

Kommunaler Wärmeplan der Landeshauptstadt Mainz

Zwischenbericht

Bestands- und Potenzialanalyse

– Oktober 2025 –



Landeshauptstadt
Mainz

| | |
|---|-----------|
| 1. Zusammenfassung des Zwischenberichts | 4 |
| 2. Bestandsanalyse (§ 15 WPG) | 7 |
| 2.1 Ausgangslage und Einordnung..... | 7 |
| 2.2 Das Untersuchungsgebiet | 7 |
| 2.3 Datengrundlage | 8 |
| 2.4 Analyse Endenergieverbrauch und Energieträger | 10 |
| 2.4.1 Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern | 10 |
| 2.4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren..... | 13 |
| 2.4.3 Räumliche Verteilung der Energieträger | 14 |
| 2.4.4 Anteile erneuerbarer Energien und Abwärme | 15 |
| 2.4.5 Leitungsgebundener Endenergieverbrauch | 17 |
| 2.4.5.1 Anteil leitungsgebundener Endenergieverbrauch..... | 17 |
| 2.4.5.2 Anteil Wärmenetze aus erneuerbaren Energien und Abwärme | 18 |
| 2.5 Gebäude- und Siedlungsstruktur | 19 |
| 2.5.1 Überwiegende Gebäudetypen | 19 |
| 2.5.2 Überwiegende Baualtersklassen der Gebäude | 21 |
| 2.5.3 Analyse der Siedlungstypologien..... | 23 |
| 2.6 Energieinfrastruktur..... | 24 |
| 2.6.1 Analyse der Wärmeerzeugungsanlagen | 24 |
| 2.6.2 Analyse der Wärmenetze und -leitungen..... | 29 |
| 2.6.3 Analyse der Wärmeerzeugungsanlagen, die in ein Wärmenetz einspeisen | 31 |
| 2.6.4 Bestehende und genehmigte Gasnetze..... | 34 |
| 2.6.5 Analyse der Wärme- und Gasspeicher | 37 |
| 2.6.6 Bestehende und genehmigte Abwassernetze und -leitungen | 39 |
| 2.6.7 Analyse der Stromnetze | 41 |
| 2.6.8 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme | 44 |
| 2.6.8.1 Erstellung von Wärmedichte-Karten | 44 |
| 2.6.8.2 Visualisierung der Wärmeliniendichte..... | 45 |
| 2.6.9 Identifikation potenzieller Großverbraucher | 47 |
| 3. Potenzialanalyse (§ 16 WPG) | 49 |
| 3.1 Erneuerbare Energien zur Wärmegewinnung | 50 |
| 3.1.1 Abwasserwärme und Wärme aus der Kläranlage | 50 |
| 3.1.2 Biomasse..... | 53 |
| 3.1.3 Geothermie..... | 56 |
| 3.1.4 Tiefengeothermie | 56 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.1.5 | Oberflächennahe Geothermie..... | 60 |
| 3.1.6 | Erdwärmekollektoren..... | 61 |
| 3.1.7 | Erdwärmesonden | 63 |
| 3.1.8 | Grundwasserbrunnen..... | 67 |
| 3.1.9 | Wärmepumpen..... | 68 |
| 3.1.9.1 | Luftwärmepumpen | 68 |
| 3.1.9.2 | Wärmepumpen mit Eisspeicher | 73 |
| 3.1.10 | Flussthermie | 74 |
| 3.1.11 | Solarthermie | 77 |
| 3.1.11.1 | Solarthermiefpotenziale auf Dachflächen | 77 |
| 3.1.11.2 | Solarthermiefpotenziale auf Freiflächen | 79 |
| 3.2 | Wasserstoff | 81 |
| 3.3 | Wärmespeicher | 87 |
| 3.4 | Industrielle Abwärme..... | 87 |
| 3.5 | Erneuerbare Stromquellen zur Wärmeversorgung | 90 |
| 3.5.1 | Photovoltaik..... | 90 |
| 3.5.1.1 | Photovoltaik auf Dachflächen..... | 90 |
| 3.5.1.2 | Photovoltaik auf Freiflächen | 92 |
| 3.5.2 | Windkraft..... | 93 |
| 3.6 | Einsparungen durch Gebäudesanierungen..... | 96 |
| 3.7 | Fazit Potenzialanalyse | 99 |
| 4. | Abbildungsverzeichnis..... | 110 |
| 5. | Tabellenverzeichnis..... | 112 |
| 6. | Literaturverzeichnis | 113 |

1. Zusammenfassung des Zwischenberichts

Warum eine kommunale Wärmeplanung?

Die Wärmewende, die Abkehr von fossilen Brennstoffen und der Einsatz klimaneutraler Alternativen, ist zentral für das Erreichen der Mainzer Klimaschutzziele. Die Landeshauptstadt Mainz ist seit 2016 „Masterplankommune 100 % Klimaschutz“ und nimmt an der vom Bundesumweltministerium initiierten Exzellenzinitiative für besonders ambitionierte Kommunen teil. Mit der ersten Fortschreibung des Masterplan 100% Klimaschutz, inklusive des überarbeiteten Maßnahmenkatalogs 2.0, verabschiedete der Stadtrat am 30. November 2022 (Beschluss 1423/2022) das Konzept, wie die Stadt Mainz mit verstärkten Anstrengungen die Klimaneutralität möglichst bis zum Jahr 2035 erreichen kann. Das Konzept integriert alle wesentlichen vorangegangenen Stadtratsbeschlüsse, wie: Umsetzung Masterplan (1055/2017), Klimanotstand (1414/2019), Klimaneutralität (0024/2021), Konsequenter Klimaschutz (1663/2021) sowie Beschlüsse des Klimaschutzbeirates.

Die kommunale Wärmeplanung ist eine Pflicht für alle Kommunen in Deutschland, die durch das Wärmeplanungsgesetz (WPG) seit Januar 2024 eingeführt wurde. Größere Städte mit über 100.000 Einwohnern, wie die Stadt Mainz, müssen ihre Wärmepläne bis zum 30. Juni 2026 vorlegen. Sie bildet die Grundlage für eine strategische, sozialverträgliche und technisch machbare Transformation des Wärmesektors.

Rahmenbedingungen und Beteiligung

Die Landeshauptstadt Mainz setzt die Vorgaben des Bundes und des Landes Rheinland-Pfalz um und orientiert sich an ambitionierten lokalen Klimazielen. Die Wärmeplanung ist Teil des Masterplans „100 % Klimaschutz“ und wird vom Grün- und Umweltamt der Stadt Mainz koordiniert. Sie baut auf der Vorarbeit des Wärmemasterplans 2.0 der Mainzer Stadtwerke auf. Die Bestands- und Potenzialanalyse ist gemäß § 15 und §16 des WPG verpflichtend. Sie bildet die Grundlage für alle weiteren Planungsschritte und muss nach den Vorgaben des Gesetzes und dessen Anhängen durchgeführt werden.

Neben der Stadtverwaltung sind die Mainzer Stadtwerke und deren Gesellschaften, die Wohnungswirtschaft, Fachbereiche des Landes Rheinland-Pfalz, Industrie, Wissenschaft, Vertreter:innen von Verbänden und externe Fachbüros eingebunden. Die Öffentlichkeit wird über die Webseite der Stadt Mainz, Bürgerforen und über Einbeziehung der Ortsvorsteher:innen der Stadtteile informiert.

Der vorliegende Bericht dokumentiert das Vorgehen und die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet den Startpunkt der Kommunalen Wärmeplanung der Landeshauptstadt Mainz und erfasst systematisch den aktuellen Stand der Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet. Die Erhebung und Verarbeitung aller Daten erfolgten unter strikter Einhaltung des Datenschutzes. Es

werden keine personenbezogenen Daten verwendet. Die Ergebnisse werden über ein digitales WebGIS bereitgestellt. Sie beinhalten:

- Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs in allen Sektoren (Wohnen, Gewerbe, öffentliche Gebäude)
- Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur (z. B. Fernwärme-, Gas-, Strom- und Abwassernetze, Erzeugungsanlagen, Speicher)
- Erfassung der Gebäudestruktur (Gebäudetypen, Baualtersklassen, Sanierungsstand)
- Darstellung der räumlichen Verteilung von Energieträgern und Verbrauchsschwerpunkten

Wo steht Mainz heute?

- **Wärmebedarf:** Der jährliche Wärmebedarf in Mainz beträgt rund 2.560 Gigawattstunden (GWh). Davon entfallen 62 % auf Wohngebäude, 28 % auf Gewerbe und Industrie sowie 11 % auf öffentliche Gebäude.
- **Energieträger:** Die Wärmeversorgung ist aktuell noch stark von fossilen Energieträgern geprägt: 75 % des Bedarfs werden durch Erdgas gedeckt, 20 % durch Fernwärme, der Rest durch Heizöl, Strom und Biomasse.
- **Erneuerbare Energien:** Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung liegt bei etwa 9 %. Die Fernwärme in Mainz weist bereits einen hohen Anteil erneuerbarer und unvermeidbarer Abwärme auf.
- **Infrastruktur:** Das Stadtgebiet verfügt über ein gut ausgebautes Fern- und Nahwärmenetz (mehr als 3.200 Hausanschlüsse), ein umfangreiches Gasnetz und eine leistungsfähige Strom- und Abwasserinfrastruktur. Die Strominfrastruktur wird aktuell durch die Mainzer Stadtwerke (Mainzer Netze) ertüchtigt und ausgebaut, um den Anforderungen der Energiewende gerecht zu werden. Die Siedlungsstruktur reicht von dichter Innenstadtbebauung bis zu ländlichen Stadtteilen.

Potenziale für die Wärmewende

Die Potenzialanalyse bewertet, welche Möglichkeiten zur klimaneutralen Wärmeversorgung in Mainz bestehen. Sie umfasst:

- Ermittlung und Bewertung der Potenziale erneuerbarer Wärmequellen (z. B. Solarthermie, Geothermie, Abwasserwärme, industrielle Abwärme)
- Abschätzung der Potenziale für Energieeinsparungen durch Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung
- Analyse der Potenziale erneuerbarer Stromquellen (Photovoltaik, Windkraft) zur Unterstützung der Wärmewende
- Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Restriktionen

Die technische und theoretische Potenzialanalyse zeigt, dass Mainz über vielfältige Möglichkeiten zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung verfügt:

Erneuerbare Wärmequellen:

- **Biomasse:** Restholz und Bioabfall werden bereits weitgehend genutzt, zusätzliche Potenziale sind aktuell begrenzt.
- **Flussthermie (Rhein):** Bietet ein erhebliches strategisches Potenzial, insbesondere für die Versorgung von Quartieren in Rheinnähe, eine Machbarkeitsstudie ist Voraussetzung zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit.
- **Geothermie:** Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden, Kollektoren) ist in vielen Bereichen möglich, jedoch genehmigungspflichtig; tiefe Geothermie kann langfristig eine Option darstellen, die jeweils eine Machbarkeitsprüfung voraussetzt.
- **Industrielle Abwärme:** Hohe Potenziale, die Einbindung bei Unternehmen ist jedoch häufig komplex
- **Abwärmenutzung aus Rechenzentren:** Hohe Potenziale, die bei neuen Rechenzentren ab Juli 2026 nach aktueller Rechtslage (Energieeffizienzgesetz (EnEfG) Stand: 18.11.2023) verpflichtend genutzt werden müssen
- **Solarthermie:** Ergänzendes Potenziale für Warmwasser und Heizungsunterstützung auf Dach- und Freiflächen, aber saisonal begrenzt nutzbar.
- **Wärmepumpen:** Besondere Eignung für sanierte Gebäude und Randlagen; Luftwärmepumpen könnten in 41 % der Wohngebäude eingesetzt werden.
- **Wasserstoff:** Perspektivisch vor allem für Industrie und Mobilität und als Reserve für ausgewählte Quartiere oder Gebäude relevant.

Erneuerbare Stromquellen:

- **Photovoltaik:** Sehr hohe Potenziale auf Dach- und Freiflächen, aber saisonal begrenzt nutzbar ggf. Installationen von Speichern nötig.
- **Windkraft:** Kann die Elektrifizierung der Wärmeversorgung unterstützen.

Einsparpotenziale:

- **Energetische Sanierungen** können bis zum Jahr 2045 bis zu 41 % des Wärmebedarfs einsparen, bis zum Jahr 2040 bis zu 28 %. Die Sanierungsrate und die Nutzung effizienter Technologien sind entscheidend für den Erfolg der Wärmewende.

Wie geht es weiter?

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse werden in den nächsten Schritten konkrete Szenarien für eine klimaneutrale Wärmeversorgung entwickelt. Daraus werden Maßnahmen und Prioritäten abgeleitet, die in einem Bericht und Karten der kommunalen Wärmeplanung dokumentiert werden und in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen.

2. Bestandsanalyse (§ 15 WPG)

2.1 Ausgangslage und Einordnung

Die Bestandsanalyse bildet den **Startpunkt und das Fundament** der kommunalen Wärmeplanung. Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) fordert in §15 eine systematische und qualifizierte Bestandsanalyse als Grundlage der kommunalen Wärmeplanung und legt im Anhang 2 des Gesetzes die genauen Inhalte und Darstellungen fest (Bundesministerium der Justiz, 2023). Diese Analyse wird durch die planungsverantwortliche Stelle durchgeführt und umfasst u.a. folgende Pflichten:

- **Ermittlung des aktuellen Wärmebedarfs oder -verbrauchs** im beplanten Gebiet, einschließlich der hierbei eingesetzten Energieträger
- **Bestandsaufnahme der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen** (zentrale und dezentrale Anlagen)
- **Erfassung der für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen** (z.B. Wärmenetze, Gas- und Stromleitungen)

Die erhobenen Informationen dienen der **Entwicklung des Zielszenarios**, der **Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete** und der **Darstellung der angestrebten Versorgung bis zum Zieljahr**. Sie liefert:

- ein umfassendes Bild der aktuellen Wärmeversorgung, einschließlich des Versorgungsgrades, der genutzten Energieträger und der Sektorenverteilung,
- die Grundlage für die räumliche Einteilung der Gemeinde in Wärmeversorgungsgebiete,
- die Basis zur Identifikation von Handlungsfeldern und Prioritätsgebieten für die spätere Detailplanung.

Ohne die systematische Erhebung und Bewertung der bestehenden Versorgung wäre eine gezielte und realistische Planung für zukünftige Entwicklungen nicht möglich. Die **anschließende Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung und konkrete Maßnahmenplanung** bauen zwingend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse auf.

2.2 Das Untersuchungsgebiet

Die kommunale Wärmeplanung der Landeshauptstadt Mainz umfasst das gesamte Stadtgebiet auf der linken Rheinseite. Die Fläche beträgt rund **9.776 Hektar**. Mainz gliedert sich in **15 Stadtteile** und **11 Gemarkungen**.

Dieses Gebiet bildet die **räumliche Grundlage** für die Wärmeplanung. Hier werden der aktuelle **Wärmebedarf**, die vorhandene **Energieinfrastruktur** und die **Potenziale für eine klimafreundliche Wärmeversorgung** untersucht. Ziel ist es, die Wärmeversorgung in Zukunft nachhaltiger und effizienter zu gestalten.

Die Stadt weist eine **vielfältige Siedlungsstruktur** auf. In der Innenstadt – etwa in der Altstadt oder Neustadt – ist die Bebauung dicht. In Stadtteilen wie Finthen, Bretzenheim oder Drais sind die Wohn-

gebiete eher locker bebaut und vorstädtisch geprägt. Diese Unterschiede sind wichtig für die Wärmeplanung. Denn je nach Lage und Bebauung sind unterschiedliche **Versorgungsformen und Technologien** sinnvoll.

Die geografische Lage von Mainz – etwa **50° Nord und 8° Ost** – sowie die **Höhenunterschiede** zwischen dem Rheinufer (ca. 82 m über NN) und Mainz-Ebersheim (bis zu 245 m über NN) beeinflussen zusätzlich die klimatischen Bedingungen und die technische Machbarkeit einzelner Lösungen. Die Nähe zum Rhein bietet zudem besondere Chancen, etwa für die Nutzung von **Flussthermie**.

Die Stadt Mainz steht im Austausch mit umliegenden Kommunen, um Synergien zu nutzen und regionale Ansätze in der Wärmeplanung zu fördern.

2.3 Datengrundlage

Die kommunale Wärmeplanung der Landeshauptstadt Mainz basiert auf einer Vielzahl von Datenquellen, die systematisch erhoben, geprüft und verarbeitet wurden. Die Daten stammen insbesondere von den Mainzer Stadtwerken und deren Gesellschaften, den Schornsteinfeger:innenn sowie der Stadtverwaltung Mainz. Ziel war es, eine belastbare Grundlage für die Bestandsanalyse und die Potenzialermittlung zu schaffen, die den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes entspricht.

Mainzer Stadtwerke AG und verbundene Gesellschaften

Die Mainzer Stadtwerke AG und ihre Tochtergesellschaften – darunter die Mainzer Netze GmbH, die Mainzer Fernwärme GmbH sowie die Mainzer Stadtwerke Energie & Service GmbH (MSES GmbH) und Mainzer Wärme PLUS GmbH – stellten für die kommunale Wärmeplanung umfangreiche Daten zur Verfügung:

- Verbrauchsdaten (2021–2023): Erdgas-, Strom-, Fernwärme- und Nahwärmeverbräuche auf Baublockebene, georeferenziert und aggregiert zur Wahrung des Datenschutzes (mindestens fünf Gebäude pro Block)
- Infrastrukturdaten (Stand 2025): Lage, Länge, Alter und Druckebene des Gasnetzes sowie Informationen zur Fernwärme- und Nahwärmeinfrastruktur
- Erzeugungsdaten (2021 – 2023): Einspeisemengen aus zentralen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen
- Datenverarbeitung: Mittelwertbildung über drei Jahre zur Glättung von Verbrauchsschwankungen und zur Verbesserung der Vergleichbarkeit.

Die Daten wurden durch die Stadtwerke-Gesellschaften in enger Abstimmung mit der Stadtverwaltung bereitgestellt und bilden eine zentrale Grundlage für die räumliche Wärmebedarfsanalyse und die Bewertung der bestehenden Versorgungsstrukturen.

Schornsteinfeger:innen

Die bevollmächtigten BezirksSchornsteinfeger:innen lieferten Daten zu:

- Feuerungsanlagen: Brennstoffart, Alter und Typ der Anlagen für das Jahr 2023
- Einschränkungen: Keine Erfassung von Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen

- **Datenschutzgerechte Aggregation:** Auch hier erfolgte die Zusammenfassung auf Baublockebene zur Wahrung der Anonymität

Diese Daten ergänzen die Verbrauchsinformationen der Stadtwerke insbesondere für Gebäude ohne Anschluss an zentrale Versorgungsnetze.

Stadtverwaltung Mainz

Die Stadtverwaltung stellte folgende Daten bereit:

- **Kommunale Liegenschaften:** Wärmeverbrauchsdaten öffentlicher Gebäude, Stand 2023
- **Gebäudestruktur:** Baualter und Nutzung aus der automatisierten Liegenschaftskarte.
- **Modellierung:** Für rund 20 % der Gebäude ohne reale Verbrauchsdaten wurde der Wärmebedarf modelliert – unter Anwendung der TABULA-Typologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (Institut für Wohnen und Umwelt, 2017) und unter Berücksichtigung der Gebäudeklasse und Baualtersgruppe
- **Ergänzende Datenquellen:** Brennstoffdaten wurden aus den Schornsteinfegerdaten übernommen und mit Verwaltungsdaten abgeglichen

Umgang mit Datenlücken und Unsicherheiten

Die kommunale Wärmeplanung Mainz geht transparent mit Datenlücken und Unsicherheiten um:

- **Konsistenzprüfung:** Verbrauchswerte wurden auf Plausibilität geprüft, z. B. durch Vergleich mit Durchschnittswerten pro Quadratmeter
- **Dokumentation:** Auffällige Werte wurden hinterfragt, korrigiert und die Datenqualität dokumentiert.
- **Fortschreibung:** Die Stadt Mainz plant eine kontinuierliche Verbesserung der Datenbasis durch neue Messungen, Kooperationen mit Energieversorgern und die Integration in den digitalen Zwilling.

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Mainz erfüllt durch die verwendeten Datenquellen und angewandten Methoden die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes und schafft zugleich eine belastbare Grundlage für realistische Handlungsoptionen zur Wärmewende in Mainz.

Erhobene und modellierte Daten sollen künftig im **digitalen Zwilling** der Landeshauptstadt Mainz strukturiert vorgehalten werden. Dieser ermöglicht die Simulation verschiedener Wärmeversorgungsszenarien auf Basis integrierter Echtzeitdaten wie Gebäudestruktur, Verbrauchsmuster und Netzlasten und unterstützt damit direkt die anschließenden Umsetzungsphasen, z. B. Machbarkeitsstudien für Wärmenetze.

In den folgenden Abschnitten werden die Daten entsprechend den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes bearbeitet.

Definition „Baublock“ gemäß Wärmeplanungsgesetz

Ein **Baublock** im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes bezeichnet ein Gebäude, mehrere Gebäude oder Liegenschaften, die von mehreren oder sämtlichen Seiten durch Straßen, Schienen oder andere natürliche oder bauliche Grenzen umschlossen sind. Für die Zwecke der kommunalen Wärmeplanung gelten diese baulich zusammenhängenden Einheiten als eine funktionale Einheit und werden als zusammengehörig betrachtet. Die Einteilung in Baublöcke dient der strukturierten Analyse und Planung der Wärmeversorgung innerhalb des beplanten Gebiets.

2.4 Analyse Endenergieverbrauch und Energieträger

2.4.1 Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern

Die kommunale Wärmeplanung der Landeshauptstadt Mainz basiert auf einer detaillierten Analyse des aktuellen Endenergieverbrauchs für Wärme sowie der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Diese Analyse erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15, Anhang 2), insbesondere hinsichtlich der Bilanzierung nach Energieträgern und Emissionsfaktoren.

Die Energie- und Treibhausgasbilanz für den Wärmebereich im Stadtgebiet Mainz ist in Tabelle 2 dargestellt. Grundlage der Berechnung sind die erhobenen Endenergieverbräuche für Raumwärme und Warmwasser in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Treibhausgasemissionen wurden durch Multiplikation der Verbrauchswerte mit den standardisierten Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog für kommunale Wärmeplanung der Deutschen Energieagentur (dena) berechnet (Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), 2024).

Aus der Tabelle 2 geht hervor: Erdgas ist mit einem Anteil von 75 % der dominierende Energieträger in Mainz. Erneuerbare Energien wie Biomasse (0,2 %) und Wärmepumpen (0,8 %) sind nur gering vertreten.

Im Mainzer Stadtgebiet gibt es unterschiedliche Wärmenetze. Es gibt ein Fernwärmenetz, welches von der Mainzer Fernwärme GmbH betrieben wird und einen Treibhausgasemissionsfaktor von **0 g CO₂-Äquivalent pro kWh** (Mainzer Fernwärme, 2024) vorweist. Somit ist es nach GEG CO₂-neutral. Die Wärme besteht hier u.a. aus der Verwendung der unvermeidbaren Abwärme, welche bei der Stromerzeugung, wie z.B. bei dem Müllheizkraftwerk auf der Ingelheimer Aue, anfällt. Die erzeugte Wärmemenge für das Mainzer Fernwärmenetzes liegt bei 444 GWh/a. Die exakten Berechnungen und entsprechenden Bescheinigungen können auf der Homepage der Mainzer Fernwärme eingesehen werden (Mainzer Fernwärme GmbH, 2025). Die Infrastruktur, die von der Mainzer Fernwärme GmbH betrieben wird, wird im vorliegenden Bericht als „Fernwärme“ bezeichnet.

Weiterhin gibt es mehrere Wärmenetze, die durch die Mainzer Wärme PLUS GmbH, eine Tochter der Mainzer Stadtwerke Energie und Service (MSES) GmbH, bzw. die MSES selbst betrieben bzw. beliefert werden. Dazu gehören die Wärmenetze in der Berliner Siedlung, am Lerchenberg, im Heilig-Kreuz-Viertel und im Grün- und Umweltamt. Diese Wärmenetze und deren Infrastruktur und Energiemengen wurden in dem vorliegenden Bericht unter „Nahwärme“ zusammengefasst. Als Emissionsfaktor ist ein gewichteter Mittelwert der Nahwärmenetze von 15 g CO₂Äq/kWh angegeben. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Mainzer Nahwärmenetze, aus denen sich der gewichtete Mittelwert der Treibhausgasemissionsfaktoren zusammensetzt. Die Berechnung der Emissionsfaktoren für die Wärmenetze orientiert sich an Anhang 9 des GEG.

Tabelle 1: Übersicht Nahwärmenetze Mainz

| Name Netz | Endenergie | Emissionsfaktor | Emissionen |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | kWh/a | g/kWh | t CO ₂ /a |
| Lerchenberg (Mainzer Wärme Plus) | 41.111.384 | 12 | 493 |
| Berliner Siedlung (Mainzer Wärme Plus) | 16.549.420 | 22 | 364 |
| Heiligkreuz-Viertel (Mainzer Wärme Plus) | Wird von Mainzer Fernwärme beliefert | 0 | |
| Grün- und Umweltamt (MSES) | 1.873.000 | 14 | 26 |
| Gesamt | 59.533.804 | 15 (gewichteter Mittelwert) | 884 |

Tabelle 2: Energie- und Treibhausgasbilanz für den Bereich Wärme

| Energieträger | Anteil | Endenergie Wärme | Emissionsfaktoren | THG-Emissionen |
|--|-------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| Einheit | % | GWh/a | g CO ₂ Äq/kWh | t CO ₂ Äq |
| Erdgas | 75,2% | 1.927,1 | 240,0 | 462.502,4 |
| Heizöl | 3,5% | 89,9 | 310,0 | 27.548,8 |
| Strom (Nachtspeicherheizungen) | 0,8% | 20,4 | 260,0 | 5.297,3 |
| Strom (Wärmepumpen) | 0,8% | 19,6 | 0,0 | 0,0 |
| Biomasse | 0,2% | 4,5 | 20,0 | 89,2 |
| Fernwärme (Mainzer Fernwärme GmbH) | 17,3% | 444,1 | 0,0 | 0,0 |
| Nahwärme (Mainzer Wärme Plus GmbH bzw. MSES) | 2,3% | 59,9 | 15,0 | 883,6 |
| Gesamt | 100% | 2.562,3 | | 496.320,4 |

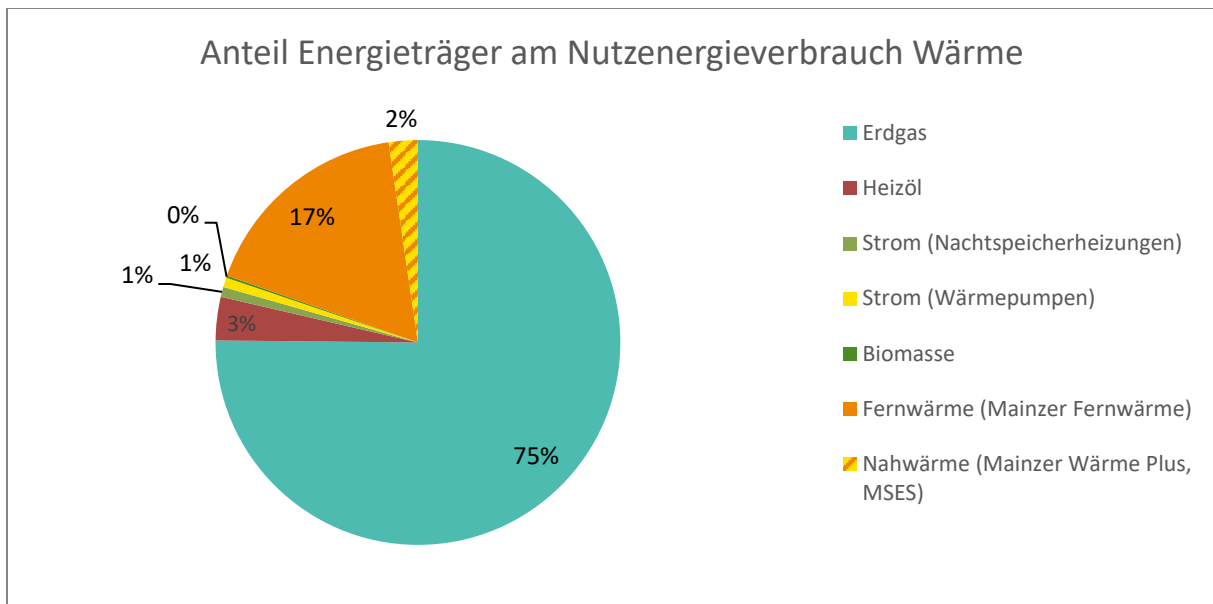


Abbildung 1: Energieträgerverteilung beim Endenergieverbrauch Wärme in Mainz
(eigene Darstellung nach Daten der Stadtwerke und der Schornsteinfeger: innen Mainz)

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (Mainzer Stadtwerke AG, 2023) weist das Stadtgebiet Mainz einen **hohen Anteil an erdgasbasierter Wärmeversorgung** auf (siehe Abbildung 2: Anteil Mainz 75 %, Anteil Bundesdurchschnitt 51 %). Dafür ist der Anteil von **heizölbasierter Wärmeversorgung** deutlich geringer (Anteil Mainz 3 %, Anteil Bundesdurchschnitt 20 %).

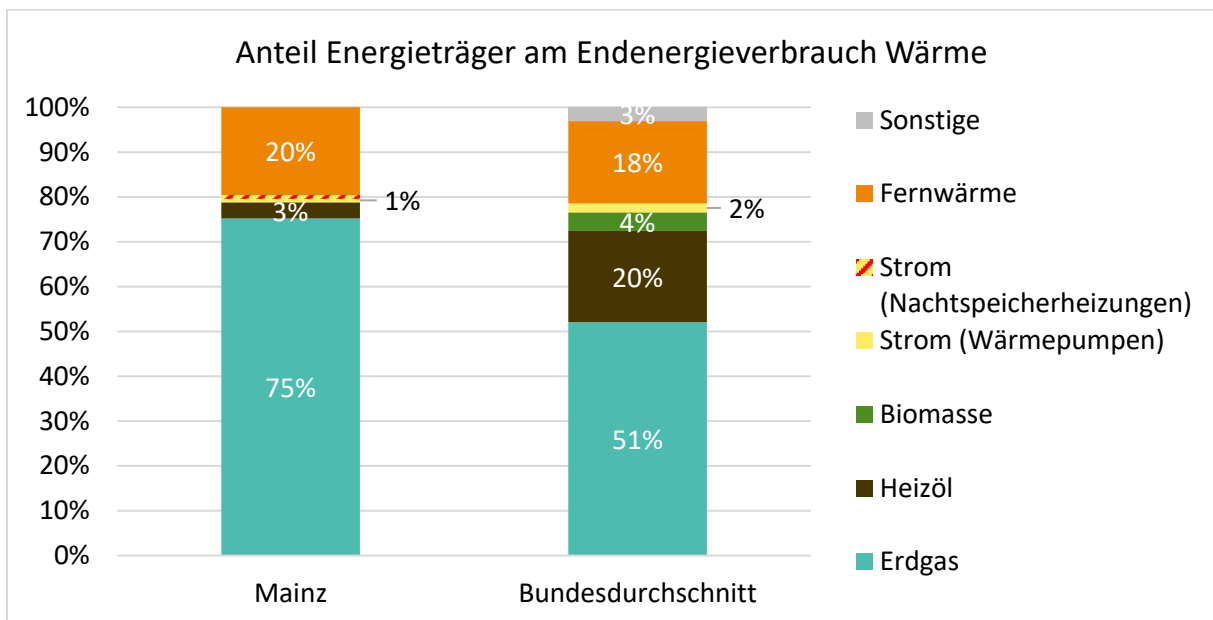


Abbildung 2: Anteil Energieträger im Vergleich zum Bundesdurchschnitt
(eigene Darstellung nach Daten der Stadtwerke Mainz, Schornsteinfeger:innen Mainz und Statistisches Bundesamt (2023), zitiert nach Wärmemasterplan 2.0 der Stadt Mainz)

2.4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren

Analog zur Aufschlüsselung nach Energieträgern erfolgt in diesem Abschnitt die Kategorisierung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren. Den größten Anteil hat der Sektor **Wohnen** mit **62 %** des gesamten Endenergieverbrauchs. An zweiter Stelle folgt der Bereich **Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)** mit einem Anteil von **28 %**.

Tabelle 3: Endenergieverbrauch Wärme gruppiert nach Sektoren

| Sektoren | Anteil | Endenergie Wärme | THG-Emissionen |
|--|--------|------------------|----------------------|
| | % | GWh/a | t CO ₂ Äq |
| Wohnen | 62% | 1.575,7 | 305.223,0 |
| Gewerbe, Handel und Dienstleistungen und Industrie | 28% | 705,5 | 136.650,0 |
| Kommunale und öffentliche Gebäude | 10% | 278,0 | 54.228,0 |
| Sonstiges (nach Quellenlage nicht zuzuordnen) | 0% | 1,0 | 192,0 |
| Gesamt | 100% | 2.562,2 | 496.294,0 |

Im Stadtgebiet der Landeshauptstadt Mainz entfällt ein deutlich höherer Anteil des Endenergieverbrauchs für Wärme auf den Sektor **Wohnen** als im Bundesdurchschnitt. Während in **Mainz 62 %** des Verbrauchs diesem Sektor zugeordnet werden, liegt der entsprechende Wert **deutschlandweit** bei lediglich **45 %** (Umweltbundesamt, 2024). Im Gegensatz dazu ist der Anteil des Endenergieverbrauchs für Wärme im Bereich **Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie** in Mainz deutlich geringer als im Bundesdurchschnitt. In **Mainz** beträgt dieser Anteil **28 %**, während er **bundesweit** bei **55 %** liegt (Abbildung 3).

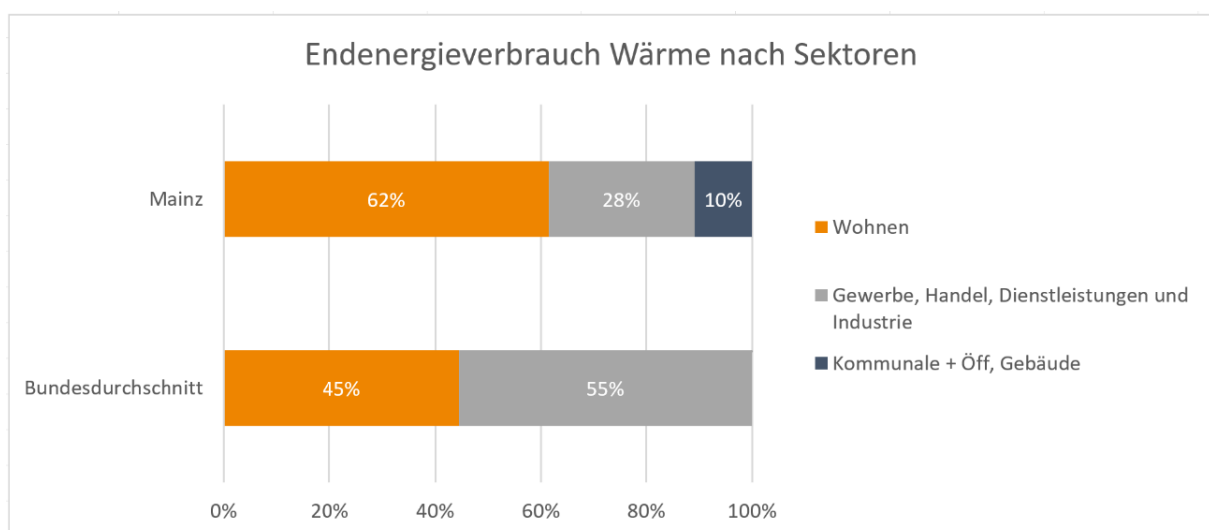


Abbildung 3: Vergleich der Endenergieverteilung Wärme – Stadtgebiet Mainz im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (eigene Darstellung nach ALKIS-Daten und Daten des Umweltbundesamtes, 2025)

2.4.3 Räumliche Verteilung der Energieträger

Die Verteilung der Energieträger lässt sich auch räumlich auf Ebene der Baublöcke darstellen. Abbildung 4 zeigt für die Baublöcke in der Mainzer Innenstadt den jeweils vorherrschenden Energieträger – also jenen mit dem höchsten relativen Anteil. Die Verteilung der Energieträger für das gesamte Stadtgebiet ist im Anhang 1 zu finden.

Anhand der Abbildungen wird deutlich, dass **Erdgas** der dominierende Energieträger zur Wärmeversorgung im Stadtgebiet Mainz ist. In Teilen der Innenstadt und im Norden von Mainz sowie im Stadtteil Lerchenberg dominiert der Anschluss an ein Wärmenetz.

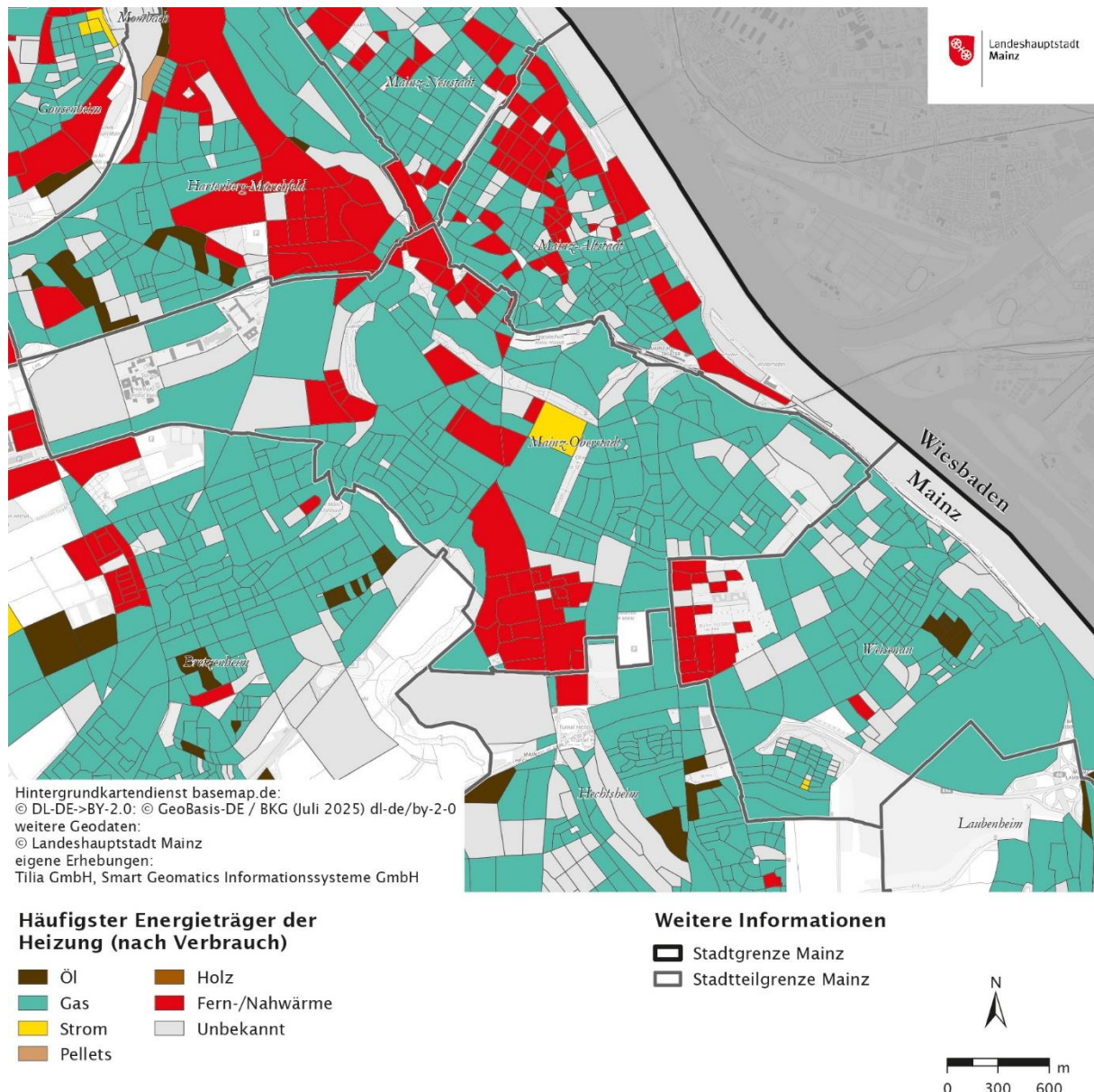


Abbildung 4: Räumliche Verteilung der Energieträger im Stadtgebiet Mainz
(eigene Darstellung nach Daten der Schornsteinfeger:innen Mainz)

Die Anteile der Energieträger lassen sich auch nach ihren Anteilen an der Deckung des Wärmebedarfs darstellen. Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Energieträger nach den einzelnen **Stadtteilen** im

Stadtgebiet Mainz. Dabei wird deutlich, dass **Erdgas** in fast allen Stadtteilen der dominierende Energieträger zur Wärmeversorgung ist. Eine Ausnahme bildet der Stadtteil **Lerchenberg**, wo die Gebäude überwiegend über **Wärmenetze** versorgt werden.

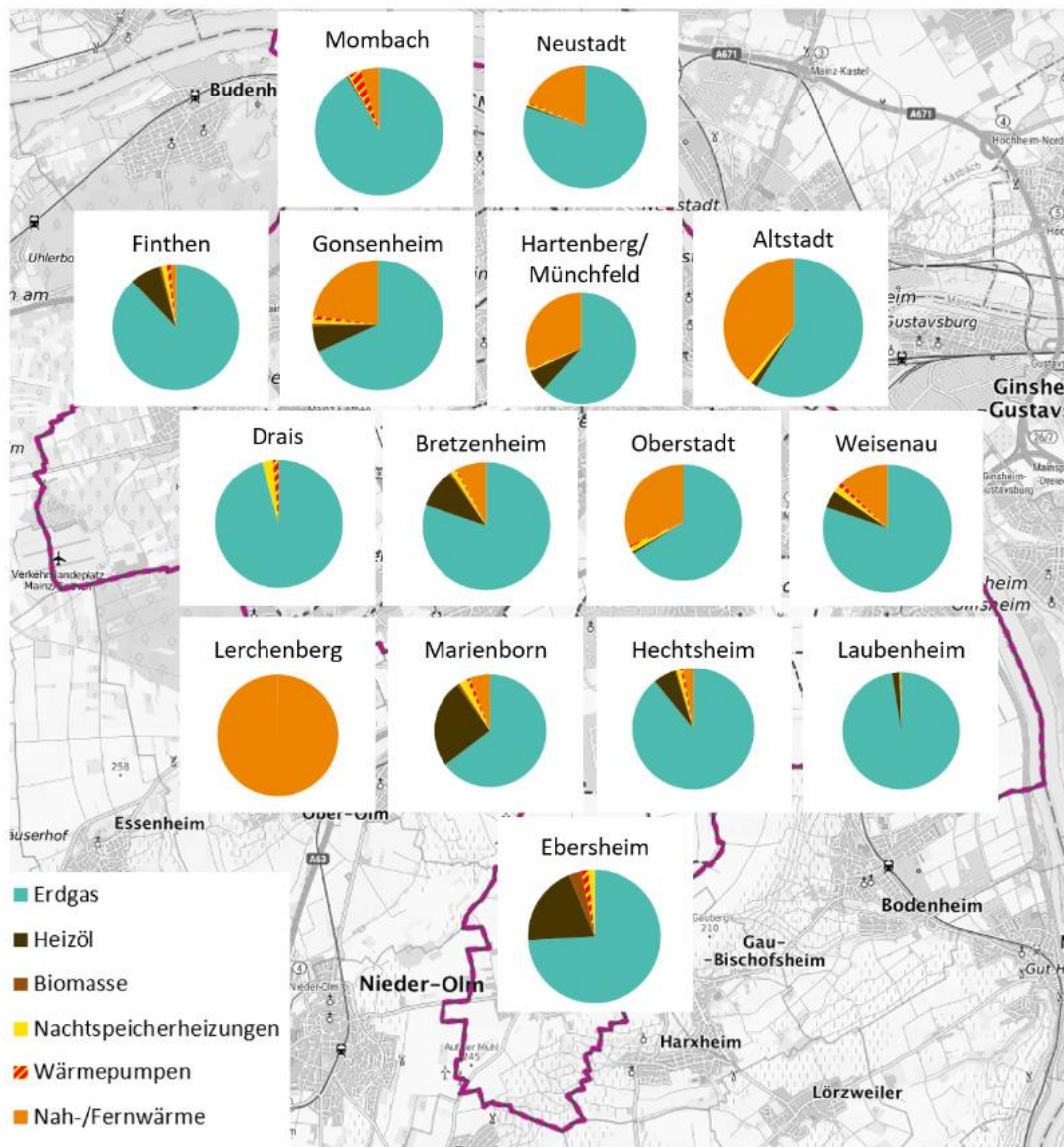


Abbildung 5: Anteile der Energieträger nach Stadtteilen

2.4.4 Anteile erneuerbarer Energien und Abwärme

Der Anteil fossiler Energieträger – insbesondere **Erdgas** und **Heizöl** – an der Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Mainz liegt derzeit bei **85 %**. Der Anteil **erneuerbarer Energien** und **unvermeidbarer Abwärme** an der Wärmeversorgung beträgt rund **15 %**.

Tabelle 4 zeigt zudem, dass ein Großteil, der durch **erneuerbare Energien** und **Abwärme** erzeugten Wärme über die **zentrale Wärmeversorgung** in die Wärmenetze eingespeist wird. Betrachtet man hingegen ausschließlich die **dezentrale Wärmeerzeugung** im Stadtgebiet Mainz, so steigt der Anteil fossiler Energieträger auf **98 %**.

Tabelle 4: Energieträgerarten zur Wärmeerzeugung im Vergleich

| Energieträger für Wärmeerzeugung | Endenergieverbrauch Wärme | Anteil inkl. Wärmenetze | Anteil nur bei dezentraler Erzeugung |
|---|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Einheit | GWh/a | % | % |
| Fossile Energieträger | 2.170 | 85% | 98% |
| Wärmeerzeugung erneuerbare Energien | 232 | 9% | 1,2% |
| Wärmeerzeugung aus Abwärme | 140 | 5% | 0% |
| Sonstiges (Nachtspeicherheizungen, unbekannt) | 20 | 1% | 1% |
| Gesamt | 2.562 | 100 % | 100 % |

Auch die grafische Darstellung zeigt deutlich den hohen Anteil an fossilen Energieträgern an der Wärmeversorgung im Stadtgebiet Mainz, insbesondere bei der dezentralen Wärmeversorgung.

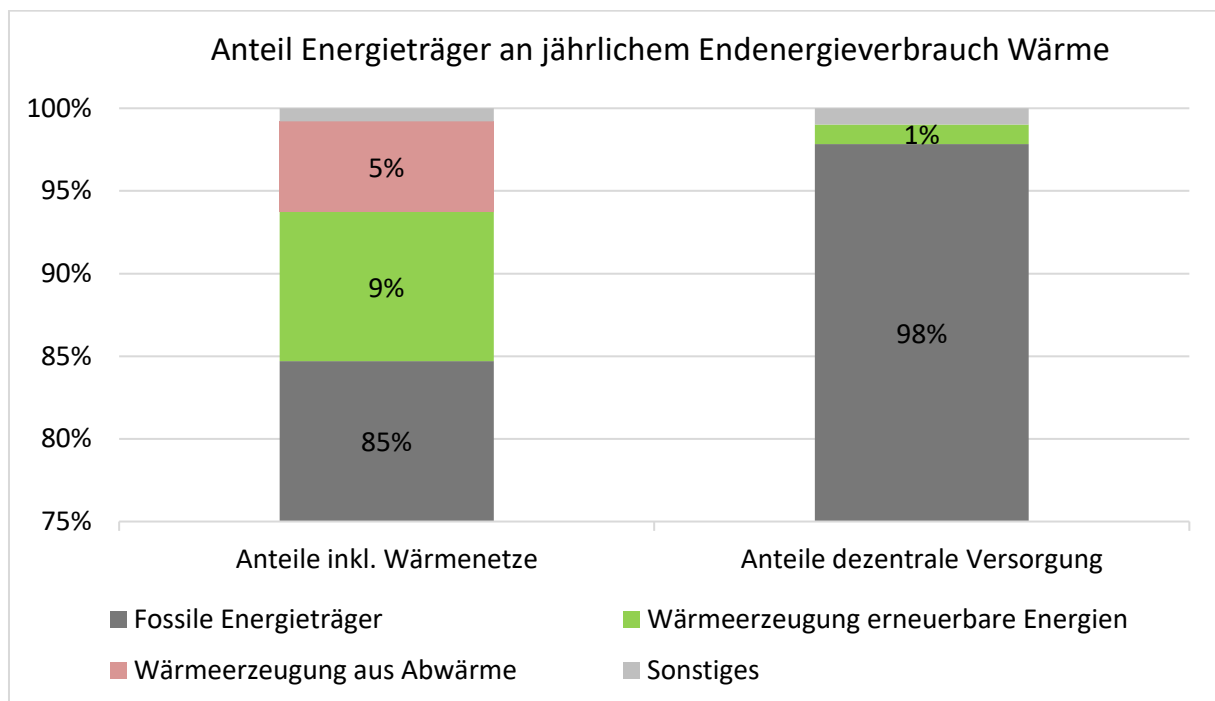


Abbildung 6: Anteile fossiler und erneuerbare Energieträger bei Wärmeversorgung (eigene Darstellung nach Daten der Stadtwerke Mainz)

2.4.5 Leitungsgebundener Endenergieverbrauch

2.4.5.1 Anteil leitungsgebundener Endenergieverbrauch

Ein Großteil der leitungsgebundenen Wärme im Stadtgebiet Mainz wird durch **erdgasbasierte Erzeugungsanlagen, die direkt Wärme aus dem Erdgas, das über das Erdgasnetz im Stadtgebiet verteilt wird, erzeugen**, bereitgestellt. Ihr Anteil liegt bei etwa **80 %**. Eine weitere Form der leitungsgebundenen Wärme stellt die Versorgung über **Wärmenetze** dar. Über die Nah- und Fernwärmenetze der **Mainzer Stadtwerke (bzw. deren Tochtergesellschaften Mainzer Fernwärme GmbH, Mainzer Wärme Plus und MSES)** werden jährlich rund **502 GWh** Wärme geliefert. Dies entspricht etwa **20 %** der gesamten leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Mainz.

