allen Versorgungsarten steigen werden.

Im Saldo ist mit ansteigenden Wärmekosten pro Quadratmeter Wohnfläche zu rechnen – mindestens in Höhe der allgemeinen Preissteigerungsrate. Besonders betroffen sind derzeit preisgünstige Erdgasheizungen durch:

- steigende CO₂-Abgaben,
- künftig verpflichtende Biomethananteile ab 2029,
- steigende Gasnetzentgelte.

Damit bestätigt sich: Eine strategisch gesteuerte Wärmewende erfordert nicht nur technische, sondern vor allem auch wirtschaftliche Planungssicherheit für die Bürgerinnen und Bürger der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen.

9. Zielszenario

Im vorliegenden Abschnitt wird das Zielszenario skizziert, das eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen im Jahr 2040 zum Ziel hat und auf einer Anzahl plausibler Annahmen beruht. Es dient als Orientierungsrahmen für die strategische Ausrichtung sowie für die Abschätzung des notwendigen Ausbaus erneuerbarer Wärmequellen.

Das Szenario berücksichtigt bewusst keine Nutzung der Tiefengeothermie, da dessen Potenzial zum Zeitpunkt der Erstellung nicht belastbar eingeschätzt werden konnten. Ebenso wurde bei der Bewertung der Sanierungspotenziale ein konservativer Ansatz gewählt. Im Anschluss werden die getroffenen Annahmen detailliert erläutert und die jeweiligen Auswirkungen miteinander verglichen.

9.1. Beschreibung und Methodik

Das Zielszenario beschreibt den strategischen Zielzustand einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen bis spätestens zum Jahr 2040. Es zeigt auf, wie sich unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten, technischer Machbarkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit ein nachhaltiges, resilient gestaltetes Versorgungssystem entwickeln kann. Grundlage hierfür ist die vorangegangene Bestands- und Potenzialanalyse, auf deren Erkenntnissen das Szenariodesign systematisch aufbaut.

Die Methodik zur Entwicklung des Zielszenarios orientiert sich an den gesetzlichen Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sowie an den fachlichen Empfehlungen aus dem „Leitfaden Wärmeplanung“ der Bundesministerien für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie für Wohnen, Gemeindeentwicklung und Bauwesen (BMWSB). Einen zentralen methodischen Bezugspunkt bilden dabei die im WPG festgelegten Indikatoren, die in der zugehörigen Abbildung in diesem Kapitel zusammengefasst dargestellt sind.

Diese Indikatoren definieren die wesentlichen Kennzahlen, an denen sich das Zielszenario ausrichten muss. Dazu zählen insbesondere der Endenergieverbrauch für Wärme, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern, sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, angegeben in Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr. Darüber hinaus werden die Anteile leitungsgebundener Wärmeversorgung, gegliedert nach Energieträgern, sowie deren Beitrag zum Gesamtenergieverbrauch berücksichtigt. Auch die zukünftige Entwicklung der Gasnetznutzung fließt in die Bewertung ein, ebenso wie die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärme- oder Gasnetz und deren jeweiliger Anteil am gesamten Gebäudebestand im beplanten Gebiet. Diese quantitativen Parameter bilden das analytische Rückgrat des Zielszenarios und stellen sicher, dass es in Einklang mit den gesetzlichen Zielvorgaben und der vorgesehenen räumlichen Differenzierung der Wärmeversorgungsgebiete erarbeitet wird. Diese quantitativen Zielgrößen müssen gemäß § 18 und § 19 WPG im Einklang mit der Gebietseinteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete sowie der Zuordnung spezifischer Versorgungsarten für das Zieljahr stehen. Die dargestellte Abbildung visualisiert diesen Zusammenhang und betont die notwendige Kohärenz zwischen Szenarientwicklung, räumlicher Abgrenzung und gesetzlichem Zielrahmen.

Die Entwicklung des Zielszenarios erfolgte auf Basis einer räumlich disaggregierten Bewertung des Wärmebedarfs. Hierbei wurden Gebäudeinformationen (Typologie, Baualter, Sanierungszustand, Heiztechnik) mit den ermittelten Potenzialen für erneuerbare Wärmequellen (Kapitel 5 und 6) verknüpft. Die daraus resultierenden Versorgungsoptionen wurden differenziert auf Teilgebietsebene technisch und wirtschaftlich bewertet. Aufbauend auf dieser Analyse wurden Annahmen zur Entwicklung der Energieinfrastruktur getroffen – unter dem Grundsatz, fossile Energieträger vollständig durch regenerative Alternativen zu substituieren.

Der Entwicklungsprozess des Zielszenarios erfolgte unter Beteiligung relevanter lokaler Akteure. Vertreter*innen aus Verwaltung, Netzbetrieb, Wohnungswirtschaft, Industrie und Zivilgesellschaft wurden über Workshops, Informationsveranstaltungen und bilaterale Formate eingebunden oder informiert, sodass fachliche und soziale Perspektiven in die Szenariengestaltung integriert werden konnten.

Zur Überprüfung der Zielerreichung wurde abschließend eine Bilanzierung der THG-Emissionen im Wärmebereich vorgenommen. Der energetische Rückgang durch Effizienzmaßnahmen sowie der Effekt der Energieträgerumstellung wurden modelliert, um die Zielgröße „bilanzielle Klimaneutralität“ für das Jahr 2040 quantifizierbar zu machen.

Das Zielszenario stellt somit kein statisches Ergebnis, sondern ein dynamisches planerisches Instrument dar. Es dient als strategische Grundlage für die Ableitung der Umsetzungsstrategie (Kapitel 10), für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sowie als Bezugsrahmen für Förderprogramme wie die BEW oder BEG. Zugleich bietet es Orientierung für lokale Entscheidungsprozesse und eine fundierte Basis für die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Fünfjahresrhythmus.

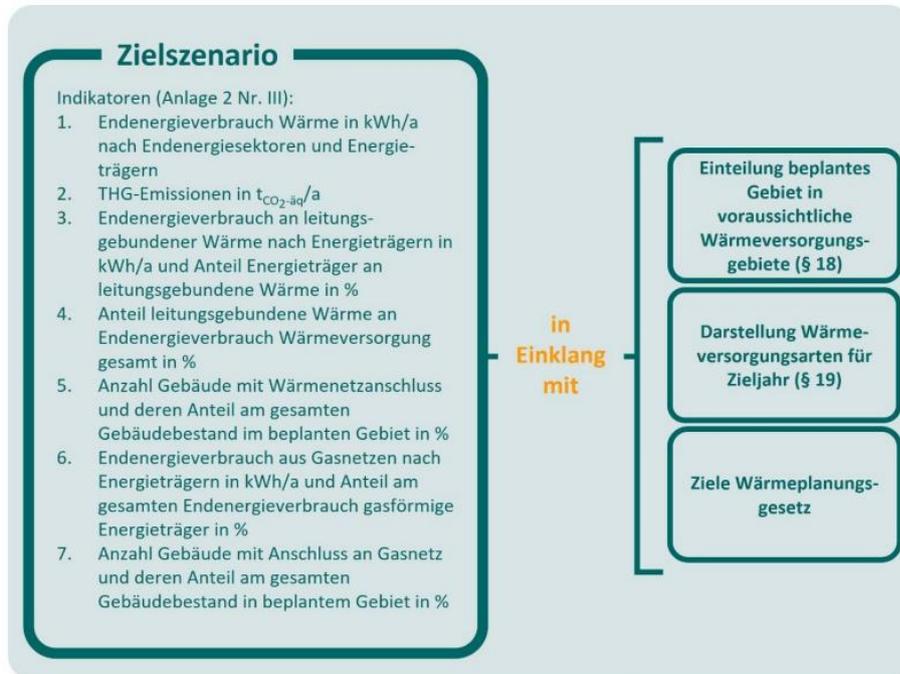


Abbildung 44 Indikatoren und Rahmen des Zielszenarios (Quelle: Darstellung Öko-Institut; Leitfaden Wärmeplanung)

9.2. Änderung des Wärmebedarfs

Für die Änderung des Wärmebedarfs erfolgte zunächst eine gebäudebezogene Bewertung des Wärmeverbrauchs unter Berücksichtigung von Gebäudetyp, Baualtersklasse, Sanierungszustand und Heizsystem. Auf dieser Grundlage wurden Reduktionspotenziale durch energetische Sanierung quantifiziert, wobei von einer mittleren jährlichen Sanierungsrate von 1 % ausgegangen wurde. Aus den Potenzialen zur Senkung des Wärmebedarfs nach Kapitel 6.1.1 geht hervor, welcher maximale Rückgang des Raumwärmebedarfs durch eine Vollsanierung aller bestehenden Gebäude in der Verbandsgemeinde möglich ist.

Mit diesen Angaben konnten die jeweiligen Wärmebedarf für das Zieljahr 2040 sowie für die Zwischenziele für 2030 und 2035 ermittelt werden.

In Tabelle 31 sind die Wärmebedarfe für das beschriebene Zielszenario für die entsprechenden Zwischenziele und das Zieljahr zusammengefasst.

Tabelle 31 Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035 sowie dem Zieljahr 2040

	IST-Situation (2025)	Zwischenziel (2030)	Zwischenziel (2035)	Ziel (2040)
Wärmebedarf (Endenergie)	293 GWh _{th} /a	282 GWh _{th} /a	272 GWh _{th} /a	262 GWh _{th} /a

In der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs wurden folgende Faktoren nicht berücksichtigt:

- Die Veränderung des Gebäudebestands durch Neubau und Nachverdichtung
- Die Neuansiedlung und Abwanderung von Betrieben
- Veränderte Nutzungsgewohnheiten
- Effekte des fortschreitenden Klimawandels, wie ein erhöhter Kühlbedarf.

9.3. Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2040

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen werden zwei unterschiedliche Entwicklungspfade für die zukünftige Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2040 und auch bis 2045 dargestellt. Hintergrund ist, dass manche Teilgebiete als Prüfgebiete definiert wurden, da derzeit keine abschließende Aussage darüber getroffen werden kann, ob perspektivisch eine leitungsgebundene Wärmeversorgung realisiert werden kann. Um die Bandbreite möglicher Entwicklungen abzubilden, wurden daher zwei Betrachtungsfälle entwickelt, die jeweils die Extrempunkte möglicher Entwicklungen skizzieren. Die betroffenen Prüfgebiete umfassen:

- Römerberg-Mechtersheim Teilgebiet 1 + 2
- Römerberg-Berghausen Teilgebiet 1 + 2
- Römerberg-Heiligenstein Teilgebiet 1
- Dudenhofen Teilgebiet 1 - 3
- Harthausen Teilgebiet 1

Die zwei Betrachtungsfälle unterscheiden sich hinsichtlich des Ausbaus leitungsgebundener Wärmeversorgung:

Szenario 1 geht davon aus, dass in keinem der genannten Prüfgebiete ein Wärmenetz errichtet wird. Die Wärmeversorgung erfolgt vollständig dezentral, überwiegend über individuelle Wärmepumpensysteme. Aufgrund fehlender leitungsgebundener Infrastruktur wird eine lineare, sektorale Transformation ohne sprunghafte Entwicklung angenommen.

In **Szenario 2** wird angenommen, dass in allen Prüfgebieten erfolgreich ein leitungsgebundenes Wärmenetz errichtet wird. Die Anschlussquote steigt dabei stufenweise: 0 % im Jahr 2030, 50 % im Jahr 2035 und 100 % im Jahr 2040. In Fällen, bei denen das verfügbare Potenzial (z. B. Wasserwerk oder Kläranlage) kleiner als der Bedarf ist, wird bereits 2035 eine vollständige Erschließung mit 100 %

Anschlussquote erreicht. Die Anschlussquote für das Wasserstoffnetz liegt im Jahr 2030 noch bei 0 %. Es wird unter Vorbehalt angenommen, dass im Jahr 2035 das Gasnetz in Hanhofen mit Wasserstoff versorgt wird. Auch wird dann von einer Anschlussquote von 70 % an das Wasserstoffnetz ausgegangen.

Zusätzlich werden im Rahmen der Modellierung folgende Annahmen getroffen: Kalte Nahwärme wird als dezentrale Wärmeversorgung eingeordnet, da trotz netzgebundener Energiezufuhr gebäudeseitige Wärmepumpen notwendig sind. Biomasse (insbesondere Holz/Pellets) wird bis 2040 vollständig aus dem Wärmemix ausgeschlossen. Grundlage dieser Annahme ist die absehbare Verknappung infolge klimabedingter Veränderungen, aus der mittel- bis langfristig ordnungsrechtliche Einschränkungen oder gar Verbote der thermischen Nutzung fester biogener Brennstoffe resultieren könnten. Heizstrom wird bis 2040 auf 0 % reduziert, da Bestandsanlagen voraussichtlich durch effizientere Wärmepumpen ersetzt werden.

