

# Abschlussbericht Kommunale Wärmeplanung

**KOBLENZ**  
VERBINDET.

**SWK**  
STÄDTWERKE KOBLENZ.

**evm**

**IfaS** Institut für integriertes  
Stoffstrommanagement

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Impressum

### **Förderung:**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### **Herausgeber:**



Stadtwerke Koblenz (SWK) im Auftrag der  
Stadt Koblenz

### Projektleitung:

Leitung: Lars Hörnig

Koordination: Laura Bell

Förderthematik: Sven Reuter

### **Konzepterstellung:**



Energieversorgung Mittelrhein AG

Ludwig-Erhard-Straße 8

56073 Koblenz

### Vorstand:

Mithun Basu

Christoph Hesse

### Projektleitung:

Christian Schröder

Hubertus Hacke

Marcelo Peerenboom



Hochschule Trier

Umwelt-Campus Birkenfeld

Postfach 1380

55761 Birkenfeld

### Institutsleiter:

Prof. Dr. Peter Heck

Geschäftsführender Direktor IfaS

### Projektleitung:

Daniel Oßwald

Michael Müller

Im Interesse der Lesbarkeit wurde auf geschlechtsbezogene Formulierungen verzichtet. Selbstverständlich sind alle Geschlechter und LGBTQ+-bezogenen Orientierungen mit angesprochen, auch wenn explizit eine geschlechtsspezifische Formulierung gewählt wird.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Vorwort des Oberbürgermeisters der Stadt Koblenz .....</b>	<b>V</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Vorbemerkung und Aufgabenstellung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Bestandsanalyse .....</b>	<b>3</b>
2.1 Datengrundlagen .....	3
2.2 Gebäudetypen und Baualtersklassen .....	4
2.3 Beheizungsstruktur .....	5
2.4 Energieinfrastruktur .....	6
2.5 Wärme- und Endenergiebedarf .....	10
2.6 Energie- und THG-Bilanz.....	14
<b>3 Potenzialanalyse.....</b>	<b>18</b>
3.1 Potenziale zur Wärmeenergieeinsparung.....	18
3.1.1 Private Haushalte .....	18
3.1.2 GHD und Industrie.....	21
3.1.3 Städtische Liegenschaften .....	22
3.2 Lokale Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale .....	23
3.2.1 Biomasse.....	23
3.2.2 Geothermie.....	30
3.2.3 Solarenergie .....	36
3.2.4 Flusswassernutzung.....	39
3.2.5 Abwasserwärmenutzung .....	42
3.2.6 Windkraft .....	45
3.2.7 Wasserkraft .....	47
3.2.8 Abwärmenutzung aus industriellen Prozessen.....	50
3.2.9 Zusammenfassung.....	50
<b>4 Zielszenarien und Entwicklungspfade.....</b>	<b>53</b>
4.1 Szenario zur zukünftigen Entwicklung der Wärmeversorgung.....	53
4.2 Energie- und THG-Bilanz (Zielszenario) .....	56
4.3 Wärmeversorgungsgebiete.....	58
4.3.1 Methodik der Gebietseinteilung .....	59
4.3.2 Kartografische Darstellung der Versorgungsgebiete .....	62
4.4 Investitionsbedarf für die Umsetzung der KWP .....	65

4.5	Wärmevollkostenvergleiche für typische Versorgungsfälle .....	66
<b>5</b>	<b>Strategie und Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>76</b>
5.1	Übersicht Wärmewendestrategie .....	76
5.2	Fokusgebiete .....	78
5.2.1	Fokusgebiet Rauental.....	80
5.2.2	Fokusgebiet Altstadt.....	83
5.2.3	Fokusgebiet Karthause.....	86
5.3	Maßnahmenkatalog .....	89
5.3.1	Erschließung der Energiequellen für die Fokusgebiete (Wärmenetze) .....	89
5.3.2	Infrastrukturplanung für Fokusgebiete (Wärmenetze) .....	90
5.3.3	Öffentlichkeitsarbeit und Vorverträge .....	91
5.3.4	Machbarkeitsstudie zum Prüfgebiet Kesselheim / Wallersheim .....	92
5.3.5	Unterstützung beim Austausch von Gasetagenheizungen .....	93
<b>6</b>	<b>Partizipationsstrategie .....</b>	<b>96</b>
<b>7</b>	<b>Verstetigungsstrategie .....</b>	<b>102</b>
<b>8</b>	<b>Controlling-Konzept .....</b>	<b>103</b>
8.1	„Top Down“: Erhebung übergeordneter Daten .....	104
8.2	„Bottom up“: Evaluierung von Einzelmaßnahmen .....	106
<b>9</b>	<b>Kommunikationsstrategie .....</b>	<b>108</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>X</b>
	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>XII</b>

## Vorwort des Oberbürgermeisters der Stadt Koblenz

Liebe Koblenzerinnen und Koblenzer,

am 28. März 2019 hat sich die Stadt Koblenz zu den Zielen des Klimaschutzabkommens von Paris bekannt. Wir möchten dazu beitragen und unser Handeln danach ausrichten, dass die weltweit definierten Klimaziele erreicht werden.



Die Stadt Koblenz reduziert Ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen und rückt bei allen Entscheidungen den Klimaschutz und die Klimaanpassung in den Fokus. Wir wollen zur Vorbildstadt für Klimaschutz werden.

Mit der kommunalen Wärmeplanung stellt die Stadt den Baustein für die zukünftige Wärmeversorgung in Koblenz als eine der ersten Kommunen in Rheinland-Pfalz. Damit schaffen wir auch eine Grundlage stabile und bezahlbare Energiepreise für die Zukunft zu sichern. Gerade in Zeiten

der Energiekrise und neuen Gesetzgebung war es uns wichtig, Sie als Bürgerinnen und Bürger, aber auch die städtischen Entscheidungsträger von Beginn an informiert zu halten und zu beteiligen.

Im Dezember 2022 hat die Stadt Koblenz die Stadtwerke Koblenz mit der Koordination der Kommunalen Wärmeplanung beauftragt. Keine zwei Jahre später liegt uns der Bericht vor - das ist eine tolle Leistung, auf die wir stolz sein können. Einen besonderen Dank spreche ich an die beteiligten Dienstleister, die Stadtwerke Koblenz und den beteiligten Kolleginnen und Kollegen der Stadtverwaltung Koblenz aus. Wir sind stolz darauf, dass die Stadt Koblenz schon im Jahr 2024 einen Wärmeplan präsentieren kann.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr David Langner

## Zusammenfassung

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) für die Stadt Koblenz wurde nach der „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld vom 22. November 2021“ gefördert und nach den Förderbedingungen erstellt. Während der Bearbeitungszeit trat zum 1. Januar 2024 das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) in Kraft. Die Umsetzung in Landesgesetzgebung ist in Rheinland-Pfalz bisher nicht erfolgt. Der vorliegende, freiwillig erstellte Wärmeplan erfüllt nach Einschätzung der Autoren die Bedingungen für den Bestandsschutz nach § 5 des WPG, weswegen die gesetzliche Verpflichtung erst wieder für die Fortschreibung der Wärmeplanung greift.

Die kommunale Wärmeplanung ist eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, welche die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das Stadtgebiet beschreibt. Die eigentliche Wärmeplanung lässt sich unterteilen in die

1. Bestandsanalyse (Kapitel 2),
2. die Potenzialanalyse (Kapitel 3),
3. die Szenario-Entwicklung (Kapitel 4) und
4. die Umsetzungsstrategie (Kapitel 5).

Begleitet wurde die Erstellung der KWP von einer umfassenden Partizipationsstrategie (Kapitel 6). Die Darstellung einer Verstetigungsstrategie, eines Controlling-Konzeptes sowie der Kommunikationsstrategie (Kapitel 6 bis 9) liefern darüber hinaus strategische Empfehlungen zur Umsetzung der KWP nach deren Beschlussfassung durch den Stadtrat.

Bei der Bestandsanalyse wurde deutlich, dass die Wärmeversorgung in der Stadt Koblenz zu über 80% aus Erdgas erfolgt und lediglich ein Anteil von knapp 10% auf Basis erneuerbarer Energien bereitgestellt wird. Es existieren zehn Wärmenetze unterschiedlicher Größe, von welchen einige ausbaufähig sind. Die Auswertung der Bedarfsstruktur führte erwartungsgemäß zu einer Verortung der höchsten Wärmedichte in der Kernstadt. Aber auch einzelne Gebiete mit großen industriellen Verbrauchern sind im Wärmekataster deutlich erkennbar.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass bis 2045 ein relativ geringer Anteil von unter 10% des Wärmebedarfs eingespart werden kann, selbst wenn ein deutlicher Anstieg der Sanierungsrate von heute ca. 0,7% auf bis zu 2% jährlich unterstellt wird. Die lokalen Potenziale erneuerbarer Energien sind in Koblenz begrenzt verfügbar, was ein typischer Befund für Gebiete mit hoher Bebauungsdichte ist. Das größte Potenzial stellen die Dachflächen für die Nutzung von Photovoltaik und Solarthermie dar. Es wurden zudem Abwärmepotenziale (Abwasser, Flusswärme, Industrie) identifiziert und bereits in konkreten Projektansätzen berücksichtigt. Insgesamt sind die lokalen Potenziale jedoch nicht ausreichend, um den (künftigen) Wärmebedarf zu decken. Folglich ist die Stadt Koblenz u. a. auf die erneuerbare Stromproduktion im

ländlichen Raum angewiesen und muss diese über die Sektorenkopplung für die Sicherstellung ihrer Wärmeversorgung nutzen.

Für die Wärmeversorgung der Zukunft wurde ein Szenario entwickelt, welches die Treibhausgasneutralität bis 2045 nahezu erreicht. Dieses beruht im Wesentlichen auf einer Elektrifizierung des Wärmesektors (gut 70% des Bedarfs) und einer Versorgung mit Wärmenetzen (knapp 20%). Wasserstoff als Energieträger wird aus heutiger Perspektive nicht für die Verteilung an einzelne Gebäude zu Heizzwecken gesehen, sondern für Spezialanwendungen in der Industrie oder für den Betrieb großer KWK-Anlagen (BHKW oder Brennstoffzelle) in Wärmenetzen (vgl. Kapitel 4.1). Als Kernelement der Wärmeplanung wurde das Stadtgebiet auf Ebene der bebauten Flure in Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Demnach sind weite Teile des Stadtgebietes für die Wärmenetzversorgung grundsätzlich geeignet. Über eine Simulation wurden die Wärmenetzgebiete weiter priorisiert und im Ergebnis das Kernstadtgebiet, die Karthause und die Pfaffendorfer Höhe als Wärmenetzgebiete vorgesehen. Weniger dicht besiedelte Stadtteile wurden als Gebiete für die dezentrale Versorgung eingeteilt. Ein Gebiet um die Stadtteile Kesselheim und Wallersheim wurde als Prüfgebiet dargestellt, da hier wesentliche Rahmenbedingungen noch nicht ausreichend bekannt sind, um eine Einteilung vorzunehmen. Es sprechen gute Gründe für eine Wärmenetzversorgung aus industrieller und Abwasserwärme, aber auch der Einsatz von Wasserstoff für die Versorgung einzelner Industriebetriebe ist vorstellbar. Wasserstoffnetzgebiete sind für Koblenz entsprechend dem entwickelten Szenario nicht vorgesehen (vgl. Kapitel 4.3).

Zu beachten ist, dass aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet keine Pflicht entsteht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen (vgl. § 18 Abs. 2 WPG).

Insgesamt wurde der Investitionsbedarf für die Wärmewende in Koblenz auf 1,37 Mrd. € geschätzt. Dies entspricht statistisch einem Betrag von 12.000 € je Einwohner. Dazu zählen sowohl Investitionen in die Wärmenetzinfrastruktur als auch in dezentrale Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien. Die Investitionen stellen eine Herausforderung hinsichtlich der Finanzierung dar. Sie bieten jedoch auch große Chancen und Entwicklungsperspektiven für die regionale Wertschöpfung, da voraussichtlich ein großer Anteil der Investitionen Handwerksbetrieben, Bauunternehmen und Wärmenetzbetrieben vor Ort zugutekommt (vgl. Kapitel 4.4). Als Orientierung für Gebäudeeigentümer wurde ein sogenannter Wärmevollkostenvergleich aufgestellt. Dieser zeigt typische Versorgungsfälle mit zukunftsfähigen Heizsystemen kostenseitig gegenübergestellt (vgl. Kapitel 4.5).

Die Umsetzungsstrategie für die Wärmeplanung setzt sich im Wesentlichen aus drei Fokusgebieten für die Wärmenetzversorgung zusammen sowie fünf weiteren Maßnahmen, welche

prioritär anzugehen sind. Die Fokusgebiete Rauental, Altstadt und Karthause wurden unter Beteiligung der Fachöffentlichkeit, der Verwaltung sowie der Politik ausgewählt und bieten erste konkrete, ambitionierte Projekte zur Umsetzung der KWP. Als Energieträger für die Wärmenetze wurden Flusswasser-Wärmepumpen, Abwasser-Wärmepumpen und die mitteltiefe Geothermie vorgeschlagen. Die Techniken sind grundsätzlich verfügbar, aber keine Standardlösungen, sodass eine Vorplanung inklusive Absicherung der Genehmigungsfähigkeit notwendig ist. Für die Begleitung und Unterstützung der ersten Umsetzungsschritte ist ein Beitrag der Stadt als planungsverantwortliche Stelle gefragt, sowohl durch personelle Ressourcen als auch mit Haushaltsmitteln für externe Dienstleistung (technisch, juristisch) und Öffentlichkeitsarbeit.

Die KWP für die Stadt Koblenz zeigt einen technisch machbaren und nach heutigen Gesichtspunkten ökonomisch sinnvollen Weg auf, um zu den internationalen und deutschen Klimaschutzzielen beizutragen. Dies betrifft insbesondere das Ziel, Wärmenetzgebiete dort zu verorten, wo sie technisch möglich und wirtschaftlich vorteilhaft gegenüber einer dezentralen Versorgung sind. Die Umsetzung der Planung bietet die Chance, von fossilen Energieträgern und deren Preissteigerungen unabhängig zu werden. Zugleich wird die regionale Wertschöpfung gesteigert, wenn bisherige Kosten für fossile Energieträger in lokale Investitionen umgelenkt werden.



## 1 Vorbemerkung und Aufgabenstellung

Die Stadt Koblenz hat unabhängig von der gesetzlichen Verpflichtung (und somit zu einem frühen Zeitpunkt) beschlossen, eine kommunale Wärmeplanung (KWP) aufzustellen und diese in die städtischen Klimaschutzanstrengungen einzubetten. Zudem hat die Stadt im ersten Quartal 2023 ihren Beitritt zum kommunalen Klimapakt des Landes Rheinland-Pfalz erklärt und sich damit das Ziel gesetzt, zwischen 2035 und 2040 klimaneutral zu werden. Die zukünftige Wärmeversorgung und damit der grundlegende Umbau der Versorgungsstruktur ist eine wesentliche Herausforderung zur Erreichung der Klimaschutzziele. Hinzu kommen die geopolitischen Unsicherheiten, die steigenden Energiepreise sowie die Verfügbarkeit heutiger Energieträger, welche zu einer notwendigen Neuausrichtung bei der Energie- und Wärmeversorgung führen.

Die KWP ist ein Instrument der strategischen Planung und Grundlage für die Wärmeversorgung in der Zukunft auf Basis (möglichst regionaler) erneuerbarer Energien. Zugleich ist die KWP eine informelle Planung und entfaltet als solche keine bindende Wirkung. Sie stellt vielmehr den Rahmen für die Wärmewende in Koblenz dar. Die Wärmeplanung bietet damit den Privathaushalten und Wirtschaftsunternehmen Orientierung hinsichtlich möglicher zukünftiger Heizenergieträger und Versorgungssysteme wie beispielsweise Nah- oder Fernwärmenetze.

Die KWP für die Stadt Koblenz wurde als freiwillige kommunale Wärmeplanung erstellt. Das Projekt wurde mit Mitteln der nationalen Klimaschutzinitiative auf Basis der sogenannten "Kommunalrichtlinie"<sup>1</sup> gefördert. Im Juli 2023 lag der Bewilligungsbescheid vor und Ende August haben die Stadtwerke Koblenz die evm und das IfaS mit der Erstellung der Wärmeplanung beauftragt. Die inhaltlichen Anforderungen des Förderprogramms bilden dabei den maßgeblichen Rahmen für die Erstellung der KWP. Zum 1. Januar 2024, während der Erstellung der KWP Koblenz, trat das "Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)" in Kraft. Es bildet damit flächendeckend in Deutschland den rechtlichen Rahmen für die verpflichtende kommunale Wärmeplanung. Der Bundesgesetzgeber hat das WPG mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) verknüpft, indem u. a. die enthaltenen Fristen aufeinander abgestimmt wurden. Das GEG sieht vor, dass der Betrieb neu eingebauter Heizungen mit mindestens 65% erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme erfolgen muss.<sup>2</sup> Für die meisten Bestandsgebäude tritt diese Regelung in Kraft, wenn auch die kommunale Wärmeplanung erstellt sein muss, nämlich für Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern bis zum Ablauf des 30.06.2026. Insofern ist ein Ziel

---

<sup>1</sup>Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld vom 22. November 2021.

<sup>2</sup>Vgl. § 71 Abs. 1 GEG.

der kommunalen Wärmeplanung, den Gebäudeeigentümern Informationen und Orientierung zu geben, welche Heizungsart sie künftig GEG-konform in Koblenz nutzen können.

In § 5 des WPG ist geregelt, dass für bestehende oder begonnene Wärmeplanungen ein Bestandsschutz gilt und für die planungsverantwortlichen Kommunen keine Verpflichtung einer Wärmeplanung nach den gesetzlichen Vorgaben besteht. Die Voraussetzungen für diesen Bestandsschutz sind, dass

1. am 1. Januar 2024 ein Beschluss oder eine Entscheidung über die Durchführung der Wärmeplanung vorliegt,
2. spätestens bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 der Wärmeplan erstellt und veröffentlicht wurde und
3. die dem Wärmeplan zu Grunde liegende Planung mit den Anforderungen dieses Gesetzes im Wesentlichen vergleichbar ist.

Die wesentliche Vergleichbarkeit ist insbesondere anzunehmen, wenn die Erstellung des Wärmeplans Gegenstand einer Förderung aus Mitteln des Bundes oder eines Landes war.<sup>3</sup> Insofern ist davon auszugehen, dass die Stadt Koblenz ihre Verpflichtung nach dem Wärmeplanungsgesetz erfüllt hat und erst wieder im Rahmen der KWP-Fortschreibung (spätestens ab dem 1. Juli 2030) von der gesetzlichen Verpflichtung erfasst wird. Das Bundesgesetz verpflichtet zunächst die Länder, welche wiederum durch Landesrecht die Aufgabe auf die Kommunen übertragen und einzelne Regelungen konkretisieren werden. Eine entsprechende Gesetzgebung des Landes Rheinland-Pfalz ist für das Jahr 2025 angekündigt.

Nichtsdestotrotz wurde die Erstellung des Wärmeplans an einigen Punkten an die Maßgaben des WPG angeglichen. Dies betrifft bspw. die Einteilung des Stadtgebietes in Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 als wesentliches Ergebnis der KWP. Die Vorgehensweise und Arbeitspakete zur Erstellung der KWP sind in nachfolgender Abbildung zusammengefasst.

---

<sup>3</sup> Vgl. § 5 Abs. 2 WPG.



Abbildung 1-1: Arbeitsschritte zur Erstellung der KWP für die Stadt Koblenz

## 2 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die kommunale Wärmeplanung. Ziel ist sowohl eine Darstellung zur Struktur der Wärmeversorgung als auch die mengenmäßige Verteilung der eingesetzten Energieträger und die Aufteilung auf die wesentlichen Verbrauchssektoren. Ausgangspunkt bilden die Gebäudetypen und der Wärmebedarf. Darüber hinaus wird abschließend der IST-Status der Energie- und Treibhausgasbilanz für die Stadt Koblenz wiedergegeben.

### 2.1 Datengrundlagen

Die Energieversorgung Mittelrhein AG (evm) und deren Tochter Energienetze Mittelrhein (enm) verfügen als regionaler Energieversorger bzw. Netzbetreiber über eine fundierte Datengrundlage zur bestehenden Wärmeversorgung. Zu dieser fundierten Datengrundlage zählen u. a. räumlich verortete Netzverbrauchsdaten, welche von der enm bereitgestellt und ausgewertet wurden. Mithilfe einer GIS-basierten Simulationssoftware (Simergy) wurden die Realdaten räumlich verarbeitet und dort mit regionalstatistischen Daten angereichert, wo keine Realdaten zur Verfügung standen. Dies sind beispielsweise die Baualtersklassen aus dem ZENSUS oder die Verteilung nichtleitungsgebundener Energieträger aus dem Energieatlas Rheinland-Pfalz. Diese dienen primär der Zuordnung der Energieträger Öl- und Pelletheizung sowie Biomasse mittels statistischer Verteilung. Darüber hinaus wurden die Gebäudealtersklassen anhand gitterzellenbasierter Zensus-Daten zugewiesen, sodass die Anzahl je 100m x 100m Zelle der Verteilung aus den Zensus-Daten entspricht. Zudem wurden vereinzelt Open Street Map (OSM) Daten herangezogen.

Die GIS-Daten konnten für die KWP ausgewertet und für neue Darstellungen weiterverarbeitet werden. Sie dienen als Grundlage für die Darstellung der Gebäudetypen, Versorgungsstruktur,

des Wärmebedarfs, des Endenergieeinsatzes, der Treibhausgasbilanzierung (THG-Bilanzierung) sowie für die Entwicklung der Szenarien.

Als weitere Datengrundlagen wurden Geobasisdaten des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS-Daten) des Landes und im Einzelfall kommunale Daten hinzugezogen (z. B. aus der Bauleitplanung).

Für die THG-Bilanz wurden die Emissionsfaktoren aus dem „Technikkatalog Wärmeplanung“ der Deutschen Energie-Agentur GmbH vom Juni 2024 genutzt.<sup>4</sup>

## 2.2 Gebäudetypen und Baualtersklassen

Die knapp 30.000 Gebäude im Stadtgebiet lassen sich nach den Gebäudetypen gliedern, wie in nachfolgender Grafik dargestellt.

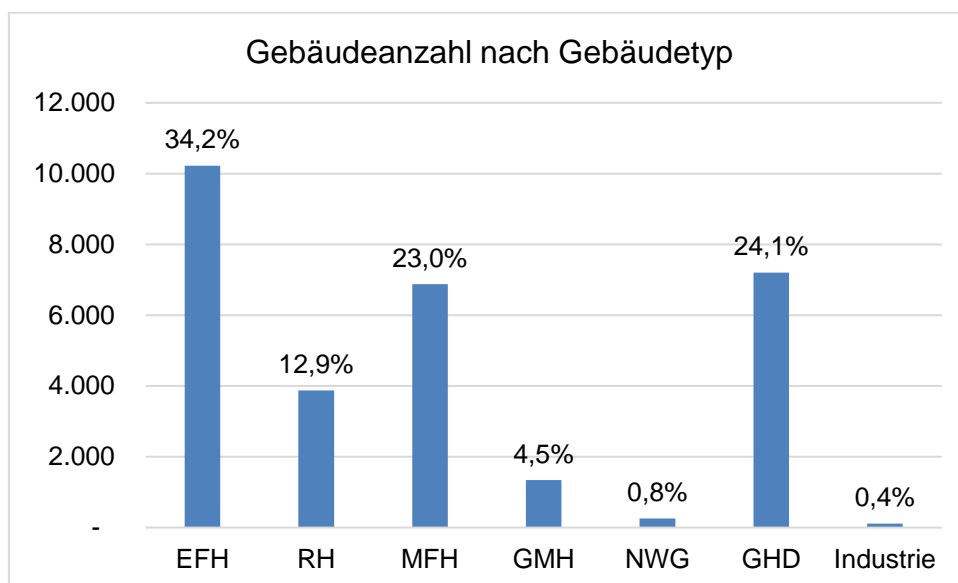


Abbildung 2-1: Gebäudeanzahl nach Gebäudetyp

Einfamilien- (EFH) und Reihenhäuser (RH) machen demnach gut 47% des Gebäudebestandes aus. Weitere gut 27% entfallen auf (große) Mehrfamilienhäuser (GMH und MFH). Die übrigen gut 25% entfallen auf Nicht-Wohngebäude (NWG), Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) und Industrie-Gebäude. Eine Erhebung der städtischen Gebäude wurde zusätzlich separat durchgeführt und für die Entwicklung von Fokusgebieten und Maßnahmen zugrunde gelegt.

Eine Auswertung nach Baualtersklassen ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

<sup>4</sup> Vgl. Technikkatalog Wärmeplanung (Juni 2024).

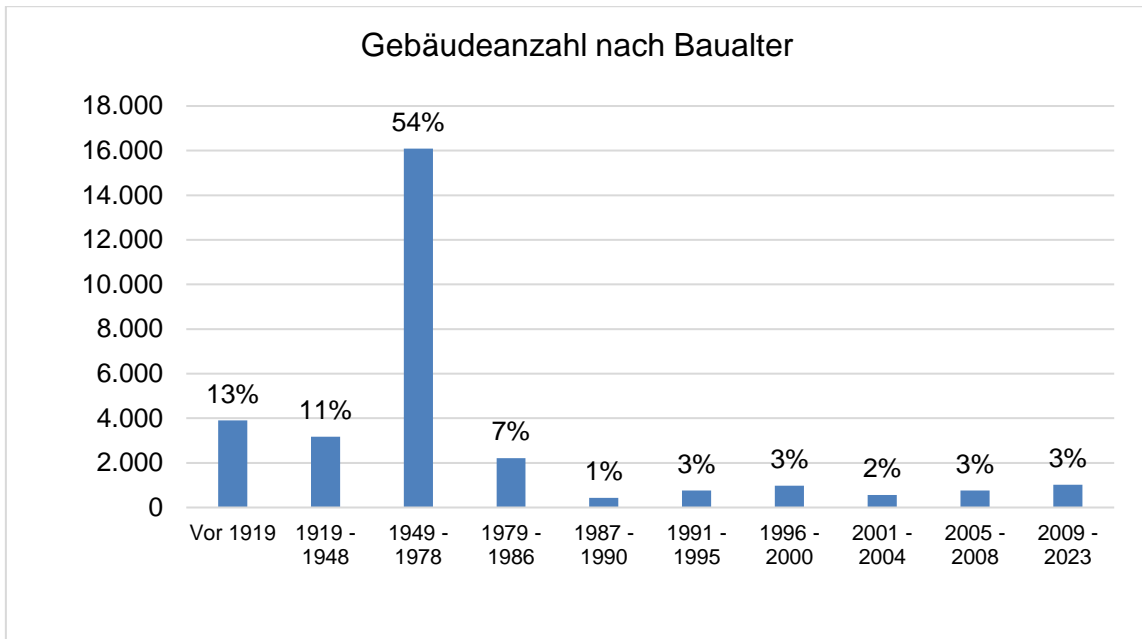


Abbildung 2-2: Gebäudeanzahl nach Baualter

24% des Gebäudebestandes wurde bis nach Ende des 2. Weltkriegs errichtet. Bei diesen Gebäuden ist mit einem vergleichsweise massiven Mauerwerk zu rechnen und einer zumindest teilweisen Sanierung. 54% der Gebäude sind nach dem Krieg bis 1978 errichtet worden. Diese Gebäude weisen meist relativ schlechte Wärmestandards auf, da Bauteile aufgrund des allseits hohen Wiederaufbaubedarfs weniger massiv ausgeführt wurden und einen entsprechend höheren Wärmedurchgangskoeffizienten aufweisen. Die Gebäude ab 1979 wurden nach der 1977 eingeführten Wärmeschutzverordnung errichtet und sind damit energetisch besser ausgerüstet. Insgesamt lässt sich aber nur näherungsweise abschätzen, welche Gebäude und wie umfangreich saniert wurden. Insgesamt ist aber von einem weiterhin großen Einsparpotenzial durch energetische Sanierung auszugehen.

### 2.3 Beheizungsstruktur

Aus den gebäudespezifischen Informationen zur installierten Heizungsanlage lässt sich der Wärmebedarf bezogen auf die einzelnen Systeme auswerten. Das Ergebnis ist in nachfolgender Grafik dargestellt.

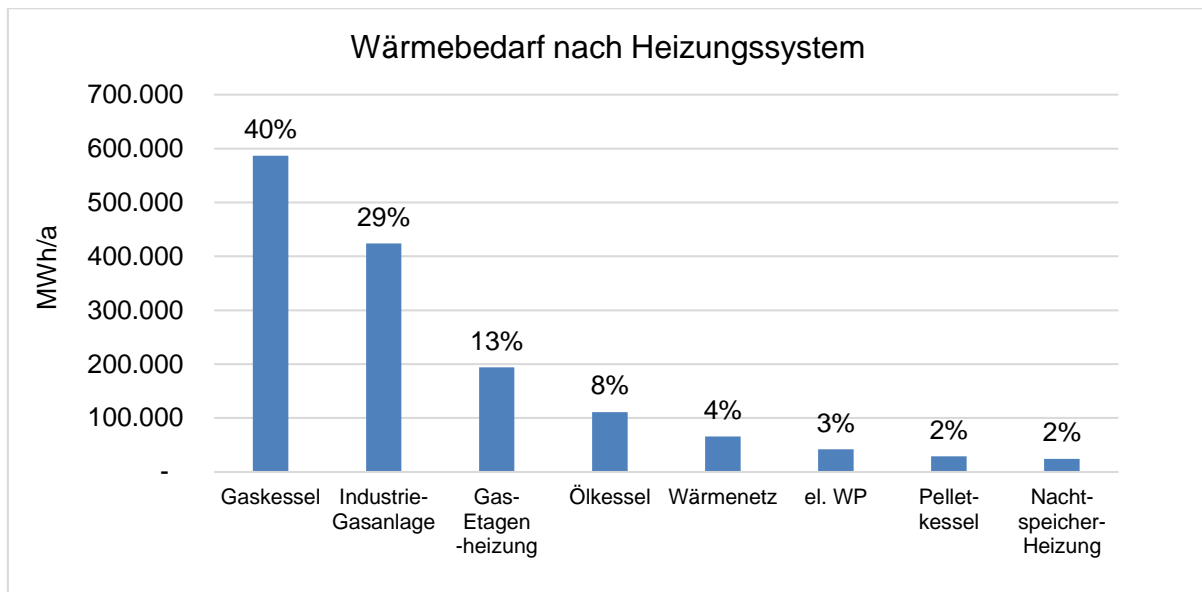


Abbildung 2-3: Wärmebedarf nach Heizungssystem

Der jährliche Gesamtwärmebedarf von 1.477.000 MWh entfällt zu 82% auf Gasheizungen. 40% davon sind konventionelle Gaskessel, knapp 30% industrielle Großanlagen und 13% sogenannte Gas-Etagenheizungen, welche für die Beheizung von Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden. 8% des Wärmebedarfs wird noch mit Ölheizungen gedeckt und immerhin 4% mit bestehenden Wärmenetzen (vgl. auch Abschnitt 2.4). Wärmepumpen, Pelletkessel und Nachspeicherheizungen spielen aktuell eine untergeordnete Rolle.

## 2.4 Energieinfrastruktur

### Stromnetze

Das städtische Niederspannungsnetz weist eine Länge von 858,54 km (Kabel) und 177,04 km (Freileitung) auf. Damit einher gehen 22.667 Anschlüsse. Das Mittelspannungsnetz hingegen zeichnet sich durch eine Kabellänge von 379,43 km und Freileitungslänge von 28,86 km aus. Dieses ist durch 627 Mittelspannungs-Stationen charakterisiert. Das Koblenzer Stromnetz verfügt über 77.666 Anschlusspunkte.

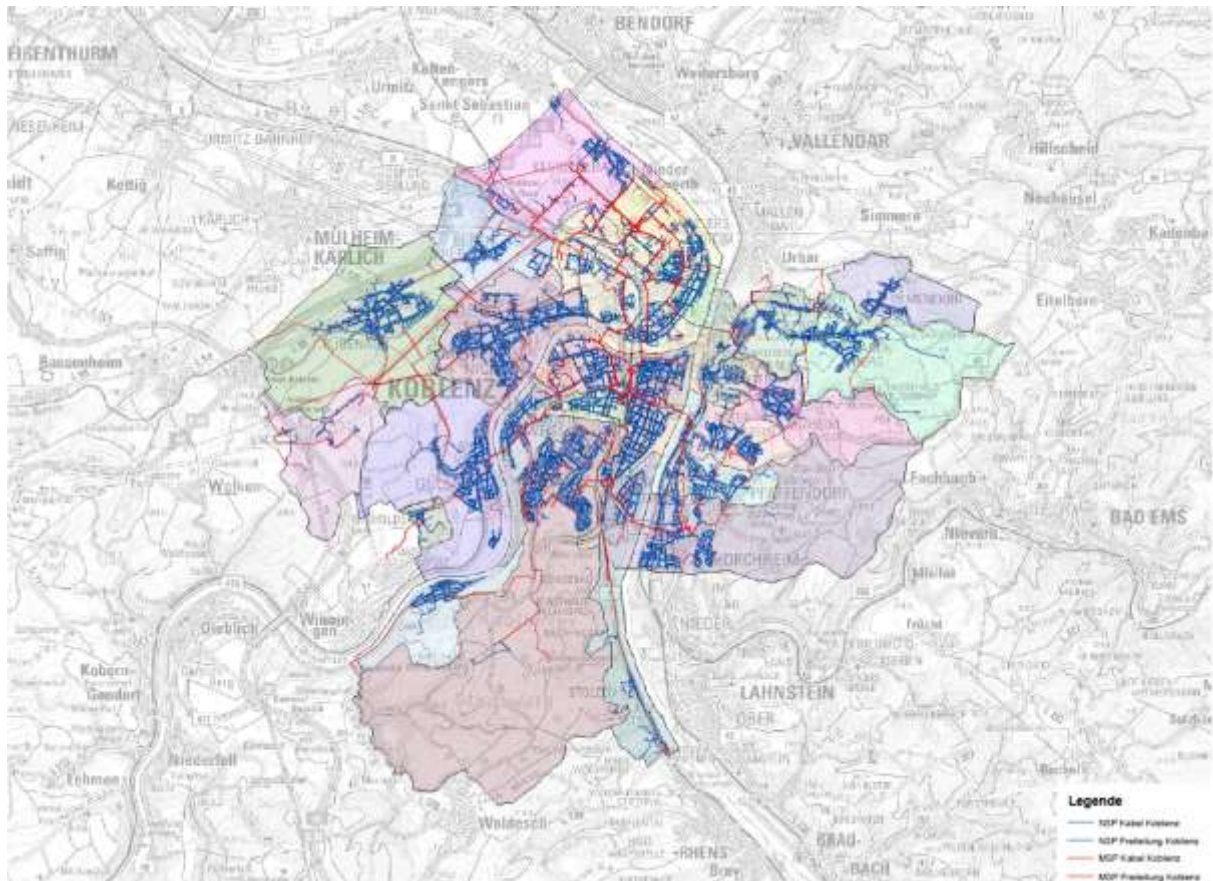


Abbildung 2-4: Stromnetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz

## Gasnetze

Die Stadt Koblenz verfügt über eine umfassende Gasnetzinfrastruktur. Mit insgesamt 483,21 km Leitungslänge werden 34.403 Anschlusspunkte bedient. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht das weitreichende Netzgebiet. Demnach ist in jedem der 30 Stadtteile von Koblenz ein Gasnetz vorzufinden.

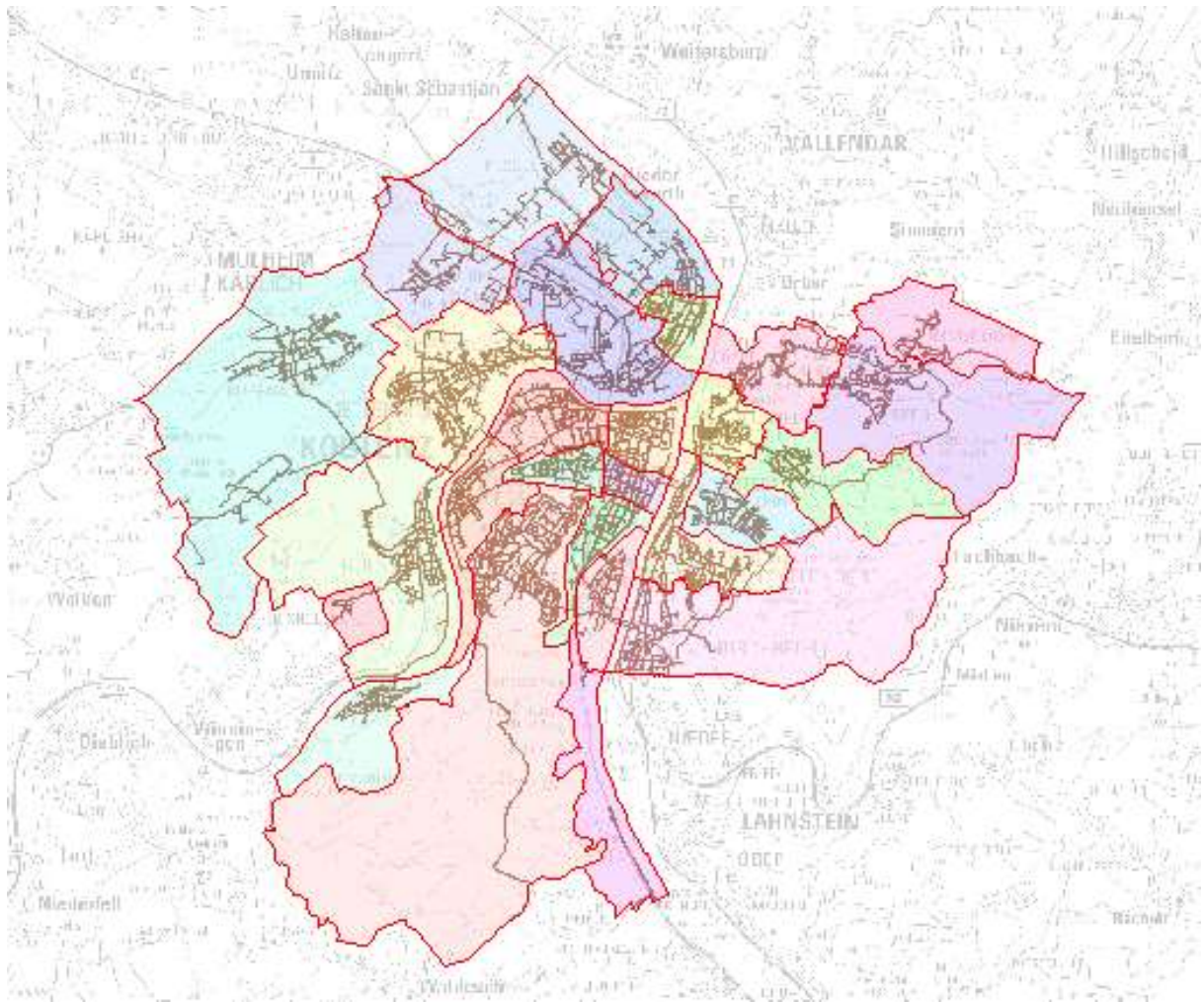


Abbildung 2-5: Gasnetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz

### **Wärmenetze**

Die bestehenden Wärmenetze von Koblenz werden sowohl von staatlichen, kommunalen als auch privaten Institutionen betrieben. Auf staatlicher Seite zählt hierzu in erster Linie die Bundeswehr zu den bedeutenden Akteuren. Darüber hinaus ist die Energieversorgung Mittelrhein AG als kommunales Unternehmen mit dem Betrieb eines Wärmenetzes in Koblenz betraut. Privatwirtschaftlich werden weitere Wärmenetze von der Iqony Energies GmbH (ehemals STEAG), der GETEC ENERGIE GmbH und der Wohnbau GmbH geführt. In Summe finden sich demnach zehn Wärmenetze in Koblenz wieder, welche den vier Stadtteilen Koblenz-Rauental, Koblenz-Metternich, Koblenz Lützel, Koblenz-Pfaffendorf und Koblenz-Horchheim zugeordnet werden. Neben der evm ist auch die Iqony Energies GmbH nach eigener Aussage



bestrebt, das bestehende Versorgungsgebiet zu verdichten, auszubauen und auf erneuerbare Energieträger zu transformieren.

Tabelle 2-1: Besitzverhältnisse und Lage der Wärmenetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz

Nr.	Eigentümer	Privat/ staatlich/ kommunal	Geografische Lage
1.	Energieversorgung Mittelrhein AG	Kommunal	Koblenz- Rauental, Boelcke Areal
2.	Iqony Energies GmbH (ehemals Steag New Energies)	Privat	Koblenz- Rauental - Verwaltungszentrum II
3.	Bundeswehr: Wehrtechnische Dienststelle 41	Staatlich	Koblenz- Metternich, Winninger Straße sowie angrenzendes militärisches Gelände
4.	Universität Koblenz	Staatlich	Koblenz- Metternich, Winninger Straße und Bachweg sowie angrenzendes Universitätsgelände
5.	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben	Staatlich	Koblenz- Metternich, Eifelstraße, Bitburger Straße, Kyllburger Straße, Gillenfelder Straße, Manderscheider Straße, Dauner Straße, Schleidener Straße, Prümer Straße
6.	Bundeswehr: BAU-IDB	Staatlich	Koblenz- Metternich, Trifter Weg und Rübenaicher Straße sowie angrenzendes Bundeswehrzentralkrankenhausgelände
7.	GETEC ENERGIE GmbH	Privat	Koblenz- Lützel, Falkenstein Kaserne
8.	Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (Landesbetrieb LBB)	Staatlich	Koblenz- Lützel, Rhein Kaserne
9.	Bundeswehr: BAIUDBw Infra III 4 ZEVM: Bundesanstalt für Immobilienaufgaben	Staatlich	Koblenz- Pfaffendorfer Höhe, Von Witzleben Straße, alte Heerstraße, Carlo Mierendorff Straße, von-Galen-Straße und angrenzendes Gelände
10.	Wohnbau GmbH	Privat	Koblenz- Horchheimer Höhe, nahezu gesamtes Gebiet

Nachfolgendes Schaubild ermöglicht einen Überblick über die räumliche Verortung der Wärmenetze.

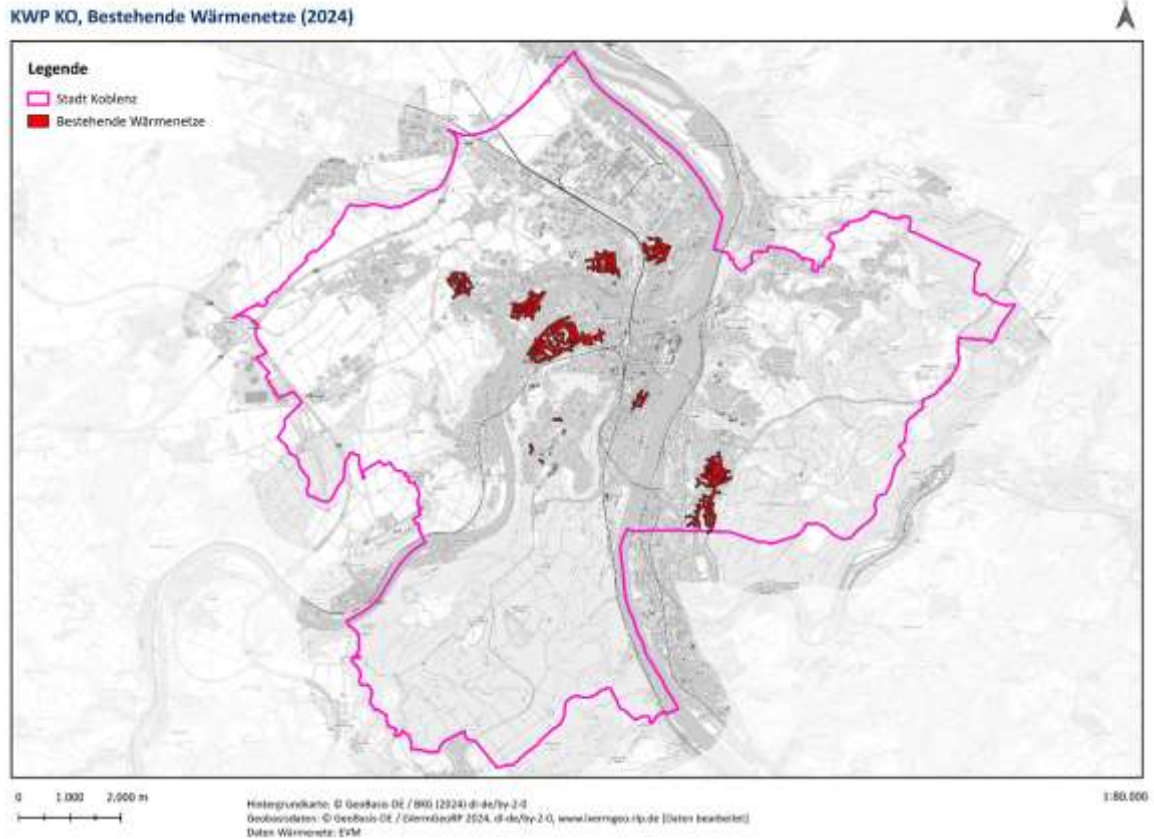


Abbildung 2-6: Wärmenetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz

## 2.5 Wärme- und Endenergiebedarf

Der Wärme- und Endenergiebedarf spiegelt die Versorgungsstruktur wider. Mit über 80% stellt Erdgas den wesentlichen Energieträger dar. Die Daten zum Wärmebedarf bilden die Grundlage zur Entwicklung eines Zielszenarios für die künftige Versorgung.