Tabelle 5: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme

| Energieträger | Endenergie Wärme | Anteilleitungsgebundener Wärme |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| | GWh/a | % |
| Erdgas | 1.927 | 79,3 |
| Nah- / Fernwärme (MFW, MWP, MSES) | 504 | 20,7 |
| Gesamt | 2.429 | 100 |

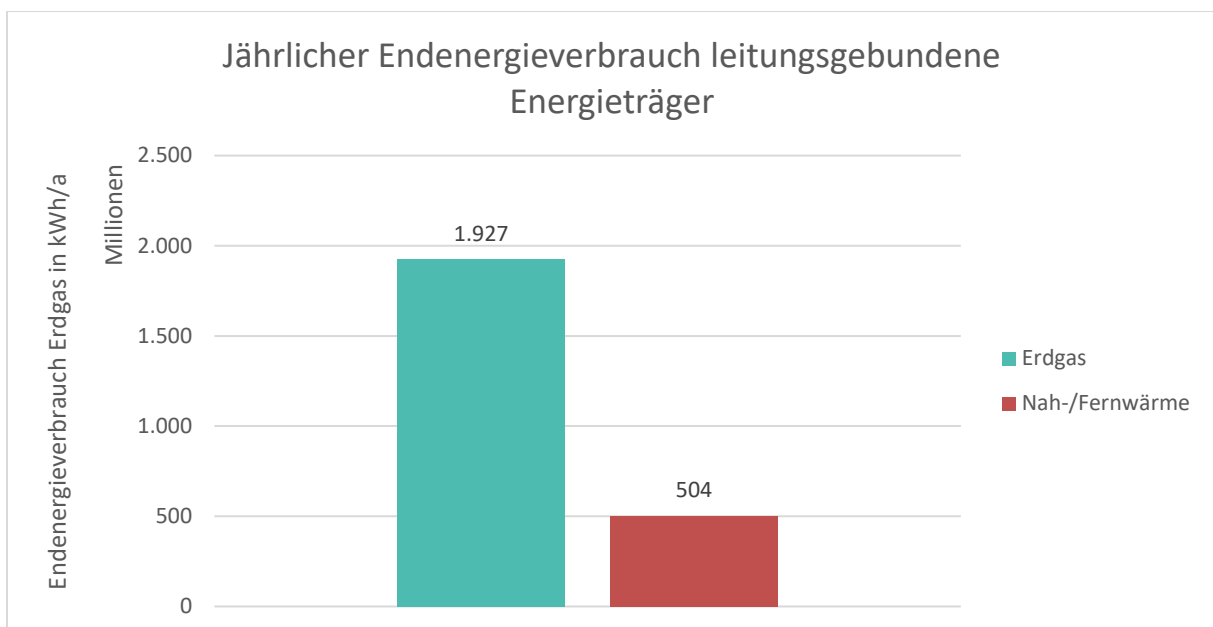


Abbildung 7: Jährlicher Endenergieverbrauch leitungsgebundene Energieträger
(eigene Darstellung nach Daten der Stadtwerke Mainz)

Abbildung 7 zeigt den jährlichen Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Energieträger im Stadtgebiet Mainz in Form eines Diagramms. Dabei wird deutlich, dass das **Erdgasnetz** mit Abstand die dominierende Infrastruktur bei der leitungsgebundenen Wärme ist.

Dennoch ist auch ein signifikanter Anteil an Wärme aus **Wärmenetzen** erkennbar, die etwa **20 %** der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ausmachen. Die restlichen **80 %** entfallen auf erdgasbasierte Erzeugungsanlagen.

2.4.5.2 Anteil Wärmenetze aus erneuerbaren Energien und Abwärme

Ein substanzieller Teil der im Stadtgebiet Mainz bereitgestellten Wärme basiert auf erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme. Diese werden vorrangig in den Wärmenetzen der Stadt genutzt (AGFW, 2025). Tabelle 6 weist die im Jahr 2023 eingespeisten Endenergiemengen aus erneuerbaren Quellen und industrieller Abwärme aus, die in den von der Mainzer Fernwärme GmbH, der Mainzer Wärme Plus sowie der MSES betriebenen Wärmenetzen genutzt wurden.

Tabelle 6 zeigt die eingespeiste Endenergie aus diesen Quellen für das Jahr 2023. Insgesamt wurden über die Wärmenetze rund **502 GWh Wärme** bereitgestellt. Davon entfielen:

- **207 GWh (41,3 %)** auf erneuerbare Energien, darunter:
 - Biogene Abfälle aus dem Müllheizkraftwerk
 - Klärschlamm-BHKWs
 - Biogas-BHKWs und Biogas-Kessel
- **140 GWh (27,9 %)** auf unvermeidbare Abwärme, ebenfalls aus dem Müllheizkraftwerk

Der Anteil **fossiler Energieträger** in den Wärmenetzen liegt damit bei **unter 31 %** und ist somit **deutlich niedriger als bei der dezentralen Wärmeversorgung**, die überwiegend auf Erdgas basiert. Diese Bilanz unterstreicht die strategische Bedeutung der Wärmenetze für die kommunale Wärmewende in Mainz.

Tabelle 6: Anteil erneuerbare Energien und leitungsgebundener Wärme im gesamten Mainzer Wärmenetz

| | Mainzer Fernwärme | | Mainzer Wärme Plus / MSES | | Gesamt | |
|----------------------------------|-------------------|------|---------------------------|------|--------|------|
| | GWh/a | % | GWh/a | % | GWh/a | % |
| Wärmeerzeugung Wärmenetze gesamt | 444,1 | 100 | 59,9 | 100 | 501,7 | 100 |
| Erneuerbare Energien | 194,3 | 43,7 | 15,0 | 25,3 | 207,5 | 41,6 |
| Abwärme | 140,0 | 31,5 | 0 | 0 | 140,0 | 27,8 |
| Fossile Energieträger | 109,8 | 24,7 | 44,5 | 77,1 | 503,6 | 30,6 |

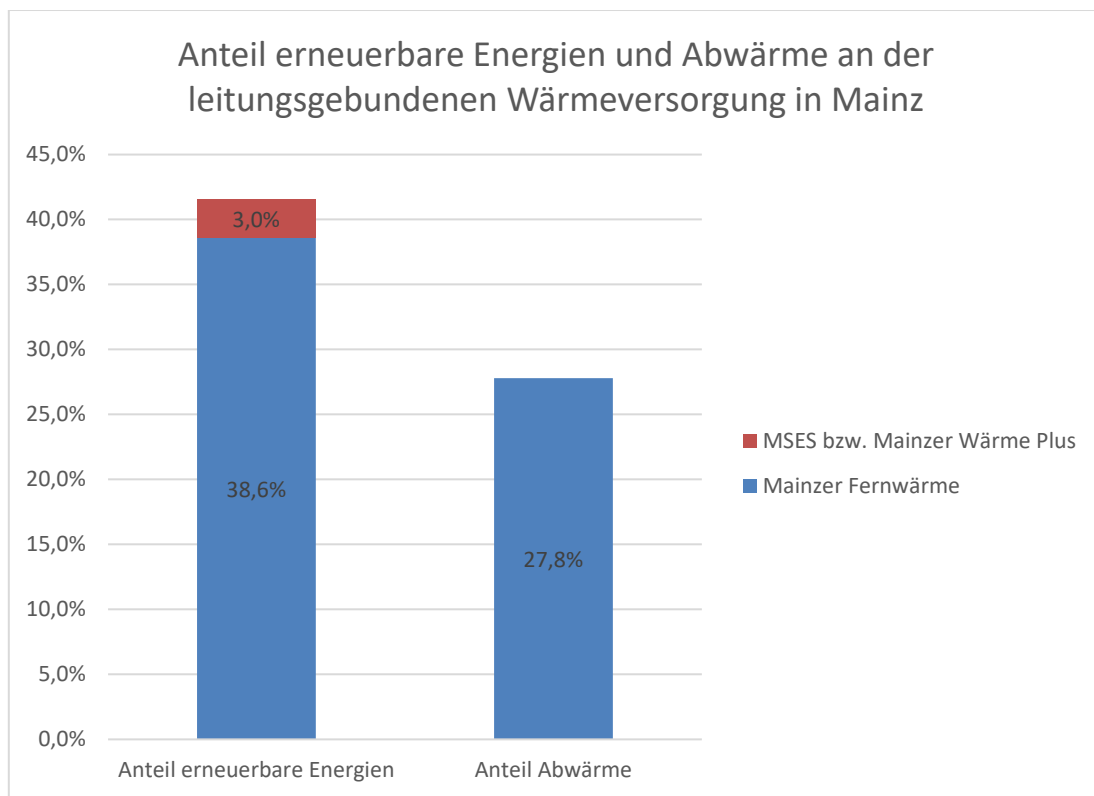


Abbildung 8: Anteil erneuerbaren Energien und Abwärme bei Wärmenetzen in Mainz
(eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Fernwärme und MSES)

Mit einem Anteil von **41 % erneuerbarer Energien** und **28 % Abwärme** an der Wärmeerzeugung weisen die **Mainzer Wärmenetze** im bundesweiten Vergleich einen **sehr niedrigen fossilen Anteil** auf (AGFW, 2025).

Bezieht man diese Anteile jedoch auf die **Gesamtheit der leitungsgebundenen Wärmeversorgung** – also einschließlich der Wärmebereitstellung durch **Erdgas** – relativieren sich die Werte deutlich: Der Anteil **erneuerbarer Energien** sinkt auf **9 %**, der Anteil **unvermeidbarer Abwärme** auf **6 %**.

2.5 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die räumliche Struktur des Stadtgebiets Mainz beeinflusst sowohl den Wärmebedarf als auch die Auswahl geeigneter Wärmeversorgungstechnologien. Eine differenzierte Betrachtung der Gebäudetypen ist daher unerlässlich, um die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG) zu erfüllen.

2.5.1 Überwiegende Gebäudetypen

Abbildung 9 zeigt die **baublockbezogene Darstellung der Gebäudetypen** in der Mainzer Innenstadt. Die Darstellung für das gesamte Stadtgebiet ist im Anhang 2 zu finden. Die Karte stellt jeweils den **vorherrschenden Gebäudetyp** innerhalb eines Baublocks dar – also den Typ mit dem größten Flächenanteil. Die Darstellung erfolgt farblich differenziert und umfasst folgende Kategorien:

- **Ein- und Zweifamilienhäuser** (= Gebäude, die von ein oder zwei Haushalten bewohnt werden)

- **Doppel- und Reihenhäuser** (Doppelhaus = zwei Haushälften, die von zwei Haushalten bewohnt werden und baulich getrennt sind; Reihenhäuser = Einfamilienhäuser, die baulich miteinander verbunden sind)
- **Mehrfamilienhäuser** (= Gebäude, die von drei bis sechs Haushalten bewohnt werden)
- **Große Mehrfamilienhäuser** (= Gebäude mit über 6 Wohneinheiten)
- **Wohnblöcke** (=Mehrfamilienhäuser, die baulich verbunden sind)
- **Hochhäuser** (= Mehrfamilienhäuser mit einer Höhe über 22 Metern)
- **Sonstige Gebäude mit Wohnraum** (z.B. Gebäude mit Wohnmischnutzung oder Wohnheime)
- **Nicht-Wohngebäude**

Diese Visualisierung ermöglicht eine schnelle Einschätzung der **Siedlungsstruktur** und bildet eine wichtige Grundlage für die **energetische Bewertung**. Sie zeigt, in welchen Stadtteilen eher kleinteilige Wohnbebauung dominiert (z. B. Finthen, Hechtsheim) und wo größere Wohnkomplexe oder Nicht-Wohngebäude vorherrschen (z. B. Innenstadtbereiche). Die Gebäudetypen sind entscheidend für die Auswahl geeigneter Technologien:

- In Gebieten mit Ein- und Zweifamilienhäusern sind **Einzelversorgungslösungen** wie Wärmepumpen oder Solarthermie besonders geeignet.
- In dichtbebauten Quartieren mit großen Mehrfamilienhäusern oder Wohnblöcken bieten sich **zentralisierte Systeme** wie Fernwärme oder Quartierslösungen an.

Die Karte unterstützt somit die räumlich differenzierte Planung und die Entwicklung passgenauer Versorgungsszenarien für die einzelnen Stadtteile.

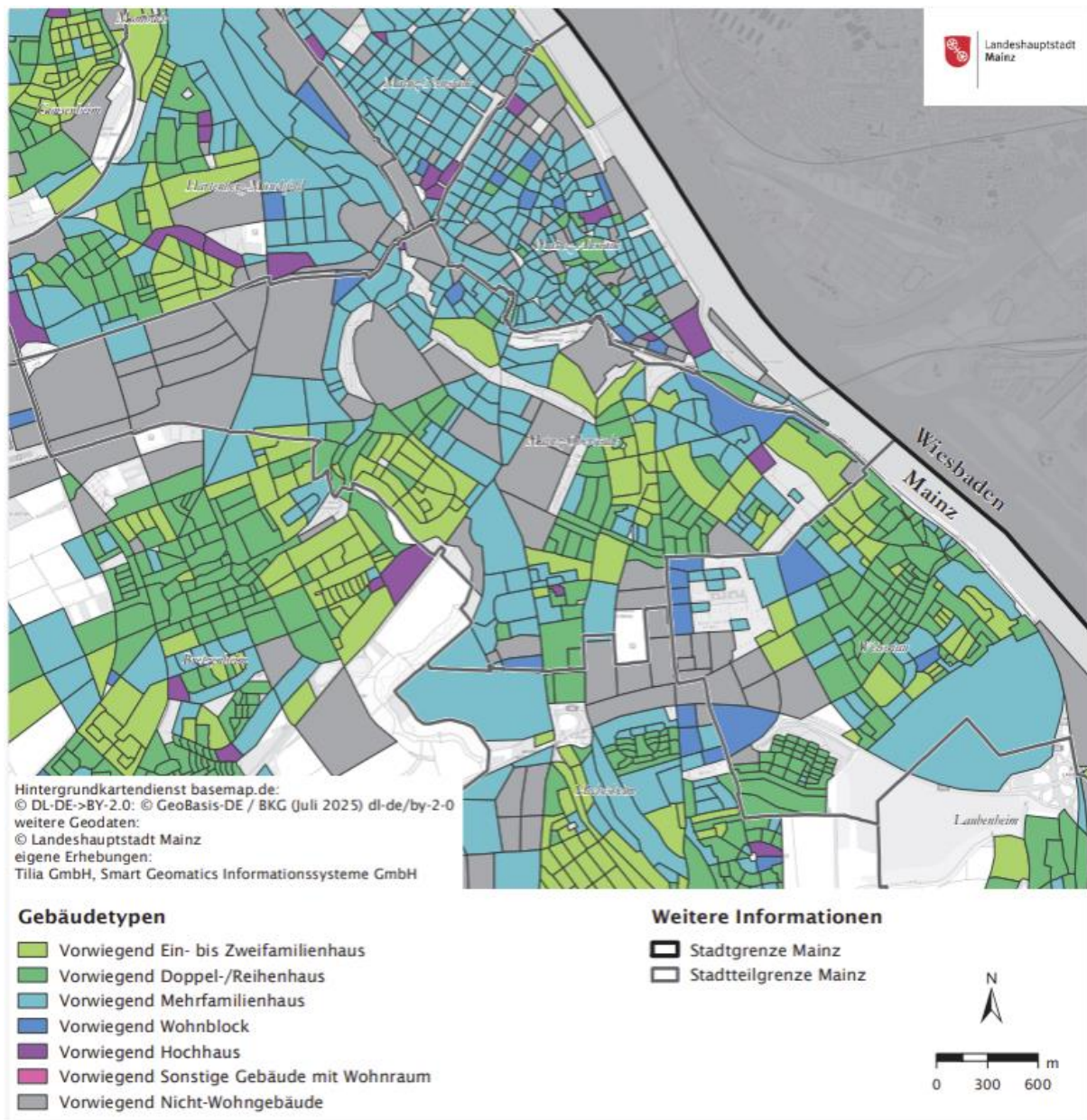


Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps
 (eigene Darstellung nach ALKIS-Daten)

2.5.2 Überwiegende Baualtersklassen der Gebäude

Die energetische Qualität von Gebäuden hängt maßgeblich vom Baualter und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ab. Für die kommunale Wärmeplanung ist die Einteilung in Baualtersklassen daher ein zentrales Instrument zur Bewertung des Wärmebedarfs und zur Ableitung geeigneter Maßnahmen. Die Analyse erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG), insbesondere hinsichtlich der differenzierten Betrachtung des Gebäudebestands.

Die Einteilung der Gebäude in **Baualtersklassen** basiert auf einer systematischen Auswertung der **Baujahresangaben** aus amtlichen Daten der Landeshauptstadt Mainz. Diese Angaben wurden in **standardisierte zeitliche Kategorien** überführt. Für die energetische Bewertung und zur Qualitätssicherung wird zusätzlich berücksichtigt, ob Sanierungs- oder Modernisierungsmaßnahmen stattgefunden haben. Dieses Verfahren erlaubt eine differenzierte Einschätzung der Gebäudesubstanz hinsichtlich Konstruktion und Dämmstandard, Heizungs- und Anlagentechnik und Sanierungsbedarf und

Modernisierungspotenzial. Solange keine grundlegenden energetischen Sanierungen erfolgt sind, lässt sich aus dem **Baualter** eines Gebäudes auf dessen **energetischen Zustand** schließen. Mit jeder neuen gesetzlichen Vorgabe stieg der durchschnittliche energetische Standard von Neubauten. Entsprechend sinkt der durchschnittliche Wärmebedarf bei den Gebäuden jüngerer Baualtersklassen.

Die **baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse** für die Mainzer Innenstadt ist in Abbildung 10 visualisiert. Eine Karte des gesamten Mainzer Stadtgebietes ist im Anhang 3 zu finden. Die Karten zeigen für jeden Baublock die Baualtersklasse, die dort flächenmäßig dominiert. Die Karte ermöglicht eine schnelle Einschätzung der energetischen Ausgangslage in den verschiedenen Stadtteilen und bildet eine wichtige Grundlage für die Szenarienentwicklung und die Ableitung von Sanierungsstrategien.

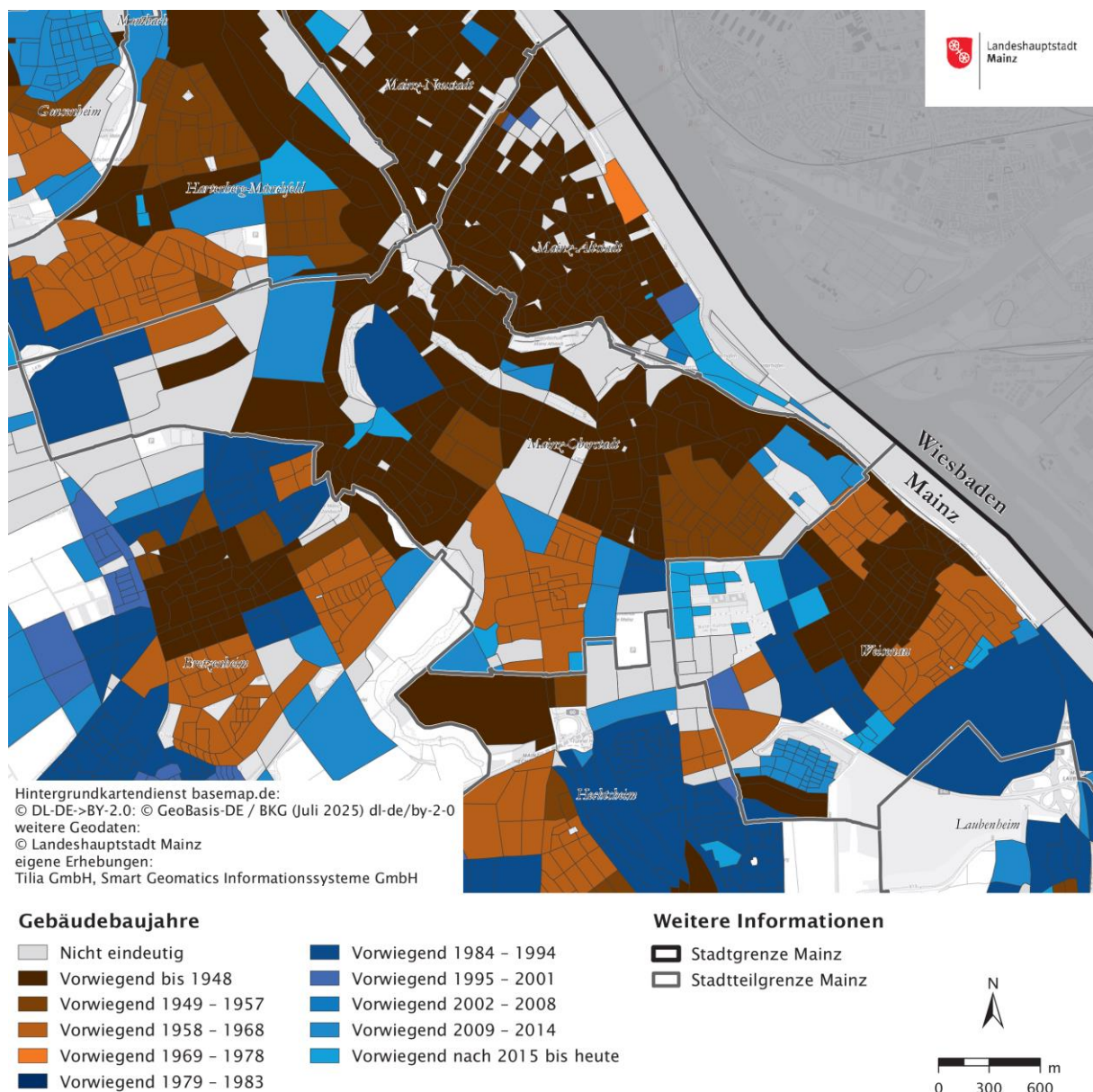


Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude (eigene Darstellung nach Daten der Stadtverwaltung Mainz)

Abbildung 11 zeigt exemplarisch die **Siedlungstypen in der Mainzer Innenstadt**, eine Karte für das gesamte Mainzer Stadtgebiet ist in Anhang 4 zu finden. Die Darstellung basiert auf einer kartografischen Auswertung und macht deutlich, dass sich die Siedlungstypologien in Mainz stark unterscheiden – je nach Stadtteil und baulicher Prägung. Während die Innenstadt eine **heterogene Siedlungstypologie** vorherrscht und durch eine hohe Bebauungsdichte und gemischte Nutzungen geprägt ist, dominieren in anderen Stadtteilen wie Finthen, Hechtsheim oder Drais eher **suburbane Strukturen** mit Ein- und Zweifamilienhäusern. In Gewerbegebieten wie Mainz-Mombach oder der Ingelheimer Aue finden sich hingegen überwiegend **Nicht-Wohngebäude** mit industrieller Nutzung.

Diese Unterschiede sind entscheidend für die Wärmeplanung:

- In **dicht bebauten, gemischt genutzten Quartieren** sind zentrale Versorgungslösungen wie Fernwärme oder Quartierswärmenetze besonders geeignet.
- In **lockeren Wohngebieten** bieten sich Einzelversorgungslösungen wie Wärmepumpen oder Solarthermie an.
- In **Gewerbe- und Industriegebieten** kann die Nutzung von Abwärme oder die Integration von Wasserstofflösungen sinnvoll sein.

Die vollständige Darstellung der Siedlungstypologien in allen Stadtteilen ist im Anhang enthalten und bildet eine wichtige Grundlage für die Szenarienentwicklung in der weiteren Wärmeplanung.

2.6 Energieinfrastruktur

2.6.1 Analyse der Wärmeerzeugungsanlagen

Grundlegend für die Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung ist die Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur. Dazu gehört insbesondere die Bewertung der **dezentralen Wärmeerzeugung** in Gebäuden, die den Großteil der Wärmeversorgung in Mainz ausmacht. Diese Analyse erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (Anhang 2, Punkt I.2.4), das eine räumlich differenzierte Erfassung der Wärmeerzeugungsanlagen vorsieht.

Wie bereits in 2.4.1 dargestellt, basiert der größte Teil der Wärmeversorgung in Mainz auf einer **erdgasbasierten, dezentralen Wärmeerzeugung**. Dies spiegelt sich auch in der Anzahl der installierten Wärmeerzeugungsanlagen wider, die in

Die Kategorie „**Sonstiges**“ umfasst Liegenschaften, für die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine belastbare Zuordnung zu einem spezifischen Wärmeerzeugungssystem erfolgen konnte. Hauptursache hierfür sind Limitierungen in der verfügbaren Geobasisdatenlage, insbesondere der ALKIS-Daten (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem): Bei Flurstücken mit mehreren baulichen Anlagen ist häufig nur einem Gebäudeteil eine postalische Adresse zugeordnet, wodurch eine eindeutige Verknüpfung mit Heizungsdaten (z. B. aus Schornsteinfegerdateien oder Versorgerdatenbanken) nicht möglich ist.

Darüber hinaus können in dieser Kategorie auch Gebäude enthalten sein, die über gebäudeübergreifende Wärmeversorgungssysteme (z. B. interne Nahwärmenetze oder Quartierslösungen) mit thermischer Energie versorgt werden, ohne dass dies in den verfügbaren Datenquellen explizit abgebildet ist. In Einzelfällen handelt es sich um Wärmeerzeugungsanlagen,

die außerhalb der Erfassungsbereiche der Mainzer Stadtwerke oder der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger:innen liegen. Der Anteil dieser nicht eindeutig klassifizierbaren Objekte beträgt ca. 22 % des Gesamtgebäudebestands.

Tabelle 7 nach Energieträgern aufgelistet ist.

Aus der Tabelle geht hervor:

- **Erdgaskessel** sind mit **77 %** die am häufigsten eingesetzten dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen im Stadtgebiet.
- **Hausübergabestationen für Fern-/Nahwärme** folgen mit einem Anteil von **9 %**.
- Weitere Anlagen wie **Heizölkessel (6 %)**, **Wärmepumpen (2 %)**, **Nachtspeicherheizungen (1 %)** und **Biomassekessel (0,3 %)** sind deutlich seltener vertreten.
- Die Kategorie „**Sonstiges**“ umfasst Liegenschaften, für die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine belastbare Zuordnung zu einem spezifischen Wärmeerzeugungssystem erfolgen konnte. Hauptursache hierfür sind Limitierungen in der verfügbaren Geobasisdatenlage, insbesondere der ALKIS-Daten (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem): Bei Flurstücken mit mehreren baulichen Anlagen ist häufig nur einem Gebäudeteil eine postalische Adresse zugeordnet, wodurch eine eindeutige Verknüpfung mit Heizungsdaten (z. B. aus Schornsteinfegerdateien oder Versorgerdatenbanken) nicht möglich ist.

Darüber hinaus können in dieser Kategorie auch Gebäude enthalten sein, die über gebäudeübergreifende Wärmeversorgungssysteme (z. B. interne Nahwärmenetze oder Quartierslösungen) mit thermischer Energie versorgt werden, ohne dass dies in den verfügbaren Datenquellen explizit abgebildet ist. In Einzelfällen handelt es sich um Wärmeerzeugungsanlagen, die außerhalb der Erfassungsbereiche der Mainzer Stadtwerke oder der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger:innen liegen. Der Anteil dieser nicht eindeutig klassifizierbaren Objekte beträgt ca. 22 % des Gesamtgebäudebestands.

Tabelle 7: Auflistung dezentraler Wärmeerzeuger

| Art der Wärmeerzeuger | Eingesetzter Energieträger | Anzahl | Anteil gesamt | Anteil zugewiesener Gebäude |
|------------------------|--|--------|---------------|-----------------------------|
| Erdgaskessel | Erdgas | 23.111 | 77% | 60% |
| Heizölkessel | Heizöl | 2.381 | 6% | 6% |
| Nachtspeicherheizungen | Strom | 416 | 1% | 1% |
| Hausübergabestationen | Nah-/Fernwärme | 3.334 | 11% | 9% |
| Biomassekessel | Biomasse (wie z.B. Pellets oder Hackschnitzel) | 117 | <1% | <1% |
| Wärmepumpen | Strom | 750 | 2% | 2% |

| | | | | |
|---------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Sonstiges | ohne Zuordnung | 8.163 | - | 22% |
| Gesamt | | 38.272 | 100% | 100% |

Die räumliche Verteilung der Wärmeerzeuger ist in

Abbildung 12 dargestellt. Sie zeigt die Anzahl der Anlagen pro Stadtteil im Stadtgebiet Mainz. Die Auswertung bestätigt, dass in fast allen Stadtteilen Erdgaskessel dominieren, während andere Wärmeerzeuger eher punktuell vertreten sind. Eine Ausnahme bildet hier der Stadtteil Lerchenberg, der fast ausschließlich durch Nahwärme versorgt wird.

Diese räumliche Differenzierung ist ein wichtiger Bestandteil der Wärmeplanung. Sie ermöglicht die Planung von gezielten Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, etwa durch den Ausbau von Wärmenetzen oder die Förderung erneuerbarer Technologien.

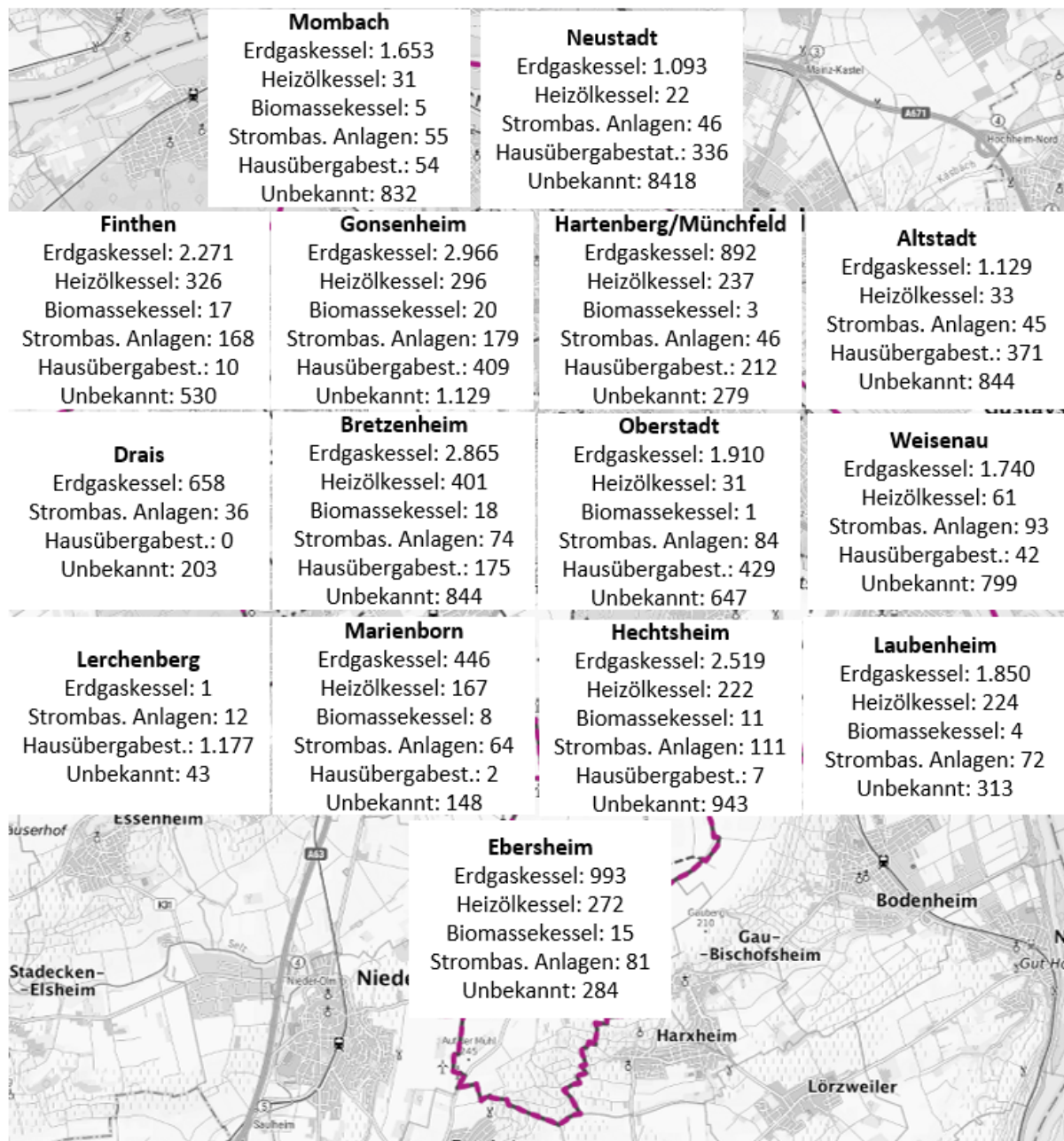


Abbildung 12: Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger auf Stadtteilebene
(eigene Darstellung nach Daten der Schornsteinfeger:innen Mainz und der Mainzer Stadtwerke)

Ein weiterer Fokus liegt auf der **Identifikation von Baublöcken**, in denen bereits **erneuerbare Energien** zur Wärmeversorgung eingesetzt werden. In Abbildung 13 sind jene Baublöcke in der Mainzer Innenstadt farblich markiert, in denen **Strom (z. B. durch Wärmepumpen)** oder **Biomasse** als vorherrschender Energieträger genutzt wird. Eine Karte für das gesamte Stadtgebiet der Landeshauptstadt Mainz ist in Anhang 5 zu finden.

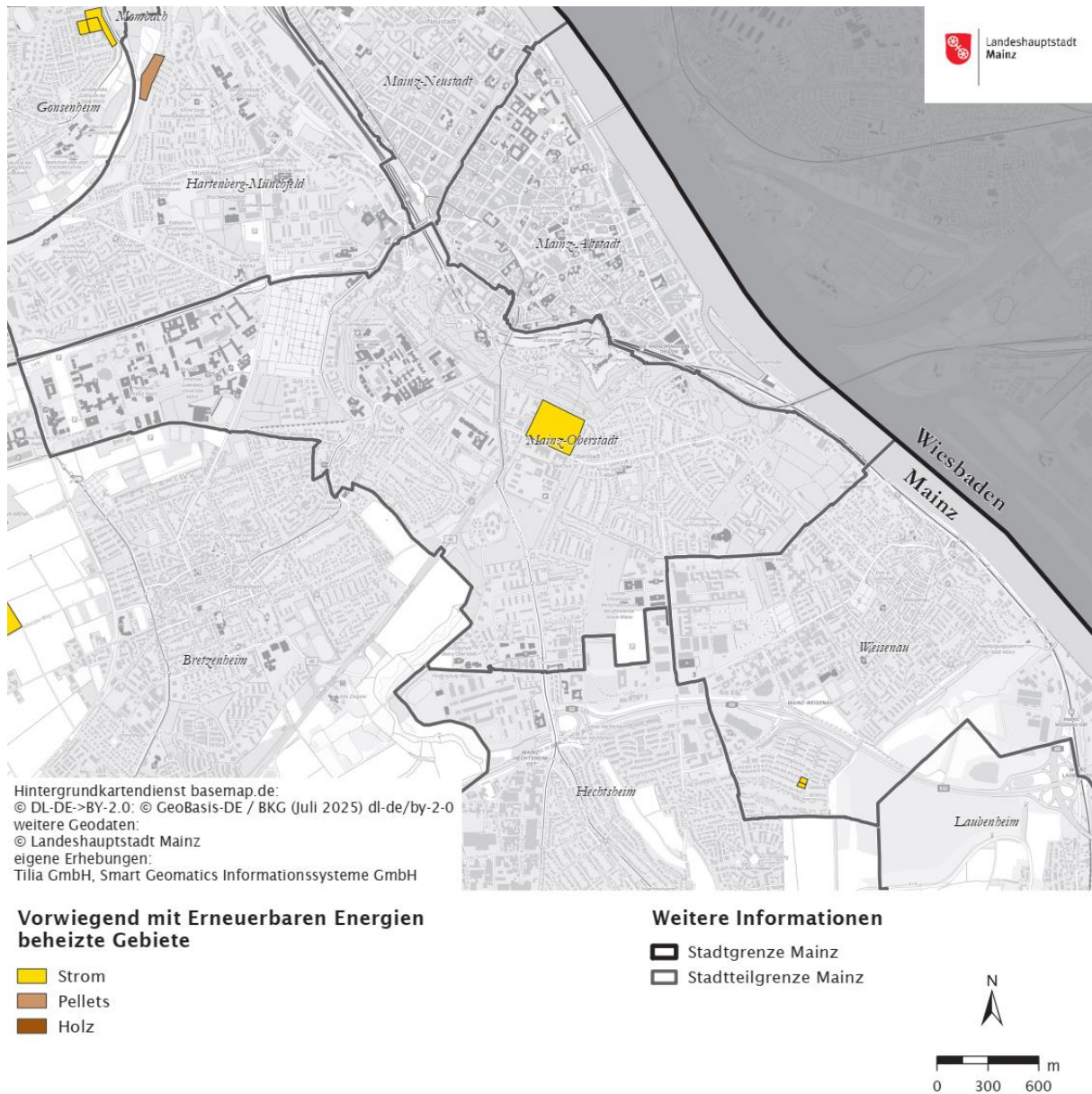


Abbildung 13: Baublöcke, die vorwiegend mit erneuerbaren Energien beheizt werden
 (eigene Darstellung nach Daten der Schornsteinfeger:innen Mainz und der Mainzer Stadtwerke)

Die Auswertung zeigt:

- **Strom** ist in folgenden Stadtteilen der dominante Energieträger:
 - Gonsenheim (3 Baublöcke)
 - Weisenau und Finthen (je 2 Baublöcke)
 - Mombach, Bretzenheim und Marienborn (je 1 Baublock)
- **Biomasse** wird in einem Baublock in **Finthen** vorwiegend eingesetzt.

Diese Darstellung bietet eine wichtige Grundlage für die **strategische Weiterentwicklung der Wärmeinfrastruktur**. Sie zeigt, wo bereits klimafreundliche Technologien genutzt werden und wo gezielte Fördermaßnahmen sinnvoll sein könnten.

2.6.2 Analyse der Wärmenetze und -leitungen

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung ist ein relevanter Bestandteil der Energieinfrastruktur in Mainz. Sie spielt eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und bietet großes Potenzial für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme. Die Analyse der bestehenden Wärmenetze erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG bzw. Anhang 2).

Netz der Mainzer Fernwärme GmbH

- Lage: versorgt Teile der Stadtteile **Altstadt, Oberstadt, Neustadt, Mombach, Hartenberg, Gonsenheim und Bretzenheim**
- Alter: wurde erbaut zwischen 1985, und 2024, Hauptbauzeit 1990 – 2000
- Temperatur: 75 - 90 °C (je nach Außentemperatur)
- Trassenlänge: ca. 106 km
- Hausanschlüsse: 1.141 Gebäude

Über das Netz der Mainzer Fernwärme hinaus existieren weitere mehrere **Wärmenetze**, die von der Mainzer Wärme Plus oder der MSES betrieben werden und ebenfalls zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung und zu einer **dezentralen, klimafreundlichen Wärmeversorgung** beitragen. Sie befinden sich im Stadtteil Lerchenberg sowie in der Berliner Siedlung im Stadtteil Oberstadt.

Wärmenetzgebiet mit Anschluss- und Benutzungszwang Lerchenberg

- Lage: versorgt den Stadtteil Lerchenberg
- Alter: Hauptsächlich erbaut in den 1960er Jahren
- Temperatur: 75 – 95 °C (je nach Außentemperatur)
- Trassenlänge: ca. 28 km
- Hausanschlüsse: 1.080 Gebäude (über 6.000 Anwohner:innen sowie Gewerbebetriebe (z.B. ZDF, VRM) und Schulen und Kitas)

Wärmenetz Berliner Siedlung

- Lage: versorgt die Berliner Siedlung im Stadtteil Oberstadt
- Alter: Hauptsächlich erbaut in den 1960er Jahren
- Temperatur: 70 – 105 °C (je nach Außentemperatur)
- Trassenlänge: ca. 4 km
- Hausanschlüsse: 118 Gebäude

Wärmenetz Heiligkreuzviertel

- Lage: versorgt das Heiligkreuzviertel im Stadtteil Weisenau

- Alter: erbaut 2018
- Temperatur: 75 - 90 °C (bezieht Wärme vom Netz der Mainzer Fernwärme)
- Trassenlänge: ca. 0,01 km
- Hausanschlüsse: 30 Gebäude

Nahwärmenetz Grün- und Umweltamt

- Lage: versorgt das Grün- und Umweltamt sowie 58 Wohnhäuser in der Mainzer Oberstadt
- Alter: Errichtet im Jahr 2011
- Temperatur: 75 - 90 °C
- Trassenlänge: ca. 1km
- Hausanschlüsse: 60 Gebäude

Alle Wärmenetze im Stadtgebiet Mainz nutzen **aufbereitetes Wasser** als Wärmeträger. Die Netze basieren somit auf einem **Heizflüssigkeitssystem**, dass eine flexible und effiziente Wärmeverteilung ermöglicht.

Abbildung 14 zeigt die Lage der Nah- und Fernwärmenetz auf Baublockebene für die Mainzer Innenstadt, die Karte für das vollständige Stadtgebiet der Landeshauptstadt Mainz ist im Anhang 6 zu finden.

Weitere Nahwärmenetze

Ergänzend existieren in Mainz auch kleinere Nahwärmenetze, unter anderem sogenannte kalte Nahwärmenetze, die von der MSES, privater Eigentümerschaft, Investor:innen oder Bauträger:innen initiiert und betrieben werden. Diese Systeme nutzen Umweltwärmequellen und ermöglichen eine besonders energieeffiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung auf Quartiersebene. Sie kommen vor allem in Neubaugebieten oder bei der energetischen Quartiersentwicklung zum Einsatz. Diese Nahwärmenetze werden hier nicht einzeln aufgeführt, da sie unter 16 Gebäude verbinden und damit nicht als Wärmenetze nach GEG gelten.

Abbildung 14 zeigt die räumliche Lage der Nah- und Fernwärmenetze. Die räumliche Ausdehnung und Anschlussdichte des Netzes bilden eine wichtige Grundlage für die Szenarienentwicklung in der weiteren Wärmeplanung. Sie zeigen, in welchen Stadtteilen ein Ausbau der Fernwärme möglich und sinnvoll ist und wo alternative Versorgungslösungen geprüft werden müssen.

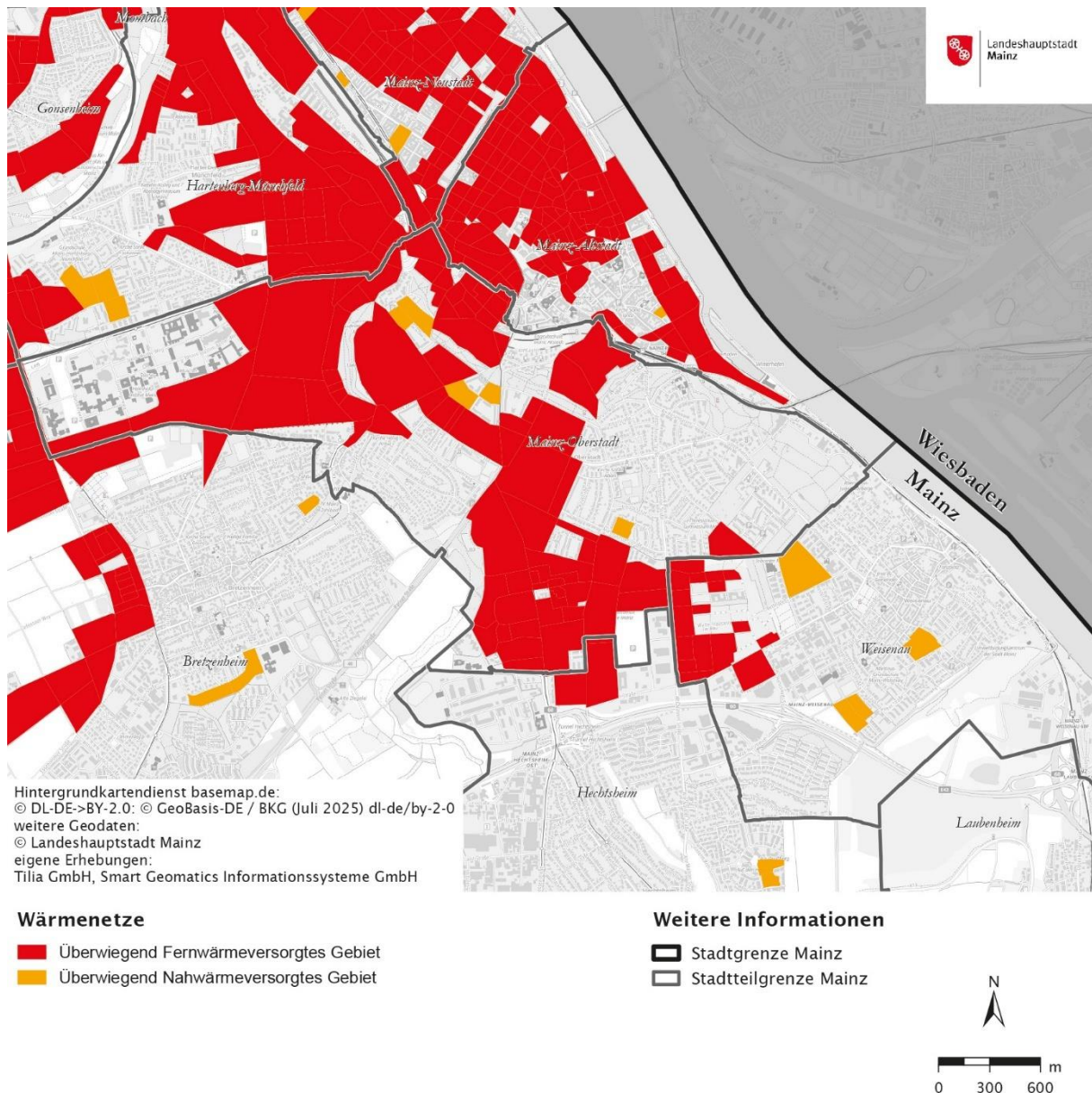


Abbildung 14: Nah- und Fernwärmenetze im Stadtgebiet Mainz

2.6.3 Analyse der Wärmeerzeugungsanlagen, die in ein Wärmenetz einspeisen

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung in Mainz wird durch mehrere zentrale Wärmeerzeugungsanlagen sichergestellt. Diese Anlagen versorgen zuverlässig Wohnquartiere, Gewerbebetriebe und öffentliche Einrichtungen und bilden das Rückgrat der Fern- und Nahwärmenetze im Stadtgebiet. Die Analyse dieser Infrastruktur erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG), insbesondere hinsichtlich der Erfassung von Erzeugungsstandorten, eingesetzten Technologien und Versorgungsgebieten.

Abbildung 15 zeigt eine Übersicht der Wärmeerzeugungsanlagen, die in Wärmenetze einspeisen. Die Karte stellt die räumliche Lage der Heizwerke dar und ermöglicht eine Einschätzung ihrer Bedeutung für die Wärmeversorgung in den jeweiligen Stadtteilen.