Die nachfolgenden Abschnitte dieses Kapitels zeigen die jeweils resultierenden Versorgungsstrukturen der beiden Szenarien im Zieljahr 2040 auf und vergleichen sie im Hinblick auf die in Kapitel 9.1 beschriebenen Indikatoren.

Abbildung 45 zeigt den Endenergieverbrauch für Wärme und die Anzahl der Gebäudeanschlüsse an das Gasnetz für Szenario 1 bei vollständiger dezentraler Versorgung.

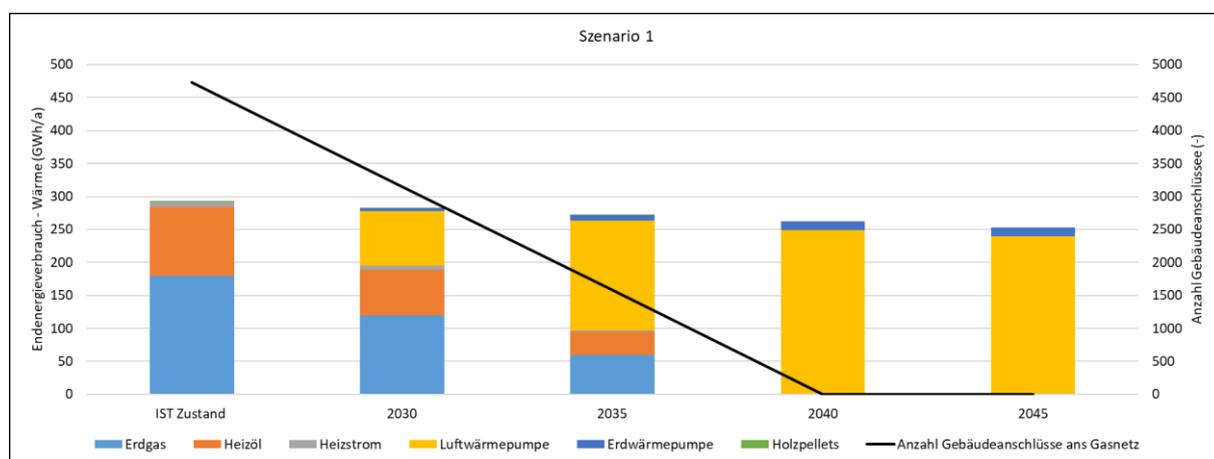


Abbildung 45 Endenergieverbrauch für Wärme und Anzahl an Gebäudeanschlüsse ans Gasnetz – Szenario 1

Dabei ist ein kontinuierlicher Rückgang des Gesamtenergiebedarfs zu erkennen, der auf eine angenommene jährliche Sanierungsrate von 1 % zurückzuführen ist. Während im IST-Zustand fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl den Wärmemarkt dominieren, erfolgt im Verlauf der Zeit ein deutlicher Technologiewechsel hin zur elektrifizierten Wärmeversorgung.

Es ist zu erkennen, dass im Jahr 2030 etwa ein Drittel der regenerativen Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen bereitgestellt werden könnte. Hierbei kann auch der altersbedingte Austausch eine Rolle spielen. Rund 35 % der bestehenden fossilen Wärmeerzeuger werden bis 2030 ein Alter von über 30 Jahren erreicht haben. Diese Anlagen unterliegen gemäß § 72 Gebäudeenergiegesetz (GEG) grundsätzlich aber nicht ausnahmslos einer Austauschpflicht, sofern sie vor dem 1. Januar 1991 installiert wurden und mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden. Diese gesetzlichen Rahmenbedingungen können in der Folge zu einem verstärkten Austausch alter fossiler Heizkessel führen, was sich auch in der dargestellten Entwicklung in Abbildung 45 widerspiegelt. Vor dem Hintergrund bestehender regulatorischer Vorgaben und der technischen Altersstruktur ist dieser Entwicklungspfad daher keineswegs als unwahrscheinlich zu bewerten, sondern vielmehr als realistisch einzuschätzen.

Ab 2035 übernehmen Wärmepumpen die Hauptrolle, wobei angenommen wurde, dass 95 % davon Luftwärmepumpen und 5 % Erdwärmepumpen sind. Heizstrom, Heizöl und Erdgas verschwinden zunehmend aus dem Energiemix. Parallel dazu sinkt die Anzahl der Gebäudeanschlüsse ans Gasnetz und erreicht bis 2040 den Wert null. Dies verdeutlicht die vollständige Abkehr von leitungsgebundener Gasversorgung und den Übergang zu einer dezentralen, regenerativ geprägten Wärmeerzeugung.

Abbildung 46 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme im zweiten Szenario, das von einer vollständigen Umsetzung leitungsgebundener Wärmeversorgung in allen Prüfgebieten ausgeht.

Auch hier ist ein Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs zu erkennen, der – wie in Szenario 1 – auf einer kontinuierlichen energetischen Sanierung mit einer jährlichen Rate von 1 % zurückzuführen ist.

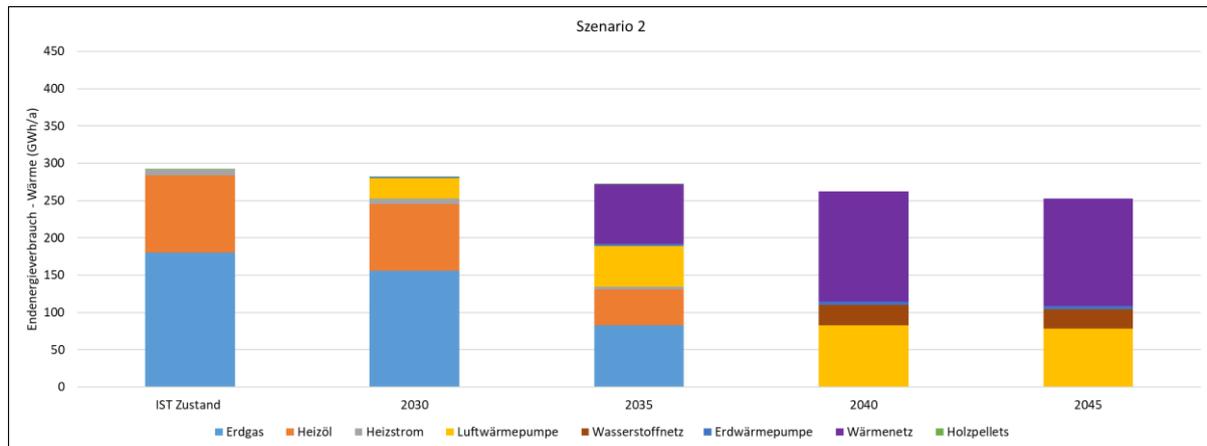


Abbildung 46 Endenergieverbrauch für Wärme – Szenario 2

Im Unterschied zum Szenario 1 erfolgt in Szenario 2 ab dem Jahr 2035 ein deutlicher Ausbau leitungsgebundener Systeme. So nehmen Wärmenetze (lila) einen stetig wachsenden Anteil am Wärmemix ein. Bereits 2035 ist ein signifikanter Anteil über Wärmenetze abgedeckt, der bis 2040 weiter anwächst. Ebenso ist für das Jahr 2035 ein Anteil des Wasserstoffnetzes zu erkennen. Auch Erdwärmepumpen und Luftwärmepumpen als dezentrale Versorgungslösungen bleiben Bestandteil des Energiemixes, jedoch mit geringerer Dominanz als in Szenario 1.

Insgesamt zeigt das Szenario 2 eine stärker diversifizierte Wärmeversorgungsstruktur mit einem signifikanten Anteil leitungsgebundener Wärmelösungen, wohingegen Szenario 1 vollständig auf dezentrale Wärmepumpenlösungen fokussiert. Beide Szenarien verdeutlichen unterschiedliche Wege zur Dekarbonisierung des Wärmesektors – einerseits über Elektrifizierung der Wärmeversorgung in den Einzelgebäude, andererseits über zentrale Infrastrukturlösungen.

Abbildung 47 zeigt die Entwicklung der Anzahl der Gebäudeanschlüsse im Szenario 2 bis zum Jahr 2045, differenziert nach Versorgungsart. Während der Anteil der Gasnetzanschlüsse (blau) kontinuierlich abnimmt und bis 2040 vollständig entfällt, steigen gleichzeitig die Anschlüsse an Wärmenetze (lila) und Wasserstoffnetze (braun) deutlich an. Nach diesem Szenario werden in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen 57 % aller Gebäude durch das Wärmenetz, 20 % durch das Wasserstoffnetz und 23 % dezentral versorgt.

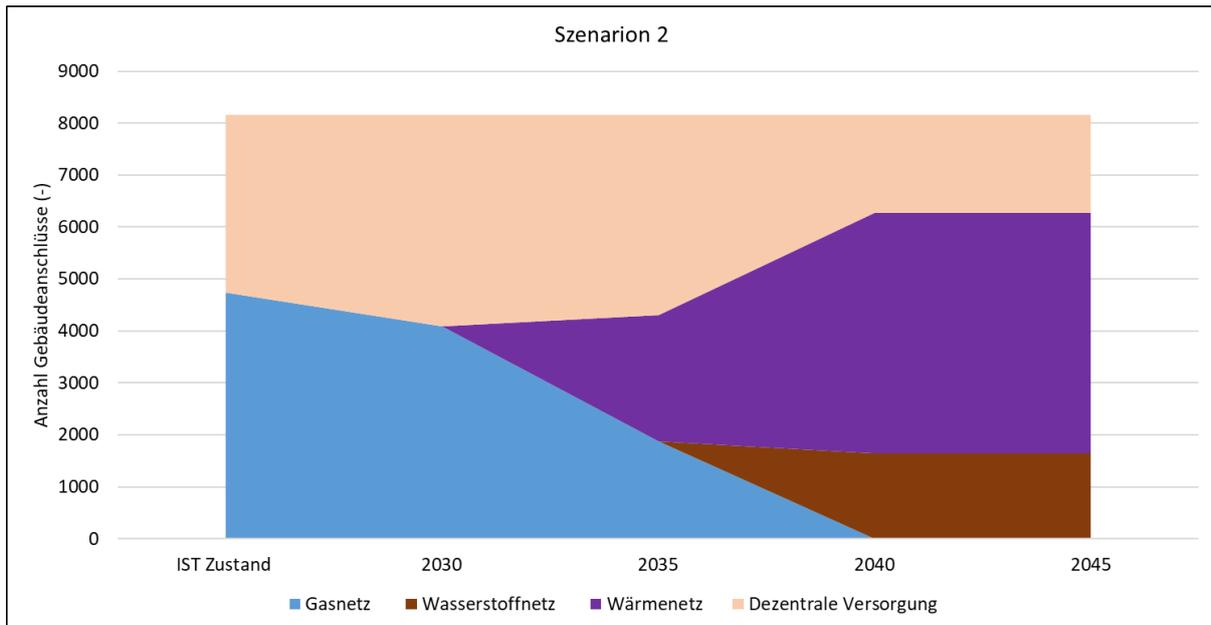


Abbildung 47 Anzahl an Gebäuden mit Wärme- / Wasserstoff- / Gasnetzanschluss sowie dezentral versorgte Gebäude

Abbildung 48 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme sowie der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in beiden Betrachtungsfällen bis zum Jahr 2045. Die Balken veranschaulichen den sektoralen Energieverbrauch durch private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)/Sonstiges sowie kommunale Einrichtungen, während die Linien die gesamtjährlichen THG-Emissionen in Tonnen CO₂ darstellen.

