



Zwischenbericht
Kommunale Wärmeplanung Pirmasens

- Bestands- und Potenzialanalyse -

Stadt Pirmasens

Kontakt



Fichtner GmbH & Co. KG
Sarweystraße 3
70191 Stuttgart

www.fichtner.de



Philipp Klughardt
+49 (30) 609765-35

Philipp.Klughardt@fichtner.de

Fichtner GmbH & Co. KG
Standort Stuttgart

Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber von Fichtner und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Fichtner haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
1.1	Bedeutung der Kommunalen Wärmeplanung in der Wärmewende	6
1.2	Zielsetzung und Ablauf der KWP	6
1.3	Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	8
1.4	Ausgangssituation der Stadt Pirmasens.....	10
1.5	Klarstellung der Verbindlichkeit der KWP.....	10
2	Beteiligung	11
3	Bestandsanalyse	12
3.1	Datenerhebung, und -aufbereitung.....	12
3.2	Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	12
3.3	Energieinfrastruktur	14
3.4	Wärmebedarf und -verbrauch.....	16
3.5	Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme	19
3.6	Beispiele: Projekte im Untersuchungsgebiet	21
3.6.1	Energiepark Pirmasens-Winzeln	21
3.6.2	Quartierslösung Nahwärmeversorgung An der Ziegelhütte.....	21
4	Potenzialanalyse	23
4.1	Energieeinsparung durch Sanierung.....	23
4.2	Sektorkopplungstechnologien.....	25
4.2.1	Wärmepumpen.....	26
4.2.2	Stromdirektheizungen	27
4.3	Erneuerbare Energien.....	27
4.3.1	Solarenergie.....	27
4.3.2	Geothermie	27
4.3.3	Biomasse	30
4.3.4	Wasserstoff und grüne Gase	31
4.3.5	Umgebungsluft.....	32
4.4	Abwärme	33
4.4.1	MHKW	33

4.4.2 Flusswasserwärme	33
4.4.3 Abwasserkanäle und Kläranlagen	33
4.4.4 Industrielle Abwärme	34

1 Einführung

1.1 Bedeutung der Kommunalen Wärmeplanung in der Wärmewende

Bis 2045 soll Deutschland klimafreundlich heizen. Auch die Wärmeversorgung der Stadt Pirmasens soll zukünftig effizient und kostengünstig ohne den Einsatz fossiler Energien gestaltet werden. Die geordnete Weiterentwicklung der Wärmeversorgung und der dafür notwendigen Infrastruktur sowie die Bereitstellung der erforderlichen Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energien sind ohne Wärmeplanung vor Ort kaum möglich.

Hierfür schreibt das Wärmeplanungsgesetz (WPG) eine lokale Wärmeplanung für alle Städte und Gemeinden in Deutschland vor, um die Klimaziele im Jahr 2045 zu erreichen. Das WPG ist gemeinsam mit der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes am 1. Januar 2024 in Kraft getreten.

Ziel des WPG ist eine flächendeckende Wärmeplanung in Deutschland. Das Bundesgesetz verpflichtet alle Kommunen, einen Wärmeplan bis spätestens 30. Juni 2028 vorzulegen; Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern müssen dies bis zum 30. Juni 2026 erledigt haben (§ 4 Abs. 2 WPG). Der Wärmeplan dient als Orientierungshilfe und hat keine rechtliche Außenwirkung. Er begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten (§ 23 Abs. 4 WPG). Das WPG fordert in § 30 den Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien in neuen Wärmenetzen sowie in § 31 die vollständige Klimaneutralität in Wärmenetzen bis 2045. Diese Vorgaben werden in der Wärmeplanung von Pirmasens berücksichtigt. Fossile Wärmeerzeuger, wie beispielsweise Erdgas-KWK-Anlagen, sind darin nicht vorgesehen.

Die Kommunale Wärmeplanung (abgekürzt KWP) wird die Grundlagen für eine klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung schaffen. Das gilt einerseits in Gebieten mit Wärmenetzen und andererseits dort, wo Einzellösungen zum Einsatz kommen. Außerdem muss sie für alle Bürgerinnen und Bürger transparent aufzeigen, wie die Transformation bzw. der Umbau der Wärmeversorgung erfolgen soll. Damit sollen Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen informiert werden, ob sie künftig mit einem Fernwärmeanschluss rechnen können oder sich für eine andere klimafreundliche Heizungsoption entscheiden sollten.

1.2 Zielsetzung und Ablauf der KWP

Die grundlegende Zielsetzung dieses Kommunalen Wärmeplans ist die langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Stadt Pirmasens. Der Kommunale Wärmeplan zeigt dafür den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung sowie verschiedene Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, unvermeidbarer Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis erneuerbarer Energien auf.

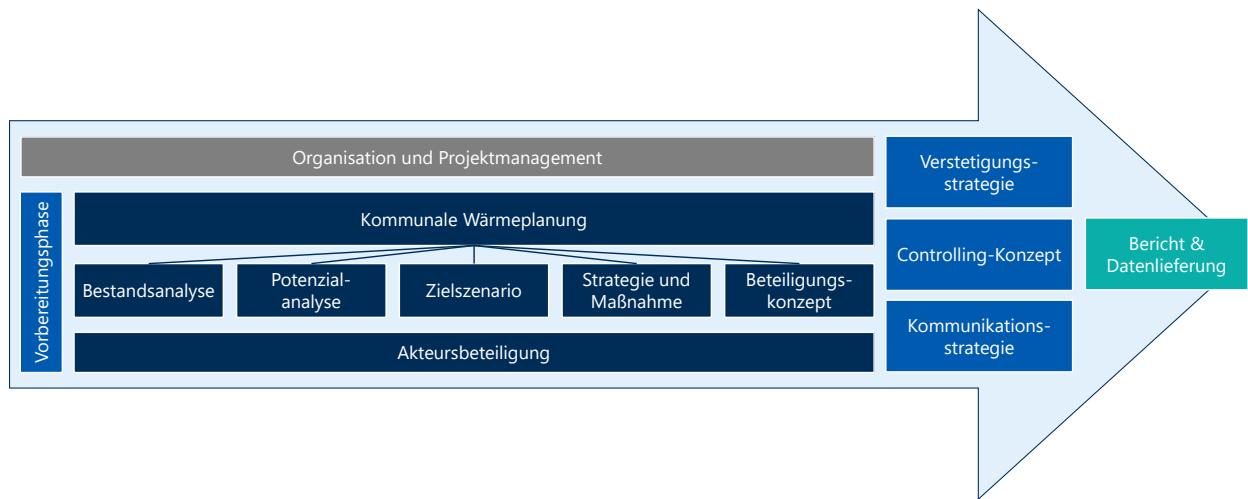


Abbildung 1: Übersicht und allgemeiner Ablauf einer KWP.

Von der Bestandsanalyse ausgehend ist entsprechend den Anforderungen aus dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze ein mit den städtischen Beschlusslagen vereinbartes, treibhausgasneutrales Zielszenario für 2045 mit den voraussichtlichen Zwischenzielen 2030, 2035 und 2040 zu entwickeln.

Die Bestands- & Potenzialanalyse bilden die erste Phase der KWP ab. Im Rahmen der Bestandsanalyse wird eine Ist-Situation der aktuellen Wärmenachfrage und der Energieversorgung der Stadt Pirmasens aufgenommen. Hierzu gehören die Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, Beheizungsstrukturen, Gebäudesanierungszuständen, sowie Gas- und Wärmenetzen. Die Potenzialanalyse stellt lokale, erneuerbare Wärmeversorgungsoptionen und Abwärmepotenziale sowie Effizienzmaßnahmen auf, die im Untersuchungsgebiet nutzbar gemacht werden können.

Darauf aufbauend werden Zielszenarien und Entwicklungspfade für das aktuell gültige Treibhausgasminderungsziel erarbeitet und die dazu gehörige räumlich aufgelöste zukünftige Versorgungsstruktur je Betrachtungsgebiet beschrieben. Dies gelingt durch die Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelversorgung sowie die Aufstellung klimafreundlicher und wirtschaftlich tragfähiger Wärmeversorgungs- und Technologiekonzepte.

Die Bestands- & Potenzialanalyse und die Zielszenarien bilden die Basis für die Wärmewendestrategie. Im Rahmen der Wärmewendestrategie werden neben einem Transformationspfad zur Umsetzung des Kommunalen Wärmeplans ein Maßnahmenkatalog, Umsetzungsprioritäten und ein Zeitplan für die nächsten Jahre aufgestellt.

Gleichzeitig muss der Kommunale Wärmeplan auch zu den übrigen Zielen der Stadtentwicklung passen. Deswegen ist ein Abgleich mit bereits formulierten Zielen und Maßnahmen der Stadt und weiteren Energie- und Infrastrukturplanungen erforderlich.

Das Controlling-Konzept wird einen Rahmen für die kontinuierliche Prüfung der Effekte aus der Maßnahmenumsetzung schaffen. Weiterhin dient das Controlling dazu, die wesentlichen Rahmenbedingungen im Blick zu behalten. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann es notwendig sein, Potenzialanalyse, Zielszenarien und Maßnahmenkatalog anzupassen.

Das Verstetigungskonzept umfasst die Darstellung von notwenigen Organisationsstrukturen sowie die Zuweisung von Verantwortlichen oder Zuständigkeiten innerhalb der Strukturen der Stadt und der Stadtwerke Pirmasens. Das Ziel ist eine effiziente Umsetzung des Kommunalen Wärmeplans inklusive Fortschreibung der Zielsetzung durch die Stadt mit Unterstützung der Stadtwerke Pirmasens.

Um die Auftraggeberin und die relevanten Akteure (Fachabteilungen der kommunalen Verwaltung, Pirmasenser Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Wirtschaftsförderung, Planungsbetroffene, IHK, Handwerk) über den Stand der KWP zu informieren und zu beteiligen, werden im Rahmen der Akteursbeteiligung zu definierten Meilensteinen Workshops mit Facharbeitsgruppen und den relevanten Akteuren durchgeführt. Die Durchführung von Bürgerforen stellt sicher, dass die Bürgerschaft über Projektinhalte und Fortschritt während der Projektlaufzeit informiert ist.

Das Ziel der Kommunikationsstrategie ist es, die Ergebnisse der KWP weitreichend zu kommunizieren und einen gemeinsamen Konsens sowie Informationsflüsse zwischen den Beteiligten und betroffenen Parteien sicherzustellen.

Wärmenetze für die Wärmewende

Warum ist der Ausbau von Wärmenetzen wichtig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung?

1. Effizienzsteigerung: Durch den Einsatz von Wärmenetzen wird die Effizienz bei der Wärmeerzeugung erhöht. Anstatt dezentral in jedem Gebäude Wärme zu erzeugen, können mehrere Gebäude über ein zentrales Wärmenetz mit Wärme aus einer Erzeugungsanlage oder Abwärme versorgt werden.
2. Nutzung erneuerbarer Energien: Wärmenetze ermöglichen die effiziente Einbindung erneuerbarer Energien wie Biomasse, Solarthermie oder Geothermie. Großanlagen zur Wärmeerzeugung können eine höhere Auslastung erreichen und somit die Kosten für erneuerbare Energien senken.
3. Flexibilität: Wärmenetze bieten die Möglichkeit, verschiedene Wärmequellen miteinander zu kombinieren, um eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherzustellen.
4. Reduktion von CO2-Emissionen: Durch den Ausbau von Wärmenetzen können fossil befeuerte Heizsysteme durch klimafreundlichere Alternativen ersetzt werden. Dies verringert die CO2-Emissionen und trägt zur Erreichung der Klimaziele bei.
5. Skalierbarkeit: Wärmenetze können je nach Bedarf erweitert oder reduziert werden, was eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auf lokale Gegebenheiten ermöglicht.

1.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) wurde am 8. September 2023 vom Bundestag verabschiedet und trat am 1. Januar 2024 in Kraft. Ziel des GEG 2024 ist es, energetische Anforderungen an beheizte oder klimatisierte Gebäude umzusetzen. Sowohl Neubauten als auch Bestandsgebäude müssen anteilig – und langfristig vollständig – mit erneuerbarer Energie beheizt werden.

Ab dem 1. Juli 2026 dürfen in Städten mit über 100.000 Einwohnern nur noch Heizungsanlagen installiert werden, die mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder

unvermeidbarer Abwärme erzeugen (§ 71 Abs. 1 GEG 2024). In Städten bis 100.000 Einwohnern, darunter Pirmasens, gilt diese Pflicht spätestens nach dem 30. Juni 2028. Konventionelle Gas- und Ölheizungen dürfen ab diesem Zeitpunkt nicht mehr eingebaut werden. Reparaturen und der Weiterbetrieb bestehender Anlagen (z. B. Gasheizungen) bleiben jedoch erlaubt. Für komplexe Heizsysteme, wie Etagenheizungen, gelten besondere Übergangsfristen, die bis zu 13 Jahre betragen können (§ 71I GEG 2024).