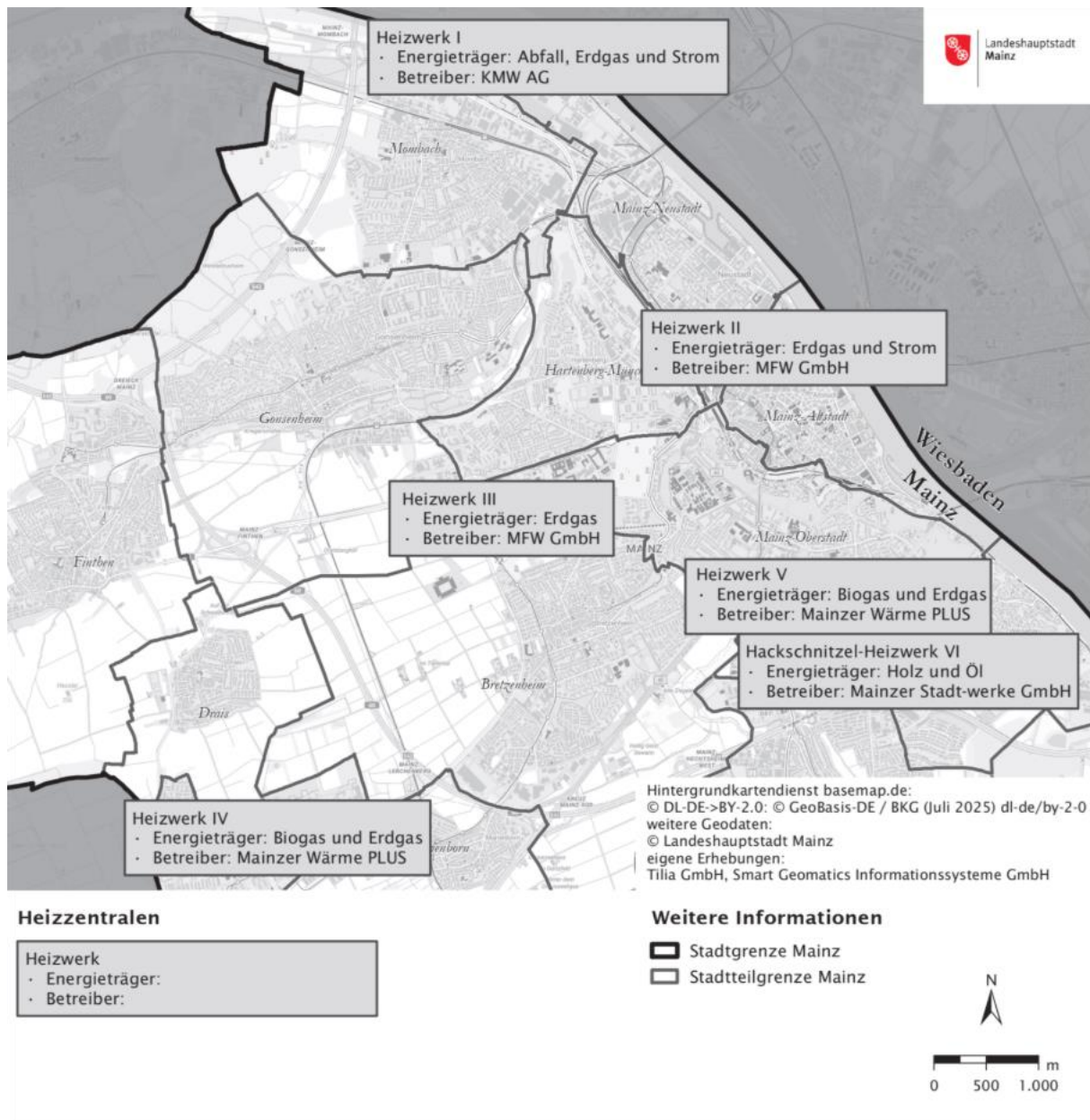


Abbildung 15: Übersicht Wärmeerzeugungsanlagen Fernwärmenetz
 (Eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Fernwärme und MSES)

Im Folgenden sind die wichtigsten Wärmenetze und Anlagen im Mainzer Stadtgebiet und ihre technischen und organisatorischen Merkmale zusammengefasst:

1. Heizwerk I - Zentralanlage Ingelheimer Aue

- Standort: Ingelheimer-Aue, Stadtteil Mombach
- Betreiber: Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG (KMW)
- Die wichtigsten Wärmeerzeuger für das gesamte Fernwärmenetz der Mainzer Fernwärme GmbH sind das Gas- und Dampfturbinenkraftwerk, das Müllheizkraftwerk, das neue BHKW, Elektroheizer und zusätzliche Wärmespeicher, die einen hohen Anteil der Mainzer Fernwärme produzieren. Ergänzt wird dies durch die Klärschlammverbrennung auf dem Gelände der städtischen Kläranlage. Die Anlagen versorgen große Teile des städtischen Fernwärmenetzes der Mainzer Fernwärme GmbH.
- Technik: GuD-Kraftwerk, Müllheizkraftwerk, Erdgas-BHKW, Wärmepumpen und Wärmespeicher

2. Heizwerk II

- Standort: Mainzer Altstadt
- Betreiber: Mainzer Fernwärme GmbH
- Das Heizwerk II im Zentrum der Altstadt speist ebenfalls in das Wärmenetz der Mainzer Fernwärme ein.
- Technik: Erdgas- und Heizölkessel

3. Heizwerk III

- Standort: Mainzer Oberstadt
- Betreiber: Mainzer Fernwärme GmbH
- Das Heizwerk III speist ebenfalls in das Wärmenetz der Mainzer Fernwärme ein.
- Technik: Erdgas- und Heizölkessel

4. Heizwerk IV

- Standort: Stadtteil Lerchenberg
- Betreiber: Mainzer Wärme PLUS GmbH
- Beschreibung: Das Heizwerk speist in das Netz der Mainzer Wärme PLUS GmbH ein.
- Technik: Erdgaskessel, Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW, teils erdgas-, teils biogasbasiert), Pufferspeicher zur Lastoptimierung.

5. Heizwerk V

- Standort: Berliner Siedlung, südlicher Stadtrand
- Betreiber: Mainzer Wärme PLUS GmbH

- Das Heizwerk speist in das Netz der Mainzer Wärme PLUS GmbH ein.
- Technik: Erdgaskessel und BHKW (Blockheizkraftwerk) mit Bio-Erdgas

6. Hackschnitzel- Heizwerk VI

- Betreiber: Mainzer Stadtwerke Energie und Services (MSES) GmbH
- Standort: Am Standort des Grün- und Umweltamts (Mainzer Oberstadt)
- Das Heizwerk speist in das örtliche Nahwärmenetz ein. Technik: Biomasse-Heizwerk (Holzhackschnitzel) und Heizölkessel

2.6.4 Bestehende und genehmigte Gasnetze

Die Gasinfrastruktur spielt insbesondere in Bereichen ohne Wärmenetzanschluss eine wichtige Rolle. Die Analyse der bestehenden Gasnetze und deren Nutzung erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG), insbesondere hinsichtlich der Erfassung leitungsgebundener Energieträger und deren Dekarbonisierungspotenzial.

Das Gasnetz in Mainz wird von der **Mainzer Netze GmbH** betrieben und versorgt neben der Stadt Mainz auch angrenzende Kommunen in der Region. Das Versorgungsgebiet erstreckt sich über **acht Kommunen**, darunter **Wackernheim (Ingelheim)**, **Nauheim (Groß-Gerau)** und **Mainz selbst**, mit insgesamt etwa **41.000 Gasnetzanschlüssen**. Im Stadtgebiet Mainz sind rund **39.800 Haushalte und Gewerbekunden** ans Gasnetz angeschlossen (Stadtwerke, 2024).

Abbildung 16 zeigt das **Netzgebiet der Mainzer Netze GmbH**, das die räumliche Ausdehnung

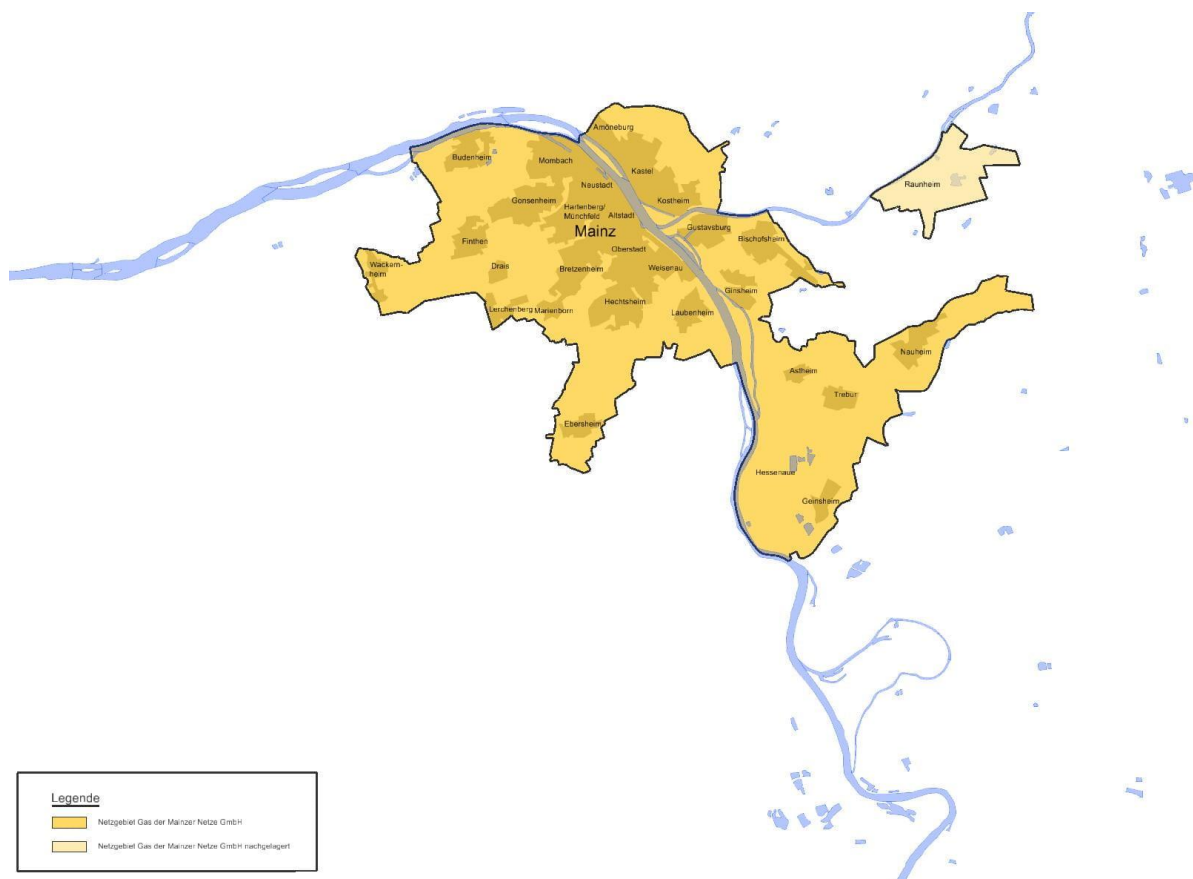


Abbildung 16: Netzgebiet des Erdgasnetzes der Mainzer Netze GmbH
(Quelle: Mainzer Netze GmbH)

Die Gasinfrastruktur umfasst ein umfangreiches **Verteil- und Transportnetz**, das sorgfältig geplant, gebaut, betrieben und instandgehalten wird. Die Versorgung ist durch mehrere **Netzkopplungspunkte** in Stadtteilen wie **Bretzenheim, Weisenau, Laubenheim, Kastel, Kostheim** und der **Innenstadt** sichergestellt.

Abbildung 17 zeigt die **Baublöcke in der Mainzer Innenstadt**, die vorwiegend mit Erdgas beheizt werden. Die Baublöcke für das gesamte Stadtgebiet sind in Anhang 7 zu finden. Die genaue Lage der Leitungen darf aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden. Daher wurde zur näherungsweisen Darstellung auf die Heizenergieträger der Baublöcke zurückgegriffen.

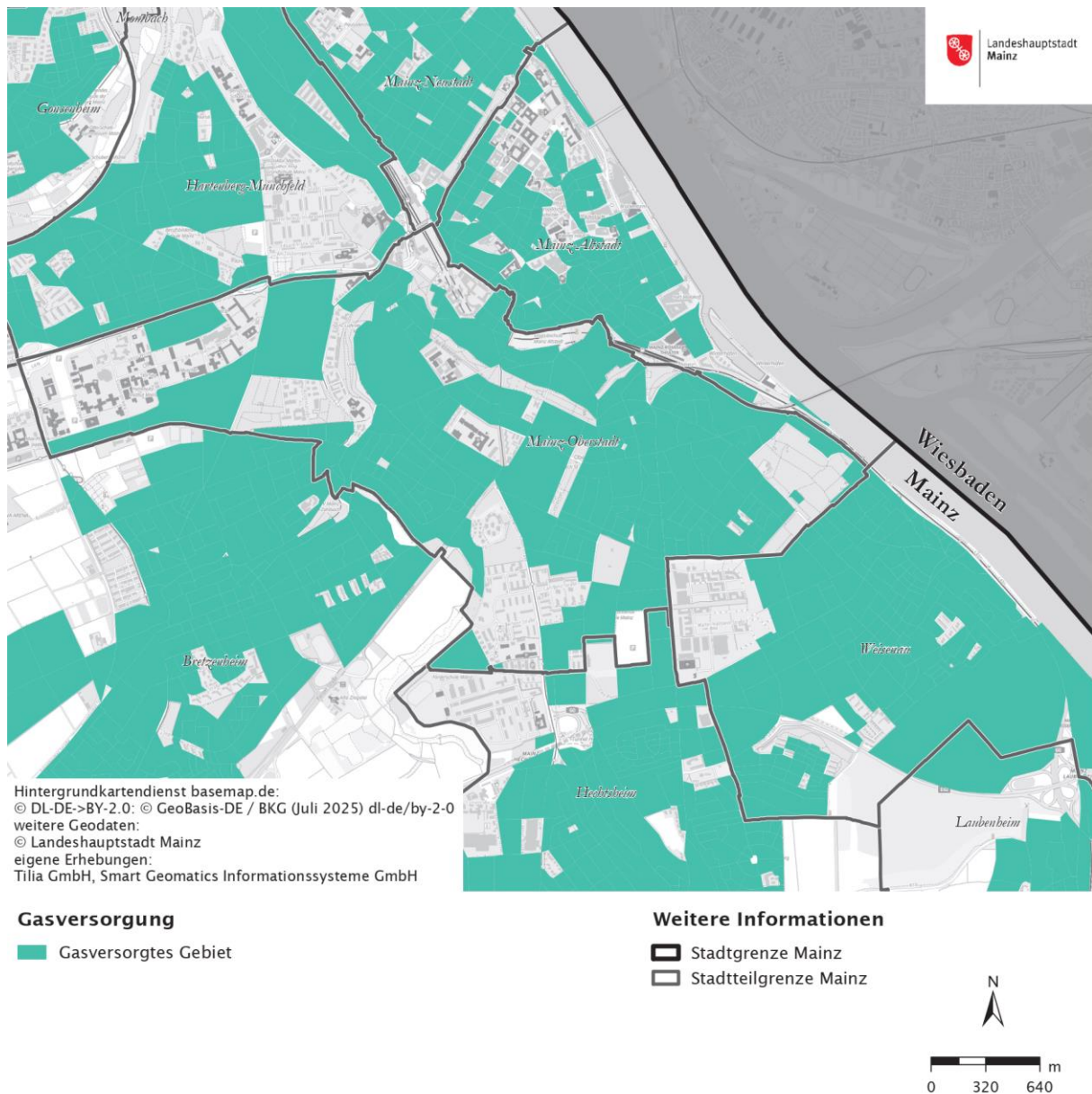


Abbildung 17: Gebiete mit Gasversorgung in Mainz
 (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Netze GmbH)

Das Gasnetz wird aktuell (Stand Juli 2025) **fast ausschließlich mit Methan** betrieben. Eine Ausnahme bildet das Netz am **Energiepark Mainz** im Stadtteil **Hechtsheim**. Dort wird **grüner Wasserstoff** in das Erdgasnetz eingespeist. Im Stadtteil **Ebersheim** wird Erdgas bis zu **10 % Wasserstoff** beigemischt (Mainzer Netze, 2025).

Das Gasnetz dient noch überwiegend der Versorgung von Heizsystemen und industriellen Anwendungen mit Erdgas und ist derzeit ein wesentlicher Bestandteil der Wärmeversorgung in Mainz, insbesondere in Bereichen ohne Fernwärmeanschluss.

zeigt das **Alter der Gasleitungen** in den verschiedenen Ortsteilen. Die meisten Leitungen stammen aus den Jahren **2000–2009**, in einigen Bereichen – etwa in **Drais**, **Laubenheim** oder **Hechtsheim** – sind auch ältere Leitungen aus den 1970er und 1980er Jahren in Betrieb. Der Stadtteil **Lerchenberg** verfügt über kein eigenes Erdgasnetz.

Die vorhandene Gasinfrastruktur wird im Rahmen der energiepolitischen Transformation auch im Kontext geplanter **Wasserstoffprojekte** berücksichtigt. Dazu zählen etwa **Elektrolyseanlagen** und **Wasserstoffnetze** in Industriegebieten. Ziel ist es, Teile des Gasnetzes in Industriegebieten schrittweise für die Einspeisung von **grünem Wasserstoff oder synthetischen Gasen** umzurüsten und so zur **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung** beizutragen (Mainzer Netze, 2025).

Das Erdgasnetz im Stadtgebiet Mainz wurde schrittweise aufgebaut. Tabelle 8 zeigt das Alter der Mehrheit der Erdgasleitungen in den verschiedenen Ortsteilen.

Tabelle 8: Alter der Gasleitungen – Quelle: Mainzer Netze GmbH

| Ortsteil | Alter der Gasleitungen |
|-------------|------------------------------------|
| Altstadt | 2000 – 2009 |
| Bretzenheim | 2000 – 2009 (im Süden 1990 – 1999) |
| Drais | 1970 – 1979 |
| Ebersheim | 1990 – 1999 |
| Finthen | 2000 – 2009 (im Osten 1970 – 1979) |
| Gonsenheim | 2000 – 2009 |
| Hartenberg | 2000 – 2009 |
| Hechtsheim | 1970 – 1989 |
| Laubenheim | 1970 – 1979 |
| Lerchenberg | Kein Erdgasnetz |
| Marienborn | 1980 – 1989 |
| Mombach | 2000 – 2009 |
| Neustadt | 2000 – 2009 |
| Oberstadt | 2000 – 2009 |
| Weisenau | 2000 – 2009 |

Die Gesamtanzahl an Anschlüssen im Erdgasnetz beträgt ca. 23.000 (siehe Abschnitt 2.6.1).

2.6.5 Analyse der Wärme- und Gasspeicher

Die Speicherinfrastruktur in Mainz trägt wesentlich zur Flexibilisierung, Versorgungssicherheit und zur Integration erneuerbarer Energien bei. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die vorhandenen Wärme- und Gasspeicheranlagen analysiert und kartografisch dargestellt.

Die **Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG (KMW)** betreibt im Industriegebiet **Ingelheimer Aue** einen Wärmespeicher zur **Flexibilisierung der Fernwärmeversorgung**.

Kapazitäten und technische Eckdaten:

- **Nutzvolumen:** ca. 12.000 m³
- **Speicherbare Arbeit /Ausspeicherleistung** = 7,5 h
- **Temperaturniveau:** ca. 120°C

Die Speicher sind direkt in das Fernwärmenetz eingebunden und leisten einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur emissionsarmen Wärmebereitstellung.

Im Stadtgebiet Mainz existieren **keine eigenständigen Gasspeicheranlagen** in signifikanter Größe, wie etwa unterirdische Kavernenspeicher oder Großspeicher. Die Versorgung mit Erdgas erfolgt über

überregionale Speicherstrukturen außerhalb des Stadtgebiets. Die Gasnetze werden aus diesen Quellen gespeist und durch die **Mainzer Netze GmbH** betrieben.

Ein zukunftsweisender Bestandteil der Speicherinfrastruktur ist die **Wasserstoffproduktion** im **Energiepark Mainz**. Seit 2015 betreibt die Anlage eine **PEM-Druckelektrolyse** mit einer Maximalleistung von rund **6 Megawatt**. Die Elektrolyse nutzt Strom aus bis zu drei benachbarten Windkraftanlagen und produziert bis zu **1.000 m³ Wasserstoff pro Stunde**.

Der erzeugte Wasserstoff wird genutzt für:

- öffentliche Wasserstofftankstellen
- industrielle Anwendungen
- Beimischung ins Erdgasnetz (z. B. in Hechtsheim und Ebersheim)

Die Anlage wird derzeit **modernisiert**, um die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen weiter zu verbessern. Parallel dazu wird in Mainz das **H2-Initialnetz Mainz** aufgebaut, das das Werksgelände der **Schott AG** mit einer überregionalen Wasserstoffleitung verbinden soll (siehe Abschnitt 3.2).

Die Wasserstoffnetzinfrastruktur stellt ein wichtiges Element für die zukünftige **Dekarbonisierung von industriellen Prozessen** dar und wird in der weiteren Wärmeplanung insbesondere im Zusammenhang mit der Entwicklung der Szenarienanalyse berücksichtigt.

Das **Kanalnetz im Einzugsgebiet des Zentralkläwerks Mainz** umfasst insgesamt rund **856 Kilometer**. Davon entfallen:

- **ca. 720 km** auf das Stadtgebiet Mainz und seine Vororte,
- **ca. 106 km** auf die Verbandsgemeinde Bodenheim,
- **etwa 30 km** auf Druckkanalleitungen.

Das Netz entwässert eine Fläche von über **1.800 Hektar** und gliedert sich in:

- **588 km Mischwasserkanäle** (für Schmutz- und Regenwasser),
- **152 km Regenwasserkanäle**,
- **115 km Schmutzwasserkanäle**.

Die **flache Topografie** von Mainz führt dazu, dass das natürliche Gefälle nicht überall für den Abwassertransport ausreicht. Daher sind rund **85 Pumpwerke** in das System eingebunden, die das Abwasser an den tiefer gelegenen Stellen anheben und zur Kläranlage weiterleiten. Ein besonders wichtiges Pumpwerk ist das **Pumpwerk Rheinallee**, das Abwasser aus mehreren Stadtteilen entlang der Rheinachse sammelt und weiterleitet.

Der **Trockenwetterabfluss** am Zentralkläwerk Mainz beträgt an einem Werktag etwa **50.000 m³**. Dieser Wert entspricht dem durchschnittlichen Abwasserzulauf bei Niedrigwasser oder normalen Trockenwetterbedingungen ohne Regenereignisse.

Die Stadt Mainz verfolgt zudem Maßnahmen zur **Niederschlagswasserbewirtschaftung**, um die Belastung der Abwasseranlagen bei Starkregenereignissen zu minimieren. Dazu gehört unter anderem das **Versickerungskonzept**, das auf eine dezentrale Ableitung und Rückhaltung von Regenwasser abzielt (Wirtschaftsbetriebe Mainz, 2024).

Die **kartografische Darstellung der Hauptsammlerleitungen** der Mainzer Innenstadt ist in Abbildung 19 enthalten. Eine Karte für das gesamte Stadtgebiet ist in Anhang 8 zu finden. Sie zeigt die Lage und Struktur der zentralen Abwasserleitungen im Stadtgebiet und bildet eine wichtige Grundlage für die Bewertung möglicher Standorte zur Nutzung von Abwasserwärme.

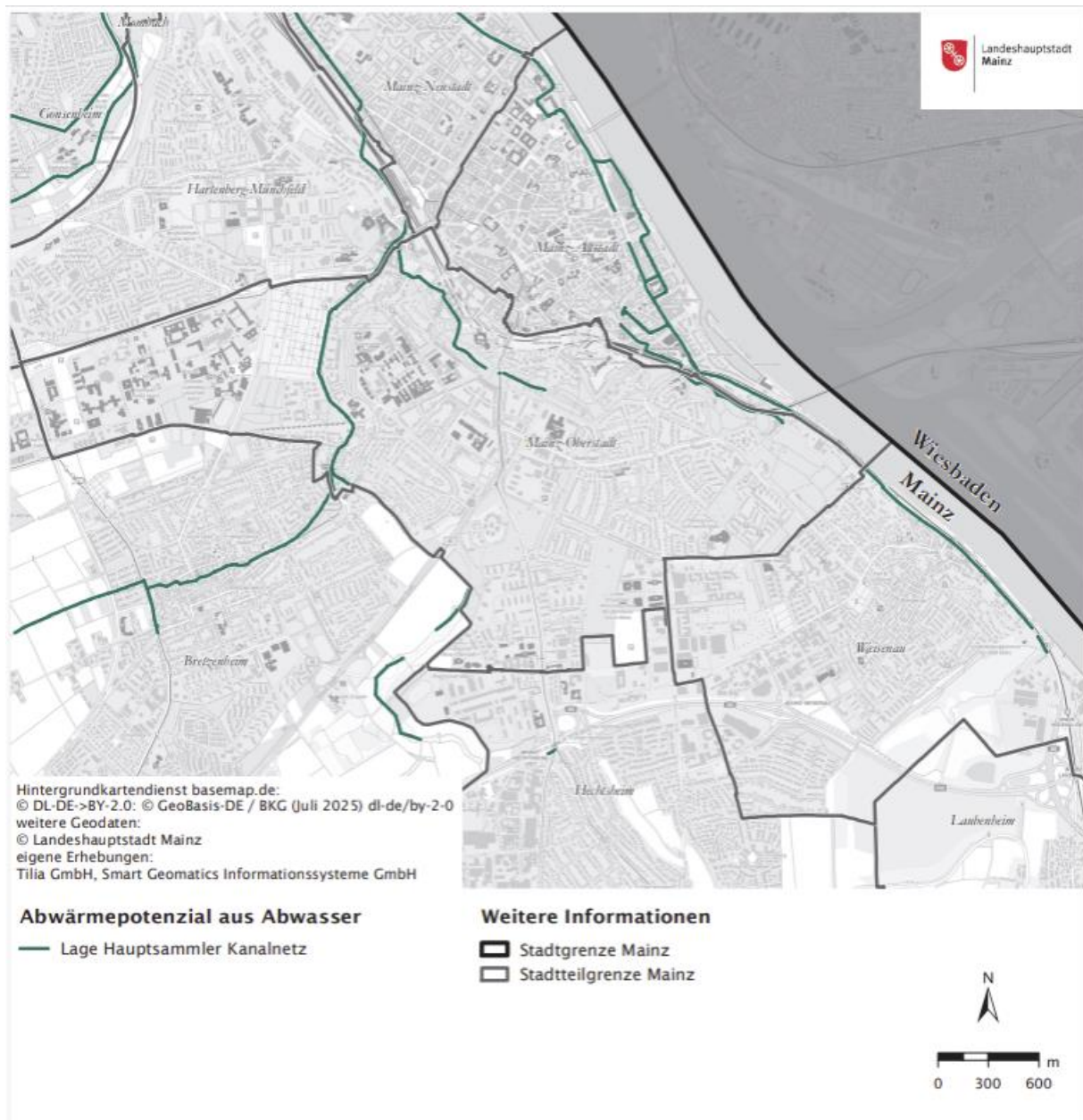


Abbildung 19: Kartografische Darstellung der Abwassernetze und -leitungen – Hauptsammler (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Wirtschaftsbetriebe)

2.6.7 Analyse der Stromnetze

Die Strominfrastruktur ist wichtig für die kommunale Wärmeplanung, insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Elektrifizierung der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen und die Integration erneuerbarer Energien. Die Analyse des Stromnetzes erfüllt die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 15 WPG, Anlage 1, Punkt 7), insbesondere hinsichtlich der Netzstruktur, Versorgungssicherheit und der Aufnahmefähigkeit für neue Lasten.

Abbildung 20 zeigt das **direkte und nachgelagerte Stromnetzgebiet** der Mainzer Netze. Aus Datenschutzgründen kann die exakte Lage der Stromleitungen im Stadtgebiet nicht veröffentlicht werden. Dennoch geben die Netzgrenzen und die Verbrauchsdaten Hinweise auf die Struktur und Kapazität des Stromnetzes.

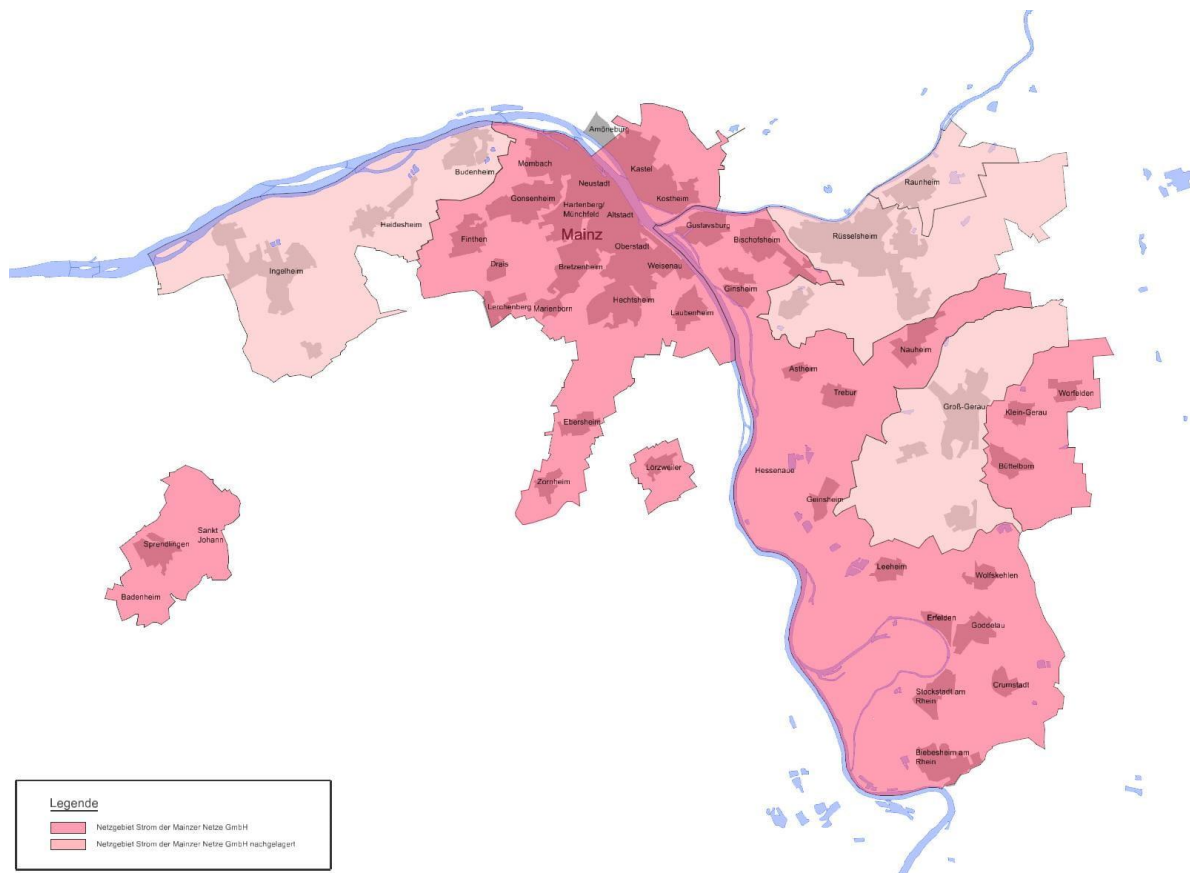


Abbildung 20: Direktes und nachgelagertes Netzgebiet des Stromnetzes der Mainzer Netze
(Quelle: Mainzer Netze GmbH)

Abbildung 21 stellt den **Stromverbrauch im Stadtgebiet Mainz** dar, exemplarisch am Ausschnitt der Altstadt. Die Verbrauchsdaten dienen als Indikator für die Netzbelastung und die potenzielle Aufnahmefähigkeit für neue Verbraucher wie Wärmepumpen oder Ladeinfrastruktur für Elektromobilität.

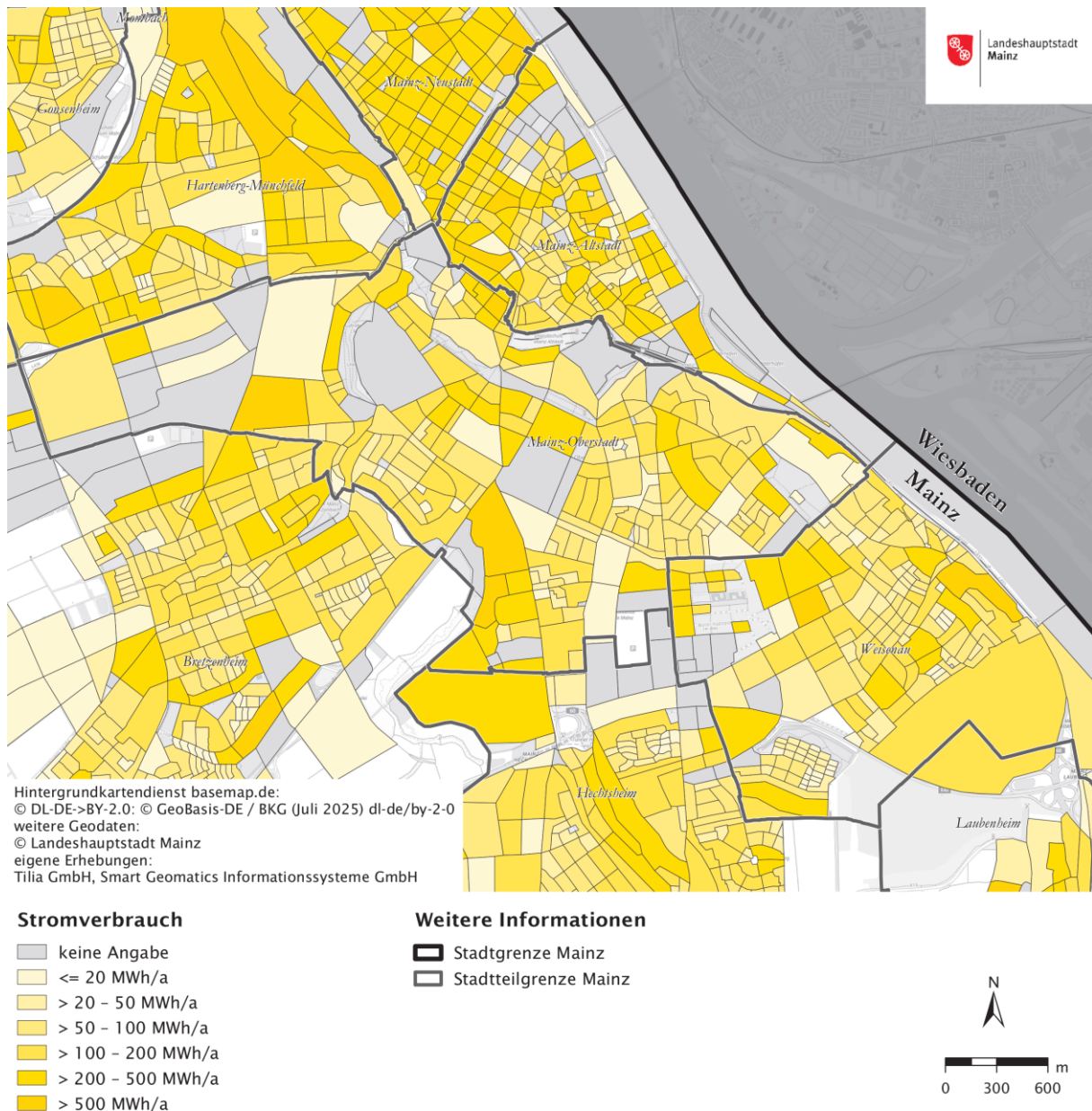


Abbildung 21: Stromverbrauch Stadtgebiet Mainz, Ausschnitt Altstadt
 (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Netze GmbH)

Das Stromnetz hat eine Gesamtlänge von über **5.000 km**. Es umfasst alle Spannungsebenen und versorgt Einwohner, öffentliche und kommunale Gebäude sowie Industrie und Gewerbe in Mainz und der umliegenden Region. Das Netz wird von den **Mainzer Netzen** betrieben, die neben den Leitungen auch **17 Umspannwerke** und mehr als **1.500 Trafostationen** steuern.

Ein bedeutender Meilenstein war die **Inbetriebnahme des neuen Umspannwerks „Mainspitze“** im Jahr 2024. Es befindet sich im Gewerbegebiet „In der Tagweide“ in Bischofsheim und ist mit vier Transformatoren ausgestattet. Das Umspannwerk spielt eine zentrale Rolle für die Versorgungssicherheit in Mainz und der Region – insbesondere im Hinblick auf die steigende Nachfrage durch:

- Elektromobilität
- Wärmepumpen
- Rechenzentren
- Neue Wohn- und Gewerbequartiere

Weitere wichtige Umspannwerke im regionalen 110-kV-Netz befinden sich in **Budenheim, Bretzenheim** und an der **Oberen Austraße**. Sie tragen ebenfalls zur Netzstabilität und Versorgungssicherheit bei.

Im Jahr 2024 wurden durch die Mainzer Netze GmbH umfangreiche Maßnahmen zur **Verstärkung und Erneuerung des Niederspannungsnetzes** umgesetzt. Bis 2028 sind weitere Investitionen geplant, mit Fokus auf Versorgungssicherheit, Netzqualität und Aufnahme neuer Lasten (z. B. durch Wärmepumpen, Ladeinfrastruktur, Großverbrauchende) (Mainzer Netze, 2025).

Diese Maßnahmen sind essenziell, um die Strominfrastruktur zukunftsfähig zu machen und die Wärmewende in Mainz technisch zu ermöglichen.

2.6.8 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

2.6.8.1 Erstellung von Wärmedichte-Karten

Die Wärmedichtekarte pro Hektar bildet eine wichtige Basis für die Bestandsanalyse im Mainzer Wärmeplanungsprozess. Sie ermöglicht die zunehmend feinere Priorisierung von Gebieten für den Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen sowie die Nutzung erneuerbarer Energien. Die Wärmedichte wird als Verhältnis des jährlichen Wärmeverbrauchs aller Gebäude innerhalb einer Rasterzelle zur Fläche (in ha) angegeben. Dies erlaubt die Identifikation von Verdichtungsbereichen mit hohem Wärmebedarf auf kleinem Raum.

Abbildung 22 visualisiert die erhobenen Wärmeverbrauchsichten in MWh/ha für die Mainzer Innenstadt, eine Karte des gesamten Stadtgebietes ist im Anhang 10 zu finden. Zur Ermittlung dieser Werte wurde zunächst auf Baublockebene der mittlere Wärmeverbrauch der Jahre 2021 bis 2023 aggregiert. Die gebildete Summe wurde anschließend durch die Fläche des Baublocks in Hektar dividiert.

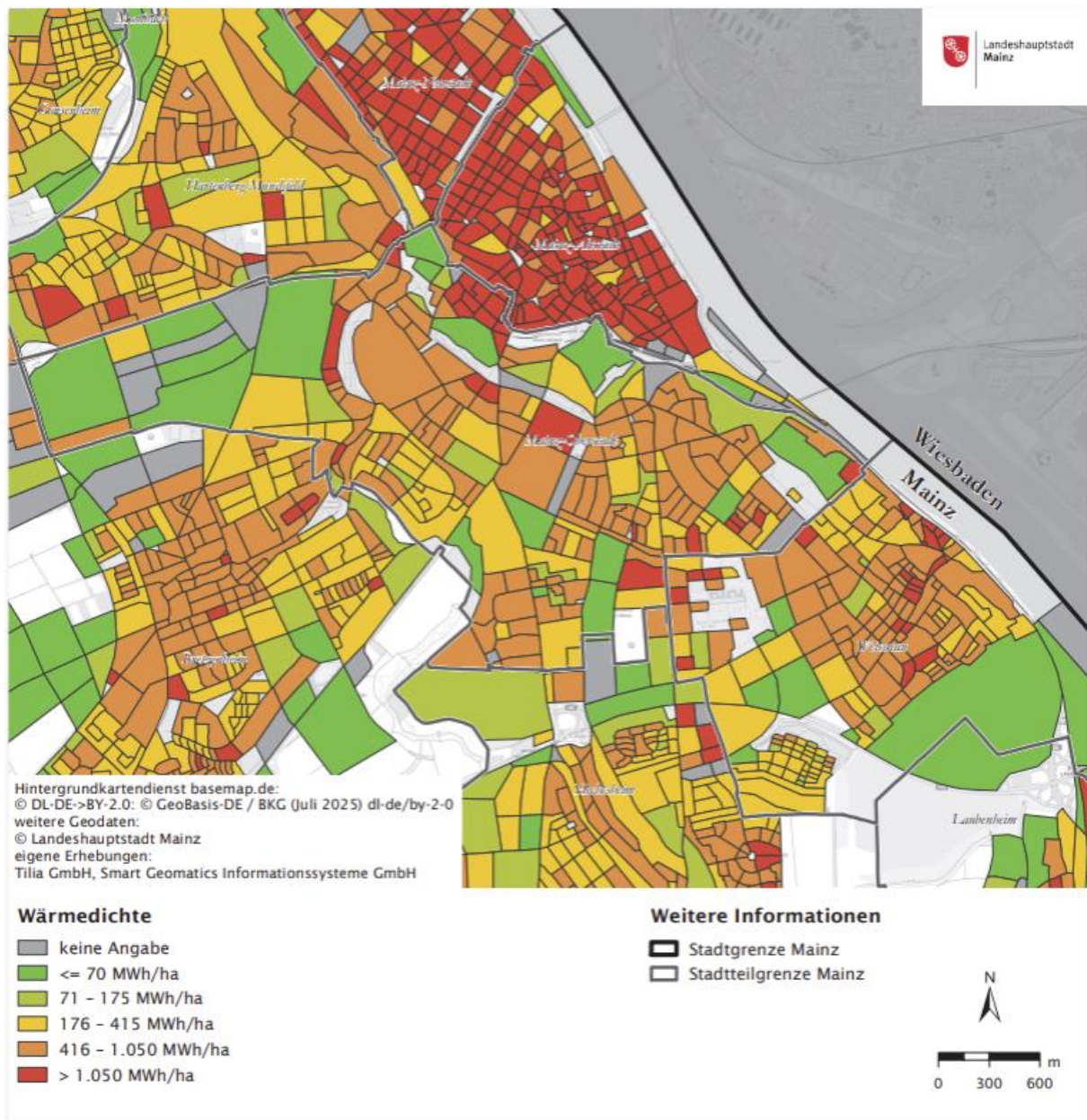


Abbildung 22: Wärmedichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in Form einer baublockbezogenen Darstellung (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Stadtwerke und eigenen Berechnungen)

In der Abbildung 22 ist zu erkennen, dass besonders hohe Verbrauchsdichten (über 1.050 MWh/ha) insbesondere in der Neustadt und der Altstadt vorhanden sind.

2.6.8.2 Visualisierung der Wärmelinienindichte

Die Visualisierung der Wärmelinienindichte ist ein zentraler Schritt im kommunalen Wärmeplanungsprozess der Landeshauptstadt Mainz. Die Wärmelinienindichte, definiert als jährlicher Wärmebedarf pro Meter potenzieller Netztrasse ($\text{MWh}/(\text{a} \cdot \text{m})$), ist ein grundlegendes Kriterium für die technische Eignung und Wirtschaftlichkeit von Nah- und Fernwärmenetzen. Eine hohe Wärmelinienindichte signalisiert, dass auf geringer Trassenlänge viel Wärmebedarf konzentriert ist, was kostendeckende und effiziente Netze ermöglicht.

Laut dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung der dena (Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), 2024) besteht für Bestandsgebiete mit einer Wärmeliniedichte von ca. 1.700 bis 2.000 kWh/ a*m eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass das Gebiet für ein Wärmenetz geeignet ist.

In Mainz weisen insbesondere die Stadtteile Neustadt und Altstadt in ihrer Gesamtheit die höchsten Wärmeliniedichten auf. Weitere Gebiete mit hohen Wärmedichten sind teilweise der Stadtteil Lerchenberg, das Universitätsgelände sowie Teile der Oberstadt und des Heiligkreuz-Viertels. Lokal bestehen noch höhere Wärmedichten, bspw. im Gebiet Elsa-Brandström-Siedlung, Hegelstraße, Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße.

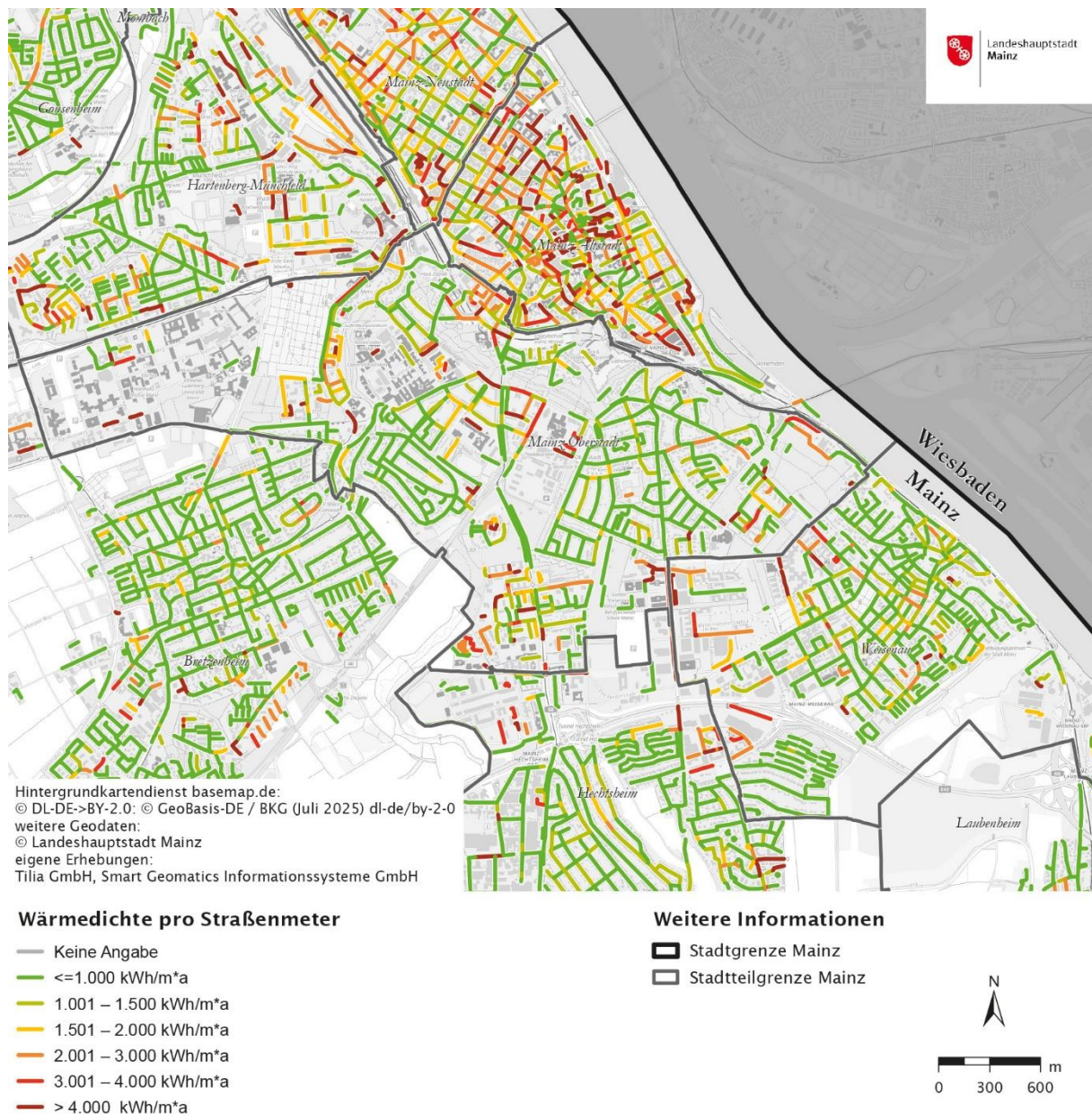


Abbildung 23: Wärmeliniedichte inkl. HA-Leitung
 (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Stadtwerke und eigenen Berechnungen)

Abbildung 23 zeigt die Wärmeliniedichte inkl. Hausanschluss-Leitungen in Megawattstunden pro Meter und Jahr in Form einer straßenabschnittsbezogenen Darstellung für die Mainzer Innenstadt,

eine Karte für das gesamte Stadtgebiet ist in Anhang 11 zu finden. Die Karte hebt die Straßenabschnitte farblich hervor, wobei besonders hohe Wärmelinienindichten in den genannten Stadtteilen zu erkennen sind. Diese Visualisierung ist entscheidend für die Identifikation wirtschaftlicher Potenziale für den Ausbau und Umbau von Wärmenetzen in Mainz.

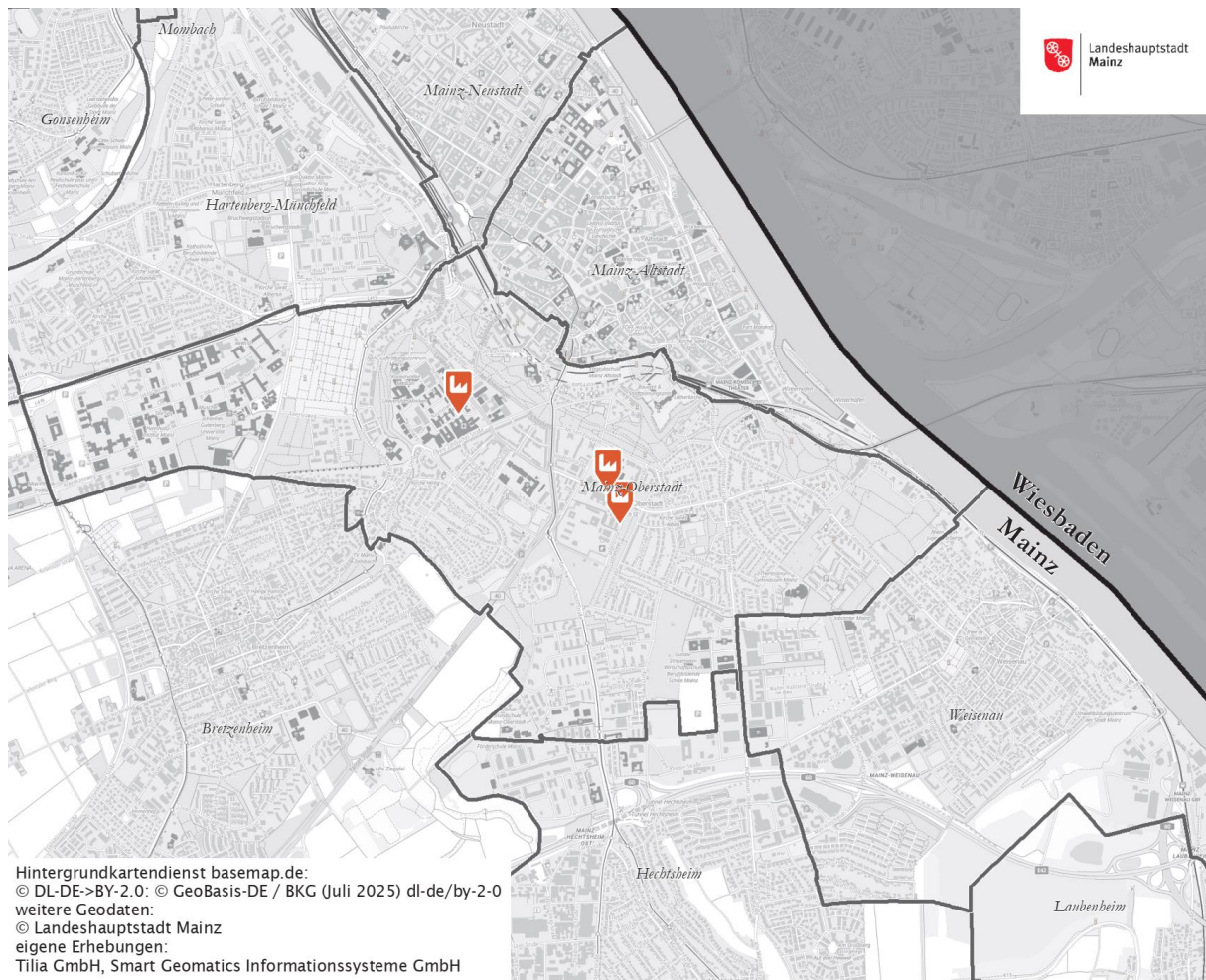
2.6.9 Identifikation potenzieller Großverbraucher

Die Identifikation potenzieller Großverbraucher ist ein wichtiger Schritt im Wärmeplanungsprozess der Landeshauptstadt Mainz, da sie durch ihre hohe und konstante Wärmenachfrage den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen und Erzeugungsanlagen wesentlich erleichtern und absichern können. In der Abbildung 24 ist eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Großverbraucher in der Mainzer Innenstadt mit über 5 GWh/a Endenergieverbrauch Wärme zu sehen. Das vollständige Stadtgebiet der Landeshauptstadt Mainz mit den entsprechenden Großverbrauchern ist im Anhang 12 abgebildet. Diese Karte zeigt die Konzentration von Großverbrauchern in bestimmten Bereichen der Stadt und ist ein Faktor für die Planung und Optimierung von Wärmenetzen.