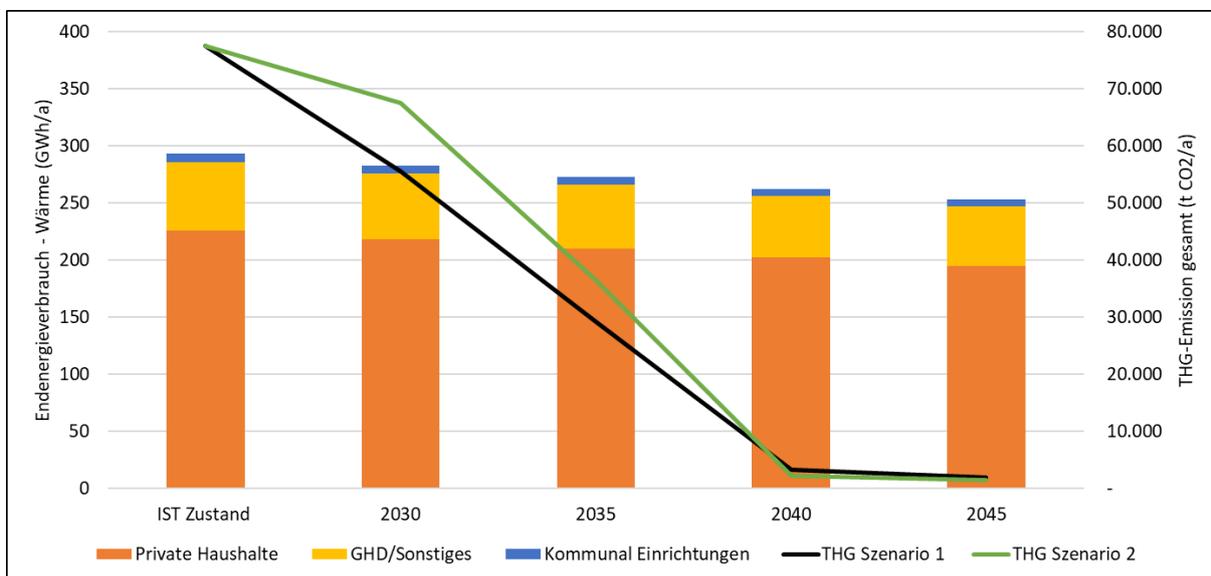


Abbildung 48 Endenergieverbrauch – Wärme nach Sektoren sowie die THG-Emissionen der gesamten Verbandsgemeinde

Es ist deutlich zu erkennen, dass der Endenergieverbrauch für Wärme aufgrund der Sanierungsrate von 1 % insgesamt kontinuierlich abnimmt. Es wird angenommen, dass sich die Reduzierung gleichmäßig auf alle drei betrachteten Sektoren verteilt.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zwischen den beiden Betrachtungsfällen deutlich. Im ersten Szenario (schwarze Linie), das auf eine vollständig dezentrale Wärmeversorgung – primär über Luftwärmepumpen – setzt, sinken die Emissionen stetig.

Im Gegensatz dazu zeigt Szenario 2 (grüne Linie), das auf den Ausbau leitungsgebundener Wärmenetze setzt, einen markanten Knick. Dieser Knick ist auf die zeitlich versetzte Inbetriebnahme der Wärmenetze zurückzuführen: Da in diesem Szenario alle Gebäude innerhalb der Prüfgebiete ausschließlich über ein Wärmenetz versorgt werden, erfolgt vor der Netzinbetriebnahme nahezu ausschließlich die Umrüstung von Gebäuden außerhalb der Prüfgebiete. Erst mit der Inbetriebnahme beginnt die systematische Umstellung der Wärmeversorgung innerhalb der Prüfgebiete. Infolge dessen verläuft die THG-Reduktion in der ersten Phase langsamer.

Ab dem Jahr 2040 liegen die THG-Emissionen in Szenario 2 unter denen von Szenario 1. Dies ist insbesondere auf die besseren Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen, welche als Wärmequelle den Rücklauf der Tiefengeothermie verwenden, zurückzuführen. Dezentrale Luftwärmepumpen, wie sie im Szenario 1 dominieren, haben eine niedrigeren Jahresarbeitszahl und benötigen daher mehr Strom für die gleiche Wärmemenge – was zu höheren indirekten CO₂-Emissionen führt.

Dass auch im Jahr 2040 und 2045 Restemissionen bestehen, ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass der Strommix in Deutschland zu diesen Zeitpunkten – ausgehend von Prognosen – noch nicht vollständig treibhausgasneutral ist. Da Wärmepumpen ausschließlich elektrische Energie extern zugeführt wird, schlagen verbleibende fossile Anteile im Stromsektor in der Bilanz durch. Die Prognose der spezifischen Emissionsfaktoren für elektrische Energie entstammt dem Technikatalog Wärmeplanung.

Insgesamt veranschaulicht die Grafik, wie stark der THG-Minderungspfad vom gewählten Infrastrukturmodell abhängt – und welche Vorteile leitungsgebundene Versorgungssysteme in Bezug auf Emissionsreduktion bis 2045 mit sich bringen können.

9.4. Chancen und Risiken zur Erreichung des Zielszenarios 2040

9.4.1. Risiken

Die Umsetzung des Zielszenarios 2040 basiert auf einer Vielzahl technischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und infrastruktureller Rahmenbedingungen und Annahmen. Um die angestrebte Transformation der Wärmeversorgung erfolgreich umzusetzen, müssen sämtliche Voraussetzungen im zeitlichen Verlauf erfüllt werden. Dabei stellen bestimmte Einflussgrößen sogenannte kritische Punkte dar, deren Eintreten maßgeblich über die Realisierbarkeit und Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen entscheidet. Nachfolgend werden die wichtigsten potenziellen Hemmnisse und Unsicherheiten benannt und eingeordnet:

Geringe Anschlussbereitschaft an Wärmenetze

Eine der zentralen Voraussetzungen für die Erreichung des Zielszenarios – insbesondere in Szenario 2 – ist eine hohe Anschlussquote an die geplanten leitungsgebundenen Wärmenetze in den identifizierten Eignungs- und Prüfgebieten. Sollte im Rahmen der Bürgerbeteiligung oder -befragung eine unzureichende Anschlussbereitschaft festgestellt werden, z. B. durch hohe Investitionsunsicherheit, mangelnde Informationen oder ablehnende Haltung gegenüber zentralen Versorgungslösungen, kann dies den wirtschaftlichen Betrieb der Netze gefährden und deren Realisierung verhindern.

Einschränkungen bei der Nutzung von Klarwasser- oder Flusswasserwärme am Standort der Kläranlage Römerberg

Das erhobene Potenzial der Klarwasser- oder Flusswasserwärmepumpe am Standort der Kläranlage Römerberg könnten Restriktionen erfahren oder gar einen Showstopper durch das dortige Naturschutzgebiet bekommen.

Die Realisierung solcher Systeme setzt jedoch die technische und genehmigungsrechtliche Machbarkeit voraus. Insbesondere naturschutzrechtliche Einschränkungen im Bereich sensibler Gewässer- oder Biotopstrukturen in Römerberg-Mechtersheim können die Nutzung der Wärmequellen erheblich einschränken oder ganz verhindern.

Technische und wirtschaftliche Risiken der Tiefengeothermie

Ein erheblicher Teil des langfristigen Dekarbonisierungspfades für die Prüfgebiete in Dudenhofen und Römerberg beruhen auf dem Beitrag der Tiefengeothermie, insbesondere durch das geplante Geothermieprojekt der Geopflanz. Hier bestehen jedoch mehrere Unsicherheiten: Sollte sich die Probebohrung als nicht erfolgreich erweisen, die Thermalwasserförderleistung zu niedrig oder die Temperatur zu gering ausfallen, kann die geplante und benötigte Einspeiseleistung nicht erreicht werden. Auch wirtschaftliche Risiken, z. B. durch unerwartet hohe Betriebskosten können das Projekt gefährden.

Limitierte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff

In Hanhofen wird perspektivisch auch die Nutzung von grünem Wasserstoff durch den lokalen Gasnetzbetreiber angedacht. Die Verfügbarkeit klimaneutral erzeugten Wasserstoffs in ausreichender Menge und zu wettbewerbsfähigen Preisen ist jedoch zum heutigen Zeitpunkt unsicher. Engpässe in der Infrastruktur, mangelnde Lieferverträge oder politische Zielkonflikte mit industriellen Großverbrauchern oder Exportländern von grünem Wasserstoff können die geplante Nutzung für die kommunale Wärmeversorgung verhindern oder deutlich verzögern.

Engpässe beim Ausbau der Stromnetze

Sowohl zentrale als auch dezentrale Wärmeversorgungsansätze basieren zunehmend auf elektrischen Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Die Dekarbonisierung des Wärmesektors führt zu einem steigenden Strombedarf, wodurch insbesondere in Bestandsgebieten mit begrenzter Netzkapazität Ausbauengpässe im Mittel- und Niederspannungsnetz auftreten können. Verzögerungen im Netzausbau – etwa durch Fachkräftemangel, Materialengpässe oder Genehmigungsprobleme – könnten den zeitgerechten Umstieg auf Wärmepumpen oder den Betrieb größerer Netzsysteme behindern.

Begrenzte Handwerks- und Planungskapazitäten

Ein häufig unterschätzter, aber entscheidender Engpass liegt in den begrenzten personellen Kapazitäten im Handwerk, bei Planungsbüros und Energieversorgern. Für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen sind spezialisierte Fachkräfte für Heizungstechnik, Wärmepumpeninstallation, Tiefbau, Netzplanung sowie Genehmigungs- und Fördermittelmanagement erforderlich. Der aktuelle Fachkräftemangel kann dazu führen, dass Maßnahmen nicht im geplanten Umfang oder Zeitrahmen umgesetzt werden können.

Unsicherheiten bei Fördermitteln und wirtschaftlicher Tragfähigkeit

Die Wirtschaftlichkeit und Finanzierung vieler Maßnahmen hängt maßgeblich von öffentlichen Förderprogrammen ab (z. B. BEW, KfW, Kommunalrichtlinie). Änderungen in der Förderlandschaft, etwa durch Haushaltskürzungen, politische Umpriorisierungen oder geänderte Förderkonditionen, könnten die Investitionsbereitschaft von Kommune, Energieversorgern und privaten Haushalten deutlich dämpfen. Zudem können steigende Bau- und Materialkosten die Wirtschaftlichkeit der Projekte beeinträchtigen.

Verhaltensunsicherheit bei privaten Eigentümer:innen

Letztlich hängt die Zielerreichung auch stark vom individuellen Verhalten der Gebäudeeigentümer:innen ab. Fehlende Investitionsmöglichkeit oder -bereitschaft, unzureichende Informationen oder der Wunsch nach autarken Versorgungsansätzen können dem strategischen Ausbau leitungsgebundener Strukturen oder der Wärmepumpendurchdringung entgegenstehen. Ohne flächendeckende Informationskampagnen und zielgerichtete Anreize kann dies den Fortschritt erheblich verlangsamen.

9.4.2. Chancen der Umsetzung des Zielszenarios 2040

Neben den im vorangegangenen Kapitel aufgezeigten kritischen Punkten bestehen auch zahlreiche positive Effekte, die mit der Transformation der Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde verbunden sind. Diese Chancen stellen wesentliche Treiber dar und unterstreichen den Mehrwert der geplanten Maßnahmen:

Lokale Wertschöpfung

Durch den verstärkten Einsatz regional verfügbarer erneuerbarer Energieträger verbleiben Investitionen und Ausgaben innerhalb der Verbandsgemeinde. Dies stärkt die kommunale Wirtschaftskraft und reduziert die Abhängigkeit von globalen Energiemärkten.

Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen

Die Umsetzung erfordert Handwerks- und Ingenieursleistungen vor allem in den Bereichen Gebäudesanierung, Wärmepumpeninstallation, Netzinfrastruktur und erneuerbare Wärmeerzeugung. Dadurch werden bestehende Arbeitsplätze gesichert und neue Beschäftigungsmöglichkeiten vor Ort geschaffen.

Modernisierung des Gebäudebestands

Effizienzsteigerungen durch energetische Sanierungen führen nicht nur zu einer Reduktion des Wärmebedarfs, sondern erhöhen auch den Komfort und die Attraktivität des Wohnungsbestands. Dies wirkt sich positiv auf den Immobilienwert und die Wohnqualität aus.

Erhöhung der Versorgungssicherheit

Der Ausbau dezentraler erneuerbarer Energien und lokaler Wärmenetze reduziert die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten und geopolitischen Unsicherheiten. Die Versorgung wird resilienter gegenüber Krisen und Preisschwankungen.

Beitrag zum Klimaschutz und Imagegewinn

Die Verbandsgemeinde leistet einen aktiven Beitrag zur Erreichung nationaler und europäischer Klimaschutzziele und kann sich als Vorreiterregion für nachhaltige Wärmeversorgung positionieren. Dies stärkt auch die Identifikation der Bürger:innen mit der Region.