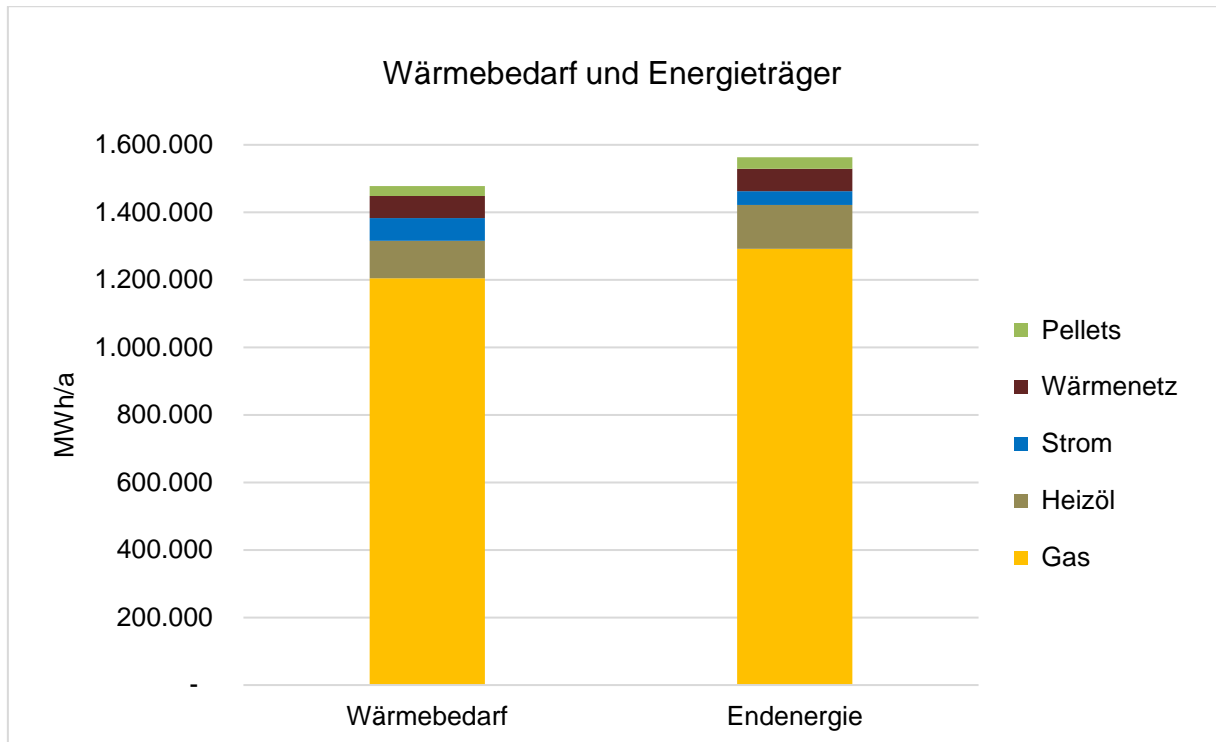


Abbildung 2-7: Wärmebedarf nach Energieträgern

Für die räumliche Darstellung des Wärmebedarfs wurden die Werte auf Flurebene aggregiert und in verschiedene Klassen eingeteilt. Eine entsprechende Darstellung zeigt folgende Abbildung.

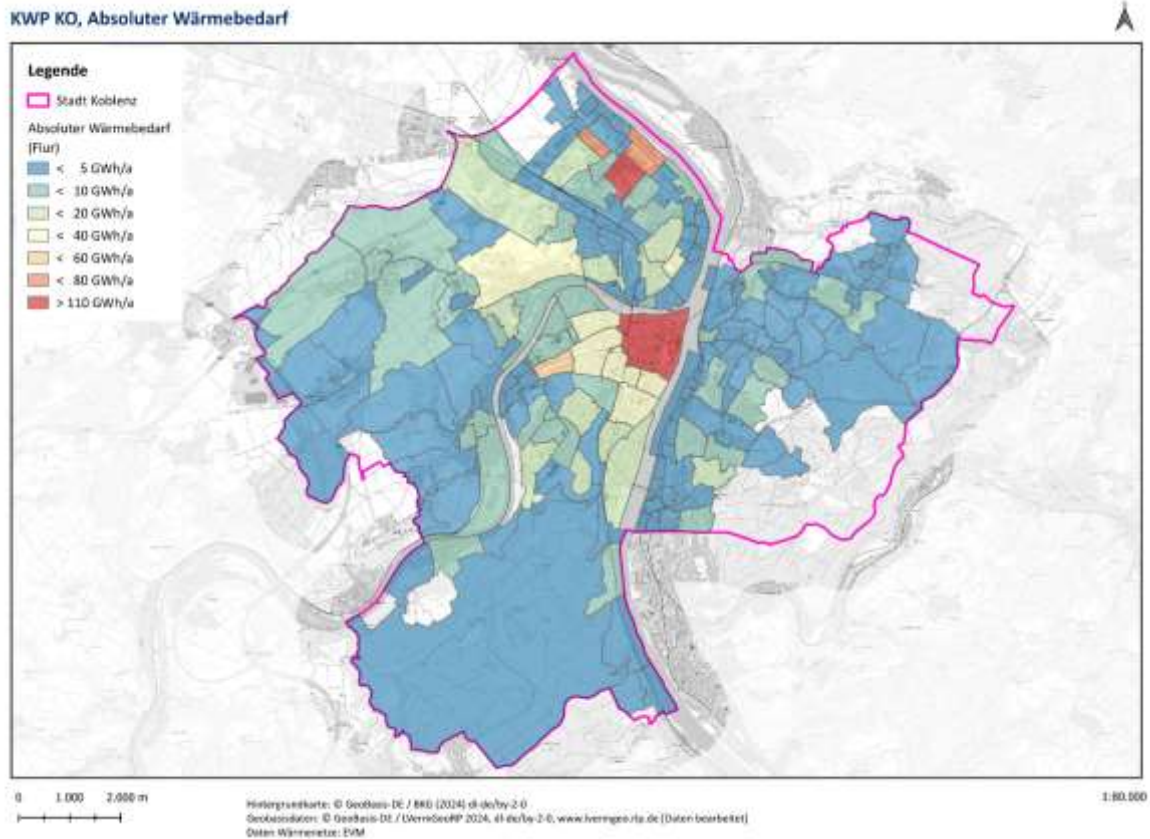


Abbildung 2-8: Räumliche Darstellung des absoluten Wärmebedarfs

Die Karte des Wärmebedarfs spiegelt im Wesentlichen die Siedlungsstruktur wider. In der Altstadt und dem umliegenden Zentrum liegt kumulativ ein hoher Wärmebedarf aufgrund der hohen Bebauungsdichte vor. Dünn besiedelte Randgebiete weisen einen geringen Wärmebedarf auf. Einzelne Flure zeigen aufgrund ansässiger Industriebetriebe einen großen Wärmebedarf.

In der Darstellung des Wärmebedarfs in Relation zur Siedlungsfläche wird deutlich, wo ein kumulativ hoher Wärmebedarf resultiert. In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse einsehbar.

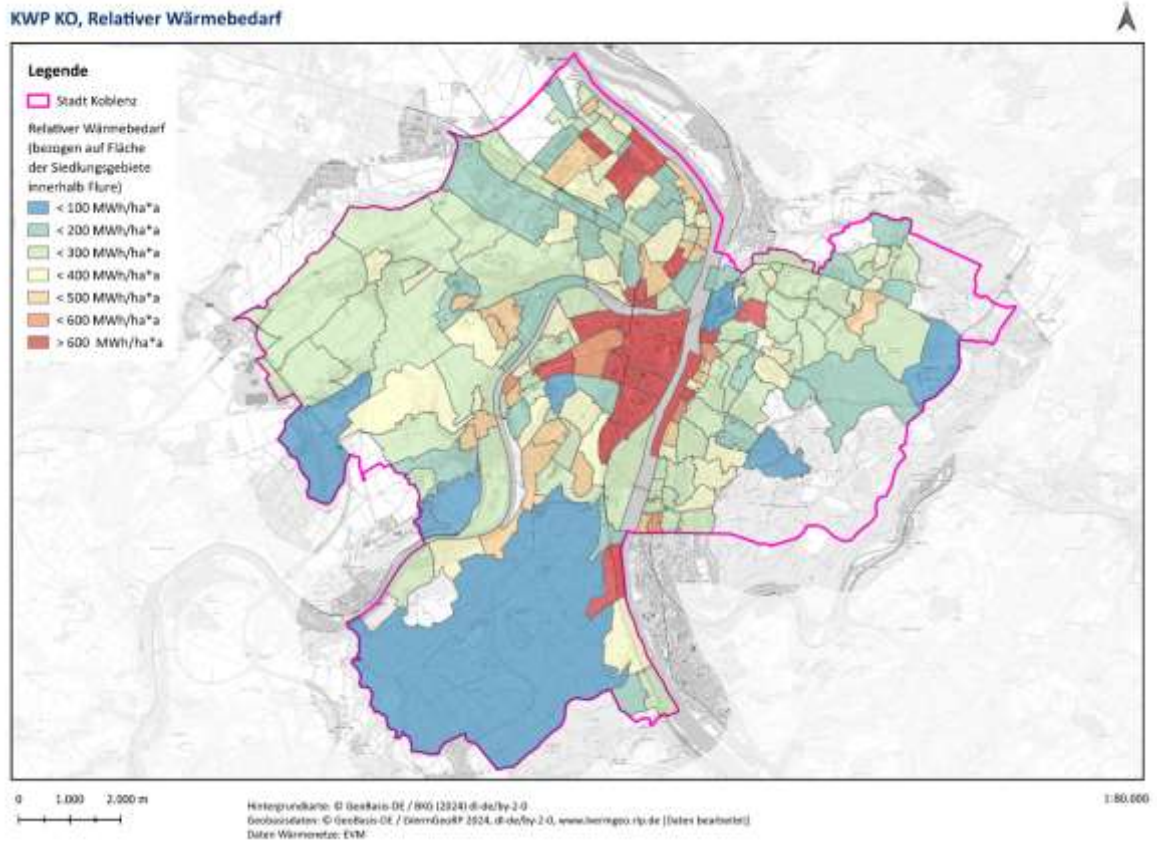


Abbildung 2-9: Räumliche Darstellung des relativen Wärmebedarfs

Ergänzend wurden die städtischen Liegenschaften im Speziellen ausgewertet. In der nachfolgenden Abbildung sind sowohl die einzelnen Liegenschaften nach ihrem individuellen Wärmebedarf klassifiziert als auch kumulierte Bedarfe je Fläche als Heatmap dargestellt.

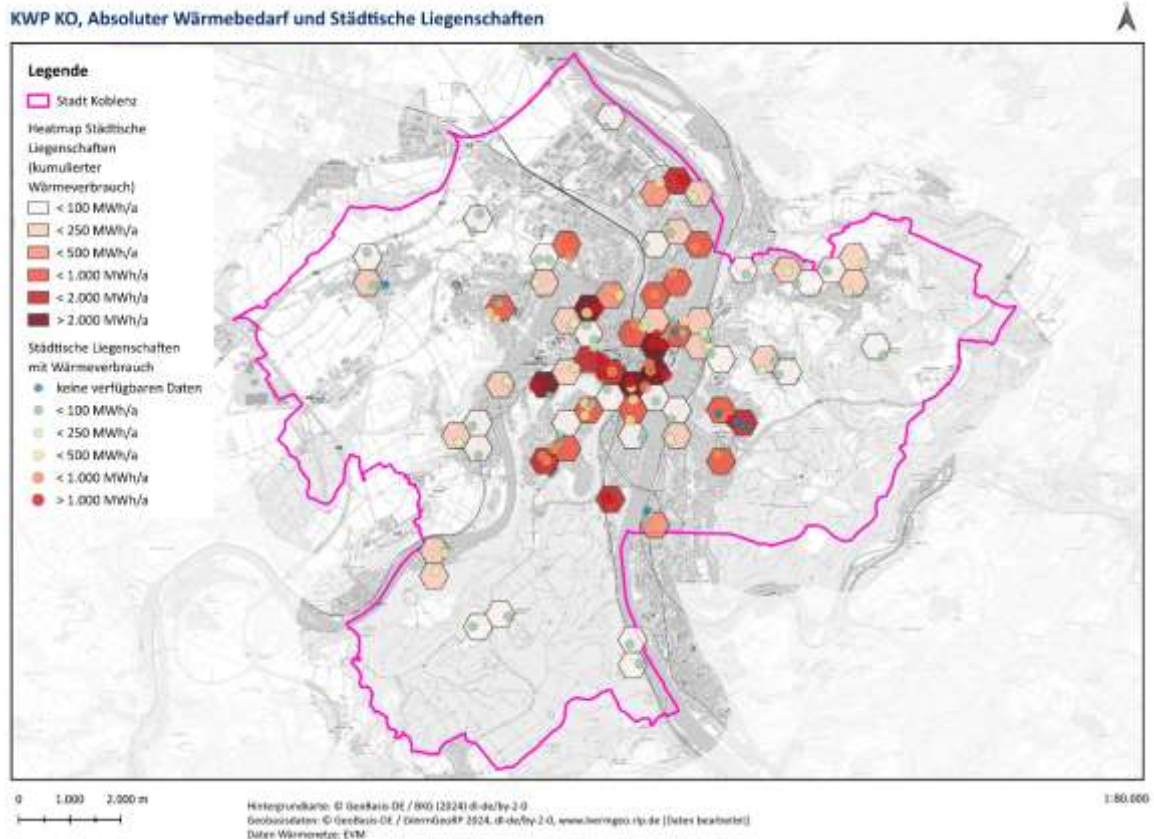


Abbildung 2-10: Darstellung der städtischen Liegenschaften

Die städtischen Liegenschaften dienen als Ankerpunkte für Wärmenetze und bilden damit eine Grundlage für die Strategie- und Maßnahmenentwicklung (vgl. Kapitel 5). Zudem wurden die städtischen Liegenschaften überschlägig auf ihr Einsparpotenzial hin überprüft (vgl. Abschnitt 3.1.3).

## 2.6 Energie- und THG-Bilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz der kommunalen Wärmeplanung erlaubt Rückschlüsse auf die Energieverbräuche einer Kommune und zeigt auf, in welchen Bereichen der größte Handlungsbedarf besteht, um eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung sicherzustellen.

Mit den in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Endenergieverbräuchen aller betrachteten Verbraucherguppen sind unterschiedliche Klimawirkungen verbunden, die im Folgenden über den Indikator der THG-Emissionen dargestellt werden. Die Summe der verursachten THG-Emissionen in den betrachteten Verbraucherguppen ist immer abhängig von den eingesetzten Energieträgern, da jeder Energieträger eine unterschiedliche Emissionsintensität aufweist. So beträgt zum Beispiel der CO<sub>2</sub>e-Faktor (Treibhausgaspotenzial) für Strom aus dem Strommix Deutschland 560 g/kWh (0,560 t/MWh), während der CO<sub>2</sub>e-Faktor für Heizöl bei 310 g/kWh und für Erdgas bei 240 g/kWh liegt. Trotz seines geringeren Anteils am

Gesamtenergieverbrauch hat der Stromsektor hinsichtlich seiner Klimawirkung aus diesem Grund ein großes Potenzial, zum Klimaschutz beizutragen.

Die zugrunde gelegten Emissionsfaktoren basieren auf Werten von Simergy<sup>5</sup> und wurden mit den Werten des Technikkatalogs<sup>6</sup> des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) abgeglichen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Energiebilanz werden die damit einhergehenden THG-Emissionen ermittelt, in dem jeweils der spezifische Emissionsfaktor je eingesetztem Energieträger zugrunde gelegt wird. In der vorliegenden Bilanz wurden, auf Grundlage der zuvor erläuterten Verbräuche, die THG-Emissionen für den Sektor Wärme quantifiziert.

Im Wärmesektor werden die Begriffe „Bedarf“ und „Verbrauch“ oft synonym verwendet, obwohl sie unterschiedlich definiert sind. Für die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz sind die nachfolgenden Unterscheidungen zu treffen:

<b>Wärmebedarf</b>	<b>Energieverbrauch</b>
Berechneter Wärmebedarf auf Basis von Gebäudedaten und Randbedingungen. Leitungs- oder Umwandlungsverluste sind nicht berücksichtigt.	Tatsächlich gemessene Energiemenge, die zum Beheizen eines Gebäudes benötigt wurde. Beinhaltet Leitungs- und Umwandlungsverluste.
<b>Was muss erreicht werden, damit die Gebäude warm sind?</b>	<b>Wie viel Energie muss eingesetzt werden, damit die Gebäude warm sind?</b>

Der Wärmebedarf quantifiziert die Energiemenge, welche in einem Gebäude ankommen muss, um den gewünschten Zustand zu erreichen; er wird für die strategische Bedarfsplanung herangezogen. Je nach dem welcher Energieträger eingesetzt wird, kann der Verbrauch unterhalb des Wärmebedarfs liegen, wenn z. B. stromgetriebene Luft-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz kommen (hier wird lediglich der Stromverbrauch gemessen und nicht die Nutzung der Außenluft), oder auch oberhalb des Wärmebedarfs liegen, z. B. durch Wirkungsgrad- und Leitungsverluste bei einem Heizölkessel.

Für die Ermittlung der THG-Emissionen ist der reale Energieverbrauch anzusetzen; er wird im folgenden Textteil der Berechnung zugrunde gelegt.

Für das Basisjahr 2023 wurden ein Gesamtenergieverbrauch von 1.563.100 MWh und THG-Emissionen in Höhe von rund 388.400 t CO<sub>2</sub>e für die Stadt Koblenz errechnet. Eine Verteilung der THG-Emissionen nach Verbrauchergruppen ist in nachfolgender Tabelle ausgewiesen.

<sup>5</sup> Vgl. <https://www.simergy.ceco.de/>.

<sup>6</sup> Vgl. Technikkatalog Wärmeplanung (Juni 2024).

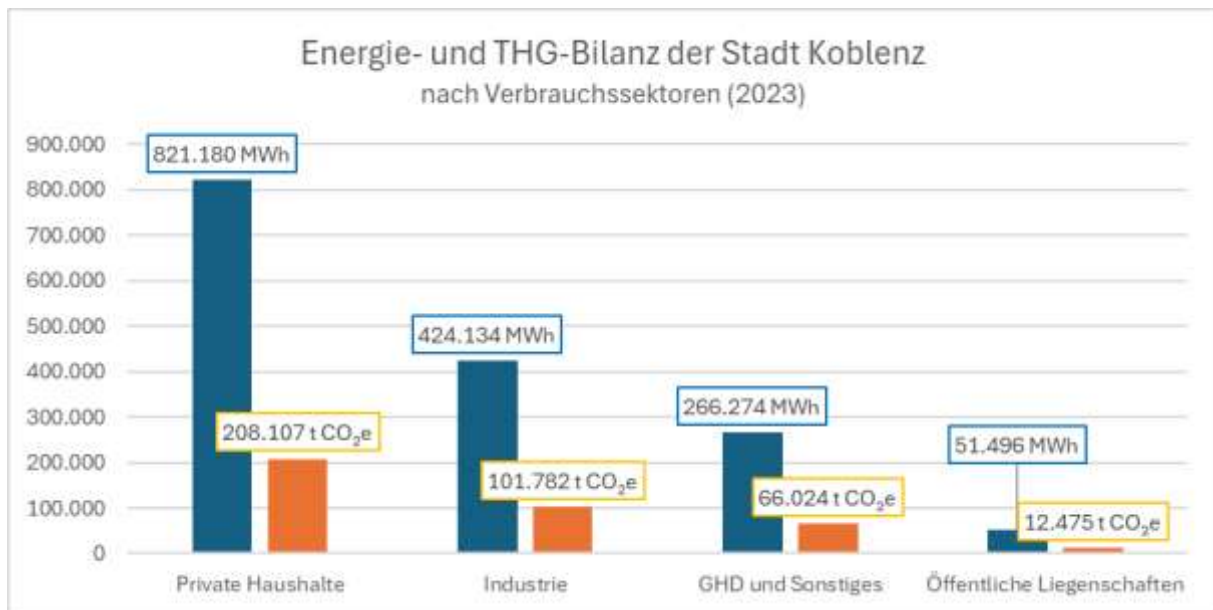


Abbildung 2-11: Energie- und Treibhausgasbilanz 2023 für die Wärmeversorgung

Die THG-Emissionen werden zu rund 54% durch die privaten Haushalte und zu ca. 43% durch Industrie und GHD verursacht. Nicht-Wohngebäude bzw. öffentliche Liegenschaften verursachen in der Gesamtbetrachtung rund 3%. Bezogen auf die rund 115.000 Einwohner (2023) im Betrachtungsgebiet ergeben sich durchschnittliche Pro-Kopf-Emissionen in Höhe von rund 3,5 t CO<sub>2</sub>e für die Bereitstellung von Wärme.

Eine Verteilung der insgesamt verursachten THG-Emissionen nach Energieträgern fasst die nachstehende Tabelle zusammen.

Tabelle 2-2: Verteilung der THG-Emissionen 2023 für die Wärmeversorgung nach Energieträgern

Energieträger (2023)	Wärmebedarf		Energieverbrauch		CO <sub>2</sub> -Emission	
Fernwärme	65.849 MWh	4%	66.514 MWh	4%	14.633 t CO <sub>2</sub> e	4%
Gas	1.205.030 MWh	82%	1.291.796 MWh	83%	310.031 t CO <sub>2</sub> e	80%
Heizöl	110.995 MWh	8%	130.582 MWh	8%	40.480 t CO <sub>2</sub> e	10%
Pellets	28.810 MWh	2%	33.894 MWh	2%	678 t CO <sub>2</sub> e	0%
Strom	66.713 MWh	5%	40.297 MWh	3%	22.566 t CO <sub>2</sub> e	6%
<b>Summe</b>	<b>1.477.397 MWh</b>	<b>100%</b>	<b>1.563.083 MWh</b>	<b>100%</b>	<b>388.389 t CO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

Die Analyse der Energiebilanz verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung in Koblenz stark von fossilen Energieträgern geprägt ist. Der größte Teil des Wärmebedarfs wird durch den Einsatz von Erdgas gedeckt (83%). Eine wesentliche Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung muss es daher sein, den Ersatz fossiler Energieträger durch emissionsfreie (emissionsarme) Alternativen zu ersetzen.

Die Stadt Koblenz hat sich mit dem Beitritt zum kommunalen Klimapakt Rheinland-Pfalz dazu verpflichtet, ihr Mögliches dazu beizutragen, um im Korridor zwischen 2035 und 2040



klimaneutral zu sein. Zentrale Aktivitäten und Maßnahmen zur Entwicklung der zukünftigen Wärmeversorgung umfassen demnach die nachfolgenden Aspekte:

- **Förderung erneuerbarer Energien:** Ausbau der Nutzung von Solarthermie, Biomasse und Geothermie sowie Einführung von Wärmepumpen.
- **Steigerung der Energieeffizienz:** Implementierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in allen Nutzungssektoren.
- **Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Strommix:** Reduktion der THG-Emissionen durch Errichtung neuer Anlagen und Nutzung von grünem Strom.
- **Optimierung der Wärmeverteilung:** Reduktion von Leitungsverlusten und Verbesserung der Wärmenutzung in Gebäuden.

Auf dieser Basis werden die Entwicklungsszenarien für die Stadt Koblenz modelliert und ein Szenario für die künftige Wärmeversorgung abgebildet (vgl. Kapitel 4).

### 3 Potenzialanalyse

Ziel der Potenzialanalyse ist es, lokale Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien und Abwärme zu ermitteln. Daneben sollen Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs eruiert werden. Das Ergebnis der Potenzialanalyse bietet konkrete Hinweise auf einen möglichen, auf die lokalen Rahmenbedingungen zugeschnittenen, Energieträgermix.

#### 3.1 Potenziale zur Wärmeenergieeinsparung

Vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenknappheit ist eines der Kernziele der Europäischen Union die Verringerung des Energieverbrauches in ihren Mitgliedsstaaten. Hierzu verabschiedete die EU die Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden. Dabei spielen vor allem Energieeffizienz- und Energiesparmaßnahmen eine entscheidende Rolle.<sup>7</sup> Die EU-Richtlinie 2018/844 (Weiterentwicklung der Richtlinie 2010/31/EU) fordert Niedrigstenergiegebäude bei Neubauten ab 2021 sowie Renovierungsstrategien beim Umbau bestehender Gebäude. In Deutschland wird die Energieeffizienz von Gebäuden vor allem durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt.

In diesem Zusammenhang sind besonders der sorgsame Umgang mit Ressourcen sowie ein optimiertes Stoffstrommanagement in allen Verbrauchssektoren von hoher Bedeutung. Die Themen Energieeinsparung und -effizienz sind dazu zentrale Ansatzpunkte, da diese Potenziale ohne weiteren Energieträgerbedarf zu realisieren sind und langfristig große regionale Wertschöpfungseffekte bewirken. Es gilt bei der Priorisierung von Klimaschutzmaßnahmen grundsätzlich den Energiebedarf zu reduzieren, bevor eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen auf den optimierten Bedarf hin erfolgt.

In den nachfolgenden Kapiteln werden Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen für die Bereiche

- private Haushalte,
- GHD und Industrie sowie
- öffentliche Liegenschaften

aufgezeigt.

##### 3.1.1 Private Haushalte

Die privaten Haushalte in der Stadt Koblenz verbrauchen demzufolge jährlich 757.570 MWh Wärme. Der größte Anteil wird im Allgemeinen zur Erzeugung von Raumwärme benötigt. Die Details sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Die Verteilung der Energiever-

---

<sup>7</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2019

bräuche und die möglichen Einsparungen beziehen sich auf die Prognosen aus dem Referenzszenario der WWF-Studie „Modell Deutschland“.

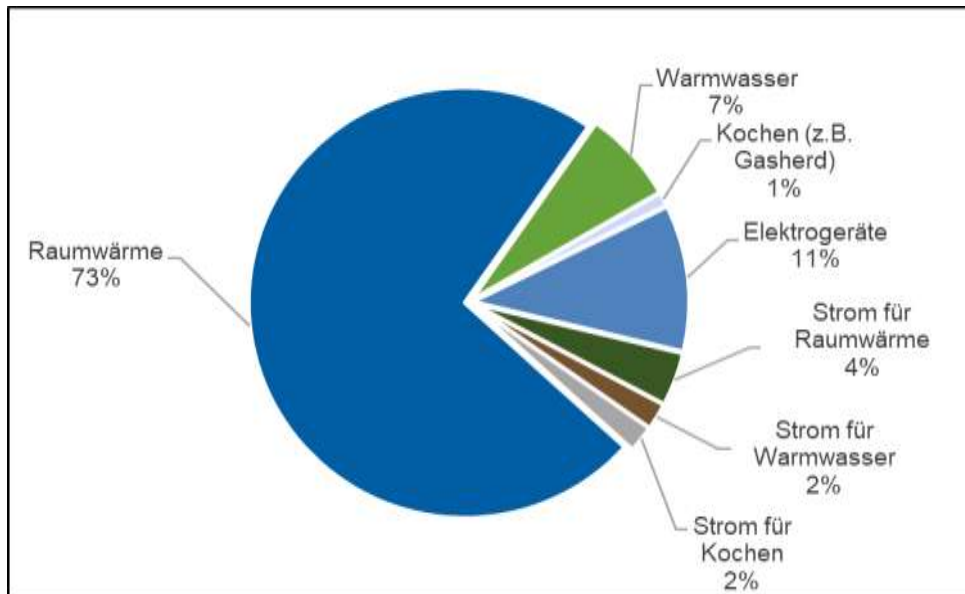


Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte gem. WWF-Studie <sup>8</sup>

In der WWF-Studie wird davon ausgegangen, dass sich die Situation im Bereich der privaten Haushalte verändern wird. Die Anzahl der privaten Haushalte steigt bis ungefähr 2030, nimmt aber anschließend ab, wobei die Anzahl der in einem Haushalt lebenden Personen sinkt. Damit einhergehend wird auch die Wohnfläche pro Person größer. Energieeinsparungen werden für die privaten Haushalte notwendig, da mit steigenden Energiepreisen zu rechnen ist. Unter den für die WWF-Studie getroffenen Annahmen von Prognos und vom Öko-Institut steigen die Verbraucherpreise für private Haushalte bis 2050 für leichtes Heizöl um das Dreifache und für Erdgas und Treibstoffe um das Doppelte gegenüber 2005. In der genannten Studie werden keine Annahmen für die Entwicklung des Strompreises getroffen. In einer weiteren Prognos-Studie wird von einer inflationsbereinigten Preissteigerung bei Strom für Haushaltskunden von 2011 bis 2050 von etwa 3% ausgegangen.<sup>9</sup>

Die privaten Haushalte weisen in der Startbilanz einen Wärmeverbrauch von 757.570 MWh auf. Aufbauend auf diesem Wert wird in der nachstehenden Grafik aufgezeigt, wo und zu welchen Anteilen die Wärmeverluste innerhalb der bestehenden Wohngebäude auftreten.

<sup>8</sup> Eigene Darstellung nach WWF, 2009

<sup>9</sup> Prognos et al. 2014



Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude<sup>10</sup>

Parallel dazu wurde in einer Studie des IWU ermittelt, dass bundesweit im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor 1978 errichtet wurden, erst bei 26,5% der Gebäude die Außenwände, bei 52,3% die oberste Geschossdecke bzw. die Dachfläche, bei 12,4% die Keller-geschossdecke und erst bei ca. 10% der Gebäude die Fenster nachträglich gedämmt bzw. ausgetauscht wurden. Wird die obere Abbildung im Kontext der IWU-Studie betrachtet, ist ein großes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung zu erreichen.<sup>11</sup> Zudem kann der Heiz-wärmebedarf durch den Einsatz von effizienter Heizungstechnik reduziert werden. Die erzielbaren Einsparungen liegen je nach Sanierungsmaßnahme zwischen 45 und 75%. Große Einsparpotenziale ergeben sich durch die Dämmung der Gebäude. Je nach Baualtersklasse, Ge-bäudegröße und Umfang der Sanierungsmaßnahmen sowie individuellen Nutzerverhaltens sind die Einsparungen unterschiedlich.

Nach Ermittlung des derzeitigen Wärmeverbrauchs der Haushalte und der Erkenntnis, dass bei vielen Haushalten Einsparpotenziale bestehen, wird das Szenario für die Erschließung der Effizienzpotenziale im Wohngebäudesektor aufgestellt und im Anschluss berechnet.

Der Wärmeverbrauch in der Stadt Koblenz kann demnach um etwa 11% auf ca. 672.631 MWh bis 2045 gesenkt werden. Das in der Summe geringe Einsparpotenzial liegt in der Sanierungs-rate begründet, welche eine entscheidende praktische Restriktion auf der Zeitskala darstellt (vgl. auch Abschnitt 4.1).

<sup>10</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an FIZ Karlsruhe, kein Datum

<sup>11</sup> Vgl. Institut Wohnen und Umwelt (IWU), 2018

### 3.1.2 GHD und Industrie

Unter GHD fallen u. a. die Branchen Landwirtschaft, Gärtnerei, industrielle Kleinbetriebe, Handwerksbetriebe, Baugewerbe, Handel und Gesundheitswesen.

Die Energieverteilung im GHD-Sektor wird wie folgt angesetzt.

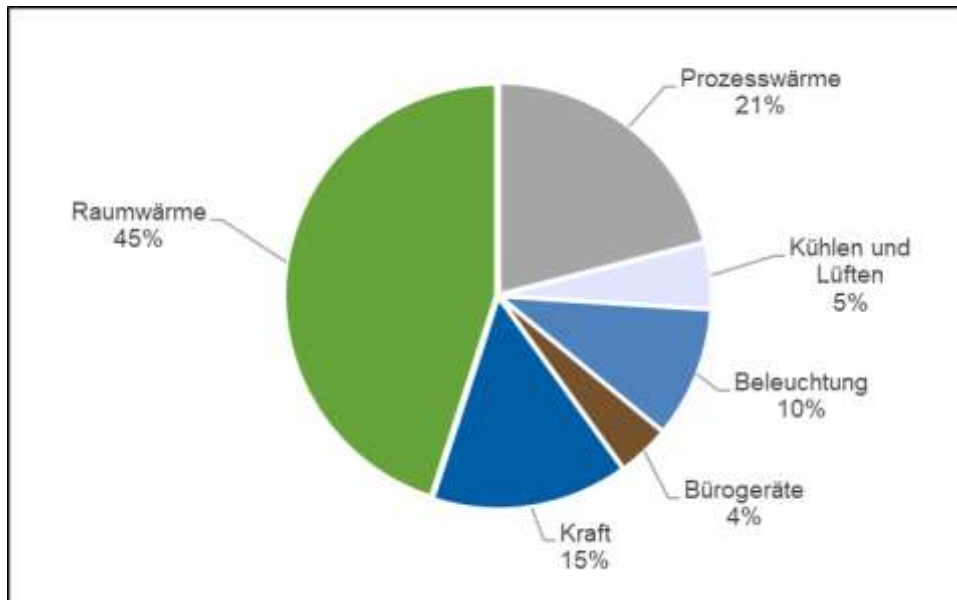


Abbildung 3-3: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs im Bereich GHD gem. WWF-Studie<sup>12</sup>

247.589 MWh Wärme werden pro Jahr für den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit der Bereitstellung von vorrangig Raumwärme aufgewendet. Den größten Anteil an der Raumwärme haben Branchen wie Gesundheits- und Unterrichtswesen sowie der öffentliche Sektor mit Krankenhäusern, Altenheimen, Schulen und Verwaltungsgebäuden. Diese weisen, im Gegensatz zu Handels- und Handwerksbetrieben, durchschnittlich den höchsten Raumwärmebedarf auf. Für das verarbeitende Gewerbe (Industrie) werden zum gleichen Zeitpunkt 424.134 MWh Wärme benötigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil des Wärmebedarfs im verarbeitenden Gewerbe auf die Prozesswärme entfällt.

Die Senkungspotenziale liegen in der energetischen Sanierung der Gebäude analog zu den privaten Haushalten. Die Sanierungs- und Neubaurate liegt heute in diesem Sektor im Vergleich zu Wohngebäuden wesentlich höher (3%/a).<sup>13</sup> Dadurch setzen sich neue Baustandards (GEG) schneller durch, womit auch der spezifische Energieverbrauch dieser Gebäude auf 83 kWh/m<sup>2</sup> im Jahre 2030 gesenkt werden kann.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Eigene Darstellung nach WWF, 2009

<sup>13</sup> Vgl. Institut für Energie- und Umweltforschung; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH, 2018, S. 53

<sup>14</sup> Vgl. ebenda.

Im Gewerbebereich ergeben sich abweichend zu privaten Haushalten meist auch höhere Einsparpotenziale im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, weiterer technischer Geräte sowie der Produktionsanlagen. Die Art der wärmebrauchenden Systeme ist stark abhängig von der Branche. Selbst branchenintern können große Unterschiede auftreten.

Allgemein ergeben sich folgende Handlungsfelder, um Energie und/oder Kosten im Wärmebereich einzusparen:

- Energieträgerwechsel (bspw. Umstellung auf erneuerbare Nahwärmeversorgung),
- Einführung eines Energiemanagements (ganzheitliche Optimierung des Systems),
- Wärmerückgewinnung (bspw. an Lüftungsanlagen) sowie
- Wärmedämmung von warmwasserführenden Armaturen, Pumpen und Rohrleitungen.

Werden Maßnahmen für die zuvor erwähnten Handlungsfelder ergriffen, kann der Wärmeverbrauch bis 2045 auf ca. 641.210 MWh reduziert werden.

### 3.1.3 Städtische Liegenschaften

Basierend auf vorliegenden Datensätzen zur technischen Ausrüstung sowie Wärmeverbräuchen von städtischen Bestandsgebäuden konnte ein sogenannter Kennwertevergleich durchgeführt werden, bei dem der spezifische Wärmeverbrauch eines jeweiligen Gebäudes mit den Werten gleicher oder ähnlicher Gebäudetypen (nach GEG) verglichen wird. Der vorliegende Datensatz beinhaltet 294 Gebäude, von denen 112 Gebäude Wärmeverbräuche vorweisen, der Realverbrauch oder die Heizleistung bekannt ist und bei denen zusätzlich die Nettogrundfläche (NGF) zur Berechnung des flächenspezifischen Wärmeverbrauchs vorliegt. Bei der Bewertung der Daten wird hinsichtlich der Aussagekraft unterschieden zwischen hoher Genauigkeit (Realverbrauch vorliegend) und niedriger Genauigkeit (nur Heizleistung bekannt, grobe Einschätzung über den gebäudetypspezifischen Kennwert der Volllaststunden). Abbildung 3-4 zeigt die Auswertung des Kennwertevergleichs mithilfe einer Verbrauchseinordnung in Ampelfarben. Dabei sind jene Werte mit niedriger Genauigkeit (anhand der Heizleistung ermittelt) leicht transparent dargestellt. Rund 43% der untersuchten Liegenschaften weisen einen vergleichsweise niedrigen Wärmeverbrauch auf. 26% haben einen im Vergleich (leicht) erhöhten Wärmeverbrauch und 31% der Gebäude zeigen hohe Verbrauchswerte.

Unter der Prämisse, alle Liegenschaften mit erhöhtem (gelb) oder hohem Verbrauch (rot) würden gerade so saniert, dass sie der grünen Kategorie (niedriger Verbrauch) zugeordnet würden, lassen sich aus dem Kennwertevergleich Einsparpotenziale i. H. v. 8.780 MWh/a ableiten, was einem Anteil von ca. 21% am aktuellen Gesamtverbrauch der Liegenschaften entspricht.

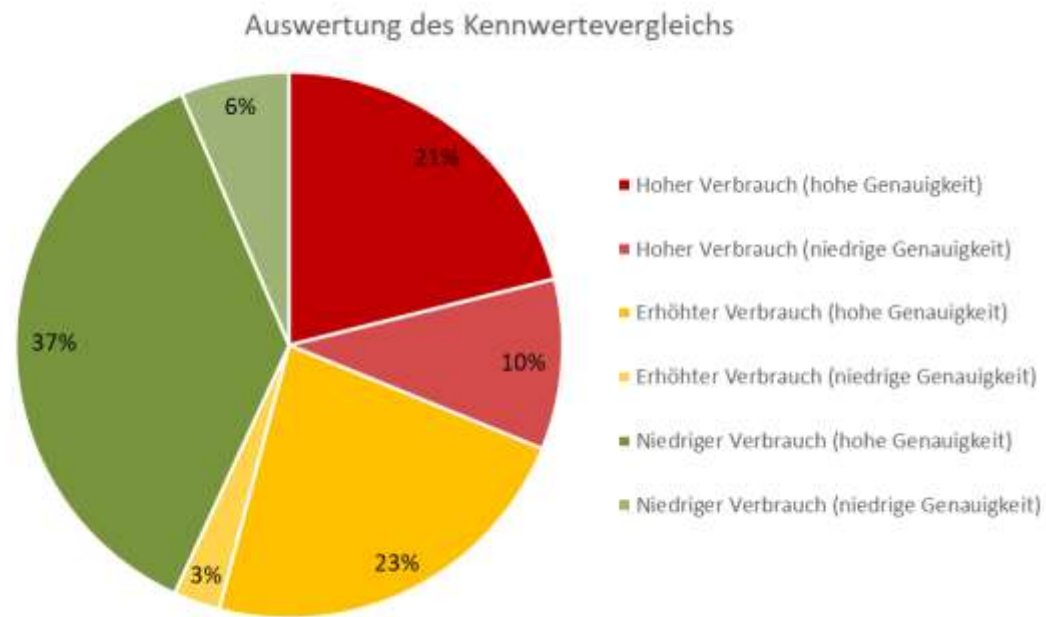


Abbildung 3-4: Ergebnis des Kennwertevergleichs der öffentlichen Liegenschaften der Stadt Koblenz

## 3.2 Lokale Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale

Grundlegend für die Entwicklung von Szenarien und Maßnahmen ist die Darstellung von Potenzialen. Diese bestehen einerseits aus den bereits genutzten Potenzialen (**Bestand**), andererseits aus den darüber hinaus verfügbaren, bisher ungenutzten Möglichkeiten (**Ausbau**). Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale eruiert, die sich aus den lokal verfügbaren erneuerbaren Energien und Abwärme ergeben.

### 3.2.1 Biomasse

Die Biomassepotenziale für die Stadt Koblenz umfassen die Bereiche Forst- und Landwirtschaft, Landschaftspflege sowie Siedlungsabfälle und werden in Biomassefestbrennstoffe und Biogassubstrate eingeteilt. Die Potenzialdarstellung basiert auf statistischen Daten, Literatur- und Erfahrungswerten. Die Flächenverteilung ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Land- und forstwirtschaftliche Flächen haben einen Anteil von rund 50% an der Gesamtfläche.

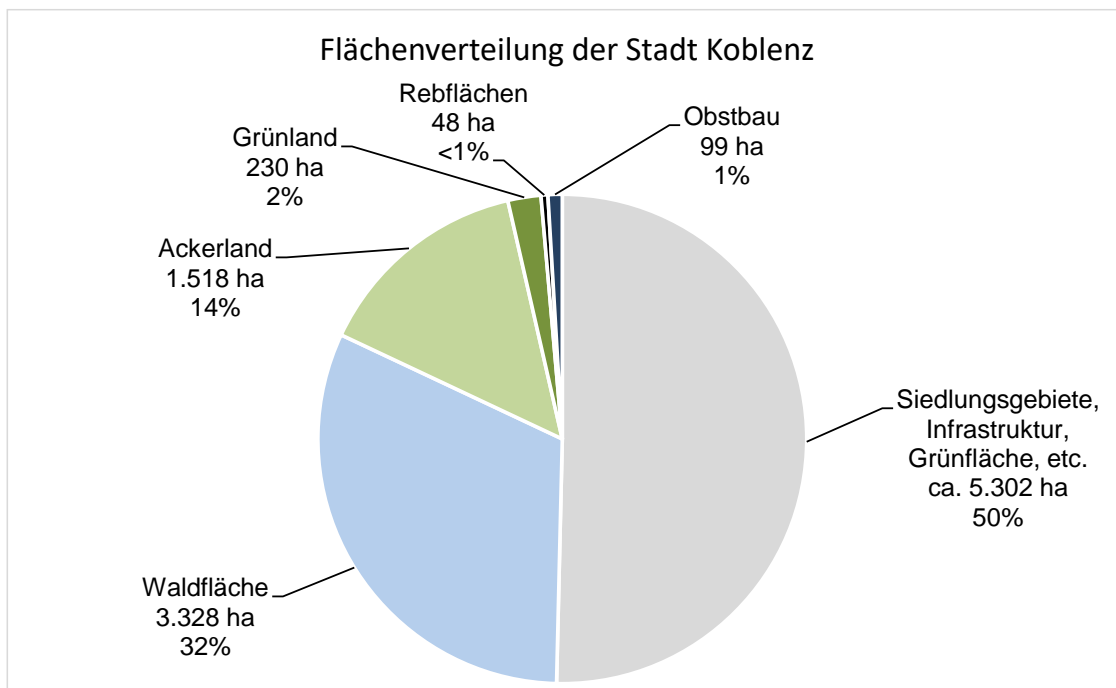


Abbildung 3-5: Flächenverteilung der Stadt Koblenz.

### 3.2.1.1 Potenziale aus der Forstwirtschaft

Die Basisdaten für die Forstpotenziale der Stadt wurden auf Grundlage der Bundeswaldinventur (statistische Daten zu Wald und Forstwirtschaft in Rheinland-Pfalz<sup>15,16,17</sup>) erhoben. Hieraus ergibt sich eine Waldfläche von ca. 3.300 ha. Um eine Einschätzung über die Nutzung dieser Waldfläche zu erhalten, wird das Verhältnis von Nutzung und Zuwachs gebildet. Aus den zugrunde gelegten Daten lässt sich ein Verhältnis aus Nutzung und Zuwachs von ca. 65% (über alle Eigentumsarten) ableiten.

Als Leitsortimente werden in der Forstsprache die Verkaufskategorien der unterschiedlichen Holzarten bezeichnet. Hier wird vor allem zwischen Stammholz, Industrieholz höherer und niedriger Qualität sowie Energieholz unterschieden. In der Potenzialanalyse werden die Sortimente Industrie- und Energieholz berücksichtigt. Ausgehend von der Datengrundlage wurde eine Entnahme an Industrieholz und Energieholz von etwa 1.000 t/a analysiert. Für das Energieholz errechnet sich ein genutztes Potenzial von rund 500 t/a. Der darin gebundene Energiegehalt summiert sich auf ca. 1.800 MWh/a.

Aufgrund der tendenziell niedrigen Nutzung des Zuwachses wurde eine Nutzungssteigerung auf ca. 70% des Zuwachses in der Potenzialanalyse berücksichtigt. Im Rahmen einer Sortimentsverschiebung wurden für den Planungszeitraum bis 2050 ca. 5-10% des Industrieholzes in das Energieholz verschoben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die aktuelle

<sup>15</sup> Landesforsten Rheinland-Pfalz, 2024.

<sup>16</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2024.

<sup>17</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022.



Energieholznutzung sowie das Ausbauszenario in Bezug auf Energieholzmengen. Hieraus ergibt sich ein Potenzial von rund 2.500 MWh/a bis zum Jahr 2050. Davon werden voraussichtlich bereits 1.800 MWh/a genutzt. Somit liegt das Ausbaupotenzial in diesem Bereich bei etwa 700 MWh/a. Die nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen Energieholzmengen bis zum Jahr 2045.

Tabelle 3-1: Energiepotenziale aus der Forstwirtschaft

Potenziale Forstwirtschaft	
Energieholz	Gesamtwald
Energieholz 2024 [t]	500
Energiegehalt 2024 [MWh/a]	1.800
Energieholz 2045 [t]	700
Energiegehalt 2045 [MWh/a]	2.500
Ausbaupotenzial [MWh/a]	700

### 3.2.1.2 Potenziale aus der Landwirtschaft

Im Bereich der Landwirtschaft wurden auf der Datenbasis des Statistischen Landesamtes aktuelle Flächen- und Nutzungspotenziale für den Bilanzraum analysiert. Die Betrachtung fokussiert sich auf folgende Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen
- Reststoffe aus Ackerflächen
- Reststoffe aus der Viehhaltung
- Reststoffe aus dem Obst- und Weinbau
- Biomasse aus Dauergrünland

#### **Anbau von Energiepflanzen auf Ackerfläche**

Dieses Potenzial wird ungeachtet möglicher Flächenkonkurrenzen (auch „Tank-Teller-Konkurrenz“) betrachtet. Um Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen darzustellen, wurde zunächst ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen für eine derartige Nutzung zusätzlich bereitgestellt werden könnten.

