

Kommunale Wärmeplanung für die Wissenschaftsstadt Darmstadt

Endbericht
Teil A: Bestandsanalyse / Potenzialanalyse / Zonierung

vorgelegt der Wissenschaftsstadt Darmstadt
von INFRASTRUKTUR & UMWELT
 Professor Böhm und Partner

 in Zusammenarbeit mit

 GEF Ingenieur AG
 Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu)

Stand 25. November 2025

Bearbeitungsteam



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gräff
Dr. Laure Decamps
B.Sc. Tim Fückel
M. Eng. Benjamin Malke
M.Sc. Jascha Moie
M.Sc. Reinhold Rudt
M. Eng. Hue Linh Tu



Dipl.-Phys. Kerstin Bohn
Dr. Sylvie Drahorad



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Angelika Paar
Yannik Acker
Dominik Hering

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung	1
1.1.	Einführung	1
1.2.	Bestandsanalyse	2
1.2.1	Gebäudebestand	2
1.2.2	Versorgungsinfrastruktur	2
1.2.3	Wärmebedarfe / Energieträger / THG-Emissionen.....	3
1.3.	Potenzialanalyse.....	5
1.3.1	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand.....	5
1.3.2	Potenziale für eine klimaneutrale Wärme- und Stromerzeugung	6
1.4.	Zielszenario	8
1.4.1	Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme	8
1.4.2	Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	9
2	Einleitung	18
2.1.	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	18
2.2.	Kontext und Rahmenbedingungen.....	19
2.2.1	Rechtlicher Rahmen und Zielsetzungen auf übergeordneter Ebene	20
2.2.2	Klimapolitische Rahmenbedingungen in der Wissenschaftsstadt Darmstadt	21
3	Bestandsanalyse	23
3.1.	Flächennutzung / Gemeindestruktur	23
3.2.	Gebäudebestand	25
3.2.1	Wohngebäude: Gebäudetypen / Altersklassen	26
3.2.2	Sonstige Gebäude (Nicht-Wohngebäude / gemischt genutzte Gebäude)	28
3.2.3	Fokus: Kommunale Liegenschaften	28
3.3.	Energieinfrastruktur	31
3.3.1	Gasnetzinfrastruktur.....	31
3.3.2	Stromnetz.....	33
3.3.3	Wärmenetze / zentrale Wärmeerzeugungsanlagen	33
3.3.4	Dezentrale Wärmeerzeugung / Auswertung Feuerstätten	37
3.4.	Wärmekataster / Wärmebedarfe	39
3.5.	Aufteilung auf die Energieträger und Berechnung der THG-Emissionen	48
3.5.1	Methodische Vorbemerkungen.....	48
3.5.2	Wärmebedarf und THG-Emissionen (Status quo) [MWh/a] nach Hauptenergieträger	51

4	Potenzialanalyse.....	53
4.1.	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs der Gebäude.....	53
4.1.1	Wohngebäude / gemischt genutzte Gebäude	53
4.1.2	Nicht-Wohngebäude	56
4.2.	Potenziale für klimaneutrale Wärmeerzeugung.....	57
4.2.1	Geothermie	57
4.2.2	Umweltwärme	60
4.2.3	Abwasser	60
4.2.4	Solarthermie.....	62
4.2.5	Biomasse	63
4.2.6	Gewässer	64
4.2.7	Grüner Wasserstoff und sonstige (grüne) Gase	64
4.2.8	Abwärme aus dem MHKW	64
4.2.9	Saisonale Großwärmespeicher	68
4.3.	Potenziale für eine klimaschonende Stromerzeugung	69
4.3.1	Windkraft.....	69
4.3.2	Photovoltaik	69
4.3.3	Biogene Gase	71
4.4.	Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	71
5	Zielszenario für 2045	73
5.1.	Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme.....	73
5.1.1	Zielwerte: Sanierungstiefe / Sanierungsrate.....	73
5.1.2	Projektion der Entwicklung	74
5.2.	Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	76
5.2.1	Perspektive Gasnetz / Wasserstoffnetzgebiete	76
5.2.2	Identifikation von „Wärmenetzgebieten“	80
5.2.3	Ergebnis „Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Versorgungsgebiete“	100
	Quellenverzeichnis	102

Gender-Erklärung

Um die Lesbarkeit als auch das textliche Verständnis in folgender Arbeit zu gewährleisten, wird auf die verschiedenen Ansprechweisen wie männlich, weiblich oder divers verzichtet. Alle Formulierungen sprechen gleichermaßen alle Geschlechter an.

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Gebäudebestand in Darmstadt	25
Tabelle 2	Wärmebedarfe der kommunalen Liegenschaften	30
Tabelle 3	Wärmebedarf (Status quo) [MWh/a] nach Hauptnutzung.....	42
Tabelle 4	THG-Emissionsfaktoren gemäß Technikatalog (CO ₂ -Äquivalent pro kWh Endenergie (Hi))	49
Tabelle 5	Wärmebedarf und THG-Emissionen (Status quo) [MWh/a] nach Hauptenergieträger	51
Tabelle 6	Endenergieverbrauch sekundärseitig für Heizung und Warmwasser für Ein- und Zweifamilienhäuser, angelehnt an BMWK 2024.....	54
Tabelle 7	Endenergieverbrauch sekundärseitig für Heizung und Warmwasser für Mehrfamilienhäuser, angelehnt an BMWK 2024.....	54
Tabelle 8	Zusammenfassung der identifizierten Potenziale zur klimaneutralen Wärme- und Stromerzeugung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt.....	72
Tabelle 9	Sanierungsraten nach Baualtersklasse und Szenario	74
Tabelle 10	Anteil sanierter Flächen nach Baualtersklasse und Szenario	74
Tabelle 11	Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmedichte.....	81
Tabelle 12	Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der potenziellen Wärmenetzgebiete	93
Tabelle 13	Abgleich der Wärmebedarfe in den Teilgebieten mit der Wärmequelle MHKW	95
Tabelle 14	Abgleich der Wärmebedarfe in den Teilgebieten mit der Wärmequelle Klärwerk Süd (Eberstadt).....	95
Tabelle 15	Einschätzung des Realisierungsrisikos für die Teilgebiete	97
Tabelle 16	Matrix zur Gesamtbewertung der potenziellen Wärmenetzgebiete.....	98
Tabelle 17	Gesamtbewertung „Realisierungsrisiko / Wirtschaftlichkeit“ und Vorschlag zur Einstufung der „voraussichtlichen Versorgungsart“	98

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Bevölkerungsentwicklung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt von 1990 bis 2023	24
Abbildung 2	Entwicklung der Wohnfläche und der spez. Wohnfläche in der Wissenschaftsstadt Darmstadt von 2000 bis 2023	24
Abbildung 3	Anteil je Gebäudetyp an der Gesamtenergiefläche der Wohngebäude der Stadt Darmstadt	27
Abbildung 4	Anteil je Baualtersklasse an der Gesamtenergiefläche der Wohngebäude der Stadt Darmstadt	27
Abbildung 5	Räumliche Lage der kommunalen Liegenschaften	29
Abbildung 6	Lage des Gasbestandsnetzes	32
Abbildung 7	Lage der Fernwärmebestandsnetze (Stand 2024)	34
Abbildung 8	Lage der Erzeugungsanlagen für Fernwärme in Darmstadt; Stand 2024	36
Abbildung 9	Energiebegriffe / Bilanzgrenzen	41
Abbildung 10	Übersichtskarte Wärmedichte - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)	43
Abbildung 11	Karte Wärmedichte -Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)	44
Abbildung 12	Karte Wärmedichte - Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024	45
Abbildung 13	Karte Wärmedichte –Ausschnitt Stadtteil Eberstadt - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024	46
Abbildung 14	Übersichtskarte Wärmelinien-dichte - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)	47
Abbildung 15	Anteil der Energieträger an der gesamten Wärmemenge für den Gebäudebereich in Darmstadt	51
Abbildung 16	Aufteilung der THG-Emissionen auf die Hauptenergieträger	52
Abbildung 17	Einsparpotenzial des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude / gemischt genutzten Gebäude – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EH 70 und EH 55	55
Abbildung 18:	Einsparpotenziale der Wärmeverbrauch der Nicht-Wohngebäude – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude	56

Abbildung 19	Strukturgeologische Gliederung des Stadtgebiets Darmstadt unter Ausweisung möglicher, teilräumlicher Erschließungsformen zur Nutzbarmachung von Erdwärme	58
Abbildung 20	Darstellung der Potenziale zur dezentralen Abwasserwärmenutzung in besonders geeigneten Kanalabschnitten	61
Abbildung 21	Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand in Darmstadt.....	75
Abbildung 22	geplantes Wasserstoffkern- und Regionalnetz „Rh2ein-Main Connect“	77
Abbildung 23	Prozess zur Auswahl von Wärmenetzgebieten	80
Abbildung 24	Übersichtskarte Wärmedichte Szenario 2045.....	82
Abbildung 25	Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein	83
Abbildung 26	Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen.....	84
Abbildung 27	Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteil Eberstadt	84
Abbildung 28	Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für die Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen	85
Abbildung 29	Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für die Stadtteile Arheilgen / Kranichstein	86
Abbildung 30	Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für den Stadtteil Eberstadt.....	86
Abbildung 31	Gebietskulisse für potenzielle Wärmenetzgebiete	88
Abbildung 32	Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete“ - Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein	89
Abbildung 33	Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete- Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen	89
Abbildung 34	Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete“ - Ausschnitt Stadtteil Eberstadt.....	90
Abbildung 35	Einteilung des Stadtgebietes in „voraussichtliche Versorgungsgebiete“ 2045.....	100

ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
°C	Grad Celsius
a	Jahr
A / B	Bundesautobahn / Bundesstraße
AGNH	Arbeitsgemeinschaft Nahmobilität Hessen
AST	Anrufsammeltaxi
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
bspw.	Beispielsweise
bzw.	Beziehungsweise
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ eq.	Kohlendioxid-Äquivalente
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EnEV	Energieeinsparverordnung
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
EW/km ²	Einwohner pro Quadratkilometer
ggf.	Gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunde (=1.000 Megawattstunden)
GWZ	Gebäude- und Wohnungszählung – Zensus
ha	Hektar
HLPG	Hessisches Landesplanungsgesetz
IDA	Immobilienmanagement der Wissenschaftsstadt Darmstadt
i.d.R.	in der Regel
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
ISO	Internationale Organisation für Normung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug

Abkürzung	Erläuterung
Klimabündnis	Klima-Bündnis europäischer Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre e.V.
km ²	Quadratkilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² * a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kWh/a	Kilowattstunde pro Jahr
kWh/EW	Kilowattstunde pro Einwohner
kWh/m ²	Kilowattstunde pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kW _{peak} , MW _{peak}	Installierte Leistung von PV-Anlagen (unter Standard-Testbedingungen)
LCA	Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)
LEA	LandesEnergieAgentur Hessen
m ²	Quadratmeter
m ² /EW	Quadratmeter pro Einwohner
m ³	Kubikmeter
MAP	Marktanreizprogramm
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde (=1.000 Kilowattstunden)
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
Nm ³	Normkubikmeter
NWG	Nichtwohngebäude
o.ä.	oder ähnliche
o.g.	oben genannt
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
p.a.	pro Jahr
PEV	Primärenergieverbrauch
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (direkte Stromerzeugung aus Sonnenenergie)
SvB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t	Tonnen
t CO ₂ eq/a	Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente pro Jahr
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunde (=1.000 Gigawattstunden)
u.a.	unter anderem

Abkürzung	Erläuterung
UBA	Umweltbundesamt
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
vgl.	Vergleiche
WAH	Wärmeatlas Hessen
WE	Wohneinheiten
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

1 Zusammenfassung

1.1. Einführung

Nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) soll Deutschland bis spätestens 2045 in allen Sektoren die Treibhausgasemissionen so weit mindern, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Die Wärmewende ist dabei von zentraler Bedeutung, da ein Großteil des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung entfallen.

Zur Umsetzung der Wärmewende wurden auf Länder- und Bundesebene Gesetze erlassen. In Hessen ergibt sich die Verpflichtung zur Wärmeplanung aus dem Hessischen Energiegesetz (HEG, § 13), das seit November 2023 gilt. Das auf Bundesebene am 1. Januar 2024 in Kraft getretene Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) verpflichtet – nach Einführung durch den Landesgesetzgeber – die Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern, bis spätestens zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan zu erstellen.

Die Wärmewende ist mit erheblichen Investitionen für die privaten und öffentlichen Eigentümer und Eigentümerinnen, aber auch für die Versorgungswirtschaft verbunden. Für diese Investitionen wird der kommunale Wärmeplan einen Orientierungsrahmen vorgeben und damit die Planungssicherheit erhöhen.

Die kommunale Wärmeplanung gliedert sich in folgende Planungsschritte und -inhalte:

- Bestandsanalyse (siehe Kap. 3):
 - aktueller Wärmebedarf oder -verbrauch
 - Treibhausgas-Emissionen
 - Gebäudebestand: Gebäudetypen, Baualtersklassen
 - aktuelle Versorgungsstrukturen: Gas- und Wärmenetze, sonst. Heizungsanlagen.
- Potenzialanalyse (siehe Kap. 4)
 - Energieeinsparung
 - erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme
- Zonierung und Szenarien (siehe Kap. 5):
 - Einteilung des Stadtgebiets in „voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete“ (dezentrale Versorgung, Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete, Prüfgebiete zur weiteren Konkretisierung) (siehe Kap. 5.2).
 - Entwicklung eines Zielszenarios zur zukünftigen Deckung des Wärmebedarfs
- Umsetzungsstrategie / Maßnahmenplan
 - Ableitung und Priorisierung von Maßnahmen
 - Ausarbeitung der Maßnahmen (incl. Zuständigkeiten, Zeitplan und Finanzierung)

Der vorliegende Bericht umfasst noch nicht alle der o.g. Arbeitsschritte. Er endet mit dem wesentlichen Ergebnis der Einteilung des Stadtgebiets in „voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete“. Die restlichen Arbeitspakete (insbesondere „Entwicklung eines Zielszenarios zur zukünftigen Deckung des Wärmebedarfs“ sowie „Umsetzungsstrategie / Maßnahmenplan“ werden in einem Berichtsteil B enthalten sein, der Anfang 2026 vorliegen wird.

Wie wurde der Datenschutz bei der Erstellung des KWP berücksichtigt?

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt bzw. die mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beauftragten Fachbüros haben generell Daten nur erhoben, soweit diese zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans erforderlich waren. Zur Haltung und Verarbeitung der Daten wurde zwischen Stadt und Auftragnehmern ein Vertrag zur Auftragsdatenverarbeitung abgeschlossen, der einen DSGVO-konformen Umgang mit sensiblen Daten regelt.

Zur Anonymisierung sensibler Daten wurden diese entsprechend den Anforderungen des Datenschutzes so weit aggregiert, dass bei der Darstellung keine Rückschlüsse auf einzelne Personen möglich sind. Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse von Unternehmen, die ihre Daten zur Verfügung gestellt haben, wurden gewahrt.

1.2. Bestandsanalyse

siehe Kap. 3

1.2.1 Gebäudebestand

Insgesamt wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung über 27.000 Gebäude in ein Wärmekataster aufgenommen und mit Daten zum Gebäudetyp, der Nutzung (Wohngebäude, Nicht-Wohngebäude, gemischt genutzte Gebäude), der Baualtersklasse sowie zur Energiebezugsfläche angereichert. Nahezu 90 % der Gebäude in der Wissenschaftsstadt Darmstadt sind Wohngebäude.

1.2.2 Versorgungsinfrastruktur

Die Gasnetzinfrastruktur bildet in vielen Kommunen, so auch in Darmstadt, nach wie vor das Rückgrat der Wärmeversorgung. Über Jahrzehnte hinweg wurde ein nahezu flächendeckendes Netz aufgebaut, das Haushalte, Gewerbebetriebe und Industrie mit Erdgas versorgt.

Die ENTEGA AG betreibt in Darmstadt mehrere Wärmenetze, die sowohl private Haushalte als auch gewerbliche und öffentliche Einrichtungen versorgen. Insgesamt sind heute ca. 11.000 Haushalte und Einrichtungen an das Fernwärmenetz angeschlossen.

Die ENTEGA Iqony Wärme GmbH betreibt in Darmstadt das Fernwärmenetz der Technischen Universität Darmstadt, das einen großen Teil der universitären Gebäude sowie angrenzende Liegenschaften mit Wärme versorgt.

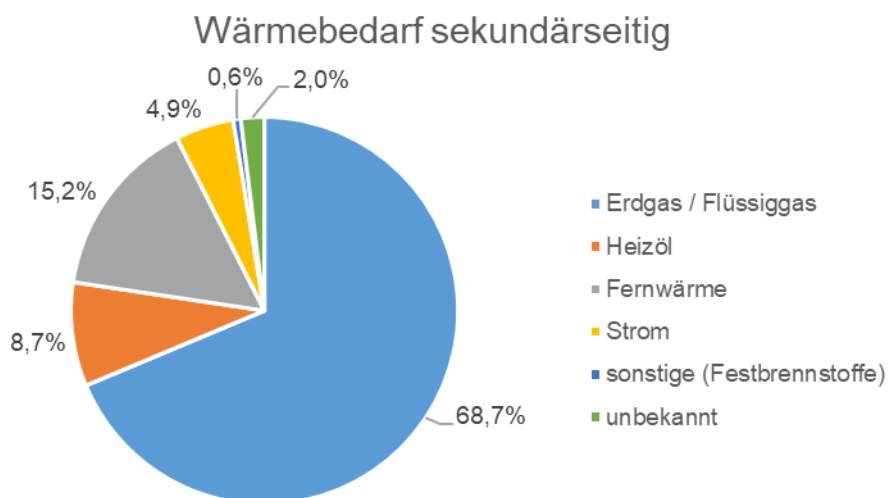
1.2.3 Wärmebedarfe / Energieträger / THG-Emissionen

Zur Abbildung des aktuellen Wärmebedarfs und dessen Deckung durch die Energieträger wurden die Verbrauchsdaten zu Fernwärme- und Gasverbrauchswerten der Gebäude unter Einhaltung der Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten durch die Netzbetreiber ENTEGA und e-netz Südhessen GmbH (kurz e-netz) übermittelt. Darüber hinaus wurden Schornsteinfegerdaten ausgewertet, um die nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Festbrennstoffe, Flüssiggas) abbilden zu können. Daten zum Stromverbrauch für Wärmezwecke wurden seitens der e-netz auf Ebene der Stadtteile bereitgestellt. Die Daten wurden aufgearbeitet und im Wärmekataster abgelegt.

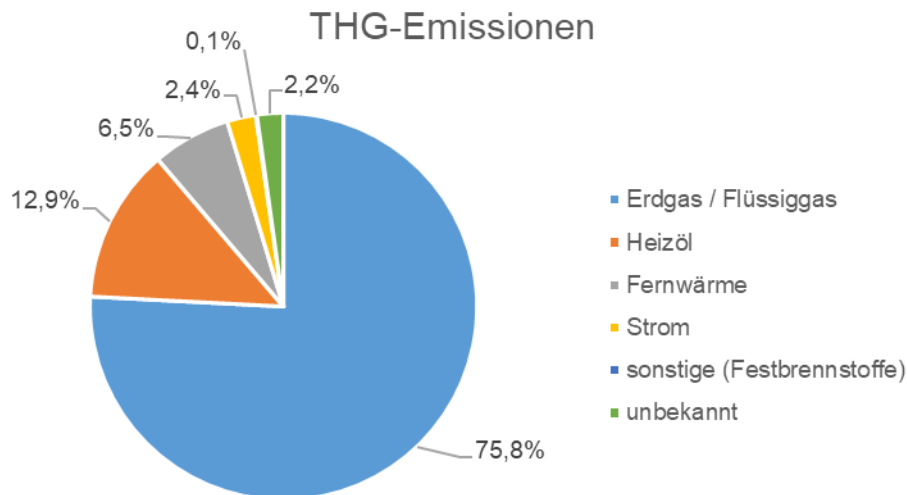
Insgesamt liegt der Wärmebedarf aktuell bei ca. 1.383.000 MWh/a und verteilt sich wie folgt auf die Hauptnutzungen (siehe dazu Kap. 3.4).

	Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	975.323
gemischt genutzte Gebäude	81.212
Nicht-Wohngebäude	326.424
Summe	1.382.959

Die folgende Abbildung zeigt den Anteil der Energieträger zur Deckung der o.g. Wärmemenge für den Gebäudebereich in Darmstadt (siehe dazu Kap. 3.5).



Insgesamt werden durch den Energieeinsatz zur Deckung des Wärmebedarfs in Darmstadt aktuell jährlich ca. 321.000 Tonnen THG-Emissionen verursacht. Die folgende Abbildung zeigt die Aufteilung der THG-Emissionen auf die Energieträger (siehe dazu Kap. 3.5).



Daraus ergibt sich folgendes Bild

- Mit Erdgas (und geringe Menge Flüssiggas) werden ca. 69 % der Wärmemenge erzeugt, und ca. 76 % der THG-Emissionen verursacht.
- Mit rund 15 % ist Fernwärme der zweitwichtigste Energieträger zur Wärmebereitstellung in Darmstadt. Der Anteil an den THG-Emissionen liegt bei ca. 6,5%.
- Mit Heizöl werden rund 9 % des Wärmebedarfs erzeugt. Der Anteil an den THG-Emissionen liegt bei ca. 13 %.
- Strombasierte Heizungen (Speicherheizungen und Wärmepumpen) tragen zu ca. 5% zur Deckung des Wärmebedarf bei und verursachen ca. 2,4 % der THG-Emissionen.
- Holz und Kohlen sind zu „sonstige“ Energieträger zusammengefasst. Diese stellen erwartungsgemäß nur einen geringen Anteil des Gesamtwärmebedarfs zur Verfügung.
- Für ca. 2 % des Wärmebedarfs (und der THG-Emissionen), ist der Energieträger „unbekannt“. Hier ist also weder über die Daten der Netzbetreiber noch über die Daten der Schornsteinfeger eine Zuordnung möglich.