9.4.3. Fazit

Die dargestellten Chancen und Risiken verdeutlichen, dass die Wärmewende einen tiefgreifenden Transformationsprozess darstellt. Dieser erfordert erhebliche Investitionen und Veränderungen, bietet jedoch gleichzeitig die Möglichkeit, die regionale Wertschöpfung zu steigern, die Lebensqualität zu verbessern und die Versorgung langfristig klimaneutral und sicher zu gestalten. Entscheidend wird sein, Chancen aktiv zu nutzen und Risiken durch gezielte Maßnahmen zu minimieren.

10. Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Das Wärmeplanungsgesetz und der dazugehörige Leitfaden sehen vor, dass auf Basis der Analyse des bestehenden Wärmeversorgungspotenzials und des entwickelten Zielbilds Handlungsstrategien sowie konkrete Maßnahmen erarbeitet werden. Das Zielbild für die Entwicklung dieser Maßnahmen wurde im vorherigen Kapitel vorgestellt: Es basiert auf einer Verringerung des Wärmebedarfs, einem deutlichen Ausbau der Fernwärme sowie der gleichzeitigen Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung. Außerdem steht die Dekarbonisierung der regionalen Heizungsanlagen im Fokus, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen zu erreichen.



Abbildung 49 Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung [Quelle: Darstellung ifeu 2024; Leitfaden Wärmeplanung]

10.1. Umsetzungsstrategie und prioritäre Maßnahmen

Mit Umsetzung der prioritären Maßnahmen wird eine Strategie zur Umsetzung der Wärmewende aufgezeigt. Die nachfolgenden Maßnahmen geben weiteren Aufschluss über die Situation in der Verbandsgemeinde und ermöglichen eine Entscheidung über ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet in den Prüfgebieten.

10.1.1. Maßnahme Nr.1 – Bürgerbefragung und Beteiligung Wärmenetz

Maßnahme Nr. 1 Bürgerbefragung und Beteiligung Wärmenetzen			
Start 2026	Verantwortlich Verbands- und Ortsgemeinden	Handlungsfeld Strategische Steuerung	Raumbene Teilgebiet 4 Dudenhofen + Prüfgebiete
Dauer Ca. 6 Monate	Zeitliche Einordnung Kurzfristig	Budgetbedarf Personalkosten	Voraussetzung Keine
Beschreibung			
<p>Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen initiiert eine breit angelegte Bürgerbefragung mit begleitenden Beteiligungs- und Informationsformaten, um eine Grundlage für den wirtschaftlichen Aufbau künftiger Wärmenetze zu erfragen.</p> <p>Zielsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhebung einer belastbaren Anschlussquote (Willingness-to-Connect) sämtlicher relevanter Gebäudeeigentümer je Teilgebiet. • Identifikation standort- und nutzerspezifischer Wärmebedarfsprofile sowie möglicher Hemmnisse (wirtschaftlich, rechtlich, sozial). • Steigerung von Akzeptanz und Verständnis für Wärmenetze durch transparente, adressatengerechte Kommunikation. <p>Vorgehensweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konzeption & Vorbereitung – Entwicklung eines einheitlichen Fragebogens, Abstimmung mit Ortsgemeinden, Festlegung der Kommunikationskanäle (Online-Umfrage, postalischer Fragebogen, Vor-Ort-Veranstaltungen). 2. Durchführung der Befragung – Versand/Online-Freischaltung, Durchführung mehrerer Informationsabende und themenspezifischer Workshops; kontinuierliches Monitoring der Rücklaufquoten. 3. Auswertung & Validierung – Statistische Analyse der Daten, Plausibilitätscheck mit Energieverbrauchsdaten; Ableitung von Clustern mit hoher Anschlussbereitschaft. 4. Rückspiegelung & Beteiligung – Präsentation der Ergebnisse an Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit; Diskussion von Maßnahmen zur Steigerung der Anschlussquote (z. B. Incentives, technische Optionen). 5. Integration in Folgeprozesse – Übergabe der Datensätze an das technische Planungsteam zur Netzdimensionierung, Kosten-/Nutzen-Berechnung und Fördermittelakquise. <p>Erwartete Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belastbare Datengrundlage für die räumliche Eignung und Priorisierung von Erschließungsgebieten. • Handlungsempfehlungen zur gezielten Ansprache von Anschlussnehmern und zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit. • Höhere soziale Akzeptanz durch frühzeitige Einbindung und Transparenz. • Verständnis in der Bevölkerung, dass ein Wärmenetz nur funktioniert wenn viele mitmachen 			

10.1.2. Maßnahme Nr.2 – Klärung der Abhängigkeiten von Akteuren in Prüfgebieten

Maßnahme Nr. 2 Klärung der Abhängigkeiten von Akteuren in Prüfgebieten			
Start Ab 2026	Verantwortlich Verbandsgemeinde	Handlungsfeld Strategische Steuerung	Raumebene Teilgebiet 4 Dudenhofen + Prüfgebiete
Dauer fortlaufend	Zeitliche Einordnung Kurz- bis Mittelfristig	Budgetbedarf Personalkosten	Voraussetzung Keine
Beschreibung			
<p>Ab 2026 richtet die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen einen fortlaufenden Abstimmungs- und Klärungsprozess ein, um alle wesentlichen Abhängigkeiten zwischen kommunalen Akteuren und externen Infrastrukturbetreibern in den festgelegten Prüfgebieten transparent darzustellen und vertraglich abzusichern.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dudenhofen (Teilgebiete 1–3) sowie Römerberg-Berghausen (Teilgebiete 1–2) und Römerberg-Heiligenstein (Teilgebiet 1) werden als Prüfgebiete für potenzielle Wärmenetzgebiete geführt. Ihre Realisierung hängt entscheidend von den Ergebnissen der Tiefengeothermie-Probebohrung der Stadtwerke Speyer / geopfaz ab; erst ein erfolgreicher Nachweis der Ergiebigkeit erlaubt eine belastbare Netz- und Investitionsplanung. • Für die gesamte Ortsgemeinde Hanhofen wird ein Wasserstoffnetzgebiet geprüft, dessen Umsetzbarkeit unmittelbar an den Transformationsplan nach § 71k GEG der Pfalzgas gekoppelt ist. Erst ein fertiger oder in Erstellung befindlicher Fahrplan erlaubt die Ausweisung als Wasserstoffnetzgebiet. <p>Die Maßnahme erfasst systematisch – technische, rechtliche und zeitliche – Schnittstellen, erstellt eine Abhängigkeitsmatrix für jedes Prüfgebiet und legt Go-/No-Go-Meilensteine fest. Regelmäßige Workshops mit Stadtwerke Speyer / geopfaz und Pfalzgas sichern den Austausch aktueller Daten (Bohrergebnisse, Transformationsfahrpläne) und verkürzen Entscheidungswege. Die so gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die räumliche Priorisierung der Wärme- und Wasserstoffinfrastruktur, vermindern Planungs- und Investitionsrisiken und schaffen Planungssicherheit für anschließende Netz-, Erzeugungs- und Fördervorhaben. Obwohl die Maßnahme selbst keine unmittelbare THG-Minderung bewirkt, ist sie maßgeblich für die spätere Realisierung emissionsarmer Versorgungsnetze in den geprüften Teilgebieten.</p>			

10.1.3. Maßnahme Nr.3 – Potenzialstudien Wärmenetz-Eignung

Maßnahme Nr. 3 Potenzialstudie Wärmenetz-Eignung			
<p>Start ab 2026 – 2027 mit Fokusgebieten</p> <p>Anschließend weitere Prüfgebiete</p>	<p>Verantwortlich Verbandsgemeinde oder VG-Werke</p>	<p>Handlungsfeld Wärmenetze entwickeln</p>	<p>Raumbene Teilgebiet 4 Dudenhofen + Prüfgebiete</p>
<p>Dauer ca. 4 Monate je Potenzialstudie</p>	<p>Zeitliche Einordnung Mittelfristig</p>	<p>Budgetbedarf Ca. 10.000 – 20.000 € je Potenzialstudie</p>	<p>Voraussetzung Maßnahme 1 erfolgreich</p>
Beschreibung			
<p>Durchführung von Potenzialstudien für potenzielle Wärmenetzgebiete. Bei positiver Bewertung der Wirtschaftlichkeit folgt anschließend die Erstellung einer Machbarkeitsstudie gemäß BEW Modul 1 (siehe Maßnahme 5) der BAFA mit einer Förderung von 50 %.</p> <p>Zielsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machbarkeit absichern – technische + wirtschaftliche Beurteilung jedes Prüfgebiets vor Investitionsentscheidungen. • Förderfähigkeit schaffen – Potenzialstudie ist zwingende Grundlage für BEW-Machbarkeitsstudien (Modul 1, 50 % Zuschuss). • Planungsrisiken minimieren – frühzeitige Identifikation von Show-Stoppem (Hydraulik, Quellenpotenzial, Kostenrange). <p>Vorgehensweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bedarfs- & Potenzialanalyse: Abgleich Anschlussquoten (Maßnahme 1) + Ist-Verbrauchsdaten. 2. Grobkonzept Wärmenetz: Trassenkorridore, Temperatur- und Druckniveau, Hydraulik-Quick-Check. 3. Versorgungskonzept: Screening erneuerbarer Quellen (Solar-, Biomasse-, Geothermie, Groß-WP) inkl. Wärmespeicher-Optionen unter Einbezug Ergebnisse aus Potenzialanalyse und Gespräche mit Akteuren (Maßnahme 2) 4. Wirtschaftlichkeitsabschätzung (CapEx/OpEx): Wärmeerzeugungs- und -verteilungskosten (€/MWh) je Szenario; Sensitivität auf Energiepreis und Anschlussquote. <p>Erwartete Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungsdiagramm <i>Go / Weiter mit Machbarkeitsstudie / Stop.</i> • Kurzbericht (DIN-A4, max. 15 S.) inkl. Kartierung, Kostenkennziffern und Förder-Roadmap. • Inputdaten-Satz für BEW-Antrag (Modul 1) 			

10.1.4. Maßnahme Nr. 4 – Gebietsausweisung beschließen

Maßnahme Nr. 4 Gebietsausweisung beschließen			
Start 2027-2029	Verantwortlich Verbandsgemeinderat und VG-Verwaltung	Handlungsfeld Netzinfrastrukturplanung	Raumbene Teilgebiet 4 Dudenhofen + Prüfgebiete
Dauer -	Budgetbedarf Personalkosten	Zeitliche Einordnung Mittelfristig	Voraussetzung Maßnahme 3 erfolgreich
Beschreibung			
<p>Nach Abschluss von weiteren Untersuchungen und Befragungen sowie einer Entscheidung zur zukünftigen Wärmeversorgungsart in einem Teilgebiet, muss eine Gebietsausweisung für Wärme-, Wasserstoffnetze oder die dezentrale Versorgung erfolgen.</p> <p>Zielsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtssichere Gebietsausweisung für Neu- oder Ausbau von Wasserstoff- bzw. Wärmenetzen gemäß GEG § 71 k ff. • Investitions- und Förderfähigkeit herstellen. • Verbindliche Planungssicherheit für Netz-, Erzeugungs- und Anschlussnehmer-Investitionen schaffen. <p>Vorgehensweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abgleich Potenzialstudien-Ergebnisse – Prüfung technischer Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Anschlussbereitschaft. • Feingranulare Gebiets-Definition – Festlegen räumlicher Abgrenzungen (GIS-Karte), Netztyp (H₂ oder Wärme), Priorität. • Rechts- / Planungsprüfung – Abstimmung mit Flächennutzungs- und Bebauungsplanung, Prüfung energierechtlicher Vorgaben. • Stakeholder-Konsultation – Einbindung Ortsgemeinden, Netzbetreiber, Aufsichtsbehörde; Klärung Lasten-/Nutzenverteilung. • Beschlussvorlage – Erstellung Entscheidungsvorlage, Kosten-/Nutzen-Darstellung, Risikobericht. • Ratsbeschluss & Veröffentlichung – Formeller Beschluss, Bekanntmachung, Übermittlung an Förderstellen. <p>Erwartete Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratsbeschluss samt rechtsverbindlicher Gebietskarte (Shapefile / PDF). • Kooperationsvereinbarungen mit Netz- und Erzeugungsbetreibern (Letter of Intent). • Zeit- und Investitionsplan für nachfolgende Machbarkeits- und Genehmigungsverfahren. 			