Kalte Nahwärmenetze

Kalte Nahwärmenetze stellen eine innovative und besonders effiziente Möglichkeit dar, oberflächen-nahe Geothermie in Quartieren zu nutzen. Dabei handelt es sich um Wärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen (typischerweise zwischen 10 und 25 °C), die die Umweltwärme – etwa aus Erdreich, Grundwasser oder Luft – zentral oder dezentral erschließen und über ein Verteilnetz zu den angeschlossenen Gebäuden transportieren. Die eigentliche Heizwärme wird dann in den Gebäuden durch Wärmepumpen erzeugt.



Diese Technologie bietet mehrere Vorteile: Sie ermöglicht die Nutzung regenerativer Wärmequellen direkt vor Ort, reduziert Wärmeverluste im Netz und erlaubt sowohl die **Heizung als auch die Kühlung** von Gebäuden. Kalte Nahwärmenetze sind besonders geeignet für Neubaugebiete, können aber auch im Bestand eingesetzt werden – etwa im Rahmen von Sanierungen oder Quartiersentwicklungen. Sie fördern die Sektorenkopplung und sind ein bedeutender Baustein für eine klimaneutrale Wärmeversorgung.



Großverbraucher

-  Gebäude für öffentliche Zwecke
-  Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie
-  Wohnen

Weitere Informationen

-  Stadtgrenze Mainz
-  Stadtteilgrenze Mainz

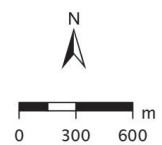


Abbildung 24: Übersicht Großverbrauchende Mainz
 (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Stadtwerke)

3. Potenzialanalyse (§ 16 WPG)

In der kommunalen Wärmeplanung soll die **Potenzialanalyse** die Möglichkeiten zur klimaneutralen Wärmeversorgung identifizieren und bewerten. Entsprechend den Vorgaben gemäß § 16 und Anhang 2, Abschnitt II des Wärmeplanungsgesetzes (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023), wurden die Potenziale zur klimaneutralen Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Mainz, soweit möglich, **quantitativ, qualitativ und räumlich differenziert** dargestellt.

Für jedes Potenzial wurden zunächst **bestehende Quellen und Studien recherchiert**, darunter:

- Technikcatalog für kommunale Wärmeplanung (dena)
- Wärmemasterplan der Mainzer Stadtwerke
- Daten der Wirtschaftsbetriebe Mainz, der Mainzer Netze GmbH und weiterer lokaler Akteur:innen

Anschließend wurden – soweit möglich – **eigene Berechnungen und räumliche Auswertungen** durchgeführt, z. B. auf Basis von Laserscandaten, Gebäudekatastern, Energieverbrauchsdaten und GIS-Analysen.

Die kommunale Wärmeplanung betrachtet 4 Potenzialarten:

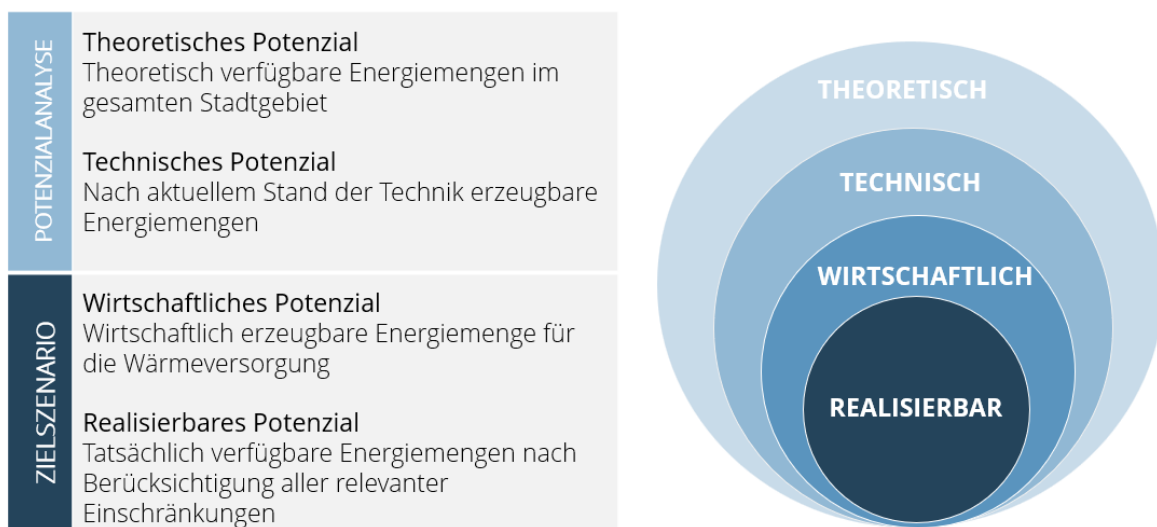


Abbildung 25 Potenzialarten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung
(eigene Darstellung nach KWW Halle)

Die Bewertung im Rahmen der Potenzialanalyse erfolgte insbesondere in zwei Dimensionen:

- **Theoretisches Potenzial:** beschreibt die grundsätzliche Verfügbarkeit einer Energiequelle im Stadtgebiet.
- **Technische Potenzial:** berücksichtigt die tatsächliche Umsetzbarkeit unter Berücksichtigung von Infrastruktur, Genehmigungen, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz.

Erste Einschätzungen zum wirtschaftlichen und realisierbaren Potenzial können in der Potenzialanalyse gegeben sein, müssen aber im Laufe der Szenarienanalyse vertieft ausgewertet werden.

Die Potenziale wurden – gemäß den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes – **räumlich differenziert** dargestellt. Dies ermöglicht eine gezielte Ableitung von Maßnahmen für unterschiedliche Siedlungstypen und Gebäudestrukturen.

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind in den folgenden Abschnitten sowie in den zugehörigen Tabellen und Abbildungen dokumentiert. Sie bilden die Grundlage für die Entwicklung von Zielszenarien und die strategische Ausrichtung der kommunalen Wärmewende in Mainz.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden sowohl Potenziale zur **Wärmegewinnung aus erneuerbaren Energien**, das Potenzial von **erneuerbaren Stromquellen, Wasserstoff und industrieller Abwärme** sowie die **Einsparungen durch energetische Gebäudesanierungen** betrachtet. Für jedes Potenzial wurde eine Recherche vorhandener Quellen durchgeführt und anschließend, soweit möglich, eigene Betrachtungen und Recherchen vorgenommen.

3.1 Erneuerbare Energien zur Wärmegewinnung

In dem folgenden Abschnitt werden die Potenziale von erneuerbaren Energien zur Wärmegewinnung vorgestellt.

- Abwasserwärme und Wärme aus der Kläranlage
- Biomasse
- Geothermie
- Wärmepumpen
- Flussthermie
- Solarthermie
- Wasserstoff
- Wärmespeicher

3.1.1 Abwasserwärme und Wärme aus der Kläranlage

Informationen aus öffentlichen Quellen

Abwasserwärme wird von Bund und Ländern als nachhaltige, krisensichere und wirtschaftliche Alternative zur fossilen Wärmeversorgung aktiv gefördert. Für eine Grobeinschätzung des Potenzials für Abwasserwärme sollen zunächst die Einschätzungen auf Bundesebene vorgestellt werden.

- **Deutscher Bundestag**

Im März 2024 wurde im Deutschen Bundestag ein Antrag der Fraktion CDU/CSU eingebracht, in dem unter Verweis auf mehrere Potenzialanalysen (IER Stuttgart, 2011; enervis, 2017; Ifeu, 2019) festgestellt wurde, dass bis zu **15 % des Wärmebedarfs im Gebäudesektor durch die Nutzung von Abwasserwärme gedeckt werden könnte**, (Deutscher Bundestag, 2024). Übertragen auf das Stadtgebiet Mainz ergibt sich daraus ein theoretisches Nutzungspotenzial von **maximal 405 GWh pro Jahr**.

- **Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände**

Im Anschluss an die Veröffentlichung des Antrags der Bundestagsfraktion CDU/CSU erfolgten mehrere fachliche Stellungnahmen, unter anderem seitens der Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände. In ihrer Einschätzung zur Nutzung von Abwasserwärme wurde das realistisch nutzbare Potenzial deutlich niedriger bewertet. So heißt es: „Aus den Rückmeldungen aus der kommunalen Praxis lässt sich ein durchschnittliches Potenzial zwischen **1 bis 5 % des Wärmebedarfs** konstatieren“ (Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände, 2024). Bezogen auf das Stadtgebiet Mainz entspräche dies einem jährlichen Wärmepotenzial aus Abwasser zwischen **27 und 135 GWh**.

Erhebungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

Das Abwasserwärmepotenzial der Stadt Mainz ergibt sich aus dem weit verzweigten Kanalsystem mit einer Gesamtlänge von rund **856 Kilometern** sowie dem konstanten Trockenwetterabfluss am Zentralklärwerk, der bei etwa **50.000 m³ pro Tag** liegt. Die Abwassertemperaturen betragen selbst in den Wintermonaten rund **10 °C** und bieten somit ganzjährig ein nutzbares Reservoir an thermischer Energie. Dieses stabile und kontinuierlich verfügbare Potenzial stellt eine vielversprechende Grundlage für die Nutzung von Abwasserwärme zur klimafreundlichen Energiegewinnung dar.

Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme vor der Kläranlage in Mainz

In Abschnitt 2.6.6 wurde bereits die Lage der Abwassersammler mit einer Trockenwetterabflussmenge von über **10 l/s** kartografisch dargestellt. Die technische Nutzung der Wärme aus dem Kanalnetz erfolgt über Wärmetauscher in Kombination mit Wärmepumpen. Die bestehende Infrastruktur mit insgesamt **85 Pumpwerken** unterstützt die Umsetzung solcher Systeme. Die Kanaltiefen von **3 bis 5 Metern** sowie die stabilen hydraulischen Bedingungen ermöglichen eine wirtschaftlich sinnvolle Installation der Technik. Allerdings ist die Nutzung von Abwasserwärme nicht flächendeckend wirtschaftlich und technisch effizient umsetzbar. Die Wirtschaftlichkeit steigt deutlich, wenn der Einbau der Wärmetauscher mit ohnehin geplanten Kanalsanierungen kombiniert wird.

Das technische und theoretische Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme vor der Kläranlage in Mainz ist grundsätzlich vorhanden. Dennoch gibt es laut dem Wirtschaftsbetrieb Mainz mehrere technische Gründe, warum dieses Potenzial aktuell wegen prozessualer Einschränkungen in der Kläranlage nicht nutzbar ist:

- **Temperaturanforderungen:** Die biologischen Reinigungsprozesse in Kläranlagen sind temperaturabhängig. Wird dem Abwasser vor dem Zulauf zur Kläranlage zu viel Wärme entzogen, kann die Temperatur unter kritische Schwellen (z. B. unter 10 °C) sinken und die Reinigungsleistung beeinträchtigen.
- **Sicherstellung der Funktionsfähigkeit:** Durch die interne Faulgas-Wärme Nutzung im Einlauf der Kläranlage ist nach aktuellem Stand kein Aufheizen des Abwassers im Winter möglich, ohne die Stabilität des Prozesses zu gefährden.

Weitere Machbarkeitsstudien sind nötig, um dieses Potenzial mittelfristig abschließend zu bewerten.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) bestätigt, dass die Abwasserwärmenutzung technisch erprobt, wirtschaftlich und im Gegensatz zu anderen Energieträgern

krisensicher und preisstabil ist. Auch das Anfang 2024 in Kraft getretene Wärmeplanungsgesetz treibt die Abwasserwärmenutzung aktuell entscheidend voran. Wärmetauscher werden entweder direkt in den Kanal eingebaut oder außerhalb platziert, um Wärme aus dem Abwasser zu entziehen. Mit einer Wärmepumpe wird diese Wärme anschließend auf ein Temperaturniveau gebracht, um sie zum Heizen oder zur Warmwasserversorgung zu verwenden. Genutzt wird die Wärme des Abwassers, das Abwasser selbst bleibt im Kanal. Allerdings kann die überproportionale Abkühlung des Abwassers im Kanal durch starken Wärmeentzug die biologischen Prozesse der Kläranlage verschlechtern. Die Abkühlung durch die Wärmeentnahme in der Kanalisation muss daher auf maximal 0,5 Grad Kelvin, bezogen auf den Zulauf der Kläranlage, begrenzt werden (DWA, 2025). Vor einer Umsetzung von Wärmeentnahmen in Mainz wird daher eine sorgfältige Prüfung des Effekts auf die biologische Reinigung empfohlen.

Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme im Ablauf der Kläranlage Mainz

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von Abwasserwärme besteht im Einsatz der im Ablauf der Kläranlage enthaltenen thermischen Energie. Die für die Abwasserreinigung der Landeshauptstadt Mainz zuständige Kläranlage befindet sich im Stadtteil Mombach im Norden der Stadt. Ein Fernwärmenetz der Mainzer Stadtwerke endet direkt am Standort der Kläranlage. Ob die Kapazität des Leitungsschnitts zusätzliche Wärmemengen aufnehmen kann, ist im Rahmen von Machbarkeitsstudien zu prüfen.

Das energetische Potenzial der Kläranlage wird derzeit bereits umfassend genutzt – unter anderem durch ein **Klärgas-Blockheizkraftwerk (BHKW) und Photovoltaikanlagen**. Eine Wasserstoffproduktion, in Kombination mit der vierten Reinigungsstufe der Kläranlage ist zukünftig angedacht (Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, 2022). Laut Aussage des Wirtschaftsbetriebs Mainz ist die Nutzung des Potenzials u.a. abhängig von weiteren Investitionen in den Stromanschluss zur Kläranlage, um eine Großwärmepumpe zu betreiben. Die Wärmegegewinnung aus dem gereinigten Abwasser im Ablauf der Anlage stellt ein zusätzliches, bislang ungenutztes Potenzial dar. Die **mittlere Trockenwetterdurchflussmenge** im Ablauf beträgt rund **530 l/s**. Diese konstante und temperaturstabile Wassermenge bietet eine vielversprechende Grundlage für die Integration von **Wärmetauschern und Wärmepumpen** zur Einspeisung in das bestehende Fernwärmenetz.

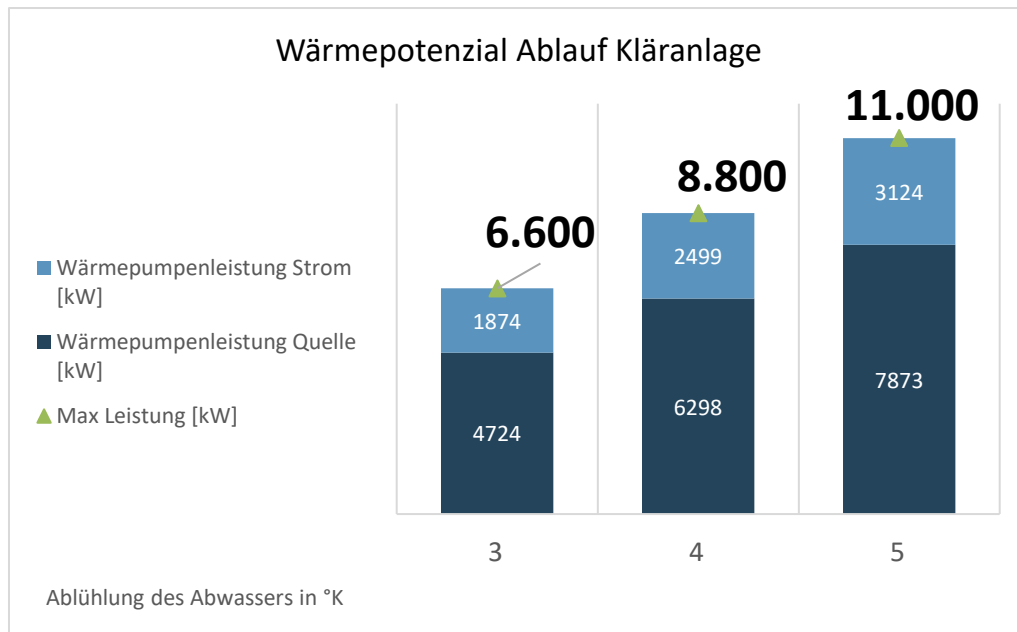


Abbildung 26 Abwasserpotenzial Ablauf Kläranlage
 (eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen)

Je nach Höhe der Temperaturdifferenz lässt sich aus dem Ablauf der Kläranlage Wärme mit einer Leistung von bis zu 11.000 kW gewinnen (siehe Abbildung 26). Unter der Annahme, dass diese Kapazität im Winterhalbjahr (6 Monate) voll ausgeschöpft und im Sommerhalbjahr zu 50 % genutzt wird, ergibt sich eine potenzielle Wärmemenge von **ca. 71 GWh/a**, die maximal aus dem Ablauf der Kläranlage gewonnen werden kann.

Im Gespräch mit den Mainzer Wirtschaftsbetrieben am 20.05.2025 zeigten sich die Betreibenden der Kläranlage offen für eine Nutzung des Ablaufs zur Wärmegewinnung. Die technischen Bedingungen zur Nutzung des Potenzials sind somit erfüllt. Es wird eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Wärmenutzung durchgeführt.

3.1.2 Biomasse

Im Rahmen der Ermittlung des theoretischen Biomassepotenzials wurden ausschließlich biogene Reststoffe betrachtet. Dabei handelt es sich um **Restholz aus dem Forst, energetisch verwertbarer Abfall und landwirtschaftliche Reststoffe**.

Informationen aus öffentlichen Quellen

- **Restholz**

Laut dem Biomasseplan der Landeshauptstadt Mainz (Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, 2008) aus dem Jahr 2008 beträgt das Potenzial aus holzartiger Biomasse im Stadtgebiet insgesamt **ca. 116 GWh/a**. Dazu gehören u.a. schnellwachsende Hölzer, Waldholz und holzartiger Grünschnitt (Anlage 27).

| Biomasse | Jahresmengen | | Heizwert (MWh) |
|-----------------------------|---------------|-----------|-------------------|
| holzartige Biomasse | | | |
| Energiegräser | 25,5 ha bzw. | 458 t | 1.857 |
| Schnellwachsende Hölzer | 25,5 ha bzw. | 255 t | 1.088 |
| Getreidestroh | 221,8 ha bzw. | 1.315 t | 6.336 |
| Schnittmaterial Obstanlagen | 535,0 ha bzw. | 3.210 t | 16.403 |
| Rodematerial Obstflächen | 26,8 ha bzw. | 1.876 t | 9.586 |
| Rodematerial Rebflächen | 6,1 ha bzw. | 613 t | 3.132 |
| Waldholz | | 394 FM | 1.108 |
| Altholz | | 10.214 t | 43.410 |
| holzartiger Grünschnitt | | 54.500 m³ | 32.700 |
| Summe | | | 115.620 |

Abbildung 27 Abwasserpotenzial Ablauf Kläranlage

(Quelle: Biomassemasterplan der Landeshauptstadt Mainz, 2008)

- **Biomasseabfall**

Bioabfall ist durch den hohen organischen Anteil besonders geeignet zur energetischen Verwertung. In Mainz beträgt laut dem Abfallwirtschaftskonzept für die Landeshauptstadt Mainz (Kommunale Abfallwirtschaft Mainz-Bingen, 2025) das energetische Potenzial aus Bioabfall 11 GWh/a. Der Bioabfall wird momentan in der **KWK-Anlage Essenheim** verwertet und damit bereits nahezu vollständig energetisch genutzt. Die Verträge für die Verwertung laufen bis 2027. Momentan (Sommer 2025) wird von den Entsorgungsbetrieben Mainz ein Konzept für die weitere Nutzung erarbeitet (Kommunale Abfallwirtschaft Mainz-Bingen, 2025).

- **Landwirtschaftliche Reststoffe**

Im Biomassemasterplan für das Stadt Mainz aus dem Jahr 2008 wurde auch das energetische Potenzial von nachwachsenden Rohstoffen auf ungenutzten oder potenziell zur Verfügung stehenden Flächen untersucht. Das Potenzial beträgt in der Summe 30 GWh/a (Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, 2008).

Weiterhin wurde das Potenzial von Reststoffen von einjährigen Pflanzen, die im Stadtgebiet Mainz angebaut werden, im Biomassemasterplan untersucht. Hier wurde insgesamt ein Potenzial von ca. 24 GWh/a ermittelt (Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, 2008).

Erhebungen im Rahmen der KWP

Um das realisierbare und aktuelle Potenzial von Biomasse im Stadtgebiet Mainz zu konkretisieren, wurden die verantwortlichen Akteur:innen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kontaktiert.

- **Restholz**

Das Stadtgebiet Mainz ist eine tendenziell waldarme Region. Dementsprechend ist die Verfügbarkeit von Restholz aus den Waldflächen stark begrenzt. Gespräche mit den leitenden Forstämtern Rheinhessen im Juni 2025 haben ergeben, dass sowohl der Lennebergwald als

auch der Ober-Olmer Wald auf absehbare Zeit keine Biomasse-Potentiale aus Restholz aufweisen. Im Sinne der Kreislaufwirtschaft wird das Holz zunehmend im Wald für den Feuchtigkeitshaushalt und zur Humusbildung liegengelassen. Der Schwerpunkt der Waldbewirtschaftung liegt auf Walderhaltung, Naturschutz und Sicherung der Naherholung.

- **Landwirtschaftliche Reststoffe**

Das Potenzial von Biomasse aus landwirtschaftlichen Reststoffen und deren Verwendung wird für das Stadtgebiet Mainz derzeit nicht zentral erfasst. Aus diesem Grund konnten auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine belastbaren Daten zum Gesamtpotenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe erhoben werden. Gespräche mit dem Bauernverein im Mai 2025 zeigten, dass sich Landwirte zunehmend an nachhaltigen Praktiken im Einklang mit Umwelt- und Klimazielen orientieren. Ein Großteil der landwirtschaftlichen Reststoffe wird zur Düngung und Bodenverbesserung, als Tierfutter oder als Mulchmaterial verwendet. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass hier kein ungenutztes Potenzial existiert.

Weitere Abfälle

Neben dem Bioabfall fallen noch weitere Abfälle an, die ebenfalls energetisch verwertet werden können. Auch diese wurden im Abfallwirtschaftskonzept der Kommunalen Abfallwirtschaft von 2025 erfasst (Kommunale Abfallwirtschaft Mainz-Bingen, 2025). Eine detaillierte Auflistung der Abfälle und deren energetisches Potenzial ist in Tabelle 9 zu finden. Aus der Tabelle geht hervor, dass Restabfall im Stadtgebiet Mainz den größten Anteil des Abfalls und des energetischen Potenzials ausmacht.

Die Abfälle werden im Müllheizkraftwerk Mainz im Stadtteil Mombach bereits energetisch verwertet und für die Fernwärme der Stadt Mainz genutzt (Kommunale Abfallwirtschaft Mainz-Bingen, 2025). Daher ist kein signifikantes ungenutztes Potenzial von Abfällen im Stadtgebiet Mainz bekannt.

Tabelle 9: Energetisches Potenzial Abfälle Stadtgebiet Mainz

| Abfallart | Gesamtmenge | Potenzial |
|--|-------------|-----------|
| | t/a | GWh/a |
| Restabfall | 35.115 | 83,00 |
| LVP | 4.304 | 35,60 |
| Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall | 9.212 | 26,00 |
| Altholz | 3.172 | 12,00 |
| Grünabfall | 7.023 | 7,00 |
| Altreifen | 82 | 0,627 |
| Schadstoffliche Abfälle | 82 | 0,232 |
| Landschaftsmüll | 42 | 0,079 |

3.1.3 Geothermie

Bei der Wärmeerzeugung durch Geothermie wird zwischen **oberflächennaher Geothermie** (Erdwärmesonden, Kollektoren) und **tiefer Geothermie** unterschieden. Abhängig von den lokalen Gegebenheiten, reichen die Anwendungsbeispiele von der Versorgung eines Einfamilienhauses bis hin zur Versorgung von Wärmenetzen (siehe Abbildung 28).

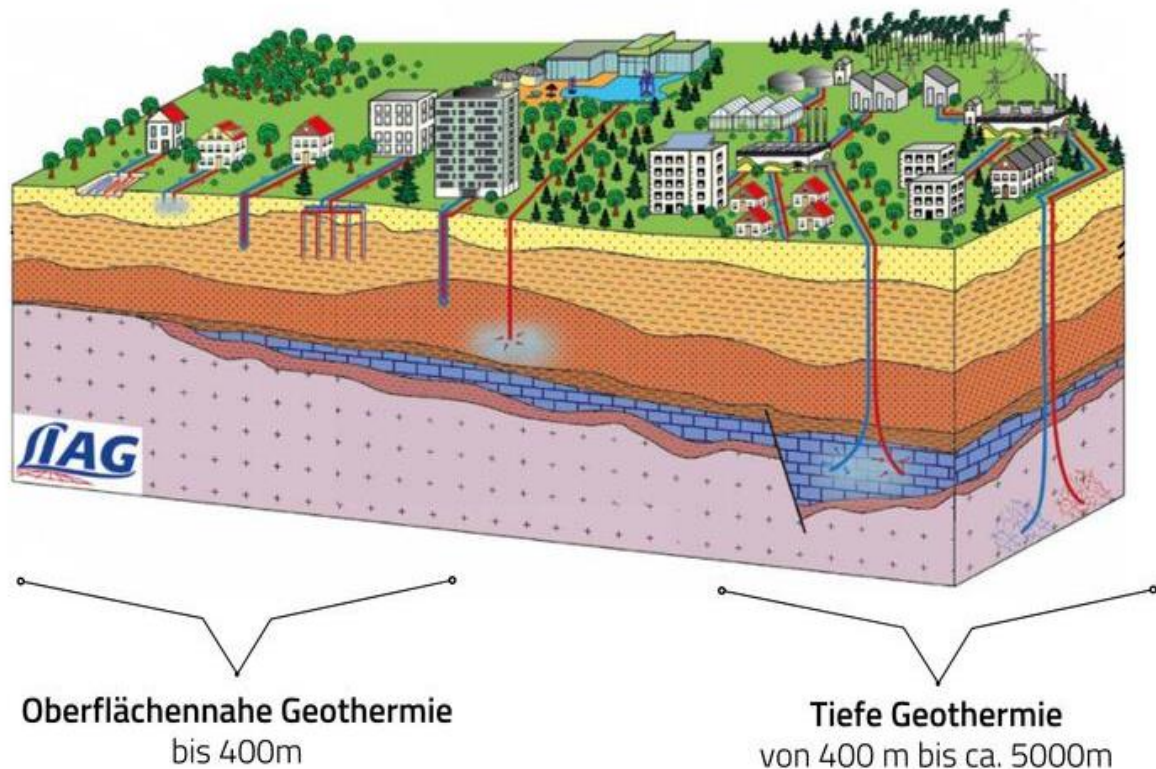


Abbildung 28: Unterscheidung oberflächennaher und tiefer Geothermie
(Quelle: LIAG – Institut für Angewandte Geophysik)

Bei der **oberflächennahen Geothermie** wird Wärme aus dem Erdreich durch Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden mit einer Tiefe von bis zu 400 m gewonnen. Diese Bohrungen fallen bis zu 100 m Tiefe nicht unter das Bergrecht und sind bis zu dieser Tiefe dementsprechend nicht nur technisch, sondern auch genehmigungsrechtlich einfacher zu realisieren (Bundesverband Geothermie, 2025).

Mitteltiefe Geothermie umfasst Bohrungen von 400 m bis 1.500 m, tiefere Bohrungen werden als **Tiefengeothermie** bezeichnet (Bundesverband Geothermie, 2025).

3.1.4 Tiefengeothermie

Die tiefe Geothermie stellt ein strategisch bedeutsames Potenzial für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar. Aufgrund ihrer **Grundlastfähigkeit** und der Möglichkeit zur **kontinuierlichen Wärmebereitstellung** kann sie langfristig einen stabilen Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung leisten.

Die Potenzialuntersuchung für die tiefe Geothermie in Mainz basiert auf aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten der **Johannes-Gutenberg-Universität Mainz** (Johannes Gutenberg Universität Mainz, 2025),

des **Fraunhofer-Instituts für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG)** (Fraunhofer-Institut (IEG), 2022), des **Bundesverbands Geothermie** sowie auf regionalen Erfahrungen mit **Probebohrungen**.

Bei der tiefen Geothermie werden **natürliche Thermalwasserreservoirs** in Tiefen von über **1.500 Metern** erschlossen. Das Verfahren nutzt die im Untergrund gespeicherte Wärme des Thermalwassers. Dabei wird heißes Wasser aus dem Reservoir entnommen, zur Wärmegewinnung genutzt und anschließend wieder in den Untergrund zurückgeführt. Die dabei entstehende **Temperaturdifferenz** wird zur Energiegewinnung genutzt – entweder direkt zur Wärmeerzeugung oder in Kombination mit Stromerzeugung.

Im Vergleich zur oberflächennahen Geothermie bietet die tiefe Geothermie ein **besonders hohes energetisches Potenzial**, da die Temperaturen des Thermalwassers deutlich höher sind als die der Gesteinsschichten in geringerer Tiefe. Dies ermöglicht eine **effiziente Wärmebereitstellung**, auch für größere Verbraucher oder Wärmenetze.

Abbildung 29 zeigt den aktuellen Kenntnisstand zur Lage potenzieller **hydrothermalen Ressourcen** im Raum Mainz. Voraussetzung für ein hydrothermales System ist das Vorhandensein einer **ergiebigen, wasserführenden Gesteinsschicht**. Die Karte verdeutlicht, dass das Stadtgebiet Mainz als **untersuchungswürdig** gilt, jedoch bislang **keine gesicherten geowissenschaftlichen Daten** vorliegen (Bundesverband Geothermie, 2025).

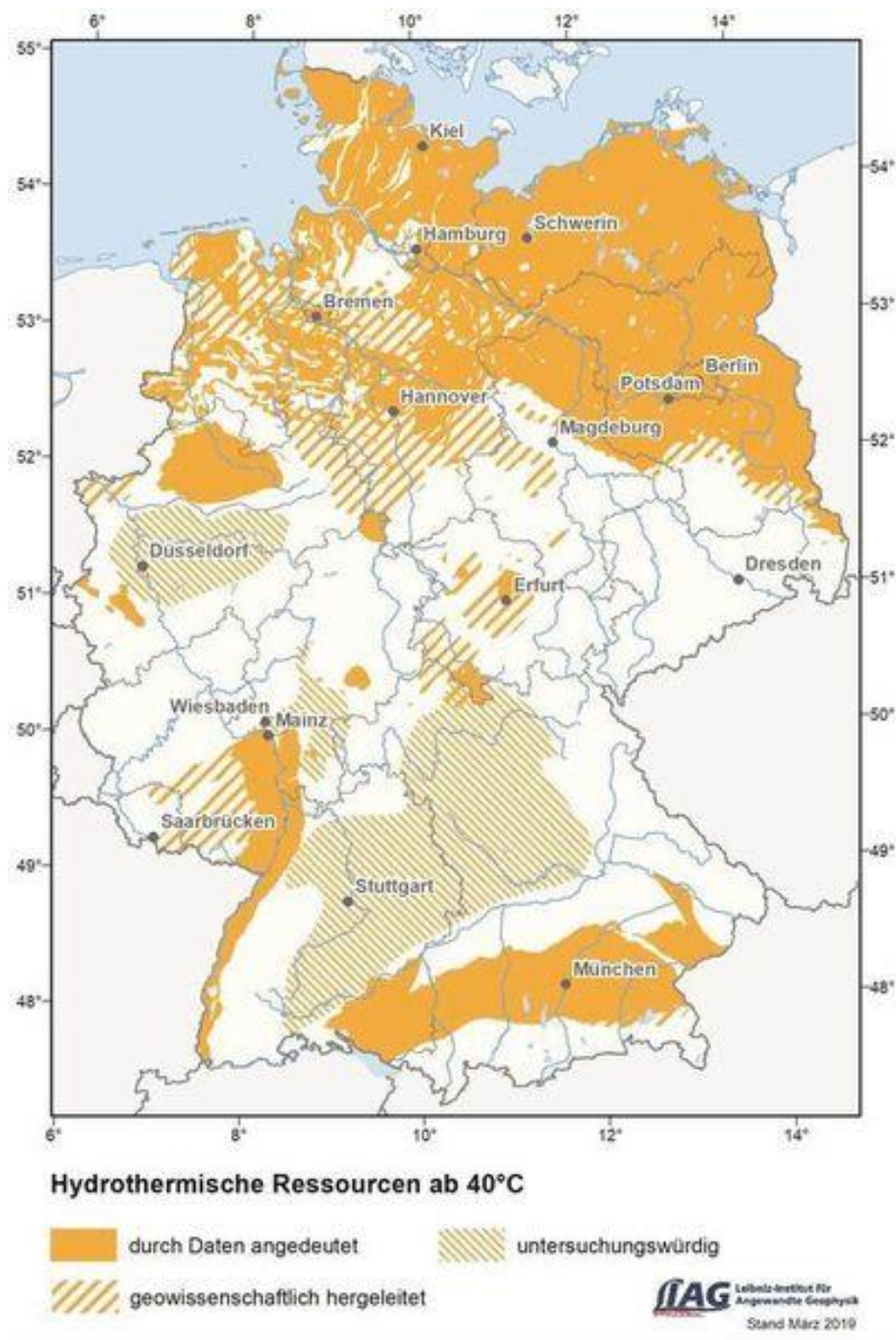


Abbildung 29: Karte hydrothermischer Ressourcen
(Quelle: LIAG – Institut für Angewandte Geophysik)

Genaue geologische und geophysische Voruntersuchungen und Probebohrungen sind erforderlich, um geeignete Reservoirs zu identifizieren.

Die technische Umsetzung ist jedoch mit **hohen Investitionskosten**, **genehmigungsrechtlichen Anforderungen** und einem **Fündigkeitsrisiko** verbunden. Daher wird die tiefe Geothermie im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als **langfristige Option** betrachtet, die insbesondere bei geeigneter geologischer Lage und für größere Versorgungseinheiten wie Stadtquartiere oder Industriegebiete relevant ist.

Im März 2025 führte das Unternehmen Neowells GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine umfassende Literaturrecherche durch (neowells GmbH, 2025).

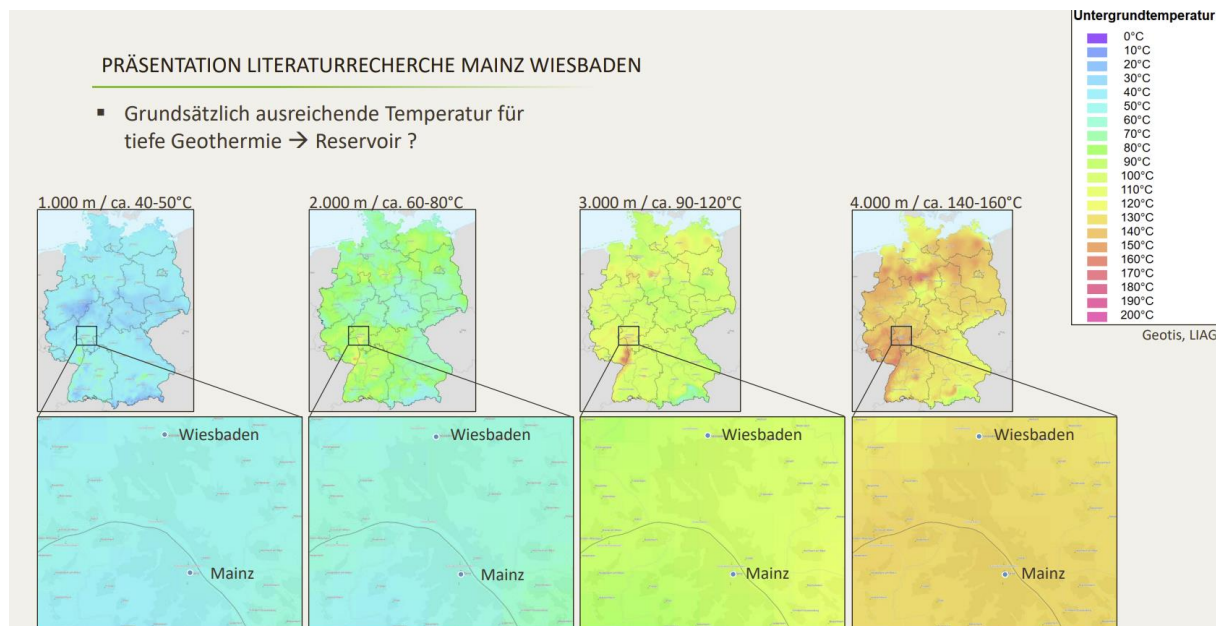


Abbildung 31: Temperaturen für Geothermie Mainz
(Quelle: Neowells GmbH)

Die Ergebnisse bestätigen das **prinzipielle Potenzial** für tiefe Geothermie im Stadtgebiet Mainz (Abbildung 31). Für eine realistische Bewertung sind jedoch **standortspezifische Erkundungsmaßnahmen** erforderlich, darunter:

- Erfassung von Temperaturprofilen
- Analyse der Gesteinsdurchlässigkeit
- Bewertung von Förderraten und Risiken

Die tiefe Geothermie bietet für Mainz ein **signifikantes theoretisches Potenzial**. Die technische Nutzbarkeit hängt jedoch stark von den geologischen Gegebenheiten ab und erfordert **umfangreiche Voruntersuchungen** und **Probebohrungen**.

3.1.5 Oberflächennahe Geothermie

Als oberflächennahe Geothermie bezeichnet die Nutzung der Wärme aus dem Untergrund **bis max. 400 m** und wird in Mainz ausschließlich für die Heiz- und Kühlzwecke eingesetzt. Oberflächennahe Geothermie ist ein tragender Baustein in der kommunalen Wärmeplanung. Ihr Einsatz kann sowohl im Gebäudebestand (z.B. im Rahmen von Sanierungen) als auch im Neubau empfohlen werden. Zur Gewinnung der oberflächennahen Geothermie gibt es verschiedene Technologien, die in Abbildung 32 überblicksartig dargestellt sind.

Bei Erdwärmekollektoren (auch Flächenkollektoren genannt) werden Rohre flächig in einer **Tiefe von 1 bis 2 Metern** verlegt. Für den Einsatz der Technologie wird dementsprechend eine größere Freifläche benötigt, die nicht versiegelt ist und auf denen keine Pflanzen mit tieferem Wurzelwerk wachsen. Bei den Erdsonden wird eine Bohrung (in der Regel bis zu 100 Metern Tiefe) durchgeführt, um mit

einer Sonde dem Erdreich Wärme zu entziehen. Der Grundwasserbrunnen bezieht seine Wärme aus dem Grundwasser, dieses wird hochgepumpt, die Wärme über einen Wärmetauscher entzogen und anschließend wieder ins Erdreich zurückgeführt. In den folgenden Abschnitten wird auf das Potenzial aller drei Technologien näher eingegangen.

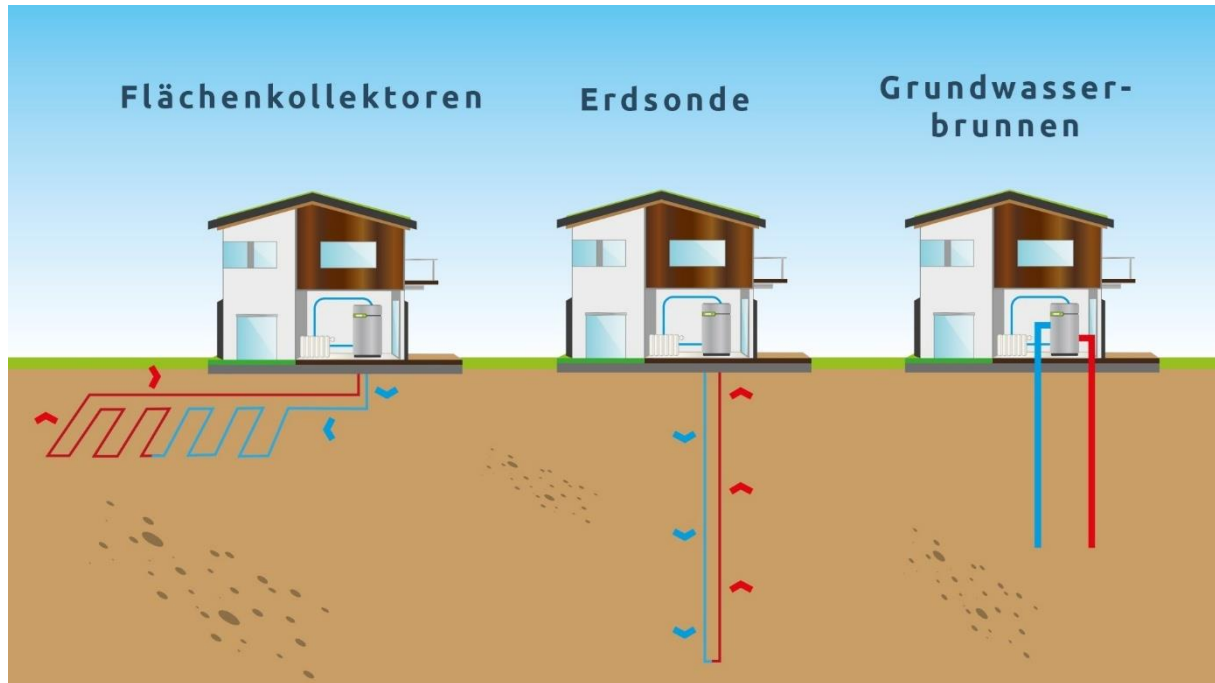


Abbildung 32: Technologien oberflächennahe Geothermie
(eigene Darstellung)

3.1.6 Erdwärmekollektoren

Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz hat für das gesamte Bundesland Karten zur Genehmigungslage von Erdwärmekollektoren veröffentlicht (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, 2025). Das Ergebnis für das Stadtgebiet Mainz ist in Abbildung 33 zu sehen. **In einem Großteil des Stadtgebiets können Erdwärmekollektoren mit einer vorherigen Anzeige an das Landesamt Mainz-Bingen errichtet werden.** In einem weiteren großflächigen Bereich sind die Anlageerlaubnispflichtig, wurden aber bislang immer genehmigt. Nur einem kleinen Teil im Süden des Stadtgebiets kam es bislang zu Antragsablehnungen.

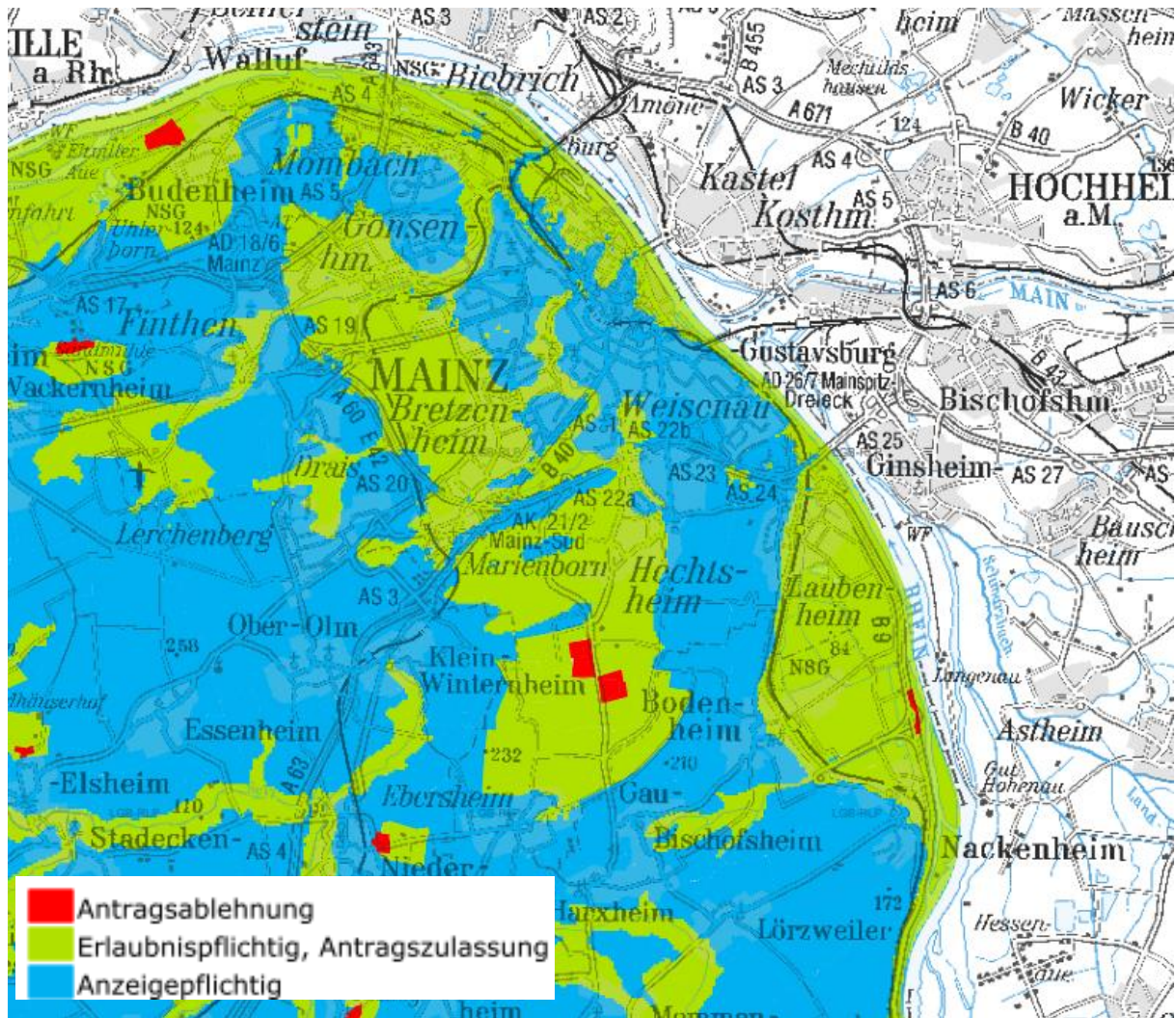


Abbildung 33: Genehmigungslage Flächenkollektoren
(Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)

Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz hat für das gesamte Bundesland Karten zur Genehmigungslage von Erdwärmekollektoren veröffentlicht (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, 2025). Das Ergebnis für das Stadtgebiet Mainz ist in Abbildung 34 zu sehen. Hieraus wird ersichtlich, dass es im Stadtgebiet Mainz für Erdwärmekollektoren ein **mittleres Potenzial von 1,2 bis 1,4 W/K** gibt.

Bezogen auf das gesamte Stadtgebiet Mainz ergibt das ein **theoretisches Wärmepotenzial von 311 GWh/a**. Darin eingerechnet sind auch Flächen, die versiegelt oder durch tiefwurzelnende Pflanzen bewachsen sind und sich somit nicht für Flächenkollektoren eignen.

Im Stadtgebiet Mainz sind 51,61 % der Flächen versiegelt (Deutsche Umwelthilfe, 2025). Wird diese Fläche von dem **theoretischen Potenzial** abgezogen, so ergibt sich ein verbleibendes Potenzial von **150,49 GWh/a**.

Um das genaue Potenzial zu bestimmen, muss eine Einzelfallbetrachtung der Grundstücke durchgeführt werden.