1.3. Potenzialanalyse

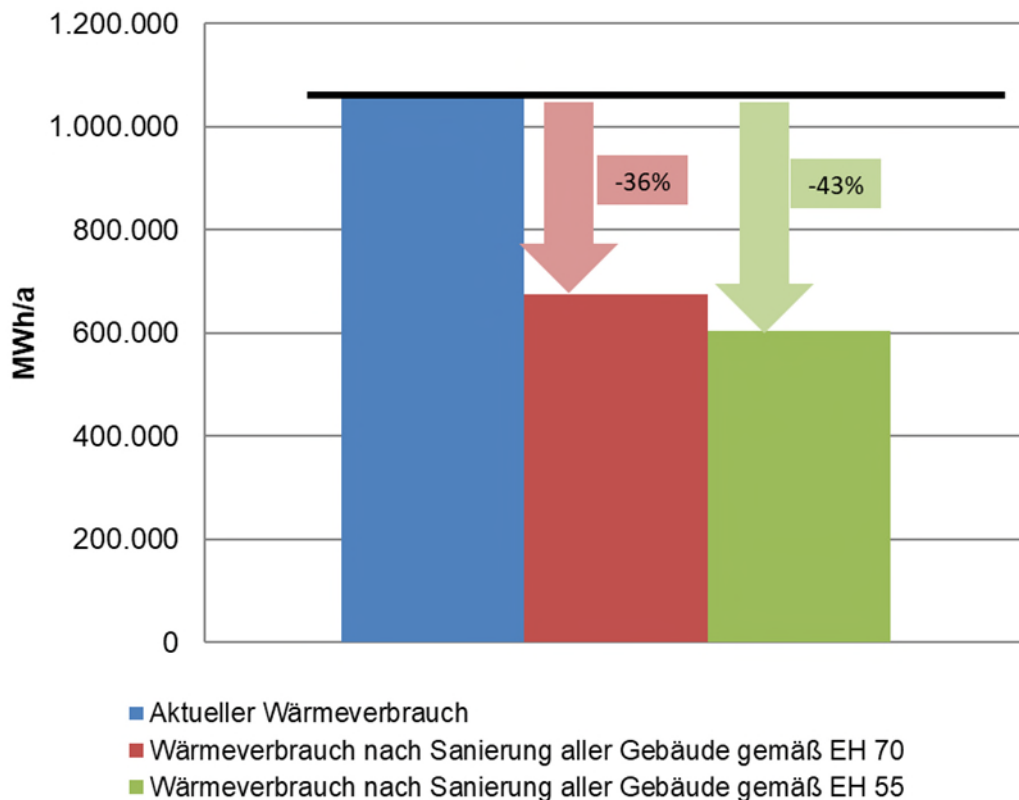
siehe Kap. 4

1.3.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand

siehe Kap. 4.1

Die Verringerung von energiebedingten THG-Emissionen lässt sich im ersten Schritt dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten in jedem Fall die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann mit möglichst THG-emissionsarmen Energieträgern gedeckt werden.

In der folgenden Abbildung sind exemplarisch die maximalen Einsparpotenziale bei Sanierung aller bisher nicht oder nur teilweise sanierten Wohn- und gemischt genutzten Gebäude in der Wissenschaftsstadt Darmstadt bei einer Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 70 bzw. KfW-Effizienzhaus 55 dargestellt.



Darüber hinaus wurden auch die Einsparpotenziale im Bereich der Nicht-Wohngebäude, differenziert nach privaten Nicht-Wohngebäuden und Gebäuden im direkten Einflussbereich des Magistrats betrachtet. Für letztere wurde aufgrund der Beschlusslage der Wissenschaftsstadt ein Nutzwärmebedarf von 35 kWh/m²a unterstellt.

1.3.2 Potenziale für eine klimaneutrale Wärme- und Stromerzeugung

siehe Kap. 4.2 und 4.3

Nicht nur Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energieträgern. Das Potenzial zur Nutzung dieser erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in der Wissenschaftsstadt Darmstadt hängt stark von den lokalen Gegebenheiten ab. Zur räumlich differenzierten Analyse dieser Potenziale wurde auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurückgegriffen. Dabei wurden teils eigene Berechnungsansätze auf Basis statistischer Daten eingesetzt, teilweise wurden Berechnungsansätze aus anderen Untersuchungen mit aktualisierten Daten übernommen.

Es wurden folgende Potenziale für eine klimaneutrale Wärme- und Stromerzeugung untersucht:

- Geothermie
- Umweltwärme
- Abwasserwärme (zentral / dezentral)
- Solarthermie / Photovoltaik
- Biomasse
- Gewässerwärme
- Grüner Wasserstoff und sonstige (grüne) Gase
- Abwärme aus dem MHKW
- Sonstige unvermeidbare Abwärme
- Windkraft

Für die Stadt Darmstadt wurden folgende technisch erschließbaren Potenziale abgeschätzt, soweit sie quantifizierbar waren:

WÄRME	GWh/a
Solarthermie	
...Dachflächen	605
...Freiflächen (innerstädtisch)	55
...Freiflächen (landwirtschaftlich)	1.230
Oberflächennahe Geothermie	
...dezentrale Nutzung	284
...zentrale Nutzung	254
Mitteltiefe und tiefe Geothermie	
...14 beispielhafte Standorte	91
Biomasse	
...Abfälle/Nebenprodukte aus Land- und Forstwirtschaft	6
...Nachwachsende Rohstoffe	36
...Bioabfälle und sonstige biologisch abbaubare Abfälle	0
...Alt-, Rest und Industrieholz	0
...Klär- und Deponiegas	5
Abwärme	
...Abwasser: Kanal	225
...Abwasser: Kläranlagen	71
MHKW	302
...sonstige unvermeidbare Abwärme	nicht quantifizierbar
Umweltwärme	.
...Fließgewässer und Seen	41
STROM	
Windkraft	0
Photovoltaik	
...Dachflächen / Balkonmodule	345
... Freiflächen	490
... verkehrswegeintegriert	88
Biogene Gase¹	18

Die Potenzialanalyse im Rahmen der Wärmeplanung ist als strategische Planung zu bewerten. Eine standortspezifische Analyse kann im Rahmen der Wärmeplanung nicht

1 bei KWK-Nutzung und 40 % Leistung für Stromerzeugung

erfolgen. Ausgewiesene Potenzialflächen und damit verbundene Energiemengen bieten jedoch Orientierung

- für die Verwaltung bzw. für bestehende/potenzielle Wärmenetzbetreibende, indem sie zeigen, in welche Energieträger oder bei welchen Flächen Detailprüfungen sinnvoll sind und
- für die Bevölkerung, da aufgezeigt wird, wo Potenziale vorhanden sind, die durch dezentrale Technologien (z.B. PV oder Solarthermie auf dem Dach, oberflächennahe Geothermie für Wärmepumpen) gehoben werden können.

Zur Konkretisierung der Nutzbarkeit der Potenziale sind im Anschluss kleinräumige oder standortbezogene Detailanalysen (Machbarkeitsstudien, Vorplanungen) notwendig.

1.4. Zielszenario

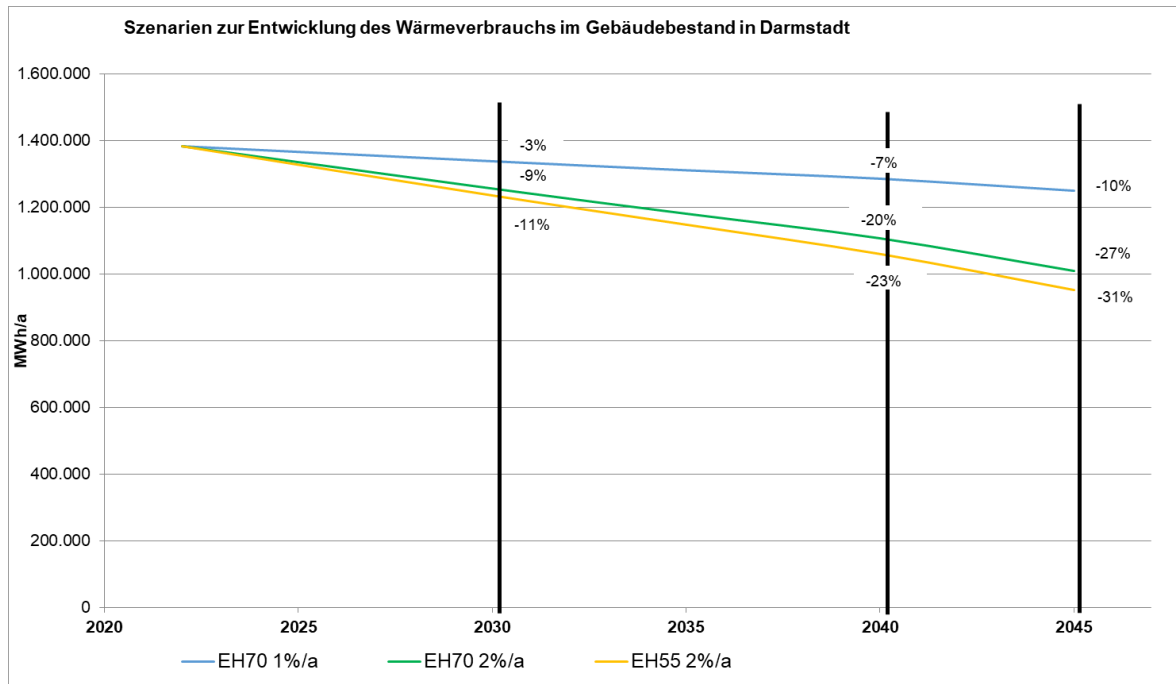
siehe Kap. 5

1.4.1 Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme

Für die Projektion der zukünftigen Entwicklung des Wärmeverbrauchs wurden drei Szenarien betrachtet, die sich hinsichtlich der Sanierungstiefe und der Sanierungsrate unterscheiden:

- EH70 1 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 70 sowie eine jährliche Sanierungsrate von ca. 1 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen
- EH70 2 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 70 sowie eine jährliche Sanierungsrate von 2 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen
- EH55 2 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 55 sowie eine jährliche Sanierungsrate von 2 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen

Daraus ergeben sich die folgenden Entwicklungen.



Mit dem Auftraggeber wurde vereinbart, das Szenario EH70/2 % den weiteren Betrachtungen zugrunde zu legen. Danach ist davon auszugehen, dass sich der Wärmebedarf der Bestandsgebäude bis zum Jahr 2045 um ca. 27% auf ca. 1 Mio. MWh/a verringern wird. Dies orientiert sich an den sogenannten Langfristszenarien des Bundes.

1.4.2 Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist eine räumliche Differenzierung des beplanten Gebiets von zentraler Bedeutung, um die zukünftige Wärmeversorgung effizient und zielgerichtet gestalten zu können. Dabei werden die unterschiedlichen Potenziale für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungssysteme berücksichtigt und in klar abgegrenzte Wärmeversorgungsgebiete überführt. Gemäß WPG des Bundes werden dabei die folgenden Gebietskategorien unterschieden:

- Wasserstoffnetzgebiete
- Wärmenetzgebiete
- Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung
- Prüfgebiete

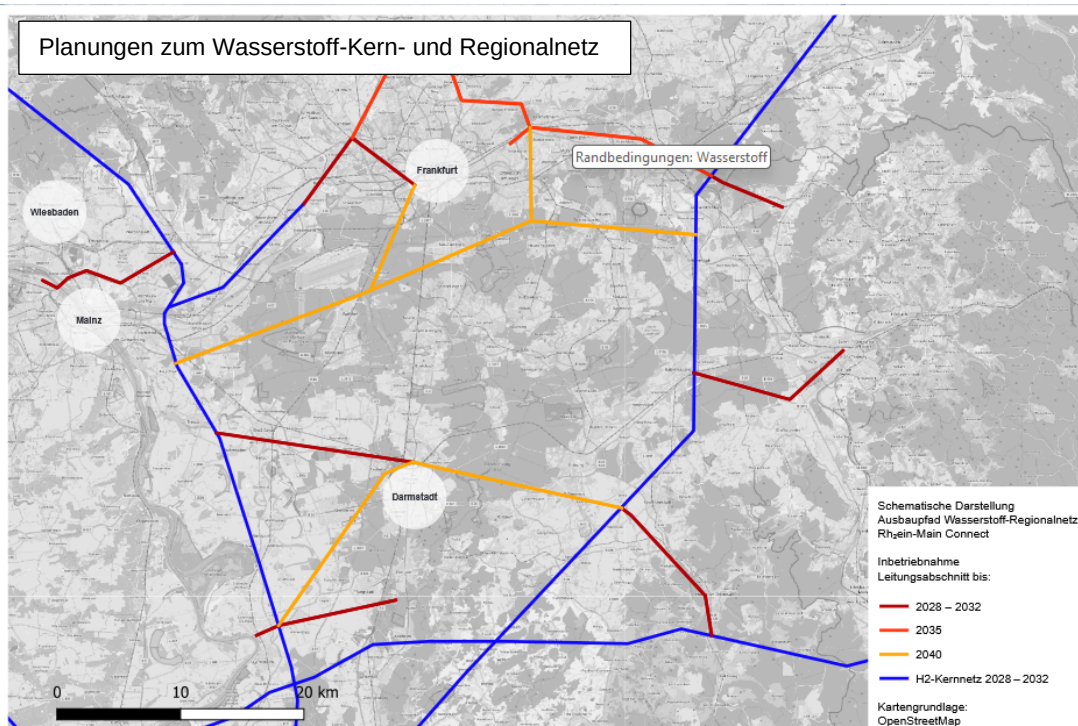
Diese Einteilung ermöglicht eine strukturierte Herleitung von Maßnahmen, Planungsprioritäten und Investitionsschritten und bildet die Grundlage für eine langfristig sichere, wirtschaftliche und CO₂-arme Wärmeversorgung.

1.4.2.1. Perspektive Gasnetz / Wasserstoffnetzgebiete

Aktuell hat Erdgas für die Wärmeversorgung der Gebäude in Darmstadt mit ca. 70 % eine entscheidende Bedeutung. Entsprechend groß ist der Handlungsdruck, da eine Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff derzeit für diesen Anwendungszweck als weniger wahrscheinlich gilt. Insofern wurde eine Detailbetrachtung zur Perspektive des Gasnetzes durchgeführt.

Rahmenbedingungen

Der nachfolgende Kartenausschnitt zeigt das von den Fernleitungsnetzbetreibern geplante Wasserstoff-Kernnetz sowie konzeptionelle Überlegungen zum Aufbau eines Regionalnetzes. Im Zeitraum 2029 bis 2033² sollen, entsprechend den Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber Open Grid Europe GmbH (OGE) und Gascade, die Teilabschnitte des Wasserstoff-Kernnetzes im Rhein-Main-Gebiet auf Wasserstoff umgestellt werden. Parallel dazu beschäftigt sich die e-netz Süd Hessen mit anderen Verteilnetzbetreibern aus der Region im Zuge von „Rh₂ein-Main-Connect“ konzeptionell mit der perspektivischen Möglichkeit eines Wasserstoffbezugs von Gasgroßverbrauchern.



Zur Beurteilung der zukünftigen Entwicklung des Gasnetzes und hinsichtlich eines möglichen Aufbaus eines Wasserstoffnetzes in Darmstadt ist die Einschätzung des lokalen

² Der in der Karte genannte Zeitraum für den Aufbau des Wasserstoffkernnetzes und die konzeptionelle Umsetzung eines Wasserstoff-Regionalnetzes sind mittlerweile veraltet.

Gasnetzbetreibers, der e-netz bzw. des Mutterunternehmens ENTEGA AG, ausschlaggebend. Zu den konkreten Transformationsplänen und zur allgemeinen Einschätzung fanden mehrere Gespräche zum Thema statt. Die zentralen Aussagen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die e-netz sieht grundsätzlich keine technischen Hindernisse, das bestehende Gasnetz auf Wasserstoff (H_2) umzurüsten. Unabhängig von der Frage, ob eine solche Umstellung flächendeckend erfolgen wird, werden bereits jetzt bei Erneuerungsmaßnahmen an der bestehenden Erdgas-Infrastruktur Bauteile (insbesondere Armaturen) verwendet, die überwiegend „H2-ready“ sind.

Die Herausforderungen bei einer Beimischung von Wasserstoff zum Erdgas liegen insbesondere in der Sicherstellung der Gasqualität und Brennwertkompatibilität für die Endkunden. Ein sukzessiver Anstieg des Wasserstoffanteils wird daher als nicht praktikabel eingeschätzt. Aus diesem Grund erscheint eine Umstellung von Erdgas auf 100% Wasserstoff die theoretisch bessere Variante für Endkunden.

Der wirtschaftliche Aufbau und Betrieb eines Wasserstoffnetzes für den Wohngebäude-sektor bzw. zur Bereitstellung für Raumwärme ist aus Sicht der e-netz allerdings mit großen Unsicherheiten verbunden (insbesondere in Hinblick auf die verfügbaren Mengen und den Preis von Wasserstoff für den Endverbraucher).

Aktuell geht die e-netz für den Gebäudesektor (Raumwärme / Warmwasser) nicht von einer „Versorgung in der Fläche“ aus. Dies deckt sich mit zahlreichen Studien wie auch in den sog. Langfristszenarien des BMWF.

Perspektivisch wird weder für Biomethan noch für Biogas eine nennenswerte Einspeisung in das Gasverteilnetz der e-netz erwartet, da die Einspeisemengen im Versorgungsgebiet gering sind. Zurzeit speisen im Netzgebiet der e-netz nur zwei Anlagen aufbereitetes Biogas mit marginaler Menge in das Gasnetz der e-netz ein.

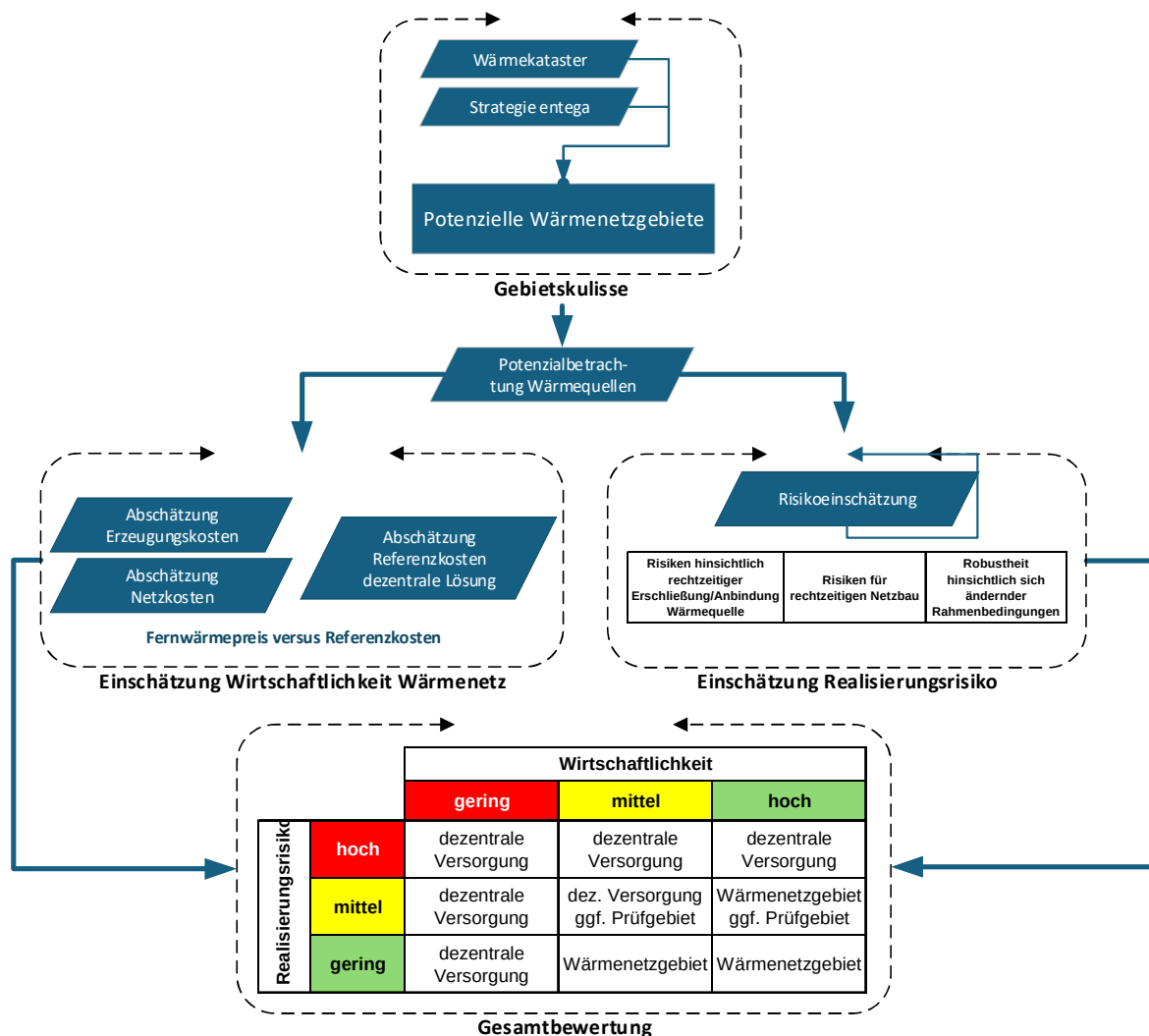
Nach übereinstimmender Einschätzung des Netzbetreibers und des Bearbeitungsteams dieses Gutachtens ist ein flächendeckender Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeversorgung im Gebäudesektor aus technischer wie wirtschaftlicher Sicht höchst unwahrscheinlich. Allenfalls könnte eine "Mitversorgung" im engeren Umfeld von industriellen Großverbrauchern eine theoretische Option sein. Damit ist Wasserstoff im Versorgungsgebiet der Wissenschaftsstadt Darmstadt als flächendeckender Hauptenergieträger für die Wärmeversorgung gemäß § 14 WPG als „mit hoher Wahrscheinlichkeit“ ungeeignet einzuschätzen.

Es wird daher vorgeschlagen, keine Wasserstoffnetzgebiete im aktuellen kommunalen Wärmeplan der Wissenschaftsstadt Darmstadt darzustellen.