10.1.5. Maßnahme Nr. 5 – Machbarkeitsstudie gemäß BEW für Wärmenetzgebiete

Maßnahme Nr. 5 Machbarkeitsstudien gemäß BEW für Wärmenetzgebiete			
Start ab 2028	Verantwortlich Verbandsgemeinde oder VG-Werke	Handlungsfeld Netzinfrastrukturplanung	Raumbene Wärmenetzgebiete
Dauer Modul 1: ca. 1(+1) Jahre je Machbarkeitsstudie	Budgetbedarf Ca. 40.000 – 200.000 € je Machbarkeitsstudie	Zeitliche Einordnung Mittel- bis Langfristig	Voraussetzung Maßnahme 3 erfolgreich Maßnahme 4 umgesetzt
Beschreibung			
<p>Bei positiver Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Potenzialstudie (siehe Maßnahmen 3) sollte in ausgewählten Gebieten eine Machbarkeitsstudie nach BEW Modul 1 durchgeführt werden. Das BEW Modul 1 wird zu 50% gefördert und kann ebenfalls in mehreren Teilschritten erfolgen. Der erste Teilschritt kann bei vorliegender KWP im Bereich von IST- und Potenzialanalyse verkürzt werden. Weiterhin wird ein SOLL-Szenario entwickelt, ein Maßnahmenplan entwickelt und der Kostenrahmen aufgezeigt. Im zweiten Teilschritt wird eine Vorplanung zum Wärmenetz für das erste Maßnahmenpaket durchgeführt.</p> <p>Zielsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische und wirtschaftliche Machbarkeit der vorgesehenen Wärmenetze nachweisen. • Förderfähigkeit für BEW-Modul 2 sichern – Min. 40 % Gesamtförderquote anstreben. • Investitions- und Betreiberentscheidungen auf belastbare CAPEX-/OPEX-Kennzahlen stützen. <p>Vorgehensweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Datenanalyse und Voruntersuchung: Sammlung und Auswertung bestehender Daten (z. B. Wärmebedarfsdichte, Gebäude und Energiedaten) in den Zielgebieten. 2. Stakeholder-Beteiligung: Einbindung von wichtigen Akteuren (z. B. Stadtwerke, Klimaschutzmanager:innen) 3. Technische Analyse: Bewertung der technischen Anforderungen, wie Trassenplanung, Anschlussmöglichkeiten, und verfügbare Wärmeerzeugungskapazitäten. 4. Wirtschaftlichkeitsprüfung: Analyse der Investitions- und Betriebskosten sowie eine Rentabilitätsabschätzung unter Berücksichtigung von Fördermitteln und langfristigen Einsparungen. 5. Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsbewertung: Bewertung des Beitrags zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der kommunalen Klimaziele. 6. Erstellung des Abschlussberichts und Handlungsempfehlungen: Dokumentation der Studienergebnisse und Empfehlungen für die nächsten Schritte im Wärmenetzausbau. <p>Erwartete Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machbarkeitsbericht inkl. räumlicher Verortung, Kostenermittlung und THG-Bilanz. • Finanzierungs- und Förderantragspaket für BEW-Modul 2 / 4 (inkl. Wirtschaftlichkeitsnachweis gem. § 6 BEW-RL). • Entscheidungsvorlage für Werksausschuss / Gemeinderat zum Projektstart. • Roadmap bis Baubeginn: Genehmigungen, Ausschreibungen, Vertragsschlüsse, Bauphasen. 			

10.2. Katalog weiterer Maßnahmen zur Erreichung der Wärmewende

Tabelle 32 Maßnahmenkatalog

Nr.	Verantwortlich	Maßnahme	Effekt
1	VG und VG-Werke	Stärkung VG-Werke Wissensaufbau und personelle Stärkung der Verbandsgemeindewerke Römerberg-Dudenhofen als potenzieller Wärmenetzbetreiber und Koordinationsstelle für technische Angelegenheiten in der Wärmewende.	Erneuerbare Energien; Wärmenetze; Personal und Finanzierung
2	VG	Koordinations- und Kommunikationsstelle Einrichtung einer übergreifenden Koordinations- und Kommunikationsstelle Wärmewende innerhalb des Fachbereich 2 Natürliche Lebensgrundlage und Bauen zur Verankerung der Aufgaben aus Umsetzung bzw. Projektmanagement und Fortschreibung der Wärmeplanung sowie zur Schaffung eines Bewusstseins und Akzeptanz für dezentrale Wärmelösungen in der Verbandsgemeinde.	Energieeinsparung; Erneuerbare Energien; Wärmenetze; Dezentrale Wärmeversorgung; Personal und Finanzierung
3	VG	Selbstverpflichtende Klimaneutralität Selbstverpflichtende Klimaneutralität bei Neu- und Umbauten sowie Sanierungen eigener Liegenschaften der Verbandsgemeinde.	Energieeinsparung; Erneuerbare Energien; Wärmenetze; Dezentrale Wärmeversorgung
4	Koordinations- und Kommunikationsstelle Wärmewende, Klimaschutzmanager:in, Ggf. ext. Planungsbüros	Sanierungssteckbriefe für Musterhäuser Erstellung von Sanierungssteckbriefen für typische Musterhäuser innerhalb der VG. Diesen sollen Beispiele für Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen und dezentrale Wärmeversorgungsvarianten aufzeigen und somit ein Wegweiser der Wärmewende sein.	Energieeinsparung; Erneuerbare Energien; Dezentrale Wärmeversorgung
6	VG, Klimaschutzmanager:in, Energieberater	Energieberatung Die Stärkung der lokalen Energieberatung unterstützt die Bürger:innen dabei ihre Gebäude energetisch optimal zu optimieren und die richtigen Fördermöglichkeiten zu nutzen.	Energieeinsparung; Erneuerbare Energien; Dezentrale Wärmeversorgung
7	VG, Klimaschutzmanager:in, ext. Planungsbüros, Bauträger, Energieversorger	Verpflichtende Wärmeversorgungskonzepte Verpflichtung zur Untersuchung von erneuerbaren Wärmeversorgungskonzepten für Neubaugebiete.	Erneuerbare Energien; Wärmenetze; Dezentrale Wärmeversorgung
8	Gemeindewerke Dudenhofen und Pfalzwerke Netze	Stromnetzanalyse Stromnetzanalyse und Ausbauplan auf Basis der Ergebnisse des Wärmeplans, bzw. aus anschließenden Maßnahmen.	Dezentrale Wärmeversorgung
9	VG und OG	Konzessionsverträge Integration von Wärmewende-Vorgaben in die nächste Vergabe der Konzessionsverträge	Dezentrale Wärmeversorgung

10	VG und OG	Unterstützung von EE-Gemeinschaften und Bürgerenergiegenossenschaften	Erneuerbare Energien
11	VG	Schaffung ergänzender Fördermöglichkeiten	Personal und Finanzierung
12	VG, Koordinations- und Kommunikationsstelle Wärmewende, Klimaschutzmanager:in,	Informationsreihen und Beratungsangebote Informationsreihen und Beratungsangebote zu dezentralen Versorgungslösungen mit Schwerpunkt auf Wärmepumpenlösungen	Dezentrale Wärmeversorgung
13	VG und VG-Werke	Einführen einer interdisziplinäre Infrastrukturplanungsstelle Einführen einer interdisziplinäre Infrastrukturplanungsstelle zur Findung und Nutzung von Synergien bei Bau- und Tiefbaumaßnahmen.	Wärmenetze; Personal und Finanzierung
14	VG	Energetisches Flächenmanagement integrieren Flächenmanagement zur Nutzung von erneuerbaren Energien in die Bauleitplanung integrieren. Dazu zählt unter anderem die Prüfung von freiwerdenden Flächen auf eine energetische Nutzbarkeit sowie das verfügbar machen von Flächen für den Ausbau von erneuerbaren Energien.	Erneuerbare Energien
15	VG	Interaktive Gebietskarte auf Homepage Veröffentlichung einer interaktiven Gebietskarte auf der Homepage der Verbandsgemeinde zur Einteilung in (voraussichtliche) Wärmeversorgungsgebiet mit aufzeigen der wichtigsten Hard Facts zu den jeweiligen Gebieten.	

10.3. Fokusgebiete

Die Auswahl und detaillierte Betrachtung einzelner Fokusgebiete stellt eine sinnvolle Ergänzung zur übergeordneten Wärmeversorgungsplanung dar. Während auf gesamtkommunaler Ebene strategische Ziele und Handlungsschwerpunkte identifiziert wurden, bieten Fokusgebiete die Möglichkeit, exemplarisch aufzuzeigen, wie spezifische infrastrukturelle, städtebauliche und energetische Rahmenbedingungen in konkrete Umsetzungsstrategien übersetzt werden können. Ziel ist es, die Erkenntnisse aus diesen exemplarischen Gebieten auf ähnliche Strukturen innerhalb der Verbandsgemeinde zu übertragen und damit eine Skalierbarkeit zukünftiger Maßnahmen zu gewährleisten.

Die Auswahl der Fokusgebiete basiert auf verschiedenen Kriterien, darunter eine erhöhte Wärmedichte, die Nähe zu bestehenden oder potenziellen erneuerbaren Wärmequellen (z. B. Kläranlagen oder Wasserwerke), eine möglichst homogene Eigentümerstruktur sowie bestehende oder geplante Transformationsimpulse (z. B. Bauleitplanung, Modernisierungsvorhaben oder Förderprojekte). Zusätzlich wurde auch die Relevanz öffentlicher Infrastrukturen wie Schulen, Kitas oder Verwaltungseinrichtungen berücksichtigt, um gezielt Anknüpfungspunkte für kommunale Investitionen und Vorbildprojekte zu schaffen.

Die folgenden Teilabschnitte beschreiben zwei Fokusgebiete der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen im Detail. Sie beinhalten sowohl eine räumlich-strukturelle Analyse als auch erste technisch-wirtschaftliche Einschätzungen möglicher Versorgungskonzepte. Ziel ist es, konkrete Anhaltspunkte für eine vertiefte Planung oder Umsetzung zu liefern und die praktische Anwendbarkeit der übergeordneten Wärmeplanung zu illustrieren.

10.3.1. Dudenhofen Nord – Erweiterung des Gebäudenetzes

Das nördlich gelegene Teilgebiet 4 in Dudenhofen (s. Abbildung 50) umfasst ein Areal von rund 12 Hektar zwischen der Jahnstraße und der Iggelheimer Straße. Das Gebiet ist geprägt durch öffentliche Infrastruktur mit hoher Wärmelast: Neben zwei Schulen, einer Kita, einer Sporthalle und einer Festhalle befinden sich der Bauhof und die örtliche Feuerwehr sowie etwa 25 weitere Gebäude, überwiegend Mehrfamilienhäuser, innerhalb des Quartiers. Trotz der vergleichsweise geringen Anzahl an Gebäuden ergibt sich durch weitläufige Flächen wie Pausenhöfe, Parkplätze und Sportanlagen eine Ausdehnung von ca. 500 m in Nord-Süd-Richtung. Die Eigentumsverhältnisse sind fragmentiert – mit Akteuren aus u. A. privatem Besitz, Ortsgemeinde, Verbandsgemeinde und Landkreis – was potenziell die Realisierung koordinierter Versorgungslösungen erschweren kann. Die Gebäude stammen im Durchschnitt aus dem Jahr 1973 und weisen einen mittleren energetischen Standard auf.



Abbildung 50 Fokusgebiet Dudenhofen Nord

Der gegenwärtige Wärmebedarf des Gebiets liegt bei etwa 3,4 GWh/a. Die aktuelle Wärmeversorgung erfolgt überwiegend über Erdgas und Heizöl zu ungefähr gleichen Anteilen. Ein besonderes lokales Potenzial bietet das angrenzende Wasserwerk: Es liefert über das Jahr hinweg konstant 10 °C warmes Wasser mit stabiler Durchflussrate, was eine attraktive, temperaturstabile Quelle für den Betrieb von Wärmepumpen darstellt. Bilanziell könnte dieses Potenzial den gesamten Wärmebedarf des Gebiets decken. Jedoch erlaubt die begrenzte sofort nutzbare Wärmeleistung (ca. 300 kW) ohne zusätzliche Wärmespeicher oder weiterer Wärmeerzeugungsanlagen nur eine Versorgung weniger Gebäude. Die topografische Besonderheit des Gebiets – namentlich die großflächig versiegelten oder unbebauten Areale (Parkplätze, Sportplätze) – ermöglicht jedoch die synergetische Nutzung von oberflächennaher Geothermie auf diesen Flächen

Die Ergebnisse der Wärmegestehungskosten (LCOH) belegen, dass unter diesen Voraussetzungen eine leitungsgebundene Lösung mit ca. 0,45 €/kWh gegenüber einer dezentralen Versorgung mit ca.