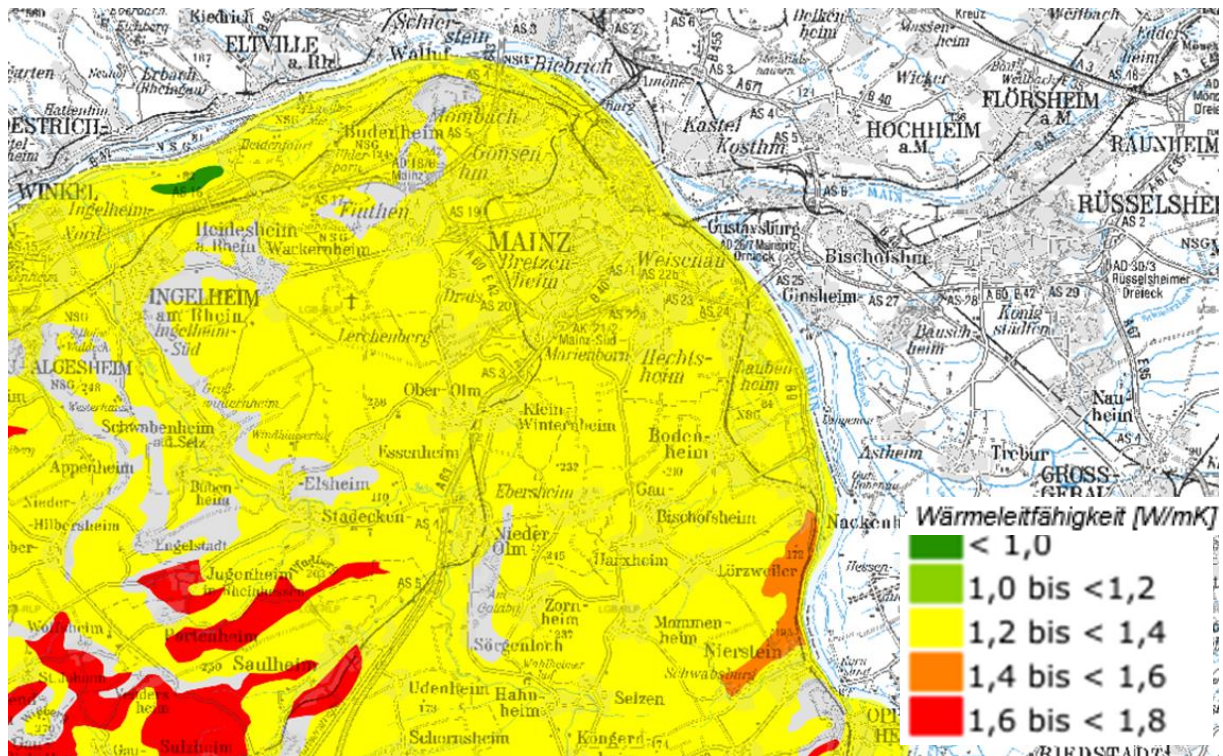


Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs im Stadtgebiet Mainz in zwei Metern Tiefe,
Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

3.1.7 Erdwärmesonden

Für die Genehmigungslage bei Erdwärmesonden gibt es ebenfalls Übersichtskarten des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, 2025). Es ist zu erkennen, dass im Großteil des Stadtgebiets Mainz eine Antragszulassung, teilweise nach einer Prüfung durch Fachbehörden, erfolgte.

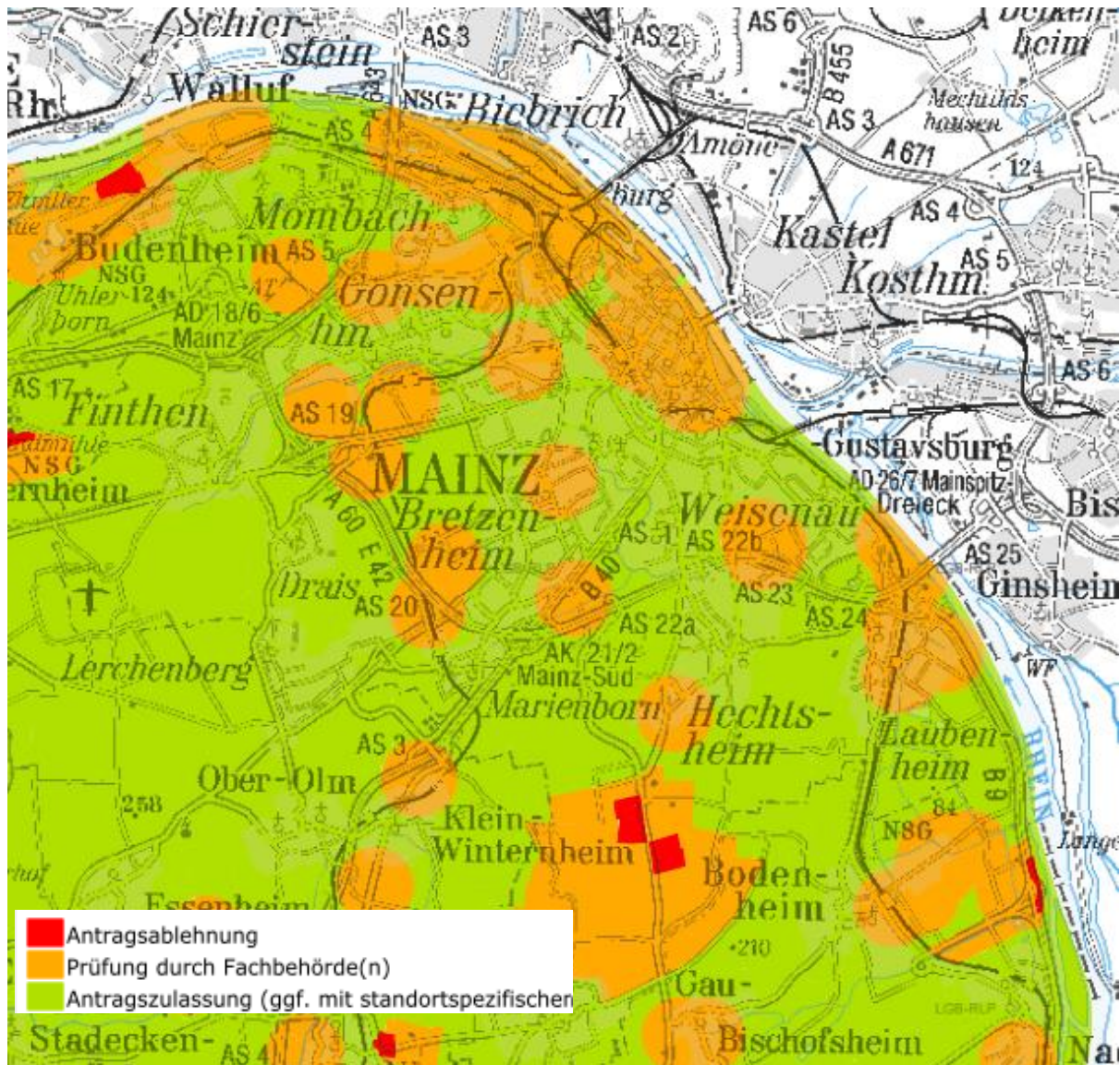


Abbildung 35: Genehmigungslage Erdwärmesonden im Stadtgebiet Mainz,
Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Die Wärmeleitfähigkeit im Stadtgebiet Mainz liegt bei 1,8 bis 2,0 W/mK; damit ist das Stadtgebiet im Vergleich mittelmäßig für Erdwärmesonden geeignet.

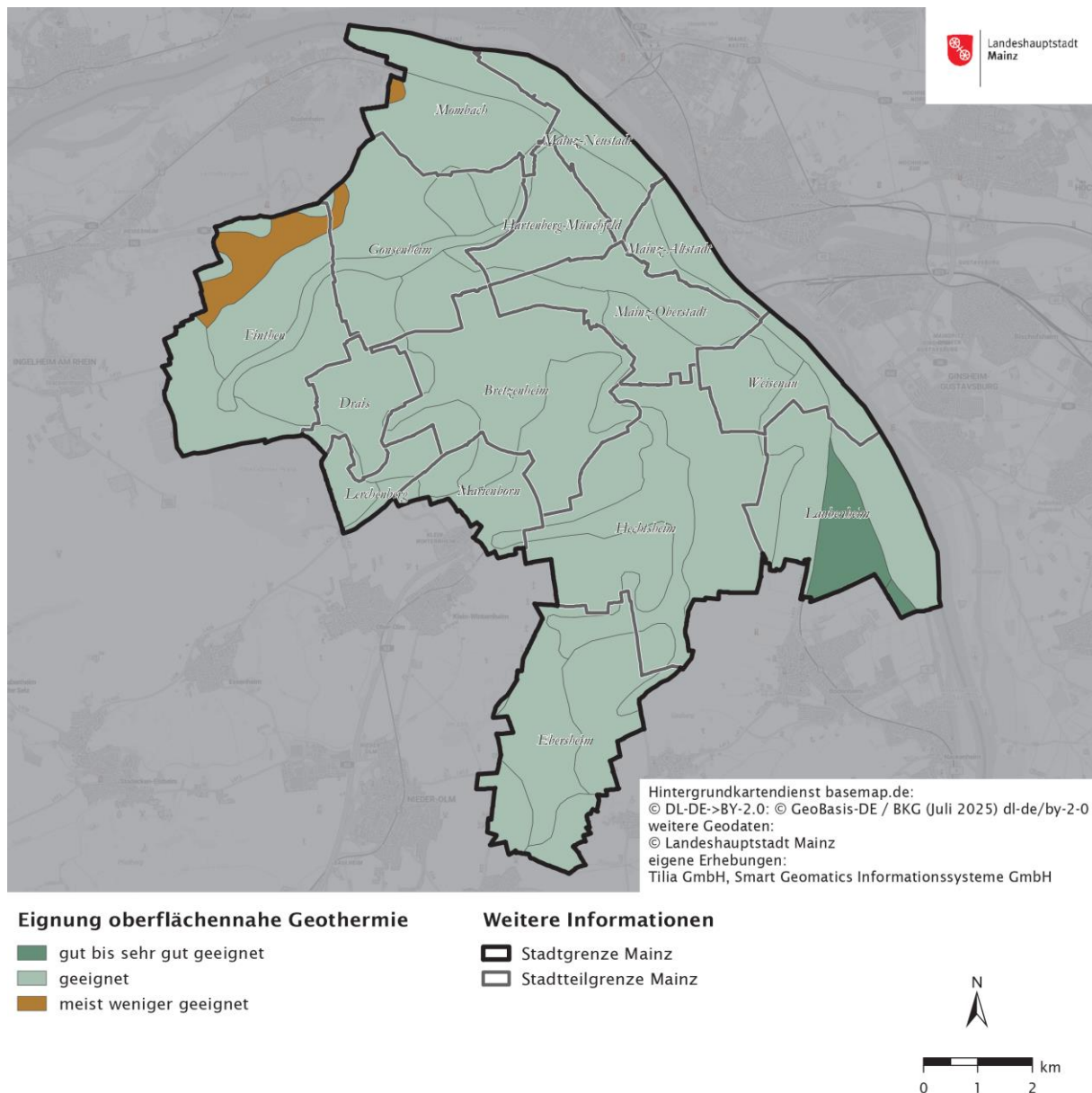


Abbildung 36: Einschätzung Wärmeleitfähigkeit bis 100 m (Erdwärmesonden)
 (Quelle: eigene Darstellung nach Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)

Das Potenzial wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für das Stadtgebiet Mainz nach Flurstücken ausgewertet. Die Auswertung des Potenzials ergab ein **theoretisches Potenzial für Erdwärmesonden** bis zu 100 m Tiefe im Stadtgebiet Mainz **von 1.108 GWh/a**. Auch hier konnte jedoch nicht berücksichtigt werden, ob die Fläche ggf. durch Bebauung oder Bepflanzung nicht zur Verfügung steht. Das realisierbare Potenzial liegt somit deutlich unter dem theoretischen Potenzial und müsste im Einzelfall betrachtet werden.

In Abbildung 37 bzw. im Anhang 13 (für das gesamte Stadtgebiet) sind die Flurstücke abgebildet, die prinzipiell für Erdwärmesonden geeignet sind. Die Eignung ergibt sich aus der Genehmigungslage, sowie dem Abstand zum Nachbargrundstück.

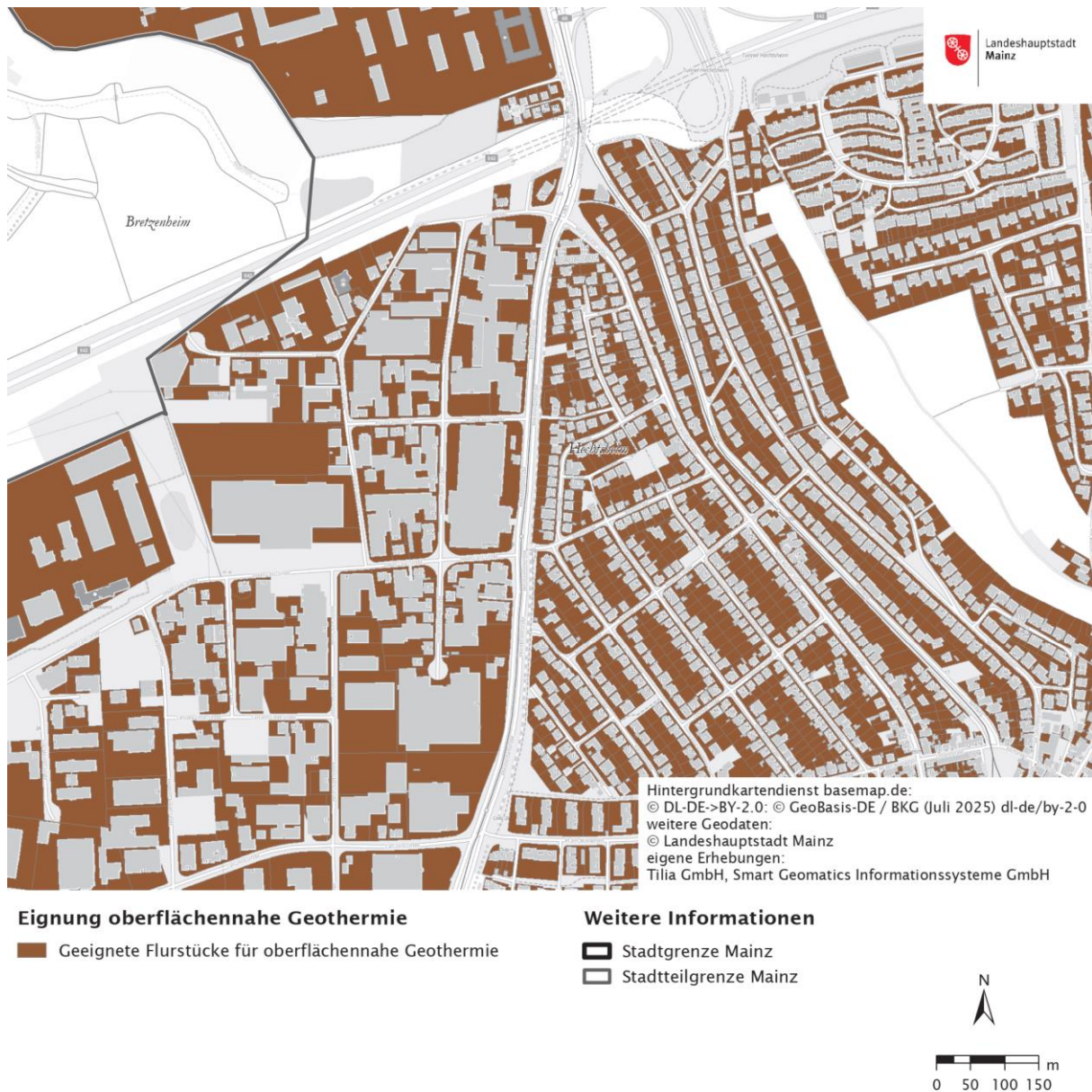


Abbildung 37: Potenzial Erdwärmesonden nach Flurstücken
 (eigene Darstellung nach Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)

Erdwärmesondenfelder

Erdwärmesondenfelder stellen eine vielversprechende Technologie zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie dar und bieten ein erhebliches Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung in Mainz. Sie bestehen aus mehreren vertikal in den Boden eingebrachten Sonden, die über ein geschlossenes Kreislaufsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit betrieben werden. Diese Flüssigkeit nimmt die im Erdreich gespeicherte Wärme auf und transportiert sie zu einer Wärmepumpe, die sie auf ein nutzbares Temperaturniveau bringt. Im Vergleich zu einzelnen Erdsonden ermöglichen Erdwärmesondenfelder eine höhere Entzugsleistung und eine gleichmäßigere Wärmeverteilung, was zu einer verbesserten Effizienz und einer längeren Lebensdauer der Anlagen führt.

Die Effizienz von Erdwärmesondenfeldern hängt maßgeblich von geologischen Rahmenbedingungen, der Sondenanzahl, der Tiefe (typischerweise 50–150 m) und der thermischen Regeneration des Untergrunds ab. **In Mainz sind die geologischen Voraussetzungen – insbesondere die Wärmeleitfähigkeit und die Speicherfähigkeit des Bodens – in vielen Stadtteilen günstig.** Durch die Kombination mehrerer Sonden in einem Feld können größere Wärmemengen erschlossen und saisonale Speicherlösungen realisiert werden, etwa durch die Einlagerung von Solarwärme im Sommer zur Nutzung im Winter.

Technologisch ausgereifte **Sondenfelder erlauben eine bidirektionale Betriebsweise**, bei der sowohl die **geothermische Wärmegewinnung** als auch die **saisonale Wärmespeicherung zur Gebäudekühlung** realisiert werden können. Dies führt zu einer verbesserten Jahresarbeitszahl und erhöht die Wirtschaftlichkeit der Systeme.

3.1.8 Grundwasserbrunnen

Als weitere Form der oberflächennahen Geothermie kann Wärme aus dem Grundwasser gewonnen werden. Auch für die Grundwasserbrunnen und die dazugehörigen Wärmetauscher hat das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, 2025) Übersichtskarten zur Zulassungslage veröffentlicht (siehe Abbildung 38).

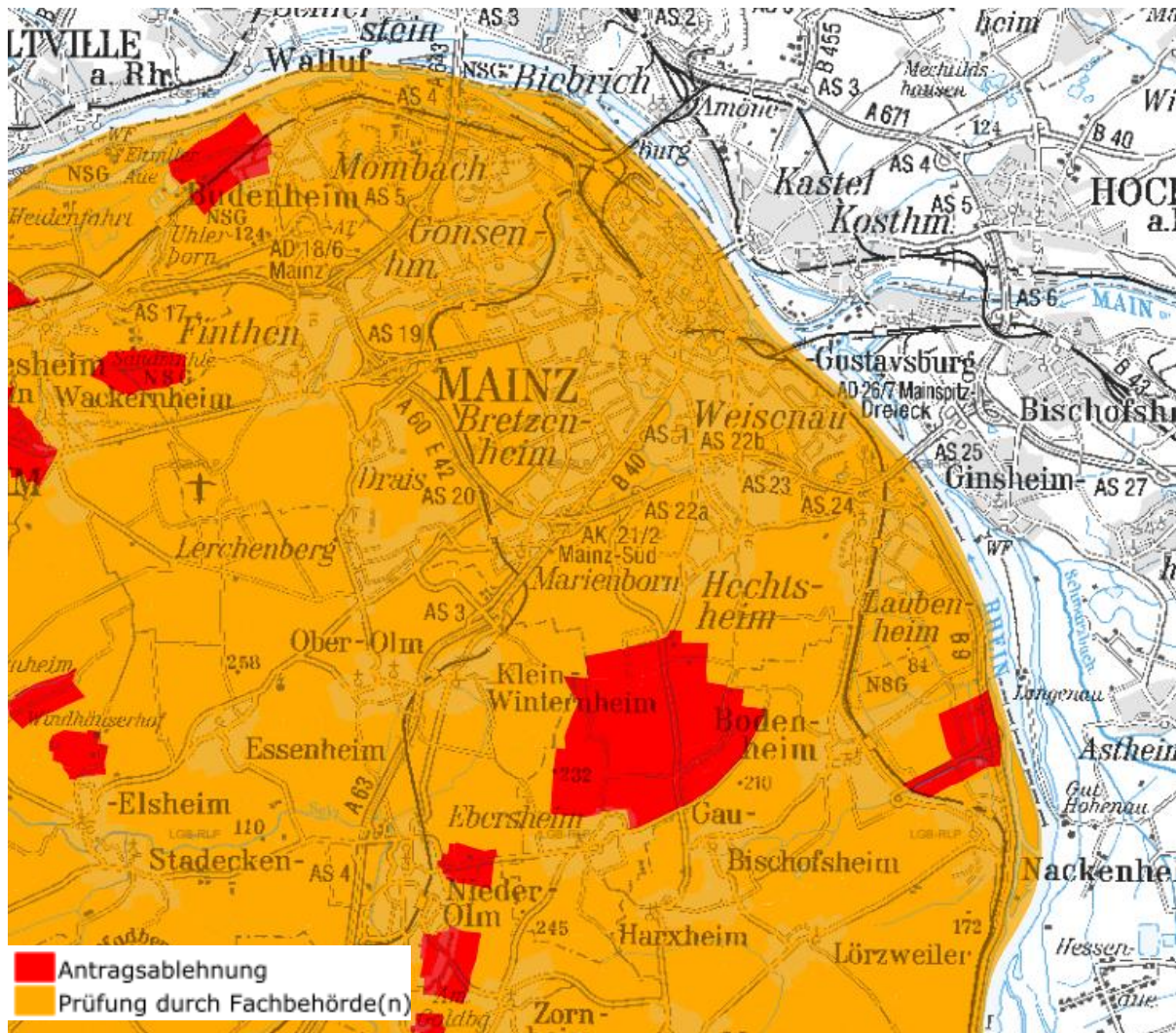


Abbildung 38: Übersicht Zulassungen Grundwasser-Wärmetauscheranlagen
(Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)

In der Übersichtskarte ist zu erkennen, dass die Anträge für Grundwasserbrunnen zwar im gesamten Stadtgebiet durch Fachbehörden geprüft wurden, aber nur in wenigen Gebieten) abgelehnt wurden.

Grundwasserbrunnen können zur Beheizung von Ein- oder Mehrfamilienhäusern genutzt werden, aber auch zur Beheizung von Quartieren. Bei einer größeren Anlage kann ein Fördervolumen von bis zu **250 m³/h Grundwasser** gefördert werden und daraus eine Wärmeleistung von **850 kW** gewonnen werden. Dies entspricht einer Wärmegewinnung von **ca. 1,5 bis 2 GWh/a**, womit z.B. ein kleineres klimaneutrales Quartier versorgt werden könnte.

Das realisierbare technische Potenzial hängt von der Flächenverfügbarkeit und den Genehmigungen ab und müsste im Einzelfall betrachtet werden.

3.1.9 Wärmepumpen

3.1.9.1 Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen nutzen die Umgebungsluft als Wärmequelle. Da diese nahezu unbegrenzt verfügbar ist, gilt das **theoretische Potenzial** als sehr hoch. Um das **technische Potenzial** zu bestimmen,

wird untersucht, in welchen Gebäuden Luftwärmepumpen tatsächlich effizient und regelkonform eingesetzt werden können.

Informationen aus öffentlichen Quellen

Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) hat für ganz Deutschland eine sogenannte **Wärmepumpenampel** entwickelt. Diese zeigt, wie viele Wohngebäude in einer Stadt oder Gemeinde grundsätzlich für den Einsatz von Wärmepumpen geeignet sind. Die Bewertung erfolgt automatisiert anhand des Baualters und des Abstands zu Nachbargebäuden.

Für die Stadt Mainz ergab die Analyse der FfE, dass **56 %** der Wohngebäude grundsätzlich mit Wärmepumpen beheizt werden können. **41 %** der Wohngebäude sind speziell für **Luftwärmepumpen** geeignet (Forschungsstelle für Energiewirtschaft, 2025).

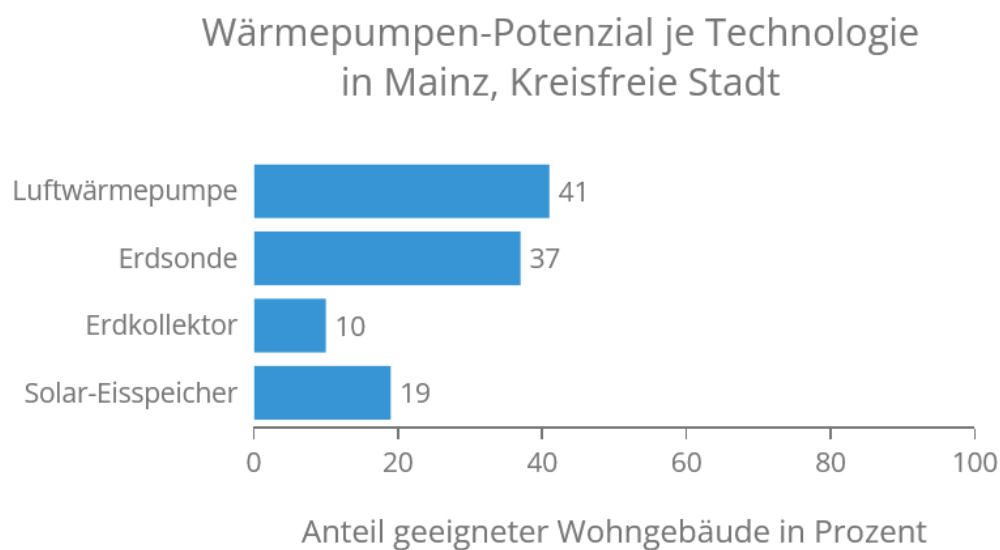


Abbildung 39: Wärmepumpenpotenzial je Technologie in Mainz
(Quelle: Forschungsstelle für Energiewirtschaft)

Diese Eignung basiert auf der Annahme, dass Gebäude mit einem **geringen spezifischen Wärmebedarf** und einem **niedrigen Temperaturniveau** besonders gut für Luftwärmepumpen geeignet sind. Das trifft vor allem auf Gebäude zu, die **nach 1995 gebaut** oder **energetisch saniert** wurden.

Für Mainz ergibt sich daraus ein technisches Potenzial von etwa 490 GWh pro Jahr. Das bedeutet, dass von den insgesamt 37.380 Wohnhäusern in Mainz rund 15.326 Gebäude allein mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten.

Für die übrigen Gebäude kommen Kombinationslösungen infrage, zum Beispiel Hybridheizsysteme, bei denen eine Luftwärmepumpe mit einem Erdgas- oder Biogaskessel kombiniert wird.

Wärmepumpen-Potenzial je Gebäudetyp in Mainz, Kreisfreie Stadt

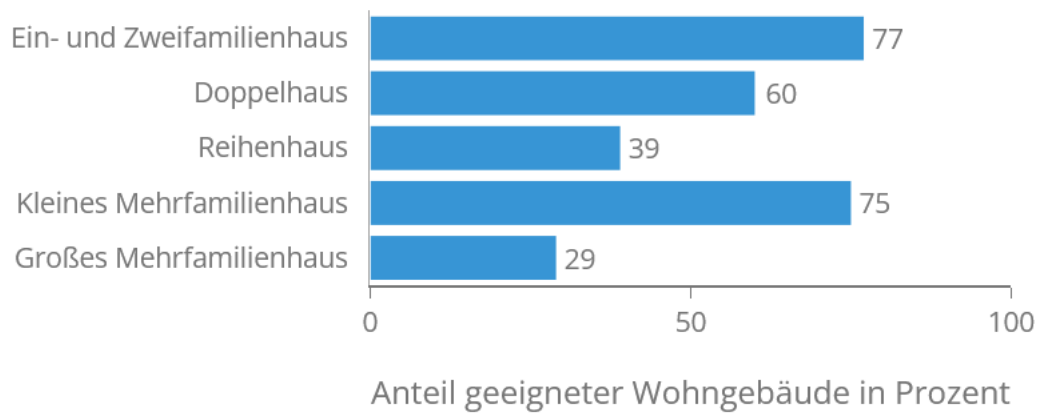


Abbildung 40: Wärmepumpen-Potenzial je Gebäudetyp in Mainz
(Quelle: Forschungsstelle für Energiewirtschaft)

Abbildung 40 zeigt, dass die Eignung für Luftwärmepumpen stark vom Gebäudetyp abhängt. Die FfE-Daten zeigen:

- Ein- und Zweifamilienhäuser: Etwa 77 % dieser Gebäude können allein mit einer Wärmepumpe beheizt werden.
- Große Mehrfamilienhäuser: Nur etwa 29 % sind für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet. Hier sind häufig Hybridlösungen erforderlich.

Zur individuellen Bewertung eines Gebäudes empfiehlt sich der Einsatz des Einzelgebäuderechners der FfE, der online auf der Seite der FfE erreichbar ist. Sie bewertet für jedes Wohngebäude in Deutschland, ob genug Umweltwärme aus Luft, Erde oder Sonne verfügbar ist, um den Wärmebedarf mit einer Wärmepumpe zu decken. Die Ergebnisse basieren auf Geo- und Statistikdaten sowie einem Algorithmus, der Faktoren wie Grundstücksgröße, Dachfläche und Abstand zu Nachbargebäuden berücksichtigt. Sie soll eine Orientierungshilfe bieten – besonders für die Eigentümerschaft von Bestandsgebäuden – und die Wärmewende durch fundierte Informationen unterstützen. Die Detailplanung einer Anlage ersetzt sie nicht, aber sie gibt einen ersten Hinweis auf die Machbarkeit.

Erhebungen im Rahmen der KWP

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die Gebäude in Mainz zusätzlich automatisiert anhand von Abständen zu Nachbargebäuden analysiert. Dabei wurde geprüft, ob ein Gebäude **mindestens 3 Meter Abstand** zu seinen Nachbargebäuden hat. Dieser Abstand ist zwar in Rheinland-Pfalz nicht gesetzlich vorgeschrieben, wird aber empfohlen, um die Anforderungen der **Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)** zu erfüllen. Die Empfehlung stammt unter anderem von der Enovato GmbH (Enovato GmbH, 2025).

Wichtig zu erwähnen ist, dass Wärmepumpen mit **natürlichen Kältemitteln wie Propan (R290)**, deren Einsatz durch die **F-Gas-Verordnung** zunehmend verpflichtend wird, **besondere Abstandsvorgaben zu Gebäudeöffnungen** wie Fenstern oder Kellerschächten einhalten müssen. Diese Vorgaben dienen dem Brandschutz und der sicheren Handhabung des Kältemittels. In dicht bebauten Quartieren kann dies die Einsatzbarkeit solcher Wärmepumpen deutlich einschränken, insbesondere wenn die empfohlenen oder vorgeschriebenen Abstände nicht eingehalten werden können.

Die Branche arbeitet intensiv daran, das Luftwärmepumpen nicht nur technisch leiser, sondern auch **gezielt für den Einsatz in städtischen Quartieren** weiterentwickelt werden – was ihren Einsatz in dicht besiedelten urbanen Gebieten wie Mainz zunehmend erleichtert (Fraunhofer IBP, 2024).

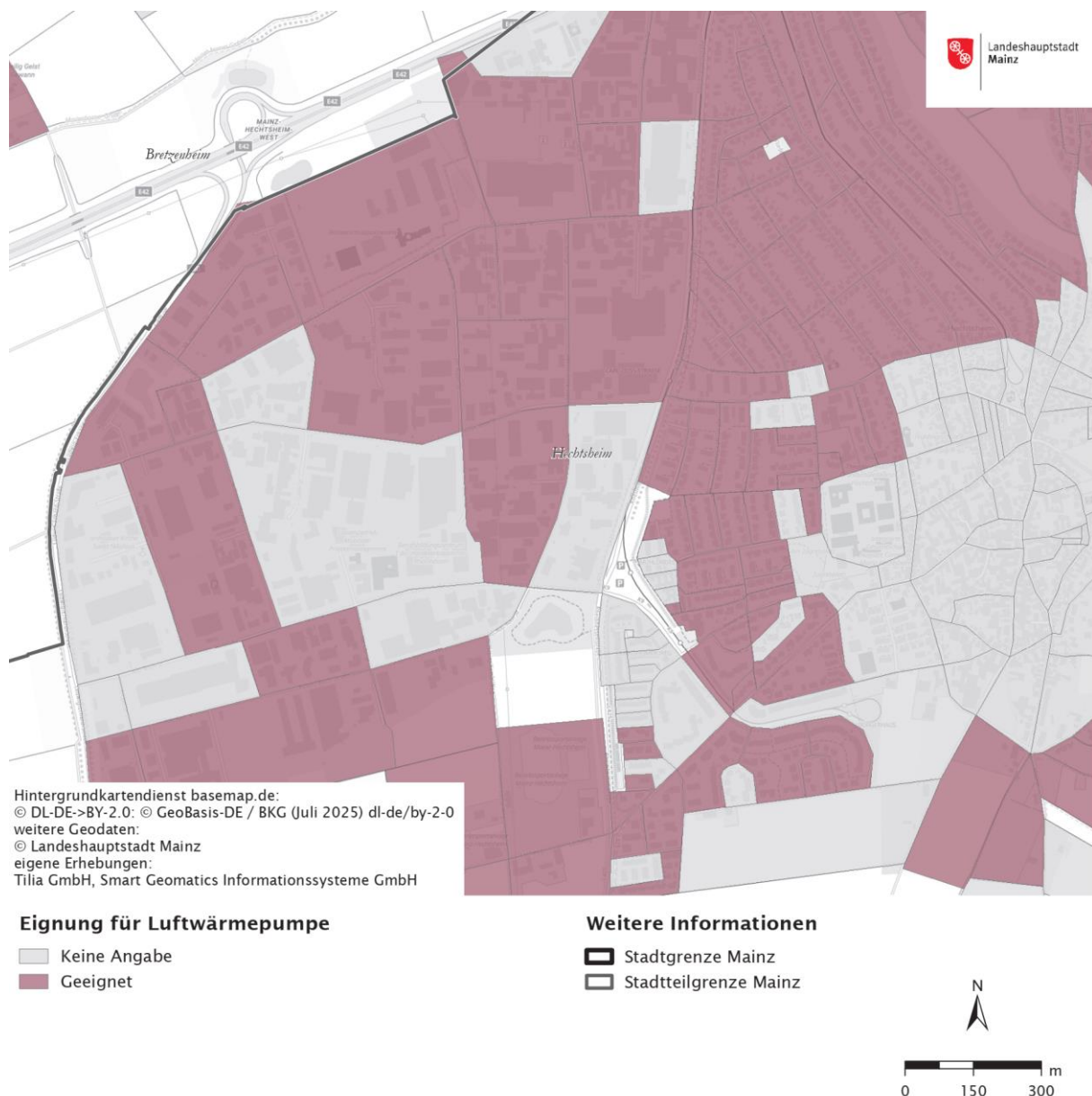


Abbildung 41: Baublöcke, die besonders für Luftwärmepumpen geeignet sind (eigene Darstellung nach ALKIS-Daten)

Abbildung 41 (bzw. Anhang 14 für das gesamte Stadtgebiet) zeigt das Ergebnis der Analyse zur Eignung für Luftwärmepumpen:

- In der **Mainzer Innenstadt** sind Luftwärmepumpen aufgrund der **dichten Bebauung** aktuell weniger geeignet.
- In den **Stadttrandgebieten** hingegen weisen viele Gebäude den erforderlichen Abstand auf und gelten als geeignet.

Die Ergebnisse wurden kartografisch dargestellt. Baublöcke, in denen die Mehrheit der Gebäude den Mindestabstand erfüllt, wurden als potenziell geeignet gekennzeichnet. Trotz ihrer Vorteile bringen Luftwärmepumpen auch einige Herausforderungen mit sich, die bei der Planung berücksichtigt werden müssen:

Saisonale Temperaturschwankungen

Im Wärmepumpenfeldtest des Fraunhofer ISE wurden 22 Außenluft-Wärmepumpen über ein Jahr hinweg untersucht. Die mittlere Jahresarbeitszahl (JAZ) lag bei 3,3, mit einer Bandbreite von 2,4 bis 4,0 – abhängig von Außentemperaturen und Gebäudeeigenschaften. Luftwärmepumpen arbeiten besonders effizient in den Übergangszeiten Frühling und Herbst. Im Winter sinkt ihre Leistung bei sehr niedrigen Temperaturen, moderne Geräte arbeiten jedoch selbst dann zuverlässig.

Luftfeuchtigkeit und Vereisung

Ein oft unterschätzter Faktor ist die Luftfeuchtigkeit. Feuchte Luft kann bei niedrigen Temperaturen an den Verdampferlamellen des Außengerätes kondensieren und gefrieren. Die Folgen sind:

- Vereisung des Außengeräts, was den Wärmeaustausch behindert
- Häufige Abtauzyklen, die Energie kosten
- Erhöhter Verschleiß und Wartungsaufwand

Moderne Geräte verfügen über automatische Abtaufunktionen, doch diese senken die Gesamtleistung und sollten bei der Auslegung berücksichtigt werden.

Technische Anforderungen und Planung

Damit eine Luftwärmepumpe effizient und störungsfrei arbeitet, sind einige technische Voraussetzungen zu erfüllen:

- **Exakte Auslegung** der Heizlast und des Pufferspeichers.
- **Gute Gebäudehülle** mit ausreichender Dämmung und hochwertigen Fenstern.
- **Optimale Platzierung** des Außengeräts mit Blick auf Luftzirkulation und Schallschutz.
- **Hydraulischer Abgleich** und eine intelligente Steuerung des Systems.

Zudem müssen gesetzliche Vorgaben wie die **TA Lärm** eingehalten werden.

Daher ist eine **Einzelfallbetrachtung** unerlässlich. Nur so lässt sich sicherstellen, dass die Wärmepumpe effizient und regelkonform betrieben werden kann.

Erweiterung: Großwärmepumpen und Power-to-Heat als systemdienliche Quartierslösungen

Großwärmepumpen und Power-to-Heat-Technologien bieten ein erhebliches Potenzial zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in urbanen Quartieren. Großwärmepumpen können Umweltwärmequellen wie Flusswasser, Abwasser, Abwärme aus Rechenzentren oder Geothermie effizient nutzen und eignen sich besonders für die Grundlastversorgung in Wärmenetzen. In Mainz könnten sie z. B. in der Nähe der Kläranlage oder des Rheins eingesetzt werden.

Power-to-Heat-Anlagen (z. B. Elektrodenkessel) ermöglichen die direkte Umwandlung von überschüssigem EE-Strom in Wärme. Sie sind besonders sinnvoll in Kombination mit Wärmespeichern und können zur Netzstabilisierung beitragen. Die Integration solcher Anlagen in bestehende Fernwärmenstrukturen (z. B. Ingelheimer Aue) sollte geprüft werden, um Flexibilität und Versorgungssicherheit zu erhöhen.

3.1.9.2 Wärmepumpen mit Eisspeicher

Das Klimaprofil der Stadt Mainz bietet günstige Bedingungen für den Einsatz von Wärmepumpen. Die **mittlere Jahresbodentemperatur liegt zwischen 10 und 14 °C**, während die **durchschnittliche Jahreslufttemperatur etwa 11 °C** beträgt. Diese stabilen Temperaturen ermöglichen einen effizienten Betrieb von Wärmepumpensystemen – insbesondere solchen, die mit einem Eisspeicher kombiniert sind.

Wärmepumpen mit Eisspeicher nutzen das physikalische Prinzip des **Phasenübergangs von Wasser zu Eis und zurück**. Beim Gefrieren von Wasser wird sogenannte **Kristallisationsenergie** freigesetzt – eine Form der **latenten Wärme**, die deutlich mehr Energie speichert als die reine Temperaturänderung von Wasser.

Diese Technologie ermöglicht:

- **Höhere Energiespeicherdichte** im Vergleich zu herkömmlichen Wasserspeichern.
- **Effizienzsteigerung** durch die gezielte Nutzung der Phasenwechselenergie.
- **Kompakte Bauweise**, die sich gut für städtische Räume eignet.

Wärmepumpen mit Eisspeicher sind technisch ausgereift und wurden bereits in mehreren **Pilotprojekten erfolgreich eingesetzt**. Ein Beispiel befindet sich in **Schweich an der Mosel**, etwa 30 km von Mainz entfernt. Dort wird ein unterirdischer Eisspeicher für die Beheizung eines Schulkomplexes genutzt – in Kombination mit einer Wärmepumpe und Solarthermie.

Technisch lassen sich durch diese Kombination **Jahresarbeitszahlen (COP) von 4 bis 6** erreichen. Das bedeutet, dass die Wärmepumpe im Jahresdurchschnitt das Vier- bis Sechsfache der eingesetzten elektrischen Energie in Wärme umwandelt – ein deutlicher Vorteil gegenüber konventionellen Systemen.

Die hohe Speicherdichte und der geringe Flächenbedarf machen Eisspeicher besonders attraktiv für **dicht besiedelte urbane Räume** wie Mainz. Sie lassen sich flexibel in **Wohnquartiere, öffentliche Gebäude oder gemischte Nutzungsstrukturen** integrieren. Daraus ergeben sich weitere Vorteile:

- **Kombinierbarkeit mit Photovoltaik**, um den Strombedarf der Wärmepumpe klimafreundlich zu decken.
- **Flexible Einbindung** in bestehende Wärmeversorgungssysteme.
- **Reduzierter Platzbedarf** im Vergleich zu anderen Speichertechnologien.

Kühlpotenzial von Wärmepumpen mit Eisspeichern

Die Stadt Mainz gehört aufgrund ihrer Lage im **Ober Rheingraben** und ihrer **kompakten Stadtstruktur mit wenigen Grünflächen** zu den thermisch besonders belasteten Städten in Deutschland. Die Zahl der **Hitzetage**, die Dauer von **Hitzeperioden** und die Häufigkeit von **Tropennächten** nehmen stetig zu. Damit wächst auch der Bedarf an **effizienten Kühltechnologien** für Wohn- und Arbeitsgebäude.

Wärmepumpen in Kombination mit Eisspeichern bieten nicht nur Vorteile für die Wärmeversorgung, sondern auch ein hohes **technisches und theoretisches Potenzial für die Gebäudekühlung**. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit der **passiven und aktiven Kühlung**:

- **Im Sommer** kann das im Winter erzeugte und gespeicherte Eis zur Kühlung genutzt werden.
- Dieses Verfahren wird als „**Natural Cooling**“ bezeichnet: Die beim Schmelzen des Eises freigesetzte Kälte wird direkt zur **Innenraumkühlung** verwendet.
- Die Kühlung erfolgt dabei **energieeffizient** und kann bei Einsatz von **erneuerbaren Energien** zur Stromversorgung der Wärmepumpe nahezu **CO₂-neutral** sein.

Wie in der Analyse dargestellt (siehe Abbildung 39), eignen sich **etwa 19 % der Wohngebäude in Mainz** für den Einsatz von Wärmepumpen mit Eisspeicher als **Wärme- und Kältequelle**. Diese Gebäude zeichnen sich durch einen **geringen spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter** aus und bieten damit gute Voraussetzungen für eine effiziente Nutzung.

Das daraus abgeleitete **technische Potenzial** beträgt rund **195 GWh pro Jahr**. Die Verteilung zeigt:

- 66 % des Potenzials liegt bei freistehenden Ein- und Zweifamilienhäusern, Doppelhäusern und Reihenhäusern.
- Diese Gebäudetypen bieten meist ausreichend Platz für die Installation eines Eisspeichers und weisen günstige energetische Voraussetzungen auf.

3.1.10 Flussthermie

Der Rhein als zentraler Flusslauf in Mainz bietet durch seine ganzjährig stabile Strömung und Temperatur ein bedeutendes Potenzial für die Wärmeversorgung. Die sogenannte Flussthermie nutzt die im Flusswasser gespeicherte Wärme über Wärmepumpensysteme und stellt eine nahezu emissionsfreie und **ganzjährig verfügbare** Energiequelle dar.

Laut einer Studie der Technischen Universität Braunschweig (2024) könnten Flüsse in Deutschland theoretisch bis zu **94 % des Wärmebedarfs im Niedertemperaturbereich** decken. Diese Zahl verdeutlicht die grundsätzliche Leistungsfähigkeit der Flussthermie als klimaneutrale Wärmequelle. Auch für Mainz ist dieses Potenzial gegeben, da der Rhein mit seinem Durchfluss und Temperaturprofil eine stabile Grundlage bietet (Technische Universität Braunschweig, 2024).

Die theoretisch entnehmbare Wärmemenge hängt ab von:

- der Fließgeschwindigkeit des Rheins,
- der mittleren Wassertemperatur,
- der zulässigen Abkühlung (z. B. 1 bis 3 Kelvin),
- und ökologischen Anforderungen.

Die tatsächliche Nutzbarkeit der Flussthermie in Mainz hängt von konkreten Rahmenbedingungen ab. Im Mai/Juni 2025 lag der Durchfluss des Rheins zwischen **1.000 und 1.800 m³/s**, mit historischen Tiefstwerten von **513 m³/s** (2018) (Bundesanstalt für Gewässerkunde, 2025).

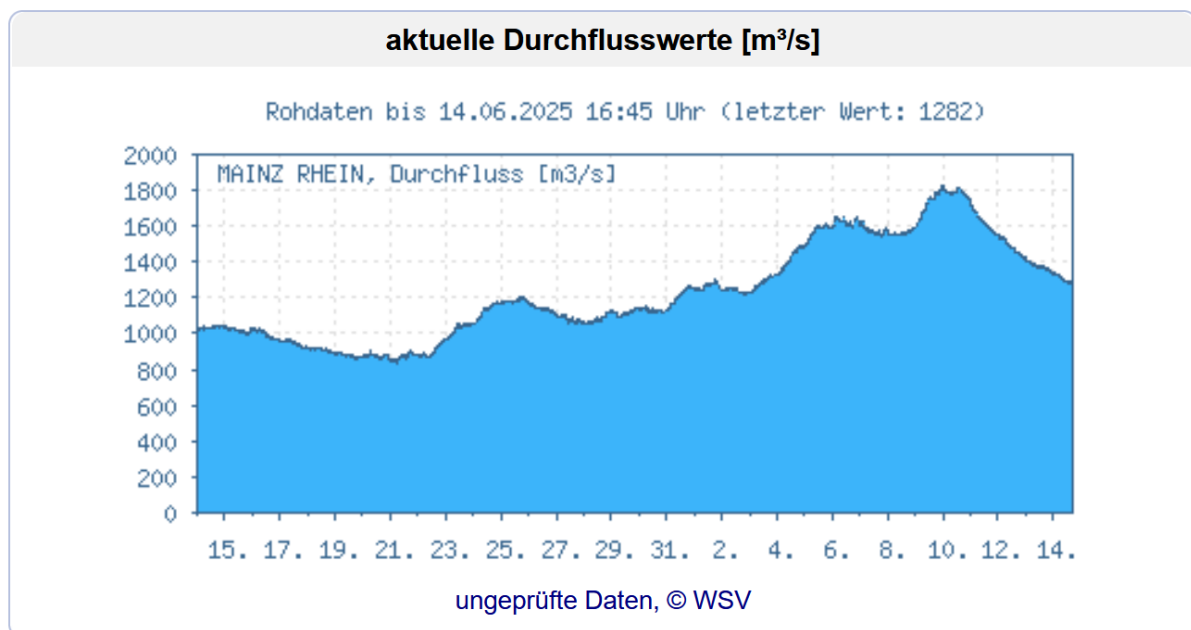


Abbildung 42: Durchflusswerte Rhein bei Mainz im Mai/Juni 2025
(Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde)

In Abbildung 43 ist zu sehen, wie hoch das Potenzial der Flussthermie im Stadtgebiet Mainz bei einem durchschnittlichen Durchfluss von 1 m³/s ist. Je nach Höhe der Abkühlung des Flusswassers schwankt das Potenzial zwischen 5.800 kW (bei einer Abkühlung eines Kelvins) und 17.500 kW (bei einer Abkühlung von 3 Kelvin) Wärmeleistung. Diese Leistung wäre etwa **80 % des Jahres verfügbar**. In sehr kalten Wintermonaten (beim höchsten Wärmebedarf) sollte das Wasser nicht weiter abgekühlt werden, um ökologische Schäden zu vermeiden. Insgesamt ergibt sich ein **jährliches Wärmepotenzial von etwa 40 bis 122 GWh**, abhängig von der tatsächlichen Nutzung und den Umweltbedingungen.

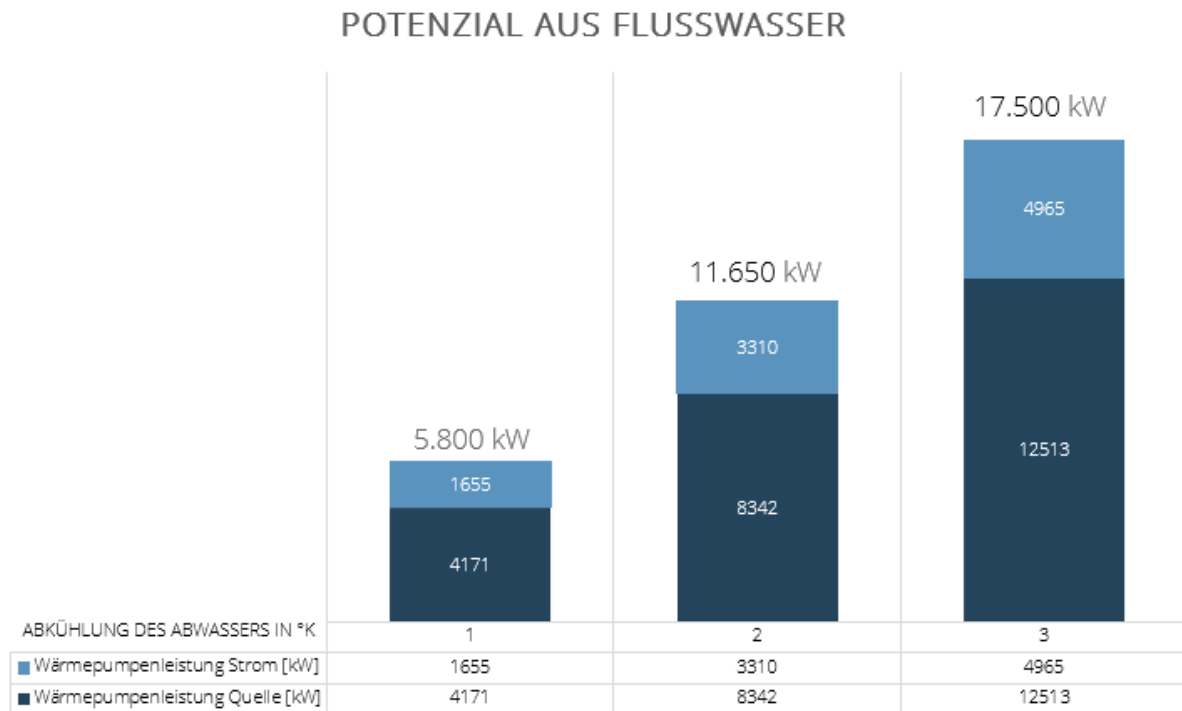


Abbildung 43: Theoretisches Potenzial Flussthermie Rhein
(eigene Darstellung und Berechnung)

Die Wärmegewinnung erfolgt über **Flusswärmepumpen**, die mit **Wärmetauschern im Rheinwasser** arbeiten. Diese heben die Temperatur über einen Kältemittelkreislauf auf ein nutzbares Niveau. Die Effizienz der Anlage wäre hoch, da Rheinwasser im Vergleich zur Außentemperatur deutlich höhere Durchschnittstemperaturen aufweist. Im Vergleich zu Luftwärmepumpen benötigen Flusswärmepumpen **etwa 50 % weniger Strom** bei gleicher Wärmeleistung.