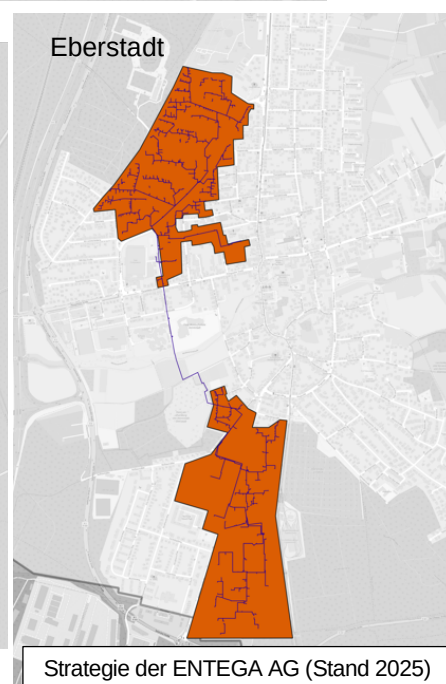
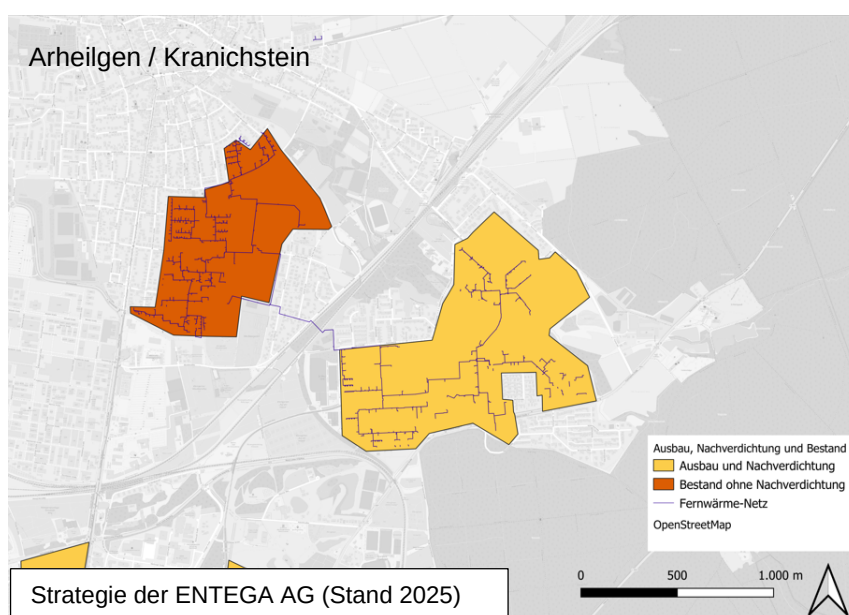
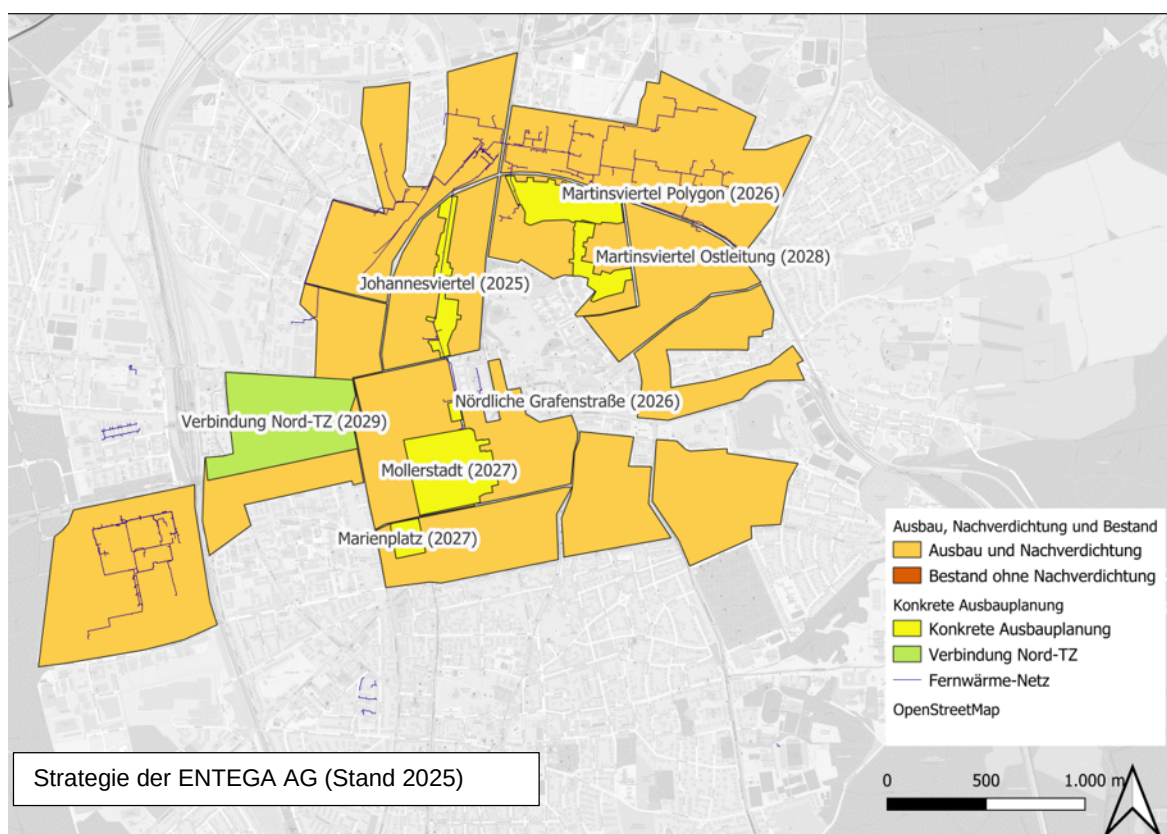
In Quartieren, die als „Wärmenetzgebiete“ ausgewiesen werden, kann die schrittweise Außerbetriebnahme der Erdgasnetze zugunsten von Wärmenetzen mittelfristig eine sinnvolle Maßnahme sein. In Gebieten für die „dezentrale Versorgung“ sollte die Weiterführung des Erdgasnetzes als Übergangslösung sichergestellt werden. Für die Transformation oder Stilllegung des Erdgasnetzes sollte die e-netz in den kommenden Jahren in Abstimmung mit der Stadt einen Fahrplan erarbeiten, damit dieser in die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung einfließen kann.

1.4.2.2. Identifikation von „Wärmenetzgebieten“

Im Rahmen der Zonierung wurden Gebiete identifiziert, die in der Kommunalen Wärmeplanung als „Wärmenetzgebiete“ dargestellt werden sollen. Der Prozess orientiert sich an der Methodik und den Kriterien des Leitfadens des Bundes und gliedert sich in die in der folgenden Abbildung dargestellten Schritte:



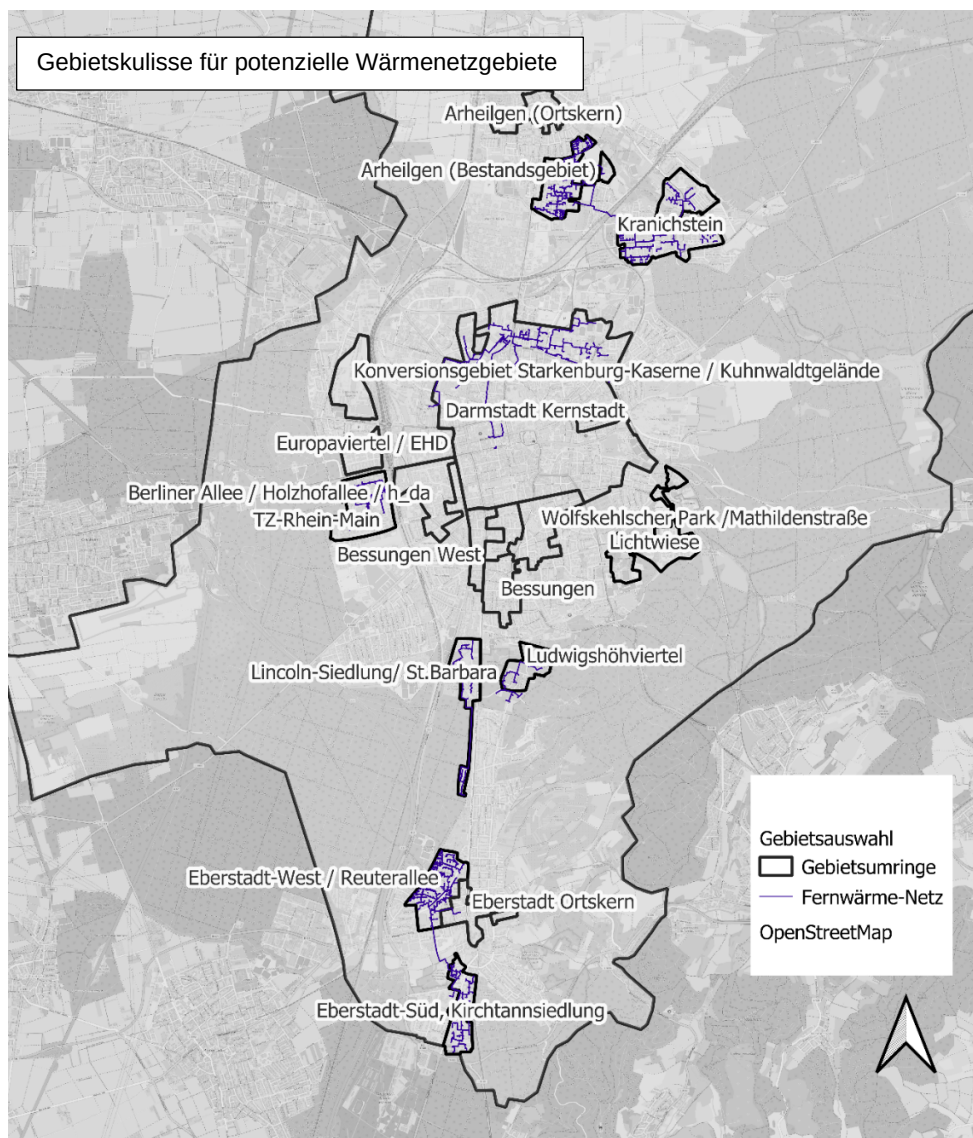
Auf Grundlage der Analyse der Wärme(linien)dichten sowie der sonstigen Kriterien erfolgte eine erste Abgrenzung. Diese Abgrenzung wurde mit den Teilgebieten der Wärmestrategie der ENTEGA AG (s.u.) abgeglichen.



Bei diesem Abgleich ergaben sich große Übereinstimmungen, allerdings auch einige Teilflächen, die vor dem Hintergrund der o.g. Kriterien darüber hinaus in die weitere Untersuchung einbezogen wurden. Dabei handelt es sich um die folgenden Gebiete:

- Arheilgen (Ortskern)
- DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee
- Europaviertel / EHD
- Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände
- Bessungen West
- Bessungen
- Wolfskehlscher Park / Mathildenstraße
- Eberstadt Ortskern

Insgesamt wurde die folgende Gebietskulisse für potenzielle Wärmenetzgebiete abgeleitet.



Diese Gebiete wurden hinsichtlich der

- Wirtschaftlichkeit potenzieller Netzlösungen
- Realisierungsrisiken (insbesondere Verfügbarkeit von Wärmequellen, Risiken für den Netzbau)

eingeschätzt und einer Gesamtbewertung unterzogen.

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis der Gesamtbewertung dargestellt.

Bezeichnung	Einschätzung Realisierungsrisiko	Einschätzung Wirtschaftlichkeit	Gebietskategorie
Arheilgen (Ortskern)	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Darmstadt Kernstadt (Netzausbaugebiet)	mittel	hoch	Wärmenetzgebiet
DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Europaviertel / EHD	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Bessungen West	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Wolfskehlscher Park / Mathildenstraße	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Bessungen	hoch	gering	dezentrale Versorgung
Eberstadt Ortskern	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände	gering	keine Bewertung möglich	Prüfgebiet

Aus der Tabelle wird deutlich, dass die Teilgebiete

- Europaviertel / EHD
- DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee
- Bessungen West

strukturell über sehr günstige Voraussetzungen für wirtschaftlich tragfähige Wärmenetzlösungen verfügen. Bei der Gesamtbewertung und der Einstufung als „Gebiet für die dezentrale Versorgung“ spielt vor allem die Einschätzung des Realisierungsrisikos eine Rolle, insbesondere in Bezug auf die Erschließung und Anbindung einer wirtschaftlich tragfähigen Grund- und Mittellastwärmequelle.

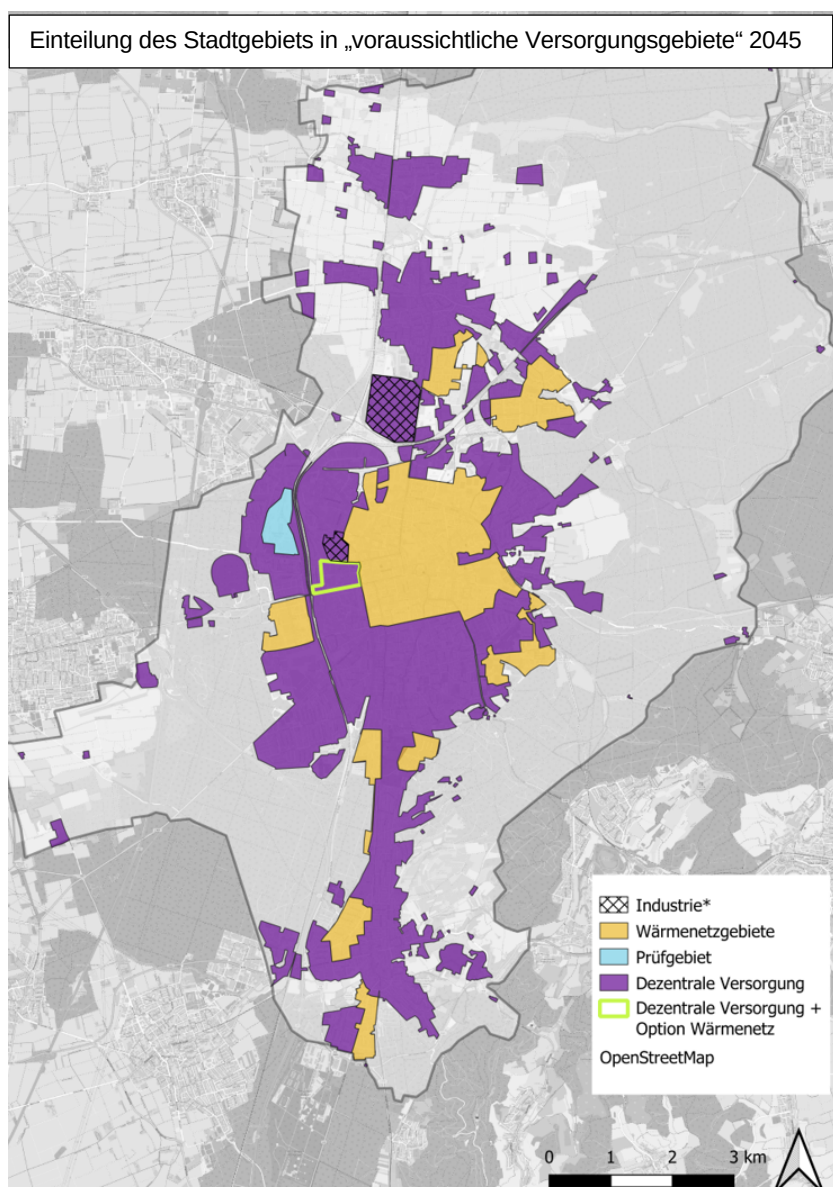
Diese Gebiete sind nicht Teil der Wärmestrategie der ENTEGA AG, die sich auf die Dekarbonisierung der Bestandsnetze und den Ausbau der Fernwärme in der Kernstadt

konzentriert. Für die o.g. Gebiete steht – vor dem Hintergrund der begrenzten Erzeugungskapazitäten des Müllheizkraftwerk (MHKW) – das MHKW als Grund- und Mittellastwärmequelle nicht zur Verfügung. Das führt zu einem hohen „Realisierungsrisiko“ und damit insgesamt zur Einstufung als „Gebiet für die dezentrale Versorgung“.

Bei den oben genannten Gebieten sollte regelmäßig überprüft werden, ob sich die Rahmenbedingungen verändern, um bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ggf. zu einer anderen Einstufung des Gebiets zu kommen.

1.4.2.3. Ergebnis: voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis der Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Versorgungsgebiete kartographisch dargestellt.



*Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG

In den dargestellten Wärmenetzgebieten besteht nach dem WPG, mit Ausnahme in bestehenden Fernwärme-Satzungsgebieten, keine Pflicht zum Anschluss an Fernwärme. Gebäudeeigentümerinnen und Eigentümer sollten Ihre Entscheidung unter Abwägung aller relevanten Gesichtspunkte treffen.

Die ENTEGA plant bis zum Jahr 2030 durch das Gebiet zwischen Rheinstraße und Bismarckstraße (westlich des Steubenplatzes) eine Verbindungsleitung zwischen den Fernwärmenetzen Darmstadt Nord und TZ-Rhein-Main zu errichten und den anliegenden Eigentümer:innen den Anschluss an die Fernwärme zu ermöglichen. Ein Anschluss der anliegenden Eigentümer:innen an die Fernwärme wird von der Wissenschaftsstadt ausdrücklich begrüßt. Dieses Gebiet ist als Gebiet „Dezentrale Versorgung + Option Wärmenetz“ gekennzeichnet.

2 Einleitung

2.1. Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Die Stadtverordnetenversammlung der Wissenschaftsstadt Darmstadt hat in ihrer Sitzung vom 29.09.2022 den „Klimaschutzplan 2035 der Wissenschaftsstadt Darmstadt“ beschlossen. Bereits im Klimaschutzplan ist das Handlungsfeld "Klimafreundliche Wärmeversorgung" als wesentliches Handlungsfeld benannt. Dieses Handlungsfeld soll mit der Pflichtaufgabe „kommunale Wärmeplanung“ angegangen werden. Grundlegende Aufgabenstellung ist die Entwicklung einer Strategie für die langfristig THG-neutrale Wärmeversorgung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt. Der kommunale Wärmeplan soll

- den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung aufzeigen,
- die Potenziale einer THG-neutralen Wärmeversorgung ermitteln,
- teilsäumlich differenzierte Perspektiven für eine klimaschonende Wärmeversorgung aufzeigen,
- treibhausgasneutrale Zielszenarien entwickeln,
- konkrete Maßnahmen vorschlagen und ausformulieren,
- ein Handlungskonzept für die Gesamtstadt und die Teilräume/Quartiere sowie eine Umsetzungsstrategie entwickeln.

Die kommunale Wärmeplanung lässt sich in folgende Planungsschritte und -inhalte einteilen:

1. Bestandsanalyse:
 - o aktueller Wärmebedarf oder -verbrauchs
 - o Treibhausgas-Emissionen
 - o Gebäudebestand: Gebäudetypen, Baualtersklassen
 - o aktuelle Versorgungsstrukturen: Gas- und Wärmenetze, sonst. Heizungsanlagen.
2. Potenzialanalyse:
 - o Energieeinsparung
 - o erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme
3. Zonierung und Szenarien:
 - o Einteilung des Stadtgebiets in „voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete“ (dezentrale Versorgung, Wärmenetzgebiete, Wasserstoffnetzgebiete, Prüfgebiete zur weiteren Konkretisierung)
 - o Entwicklung eines Zielszenarios zur zukünftigen Deckung des Wärmebedarfs
4. Umsetzungsstrategie / Maßnahmenplan
 - o Ableitung und Priorisierung von Maßnahmen
 - o Ausarbeitung der Maßnahmen (incl. Festlegung von Zuständigkeiten, Zeitplan und Finanzierung)

Die „Wärmewende“ ist mit erheblichen Investitionen für die privaten und öffentlichen Eigentümer und Eigentümerinnen aber auch für die Versorgungswirtschaft verbunden. Für diese Investitionen wird der kommunale Wärmeplan einen Orientierungsrahmen vorgeben und damit die Planungssicherheit erhöhen.

Die kommunale Wärmeplanung wurde in enger Abstimmung mit dem Amt für Klimaschutz und Klimaanpassung der Wissenschaftsstadt Darmstadt und unter Beteiligung relevanter Akteure aus städtischen Ämtern und Verwaltungsstellen, aus Stadtwirtschaftsunternehmen, relevanten Institutionen und insbesondere der Netzbetreiber erarbeitet.

Wie wurde der Datenschutz bei der Erstellung des KWP berücksichtigt?

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt bzw. die mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beauftragten Fachbüros haben generell Daten nur erhoben, soweit diese zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans erforderlich waren. Zur Haltung und Verarbeitung der Daten wurde zwischen Stadt und Auftragnehmern ein Vertrag zur Auftragsdatenverarbeitung abgeschlossen, der einen DSGVO-konformen Umgang mit sensiblen Daten regelt.

Zur Anonymisierung sensibler Daten wurden diese entsprechend den Anforderungen des Datenschutzes so weit aggregiert, dass bei der Darstellung keine Rückschlüsse auf einzelne Personen möglich sind. Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse von Unternehmen, die ihre Daten zur Verfügung gestellt haben, wurden gewahrt.

2.2. Kontext und Rahmenbedingungen

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich rechtsverbindlich dazu verpflichtet, den Ausstoß von Treibhausgasen bis zum Jahr 2045 so weit zu reduzieren, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Die Wärmeversorgung spielt hierbei eine zentrale Rolle, da sie derzeit mit ca. 40 % aller Treibhausgasemissionen einen erheblichen Anteil der nationalen Treibhausgasemissionen verursacht. Dies ist vor allem auf die überwiegende Nutzung fossiler Energieträger wie Erdgas und Heizöl bei der Wärmeversorgung zurückzuführen.

Um die nationalen Klimaziele zu erreichen, ist eine umfassende Umstellung der Wärmeversorgung auf nicht fossile und THG-emissionsarme Energieträger erforderlich. Mit der kommunalen Wärmeplanung für die Wissenschaftsstadt Darmstadt wird eine Strategie entwickelt, die konkrete Handlungsempfehlungen für die Transformation der Wärmeversorgung hin zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 umfasst.

Der kommunale Wärmeplan zeigt auf, in welchen Teilen der Stadt welche Art der Wärmeversorgung langfristig sinnvoll, wirtschaftlich und ökologisch effizient ist. Er leistet damit einen zentralen Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende auf lokaler Ebene.

Die Wärmewende ist mit erheblichen Investitionen verbunden – sowohl für private und öffentliche Eigentümerinnen und Eigentümer als auch für die Energieversorgungswirtschaft. Der Wärmeplan bietet hierfür einen Orientierungsrahmen und trägt zur Erhöhung der Planungssicherheit für alle beteiligten Akteure bei.

2.2.1 Rechtlicher Rahmen und Zielsetzungen auf übergeordneter Ebene

Nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) soll Deutschland bis spätestens 2045 in allen Sektoren die Treibhausgasemissionen so weit mindern, dass die Netto-Treibhausgasneutralität insgesamt erreicht wird. Die Wärmewende ist dabei von zentraler Bedeutung, da ein Großteil des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung entfallen.

In Hessen ergibt sich die Verpflichtung zur Wärmeplanung aus dem Hessischen Energiegesetz (HEG, § 13), das seit November 2023 gilt. Gemäß HEG ist die Wissenschaftsstadt Darmstadt gesetzlich verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung durchzuführen.

Mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG), das am 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist, wurde erstmals eine bundesweit verbindliche rechtliche Grundlage geschaffen. Dieses Gesetz verpflichtet – nach Einführung durch den Landesgesetzgeber – die Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern, bis spätestens zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan zu erstellen. Das WPG ergänzt das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und stellt die Verbindung zu den darin festgelegten Anforderungen (insbesondere zur Nutzung von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energien in neuen Heizsystemen) her.