In der folgenden Potenzialanalyse wird zugrunde gelegt, dass ca. 10-15% der Ackerflächen (ca. 1.500 ha<sup>18</sup>) für eine derartige Verwendung bereitgestellt werden können. Hieraus errechnet sich ein Flächenpotenzial von ca. 150-200 ha. Auf Grundlage der vorliegenden Daten wurden keine Biogasanlagen im Stadtgebiet identifiziert. Somit entspricht das dargestellte Flächenpotenzial dem Ausbaupotenzial. Das Ausbauszenario berücksichtigt in dieser Untersuchung den Anbau von Festbrennstoffen. Somit entfallen unter den getroffenen Annahmen ca.

<sup>18</sup> Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2016.

200 ha auf den Anbau von Agrarhölzern im Kurzumtrieb mit einem Energiepotenzial in Höhe von ca. 8.500 MWh/a.

### Reststoffe aus der Tierhaltung

In der Gruppe der Biogassubstrate aus Reststoffen liegt ein Potenzial in der energetischen Nutzung von Gülle und Festmist. Die relevanten Daten zur Tierhaltung im Betrachtungsraum beziehen sich auf den Stand 2016<sup>19</sup> und berücksichtigen dabei sowohl die durchschnittlich produzierten Güllemengen als auch die Stalltage pro Tierart und Jahr. Weiterhin werden genutzte Potenziale abgeschätzt und berücksichtigt. Aufgrund der oben dargestellten Ausgangssituation im Bereich der Biogasnutzung entspricht die Gesamtmenge der Wirtschaftsdünger dem Ausbaupotenzial. Daraus ergibt sich ein eher geringes Ausbaupotenzial von rund 1.800 t/a mit einem Energiegehalt von 350 MWh/a. Dies ist in der folgenden Tabelle detailliert dargestellt.

Tabelle 3-2: Aufkommen an Wirtschaftsdünger im Stadtgebiet

Art des Wirtschaftsdüngers		Tieranzahl	Wirtschaftsdünger	Energiegehalt
			[t/a]	[MWh/a]
Andere Rinder	Flüssigmist	400	1.300	120
	Festmist		500	230
$\Sigma$		<b>400</b>	<b>1.800</b>	<b>350</b>
Gesamt- $\Sigma$			<b>1.800</b>	<b>350</b>

### Reststoffe aus der Ackerfläche:

Generell kann Stroh als Bioenergieträger angesehen werden. Allerdings führt der vergleichsweise hohe Bedarf an Stroh als Humusverbesserer auf den Ackerflächen sowie als Streumaterial (Festmistanteil) mittelfristig zu Nutzungseinschränkungen, die sich durch Auflagen zur Humusreproduktion oder den Handel von Stroh als Einstreumaterial ergeben. Aus diesen Gründen ist davon auszugehen, dass die anfallenden Strohmengen keiner energetischen Nutzung zugeführt werden können.

In der Gruppe der Biogassubstrate liegt ein Potenzial in der Nutzung von Getreidekorn. Die energetische Verwertung von Getreidekorn beschränkt sich allerdings nur auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide, was in etwa 5% der Getreideernte ausmacht. Hier ergibt sich ein nachhaltiges Energiepotenzial von etwa 900 MWh/a.

<sup>19</sup> Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland, 2016.

### **Reststoffe aus dem Obst- und Weinbau**

Es gibt Obstanlagen im Umfang von rund 100 ha. Darüber hinaus bestehen weitere ca. 48 ha an Rebanlagen, womit beide Anbauformen zusammengefasst ca. 12% der landwirtschaftlichen Flächen belegen<sup>20</sup>. Aus diesen Flächen ergibt sich ein holziges Biomassepotenzial (aus Roudungsholz) von rund 290 t/a. Wird zum Zeitpunkt der Verwendung ein Wassergehalt von 35% angesetzt, so ergibt sich ein Gesamtheizwert von rund 860 MWh/a.

### **Biomasse aus Dauergrünland**

Bei der Betrachtung der Grünlandflächen von rund 230 ha (2%, der gesamten Fläche), sowie der vorherrschenden Tierhaltung wird angenommen, dass keine weiteren Biogaspotenziale aus den Flächen bereitgestellt werden können.

#### **3.2.1.3 Potenziale aus der Landschaftspflege**

Im Bereich Landschaftspflege wurden die Potenziale für eine energetische Verwertung aus dem Straßen-, Schienen- und Gewässerbegleitgrün untersucht. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Längen innerhalb des untersuchten Gebietes ergibt sich ein nachhaltiges Potenzial von rund 480 t/a. Wird zum Zeitpunkt der Verwendung ein Wassergehalt von 35% angesetzt, so ergibt sich ein Gesamtheizwert von rund 1.400 MWh/a.

#### **3.2.1.4 Potenziale aus organischen Reststoffen im Siedlungsraum**

##### **Bioabfall**

Zur Ermittlung des vergärbaren Potenzials aus Bioabfällen („Biotonne“) wurden Daten der Landesabfallbilanz zugrunde gelegt<sup>21</sup>. Das daraus resultierende Potenzial von rund 5.600 t/a wird aktuell zu rund 60% einer Vergärung zugeführt. Es wird angenommen, dass die verbleibenden 40% in eine energetische Nutzung überführt werden. Somit wird in diesem Bereich kein Ausbaupotenzial ausgewiesen.

##### **Gartenabfall**

Für die Erhebung des nachhaltigen Potenzials aus Gartenabfällen wurden ebenfalls Mengenangaben der Landesabfallbilanz zugrunde gelegt (ca. 2.000 t/a Grüngut<sup>22,23</sup>). Der Abfallstrom wird aktuell einer Kompostierung zugeführt, somit ist davon auszugehen, dass die energetischen Potenziale nicht abgeschöpft werden. Zusätzlich könnte über eine Ausweitung des Serviceangebotes (z. B. saisonale Containersammlung) die Sammelmenge von aktuell 20

<sup>20</sup> Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2016.

<sup>21</sup> Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2021.

<sup>22</sup> Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2021.

<sup>23</sup> Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2021.

kg/(Ew\*a) auf 40 kg/(Ew\*a)<sup>24</sup> gesteigert werden. Somit wird in der vorliegenden Untersuchung angenommen, dass langfristig eine Sammelmenge von bis zu 4.500 t/a möglich wäre. Unter der Annahme, dass holzige Anteil in einer Größenordnung von etwa 30 - 40% der Masse energetisch genutzt werden können, ergibt sich ein Energiepotenzial an Festbrennstoffen i. H. v. etwa 5.400 MWh/a.

### **Speiseöle/Altfette**

Das nachhaltige Potenzial an Altfett und alten Speiseölen ist aufgrund fehlender Datengrundlagen nur unter hohem Aufwand zu ermitteln. Es dürfte sich jedoch um mehrere kg pro Einwohner und Jahr handeln, wovon der überwiegende Teil (ca. 70%) der Nahrungsmittelzubereitung zuzuordnen ist<sup>25</sup>. Nach einer österreichischen Erhebung aus 1997 liegt das sammelfähige Potenzial aus Haushalten bei etwa 0,65 kg/EW<sup>26</sup>. Aktuelle Sammelversuche zeigen ähnliche Ergebnisse, jedoch wird angenommen, dass bei Etablierung und Verbreitung von Sammelsysteme von einem Potenzial von ca. 1,3 kg/EW auszugehen ist<sup>27</sup>. Auf Basis dieser Annahme liegt das Potenzial an Speiseölen und Altfetten bei rund 150 t/a mit einem Energiegehalt von 830 MWh/a.

#### **3.2.1.5 Zusammenfassung Ausbaupotenzial aus Biomasse**

Die Untersuchung hat gezeigt, dass zum aktuellen Zeitpunkt Biomassepotenziale zur Energiegewinnung im Stadtgebiet bereitgestellt werden können. In der folgenden Tabelle werden sowohl die genutzten als auch die ausbaufähigen Biomassepotenziale zusammenfassend dargestellt. Insgesamt beläuft sich das jährliche Ausbaupotenzial auf etwa 18.900 MWh/a, äquivalent zu rund 1,89 Mio. l Heizöl.

---

<sup>24</sup> Im Vergleich mit dem Cluster städtischer Bereich (> 750 EW/km<sup>2</sup>) erreichen Städte sammelmengen von 37-38 kg/EW.

<sup>25</sup> Kersting et al., 1996.

<sup>26</sup> Falke et al., 2001.

<sup>27</sup> Jeder Tropfen Zählt GmbH, 2024.

Tabelle 3-3: Zusammenfassung Biomassepotenziale im Stadtgebiet

Parameter	Ausbau- potenzial	Genutztes Potenzial
Biogas aus Biogut		4.180 MWh
Biogas aus Reststoffen der Landwirtschaft	1.250 MWh	
Biogas aus landwirtschaftlichen Biogassubstraten	0 MWh	
Biogas aus Altfetten und Speiseölen	830 MWh	
<b>Summe Biogas</b>	<b>2.080 MWh</b>	<b>4.180 MWh</b>
Festbrennstoff aus Landwirtschaft Agrarholz	8.500 MWh	
Festbrennstoff aus Wein- und Obstbau	860 MWh	
Festbrennstoffe aus Siedlungsabfällen (Grüngut)	5.400 MWh	
Festbrennstoffe Forstwirtschaft	700 MWh	1.800 MWh
Festbrennstoffe aus Landschaftspflege	1.400 MWh	
<b>Summe Festbrennstoffe</b>	<b>16.860 MWh</b>	<b>1.800 MWh</b>

Die prognostizierte Primärenergie des Ausbaupotenzials wird zu rund 12% aus Biogassubstraten bereitgestellt. Dabei verfügen die landwirtschaftlichen Reststoffe über ein Energiepotenzial von etwa 1.250 MWh/a. In der Summe ist ein Energiepotenzial aus Biogassubstraten von rund 2.000 MWh/a zu erwarten.

Im Bereich der biogenen Festbrennstoffe können insgesamt rund 16.860 MWh/a und damit 88% der ausbaufähigen Primärenergie gewonnen werden. Den höchsten Anteil bilden die Ag-  
roforstsysteme sowie holzige Bestandteile im Grüngut. Diese können Brennstoffe mit einem Energiegehalt von rund 6.950 MWh/a zur Verfügung stellen. Des Weiteren können aus Obst- und Rebanlagen rund 860 MWh/a und aus der Landschaftspflege ca. 1.400 MWh/a generiert werden. Die Forstwirtschaft kann ein ausbaufähiges Potenzial von rund 700 MWh/a bereitstellen.

### 3.2.2 Geothermie

Geothermische Anwendungen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der Tiefe als auch der angewendeten Technik. Je nach Anwendungsfall / Bedarfsfall sowie den regionalen Gegebenheiten (Untergrundtemperaturen, Vorhandensein von Thermalquellen) eignen sich oberflächennahe Systeme (bis 200 m) oder Projekte mit Tiefen von mehreren Kilometern. Oberflächennahe Geothermie wird üblicherweise zu Heizzwecken oder in Einzelfällen auch im Sommer zum Kühlen verwendet. Aufgrund des geringen Temperaturniveaus ist eine Anhebung mittels elektrischer oder gasgetriebener Wärmepumpe notwendig.

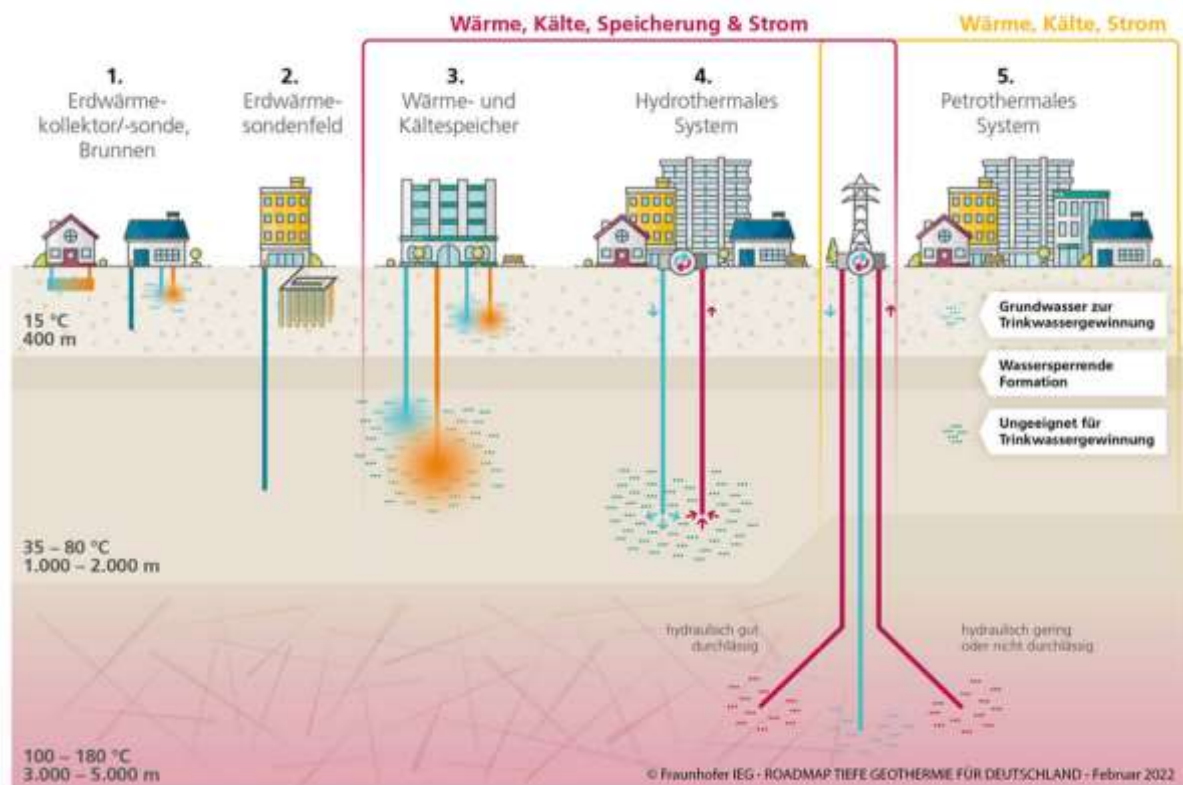


Abbildung 3-6: Übersicht Geothermie

### 3.2.2.1 Oberflächennahe Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren

Die folgende Karte zeigt die Ablehnungs-, Zulassungs- und Prüfgebiete im Bereich Koblenz für den Einsatz von Erdwärmesonden.

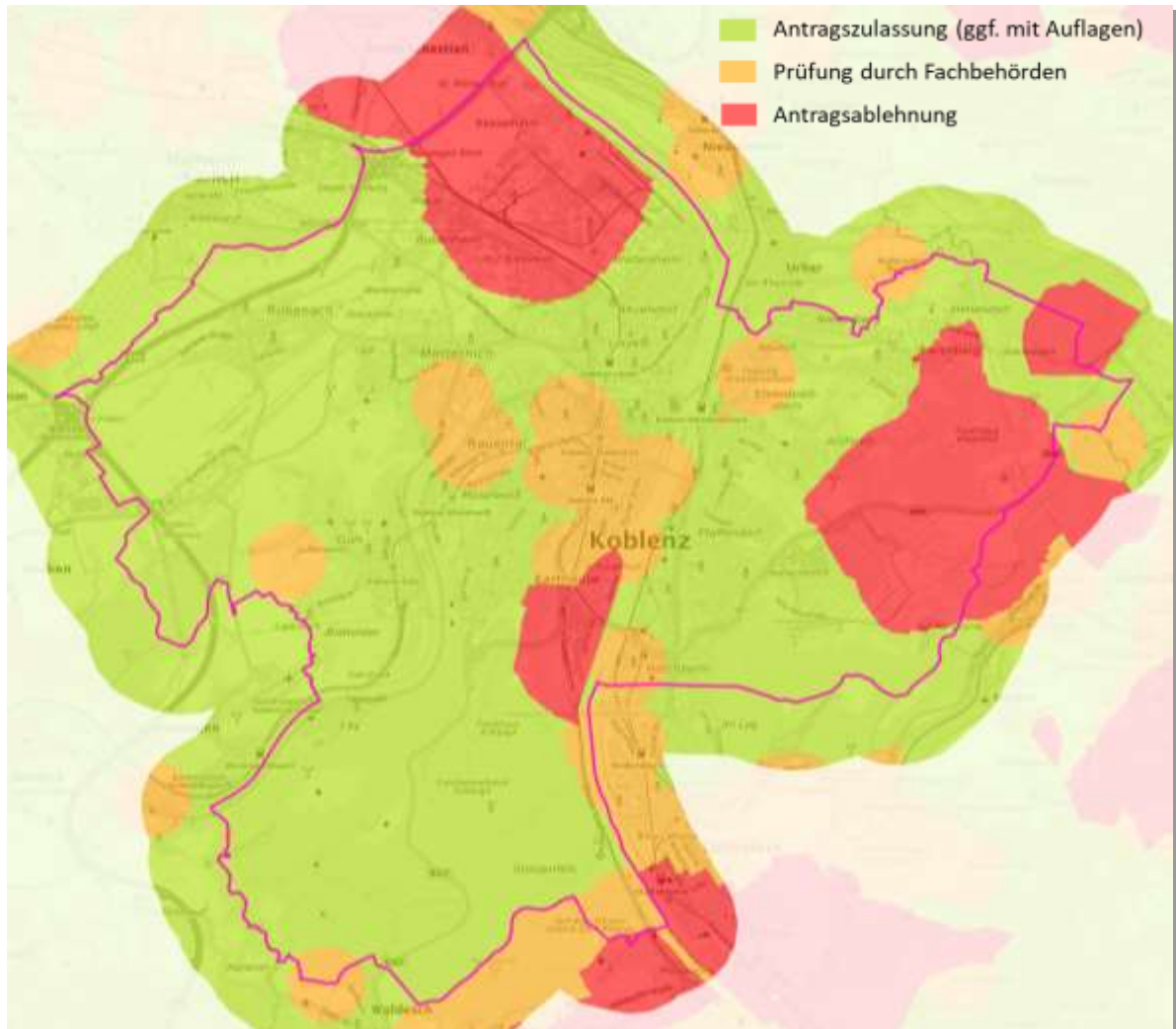


Abbildung 3-7: Standortbewertung für Erdwärmesonden<sup>28</sup>

Insbesondere in den grün gekennzeichneten Gebieten sind oberflächennahe Systeme einsetzbar, mit Bohrtiefen zwischen 50 und 200 Metern. In den gelben Gebieten erfolgt eine detaillierte Prüfung durch die Fachbehörden. Es werden je nach Wärmebedarf ein Loch oder mehrere Löcher in den Erdboden gebohrt (Abteufen), anschließend wird eine Erdsonde eingelassen und das Bohrloch mit Füllmaterial (i. d. R. Zement mit Zuschlagsstoffen) hinterfüllt / verpresst. Je nach Anwendungsfall kommen verschiedene Sondenarten zum Einsatz (z. B. U-Rohr-Sonde, Doppel-U-Sonde, Koaxialsonden).

<sup>28</sup> WMS-Dienst des LGB RLP.

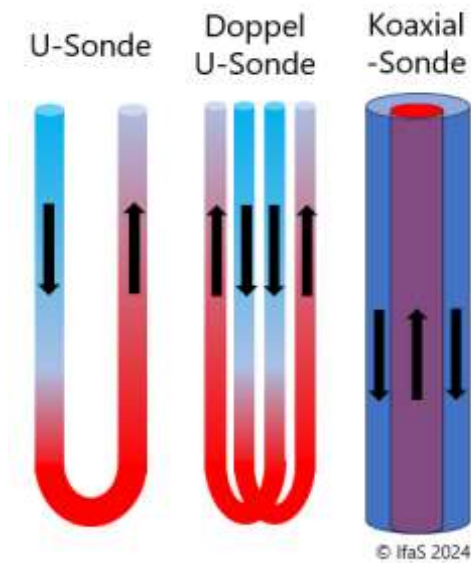


Abbildung 3-8: Sondenarten für Geothermienutzung

Eine Alternative zu den Erdsonden stellen Erdkollektoren dar, welche ca. 1,5 Meter unter der Erdoberfläche verlegt werden. Da Erdkollektoren eine relativ große Fläche beanspruchen (je nach Gebäudeeffizienz, Nutzungsart und Untergrund etwa das 1,5- bis 2,5-fache der beheizten Fläche), sind sie in dicht bebauten Gebieten weniger praktikabel.

Ein Vorteil der oberflächennahen Systeme ist, dass neben der Beheizung auch eine passive Kühlung über die Erdsonden/Erdkollektoren erfolgen kann, da der Untergrund (je nach Tiefe) ganzjährig Temperaturen zwischen 5 bis 15 Grad aufweist.

Pro Erdsonde à 100 Meter Tiefe kann von einer Entzugsleistung von durchschnittlich 5 kW ausgegangen werden, wobei die Untergrundbeschaffenheit (Temperatur, Wassergehalt, Wärmeleitfähigkeit, spezifische Entzugsleistung) großen Einfluss auf die erforderliche Sondenlänge hat. Die spezifischen Entzugsleistungen schwanken zwischen 25 und 80 Watt pro Meter Sondenlänge, sodass erst durch eine Probebohrung (Geothermal Response Test) die erforderliche Sondenlänge zur Abdeckung einer bestimmten Heizlast ermittelt werden kann (siehe auch nachstehende Tabelle).

Sind mehrere Erdwärmesonden erforderlich, sollte der Abstand nach VDI-Richtlinie 4640 mindestens 6 Meter betragen. Bei größeren Sondenfeldern mit mehreren Dutzend Bohrungen sollte dieser Abstand jedoch vergrößert werden, um einerseits eine gegenseitige Beeinflussung zu vermindern, aber auch um zu verhindern, dass dem Boden zu viel Wärme entzogen wird. Ansonsten besteht die Gefahr, dass der Boden langfristig zu weit auskühlt, was die Effizienz der angeschlossenen Wärmepumpe drastisch reduziert. Bei größeren Sondenfeldern ist zudem oftmals eine Regeneration des Erdreichs erforderlich (z. B. über passive Gebäudekühlung und/oder Abwärme / Solarthermie), da dem Boden bei Großprojekten i. d. R. mehr Wärme



entzogen wird als aus der Tiefe bzw. von der Oberfläche (Sonnenlicht, Regen) nachströmen kann. Es ist anzumerken, dass oberflächennahe Systeme i. d. R. nicht oder nur bedingt grundlastfähig sind, da dem Boden ansonsten zu viel Wärme entzogen wird.

	für 1800 Volllaststunden	für 2400 Volllaststunden
<b>Entzugsleistung allgemein</b>		
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment) ( $\lambda < 1,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )	25 W/m	20 W/m
Normaler Festgesteinsuntergrund und wassergesättigtes Sediment ( $\lambda = 1,5 - 3,0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )	60 W/m	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda > 3,0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )	84 W/m	70 W/m
<b>Entzugsleistung für bestimmte Gesteine</b>		
Kies, Sand, trocken	< 25 W/m	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
bei starkem Grundwasserfluss in Kies und Sand, für Einzelanlagen	80 – 100 W/m	80 – 100 W/m
Ton, Lehm, feucht	35 – 50 W /m	30 – 40 W /m
Kalkstein, massiv	55 – 70 W/m	45 – 60 W/m
Sandstein	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
saure Magmatite (z.B. Granit)	65 – 85 W/m	55 – 70 W/m
basische Magmatite (z.B. Basalt)	40 – 65 W/m	35 – 55 W/m
Gneis	70 – 85 W/m	60 – 70 W/m

Abbildung 3-9: Entzugsleistungen oberflächennahe Geothermie<sup>29</sup>

Wird für Großprojekte zur kommunalen Wärmeversorgung mit Wärmenetz ein Sondenabstand von 8 Meter angesetzt, können pro Hektar etwa 1 Megawatt Wärmepumpenleistung bereitgestellt werden<sup>30</sup>.

### 3.2.2.2 Tiefe und mitteltiefe Geothermie allgemein

Zunächst kann die Aussage getroffen werden, dass sich Projekte im Bereich mitteltiefer Geothermie und Tiefengeothermie nur sehr bedingt im Vorfeld kalkulieren lassen. Dies gilt sowohl für die Entzugs- bzw. Wärmeleistungen der Bohrungen als auch insbesondere für die Bohrkosten. Bevor eine erste Aussage getroffen werden kann, sind in der Regel zahlreiche Voruntersuchungen und Simulationen erforderlich. Letztendlich sind auch dies nur Prognosen, die von der tatsächlichen Leistung nach oben oder unten abweichen können. Nicht wenige Projekte wurden vorzeitig beendet oder als gescheitert erklärt, da die technischen Parameter weit hinter den Erwartungen geblieben sind. Ein weiteres Risiko stellen behördliche Anordnungen zur Stilllegung dar, beispielsweise wenn stark schwefelhaltiges Thermalwasser vorgefunden wird.

<sup>29</sup> Eigene Darstellung nach VDI 4640.

<sup>30</sup> Eigene Berechnung des IfaS.

Das finanzielle Risiko ist bei Tiefenbohrungen sehr hoch, weshalb oftmals Bürgschaften von der Kommune, dem Land oder dem Bund erforderlich sind. Aus gleichem Grunde werden die staatlichen Förderungen auch bei Projektabbrüchen gewährt (für bis dahin angefallene Kosten), beispielsweise wenn die tatsächliche Wärmeleistung weit hinter den Erwartungen liegt oder behördlich angeordnete Stilllegungen aufgrund zu hoher Salz- oder Schwefelgehalte erfolgt sind.

Die nachfolgend bereitgestellten Informationen basieren auf Recherchen zu bereits umgesetzten Projekten, wobei die technischen und wirtschaftlichen Parameter (Bohrtiefe, Wärmeleistung, Bohrkosten) stark zwischen den Projekten variieren. Es kann die Aussage getroffen werden, dass Projekte im Bereich mitteltiefer Geothermie und Tiefengeothermie selten miteinander vergleichbar sind, da die lokalen Gegebenheiten enormen Einfluss auf die Projekte haben.

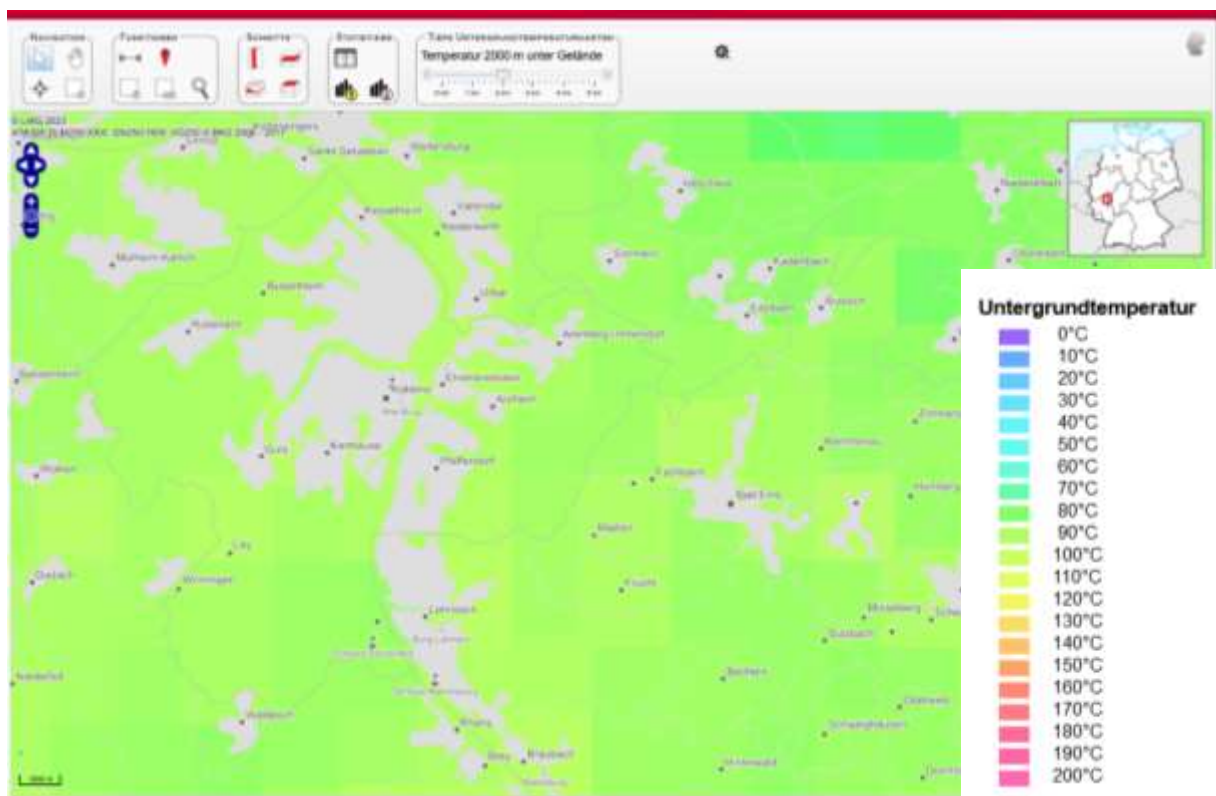


Abbildung 3-10: Untergrundtemperaturen mitteltiefer Geothermie<sup>31</sup>

Nach dem geothermischen Informationssystem (GeotIS) sind im Stadtgebiet Koblenz bereits in 2.000 m Tiefe relativ hohe Untergrundtemperaturen von 70 - 90 °C zu erwarten. Somit eignet sich Koblenz sowohl für die oberflächennahe als auch die mitteltiefe Geothermie.

### 3.2.2.3 Mitteltiefe Geothermie als geschlossenes System (Erdsonden)

Mitteltiefe Sondensysteme erreichen i. d. R. Tiefen zwischen 1.000 und 2.000 Metern, wobei es auch Beispiele für Erdsonden in knapp 3.000 Metern Tiefe gibt. Ein Vorteil sind die höheren

<sup>31</sup> GeotIS: Geothermische Potentiale.

Vorlauftemperaturen (in 1.000 Metern Tiefe ca. 30 bis 50 °C, in 2.000 Metern Tiefe 60 bis 70°C) sowie die hohe Entzugsleistung bei geringer Flächenbeanspruchung an der Oberfläche. Bei 1.000 m Tiefe können je nach Untergrundbeschaffenheit durchschnittlich zwischen 100 bis 150 kW Wärmeleistung generiert werden, bei 2.000 m Tiefe zwischen 150 und 300 kW Wärmeleistung. Auch hier gilt, dass die Untergrundbeschaffenheit enormen Einfluss auf die Entzugsleistung aufweist, sodass die letztendliche Wärmeleistung stark nach unten oder oben abweichen kann. Ein Vorteil der SONDENSYSTEME ist, dass kein Medien austausch im Untergrund stattfindet und daher hydrogeologische Risiken gering sind.

#### 3.2.2.4 Mitteltiefe Geothermie als offenes System (hydrothermale Systeme)

Offene Systeme zeichnen sich durch mindestens zwei Bohrungen (Dublethen) aus, bei denen Heißwasser aus unterirdischen Thermalquellen an die Oberfläche befördert, über einen Wärmetauscher geführt und anschließend wieder in den Boden eingebracht wird. Voraussetzung hierfür sind vorhandene Heißwasserquellen, welche direkt angezapft werden können.

Mit offenen Systemen sind i. d. R. höhere Wärmeleistungen und Vorlauftemperaturen möglich als dies bei geschlossenen SONDENSYSTEMEN der Fall wäre. Je nach vorgefundener Heißwassertemperatur ist über die direkte Wärmeversorgung (ohne Wärmepumpen) hinaus auch eine Stromerzeugung möglich, beispielsweise mit ORC-Turbinen. Voraussetzung hierfür sind Quelltemperaturen von mindestens 100 °C.

Mitteltiefe, offene Systeme können Wärmeleistungen zwischen 500 kW und mehreren Megawatt aufweisen, zudem sind sie grundlastfähig und können ganzjährig Wärme bereitstellen. Sie eignen sich daher ideal für die Versorgung von Wärmenetzen.

#### 3.2.2.5 Tiefengeothermie (petrothermale Systeme)

Projekte im Bereich Tiefengeothermie sind i. d. R. noch weniger kalkulierbar als mitteltiefe Projekte. Generell liegen Tiefengeothermie-Projekte bei einer Tiefe zwischen 3.000 Metern und 6.000 Metern. Im Gegensatz zu den mitteltiefen Projekten werden keine Heißwasserquellen genutzt, sondern die hohen Temperaturen im Tiefengestein, die je nach Region zwischen 100 und 200 °C liegen können. Nachdem die Tiefenbohrungen abgeschlossen sind (zur Förderung und Versickerung), werden künstliche Risse im Tiefengestein erzeugt, mit hydraulischer Verbindung zwischen den Bohrungen. Anschließend wird Wasser unter hohem Druck in das System eingepresst und über die Förderbohrung nach oben gepumpt. Das zutage geförderte Wasser weist in der Regel Temperaturen von weit über 100 °C auf und eignet sich ideal für eine direkte und grundlastfähige Wärmeversorgung (ohne Wärmepumpen) sowie zur Stromerzeugung. Es handelt sich um ein sehr aufwendiges und kostenintensives Verfahren, jedoch sind hohe Leistungsbereiche zwischen 5 und 50 Megawatt möglich. Üblicherweise werden tiefengeothermische Projekte jedoch in privilegierten Regionen Deutschlands errichtet, wo

sehr gute Untergrundverhältnisse mit hohem Ertragspotenzial zu erwarten sind (z. B. Oberrheingraben). Das Stadtgebiet Koblenz zählt nicht zu diesen privilegierten Regionen.

#### 3.2.2.6 Zusammenfassung

Koblenz bietet sehr gute Voraussetzungen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie, da in überwiegenden Bereichen eine Antragszulassung für Erdwärmesonden zu erwarten ist. Dies wird auch durch einige realisierte Großprojekte bestätigt, welche mehrere Bohrungen (Sondenfeld) in Verbindung mit Wärmepumpen für die Beheizung größerer Gebäude(komplexe) nutzen (z. B. Rhein-Mosel-Halle).

Die mitteltiefe Geothermie wird in Koblenz bisher nicht genutzt, bietet aber große Potenziale für die Versorgung von Wärmenetzen. Die Untergrundtemperaturen sind vielversprechend und mit SONDENSYSTEMEN sind die hydrogeologischen Risiken überschaubar. Allerdings ist ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren erforderlich. Für das Fokusgebiet im Stadtteil Kartause wird die Nutzung der mitteltiefen Geothermie mit mehreren Sondenbohrungen empfohlen (vgl. Abschnitt 5.2.3).

#### 3.2.3 Solarenergie

Aus der Energie der Sonne kann entweder Strom (Photovoltaik; kurz: PV) oder Wärme (Solarthermie) gewonnen werden. Beide Techniken lassen sich auf Gebäuden ebenso wie auf Freiflächen errichten. Sie können kombiniert oder separat voneinander errichtet werden, wobei die jeweilige Anlagenauslegung insbesondere bei solarthermischen Anlagen auf den Wärme- bzw. Warmwasserbedarf abzustimmen ist.

Insbesondere im Bereich Photovoltaik finden sich auch immer häufiger innovativere Installationsarten in Form von PV-Carports (Parkplatz-PV), gebäude- und objektintegrierten Systemen (z. B. Fassade), Floating-PV (schwimmend) sowie Agri-PV (auf Agrarfläche bei gleichzeitiger agrarwirtschaftlicher Nutzung). Eine Quantifizierung der letztgenannten Potenziale erfolgt innerhalb der Kommunalen Wärmeplanung nur bedingt.

Die Datengrundlage zur Ermittlung der Solarenergiepotenziale auf Dachflächen stellt ein Auszug des Solardachkatasters der Stadt Koblenz dar, das für jeden Bürger zur Erstinformation im Geoportal der Stadt veröffentlicht ist. Im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans wurde u. a. auch eine Eignungsuntersuchung Freiflächen-Photovoltaik durchgeführt. Gemäß Empfehlung im Gutachten werden im Flächennutzungsplan (FNP) nicht vorsorglich Sonderbauflächen für die Photovoltaik dargestellt. Eine Darstellung soll nur bei konkreten und vorab geprüften Projektanträgen erfolgen.<sup>32</sup> Auf Basis der in der Untersuchung kartierten Ausschlussflächen ergibt sich ein verbleibender Suchraum, um weitere Anlagenstandorte

<sup>32</sup> Vgl. <https://www.koblenz.de/umwelt-und-planung/stadtplanung/flaechennutzungsplan/fnp-neuaufstellung-offenlage/>.

errichten zu können, sofern eine Raumverträglichkeit gegeben ist. Mehrnutzungskonzepte wie Agri-PV-Anlagen auf Grünland (vertikale Aufständering bifacialer Module) oder Ackerflächen (hochaufgeständerte Systeme) sind auf die jeweilige Bewirtschaftungsform abzustimmen.

Bei der Auswertung der Potenziale auf Dachflächen wurde ein gemeinsames Belegungszenario berücksichtigt, das die gleichzeitige Belegung mit Photovoltaik und Solarthermie vorsieht. Sofern geeignete Dachflächen die jeweilige Mindestgröße erfüllen, wird zunächst ein Flächenanteil zur Installation von solarthermischen Kollektoren (i. d. R. Röhrenkollektor) in Abhängigkeit der Gebäudeart aus dem Liegenschaftskataster, unter Berücksichtigung eines typischerweise vorliegenden Warmwasserbedarfs für jeden vorkommenden Gebäudetyp herangezogen. Die übrige Dachfläche ist vollständig für die Belegung mit PV-Modulen vorgesehen.

### 3.2.3.1 Photovoltaik auf Dachflächen

Würden alle ermittelten Dachflächen für die solarenergetische Nutzung in Frage kommen, könnten unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Annahmen insgesamt etwa 502 MW<sub>p</sub> Leistung installiert und jährlich ca. 459.000 MWh Strom produziert werden. Dies entspricht einem Anteil von rund 60% am gesamten Stromverbrauch der Stadt Koblenz. Im Februar 2024 belief sich die installierte Leistung auf Dachflächen auf insgesamt 34,1 MW<sub>p</sub>. In Relation zum ermittelten Gesamtpotenzial entspricht dies etwa 7% der Leistung, die insgesamt auf den Dächern der Stadt installiert werden könnte.

Tabelle 3-4: PV-Potenzial auf Dachflächen

Photovoltaik - Dachflächen		
Potenzial / Cluster	Installierbare Leistung [kW <sub>p</sub> ] <sup>1</sup>	Stromerträge [MWh/a] <sup>2</sup>
<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>502.200</b>	<b>458.600</b>
Wohngebäude	289.000	267.200
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	168.900	151.100
Gebäude für öffentliche Zwecke	44.400	40.200
<b>Bestand<sup>3</sup></b>	<b>34.100</b>	<b>31.100</b>
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>468.100</b>	<b>427.500</b>

1) kristalline Module, Anlagenparameter aus Solarkataster abhängig vom Dachtyp

2) Jährlicher Stromertrag auf Basis Einstrahlung und Wirkungsgraden

3) Markstammdatenregister (Stand 02/24, eigene Auswertung)

### 3.2.3.2 Solarthermie auf Dachflächen

Parallel dazu könnten bei einer kombinierten Nutzung von Photovoltaik und Solarthermie insgesamt durch ca. 226.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche jährlich rund 93.000 MWh Wärmeenergie produziert werden, was einem Heizöläquivalent von etwa 9,3 Mio. Liter entspricht. Der Anteil am gegenwärtigen Wärmeverbrauch beträgt damit gut 6%. Das bereits genutzte Potenzial ist im Bereich Solarthermie mit 1% wesentlich geringer als im Bereich Photovoltaik.

Tabelle 3-5: ST-Potenzial auf Dachflächen

Solarthermie - Dachflächen		
Potenzial / Cluster	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ] <sup>1</sup>	Wärmeerträge [MWh/a] <sup>2</sup>
<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>226.000</b>	<b>93.400</b>
Wohngebäude	197.000	81.600
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	0	0
Gebäude für öffentliche Zwecke	28.000	11.900
<b>Bestand<sup>3</sup></b>	<b>1.800</b>	<b>600</b>
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>224.200</b>	<b>92.800</b>

1) Röhrenkollektoren

2) Jährlicher Wärmeertrag auf Basis Globalstrahlung und Wirkungsgraden

3) Energieatlas RLP, Daten zu geförderten Anlagen des BAFA von 2007 bis 2020

### 3.2.3.3 Zusammenfassung

Folgende Abbildung stellt die Wärme- und Stromerträge bei einer vollständigen Erschließung der ermittelten Potenziale sowie den jeweiligen Bestand innerhalb der Stadt Koblenz gegenüber.

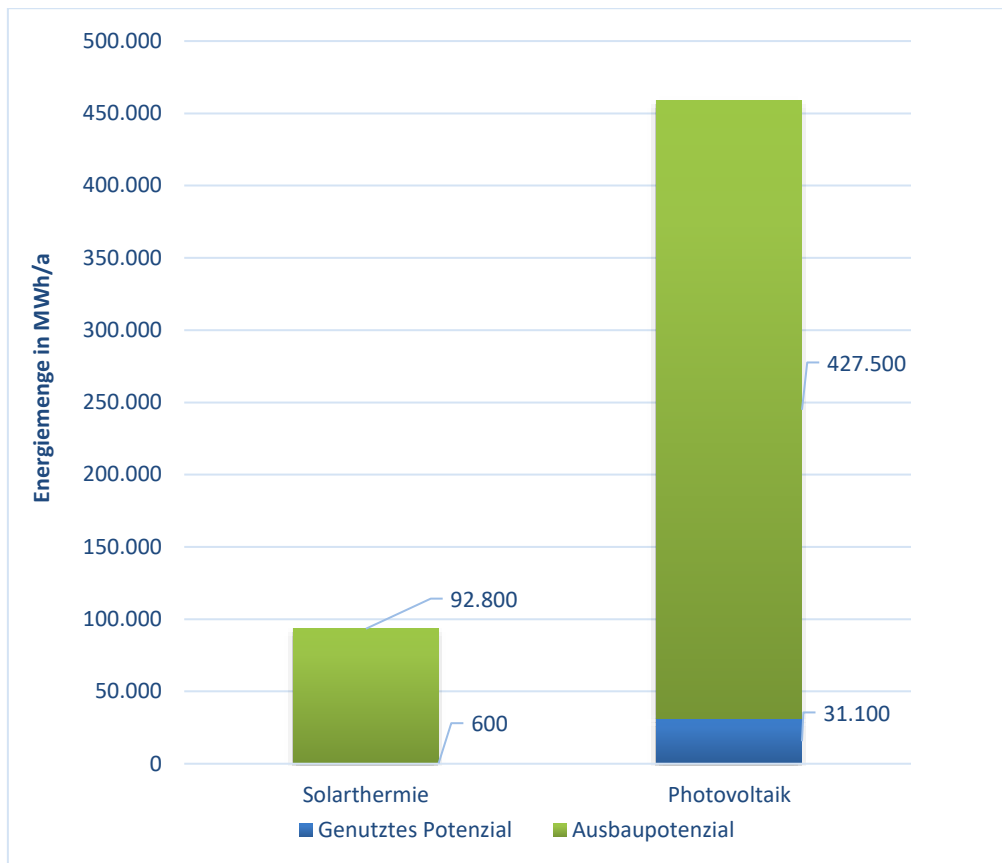


Abbildung 3-11: Solarenergiepotenziale auf Dachflächen (Gegenüberstellung)

Wie bereits zuvor beschrieben, bestehen hohe Ausbaupotenziale, die es mittelfristig zu erschließen gilt. Aufgrund der städtischen Bebauung und des hohen Anteils an (großen) Mehrfamilienhäusern bestehen sowohl für Photovoltaik als auch Solarthermie zusätzliche Hürden, die eine flächendeckende Potenzialerschließung aufgrund mehrerer Einflussfaktoren erschweren. Würden alle geeigneten Dachflächen für Photovoltaik genutzt werden, würde das ermittelte Gesamtpotenzial auf insgesamt 531 MW<sub>p</sub> ansteigen. Über Wärmepumpen, spezielle Brauchwasserwärmepumpen oder einen Heizstab im Pufferspeicher, lässt sich bei Bedarf ebenfalls sehr effizient Wärme erzeugen bzw. Warmwasser bereiten.

Im Rahmen einer Eignungsprüfung des Bauamtes wurden städtische Parkflächen hinsichtlich ihres Potenzials zur Installation von PV-Anlagen, respektive PV-Carports bewertet. Demzufolge konnte insgesamt ein Potenzial von 11,4 MW<sub>p</sub> ermittelt werden. In konkreter Planung befindet sich bereits die Freiflächenanlage „Solarpark Heyerberg“, die mit einer Gesamtleistung von rund 8 MW<sub>p</sub> jährliche Stromerträge von ca. 7.000 MWh/a erzeugen soll.

### 3.2.4 Flusswassernutzung

Im Zuge der Wärmeerzeugung aus Flusswasser wird der für den Wärmepumpenbetrieb benötigte Anteil an Umweltenergie aus dem Flusswasser gewonnen. Einem Teil des Flusswassers werden dabei 2 bis 3 Kelvin Wärme entzogen, weshalb der Fluss im Winter mindestens 5 Grad

warm sein sollte. Generell gilt: Je höher die Flusstemperatur im Winter, desto höher die Effizienz der Wärmepumpe. Als Standorte eignen sich daher auch insbesondere Kraftwerks- oder Industriestandorte mit Gewässereinleitung, um von den ggf. höheren Temperaturen an diesen Stellen zu profitieren.

Je nach Vorlauftemperatur im Wärmenetz ist ggf. ein zweistufiges Wärmepumpensystem (Kaskade) erforderlich, bei welchem in einer ersten Stufe zunächst 40 bis 50 °C generiert werden, in einer zweiten Wärmepumpenstufe dann die Zieltemperatur (z. B. 90 °C).

Pro 100 kW Wärmepumpenleistung werden etwa 30 bis 40 m<sup>3</sup> Flusswasser pro Stunde benötigt. Für ein Wärmenetzprojekt mit einer Leistung von 5 Megawatt muss demnach eine Wasserentnahme von etwa 1.000 bis 1.500 m<sup>3</sup> pro Stunde veranschlagt werden. Für den Betrieb größerer Wärmenetze kommen daher i. d. R. lediglich Fließgewässer 1. und ggf. 2. Ordnung in Betracht bzw. Flüsse, die ein Vielfaches mehr an Wasser führen als für die Wärmepumpe benötigt wird.

Der mittlere Abfluss des Rheins an der Messstelle Koblenz liegt bei ca. 1.500 m<sup>3</sup>/s (> 5 Mio. m<sup>3</sup>/h), sodass von einem ausreichenden Volumenstrom ausgegangen werden kann. Die Jahresmitteltemperatur an der Messstelle Koblenz liegt bei 13 bis 14 °C, im Winter fallen die Wassertemperaturen auf ca. 5 °C.