Für die Umsetzung sind folgende infrastrukturelle Komponenten erforderlich:

- Genehmigte Entnahmeeinrichtungen im Rhein
- Berücksichtigung von wasserrechtlichen und ökologischen Vorgaben
- Integration in bestehende oder neue Fernwärmenetze
- Einrichtung von Wärmeübergabestationen und ggf. Energiespeichern zur Netzstabilisierung

Andere Städte am Rhein zeigen, dass Flussthermie erfolgreich eingesetzt werden kann. Die Stadt Mannheim nutzt seit 2023 den Rhein als Wärmequelle, eine zweite wesentlich größere Anlage ist für 2028 in Planung (MVV, 2025). Ein erstes Pilotprojekt mit Gewinnung von Wärme aus dem Rhein wird aktuell (Juli 2025) in Köln umgesetzt. Hier wird eine Wärmepumpe mit 150 MW Leistung im Rhein installiert (RheinEnergie AG, 2024). Diese Beispiele belegen die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Relevanz solcher Systeme.

Auch im Rhein gibt es Entwicklungen durch Temperaturanstieg infolge des Klimawandels. Die Studie der internationalen Kommission zum Schutz des Rheins IKS (IKSR, 2025) prognostiziert einen **Temperaturanstieg des Rheins** bis 2045-2065 um etwa 1,1 bis 1,8 °C, bis 2100 sogar bis **4,2 °C**. Dies

könnte die Effizienz von Flusswärmepumpen weiter erhöhen, muss jedoch im Kontext ökologischer Auswirkungen bewertet werden.

Das Potenzial der Flusswärmepumpe in Mainz ist aus theoretischer und technischer Sicht gut, setzt aber eine fundierte Machbarkeitsstudie voraus, um Standort, Leistung, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit sicher zu bewerten. Die Erfahrungen aus vergleichbaren Rheinstandorten wie Mannheim und Köln zeigen, dass Flusswärmepumpen wichtige Beiträge zur nachhaltigen Wärmeversorgung leisten können, wenn die genannten Voraussetzungen erfüllt sind.

3.1.11 Solarthermie

3.1.11.1 Solarthermiefpotenziale auf Dachflächen

Solarthermieranlagen nutzen die Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Wärme, insbesondere für die Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Mainz wurde das Potenzial dieser Technologie auf Basis digitaler Gebäudedaten und öffentlich zugänglicher Quellen systematisch erfasst und bewertet.

Informationen aus öffentlichen Quellen

Die Grundlage für die Potenzialermittlung bildet das **Solarkataster Rheinland-Pfalz** (Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2025). Es stellt die potenziellen solaren Wärmeerträge auf Baublockebene dar. Im Solarkataster wurde ausgewertet, welcher potenzielle Wärmeertrag auf den Dachflächen der Gebäude eines Baublocks pro m² Bodenfläche erzielt werden kann.

Das Solarkataster zeigt, dass insbesondere in der **dicht bebauten Innenstadt** höhere Wärmeerträge pro Fläche erzielt werden können als in den locker bebauten Randgebieten. Dies liegt an der höheren Dachflächendichte und günstigeren Ausrichtungen siehe Abbildung 44.

Erhebungen im Rahmen der KWP

Ergänzend wurden im Rahmen der Wärmeplanung digitale Gebäudedaten die Dachflächen im Stadtgebiet Mainz ausgewertet. Für die technische Bewertung wurden Dachflächen ausgeschlossen, die:

- nach Norden ausgerichtet sind,
- stark verschattet sind,
- oder durch bauliche Elemente wie Gauben oder Dachfenster ungeeignet erscheinen.

Beschränkungen für Solarthermieranlagen durch die Statik der Gebäude konnten anhand der vorliegenden Daten nicht berücksichtigt werden.

Die **geeignete Dachfläche** für Solaranlagen im Stadtgebiet Mainz beträgt etwa **5,9 Mio. m²**. Bei einem angenommenen **Ertrag von 400 kWh/m²*a** (Greenhouse Media GmbH, 2024), ergibt sich ein **theoretisches Potenzial von rund 2.364 GWh** pro Jahr.

Unter Ausschluss denkmalgeschützter Gebäude reduziert sich die nutzbare Fläche auf 5,8 Mio. m², was einem Potenzial von 2.316 GWh pro Jahr entspricht. Solarthermie ist auf denkmalgeschützten Gebäuden möglich, bedarf aber einer Einzelfallgenehmigung durch die untere Denkmalschutzbehörde der Stadt Mainz.

Abbildung 44 (bzw. Anhang 15 für das gesamte Stadtgebiet) zeigt das Solarthermiepotezial der Mainzer Innenstadt auf Baublockebene. Hier ist zu erkennen, welche Leistung theoretisch in dem entsprechenden Baublock installiert werden kann. Eine Karte für das gesamte Stadtgebiet ist im Anhang zu finden.

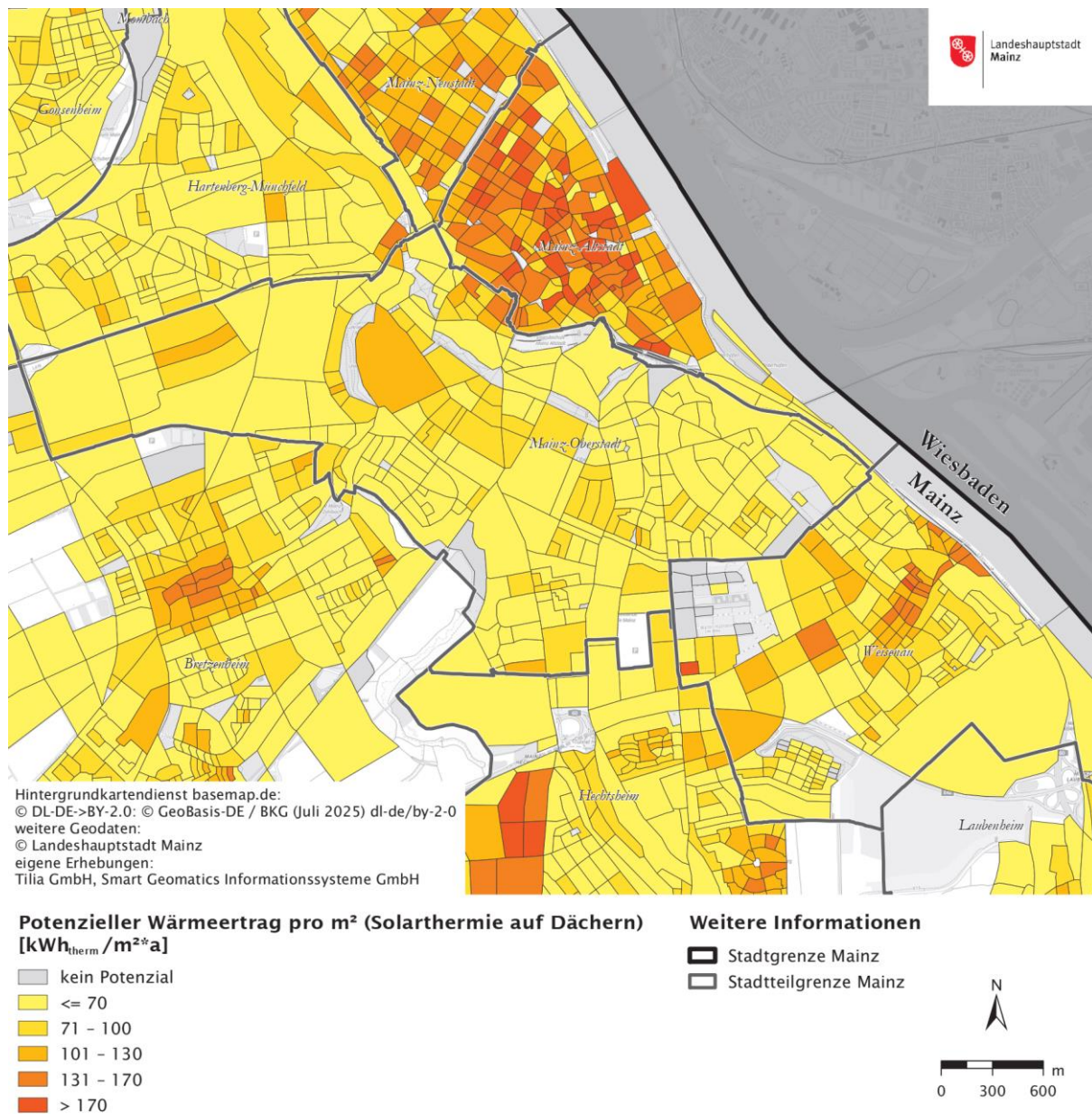


Abbildung 44: Potenzial Solarthermie auf Baublockebene
 (eigene Darstellungen und Berechnungen nach ALKIS-Daten)

Die tatsächliche Nutzbarkeit hängt von mehreren Faktoren ab:

- Saisonale Schwankungen: Die Sonneneinstrahlung ist im Sommer am höchsten, während der Wärmebedarf im Winter steigt. Saisonale Speicher können diesen Effekt nur begrenzt ausgleichen. Aus diesem Grund werden Solarthermieanlagen in den meisten Fällen lediglich zur Warmwasserbereitung oder Heizungsunterstützung genutzt.

- Flächenkonkurrenz: Dachflächen werden häufig auch für Photovoltaik, Gründächer oder Dachterrassen genutzt
- Genehmigungsfragen: Besonders bei denkmalgeschützten Gebäuden sind zusätzliche baurechtliche Auflagen zu beachten

Ob eine Solarthermieranlage für ein konkretes Gebäude geeignet ist, muss im Einzelfall geprüft werden. Für die individuelle Bewertung bietet das Solarkataster Rheinland-Pfalz einen Wirtschaftlichkeitsrechner auf Einzelhausebene, der eine erste Einschätzung ermöglicht.

3.1.11.2 Solarthermiepotenziale auf Freiflächen

Solarthermieranlagen können neben Dachflächen auch auf Freiflächen installiert werden. Geeignete Flächen sind dabei so genannte „Konversionsflächen“ wie z.B. Flächen entlang von Autobahnen und Bahnschienen und Flächen mit landwirtschaftlich geringer Ertragsfähigkeit. Diese Flächen sind häufig für keine anderweitigen Nutzungen geeignet und deshalb für die Nutzung durch Solaranlagen prädestiniert. Die betreffenden Flächen sind in Abbildung 45 für den Innenstadtbereich abgebildet und im Anhang 16 für das gesamte Stadtgebiet.

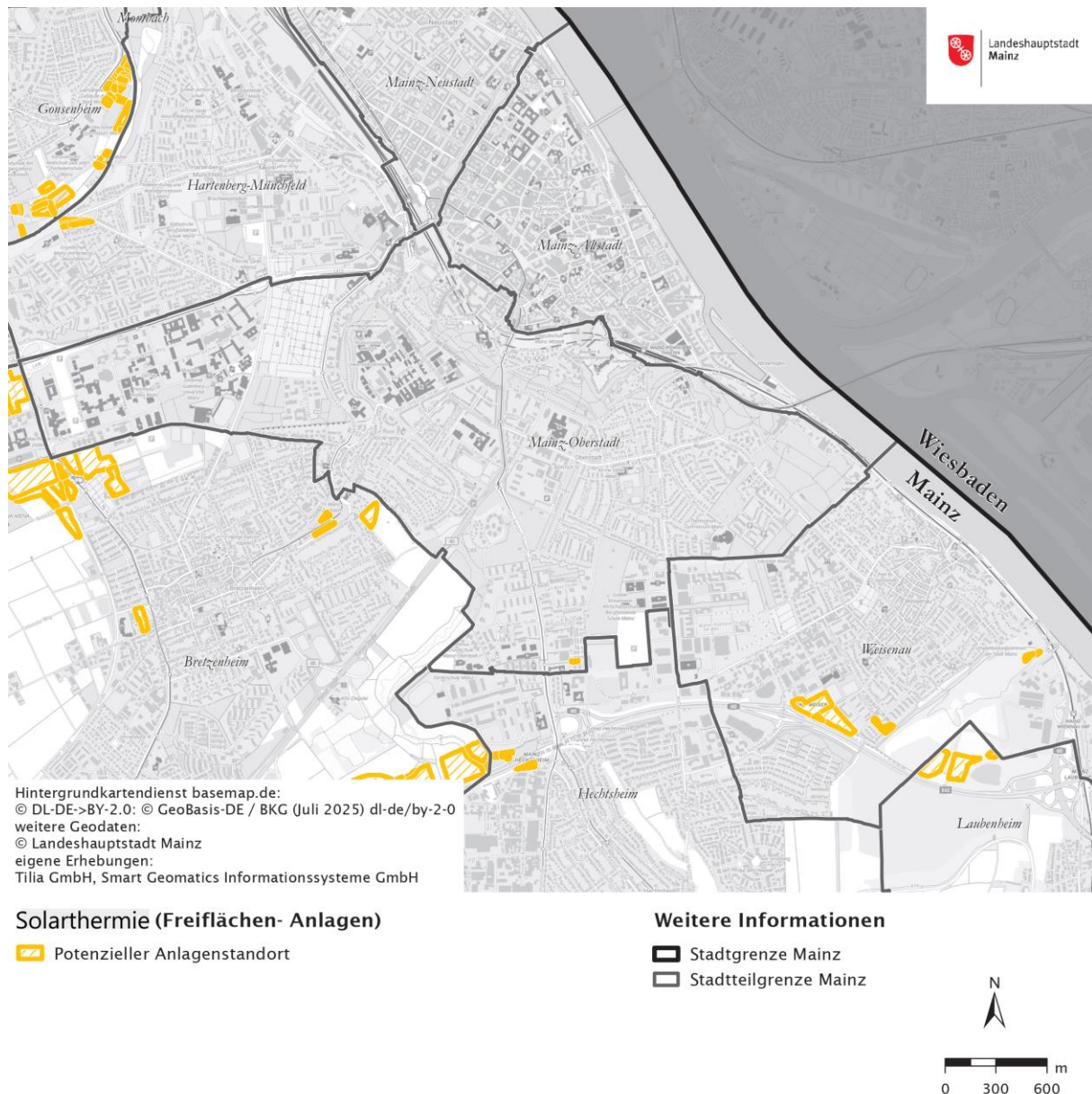


Abbildung 45: Potenzielle Freiflächen für Solarthermie
 (Eigene Darstellung nach Daten der Stadtverwaltung Mainz)

Werden diese Flächen komplett für Solarthermieanlagen genutzt, so lässt sich darauf theoretisch Wärme in Höhe von 90 GWh/a erzeugen. Bei dem Potenzial muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Wärmeerzeugung bei Solarthermieanlagen am effizientesten in den Sommermonaten ist, in denen der Wärmebedarf am niedrigsten ist. Um die Wärme für die Wintermonate zu speichern, gibt es die Möglichkeit Saisonspeicher zu nutzen. Dies ist jedoch mit zusätzlichen Investitionen und Effizienzverlusten verbunden.

Weiterhin ist zu beachten, dass für die genannten Flächen eine Flächenkonkurrenz besteht. So können diese Flächen z.B. auch für Photovoltaikanlagen genutzt werden. In der Regel ist eine Flächennutzung durch Solarthermiefreiflächenanlagen dort sinnvoll, wo die Wärme effizient in einem Wärmenetz genutzt werden kann. Bei welchen Flächen dies der Fall ist, wird im weiteren Projektverlauf im Rahmen der Szenarienanalyse betrachtet.

3.2 Wasserstoff

Deutschland strebt bis 2030 den Aufbau von mindestens 10 GW Elektrolysekapazität zur Wasserstoffproduktion an, bei einem prognostizierten Bedarf von 95 bis 130 TWh pro Jahr. Davon sollen etwa 50 bis 70 % importiert werden. Langfristig ist ein Ausbau auf bis zu 490 GW vorgesehen (Bundeswirtschaftsministerium, 2024). Mainz liegt im Wasserstoff-Potenzialgebiet Rheinland-Pfalz und profitiert von Projekten wie dem Energiepark Mainz, einer der größten Elektrolyseanlagen Europas. Diese bildet die Grundlage für die regionale Erzeugung von grünem Wasserstoff (MKUEM Ministerium für Klimaschutz, 2022).

Studien prognostizieren für die Region Mainz bis 2050 einen möglichen **Gesamtwasserstoffbedarf von bis zu 11 TWh**, insbesondere für Industrie und Mobilität. Das regionale H₂-Erzeugungspotenzial könnte bis 2050 ca. **2 TWh** betragen, langfristig wird daher eine Einbindung in eine überregionale Wasserstoffversorgung notwendig sein (Frontier economics, 2023).

Potenzial von Wasserstoff in der Industrie

Die technische Nutzbarkeit hängt stark von der Infrastruktur ab. Das Projekt **Rh2ein-Main-Connect** plant ein Wasserstoffnetz mit rund **300 km Leitungslänge** entlang bestehender Erdgastrassen. Es soll ab 2028 in Betrieb gehen und Mainz mit dem bundesweiten Wasserstoffkernnetz verbinden und so Kraftwerke, Industrie und Gewerbe sowie private Wärmeerzeuger mit klimaneutralem Wasserstoff versorgen (H2 News, 2024).

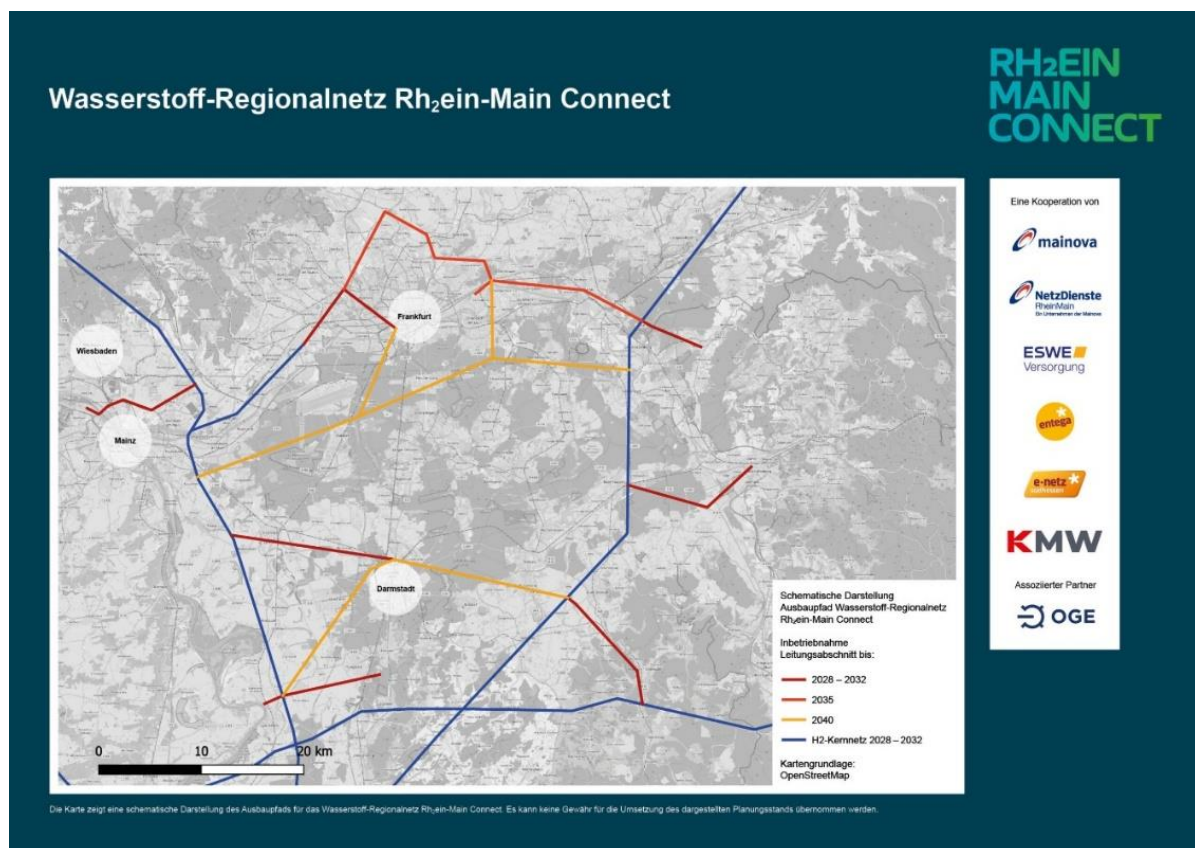


Abbildung 46: Geplanter Verlauf Leitungen Rh2ein-Main-Connect
(Quelle: KMW AG)

Das Wasserstoffstartnetz Wiesbaden/Mainz bildet den Grundstein für ein leistungsfähiges regionales Wasserstoffökosystem, das die Dekarbonisierung wesentlich unterstützt und den Anschluss an die

nationale Infrastruktur sicherstellt. In Mainz soll die Leitung über Wiesbaden das Rheinufer erreichen und damit den Industrieunternehmen in Mainz-Kastel und am Rheinufer Wasserstoff für Produktionsprozesse zur Verfügung stellen. Angedacht ist die Versorgung mit Wasserstoff in Mainz aktuell für das Unternehmen Schott AG.

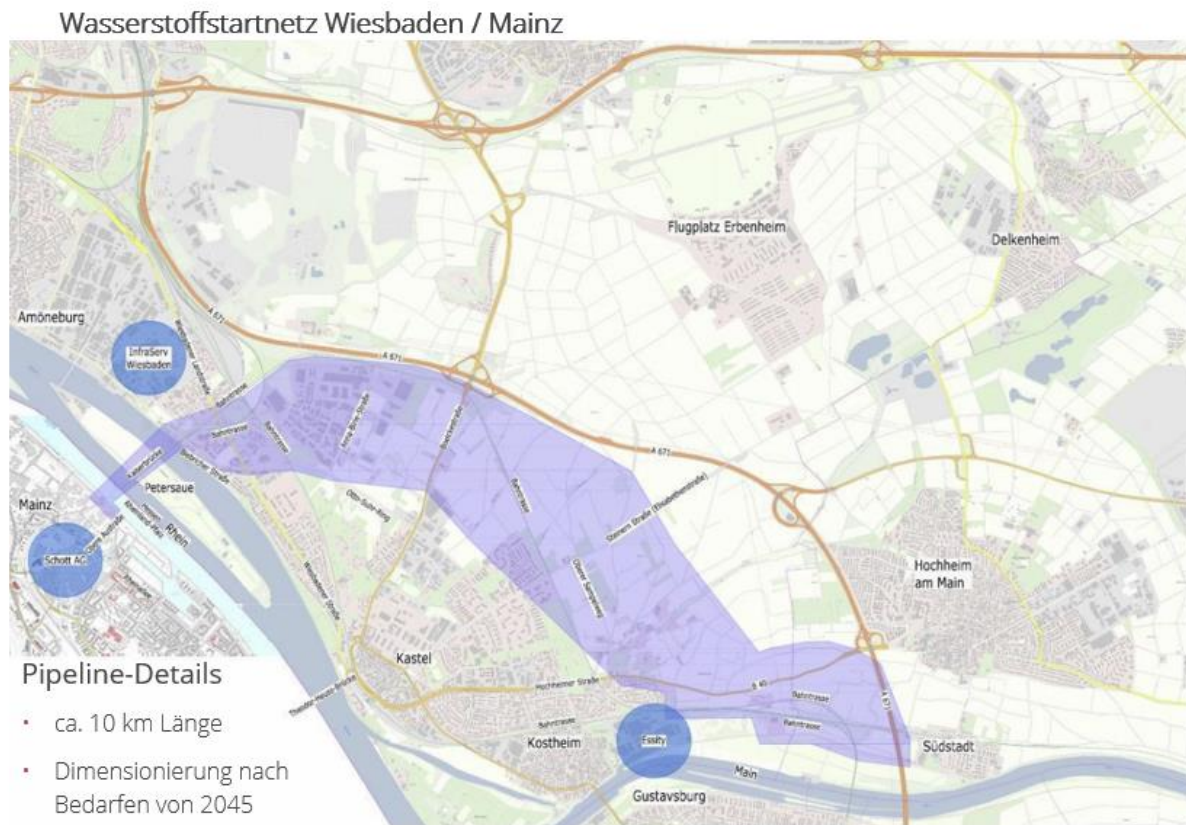


Abbildung 47: Wasserstoff Trassenkorridorplanung für den Raum Wiesbaden Mainz
(Quelle: Mainzer Netze GmbH)

Die Mainzer Stadtwerke sind bereits seit 2015 im Wasserstoffbereich aktiv. Gemeinsam mit Linde betreiben sie den Energiepark Mainz, in dem sie grünen Wasserstoff produzieren. In den Jahren 2022 und 2023 testeten die Stadtwerke in Kooperation mit Schott und Essity zudem die Nutzung von Wasserstoff in industriellen Prozessen der Glas- und Papierproduktion. Im März 2024 veröffentlichte das kommunale Unternehmen außerdem Pläne zum Bau eines H2-ready Gaskraftwerks in Mainz, die aktuell auf Eis liegen (Mainzer Stadtwerke, 2025).

Die bestehende Wasserstofferzeugungsanlage im Energiepark Mainz ist in Abbildung 48 dargestellt.

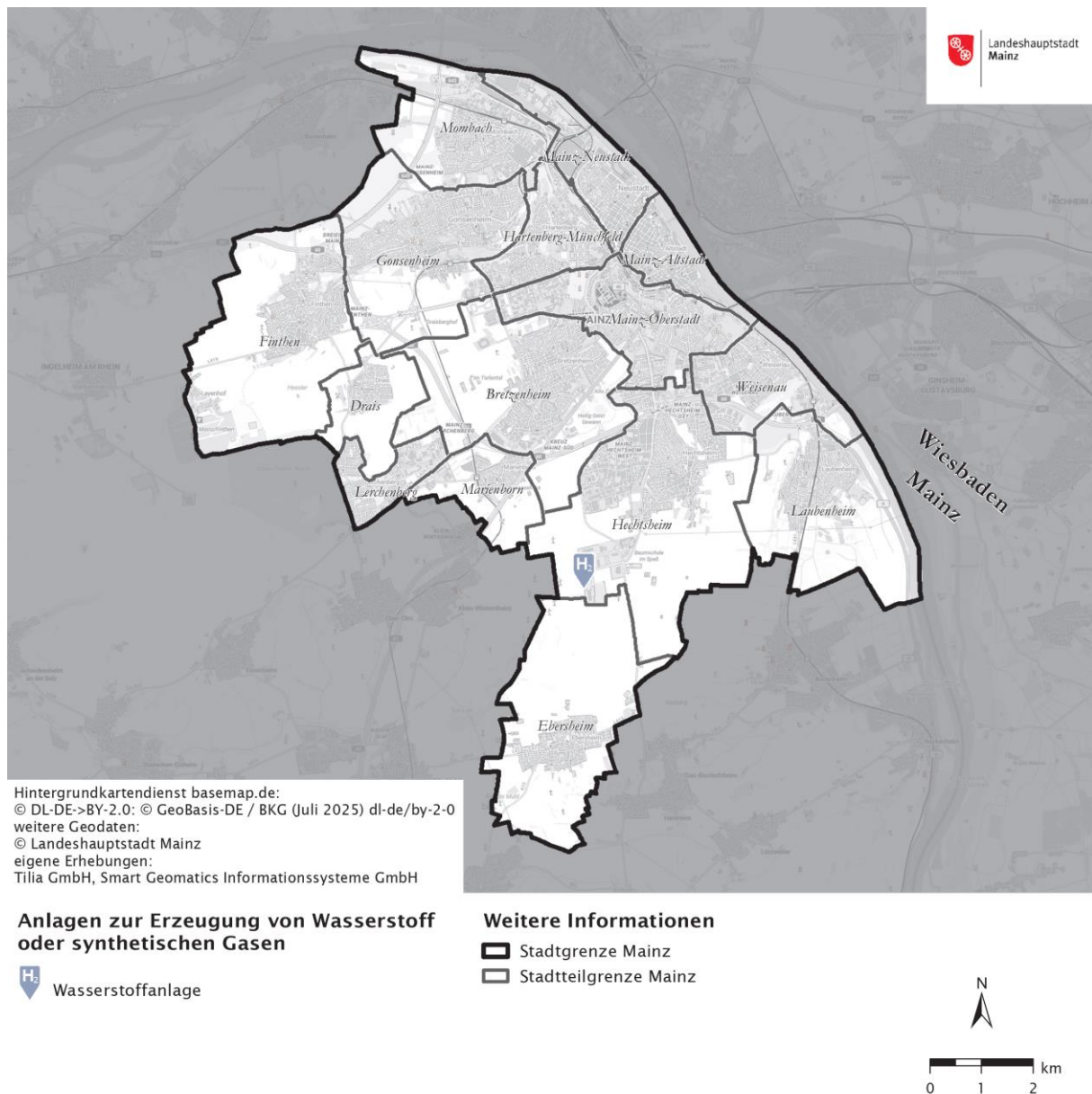


Abbildung 48: Wasserstoffanlage im Energiepark Mainz
 (eigene Darstellung nach Daten der Mainzer Stadtwerke)

Ein wichtiger Schritt für die Wasserstoffnutzung in Mainz ist das Projekt „**H2-Initialnetz Mainz**“. Es umfasst eine etwa 2,6 Kilometer lange Wasserstoffleitung im Industriegebiet Mainz-Neustadt und Mombach. Der Bau beginnt **ab 2026**. Das Land Rheinland-Pfalz fördert das Projekt mit rund 7,2 Millionen Euro. Insgesamt kostet das Vorhaben über 10 Millionen Euro. Geplant ist ein **Elektrolyseur mit 2,5 Megawatt Leistung**. Er soll täglich etwa 1.080 Kilogramm grünen Wasserstoff produzieren. Der Wasserstoff wird vor allem an Industriebetriebe wie die Schott AG, an gewerbliche Nutzende und an Brennstoffzellenbusse der Verkehrsgesellschaft geliefert (Netze, 2025).

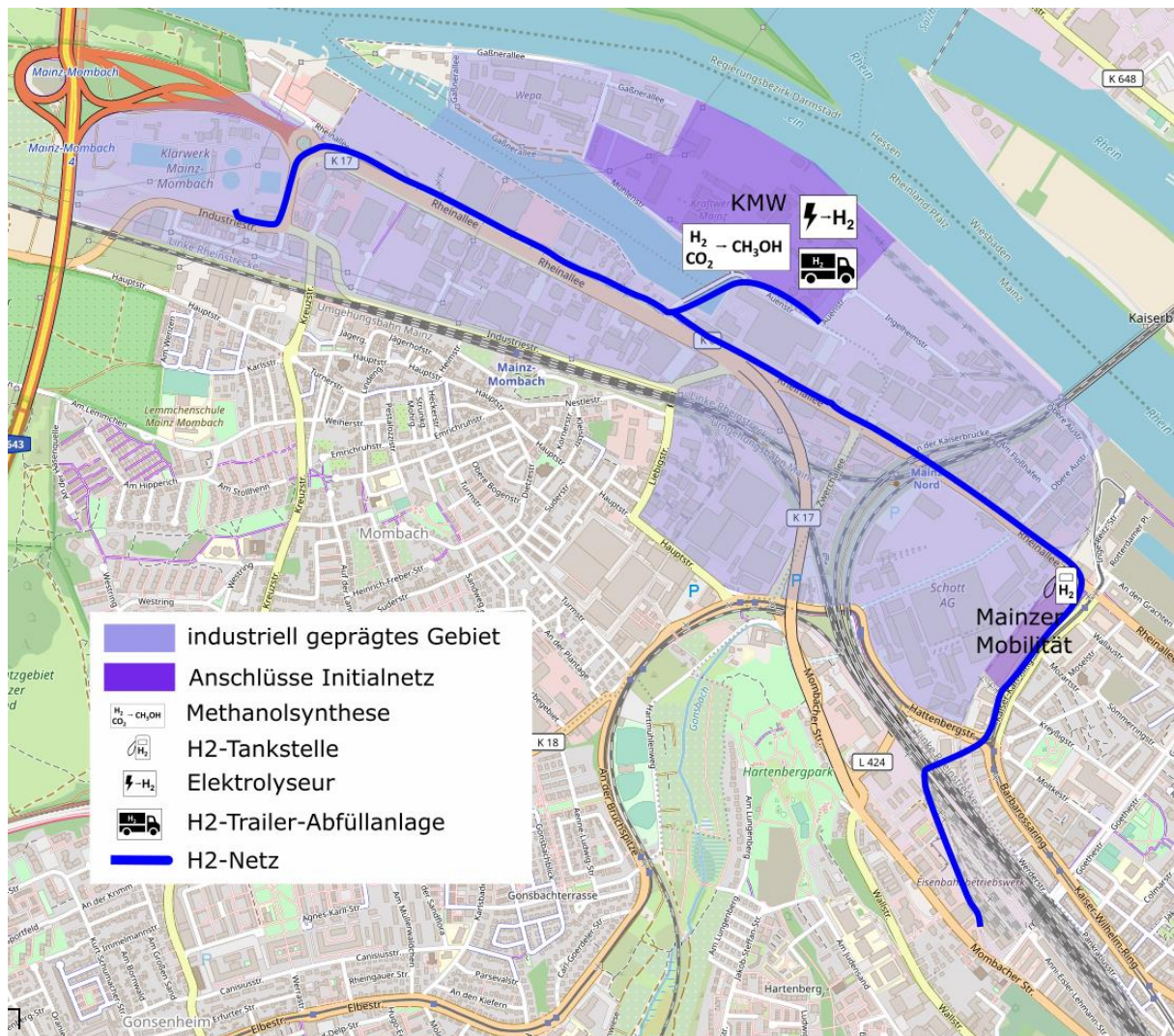


Abbildung 49: Initialnetz Wasserstoff
(Quelle: Mainzer Netze)

Potenzial von Wasserstoff im Gebäudesektor

Im Gebäudebereich wird Wasserstoff derzeit ergänzend betrachtet. Moderne **H2-ready Heizgeräte** erlauben eine **Beimischung von 10 bis 20 %** ins Erdgasnetz. Die Nutzung von **reinem Wasserstoff** zur Gebäudeheizung erfordert jedoch einen umfassenden Netzausbau, die technische Umrüstung der Heizsysteme und einen klaren regulatorischen Fahrplan (voraussichtlich ab 2028 durch die Bundesnetzagentur).

Studien prognostizieren für Mainz einen möglichen Anteil von **5 bis 15 % am Wärmebedarf** im Gebäudesektor. Dennoch wird Wasserstoff hier als **untergeordnete Lösung** eingeschätzt, da **Wärmepumpen** meist effizienter und wirtschaftlicher sind. Wasserstoff bietet jedoch eine klimafreundliche Alternative, insbesondere in Bestandsgebäuden, die sich nur schwer elektrifizieren lassen.

Die fachliche und wissenschaftliche Bewertung zeigt, dass Wasserstoff zwar als klimafreundlicher Energieträger gilt, seine Nutzung im Gebäudesektor jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden ist. Im Vergleich zu anderen Technologien – insbesondere Wärmepumpen – schneidet Wasserstoff in Bezug auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit meist schlechter ab. Gründe dafür sind in verschiedenen Quellen belegt:

- Die Produktionskosten von grünem Wasserstoff lagen 2024 bei bis zu 34 ct/kWh (Thüga, 2024)
- **Importabhängigkeit** und begrenzte Verfügbarkeit in Deutschland erhöhen die Unsicherheit (Fraunhofer ISI, 2024)
- Auch das „Norddeutsche Reallabor“ bestätigt in einer Studie, dass der Einsatz von Wasserstoff für die dezentrale Wärmebereitstellung mit **nur 60 % nutzbarer Wärme** nicht effizient ist (Doucet, 2023)
- Das **Ariadne-Projekt** sieht **keine wirtschaftlichen Vorteile** gegenüber Wärmepumpen. Der Beitrag von Wasserstoff zur Klimaneutralität im Gebäudebereich wird deshalb als untergeordnet eingeschätzt (Kopernikus-Projekt Ariadne, 2021).

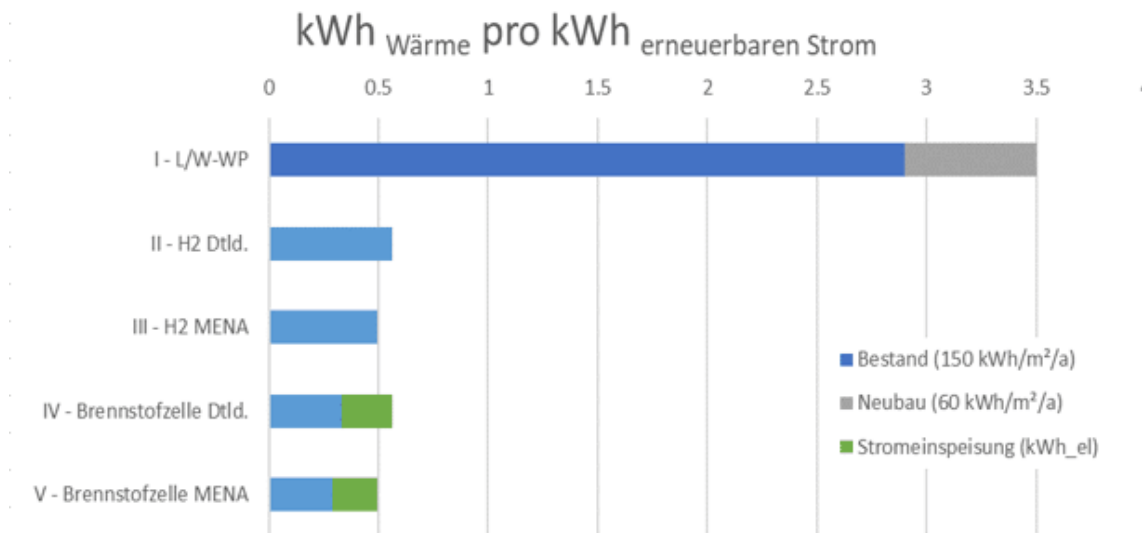


Abbildung 50: Vergleich der Wirkungsgrade von strombasierten Wärmeerzeugern
(Quelle: Kopernikus Projekt Ariadne)

Aus den genannten Gründen wird empfohlen, Wasserstoff vorrangig in **Industrie Prozessen mit hohem Energiebedarf** einzusetzen, insbesondere dort, wo hohe Temperaturen erforderlich sind und Elektrifizierung nicht möglich ist.

Wissenschaftliche Studien bestätigen die strategische Bedeutung von Wasserstoff in der Industrie:

- **Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap:** Der Einsatz von Wasserstoff ist besonders sinnvoll in Industriezweigen mit hohen Prozesstemperaturen, etwa in der Stahl- und Chemieindustrie. Diese Prozesse lassen sich nur schwer elektrifizieren. Voraussetzung für den Einsatz ist der Aufbau einer geeigneten Infrastruktur für Erzeugung, Transport und Speicherung (Fraunhofer ISE, 2019)
- **Studie „Wasserstoff-Hochlauf in Deutschland bis 2035“** Der größte Bedarf an Wasserstoff liegt in der Prozessindustrie. Für eine sichere und wirtschaftliche Versorgung sind eine frühzeitige Netzanbindung und ein verlässlicher regulatorischer Rahmen erforderlich (Institut für Innovation und Technik, 2025).

- **Fraunhofer IKTS:** Etwa 21 % der CO₂-Emissionen in Deutschland stammen aus industriellen Prozessen. Der Einsatz von grünem Wasserstoff kann hier einen entscheidenden Beitrag zur Klimaneutralität leisten (Fraunhofer IKTS, 2025).

Diese Erkenntnisse stützen die Empfehlung, Wasserstoff in der kommunalen Wärmeplanung vorrangig für industrielle Anwendungen zu berücksichtigen. Für Mainz bedeutet das, dass die Wasserstoffinfrastruktur gezielt auf Industriegebiete mit hohem Energiebedarf ausgerichtet werden sollte – etwa in Mombach, im Umfeld des Müllheizkraftwerks Mainz.

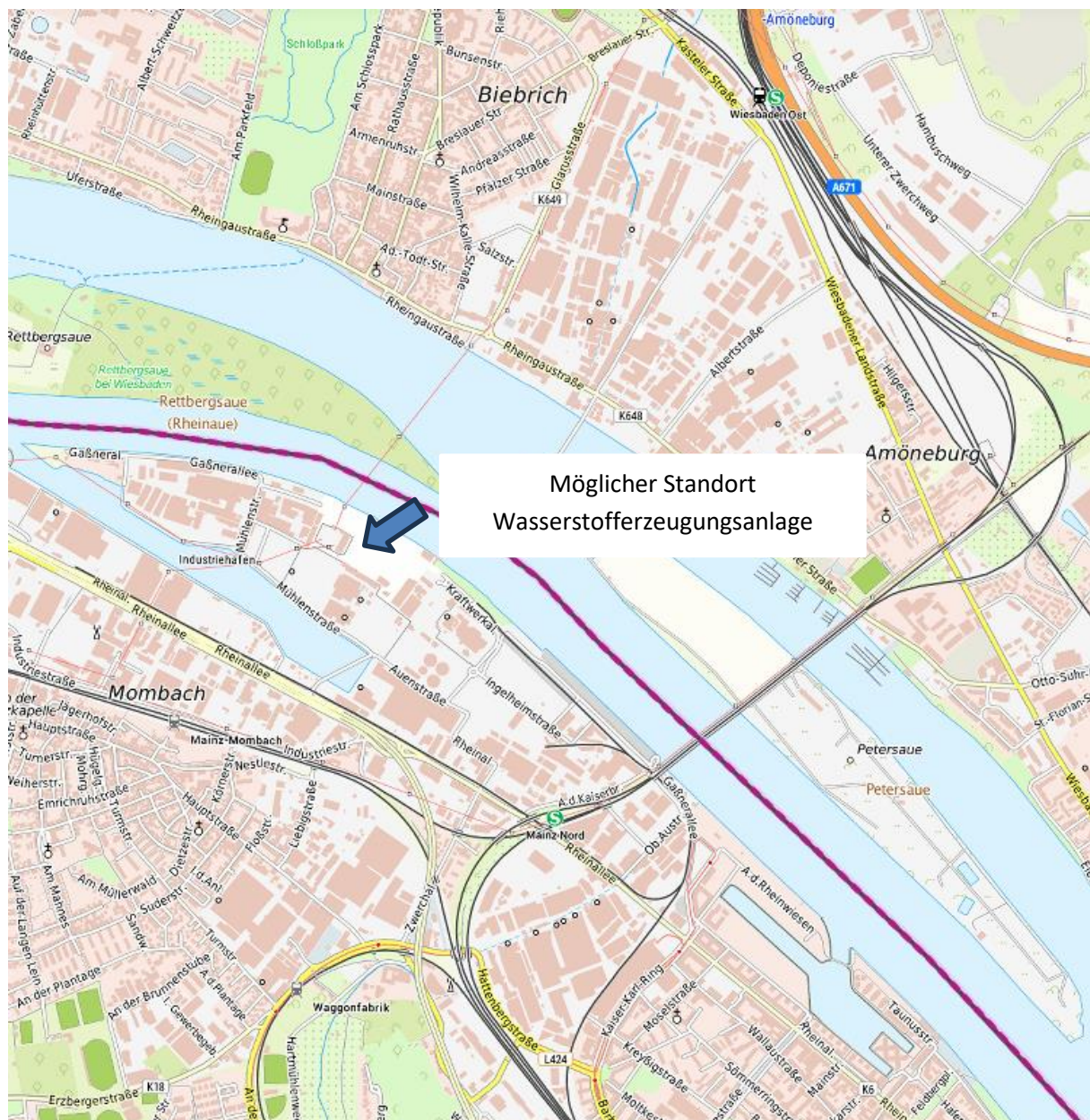


Abbildung 51: Mögliche Freiflächen für Wasserstofferzeugungsanlagen (eigene Darstellung)

Hinweis: Rechtlich wird eine verbindliche Wärmeplanung mit Wasserstoff erst möglich sein, wenn ein klarer Fahrplan für die Umrüstung der Erdgasnetze auf Wasserstoff von der Bundesnetzagentur vorliegt (voraussichtlich im Jahr 2028) (Umweltinstitut München e.V., 2024)

3.3 Wärmespeicher

Wärmespeicher spielen eine große Rolle in der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere zur **Lastverschiebung, Effizienzsteigerung und Integration erneuerbarer Energien**. Sie ermöglichen die zeitliche Entkopplung von Wärmeerzeugung und -verbrauch und sind damit ein wichtiger Baustein für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Die **Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG** betreiben einen großen Wärmespeicher an der **Ingelheimer Aue**. Dieser Speicher hat ein Volumen von **12.000 m³** und eine thermische Kapazität von **750 MWh** (Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG, 2025). Er dient der Zwischenspeicherung von Wärme aus dem Heizkraftwerk und trägt zur Stabilisierung des Fernwärmenetzes bei.

Darüber hinaus existieren im Stadtgebiet **kleinere, quartiersbezogene Speicherlösungen**, zu denen jedoch keine öffentlich zugänglichen Daten vorliegen. Diese dezentralen Speicher können lokal zur Effizienzsteigerung beitragen, sind aber in ihrer Wirkung begrenzt.

Laut dem **Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz** sind im Raum Mainz **keine unterirdischen Kavernenspeicher** möglich (Landesamt für Geologie und Bergbau, 2025). Dementsprechend kommen für die Installation von Wärmespeichern nur oberirdische Freiflächen in Frage.

Geeignete Standorte sollten folgende Kriterien erfüllen:

- Nähe zu bestehenden oder geplanten **Fernwärmenetzen**,
- Verfügbarkeit von **städtischen oder gewerblichen Freiflächen**,
- gute **Zugänglichkeit für Wartung und Betrieb**.

Besonders relevant sind Flächen im Besitz der **Mainzer Stadtwerke**, da hier bereits Infrastruktur vorhanden ist und Synergien mit bestehenden Wärmeerzeugern genutzt werden können.

3.4 Industrielle Abwärme

Informationen aus öffentlichen Quellen

Mit Inkrafttreten des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) zum 01.01.2024 sind Unternehmen mit einem **Gesamtendenergieverbrauch über 2,5 GWh/a** verpflichtet, ihre **Abwärmepotenziale** der Bundesstelle für Energieeffizienz zu melden. Die Daten wurden über die **Plattform für Abwärme** der Bundesstelle für Energieeffizienz erfasst und seit dem 14.01.2025 öffentlich zugänglich gemacht (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2025). Diese Daten bilden die Grundlage für die kommunale Bewertung industrieller Abwärme in Mainz.

In Tabelle 10 sind die veröffentlichten Abwärmepotenziale im Stadtgebiet Mainz zusammengefasst. Laut den veröffentlichten Daten beträgt das **theoretische Gesamtabwärmepotenzial im Stadtgebiet Mainz rund 412 GWh pro Jahr**.

Die größten Einzelpotenziale entfallen auf:

- **Prefere Paraform GmbH**: 162,9 GWh/a (40 % des Gesamtpotenzials), mit Temperaturen bis zu 650 °C., momentan keine Nutzung in Wärmenetzen geplant

- **SCHOTT AG:** 132,9 GWh/a (32 %), mit einem breiten Temperaturspektrum bis 420 °C.

Die gemeldeten Temperaturbereiche reichen von **unter 30 °C** bis zu **über 600 °C**, was die potenzielle Nutzbarkeit stark beeinflusst. Hochtemperaturabwärme ist grundsätzlich leichter nutzbar, während Niedertemperaturabwärme oft eine technische Aufbereitung erfordert.