Heizungen in Neubauten müssen ab dem 1. Januar 2024 die Vorgaben des § 71 Abs. 1 GEG 2024 erfüllen. Für Neubauten, die Baulücken schließen, gelten dieselben Fristen wie für Bestandsgebäude – in Pirmasens also ab dem 30. Juni 2028.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz nennt folgende Optionen, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erfüllen:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- Wärmepumpe
- Biomasseheizung (z. B. Holz, Pellets)
- Stromdirektheizung (nur in sehr gut gedämmten Gebäuden)
- Hybridheizungen (z. B. Wärmepumpe kombiniert mit Gas- oder Biomasseheizung)
- Solarthermie (falls der gesamte Wärmebedarf gedeckt wird)
- Gasheizungen mit mindestens 65 % nachhaltigem Biomethan oder biogenem Flüssiggas

Die Fristen des GEG sind mit denen des WPG abgestimmt, jedoch unabhängig vom Fortschritt der Wärmeplanung in einzelnen Kommunen. Pirmasens muss bis zum 30.06.2028 einen Wärmeplan vorlegen (§ 4 Abs. 2 WPG). Ab dem 1. Juli 2026 gilt das GEG auch dann, wenn die Wärmeplanung noch nicht abgeschlossen sein sollte.

In Pirmasens wurden bislang keine verbindlichen Entscheidungen zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen getroffen. Daher gelten aktuell weder die Übergangsfristen nach § 71j GEG 2024 noch finanzielle Ansprüche, die bei ausbleibendem Netzbau entstehen könnten. Diese Regelungen greifen erst, wenn beispielsweise ein Energieversorgungsunternehmen den Bau eines Wärmenetzes zusichert und entsprechende Verträge geschlossen werden.

Das GEG 2024 stellt somit eine klare und verbindliche Grundlage für die Wärmewende dar, mit dem Ziel, fossile Heiztechnologien schrittweise durch klimafreundliche Alternativen zu ersetzen.

Abgrenzung zum WPG

Das GEG regelt die Anforderungen an die energetische Ausstattung von Einzelgebäuden, insbesondere den Einsatz erneuerbarer Energien für Heizsysteme. Das WPG hingegen legt den Fokus auf die strategische, kommunale Planung der Wärmeversorgung. Es dient der flächendeckenden Dekarbonisierung von Wärmenetzen und verpflichtet Städte und Gemeinden, Wärmepläne zu erstellen, die klimafreundliche Infrastrukturen fördern.

Während das GEG direkte Vorgaben für Eigentümer enthält, ist das WPG ein Instrument der übergeordneten Planung ohne rechtliche Auswirkung auf Einzelpersonen.

1.4 Ausgangssituation der Stadt Pirmasens

Die Stadt Pirmasens hat die Erneuerbare Energien Pirmasens GmbH, ein Unternehmen der Stadtwerke Pirmasens GmbH, mit der Durchführung der KWP beauftragt. Als lokaler Energieversorger und Betreiber des örtlichen Strom-, Gas- und Wärmenetzes sind die Stadtwerke so optimal in den Prozess der Erstellung der KWP eingebunden. Durch den frühzeitigen Beginn der KWP können eine solide Datengrundlage und optimale Beteiligung der relevanten Akteure sichergestellt werden sowie Erkenntnisse frühzeitig genutzt werden. Die Erneuerbare Energien Pirmasens GmbH hat das Unternehmen FICHTNER als Dienstleister beauftragt. FICHTNER weist fundierte Erfahrung in der Durchführung Kommunaler Wärmeplanungen vor und setzt moderne Informationstools zur Datenanalyse ein. So wird z.B. ein digitales Gebäudemodell als digitaler Zwilling des Untersuchungsgebiets erstellt. Dieses ermöglicht die Abbildung aller relevanten Daten und Infrastrukturen. So können auf Basis eines gebäudescharfen Wärmemodells aggregierte Analysen zu Wärmedichten, Wärmeliniendichten, Potenzialen zur Erzeugung grüner Wärme, etc. erstellt werden.

Hinweis: Ggf. Ergänzungen weiterer Projekte bzw. Ziele im Kontext der Klimaneutralität

1.5 Klarstellung der Verbindlichkeit der KWP

Laut WPG ist die KWP eine rechtlich unverbindliche strategische Fachplanung. Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen. Der Wärmeplan hat keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Wärmenetzbetreiber bzw. Energieversorgungsnetzbetreiber müssen den Kommunalen Wärmeplan allerdings bei Ihrer Planung berücksichtigen. Bei der Erstellung von Dekarbonisierungsfahrplänen oder Transformationsplänen nach dem WPG müssen Ergebnisse der KWP ebenfalls beachtet werden.

Darüber hinaus muss die städtische Verwaltung den Wärmeplan bei ihrer Bauleitplanung berücksichtigen. Für die Ausweisentscheidung von Versorgungsgebieten nach WPG §26 muss ebenfalls der Kommunale Wärmeplan zugrunde gelegt werden.

2 Beteiligung

Im Rahmen der KWP werden sowohl Bürgerinnen und Bürger als auch unterschiedliche Akteure von den Fortschritten und den Ergebnissen informiert und am Prozess beteiligt. Die Partizipation dient dazu, breite Akzeptanz der Ergebnisse zu schaffen und Bereitschaft bei der Umsetzung der Wärmewende zu fördern.

Daher wurde von Beginn ein Akteursbeteiligungskonzept entwickelt und entsprechende Formate zur Einbindung der einzelnen Akteure festgelegt. Die relevanten Akteursgruppen sind:

- Stadtrat / kommunalpolitische Gremien
- Verwaltung
- Energieunternehmen
- Handwerker, Schornsteinfegerinnung
- Industrie / Großverbraucher / Abwärmelieferanten
- Immobilienbestandshalter
- Landwirtschaft
- Öffentlichkeit

In jeder der o.g. Akteursgruppen wurden Einzelakteure identifiziert und sowohl deren Interessen und Ziele im Kontext der KWP als auch deren Rolle und Einfluss auf die KWP analysiert. Darauf basierend wurden verschiedene Formate zur Einbindung identifiziert und für jeden Einzelakteur das entsprechende Format festgelegt. Die genutzten Formate sind Besprechungstermine (Jour-Fixes), Vorstellungstermine, Öffentliche Veranstaltungen, Interviews, Fragebögen und Berichterstattung. Folglich wurde z.B. ein Projektteam bestehend aus Vertretern der Stadtwerke als lokaler Energieversorger sowie Vertretern des Stadtplanungs- und Tiefbauamts gegründet, welches sich in zweiwöchigen Jour-Fixes zum aktuellen Fortschritt der Arbeiten ausgetauscht hat. So wurde eine enge Verzahnung mit den städtischen Zielen sichergestellt. Datenabfragen haben über Fragebögen und Interviews stattgefunden. Außerdem wurde regelmäßig in der Presse über den Start sowie Fortschritt berichtet. Öffentliche Bürgerforen sowie städtische Gremien dienen zur Vorstellung von Zwischenergebnissen.

Hinweis: Spätere Kurzdokumentation der (weiteren) Veranstaltungen

3 Bestandsanalyse

Die Basis der Wärmeplanung für die Stadt Pirmasens ist die Analyse und Bewertung des Wärmebedarfs sowie der vorhandenen Energieinfrastruktur. Die Bestandsanalyse beginnt mit der Erhebung von Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypologien, der Versorgungsstrukturen von Gas- und Wärmenetzen und dem Verbrauch von Gas, Fernwärme und anderen Energieträgern. Darauf aufbauend werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen im Bereich Wärme bestimmt.

Ein wesentliches Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des Energiebedarfs, der auf den Wärmesektor zurückzuführen ist. Für die anschließende Potenzialanalyse stellen diese Ergebnisse die wesentliche Grundlage dar, um Abschätzungen des zukünftigen Wärmebedarfs und der potenziellen Wärmedeckungsanteile ableiten zu können.

3.1 Datenerhebung, und -aufbereitung

Im Rahmen der KWP werden unter Einhaltung aller datenschutzrechtlichen Vorgaben eine Vielzahl von Daten ausgewertet. Dazu zählen unter anderem gebäudescharfe Informationen der Bestandsbebauung (z.B. Gebäudetyp, Nutzung, Fläche, Baujahr), Energieversorger (z.B. Verbrauch Gas, Fernwärme und Leitungsdaten), und Marktstammdatenregister (z.B. Standort KWK- und PV-Anlagen). Die Rechtsgrundlagen für Datenerhebung/-verarbeitung und Datenschutz finden sich in den §§ 10-12 und 15 sowie Anlage 1 des WPG.

Öffentliche Datenquellen sind in den meisten Fällen lückenhaft und weisen Fehler auf. Aus diesem Grund wurden zwei Datensätze des kommerziellen Datenanbieters GEOMER herangezogen. Die Datensätze fullHAUSde und Wärmealas 3.0 stellen gebäudescharfe Informationen zur Bestandsbebauung und Wärmebedarfe vollständig und in hoher Qualität zur Verfügung. Alle Daten werden in der Folge bereinigt und auf Plausibilität geprüft, um eine fehlerlose Weiterverwendung zu gewährleisten. Schließlich werden weitere Randbedingungen aus der Akteurseinbindung berücksichtigt (z.B. Baugenossenschaften). Relevante Informationen aus den Schornsteinfegerdaten (z.B. adressscharfe Informationen über dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen nach Art der Wärmerzeuger einschließlich eingesetztem Energieträger) wurden von den Schornsteinfegern in Pirmasens zur Verfügung gestellt.

Die Aufbereitung und Bearbeitung der Daten erfolgt mit Hilfe von QGIS, einem Open-Source Geographischen-Informationssystem (GIS).

3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

In diesem Kapitel werden die der KWP zugrunde gelegten Gebäudeinformationen erläutert. Für die Umsetzung einer Wärmeplanung sind geobasierte Informationen über die Bestandsbebauung unabdingbar.

Jedem Gebäude wird ein Wärmeverbrauch zugeordnet. Über die Nutzungsart des Gebäudes kann dann eine Unterscheidung in verschiedene Nutzungssektoren wie Nichtwohngebäude / Wohngebäude, und auch ob ein Gebäude beheizt wird oder nicht, durchgeführt werden.

Bei der Aufbereitung werden Geobasisinformationen zu Bestandsgebäuden zusammengesetzt, topologisch geprüft und mit Informationen aus weiteren Quellen ergänzt. Die Gebäudeinformationen beinhalten Baualtersklassen, Gebäudetyp und die Zuweisung von Nutzungskategorien zu den verschiedenen Gebäuden. Im Pirmasenser Stadtgebiet haben ca. 11.600 Gebäude einen Wärmebedarf. Davon sind etwa 95% Wohngebäude, 3% öffentliche Gebäude und der Rest entfällt auf Industrie und Gewerbe. Nachfolgende Abbildungen fassen wesentliche Ergebnisse der Gebäudetypologie zusammen.

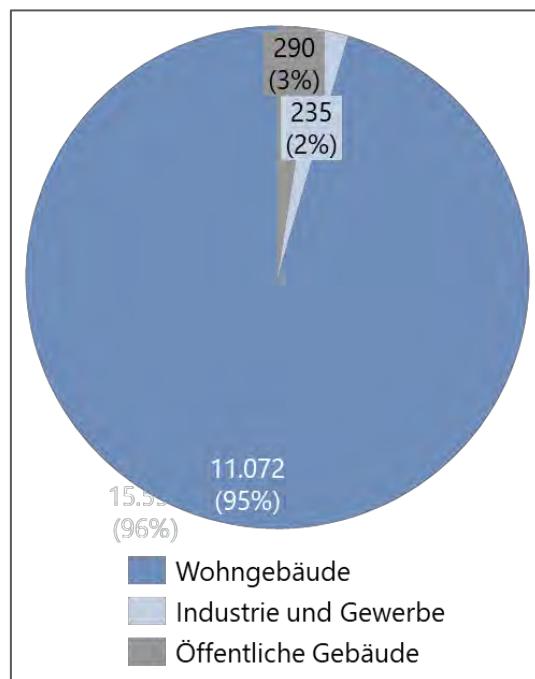


Abbildung 2: Anzahl beheizter Gebäude nach Typ.

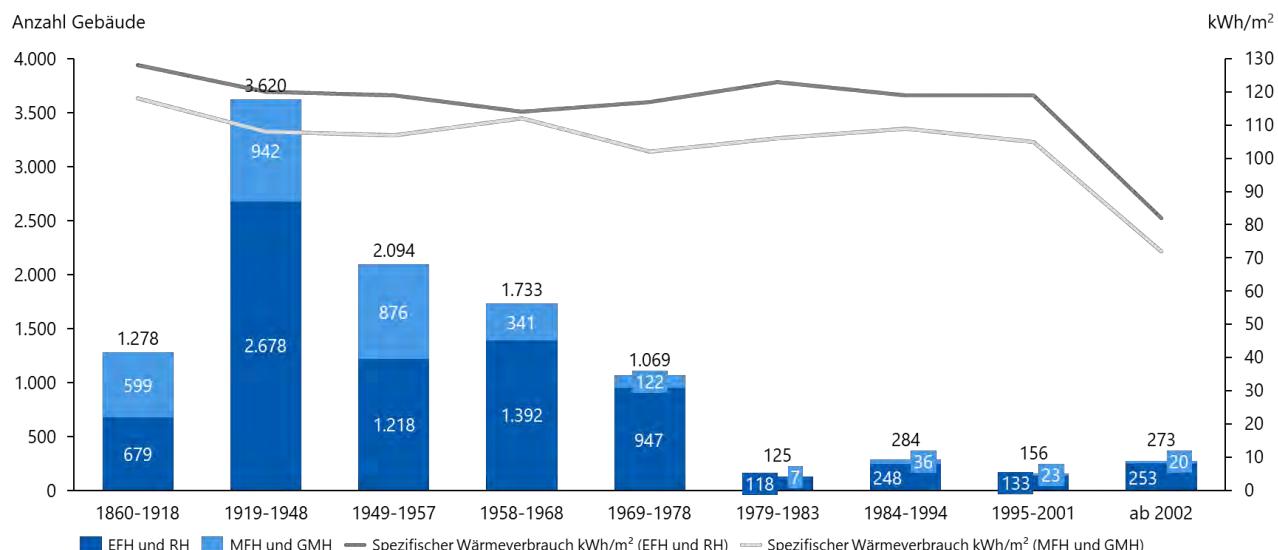


Abbildung 3: Anzahl Gebäude nach Baualtersklasse, Gebäudetyp und spezifischer Wärmeverbrauch.