0,28 €/kWh in erster Prognose unwirtschaftlicher ist. Dies gilt es jedoch in einer Potenzialstudie genauer zu betrachten und zu bewerten.

Ein beispielhafter Netzverlauf ist in Abbildung 51 dargestellt. Hierbei wurde bewusst darauf geachtet teure Tiefbaukosten durch Verlegung unter Straßen zu vermeiden.



Abbildung 51 Fokusgebiet Dudenhofen Nord mit möglichem Netzverlauf und Wärmeerzeugungsanlagen

Ein weiterer Vorteil des Fokusgebiets liegt in der bereits bestehenden Gebäudenetz zwischen den beiden Schulen und der Sporthalle, was sich kostensenkend auf die Leitungsinfrastruktur auswirken kann. Die dortigen Ankerkunden mit hohen, kontinuierlichen Wärmebedarf bieten darüber hinaus eine solide Grundlage für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes. Die resultierende hohe Wärmelinien-dichte in Teilbereichen unterstützt diesen Ansatz zusätzlich.

Die durchgeführte Bewertung zeigt, dass eine rein zentralisierte Lösung, unter heutigen wirtschaftlichen Randbedingungen, einer dezentralen Versorgung benachteiligt ist (s. Abbildung 42 und Abbildung 43). Durch eine hohe Anschlussquote, der genauen Ermittlung der Tiefbaukosten und ggf. zusätzlichen Kosteneinsparungen bspw. durch Synergieeffekte im Tiefbau sowie der Ergänzung durch oberflächennahe Geothermie kann sich jedoch mittelfristig eine wirtschaftliche und emissionsarme leitungsgebundene Versorgungslösung entwickeln. Für eine belastbare Entscheidungsgrundlage sind jedoch vertiefte Analysen auf Basis realer Verbrauchs- und Quelltemperaturdaten erforderlich und empfohlen.

10.3.2. Harthausen – Erweiterung der kalten Nahwärme

Das Fokusgebiet im Osten von Harthausen (s. Abbildung 52) erstreckt sich über eine Fläche von rund 14 ha und liegt unmittelbar angrenzend an das bereits bestehende kalte Nahwärmenetz. Es wird begrenzt durch die Speyerer Straße, die Zwerchgasse, Rappengasse, Johannesstraße sowie die Adolf-Cuntz-Straße. Das Gebiet weist eine dichte Bebauungsstruktur auf und ist geprägt durch eine heterogene Gebäudestruktur mit vorwiegender Wohnnutzung. Ergänzt wird diese durch punktuelle GHD- und Sonstiges sowie darunter auch ein Supermarkt. Die Gebäude stammen im Durchschnitt aus dem Jahr 1964, befinden sich überwiegend in Privateigentum und weisen einen vergleichsweise hohe spezifische Wärmelinienendichte auf (überwiegend zwischen 6.500 und 8.000 kWh/ma). Der jährliche Wärmebedarf im Fokusgebiet beträgt rund 7,3 GWh/a. Die aktuelle Wärmeversorgung erfolgt über Heizöl und Erdgas; kleinere Anteile entfallen auf Heizstrom und weitere Energieträger.



Abbildung 52 Fokusgebiet Harthausen inklusive möglichem kaltem Nahwärmenetz und Erzeugungsanlage

Die technische Idee besteht darin, das vorhandene Netz in das Gebiet hinein zu erweitern und das Potenzial des Abwasserpumpwerks über einen Abwasserwärmetauscher zu erschließen. Die dort anfallende Abwärme bietet ein technisch einfach erschließbares und emissionsarmes Wärmequellenpotenzial mit einer geschätzten thermischen Jahresenergie von ca. 2,9 GWh/a. Im betrachteten Szenario wird unterstellt, dass 40 % der Gebäude im Fokusgebiet an das kalte Netz angeschlossen werden, was etwa 2,9 GWh/a an zu deckendem Bedarf entspricht und somit bilanziell mit der Kläranlagenabwärme korrespondiert.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse wurden keine zusätzlichen Bohrungen oder geothermischen Erschließungsmaßnahmen berücksichtigt. Die Einbindung weiterer Quellen, wie der Abwärme der Kälteanlage des Supermarktes, wurde zwar technisch als denkbar identifiziert, aber bislang weder monetär noch technisch bewertet.

Die Bewertung der kalten Nahwärmeversorgung erfolgte analog zur Methodik in Kapitel 8.1 und wurde mit einer dezentralen Versorgung mittels individueller Wärmepumpenlösungen verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass unter den gegebenen Randbedingungen und Annahmen zu Anschlussquote und Investitionskostenstruktur die zentrale Lösung mittels kaltem Nahwärmenetz niedrigere Wärmegestehungskosten aufweisen.

Ein bedeutsamer Aspekt für die weitere Planung liegt in der Anschlussquote. Sollte diese über die angenommenen 40 % hinaus steigen, erhöht sich entsprechend auch der zu deckende Wärmebedarf im

Netzgebiet. Das Potenzial der Kläranlage wäre dann nicht mehr ausreichend. In diesem Fall müsste die zusätzliche Bedarfsdeckung durch weitere Wärmequellen, beispielsweise durch zusätzliche oberflächennahe Geothermie wie Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren erfolgen. Um die Machbarkeit dieser Optionen bewerten zu können, wäre zunächst zu analysieren, wie viele Bohrungen technisch nötig und genehmigungsrechtlich und flächenbezogen realisierbar wären und in welchem Maß dies die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems beeinflusst. Aufgrund dieser Abhängigkeit zwischen Anschlussquote, Wärmebedarf und technischer Skalierbarkeit sollte im Vorfeld eine gezielte Befragung der Eigentümerinnen und Eigentümer im Gebiet durchgeführt werden, um das konkrete Anschlussinteresse zu ermitteln. Auf der dadurch geschaffenen Datengrundlage lässt sich das Versorgungskonzept aussagekräftiger dimensionieren und wirtschaftlich bewerten.

Obwohl das Konzept technisch und wirtschaftlich vielversprechend erscheint, sind einige Aspekte bei der Umsetzung zu beachten. Die Eigentumsverhältnisse im Quartier sind stark fragmentiert, was die Konsensbildung erschwert. Auch technisch erfordert die Einbindung der Kläranlage eine sorgfältige Abstimmung hinsichtlich der hydraulischen Dimensionierung und der ganzjährigen Verfügbarkeit der Wärmequelle. Die thermischen Leistungsprofile müssen mit dem saisonal schwankenden Bedarf des Quartiers abgeglichen und ggf. mit Speichern ausgeglichen werden. Schließlich sollte auch die Einbindung weiterer Wärmequellen (wie der Abwärme des Supermarktes) in künftigen Planungsschritten tiefergehend geprüft werden, um mögliche Effizienzgewinne zu realisieren.

Insgesamt bietet das Fokusgebiet ein hohes Potenzial für die erfolgreiche Umsetzung eines klimaneutralen Wärmeversorgungskonzepts auf Basis kalter Nahwärme. Die Ergebnisse der Wärmegegestehungskosten (ohne Förderung: 0,22 €/kWh; mit Förderung: 0,20 €/kWh) legen nahe, dass dieses Modell unter den derzeitigen Rahmenbedingungen vorteilhaft sein kann. Demnach wird eine Nahwärmelösung für dieses Fokusgebiet als interessant eingeschätzt und eine Vor- bzw. Machbarkeitsstudie zur weitergehenden Untersuchung und Nachschärfung des Konzeptes empfohlen.

11. Verstetigung und Controlling

Um die zuvor festgelegte Umsetzungsstrategie erfolgreich umzusetzen, ist es wichtig, die Prozesse im Zusammenhang mit der kommunalen Wärmeplanung dauerhaft zu verankern und ein effizientes Controlling einzuführen. Dabei sollte es das Ziel sein, Maßnahmen und Indikatoren kontinuierlich zu integrieren, systematisch zu überwachen und bei Bedarf flexibel anzupassen. Ein gut funktionierendes Monitoring spielt eine entscheidende Rolle dabei, Fortschritte zu messen, Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und gezielt Verbesserungen vorzunehmen.

Durch klare Strukturen, festgelegte Verantwortlichkeiten und regelmäßige Erfolgskontrollen kann gewährleistet werden, dass die Energiewende im Wärmebereich nachhaltig umgesetzt wird. Eine Strategie zur Verstetigung zusammen mit einem Begleit-Controlling schaffen die notwendigen Rahmenbedingungen, um das Ziel bis 2040 zu erreichen. Gleichzeitig ermöglicht diese auch, die Maßnahmen stetig anzupassen, um den sich ständig ändernden Herausforderungen der Transformation gerecht zu werden und die Wirksamkeit dauerhaft sicherzustellen.

11.1. Verstetigungsstrategie

Um die Prozesse dauerhaft zu sichern und die Weiterentwicklung der Wärmeplanung voranzutreiben, ist die Einrichtung einer zentralen Koordinationsstelle für die Wärmewende unerlässlich. Zu den wichtigsten Aufgaben zählen die Steuerung und Abstimmung der laufenden Prozesse:

1. Jährliche Überprüfung der Indikatoren und Maßnahmen des Controllings
2. Kontinuierliche Information der Politik und Öffentlichkeit
3. Regelmäßiges Prüfen von Finanzierungsoptionen und Akquise von Fördermitteln
4. Koordination mit anderen Planungsprozessen
5. Förderung der integrierten Wärmeplanung durch Fortführung der internen und abteilungsübergreifenden Zusammenarbeit
6. Gezielter Austausch mit weiteren Akteuren wie Wohnungswirtschaft oder Handwerkskammer

Das detaillierte Controllingkonzept wird in Kapitel 11.2 vorgestellt.

Durch kontinuierliche Informationen können die geplanten Maßnahmen besser vermittelt werden, was wiederum die Akzeptanz und Unterstützung erhöht. Mögliche Elemente einer solchen Informationspflege sind

1. Regelmäßige Kurzberichte zum Stand der Umsetzung der Wärmeplanung
2. Bereitstellung eines digitalen Zwillings der Energieversorgung auf der Website der Verbandsgemeinde
3. Aktuelle Informationen zum Ausbau der Wärmenetze
4. Angebote zur Beratung beim Heizungstausch und zu Fördermöglichkeiten

Die Umsetzung der Wärmewende erfordert erhebliche Investitionen in Infrastruktur, Technik und Personal. Es ist wichtig, Eigenmittel frühzeitig im Haushalt einzuplanen und laufend nach weiteren Finanzierungsmöglichkeiten zu suchen. Förderprogramme können dabei helfen, den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu beschleunigen und faire Kostenverteilungen sicherzustellen. Stand August 2025 gibt es beispielsweise folgende Förderangebote

1. BAFA: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
2. BAFA: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), auch für private Eigentümer
3. BAFA: Energieberatung für Wohngebäude
4. KfW: Klimaschutzoffensive für Unternehmen
5. Bundesweite Energieberatung durch Verbraucherzentralen
6. Fördermittel-Übersicht der Energieagentur Rheinland-Pfalz
7. Förderdarlehen der Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz (ISB)
8. Machbarkeitsstudien im Rahmen der kommunalen Richtlinie aus der NKI

Die Wärmeplanung sollte in enger Verbindung mit anderen kommunalen Planungen erfolgen, etwa der Gemeindeentwicklung und der Bauleitplanung. Ein integrierter Ansatz ermöglicht, Synergien zu nutzen und Ressourcen effizienter einzusetzen. Das gilt auch für die Umsetzung: So ist die Abstimmung des Ausbaus der Wärmenetze mit anderen Tiefbaumaßnahmen und Infrastrukturprojekten sinnvoll. Dies erfordert kontinuierlichen Austausch zwischen verschiedenen Fachgruppen innerhalb der Gemeindeverwaltung sowie die Zusammenarbeit mit externen Akteuren.

Durch die gezielte Einbindung weiterer Akteure, wie Wohnungswirtschaft oder Handwerksbetriebe, kann die Umsetzung aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und verbessert werden. Zudem fungieren diese Akteure als Multiplikatoren für Informationen und Best Practices.

11.2. Controlling-Konzept

Zunächst wird festgelegt, ob ein Top-Down- oder ein Bottom-Up-Konzept erstellt werden soll. Beim Bottom-Up-Konzept werden die Ausführenden stark in die Zielsetzungen eingebunden. Durch regelmäßiges Feedback aller Beteiligten können Anpassungen an die aktuellen Bedingungen schnell umgesetzt werden. Dabei muss jedoch darauf geachtet werden, dass das übergeordnete Ziel nicht aus dem Fokus gerät. Beim Top-Down-Controlling werden Ziele und Rahmenbedingungen vorgegeben. Die Steuerung erfolgt zentral und die Meilensteine resultieren direkt aus den Zielen.