Abbildung 3-12: Abflussmittelwerte und Wassertemperaturen Messstelle Koblenz

Wird ein Projekt im Bereich Flusswärmepumpen angedacht, sollten zunächst die generelle Genehmigungsfähigkeit (wasserrechtliche Erlaubnis) sowie die Rahmenbedingungen und ggf. Restriktionen bei der zuständigen Wasserbehörde angefragt werden. Dazu gehören u. a. die maximal zulässigen Entnahmemengen, der maximal zulässige Temperaturentzug (Sommer / Winter / Übergangszeit) sowie ggf. Auflagen hinsichtlich Fischschutz / Gewässerschutz und Anforderungen an das Kältemittel oder die Betriebsweise (z. B. Zwischenkreislauf). Wichtig ist ebenfalls die Entnahmemöglichkeit auch bei niedrigen Wasserständen, zudem sind eventuelle Lärmemissionen zu berücksichtigen. Je nach Anlagengröße und Kältemittel ist ggf. eine BIm-schG-Genehmigung erforderlich. Hinsichtlich der Standortwahl kann es je nach Betreibermodell erforderlich sein, dass kommunale Flächen oder Gebäude in unmittelbarer Nähe vorhanden sind, um eine Heizzentrale realisieren zu können.

Großprojekte im städtischen Bereich sind relativ neu, bisher gibt es nur wenige Anlagen in Deutschland, die zudem über Forschungsprojekte (Reallabor Energiewende) gefördert wurden. Die bekanntesten Projekte stammen aus Mannheim und Rosenheim, weitere Projekte sind jedoch in Planung (u. a. in Hamburg):

- **20 MW Flusswärmepumpe in Mannheim (in Betrieb seit 2023)**  
 Betreiber: MVV Energie AG  
<https://www.mvv.de/ueber-uns/unternehmensgruppe/mvv-umwelt/aktuelle-projekte/mvv-flusswaermepumpe>
- **3 x 1,5 MW Flusswärmepumpe in Rosenheim (in Betrieb seit 2022)**  
 Betreiber: Stadtwerke Rosenheim  
<https://www.swro.de/de/blog/waermepumpen-fur-die-fernwaerme>

Für die Errichtung von Flusswärmepumpen in Koblenz an Rhein oder Mosel fanden erste Abstimmungen mit der zuständigen Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD Nord) statt, wobei eine grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit derartiger Vorhaben signalisiert wurde.

Erste Überlegungen wurden für das Fokusgebiet Rauental konkretisiert, auch für das Fokusgebiet Altstadt wird der Einsatz von Flusswärmepumpen vorgeschlagen (vgl. Abschnitt 5.2).

### 3.2.5 Abwasserwärmenutzung

Im Rahmen der Abwasserwärmenutzung wird dem Abwasser ein bestimmtes (regulierbares) Maß an Wärme entzogen, welches an den Wärmepumpenkreislauf abgegeben wird. Je nach Auslegung werden dem Abwasser zwischen 1 und 3 Kelvin entzogen. Die am weitesten verbreitete Methode zur Temperaturentnahme aus bestehenden Kanälen ist die Einbringung von Wärmetauscher-Elementen. Über die vorhandenen Schachtbauwerke und Zugänge werden je nach Größe des Systems bis zu mehrere Hundert Meter Wärmetauscher in den Kanal eingeschoben und miteinander verbunden. Die im Wärmetauscher geführte Sole (geschlossener Kreislauf) wird anschließend über die Wärmepumpe geleitet.

Je nach Kanalform und Kanalgröße existieren verschiedene Bauarten der Wärmetauscher, die entsprechend den lokalen Gegebenheiten und Anforderungen (u. a. Größe, Form, Auslastung, Temperaturentzug) vom Anlagenbauer und in Abstimmung mit den Kanalnetzbetreibern ausgewählt werden.

Das Einbringen der Wärmetauscher geht mit einer geringen Querschnittsverengung einher, weshalb die Wärmetauscher insbesondere bei stark ausgelasteten Kanälen, wo keine Querschnittsverengung möglich ist, nicht oder nur bedingt angewendet werden können.

Eine Alternative stellt ein Bypass-System dar, bei welchem das Abwasser über einen Hebeschacht mit Siebanlage an die Oberfläche gefördert und dort über einen Wärmetauscher geleitet wird. Danach wird das Abwasser wieder an Ort und Stelle in den Kanal abgeschlagen.

Hinsichtlich der Standortwahl kann es je nach Betreibermodell erforderlich sein, dass kommunale Flächen oder Gebäude in unmittelbarer Nähe vorhanden sind, um eine Heizzentrale realisieren zu können.

Für Koblenz wurden die Kanalpläne ausgewertet und die Trockenwetterabflüsse (TWA) für vielversprechende Bereiche angefragt. Die Daten wurden von der Stadtentwässerung Koblenz zur Verfügung gestellt. Für die Berechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

- Temperaturentzug: 2 Kelvin
- Volllaststunden Wärmepumpe: 1.800 h/a
- Jahresarbeitszahl Wärmepumpe: 4

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten und den getroffenen Annahmen konnten folgende Potenziale ermittelt werden:

Tabelle 3-6: Potenziale Abwasserwärme

Bereich	Abschnitt	Kanal / Wärmetauscher			Wärmepumpe	
		TWA	Leistung	Ertrag	Leistung	Ertrag
Bereich Bahnhof	99830088	78 l/s	654 kW	1.177 MWh/a	817 kW	1.471 MWh/a
Zulauf Kläranlage	840078	447 l/s	3.746 kW	6.743 MWh/a	4.682 kW	8.428 MWh/a
Düker Deutsches Eck	810255 / 810426	211 l/s	1.768 kW	3.183 MWh/a	2.210 kW	3.978 MWh/a
Pfaffendorfer Brücke	1800215	44 l/s	369 kW	664 MWh/a	461 kW	830 MWh/a
Dücker Burg	1810322 / 1810338	82 l/s	687 kW	1.237 MWh/a	859 kW	1.546 MWh/a

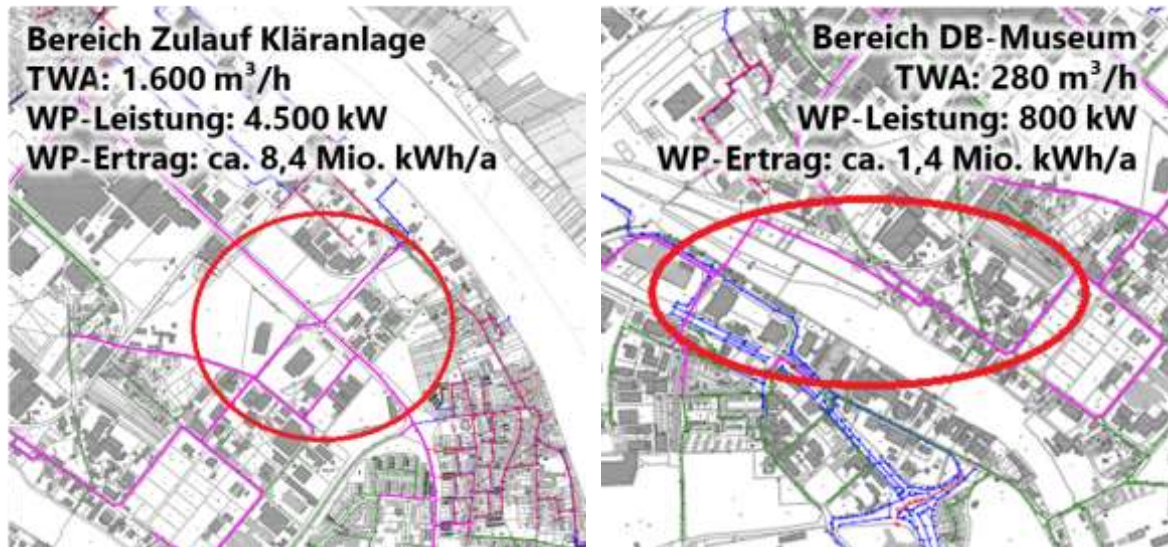


Abbildung 3-13: Potenziale Abwasserwärme Kläranlage / DB-Museum

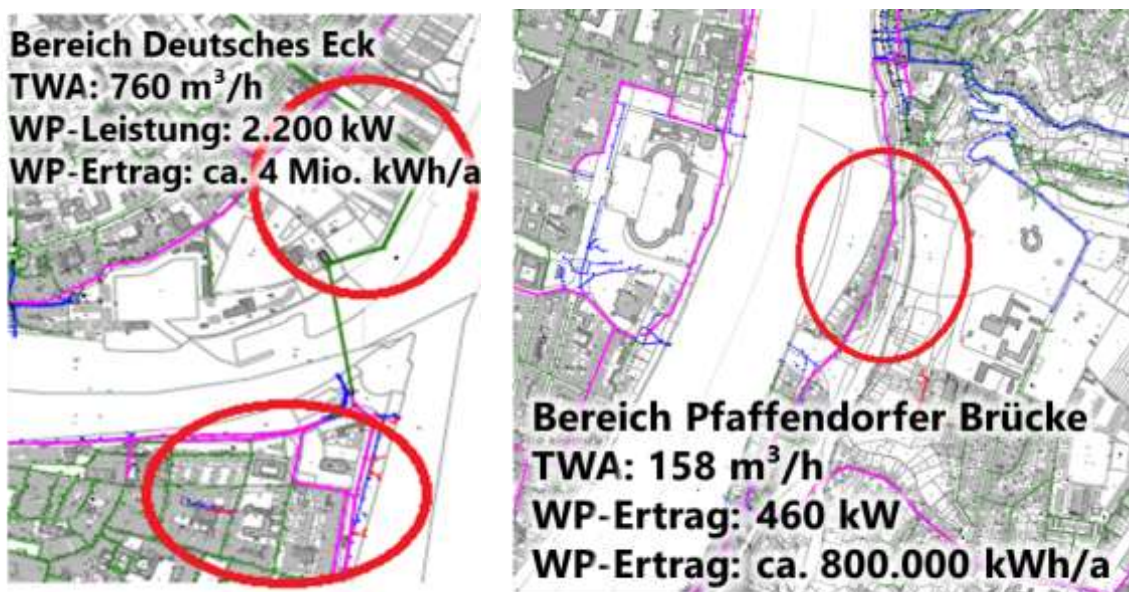


Abbildung 3-14: Potenziale Abwasserwärme Deutsches Eck, Pfaffendorfer Brücke

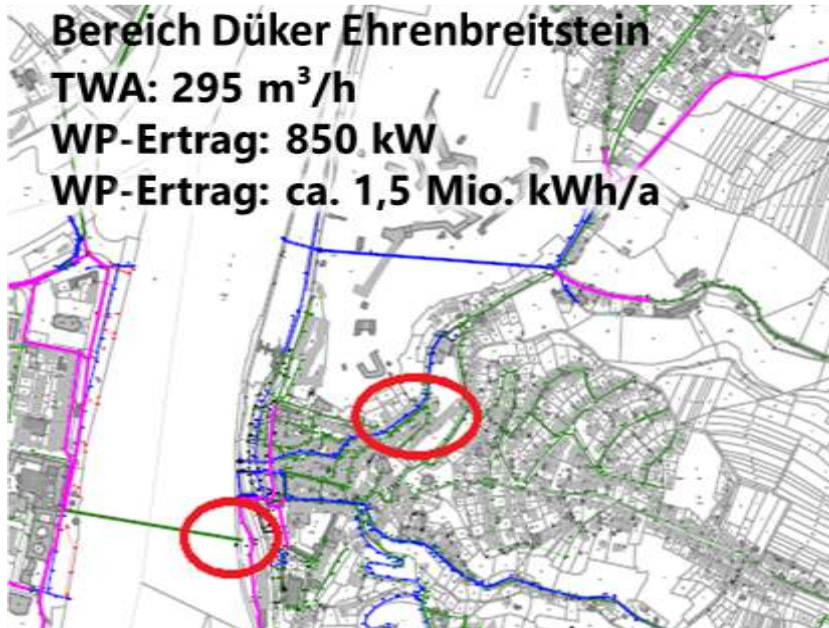


Abbildung 3-15: Potenzielle Abwasserwärme Düker Ehrenbreitstein

Es ist anzumerken, dass nicht alle Potenziale vollständig kumulierbar sind, dennoch bietet sich an mehreren Stellen gleichzeitig die Option, eine Anlage zur Abwasserwärmenutzung zu betreiben. Beispielsweise rechts des Rheins, im Bereich der Altstadt sowie vor der Kläranlage. Da zwischen diesen Bereichen wieder größere Mengen Abwasser hinzufießen, hält sich die Temperaturabsenkung im Gesamtsystem in Grenzen.

Eine weitere Option bietet sich grundsätzlich am Klarwasserablauf der Kläranlage. Dort sind nach Angaben des Klärwerkes selbst im Winter mittlere Temperaturen über 13 °C zu erwarten. Es gibt zwei Klarwasserabläufe, wovon bei einem ca. 2,2 MW Wärmepumpenleistung und beim zweiten rund 1 MW Wärmepumpenleistung potenziell installierbar sind.

Im nächsten Schritt sollte im Rahmen eines gemeinsamen Termins (z. B. Stadtentwässerung, Bauamt, Stadtentwicklung, Wohnungsbaugesellschaft) geprüft werden, an welchen Kanalabschnitten ein Eingriff möglich wäre (Wärmetauscher), ob dort kommunale Flächen / Gebäude zur Verfügung stehen (Heizzentralenstandort) und welche Gebiete / Gebäude potenziell versorgt werden könnten (Wärmesenken wie große öffentliche Gebäude, Gewerbebetriebe, Wohnblöcke etc.). Anstehende Kanalsanierungen können sich begünstigend auf die Abwasserwärmenutzung auswirken. Daher sollte auch insbesondere in diesen Bereichen geprüft werden, ob sich Abwärmepotenziale, Heizzentralenstandort und Wärmesenken vereinen lassen. Die Distanz zwischen Kanal und Heizzentrale sollte so kurz wie möglich gehalten werden, bis zu 100 Meter sind in der Regel problemlos realisierbar. Generell gilt: Je größer der Trockenwetterabfluss bzw. die entzogene Leistung, desto größer kann die Distanz zwischen Kanal und Heizzentrale / Wärmesenken ausfallen.

Die Heizzentrale kann im Keller eines geeigneten Bestandsgebäudes untergebracht werden, ebenso können kleinere Hallen in Leichtbauweise oder Containerlösungen errichtet werden. Container stellen eine der günstigen Optionen dar und lassen sich mit geringem Aufwand in das Stadtbild integrieren (z. B. Einhausung / Verkleidung, Begrünung, Infotafeln).

Für das Fokusgebiet Altstadt ist die Abwasserwärmenutzung nahe dem Deutschen Eck vorgesehen (vgl. Abschnitt 5.2.2).

### 3.2.6 Windkraft

Durch Windenergieanlagen (WEA) kann aus den Strömungen in der Atmosphäre Strom gewonnen werden. Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb einer WEA ist allerdings eine möglichst hohe Windhöffigkeit, die bevorzugt in Nabenhöhe (aktuelle Anlagengenerationen > 160 m) gemessen wird. Karten zur Windhöffigkeit spiegeln i. d. R. das Ergebnis von Simulationen und Interpolationen von Messwerten.

Analog zur Eignungsuntersuchung Freiflächen-Photovoltaik hat die Stadt Koblenz im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans auch für die Windenergie eine Eignungsuntersuchung durchführen lassen. Das Ergebnis der Untersuchung wird an dieser Stelle als Grundlage des Potenzials herangezogen.

Verschiedene „harte“ Ausschlusskriterien wie beispielsweise Abstandsflächen zur Bebauung sowie Genehmigungserfordernisse (z. B. Lärmschutz) schließen weite Teile des Stadtgebiets zur Errichtung von WEA aus. Es bleiben Potenzialflächen übrig, in denen ausreichende Windgeschwindigkeiten vorhanden sind, aber dennoch ein nicht unwesentliches Konfliktpotenzial besteht.

Als Ergebnis der Ermittlung von Ausschlussflächen haben sich zunächst vier verbleibende Bereiche ergeben, von denen bei einer detaillierteren Betrachtung und zu erwartenden Konflikten und Schwierigkeiten im Planungsverfahren nur noch zwei verbleiben. Dies sind eine Fläche in der Feldflur bei Rübenach und mehrere Teilflächen im Wald östlich Arenberg/Immendorf. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Abschlussberichtes befindet sich der Regionale Raumordnungsplan (RRÖP) in Teilfortschreibung bezüglich Windenergie. Im aktuellen Entwurf zur Offenlage wird die Fläche bei Rübenach nicht und die Fläche östlich Arenberg nur teilweise ausgewiesen aufgrund von Konfliktpotenzial mit historischer Kulturlandschaft und Gesamtanlagen mit erheblicher Fernwirkung. Vor diesem Hintergrund ist eine kurzfristige Realisierung der Potenziale zwar unwahrscheinlich aber im Sinne eines weiteren Potenzialbegriffs werden die beiden Standorte im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung dennoch dargestellt:

- Fünf WEA mit einer Leistung von je ca. **6 MW (in Summe: 30 MW)**, bei Windgeschwindigkeiten um 6 m/s auf 160 m NH (hier dargestellt in 100 m NH) und jährlichen Stromerträgen von insgesamt rund **70.000 MWh/a** in der Feldflur bei Rübenach.

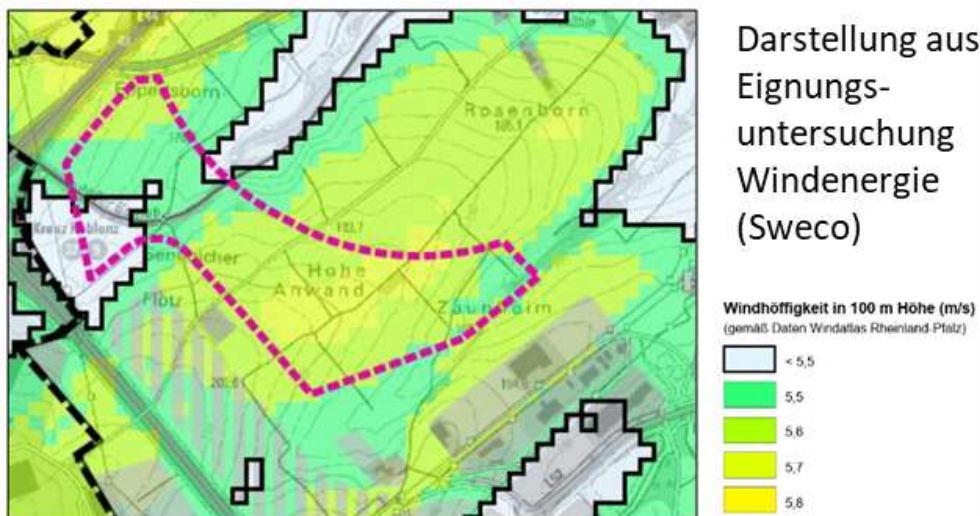


Abbildung 3-16: Windpotenzialfläche Feldflur bei Rübenach

- Drei WEA mit einer Leistung von je ca. **6 MW (in Summe 18 MW)**, Empfehlung zum Einsatz von Schwachwindanlagen, bei Windgeschwindigkeiten um 6 m/s auf 160 m NH (hier dargestellt in 100 m NH) und jährlichen Stromerträgen von insgesamt rund 39.000 MWh/a im Wald östlich Arenberg/Immendorf.

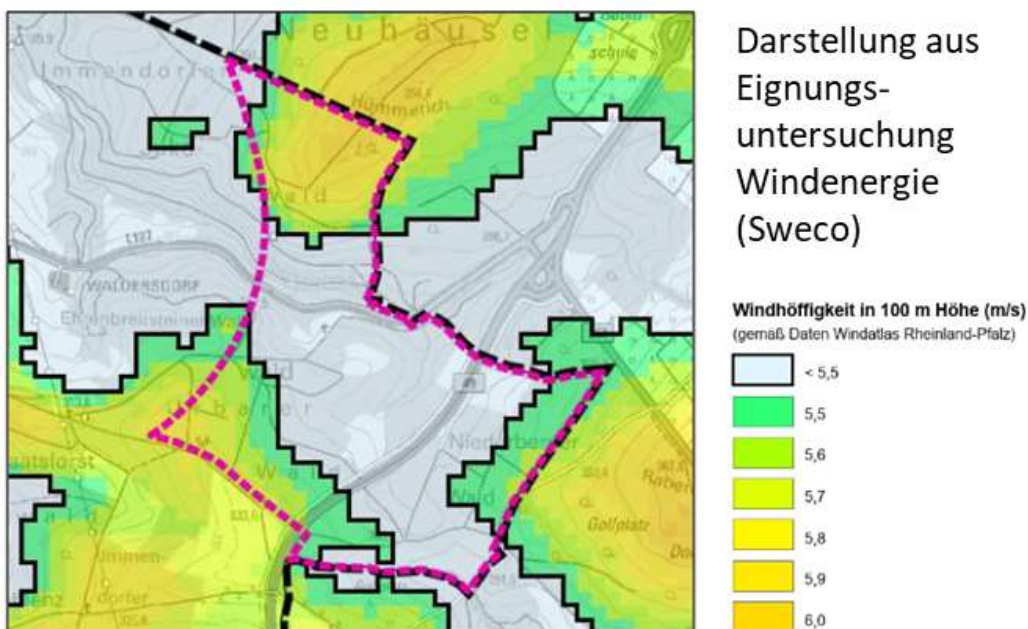


Abbildung 3-17: Windpotenzialfläche im Wald östlich Arenberg/ Immendorf

Ergänzend zu dem in der Eignungsuntersuchung bezeichneten Konfliktpotenzial mit den berücksichtigten Natur- und Artenschutzkriterien wird im Vorfeld weiterer Planungen die Prüfung von möglichen weiteren Konfliktrisiken des vom LfU Ende 2023 veröffentlichten Fachbeitrags Artenschutz hingewiesen, der neben windkraftsensiblen Zielvogelarten auch ein

waldstrukturiertes Habitatmodell für verschiedene Fledermauskolonien berücksichtigt. Neben Ausschlussgründen finden sich dabei auch mögliche konfliktreduzierende Maßnahmen, auf Basis derer eine Umsetzung von WEA möglich wäre.

Nach Kenntnisnahme der Eignungsuntersuchung Windenergie hat der Stadtrat in seiner Sitzung am 21.07.2023 beschlossen, dass in den FNP Koblenz (Neuaufstellung) keine Konzentrationsfläche für die Windenergie aufgenommen werden soll. Dies bietet einerseits die Möglichkeit im unbeplanten Außenbereich weitere Windenergieanlagen errichten zu können, für Planer und Investoren jedoch auch keine verbindliche Kulisse, auf denen die Errichtung bevorzugt zu forcieren wäre. Durch den Abschluss der aktuellen Teilfortschreibung des regionalen Raumordnungsplans ist eine Begrenzung der vorhandenen Potenziale kurz- bis mittelfristig sehr wahrscheinlich.

### 3.2.7 Wasserkraft

Zur Nutzung der Wasserkraft werden die kinetische und die potenzielle Energie des Wassers mittels Turbinen in Rotationsenergie, welche zum Antrieb von Maschinen oder Generatoren gebraucht wird, umgewandelt. Durch Technologien, wie z. B. die Wasserkraftschnecke oder das Wasserwirbelkraftwerk, können auch kleinere Gewässer zur Erzeugung von Strom genutzt werden. Im Rahmen der Potenzialanalyse im Bereich der Erneuerbaren Energien für die Stadt Koblenz werden mögliche Standorte an Gewässern 1. und 2. Ordnung<sup>33</sup> sowie der Klarwasserablauf von Kläranlagen im Hinblick auf die Nutzung von Kleinwasserkraft betrachtet. Bei der Untersuchung der Gewässer wird ein Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querverbauungen direkt ausgeschlossen, gemäß dem Verschlechterungsverbot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)<sup>34</sup>. Des Weiteren werden meist keine neuen Querbauwerke genehmigt, weil die ökologischen Beeinträchtigungen zu hoch sind, sodass nur Standorte mit vorhandenem Wasserrecht betrachtet werden. Hinzu kommt die Untersuchung der bestehenden Wasserkraftanlagen im Hinblick auf Modernisierung sowie die Betrachtung ehemaliger Mühlenstandorte auf mögliche Reaktivierung. Bei den Untersuchungen wurden die jahreszeitlichen und wetterbedingten Schwankungen des Abflusses, d. h. der verfügbaren Wassermenge sowie der Fallhöhe nicht berücksichtigt. Lediglich der Mindestwasserorientierungswert von Rheinland-Pfalz, d. h. welche minimale ökologisch begründete Mindestwassermenge erforderlich ist, wurde berücksichtigt. In Rheinland-Pfalz entspricht der Mindestwasserorientierungswert 1/3 des mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ) bzw. 50 l/s.

<sup>33</sup>Vgl. Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz (LWG) §3.

<sup>34</sup>Vgl. Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-WRRL) Artikel 4 Absatz 1.

### 3.2.7.1 Wasserkraftpotenziale an Gewässern

#### Gewässer Stadt Koblenz

Der Anteil der Fließgewässerfläche an der gesamten Bodenfläche der Stadt beträgt etwa 5% ( $\approx 600$  ha).<sup>35</sup> Gewässer 1. Ordnung sind der Rhein und die Mosel. Gewässer 2. Ordnung gibt es keine.<sup>36</sup>

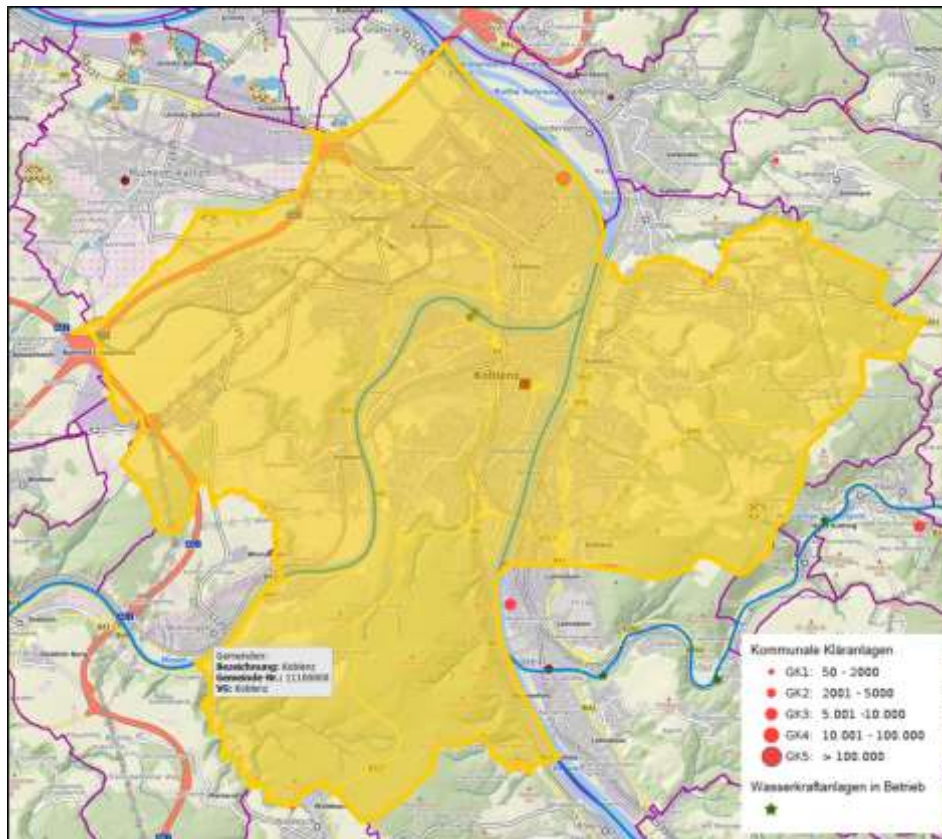


Abbildung 3-18: Gewässer im Betrachtungsgebiet<sup>37</sup>

#### IST-Analyse der Wasserkraftnutzung

Im Betrachtungsgebiet sind fünf Wasserkraftanlagen in Betrieb.<sup>38,39</sup> Die Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 16.200 kW<sub>el</sub> und einem gesamten Arbeitsvermögen von rund 57.678.000 kWh<sub>el</sub>/a<sup>40</sup> speisen den erzeugten Strom ins öffentliche Netz ein (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).<sup>41,42</sup>

<sup>35</sup>Vgl. Webseite Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz.

<sup>36</sup>Vgl. Webseite Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz.

<sup>37</sup> Vgl. Webseite Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz.

<sup>38</sup> Vgl. Webseite Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur.

<sup>39</sup> Vgl. Webseite Energieatlas Rheinland-Pfalz.

<sup>40</sup> Ebenda.

<sup>41</sup> Vgl. Webseite Netztransparenz.

<sup>42</sup> Vgl. Webseite Amprion.



Tabelle 3-7: Wasserkraftanlagen in Betrieb

Gewässer	Name der Anlage	installierte Leistung [kW]
Mosel	Koblenz (Maschine 1)	4.000
Mosel	Koblenz (Maschine 2)	4.000
Mosel	Koblenz (Maschine 3)	4.000
Mosel	Koblenz (Maschine 4)	4.000
Mosel	Koblenz 2 (Maschine 1)	171
		<b>16.171</b>

### Nachhaltiges Ausbaupotenzial durch Neubau

In der **Mosel** und dem **Rhein** sind im Betrachtungsgebiet keine weiteren Staustufen zur Installation von herkömmlichen Turbinen vorhanden. Wegen der Nutzung durch die Schifffahrt kommt ein Neubau einer Staustufe zur Installation einer Wasserkraftanlage nicht in Frage.

Jedoch könnte ein Potenzial für Strömungskraftwerke bestehen. Für diese Art der Wasserkraftnutzung werden keine Querbauwerke benötigt, da hier die kinetische Energie des Gewässers genutzt wird. Die Leistung hängt von der Strömungsgeschwindigkeit ab, deshalb sollte die Installation an der Stelle im Gewässer erfolgen, wo die Geschwindigkeit am größten ist. Hinzu kommt, dass Strömungskraftwerke eine Wassertiefe von mindestens 2 m benötigen.

### Nachhaltiges Ausbaupotenzial durch Modernisierung

Anlagen mit einer installierten Leistung bis 50 kW laufen im Bundesdurchschnitt 3.300 h pro Jahr, bis 100 kW etwa 3.500 h/a und bis 500 kW rund 3.800 Stunden im Jahr. Weist eine bestehende Anlage mit im Vergleich zum Bundesdurchschnitt eine geringere Volllaststundenzahl auf, kann dies folgende Gründe haben:

- zu geringer Anlagenwirkungsgrad
- zu geringes Wasserdargebot
- zu niedrige Fallhöhen

Bei einer Modernisierung können folgende Maßnahmen greifen, damit die Anlage im Bundesdurchschnitt läuft:

- Erhöhung des Anlagenwirkungsgrades
- Erhöhung des Ausbaugrades (Wasserdargebot)
- Stauzielerhöhung<sup>43</sup>

<sup>43</sup>Vgl. Webseite BMU 2012a.

Um ein eventuell mögliches Modernisierungspotenzial bei den bestehenden Anlagen zu ermitteln, bedarf es einer individuellen Betrachtung und tiefergehenden Untersuchung der Wasserkraftanlagenstandorte.

### 3.2.7.2 Wasserkraftpotenziale an Kläranlagen

Im Betrachtungsgebiet existiert eine kommunale Kläranlage<sup>44</sup>. Zum jetzigen Zeitpunkt wird der Klarwasserablauf dieser Kläranlagen noch nicht zur Energieerzeugung genutzt.

Für den Betrieb einer Wasserkraftschnecke, einem Wasserrad oder einem Wasserwirbelkraftwerk (erprobte Techniken bei Klarwasserabläufen von Kläranlagen) wird eine Wassermenge von 0,1 – 20,0 m<sup>3</sup>/s und eine Fallhöhe von 0,3 – 10,0 m benötigt.

Nach Angaben des Klärwerkes liegt die Fallhöhe bei 2,50 m und der Nenndurchfluss bei 0,49 m<sup>3</sup>/s. Ein Angebot eines Turbinenanbieters, welches vom Klärwerk eingeholt wurde, gibt eine Nennleistung von knapp 8 kW<sub>el</sub> an. Die erzeugte Energie kann einen Beitrag dazu leisten, die elektrischen Verbraucher auf der Kläranlage zu versorgen.

### 3.2.8 Abwärmenutzung aus industriellen Prozessen

Für die Erfassung von industriellen Abwärmepotenzialen wurde eine Online-Befragung bei 48 Produktionsunternehmen im Stadtgebiet durchgeführt (vgl. auch Abschnitt 6). Bei 16 Antworten konnten die Angaben zum Abwärmepotenzial ausgewertet werden. Demnach haben sechs Unternehmen angegeben, dass unvermeidbare Abwärme vorliegt. Am häufigsten wurde Abluft als Medium mit einem Temperaturniveau bis 40 °C angegeben. Einzelne Unternehmen geben höhere Temperaturen bis 90 °C sowie Kühlwasser als Medium an. In vertiefenden Gesprächen wurden einzelne Ansätze näher betrachtet. Teilweise wird die Abwärmenutzung bereits praktiziert oder ist konkret in Planung. Eine Quantifizierung der Leistungen oder Energiemengen ist jedoch pauschal aktuell nicht möglich. Herausforderungen stellen zum einen die technische Erschließung der Wärmequellen dar (insbesondere bei gasförmigen und Niedertemperaturquellen) und zum anderen die organisatorische Realisierung einer Abwärmenutzung außerhalb des eigenen Betriebes. Dazu sind individuelle Lösungen unter Beteiligung eines EVU oder Dienstleisters notwendig, der die Wärmeerschließung, -verteilung und -übergabe organisiert.

### 3.2.9 Zusammenfassung

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Effizienzpotenziale vorhanden sind, deren Erschließung jedoch ein langwieriger Prozess ist, der bis 2045 voraussichtlich nicht abgeschlossen sein wird.

---

<sup>44</sup> Vgl. Webseite Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz.

Insgesamt wird mit einer Einsparung des Wärmebedarfes um knapp 10% bis 2045 gerechnet. Umso wichtiger ist der gleichzeitige Ausbau erneuerbarer Energien.

Durch die zunehmende Elektrifizierung der Wärmeversorgung über Wärmepumpen-Systeme erfolgt eine Kopplung des Wärme- mit dem Stromsektor. Entsprechend sind für die Bewertung der künftigen Wärmeversorgung jeweils auch die erneuerbaren Potenziale zur Stromgewinnung von großer Bedeutung. Bei einer Gesamtbetrachtung sollte aber zunächst der konventionelle Strombedarf gedeckt werden, bevor „Überschüsse“ für die Wärmeversorgung oder auch Elektromobilität bilanziert werden. Zu diesem Zweck zeigt die nachfolgende Abbildung die ermittelten EE-Potenziale im Vergleich zum Strom- und Wärmebedarf.

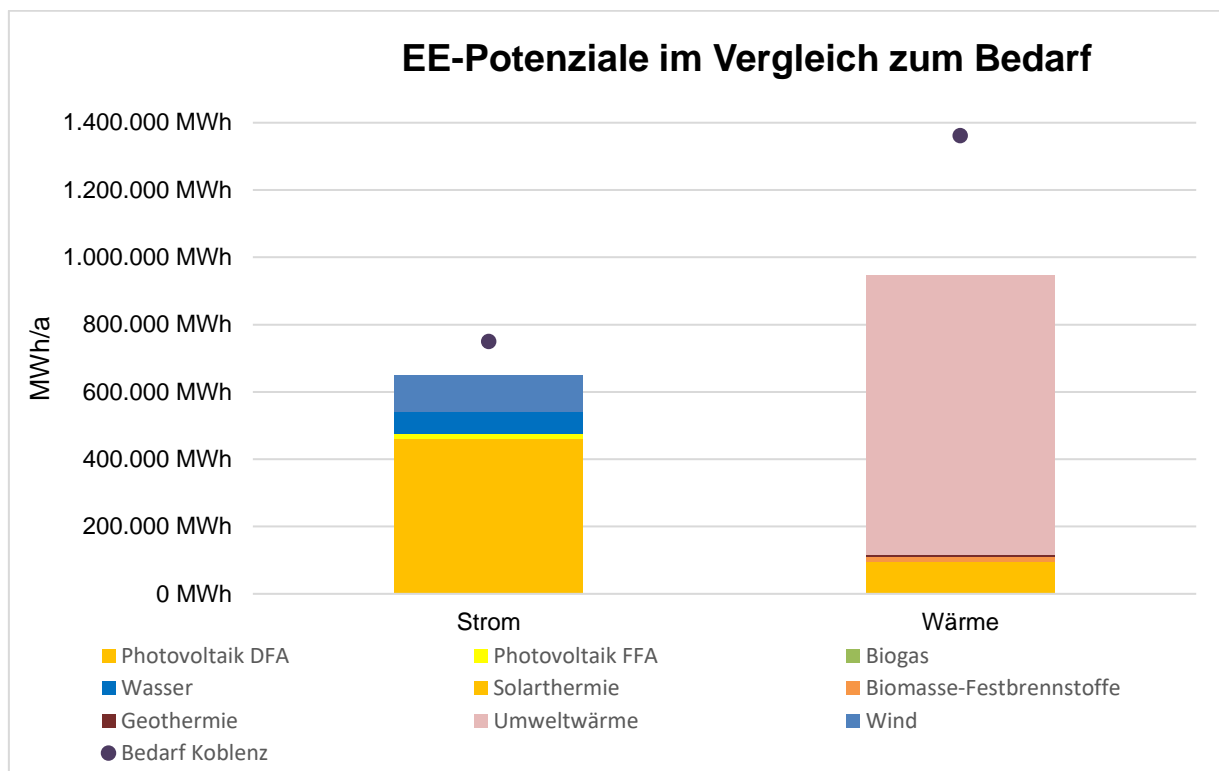


Abbildung 3-19: Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien

Der Strombedarf im Stadtgebiet wird mit 750.000 MWh/a angenommen. Dieser Wert stammt aus dem Statusbericht 2020 zum Klimaschutzkonzept. Eine belastbare Prognose für den konventionellen Strombedarf bis 2045 konnte nicht herangezogen werden. Die „Gesamtkonzeption Erneuerbare Energien für die Stadt Koblenz“ geht von einer Verdreifachung des heutigen Strombedarfs aus, die sich wiederum auf den Netzentwicklungsplan beruft, aber eine Sektorenkopplung in Richtung Wärmeversorgung und Mobilität bereits beinhaltet.

Setzt man eine vollständige Erschließung der ermittelten Potenziale (650.000 MWh/a) voraus, lässt sich der heutige Strombedarf bilanziell zu fast 87% aus erneuerbaren Energien decken. Darin enthalten sind allerdings ein umfangreiches Belegungsszenario für PV-Dachflächen und

die Errichtung von acht Windkraftanlagen im Stadtgebiet, welche nach aktueller Rahmensetzung durch die Raumplanung jedoch mittelfristig unwahrscheinlich sind.

Als Wärmebedarf ist das Szenario des vorliegenden Wärmeplans zugrunde gelegt, was einen Bedarf von 1.360.000 MWh im Jahr 2045 beinhaltet. Die Analyse von erneuerbaren Energieträgern zur Wärmeversorgung ergibt eine geringe Bedarfsdeckung von unter 10%. Der übrige Bedarf kann perspektivisch aus Umweltwärme in Verbindung mit Wärmepumpen gedeckt werden. Die Umweltwärme ist in Abbildung 3-19 dargestellt und würde sich in der Praxis aus der Umgebungsluft, dem Erdreich, dem Grundwasser, Abwasser und Flusswasser sowie industrieller Abwärme speisen. Somit könnten theoretisch 70% des Wärmebedarfs gedeckt werden. Da das Temperaturniveau jedoch nicht ausreicht, besteht eine Lücke, welche mit Strom zum Antrieb von Wärmepumpen gedeckt werden muss. Dabei ist eine Arbeitszahl von 3 über alle Wärmepumpenarten unterstellt, was zu einem Strombedarf von 415.000 MWh/a führen würde.

In Summe besteht ein Strombedarf von rund 515.000 MWh/a für die stationäre Energieversorgung, welche außerhalb des Stadtgebietes generiert werden müsste.<sup>45</sup> Dies ist grundsätzlich die Regel in urbanen Räumen, während ländliche Kommunen häufig einen bilanziellen Überschuss an erneuerbaren Strompotenzialen aufweisen. Dem Mehrbedarf in Koblenz könnte bspw. durch Stadt-Umland-Kooperationen<sup>46</sup> Rechnung getragen werden. Der Bedarf von 515.000 MWh/a entspricht etwa der Erzeugungskapazität von 37 Windkraftanlagen der 6-MW-Klasse.

---

<sup>45</sup> Hinzu kommt der Strombedarf für den Ausbau der Elektromobilität, der hier nicht weiter berücksichtigt ist.

<sup>46</sup> Ein Beispiel für Stadt-Umland-Kooperationen ist das Projekt WERTvoll, <https://wertvoll.stoffstrom.org> und [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/174\\_doku\\_stadlandplus\\_final\\_web.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/174_doku_stadlandplus_final_web.pdf).

## 4 Zielszenarien und Entwicklungspfade

Die kommunale Wärmeplanung hat zum Ziel, einen Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung, der Landesregierung und der Stadt Koblenz zu leisten. Deutschland hat sich im Klimaschutzgesetz das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 die Treibhausgasemissionen so weit zu mindern, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird.<sup>47</sup> Mit der kommunalen Wärmeplanung soll ein Beitrag zu dieser Zielerreichung geleistet werden, indem die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 treibhausgasneutral dargestellt werden soll.<sup>48</sup> Die Stadt Koblenz hat sich mit Beitritt zum kommunalen Klimapakt Rheinland-Pfalz den ambitionierteren Landeszielen angeschlossen. Demnach soll die Treibhausgasneutralität bereits in einem Korridor zwischen 2035 und 2040 erreicht werden. Für die kommunale Wärmeplanung wird daher die Entwicklung bis 2045 vorgezeichnet aber auch das Jahr 2040 in besonderer Weise hervorgehoben, insbesondere was das das Szenario der THG-Emissionen für die Wärmeversorgung angeht.

Mit der vorliegenden Wärmeplanung soll aufgezeigt werden, wie eine ambitionierte Wärmeversorgung vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele ausgestaltet sein kann. Dabei wird zunächst ein Szenario für den künftigen Wärmebedarf und Energieträgereinsatz entwickelt. Dabei sind konkrete technische Lösungen hinterlegt, wie sie aktuell oder absehbar in Zukunft zur Verfügung stehen. Darauf aufbauend und unter Berücksichtigung techno-ökonomischer Kennzahlen erfolgt eine Einteilung des Stadtgebietes in verschiedene Versorgungsarten. Obgleich der vorliegende Plan formal nicht nach den Maßgaben des Wärmeplanungsgesetzes erstellt wurde, erfolgt die Gebietseinteilung in Anlehnung an § 18 WPG. Die Szenarienbetrachtung endet mit einer Abschätzung des Investitionsbedarfs zur Umsetzung der Planung und typischer Wärmevollkostenvergleiche, die die künftige Versorgung exemplarisch abbilden.

### 4.1 Szenario zur zukünftigen Entwicklung der Wärmeversorgung

Ein theoretisches Referenzszenario der künftigen Wärmeversorgung ist, den Status quo in die Zukunft fortzuschreiben. Dies bedeutet eine Wärmeversorgung, die zu 90% auf Basis fossiler Brennstoffe beruht und THG-Emissionen von knapp 390.000 t pro Jahr verursacht. Dieses Szenario ist allerdings unvereinbar mit den Klimaschutzzielen auf internationaler und nationaler Ebene und deckt sich nicht mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen des Wärmeplanungs- und Gebäudeenergiegesetzes.

Ausgehend von der Bestands- und Potenzialanalyse wurde stattdessen ein Zielszenario für die künftige Wärmeversorgung in Koblenz entwickelt und softwaregestützt simuliert. Dabei stellte sich grundsätzlich die Frage, wie die künftige Verfügbarkeit und der sinnvolle Einsatz

<sup>47</sup> Vgl. § 3, Abs. 2 Klimaschutzgesetz.

<sup>48</sup> Vgl. § 1 Wärmeplanungsgesetz.

von Wasserstoff eingeschätzt werden. Ausgehend von dieser Variablen wurden drei mögliche Szenarien in Betracht gezogen. Die Randbedingungen dazu sind nachfolgender Grafik zu entnehmen.



Abbildung 4-1: Parameter für die Szenarientwicklung

Grundsätzlich gilt als Prämisse für alle Szenarien das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 und als Rahmensetzung die Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Das GEG sieht vor, dass künftig grundsätzlich nur noch Heizungsanlagen neu eingebaut werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien erzeugen. Was die Einsparpotenziale angeht, wurde zunächst von einer Steigerung der Sanierungsquote auf 1,2% des Bestandes pro Jahr bis 2029 ausgegangen. Ab 2030 wird eine weitere Steigerung der Sanierungsquote auf 2% jährlich unterstellt, was dann einer Sanierung von rund 580 Gebäuden jährlich entspräche. Die bisherige bundesweite Sanierungsquote liegt regelmäßig unter 1% jährlich, obwohl von der Bundesregierung bereits seit vielen Jahren eine deutliche Steigerung angestrebt wird. Von daher ist die unterstellte Steigerung einerseits realistisch aber andererseits von den tatsächlichen Rahmenbedingungen wie Verfügbarkeit von Material und Handwerkerleistungen abhängig. Für den Heizungsaustausch wurde eine dynamischere Entwicklung von 5,5% des Bestandes im Jahr angenommen. Dies entspricht etwa 1.600 neuen Heizsystemen pro Jahr im Durchschnitt, ausgehend von knapp 30.000 Gebäuden. Diese Annahmen wurden sowohl mit der Verwaltung als auch in einem Experten-Workshop mit Handwerksunternehmen und der Wohnungswirtschaft ausgetauscht.