Denkmalschutz

Für die Umsetzung einer möglichen energetischen Sanierung ist die Kenntnis über das Vorliegen einer Vorgabe für Denkmalschutz eine wichtige Information. Steht ein Gebäude unter Denkmalschutz, kann es zu erheblichem Mehraufwand bei der Sanierung kommen.

Eigentümerstruktur

Die Eigentümerverhältnisse im Gebäude sind eine für die Entwicklung von netzbasierten Versorgungskonzepten wertvolle Information. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Realisierbarkeit von potenziellen Wärmenetzen signifikant erleichtert wird, wenn hierfür wenige Eigentümer mit großen Gebäuden anzuschließen sind (z.B. Baugenossenschaften, Unternehmen, institutionelle Eigentümer). Das Vorhandensein von sogenannten Ankerkunden (hoher Verbrauch) ist bedeutend für die gesicherte Wärmeabnahme, für die wirtschaftliche Rentabilität und damit auch für die Realisierungswahrscheinlichkeit.

3.3 Energieinfrastruktur

Die Stadtwerke Pirmasens Versorgungs GmbH ist mit den Hauptaufgaben der Strom-, Gas-, Wasser-, und Wärmeversorgung der Kernversorger in Pirmasens. Die Stadtwerke betreiben die Fernwärme- und Gasinfrastruktur in der Stadt, welche nachfolgend kurz beschrieben wird.

Fernwärmennetz

Die Stadtwerke betreiben ein etwa 16 Kilometer langes Heißwassernetz inkl. Hausanschlussleitungen mit rund 200 Hausanschlüssen, welche über 350 Kunden mit Wärme versorgt. Die Einspeisungen in das Netz erfolgen aus dem Heizkraftwerk (HKW) mit einer Fernwärmeleistung von 34,5 MW und dem Müllheizkraftwerk (MHKW) mit eingeschränkt nutzbarer Leistung der Fernwärmeübergabe von 15 MW. Das Netz ist auf einen Nenndruck von 16 bar und eine Temperatur von 130 °C ausgelegt. Die Vorlauftemperatur ist gleitend abhängig von der Außentemperatur und liegt zwischen 85 - 130 °C, die Rücklauftemperatur zwischen 65 - 69 °C.

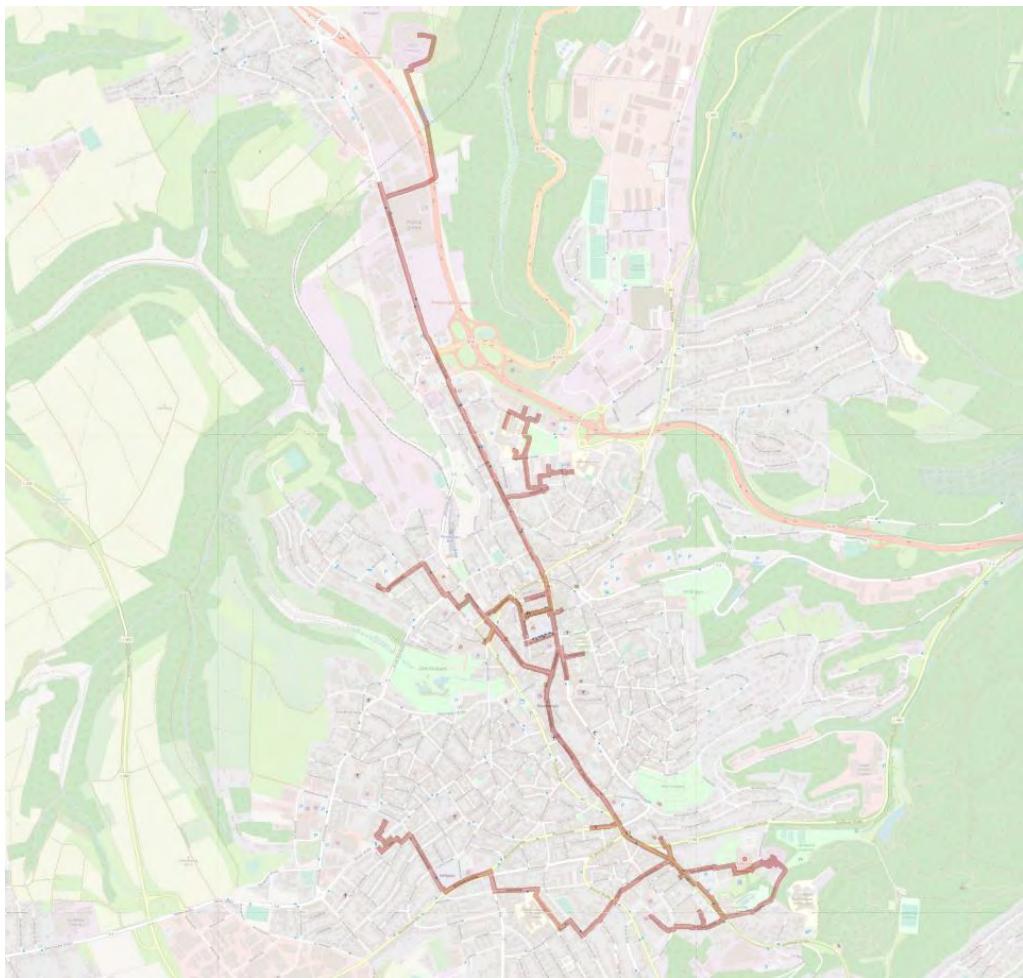


Abbildung 4: FernwärmeverSORGUNGSGEBIET in Pirmasens. Quelle: Stadtwerke Pirmasens

Gas-Netzgebiet

Die Stadtwerke Pirmasens Versorgungs GmbH ist für den Betrieb eines 352,1 Kilometer umfassenden Gasverteilnetzes zuständig, das nicht nur die zentralen Stadtteile von Pirmasens, sondern auch die Vororte Erlenbrunn, Fehrbach, Gersbach, Hengsberg, Niedersimten und Winzeln versorgt. Zusätzlich sind die Verbandsgemeinde Pirmasens-Land und die Verbandsgemeinde Rodalben Teil des Versorgungsgebiets. Alle für die Gasversorgung notwendigen Anlagen sind im Besitz der Stadtwerke und decken verschiedene Druckstufen, einschließlich Hoch-, Mittel- und Niederdruck, ab. Die Creos Deutschland GmbH fungiert als vorgelagerter Netzbetreiber für die Stadtwerke Pirmasens. Das Gasnetz ist an zwei Punkten – in der Landauer Straße und in der Hermannstraße – an das übergeordnete Netzwerk angeschlossen. Über diese Kopplungspunkte wird das Erdgas in einem weitverzweigten System an etwa 9.750 Haushalte verteilt.

Dezentrale Erzeugung und Feuerstätten

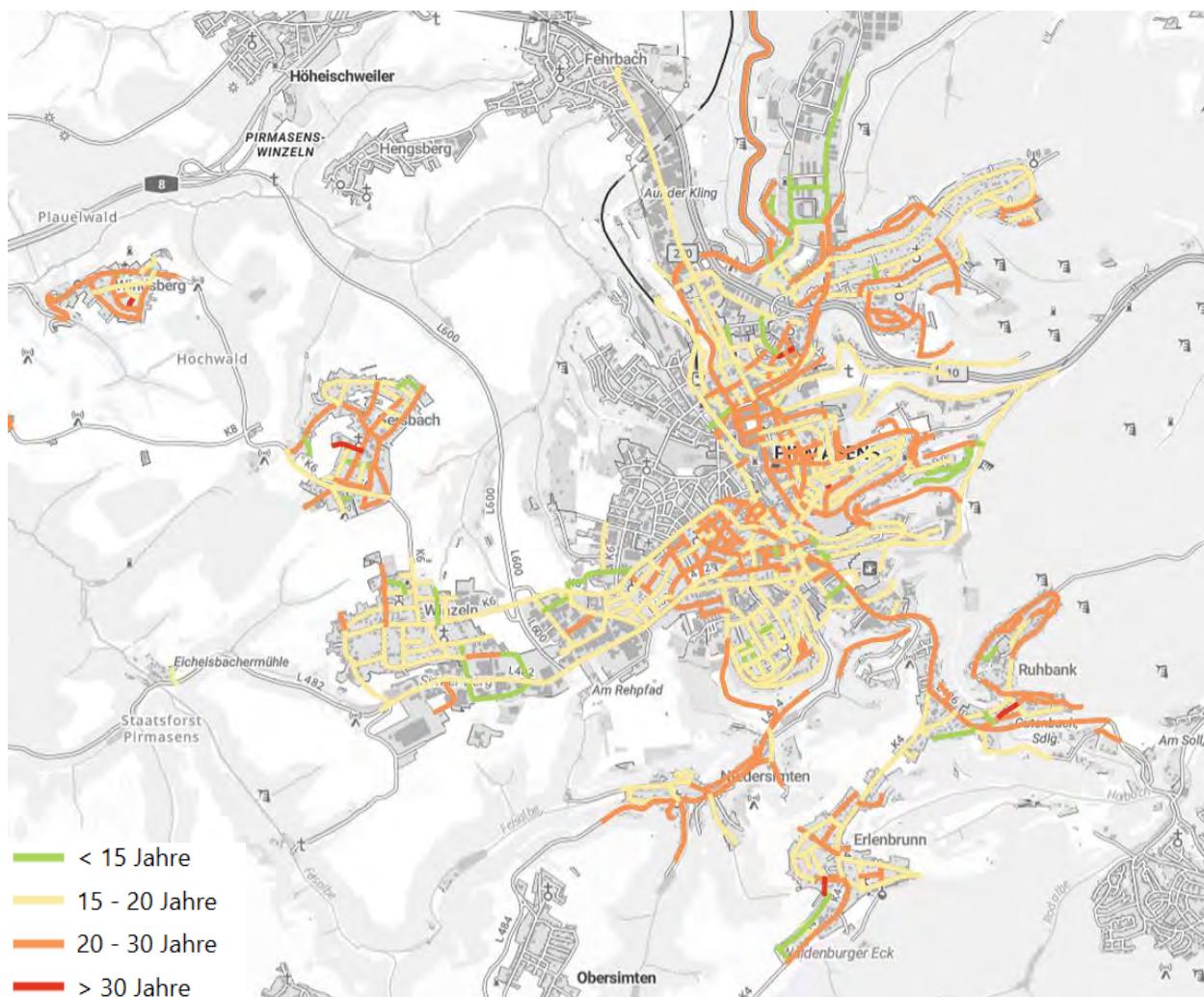


Abbildung 5: Altersstruktur dezentraler Wärmeerzeuger (Feuerstätten).

Eine Auswertung der Kaminkehrerdaten in Pirmasens zeigt folgende Altersverteilung der dezentralen Feuerstätten, welche auch in Abbildung 5 gezeigt wird. Das durchschnittliche Alter der Feuerstätten im Untersuchungsgebiet liegt etwa bei 20 Jahren. Etwa 20 % der Feuerstätten sind mehr als 30 Jahre alt (rote Straßenzüge auf der Karte). Hier lässt sich ein anstehender Wechsel der Wärmeerzeugung vermuten. Ein gutes Viertel der Feuerstätten haben ein Alter zwischen 20 und 30 Jahren (orangene Straßenzüge), knapp 20% sind zwischen 15 und 20 Jahre alt (gelbe Straßenzüge). Der restliche Anteil der Feuerstätten (etwa 35%) sind weniger als 15 Jahre alt (grüne Straßenzüge) bezogen auf das Jahr 2025.

3.4 Wärmebedarf und -verbrauch

Abgrenzung Begriff „Bedarf“ und „Verbrauch“

Im Wärmesektor werden die Begriffe „Bedarf“ und „Verbrauch“ häufig synonym verwendet, obwohl sie unterschiedlich definiert sind. Um Missverständnisse zu vermeiden, wird im Folgenden eine klare Abgrenzung vorgenommen:

Energiebedarf: Ein berechneter Wert, der auf Grundlage von Gebäudedaten sowie standardisierten Randbedingungen (z. B. Außentemperaturen, Raumtemperaturen, Nutzerverhalten) ermittelt wird. Dieser Ansatz wird beispielsweise im Energiebedarfsausweis verwendet, um die benötigte Wärmemenge unter idealisierten Bedingungen zu berechnen und Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Energieverbrauch: Ein gemessener Wert, der die tatsächlich im Gebäude benötigte Wärmemenge widerspiegelt. Unterschiede zum Bedarf können durch abweichendes Nutzerverhalten, wie andere Raumtemperaturen oder Anwesenheitszeiten, entstehen. Dies wird im Energieverbrauchsausweis berücksichtigt.