Weder das WPG noch die Verpflichtung zur Wärmeplanung durch das HEG sind aktuell durch die Landesregierung in Landesrecht umgesetzt. Eine verbindliche Regelung der Wärmeplanung nach dem WPG des Bundes ist aber durch eine entsprechende Verordnung beabsichtigt³.

Die Wärmeplanung stellt gemäß § 24 Absatz 4 WPG eine informelle Planung dar. Sie entfaltet keine unmittelbare Rechtswirkung nach außen und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Gemäß § 25 WPG unterliegt die Wärmeplanung einer regelmäßigen Überprüfungspflicht: Sie ist mindestens alle fünf Jahre zu evaluieren und bei Bedarf fortzuschreiben.

3 Redaktionsstand dieses Berichts: 28.10.2025

Durch die Wärmeplanung erhalten Kommunen ein zentrales strategisches Instrument, um die Herausforderungen der Wärmewende vor Ort anzugehen. Sie schafft Planungssicherheit für Eigentümerinnen und Eigentümer, Energieversorger, Unternehmen und Netzbetreiber, stärkt die Versorgungssicherheit und fördert die Unabhängigkeit von fossilen Energieimporten. Damit leistet sie einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der nationalen und europäischen Klimaziele, Steigerung der Unabhängigkeit von (fossilen) Energieimporten und somit eine Erhöhung der Versorgungssicherheit auf kommunaler Ebene.

2.2.2 Klimapolitische Rahmenbedingungen in der Wissenschaftsstadt Darmstadt

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt verfolgt seit mehreren Jahren eine ambitionierte Klimaschutzpolitik.

- „Mit dem Antrag *Höchste Priorität für Klimaschutz – Weltklima in Not – Darmstadt handelt* (Antrag SV 2019/0043) hat die Stadtverordnetenversammlung am 19. September 2019 [...] sich klar zu den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens bekannt. Klimaschutz und Klimaanpassung haben gemäß dieser Beschlussfassung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt höchste Priorität.“
- Mit der Beschlussfassung vom 01.10.2020 zu den Forderungen des KlimaEntscheids (V-Nr. 2020/0235 "Prüfung der Zulässigkeit des Bürgerbegehrens KlimaEntscheid Darmstadt und inhaltliche Auseinandersetzung, Klimaschutzstrategie der Wissenschaftsstadt Darmstadt") hat die Stadtverordnetenversammlung zahlreiche relevante Forderungen übernommen. Hierzu gehören im Kontext der KWP bspw. die Zielwerte für Sanierung und Neubau bei städt. Liegenschaften oder auch ein grundsätzlicher Beschluss ein städt. Förderprogramm für die energetische Sanierung privater Gebäude aufzulegen.
- Mit dem Klimaschutzplan 2035 (2022) verfolgt Darmstadt das Ziel der sogenannten „Treibhausgasneutralität plus“, wodurch ein Gleichgewicht zwischen unvermeidbaren Emissionen und deren Aufnahme durch natürliche Senken erreicht werden soll. Der Fokus liegt dabei auf der konsequenten Reduktion von THG-Emissionen und der Übernahme lokaler Verantwortung für den Beitrag der Stadt zur Erreichung der Pariser Klimaziele.
- Zur Steuerung und Begleitung der Klimaschutzaktivitäten wurde der Klimaschutzbeirat (KSB) der Wissenschaftsstadt Darmstadt im Jahr 2020 erweitert. Etwa 60 Institutionen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft beraten den Magistrat und begleiten den Prozess fortlaufend.
- Durch die Einführung einer Klimarelevanzprüfung („Klimavorbehalt“) im Bereich Hochbau werden städtische Vorhaben auf ihre Klimawirkung überprüft und im Prozess in Zusammenarbeit optimiert⁴.

4 Klimaschutzplan 2035 der Wissenschaftsstadt Darmstadt (2022)

Organisatorisch wurde die Verwaltungsstruktur entsprechend angepasst. Ein eigenes Amt für Klimaschutz und Klimaanpassung wurden geschaffen, um alle Aktivitäten im Bereich Klimaschutz zu koordinieren, zu vernetzen und regelmäßig zu evaluieren.

3 Bestandsanalyse

3.1. Flächennutzung / Gemeindestruktur

Die Wissenschaftsstadt Darmstadt befindet sich im Süden des Bundeslandes Hessen und ist Teil des verdichteten Rhein-Main-Gebiets. Sie bildet ein eigenständiges Oberzentrum und grenzt an den Landkreis Darmstadt-Dieburg sowie an den Landkreis Offenbach.

Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von rund 122 km² und ist in neun Stadtteile mit insgesamt 37 statistischen Bezirken gegliedert. Die neun Stadtteile sind:

- Darmstadt-Mitte
- Darmstadt-Nord
- Darmstadt-Ost
- Darmstadt-Bessungen
- Darmstadt-West
- Arheilgen
- Eberstadt
- Wixhausen
- Kranichstein

Insgesamt leben in der Wissenschaftsstadt Darmstadt 169.429 Einwohner (Stand Sep. 2025). Zwischen 1990 mit 138.920 Einwohner und 2025 ist die Bevölkerungszahl um circa 30.500 Einwohner gestiegen, dies entspricht einem Einwohnerzuwachs von circa 22 % (HSL 2024, www.darmstadt.de 2025).

Bevölkerungsentwicklung

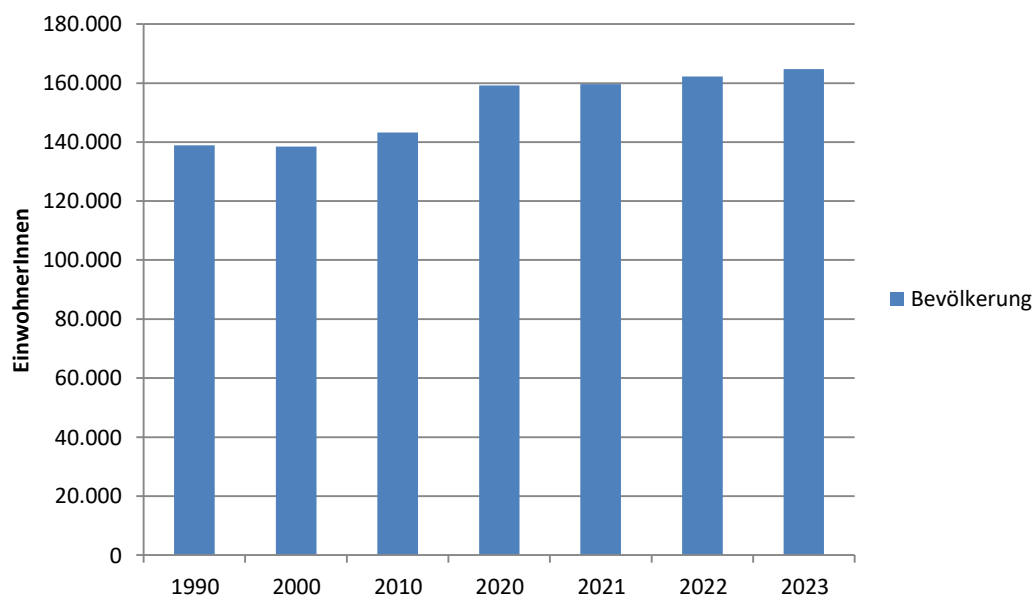


Abbildung 1 Bevölkerungsentwicklung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt von 1990 bis 2023
(eigene Darstellung nach HSL 2024)

Entwicklung der Wohnfläche und der spez. Wohnfläche [m²/EW]

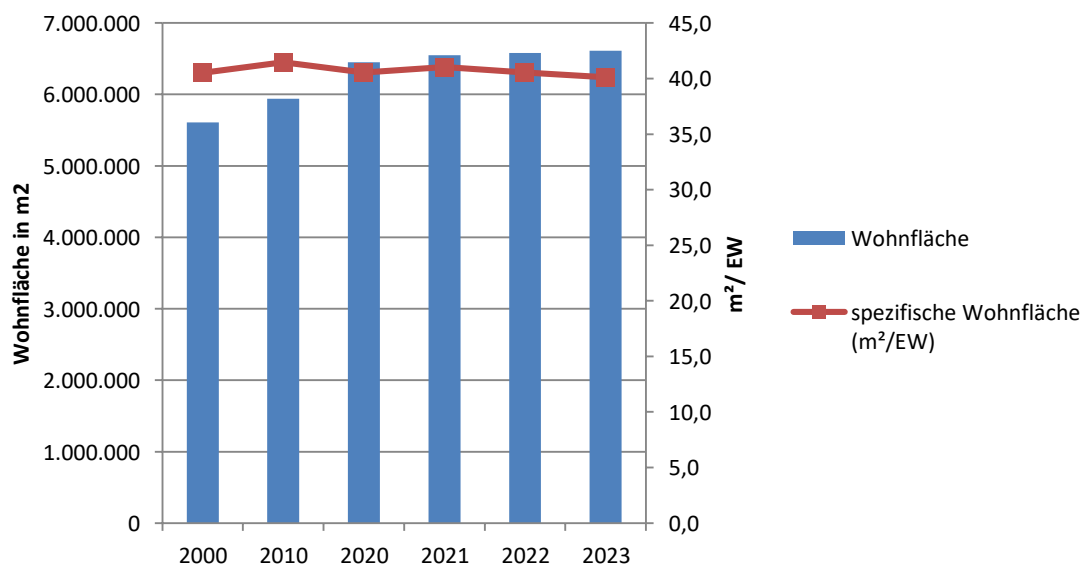


Abbildung 2 Entwicklung der Wohnfläche und der spez. Wohnfläche in der Wissenschaftsstadt Darmstadt von 2000 bis 2023
(eigene Darstellung nach HSL 2024)

Die Wohnfläche in der Wissenschaftsstadt Darmstadt ist in den vergangenen Jahren etwa im selben Verhältnis gestiegen wie die Einwohnerzahl (Abbildung 1). Das bedeutet, dass die spezifische Wohnfläche je Einwohner zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2023 mit rund 40,1 m² nahezu konstant geblieben ist (Abbildung 2). (HSL 2023)

In der Wissenschaftsstadt Darmstadt sind 110.507 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort und 34.054 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort gemeldet (BfA 2023). Bezogen auf die Fläche der Wissenschaftsstadt Darmstadt ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 1.350 EW/km².

3.2. Gebäudebestand

Insgesamt wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung 27.427 Gebäude (25.016 Wohngebäude und 2.411 Nichtwohngebäude) auf Basis ihre ALKIS-ID und somit Adressinformation in das erarbeitete Wärmekataster aufgenommen. Die Typzuordnung folgte ebenfalls auf Basis der ALKIS-Daten⁵ bzw. des Wärmeatlas Hessen.

Der Gebäudebestand der Stadt Darmstadt umfasst dabei verschiedene Gebäudetypen aus dem Bereich Wohnen, Ausbildung, Kultur, Verwaltung, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Produktion. Den Großteil an der absoluten Anzahl an Gebäuden machen dabei die Wohngebäude mit ca. 91 % der Gebäude aus (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Gebäudebestand in Darmstadt

Gebäudetyp	Anzahl	% Anteil
Einfamilienhäuser und Reihenhäuser	17.074	62,3 %
Mehrfamilienhäuser	5.948	21,7 %
Große Mehrfamilienhäuser	1.207	4,4 %
sonstige Wohngebäude	787	2,9 %
Schule, Kindertagesstätte und sonstige Betreuungsgebäude	137	0,5 %
Gebäude für Forschung und Hochschullehre	114	0,4 %
Gebäude für Kultur und Freizeit, Sportgebäude	133	0,5 %
Büro-, Verwaltungs- oder Amtsgebäude	846	3,1 %
Gebäude für Gesundheit und Pflege	34	0,1 %
Beherbergungs- oder Unterbringungsgebäude, Gastronomie	146	0,5 %
Handelsgebäude	299	1,1 %
Produktions-, Werkstatt-, Lager- oder Betriebsgebäude	662	2,4 %
sonstige NWG / gemischt genutzte Gebäude	40	0,1 %
Gesamtergebnis	27.427	100 %

⁵ Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem. Es dient der Führung und Bereitstellung der Liegenschaftsdaten (Flurstücke, Gebäude, Eigentümerangaben usw.) in Deutschland.

3.2.1 Wohngebäude: Gebäudetypen / Altersklassen

Auf Basis der vorliegenden Informationen zu Baualtersklassen, Gebäudetyp und Nutzung konnten die Wohngebäude der Stadt Darmstadt jeweils einem IWU-Gebäudetyp zugeordnet werden. Diese Gebäudetypologie besteht aus Modellgebäuden, die bestimmte Größen- und Baualtersklassen des Gebäudebestands abbilden. In einem weiteren Schritt können Energiesparpotenziale bei den verschiedenen Gebäudetypen als Grundlage für ein Modell zur Bestimmung des Einsparpotenzials im gesamten Gebäudebestand verwendet werden.

Im Folgenden werden die Altersklassen und Zuordnungen zur Gebäudetypologie der Wohngebäude in Relation zur Energiefläche, d.h. der beheizten Fläche, der Gebäude dargestellt. Die Energiefläche wurden dem Wärmeatlas Hessen entnommen. Es handelt sich dabei um einen aus dem ifeu-Gebäudemodellsimulationsmodell GEMOD abgeleiteten Wert. Die gewählte Zuordnung ermöglicht eine Bewertung der Anteile in Bezug auf die Gesamtfläche, nicht in Bezug auf die Gebäudeanzahl. So wirken Gebäude mit deutlich kleineren Wohnflächen aber einer hohen Gesamtzahl (wie Einfamilien- und Reihenhäusern) nicht verzerrend auf die Darstellung ein. Dabei zeigt sich, dass Einfamilienhäuser (grün) und Reihenhäuser/Doppelhäuser (orange) ca. 39 % der Energiebezugsfläche ausmachen. Mehrfamilienhäuser (grau und gelb, freistehend bzw. in Blockbebauung) haben ebenfalls einen Anteil von 39 %. Große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser (blau und türkis) stellen weitere 15 % der gesamten Wohnfläche bereit und für 7 % der Energiebezugsfläche ist der Gebäudetyp nicht bekannt. (Abbildung 3).

Ebenfalls bezogen auf die Energiefläche zeigt Abbildung 4 die Anteile der Energiefläche je Baualtersklasse. Dabei zeigt sich, dass 60 % der Energiefläche auf Baualtersklassen vor 1978, damit auf Baualtersklassen mit sehr niedrigem energetischem Standard entfällt.

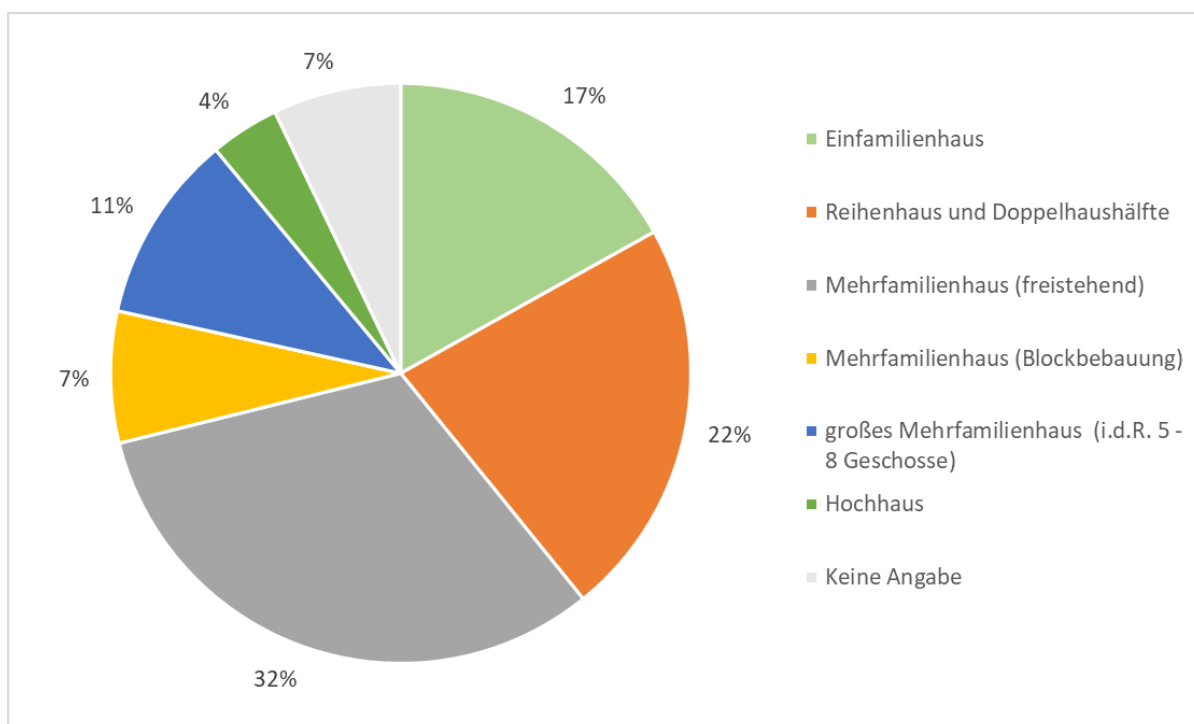


Abbildung 3 Anteil je Gebäudetyp an der Gesamtenergiefläche der Wohngebäude der Stadt Darmstadt

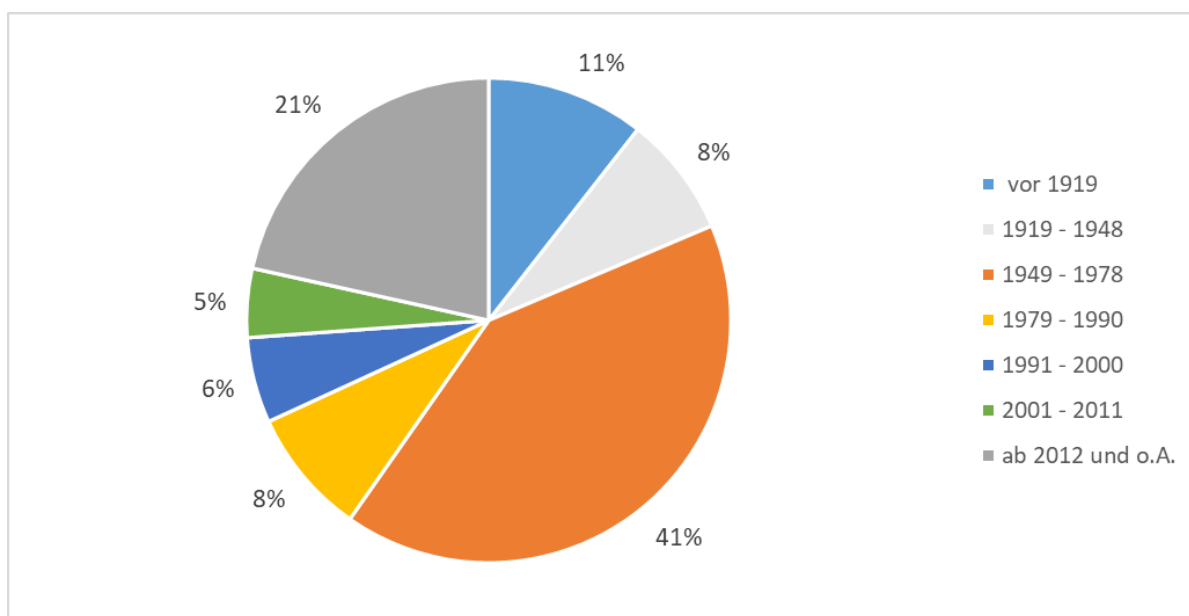


Abbildung 4 Anteil je Bauzeitraum an der Gesamtenergiefläche der Wohngebäude der Stadt Darmstadt

3.2.2 Sonstige Gebäude (Nicht-Wohngebäude / gemischt genutzte Gebäude)

Neben den Wohngebäuden sind gem. Wärmeatlas Hessen (LEA, 2023) im Gebiet der Stadt Darmstadt zum Zeitpunkt der Datenerhebung ca. 2.400 Nichtwohngebäude wie zum Beispiel Büro-, Verwaltungs- oder Amtsgebäude, Gebäude für Forschung und Hochschul-lehre, Gebäude für Gesundheit und Pflege oder auch Handelsgebäude oder Produktions-, Werkstatt-, Lager- oder Betriebsgebäude vorhanden. Teilweise liegt in diesen Gebäuden eine gemischte Nutzung vor, etwa, wenn im Erdgeschoss ein Ladengeschäft betrieben wird und die oberen Geschosse zu Wohnzwecken genutzt werden oder wenn sich eine Eigentümerwohnung innerhalb eines gewerblich genutzten Gebäudes befindet.

3.2.3 Fokus: Kommunale Liegenschaften

Die Liegenschaften der Wissenschaftsstadt Darmstadt umfassen die unterschiedlichsten Gebäude- und Nutzungstypen wie Verwaltungsgebäude, Bauhof, Feuerwehreinrichtungen, Schulen, Kindertagesstätten, Sporthallen und Gebäude für Kultur. Die räumliche Lage der kommunalen Liegenschaften zeigt Abbildung 5.