Für beide Konzeptvarianten muss zunächst das Ziel vonseiten der Kommune definiert werden. Zur Erreichung dieses Ziels werden verschiedene messbare Meilensteine / Indikatoren festgelegt. Zudem wird für die Erreichung der jeweiligen Meilensteine ein Budget festgelegt. Nach Ablauf des vorher festgelegten Umsetzungszeitraums werden die Meilensteine analysiert und durch einen Abgleich von Plan-Zustand und Ist-Zustand ggf. an die aktuellen Rahmenbedingungen bzw. gesetzlichen Vorgaben angepasst. Danach findet erneut eine Arbeitsphase statt. Dieser Prozess wird wiederholt, bis die Umsetzung abgeschlossen ist.

Das Monitoring dieses Prozesses erfolgt durch die Verbandsgemeinde.

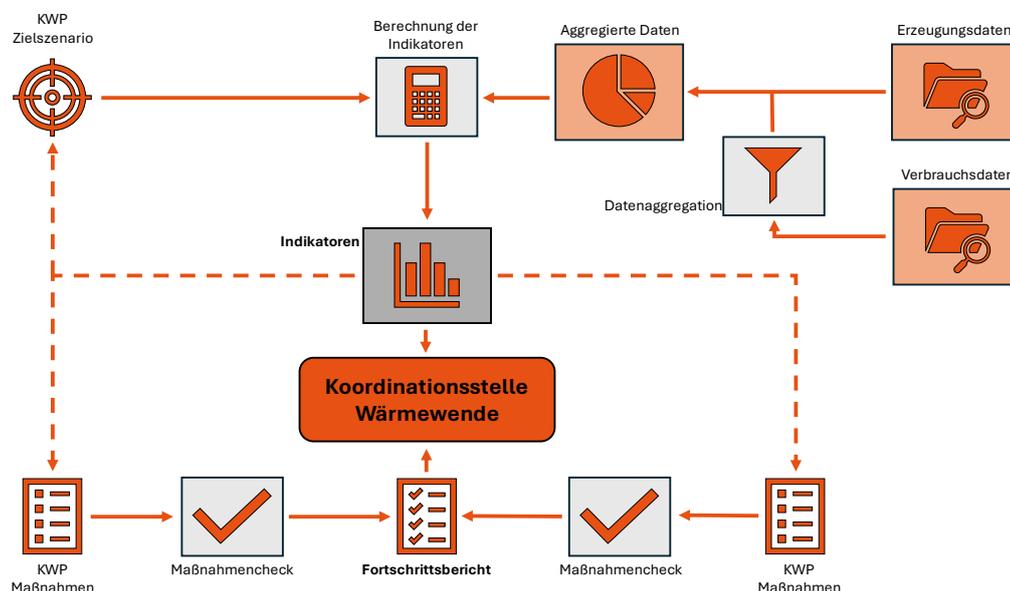


Abbildung 53 Skizzierung des Controlling-Konzeptes

Das festgelegte Ziel der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen ist eine 100 % erneuerbare und CO₂-freie Wärmeerzeugung im Jahr 2040.

Die aktuellen Vorgaben gemäß Anlage 2 Abschnitt III des WPG sieht eine Überprüfung der Indikatoren in den Jahren 2030 und 2035 vor. Die vom WPG vorgesehenen Indikatoren sind:

- **Jährlicher Endenergieverbrauch** der gesamten Wärmeversorgung (differenziert nach Sektoren und Energieträgern in kWh/a)
- **Jährliche Treibhausgasemissionen** (in t CO₂-Äquivalent)
- **Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärmeversorgung** (nach Energieträgern in kWh/a und deren prozentualem Anteil)
- **Anzahl und Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss**
- **Endenergieverbrauch aus Gasnetzen** (nach Energieträgern in kWh/a)
- **Anzahl und Anteil der Gebäude mit Gasnetzanschluss**

Für die Stützjahre 2030 und 2035 müssen quantifizierbare Zwischenergebnisse für alle Indikatoren festgelegt werden. Werden in der Zwischenzeit die gesetzlichen Vorgaben verschärft oder die gesetzten Ziele nicht eingehalten, müssen die Indikatoren bei der Überprüfung so angepasst werden, dass das Ziel der CO₂-freien Wärmeerzeugung im Jahr 2040 dennoch erreicht werden kann. Die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen informiert die Akteure, die die Indikatoren umsetzen, dann über die Änderung. Diese sorgen für deren Einhaltung bis zur nächsten Zwischenüberprüfung.

12. Fortschreibung der Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein dynamischer Prozess, der sich kontinuierlich weiterentwickelt. Dazu zählen Fortschritte in den Teilgebieten, Rückmeldungen von Bürger*innen und anderen Akteuren sowie gesetzliche und politische Änderungen.

Das Wärmeplanungsgesetz sieht eine Aktualisierung der Wärmeplanung alle fünf Jahre vor. Nur so können die gestarteten Prozesse aufrechterhalten, der aktuelle Stand der Energieversorgung regelmäßig erhoben und ausgewertet sowie auf abweichende Tendenzen schnell reagiert werden.

13. Fazit und Ausblick

Die Untersuchung der Bestands- und Potenzialdaten ergibt ein deutliches Bild: Wenn in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen die Gebäude konsequent saniert werden, kann der jährliche Endenergiebedarf für Raumheizung und Warmwasser von etwa 293 GWh auf rund 262 GWh bis 2040 reduzieren. Diese Einsparung von rund einem Fünftel basiert auf einer realistischen Annahme einer durchschnittlichen Sanierungsrate von ein Prozent pro Jahr und berücksichtigt dabei moderate demografische Veränderungen sowie den künftig milderen Heizgradtag-Index.

Für die Darstellung der Versorgung im Zieljahr wurden zwei Szenarien entwickelt. Szenario 1 setzt auf eine fast vollständige Einzelversorgung mit Luft- und Sole-Wärmepumpen. Zwar ist hier CO₂-Minderung möglich, der Rückgang der Emissionen verläuft jedoch eher flach, da die Jahresarbeitszahlen kleiner Anlagen begrenzt bleiben und größere Stromnetzverstärkungen notwendig wären. Szenario 2 dagegen fokussiert auf den Ausbau leitungsgebundener Wärmesysteme: Kalte Nahwärme in Neubaugebieten, mittelgroße Fernwärmeinstallationen in den Kernorten sowie Großwärmepumpen unter Nutzung von Fluss- und Klarwasser. Ab 2035 ergibt sich in diesem Szenario ein deutlich steilerer Emissionsabbaupfad, und bis 2040 liegt der Restemissionswert gut zehn Prozent niedriger als bei Szenario 1.

Szenario 2 wird daher als Zielbild empfohlen. Hier sollen bis 2040 rund 57 Prozent der Gebäude durch erneuerbar gespeiste Wärme versorgt werden, 20 Prozent sind an ein regionales Wasserstoffnetz angebunden, und die verbleibenden 23 Prozent werden dezentral, vor allem mit Luft- aber auch mit Erd-Wärmepumpen, versorgt. Eine tatsächliche Realisierung von Szenario 2 und der damit einhergehenden Wärmenetze hängt jedoch von mehreren Hürden und Herausforderungen ab, welche erst im Anschluss an den Wärmeplan bewertet werden können.

In wirtschaftlicher Hinsicht ist bei beiden Szenarien mit steigenden Wärmekosten zu rechnen. Dennoch zeigt ein Kostenvergleich, dass leitungsgebundene Lösungen ab Mitte bis Ende der 2030er Jahre aufgrund leicht höherer Wirkungsgrade, dadurch niedrigerer Betriebsstromanteile und besserer Skaleneffekte die günstigeren Wärmekosten pro kWh bieten, sofern eine hohe Anschlussquote erreicht wird. An dieser Stelle muss jedoch nochmal betont werden, dass hier nicht die tatsächlichen Endkundenpreise ermittelt und angegeben werden können und die Kostenprognosen auf heutigen Annahmen beruhen.

Um das Zielbild in Szenario 2 erfolgreich umzusetzen, wurden fünf priorisierte Maßnahmen in Steckbriefen festgelegt, die aufeinander aufbauen. Weitere unterstützende aber wichtige Maßnahmen wurden in einem Katalog niedergeschrieben. Die Umsetzung der Maßnahmen wird alle fünf Jahre überprüft. Erste Fortschrittsberichte für 2029/30 umfassen die Kalibrierung des Verbrauchsmodells mit realen Anschluss- und Betriebsdaten, die Aktualisierung des tiefergeothermischen Potenzials durch eine Probebohrung der Geopflanz, eine Wasserstoff-Guideline in Abstimmung mit dem Gasnetztransformationsplans sowie eine Analyse der gesellschaftlichen Verträglichkeit.

In Summe bestätigt die vorliegende Analyse, dass die Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen mit einer klug kombinierten Strategie aus Gebäudeeffizienz, dezentralen Wärmepumpen und erneuerbar gespeisten Netzen das landespolitisch vorgegebene Zieljahr 2040 einhalten kann. Voraussetzung ist die konsequente Umsetzung der skizzierten Maßnahmen, ihre Finanzierung und ein fortlaufender Dialog mit allen relevanten Akteuren. Gelingt dies, wird die Verbandsgemeinde rechtzeitig über eine ökologisch tragfähige, volkswirtschaftlich effiziente und sozial ausgewogene Wärmeversorgung verfügen.

14. Anhang

14.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ebenen der Kommunikation	10
Abbildung 2 Kartografischer Ausschnitt aus dem digitalen Zwilling mit Luftbild-Layer der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen und Speyer	12
Abbildung 3 Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude	14
Abbildung 4 Gebäude der Verbandsgemeinde Dudenhofen und Römerberg nach Baualtersklasse absolut und anteilig	15
Abbildung 5 Baublockbezogene Darstellung der Hauptnutzungsart der Gebiete	16
Abbildung 6 Ausgewählte Schutzgebiete im Gebiet der Verbandsgemeinde Dudenhofen-Römerberg	17
Abbildung 7 Wärmebilanz der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen nach Energieträgern	18
Abbildung 8 Wärmebilanz nach Verbrauchergruppen	19
Abbildung 9 Energiebilanz je Ortsgemeinde	20
Abbildung 10 THG-Emissionen je Ortsgemeinde	20
Abbildung 11 CO ₂ -Emissionen nach Energieträger	21
Abbildung 12 Blockdarstellung des Energieverbrauchs der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen	22
Abbildung 13 Anzahl der Gebäude nach Baualtersklasse und Sanierungsstand	29
Abbildung 14 Sanierungspotenzial in Blockfelddarstellung	31
Abbildung 15 Nutzungsart der Feldblöcke (links) und Biomassenpotenzial für Wärme aus Biogas (rechts)	32
Abbildung 16 Genehmigungsfähigkeit von Erdwärmesonden in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen	35
Abbildung 17 Überblickkarte des Solarthermie-Potenzials in der Verbandsgemeinde Römerberg-Dudenhofen je Ortschaft	37
Abbildung 18 Modell des Temperaturniveaus bei -3000 m Normalnull (NN)	39
Abbildung 19 Monatliches Abwasserpotenzial sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr	41
Abbildung 20 Mögliche Einbindung der Abwasserwärme Kläranlage Römerberg	42
Abbildung 21 Monatliches Abwasserpotenzial Kläranlage Hanhofen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr	42
Abbildung 22 Monatliches Abwasserpotenzial Abwasserpumpwerk Harthausen sowie die Leistungszahlen der Wärmepumpe über das Jahr	43
Abbildung 23 Mittlere Windgeschwindigkeit bei 140 m Höhe	46
Abbildung 24 Wärmeliniendichte Hanhofen	55
Abbildung 25 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Hanhofen	56
Abbildung 26 Einteilung der Gemeinde Hanhofen in Teilgebiete	57
Abbildung 27 Wärmeliniendichte Römerberg-Mechtersheim	62
Abbildung 28 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Mechtersheim	63
Abbildung 29 Einteilung der Gemeinde Römerberg-Mechtersheim in Teilgebiete	64
Abbildung 30 Wärmeliniendichte Römerberg-Berghausen	69
Abbildung 31 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Berghausen	70