Bei der KWP ist es oft nicht möglich, einheitlich auf Verbrauchs- oder Bedarfsdaten zurückzugreifen. Während für einige Energieträger reale Verbrauchsdaten vorliegen, müssen für andere aufgrund fehlender systematischer Erfassung Bedarfswerte berechnet werden. Daher wird folgende Nomenklatur verwendet:

Endenergieverbrauch/Wärmeverbrauch: Die gemessene oder, falls nicht verfügbar, berechnete Energiemenge eines Brennstoffs oder Energieträgers in kWh, die direkt vor dem Eintritt in den Wärmeerzeuger bereitgestellt wird. Hierbei wird auch Umweltwärme (z. B. bei Wärmepumpen) einbezogen. Dies entspricht dem „Energieverbrauch“ der Heizungsanlage.

Endenergiebedarf/Wärmebedarf: Die Wärmemenge, die nach der Wärmeerzeugung im Gebäude zur Verfügung steht. Verluste, beispielsweise durch Leitungen, sind hier noch nicht abgezogen. Dies entspricht dem „Energiebedarf“ des Gebäudes. Man spricht auch von der Netto-Nutzwärme.

Berechnung des Wärmebedarfs

Durch gebäudescharfe Betrachtung des Wärmebedarfs ergibt sich der spezifische Gesamtwärmebedarf des Untersuchungsgebiets. Der Wärmebedarf pro Gebäude ergibt sich aus der beheizten Fläche und dem Heiz- und Brauchwasserwärmebedarf pro m². Dieser Wärmebedarf wird mit Gas-, Fernwärme-, und Stromverbrauchsdaten abgeglichen, um die Werte zu plausibilisieren. Wohnungs- und Gebäudeleerstände werden im Datenmodell durch die realen Verbrauchsdaten berücksichtigt und dort kein Wärmebedarf ausgewiesen.

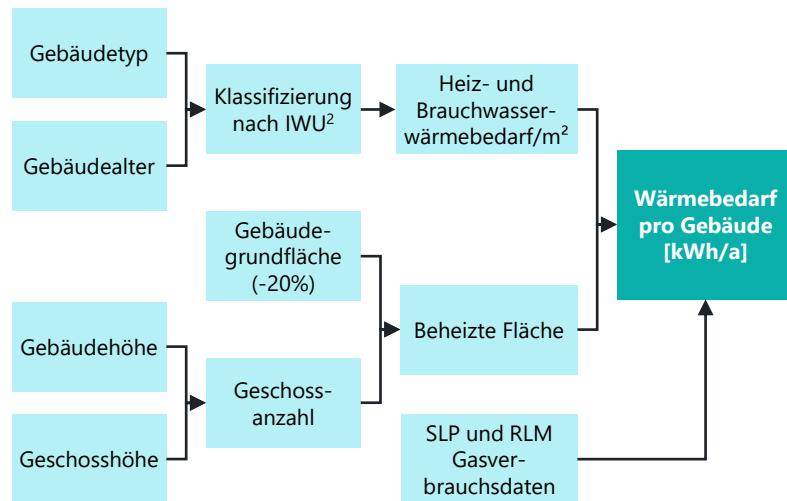


Abbildung 6: Berechnung Wärmebedarf je Gebäude. Basierend auf Methodologie der Wärmebedarfsermittlung des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU).

Der Wärmebedarf des gesamten Untersuchungsgebietes (Stadt Pirmasens) liegt bei etwa 377 GWh, welcher zu mehr als 80% netzgebunden versorgt wird, überwiegend mit Erdgas (74%) und mit Fernwärme (12%). Der restliche Anteil von 14% wird dezentral über Heizöl, Biomasse, Strom und Solar- und Geothermie versorgt.

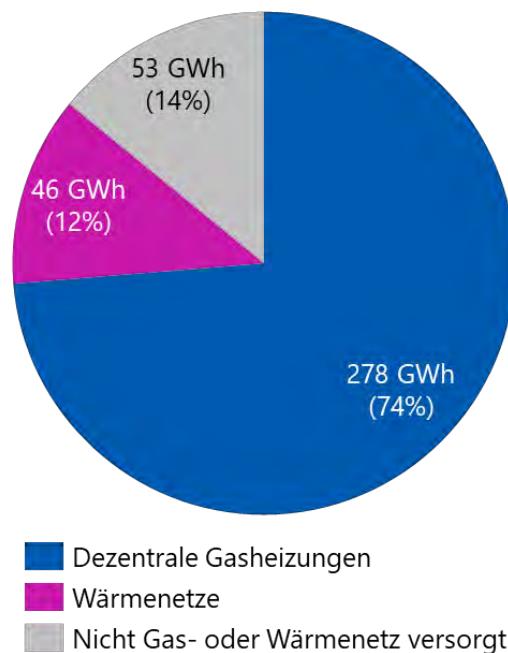


Abbildung 7: Wärmebedarf der Stadt Pirmasens nach IST-Versorgungsstruktur (Bezugsjahr 2023).

Der Wärmebedarf eines Gebäudes wird stark vom Baujahr bzw. der Baualtersklasse beeinflusst, da ältere Gebäude meist weniger energieeffizient gebaut wurden als moderne. Gebäude, die vor den 1970er Jahren errichtet wurden, weisen häufig einen hohen Wärmebedarf auf, da sie schlecht gedämmt sind und oft veraltete Fenster und Heizsysteme besitzen. Ab 1978 wurden durch die erste Wärmeschutzverordnung Mindestanforderungen an die Wärmedämmung eingeführt, was den Energieverbrauch senkte. Neubauten, besonders seit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 und des GEG 2020, sind deutlich effizienter. Sie weisen eine bessere Wärmedämmung und

oft dreifach verglaste Fenster auf, wodurch ihr Wärmebedarf deutlich geringer ist, wie in Abbildung 8 erkennbar ist. Die durchschnittlichen spezifischen Wärmeverbräuche werden je Baualtersklasse und Wohngebäudetyp - Einfamilienhaus (EFH) und Reihenhaus (RH) als auch Mehrfamilienhaus (MFH) und großes Mehrfamilienhaus (GMH)¹ - angegeben.

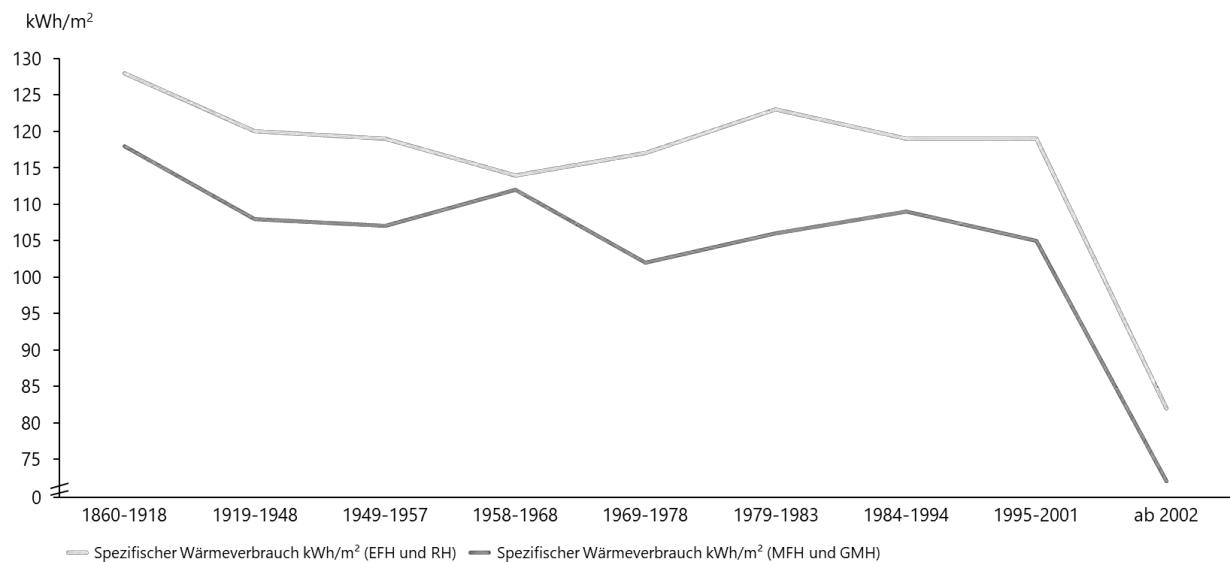


Abbildung 8: Durchschnittlicher spezifischer Wärmeverbrauch (in kWh/m²) je Baualtersklasse und Gebäudetyp.

3.5 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

Wärmekataster

Auf Basis der oben beschriebenen Informationen und Eingangsdaten wurde ein datenschutzkonformes gebäudescharfes Wärmekataster für das Untersuchungsgebiet erstellt. Die gebäudescharfen, modellierten Wärmebedarfe werden zur Erstellung des Wärmekatasters auf einen Hektar aggregiert.

Somit lassen sich flächenbezogene Hotspots identifizieren, in denen hohe Wärmendichten herrschen.

¹ Von einem MFH wird von 3 bis 12 Wohneinheiten gesprochen, ein GMH hat mehr als 12 Wohneinheiten.

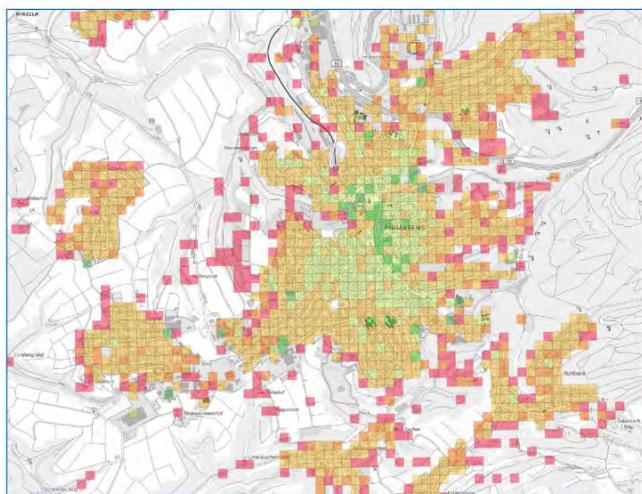


Abbildung 9: Wärmeatlas: Darstellung der Flächenwärmendichte (pro Hektar).

Wärmeliniendichten

Zur Erstellung von Liniendichten wurden die Wärmebedarfe der Gebäude auf Straßenzüge aggregiert und auf einen Straßenmeter bezogen. Je größer die Liniendichte, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich tragfähig ist.

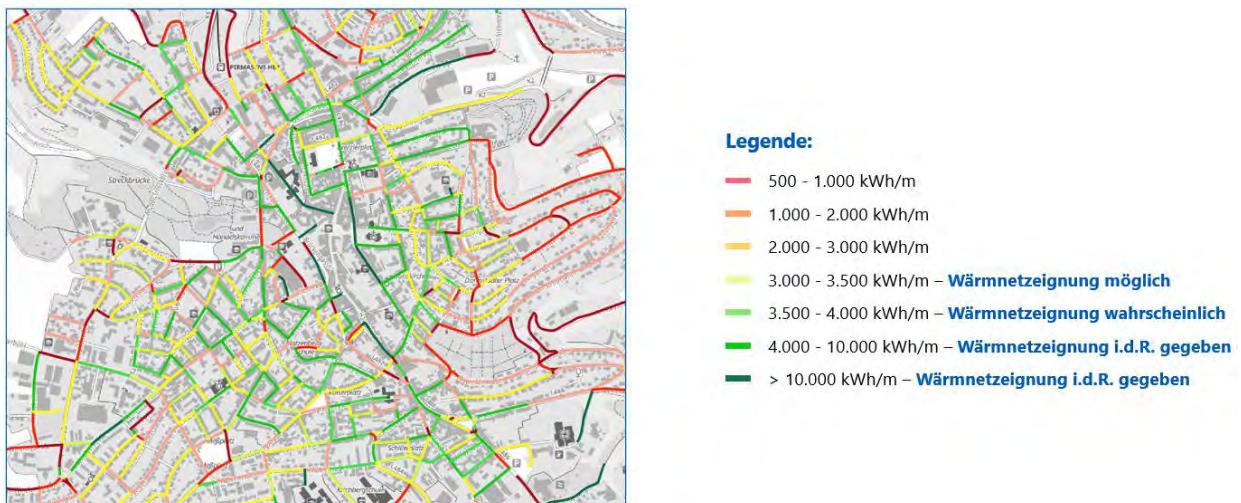


Abbildung 10: Darstellung der Wärmeliniendichten pro Straßenzugmeter.