Tabelle 10: Abwärmepotenziale im Stadtgebiet Mainz, eigene Darstellung nach Plattform für Abwärme (BfEE), 2025

| Name | Adresse | Wärmemenge | Temperaturniveau Min. | Temperaturniveau Max. |
|--|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | kWh/a | °C | °C |
| Air Liquide Deutschland | Hattenbergstraße 10 | 29.817.390 | 25 | 60 |
| Alpla Werke Lehner GmbH & Co. KG | An der Kaiserbrücke 1 | 241.000 | 35 | 35 |
| BETA Warenhandel GmbH & Co. KG | Haifa-Allee 1 | 2.747.579 | 25 | 25 |
| Brezelbäckerei Ditsch GmbH | Robert-Bosch-Straße 44 | 2.403.926 | 60 | 90 |
| DILAS Diodenlaser GmbH | Galileo-Galilei-Str. 10 | 632.528 | 30 | 30 |
| EGM-Entsorgungsgesellschaft Mainz mbH | Kraftwerkallee 1 | 15.703.000 | 40 | 40 |
| Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. | Carl-Zeiss-Str. 18 - 20 | 1.000.000 | 25 | 60 |
| Heidelberg Materials AG | Dammweg 1 | 7.802.195 | 75 | 100 |
| Prefere Paraform GmbH | Liebigstr. 2 | 162.919.034 | 24 | 650 |
| PREMA Semiconductor GmbH | Robert-Bosch-Str. 6 | 1.226.400 | 20 | 25 |
| Römheld & Moelle Eisen gießerei GmbH | Rheinallee 92 | 6.288.143 | 43 | 70 |
| Schott AG | Rheinallee 110 | 132.879.187 | 25 | 420 |
| Sensitec GmbH | Walter-Hallstein-Str. 24 | 2.949.000 | 29 | 29 |
| Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität | Langenbeckstr. 1 | 934.106 | 120 | 120 |
| WEPA-Deutschland GmbH & Co. KG | Gassnerallee 45-47 | 4.305.000 | 92 | 92 |
| Gesamt | | 412.168.484 | | |

Die Lage der Abwärmelieferanten ist in Abbildung 52 (bzw. Anhang 17 für das gesamte Stadtgebiet) dargestellt.

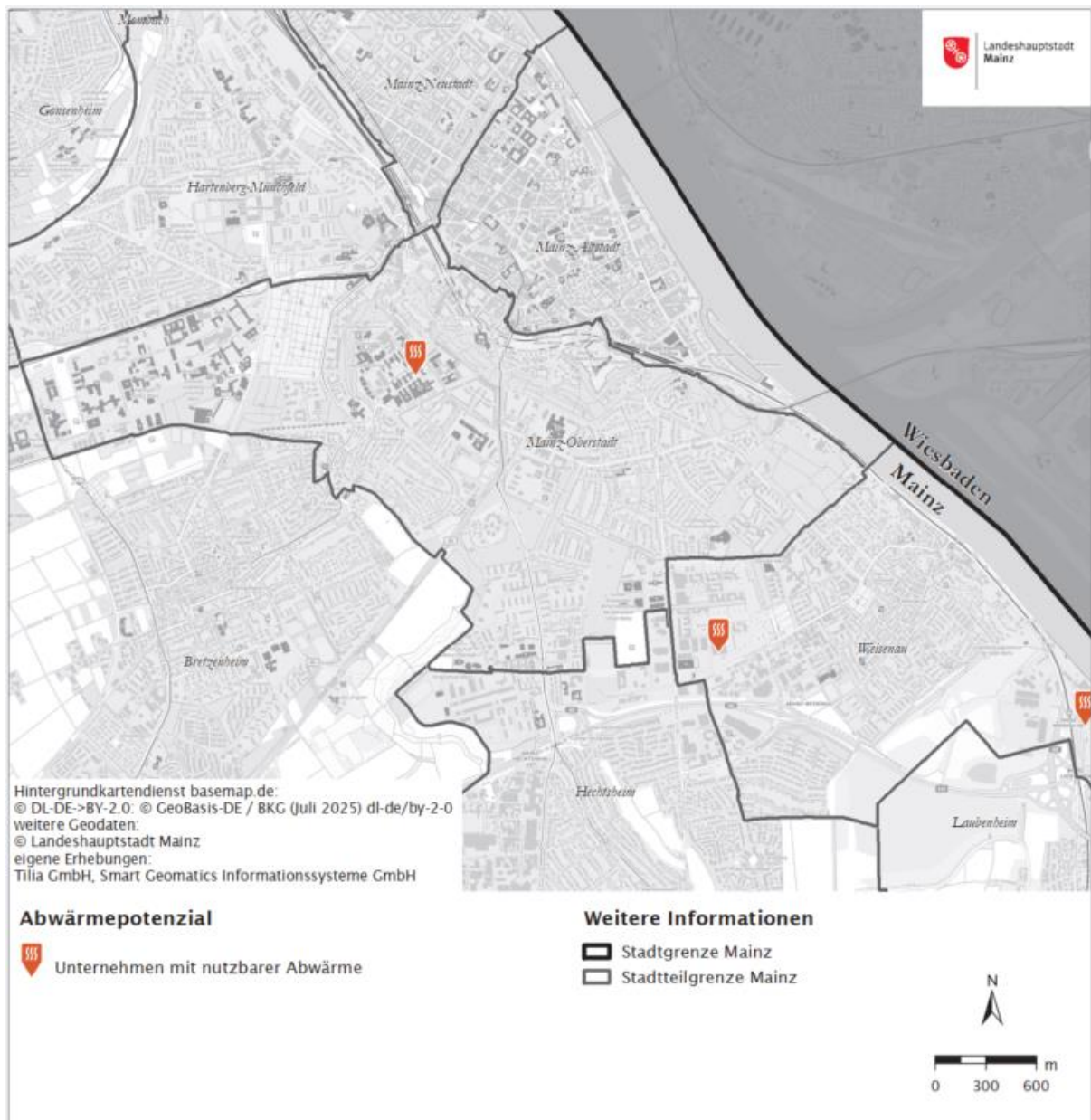


Abbildung 52: Abwärmepotenziale im Stadtgebiet Mainz
(eigene Darstellung nach Plattform für Abwärme (BfEE), 2025)

Weiterhin ist die Nutzung von Abwärme aus einem neuen Rechenzentrum in der Ingelheimer Aue in Mainz geplant. Laut § 11 Energieeffizienzgesetz sind Betreiber von Rechenzentren, die nach dem 01.07.2026 in Betrieb gehen, verpflichtet, ihre Abwärme extern nutzen zu lassen, sofern das technisch und wirtschaftlich zumutbar ist (Umweltbundesamt, 2023).

Ab dem Frühjahr 2026 soll auch die Abwärme des Rechenzentrums in der Ingelheimer Aue genutzt werden (Green Mountain KMW Data Center GmbH, 2025). Die Wärme des Rechenzentrums soll über Wärmepumpen mit einer Leistung bis zu 54 MW ins Fernwärmenetz der Mainzer Stadtwerke gespeist werden (Green Mountain KMW Data Center GmbH, 2025) (SWR, 2025). Bei einem kontinuierlichen, ganzjährigen Betrieb des Rechenzentrums könnte damit eine Wärmemenge von bis zu 473 GWh/a erzeugt werden.

Weiterhin wurde aus Gesprächen mit einem weiteren Rechenzentribetreiber im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung bekannt, dass im Stadtteil Bretzenheim ein weiteres Rechenzentrum

entstehen soll, deren Abwärme ebenfalls für die Einspeisung in das Fernwärmenetz genutzt werden soll. Die Wärmeleistung soll hier 15 MW betragen, dies entspricht bei einem kontinuierlichen, ganz-jährigen Betrieb 131 GWh/a.

Der Transformationsplan der Mainzer Fernwärme GmbH sieht vor, die Fernwärme bis 2045 vollständig klimaneutral zu machen. Die Nutzung von Abwärme (Rechenzentren, Abwasser Kläranlage, usw.) spielt hierbei eine wesentliche Rolle (Fernwärme, 2023).

Erhebungen im Rahmen der KWP

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden zehn Unternehmen befragt und Gespräche mit sieben Betrieben mit Abwärmepotenzial geführt. Dabei zeigte sich, dass große Teile der Abwärme bereits innerbetrieblich genutzt werden, z. B. zur Prozesswärme oder Vorwärmung. Von den veröffentlichten Abwärmemengen stehen darum bei einigen Unternehmen nur Restmengen an Abwärme zur Verfügung. Diese Restmengen sind oft schwer erschließbar, da sie unregelmäßig anfallen, nicht kontinuierlich verfügbar sind, oder bei niedrigen Temperaturen ($< 100\text{ °C}$) liegen. Solche Schwankungen erfordern den Einsatz von Wärmespeichern oder Puffersystemen, um Versorgung und Nachfrage im Fernwärmenetz auszugleichen und eine kontinuierliche Wärmebereitstellung zu ermöglichen.

Die technische Integration der Abwärme in das bestehende Mainzer Fernwärmenetz und ggf. einzelne Nahwärmenetze verlangt den Einsatz von Wärmetauschern sowie oft zusätzliche Wärmepumpen, um die Abwärme auf ein Niveau zu bringen, das den Anforderungen des Netzes entspricht. Die Anpassungen benötigen sorgfältige Planung und müssen störungsfrei in die laufenden Produktionsprozesse eingebunden werden. Besonders herausfordernd ist die **Synchronisation mit den Produktionsprozessen**, da die Wärmebereitstellung nicht immer mit dem Wärmebedarf im Netz übereinstimmt.

Eine Nutzung der industriellen Abwärme in Mainz ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn in den Unternehmen ausreichend Wärme kontinuierlich über einen längeren Zeitraum zur Verfügung steht, um eine Amortisation der Investitionen zu erreichen. Für eine erfolgreiche Integration bedarf es neben technischer Expertise auch eine intensive Zusammenarbeit zwischen Mainzer Stadtwerken, Netzbetreibern, Stadt Mainz und Unternehmen, um Rahmenbedingungen, Investitionen und Planungssicherheit zu schaffen.

Weiterhin ist bei Abwärmenutzung von Industrieunternehmen zu beachten, dass Redundanzen der Wärmeerzeugung geschaffen werden müssen, um eine Unabhängigkeit zwischen der Wärmelieferung und den Unternehmensprozessen herzustellen.

3.5 Erneuerbare Stromquellen zur Wärmeversorgung

3.5.1 Photovoltaik

3.5.1.1 Photovoltaik auf Dachflächen

Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht in elektrischen Strom um, der zur Deckung des Haushaltsstrombedarfs oder zur Versorgung strombasierter Heizsysteme wie Wärmepumpen genutzt werden kann. Damit leisten sie einen indirekten Beitrag zur Wärmeversorgung und sind ein bedeutender Bestandteil der kommunalen Energiewende. Analog zur Solarthermie gibt es bei Photovoltaikanlagen ebenfalls die Option, die Anlagen entweder auf Dachflächen oder auf Freiflächen zu installieren.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden mithilfe von Laserscandaten die Dachflächen im Stadtgebiet Mainz analysiert. Für die technische Bewertung wurden Dachflächen ausgeschlossen, die:

- nach Norden ausgerichtet sind,
- stark verschattet sind,
- oder durch bauliche Elemente wie Gauben oder Dachfenster ungeeignet erscheinen.

Eine statische Einschätzung, ob das entsprechende Dach zur Installation einer Photovoltaikanlage geeignet ist, konnte nicht getroffen werden.

Die Analyse ergab **5,9 Mio. m² geeignete Dachfläche** im Stadtgebiet Mainz, eine potenzielle installierbare Leistung von **908,6 MWp** und eine potenzielle Stromerzeugung von **ca. 817 GWh pro Jahr**. Die räumliche Verteilung der Dachflächen ist in Abbildung 53 (bzw. Anhang 18 für das gesamte Stadtgebiet) dargestellt.

Wird das Potenzial auf denkmalgeschützten Gebäuden ausgeschlossen, verbleiben **5,8 Mio. m² nutzbare Fläche, 887 MWp installierbare Leistung** sowie **798 GWh Stromerzeugung pro Jahr**. Photovoltaik ist auf denkmalgeschützten Gebäuden möglich, bedarf aber einer Einzelfallgenehmigung durch die untere Denkmalschutzbehörde der Stadt Mainz. Neue Techniken wie z.B. Indach-Photovoltaik oder auch farblich abgestimmte und entspiegelte Modelle können anstelle von Dachziegeln direkt in die Dachfläche integrierte werden.

Diese Werte stellen das **theoretische Potenzial** dar – also die maximal mögliche Stromproduktion unter optimalen Bedingungen.

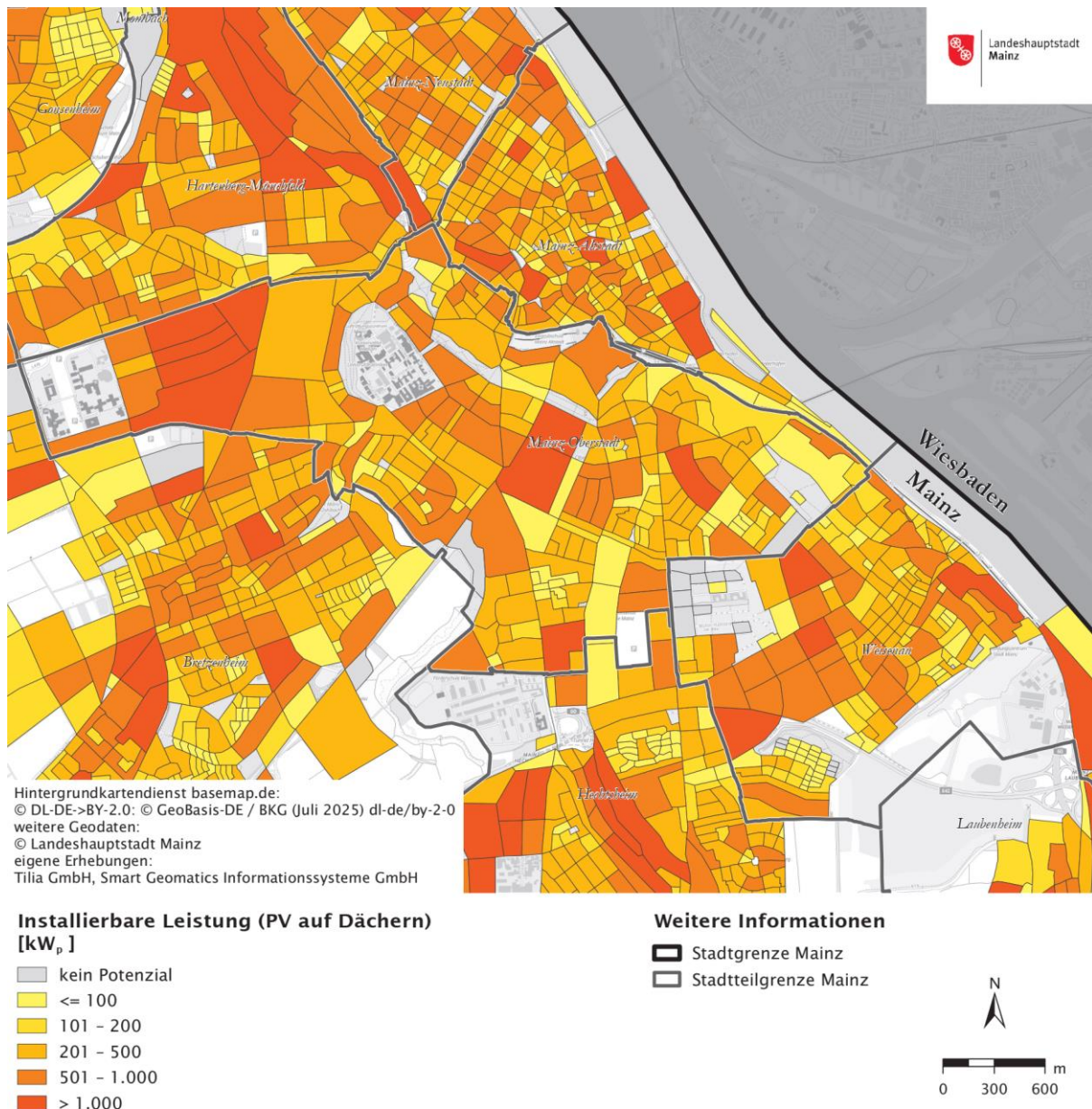


Abbildung 53: Potenzielle, aggregierte Leistung von Photovoltaikanlagen im Baublock
 (eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen und ALKIS-Daten)

Aktuell gibt es im Stadtgebiet Mainz laut den öffentlichen Daten des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur Photovoltaikanlagen mit einer **Nettonennleistung von 63,9 MWp** (Bundesnetzagentur, 2025). Darunter sind **0,9 MWp Balkonkraftwerke**, sodass **63 MWp auf Photovoltaik-Dachflächenanlagen** und ggf. einzelne Freiflächenanlagen entfallen. Dies bedeutet, dass ca. 7 % des technischen Solarpotenzials auf Dachflächen von nicht-denkmalgeschützten Gebäuden im Stadtgebiet Mainz bereits durch bestehende Solaranlagen genutzt werden.

3.5.1.2 Photovoltaik auf Freiflächen

Üblicherweise werden Photovoltaikanlagen, neben der Installation auf Dachflächen, auch auf Freiflächen errichtet. Analog zu Solarthermieanlagen sind auch hier Flächen an Autobahnen, Bahnstrecken

oder Flächen mit geringer landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit besonders geeignet. Die für Solaranlagen identifizierten Flächen wurden bereits in Abschnitt 3.1.11.2 im Zusammenhang mit Freiflächen-Solarthermie vorgestellt.

Die identifizierten Flächen haben eine **Gesamtgröße von 340 ha**. Unter der Annahme, dass alle geeigneten Flächen komplett mit Photovoltaikanlagen belegt werden, ergibt sich ein **theoretisches Potenzial von Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 226 MW, die einen Stromertrag von 202 MWh/a produzieren können**.

Soll dieses Potenzial für eine strombasierte Wärmeerzeugung genutzt werden, so sind, analog zu Solarthermieranlagen, auch hier saisonale Effekte zu berücksichtigen, da die Sonneneinstrahlung jahreszeitlich versetzt zum Wärmebedarf auftritt. Außerdem ist die Flächenkonkurrenz zu Solarthermieranlagen sowie zu landwirtschaftlichen oder infrastrukturellen Nutzungen zu beachten.

Eine weitere Herausforderung bei Freiflächen-Photovoltaikanlagen ist der Transport des erzeugten Stroms zu den entsprechenden Verbrauchern. Bei größeren Freiflächen-Photovoltaikanlagen bedarf es hierzu ggf. einer Ertüchtigung des Stromnetzes (C.A.R.M.E.N., 2023).

Sektorenkopplung und Flexibilisierung durch Wärmespeicher und Power-to-Heat-Anlagen (PtH)

Die Sektorenkopplung – also die Verknüpfung von Strom- und Wärmesystemen – ist ein wichtiger Baustein der Wärmewende. In Mainz besteht durch die hohe PV-Dichte und durch die Nähe zu EE-Stromquellen ein hohes Potenzial zur Nutzung von Stromüberschüssen für die Wärmeerzeugung.

Durch den Einsatz von Power-to-Heat-Anlagen, Wärmespeichern und intelligenter Steuerung kann die Wärmeversorgung flexibilisiert und Strom aus erneuerbaren Energien (EE-Strom) effizient genutzt werden. Dies reduziert Abregelungsverluste und erhöht die Versorgungssicherheit. Die regulatorische Bewertung (z. B. EEG-Umlagebefreiung, GEG-Anrechnung) sollte bei der Planung berücksichtigt werden.

3.5.2 Windkraft

Gemäß dem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) sind die Bundesländer verpflichtet, bis spätestens 2030 mindestens 2 % ihrer Landesfläche für die Nutzung der Windenergie auszuweisen. Für Rheinland-Pfalz wurde ein Zielwert von 2,2 % festgelegt (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2022).

Die Kommunen – und somit auch die Stadt Mainz – sind aufgefordert, geeignete Flächen zu identifizieren und aktiv zur Erreichung der Landesziele beizutragen. Die Umsetzung der bundesrechtlichen Vorgaben erfolgt in Rheinland-Pfalz durch das Landeswindenergiegebietsgesetz, das derzeit novelliert wird.

Laut dem aktuellen Gesetzesentwurf (Stand: 01.10.2025) beträgt das Flächenziel für die Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe, die für die Aufstellung des Regionalen Raumordnungsplans (ROP) zuständig ist, 2,97 % der Fläche der Planungsgemeinschaft. Dieses Ziel ist auch für die Fläche der Stadt Mainz verbindlich und bei der kommunalen Flächenkulisse zu berücksichtigen.

Im Südwesten der Stadt wurde das **Windvorranggebiet 01** ausgewiesen. Es erstreckt sich über die Stadtteile **Hechtsheim und Ebersheim** sowie die angrenzende Gemeinde **Nieder-Olm**.

Die Gesamtfläche beträgt **154 Hektar**, davon entfallen:

- **87 ha auf das Stadtgebiet Mainz**
- **67 ha auf Nieder-Olm**

Im Juli 2025 befanden sich dort **10 Windkraftanlagen** mit einer **aggregierten Nennleistung von 32,8 MW** und einer **geschätzten Jahresstromproduktion von 86,3 GWh** (Ministerium des Innern und für Sport, Rheinland-Pfalz, 2025). Davon versorgen vier Anlagen den **Energiepark Mainz** zur Produktion von grünem Wasserstoff, die übrigen speisen in das **Verteilnetz der Stadtwerke Mainz** ein (Erfurth, 2025).

In der Abbildung 54 sind die Standorte der Windkraftanlagen zu sehen. Die Anlagen, die bereits länger am Stromnetz angeschlossen sind, sind in der Abbildung blau markiert. Die grün eingezeichnete Windkraftanlage ist im Dezember 2024 ans Netz gegangen und die orange markierte Anlage wurde bereits beantragt.

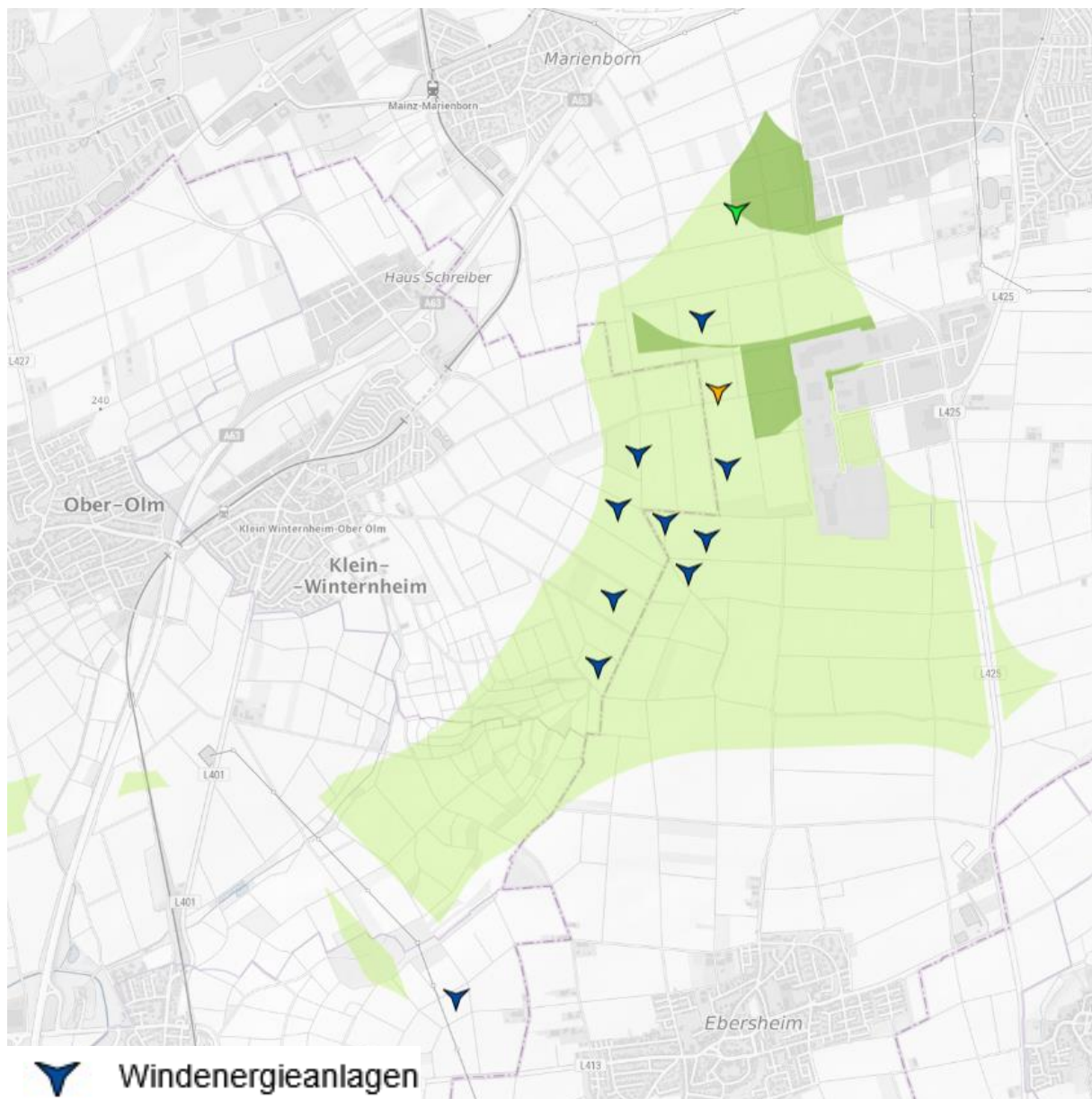


Abbildung 54: Standorte Windkraftanlagen Mainz

(Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2025)

Die technischen Daten der Anlagen sind in Tabelle 11: Technische Daten Windenergieanlagen zu finden (Ministerium des Innern und für Sport, Rheinland-Pfalz, 2025). Aus den Daten wird deutlich, dass die **bestehenden und geplanten Windkraftanlagen zusammen eine Nennleistung von 32,8 MW** haben, und aggregiert eine **durchschnittlich Stromproduktion von 86,3 GWh/a** aufweisen.

Tabelle 11: Technische Daten Windenergieanlagen

| Typ | Nennleistung (kW) | Narbenhöhe (m) | Rotordurchmesser (m) | Geschätzte Jahresproduktion (MWh/a) | Planstand |
|-------------------------|-------------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|-----------|
| Enercon E-40 0,6MW | 600 | 65 | 40,8 | 1.577 | am Netz |
| Enercon E-82 E2 20.82 | 2000 | 108 | 82 | 5.256 | am Netz |
| Enercon E-82 E2 20.82 | 2000 | 108 | 82 | 5.256 | am Netz |
| Enercon E-141 EP 4 | 4200 | 159 | 141 | 11.038 | am Netz |
| Vestas V 162-6.2 | 6200 | 169 | 162 | 16.294 | am Netz |
| General Electric GE 5.3 | 5300 | 161 | 158 | 13.928 | am Netz |
| Vestas V 162-6.2 | 6200 | 169 | 162 | 16.294 | am Netz |
| Enercon E-103 | 2350 | 108,38 | 103 | 6.176 | am Netz |
| Enercon E-82 E2 20.82 | 2000 | 108 | 82 | 5.256 | am Netz |
| Enercon E-82 E2 20.82 | 2000 | 108 | 82 | 5.256 | am Netz |
| Gesamt | 32.850 | | | 86.330 | |

In der aktuell laufenden 4. Teilfortschreibung des Raumordnungsplans im Sachgebiet Windenergie der Planungsgemeinschaft Rheinhessen-Nahe wird das **Vorranggebiet Windenergienutzung Nr. 1 auf Mainzer Gemarkung** nicht vergrößert, sondern **im Südosten verkleinert**, insbesondere aufgrund naturschutzfachlicher Bedenken im Zusammenhang mit dem Vorkommen des Feldhamsters. Dennoch ermöglicht die **geänderte Flächenabgrenzung** die **Realisierung von bis zu drei weiteren Windenergieanlagen**, da die verbleibende Fläche optimiert wurde und weiterhin als Vorranggebiet ausgewiesen bleibt.

Die neue Flächenkulisse stellt einen **Kompromiss zwischen Artenschutz und Klimaschutz** dar. Die **rechtskräftige Beschlussfassung der geänderten Flächenkulisse wird für das Frühjahr 2026 erwartet**, wenn die Regionalvertretung abschließend darüber entscheidet.

Die Windenergie bleibt – neben der Photovoltaik – die wichtigste erneuerbare Stromquelle im Stadtgebiet und sollte im Rahmen der kommunalen Wärme- und Stromplanung weiterhin strategisch berücksichtigt werden.

3.6 Einsparungen durch Gebäudesanierungen

Energetische Gebäudesanierungen sind ein zentraler Hebel zur Reduktion des Wärmebedarfs und damit zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor. Sie verbessern die Energieeffizienz, senken den Heizbedarf und ermöglichen den wirtschaftlichen Einsatz erneuerbarer Wärmetechnologien wie Wärmepumpen.

Informationen aus öffentlichen Quellen

Laut dem **Wärmemasterplan 2.0** der Mainzer Stadtwerke (2023) wird je nach Szenario von einer **Sanierungsrate zwischen 1 % und 4 % pro Jahr** ausgegangen. Die **Wärmebedarfsreduktion** durch Sanierungen liegt dabei zwischen **30 % und 50 %** (Mainzer Stadtwerke AG, 2023).

In Abbildung 55 ist die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs im Wärmemasterplan zu sehen. Die Szenarien zeigen Einsparungen von:

- **8 %** im Szenario „Basis 1“
- bis zu **43 %** im Szenario „Trendplus“

Diese Werte bilden das **theoretische Potenzial**, das unter optimalen Bedingungen erreichbar wäre.

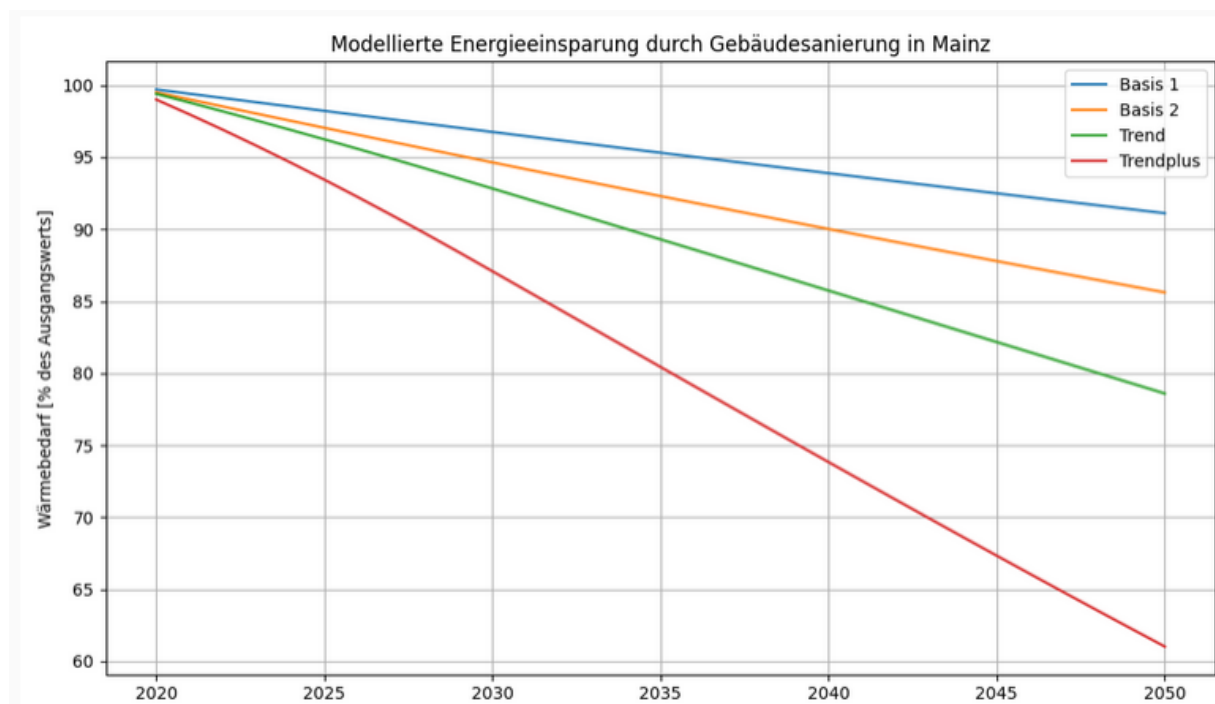


Abbildung 55: Entwicklung Wärmebedarf Wärmemasterplan
(eigene Darstellung nach Wärmemasterplan 2.0 der Mainzer Fernwärme GmbH)

Erhebungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

Zur Bewertung des technischen Potenzials durch energetische Gebäudesanierungen wurden die Prognosedaten für Gebäudesanierung aus dem **Technikkatalog für kommunale Wärmeplanung** der deutschen Energieagentur dena (2024) herangezogen (Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), 2024).

In Tabelle 12 ist dargestellt, welche Einsparungen, je nach Gebäudenutzung und Gebäudealter, bis zum Jahr 2045 zu erwarten sind. Aus der Aufstellung wird deutlich, dass je nach Szenario, Gebäudealter und -nutzung, **Einsparungen zwischen 0 % und 59 %** des Wärmebedarfs zu erwarten sind. Die zugrunde liegende Studie „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems“ (Fraunhofer ISI et al., 2022) unterscheidet zwei Szenarien:

- **Szenario „niedrig“:** Sanierungsrate 1 %, Sanierungsstandard Effizienzhaus EH 70
- **Szenario „hoch“:** Sanierungsrate 2 %, Sanierungsstandard Effizienzhaus EH 40

Die folgende Tabelle zeigt die prognostizierten Einsparungen bis 2045:

Tabelle 12: Prognose für Einsparungen durch Gebäudesanierungen

| Gebäudetyp | Szenario | Bis 1918 | 1918 - 1948 | 1949 - 1978 | 1979 - 1994 | 1995 - 2009 | Ab 2010 |
|------------------------------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| Mehrfamilienhaus | Niedrig | 24 % | 45 % | 26 % | 42 % | 19 % | 0 % |
| | Hoch | 38 % | 51 % | 47 % | 40 % | 43 % | 0 % |
| Ein- und Zweifamilienhaus | Niedrig | 29 % | 47 % | 30 % | 44 % | 8 % | 0 % |
| | Hoch | 46 % | 53 % | 44 % | 44 % | 37 % | 0 % |
| Industrie | Niedrig | 41 % | | | 37 % | | 5 % |
| | Hoch | 59 % | | | 55 % | | 18 % |
| Gewerbe, Büro, öffentliche Gebäude | Niedrig | 16 % | | | 14 % | | 4 % |
| | Hoch | 32 % | | | 37 % | | 30 % |
| Sonstiges | Niedrig | 16 % | | | 14 % | | 4 % |
| | Hoch | 32 % | | | 37 % | | 30 % |

Für die Landeshauptstadt Mainz gilt das Ziel des Bundeslandes Rheinland-Pfalz, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2035 zu erreichen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, 2025). Dieses Ziel weicht von dem Ziel der Bundesregierung, der Klimaneutralität bis 2045 (Bundesregierung, 2024), ab, auf dessen Grundlage der Technikkatalog der kommunalen Wärmeplanung erstellt wurde. Um trotzdem die Einsparungen durch energetische Gebäudesanierungen für das Zieljahr 2040 darstellen zu können, wurden die Prognosen des Technikkatalogs linear auf das Jahr 2040 (-25%) herunter gerechnet.

Für die städtischen Gebäude und städtischen Gesellschaften in Mainz gilt das Ziel der Klimaneutralität bis 2035 (Landeshauptstadt Mainz, 2025). Da die kommunalen Gebäude in Mainz jedoch unter 10 % des Energiebedarfs vereinen, wird dieses Ziel bei der Berechnung nicht explizit ausgewiesen.

Wendet man die in Tabelle 12 vorgestellten Szenarien auf den Gebäudebestand in Mainz an, so ergibt sich bis 2040 ein **aggregiertes Einsparpotenzial zwischen 19 % bis 28 %**. Die Einsparungen verteilen sich über alle Sektoren und steigen im Zeitverlauf kontinuierlich an. Im Szenario „hoch“ sind die Einsparungen deutlich stärker ausgeprägt als im Szenario „niedrig“.

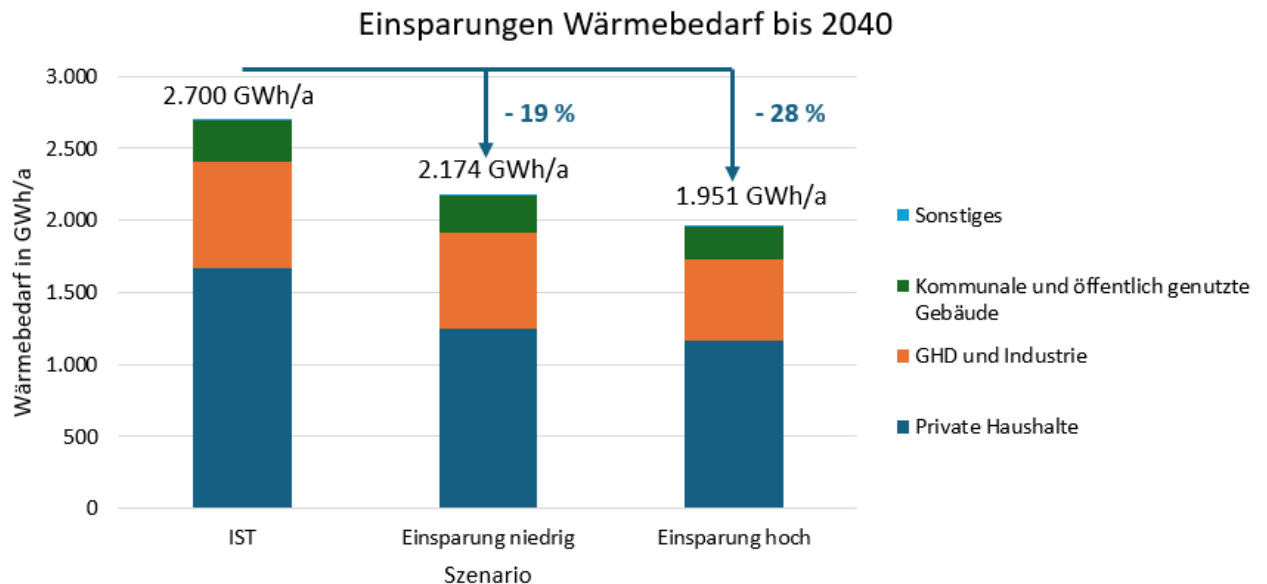


Abbildung 56: Wärmebedarfseinsparungen durch Gebäudesanierungen bis 2040
(eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen)

Die Einsparungen durch Sanierungen in verschiedenen Szenarien können auch im Zeitverlauf dargestellt werden. In Abbildung 57 sind die Einsparungen der zwei Szenarien im Zeitverlauf abgebildet, es ist zu sehen, dass in beiden Szenarien die Wärmebedarfe in allen Sektoren sinken, im Szenario „Einsparung hoch“ stärker als im Szenario „Einsparung niedrig“.

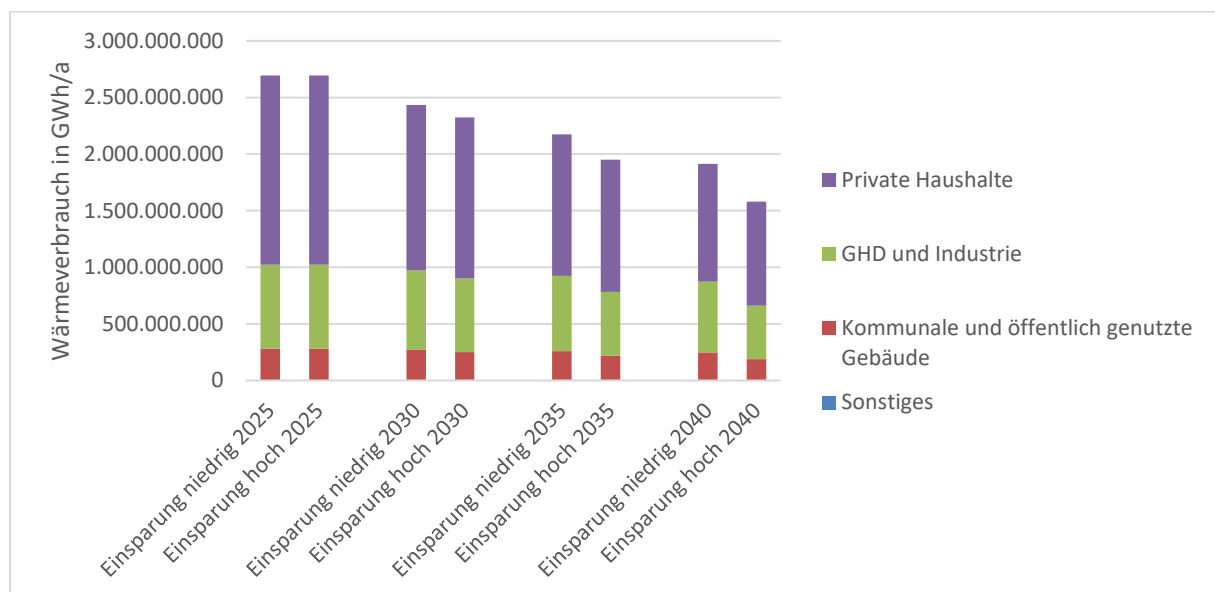


Abbildung 57: Wärmeeinsparungen im Zeitverlauf
(eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen)

Die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen hängt stark vom Gebäudetyp, dem Sanierungsumfang und den Förderbedingungen ab. Eine Einzelfallprüfung ist notwendig. Um die Kosten zu senken, wird empfohlen:

- Sanierungen mit ohnehin anstehenden **Instandhaltungsmaßnahmen** zu kombinieren.
- Das Prinzip der **seriellen Sanierung** mit vorgefertigten Bauteilen zu nutzen.

Laut „Around Home“ (2023) sind **rund 30 % des Gebäudebestands in Deutschland** für serielle Sanierung geeignet – auch in Mainz dürfte dieser Anteil relevant sein (Around Home, 2023).

Energetische Gebäudesanierung bietet in Mainz ein **substanzielles technisches Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion**. Die kommunale Wärmeplanung sollte dieses Potenzial gezielt erschließen, indem:

- Sanierungsstrategien nach Gebäudetyp und Baualter differenziert werden,
- Förderprogramme und Beratung ausgebaut werden,
- serielle Sanierung als kosteneffiziente Lösung gefördert wird.

Die Mainzer Beratungs- und Informationsoffensive für Gebäudesanierung ab Herbst 2025 ist dabei ein wesentlicher Schritt für eine erfolgreiche [Umsetzung](#) .

3.7 Fazit Potenzialanalyse

Um einen Überblick über die Potenziale im Stadtgebiet Mainz zu bekommen, wurden in Abbildung 58 die quantifizierbaren theoretischen Potenziale für das Stadtgebiet Mainz dargestellt. In der Abbildung ist zu sehen, dass das größte Potenzial im Bereich Solarthermie liegt, gefolgt vom Bereich Erdwärmesonden. Hier müssen jedoch besonders Restriktionen bei Technik und Realisierbarkeit beachtet werden (siehe Tabelle 13 und Abschnitte 3.1.3 und 3.1.11).

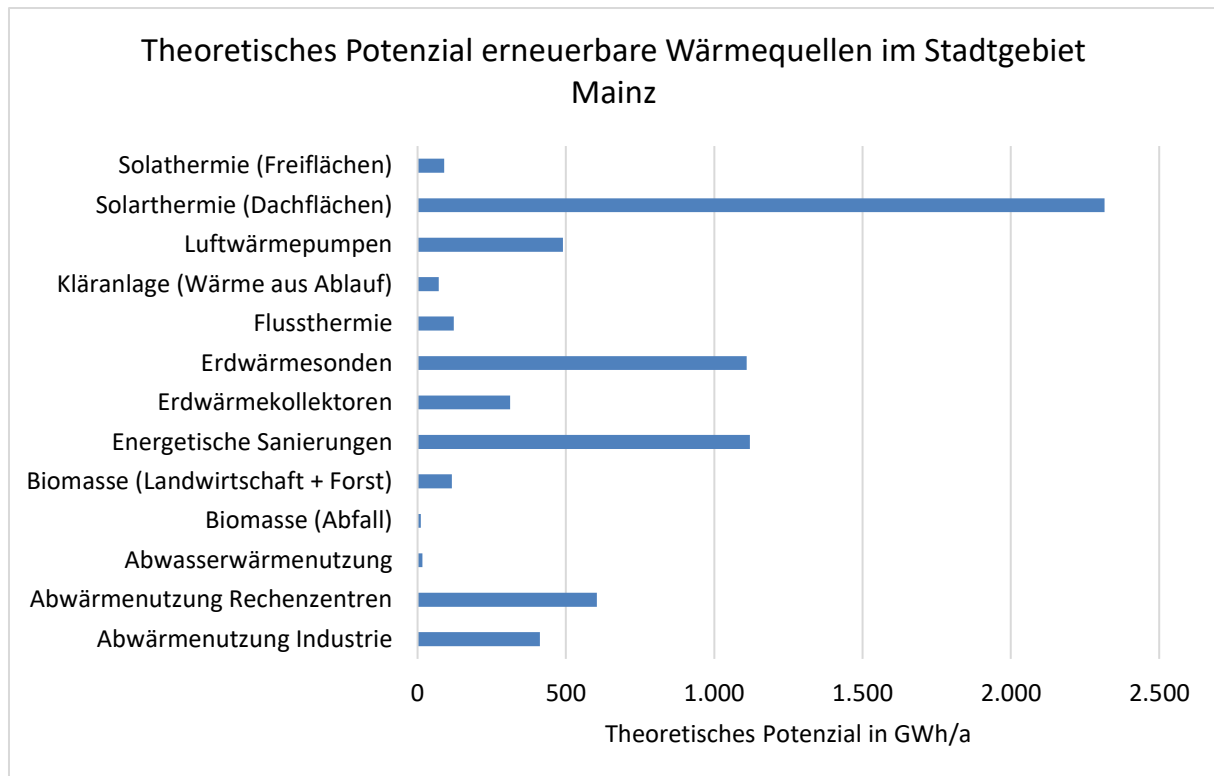


Abbildung 58: Übersicht theoretisches Potenzial erneuerbare Wärmequellen im Stadtgebiet Mainz
(eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen)

Ebenso wurde das theoretische Potenzial für erneuerbare Stromquellen im Stadtgebiet Mainz abgebildet. In Abbildung 59 ist zu sehen, dass das Potenzial durch Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen deutlich höher ist als das Potenzial durch Windkraftanlagen auf den vorgesehenen Vorranggebieten.

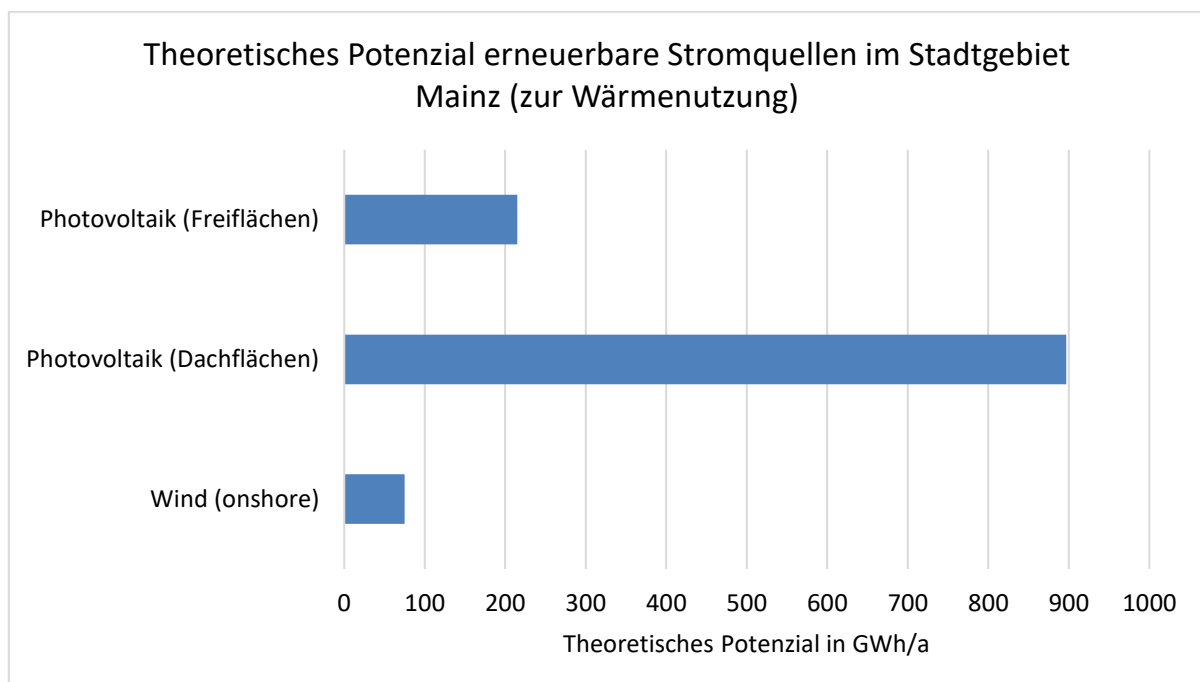


Abbildung 59: Theoretisches Potenzial erneuerbare Stromquellen im Stadtgebiet Mainz
(eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen)

Alle aufgeführten Potenziale haben Restriktionen durch technische Anforderungen und Realisierbarkeit. Die einige Restriktionen wurden bereits in den Abschnitten der einzelnen Potenzialbetrachtungen aufgeführt, in der folgenden Tabelle 13 soll ein Überblick über die Restriktionen gegeben werden.