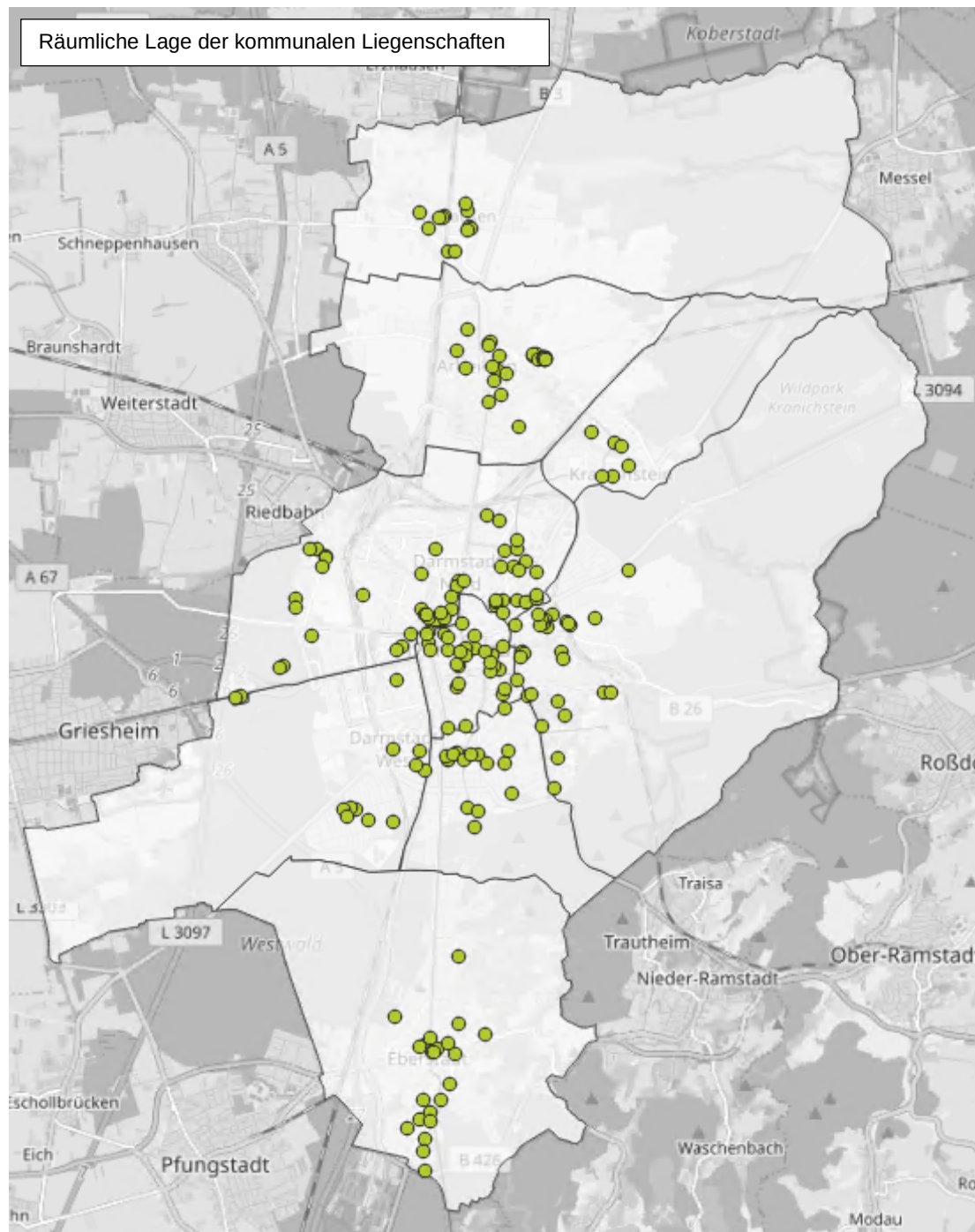


Abbildung 5 Räumliche Lage der kommunalen Liegenschaften
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

Tabelle 2 zeigt den Gesamtwärmebedarf der kommunalen Gebäude als Mittelwert der Jahre 2016-2021. Hierbei zeigen im Besonderen die 43 Schulen der Stadt mit ca. 24 GWh/a und somit 63,5 % des Gesamtwärmebedarfs der öffentlichen Liegenschaften einen sehr hohen Anteil am Bedarf.

Tabelle 2 Wärmebedarfe der kommunalen Liegenschaften

Nutzungsart	Anzahl von Gebäuden der Nutzung	Wärmebedarf in GWh/a (Mittelwert 2016-2021)	Wärmebedarf in %
Feuerwehr	4	1,06	2,8
Friedhof	7	0,75	2,0
Kita	27	1,91	5,1
Kultur	21	3,13	8,3
Schule	43	23,91	63,5
Sonstiges	4	1,59	4,2
Sporthalle	5	2,91	7,7
Verwaltung	8	2,41	6,4
Gesamtergebnis	119	37,67	100

3.3. Energieinfrastruktur

3.3.1 Gasnetzinfrastruktur

Die Gasnetzinfrastruktur bildet in vielen Kommunen, so auch in Darmstadt, nach wie vor einen zentralen Bestandteil der Wärmeversorgung. Über Jahrzehnte hinweg wurde ein dichtes Netz aus Hoch-, Mittel- und Niederdruckleitungen aufgebaut, das Haushalte, Gewerbebetriebe und Industrie zuverlässig mit Erdgas versorgt. Dieses Netz stellt nicht nur eine bedeutende volkswirtschaftliche Investition dar, sondern ist auch ein wesentliches Element bei der Betrachtung der künftigen Wärmeversorgung.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kommt der Gasinfrastruktur deshalb eine doppelte Rolle zu: Sie ist einerseits eine bestehende Ressource, die sinnvoll weiterentwickelt oder transformiert werden könnte, andererseits stellt sie eine Herausforderung dar, da eine langfristige Nutzung mit Erdgas der Erreichung der Klimaziele widerspricht.

Das Gasnetz in Darmstadt wird durch die e-netz betrieben. In der folgenden Abbildung 6 ist die Lage des Gasbestandsnetzes dargestellt.

Grundsätzlich sieht die e-netz wenig technische Probleme darin, das eigene Erdgasnetz auf H₂ umzustellen. Unabhängig von der Frage, ob eine solche Umstellung flächendeckend erfolgen wird, werden bereits jetzt bei Erneuerungsmaßnahmen an der bestehenden Erdgas-Infrastruktur Bauteile (insbesondere Armaturen) verwendet, die überwiegend „H₂-ready“ sind.

Die Frage zur Perspektive des Gasnetzes und seine potenzielle Rolle für die zukünftige Wärmeversorgung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt wird im Kapitel 5.2.1 erörtert.

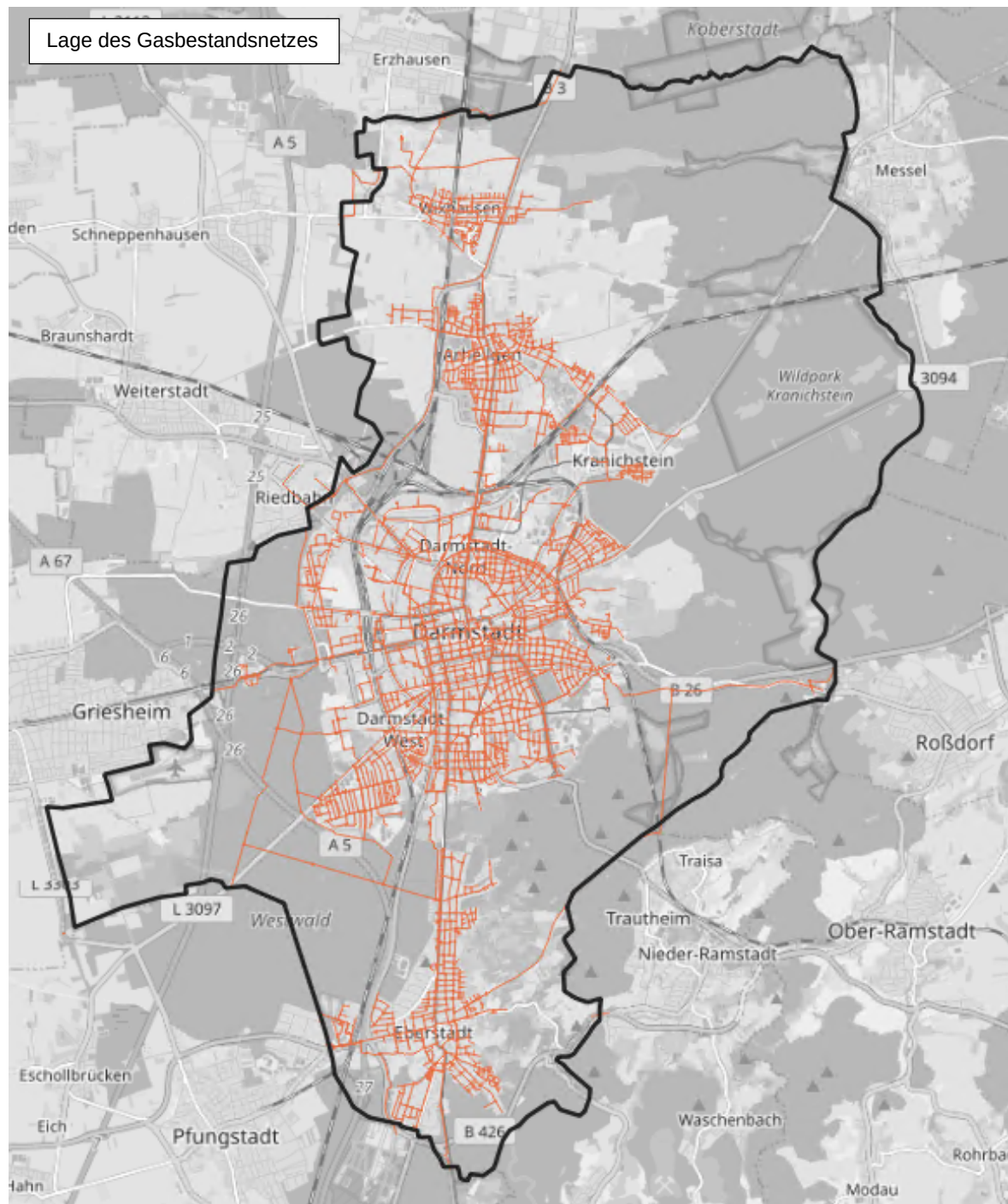


Abbildung 6 Lage des Gasbestandsnetzes
eigene Darstellung auf Grundlage der Informationen von e-netz (2024)
Kartengrundlage OpenStreetMap

3.3.2 Stromnetz

Die e-netz betreibt in der Stadt das Stromnetz und baut dieses kontinuierlich und vorausschauend entsprechend der geänderten Anforderungen aus. Aktuell liegt der Fokus auf der Planung zweier zusätzlicher Umspannwerke (von Hochspannung auf Mittelspannung). Diese Maßnahmen sind die Voraussetzung für die Aufrüstung des Verteilnetzes. Sie sind aufgrund langer Vorlaufzeit von circa 10 Jahren deutlich zeitaufwändiger und damit zeitkritisch. Die Vorlaufzeiten ergeben sich durch Planungs- und Genehmigungsverfahren, den Flächenbedarf sowie die notwendige Sicherung geeigneter Flächen.

Für den Ausbaubedarf des Verteilnetzes ist aus Sicht der e-netz die Bedarfsseite (Strom für Wärme/Mobilität) entscheidend. Der von dezentralen Anlagen erzeugte Strom (in Darmstadt insbesondere Photovoltaik) spielt als auslegungsrelevanter Netznutzungsfall für den Ausbaubedarf des Niederspannungsnetzes in Darmstadt aufgrund der städtischen Strukturen eine nachrangige Rolle. Insofern sind für den Ausbau des Verteilnetzes die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung sowie die Wärmestrategie der ENTEGA AG zum Ausbau des Fernwärmenetzes von großer Bedeutung, damit sich der Netzausbau zielgerichtet auf die Teilräume konzentrieren kann, bei denen aufgrund der Einstufung als „Gebiet für die dezentrale Versorgung“ mit deutlichem Zubau von Wärmepumpen und damit erhöhten Netzanforderungen zu rechnen ist.

Aus Sicht der e-netz werden für den Ausbau des Verteilnetzes die Herausforderungen weniger im Leitungsnetz, sondern bei den Trafostationen gesehen. Das Leitungsnetz ist in einem insgesamt guten Zustand und kann gegebenenfalls mit überschaubarem Zeitverlauf angepasst werden. Mittelspannungsleitungen sind bereits flächendeckend erneuert, jedoch werden zusätzliche Trafostationen notwendig sein. Hier ist, insbesondere bei dichter Bebauung und/oder engen Straßenräumen, die Verfügbarkeit der erforderlichen Flächen eine große Herausforderung. Diese Herausforderungen sind allerdings aus Sicht der e-netz (mit aktiver Unterstützung der Stadtverwaltung, insbesondere bei der Akquisition der erforderlichen Flächen) zu bewältigen. Aus Sicht der e-netz gibt es daher keine größeren Teilflächen im Stadtgebiet, in denen der perspektivisch verstärkte Einsatz von dezentralen Wärmepumpen grundsätzlich ausgeschlossen werden müsste.

3.3.3 Wärmenetze / zentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Die ENTEGA AG sowie die ENTEGA Iqony Wärme GmbH betreiben in Darmstadt ein komplexes System aus Wärmeerzeugungsanlagen und Fernwärmenetzen, das sowohl private Haushalte als auch gewerbliche und öffentliche Einrichtungen versorgt. Insgesamt sind mehr als 11.000 Haushalte und Einrichtungen an das Fernwärmenetz angeschlossen, das derzeit aus mehreren Teilnetzen besteht. Industrielle und gewerbliche Areal-Wärmenetze sind hier nicht dargestellt.

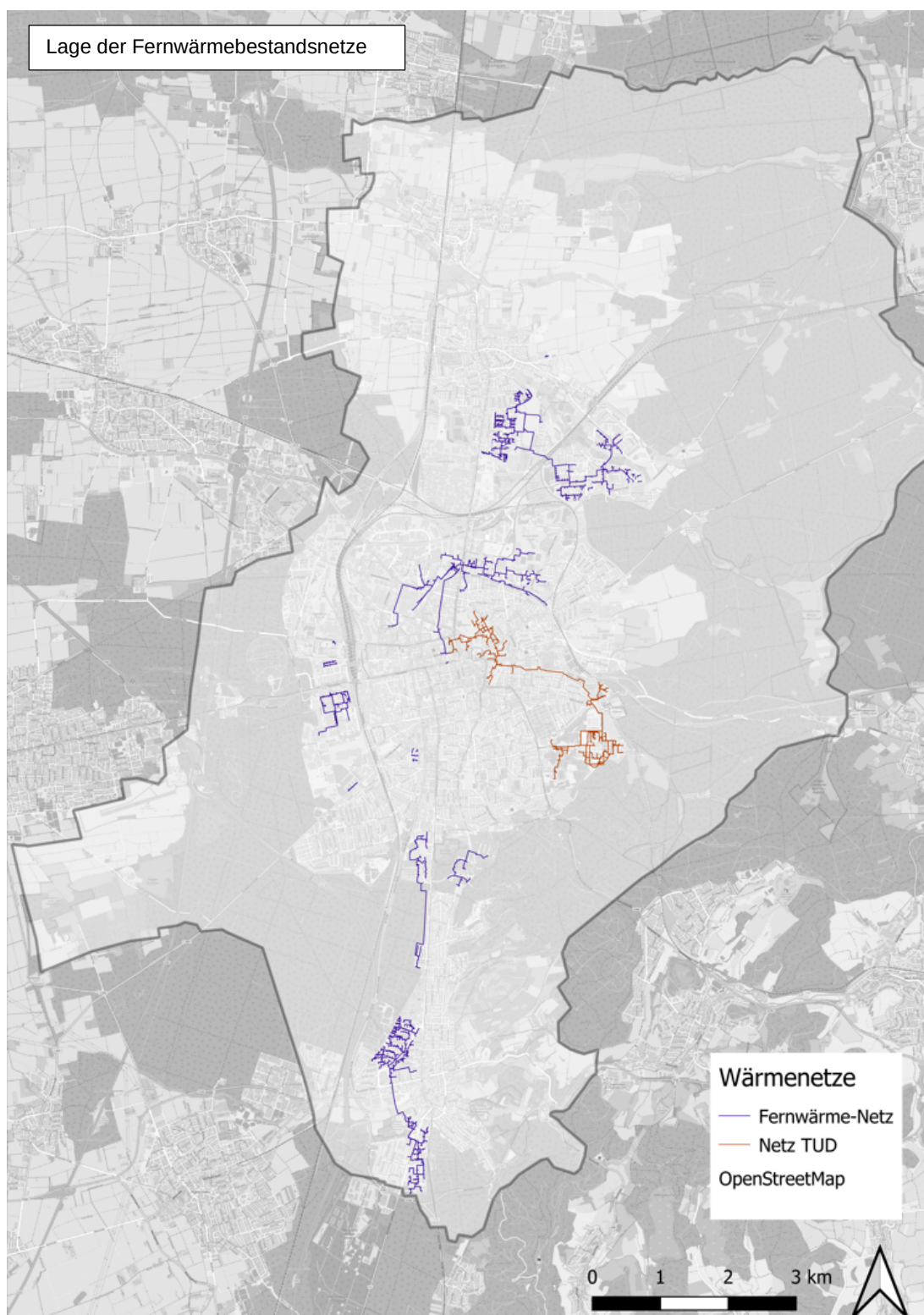


Abbildung 7 Lage der Fernwärmebestandsnetze (Stand 2024)
(eigene Darstellung, auf Grundlage der Informationen von ENTEGA AG (2024);
Kartengrundlage OpenStreetMap)

Einige dieser Teilnetze sollen künftig in größeren Netzverbünden zusammengeführt werden, andere sind bereits über Verbindungsleitungen miteinander gekoppelt oder befinden sich aktuell in der Vernetzungsphase. In fünf von ENTEGA AG beauftragten Transformationsplänen wird die Entwicklung der sechs Teilnetze hin zur Treibhausgasneutralität detailliert dargestellt:

- Darmstadt-Arheilgen/Kranichstein,
- Darmstadt-Nord,
- das Technologie-Zentrum Rhein-Main (TZ-Gelände),
- Darmstadt-Eberstadt sowie die
- Lincoln-Siedlung einschließlich des im Bau befindlichen Ludwigshöhviertels.

Die Transformationspläne wurden im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) bei der BAFA eingereicht und berücksichtigen die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG). Damit wird sichergestellt, dass die Planung der Fernwärmeausbau- und Dekarbonisierungsmaßnahmen sowohl förderfähig ist als auch den Zielen der kommunalen Wärmeplanung entspricht. Zusammen bilden diese Pläne die Grundlage für die künftige, umfassende Transformation der Fernwärmenetze im Stadtgebiet Darmstadts

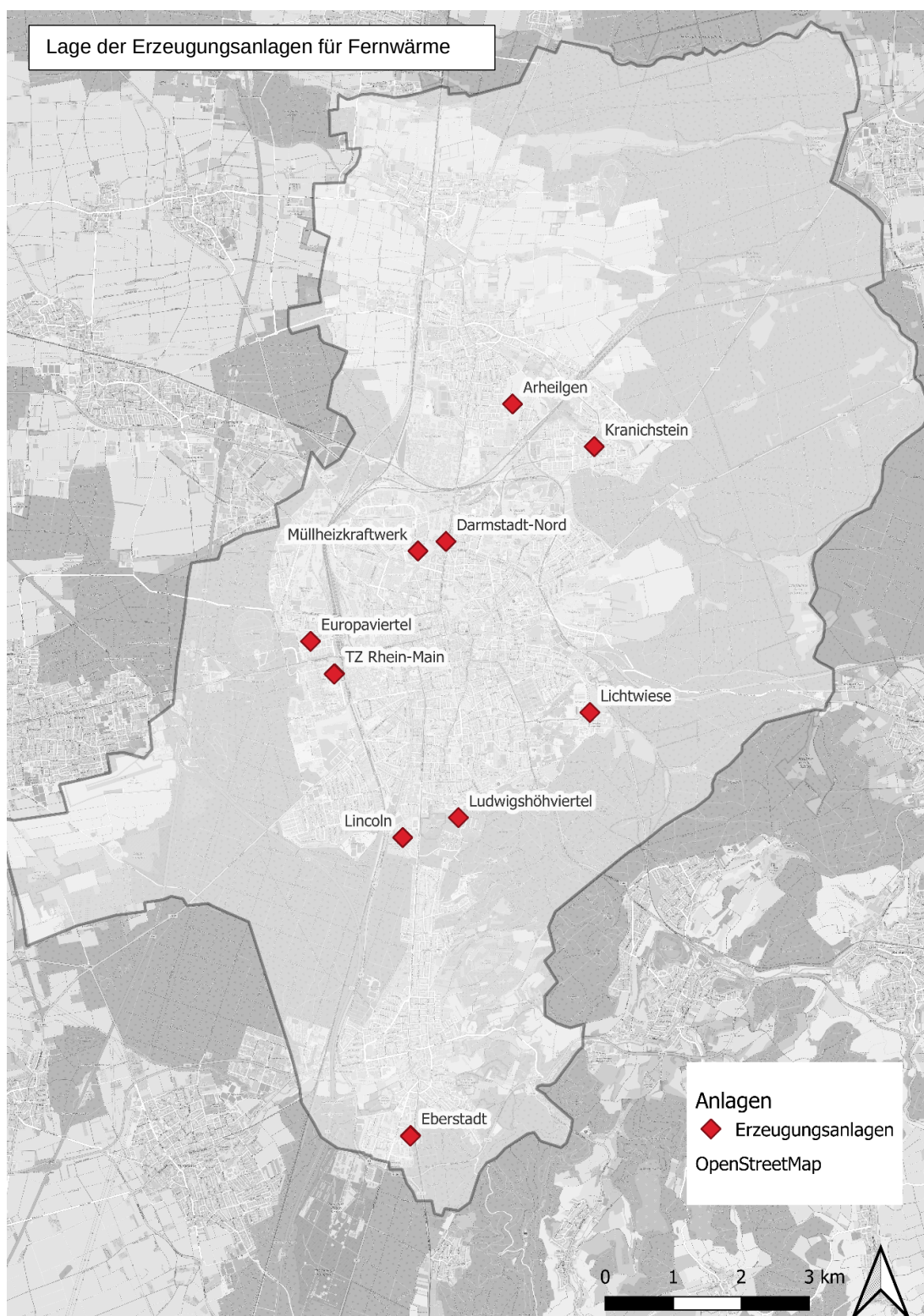


Abbildung 8 Lage der Erzeugungsanlagen für Fernwärme in Darmstadt; Stand 2024
(eigene Darstellung auf Grundlage der Informationen von ENTEGA AG (2024),
Kartengrundlage OpenStreetMap)

Die Wärmeversorgung in Darmstadt erfolgt derzeit überwiegend über moderne Blockheizkraftwerke (BHKW) sowie über die thermische Abfallverwertung im Müllheizkraftwerk (MHKW) Darmstadt. Die BHKW werden vorzugsweise mit Biogas betrieben und erzeugen Wärme und Strom gleichzeitig, nutzen aber bei Bedarf auch Erdgas. Im Gegensatz dazu wird ausschließlich Erdgas in klassischen Heizkesseln verbrannt, ohne dass eine gekoppelte Stromerzeugung erfolgt. Das MHKW befindet sich aktuell im Umbau und wird voraussichtlich ab 2027/28 eine deutlich höhere Wärmeauskopplung ermöglichen. Die sechs weitgehend eigenständigen Wärmenetze operieren auf unterschiedlichen Temperaturniveaus, wobei die Vorlauftemperaturen zwischen 90 °C und 140 °C variieren. Die Netze Arheilgen und Kranichstein sind bereits miteinander verbunden, während in den neu erschlossenen Netzgebieten Lincoln-Siedlung und Ludwigshöhviertel Konversionsflächen ehemaliger militärischer Liegenschaften genutzt werden.

ENTEGA AG plant die weitere Dekarbonisierung der Fernwärme in Darmstadt auf Basis eines strategischen Konzepts zur Ausschöpfung der Abwärme des MHKW, das Rahmenbedingungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) berücksichtigt.