3.6 Beispiele: Projekte im Untersuchungsgebiet

3.6.1 Energiepark Pirmasens-Winzeln

Der Energiepark in Pirmasens-Winzeln wurde im Jahr 2007 von der Stadt Pirmasens in Kooperation mit den Stadtwerken Pirmasens und dem Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e. V. (PFI) geplant, in dem zunächst Anlagen zur Energieerzeugung aus Biomasse (Holz, nachwachsende Rohstoffe und Biogut) realisiert werden sollten. Seit 2012 wird im Energiepark Pirmasens Biogas in einem 550 kW BHKW des PFI verstromt und ins Stromnetz der Stadtwerke Pirmasens eingespeist.

In den Jahren von 2015 - 2017 hat das PFI mit der Unterstützung der Pfalzgas GmbH und der Erneuerbare Energie Pirmasens GmbH (100 % Tochtergesellschaft der Stadtwerke Holding) eine innovative Biogasaufbereitungsanlage zur biotechnologischen Methanisierung aufgebaut. Seit der Inbetriebnahme der Biogaseinspeiseanlage durch die Stadtwerke Pirmasens Ende 2016 wird Biomethan, das aus unter Einsatz von erneuerbaren Energiequellen gewonnene Methan, ins Erdgasnetz eingespeist.

Zur Erzeugung von EE-Gas ist Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse und Kohlendioxid aus dem Biogas (ca. 45 – 50 %) erforderlich. Der für die laufende EE-Gasproduktion notwendige grüne Wasserstoff wird derzeit zu Forschungszwecken von der Firma Linde angeliefert. Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss die Wasserstofferzeugung aus erneuerbaren Stromquellen über eine Wasserelektrolyse im Energiepark Pirmasens erfolgen.

3.6.2 Quartierslösung Nahwärmeversorgung An der Ziegelhütte

Hier wurde ein zentrales Heizwerk installiert, das mit Holzpellets befeuert wird. Das Heizwerk ist im Hochhaus installiert. Es wurde so dimensioniert, dass die erzeugte Wärmeenergie weitere drei benachbarte Wohnblöcke mit Wärme versorgen kann. Diese sind über ein Nahwärmennetz an die

Heizzentrale angebunden. Die Übertragung der Wärme in den Wohneinheiten erfolgt über Wohnungsübergabestationen. Modernisiert wurde in diesem Quartier nicht nur die Anlagentechnik, sondern auch die Gebäudehülle. Unter anderem der Einbau neuer Fenster sowie das Anbringen eines Wärmeverbundsystems.

4 Potenzialanalyse

Im Folgenden wird auf die Potenziale hinsichtlich der Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierung sowie unterschiedliche Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme im Stadtgebiet Pirmasens eingegangen. Insbesondere in urbanen Räumen, wie auch in Pirmasens, sind Potenziale für erneuerbare Energien rar und es ist entscheidend, dass Energie eingespart wird. Denn je weniger Energie verbraucht wird, desto einfacher lässt sich der gesamte Anteil durch erneuerbare Energien decken.

4.1 Energieeinsparung durch Sanierung

Energetische Sanierungen bieten erhebliche Potenziale zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Emissionen. Die energetische Sanierung der Gebäudehülle auf einem möglichst hohen energetischen Standard ist ein wesentlicher Schritt, um Wärmeverluste zu minimieren. Durch den Austausch von Fenster und Türen gegen moderne, energieeffiziente Modelle kann der Wärmeverlust weiter verringert werden.

Das Potenzial der durch Sanierung erreichbaren Steigerung der Energieeffizienz ist nur erreichbar, wenn die Sanierungstiefe ausgereizt wird. Klimafreundliche Wärmeerzeuger können oft auch in schlecht gedämmten Gebäuden eingebaut und betrieben werden. Trotzdem ist es wichtig, vor der Installation einer neuen Heizung den Zustand der Gebäudehülle zu überprüfen. Die Vorteile von klimafreundlichen Niedertemperatur-Heizsystemen wie Wärmepumpen kommen besonders dann zum Tragen, wenn das Gebäude einen niedrigen Wärmebedarf hat und die Heizung mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden kann ($\leq 55^{\circ}\text{C}$). Bei höheren Temperaturen steigt der Stromverbrauch der Wärmepumpe deutlich an. Auch neue Wärmenetze sind auf niedrige Vorlauftemperaturen ausgelegt, daher erfordert der Anschluss an ein solches Netz ebenfalls eine Sanierung der Gebäudehülle.

Die Sanierungsrate spiegelt den relativen Anteil der sanierten Gebäude pro Jahr wider, zeigt aber nicht auf was im Einzelnen und in welchem Umfang konkret umgesetzt wurde. Die Sanierungstiefe hingegen weist auf, welcher energetische Standard, also welche Energieeinsparung bezogen auf die Fläche (je m^2) pro Sanierung erreicht wurde. Energieeinsparungen bei Gebäudesanierung sind relativ und maßgeblich abhängig von Gebäudetyp und Baualtersklasse.

Sanierungsszenarien

Für die Ableitung des künftigen Wärmebedarfs wurden zwei Gebäudesanierungsszenarien untersucht. Die Nachfrageszenarien beinhalten ein konventionelles und ein zukunftsweisendes Szenario. Die Sanierungsszenarien werden nach beispielhaften baulichen Maßnahmen zur energetischen Modernisierung des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) definiert².

Im konventionellen Szenario wird eine Sanierungsrate von 1% pro Jahr, im zukunftsweisenden Szenario von 2% pro Jahr angenommen. Die Sanierungstiefe wird im Gebäude- und Sanierungsmodell abhängig von Gebäudetyp und Baualtersklasse berechnet. Je nach Ist-Zustand des Gebäudes und Sanierungsszenario kann ein spezifischer Wärmeverbrauch erreicht werden.

² Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Quelle: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebäudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf

Die konventionelle Sanierung entspricht der praktischen Umsetzung, wenn die Mindeststandards der Energieeinsparverordnung 2014 eingehalten werden.

Die zukunftsweisende Sanierung orientiert sich an dem heute technisch bzw. baupraktisch realisierbaren Techniken, entspricht damit den für Passivhäusern üblichen Dämmstandards.

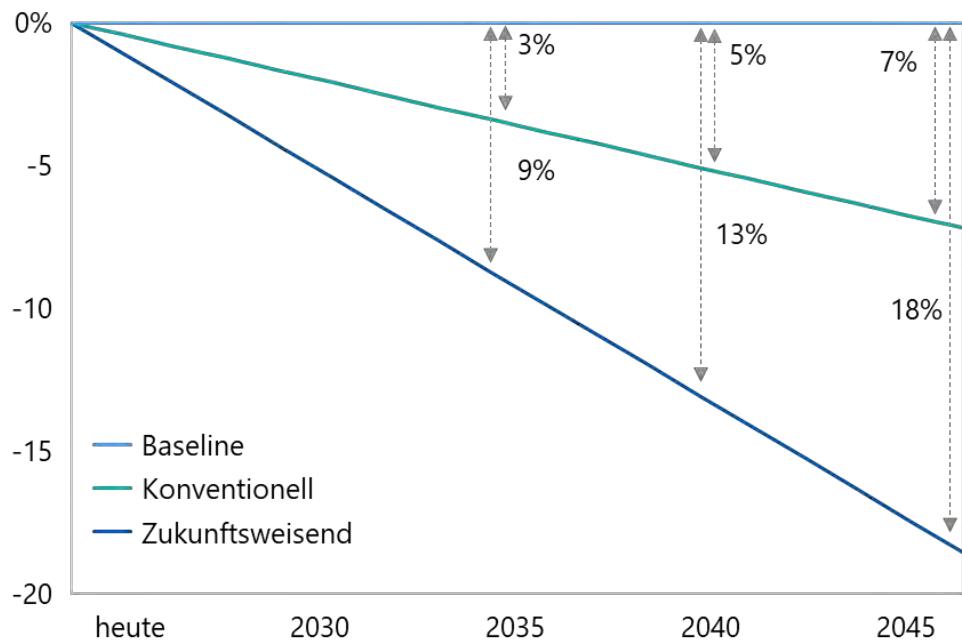


Abbildung 11: Entwicklung des Wärmebedarfs ggü. Ist-Zustand.

Die Entwicklung des Wärmebedarfs ist je nach Szenario sehr unterschiedlich. In einem zukunftsweisenden Szenario sinkt der Wärmebedarf ggü. dem IST-Zustand um 18% bis 2045, während er in einem konventionellen Szenario nur 7% abnimmt.

Sanierungsszenario	Anzahl sanierte Wohngebäude	Bedarf Zieljahr	Reduktion von Ist-Zustand
Konventionell	2219	351 GWh	7%
Zukunftsweisend	4429	310 GWh	18%

Tabelle 1: Modellierung zukünftiger Wärmebedarf und Reduktion ggü. Ist-Zustand.

Anhand des Gebäudemodells für Baualtersklassen und Gebäudetypen können die Energieeinsparungen räumlich abgebildet werden. Absolute Einsparungen im zukunftsweisenden Szenario (in GWh) sind je Stadtteil folgender Abbildung zu entnehmen.

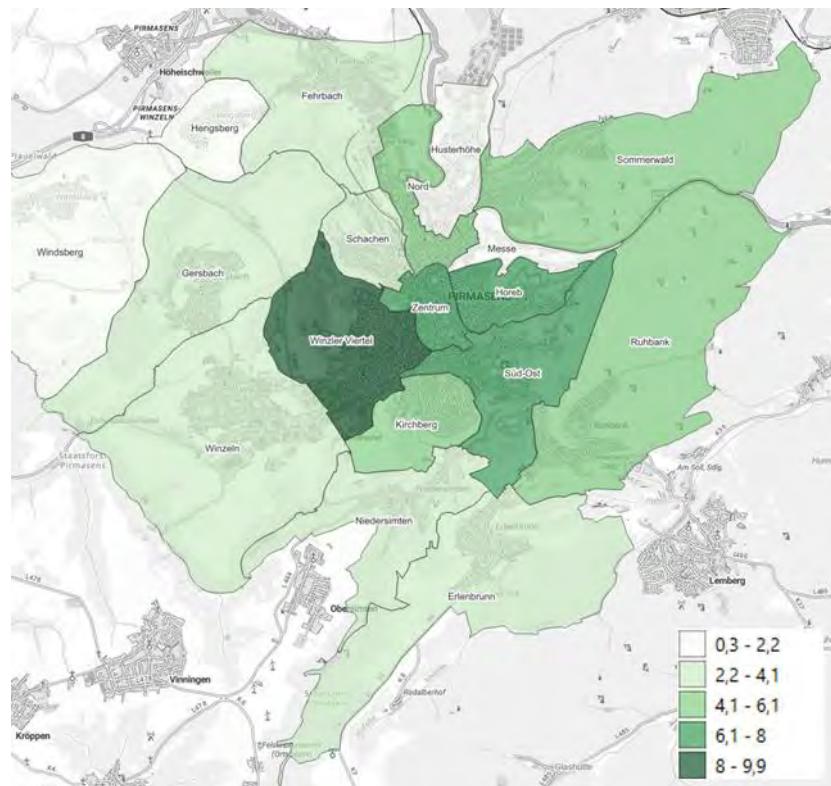


Abbildung 12: Absolute Einsparungen in GWh je Stadtteil (zukunftsweisendes Szenario).

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, sind die Sanierungspotenziale im Innenstadtgebiet, insbesondere im Winzler Viertel, aufgrund der Bebauungsdichte und des höheren durchschnittlichen Baualters, am höchsten.

Sanierungshemmnisse sind nach wie vor hohe Investitionskosten, geringe Mieterakzeptanz, Kostensteigerungen und die beschränkte Möglichkeit zur energetischen Sanierung von Jahrhunderthäusern, Erhaltungsgebieten und Denkmalschutzobjekten.

Einschub Straßensanierung

Im Rahmen von wiederkehrenden Straßensanierungsprogrammen arbeitet die Stadt Pirmasens Sanierungsprioritäten gemeinsam mit Ortsvorstehern und anderen Leistungsträgern (Stadtwerke, etc.) aus, um Synergieeffekte und wirtschaftliche Vorteile zu heben. Das neue Programm läuft im Zeitraum 2026 bis 2030. Dort wurde auf Basis einer Straßenzustandsbewertung ein Ausbauprogramm aufgestellt. Aufgrund der Bewertungskriterien Straßen- und Kanalzustand sowie Verkehrsstärke befindet sich die Mehrzahl der sanierungsbedürftigen Straßen – bezogen auf das innerstädtische Gebiet – in den Stadtteilen Horeb und Winzler Viertel. Dort sollen im Zeitraum 2026-2030 ca. 10 Straßenzüge saniert werden.

4.2 Sektorkopplungstechnologien

Sektorkopplung bedeutet die Verbindung verschiedener Bereiche wie Strom, Wärme und Mobilität. Sektorkopplungstechnologien im Sinne der Wärmeplanung sind vorwiegend Wärmepumpen und Stromdirektheizungen (Elektroheizungen).