Im Weiteren gibt es ein Wasserstoff-Raumwärme- und ein Wasserstoff-Industrie-Szenario. Für beide gilt, dass Wärmenetze technologie- und energieträgeroffen entwickelt werden können und grüner Wasserstoff (via Wasserelektrolyse aus erneuerbaren Energien hergestellt) ab 2030 verfügbar ist. Das Wasserstoff-Raumwärme-Szenario geht davon aus, dass die Erdgas-Infrastruktur sukzessive durch Wasserstoff ersetzt wird und demnach auch die Beheizung einzelner Gebäude durch Wasserstoff aus dem Erdgasnetz erfolgt. Diese Entwicklung erscheint

aufgrund der absehbar knappen Verfügbarkeit und der ungewissen Preisentwicklung für Wasserstoff aktuell nicht realistisch. Realistischer wird das H<sub>2</sub>-Industrie-Szenario eingeschätzt, bei dem Wasserstoff aufgrund der aufwendigen Herstellung und knappen Verfügbarkeit der Versorgung einzelner Industriebetriebe vorbehalten bleibt. Dies entspricht auch der mittelfristigen (bis 2030) Perspektive der Bundesregierung im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie.<sup>49</sup> Bei der Anwendung sind insbesondere Produktionsprozesse im Fokus, welche nicht oder nur mit erheblichem Aufwand elektrifiziert werden können und demnach eine Erdgassubstitution durch Wasserstoff sinnvoll ist.

Das dritte Szenario geht von einer vollständigen Elektrifizierung der Energie-Infrastruktur aus, was den Einsatz von Verbrennungstechnologien und die Verfügbarkeit von Wasserstoff ausschließt. Diese Perspektive wird nicht weiterverfolgt, da sie bereits heute eine starke Verengung auf wenige Technologieoptionen implizieren würde.

Im Ergebnis wird das H<sub>2</sub>-Industrie-Szenario als Prämisse für die künftige Wärmeversorgung festgehalten. Darauf aufbauend können verschiedene Energieträger für den Betrieb von Wärmenetzen eingesetzt und zugleich ein Rückbau der bisherigen Erdgasversorgung eingeleitet werden. Wasserstoff kann perspektivisch dort eingesetzt werden, wo er tatsächlich als stofflicher Energieträger oder Grundstoff für Umwandlungsprozesse benötigt wird.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Zielszenario zur Deckung des künftigen Wärmebedarfes dargestellt.

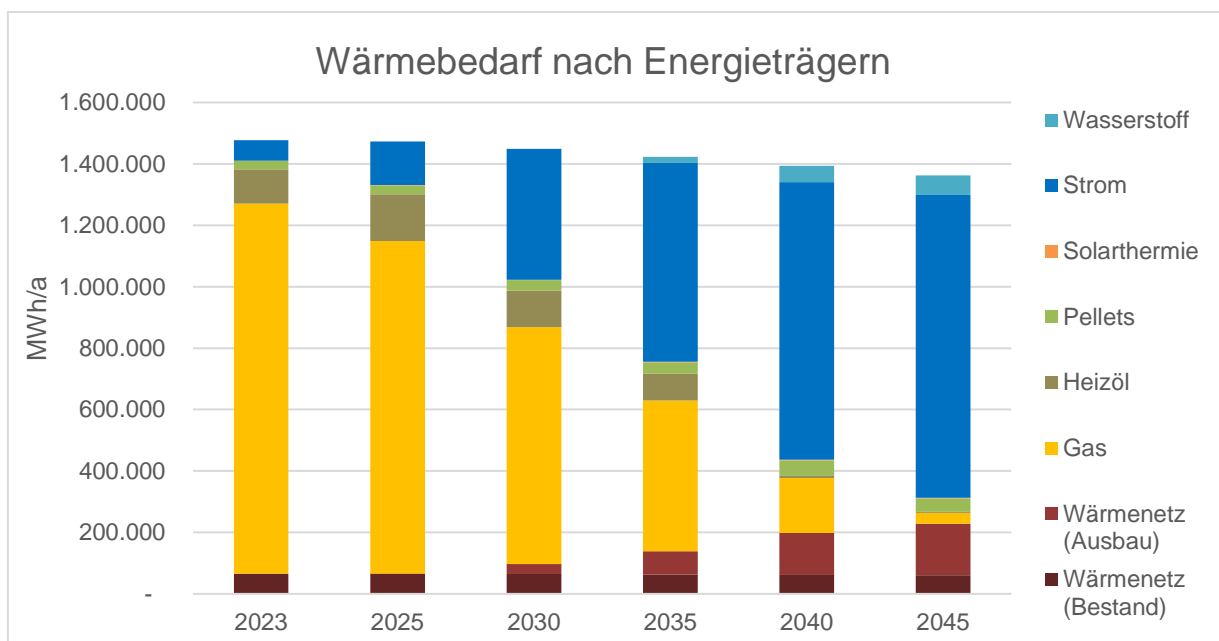


Abbildung 4-2: Zielszenario des Wärmebedarfes für Koblenz

<sup>49</sup>Vgl. Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, 2023, S. 19.

Im Ergebnis zeigt sich eine moderate Senkung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierungsmaßnahmen von 1.477 GWh/a auf 1.362 GWh/a. Theoretisch ist auch eine dynamischere Absenkung denkbar, aber unter den getroffenen Annahmen zur Sanierungsrate bleibt der Einspareffekt überschaubar.

Umso bedeutsamer ist ein konsequenter Umstieg auf erneuerbare Energieträger. Die Grafik zeigt einen schrittweisen Ausstieg der fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl. Ab 2035 ist eine zunehmende Beimischung von Biomethan oder synthetischem Methan in die Gasversorgung unterstellt. Gleichzeitig wird ein starker Anstieg strombasierter Heizsysteme, insbesondere elektrischer Wärmepumpen, angenommen. Der Wärmenetzausbau kann insbesondere im dicht besiedelten Bereich eine bedeutende Rolle einnehmen, während der Einsatz von Pellets nicht als Strategie verfolgt wird.

#### 4.2 Energie- und THG-Bilanz (Zielszenario)

Im Kontext der Wärmeplanung und im Hinblick auf die strategische Zielsetzung „Klimaneutralität bis 2040“ werden bei der Bewertung der THG-Emissionen die im Zeitverlauf ansteigenden Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien zugrunde gelegt.

Für das Basisjahr 2023 wurde ein Gesamtenergieverbrauch von 1.563.000 MWh und THG-Emissionen in Höhe von rund 388.000 t CO<sub>2</sub>e für die Stadt Koblenz errechnet (vgl. Abschnitt 2.6). Durch den Ausbau einer regenerativen Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen lassen sich bis zum Jahr 2040 rund 367.100 t CO<sub>2</sub>e gegenüber 2023 einsparen, was einer Gesamteinsparung von rund 95% entspricht. Im Jahr 2040 verbleiben Emissionen in Höhe von rund 21.300 t CO<sub>2</sub>e.

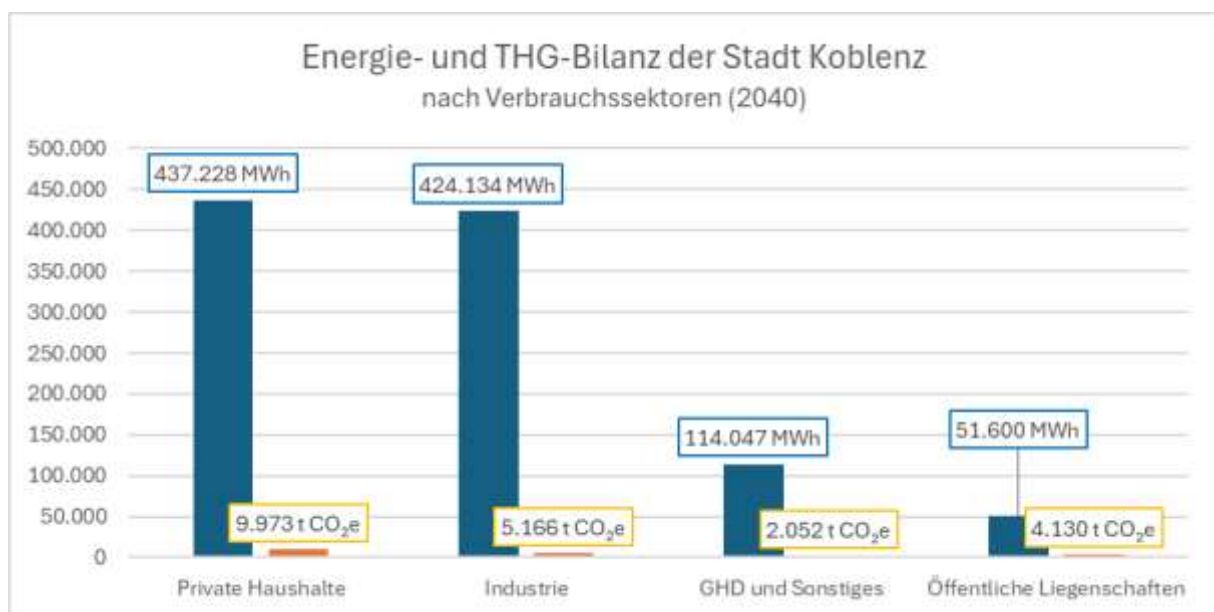


Abbildung 4-3: THG-Emissionen 2040 auf Basis der zukünftigen Wärmebereitstellung



Ein großer Beitrag zur Emissionsminderung resultiert aus dem Einsatz effizienter Wärmepumpen sowie der Absenkung der Emissionswerte für den Einsatz von Strom (Bundesstrommix) bis zum Jahr 2040. Gemäß des Zielszenarios werden Wärmepumpen zukünftig 65% des Wärmebedarfs decken, was anteilig zu 50% des Endenergieeinsatzes beitragen wird. Da Strom im Betrachtungsjahr 2040 keine THG-Emissionen mehr besitzt, setzen sich die verbleibenden Emissionen i. H. v. rund 21.300 t CO<sub>2</sub>e durch den Verbleib einzelner Gas- und Ölheizungen, die bis zum 2040 weiter betrieben werden, sowie der Verwendung von Pellets zusammen.

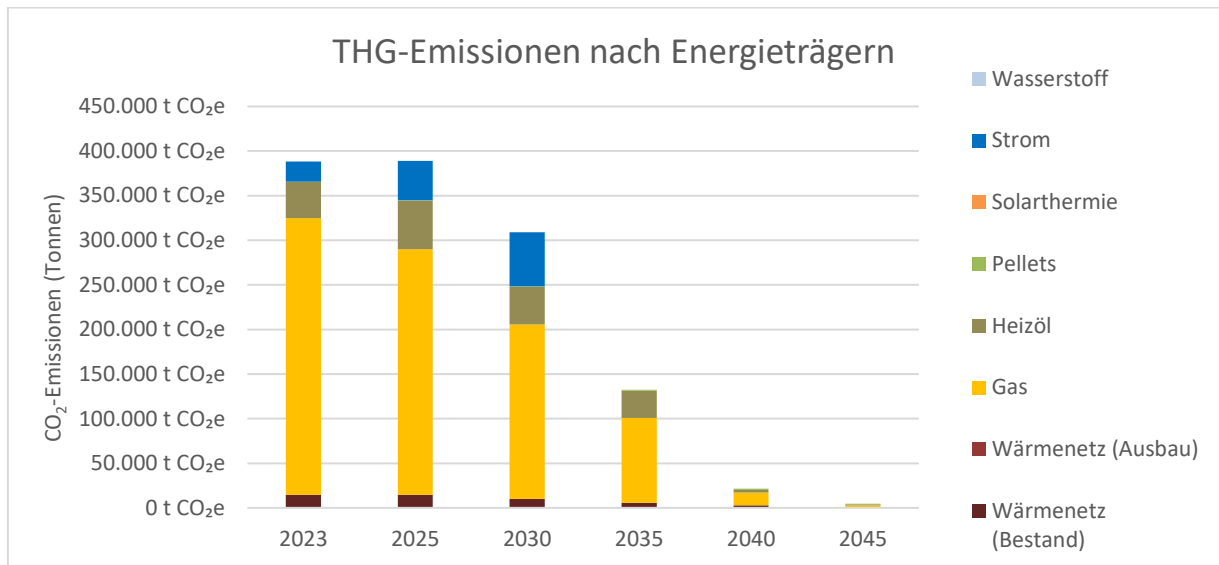


Abbildung 4-4: Szenario der THG-Emissionen für die Wärmeversorgung bis 2045

Die Zusammensetzung der Energieträger wird sich zum Jahr 2040 verändern. Die Verbrauchs- und Bedarfswerte können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 4-1: Verteilung der THG-Emissionen 2040 für die Wärmeversorgung nach Energieträgern

Energieträger (2040)	Wärmebedarf		Energieverbrauch		CO <sub>2</sub> -Emission	
Wärmenetz (Bestand)	61.993 MWh	4%	62.619 MWh	6%	2.761 t CO <sub>2</sub> e	13%
Gas	179.478 MWh	13%	188.119 MWh	18%	14.485 t CO <sub>2</sub> e	68%
Heizöl	8.139 MWh	1%	9.575 MWh	1%	2.968 t CO <sub>2</sub> e	14%
Wärmenetz (Ausbau)	135.818 MWh	10%	137.190 MWh	13%	0 t CO <sub>2</sub> e	0%
Pellets	49.712 MWh	4%	55.294 MWh	5%	1.106 t CO <sub>2</sub> e	5%
Solarthermie	2.061 MWh	0%	2.061 MWh	0%	0 t CO <sub>2</sub> e	0%
Strom	902.843 MWh	65%	518.076 MWh	50%	0 t CO <sub>2</sub> e	0%
Wasserstoff	54.077 MWh	4%	54.077 MWh	5%	0 t CO <sub>2</sub> e	0%
<b>Summe</b>	<b>1.394.120 MWh</b>	<b>100%</b>	<b>1.027.010 MWh</b>	<b>100%</b>	<b>21.321 t CO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

Im Ergebnis bleibt festzuhalten, dass nach aktuellem Planungshorizont keine vollständige Treibhausgasneutralität bei der Wärmeversorgung bis 2040 erreicht werden kann. Jedoch zeigt die Fortschreibung der Planung, dass die Emissionen bereits zum Jahr 2045 nochmals

deutlich reduziert werden kann. Aus heutiger Sicht werden dann noch rund 4.800 t CO<sub>2e</sub> zu erwarten sein.

### 4.3 Wärmeversorgungsgebiete

Ein wesentliches Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung ist die Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete. Der vorliegende Plan orientiert sich dabei am Wärmeplanungsgesetz, welches diese Einteilung in § 18 vorsieht. Dabei sind Teilgebiete einer geeigneten Wärmeversorgungsart zuzuordnen. Die Wärmeversorgungsarten gliedern sich nach § 3 WPG in

- Wärmenetzgebiet,
- Wasserstoffnetzgebiet,
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung und
- Prüfgebiet.

Wärmenetzgebiete sind demnach Gebiete, in denen Wärmenetze bestehen oder vorgesehen sind und ein erheblicher Anteil der ansässigen Gebäude über das Wärmenetz versorgt wird. Es ist jedoch grundsätzlich möglich, dass einzelne Gebäude innerhalb eines Wärmenetzgebietes dezentral mit Wärme versorgt werden.

Ein Wasserstoffnetzgebiet setzt voraus, dass ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Gebäude über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll. In Abschnitt 4.1 wurde bereits erläutert, dass ein derartiges Wasserstoffnetz für Koblenz nicht vorgesehen ist.

Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung sind solche, in denen überwiegend keine Versorgung mit Wärme- oder Gasnetz erfolgt, sondern Gebäude oder Gebäudekomplexe eine eigene, dezentrale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien aufbauen. Dies schließt jedoch nicht aus, dass einzelne Wärmenetze bzw. -inseln sinnvoll sind und gebaut werden können.

Übrig bleiben ggf. Prüfgebiete, die nicht in eine der obigen Versorgungsarten eingeteilt werden sollen, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet entsteht keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.<sup>50</sup> Sie stellt vielmehr eine Empfehlung aus Sicht der planungsverantwortlichen Stelle dar, welche auf Basis fachlicher Kriterien im Jahr 2024 entwickelt wurde. Des Weiteren ist zu beachten, dass sich die Randbedingungen in den kommenden Jahren ändern können, sodass die

---

<sup>50</sup> Vgl. § 18, Abs. 2 WPG.

Gebietseinteilung bei einer Fortschreibung der Wärmeplanung unter den dann geltenden Parametern zu überprüfen und ggf. anzupassen ist. Eine erste Fortschreibung für bestehende Wärmepläne ist spätestens bis zum 1. Juli 2030 nach den Maßgaben des WPG notwendig (vgl. § 25, Abs. 3 WPG) und grundsätzlich alle fünf Jahre zu prüfen (vgl. § 25, Abs. 1 WPG).

#### 4.3.1 Methodik der Gebietseinteilung

Um Teilgebiete einer bestimmten Wärmeversorgungsart zuzuordnen, wird zunächst folgendes Prüfschema angewendet:

1. Sind Wasserstoffnetzgebiete grundsätzlich vorgesehen?
  - a. Falls ja, müssen Teilgebiete im Einzelnen analysiert werden
  - b. Falls nein, werden keine Wasserstoffnetzgebiete dargestellt
2. Sind Gebiete grundsätzlich für die Versorgung mit Wärmenetzen geeignet?
  - a. Falls ja, müssen Teilgebiete im Einzelnen analysiert werden
  - b. Falls nein, werden keine Wärmenetzgebiete dargestellt
3. Verbleiben Gebiete, die weder Wasserstoffnetzgebiete noch Wärmenetzgebiete sind?
  - a. Falls ja, werden diese grundsätzlich der dezentralen Versorgung zugeordnet oder als Prüfgebiet dargestellt
  - b. Falls nein, werden keine Gebiete zur dezentralen Versorgung zugeordnet
4. Können Teilgebiete nach den voran erwähnten Analysen nicht zweifelsfrei einer bestimmten Versorgungsart zugeordnet werden, können sie als Prüfgebiet dargestellt werden

Die Beantwortung des Prüfschemas für die KWP Koblenz ist unterstrichen dargestellt.

Daraus ergibt sich, dass weitere Analysen für die Identifikation geeigneter Wärmenetzgebiete erforderlich sind. Die dafür notwendige Definition von Teilgebieten erfolgte als Flure, die als zielführende Größenordnung bestimmt wurde.

Die Eignung der Teilgebiete (Flure) wird anhand der Kennwerte aus dem Leitfaden „Kommunale Wärmeplanung“ der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH bewertet. Diese orientieren sich an der flächenbezogenen Wärmedichte eines Siedlungsgebietes und zeigen eine Klassierung von ungeeignet bis sehr hohe Eignung (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 4-2: Kennwerte zur Eignung von Wärmenetzen<sup>51</sup>

Wärmedichte [MWh/(ha*a)]	<b>Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen</b>
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 – 415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Da die Darstellung von Wärmenetzgebieten insbesondere auf den Gebäudebestand abzielt, wurde eine pauschale Unterteilung in „Kein technisches Potenzial“ für Siedlungsflächen mit einer Wärmedichte < 175 MWh/(ha\*a) und „Eignung für Wärmenetze“ für Teilgebiete mit mindestens 175 MWh/(ha\*a) vorgenommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 4-5 dargestellt. Sie umfasst neben den verzeichneten Bestandsnetzen (dunkelrot) ebenso die anhand der Wärmebedarfsdichte der Siedlungsgebiete innerhalb der jeweiligen Flure bestimmte Eignung für Wärmenetze.

<sup>51</sup> Vgl. Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden (2020), S. 59.

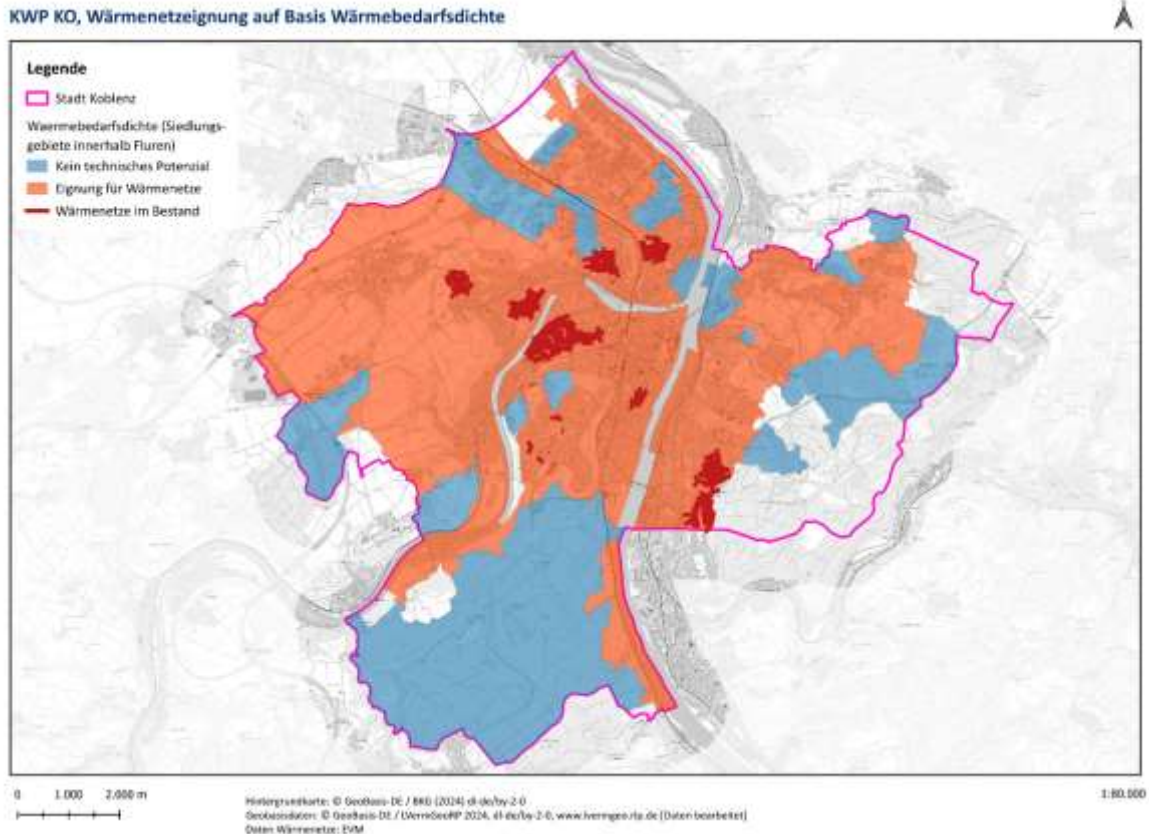


Abbildung 4-5: Bewertung der Wärmenetzplanung (Flure)

Anhand der Grafik ergibt sich für einen Großteil der Flure in Koblenz die generelle Eignung zur Errichtung eines Wärmenetzes (hellrot). Lediglich einzelne Gebäude in den kaum besiedelten Außenbereichen (blau) bieten aus technischer Sicht kein Potenzial für Wärmenetze. Flure, die keine Färbung aufweisen, sind aktuell unbebaut oder beinhalten zumindest keine Gebäude mit einem berücksichtigten Wärmebedarf. In der weiteren Betrachtung erfolgt ausgehend von der technischen Eignung eine Interpretation der erweiterten Datengrundlage, die folgende Faktoren einschließt:

- Ergebnisse aus Expertenworkshops und Einzelgesprächen
- Hohe Wärmeliniendichte in Straßenzügen
- Software-gestützte Simulation des Wärmenetzausbaus

Die im Folgenden dargestellten Wärmenetzgebiete lassen sich auf die Auswertung verschiedener Daten zurückführen. Bei den Überlegungen ist unter anderem eingeflossen, dass für den Ausbau von Wärmenetzen innerhalb der Stadt Koblenz keine unbegrenzten Kapazitäten zur Verfügung stehen werden. Die Wärmewende erfordert in ganz Deutschland den Bau von neuen Wärmenetzen, sodass von einem Engpass personeller und finanzieller Ressourcen auszugehen ist. Insofern wurde eine gewisse Priorisierung von Wärmenetzgebieten vorgenommen, um einen realistischen Ausbaupfad für die Perspektive bis 2045 zu hinterlegen. Ausgehend von den bereits in Betrieb befindlichen Wärmenetzen und neuen Startpunkten für

weitere Wärmenetze wurde mittels des Kriteriums Wärmelinienichte ein gleichmäßiger Ausbau über die Zeitachse simuliert.

Auf diese Weise resultiert eine Priorisierung der Wärmenetzgebiete mit Planungshorizont 2045 (vgl. Abbildung 4-6).

#### 4.3.2 Kartografische Darstellung der Versorgungsgebiete

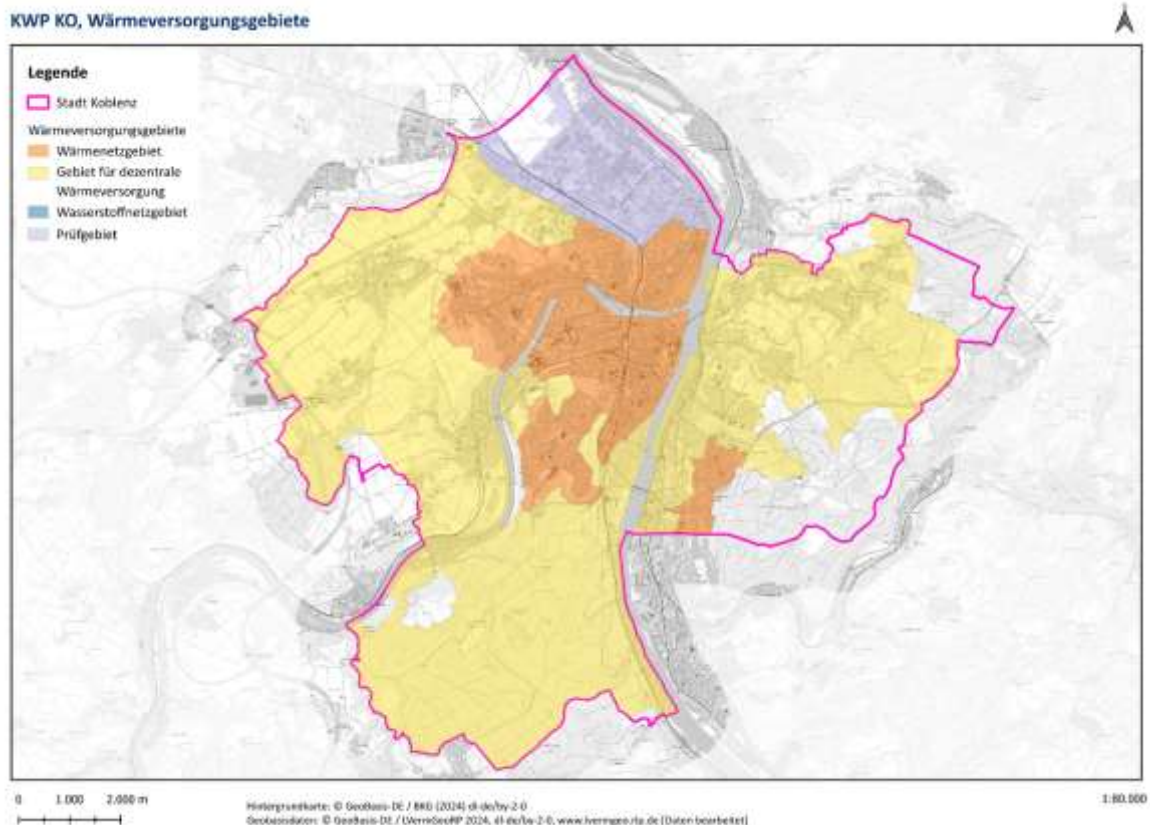


Abbildung 4-6: Wärmeversorgungsgebiete Stadt Koblenz

Die Abgrenzungen der festgelegten Wärmenetzgebiete konzentrieren sich auf das Zentrum des Stadtgebietes. Sie sind dabei nicht als starre Grenzen zu interpretieren, sondern bieten gerade im Bereich von Neuerschließungen und Umwidmungen ein hohes Potenzial, flächendeckend eine gebietsspezifische Wärmeversorgung umzusetzen oder einen Lückenschluss der aktuell priorisierten Projektansätze zu verfolgen. Im Rahmen detaillierter Betrachtungen zum Ausbau von Wärmenetzen kann es andererseits auch vorkommen, dass eine flächendeckende Wärmenetzerschließung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen innerhalb der einzelnen Flure nicht vollumfänglich erfolgen kann. Es sei abermals darauf hingewiesen, dass auch innerhalb der Wärmenetzgebiete dezentrale Versorgungsoptionen nicht ausgeschlossen sind.

Große Siedlungsflächen sind in Gelb, also als Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung, dargestellt. In diesen Gebieten ist vonseiten der kommunalen Rahmenplanung keine

Errichtung von Wärmenetzen zu erwarten. Dies bedeutet, dass es den Gebäudeeigentümern vorbehalten ist, eine zukunftsfähige Wärmeversorgung umzusetzen. Im Szenario für Koblenz sind insbesondere elektrische Wärmepumpen (Luft-, Grundwasser- oder Erdwärmepumpen) vorgesehen aber auch Pelletkessel und Solarthermie können in Einzelfällen sinnvoll sein. Im Abschnitt 4.5 sind vier Möglichkeiten aufgeführt und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet. Die Lage in einem Gebiet für die dezentrale Versorgung schließt allerdings einzelne Wärmeinseln oder auch ganze Wärmenetze nicht kategorisch aus. Insbesondere bei neuen Bauvorhaben oder Sanierungsgebieten kann nach individueller Betrachtung ein Wärmeverbund sinnvoll sein. Ein Beispiel dafür ist das Areal der ehemaligen Fritsch-Kaserne, wo eine „kalte“ Nahwärme in Verbindung mit dezentralen Wärmepumpen geplant wird.

Im Bereich Wallersheim/Kesselheim sind einerseits große Abwärmepotenziale gegeben, die für eine Wärmenetzerschließung grundsätzlich geeignet sind, andererseits gibt es Industriebetriebe, die ggf. auch Wasserstoff als Energieträger nutzen werden. Hier kann nicht abschließend geklärt werden, welche Versorgungsart in der Zukunft herangezogen werden kann. Insbesondere Marktentwicklungen und politische Entscheidungen haben einen enormen Einfluss darauf. Insofern wird dieser Bereich als Prüfgebiet dargestellt, welches weiterer Analysen unterzogen werden sollte (vgl. Abschnitt 5.3.4).

Nachfolgend sind zwei Beispiele dargestellt, wie die kommunale Wärmeplanung mit weiteren Informationen verknüpft werden kann.

Um neue Bauvorhaben in den Kontext der Wärmeversorgungsgebiete zu stellen, wurden in

Abbildung 4-7 zusätzlich die aus der Neuaufstellung des FNP resultierenden Bauflächen dargestellt.

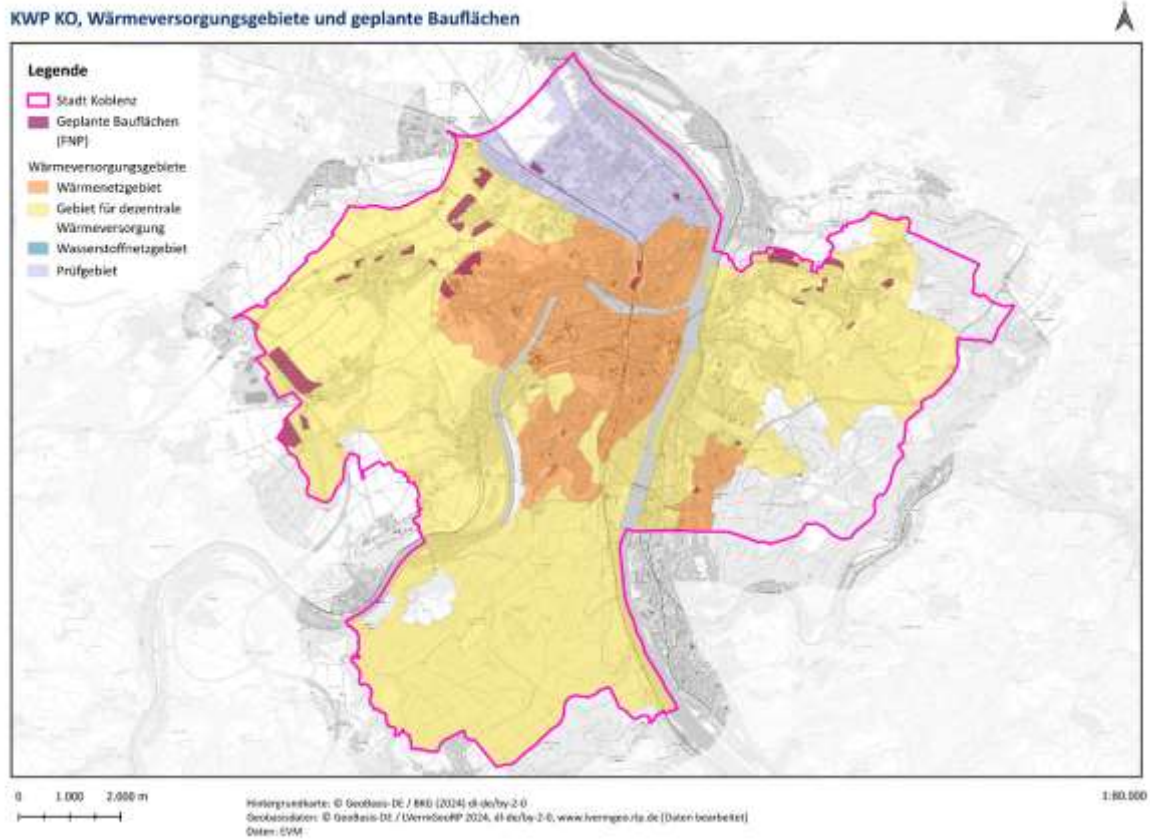


Abbildung 4-7: Wärmeversorgungsgebiete und geplante Bauflächen

Dabei sei darauf hingewiesen, dass innerhalb der Neubauvorhaben einzelne Niedertemperatur- oder „kalte“ Wärmenetze sinnvoll sein können, auch wenn sie nicht innerhalb der dargestellten Wärmenetzgebiete liegen. In nachfolgender Abbildung sind große Ankerkunden für potenzielle Wärmenetze dargestellt. Diese Auswertung diente als eine Grundlage für die Auswahl der Fokusgebiete zur Wärmenetzversorgung (vgl. Abschnitt 5.2)



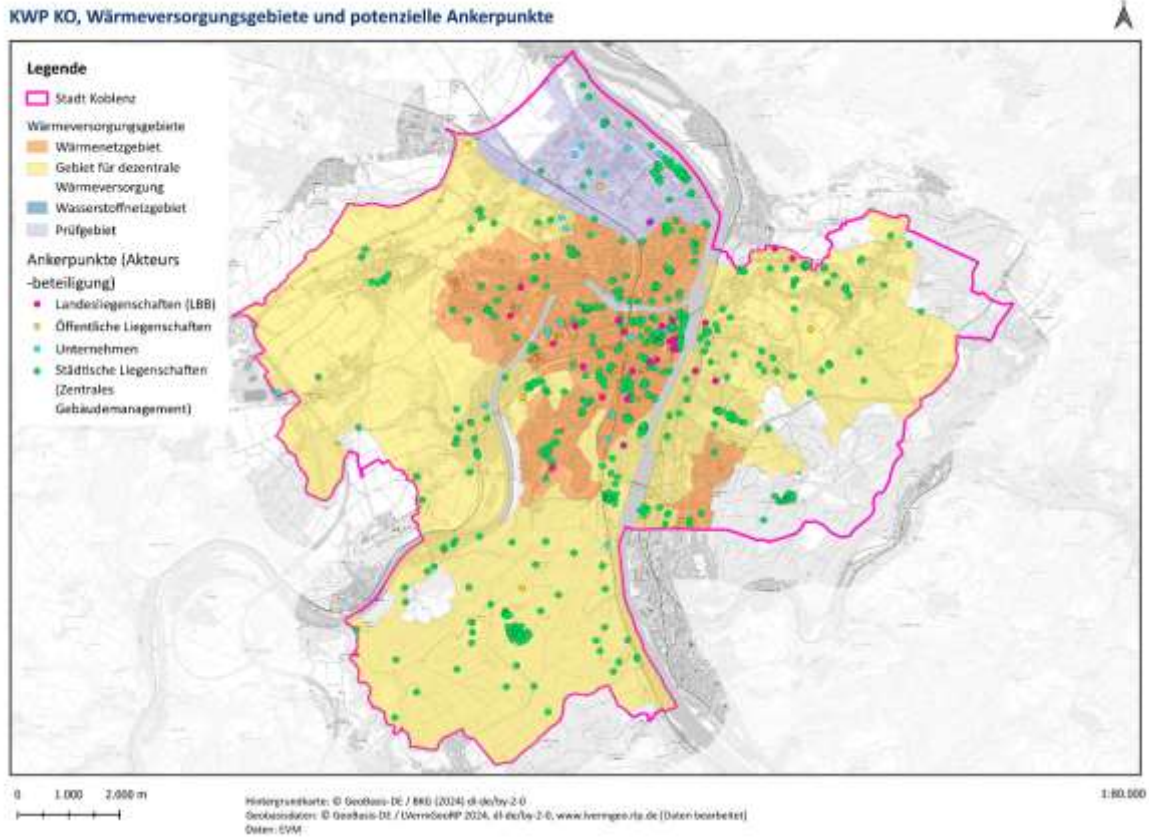


Abbildung 4-8: Wärmeversorgungsgebiete und potenzielle Ankerpunkte

#### 4.4 Investitionsbedarf für die Umsetzung der KWP

Für den Umbau der Wärmeversorgung werden entsprechend dem Zielszenario umfangreiche Investitionen bis 2045 erforderlich. Diese stellen einerseits eine Herausforderung dar, was die Finanzierung angeht, andererseits auch große Chancen für die wirtschaftliche Tätigkeit zahlreicher regionaler Unternehmen. Nicht zuletzt sind es Investitionen in zukunftsfähige Technologien und Infrastruktur, welchen langfristige Einsparungen der laufenden Kosten für fossile Energieträger gegenüberstehen. Die nachfolgende Tabelle enthält eine überschlägige Abschätzung des Investitionsbedarfs auf Grundlage des Technikkataloges zur kommunalen Wärmeplanung der Deutschen Energieagentur (dena).

Tabelle 4-3: Abschätzung des Investitionsbedarfes zur kommunalen Wärmewende

Dezentrale Versorgung		Investition
Industrie-Stromanlage		188.460.000 €
Industrie-Wasserstoffanlage		49.056.000 €
Luft-Wasser-WP		337.790.000 €
Pelletkessel		33.474.000 €
Sole-Wasser-WP		248.454.000 €
Wasser-Wasser-WP		179.446.000 €
	<b>Gesamt</b>	<b>1.036.680.000 €</b>

Wärmenetzgebiete		Investition
Ausbau Wärmenetze		337.000.000 €
	<b>Gesamtinvestition</b>	<b>1.373.680.000 €</b>

Für die Kostenschätzung zum Ausbau der Wärmenetze wurden die veranschlagten Kosten für die Fokusgebiete (vgl. Abschnitt 5.2) auf den gesamten Anteil der Wärmenetzversorgung (vgl. Abschnitt 4.3.2) hochgerechnet. Insofern handelt es sich um einen ersten Näherungswert, der unter bestimmten Annahmen erfolgte und bei abweichenden Rahmenbedingungen stark abweichen kann. Die Gesamtinvestition von 1,37 Mrd. € ist nach heutigem Kenntnisstand berechnet, verteilt sich tatsächlich aber über den Betrachtungsraum bis 2045. Rein statistisch entfallen auf jeden Einwohner demnach 12.000 € bis 2045.

Kosten für die Ertüchtigung des Stromnetzes oder den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

#### 4.5 Regionale Wertschöpfung

Unter „regionaler Wertschöpfung“ wird die ökonomisch quantifizierbare Kennzahl zur Abbildung des regionalen (Mehr-)Wertes verstanden, die mit Investitionen in die technische Umrüstung zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans einhergeht. Entsprechend der Bedeutung von Wertschöpfung als allgemeines Ziel unternehmerischen Handelns geht es hierbei nicht nur darum höhere Werte aus der Transformation von Inputs in Outputs zu generieren. Vielmehr wird der regionale Bezug aller durch die Investitionen ausgelösten Finanzströme in den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette in den Vordergrund gerückt und bewertet. Regionale Wertschöpfung wird folglich als ökonomischer Kennwert in Euro (€) ausdrückbar. Darüber hinaus kann die regionale Wertschöpfung als Argumentationsgrundlage genutzt werden, um Wirtschaftsförderungsstrategien auf lokaler Ebene zu entwickeln und umzusetzen. Schon heute bietet die regionale Wertschöpfung vielfältige Chancen zur Mobilisierung und Optimierung ungenutzter Potenziale beim Ausbau erneuerbarer Energien und Energieeffizienz. Die Umsetzung auf regionaler Ebene liefert nicht nur lokale Erfolge, sondern kann auch

maßgeblich zur Erreichung der Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele beitragen sowie damit verbunden Innovation und Beschäftigung auslösen.

Der Indikator „regionale Wertschöpfung“ ist definiert als die Summe aller zusätzlichen Werte, die in einer Region / einem räumlich abgegrenzten Gebiet innerhalb eines bestimmten Zeitraumes entstehen. Der Begriff „Wert“ kann hierbei eine subjektiv unterschiedliche Bedeutung erfahren, d. h. er kann ökonomisch, ökologisch und soziokulturell verstanden werden. Im Kontext des vorliegenden Wärmeplans liegt der Schwerpunkt auf der ökonomischen Bewertung der Investitionen in die technische Umrüstung der Wärmeversorgung. Regionale Wertschöpfung bildet an dieser Stelle den Indikator zur Quantifizierung ökonomischer Effekte, d. h. sie bewertet die Schaffung von monetären Werten im Betrachtungsgebiet. Hierbei handelt es sich um die generierten Geldwerte (€) aus Gewinnen, Einkommen und Steuern der unterschiedlichen Wirtschaftsakteure, welche durch die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans in der Region verbleiben. Gerade die konsequente Berücksichtigung regionaler Wertschöpfungsaspekte in allen Stufen der Wertschöpfungskette bietet ein erhebliches Einnahme- und Beschäftigungspotenzial. Obwohl die Ergebnisse auf Basis betriebswirtschaftlicher Methoden und nach guter wissenschaftlicher Praxis berechnet sind, handelt es sich um eine sehr grobe Annäherung an die tatsächlich möglichen Verhältnisse. Die ist darin begründet, dass die Ermittlung des Investitionsbedarfs im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lediglich eine erste Schätzung darstellt, welche mit vielen Unsicherheiten und Annahmen verbunden ist. Insofern kann auch die Quantifizierung der regionalen Wertschöpfung nur eine überschlägige Analyse sein, welche die grundsätzlichen Effekte und Zusammenhänge verdeutlicht.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der regionalen Wertschöpfung ist die Einbindung möglichst vieler lokaler Akteure (z. B. öffentliche Verwaltung, Energieversorger, Anlagenbetreiber, Flächeneigentümer, Handwerker, lokale Dienstleister, KMU, Finanzinstitute, Bürgerinitiativen) notwendige Voraussetzung. Die unterschiedlichen Akteure sollen dahingehend kooperieren, dass Aktivitäten im Bereich des Auf- und Ausbaus einer nachhaltigen Wärmeversorgung im Gesamtsystem „Stadt/Umland“ möglichst effizient, wirtschaftlich, emissionsarm und sozial verträglich sind. Regionale Wertschöpfung stellt somit ein geeignetes Instrument dar, die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans als echte Handlungsoption zur lokalen Wirtschaftsförderung (re-)finanzierbar, technisch und administrativ möglich sowie sozial und politisch akzeptabel zu präsentieren.

#### 4.5.1 Betrachtete Systemgrenzen der regionalen Wertschöpfung

Im Folgenden wird eine Quantifizierung der regionalen Wertschöpfung durch den Ausbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung für die Stadt Koblenz vorgenommen. Angewendet wird dabei ein am IfaS entwickeltes, dynamisches Berechnungsmodell. Die Stadt Koblenz mit ihren administrativen Gebietsgrenzen definiert bei der Betrachtung die räumliche Systemgrenze. Die

inhaltlichen Systemgrenzen zur Quantifizierung der RWS sind so festgelegt, dass die Investitionen in die technische Umrüstung der Wärmeversorgung (dezentrale Versorgung und Wärmenetzgebiete) die Ausgangsbasis zur Schaffung eines regionalen Mehrwertes bilden. Regionale Wertschöpfung entsteht dabei z. B. durch die Beschäftigung von Mitarbeitern, Leistungsbezug von regionalen Handwerkern / Dienstleistern, die Einbindung lokaler Banken bei der Finanzierung, Realisierung von Gewinnen für ortsansässige Betreiber / Investoren / Eigentümer, Steuerzahlungen in die Region, Pachtzahlungen an die Flächeneigentümer. Dabei gilt allgemein, dass regionale Wertschöpfung ausschließlich von lokal und regional ansässigen Akteuren gebunden werden kann.

Auf Basis der zuvor genannten räumlichen und inhaltlichen Systemgrenzen wird die konkrete Berechnung der regionalen Wertschöpfung abgebildet. Der Berechnung liegt eine betriebswirtschaftliche Standard-Methode zugrunde. Hierbei handelt es sich um die sogenannte Nettobarwertmethode.<sup>52</sup> Diese Methode erlaubt die Berechnung der regionalen Wertschöpfung als absolute Kennzahl (in €), auch vor dem Hintergrund einer Betrachtung über mehrere Jahre und unter Berücksichtigung dynamischer Entwicklungen, wie beispielweise Preissteigerungen, Inflation oder dynamischen Finanzierungsmodellen.

Bei der Betrachtung werden alle ausgelösten Investitionen und damit verbundene Erlöse und Kosten im Bereich der Wärmeversorgung dargestellt. Für das Ergebnis werden aus den Nettobarwerten aller ermittelten Einnahme- und Kostenpositionen die Anteile abgeleitet, die potenziell in geschlossenen Kreisläufen in der Stadt Koblenz als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

#### 4.5.2 Regionale Wertschöpfungseffekte bei Umsetzung der KWP bis 2045

Im Folgenden werden die möglichen Potenziale regionaler Wertschöpfung bis 2045 innerhalb des Betrachtungsgebietes dargestellt. Die technische Umrüstung des Wärmebereichs erfolgt entsprechend dem Entwicklungsszenario bezüglich der Energie- und Treibhausgasbilanz, welches eine nahezu vollständige Versorgung mit erneuerbaren Energien und Abwärme bis 2045 unterstellt. Unter Berücksichtigung des schrittweisen Umbaus der Wärmeversorgung im Zeitverlauf können stetig Finanzmittel in neuen, regionalen Wirtschaftskreisläufen gebunden werden.