Ergänzend zu den Netzen der ENTEGA AG betreibt die ENTEGA Iqony Wärme GmbH die Wärmeversorgung am Campus Lichtwiese der Technischen Universität Darmstadt. Diese erfolgt über ein eigenständiges Fernwärmenetz, das über eine zentrale Energiezentrale mit mehreren Blockheizkraftwerken und Heißwasserkesseln versorgt wird. Über eine Wärmetrasse ist das TU-Netz mit dem Fernwärmenetz der ENTEGA AG verbunden.

3.3.4 Dezentrale Wärmeerzeugung / Auswertung Feuerstätten

3.3.4.1. Enthaltene Daten

Die übermittelten Datensätze des hessischen Schornsteinfegerinnungsverbandes umfassen nachfolgenden Informationen:

- Postleitzahl
- Gemeindename
- Straße sowie Hausnummer
- Feuerstättennummer
- Art der Feuerstätte
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Brennwert- oder Heizwerttechnik
- Zentralheizung oder Einzelraumheizung

Die Feuerstättennummer wird fortlaufend auf einer Adresse vergeben. Die Feuerstättenart umfasst 60 verschiedene Arten von Feuerstätten, wie zum Beispiel: Herd, Kaminofen, Heizkessel, Luftprozessanlagen oder Fischräucheranlagen. Die Feuerstätten haben eine Nummer und eine Abkürzung bestehend aus 2 Buchstaben. In den Rohdaten waren sowohl die Nummern als auch die Abkürzungen vorhanden.

Einer ähnlichen Systematik folgen die Brennstoffe (42 Eintragungen). Diese haben eine fortlaufende „aktuelle ID“, die Brennstoffgruppe nach § 3 1.BImSchV (Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes), sowie das Attribut („F“, „G“, „O“) und die Bezeichnung nach § 3 1.BImSchV. In den Rohdaten waren die aktuelle ID als auch die Bezeichnung genutzt.

3.3.4.2. Aufbereitung

Um die Rohdaten gut nutzbar zu machen, wurden die Codierung der Feuerstättenart und der Brennstoffe einheitlich gestaltet. Auch wurden in diesem Schritt die Feuerstätten nach Prozesswärme / Raumwärme Warmwasser unterteilt. Es wurden nur Feuerungsstätten weitergeführt, die für Raumwärme und / oder Warmwasserbereitstellung genutzt werden.

Ebenfalls wurden Datensätze, die unvollständige waren (zum Beispiel ohne Baujahr, Nennwärmeleistung oder Adressbezug), aussortiert. Datensätze, die nicht plausibel waren (zum Beispiel Baujahr: 2121) wurden ebenfalls nicht weiter genutzt.

Es fand ein Abgleich mit den Schornsteinfeger Auswertungen 2021 und 2022 statt. Es wurden Abweichungen in den Zuordnungen bezüglich Altersklassen und Größenklassen festgestellt. In Summe waren die Abweichungen zu vernachlässigen.

3.3.4.3. Berechnungen

Zur Umrechnung von der installierten Leistung der Feuerstätten auf den jährlichen Wärmebedarf wurden anlagentypische Vollbenutzungsstunden angesetzt. Dabei wurden Brennstoff, Leistung, Baujahr, Brennwert/Heizwert und Einzelraum-/Zentralheizung berücksichtigt. Für die Berechnung der sekundären Endenergie (siehe dazu Abbildung 9) wurde ebenfalls die Anlagenaufwandszahl genutzt.

Hier sei der Hinweis gestattet, dass es sich um berechnete Bedarfswerte handelt, die von den Verbrauchsdaten (erhobene Echtdaten) der Netzbetreiber abweichen können.

3.3.4.4. Übertragung in das Wärmekataster

Die Schornsteinfegerdaten sind auf Feuerungsanlage-Ebene angelegt und haben einen Adressbezug. Dadurch war eine Verknüpfung mit dem Wärmekataster möglich. Allerdings gibt es neben dem Idealfall (Zuordnung einer Zentralheizung zu einem Gebäude an einer eindeutigen Adresse), noch mehrere andere Fälle.

- Wenn eine Zentralheizung mehrere Häuser versorgt, wird jedem Haus ein Anteil der Leistung (und damit der Arbeit) zugeteilt.
- Bei mehreren Zentralheizungen bei einem Haus (Etagen-/Wohnungsheizungen) wird die Leistung (und damit die Arbeit) bei dem Haus addiert.
- Falls eine oder mehrere Zentralheizungen einem Haus zugeteilt wurden, werden Holz-Einzelraumfeuerungen ignoriert. Im städtischen Umfeld Darmstadts wird davon ausgegangen, dass Holz-Einzelraumfeuerungen lediglich zum gelegentlichen zu Heizen genutzt werden.

Anders ist es bei Kohlen-, Öl- oder Gas-Einzelraumfeuerungen. Hier wird unterstellt, dass diese vollständig den Raumwärmebedarf decken müssen, zusätzlich zu eventuell vorhandenen Zentralheizungen. Kohlen-, Öl- oder Gas-Einzelraumfeuerungen werden seit Jahren weniger, werden aber vereinzelt in Darmstadt immer noch genutzt.

Für das Wärmekataster ist neben Einzelraum- oder Zentralheizung noch der Energieträger wichtig. Hier wird der Energieträger mit dem größten Anteil zur Arbeit als Hauptenergieträger definiert. Dabei ist unerheblich, ob der Energieträger in einer zentralen oder einer Einzelraumheizung genutzt wird.

3.4. Wärmekataster / Wärmebedarfe

Datengrundlage zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans bieten Daten, die durch die Stadt Darmstadt zur Verfügung gestellt wurden. Dies umfasst Daten zur Gemeinde- und Gebäudestruktur (Vermessungsamt, 2023; Amt für Wirtschaft und Stadtentwicklung - Abteilung Statistik und Stadtforschung 2024), sowie Zensusdaten (GWZ 2011, Amt für Wirtschaft und Stadtentwicklung - Abteilung Statistik und Stadtforschung, 2024) und die Bereitstellung von Wärmebedarfswerten und Informationen zur spezifischen Nutzfläche über das Produkt Wärmeatlas Hessen (kurz: WAH, LEA, 2023). Darüber hinaus wurden Schornsteinfegerdaten Gebäudescharf zur Verfügung gestellt (2024). Die Verbrauchsdaten zu Fernwärmeverbrauch (Mittelwert 2021-2023; ENTEGA, 2024) und Gasverbrauch (Mittelwert 2019-2023; e-netz 2024) der Gebäude wurde unter Einhaltung der Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten durch die Netzbetreiber ENTEGA AG und e-netz in Form von auf Cluster aggregierten Werten übermittelt. Ein Cluster umfasst dabei, je nach Notwendigkeit der Aggregation, von einem bis zu fünf Gebäuden gleicher Typologie.

Die Basis der weiteren Datenzuordnungen bildet der ALKIS-Adresspunkt und die Adressliste der Gesamtstadt. Um eine Verschneidung der vorliegenden Daten vorzunehmen, wird jede Adresse der städtischen Adressliste mit einer eindeutigen Identifikationsnummer versehen (Adress-ID). Im Zuge der Datensatzzusammenführung wurde im Falle von mehreren Objekten je Adresse diese Objekte auf die Adress-ID zusammengeführt. Für einige der auf Basis der Adressliste der Stadt Darmstadt erfassten Gebäude ist im weiteren

Verlauf der Zuordnungen keine Datenzuordnung möglich. Ursächlich hierfür sind Adressen, die vergeben aber noch nicht bebaut sind und somit nicht in ALKIS erfasst sind. Weiterhin sind einige Gebäude bereits gebaut, haben aber noch keine ALKIS-ID. Eine fortlaufende Aktualisierung des Datensatzes wird empfohlen.

Auf Basis der erzeugten Adress-ID wurden alle weiteren Daten zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgt auf Basis der Adresse für Daten zu Baualter, Anzahl der Wohnungen, Gebäudenutzung, Brennstofftyp und Heizungsalter und Wärmeverbrauchsdaten. Da für Gebäude ohne Feuerstätte (Fernwärme, Strom) keine gebäudescharfe Zuordnung zum Heizungstyp vorlag, wurden diese Versorgungsarten anhand der Netztypologie Fernwärme und Ortskenntnissen erarbeitet. Im Bereich der Gebäudeversorgung kommt es darüber hinaus zu Mitversorgungen im Bereich Gas und Fernwärme, vereinzelt auch im Bereich Öl und Holz, welche ebenfalls nicht in den verfügbaren Datensätzen abgebildet sind. Diese Gebäude wurden ebenfalls auf Basis der bestehenden Daten. Um die Werte des Wärmeatlas Hessen (WAH, modellierte Gebäudebedarfswerte) dem Kataster zuzufügen, wurden die originär nur Gebäudeumringen zugeordneten Daten mehrstufig auf die ALKIS-Datenpunkte zurückverteilt. Da die Rückzuordnung zu den ALKIS-Adresspunkten automatisiert zugeordnet wurde, können im Falle von Schätzfehlern oder Datenlücken im WAH Fehlzuordnungen entstehen.

Die im letzten Schritt zum Wärmekataster zugeordneten Verbrauchswerte wurden datenschutzkonform in Gebäudeclustern von bis zu fünf Gebäuden von ENTEGA AG / e-netz zur Verfügung gestellt. Dies geschah getrennt nach Fernwärme- und Gasversorgung, wobei der jeweilige Versorgungstyp im Vorfeld nicht bekannt war und in die Clusterbildung nicht einfließen konnte. Von den Netzbetreibern wurden Clusterwert für Erdgas für die Jahre 2019 bis 2023 und für Fernwärme für die Jahre 2021 bis 2023 bereitgestellt. Diese Daten wurden anhand der spezifischen Daten für die Stadt Darmstadt witterungsbereinigt und zur Darstellung des „Status Quo“ wurde ein Mittelwert über die o.g. Jahre gebildet.

Die Rückrechnung der aggregierten Werte im Cluster erfolgte unter Berücksichtigung der erarbeiteten Energieträgerinformation und unter Einbeziehung der Energiebezugsfläche des Objekts. So konnten die Werte anteilig zur Objektgröße zurückverteilt werden. Fehlende Energieträgerinformationen und/ oder Informationen zur Energiebezugsfläche können in Einzelfällen zu einer fehlerhaften Umverteilung des Energiebedarfs innerhalb der Cluster führen.

Als Bezugsgröße für die weiteren Betrachtungen wurden die gelieferten Verbrauchsdaten (Endenergie primärseitig) auf den „Energiebedarf sekundärseitig“ umgerechnet. Dabei handelt es sich um die Wärmemenge, die von der Erzeugungsanlage bzw. der Übergabestation in das Gebäude abgegeben wird. Durch diese Bezugsgröße werden die Einflüsse

der Anlagentechnik aus der Betrachtung des Energiebedarfs herausgenommen, sodass dieser unabhängig vom Energieträger und den Anlagewirkungsgraden der Erzeugungsanlagen ist (Vergleichbarkeit mit Fernwärme).

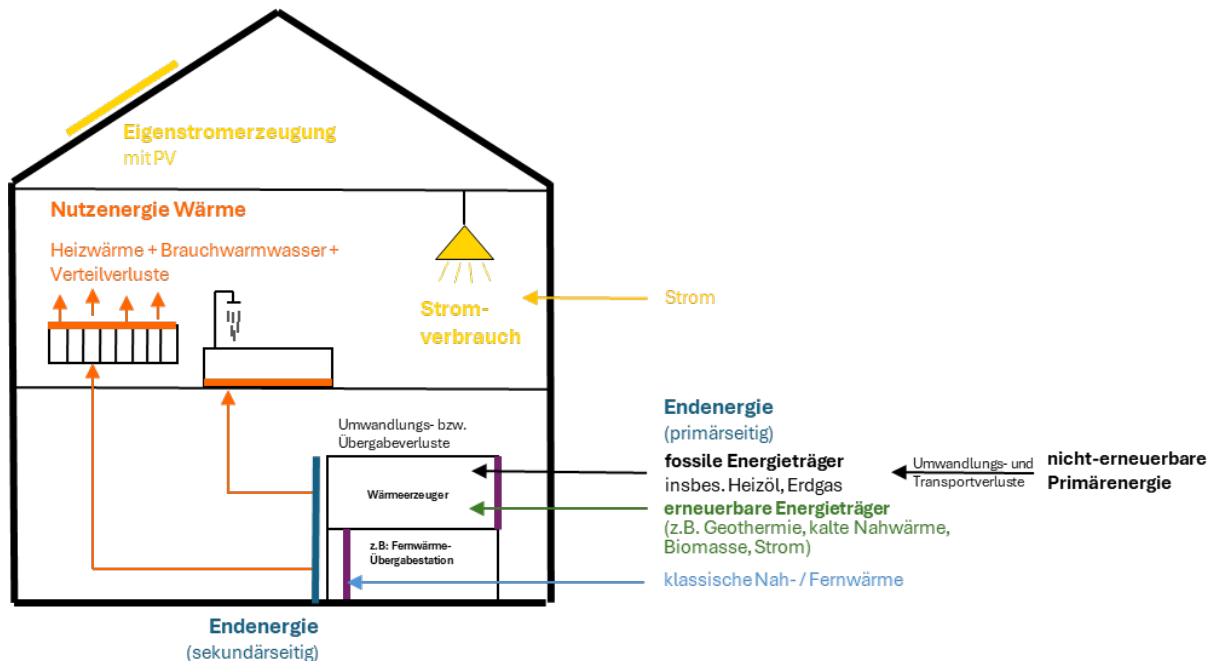


Abbildung 9 Energiebegriffe / Bilanzgrenzen
eigene Darstellung

Als Resultat der Datenverarbeitung enthält das erarbeitete Wärmekataster alle gebäudeseitigen Informationen zu Energieträgern und Wärmebedarfen (primär- und sekundärseitig) für alle erfassten Gebäude in Darmstadt. Da sich die verwendeten Rohdaten auf unterschiedliche Bezugsebenen (Nutzenergie, Endenergie) beziehen, wurden die Daten so angepasst, dass sich alle Auswertungen zu den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarfen final immer auf die sekundärseitige Endenergie als einheitliche Bezugsgröße beziehen.

Der Gesamtdatensatz ist ausreichend robust für die Zwecke der Kommunalen Wärmeplanung aber im Besonderen in Gebieten mit hohem Anteil von Einfamilien- und Reihenhäusern sollten im Zuge der Erstellung von Quartierskonzepten o.ä. weitere Datenerhebung durchgeführt werden, um die Datengrundlage zu sichern. Im Zuge der ersten Fortschreibung der KWP sollte das Wärmekataster, aufgrund der dann voraussichtlich geklärten Rechtslage, noch einmal nachgeschärft werden.

Der größte Teil des Wärmebedarfs in Darmstadt entfällt auf Wohngebäude, welche Ebenfalls die größte Wärmebezugsfläche aufweisen (Tabelle 3).

Tabelle 3 Wärmebedarf (Status quo) [MWh/a] nach Hauptnutzung

	Wärmebedarf (status quo) [MWh/a]	Energiebezugs- fläche [m²]
Wohngebäude	975.323	7.673.390
gemischt genutzte Gebäude	81.212	512.239
Nicht-Wohngebäude	326.424	4.675.665
Summe	1.382.959	12.861.294

Basierend auf den gebäudescharfen Wärmebedarfswerten werden Wärmedichtekarten erzeugt. Dabei werden die Wärmebedarfe eines fest definierten Gebiets, in diesem Fall eines Baublocks, aufaddiert und in Relation zur jeweiligen Fläche gesetzt. Dies ermöglicht die Bewertung der vorhandenen Wärmedichte mit Blick auf eine mögliche zukünftige Versorgung durch ein Wärmenetz. Die Abbildung 10 zeigt die Wärmedichten der einzelnen Baublöcke für die Gesamtstadt, die Abbildung 11 bis Abbildung 13 ermöglichen eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Stadtteile.

Zur Identifikation von Quartieren mit hoher Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung mittels Fern- oder Nahwärmenetz wurde für die Darstellung als Schwelle eine Wärmedichte von $\geq 415 \text{ MWh/ha} \cdot \text{a}$ festgelegt. Dieser Wert orientiert sich an den von der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg / dem Leitfaden des Bundes vorgeschlagenen Kategorien, wonach ab etwa $415 \text{ MWh/ha} \cdot \text{a}$ ein Richtwert für die Wirtschaftlichkeit für konventionelle Wärmenetze im Bestand erreicht ist. Durch diese Auswahl wird sichergestellt, dass die ausgewiesenen Baublöcke über eine ausreichend hohe Verbrauchsichte verfügen, um die Verteil- und Investitionskosten eines Wärmenetzes wirtschaftlich tragen zu können.

In den folgenden Abbildungen sind daher aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die Baublöcke mit einer Wärmedichte ab $415 \text{ MWh/ha} \cdot \text{a}$ farblich dargestellt. In den anderen bebauten Bereichen der Wissenschaftsstadt Darmstadt liegen die Wärmedichten unter diesem Wert.

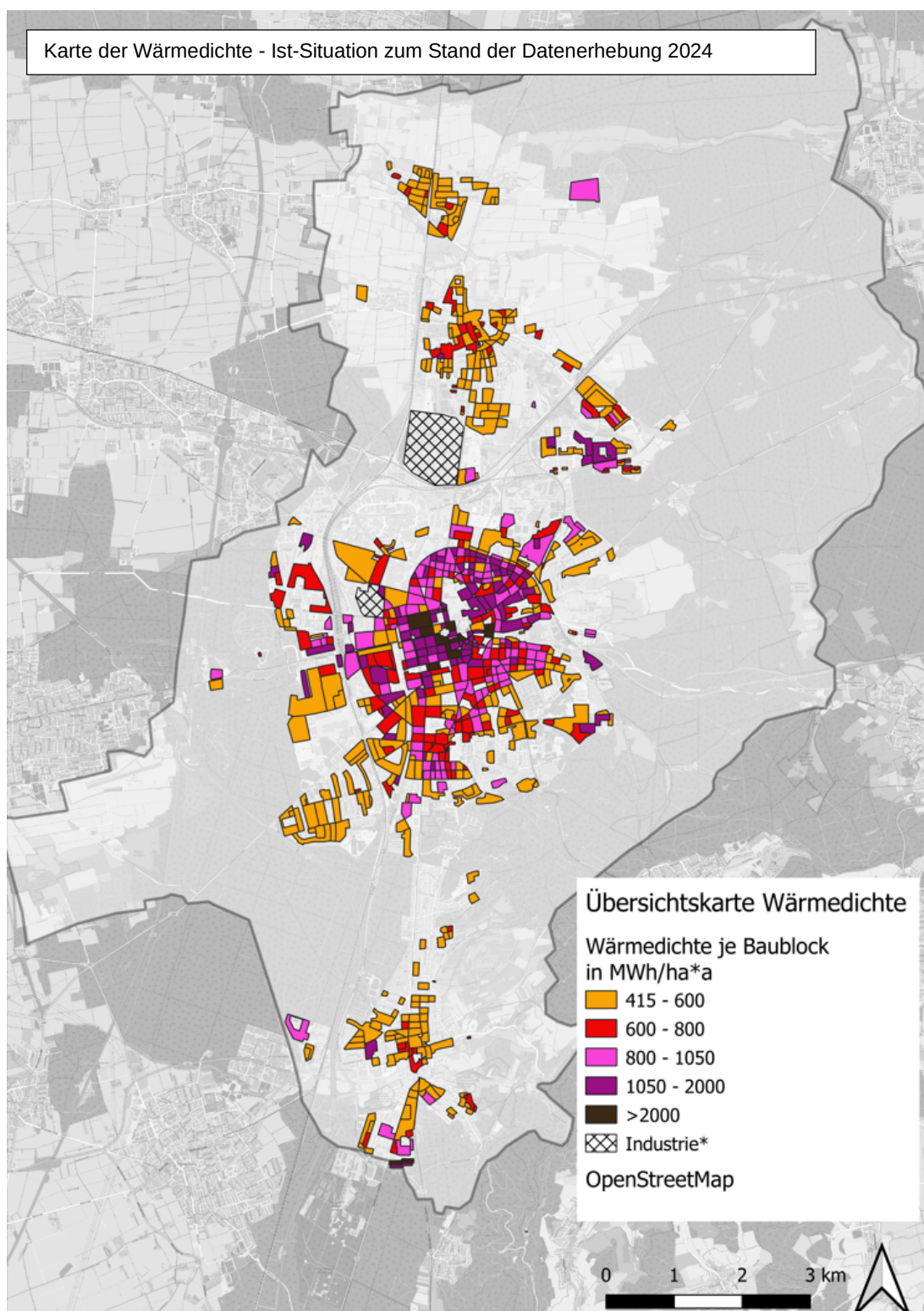


Abbildung 10 Übersichtskarte Wärmedichte - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

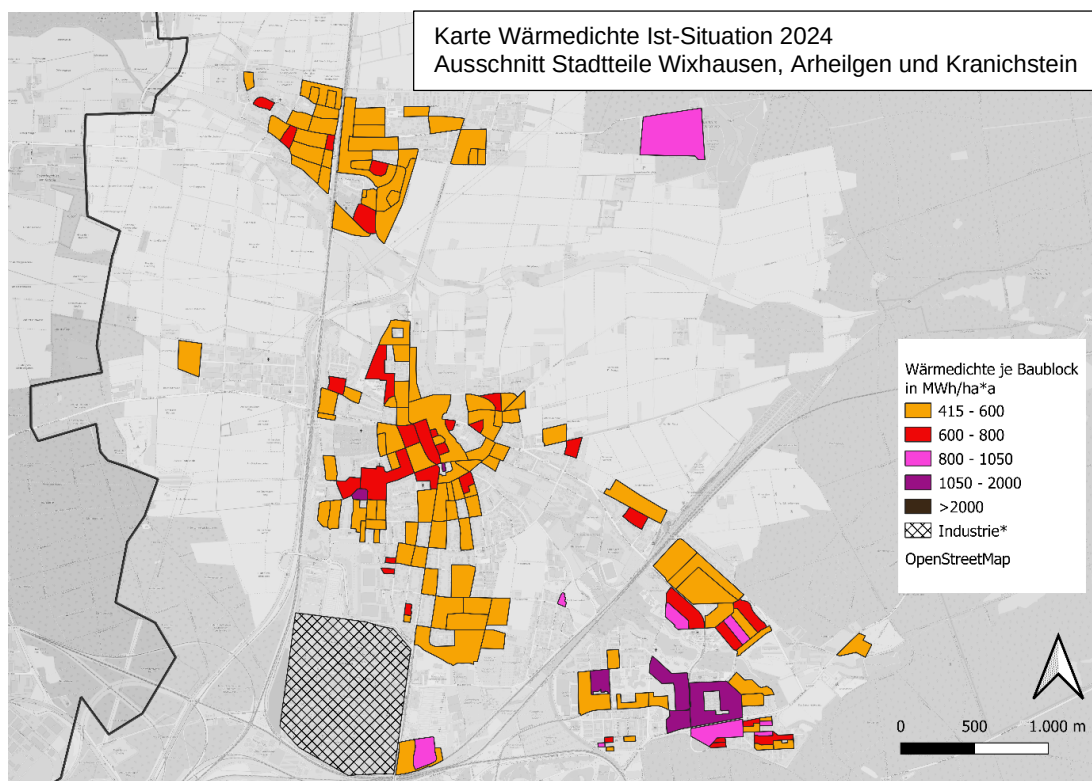


Abbildung 11 Karte Wärmedichte -Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG, (eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