4.2.1 Wärmepumpen

Wärmepumpen transportieren Wärme von einem kälteren Ort zu einem wärmeren Ort, ähnlich wie ein Kühlschrank, nur umgekehrt. Sie nutzen die vorhandene Wärme aus der Umgebung - wie die Luft, das Erdreich oder Grundwasser - und machen sie nutzbar zum Heizen von Gebäuden. Dabei gibt es verschiedene Faktoren, die beeinflussen wie effizient eine Wärmepumpe arbeitet:

- Temperaturunterschied: Je kleiner der Unterschied zwischen der Temperatur der Wärmequelle (z.B. Außenluft) und der gewünschten Raumtemperatur, desto effizienter ist die Wärmepumpe.
- Kompressor: Das ist das Herzstück der Wärmepumpe, das dafür sorgt, dass die Wärme transportiert wird. Moderne Kompressoren sind effizienter und können Energie sparen.
- Wärmeübertrager: Hier wird die Wärme von einem Medium auf ein anderes übertragen, zum Beispiel von der Luft auf das Heizsystem im Haus. Gut gestaltete Wärmeübertrager verbessern die Effizienz der Wärmepumpe.

Die Leistung von Wärmepumpen wird anhand von zwei Kennzahlen bewertet: der Leistungszahl (COP) und der Jahresarbeitszahl (JAZ):

- COP (Coefficient of Performance): Diese Zahl gibt an, wie effizient die Wärmepumpe bei einer bestimmten Außentemperatur und einer eingestellten Raumtemperatur Wärme liefert. Ein höherer COP-Wert bedeutet eine höhere Effizienz.
- Jahresarbeitszahl: Diese Zahl gibt an, wie effizient die Wärmepumpe über das ganze Jahr arbeitet, also unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturen in den verschiedenen Jahreszeiten. Ein höherer JAZ-Wert steht ebenfalls für eine höhere Effizienz.

Der Unterschied zwischen großen und kleinen Wärmepumpen liegt hauptsächlich in der Kapazität und der Nutzungsart. Große Wärmepumpen sind für größere Gebäude, Wärmenetze oder industrielle Zwecke konzipiert. Sie sind komplexer und benötigen mehr Wartung. Kleine Wärmepumpen sind dagegen für einzelne Wohnhäuser oder kleinere Anwendungen gedacht und sind einfacher in der Handhabung und Installation.

Zusammengefasst hängt die Effizienz einer Wärmepumpe von der richtigen Auswahl und Einstellung der o.g. Faktoren ab. Die grundsätzliche Funktionsweise ist in Abbildung 13 dargestellt.

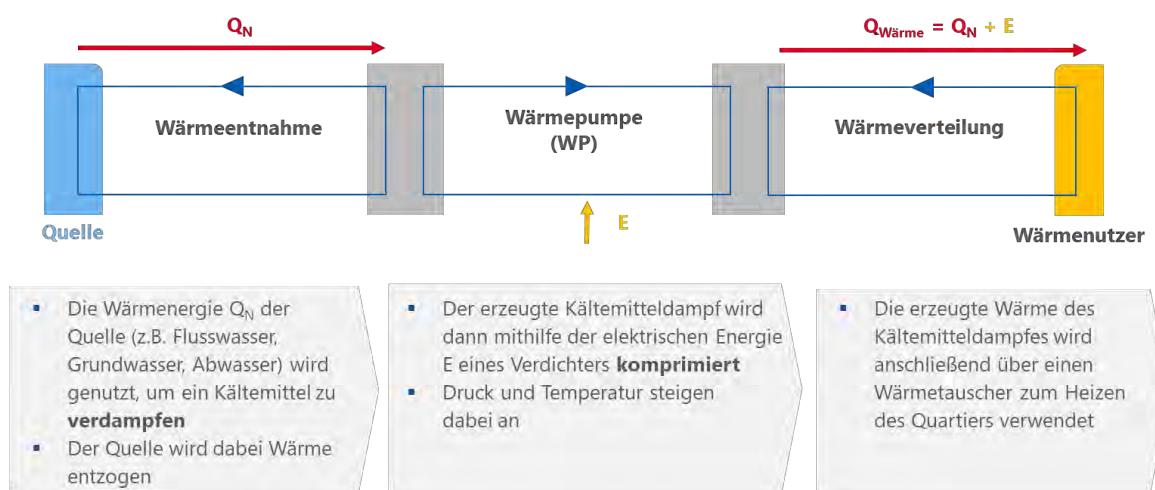


Abbildung 13: Grundsätzliches Prinzip einer Wärmepumpe

4.2.2 Stromdirektheizungen

In Wohngebäuden können Stromdirektheizungen in Form von elektrischen Raumheizern, Durchlauferhitzern oder speziellen Elektroheizkörpern eingesetzt werden. Sie sind besonders in Gebieten ohne Zugang zu einem Gas- oder Wärmenetz oder dort sinnvoll, wo der Einbau einer Zentralheizung nicht möglich oder zu kostspielig ist.

In Perioden des Übergangs von fossilen zu erneuerbaren Energien können Stromdirektheizungen als flexible und vergleichsweise preiswerte Option dienen, um ältere Heizsysteme zu ersetzen oder zu ergänzen. In Kombination mit anderen Systemen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen können Elektroheizungen zur Lastspitzenabdeckung in sehr kalten Perioden oder zur Nutzung von Überschussstrom verwendet werden.

Da Strom, verglichen mit Fernwärme oder Gas, ein teurer Energieträger ist, lohnt sich der dezentrale Einbau typischerweise nur in sehr energieeffizienten Gebäuden oder zur Bereitstellung von Warmwasser.

Falls Stromdirektheizungen zur Versorgung eines Wärmenetzes dienen, ist zu beachten, dass eine direkte Verbindung zwischen Wärmeerzeuger und Stromerzeuger notwendig ist und Stromzertifikate nicht ausreichend sind, um den Strom als klimaneutral gelten zu lassen.

4.3 Erneuerbare Energien

Im folgenden Kapitel werden die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Pirmasens dargestellt. Aufgrund der dichten Besiedlung und der geringen nutzbaren Freiflächen in Pirmasens, ist die Nutzung meist deutlich eingeschränkt.

4.3.1 Solarenergie

Aus Sonnenenergie lässt sich mit Photovoltaik Strom und mit Solarthermie Wärme erzeugen. Für beide Technologien kommen Dachflächen und vorhandene Freiflächen am Rande der Stadt in Betracht. Die Sonneneinstrahlung ist stark jahreszeitenabhängig, sodass neben der potenziellen Erzeugung zusätzliche thermische Speicher zur gesicherten Wärmeversorgung notwendig wären.

Das Gesamtpotenzial zur Nutzung der Dachflächen für Solarthermie wurde im Rahmen der KWP überschlägig anhand des Solarkatasters Rheinland-Pfalz³ abgeschätzt. Das gesamte theoretisch vorhandene Potenzial im Stadtgebiet liegt bei geeigneten Dächern (ca. 1,5 Mio. m²) für die Installation von Solarthermie-Modulen bei einer Gesamtwärmemenge von etwa 1.238 GWh pro Jahr. Neben den zahlreichen zur Verfügung stehenden Dachflächen bieten sich auch Gebäudefassaden zur Installation von Photovoltaik bzw. Solarthermie an. Fassaden stellen die größten Flächen eines Gebäudes dar. Das Gesamtpotenzial bei Fassaden konnte im Rahmen der Studie nicht erfasst werden.

4.3.2 Geothermie

Bei der Nutzung von Erdwärme kann zwischen tiefer, mitteltiefer und oberflächennaher Geothermie unterschieden werden.

³ Quelle: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/solarkataster>

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung von Wärme durch Bohrungen in mehrere Kilometer Tiefe. Dabei werden verschiedene Ansätze zur Nutzung von tiefer Geothermie unterschieden:

- Zunahme der Temperatur im Erdreich mit steigender Tiefe
- Verfügbarkeit von wasserführenden Schichten in großer Tiefe
- Durchlässigkeit von Gesteinsschichten für eingepresstes Wasser, das erwärmt werden soll.

Von oberflächennaher Geothermie wird bis zu einer Bohrtiefe von ca. 400m gesprochen. Bis zu dieser Tiefe kann von Temperaturen bis ca. 15°C ausgegangen werden. Diese Erdwärme kann nur durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden. Solche Anlagen sind in Deutschland bisher nur bei Einzelobjekten installiert und nicht für die Versorgung von Wärmenetzen. Nachteilig ist der hohe notwendige Platzbedarf für die Bohrungen, den es typischerweise nicht in dicht besiedelten Gebieten gibt, wo die notwendige Abnehmerdichte herrscht.

Hydrothermale Geothermie nutzt heiße Thermalwässer, die durch natürliche Poren-, Kluft- und Bruchsysteme im Untergrund fließen. Ähnlich wie bei der Wasserversorgung werden sie durch Tiefbrunnen erschlossen. Solche hydrothermalen Systeme sind technisch ausgereift und kommen bereits an vielen Orten erfolgreich kommerziell zum Einsatz.

Petrothermale Systeme hingegen sind an hydraulisch leitfähige Kluftstrukturen im kristallinen Untergrund gekoppelt. Diese Systeme nutzen die Wärme aus großen Tiefen (beispielsweise 200 °C in 5 km Tiefe) und führen Wasser als Wärmeübertragungsmedium von der Oberfläche ein. Die hierfür erforderlichen Technologien befinden sich noch in der Forschung und Entwicklung, finden jedoch bereits vereinzelt kommerzielle Anwendung, wie beispielsweise im Oberrheingraben.

Einsatzmöglichkeiten der Geothermie

Urbaner Raum: Wärmenetze, Stadtquartiere, Tourismus & Gesundheit, Gewerbe

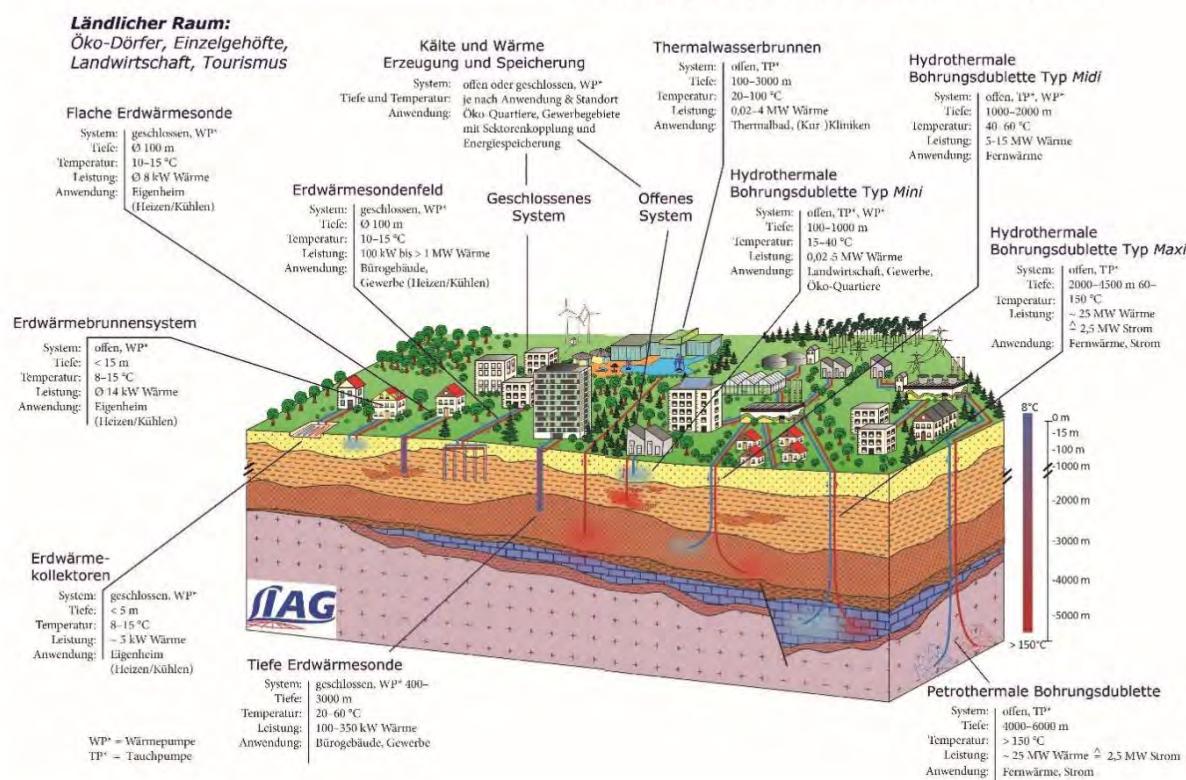


Abbildung 14: Einsatzmöglichkeiten der Geothermie. Quelle: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik.

Pirmasens liegt laut Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik in einem Gebiet mit vermutet hydrothermischen und petrothermischen Geothermiepotenzial.⁴ Das Temperaturniveau liegt bei etwa 20 °C in 400 m Tiefe, und steigt auf 50-60 °C in 1 km und bis zu 100 °C in 2 km Tiefe.

Die mitteltiefe Geothermie ist in Rheinland-Pfalz an vielen Standorten möglich, so auch in Pirmasens. Insbesondere städtische Bereiche mit einer im Vergleich höheren Wärmebedarfsdichte erscheinen für mitteltiefe Erdwärmesonden durch den möglichen höheren Wärmeentzug bei gleichzeitig geringem Platzbedarf besonders geeignet. Die mitteltiefe Geothermie erfordert grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis. Die Bewertung erfolgt hierbei immer als Prüfung des Einzelfalls und in Anlehnung an den „Leitfaden zur Geothermie in Rheinland-Pfalz“.

Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz besitzt bisher keine Hinweise auf Wasserführung ab 400 m Tiefe (Erfahrungswerte nach Referenzbohrung Maßweiler), so dass künstliche Erdwärmetauschersysteme zum Einsatz kommen müssen, da Wasser als Transportmittel wegfällt. Oberflächennahe Systeme bis zu einer Tiefe von 400 m werden aufgrund der Verfügbarkeit von Wasser im Buntsandstein empfohlen. Ein Temperaturniveau von 20 bis 22 °C wird an der Basis des Buntsandsteins angenommen.

⁴ <https://www.geotis.de/homepage/references?ref=gt>

Die folgende Abbildung zeigt eine Standorteinschätzung für oberflächennahe Erdwärmemetauschanlagen aus wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Gesichtspunkten.

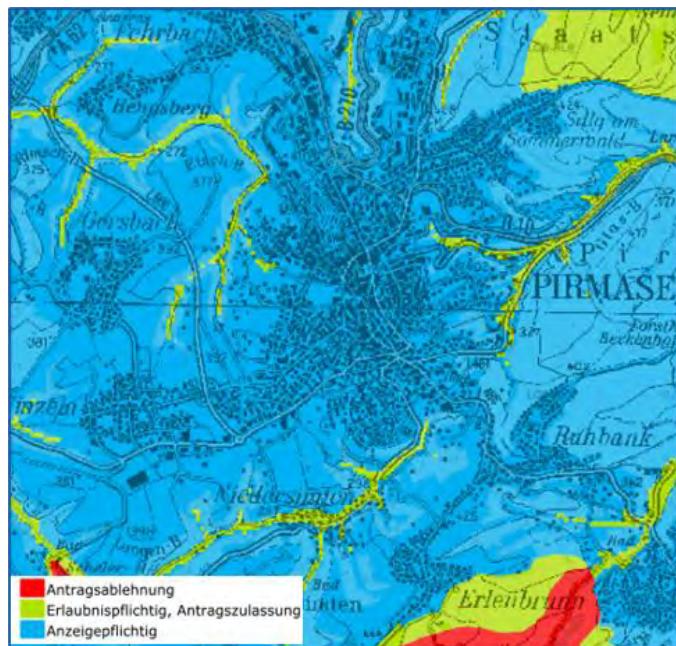


Abbildung 15: Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Standorteinschätzung für oberflächennahe Erdwärmemetauschanlagen. Quelle Landesamt für Geologie und Bergbau RLP.

4.3.3 Biomasse

Der Begriff Biomasse bezieht sich im Allgemeinen auf organische Materialien, die aus pflanzlicher oder tierischer Herkunft stammen. Hierzu gehören beispielsweise Holz, Stroh, Gras, Mais, Raps, Holzabfälle, Gülle und Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion. Aufgrund des hohen Kohlenstoffgehaltes von organischen Materialien, weisen diese nach deren Trocknung grundsätzlich gute Brenneigenschaften auf. Im Rahmen der KWP wird typischerweise von holzartiger Biomasse ausgegangen.

Holz wird typischerweise in zwei verschiedenen Formen eingesetzt: Hackschnitzel und Pellets. Holzhackschnitzel sind ein Brennstoff aus kleinen Holzstücken, die aus Waldrestholz oder Holzresten hergestellt werden. Diese fallen bei der Waldbewirtschaftung und bei der Holzverarbeitung, in der Landwirtschaft und in der Landschaftspflege sowie in der Restholz- bzw. Gebrauchtholzaufbereitung in erheblichen Mengen an und haben keine sinnvolle Verwendung in einer stofflich-technischen Nutzung.

Die Befeuerung mit Pellets bietet im Vergleich zu Scheitholz oder Hackgut diverse Vorteile. Zum einen haben Pellets den geringsten Wasser- und Aschegehalt, wodurch eine möglichst effiziente Verbrennung gegeben ist. Zum anderen haben Pellets die geringsten Feinanteile. Hierdurch wird die Staubbildung minimiert und eine gleichmäßige Verbrennung der Pellets gewährleistet. Zwar gelten für die Pellet-Lagerung höhere Anforderungen als bei Hackgut oder Scheitholz, jedoch sind diese bei gleicher Brennstoffmasse platzsparender.

Allerdings existieren auch Bedenken hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Biomasse und Hackschnitzeln. Die gezielte Erzeugung von Biomasse für spezielle Energiezwecke kann zu Konkurrenz um Flächen für Nahrungsmittelanbau und zum Verlust von Wäldern und anderen wichtigen Ökosystemen führen. Daher

ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Biomasse aus nachhaltigen Quellen stammt und dass die Produktion und Verbrennung der Biomasse in einer umweltfreundlichen und effizienten Weise erfolgt.

Der große Vorteil bei der Nutzung von Biomasse ist, dass sie als standortunabhängig bzgl. der Wärmequelle gesehen werden kann. Falls genehmigungsrechtlich einem Bau nichts entgegensteht, kann Biomasse an jeden Ort transportiert werden.

Die Errichtung von zentralen Heizwerken in der Nähe von Wohngebäuden unterliegt den Vorschriften der Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV). Diese Verordnung verlangt die Einhaltung von Grenzwerten für Emissionen wie Feinstaub und Stickoxide, was den Einsatz von Filtertechniken und kontinuierlicher Überwachung bedeutet. Auch Lärmschutzmaßnahmen sind notwendig, um die Geräuschbelastung durch den Betrieb zu minimieren. Mögliche Standorte für zentrale Heizwerke sind daher vorrausichtlich nicht in den dicht besiedelten Wohngebieten zu finden, sondern an Standorten die ausreichend Abstand von Wohngebäuden haben.

Mit 46% Waldflächen und 42% landwirtschaftlich genutzten Flächen steht der Region Westpfalz erhebliches Potenzial an Biomasse zu Verfügung. Die Vorstudie zu einem Regionalen Erneuerbaren-Energien Konzept Westpfalz (2006) schätzt das theoretisch mögliche Potenzial in der Südwestpfalz auf 1,2 TWh.

4.3.4 Wasserstoff und grüne Gase

BHKW und Kessel können perspektivisch bilanziell mit Biomethan oder Wasserstoff (nach Umrüstung) betrieben werden.

Perspektivisch kann die Biomethan- bzw. Biogasanlage im Energiepark Pirmasens-Winzeln einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gasnetzes leisten. Allerdings sind Mengen und Preise derzeit nicht absehbar. Das Biomethan steht dabei zusätzlich in Konkurrenz mit anderen Anwendungen, z.B. im Verkehr. Bei einer Beschaffung am Markt ist zu berücksichtigen, dass aufgrund des GEG und der dortigen Anforderungen für private Haushalte eine Marktsituation entstehen kann, die zu sehr hohen Biomethanpreisen führt. Zusätzlich wird die Nachfrage im gewerblichen und industriellen Sektor steigen.

In Deutschland werden derzeit verschiedene Projekte zur Schaffung einer wasserstoffgeeigneten Infrastruktur durchgeführt. Diese Projekte umfassen die Umrüstung von Transportpipelines in ganz Deutschland, um Wasserstoff langfristig in den meisten Regionen Deutschlands verfügbar zu machen. Abbildung 16 zeigt den derzeitigen Planungsstand des H2-Kernnetzes. In der Nähe Pirmasens sind derzeit keine Umstellleitung oder Neubauleitung geplant.



Abbildung 16: Aktueller Planstand für das Wasserstoffkernnetz gem. Genehmigung 22.10.2024. Quelle: FNB-Gas

Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Wasserstoff bestehen im Rahmen der vorliegenden Anlagenstruktur des Fernwärmennetzes verschiedene Nutzungsalternativen. Der Wasserstoff kann in BHKW oder Brennstoffzellen eingesetzt werden, in denen gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Wasserstoff in neuen Gaskesseln einzusetzen oder bestehende umzurüsten, um Spitzenlast und Redundanzen bereitzustellen.

Grüner Wasserstoff und andere grüne Gase bieten auch einen möglichen Ansatz für eine dezentrale Wärmeversorgung, durch die das vorhandene Gasverteilnetz in Pirmasens weiter genutzt werden kann.

Die Verfügbarkeit von Wasserstoff ist derzeit hinsichtlich der Zeitachse nicht absehbar, zumal auf der Abnehmerseite eine Reihe von ebenfalls zu dekarbonisierenden Prozessen in Konkurrenz zur Strom- und Wärmeversorgung stehen. Die dezentrale Nutzung ist in Anbetracht der perspektivisch hohen Kosten und der geringen Verfügbarkeit von Wasserstoff als kritisch zu sehen.

4.3.5 Umgebungsluft

Umgebungsluft kann im dezentralen und zentralen Bereich durch Luft-Wasser-Wärmepumpen genutzt werden. Derzeit sind in Deutschland nur kleine dezentrale Anlagen für Einzelobjekte und keine Großanlagen auf Basis von Luft-Wasser-Wärmepumpen installiert.

4.4 Abwärme

4.4.1 MHKW

Derzeit stellt das Müllheizkraftwerk in Pirmasens etwa die Hälfte der Wärmebereitstellung für die FernwärmeverSORGUNG dar. Im MHKW werden jährlich bis zu 180.000 Tonnen Abfall thermisch verwertet und damit Wärme und Strom als zuverlässige Grundlast zur Verfügung gestellt. Von Vorteil ist, dass dieses Potential bereits durch das bestehende Fernwärmennetz erschlossen ist. Die zusätzliche mögliche Wärmeauskopplung kann zur Versorgung von zusätzlichen Gebieten in der Pirmasenser Innenstadt dienen.

Die alleinige Abhängigkeit von der Müllverbrennung zur Wärmeversorgung kann Risiken bergen. Die Verfügbarkeit von brennbarem Abfall könnte in Zukunft abnehmen, falls effizientere Recyclingmethoden und Abfallreduktionstechnologien zum Einsatz kommen. Eine Herausforderung in Zukunft ist, Abfälle zuverlässig bereitzustellen, und dort den fossilen Anteil (also Verpackungsmüll aus Plastik) zu reduzieren. Die Müllverbrennung ist nicht CO2-neutral, allerdings gilt die daraus gewonnene Energie heutzutage als unvermeidbar und somit de facto als klimaneutral. Diese Definition könnte sich zukünftig ändern. Zukünftige gesetzliche Vorgaben könnten die Installation einer CO2-Abscheidung erforderlich machen, was die Wirtschaftlichkeit der Müllverbrennung gefährdet.

4.4.2 Flusswasserwärme

In Pirmasens spielt die Nutzung der Flusswasserwärme keine wesentliche Rolle, da es keinen Fluss mit einem hohen Volumenstrom gibt. Die saisonalen Temperaturunterschiede und der damit einhergehende schlechte Wirkungsgrad ist im Allgemeinen eine Herausforderung, d.h. wenn der Wärmebedarf im Winter besonders hoch ist, sind die Flusstemperaturen minimal. Tendenziell vorteilhaft ist die Abkühlung der Gewässer durch den Einsatz von Flusswasserwärmepumpen. Da die Temperatur in Gewässern zunimmt, kann eine moderate Abkühlung der Fließgewässer bezogen auf die Gewässerökologie in vielen Fällen als grundsätzlich positiv beurteilt werden.

4.4.3 Abwasserkanäle und Kläranlagen

Abwasserkanäle und Kläranlagen bieten ein Potenzial für die KWP, da sie kontinuierlich verfügbare Wärmequellen darstellen, die lokal und nachhaltig genutzt werden können. Abwasser, das aus Haushalten und Industrie stammt, hat eine relativ konstante Temperatur, die je nach Jahreszeit zwischen 10 und 20 °C liegt. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmerückgewinnungssystemen Heizenergie oder Warmwasser für Gebäude und Fernwärmennetze bereitstellen.

Abbildung 17 zeigt die Lage von Abwasserkanälen in Pirmasens, die größer als DN 800 sind. Ab einem Durchmesser größer DN 800 kann von einer ausreichenden Kapazität an Abwasser ausgegangen werden, die es lohnt näher zu untersuchen.