Tabelle 13: Technische Restriktionen und Herausforderungen der Realisierbarkeit bei Potenzialen

| Potenzialart | Technische Restriktionen | Herausforderungen Realisierbarkeit |
|--|---|--|
| Potenziale Erneuerbare Wärme | | |
| Abwärmenutzung Industrie | <ul style="list-style-type: none"> • Auskopplung teilweise technisch schwierig • Temperatur oft zu niedrig für direkte Nutzung • Wärmepumpen zur Temperaturerhöhung erforderlich • Wärme fällt oft diskontinuierlich an | <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Umstellung von Produktionsprozessen • Kontinuität der Wärmebereitstellung muss gewährleistet sein • Produktionsprozesse dürfen nicht gestört werden • Platzbedarf für Auskopplung und Übergabestation • Redundanzen im Wärmenetz erforderlich |
| Abwasserwärmenutzung | <ul style="list-style-type: none"> • Wärmetauscher anfällig für Verschmutzung, häufige Wartung • Abwasser muss bestimmtes Temperaturniveau bei Ankunft an der Kläranlage haben • Temperaturniveau abhängig von Jahreszeit und Nutzung • Wärme nur an bestimmten Punkten verfügbar | <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit oft nur bei gleichzeitiger Kanalsanierung gegeben • Enge Abstimmung mit Abwassernetzbetreiber erforderlich • Zugang zu Kanälen und Kläranlagen muss genehmigt werden |
| Biomasse (Abfall) | <ul style="list-style-type: none"> • Nur begrenzte Mengen verfügbar • Technische Aufbereitung notwendig | <ul style="list-style-type: none"> • Momentan Biomasse aus Abfall vertraglich gebunden (BHKW Essenheim) • Konkurrenz zur stofflichen Nutzung • Genehmigungsprozesse für Anlagen langwierig |
| Biomasse (Landwirtschaft + Forst) | <ul style="list-style-type: none"> • Geringe Reststoffmengen im Stadtgebiet • Logistik für Sammlung und Transport aufwendig • Grenzwerte für Lärm, Emissionen, etc. müssen beachtet werden | <ul style="list-style-type: none"> • Reststoffe werden momentan für stoffliche Nutzung (Forst) oder Düngung (Landwirtschaft) genutzt • Nutzungskonkurrenz mit Düngung und Holzverwertung • Emissions- und Lärmschutzaufgaben • Flächenbedarf für Lagerung und Verarbeitung |
| Erdwärmekollektoren | <ul style="list-style-type: none"> • Niedriges Temperaturniveau • Kombination mit Wärmepumpe notwendig | <ul style="list-style-type: none"> • Hoher Platzbedarf (ca. 2 x beheizte Fläche) |

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Hoher Flächenbedarf | <ul style="list-style-type: none"> • Nur auf unversiegelten Flächen möglich • Keine Tiefwurzler erlaubt • Genehmigungspflicht bei größeren Anlagen |
| Erdwärmesonden | <ul style="list-style-type: none"> • Bohrungen kostenintensiv • Platzbedarf von ca. 10 x 10 m pro Bohrung • Temperaturniveau oft niedrig • Kombination mit Wärmepumpe notwendig | <ul style="list-style-type: none"> • Genehmigung durch Wasserbehörde erforderlich • Geologische Eignung muss geprüft werden • Netzanschluss und Integration in Heizsysteme nötig |
| Flusstermie (Rhein) | <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturniveau abhängig von Jahreszeit • Abkühlung des Flusswassers begrenzt durch ökologische Vorgaben • Wärmetauscher müssen strömungsstabil sein | <ul style="list-style-type: none"> • Genehmigung durch Wasserbehörde erforderlich • Integration in Fern- oder Nahwärmenetz notwendig • Standortwahl nahe Rhein und Netzanschluss • Betriebskosten |
| Kläranlage (Wärme aus Ablauf) | <ul style="list-style-type: none"> • Niedriges Temperaturniveau vor allem im Winter • Kombination mit Wärmepumpe notwendig • Transport über weitere Strecken zum Abnehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Angewiesen auf konstanten Durchfluss • Kooperation mit Betreibenden notwendig • Durchfluss muss konstant sein • Wirtschaftlichkeit abhängig von Entfernung • Betriebskosten |
| Luftwärmepumpen | <ul style="list-style-type: none"> • Niedrigeres Temperaturniveau als Kessel, am effizientesten mit Fußboden- oder Flächenheizung, jedoch nicht zwingend erforderlich • Effizienz sinkt bei niedrigen Außentemperaturen • Lärmemissionen durch Außengerät • Besonders für Niedertemperatursysteme geeignet | <ul style="list-style-type: none"> • Bei sehr alten Gebäuden häufig erst nach Gebäudesanierung sinnvoll, • Platzbedarf für Außengerät • Vorgaben für Lärmemissionen (TA Lärm) muss eingehalten werden |
| Solarthermie (Dachflächen) | <ul style="list-style-type: none"> • Saisonale Schwankung • Saisonale Erzeugung antizyklisch zum Wärmebedarf • Nur für Warmwasser und Heizungsunterstützung geeignet | <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkonkurrenz zu PV und Gründächern • Dachfläche muss statisch und baulich geeignet sein • Wirtschaftlichkeit abhängig vom Warmwasserbedarf |
| Tiefengeothermie | <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitionskosten für Tiefenbohrung • Geologische Eignung muss gegeben sein • Risiko von seismischen Effekten | <ul style="list-style-type: none"> • Genehmigungsprozesse langwierig und komplex • Standort muss geologisch geeignet sein • Wirtschaftlichkeit abhängig von Fördertiefe |
| Abwärme Rechenzentrum | <ul style="list-style-type: none"> • Kombination mit Wärmepumpe notwendig | <ul style="list-style-type: none"> • Kooperation mit Betreibenden notwendig |

| | | |
|---|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Transport über weitere Strecken zum Abnehmer | <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit abhängig von Entfernung • Betriebskosten |
| Potenzielle erneuerbare Stromquellen | | |
| Photovoltaik (Dachflächen) | <ul style="list-style-type: none"> • Eigenverbrauch oft begrenzt • Speicher notwendig für Eigenstromnutzung • Netzanschluss muss ausgelegt sein | <ul style="list-style-type: none"> • Stromzähler und Netzanschluss muss entsprechend ausgelegt sein • Statik des Daches muss geprüft werden • Genehmigung bei Denkmalschutzgebäuden erforderlich • Wirtschaftlichkeit abhängig von Eigenverbrauch und Einspeisevergütung |
| Wind (onshore) | <ul style="list-style-type: none"> • Grenzwerte für Abstandsregelungen und Lärmemissionen • Windaufkommen muss ausreichend sein • Abstands- und Lärmschutzregelungen • Netzanschluss muss vorhanden sein | <ul style="list-style-type: none"> • Flächenverfügbarkeit begrenzt • Artenschutz und Landschaftsschutz beachten |

Tabelle 13 zeigt für jede erneuerbare Wärmequelle die wichtigsten **technischen Restriktionen** und **praktischen Herausforderungen**, die bei der Umsetzung im Stadtgebiet Mainz berücksichtigt werden müssen.





















- **Technische Restriktionen** beschreiben die **physikalischen, baulichen oder systembedingten Grenzen**, die die Nutzung eines Potenzials einschränken. Dazu zählen z. B.:
 - unzureichende Temperaturen der Wärmequelle,
 - hoher Flächenbedarf,
 - aufwendige Bohrungen oder
 - genehmigungspflichtige Eingriffe in bestehende Infrastrukturen.
- **Herausforderungen der Realisierbarkeit** beziehen sich auf die **praktische Umsetzung** im städtischen Kontext. Sie umfassen u.a.:
 - hohe Investitionskosten,
 - komplexe Planungs- und Genehmigungsprozesse,
 - notwendige Kooperationen mit Unternehmen oder Behörden,
 - soziale Akzeptanz und





















- Konkurrenz um Flächen oder Ressourcen.





















Diese Bewertung hilft, zwischen **theoretisch vorhandenen Potenzialen** und **realistisch nutzbaren Optionen** zu unterscheiden. Sie bildet die Grundlage für die Szenarienentwicklung und die Priorisierung von Maßnahmen in der kommunalen Wärmeplanung. Abschließend wurde eine qualitative Bewertung der einzelnen erneuerbaren Potenziale für Wärme vorgenommen.

Die folgende Tabelle zeigt die **qualitative Bewertung der erneuerbaren Wärmepotenziale** im Stadtgebiet Mainz. Die Matrix zeigt die Bewertung nach den Kriterien **Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz, Umsetzbarkeit** und die daraus abgeleitete **Gesamtbewertung**.

Tabelle 14: Übersicht qualitative Bewertung Potenziale

| Potenzial | Verfügbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Akzeptanz bei Bürger:innen-schaft und Akteur:innen | Umsetzbarkeit | Gesamtbewertung |
|--------------------------------------|---|---|--|---|---|
| Abwärmenutzung Industrie |  Hohes Potenzial auf verschiedenen Temperaturniveaus |  Mittel bis hoch, abhängig von Temperatur und Auskopplungstechnik. Wirtschaftlichkeit steigt bei kontinuierlicher Wärmebereitstellung und Netznähe |  Hoch, Abwärmenutzung ist emissionsfrei und ressourcenschonend. Unternehmen zeigen grundsätzliches Interesse, aber auch Vorbehalte bei Eingriffen in Prozesse |  Mittel, Unternehmen haben Interesse an Lieferung von Abwärme als zusätzliche Einnahmequelle, jedoch oft wirtschaftlich und technisch schwierig, die Abwärme zu nutzen |  Individuelle Machbarkeitsprüfung bei Industrieunternehmen notwendig, hohes Potenzial, aber Einbindung häufig komplex |
| Abwärmenutzung Rechenzentren |  Hohes Potenzial auf kontinuierlichem Temperaturniveau |  Mittel, Wärme muss auf entsprechendes Temperaturniveau gebracht werden. Hohe Strombetriebskosten |  Hoch, keine Einschränkung für Bürger:innen oder Rechenzentren |  Hoch, da Rechenzentren ab dem 01.07.2026 verpflichtet sind, ihr Abwärme intern oder zur Gebäudebeheizung zu nutzen (§ 11 EnEFG) |  Hohes Potenzial: Große Mengen an Abwärme, die gesetzlich verpflichtend genutzt werden müssen |
| Abwasser-Wärmenutzung vor Kläranlage |  Mittel, im Vergleich zu anderen Potenzialen |  Niedrig, abhängig von Temperatur und Anlagengröße. Wirtschaftliche Nutzung aktuell nicht möglich |  Niedrig, Bedenken seitens Wirtschaftsbetriebe Mainz, die Reinigungsleistung der Kläranlage zu gefährden |  Niedrig, Nutzung technisch nicht erlaubt wegen Temperaturanforderungen der biologischen Prozesse |  Sehr begrenztes Potenzial, aktuell nicht realisierbar. Mittelfristig nur bei Änderung der technischen Rahmenbedingungen oder durch neue Studien |
| Biomasse (Abfall) |  Mittel, Biomasse aus Abfall wird bereits |  Mittel, bei bestehender Nutzung, |  Hoch, Vorausset- |  Niedrig für neue Wärmeprojekte, da |  Mittel, aktuell keine zusätzlichen |




| Potenzial | Verfügbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Akzeptanz bei Bürger:innen-schaft und Akteur:innen | Umsetzbarkeit | Gesamtbeurteilung |
|--------------------------------------|---|--|--|---|--|
| | weitgehend genutzt, z. B. im BHKW Essen-heim | Neue Projekte wirtschaftlich nur sinnvoll , wenn zusätzliche Mengen verfügbar wären | zung: Keine Geruchs- oder Emissionsbelastung in Wohngebieten | Nutzung bereits erfolgt (BHKW Essenheim) | nutzbaren Mengen bekannt, keine Rolle für neue Wärmeprojekte |
| Biomasse (Land- und Forstwirtschaft) |  Niedrig, Waldflächen sind begrenzt und Reststoffe werden stofflich oder zur Düngung verwendet |  Niedrig, bei neuen Projekten |  Hoch, bei ausreichendem Abstand zu Wohngebieten, Biomasse gilt als klimafreundlich |  Niedrig, da Potenzial bereits genutzt wird (stofflich und zur Düngung) |  Sehr begrenztes Potenzial, neue Projekte wären wirtschaftlich und planerisch schwer umsetzbar |
| Energetische Sanierung |  Sehr hoch, flächendeckend verfügbar, Großteils unsaniert oder nur teilweise saniert (insbesondere vor 1995) |  Langfristig hoch, serielle Sanierung als kosteneffiziente Lösung |  Hoch, gesellschaftlich akzeptiert, Beratungs- und Informationsoffensive ab Herbst 2025 |  Mittel bis hoch, technisch gut umsetzbar, Abhängig von Fachkräfteverfügbarkeit, Eigentümerschaftsstruktur |  Sehr hohes Potenzial, Maßnahme zur Ermöglichung effizienter Wärmepumpennutzung und zur Entlastung der Wärmenetze |
| Erdwärmekollektoren |  Mittel bis hoch Besonders geeignet für Ein- und Zweifamilienhäuser mit Gartenflächen. |  Mittel, abhängig von Temperatur und Standortbedingungen, geringe Betriebskosten, aber hoher Flächenbedarf |  Hoch, Erdwärmesonden gelten als leise, emissionsfrei und wartungsarm |  Mittel, technisch gut umsetzbar, aber Unversiegelte Flächen ohne Tiefwurzler erforderlich, Genehmigungspflicht bei größeren Anlagen und Einzelfallprüfung nötig |  Gutes Potenzial für Einzelversorgungssysteme in lockeren Wohngebieten |
| Erdwärmesonden |  Mittel bis hoch, viele Flurstücke sind grundsätzlich geeignet, aber nicht alle sind nutzbar (z. B. wegen Bebauung oder Bepflanzung) |  Mittel bis hoch, effizient, aber Bohrungen sind kostenintensiv. Wirtschaftlichkeit steigt bei Neubauten oder Sanierungen, besonders in Kombination |  Hoch, Erdwärmesonden gelten als leise, emissionsfrei und klimafreundlich |  Mittel, Bohrungen genehmigungspflichtig und kostenintensiv. Geologische Eigenschaft muss im Einzelfall geprüft werden. Integration in Heizsysteme |  Gutes Potenzial, wichtiger Baustein, insbesondere für Gebiete, die nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen werden können, Einzelfallbetrachtung notwendig und |

| Potenzial | Verfügbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Akzeptanz bei Bürger:innen-schaft und Akteur:innen | Umsetzbarkeit | Gesamtbeurteilung |
|-------------------------------|---|---|---|--|---|
| Flussthermie |  Hoch, stabile Quelle mit saisonalen Einschränkungen |  Mittel, abhängig von Netzintegration und Standort. Wärme muss auf entsprechendes Temperaturniveau gebracht werden. Hohe Stromgestehungskosten |  Hoch, keine negativen Auswirkungen auf Bevölkerung oder Stadtbild |  Mittel, abhängig von Genehmigung, Netznähe und Flusszugang |  Gutes strategisches Potenzial, Grundlastquelle für Wärmenetze, Machbarkeitsstudie erforderlich |
| Kläranlage (Wärme aus Ablauf) |  Hoch, insbesondere durch Nähe zum Wärmenetz |  Mittel bis hoch, durch Nähe zum Wärmenetz. Wirtschaftlichkeit prüfen (Stromversorgung, Stromkosten, Standortfrage) |  Hoch, Die Wirtschaftsbetriebe Mainz stehen der Nutzung nach der Kläranlage offen gegenüber. |  Hoch, bei Kooperation zwischen Stadtwerken und Wirtschaftsbetrieben Mainz |  Hohes strategisch relevantes Potenzial, Grundlastquelle für Wärmenetze |
| Luftwärmepumpen |  Hoch, insbesondere bei sanierten Gebäuden und solche mit niedrigem spezifischem Wärmebedarf |  Hoch, bei guter Dämmung und moderner Heiztechnik |  Mittel bis hoch, teilweise Vorbehalte wegen Geräuschentwicklung |  Hoch, bei entsprechendem Gebäudestandard. Insbesondere in Stadtrandlagen mit größerem Gebäudeabstand. In dicht bebauten Quartieren ist eine Einzelfallprüfung nötig. |  Sehr hoch, insbesondere für sanierte Gebäude und Ein- und Zweifamilienhäuser. Weiterentwicklung für den Einsatz in urbanen Quartieren mit hoher Bebauungsdichte |
| Solarthermie (Dachflächen) |  Hoch (theoretisch), Besonders hohe Potenziale in dicht bebauten Innenstadtbereichen |  Mittel bis hoch, v. a. für Warmwasser und Heizungsunterstützung |  Hoch, Solarthermie gilt als klimafreundlich und emissionsfrei |  Mittel, da Flächenkonkurrenz zu Gründächern und PV und nicht als alleinige Wärmequelle geeignet |  Gutes, ergänzendes Potenzial für Warmwasser und Heizungsunterstützung. Strategische Nutzung in Quartieren (hoher Dachflächendichte, Wärmenetzanbindung) |

| Potenzial | Verfügbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Akzeptanz bei Bürger:innen-schaft und Akteur:innen | Umsetzbarkeit | Gesamtbeurteilung |
|------------------------------|---|---|--|--|--|
| Solarthermie (Freiflächen) | ☐ Mittel, Freiflächen verfügbar, aber Konkurrenz zu anderen Flächennutzungen | ☐ Mittel, meist Kombination mit Wärmepumpe und Saisonspeicher nötig | ☐ Mittel, Flächenverfügbarkeiten müssen mit Anwohnende diskutiert werden | ☐ Mittel, da Flächenkonkurrenz zu anderen Flächennutzungen und nicht als alleinige Wärmequelle für Fernwärme geeignet | ☐ Mittel, kann nur mit saisonaler Speicherung als ein Energieträger in Fernwärmenetzen dienen, aber Flächenkonkurrenz zu anderen Nutzungen |
| Photovoltaik (Dachflächen) | ☑ Sehr hoch, hohe Verfügbarkeit, nur ca. 7 % durch bestehende Anlagen genutzt | ☑ Hoch, insbesondere wirtschaftliche Vorteile bei Eigenverbrauch in Kombination mit Stromspeichern oder Power-to-Heat | ☑ Hoch, gesellschaftlich breit akzeptiert | ☑ Hoch, bei Eigenverbrauch und Fördermöglichkeiten. Technisch gut umsetzbar | ☑ Sehr hohes Potenzial, strategisch wichtigsten Potenziale (Sektorkopplung, Eigenstromversorgung) |
| Photovoltaik (Freiflächen) | ☐ Mittel, Freiflächen verfügbar, aber Konkurrenz zu anderen Flächennutzungen | ☑ Hoch, wirtschaftliche Form der Stromerzeugung | ☐ Mittel, Flächenverfügbarkeiten müssen mit Anwohnende diskutiert werden | ☑ Hoch, insbesondere bei Flächen ohne andere Nutzungsmöglichkeiten (z.B. an Autobahnen oder Bahnstrecken) | ☑ Hoch, wenn entsprechende Flächen ohne Flächenkonkurrenz vorhanden sind |
| Tiefengeothermie | ☐ Mittel (theoretisch), abhängig von geologischer Eignung. Keine gesicherten geowissenschaftlichen Daten für konkrete Standorte | ☐ Niedrig bis mittel, hohe Investitionskosten und Fündigkeitsrisiko. Wirtschaftlichkeit nur bei großem Wärmebedarf (z. B. Quartiere, Industrie) | ☐ Niedrig bis mittel, Vorbehalte wegen möglicher seismischer Risiken und negativer Erfahrungen in anderen Kommunen | ☐ Mittel, abhängig von Standort und Genehmigung. Erfordert umfangreiche geologische Voruntersuchungen und Probebohrungen | ☐ Mittleres Potenzial. Langfristig strategisch interessantes, aber risikobehaftet. Erfordert Durchführung von Machbarkeitsstudien und Probebohrungen |
| Wasserstoff (Gebäudeheizung) | ☐ Niedrig, sehr hohe Kosten, energetisch ineffizient. Fokus liegt auf Industrie und Mobilität, nicht auf flächendeckender | ☐ Niedrig, sehr hohe Kosten, ineffiziente Nutzung. Wärmepumpen sind deutlich effizienter und | ☐ Mittel, kritische Haltung von Bürger:inneninitiativen wegen Kosten, Unsicherheit und Infrastrukturbedarf. | ☐ Niedrig, technisch möglich, aber nicht wirtschaftlich sinnvoll. Keine flächendeckende Infra- | ☐ Geringes Potenzial für die Gebäudeheizung, Als strategische Reserve akzeptiert, |

| Potenzial | Verfügbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Akzeptanz bei Bürger:innen-schaft und Akteur:innen | Umsetzbarkeit | Gesamtbeurteilung |
|----------------|---|---|--|--|---|
| Wind (onshore) | Gebäudebeheizung  Mittel, Vorranggebiet vorhanden | kostengünstiger  Hoch, kostengünstigsten erneuerbaren Stromquelle, wirtschaftlich etabliert |  Mittel, wegen Lärm und Landschaftsbild. Gute Kommunikation und Beteiligung erhöhen die Akzeptanz | struktur. Regulatorischer Fahrplan fehlt  Hoch, in ausgewiesenen Vorranggebieten rechtlich und planerisch abgesichert, Artenschutz und Landschaftschutz müssen berücksichtigt werden | aber nicht als Primärlösung  Gutes Potenzial mit Ausbauoptionen |

Die Gesamtbewertung ist **nicht mathematisch**, sondern **strategisch**: Sie berücksichtigt, ob ein Potenzial **realistisch erschließbar** ist und einen **relevanten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten** kann. Dabei gilt:

-  **Grün (hoch):**
 Wenn **mindestens zwei Kriterien positiv** bewertet sind und keine gravierenden Einschränkungen bestehen. Das Potenzial ist **technisch und wirtschaftlich gut nutzbar**, die Akzeptanz ist hoch, und die Umsetzung ist realistisch.
-  **Gelb (mittel):**
 Wenn **zwei Kriterien mit mittlerem Potenzial** und zwei eingeschränkt sind. Das Potenzial ist **bedingt nutzbar**, z. B. durch technische oder planerische Hürden, aber grundsätzlich sinnvoll.
-  **Rot (niedrig):**
 Wenn **mehr als zwei Kriterien negativ** bewertet sind. Das Potenzial ist **nur eingeschränkt nutzbar**, z. B. durch hohe Kosten, geringe Verfügbarkeit oder geringe Umsetzungswahrscheinlichkeit.

Aus heutiger Sicht (Stand Juli 2025) ergeben sich die **größten, bislang ungenutzten und realisierbaren Potenziale** in folgenden Bereichen:

- Abwärme aus Industrie und insbesondere Rechenzentren**
- Energetische Sanierung**
- Luftwärmepumpen bei niedertemperaturfähigen Gebäuden** (bevorzugt in Kombination mit Photovoltaik und Speicher)

- **Photovoltaik auf Dachflächen (ergänzend durch Solarthermie)**
- **Wärmenutzung aus dem Ablauf der Kläranlage**

Diese Potenziale sollten in der **Szenarienanalyse** der kommunalen Wärmeplanung vertieft betrachtet werden, um konkrete Strategien für eine erneuerbare und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung in Mainz zu entwickeln. Bei der Szenarienanalyse wird analysiert, wie diese Potenziale konkret im Stadtgebiet Mainz für eine erneuerbare Wärmeversorgung eingesetzt werden können.

Die Ergebnisse der Szenarienanalyse werden in der zweiten Jahreshälfte 2025 erarbeitet und voraussichtlich im ersten Quartal 2026 für eine Stellungnahme veröffentlicht.

4. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Energieträgerverteilung beim Endenergieverbrauch Wärme in Mainz..... | 12 |
| Abbildung 2: Anteil Energieträger im Vergleich zum Bundesdurchschnitt | 12 |
| Abbildung 3: Vergleich der Endenergieverteilung Wärme – Stadtgebiet Mainz im Vergleich zum Bundesdurchschnitt..... | 13 |
| Abbildung 4: Räumliche Verteilung der Energieträger im Stadtgebiet Mainz | 14 |
| Abbildung 5: Anteile der Energieträger nach Stadtteilen | 15 |
| Abbildung 6: Anteile fossiler und erneuerbare Energieträger bei Wärmeversorgung | 16 |
| Abbildung 7: Jährlicher Endenergieverbrauch leitungsgebundene Energieträger | 17 |
| Abbildung 8: Anteil erneuerbaren Energien und Abwärme bei Wärmenetzen in Mainz | 19 |
| Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps | 21 |
| Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude..... | 22 |
| Abbildung 11: Siedlungstypologien Mainzer Innenstadt | 23 |
| Abbildung 12: Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger auf Stadtteilebene | 27 |
| Abbildung 13: Baublöcke, die vorwiegend mit erneuerbaren Energien beheizt werden | 28 |
| Abbildung 14: Nah- und Fernwärmenetze im Stadtgebiet Mainz..... | 31 |
| Abbildung 15: Übersicht Wärmeerzeugungsanlagen Fernwärmenetz | 32 |
| Abbildung 16: Netzgebiet des Erdgasnetzes der Mainzer Netze GmbH | 35 |
| Abbildung 17: Gebiete mit Gasversorgung in Mainz..... | 36 |
| Abbildung 18: Lage der Wärmespeicher im Stadtgebiet Mainz..... | 39 |
| Abbildung 19: Kartografische Darstellung der Abwassernetze und -leitungen – Hauptsammler | 41 |
| Abbildung 20: Direktes und nachgelagertes Netzgebiet des Stromnetzes der Mainzer Netze | 42 |
| Abbildung 21: Stromverbrauch Stadtgebiet Mainz, Ausschnitt Altstadt | 43 |
| Abbildung 22: Wärmedichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in Form einer baublockbezogenen Darstellung | 45 |
| Abbildung 23: Wärmelinienindichte inkl. HA-Leitung..... | 46 |
| Abbildung 24: Übersicht Großverbrauchende Mainz | 48 |
| Abbildung 25 Potenzialarten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung | 49 |
| Abbildung 26 Abwasserpotenzial Ablauf Kläranlage (eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen) | 53 |
| Abbildung 27 Abwasserpotenzial Ablauf Kläranlage..... | 54 |
| Abbildung 28: Unterscheidung oberflächennaher und tiefer Geothermie..... | 56 |
| Abbildung 29: Karte hydrothermischer Ressourcen | 58 |
| Abbildung 30: Tiefe Geothermie in Deutschland 2025 | 59 |
| Abbildung 31: Temperaturen für Geothermie Mainz | 60 |
| Abbildung 32: Technologien oberflächennahe Geothermie..... | 61 |
| Abbildung 33: Genehmigungslage Flächenkollektoren (Quelle: Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)..... | 62 |
| Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs im Stadtgebiet Mainz in zwei Metern Tiefe, | 63 |
| Abbildung 35: Genehmigungslage Erdwärmesonden im Stadtgebiet Mainz,..... | 64 |
| Abbildung 36: Einschätzung Wärmeleitfähigkeit bis 100 m (Erdwärmesonden)..... | 65 |
| Abbildung 37: Potenzial Erdwärmesonden nach Flurstücken..... | 66 |
| Abbildung 38: Übersicht Zulassungen Grundwasser-Wärmetauscheranlagen..... | 68 |
| Abbildung 39: Wärmepumpenpotenzial je Technologie in Mainz | 69 |
| Abbildung 40: Wärmepumpen-Potenzial je Gebäudetyp in Mainz | 70 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 41: Baublöcke, die besonders für Luftwärmepumpen geeignet sind | 71 |
| Abbildung 42: Durchflusswerte Rhein bei Mainz im Mai/Juni 2025 | 75 |
| Abbildung 43: Theoretisches Potenzial Flussthermie Rhein | 76 |
| Abbildung 44: Potenzial Solarthermie auf Baublockebene..... | 78 |
| Abbildung 45: Potenzielle Freiflächen für Solarthermie | 80 |
| Abbildung 46: Geplanter Verlauf Leitungen Rh2ein-Main-Connect | 81 |
| Abbildung 47: Wasserstoff Trassenkorridorplanung für den Raum Wiesbaden Mainz..... | 82 |
| Abbildung 48: Wasserstoffanlage im Energiepark Mainz | 83 |
| Abbildung 49: Initialnetz Wasserstoff | 84 |
| Abbildung 50: Vergleich der Wirkungsrade von strombasierten Wärmeerzeugern..... | 85 |
| Abbildung 51: Mögliche Freiflächen für Wasserstofferzeugungsanlagen | 86 |
| Abbildung 52: Abwärmepotenziale im Stadtgebiet Mainz | 89 |
| Abbildung 53: Potenzielle, aggregierte Leistung von Photovoltaikanlagen im Baublock | 92 |
| Abbildung 54: Standorte Windkraftanlagen Mainz..... | 94 |
| Abbildung 55: Entwicklung Wärmebedarf Wärmemasterplan | 96 |
| Abbildung 56: Wärmebedarfseinsparungen durch Gebäudesanierungen bis 2040 | 98 |
| Abbildung 57: Wärmeeinsparungen im Zeitverlauf | 98 |
| Abbildung 58: Übersicht theoretisches Potenzial erneuerbare Wärmequellen im Stadtgebiet Mainz | 100 |
| Abbildung 59: Theoretisches Potenzial erneuerbare Stromquellen im Stadtgebiet Mainz..... | 100 |

5. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 1: Übersicht Nahwärmenetze Mainz | 11 |
| Tabelle 2: Energie- und Treibhausgasbilanz für den Bereich Wärme | 11 |
| Tabelle 3: Endenergieverbrauch Wärme gruppiert nach Sektoren | 13 |
| Tabelle 4: Energieträgerarten zur Wärmeerzeugung im Vergleich..... | 16 |
| Tabelle 5: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme | 17 |
| Tabelle 6: Anteil erneuerbare Energien und leitungsgebundener Wärme im gesamten Mainzer Wärmenetz | 18 |
| Tabelle 7: Auflistung dezentraler Wärmeerzeuger | 25 |
| Tabelle 8: Alter der Gasleitungen – Quelle: Mainzer Netze GmbH..... | 37 |
| Tabelle 9: Energetisches Potenzial Abfälle Stadtgebiet Mainz | 55 |
| Tabelle 10: Abwärmepotenziale im Stadtgebiet Mainz, eigene Darstellung nach Plattform für Abwärme (BfEE), 2025..... | 88 |
| Tabelle 11: Technische Daten Windenergieanlagen | 95 |
| Tabelle 12: Prognose für Einsparungen durch Gebäudesanierungen..... | 97 |
| Tabelle 13: Technische Restriktionen und Herausforderungen der Realisierbarkeit bei Potenzialen | 101 |
| Tabelle 14: Übersicht qualitative Bewertung Potenziale | 104 |

6. Literaturverzeichnis

- Bundesverband Geothermie. (01 2025). *Bundesverband Geothermie*. Von Bundesverband Geothermie:
https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Aktuelles/Geothermie_in_Zahlen/BVG-TG-Poster-A1-cmyk-2025-01-29-digital.pdf abgerufen
- AGFW. (29. 07 2025). *Preistransparenzplattform Fernwärme*. Von waermepreise.info:
<https://www.waermepreise.info/> abgerufen
- Around Home. (20. 10 2023). *3 von 10 Bestandsgebäuden für Sanierung im Baukastenprinzip geeignet*. Abgerufen am 09. 02 2025 von aroundhome.de:
<https://www.aroundhome.de/neuigkeiten/drei-von-zehn-bestandsgebaeuden-fuer-serielle-sanierung-geeignet/>
- Buildigo AG. (05. 08 2025). *Methoden zur Gewinnung von Erdwärme*. Von buildigo.ch:
<https://www.buildigo.ch/de/article/erdwaerme-kollektoren> abgerufen
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (14. 01 2025). *Plattform für Abwärme*. Abgerufen am 16. 07 2025 von bfee-online.de: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html
- Bundesanstalt für Gewässerkunde. (14. 07 2025). *Pegel im Rheingebiet: Mainz, Rhein*. Von undine.bafg.de: https://undine.bafg.de/rhein/pegel/rhein_pegel_mainz.html abgerufen
- Bundesministerium der Justiz. (20. 12 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*. Von gesetz-im-internet.de: <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/WPG.pdf> abgerufen
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (20. 07 2022). *Gesetz zur Festlegung von Flächenbedarfen für Windenergieanlagen an Land (Windenergieflächenbedarfsgesetz - WindBG)*. Von gesetz-im-internet.de: <https://www.gesetze-im-internet.de/windbg/BJNR135310022.html> abgerufen
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (20. 12 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*. Abgerufen am 09. 02 2025 von bmwsb.bund.de:
https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Downloads/waermeplanung/wpg-bgbl.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesnetzagentur. (21. 07 2025). *Aktuelle Einheitenübersicht*. Von Marktstammdatenregister:
<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenebersicht> abgerufen
- Bundesregierung. (17. 07 2024). *Ein Plan fürs Klima*. Abgerufen am 28. 08 2025 von bundesregierung.de: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/klimaschutzgesetz-2197410>

- Bundesverband Geothermie. (2025). *Geothermie*. Abgerufen am 09. 02 2025 von geothermie.de:
<https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/b/bergrecht>
- Bundesverband Geothermie. (2025). *Häufig gestellte Fragen (FAQ)*. Abgerufen am 31. 01 2025 von geothermie.de: <https://www.geothermie.de/geothermie/haeufig-gestellte-fragen-faq>
- Bundesverband Geothermie. (06. 05 2025). *Hydrothermale Geothermie*. Von <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/h/hydrothermale-geothermie> abgerufen
- Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände. (02. 07 2024). *Stellungsnahme Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände*. Abgerufen am 09. 02 2025 von bundestag.de:
https://www.bundestag.de/resource/blob/1011384/cf7326bbda0e51d75488f7e2ead377b5/Stellungnahme_Bundesvereinigung_kommunaler_Spitzenverbaende.pdf
- Bundeswirtschaftsministerium. (24. 07 2024). *Wasserstoffstrategie*. Von Wasserstoffstrategie: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/Dossiers/wasserstoffstrategie.html> abgerufen
- C.A.R.M.E.N. (03 2023). *Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. Von carmen-ev.de: https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2025/05/Leitfaden_Freiflaechenanlagen.pdf abgerufen
- Deutsche Umwelthilfe. (12. 06 2025). *Hitzcheck 2.0 in Deutschlands Städten*. Von duh.de: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Kommunal/Hitze-Check_2025/Hitze-Check_Staedte-Deutschland_Uebersicht_2025.pdf abgerufen
- Deutscher Bundestag. (12. 03 2024). *Ungenutzte Potenziale der Wärme aus Abwasser erschließen*. Abgerufen am 09. 02 2025 von dserver.bundestag.de:
<https://dserver.bundestag.de/btd/20/106/2010617.pdf>
- Doucet, F. (2023). *Competence Center für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (CC4E)* . Von Competence Center für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (CC4E) : <https://norddeutsches-reallabor.de/presse/#studien> abgerufen
- DWA. (2025). Von <https://de.dwa.de/de/abwasserwaermenutzung.html> abgerufen
- Energie, B. f. (01. 01 2024). *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*. Von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/geg-gesetz-fuer-erneuerbares-heizen.html> abgerufen
- Energieagentur Rheinland-Pfalz. (15. 07 2025). *Solarkatatster Solarthermie*. Von energieatlas.rlp.de: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/solarkataster/solarkataster-solarthermie> abgerufen
- Enovato GmbH. (14. 07 2025). *Wärmepumpe Abstand Nachbar 2025 | Vorschriften & Lärmschutz*. Von 42watt.de: <https://www.42watt.de/magazin/warmepumpe-abstand-nachbar?loaded=1&sid=&cid=&gadsclid=&fbadsclid=&utso=direct&utme=none&utca=%2Fmagazin%2Fwarmepumpe-abstand->

nachbar&uttt=&utco=no_content&utte=no_term&utfb=no_fbaid&skip_welcome=&vendor_id=&tid=198081a1bc25 abgerufen

Erfurth, M. (25. 07 2025). Weg Frei führ mehr Windräder. *Allgemeine Zeitung Mainz*, S. 9.

Fernwärme, M. (21. 08 2023). *Mainzer Fernwärme*. Von Mainzer Fernwärme: https://www.mainzer-fernwaerme.de/-/media/project/mainzer-stadtwerke/websites/mainzer-fernwaerme/downloads/mainzer-fernwaerme_transformationsplan_deckblatt.pdf?rev=96cd9cd22e1f452da2e65b44f18dee75&hash=FF02D81C969A0649B62DECDF594CDFA1 abgerufen

Forschungsstelle für Energiewirtschaft. (29. 08 2025). *Regionale Wärmepumpen-Potenziale*. Von waermepumpen-ampel.ffe.de: <https://waermepumpen-ampel.ffe.de/karte> abgerufen

Fraunhofer IBP. (22. 01 2024). *Schallreduktion für Wärmepumpen*. Abgerufen am 26. 08 2025 von ibp.fraunhofer.de: https://www.ibp.fraunhofer.de/de/presse-medien/kurzmeldungen/km_2024_01_laermemissionen-von-waermepumpen.html

Fraunhofer IKTS. (05. 08 2025). *Wasserstoffnutzung im Industrie-, Energie- und Mobilitätssektor*. Von ikts.fraunhofer.de: https://www.ikts.fraunhofer.de/de/industrieloesungen/wasserstofftechnologien/wasserstoffnutzung_im_industrie_energie_und_mobilitaetssektor.html abgerufen

Fraunhofer ISE. (10 2019). *Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland*. Von ise.fraunhofer.de: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wasserstoff-roadmap-deutschland.html> abgerufen

Fraunhofer ISI. (06. 12 2024). *Globaler H2-Potenzialatlas: Wie entwickelt sich die internationale Wasserstoffwirtschaft in Zukunft?* Abgerufen am 09. 02 2025 von isi.fraunhofer.de: <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2024/presseinfo-26-internationale-wasserstoffwirtschaft-h2-potenzialatlas.html>

Fraunhofer ISI et al. (10. 03 2022). *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland*. Abgerufen am 09. 02 2025 von langfristszenarien.de: https://langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3_T45_Bericht_Gebaeude_LFS3_T45_v02a-komm_bmwk-v01_jpk_pm20221108.pdf

Fraunhofer-Institut (IEG). (06 2022). *Fraunhofer Gesellschaft*. Von Fraunhofer Gesellschaft: <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/d0161f64-5aa4-4dd4-ab17-1a6d68ba0921> abgerufen

Freie Universität Berlin, Institut für Metereologie. (2025). *Faktoren zur Witterungsbereinigung auf Basis des 20-jährigen Mittels der Gradtagzahlen (Gt20) von 2004-2023*. Abgerufen am 24. 01 2025 von berlin.de: https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/vorbildrolle-oeffentliche-hand/faktoren_witterungsbereinigung_2004-2023.pdf?ts=1705314488

Frontier economics. (07 2023). *Frontier economics*. Von Frontier economics: <https://www.frontier-economics.com/de/de/nachrichten-einblicke/news/news-article-i20557-entwicklung-eines-wasserstoffkonzepts-fuer-die-hyexperts-region-mainz/> abgerufen

Green Mountain KMW Data Center GmbH. (27. 08 2025). *Das Rechenzentrum*. Abgerufen am 16. 07 2025 von [greenmountain-kmw.com](https://www.greenmountain-kmw.com/): <https://www.greenmountain-kmw.com/>

Greenhouse Media GmbH. (16. 09 2024). *Ertrag von Solarthermieranlagen*. Abgerufen am 15. 07 2025 von [energie-experten.org](https://www.energie-experten.org): <https://www.energie-experten.org/heizung/solarthermie/wirtschaftlichkeit/ertrag>

Greenpeace. (21. 03 2024). *Achtung, Kostenfalle: Wasserstoff nicht verheizen!* Abgerufen am 09. 02 2025 von [greenpeace.de](https://www.greenpeace.de): <https://www.greenpeace.de/publikationen/20240321-greenpeace-Offener-Brief-Kostenfalle-Wasserstoff.pdf>

H2 News. (04. 04 2024). *Rh2ein-Main Connect: Startschuss für regionales Wasserstoff-Netz*. Abgerufen am 16. 07 2025 von h2-news.de: <https://h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/rh2ein-main-connect-startschuss-fuer-regionales-wasserstoff-netz/>

IKSR. (10. 07 2025). *Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)*. Von <https://www.iksr.org/de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen-einzeldarstellung/klimawandel-am-rhein-anstieg-der-wassertemperatur-um-bis-zu-42-c-bis-ende-des-jahrhunderts-erwartet> abgerufen

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement. (01 2008). *Biomasse masterplan für die Landeshauptstadt Mainz*. Abgerufen am 10. 07 2025 von [mainz.de](https://www.mainz.de): https://www.mainz.de/medien/internet/downloads/Biomasse masterplan_Mainz_2008.pdf

Institut für Innovation und Technik. (04 2025). *Wasserstoff Hochlauf für Deutschland bis 2035*. Von [iit-berlin.de](https://www.iit-berlin.de): <https://www.iit-berlin.de/publikation/wasserstoff-hochlauf-in-deutschland-bis-2035/> abgerufen

Institut für Wohnen und Umwelt. (06. 11 2017). *TABULA WebTool*. Abgerufen am 09. 02 2025 von webtool.building-typology.eu: <https://webtool.building-typology.eu/#bm>

Johannes Gutenberg-Universität Mainz. (12. 05 2025). *Johannes Gutenberg-Universität Mainz*. Von Johannes Gutenberg Universität Mainz: <https://presse.uni-mainz.de/energie-aus-der-tiefe-verbundprojekt-erforscht-temperaturbedingte-gesteinsveraenderungen-in-geothermischen-reservoirs/> abgerufen

Kommunale Abfallwirtschaft Mainz-Bingen. (03 2025). *Abfallwirtschaftskonzept Mainz-bingen 2024 - 2029*. Abgerufen am 10. 07 2025 von mz.kaw-mainz-bingen.de: <https://mz.kaw-mainz-bingen.de/service/eb-dokumente/satzungen>

Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW). (2024). *Bundesrecht: Wärmeplanungsgesetz mit Leitfaden und Technikkatalog*. Abgerufen am 09. 02 2025 von [kww-halle.de](https://www.kww-halle.de): <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>

Kopernikus-Projekt Ariadne. (09 2021). *Die Rolle von Wasserstoff im Gebäudesektor*. Abgerufen am 09. 02 2025 von ariadneprojekt.de: https://ariadneprojekt.de/media/2021/09/Ariadne-Analyse_WasserstoffGebaeudesektor_September2021-1.pdf

Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG. (25. 07 2025). *Energie effizient zwischenparken*. Von kmw-ag.de: <https://www.kmw-ag.de/anlagen/fernwaerme-und-waermespeicher/> abgerufen

Landesamt für Geologie und Bergbau. (25. 07 2025). *Kartenviewer*. Von mapclient.lgb-rlp.de: https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=21 abgerufen

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. (11. 07 2025). *Kartenviewer*. Abgerufen am 11. 07 2025 von lgb-rlp.de: https://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=11

Landeshauptstadt Mainz. (28. 08 2025). *Mainz wird klimaneutral*. Von mainz.de: <https://www.mainz.de/microsite/klimaneutral/klimaschutz/ziele.php> abgerufen

Mainz, L. (30. 04 2025). *Statistik Aktuell*. Von <https://www.mainz.de/verwaltung-und-politik/buergerservice-online/statistik-aktuell.php> abgerufen

Mainzer Fernwärme. (01. 06 2024). *Bedingungen der Mainzer Fernwärme*. Von mainzer-fernwaerme.de: <https://www.mainzer-fernwaerme.de/service/downloads> abgerufen

Mainzer Fernwärme GmbH. (26. 08 2025). *Bedingungen der Mainzer Fernwärme*. Abgerufen am 26. 08 2025 von mainzer-fernwaerme.de: <https://www.mainzer-fernwaerme.de/service/downloads>

Mainzer Netze. (2025). Von <https://www.mainzer-netze.de/> abgerufen

Mainzer Netze. (23. 06 2025). *Mainzer Initialnetz für Wasserstoff kommt*. Von mainzer-netze.de: <https://www.mainzer-netze.de/ueber-uns/aktuelle-meldungen/2025/initialnetz-wasserstoff> abgerufen

Mainzer Netze. (2025). *Mainzer Netze*. Von Mainzer Netze: <https://www.mainzer-netze.de/ueber-uns/aktuelle-meldungen/2025/initialnetz-wasserstoff> abgerufen

Mainzer Stadtwerke. (2025). *Mainzer Stadtwerke*. Von Mainzer Stadtwerke: <https://www.mainzer-stadtwerke.de/nachhaltigkeit/innovationsprojekte/klimafreundlicher-wasserstoff> abgerufen

Mainzer Stadtwerke. (31. 07 2025). *Wasserstoff im Erdgasnetz*. Von mainz.de: https://mainz.de/microsite/klimaneutral/medien/bindata/wasserstoffthema/MaHYnzExperts_Vortrag_Aichinger.pdf abgerufen

Mainzer Stadtwerke AG. (22. 08 2023). *Wärmemasterplan 2.0 der Stadt Mainz*. Von mainzer-stadtwerke.de: <https://www.mainzer-stadtwerke.de/nachhaltigkeit/klimaschutz/waermemasterplan> abgerufen

Ministerium des Innern und für Sport, Rheinland-Pfalz. (21. 07 2025). *Flächenportal erneuerbare Energien - Windenergienutzung*. Von rauminfo-fpee.de: https://rauminfo-fpee.de/netgis_fee/index.php abgerufen

- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz. (28. 08 2025). *Klimaneutrales Rheinland-Pfalz*. Von klimaneutrales.rlp.de: <https://klimaneutrales.rlp.de/klimaneutrales-rheinland-pfalz> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz. (17. 10 2022). *Katrin Eder: „Das Zentralkläwerk Mainz soll zu einer der modernsten und klimafreundlichsten Kläranlagen in Deutschland werden“*. Abgerufen am 10. 07 2025 von mkuem.rlp.de: <https://mkuem.rlp.de/service/pressemitteilungen/detail/katrin-eder-das-zentralklaerwerk-mainz-soll-zu-einer-der-modernsten-und-klimafreundlichsten-klaeranlagen-in-deutschland-werden>
- MKUEM Ministerium für Klimaschutz, U. E.-P. (15. 11 2022). *MKUEM*. Von MKUEM: https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Themen/Energie_und_Klimaschutz/6._Gruener_Wassersstoff/Wasserstoffstudie_mit_Roadmap_Rheinland-Pfalz.pdf abgerufen
- MVV. (17. 03 2025). *MVV*. Von MVV: <https://www.mvv.de/journalisten/pressemitteilungen/detail/mvv-startet-realisierung-einer-weiteren-klimafreundlichen-flusswaermepumpe> abgerufen
- neowells GmbH. (2025). *Literaturrecherche Mainz Wiesbaden*. Visbek: neowells.
- Netze, M. (23. 06 2025). *Mainzer Netze*. Von Mainzer Netze: <https://www.mainzer-netze.de/ueber-uns/aktuelle-meldungen/2025/initialnetz-wasserstoff> abgerufen
- RheinEnergie AG. (16. 12 2024). *Europas größte Flusswasser-Wärmepumpe: Vergabe des Auftrags ist erfolgt*. Von rheinenergie.com: https://www.rheinenergie.com/de/unternehmen/newsroom/nachrichten/news_72986.html abgerufen
- Stadtwerke Brühl. (2025). *Fernwärme*. Abgerufen am 24. 01 2025 von stadtwerke-bruehl.de: <https://www.stadtwerke-bruehl.de/waerme/fernwaerme/>
- Stadtwerke, M. (2024). *Mainzer Stadtwerke*. Von Mainzer Stadtwerke: https://www.mainzer-stadtwerke.de/-/media/project/mainzer-stadtwerke/shared/dokumente/geschaeftsbericht_2024.pdf?rev=ce609a5cf1ad4bfab1e877047fdceb8e&hash=0D713E6DE720668EE54014777D64CB64 abgerufen
- SWR. (7. 2 2025). *Richtfest für hochmodernes Rechenzentrum in Mainz*. Abgerufen am 27. 08 2025 von swr.de: <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/mainz/kmw-baut-in-mainz-grosses-gruenes-rechenzentrum-100.html>
- Technische Universität Braunschweig. (11 2024). *EFZN*. Von https://www.efzn.de/fileadmin/Sites/EFZN/Documents/efzn-Foerderung_2022-23/2024-12-Abschlussbericht-Hydro2HEAT.pdf abgerufen
- Thüga. (28. 11 2024). *H2: wieviel, woher, was kostet's*. Abgerufen am 09. 02 2025 von thuega.de: <https://www.thuega.de/stadtwerke-der-zukunft/h2-wieviel-woher-was-kostets/>
- Umweltbundesamt. (17. 05 2023). *Das Energieeffizienzgesetz: Chancen für Rechenzentrums und IT-Branche*. Von umweltbundesamt.de:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11867/dokumente/17052023_policy_paper_eneffg_chancen_fuer_die_rechenzentrums_und_it-branche.pdf abgerufen

Umweltbundesamt. (20. 12 2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Abgerufen am 09. 02 2025 von umweltbundesamt.de:

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>

Umweltinstitut München e.V. (25. 06 2024). *Umweltinstitut München e.V.* Von Umweltinstitut München e.V.: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/20240814_FAQs_Rechtsgutachten_Waermeplanung.pdf abgerufen

Wirtschaftsbetriebe Mainz. (12. 12 2024). *Wirtschaftsbetrieb Mainz*. Von Wirtschaftsbetrieb Mainz: <https://www.mainz.de/microsite/wb/entwaesserung/medien/bindata/2024-Umwelterklaerung-WBM.pdf> abgerufen

Wirtschaftsbetriebe Mainz. (07 2024). *Wirtschaftsbetriebe Mainz*. Von <https://www.mainz.de/microsite/wb/unternehmen/medien/bindata/umweltladen/Starkregen-07-2024-Plakate-A4.pdf> abgerufen

Wirtschaftsbetriebe Mainz. (07 2024). *Wirtschaftsbetriebe Mainz*. Von Wirtschaftsbetriebe Mainz: <https://www.mainz.de/microsite/wb/unternehmen/medien/bindata/umweltladen/Starkregen-07-2024-Plakate-A4.pdf> abgerufen