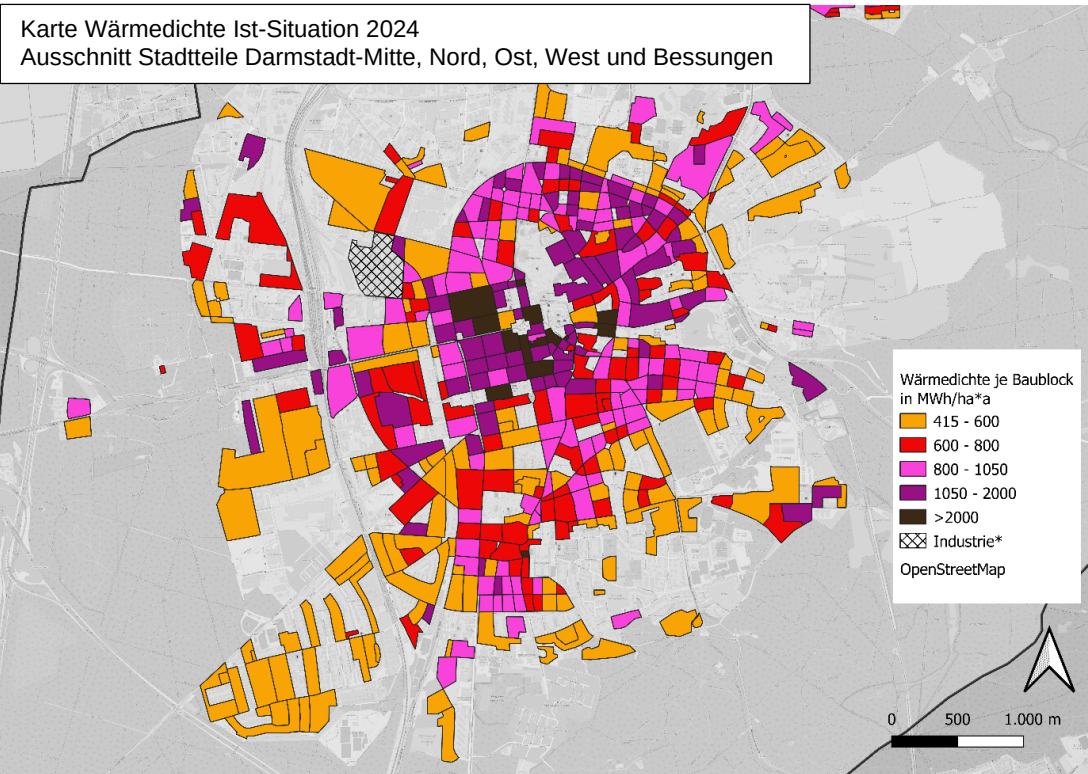


Abbildung 12 Karte Wärmedichte - Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG ,
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

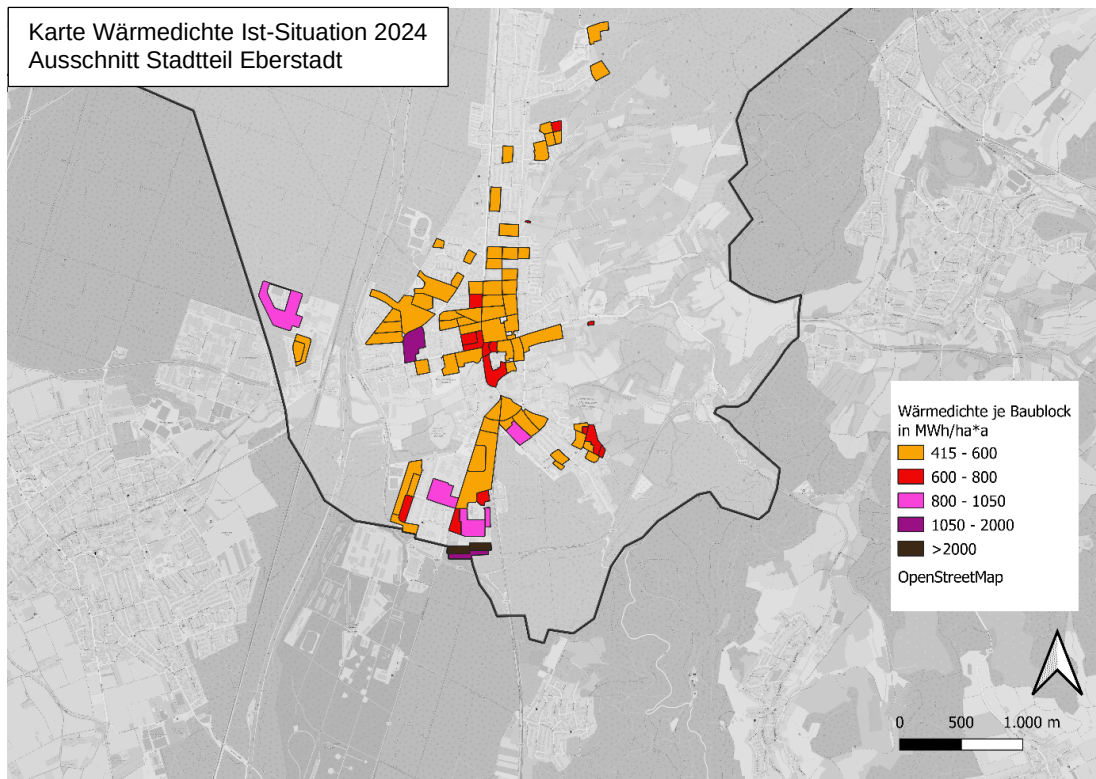


Abbildung 13 Karte Wärmedichte –Ausschnitt Stadtteil Eberstadt - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024
(eigene Darstellung; Kartengrundlage OpenStreetMap)

Neben der Darstellungsform der (flächenbezogenen) Wärmedichte auf Baublockebene ermöglicht eine Beurteilung der Wärmelinendichten für Straßenabschnitte die Identifikation von Gebieten, die potenziell für ein Wärmenetz geeignet sind. Wärmelinendichten (Einheit: kWh/m) beschreiben den Wärmeverbrauch je laufendem Trassenmeter. Die entsprechende Auswertung ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

So zeigen Gebiete mit enger Bebauung und größeren Wohn- oder Nicht-Wohngebäuden regelmäßig hohe Liniendichten während gerade die Siedlungsbereiche mit hohen Anteilen an Einfamilienhäusern und Reihenhäusern geringe Wärmedichten zeigen. Dies zeigt sich auch in Darmstadt mit hohen bis sehr hohen Liniensichten im Innenstadtbereich und geringen Liniendichtewerten in dünner besiedelten Stadtteilen wie zum Beispiel Wixhausen.

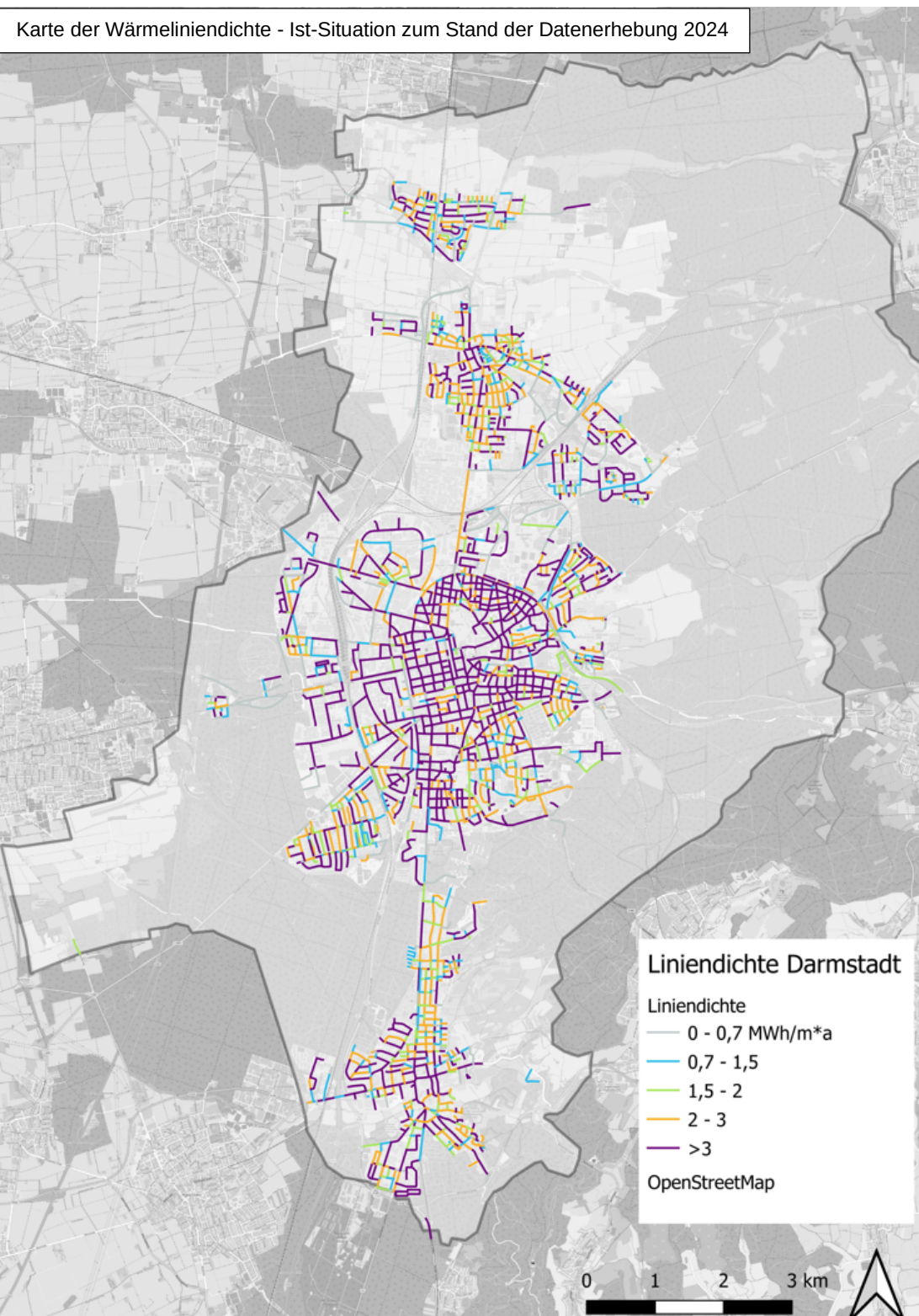


Abbildung 14 Übersichtskarte Wärmelinien-dichte - Ist-Situation, Stand der Datenerhebung 2024)
(eigene Darstellung; Kartengrundlage OpenStreetMap)

3.5. Aufteilung auf die Energieträger und Berechnung der THG-Emissionen

3.5.1 Methodische Vorbemerkungen

Wie in Kapitel 3.5.1 dargestellt, werden rund 1.383.000 MWh Wärmeenergie (Endenergie sekundärseitig) zur Beheizung von Gebäuden und Warmwasserbereitung in Stadt Darmstadt benötigt. Die Methodik zur Zuordnung zu den Energieträgern wurde bereits in den Kapiteln 3.3.4 und 3.4 erläutert.

Die THG-Berechnung im Rahmen dieses Gutachtens basiert auf der Methodik des Leitfadens des Bundes zur kommunalen Wärmeplanung. Es werden ausschließlich die durch die Erzeugung von Wärme eingesetzte Energie verursachten THG-Emissionen betrachtet. Originäre Stromverbräuche (wie zum Beispiel Beleuchtung, EDV/IT, Pumpen und Motoren), sowie der Verkehrssektor werden nicht abgebildet.

Zur Energie- und Treibhausgasbilanz des Klimaschutzplans 2035 (und dessen Fortschreibungen) gibt es folgende wesentliche Unterschiede. In der dortigen Bilanz:

- werden die Energieverbräuche für sämtliche Anwendungszwecke und die dadurch verursachten THG-Emissionen betrachtet,
- wird eine jahresscharfe Bilanzierung ohne Witterungsbereinigung vorgenommen, während im Rahmen dieses Gutachtens der Wärmeverbrauch im Status Quo als witterungsbereinigter Mittelwert der Jahre 2019 bis 2023⁶ ermittelt wurde,
- werden die auf die Gesamtstadt (bzw. auf Stadtteile) aufsummierten Energieverbräuche und THG-Emissionen bilanziert, während in diesem Gutachten den einzelnen Gebäuden ein Hauptenergieträger und ein Verbrauchswert zugeordnet wird,
- werden THG-Faktoren nach der BSKO-Methodik „Bilanzierungs-Systematik Kommunal“ (kurz: BSKO-Methodik⁷) verwendet, während im Rahmen dieses Gutachtens die THG-Faktoren gem. „KWW-Technikkatalog Wärmeplanung“⁸ des Bundes, sowie der Anlage 9 zum Gebäudeenergiegesetz (GEG), verwendet werden.

Dadurch kommt es sowohl hinsichtlich der Energiemengen sowie bei den THG-Emissionen zu Abweichungen zwischen den beiden Berechnungen. Insbesondere der letztgenannte Punkt führt bei gekoppelten Prozessen (Kraft-Wärme-Kopplung) und bei der Nutzung von Abwärme aus der Abfallverbrennung zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen bei der Berechnung der THG-Emissionen. Am Beispiel der Abwärme aus dem MHKW soll dies verdeutlicht werden.

6 Fernwärme nur für die Jahre 2021 bis 2023

7 difu 2025

8 Bosse et al. 2025

- Gemäß BISCO-Methodik wird bei der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung eine Aufteilung der bei der Abfallverbrennung tatsächlich und somit real entstehenden Emissionen aus dem nicht-erneuerbaren Anteil des Abfalls auf Strom und Wärme vorgenommen. Sofern keine exakten Daten zur Berechnung vorliegen, ist ein Wert von 260 gCO₂/kWh anzunehmen.
- Gemäß „KWW-Technikkatalog Wärmeplanung“ wird die „Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen“ entsprechend Anlage 9 zum GEG mit einem definierten Wert von 20 gCO₂/kWh berechnet, nicht zuletzt, weil gem. GEG die Abwärme als „unvermeidbare Abwärme“ eingestuft wird und damit die THG-Emissionen weitestgehend der Entsorgungsaufgabe „Abfallverbrennung“ zugeordnet wird.

In der folgenden Tabelle sind die THG-Emissionsfaktoren gemäß Technikkatalog dargestellt.

Tabelle 4 THG-Emissionsfaktoren gemäß Technikkatalog (CO₂-Äquivalent pro kWh Endenergie (Hi))
[Bosse et al. 2025]

Energieträger		2022	2025
Fossile Brennstoffe	Heizöl	310	310
	Erdgas ⁹	240	240
	Braunkohle	430	430
	Steinkohle	400	400
Biogene Brennstoffe	Holz	20	20
	Biogas	139	140
Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0	0
	Erdkälte, Umgebungskälte	0	0
	Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen	20	20
	Abwärme aus Prozessen	40	40
Strom-Mix-D		499	328
Grauer Wasserstoff	Mittelwert	325	

Die THG-Faktoren sind relativ stabil, nur beim „Strom-Mix-D“ verändern sich die Zahlen aufgrund des zunehmenden Anteils erneuerbarer Energie beim bundesweiten Strom-Mix.

In der Stadt Darmstadt sind mehrere Wärmenetze vorhanden, diese sind teilweise unabhängig voneinander. Die ENTEGA AG stellt für das Europa-Viertel (231 gCO₂/kWh), die Lincoln-Siedlung (0 gCO₂/kWh) und für „Nord“ (Bürgerpark, Nord Johannesviertel und

⁹ Wird auch für Flüssiggas angesetzt

Nord Martinsviertel) (21 gCO₂/kWh) Zertifikate mit einem Emissionsfaktor öffentlich zur Verfügung. Für das Gebiet „Eberstadt“ liegt der Wert bei 93 gCO₂/kWh¹⁰.

Für die Gebiete Arheilgen und Kranichstein und TZ-Rhein-Main sowie für das TU-Netz liegen keine Zertifikate mit Emissionsfaktoren vor. Vereinfacht wird hier von folgenden Annahmen ausgegangen und eine Zuordnung der Emissionsfaktoren gemäß GEG Anlage 9, Absatz 3 vorgenommen:

- Arheilgen und Kranichstein: Erzeugung von Kesselwärme (Erdgas) und KWK (Turbine, erdgasbetrieben); Anteil KWK ca. 70 %; daraus ergibt sich eine Einstufung nach Nummer 9 mit einem Emissionsfaktor von 180 g CO₂/kWh
- TZ-Rhein-Main: überwiegende Erzeugung von Kesselwärme (Erdgas), Anteil KWK (Biomethan) << 70 %; daraus ergibt sich eine Einstufung nach Nr. 24 mit einem Emissionsfaktor von 300 g CO₂/kWh
- Netz der TU: es wird davon ausgegangen, dass ca. die Hälfte der Energie aus dem Nordnetz bezogen wird (21 g CO₂/kWh) und die andere Hälfte in KWK-Prozessen mit einem KWK-Anteil > 70 % (Erdgas) erzeugt wird (Einstufung nach Nr. 21: 180 g CO₂/kWh); daraus ergibt sich ein Emissionsfaktor von 100 g CO₂/kWh

Für den Energieträger „unbekannt“ wird eine Aufteilung in „Strom“ und „unbekannt“ auf Grundlage der von der e-netz für die Gesamtstadt bereitgestellten Daten zum Strom für Wärme (differenziert nach Direktheizungen/Speicherheizungen und Wärmepumpen) vorgenommen. Für die verbleibende Menge „unbekannt“ wird der THG-Emissionsfaktor für Erdgas angesetzt.

10 Darmstädter Echo 2024-10-25: Artikel „Fernwärmestrategie für Darmstadt“

3.5.2 Wärmebedarf und THG-Emissionen (Status quo) [MWh/a] nach Hauptenergieträger

In der folgenden Tabelle ist die ermittelte Aufteilung auf die Energieträger (sekundär- und primärseitig) sowie die THG-Emissionen für den Status Quo dargestellt.

Tabelle 5 Wärmebedarf und THG-Emissionen (Status quo) [MWh/a] nach Hauptenergieträger

	Wärmebedarf sekundärseitig [MWh]	Wärmebedarf primärseitig [MWh]	THG [t CO ₂ eq]
Erdgas / Flüssiggas	949.909	1.037.904	248.601
Heizöl	119.919	136.748	42.392
Fernwärme	209.842	209.895	21.446
Strom	67.454	24.091	7.902
sonstige (Festbrennstoffe)	8.776	11.317	317
unbekannt	27.059	30.066	7.216
Summe	1.382.959	1.419.954	320.658

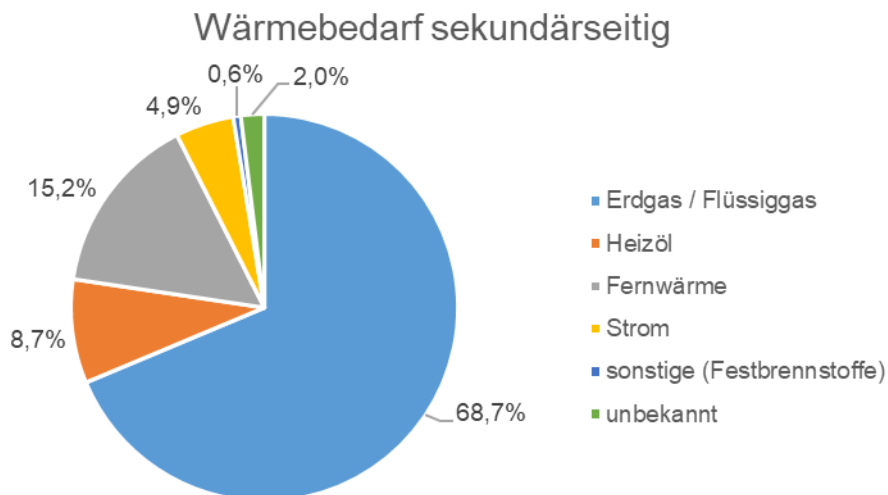


Abbildung 15 Anteil der Energieträger an der gesamten Wärmemenge für den Gebäudebereich in Darmstadt

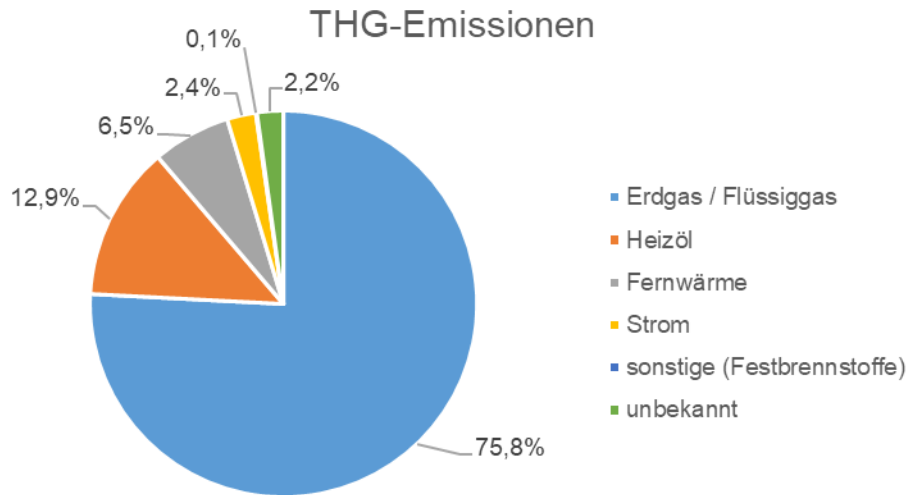


Abbildung 16 Aufteilung der THG-Emissionen auf die Hauptenergieträger

Aus der oben dargestellten Tabelle und den Abbildungen ergibt sich folgendes Bild

- Mit Erdgas (und geringe Menge Flüssiggas) werden ca. 69 % der Wärmemenge erzeugt, und ca. 76 % der THG-Emissionen verursacht.
- Mit rund 15 % ist Fernwärme der zweitwichtigste Energieträger zur Wärmebereitstellung in Darmstadt. Der Anteil an den THG-Emissionen liegt bei ca. 6,5%.
- Mit Heizöl werden rund 9 % des Wärmebedarfs erzeugt. Der Anteil an den THG-Emissionen liegt bei ca. 13 %.
- Strombasierte Heizungen (Speicherheizungen und Wärmepumpen) tragen zu ca. 5 % zur Deckung des Wärmebedarf bei und verursachen ca. 2,4 % der THG-Emissionen.
- Holz und Kohlen sind zu „sonstige“ Energieträger zusammengefasst. Diese stellen erwartungsgemäß nur einen geringen Anteil des Gesamtwärmebedarfs zur Verfügung.
- Für ca. 2 % des Wärmebedarfs (und der THG-Emissionen), ist der Energieträger „unbekannt“. Hier ist also weder über die Daten der Netzbetreiber noch über die Daten der Schornsteinfeger eine Zuordnung möglich.