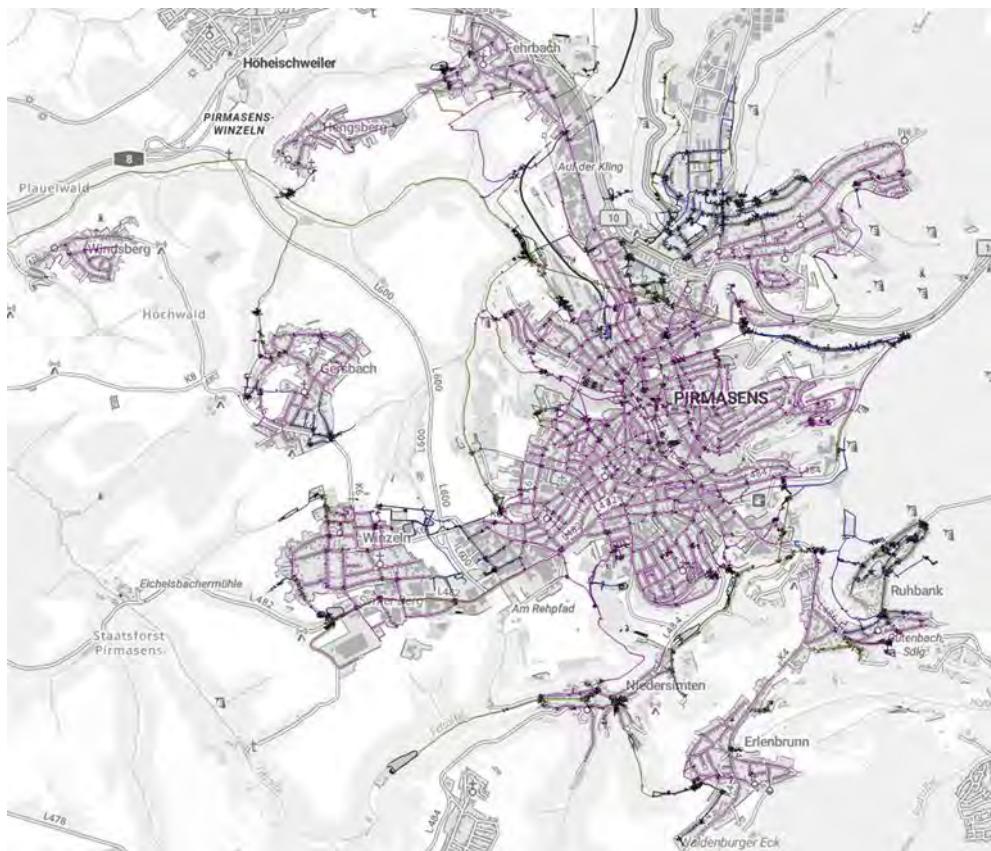


Abbildung 17: Abwasserkanäle in Pirmasens

Die technische Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen erfolgt über im Kanal installierte Wärmetauscher. Diese entziehen dem Abwasser thermische Energie, die anschließend von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird. Die erzeugte Wärme kann entweder direkt vor Ort genutzt oder in ein bestehendes Fernwärmennetz eingespeist werden. In Frage kommen Kanäle mit hohem Abwasserfluss und stabilen Temperaturen, um eine gleichmäßige Wärmeausbeute auch an trockenen Sommertagen sicherzustellen. Zusätzlich sollten die Systeme so dimensioniert werden, dass sie den Einfluss auf die Abwasserströmung und die Klärprozesse minimieren.

Kläranlagen bieten ein weiteres bedeutendes Potenzial. Während des Klärprozesses wird das Abwasser in verschiedenen Stufen behandelt, bei denen ebenfalls thermische Energie entsteht. Besonders interessant ist das gereinigte Abwasser, das in der Regel eine Temperatur von 8 bis 12 °C aufweist, sowie die Wärme, die bei der Faulung von Klärschlamm entsteht. Mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen kann auch hier die Energie effizient genutzt werden.

In Pirmasens kommen hierfür die Kläranlage Blümeltal und die Kläranlage Felsalbe in Frage. Zur Quantifizierung der Abwärmepotenziale sind umfangreiche, detailliertere Untersuchungen erforderlich.

4.4.4 Industrielle Abwärme

Unvermeidbare Abwärme z.B. aus der Industrie kann in ein Wärmenetz eingebunden werden. Dabei wird zwischen Hochtemperatur- und Niedertemperaturabwärme unterschieden.

Von Hochtemperaturabwärme spricht man, wenn die Abwärmtemperatur (weit) oberhalb der Rücklauftemperatur liegt. Gasförmige Abwärme z.B. Rauchgase aus Verbrennungs- oder

Verhüttungsprozessen können typischerweise nur eingebunden werden, wenn das Temperaturniveau entsprechend groß ist, da nur dann Wärmetauscherflächen klein genug bleiben. Flüssige Abwärmeträger können bereits bei kleineren Temperaturdifferenzen ab ca. 20°C genutzt werden.

Niedertemperaturabwärme bezeichnet Abwärme, deren Temperaturniveau unterhalb der Rücklauftemperatur liegt. Somit ist kein direkter Wärmeübergang von dem Abwärmestrom auf die Fernwärme möglich. Mögliche zuverlässige Abwärmequellen mit niedrigen Temperaturniveaus sind Abwasserströme aus der Kläranlage und Abwärme aus Rechenzentren.

Folgende Fragen müssen bei der Anbindung von unvermeidbarer Abwärme berücksichtigt werden:

- Fällt die Wärme kontinuierlich oder diskontinuierlich an? Bei der technischen Umsetzung wird womöglich zusätzlich ein Wärmespeicher benötigt.
- Passt der zeitliche/saisonale Anfall der Wärme zum Wärmebedarf? Bsp. steht Abwärme aus Klimaanlagen v.a. im Sommer an, wenn der Wärmebedarf gering ist.
- Wie wird die Abwärmennutzung durch andere Anlagen abgesichert, um Fernwärme zuverlässig bereitzustellen?
- Wie kann die langfristige Verfügbarkeit der Abwärmelieferung abgesichert werden?
- Welche Möglichkeiten gibt es zur Diversifizierung der Abwärmennutzung durch eine größere Anzahl von Quellen mit kleinem Anteil an der FW-Versorgung?

Rechenzentren v.a. im Großraum Frankfurt und in Berlin stehen heutzutage im Fokus von Untersuchungen zur Einbindung von Abwärme. Bei Industriebetrieben muss abgewogen werden, ob eine langfristige Lieferung von Wärme an diesem Standort gewährleistet werden kann. Die Errichtung von Anlagen zur Besicherung ist immer unvermeidbar.

Es ist zu beachten, dass die Effizienzsteigerung des abwärmeproduzierenden Prozesses immer Vorrang hat vor der Abwärmennutzung. In den aktuellen Förderprogrammen wird bei Abwärmennutzung der Nachweis der unvermeidbaren Abwärme gefordert. Dies bedeutet, dass der Prozess bereits auf dem aktuellen Stand der Technik ist.

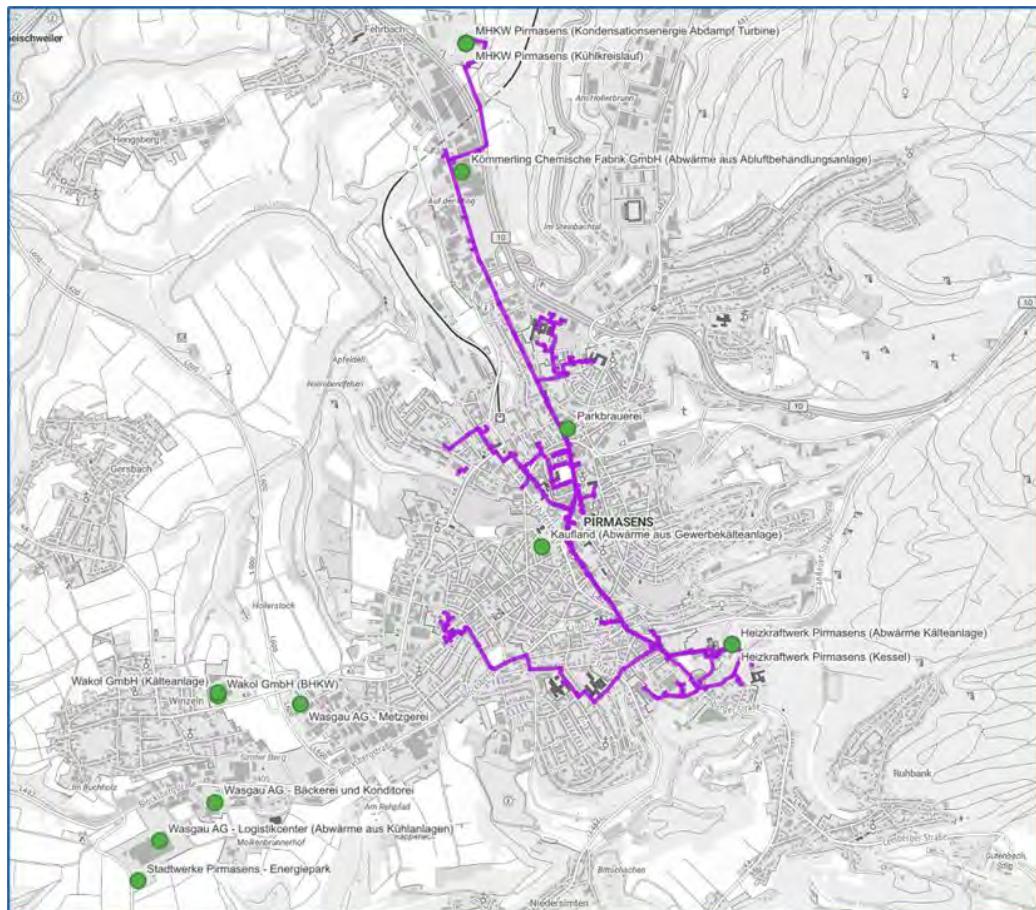


Abbildung 18: Mögliche Abwärmequellen in Pirmasens.

Abbildung 18 zeigt identifizierte Abwärmequellen in Pirmasens, welche im Folgenden gelistet und kurz beschrieben werden. Im Rahmen von Unternehmensbefragungen wurden die Abwärmepotenziale bewertet.

Abwärmepotenziale	Bewertung
Müllheizkraftwerk <ul style="list-style-type: none"> • Kondensationswärme aus dem Turbinenabdampf • Abfuhr der Kondensationswärme aus der Eindampfanlage • Kühlkreislauf Kühlwasser • Abwärme Rauchgas an Kamin und der Kaminmündung 	Quantifizierung der technischen Potenziale sind zu diesem Zeitpunkt nicht möglich, da Nutzungsmöglichkeiten im Rahmen einer detaillierten Betrachtung der spezifischen Prozesse untersucht werden müssen.
Kommerling Chemische Fabrik GmbH <ul style="list-style-type: none"> • Über Kamin gefasstes, erwärmtes Abgas aus Brenner der Abluftbehandlungsanlage 	Bisher keine Informationen und Details bekannt.
Profine GmbH	Kompressorenabwärme, Projekte zur Abwärmenutzung gibt es bereits

WASGAU Metzgerei GmbH	Keine bekannten Abwärmepotenziale. Abwärme wird bereits über Kondensatwärmetauscher rückgewonnen.
WASGAU Frischwaren GmbH	Keine bekannten Abwärmepotenziale.
WASGAU Bäckerei GmbH	Keine bekannten Abwärmepotenziale. Die Abwärme wird zu Teilen bereits zurückgewonnen.
Kaufland Pirmasens-Innenstadt	Bisher keine Informationen und Details bekannt.
<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme Kälteanlagen 	
Heizkraftwerk Pirmasens	Quantifizierung der technischen Potenziale sind zu diesem Zeitpunkt nicht möglich, da Nutzungsmöglichkeiten im Rahmen einer detaillierten Betrachtung der spezifischen Prozesse untersucht werden müssen.
<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme aus Kälteanlage. Das Kühlwasser wird bereits genutzt, um das nahegelegene Schwimmbad mit Niedertemperatur-Wärme zu versorgen. • Rauchgas des BHKW. Zur Nutzung der Abwärme muss das Rauchgassystem umgebaut werden. • Rauchgas Dampfkessel. Eine Nutzung ist nur möglich mit Umbau des kompletten Rauchgassystems inklusive Anpassung des Brenners. 	<p>Abwärme aus Kälteanlage: Das Kühlwasser wird bereits genutzt, um das nahegelegene Schwimmbad mit NT-Wärme zu versorgen.</p> <p>Abwärme Rauchgas: Eine Nutzung ist nur möglich mit Umbau des kompletten Rauchgassystems inklusive Anpassung des Brenners.</p>
Wakol GmbH	Keine bekannten Abwärmepotenziale.
<ul style="list-style-type: none"> • BHKW und Kälteanlage 	
Parkbrauerei	Bisher keine Informationen und Details bekannt.
Energiepark Pirmasens-Winzeln	Keine signifikanten Abwärmepotenziale.
<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme Elektrolyseur 	

Tabelle 2: Industrielle Abwärmepotenziale Pirmasens.

Zwischenfazit und Ausblick

Im Rahmen der bisherigen Analysen fand durch die Bestandsanalyse eine Erhebung von Strukturdaten zum Gebäudebestand sowie zur bisherigen Versorgungsstruktur mit Wärme statt. So konnte der Wärmebedarf für das Zielgebiet ermittelt werden. Durch die Potenzialanalyse wurden Effekte der Einsparung von Wärme durch Sanierung ermittelt sowie Möglichkeiten zur Nutzung grüner Wärme bzw. unvermeidbarer Abwärme aufgezeigt. Dies dient als Grundlage zur Ermittlung von Zielszenarien für die künftige Versorgung von Pirmasens mit grüner Wärme. Im Rahmen der folgenden Projektphasen wird eine Zielversorgungsstruktur ermittelt sowie Maßnahmen abgeleitet, welche die Ziele der KWP konkretisieren. Zudem wird ein Controllingkonzept zur Nachverfolgung der Maßnahmenumsetzung und

Fortschreibung der KWP in regelmäßigen Abständen entwickelt. Die Information und Einbindung verschiedener Akteure dienen der Schaffung von Transparenz und Akzeptanz.