Für die Kalkulation werden verschiedene Annahmen getroffen, die beispielhaft aufzeigen, unter welchen Bedingungen regionale Wertschöpfung im Betrachtungsgebiet erzielt werden kann. Als wesentliche Treiber werden hierfür die Faktoren Energiepreise und Preissteigerungsraten identifiziert. Alle Annahmen sowie eine entsprechende Methodikbeschreibung zur

---

<sup>52</sup> Der Nettobarwert ist eine betriebswirtschaftliche Kennzahl der dynamischen Investitionsrechnung. Durch Abzinsung auf den Beginn der Investition werden Zahlungen vergleichbar gemacht, die innerhalb des Betrachtungszeitraumes zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen.

Ermittlung der regionalen Wertschöpfung können auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden.

Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich bis zum Jahr 2045 ein abgeschätztes Gesamtinvestitionsvolumen von rund 1,37 Mrd. € (Vgl. Kapitel 4.4). Hiervon entfallen ca. 1,03 Mrd. Euro auf den Umbau der dezentralen Wärmeversorgung und rund 337 Mio. Euro auf den Ausbau der Wärmenetzgebiete.

Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Stadt Koblenz beträgt rund 615,5 Mio. € durch den bis zum Jahr 2045 installierten Anlagenbestand. Dies entspricht 45% der Investitionen. Da davon auszugehen ist, dass ein erheblicher Anteil der Investitionen aus Fördermitteln der Bundesregierung finanziert werden kann, fällt der relative Anteil der regionalen Wertschöpfung am Investitionsbedarf noch deutlich größer aus. Das Investitionsvolumen sowie die daraus abgeleitete regionale Wertschöpfung zeigt Abbildung 4-9. Die dort dargestellten Ergebnisse basieren auf der Annahme, dass das Zielszenario zur künftigen Wärmeversorgung eintritt und sich die regionalen Wirtschaftskreisläufe fortwährend schließen. Somit ist davon auszugehen, dass bspw. benötigte Dienstleistungen und Ressourcen innerhalb des Betrachtungsgebietes bereitgestellt werden können. Hierdurch können Geldmittel in hohem Umfang lokal gebunden werden.

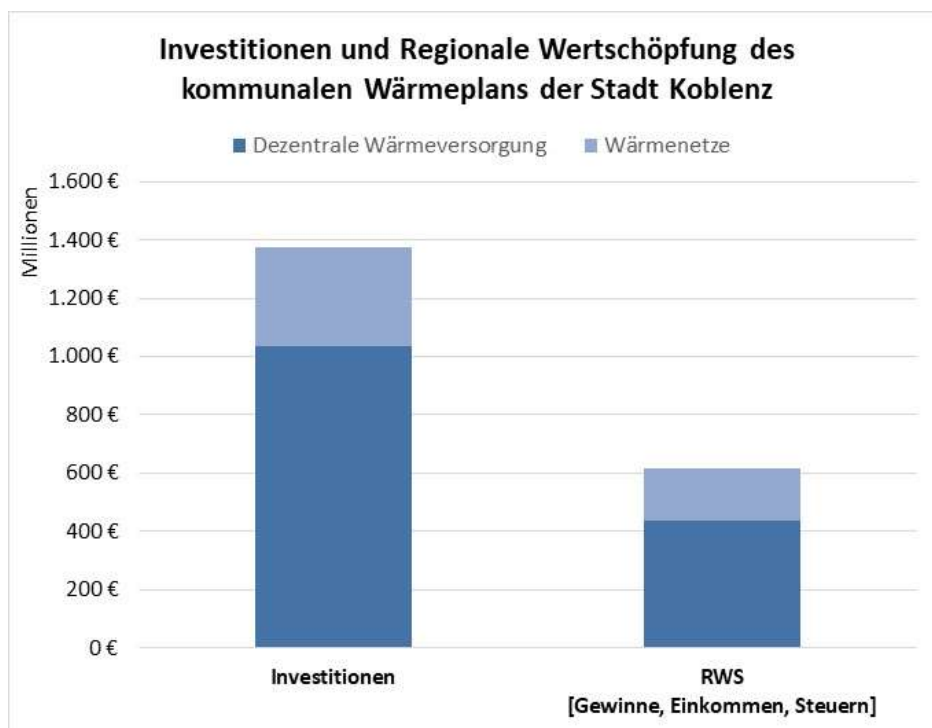


Abbildung 4-9: Investitionsschätzung und potenzielle Regionale Wertschöpfung durch Umsetzung der KWP

Aus obenstehender Abbildung ist zu erkennen, dass die dezentrale Wärmeversorgung mit etwa 400 Millionen Euro den größten Anteil an der regionalen Wertschöpfung ausmacht. Die Wärmenetze tragen etwa 215,5 Millionen Euro zur regionalen Wertschöpfung bei.

### 4.5.3 Regionale Wertschöpfung nach Wirtschaftsakteuren

Werden die einzelnen Akteure betrachtet, so ergibt sich bei der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2045 folgende Darstellung:

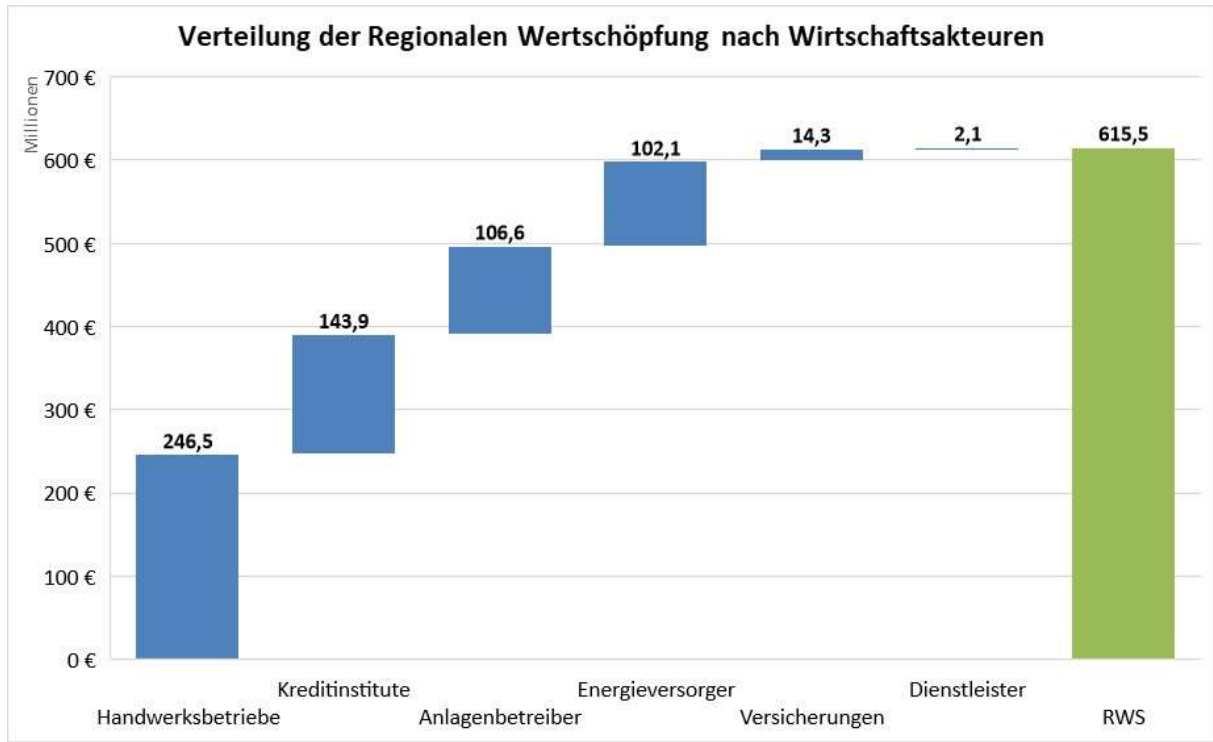


Abbildung 4-10: Verteilung der Regionalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsakteuren

Etwa 246,5 Mio. Euro der regionalen Wertschöpfung entsteht bei den Handwerksbetrieben. Die Wertschöpfung im Handwerk basiert auf der Installation, Wartung und Instandhaltung der Anlagen. Danach folgen die Kreditinstitute, die im Rahmen der Finanzierung mit 143,9 Mio. € an der Wertschöpfung partizipieren. Anlagenbetreiber folgen mit einem Anteil von 106,6 Mio. €, während die Energieversorger einen Wertschöpfungsanteil von 102,1 Mio. € generieren können. Die Wertschöpfung bei den Energieversorgern beruht u. a. auf den erzielten Erlösen durch die Bereitstellung verschiedener Energieträger zur Wärmeversorgung, wie z. B. Strom. Der Versicherungssektor erzielt durch die Absicherung der Anlagen zur Wärmeversorgung einen Wertschöpfungsanteil von 14,3 Mio. €. Schließlich generieren die Dienstleister durch die Planung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgung einen Anteil von 2,1 Mio. € an der regionalen Wertschöpfung.

Es ist hervorzuheben, dass die Wertschöpfung für Energieversorger und Kommunen wesentlich höher ausfallen kann, sobald sie sich auch als Anlagenbetreiber beteiligen können. Daher ist es das Ziel und die Empfehlung, Teilhabemodelle mit dem Ausbau regenerativer Energien intensiv und breitflächig zu etablieren. Der Stadt kommt dabei im Hinblick auf die Steuerung der regionalen Wertschöpfung und somit den Verbleib finanzieller Mittel vor Ort eine entscheidende Rolle zu. Durch das dargestellte Szenario zur regionalen Wertschöpfung könnte die

Stadt erhebliche Steuereinnahmen im Bereich der Gewerbe- und Körperschaftsteuer verzeichnen.

#### 4.6 Wärmevervollkostenvergleiche für typische Versorgungsfälle

Im vorliegenden Unterkapitel werden verschiedene Optionen für die Umstellung der Wärmeversorgung miteinander verglichen. Ziel ist es, die künftige Wärmeversorgung in Koblenz entsprechend dem Zielszenario in typischen Versorgungsoptionen abzubilden. Grundlage ist dabei ein verallgemeinerter Fall, bei dem ein Heizungstausch für ein Einfamilienhaus betrachtet wird. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird im Bestand von einem veralteten Erdgaskessel und einem Erdgasverbrauch i. H. v. 25.000 kWh zur Versorgung des Gebäudes mit Heizwärme und Warmwasser ausgegangen.

Zur Darstellung des Wärmevervollkostenvergleichs werden fünf Optionen des Heizungstausches herangezogen, die die Versorgung in der Kommune umfassend abbilden. Die Auswahl dieser technischen Optionen basiert auf den definierten Zielen und Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), welches einen Ausstieg aus der fossilen Wärmeversorgung bis spätestens 2045 vorgibt (§ 72 Abs. 4 GEG). Des Weiteren entsprechen sie den Versorgungsoptionen des Zielszenarios für die Stadt Koblenz (vgl. Abschnitt 4.1). Dies sind die im Wärmevervollkostenvergleich betrachteten Optionen:

- Pelletheizung
- Pellet-Solarthermie-Hybridheizung
- Luft/Wasser-Wärmepumpe
- Sole/Wasser-Wärmepumpe (mit Erdsonden-Bohrung)
- Anschluss an ein Wärmenetz

Die berechneten Wärmevervollkosten lassen sich allerdings nicht mit einer bestehenden Erdgasheizung vergleichen, da zum einen die Gaskosten (u. a. durch die gesetzliche CO<sub>2</sub>-Abgabe) eine deutliche Preissteigerung erfahren werden und zum anderen für die Vergleichbarkeit eine Ersatzinvestition zu berücksichtigen wäre. Das GEG erlaubt zwar weiterhin die Installation von Gasheizungen, jedoch unter bestimmten Voraussetzungen. Jene Gasheizungen, die zwischen dem 01.01.2024 und dem Inkrafttreten der „65%-Regel“ installiert werden, unterliegen der „Grünen-Brennstoff-Quote“. Diese setzt einen steigenden Anteil an der Beimischung von nicht-fossilen Brennstoffen fest (z. B. Biomethan). Da die Kosten für diese Brennstoffe und deren zukünftige Produktion und Verfügbarkeit nur bedingt voraussagen sind, kann eine zuverlässige Bepreisung nicht erfolgen. Daher wird auf die zusätzliche Betrachtung dieser Option im Rahmen des Vollkostenvergleichs verzichtet.

Zur Berechnung der Wärmegestehungskosten werden Anschaffungskosten anhand des Baukostenplaners des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) ermittelt, die Werte wurden anhand von Regionalfaktoren an die Stadt Koblenz angepasst. Der

Variante einer Wärmenetzversorgung liegt kein reales Projekt zugrunde, sondern es werden typische Kosten für den Anschlussnehmer angesetzt. Dies sind üblicherweise die Anschaffung einer sog. Hausübergabestation, welche den bisherigen Erdgaskessel ersetzt, und ein Baukostenzuschuss für die Hausanschlussleitung. Von der Investition abgezogen wird jeweils eine Förderung nach der im Juni 2024 aktuellen „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG), unter Beachtung der Höchstgrenze der förderfähigen Kosten (30% Grundförderung bei max. 30.000 €). Lediglich im Falle der Sole/Wasser-Wärmepumpe wurden zusätzliche 5% für den Effizienzbonus angerechnet. An dieser Stelle wird explizit darauf verwiesen, dass die in diesem Vergleich bestimmten Wärmegestehungskosten niedriger ausfallen, wenn im Einzelfall ein höherer Fördersatz zum Tragen kommt (bis zu 70% BEG-Förderung möglich). Folgende Tabelle zeigt die angesetzten Investitionen (brutto):

Tabelle 4-4: Investition und Förderung in der Wärmevollkostenrechnung (brutto)

Neues Heizsystem	Gesamtinvestition	Förderung (BEG)	Eigenanteil
Pelletheizung	34.000 €	9.000 € (30% von 30.000 €)	25.000 €
Pellet-Solarthermie-Hybridheizung	46.600 €	9.000 € (30% von 30.000 €)	37.600 €
Luft/Wasser-Wärmepumpe	39.800 €	9.000 € (30% von 30.000 €)	30.800 €
Sole/Wasser-Wärmepumpe	50.800 €	10.500 € (35% von 30.000 €)	40.300 €
Anschluss Wärmenetz	15.000 €	4.500 € (30%)	10.500 €

Der Rechnung liegt weiterhin zugrunde, dass zur Finanzierung der Restsumme ein Kredit aufgenommen wird, dessen effektiver Zinssatz mit 4% jährlich angenommen wird.

In der Vollkostenrechnung werden die Kosten gemäß VDI 2067 Blatt 1 Tabelle A2 an die jeweilige rechnerische Nutzungsdauer angepasst. Um eine Vergleichbarkeit über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren zu gewährleisten, werden Anschaffungskosten aller Optionen je nach ihrer rechnerischen Nutzungsdauer mit einem Faktor versehen, der die Kosten an den Zeitraum angleicht. Liegt die rechnerische Nutzungsdauer einer Technologie unterhalb der Grenze von 20 Jahren, wird hiermit eine notwendige Folgeinvestition mit eingepreist. Im Falle der Erdsonden-Bohrung liegt die Nutzungsdauer bei deutlich über 20 Jahren. Hierbei erfolgt jedoch keine Anpassung, da es nach 20 Jahren zu einem möglichen Energieträgerwechsel kommen könnte, die Kosten für die Bohrung jedoch in vollem Maße beglichen werden mussten.



Weiterhin werden die Kosten für Instandsetzung sowie Wartung und Inspektion ebenfalls gemäß VDI 2067 Blatt 1 Tabelle A2, anhand von festgelegten Prozentwerten der Investition (ohne Förderung), ermittelt. Einzig beim Wärmebezugspreis in der Option „Anschluss Wärmenetz“ wird davon ausgegangen, dass diese Kosten im Energiepreis enthalten sind. Folgende Tabelle zeigt die angesetzten Energiepreise und Energiepreissteigerungen (brutto):

Tabelle 4-5: Energiepreise und Energiepreissteigerungen in der Wärmevollkostenrechnung (brutto)

Energieträger	Energiepreis (in Cent/kWh)	Quelle	Preissteigerung
Pellets	7,8	C.A.R.M.E.N. e. V. (Stand: Mai 2024; Marktpreise Pellets 2024)	2%
Wärmepumpen- stromtarif	27,0	evm Ökostrom für Wärme- pumpe (Stand: Mai 2024; Grundpreis mit eingerechnet)	2%
Wärmepreis (Wärmenetz)	17,6	AGFW-Preisabfrage 2023 (Mittelwert Rheinland-Pfalz)	1%

Im Hinblick auf die Effizienz der neu installierten Systemlösungen werden folgende Werte zugrunde gelegt: Der Jahresnutzungsgrad (JNG) der Pelletheizung wird mit 92% angenommen.<sup>53</sup> Die Jahresarbeitszahlen (JAZ) der Wärmepumpen werden mit 2,7 (Luft/Wasser-Wärmepumpe) und 3,7 (Sole/Wasser-Wärmepumpe) angenommen.<sup>54</sup>

Unter Berücksichtigung aller oben genannten Annahmen ergibt sich für die technischen Optionen beim Heizungstausch folgendes Ergebnis in Bezug auf die Wärmegestehungskosten, die über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gemittelt wurden. Das Pellet-Solarthermie-Hybridsystem weist die höchsten Wärmegestehungskosten auf, gefolgt von der Sole/Wasser-Wärmepumpe und dem Pelletkessel, beide auf einem ähnlichen Niveau. Mit leicht geringeren Wärmegestehungskosten folgt die Luft/Wasser-Wärmepumpe, und am besten schneidet der Anschluss an ein Wärmenetz ab. Eine hypothetische Weiterversorgung mit einem neuen Erdgaskessel würde im 20-Jahresmittel zu einem Wärmepreis von gut 23 ct/kWh führen.<sup>55</sup> Auf eine Gegenüberstellung im Diagramm wurde verzichtet, da diese Lösung für neu installierte Heizungen nicht GEG-konform ist. Die folgende Abbildung zeigt die Zusammensetzung der Wärmegestehungskosten aus Investition und Kapitalkosten, Energiekosten und Betriebskosten. Daraus gehen die Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme hervor. Das Hybridsystem bspw. ist geprägt von Investition/Kapitalkosten und den Betriebskosten, da es aus zwei Teilsystemen besteht. Im Gegensatz dazu wird der Vorteil der Solarthermie als Ergänzung zur

<sup>53</sup> Spanne: 85 – 95% nach ISB Stromberg bzw. Energieagentur Rheinland-Pfalz 2014.

<sup>54</sup> Nach Fraunhofer ISE, „WPsmart im Bestand“, 2020.

<sup>55</sup> Berücksichtigt ist die Ersatzinvestition in einen neuen Erdgaskessel und ein steigender Erdgaspreis inkl. CO<sub>2</sub>-Bepreisung nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz.

Pelletheizung deutlich, da für den solaren Anteil keine Energiekosten anfallen. Beim Anschluss an das Wärmenetz sind die Kosten für den Anschluss vergleichsweise gering, den größten Anteil an den Wärmegestehungskosten hat der Wärmepreis, der etwaige Betriebskosten und die Kosten für den Energiebezug beinhaltet. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Wärmenetzkosten nicht um ein reales Projekt in Koblenz handelt, sondern um mittlere Wärmepreise in Rheinland-Pfalz, erhoben vom AGFW e.V., dem Verband der Wärmenetzbetreiber. Unter <https://waermepreise.info/preisuebersicht/> besteht die Möglichkeit sich reale Wärmepreise für verschiedene Zielgruppen als Beispiele anzuschauen und die Preisgestaltung der Wärmenetzversorgung nachzuvollziehen. Belastbare Wärmepreise für die leitungsgebundene Versorgung in Koblenz können erst zu einem späteren Zeitpunkt und projektspezifisch nach der Durchführung von Machbarkeitsstudien und Vorplanungen von den jeweiligen Investoren angegeben werden.

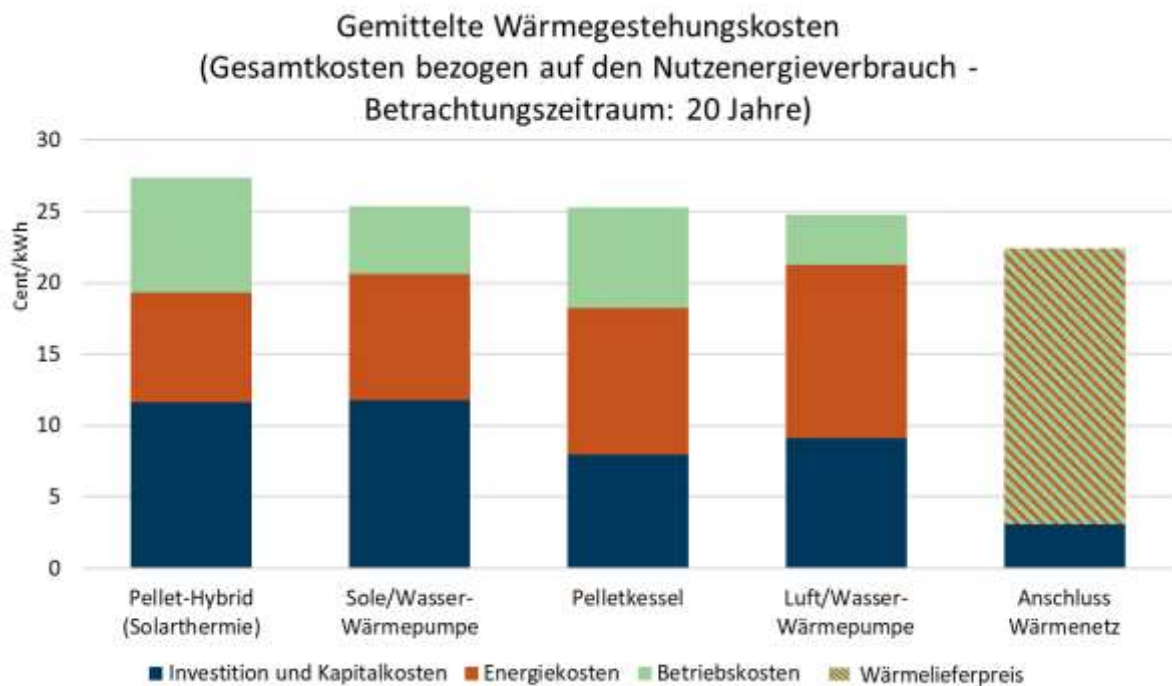


Abbildung 4-11: Gemittelte Wärmegestehungskosten als Ergebnis der Wärmevollkostenrechnung

Je nach Zielgruppe kann nicht nur der Gesamtkostenvergleich relevant sein, sondern auch der Anteil an Investitionsbedarf und Betriebskosten im Verhältnis zu den verbrauchsgebundenen Energiepreisen. Diese Bewertung kann sehr unterschiedlich ausfallen, z. B. je nachdem ob es sich um selbst genutztes Wohneigentum oder eine Vermietung handelt.

Bei dem oben gezeigten Ergebnis handelt es sich um eine definierte Modellrechnung, der mittlere Anschaffungskosten und ein fester Energiepreis zugrunde liegen. Da Investitionen je nach Gebäude jedoch variieren können und es sich bei der Angabe der Energiepreise um eine Momentaufnahme handelt, wird das Ergebnis um eine Sensitivitätsanalyse, bei der die Wärmegestehungskosten in einer Spanne angegeben werden, ergänzt. Dazu werden die minimalen und maximalen Anschaffungskosten aus dem BKI-Baukostenplaner entnommen. Zudem

werden die Energiekosten mit einer pauschalen Schwankung von +/- 20% versehen. Folgende Abbildung zeigt das Ergebnis dieser Sensitivitätsanalyse. Das Pellet-Solarthermie-Hybridssystem unterliegt den größten Schwankungen. Grund hierfür sind die zwei Systeme, die installiert werden und jedes für sich im Extremfall unerwartet hohe Anschaffungskosten aufweisen kann, die sich dann kumulieren. Bei den Wärmepumpen hat die Schwankung der Energiepreise weniger Einfluss auf die Wärmegestehungskosten, da der Endenergiebedarf (Strom), durch die hohe Effizienz bzw. JAZ, geringer ist als in den Vergleichsoptionen. Dennoch unterliegt die Option der Sole/Wasser-Wärmepumpe einer großen Schwankung, was auf die Investition für die Sondenbohrung zurückzuführen ist.

Es sei abschließend darauf hingewiesen, dass etwaige Wärmegestehungskosten eines Heizungsaustauschs im Einzelfall auch von dieser Spanne abweichen können.

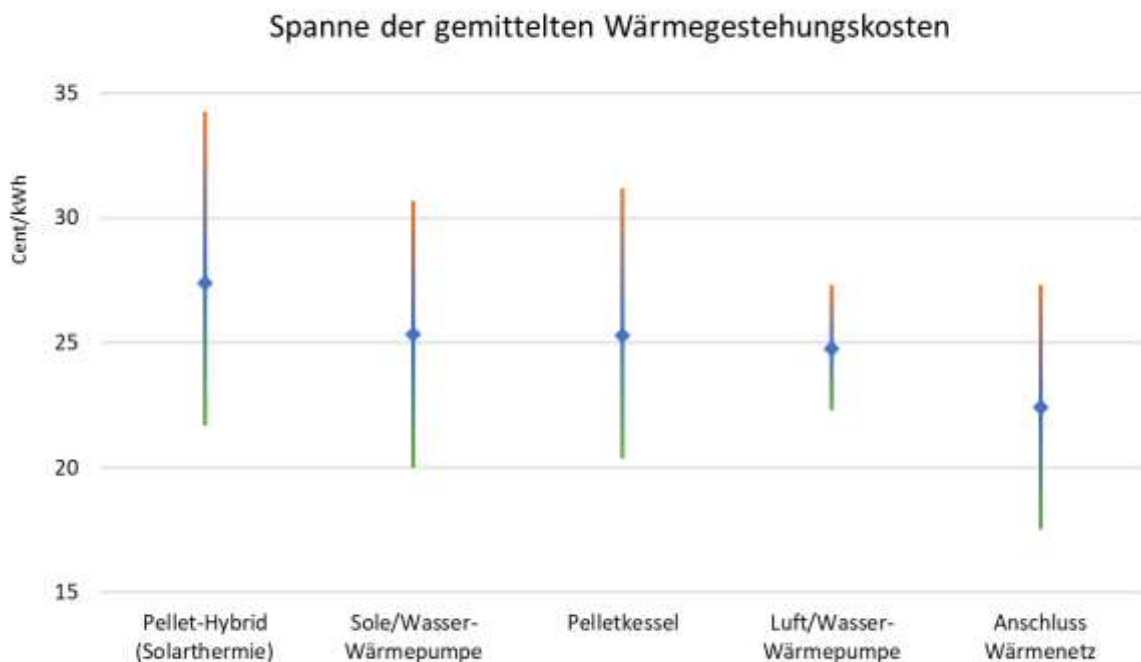


Abbildung 4-12: Spanne der gemittelten Wärmegestehungskosten als Ergebnis der Wärmevollkostenrechnung

## 5 Strategie und Maßnahmenkatalog

Aus den zuvor dargestellten Analysen und Szenarien leitet sich unter Berücksichtigung der Akteursbeteiligung die Umsetzungsstrategie für die KWP ab. Wesentliches Element sind dabei die drei Fokusgebiete zur Wärmenetzversorgung und die ergänzenden Maßnahmen. Diese stellen den Handlungsbedarf für die planungsverantwortliche Stelle dar, um die Umsetzung der KWP zu initiieren und zu begleiten.

### 5.1 Übersicht Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie ergibt sich aus dem Zielszenario (vgl. Abschnitt 4.1) und den Wärmeversorgungsgebieten (vgl. Abschnitt 4.3.2). Die künftige Wärmeversorgung wird sich im Wesentlichen durch eine starke Kopplung der Sektoren Strom und Wärme auszeichnen. Dies beinhaltet im Sektor Strom im Wesentlichen den Betrieb elektrisch betriebener Wärmepumpen. Zum einen dezentrale Wärmepumpen für die Versorgung einzelner Gebäude(komplexe), aber auch Großwärmepumpen in den Wärmenetzgebieten. Im Sektor Wärme sollte, da erneuerbarer Strom bis auf Weiteres nur begrenzt verfügbar ist, auf einen hohen Anteil erneuerbarer Wärmequellen hingewirkt werden. Konkret handelt es sich dabei um die Flusswärme, die Erdwärme, die Abwasserwärme und die industrielle Abwärme, die, wenn sie unvermeidbar ist, ebenfalls als erneuerbar angesehen werden kann. Mit den Fokusgebieten zur Wärmenetzversorgung wurden erste Planungsschritte für die Erschließung und Nutzung dieser Potenziale unternommen. Diese gilt es anhand von Machbarkeitsstudien weiter zu konkretisieren und die ingenieurstechnische Planung einzuleiten. Dazu ist eine enge Begleitung der Stadt notwendig, und es müssen die jeweiligen Investoren- und Betreibermodelle gefunden werden.

Wasserstoffnetzgebiete zur Versorgung von Einzelgebäuden zum Zwecke der Gebäudeheizung sind nicht vorgesehen. Eine Belieferung einzelner Industriebetriebe kann jedoch eine Alternative zur Erdgasnutzung sein.

Für das Prüfgebiet in Kesselheim/Wallersheim sind die Rahmenbedingungen noch nicht ausreichend geklärt, um eine belastbare Empfehlung zur Wärmeversorgungsart abzugeben. Daher werden weitere Gespräche und Untersuchungen notwendig sein.

In den Gebieten zur dezentralen Versorgung liegt die Verantwortung für die Auswahl einer neuen gesetzeskonformen Heizungstechnik bei den Eigentümern. Der Wärmevollkostenvergleich unter Abschnitt 4.5 liefert dazu erste Orientierung, kann aber eine individuelle Beurteilung des Einzelfalls nicht ersetzen. Die Stadt kann mit ihrem bestehenden Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale unterstützen<sup>56</sup>. Es ist ergänzend zu empfehlen, den bei der Planerstellung begonnenen Austausch mit der Handwerkerschaft zu verstetigen, damit

<sup>56</sup> Vgl. <https://www.koblenz.de/umwelt-und-planung/klimaschutz/energie-checks>

Heizungssysteme eingebaut werden, welche einerseits praktikabel sind und andererseits den Klimaschutzzielen der Stadt entsprechen. Eine besondere Herausforderung im Mehrgeschossbau stellen die Gasetagenheizungen dar. Es gibt zwar sehr gute Beispiele für die Umrüstung, aber diese ist mit einigen Vorplanungen und Aufwand verbunden.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Wärmewendestrategie zusammenfassend dargestellt.



Abbildung 5-1: Übersicht der Wärmewendestrategie

Im Rahmen der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung wurde von den Akteuren auf die Bedeutung des Stromnetzes verwiesen. Die zuständige Stromnetzgesellschaft Energienetze Mittelrhein (enm) hat den Verfassern der Kommunalen Wärmeplanung mitgeteilt, dass sie die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in ihre Netzplanung einfließen lassen. Schon heute berücksichtige die enm zukünftige Entwicklungen und potenzielle Anschlussbegehren in Bezug auf den Ausbau der Stromnetze und passt die Netzplanungsprämissen kontinuierlich, bedarfsgerecht zur Erfüllung der Versorgungsaufgabe an.

Die enm sei wie jeder weitere Verteilnetzbetreiber nach dem Energiewirtschaftsgesetz dazu verpflichtet, der Bundesnetzagentur ihren Netzausbauplan vorzulegen. Die Behörde habe die Möglichkeit Anpassungen zu verlangen, wenn sie mit den Planungen nicht einverstanden ist.

Die enm habe bisher keine Anschlussbegehren am Strom-Verteilnetz abgelehnt, die auf unzureichende Netzkapazität zurückzuführen wären. Die enm wisse um die Herausforderungen, die in den nächsten Jahren auf das Stromnetz zukommen wird. Insbesondere der Anschluss von größeren Erzeugungsanlagen sei technisch sehr aufwendig. Die enm wies darauf hin,

dass der Aufbau der dafür notwendigen Strominfrastruktur beim Bau der Erzeugungsanlage eingeplant werden müsse.

## 5.2 Fokusgebiete

Im Rahmen der KWP wurden drei Fokusgebiete identifiziert, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind. Es wurden konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne erarbeitet, um eine Grundlage für die nächsten Schritte zur Umsetzung der Wärmeplanung zu schaffen. Dabei handelt es sich um Projektskizzen mit konkreten Kennzahlen, welche jedoch durch Machbarkeitsstudien bzw. ingenieurechnische Vorplanungen weiterentwickelt werden müssen. Auch die Einholung der entsprechend notwendigen Genehmigungen muss in den jeweiligen Planungsschritten erfolgen. Für jedes Gebiet wurde ein exemplarischer Ausbaupfad für den schrittweisen Anschluss der darin liegenden Gebäude ausgearbeitet. Dieser stellt jedoch nur ein Szenario dar und wird sich in der weiteren Projektplanung und -ausführung vermutlich mehrfach verändern. Auch die Schätzung des Investitionsbedarfs stellt nur ein mögliches Szenario unter den aktuellen Rahmenbedingungen dar und wird sich im weiteren Verlauf der Projektentwicklung konkretisieren.

Die Ergebnisse können im Anschluss der Wärmeplanung als Grundlage für die Antragstellung in der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) genutzt werden. Damit werden sowohl Machbarkeitsstudie als auch Ingenieursplanung und Investition für Wärmenetze mit bis zu 50% für die Studie und bis zu 40% für die Investition gefördert.<sup>57</sup>

In die Auswahl der Fokusgebiete sind folgende Kriterien eingeflossen:

- Absoluter und relativer Wärmebedarf sowie flächenbezogene Wärmedichte
- Anzahl und Verbrauch interessierter Eigentümer (Stadt, Land, weitere Akteure)
- Linienbezogen Wärmedichte
- Bebauungsdichte und Gebäudetypen
- Energieerzeugungspotenzial (Flächen, Quellen)

Auf Basis dieser Kriterien wurden die Fokusgebiete auf Ebene der Flure in den Stadtteilen Rauental, Altstadt und Karthause vorgeschlagen. Eine Darstellung zeigt die folgende Abbildung. Dabei sind die Gebiete als Suchräume für Wärmenetz-Projekte zu verstehen, und die eingezeichneten Grenzen gelten nicht absolut. Mit den Pfeilen ist angedeutet, dass sich Entwicklungsperspektiven für den Ausbau der Wärmenetzversorgung ergeben können, um Wärmenetzgebiete insgesamt zu erschließen, wie sie im Abschnitt 4.3.2 dargestellt sind.

<sup>57</sup> Vgl. [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html).

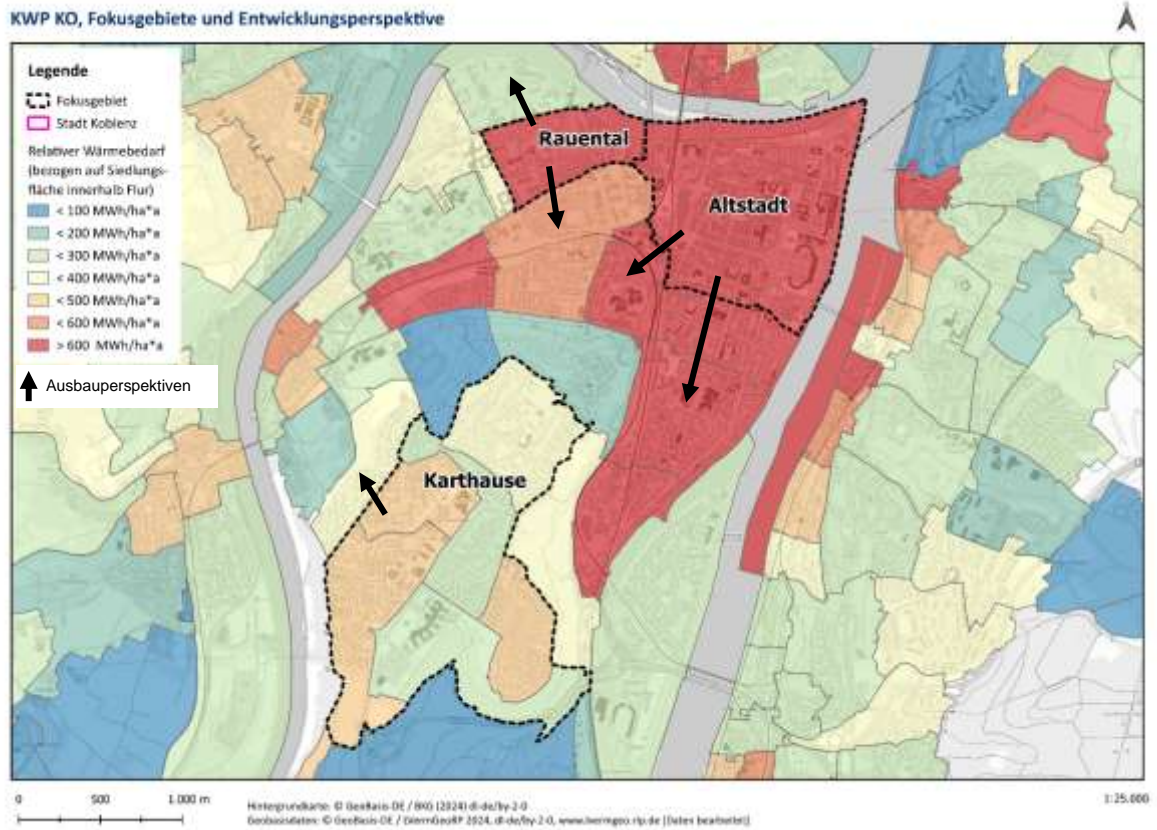


Abbildung 5-2: Darstellung der drei identifizierten Fokusgebiete

Die finale Auswahl der Fokusgebiete erfolgte in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe und wurde vom Rat der Stadt Koblenz am 16.05.2024 beschlossen.

### 5.2.1 Fokusgebiet Rauental

Angrenzend zum Fokusgebiet Rauental ist bereits eine Wärmenetzversorgung vorhanden, die von der evm betrieben wird und ausgebaut werden kann. Westlich angrenzend gibt es des Weiteren ein Wärmenetz der Iqony GmbH, welches nach deren Aussage ebenfalls verdichtet, ausgebaut und auf erneuerbare Energieträger transformiert werden soll. Die nachfolgende Projektskizze ist jedoch unabhängig von den bestehenden Wärmenetzen ausgeführt.

Als erneuerbare und innovative Energiequelle wird der Einsatz einer Fluss-Wärmepumpe geprüft. Diese nutzt die im Verhältnis zur Außenluft warme Temperatur des Moselwassers als Quelle für eine Wärmepumpe. Dabei können sehr gute Arbeitszahlen erreicht und große Wärmeleistungen im Megawatt-Bereich generiert werden. Die Entnahmestation für das Moselwasser könnte voraussichtlich im Vorlauf der Staustufe (Wasserkraftwerk) installiert werden. Die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD-N) hat die Genehmigungsfähigkeit eines solchen Vorhabens grundsätzlich in Aussicht gestellt. Weitere Informationen zur Nutzung des Flusswassers sind in Abschnitt 3.2.4 ausgeführt. Als weitere Energiequellen sind ein Biomethan-BHKW vorgesehen, welches den Wärmebedarf flexibel ergänzend abdecken kann und ein Elektroheizkessel für die Spitzenlastabdeckung.

Eine Heizzentrale könnte auf städtischen oder privaten Flächen unweit der Mosel errichtet werden.

Je nach konkreter Planung bzw. Ergebnissen einer Machbarkeitsstudie kann das Wärmenetz mittelfristig in den Moselbogen oder südlich in Richtung Goldgrube ausgedehnt werden. Westlich der B9 entsteht ein neues Quartier („Rauental Ost“), welches in die Überlegungen mit einbezogen werden könnte und für das ein städtebaulicher Rahmenplan vorliegt.

Die vorliegende Projektskizze beinhaltet erste technische Kennzahlen für einen möglichen Ausbaupfad bis 2040 und darauf aufbauend eine überschlägige Abschätzung des Investitionsbedarfes. Eine Konkretisierung sollte über eine Machbarkeitsstudie erfolgen, z. B. gefördert über die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW).

Tabelle 5-1: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Rauental

Ausgangslage		Nutzungsstruktur	
Name	Rauental	EFH	9%
Anzahl Gebäude	395	MFH	86%
Wärmebedarf [MWh/a]	22.975	GHD und NWG	5%
Wärmedichte [MWh/(ha*a)]	613		
Dominanter Energieträger	Erdgas	Anteil Städtische Gebäude	2%
		Anteil Öffentliche Gebäude insgesamt	2%



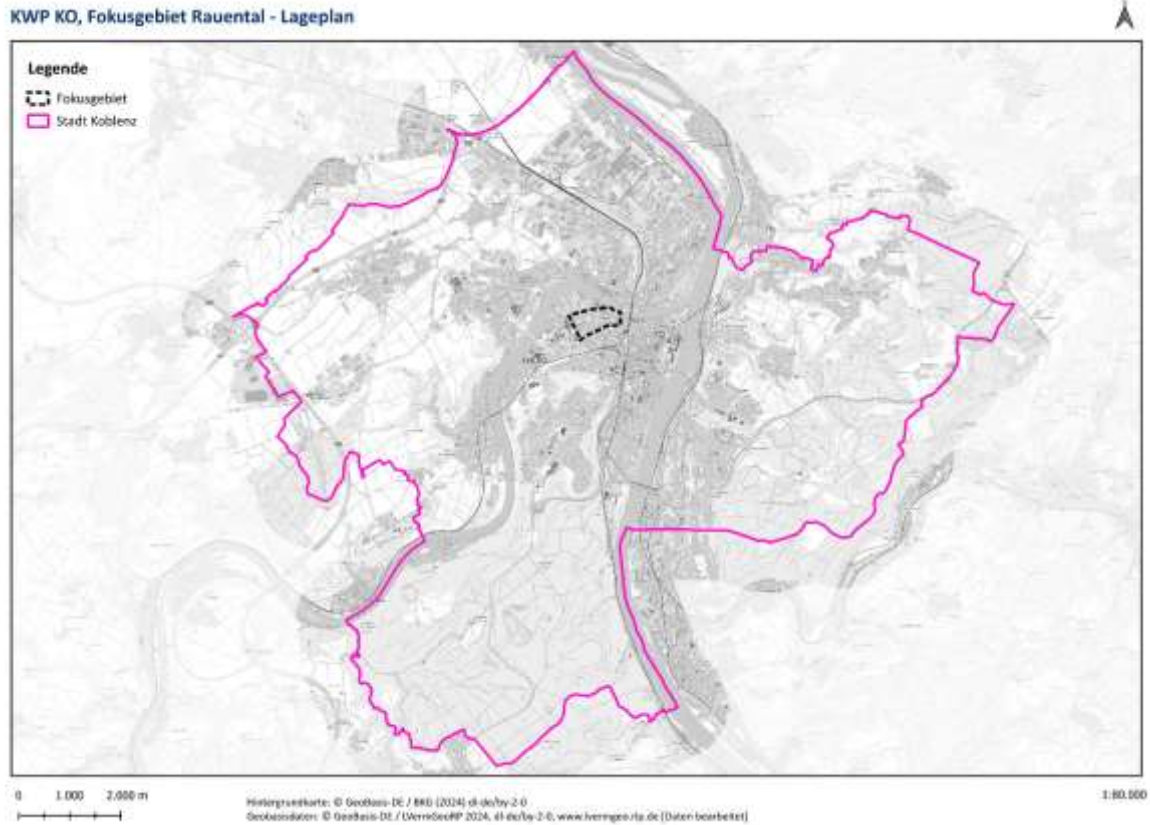


Abbildung 5-3: Lageplan zum Fokusgebiet Rauental

Tabelle 5-2: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Rauental

Ausbaupfad	2030	2035	2040
Anschlussquote	9%	28%	62%
Anzahl Gebäude	35	111	246
Wärmebedarf [MWh/a]	3.630	14.678	22.357
Wärmeliniendichte [MWh/(m*a)]	2,28	4,94	4,26

Versorgungskonzept	2030	2035	2040
Installierte Leistung [MW]	2,1	5,9	9,0
<i>Biomethan-KWK / Flusswärme</i>	1,4	4,0	6,0
<i>Elektrokessel</i>	0,7	1,9	3,0
Trassenlänge Hauptleitung [m]	1.590	2.970	5.245
Trassenlänge Anschlussleitung [m]	420	1.336	2.948
THG-Einsparpotenzial [t/a]	871	3.523	5.366

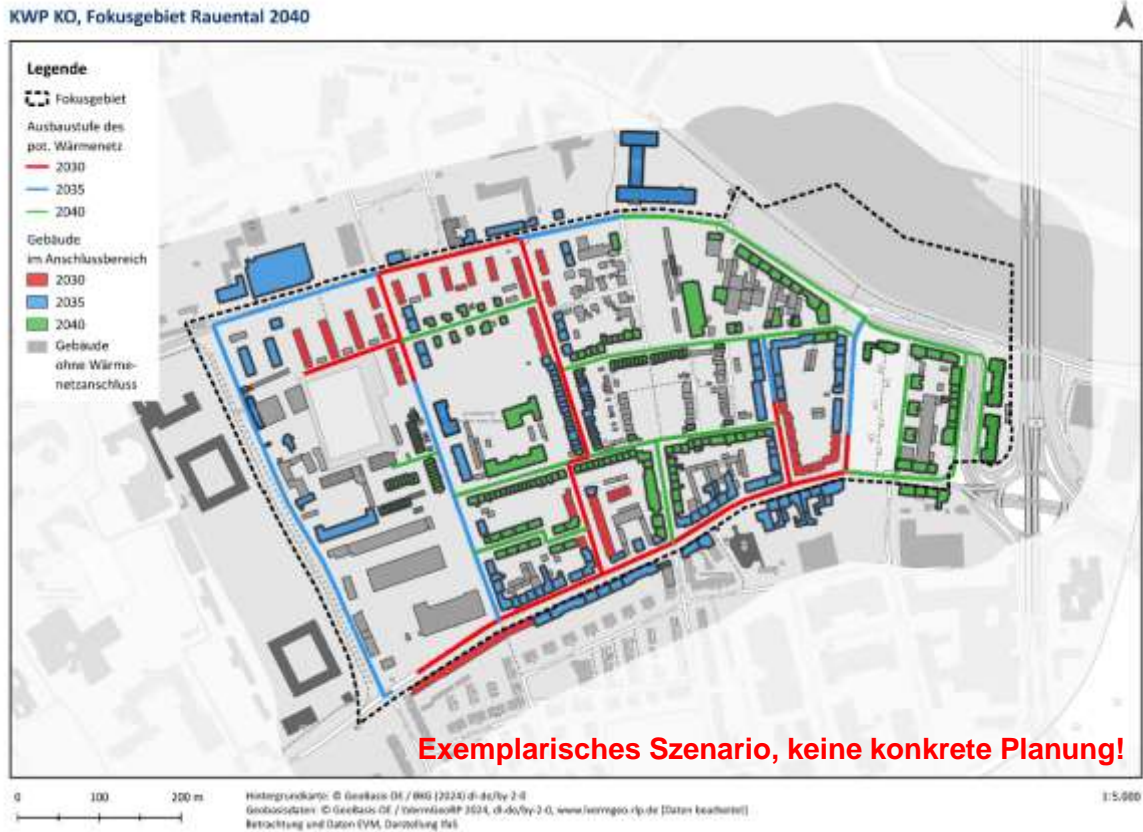


Abbildung 5-4: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Rauental

Tabelle 5-3: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Rauental

Kosten und Finanzierung	
Investitionsschätzung [€]	26.455.000
<i>Energiequelle/Heizzentrale</i>	<i>14.680.000</i>
<i>Wärmeleitung</i>	<i>7.345.000</i>
<i>Hausanschlüsse</i>	<i>4.430.000</i>
Fördermittel	BEW, bis zu 40%

Akteure	
Potenzielle Investoren	EVU
Aktive Mitwirkung	Stadt Koblenz
Wesentliche Anschlussnehmer	Stadt Wohnungsbau

Im nächsten Schritt sollten die Rahmenbedingungen und Verantwortlichkeiten für den Ausbau einer Wärmenetzversorgung geklärt werden, damit ein Antrag für die Förderung der Machbarkeitsstudie gestellt werden kann. Im Maßnahmenkatalog sind weitere Schritte skizziert, welche für den Aus- oder Aufbau einer Wärmenetzversorgung notwendig sind.