Abbildung 32 Einteilung des Ortsteils Römerberg-Berghausen in Teilgebiete	71
Abbildung 33 Wärmeliniendichte Römerberg-Heiligenstein	75
Abbildung 34 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung - Römerberg-Heiligenstein	76
Abbildung 35 Einteilung des Ortsteils Römerberg-Heiligenstein in Teilgebiete	77
Abbildung 36 Wärmeliniendichte Dudenhofen	82
Abbildung 37 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung – Dudenhofen	83
Abbildung 38 Einteilung der Gemeinde Dudenhofen in Teilgebiete.....	84
Abbildung 39 Wärmeliniendichte Harthausen	90
Abbildung 40 Wärmebedarfsdichte in Baublockdarstellung – Harthausen	91
Abbildung 41 Einteilung der Gemeinde Harthausen in Teilgebiete.....	92
Abbildung 42 Wärmegestehungskosten ohne Förderung	101
Abbildung 43 Wärmegestehungskosten mit 40% Förderung auf Investitionskosten	101
Abbildung 44 Indikatoren und Rahmen des Zielszenarios (Quelle: Darstellung Öko-Institut; Leitfaden Wärmeplanung)	107
Abbildung 45 Endenergieverbrauch für Wärme und Anzahl an Gebäudeanschlüssen ans Gasnetz – Szenario 1.....	109
Abbildung 46 Endenergieverbrauch für Wärme – Szenario 2.....	110
Abbildung 47 Anzahl an Gebäuden mit Wärme- / Wasserstoff- / Gasnetzanschluss sowie dezentral versorgte Gebäude	111
Abbildung 48 Endenergieverbrauch – Wärme nach Sektoren sowie die THG-Emissionen der gesamten Verbandsgemeinde	111
Abbildung 49 Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung [Quelle: Darstellung ifeu 2024; Leitfaden Wärmeplanung].....	115
Abbildung 50 Fokusgebiet Dudenhofen Nord	124
Abbildung 51 Fokusgebiet Dudenhofen Nord mit möglichem Netzverlauf und Wärmeerzeugungsanlagen	125
Abbildung 52 Fokusgebiet Harthausen inklusive möglichem kaltem Nahwärmenetz und Erzeugungsanlage.....	126
Abbildung 53 Skizzierung des Controlling-Konzeptes	129

14.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Bearbeitungszeitraum des Wärmeplans	6
Tabelle 2 Spezifische Emissionsfaktoren zur Ermittlung der Treibhausgasbilanz	20
Tabelle 3 Zusammenfassung der Potenziale	49
Tabelle 4 Allgemeingültige qualitative Bewertung nach Versorgungsart	52
Tabelle 5 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Hanhofen	54
Tabelle 6 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten - Hanhofen	58
Tabelle 7 Gesamtschau der qualitativen Bewertung - Hanhofen	59
Tabelle 8 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Mechtersheim	61
Tabelle 9 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Römerberg-Mechtersheim	65
Tabelle 10 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Mechtersheim; Teilgebiet 1 und 2	66
Tabelle 11 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Mechtersheim; Teilgebiet 3 und 4	66
Tabelle 12 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Berghausen	68
Tabelle 13 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Römerberg-Berghausen	72
Tabelle 14 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Berghausen; Teilgebiet 1 und 2	73
Tabelle 15 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Berghausen; Teilgebiet 3 und 4	73
Tabelle 16 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsteil Römerberg-Heiligenstein	74
Tabelle 17 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Römerberg-Heiligenstein	78
Tabelle 18 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Heiligenstein; Teilgebiet 1	79
Tabelle 19 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Römerberg-Heiligenstein; Teilgebiet 2 und 3	79
Tabelle 20 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Dudenhofen	81
Tabelle 21 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Dudenhofen	85
Tabelle 22 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 1 bis 3	87
Tabelle 23 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 4	87
Tabelle 24 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Dudenhofen; Teilgebiet 5 und 6	87
Tabelle 25 Realisierungsrisikos und Versorgungssicherheit für Wärmenetz, Wasserstoffnetz und dezentrale Versorgung auf Ebene der gesamten Ortsgemeinde Harthausen	89
Tabelle 26 Qualitative Bewertung der Wärmegestehungskosten – Harthausen	93
Tabelle 27 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Harthausen; Teilgebiet 1	94
Tabelle 28 Gesamtschau der qualitativen Bewertung – Harthausen; Teilgebiet 2 bis 4	94
Tabelle 29 Gesamtüberblick über Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	96
Tabelle 30 Zusammenfassung der im Detail zu betrachteten Gebiete mit ihren Versorgungsvarianten	97
Tabelle 31 Wärmebedarf für die Jahre 2025, 2030, 2035 sowie dem Zieljahr 2040	108
Tabelle 32 Maßnahmenkatalog	121

14.3. Glossar

VGRD	Verbandsgemeinde Römerberg Dudenhofen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
GEG	Gebäudeenergiegesetz
WPG	Wärmeplanungsgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
PV	Photovoltaik
PVT	Kombination aus Photovoltaik und Solarthermie
SWS	Stadtwerke Speyer
GWD	Gemeindewerke Dudenhofen
THG	Treibhausgas
COP	Coefficient of Performance: Kennzahl zur Bewertung der Effizienz von Wärmepumpen in einem definierten Betriebspunkt
JAZ	Jahresarbeitszahl: Kennzahl zur Bewertung der Effizienz von Wärmepumpen über ein Jahr gemittelt
LCOH	Levelized Cost of Heat – Wärmegestehungskosten

14.4. Verwendete Parameter Wärmegestehungskosten

Die spezifischen Investitionskosten sowie die Betriebskosten wurden aus dem Technikkatalog entnommen.

Allgemeine Parameter

Parameter	Wert	Einheit
Anschlussquote ans Netz	70	%
Realer Zinssatz i	0,03	
Lebensdauer n	20	Jahre
Beginn der Anlage	2030	
Investitionstätigkeit	Jetzt	
Anteil der Bereitschaft ans Wärmenetz	25 / 50 / 75	%
Anteil der dezentralen Lösungen (bei Wärmenetz)	75 / 50 / 25	%
Anteil der Bereitschaft ans Wasserstoffnetz	80	%
Anteil der dezentralen Lösungen (bei Wasserstoffnetz)	20	%
Anteil von Luftwärmepumpen bei dezentralen Lösungen	95	%
Anteil von Erdwärmepumpen bei dezentralen Lösungen	5	%
JAZ Flusswasserwärmepumpe	2,5	
JAZ Kläranlagenwärmepumpe	2,2	
JAZ Luftwärmepumpe	2	
JAZ Erdwärmesonden zentral	2,3	
JAZ Solewasserwärmepumpe dezentral	3	
JAZ Wärmepumpe Wasserwerk	2,5	
JAZ Tiefengeothermie	5,9	
Anlagenüberdimensionierung durch Netzverluste	5	%
Zusätzliche Energiemenge durch Netzverluste	10	%
Förderung auf Investitionskosten	40	%
Zusätzliche Investitionskosten	20	%
Stromkosten (Industriestrom)	25	ct/kWh
Stromkosten (Haushaltsstrom)	40	ct/kWh

Die spezifischen Investitionskosten sowie die Betriebskosten wurden aus dem Technikkatalog entnommen.

Spezifische Investitionskosten

Parameter	Wert	Einheit
Anlagentechnik Luftwärmepumpe	1.982	€/kW
Großwärmepumpe Klarwasser/Abwasser/Wasserwerk	1.243	€/kW
Großwärmepumpe Gewässer	978	€/kW
Biomasseheizwerk	902	€/kW

	Oberflächennahe Geothermie – dezentrale Wärme- zeugung	3.491	€/kW
Infrastruktur	Konventionelles Wärmenetz (Verteilnetz)	2.251	€/m
	Konventionelles Wärmenetz (Hausanschlussleitung)	13.897	€/An- schluss
	Kaltes Nahwärmenetz (Hauptleitungsstrang)	656	€/m
	Kaltes Nahwärmenetz (Hausanschlussleitung)	9.402	€/An- schluss

Jährliche Operation und Maintenance Kosten

Parameter		Wert	Einheit
Anlagentechnik	Luftwärmepumpe	38	€/kW*a
	Großwärmepumpe Klarwasser/Abwasser/Wasserwerk	31	€/kW*a
	Großwärmepumpe Gewässer	24	€/kW*a
	Biomasseheizwerk	9	€/kW*a
	Oberflächennahe Geothermie – zentrale Wärme- erzeugung		
	Oberflächennahe Geothermie – dezentrale Wärme- erzeugung (Versorgerseitig)	100	€/m ¹⁴
	Oberflächennahe Geothermie – dezentrale Wärme- erzeugung (Abnehmerseitig)	38	€/kW*a
Infrastruktur	Konventionelles Wärmenetz (Verteilnetz)	1	%
	Kaltes Nahwärmenetz (Hauptleitungsstrang)	1	%

¹⁴ <https://www.listando.de/p/was-kostet-eine-bohrung-fur-erdwaerme/>

14.5. Gesamtübersicht

Ortsge- meinde und Gebiet	Versor- gungsart	Anschluss- quote (%)	Gesamtinvesti- tionskosten (ohne Förderung) (€)	Gesamtinvesti- tionskosten (mit Förderung) (€)	O&M (€/a)	Fuel (€/a)	Q _{th} (kWh)	Gestehungs- kosten (ohne Förderung) (€/kWh)	Gestehungs- kosten (mit Förderung) (€/kWh)
Römerberg- Mechters- heim TG 1+2	Klarwasser- Wärme- pumpe	Nicht von An- schlussquote abhängig, da Potenzial < Bedarf	22.545.878	13.527.527,04	3.110.635	10.518.827	84.150.617	0,430	0,323
Römerberg- Mechters- heim TG1+2	Flusswasser- wärmepumpe	25	27.811.331	16.686.798,51	4.384.343	9.895.175	89.956.141	0,468	0,344
Römerberg- Mechters- heim TG 1+2	Flusswasser- wärmepumpe	50	36.157.345	21.694.407,17	6.195.392	19.790.351	179.912.282	0,345	0,265
Römerberg- Mechters- heim TG 1+2	Flusswasser- wärmepumpe	75	44.520.036	26.712.021,68	8.006.441	29.685.526	296.868423	0,305	0,239
Römerberg- Mechters- heim TG 1	Kaltes Nah- wärmenetz Erdsonden	25	23.115.902	13.869.540,96	3.038.917	11.215.554	84.116.653	0,444	0,334
Römerberg- Mechters- heim TG 1	Kaltes Nah- wärmenetz Erdsonden	50	42.543.246	25.525.947	5.588.300	22.431.108	168.233.307	0,419	0,318
Römerberg- Mechters- heim TG 1	Kaltes Nah- wärmenetz Erdsonden	75	66.959.307	37.175.584,32	8.137.683	33.646.661	252.349.960	0,411	0,313
Römerberg- Heiligenstein TG 1	Kaltes Nah- wärmenetz Erdsonden	25	23.914.468	14.348.681	2.734.133	12.545.497	94.091.225	0,417	0,315
Römerberg- Heiligenstein TG 1	Kaltes Nah- wärmenetz Erdsonden	50	42.565.978	25.539.587	4.770.419	25.090.993	188.182.451	0,385	0,294

Römerberg-Heiligenstein TG 1	Kaltes Nahwärmernetz Erdsonden	75	61.206.205	36.723.723	6.806.705	37.636.490	282.273.676	0,374	0,288
Dudenhofen TG 4	Wasserwerk	Nicht von Anschlussquote abhängig, da Potenzial < Bedarf	2.579.782	1.547.869,03	415.712	759.160	6.680.606	0,562	0,408
Harthausen TG 1	Klarwasser-Wärmepume	Nicht von Anschlussquote abhängig, da Potenzial < Bedarf	8.912.033	5.347.219,68	1.028.305	5.735.738	45.885.902	0,342	0,264
Harthausen TG 1	Kaltes Nahwärmernetz Erdsonden	25	22.952.302	13.771.381,22	4.241.473	11.810.479	88.580.616	0,440	0,337
Harthausen TG 1	Kaltes Nahwärmernetz Erdsonden	50	41.889.884	25.133.930,44	6.660.196	23.621.498	177.161.232	0,407	0,313
Harthausen TG 1	Kaltes Nahwärmernetz Erdsonden	75	61.206.205	36.723.723	6.808.705	37.636.490	282.273.676	0,374	0,288
Gesamte Verbandsge- meinde	Dezentrale Versorgung		351.627.059	210.976.236	100.631.862	709.117.578	3.605.682.598	0,322	0,283