### 5.2.2 Fokusgebiet Altstadt

Die Altstadt zeichnet sich durch eine sehr hohe Wärmedichte aus, welche durch zahlreiche große Wärmeverbraucher und eine dichte Bebauungsstruktur begründet ist. Von daher ist grundsätzlich eine sehr gute Wirtschaftlichkeit für eine Wärmenetzversorgung zu erwarten. Allerdings ist entsprechend auch eine sehr große Wärmeleistung über eine oder mehrere Heizzentralen abzudecken. Nachteilig zu bewerten ist der relativ große Aufwand für die Tief- und Rohrbauarbeiten in teilweise engen Gassen, die zudem über Kopfsteinpflaster verfügen. Grundsätzlich ist dies aber ebenso möglich wie die Verlegung von Erdgasleitungen in der Vergangenheit.

Als Wärmequellen wurden zum einen eine große Fluss-Wärmepumpe zur Nutzung des Rhein-Wassers identifiziert, welche zum Beispiel im Bereich der Pfaffendorfer Brücke installiert werden könnte. Als zweite Wärmequelle kommt zum anderen das Abwasser infrage. Am Peter-Altmeier-Ufer befindet sich ein großer Abwassersammler, der vor der Moselquerung mit einem Wärmetauscher ausgerüstet werden könnte. Somit können über eine Abwasser-Wärmepumpe bis zu 2,2 MW thermische Leistung generiert werden. Die konkreten genehmigungsrechtlichen und technischen Voraussetzungen sind im Anschluss der Wärmeplanung zu entwickeln (vgl. Auch Maßnahmenbeschreibung unter 5.3.1) Zur Spitzenlastdeckung werden Luft-Wärmepumpen vorgeschlagen.

Je nach konkreter Planung bzw. Ergebnissen einer Machbarkeitsstudie kann das Wärmenetz mittel- bis langfristig in Richtung Südlicher Vorstadt ausgedehnt werden.

Die vorliegende Projektskizze beinhaltet erste technische Kennzahlen für einen möglichen Ausbaupfad bis 2040 und darauf aufbauend eine überschlägige Abschätzung des Investitionsbedarfes. Eine Konkretisierung sollte über eine Machbarkeitsstudie erfolgen, z. B. gefördert über die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW).

Tabelle 5-4: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Altstadt

Ausgangslage		Nutzungsstruktur	
Name	Altstadt	EFH	12%
Anzahl Gebäude	1.118	MFH	67%
Wärmebedarf [MWh/a]	103.400	GHD und NWG	22%
Wärmedichte [MWh/(ha*a)]	974	Anteil Städtische Gebäude	6%
Dominanter Energieträger	Erdgas	Anteil Öffentliche Gebäude insgesamt	8%

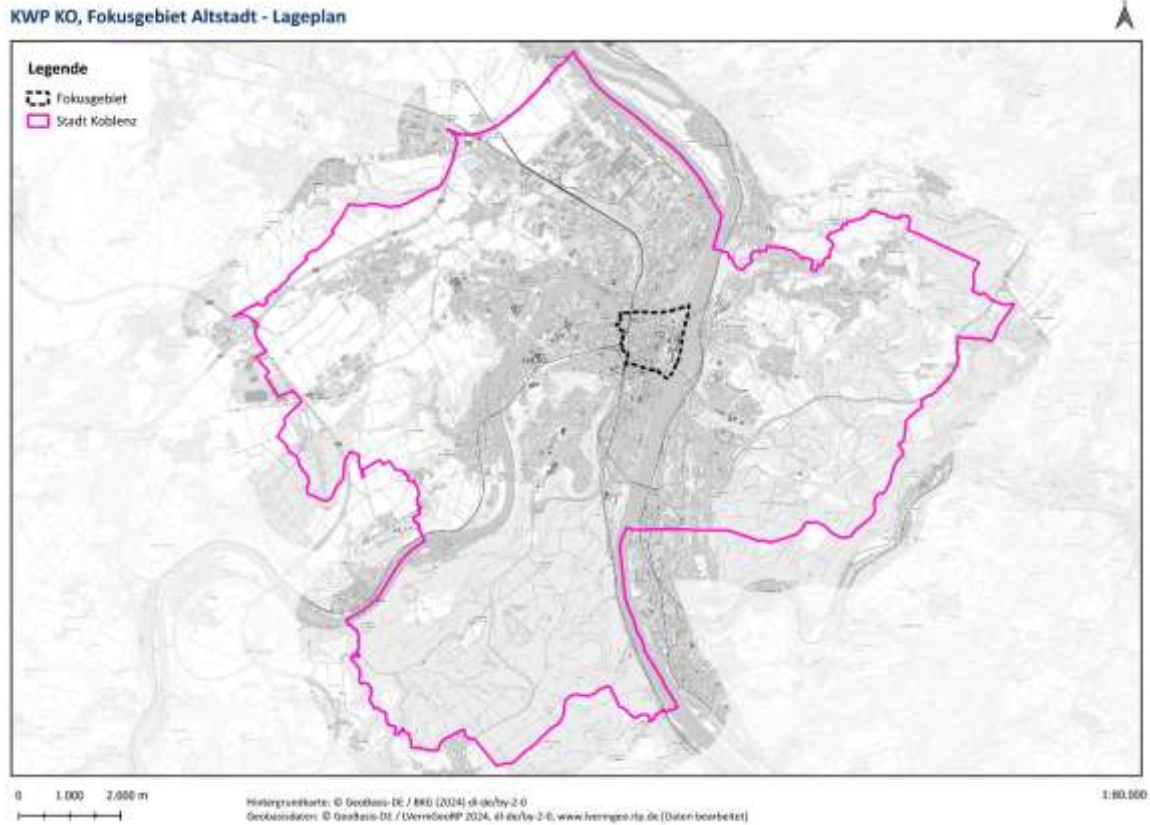


Abbildung 5-5: Lageplan zum Fokusgebiet Altstadt

Tabelle 5-5: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Altstadt

Ausbaupfad	2030	2035	2040
Anschlussquote	19%	53%	80%
Anzahl Gebäude	216	596	894
Wärmebedarf [MWh/a]	35.664	56.351	82.758
Wärmelinienichte [MWh/(m*a)]	7,20	6,93	6,47

Versorgungskonzept	2030	2035	2040
Installierte Leistung [MW]	16,0	26,0	38,0
<i>Abwasserwärme</i>	2,2	2,2	2,2
<i>Flusswärme</i>	10,0	20,0	20,0
<i>Luft-Wärmepumpe</i>	3,8	3,8	15,8
Trassenlänge Hauptleitung [m]	4.956	8.133	12.797
Trassenlänge Anschlussleitung [m]	3.240	12.180	25.590
THG-Einsparpotenzial [t/a]	8.559	13.524	19.862

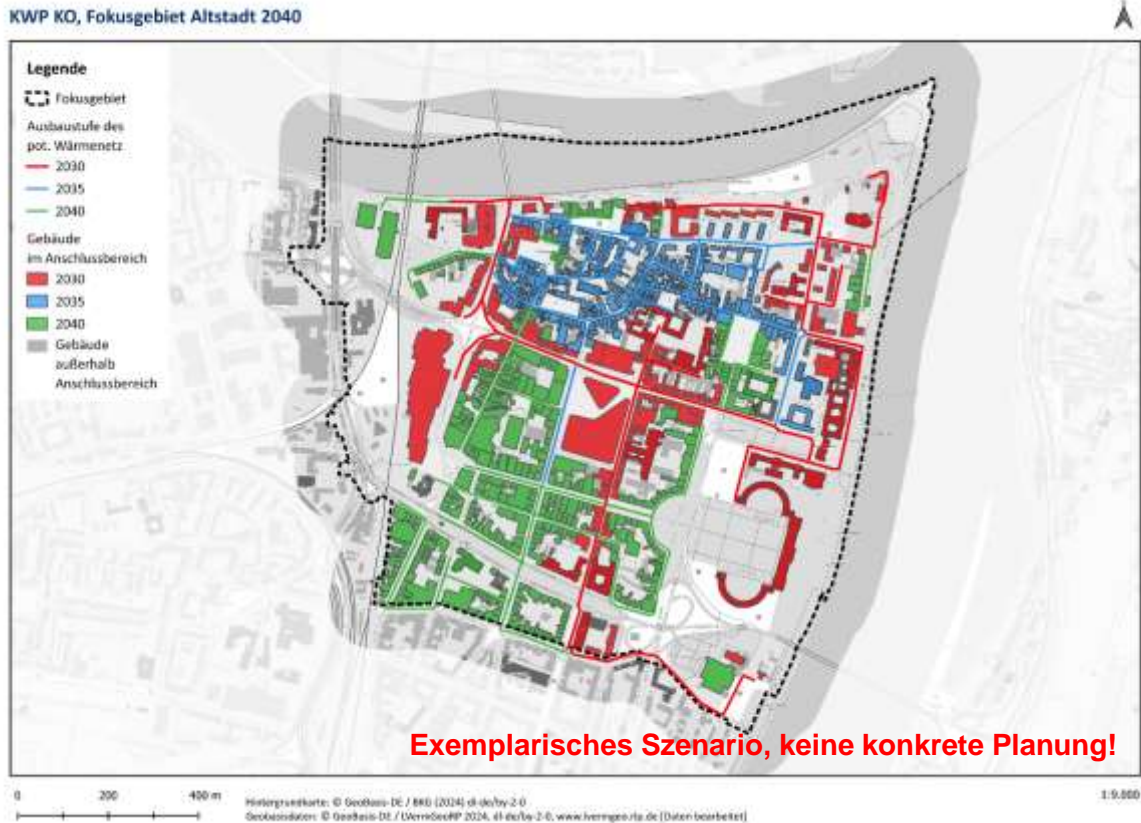


Abbildung 5-6: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Altstadt

Tabelle 5-6: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Altstadt

Kosten und Finanzierung	
Investitionsschätzung [€]	104.160.800
<i>Energiequelle/Heizzentrale</i>	<i>47.860.000</i>
<i>Wärmeleitung</i>	<i>17.915.800</i>
<i>Hausanschlüsse</i>	<i>38.385.000</i>
Fördermittel	BEW, bis zu 40%

Akteure	
Potenzielle Investoren	EVU
Aktive Mitwirkung	Stadt Koblenz
Wesentliche Anschlussnehmer	Stadt
	Land
	Kirchen
	Wohnungsbau

Im nächsten Schritt sollten die Rahmenbedingungen und Verantwortlichkeiten für den Ausbau einer Wärmenetzversorgung geklärt werden, damit ein Antrag für die Förderung einer

Machbarkeitsstudie gestellt werden kann. Im Maßnahmenkatalog sind weitere Schritte skizziert, welche für den Aus- oder Aufbau einer Wärmenetzversorgung notwendig sind.

### 5.2.3 Fokusgebiet Karthause

Das dritte Fokusgebiet liegt im Stadtteil Karthause und zeichnet sich durch einen hohen Anteil mehrgeschossiger Wohngebäude aus, was für eine Wärmenetzversorgung spricht. Aber auch städtische Gebäude und die Hochschule Koblenz mit großem Wärmebedarf liegen innerhalb des Gebietes.

Als innovative und erneuerbare Wärmequelle wird die Prüfung der mitteltiefen Geothermie empfohlen. Die oberflächennahe Geothermie (bis zu 400 m) wird bereits in zahlreichen Projekten in Koblenz praktiziert, da die Rahmenbedingungen relativ gut sind und wenige Restriktionen vorliegen. Die mitteltiefe Geothermie hat den großen Vorteil, dass deutlich höhere Temperaturen (bis zu 80 °C in 2.000 m Tiefe) genutzt werden können und dadurch eine Anhebung mittels Wärmepumpe nicht oder nur in geringem Umfang notwendig ist. Weitere Informationen zur (mitteltiefen) Geothermie sind in Abschnitt 3.2.2 aufgeführt. Die Nutzung der mitteltiefen Geothermie kann jedoch nur vorbehaltlich einer bergrechtlichen Erlaubnis erfolgen. Im Anschluss an die Wärmeplanung sind daher Sondierungsgespräche mit dem zuständigen Landesamt für Geologie und Bergbau zu empfehlen. Als zweite Wärmequelle ist ein Biomethan-BHKW vorgesehen, welches den schwankenden Lastbereich abdecken kann, und schließlich kann eine Luft-Wärmepumpe die Spitzenlast abdecken und als Alternative berücksichtigt werden, falls die geothermische Genehmigung nicht in Aussicht gestellt werden kann.

Die vorliegende Projektskizze beinhaltet erste technische Kennzahlen für einen möglichen Ausbaupfad bis 2040 und darauf aufbauend eine überschlägige Abschätzung des Investitionsbedarfes. Eine Konkretisierung sollte über eine Machbarkeitsstudie erfolgen, z. B. gefördert über die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW).

Tabelle 5-7: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Karthause

Ausgangslage		Nutzungsstruktur	
Name	Karthause	EFH	67%
Anzahl Gebäude	2.300	MFH	22%
Wärmebedarf [MWh/a]	63.615	GHD und NWG	12%
Wärmedichte [MWh/(ha*a)]	365	Anteil Städtische Gebäude	0,8%
Dominanter Energieträger	Erdgas	Anteil Öffentliche Gebäude insgesamt	0,9%

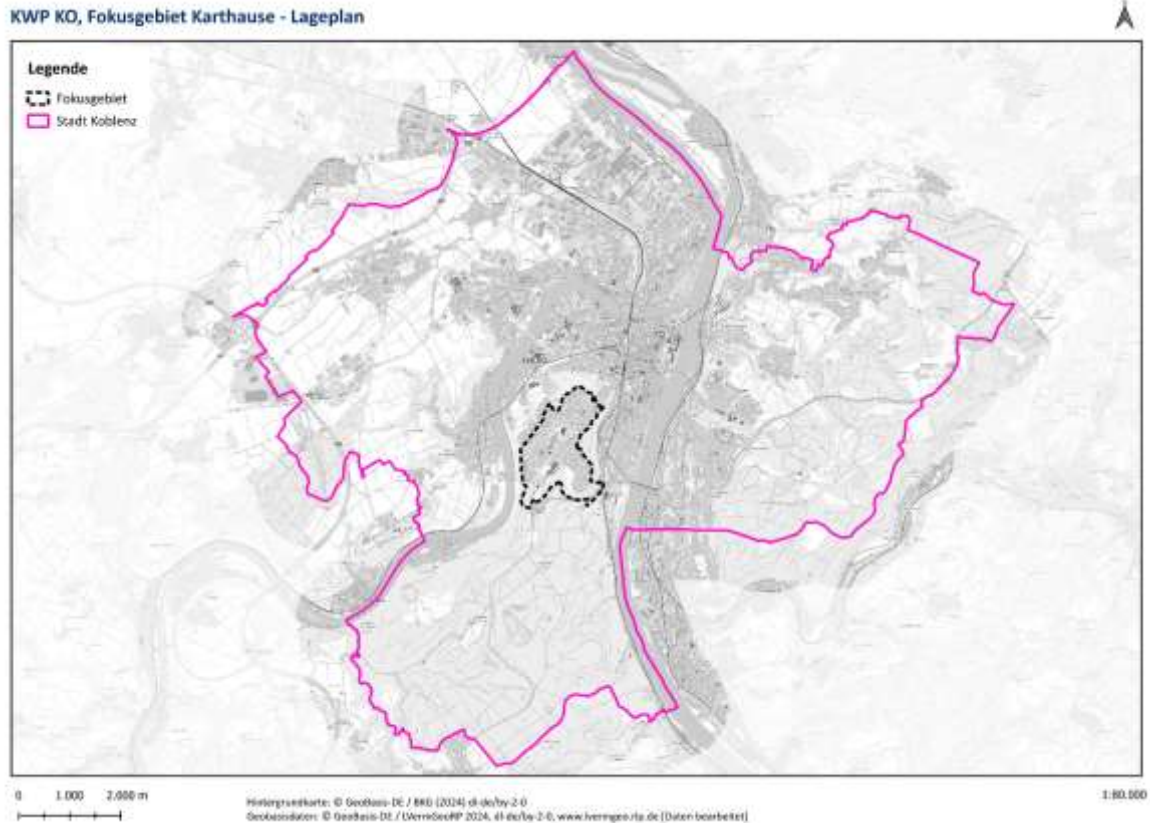


Abbildung 5-7: Lageplan zum Fokusgebiet Karthause

Tabelle 5-8: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Karthause

Ausbaupfad	2030	2035	2040
Anschlussquote	8%	46%	78%
Anzahl Gebäude	178	1.057	1.804
Wärmebedarf [MWh/a]	12.531	27.953	51.728
Wärmeliniendichte [MWh/(m*a)]	3,60	1,98	1,72

Versorgungskonzept	2030	2035	2040
Installierte Leistung [MW]	6,0	13,0	24,0
<i>Mitteltiefe Geothermie</i>	1,0	2,0	4,0
<i>Biomethan-KWK</i>	4,0	4,0	4,0
<i>Luft-Wärmepumpe</i>	1,0	7,0	16,0
Trassenlänge Hauptleitung [m]	3.483	14.098	30.049
Trassenlänge Anschlussleitung [m]	2.670	18.525	45.585
THG-Einsparpotenzial [t/a]	3.007	6.709	12.415

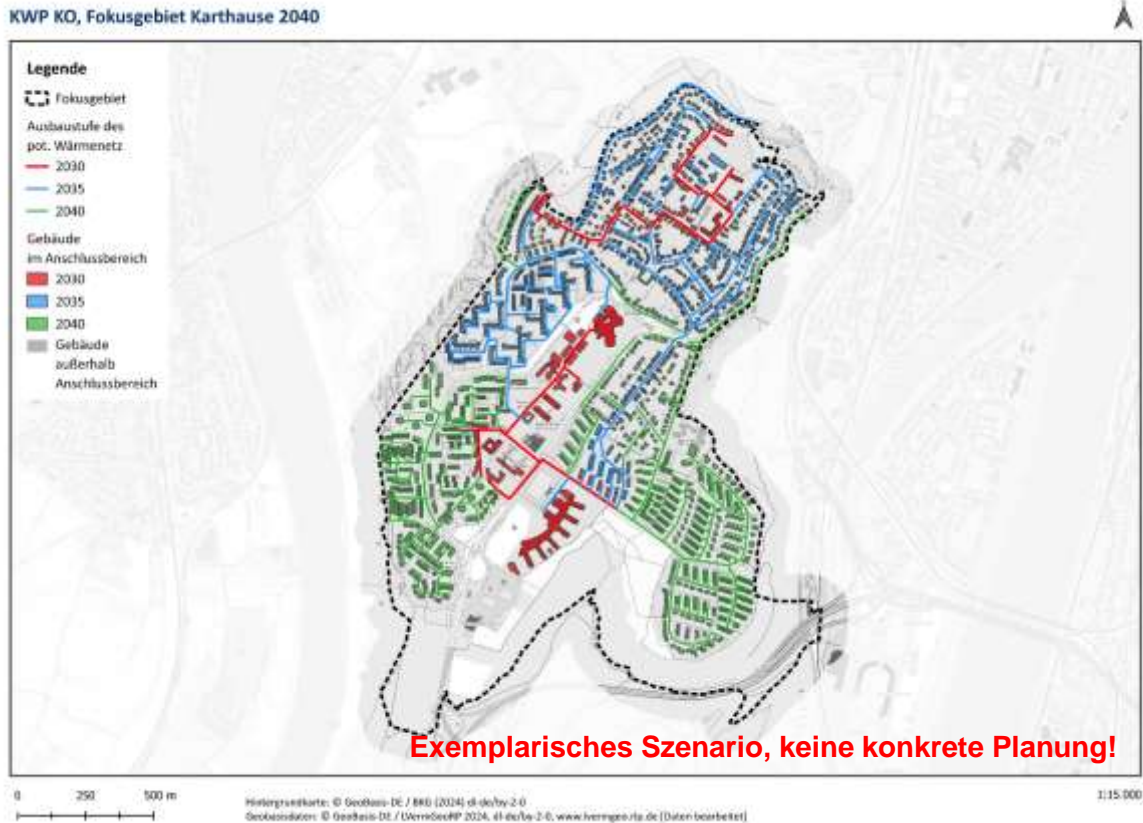


Abbildung 5-8: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Karthause

Tabelle 5-9: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Karthause

Kosten und Finanzierung	
Investitionsschätzung [€]	150.246.100
<i>Energiequelle/Heizzentrale</i>	<i>39.800.000</i>
<i>Wärmeleitung</i>	<i>42.068.600,00</i>
<i>Hausanschlüsse</i>	<i>68.377.500,00</i>
Fördermittel	BEW, bis zu 40%

Akteure	
Potenzielle Investoren	EVU
Aktive Mitwirkung	Stadt Koblenz
Wesentliche Anschlussnehmer	Stadt Land Wohnungsbau

Im nächsten Schritt sollten die Rahmenbedingungen und Verantwortlichkeiten für den Ausbau einer Wärmenetzversorgung geklärt werden, damit ein Antrag für die Förderung einer



Machbarkeitsstudie gestellt werden kann. Im Maßnahmenkatalog sind weitere Schritte skizziert, welche für den Aus- oder Aufbau einer Wärmenetzversorgung notwendig sind.

### 5.3 Maßnahmenkatalog

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden fünf Maßnahmen identifiziert, welche die nächsten Schritte in Richtung Umsetzung skizzieren. Die ersten drei Maßnahmen ergänzen die oben beschriebenen Fokusgebiete, eine Maßnahme geht auf die Besonderheiten im Stadtteil Kesselheim/Wallersheim ein und eine Maßnahme zielt auf den Austausch von Gasetagenheizungen als wichtiger Baustein zur Umstellung der Wärmeversorgung ab.

#### 5.3.1 Erschließung der Energiequellen für die Fokusgebiete (Wärmenetze)

<b>1: Erschließung der Energiequellen für die Fokusgebiete (Wärmenetze)</b>	
<b>Zielsetzung</b>	
Für die Wärmeversorgung in den drei Fokusgebieten Rauental, Altstadt und Karthause sind erneuerbare Wärmequellen vorgesehen, deren Aktivierung mit einigen Vorprüfungen und Genehmigungen verbunden ist. Eine Maßnahme zur Umsetzung der Wärmeplanung sollte eine konzertierte Herangehensweise vonseiten der Stadt und potenzieller Investoren zur Erschließung dieser Energiequellen sein. Vorbild könnte die "Gesamtkonzeption Erneuerbare Energien für die Stadt Koblenz" durch den Arbeitskreis Erneuerbare Energien (AK-EE) sein.	
<b>Kurzbeschreibung</b>	
Für die drei Fokusgebiete sind Flusswärmepumpen und mitteltiefe Geothermie-Anlagen vorgesehen. Beide Techniken sind keine Standard-Anwendungen, sodass umfangreichere Vorarbeiten notwendig sind. Insbesondere die spezifischen Genehmigungsverfahren sind mit Zeit- und Ressourcenaufwand verbunden. Die Erschließung der mitteltiefen Geothermie muss über ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren beantragt werden. Dies erfordert spezialisierte Ingenieurbüros, die neben der Ingenieurs- und Genehmigungsplanung auch entsprechende Fördermittel beantragen können. Des Weiteren werden für die Bohrungen bis 2.000 m Tiefe spezialisierte Bohrunternehmen benötigt, welche in begrenzter Anzahl in Deutschland tätig sind. Für die Errichtung von Flusswärmepumpen ist eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD Nord) zu beantragen. Nach ersten Sondierungen wird eine Genehmigung grundsätzlich in Aussicht gestellt. Weitere Behörden sind zu beteiligen, z. B. Generaldirektion Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt. Auch die Erschließung der Abwasserwärme mittels Kanalwärmetauschern bedarf einiger Abstimmungen und Vorplanungen, insbesondere mit der städtischen Abwasserbeseitigung.	
<b>Art der Maßnahme</b>	
<input type="checkbox"/> Fordern <input type="checkbox"/> Fördern <input type="checkbox"/> Informieren <input checked="" type="checkbox"/> Aktivieren <input checked="" type="checkbox"/> Investieren	
<b>Schritte zur Umsetzung</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zusammenstellen der Unterlagen für Genehmigungsverfahren</li> <li>2. Prüfen der Fördermittel und -bedingungen in Verbindung mit Wärmenetzausbau (z. B. BEW)</li> <li>3. Beauftragung externer Dienstleister mit Fachexpertise</li> <li>4. Genehmigungsplanung</li> </ol>	
<b>Zielgruppe</b>	Investoren und Kunden in den Fokusgebieten
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Koblenz

<b>Kostenschätzung</b>	Aktuell nicht quantifizierbar
<b>Priorisierung</b>	kurzfristig
<b>THG-Minderungspotenzial</b>	groß, nach der Umsetzung
<b>Indikatoren zum Monitoring</b>	Erschlossene Wärmeleistung in kW oder MW

### 5.3.2 Infrastrukturplanung für Fokusgebiete (Wärmenetze)

<b>2: Infrastrukturplanung für Fokusgebiete (Wärmenetze)</b>	
<b>Zielsetzung</b>	
<p>Für die Wärmenetze in den drei Fokusgebieten Rauental, Altstadt und Karthause sind Flächen für Bauwerke sowie Wegerechte für die Verlegung von Warmwasserrohren notwendig, um die leitungsgebundene Wärmeversorgung aufbauen zu können. Ein Ziel sollte sein, diese Vorhaben in die städtischen Planungsprozesse zu integrieren, um die Umsetzung zu unterstützen.</p>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	
<p>Für die Errichtung von Heizzentralen sind bauliche Maßnahmen erforderlich, welche wiederum Flächen im Stadtgebiet benötigen. Für die Errichtung von Flusswärmepumpen ist jeweils ein technisches Bauwerk für die Flusswasserentnahme und -einleitung am Flussufer notwendig. Des Weiteren werden Bauwerke oder Flächen für die Unterbringung der Großwärmepumpen benötigt. Für mitteltiefe Geothermieanlagen müssen Flächen für Bohrplätze akquiriert werden, die insbesondere in der Bohr- und Bauphase notwendig sind. Für den späteren Betrieb wird weiterhin eine kleinere Fläche für die Erdwärmesonde (z. B. Koaxialsonde) benötigt und eine Heizzentrale für die Verteilung der Wärme und ein BHKW. In Akteursgesprächen wurde vonseiten der Flächeneigentümer des Landes und des Bundes die grundsätzliche Bereitschaft zur Flächenbereitstellung für den Wärmenetzausbau signalisiert.</p> <p>Hinzu kommen Wegerechte oder Konzessionen für die Verlegung der Wärmeleitungen im öffentlichen Straßenraum oder alternativen Trassenwegen. Die dafür notwendigen Tiefbauarbeiten sollten - wo möglich - mit anderen Tiefbauarbeiten oder Straße-/Gehwegsanierungen koordiniert werden. Dazu ist eine aktive Mitwirkung der Stadtplanung zu empfehlen.</p>	
<b>Art der Maßnahme</b>	
<input type="checkbox"/> Fordern <input type="checkbox"/> Fördern <input type="checkbox"/> Informieren <input checked="" type="checkbox"/> Aktivieren <input type="checkbox"/> Investieren	
<b>Schritte zur Umsetzung</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Priorisierung konkreter Bauvorhaben in den Fokusgebieten</li> <li>2. Definition der Verantwortungsbereiche zwischen Investor/Bauherr und Stadt</li> <li>3. Verträge zur Sicherung von Flächen und Wegerechten/Konzessionen</li> <li>4. Fortlaufende Koordination der Infrastrukturplanung (Energie, Ab(Wasser), Glasfaser, Straßen/Gehwege)</li> </ol>	
<b>Zielgruppe</b>	Investoren der Wärmenetze und Flächeneigentümer
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Koblenz und potenzielle Investoren
<b>Kostenschätzung</b>	Ggf. zusätzlicher Personalbedarf beim Amt für Stadtentwicklung und Bauordnung
<b>Priorisierung</b>	kurzfristig bis mittelfristig

<b>THG-Minderungspotenzial</b>	Kein direktes Minderungspotenzial
<b>Indikatoren zum Monitoring</b>	Anzahl erteilter Baugenehmigungen für Heizzentralen und Wärmeleitungen

### 5.3.3 Öffentlichkeitsarbeit und Vorverträge

<b>3: Öffentlichkeitsarbeit und Vorverträge</b>	
<b>Zielsetzung</b>	
<p>In der Kommunalen Wärmeplanung Koblenz werden die Altstadt, das Rauental und die Karthause als Fokusgebiete für eine potenzielle Wärmenetzversorgung definiert. Damit ein Wärmenetz entstehen kann, müssen die Anwohner und potenziellen Anschlussnehmer durch tieferegehende Informationen mitgenommen werden. Am Ende des Informationsprozesses soll der Abschluss von Vorverträgen stehen, die Investitionssicherheit bieten.</p>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	
<p>In den Gebieten Altstadt, Rauental und Karthause sollen mittelfristig Wärmenetze entstehen. Die ersten Planungen zur Ausgestaltung der Fokusgebiete wurden in der Kommunalen Wärmeplanung erstellt. Unabhängig davon, ob die Stadt im Rahmen einer Konzession das Recht zum Bau eines Wärmenetzes ausschreibt oder über ein Wegenutzungsrecht den Bau ermöglicht, müssen die Anwohner und potenziellen Anschlussnehmer umfangreich informiert werden. Hierzu bietet es sich an, sobald die konkreten Wärmenetzplanungen vorangeschritten sind, eine Bürgerinformationsveranstaltung im betroffenen Stadtteil zu organisieren. Bei dieser Veranstaltung können die Planungen vorgestellt und offene Fragen beantwortet werden. Um die Informationen breiter zu streuen, bietet es sich weiterhin an, im Anschluss per Wurfesendung wichtige Informationen im gesamten betroffenen Gebiet zu verteilen. In dieser Information können die Pläne des Wärmenetzes, die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes und die Zukunft des Erdgasnetzes vorgestellt werden. Am Ende der Informationskampagne steht das Ziel, eine möglichst hohe Quote von Vorverträgen für das Wärmenetz zu erreichen.</p>	
<b>Art der Maßnahme</b>	
<input type="checkbox"/> Fordern <input type="checkbox"/> Fördern <input checked="" type="checkbox"/> Informieren <input type="checkbox"/> Aktivieren <input type="checkbox"/> Investieren	
<b>Schritte zur Umsetzung</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vertiefende Gespräche zwischen Stadt und Betreiber des potenziellen Wärmenetzes</li> <li>2. Bürgerinformationsveranstaltung zur Vorstellung der Pläne des potenziellen Wärmenetzes</li> <li>3. Versand von Informationen zum potenziellen Wärmenetz und der Zukunft des Erdgasnetzes</li> <li>4. Erarbeitung und Abschluss von Vorverträgen für potenzielle Anschlussnehmer</li> </ol>	
<b>Zielgruppe</b>	Anschlussnehmer eines Wärmenetzes
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Koblenz und Betreiber des potenziellen Wärmenetzes
<b>Kostenschätzung</b>	Kosten für die Öffentlichkeitsarbeit: 5.000 – 15.000€
<b>Priorisierung</b>	Mittelfristig
<b>THG-Minderungspotenzial</b>	Mittel (Anschlussquote an Wärmenetz)
<b>Indikatoren zum Monitoring</b>	Anzahl durchgeführter Gespräche und Veranstaltungen Anzahl geschlossener Vorverträge mit Wärmekunden

## 5.3.4 Machbarkeitsstudie zum Prüfgebiet Kesselheim / Wallersheim

<b>4: Machbarkeitsstudie zum Prüfgebiet Kesselheim / Wallersheim</b>	
<b>Zielsetzung</b>	
<p>Bereiche von Kesselheim und Wallersheim wurden hinsichtlich der Wärmeversorgungsart als sogenanntes Prüfgebiet (vgl. § 3, Abs. 1 Nr. 10 WPG) ausgewiesen. Eine tiefergehende Machbarkeitsstudie unter Beteiligung der örtlichen Akteure soll aufzeigen, inwieweit Abwärmequellen für die Versorgung des Gebietes mit Wärmeenergie eingesetzt werden können und welche organisatorischen Maßnahmen zur Aktivierung der Wärmequellen notwendig sind. Zudem sollte beleuchtet werden, ob Wasserstoff für die Versorgung einzelner Industriebetriebe sinnvoll ist.</p>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	
<p>Innerhalb des Gebietes gibt es bereits eine beispielgebende Partnerschaft zwischen zwei Unternehmen, indem industrielle Abwärme sowohl intern als auch für die Belieferung an das Nachbarunternehmen genutzt wird. Ein Ausbau der Wärmenetzversorgung ist durch weitere industrielle Abwärmepotenziale sowie Abwasserwärmepotenziale im Zulauf der Kläranlage grundsätzlich möglich. Für die organisatorische Weiterentwicklung dieses Modells ist ein Dienstleister gefragt, der die leitungsgebundene Wärmeversorgung federführend weiter ausbaut und als Wärmelieferant mehrerer potenzieller Kunden fungiert. Die möglichen Wärmequellen und -senken sollten im Rahmen einer Machbarkeitsstudie eruiert und wirtschaftlich bewertet werden.</p> <p>Für das Gebiet wird perspektivisch außerdem die Möglichkeit einer Versorgung mit Wasserstoff für einzelne Industriebetriebe gesehen. Wasserstoff kann potenziell über das geplante Wasserstoff-Kernnetz leitungsgebunden oder über den Koblenzer Rheinhafen als flüssiger Wasserstoff (oder ein Derivat) angeliefert werden. Schließlich ist auch eine Produktion über Wasserelektrolyse im Industriegebiet denkbar. Bei einer potenziellen Wasserelektrolyse fällt wiederum Abwärme an, die zu Heizzwecken in das mögliche Wärmenetz eingespeist werden kann. Der bei der Elektrolyse entstehende Sauerstoff könnte sinnvoll im Klärwerk eingesetzt werden und dort die Umgebungsluft als Prozessgas ersetzen. Gerade was die Versorgung mit und die Verfügbarkeit von Wasserstoff angeht, sind noch viele überregionale Randbedingungen unklar. Unter anderem deshalb konnte die Fragestellung im Rahmen der KWP nicht abschließend beantwortet werden.</p> <p>Über eine Machbarkeitsstudie sollten die verschiedenen Optionen grundlegend analysiert, abgewogen und in ein Gesamtkonzept für das Prüfgebiet überführt werden. Etliche Unternehmen im Umfeld des Rheinhafens haben auf Initiative der SWK ein "Klimanetzwerk" gegründet, innerhalb dessen weitere Schritte eingeleitet werden können.</p>	
<b>Art der Maßnahme</b>	
<input type="checkbox"/> Fordern <input type="checkbox"/> Fördern <input type="checkbox"/> Informieren <input checked="" type="checkbox"/> Aktivieren <input type="checkbox"/> Investieren	
<b>Schritte zur Umsetzung</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vertiefende Gespräche zwischen betroffenen Akteuren (Stadt, SWK, enm, Industriebetriebe, "Klimanetzwerk")</li> <li>2. Vorprüfung der Wahrscheinlichkeit einer leitungsgebundenen Wasserstofflieferung über das Kernnetz</li> <li>3. Konkretisierung der zu untersuchenden Wärmequellen und -senken</li> <li>4. Finanzierung der Machbarkeitsstudie über Akteure und Fördermittel</li> <li>5. Erstellung eines Leistungsverzeichnisses und Vergabe der Studie an einen unabhängigen Dienstleister</li> </ol>	
<b>Zielgruppe</b>	Industriebetriebe in Kesselheim / Wallersheim, SWK (Hafenbetreiber)
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt Koblenz
<b>Kostenschätzung</b>	Kosten für die Machbarkeitsstudie (brutto): 50.000 – 100.000 €

<b>Priorisierung</b>	Kurzfristig
<b>THG-Minderungspotenzial</b>	groß (Erdgassubstitution für Prozess- und Heizenergie)
<b>Indikatoren zum Monitoring</b>	Beauftragung und Abschluss der Machbarkeitsstudie

### 5.3.5 Unterstützung beim Austausch von Gasetagenheizungen

<b>5: Austausch von Gasetagenheizungen</b>
<b>Zielsetzung</b>
<p>Oberstes Ziel der Maßnahme ist die Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energiequellen. Da es sich bei einem Großteil der Wohngebäude um (große) Mehrfamilienhäuser mit (Gas-)Etagenheizungen handelt, braucht es hierzu eine Strategie zur schrittweisen Umstellung der Versorgung dieser Gebäude mit Wärme. Insbesondere ist die Maßnahme dann von Relevanz, wenn in einem (Teil-)Gebiet keine zentrale Versorgung über Wärmenetze, sondern dezentrale Versorgungen, geplant ist. Die Gebäudeeigentümer benötigen einen Überblick zu den zur Verfügung stehenden Optionen des Heizungstauschs sowie einer Aufklärung über mögliche Hindernisse oder Ausschlussgründe einzelner Optionen. Die Stadt als verantwortliche Stelle der Wärmeplanung sollte hierbei unterstützen bzw. Beratungsangebote organisieren. Dies könnte durch zielgruppenorientierte Infoveranstaltungen erfolgen und im Rahmen der bestehenden Energieberatung, welche durch die Verbraucherzentrale in Kooperation mit der Stadt angeboten wird.</p>
<b>Kurzbeschreibung</b>
<p>Bei der Umstellung der Wärmeversorgung von Mehrfamilienhäusern (MFH) mit Gasetagenheizungen stehen im Wesentlichen folgende Technologien zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmepumpe (mit den möglichen Umweltwärmequellen Außenluft, Erdreich, Grundwasser, Abwasser etc.)</li> <li>• Wärmenetz</li> <li>• Holzheizungen (Holzhackschnitzel, Pellets)</li> <li>• treibhausgasneutrale Gasheizung (u. a. Biogas, Wasserstoff, Synthesegas)</li> </ul> <p>Bei der Auswahl des geeigneten Energieträgers müssen verschiedene Faktoren beachtet werden, die von den jeweiligen Gegebenheiten eines MFH abhängen. Folgend eine kurze Beschreibung dieser Faktoren und der möglichen Problemstellungen:</p> <p><i>Platzierung der Heizungsanlage</i></p> <p>Insbesondere in dicht besiedelten, städtischen Gebieten ist die Platzierung der Heizung in MFH ein kritischer Punkt. Grundsätzlich kann diese im Keller, auf einem Flachdach, einem Dachboden oder im Außenbereich aufgestellt werden. Vor dem Hintergrund eines zunehmenden Wohnraumbedarfs bleibt in Städten oft nur die Aufstockung von Bestandsgebäuden, bzw. der Ausbau bisher unbeheizter Dachgeschosse. Insofern kann ein etwaiger Dachstuhl nur in seltenen Fällen als Standort zur Verfügung stehen. Auf einem Flachdach können, je nach Tragfähigkeit, Außeneinheiten von Wärmepumpen positioniert werden, wodurch jedoch die Option zur (teilweisen) Eigenstromversorgung mittels Photovoltaik beschränkt wird. Im Außenbereich kann etwa eine Wärmepumpen-Außeneinheit im Vorgarten oder Hinterhof platziert werden oder ein Heizcontainer zur Wärmeversorgung genutzt werden, sofern ein geeigneter Platz im dicht besiedelten Raum zur Verfügung steht. Als letzte Option bleibt der Keller, wo - je nach Raumverfügbarkeit - auch ein Pellet Lager untergebracht werden kann.</p> <p><i>Platzierung der Verteilleitungen in Kaminschächten</i></p> <p>Nicht mehr benötigte Kaminschächte können u. U. zur Verteilung des Kältemittels (bei Wärmepumpen) oder der Wärmeverteilung genutzt werden. Bei der Platzierung der Heizungsanlage in den Kellerräumen muss geprüft werden, ob jeder Kaminschacht bis in den Keller reicht. Als Alternative besteht die Option zur Anbringung der Verteilleitungen an der Außenseite des Gebäudes oder aber eine neue Verteilung bspw. im Hausflur.</p> <p><i>Relevante Faktoren bei der Entscheidungsfindung</i></p>

Platzierung Heizung	Platz in Kaminschächten	Umweltwärme-Quelle	Sonstiges	Lösung
Keller (WP oder Wärmenetz-Übergabestation)	nur Kältemittelleitung	Erdwärme	Statik	Heizung und Warmwasser zentral
Keller (Heizung + Pellet-/HHS-Lager)	nur Vor- & Rücklauf Heizung	Grundwasser	Elektrische Anschlussleistung	Heizung zentral, Warmwasser dezentral
Außenaufstellung (WP)	je Vor- & Rücklauf Heizung und Warmwasser	Außenluft (Split)	Schallemissionen	Heizung dezentral, Warmwasser zentral
Flachdach (WP)	Kein Platz → Verteilung außen am Gebäude	Außenluft (Monoblock)	Kosten (Mieterakzeptanz)	Heizung und Warmwasser dezentral
Dachboden (WP oder Wärmenetz-Übergabestation)	Durchgängigkeit in den Keller	Abwasser		
Heizcontainer		Kombination		

Weitere Informationen im Leitfaden für Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern der dena (2024): <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/erneuerbare-energien/waermepumpen/loesungen-mfh/>

**Art der Maßnahme**

Fordern  Fördern  Informieren  Aktivieren  Investieren

**Schritte zur Umsetzung**

**1. Einhalten der Fristen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG)**

§ 71n GEG - Verfahren für Gemeinschaften der Wohneigentümer

Bis zum 31.12.2024 muss die Eigentümergemeinschaft/Verwaltung vom Schornsteinfeger die Mitteilung der im Kehrbuch vorhandenen Daten abfragen, die Rückmeldung muss dann innerhalb von sechs Monaten erfolgen. Zudem muss der Schornsteinfeger dann bis zum 31.12.2024 Informationen von den Wohnungseigentümern abfragen, die innerhalb von sechs Monaten zu beantworten sind. Innerhalb von drei Monaten (also bis spätestens 30.09.2025) müssen die abgefragten Informationen den Eigentümern konsolidiert zur Verfügung gestellt werden.

§ 71l GEG - Übergangsfristen bei einer Etagenheizung oder einer Einzelraumfeuerungsanlage

Ab dem Austausch der ersten Heizung im Gebäude gilt eine Frist von 5 Jahren für die Entscheidung über die zukünftige Art (zentral oder dezentral) der Wärmeversorgung. Wird in dieser Zeit keine Entscheidung getroffen, muss eine Zentralisierung erfolgen. Bei einer (Teil-)Zentralisierung muss die Umrüstung innerhalb von 8 Jahren abgeschlossen sein.

**2. Energieberatung**

Wie in der Kurzbeschreibung beschrieben, gibt es keine allgemeingültige Regel für eine bestmögliche Option des Heizungstauschs - jedes Gebäude muss individuell betrachtet werden. An dieser Stelle dient eine Energieberatung als bestes Werkzeug zur Lösungsfindung. Das Ziel und Ergebnis der Energieberatung sollte die Darstellung der technisch und wirtschaftlich machbaren Wärmeversorgungsoptionen sowie die Empfehlung der bestgeeigneten Wärmeversorgungsart sein. Verbunden werden kann dies dann mit ergänzenden Maßnahmen zur Sanierung der thermischen Gebäudehülle oder der sonstigen Anlagentechnik. Im Rahmen der Energieberatung sollte eine Abstimmung mit dem Heizungsinstallateur erfolgen, welcher für die Wartung der bisherigen Anlagen zuständig war.

**3. Entscheidungsfindung und Umsetzung**

Die abgeschlossene Energieberatung bildet die Entscheidungsgrundlage zur Umstellung der Wärmeversorgung.

<b>Zielgruppe</b>	Wohnungswirtschaft
<b>Verantwortlich für die Umsetzung</b>	Stadt, Energieberater
<b>Kostenschätzung</b>	Individuell je nach Projekt

---

<b>Priorisierung</b>	Mittel- bis Langfristig
<b>THG-Minderungspotenzial</b>	Individuell je nach Projekt
<b>Indikatoren zum Monitoring</b>	Anzahl umgerüsteter Gebäude

## 6 Partizipationsstrategie

Die Erstellung und Umsetzung einer klaren und effektiven Beteiligungsstrategie war im Zusammenhang mit den Unsicherheiten wichtig, die durch das neue Gebäudeenergiegesetz (auch als „Heizungsgesetz“ bekannt) entstanden sind. Viele Bürgerinnen und Bürger wurden durch die politische Debatte während des Gesetzgebungsprozesses verunsichert. Ziel der Kommunalen Wärmeplanung ist es daher auch, die Bürgerinnen und Bürger aufzuklären, ihnen Unsicherheiten zu nehmen und ihnen Optionen für die zukünftige Wärmeversorgung aufzuzeigen.

Die Strategie wurde ausgerichtet auf eine frühzeitige und zielgerichtete Beteiligung der Schlüsselakteure. Zudem war es das Ziel, die interessierte Öffentlichkeit während des Prozesses einzubinden und zu informieren. Weitere Ziele der Partizipationsstrategie war die Herstellung von Transparenz des Prozesses, die Identifikation von Schnittstellen, die Schaffung von Synergieeffekten, die Identifikation von Hemmnissen, die gemeinsame Entwicklung von Lösungsansätzen und die Rückkopplung und Abstimmung der Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge. Die erfolgreiche Durchführung der Partizipationsstrategie war entscheidend für einen erfolgreichen Wärmeplanungsprozess in der Stadt Koblenz.

Die Arbeit an der Kommunalen Wärmeplanung wurde so organisiert, dass die Vertreter der Stadt Koblenz als Auftraggeber regelmäßig eingebunden wurden. Zum Start des Projektes wurde eine Steuerungsgruppe gebildet. Diese bestand aus Vertretern der Stadt Koblenz, der Stadtwerke Koblenz, der evm und des IfaS. Die Steuerungsgruppe tagte im Projektzeitraum insgesamt siebenmal. Neben den Vertretern der Stadt wurden im Projektzeitraum auch die politischen Gremien eng eingebunden. Der Stadtvorstand, der Haupt- und Finanzausschuss und der Stadtrat wurden jeweils dreimal eingebunden. Der Ausschuss für Stadtentwicklung und Mobilität befasste sich in vier Sitzungen mit der Kommunalen Wärmeplanung.

Um die betroffenen Akteure innerhalb, aber auch außerhalb der Verwaltung frühzeitig in die Planerstellung einzubinden, erfolgte zu Projektbeginn gemeinsam mit der Stadt Koblenz eine Akteursanalyse. Die identifizierten Akteure wurden während der Planerstellung in den Prozess eng eingebunden. Die Akteursanalyse wurde mit Hilfe eines Stakeholder-Mappings durchgeführt (siehe Abbildung).





Abbildung 6-1 Stakeholder-Mapping Kommunale Wärmeplanung Koblenz

Für die erste Kontaktaufnahme der Akteure wurden die Stakeholder und Multiplikatoren, die von der Wärmeplanung tangiert werden, in drei Untergruppen unterteilt. Eine Untergruppe bilden die Vertreter der Industrie. In dieser Gruppe wurden 47 wesentliche Akteure erfasst. Die zweite Gruppe bestand aus den Eigentümern von 57 öffentlichen Gebäuden. In der dritten Gruppe befanden sich die Wohnungsbaugesellschaften aus dem Stadtgebiet. In dieser Gruppe wurden 14 Akteure identifiziert. Die Entscheidung, die Stakeholder in drei Gruppen zu unterteilen, wurde insbesondere aufgrund der Unterschiede in der Wärmenachfrage und des Wärmeangebots getroffen. Industrieunternehmen benötigen neben Raumwärme auch Prozesswärme. Bei entsprechenden Produktionsprozessen kann zudem die Möglichkeit bestehen, dass Abwärme entsteht, die zur weiteren Wärmenutzung bereitgestellt werden kann. Die öffentlichen Gebäude hingegen haben die Eigenschaft, dass sie sich beim Aufbau eines Wärmenetzes gut als Ankerkunden eignen. Ähnliches gilt für Wohnungsbaugesellschaften. Im Gegensatz zu öffentlichen Gebäuden, liegt der Schwerpunkt hier jedoch auf dem privaten Wohnraum.

Alle drei Gruppen wurden am 29. November 2023 angeschrieben und um Unterstützung bei der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung gebeten. Dafür wurde den Akteuren ein Fragebogen zur Verfügung gestellt. Der Fragebogen beinhaltete Fragen zu allgemeinen Kontaktdaten, Fragen zum aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf und der Möglichkeit Abwärme zur Wärmenutzung bereitzustellen. Insgesamt wurden 50 Fragebögen dem Projektteam ausgefüllt zurückgespielt. Die Auswertung der Ergebnisse wurde direkt in der Planerstellung berücksichtigt. Darüber hinaus wurden Einzelgespräche mit den jeweiligen Akteuren geführt, bei denen eine nähere Erörterung des Wärmebedarfs und der Bereitstellung von Wärme notwendig erschien.

Eine wesentliche Erkenntnis aus den Fragebögen war, dass 45 Akteure grundsätzlich Interesse an einem Wärmenetzanschluss haben. Nur zwei Akteure haben kein Interesse an einem

entsprechenden Anschluss. Drei Akteure waren sich unsicher bzw. konnten zum jetzigen Zeitpunkt noch keine klare Aussage treffen.



Abbildung 6-2: Unternehmensbefragung - Bereitschaft für Anschluss an ein Wärmenetz

37 der 50 Akteure haben eine Rückmeldung gegeben bezüglich des Bedarfs an Wasserstoff zur Substitution von Erdgas. 25 dieser Akteure haben zurückgemeldet, dass sie keinen Bedarf haben. Neun Unternehmen hingegen sehen einen Bedarf von Wasserstoff zu Heizzwecken.

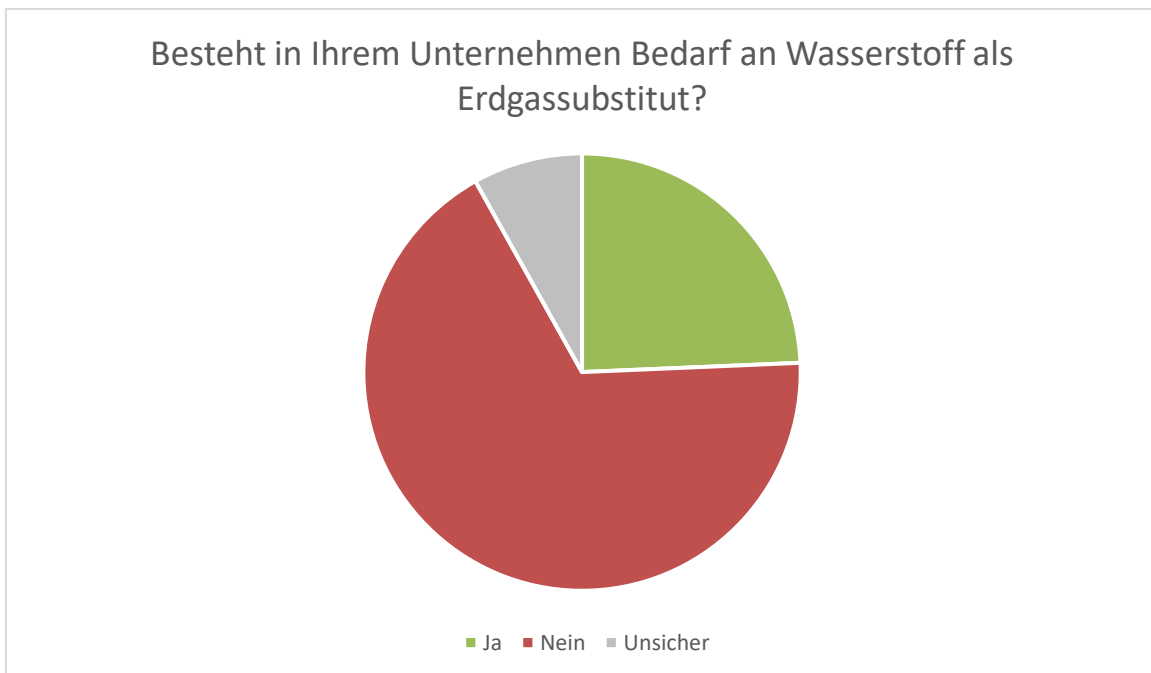


Abbildung 6-3: Unternehmensbefragung - Bedarf an Wasserstoff

Dass ein Abwärmepotenzial grundsätzlich zur Verfügung steht, stellt eine weitere Erkenntnis dar, die aus den Fragebögen gewonnen werden konnte. Sechs von 16 Unternehmen haben

Potenziale identifiziert. Die Höhe der Potenziale konnte jedoch nicht ausreichend quantifiziert werden. Weiterhin sehen die überwiegenden Akteure Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit als wichtige Aspekte bei der künftigen Wärmeversorgung.

Am 21. Februar 2023 wurden zudem drei Workshops mit Interessengruppen abgehalten, die bei der konkreten Planung von Wärmenetzen eine wesentliche Rolle spielen könnten. Dies sind die bestehenden Wärmenetzbetreiber, die Interessengemeinschaften bzw. Innungen und die Wohnungswirtschaft. In allen Workshops wurde das Vorhaben der Kommunalen Wärmeplanung und der aktuelle Projektstand präsentiert. Anschließend wurde ausreichend Zeit für die Diskussion eingeräumt, um die regionalen Besonderheiten von Koblenz zu erörtern.

Tabelle 6-1: Termine im Rahmen der Partizipationsstrategie

Gremium	Abgehaltene Termine
Steuerungsgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28. September 2023</li> <li>• 14. November 2023</li> <li>• 25. Januar 2024</li> <li>• 12. März 2024</li> <li>• 25. März 2024</li> <li>• 6 Juni 2024</li> <li>• 8. August 2024</li> </ul>
Stadtvorstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 27. November 2023</li> <li>• 8. April 2024</li> <li>• 2. September 2024</li> </ul>
Ausschuss Stadtentwicklung und Mobilität (zzgl. Umweltausschuss)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12. Dezember 2023</li> <li>• 16. April 2024</li> <li>• 10. September 2024</li> <li>• 8. Oktober 2024</li> </ul>
Haupt- und Finanzausschuss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22. Januar 2024</li> <li>• 6. Mai 2024</li> <li>• 4. November 2024</li> </ul>
Stadtrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Februar 2024</li> <li>• 16. Mai 2024</li> <li>• 15. November 2024</li> </ul>
Expertengespräche und Workshops	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 21. Februar 2024 (drei Workshops)</li> <li>• 18. März 2024</li> <li>• 19. März 2024</li> <li>• 10. Juli 2024</li> </ul>
Bürgerinformationsveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 21. Februar 2024</li> <li>• Termin offen</li> </ul>
Pressekonferenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11. Dezember 2023</li> <li>• 09. Oktober 2024</li> </ul>

Um die interessierte Öffentlichkeit regelmäßig zu informieren, wurde die örtliche Presse in den Prozess der Planerstellung eng eingebunden. Am 11. Dezember 2023 fand eine Pressekonferenz mit örtlichen Pressevertretern im Rathaus der Stadt Koblenz statt. Im Anschluss folgte eine positive regionale Berichterstattung zur kommunalen Wärmeplanung. So berichtete u. a. die Rhein-Zeitung in zwei Artikeln (16. und 20. Dezember 2023) über die Wärmeplanung. Weitere regionale Berichterstattung fand im Blick aktuell und dem SWR statt. Auch überregional wurde von der Kommunalen Wärmeplanung in Koblenz berichtet. Insbesondere in Fachmedien fand das Thema Anklang (u. a. in den Portalen „energate messenger“, „Stadt+Werk“, „Energie & Management“). Um Interessenten regelmäßig auf dem Laufenden zu halten, haben die Stadtwerke Koblenz zudem eine eigene Webseite eingerichtet. Unter [www.waermeplanung-koblenz.de](http://www.waermeplanung-koblenz.de) wurden im Laufe des Projektes aktuelle Informationen zur Wärmeplanung zur Verfügung gestellt.

Für die breite interessierte Öffentlichkeit fand am 21. Februar 2024 eine Bürgerinformationsveranstaltung in der Rhein-Mosel-Halle in Koblenz statt. Im Vorfeld der Veranstaltung wurde über die regionalen Medien, aber auch via Plakatwerbung über die Veranstaltung informiert. An der Veranstaltung nahmen über 200 Bürgerinnen und Bürger teil.

Nach Fertigstellung des Kommunalen Wärmeplans ist eine weitere Bürgerinformationsveranstaltung geplant. Hierbei sollen die Bürgerinnen und Bürger über die Ergebnisse und die etwaigen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele informiert werden.

Außerdem sind ein Austausch mit benachbarten Kommunen bezüglich ihrer Kommunalen Wärmeplanung sowie ein Vortrag beim Netzwerktreffen der Energieagentur Rheinland-Pfalz vorgesehen.



Abbildung 6-4 Bürgerinformationsveranstaltung KWP Koblenz



Abbildung 6-5 Bürgerinformationsveranstaltung KWP Koblenz

## 7 Verstetigungsstrategie

Für die Klimaneutralität in der Wärmeversorgung hat sich die Stadt Koblenz einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren gesetzt. Dieser Zeitrahmen ist sehr ambitioniert, daher muss die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen stringent und effizient erfolgen. Eine Einbettung der Arbeit in die bestehende Projektstruktur im Rahmen der Gesamtkonzeption Erneuerbare Energien für die Stadt Koblenz erscheint daher zielführend.

Die Projektleitung der weiterführenden Maßnahmen kann demnach bei den Stadtwerken Koblenz liegen. Hierbei sollte eine enge Abstimmung mit der Verwaltung der Stadt Koblenz erfolgen, insbesondere mit folgenden Akteuren:

- Baudezernat
  - Amt für Stadtentwicklung und Bauordnung
  - Zentrales Gebäudemanagement
  - Tiefbauamt
  - Umweltamt
- Klimaleitstelle
- Zentrale Vergabestelle

Es empfiehlt sich hier einen regelmäßigen Austausch zu implementieren, bspw. im Rahmen eines Jour Fixe oder der Bildung einer Wärmewende-Steuerungsgruppe. Dabei kann die Runde entsprechend erweitert werden, sofern weitere Schnittstellen betroffen sind.

Aufgaben einer solchen Steuerungsgruppe könnten sein:

- Steuerung der Umsetzung in den Fokusgebieten und des Maßnahmenkatalogs (siehe Kapitel 5)
- Überführen der Empfehlungen und Handlungsoptionen in kommunale Beschlusslage
- Sicherstellen einer transparenten Kommunikation (siehe Kapitel 9)
- Controlling der Maßnahmen (siehe Kapitel 8)
- Regelmäßige Berichterstattung gegenüber städtischen Gremien
- Fortschreibung der Wärmeplanung gemäß den gesetzlichen Vorgaben (spätestens ab 01.07.2030, siehe Kapitel 1)

## 8 Controlling-Konzept

Der kommunale Wärmeplan für die Stadt Koblenz stellt den Beginn eines langfristigen Umsetzungsprozesses dar. Die Erreichung der für die Umsetzung definierten Ziele und Strategien bzw. Maßnahmen muss kontinuierlich durch die Stadt Koblenz gesteuert werden. Von Beginn an sind die regelmäßige und kontinuierliche Beobachtung sowie die Interpretation und Anpassung ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Tätigkeiten. Die Überwachung der Zielerreichung gewährleistet, dass Ressourcen – sowohl personell als auch finanziell – effizient eingesetzt werden und in der Folge ein frühzeitiges Eingreifen bei drohender Zielverfehlung garantiert ist. Diese Faktoren machen Controlling zu einem wesentlichen Bestandteil in der praktischen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung.

In der nachfolgenden Abbildung wird der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) des Controllings im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung beispielhaft dargestellt:



Abbildung 8-1: Darstellung eines PDCA-Zyklus<sup>58</sup>

Das Controlling zeichnet sich im Wesentlichen durch die zwei Ansätze „Top Down“ und „Bottom Up“ aus, welche jeweils eine unterschiedliche Ansatzrichtung, Methoden und Instrument aufweisen.<sup>59</sup>

<sup>58</sup> In Anlehnung an „Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen“ (Stand 2023).

<sup>59</sup> Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (2023), Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen, S. 208

## 8.1 „Top Down“: Erhebung übergeordneter Daten

Das Top-Down-Prinzip zeichnet sich dadurch aus, dass es auf der Energie- und Treibhausgasbilanz aufbaut und stets das gesamte Stadtgebiet betrachtet wird. Hierbei werden verschiedene Indikatoren für eine kommunale Wärmeplanung herangezogen, die sich aus Bilanzierung – unter Berücksichtigung spezifischer Kennzahlen, die den Energieverbrauch, die Energieproduktion und die Energieeffizienz innerhalb der Stadt Koblenz quantifizieren und bewerten – ableiten lassen. Ziel ist es, den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung zu bewerten, Bedarfe zu identifizieren und zukünftige Entwicklungen zu planen.

In der nachstehenden Auflistung werden die definierten Indikatoren konkret für ein Controlling bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Koblenz aufgeführt. Die Verfügbarkeit von Datenquellen stellte bei der Auswahl der Indikatoren ein bedeutsames Kriterium dar. Dementsprechend werden auch nur Indikatoren abgebildet, für die aus heutiger Sicht eine Datenverfügbarkeit existiert (bspw. über eine Bilanzfortschreibung oder Abfragen).

Tabelle 8-1: Indikatoren für das Controlling der KWP

Indikator	Einheit	Datenquelle
<b>I. Verbrauchsstrukturen / Energieverbrauch für die Wärmeversorgung</b>		
Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung (Gas und Wärmenetze); zudem aufgeschlüsselt nach Sektoren (Wohngebäude, Gewerbe, Industrie, öffentliche Liegenschaften)	MWh/a	Abfrage Energieversorger bzw. Netzbetreiber
Anteil des Stromverbrauchs zur Wärmeversorgung	%	Abfrage Energieversorger bzw. Stromnetzbetreiber
Bestand Gas- und Ölheizungsanlagen	Anzahl und Alter	Abfrage Bezirksschornsteinfeger
Installierte Wärmepumpen	Anzahl	Abfrage Wärmepumpenatlas bzw. Stromnetzbetreiber
Installierte Solarthermie- und Biomasseheizanlagen	Anzahl	Abfrage BAFA
Installierte Speicherkapazität Strom und Wärme	kW bzw. kWh	Marktstammdatenregister bzw. Abfrage Energieversorger
<b>II. Spezifischer Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung</b>		
Endenergieverbrauch pro Einwohner	kWh/EW	Berechnung aus obigen Daten (I.)
Endenergieverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche	kWh/m <sup>2</sup>	Berechnung aus obigen Daten (I.)
Endenergieverbrauch pro Quadratkilometer Siedlungsfläche	MWh/km <sup>2</sup>	Berechnung aus obigen Daten (I.)
<b>III. Erneuerbare Energien</b>		



Anteil erneuerbarer Energien an lokaler <u>Wärmeerzeugung</u> nach Energieträgern	%	als Teil der Bilanzfortschreibung
Anteil erneuerbarer Energien an lokalem <u>Wärmeverbrauch/-versorgung</u> nach Energieträgern	%	Als Teil der Bilanzfortschreibung
Installation zentraler EE-Wärmeerzeuger	kW <sub>th</sub>	Abfrage bei Investoren/Netzbetreibern
Geförderte Maßnahmen zum Einbau EE-Heizungen	Anzahl pro Jahr	Abfrage BAFA
Aufteilung installierter Wärmeerzeuger (z. B. Gas, Öl, Fernwärme, erneuerbare Energien, KWK-Anlagen)	%	Als Teil der Bilanzfortschreibung
<b>IV. Netze</b>		
Anteil an Erneuerbaren und Abwärme im Fernwärmemix	%	Als Teil der Bilanzfortschreibung
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen	m	Abfrage bei Investoren/Netzbetreibern
Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen	Anzahl	Abfrage bei Investoren/Netzbetreibern
Neue Wärmenetzleitung pro Jahr	m	Abfrage bei Investoren/Netzbetreibern
Nutzung von Abwärme (Industrie, Rechenzentren, Abwasser)	kWh/a	Abfrage bei Investoren bzw. Unternehmen
<b>V. Treibhausgas(THG)-Emissionen</b>		
Gesamte THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung	Tonnen THG pro Jahr	Im Rahmen der Bilanzfortschreibung
THG-Emissionen pro Quadratmeter beheizter Fläche	t/m <sup>2</sup>	Im Rahmen der Bilanzfortschreibung
<b>VI. Sonstige</b>		
Anteil der sanierten Gebäude an der Gesamtzahl der Gebäude (Sanierungsrate)	%	Abfrage KfW und BAFA
Austausch Gas- und Ölheizungen	Anzahl pro Jahr	Abfrage bei Bezirksschornsteinfeger

Die Indikatoren bieten eine detaillierte Grundlage für die Analyse der Wärmeversorgungssituation und helfen bei der Identifikation bzw. Priorisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung. Einige Indikatoren sind nicht unmittelbar aus verfügbaren Daten abzubilden, sondern bedürfen einer weiteren Datenverarbeitung, wie sie bspw. im Rahmen einer Energie- und THG-Bilanz durchgeführt wird. Grundsätzlich ist eine regelmäßige Fortschreibung der gesamtstädtischen Energie- und Treibhausgasbilanz zu empfehlen, aus der dann die meisten Indikatoren abgeleitet werden können. Sinnvollerweise ist das Controlling der KWP gemeinsam mit dem Controlling

des integrierten Klimaschutzkonzeptes durchzuführen, da vielfach auf die gleichen Datenquellen zurückgegriffen wird.

Bei der Datenerhebung sollte auf eine Vergleichbarkeit geachtet werden und methodische Änderungen sind zu dokumentieren.

## 8.2 „Bottom up“: Evaluierung von Einzelmaßnahmen

Auch wenn die übergeordnete Erfassung von Daten einen guten Gesamtüberblick vermittelt, kann sie nicht die Evaluierung und Steuerung einzelner Maßnahmen ersetzen. Hier kommt der Bottom-up-Ansatz zum Tragen. Einzelne Maßnahmen werden betrachtet, mit Indikatoren und einer Zeitschiene zur Erfolgsmessung versehen, eine Vorgehensweise zur Datenerhebung erarbeitet und anschließend wird während der Umsetzung über die Fortschrittsdokumentation eine Bewertung vorgenommen. In den Maßnahmenblättern sind maßnahmenspezifische Indikatoren vorgeschlagen.

Grundsätzlich kann zwischen zwei Arten von Maßnahmen unterschieden werden:

- **Quantitative Maßnahmen:** Diesen Maßnahmen können konkrete und leicht messbare Zielstellungen zugeordnet werden, z. B. THG-Emissionseinsparungen oder Ausbaugrade. Dies betrifft oft technische Maßnahmen, aber auch „weiche“ Maßnahmen wie bspw. Energieberatungen, deren Erfolg an einer nachträglichen Maßnahmenumsetzung gemessen werden kann. Für die aktuelle Version der KWP Koblenz sind dies die drei identifizierten Fokusgebiete oder der Austausch von Gasetagenheizungen.
- **Qualitative Maßnahmen:** Die Zielerreichung kann nicht oder nur sehr aufwendig mit Zahlen wie THG-Einsparungen hinterlegt werden. Diese Maßnahmen haben aber oft eine hohe Wirkungstiefe, da sie z. B. langfristig Verhaltens- oder Einstellungsänderungen hervorrufen oder sie die strategische Ausrichtung der Stadt ändern. Dementsprechend sollten bei der Planung der Maßnahmen (die zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht festgelegt sind) Indikatoren hinterlegt werden, die für die Stadt Koblenz wichtig und messbar sind, z. B. erreichte Teilnehmende oder Feedback von Teilnehmenden bei Öffentlichkeitsveranstaltungen, Abruf von Fördermitteln oder Angebote zur Energieberatung. Eine qualitative Maßnahme für die aktuelle Version der KWP Koblenz ist die Öffentlichkeitsarbeit.

Durch die Erfolgsmessung der Maßnahmenumsetzung kann nach Abschluss ihre Effektivität im Verhältnis zu eingesetzten Mitteln (Investitionen, personelle Ressourcen usw.) bewertet und bei zukünftigen, vergleichbaren Maßnahmen können ggf. nötige Anpassungen vorgenommen werden. Die Summe aller Maßnahmen des Bottom-up-Verfahrens bildet in der Regel einen Teil des tatsächlich erreichten Minderungspotenzials aus dem Top-down-Verfahren. Somit wird durch Anwendung des Top-down-Verfahrens ein Gesamtüberblick geschaffen.

Ein weiteres bedeutendes Element des Controllings stellt die Kommunikation dar. Erfolge und Misserfolge sollten transparent kommuniziert und dokumentiert werden. Nur so kann ermittelt werden, was Erfolgsfaktoren sind und wie laufende oder zukünftige Maßnahmen angepasst werden sollten, um einen größtmöglichen Erfolg zu haben. Dementsprechend wird empfohlen, in einem regelmäßigen Turnus (z. B. jährlich) einen Statusbericht zu erstellen und zu veröffentlichen, der die wesentlichen Erkenntnisse und Erfolge kommuniziert, relevante Akteure benennt und den Prozess erklärt und bewertet. Weiterhin werden so etwaige Verzögerungen oder Unstimmigkeiten während der Maßnahmenumsetzung kommuniziert, wie bspw. Budgeteinschränkungen, technische Herausforderungen oder andere externe Einflüsse. Es wird empfohlen, dass für die koordinierende Umsetzung der Wärmeplanung eingesetzte Personal als Querschnittsstelle mit der Berichterstattung zu betrauen. Damit diese erfolgreich stattfinden kann, muss im Vorhinein eine allgemein anerkannte Struktur geschaffen werden, die einen Informationsfluss und -austausch ermöglicht (vgl. Abschnitt 7: Verstetigungsstrategie). Hier gilt es, bei der Planung der Maßnahme bereits Zuständigkeiten und Ziele bzgl. der Kommunikation festzulegen.

## 9 Kommunikationsstrategie

Die Stadt Koblenz hat sich ambitionierte Ziele gesetzt und will bereits zwischen 2035 und 2040 klimaneutral sein. Für die Zielerreichung wurde das Projekt „Gesamtkonzeption Erneuerbare Energien“ gegründet. Ziel ist vor allem der Ausbau Erneuerbarer Energien. Es bietet sich an, das Projekt um den Baustein Wärme zu ergänzen.

Im Projektbericht zur „Gesamtkonzeption Erneuerbarer Energien“ wird beschrieben, dass die Akteursbeteiligung ein wesentlicher Baustein ist. Dies gilt auch für die kommunale Wärmeplanung, weshalb die Projekte verzahnt werden sollten. Zur Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung wurden unterschiedliche Akteure aktiv in die Planung eingebunden (vgl. Kapitel 6: Partizipationsstrategie).

Nach Beschluss der Kommunalen Wärmeplanung muss eine Kommunikation zur konsens- und unterstützungsorientierten Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen erreicht werden. Eine erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung bedarf stets einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit. Die ergibt sich vor allem aus der Tatsache heraus, dass ein Großteil der potenziell betroffenen Akteure im privaten Bereich zu finden sind (Wohnhäuser, Unternehmen etc.). Die erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung in Koblenz kann nur unter Einbindung der betroffenen Akteure erreicht werden, schließlich sind diese die Abnehmer einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung, wie einem Wärmenetz. Dabei stehen bei konkreten Wärmenetzprojekten (siehe Abschnitt 5.2 zu Fokusgebieten) insbesondere auch Ankerkunden im Fokus. Neben städtischen Liegenschaften werden auch weitere öffentliche Gebäude oder Unternehmen gesehen. Ihnen und den anliegenden Bürgerinnen und Bürgern muss in der Kommunikation der entstehende Nutzen aufgezeigt werden, sodass die unterschiedlichen Akteure einer Partizipation eher positiv gegenüberstehen. Auf Akteure, die außerhalb der Fokusgebiete und ggf. in einem Gebiet zur dezentralen Wärmeversorgung liegen, muss ebenfalls ein Fokus in der Kommunikation gelegt werden. Hier kann die KWP ggf. die Erwartung geweckt haben, dass konkrete Wärmelösungen bzw. ein baldiges Wärmenetz zur Verfügung stehen. Dementsprechend muss ein Erwartungsmanagement betrieben werden.

Es ist unabdingbar, dass konkrete Projekte, die auf Grundlage der Kommunalen Wärmeplanung angegangen werden, flankiert werden von Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, Beratung und Bildung. Diese sollen zur

- Information
- Sensibilisierung
- Motivation
- Aktivierung

relevanter Akteure dienen. Denn nur ausreichend informierte und sensibilisierte Akteure können im Umfeld der Wärmewende, die von hinreichend komplexer Regulatorik begleitet wird, zukunftsgerichtete Entscheidungen mitgehen.

Die Stadt Koblenz verfügt über zahlreiche, etablierte Kommunikationsstrukturen und nutzt bereits unterschiedliche Medien zur öffentlichkeitswirksamen Kommunikation. Als Beispiele können u. a. die Internetpräsenz der Stadt und die Präsenz in den Sozialen Medien genannt werden, welche intensiver im Rahmen der Kommunikation weiterführender Maßnahmen eingesetzt werden sollten. Zusätzlich sollte bei wichtigen Meilensteinen (Bausteine aus dem Maßnahmenkatalog, Planung von Wärmenetzen etc.) die lokale Medienlandschaft eingebunden werden. Dafür bieten sich die Formate an, die bereits während der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung angewendet wurden, wie eine Pressekonferenz, ein bilaterales Pressegespräch, Hintergrundgespräche und Pressemitteilungen. Auch Videoformate eignen sich sehr gut, um Informationen niederschwellig an eine breite Öffentlichkeit zu kommunizieren. Über diese Wege lassen sich die Botschaften an ein breites Akteursspektrum streuen. Zudem werden die Akteure in einem zunehmenden Maß sensibilisiert und informiert.

Für die Kommunale Wärmeplanung wurde ein Corporate Design entwickelt, um den Wiedererkennungswert des Projektes zu steigern. Auch für die Kommunikation nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung bietet es sich an, das Corporate Design weiterhin zu verwenden. Unter „wärme zukunft koblenz“ können alle Aktivitäten kommunikativ gebündelt werden, die der kommunalen Wärmetransformation dienen.



Abbildung 9-1: Logo Wärme Zukunft Koblenz

Auch die Kommunikation an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadt Koblenz und ggf. beteiligter Akteure (wie z. B. Wohnbaugesellschaften) sollte mit bedacht werden. Hier empfehlen wir Handreichungen mit häufig gestellten Fragen (FAQ), um auf Fragen von Bürgerinnen und Bürger ausreichend vorbereitet zu sein. Die Kommunikation kann über das Intranet der Stadt Koblenz ausgeweitet werden. Auch hier sollte stetig über den Fortschritt des Projekts berichtet werden.

Neben dieser umfassenden Kommunikation wird für konkrete Projekte eine individuell angepasste Kommunikation entscheidend sein. Auch hier kann sich an die Erstellung des

Kommunalen Wärmeplans angelehnt werden. Hier spielen insbesondere Bürgerinformationsveranstaltungen in den betroffenen Gebieten und für die betroffenen Akteure eine maßgebliche Rolle. Bürgerinformationsveranstaltungen sind ein gut geeignetes Format, um detaillierte Vorhaben zu erklären und den Austausch mit den betroffenen Akteuren zu suchen. Insbesondere die Beantwortung spezifischer Fragestellungen und Problemkonstellationen lassen sich in diesem Format sehr gut erreichen. Ggf. kann auch darüber nachgedacht werden, zusätzlich zu den Veranstaltungen in Präsenz, Online-Veranstaltungen anzubieten. So können auch die Bürgerinnen und Bürger partizipieren, die es vielleicht nicht zu einem Präsenztermin schaffen.

Darüber hinaus bieten Briefe und Wurfsendungen eine weitere Möglichkeit der Kommunikation für die spezifischen Gebiete. Sollten beispielsweise in den Fokusgebieten Wärmenetze entstehen, kann über diesen Weg über die Dauer des Fortbestehens der Erdgasversorgung, die Wärmeoptionen/Übergangsfristen des Gebäudeenergiegesetzes und die Möglichkeit des Anschlusses an das Wärmenetz informiert werden.

Die Steuerung des Wärmewendeprozesses sollte eng abgestimmt in der „Gesamtkonzeption Erneuerbarer Energien“ erfolgen. Hierbei ist es zielführend, dass die betrauten Personen, wenn nicht identisch, doch sehr eng koordiniert zusammenarbeiten.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Besitzverhältnisse und Lage der Wärmenetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz ..	9
Tabelle 2-2: Verteilung der THG-Emissionen 2023 für die Wärmeversorgung nach Energieträgern .....	16
Tabelle 3-1: Energiepotenziale aus der Forstwirtschaft .....	25
Tabelle 3-2: Aufkommen an Wirtschaftsdünger im Stadtgebiet .....	26
Tabelle 3-3: Zusammenfassung Biomassepotenziale im Stadtgebiet .....	29
Tabelle 3-4: PV-Potenzial auf Dachflächen .....	37
Tabelle 3-5: ST-Potenzial auf Dachflächen .....	38
Tabelle 3-6: Potenziale Abwasserwärme .....	43
Tabelle 3-7: Wasserkraftanlagen in Betrieb .....	49
Tabelle 4-1: Verteilung der THG-Emissionen 2040 für die Wärmeversorgung nach Energieträgern .....	57
Tabelle 4-2: Kennwerte zur Eignung von Wärmenetzen .....	60
Tabelle 4-3: Abschätzung des Investitionsbedarfes zur kommunalen Wärmewende .....	66
Tabelle 4-4: Investition und Förderung in der Wärmevollkostenrechnung (brutto) .....	72
Tabelle 4-5: Energiepreise und Energiepreissteigerungen in der Wärmevollkostenrechnung (brutto) .....	73
Tabelle 5-1: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Rauental .....	80
Tabelle 5-2: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Rauental .....	81
Tabelle 5-3: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Rauental .....	82
Tabelle 5-4: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Altstadt .....	83
Tabelle 5-5: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Altstadt .....	84
Tabelle 5-6: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Altstadt .....	85
Tabelle 5-7: Ausgangslage und Nutzungsstruktur im Fokusgebiet Karthause .....	86
Tabelle 5-8: Ausbauszenario und Versorgungskonzept zum Fokusgebiet Karthause .....	87
Tabelle 5-9: Kostenschätzung und Akteure zum Fokusgebiet Karthause .....	88
Tabelle 6-1: Termine im Rahmen der Partizipationsstrategie .....	99

Tabelle 8-1: Indikatoren für das Controlling der KWP.....	104
---	-----

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Arbeitsschritte zur Erstellung der KWP für die Stadt Koblenz.....	3
Abbildung 2-1: Gebäudeanzahl nach Gebäudetyp.....	4
Abbildung 2-2: Gebäudeanzahl nach Baualter.....	5
Abbildung 2-3: Wärmebedarf nach Heizungssystem.....	6
Abbildung 2-4: Gasnetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz.....	8
Abbildung 2-5: Stromnetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz.....	7
Abbildung 2-6: Wärmenetzinfrastruktur in der Stadt Koblenz.....	10
Abbildung 2-7: Wärmebedarf nach Energieträgern.....	11
Abbildung 2-8: Räumliche Darstellung des absoluten Wärmebedarfs.....	12
Abbildung 2-9: Räumliche Darstellung des relativen Wärmebedarfs.....	13
Abbildung 2-10: Darstellung der städtischen Liegenschaften.....	14
Abbildung 2-11: Energie- und Treibhausgasbilanz 2023 für die Wärmeversorgung.....	16
Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte gem. WWF-Studie.....	19
Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude.....	20
Abbildung 3-3: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs im Bereich GHD gem. WWF-Studie.....	21
Abbildung 3-4: Ergebnis des Kennwertevergleichs der öffentlichen Liegenschaften der Stadt Koblenz.....	23
Abbildung 3-5: Flächenverteilung der Stadt Koblenz.....	24
Abbildung 3-6: Übersicht Geothermie.....	30
Abbildung 3-7: Standortbewertung für Erdwärmesonden.....	31
Abbildung 3-8: Sondenarten für Geothermienutzung.....	32
Abbildung 3-9: Entzugsleistungen oberflächennahe Geothermie.....	33
Abbildung 3-10: Untergrundtemperaturen mitteltiefer Geothermie.....	34
Abbildung 3-11: Solarenergiepotenziale auf Dachflächen (Gegenüberstellung).....	39



Abbildung 3-12: Abflussmittelwerte und Wassertemperaturen Messstelle Koblenz.....	41
Abbildung 3-13: Potenzielle Abwasserwärme Kläranlage / DB-Museum.....	43
Abbildung 3-14: Potenzielle Abwasserwärme Deutsches Eck, Pfaffendorfer Brücke .....	43
Abbildung 3-15: Potenzielle Abwasserwärme Düker Ehrenbreitstein .....	44
Abbildung 3-16: Windpotenzialfläche Feldflur bei Rübenach.....	46
Abbildung 3-17: Windpotenzialfläche im Wald östlich Arenberg/ Immendorf .....	46
Abbildung 3-18: Gewässer im Betrachtungsgebiet.....	48
Abbildung 3-19: Zusammenfassung der Potenzielle erneuerbarer Energien.....	51
Abbildung 4-1: Parameter für die Szenarientwicklung .....	54
Abbildung 4-2: Zielszenario des Wärmebedarfes für Koblenz .....	55
Abbildung 4-3: THG-Emissionen 2040 auf Basis der zukünftigen Wärmebereitstellung .....	56
Abbildung 4-4: Szenario der THG-Emissionen für die Wärmerversorgung bis 2045.....	57
Abbildung 4-5: Bewertung der Wärmenetzeignung (Flure).....	61
Abbildung 4-6: Wärmeversorgungsgebiete Stadt Koblenz .....	62
Abbildung 4-7: Wärmeversorgungsgebiete und geplante Bauflächen .....	64
Abbildung 4-8: Wärmeversorgungsgebiete und potenzielle Ankerpunkte.....	65
Abbildung 4-9: Gemittelte Wärmegestehungskosten als Ergebnis der Wärmevollkostenrechnung.....	74
Abbildung 4-10: Spanne der gemittelten Wärmegestehungskosten als Ergebnis der Wärmevollkostenrechnung.....	75
Abbildung 5-1: Übersicht der Wärmewendestrategie .....	77
Abbildung 5-2: Darstellung der drei identifizierten Fokusgebiete.....	79
Abbildung 5-3: Lageplan zum Fokusgebiet Rauental .....	81
Abbildung 5-4: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Rauental .....	82
Abbildung 5-5: Lageplan zum Fokusgebiet Altstadt .....	84
Abbildung 5-6: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Altstadt.....	85
Abbildung 5-7: Lageplan zum Fokusgebiet Karthause .....	87
Abbildung 5-8: Ausbauszenario zum Fokusgebiet Karthause .....	88

Abbildung 6-1 Stakeholder-Mapping Kommunale Wärmeplanung Koblenz.....	97
Abbildung 6-2: Unternehmensbefragung - Bereitschaft für Anschluss an ein Wärmenetz .....	98
Abbildung 6-3: Unternehmensbefragung - Bedarf an Wasserstoff.....	98
Abbildung 6-4 Bürgerinformationsveranstaltung KWP Koblenz.....	101
Abbildung 6-5 Bürgerinformationsveranstaltung KWP Koblenz.....	101
Abbildung 8-1: Darstellung eines PDCA-Zyklus .....	103
Abbildung 9-1: Logo Wärme Zukunft Koblenz.....	109

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
ALKIS	Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
C	Celsius
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
COP	Coefficient of Performance
dena	Deutschen Energieagentur
EFH	Einfamilienhaus
enm	Energienetze Mittelrhein
EVU	Energieversorgungsunternehmen
evm	Energieversorgung Mittelrhein AG
EW	Einwohner
FAQ	Frequently Asked Questions
FNP	Flächennutzungsplan
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeotIS	Geothermischen Informationssystem
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistung
GMH	Großes Mehrfamilienhaus
h	Stunde
Ha	Hektar
i. d. R.	in der Regel
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
i. H. v.	in Höhe von
JAZ	Jahresarbeitszahlen
JNG	Jahresnutzungsgrad
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
KWP	Kommunale Wärmeplanung
l	Liter
m	Meter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Million(en)
MW	Megawatt
MW	Megawatt peak
MWh	Megawattstunde(n)
NGF	Nettogrundfläche
NH	Normalhöhe
NWG	Nicht-Wohngebäude
ORC	Organic Rankine Cycle
OSM	Open Street Map
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
s	Sekunde
SGD	Struktur- und Genehmigungsdirektion

SLP	Standardlastprofil
t	Tonne(n)
THG	Treibhausgas
u. a.	unter anderem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
WEA	Windenergieanlagen
WPG	Wärmeplanungsgesetz
z. B.	zum Beispiel

## Quellenverzeichnis

**Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (2023)**, Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen, <https://repository.difu.de/handle/difu/21>, letzter Zugriff am 31.07.2024.

**Europäische Kommission. (2019)**: Langfristige Strategie – Zeithorizont 2050, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_de#documentation](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_de#documentation).

**Falke et al. (2001)**. Altspeisefette.

**FIZ Karlsruhe**: Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur GmbH, <https://www.fiz-karlsruhe.de/>.

**Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (2023)**, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), [https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&v=1), letzter Zugriff am 31.07.2024.

**GEG - Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäude**: Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

**GeotIS: Geothermische Potentiale**: Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S. & Schulz, R. (2014): The Geothermal Information System for Germany - GeotIS – ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144, <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>, letzter Zugriff am 31.07.2024.

**Institut für Energie- und Umweltforschung; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH**, [https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI\\_Endbericht\\_2011.pdf](https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI_Endbericht_2011.pdf), letzter Zugriff am 26.07.2018.

**Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (2018)**: Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Darmstadt.

**Jeder Tropfen Zählt GmbH**: Jeder Tropfen zählt, <https://jedertropfenzaehlt.de/aus-der-ku%CC%88che-in-den-tank/>, letzter Zugriff am 18.07.2024.

**Johann Heinrich von Thünen-Institut**: (17. 07 2024). Dritte Bundeswaldinventur (2012), <https://bwi.info/>, letzter Zugriff am 17.07 2024.

**Kersting et al. (1996):** Entsorgung von Altfetten.

**Klimaschutzgesetz:** Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist.

**Kommunale Wärmeplanung, Handlungsleitfaden (2020),** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.), [https://www.kea-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/094\\_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf](https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf), letzter Zugriff am 31.07.2024.

**Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. (2021):** Abfallwirtschaftsprofile der öffentlich rechtlichen Entsorgungsträger Rheinland-Pfalz . Mainz: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz.

**Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. (2021):** Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz. Mainz: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz.

**Landesforsten Rheinland-Pfalz:** Landesforsten Rheinland-Pfalz - Unser Wald in Zahlen, <https://www.wald.rlp.de/forstamt-koblenz/wald/unser-wald-in-zahlen>, letzter Zugriff am 17.07.2024.

**LWG:** Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz, §3: <https://landesrecht.rlp.de/bsrp/document/jlr-WasGRP2015pG1>, letzter Zugriff 19.06.2023.

**Prognos et al. (2014):** Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose, Prognos AG, [https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/140716\\_langfassung\\_583\\_seiten\\_energiereferenzprognose\\_2014.pdf](https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/140716_langfassung_583_seiten_energiereferenzprognose_2014.pdf), letzter Zugriff am 31.07.2024.

**Richtlinie 2000/60/EG Artikel 4 Absatz 1:** Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik: <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>, letzter Zugriff 05.12.2011.

**Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland. (2016):** Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Zahl der Tiere - Stichtag - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte (bis2016), Stand: 08.02.2024 / 11:23:28. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

**Statistisches Bundesamt (Destatis):** Holzeinschlagsstatistik (forstl. Erzeugerbetriebe) 2022. Von Holzeinschlag: Bundesländer, Jahre, Holzsorten, Holzartengruppen, Waldeigentumsarten. (27.01.2022).

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2016):** Bodennutzung landwirtschaftlicher Betriebe 2016; Entgültiges Ergebnis der Bodennutzungshaupterhebung (C I - 4j/16). Bad Ems: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz.

**Technikkatalog Wärmeplanung (Juni 2024)**, im Auftrag des BMWK und BMWStB, <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung>, letzter Zugriff am 31.07.2024.

**VDI 4640**: Richtlinie 4640: Thermische Nutzung des Untergrunds - Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte (Juni 2010), Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hrsg.).

**Webseite Amprion**: <https://www.amprion.net/Strommarkt/Abgaben-und-Umlagen/EEG-Jahresabrechnung/2022.html><https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, letzter zugriff am 26.02.2024.

**Webseite BMU a**: [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung.pdf?\\_\\_blob=publication-file&v=3](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung.pdf?__blob=publication-file&v=3), letzter Zugriff am 21.07.2022.

**Webseite Energieatlas RLP**: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/strom/stromeinspeisung/suche/2022/0723500000>, letzter Zugriff am 15.01.2024.

**Webseite Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz**: <http://www.gda-wasser.rlp.de/GDAWasser/client/gisclient/index.html?applicationId=12588&mp:forcePreventCache=14143139175#>, letzter Zugriff am 15.01.2024.

**Webseite Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur**: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht>, letzter Zugriff am 26.02.2024.

**Webseite Netztransparenz**: <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>, letzter Zugriff am 26.02.2024.

**Webseite Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz**: <https://infothek.statistik.rlp.de/Meine-Heimat/content.aspx?id=101&l=1&g=07235&tp=54307>, letzter Zugriff am 15.01.2024.

**WMS-Dienst des LGB RLP**, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Hrsg.), [http://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view\\_id=12%20und%20http://www.lgb-rlp.de/wms-dienste.html](http://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=12%20und%20http://www.lgb-rlp.de/wms-dienste.html), letzter Zugriff am 31.07.2024.

**WPG - Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze**: Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394).

**WPsmart im Bestand**: Wärmepumpenfeldtest – Fokus Bestandsgebäude und smarter Betrieb, 2020, Fraunhofer ISE et al., [https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/wp-smart-im-bestand/download/Berichte/BMWi-03ET1272A-WPsmart\\_im\\_Bestand-Schlussbericht.pdf](https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/wp-smart-im-bestand/download/Berichte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf), letzter Zugriff am 31.07.2024.

**WWF (2009):** Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 - vom Ziel her denken, Prognos AG und Öko-Institut, <https://www.oeko.de/oekodoc/971/2009-003-de.pdf>, letzter Zugriff am 31.07.2024.