4 Potenzialanalyse

Im vorherigen Kapitel wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden THG-Emissionen in der Wissenschaftsstadt Darmstadt dargestellt. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Senkung der THG-Emissionen aufgezeigt:

- Eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen bewirkt einen Rückgang der THG-Emissionen, die direkt mit diesem Verbrauch verbunden sind.
- Ein Energieträgerwechsel hin zu Energieträgern und Wärmeerzeugungsanlagen, welche weniger THG-Emissionen verursachen und/oder Umweltwärme nutzen, reduziert den spezifischen THG-Ausstoß pro Energieeinheit und ermöglicht so eine weitere Reduktion der Gesamtemissionen.

Zunächst erfolgt eine Erläuterung der Vorgehensweise und Methodik zur Potenzialanalyse.

4.1. Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs der Gebäude

Die Vermeidung von energiebedingten THG-Emissionen lässt sich am effektivsten dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten zuerst die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann durch eine Wärmeversorgung gedeckt werden, die auf fossile Energieträger verzichtet (Grundsatz: „no-emission“ vor „low-emission“).

4.1.1 Wohngebäude / gemischt genutzte Gebäude

In Wohngebäuden gibt es bei der Wärmeversorgung erhebliche Potenziale zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieerzeugung. Dabei konzentrieren sich die Einsparpotenziale besonders auf den Bereich der Gebäudehülle und die Effizienzpotenziale vor allem auf den Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung.

Zur Ermittlung der Einsparungen wurden die „Zielwerte“ des Technikkatalogs des Bundes¹¹ genutzt. Da diese nur den Nutzenergiebedarf darstellen, wurden die Zahlen auf „Energie sekundärseitig“ angepasst.

Für die denkmalgeschützten Wohngebäude wurde ein Wert von 120 kWh/(m²a) als pauschaler Zielwert angesetzt. Für die übrigen Wohngebäude wurde das KfW-Effizienzhaus 70 (EH 70: moderate Sanierungstiefe) bzw. das KfW-Effizienzhaus 55 (EH 55: hohe Sanierungstiefe) angesetzt.

¹¹ Langreder et al. (2024): Technikkatalog Wärmeplanung, im Auftrag des BMWK. <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>, aufgerufen im August 2025

Tabelle 6 Endenergieverbrauch sekundärseitig für Heizung und Warmwasser für Ein- und Zweifamilienhäuser, angelehnt an BMWK 2024

Baualtersklasse	Ambitionsniveau	Reduktion bis 2045 auf
bis 1918	moderat / EH 70	100 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	77 kWh/m ² *a
1919-1948	moderat / EH 70	72 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	62 kWh/m ² *a
1949-1978	moderat / EH 70	80 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	67 kWh/m ² *a
1979-1994	moderat / EH 70	73 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	63 kWh/m ² *a
1995-2011	moderat / EH 70	63 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	51 kWh/m ² *a
2012-2020		keine Sanierung unterstellt
2021-2035		keine Sanierung unterstellt

Tabelle 7 Endenergieverbrauch sekundärseitig für Heizung und Warmwasser für Mehrfamilienhäuser, angelehnt an BMWK 2024

Baualtersklasse	Ambitionsniveau	Reduktion bis 2045 auf
bis 1918	moderat / EH 70	86 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	71 kWh/m ² *a
1919-1948	moderat / EH 70	61 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	55 kWh/m ² *a
1949-1978	moderat / EH 70	75 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	55 kWh/m ² *a
1979-1994	moderat / EH 70	63 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	57 kWh/m ² *a
1995-2011	moderat / EH 70	55 kWh/m ² *a
	hoch / EH 55	46 kWh/m ² *a
2012-2020		keine Sanierung unterstellt
2021-2035		keine Sanierung unterstellt

In der Abbildung 17 sind die maximalen Einsparpotenziale bei Sanierung aller bisher nicht oder nur teilweise sanierten Gebäude in der Wissenschaftsstadt Darmstadt gemäß EH 70 und EH 55 dargestellt. Die Grafik zeigt den aktuellen Endenergieverbrauch

(sekundärseitig) für Wärmebedarf der Wohngebäude, verglichen mit dem (theoretischen) Verbrauch bei Sanierung aller Gebäude. Das Einsparpotenzial liegt in der Größenordnung von circa 36 % bei einer moderaten Sanierungstiefe und rund 43 % bei der hohen Sanierungstiefe. Dies entspricht in der Summe für die Wissenschaftsstadt Darmstadt einer Reduktion von aktuell rund 1.056.535 MWh/a auf rund 675.100 MWh/a beziehungsweise rund 604.500 MWh/a im sanierten Zustand.

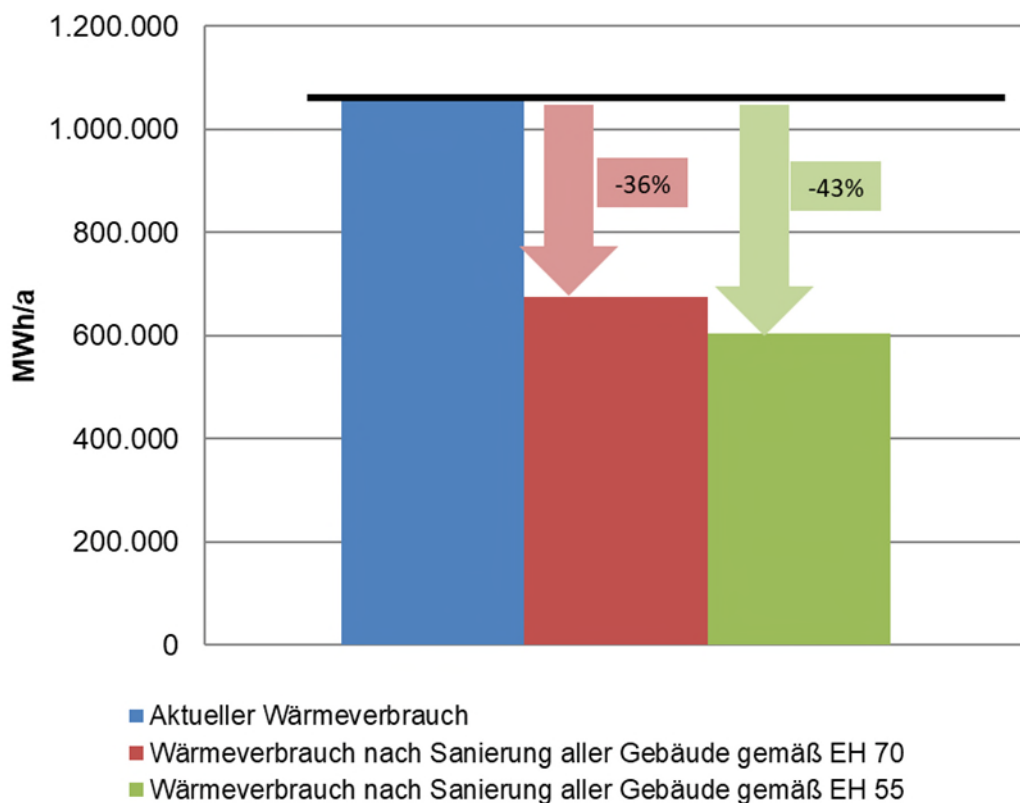


Abbildung 17 Einsparpotenzial des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude / gemischt genutzten Gebäude – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EH 70 und EH 55
(eigene Darstellung)

Dieses technische Einsparpotenzial wird bis 2045 nicht komplett gehoben werden können. Daher wird in den Szenarien (siehe Kap. 5.1) von je nach Altersklasse der Gebäude unterschiedlichen Sanierungszeitpunkten und -raten ausgegangen.

4.1.2 Nicht-Wohngebäude

Liegenschaften der Wissenschaftsstadt Darmstadt

Für die kommunalen Liegenschaften im direkten Einflussbereich des Magistrats wurden aufgrund der Beschlusslage der Wissenschaftsstadt ein Nutzwärmebedarf von 35 kWh/m²a unterstellt. Mittels Branchenfaktoren angelehnt an BMWK 2024 und Verlustabschätzungen wurde der Endenergiebedarf sekundärseitig festgestellt.

Für Denkmalgeschützte Gebäude wurde in Anlehnung an BMWK 2024 ein pauschaler Endenergiebedarf primärseitig von 110 kWh/m²a unterstellt.

Sonstige Nicht-Wohngebäude

Es wird nur die nachweislich für Raumwärme und Warmwasser benötigte Arbeit ausgewiesen, die Prozesswärme, soweit diese bekannt ist, wird hier nicht betrachtet.

Die sonstigen NWG (nicht-Wohngebäude) haben pauschal als Zielwert einen Endenergieverbrauch sekundärseitig von 80 kWh/m²a. Abweichend von den städtischen Liegenschaften werden hier keine Branchenfaktoren genutzt. Auch wird hier nicht auf Denkmalschutzbelange Rücksicht genommen.

In der Abbildung 18 sind alle NWG zusammengefasst.

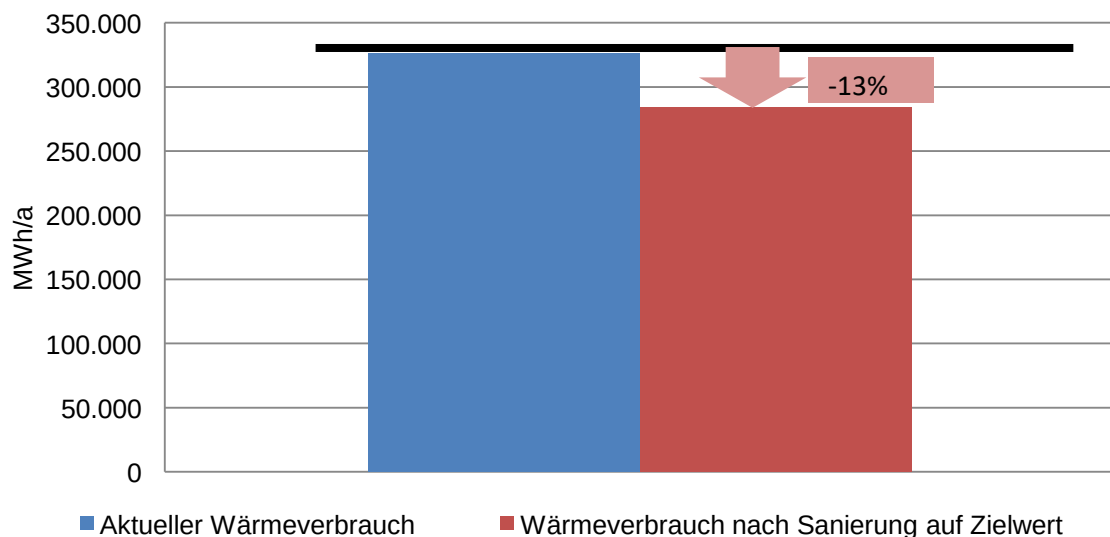


Abbildung 18: Einsparpotenziale der Wärmeverbrauch der Nicht-Wohngebäude – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude (eigene Darstellung)

4.2. Potenziale für klimaneutrale Wärmeerzeugung

Neben Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz ist es essenziell die verbleibenden Wärmebedarfe durch den verstärkten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern abzubilden. Das Potenzial zur Nutzung dieser erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in der Wissenschaftsstadt Darmstadt wird unter Berücksichtigung der lokalen räumlichen Gegebenheiten bewertet.

Die Potenzialanalyse zur klimaschonenden Wärmeerzeugung greift auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurück. Dabei wurden teils eigene Berechnungsansätze auf Basis statistischer Daten eingesetzt, teilweise wurden Berechnungsansätze aus anderen Untersuchungen mit aktualisierten Daten übernommen.

4.2.1 Geothermie

Unter Geothermie versteht man die Nutzung von Wärme aus dem Erdinneren. Dabei wird zwischen oberflächennaher Geothermie (bis 400 m Tiefe), mitteltiefer Geothermie (400–1000 m) und tiefer Geothermie (ab 1000 m) unterschieden. Zur Erschließung oberflächennaher Reservoirs kommen verschiedene Technologien zum Einsatz, darunter Erdwärmesonden, Verdampfer- bzw. Wärmerohrsysteme, Energiepfähle, Kollektoren und Körbe oder auch Brunnenanlagen. In der tiefen Geothermie werden hingegen hydrothermale Systeme, die Grundwasserleiter nutzen, sowie petrothermale Systeme, bei denen die Wärme direkt aus dem Gestein (wenn kein Thermalwasser vorhanden ist) gewonnen wird, unterschieden.

Für Darmstadt wurde 2024 im Auftrag der LEA Hessen eine Potenzialanalyse erstellt¹². Dabei erfolgte eine Unterteilung in drei geologische Teilräume.

¹² GICON 2024

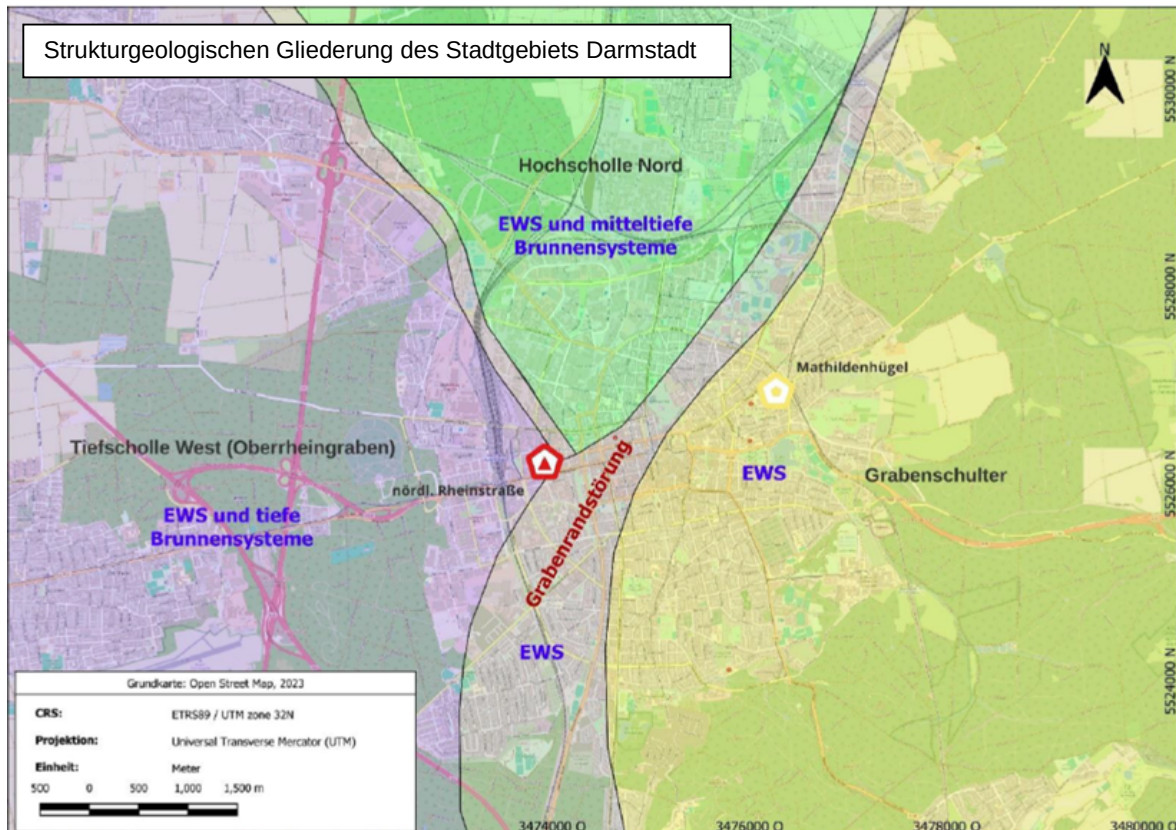


Abbildung 19 Strukturgeologische Gliederung des Stadtgebiets Darmstadt unter Ausweisung möglicher, teilräumlicher Erschließungsformen zur Nutzbarmachung von Erdwärme

Quelle: GICON 2024

Auf der sog. Grabenschulter im Osten Darmstadts gelten oberflächennahe bis mitteltiefe Erdwärmesonden (Beheizung einzelner Gebäude bis Gebäudekomplexe) als sinnvoll, wirtschaftlich nutzbare hydrothermale Potenziale sind hier nicht vorhanden. In der Hochscholle Nord könnten bei günstigen lokalen Gegebenheiten auch mitteltiefe hydrothermale Systeme erschlossen werden (Quartierslösungen), ansonsten kommen vor allem Erdwärmesonden infrage. Die größten Möglichkeiten bietet die Tiefscholle West im Oberrheingraben: Hier sind je nach Grundwasserschüttung hydrothermale Systeme realisierbar (große Wärmemengen zur Beheizung ganzer Stadtteile), zusätzlich lassen sich hier auch oberflächennahe, mitteltiefe und tiefe Sonden einsetzen.

4.2.1.1. Oberflächennahe Geothermie

Zur Nutzung oberflächennaher Geothermie stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, darunter Erdwärmekollektoren, Brunnenanlagen und insbesondere Erdwärmesonden, die in Mittel- und Nordeuropa aufgrund ihres geringen Flächenbedarfs am häufigsten eingesetzt werden.

Die Potenzialflächen für Darmstadt wurden auf Basis des Flächennutzungsplans sowie ergänzender Geodaten des Grünflächenamtes ermittelt. Ungeeignet sind u.a. militärische Flächen, ökologisch wertvolles Grünland, Wälder, Verkehrs- und Gebäudegrundflächen, Wasserflächen sowie Flächen mit naturschutz- oder wasserrechtlichen Restriktionen. Kleinere Grünflächen (≤ 1 ha) wurden einzeln berücksichtigt, größere nur dann, wenn sie nahe an potenziellen Wärmesenken liegen. Einzelne Standorte wie Kläranlage, Botanischer Garten oder Herrngarten wurden zusätzlich manuell ausgeschlossen.

Für die Bewertung wurde zwischen wasserwirtschaftlich/hydrogeologisch günstigen und ungünstigen Gebieten unterschieden. Bei dezentraler Nutzung (= gebäudeweise) gilt ein maximaler Abstand von 10 m und ein Ertrag zwischen 1 MWh/a und 1 GWh/a je Fläche; für die Potenzialabschätzung wurde eine mittlere spezifische Entzugsleistung von 50 kWh/m²a angenommen. Bei zentraler Nutzung (z.B. in Wärmenetzen) beträgt der maximal angenommene Abstand zur Wärmesenke 1 km und der Mindestertrag 1 GWh/a. Hier wird, je nach Standort, mit spezifischen Entzugsleistungen zwischen 50 und 160 kWh/m²a gerechnet.

Die Potenzialanalyse für oberflächennahe Geothermie in Darmstadt zeigt:

- **Potenzial für die dezentrale Nutzung:** 284 GWh/a
 - davon 187 GWh/a in wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch günstigen Gebieten
- **Potenzial für die zentrale Nutzung:** 301 GWh/a
 - davon 201 GWh/a in günstigen Gebieten
- **Gesamtpotenzial:** 585 GWh/a
 - davon 388 GWh/a in günstigen Gebieten

4.2.1.2. Mitteltiefe und tiefe Geothermie

Angaben zu Potenzialen aus mitteltiefer und tiefer Geothermie können dem Hessen 3D-Projekt bzw. dem geothermischen Informationssystem GeotIS entnommen werden. Dem Abschlussbericht zufolge sind im nördlichen Oberrheingraben relevante hydrothermale und ggf. petrothermale Potenziale für die Wärmegewinnung vorhanden. Während die Untergrundtemperatur in Hessen durchschnittlich etwa 40–50 °C in 1000 m und 110–130 °C in 3000 m Tiefe beträgt, liegen sie im hessischen Oberrheingraben deutlich höher bei bis zu 90 °C bzw. 150 °C.

Für Darmstadt wurde am Standort „nördliche Rheinstraße“ eine hydrothermale Dublette konzeptionell skizziert. Die hydrothermale Erschließung von Rotliegend-Aquiferen könnte je nach Grundwasserschüttung 7–27 GWh/a pro Dublette (Wärmeentnahmeanlage) liefern.

Ergebnis: Im Austausch mit der Stadt Darmstadt wurden 14 potenzielle Geothermiestandorte berücksichtigt, jeweils mit ca. 13 GWh/a, sodass sich ein mitteltiefes bzw. tiefes Potenzial von mindestens 182 GWh/a ergibt. Davon liegen sieben Standorte in der Tiefscholle West und sieben in der Hochscholle Nord.

4.2.2 Umweltwärme

Unter Umweltwärme wird die technisch nutzbar gemachte Wärme aus der Umwelt, i.d.R. Luft oder Wasser verstanden (vgl. §3 WPG/GEG 2023). Potenziale aus Grund- und Grundwasser werden im Rahmen oberflächennaher Geothermie berücksichtigt. Luftwärme ist nahezu unbegrenzt nutzbar, nur durch lokale Bebauung am Einsatzort begrenzt (Lärmemissionen). Für Darmstadt werden in dieser Analyse daher ausschließlich Potenziale aus der Auskühlung von Oberflächengewässern quantifiziert.

Darmstadt verfügt über drei natürliche Fließgewässer (Modau, Darmbach, Ruthsenbach/Silz) mit insgesamt etwa 50 km Länge sowie mehrere Teiche und Seen mit rund 80 ha Wasserfläche. Die Wärmeentzugsleistungen der größeren Gewässer wurden überschlägig geschätzt:

- Modau: ca. 10 GWh/a bei maximal 3 °C Auskühlung und konservativem Abfluss von 0,1 m³/s
- Silz/Ruthsenbach: kleinere Mengen, nicht gesondert quantifiziert, implizit berücksichtigt
- Großer Woog: ca. 11 GWh/a, Regeneration durch Zufluss des Darmbachs
- Steinbrücker Teich, Arheilger Mühlchen, Brentanosee, Backhausteich: überschlägig 8 GWh/a, 3 GWh/a, 4 GWh/a bzw. 5 GWh/a

Für eine genauere Bestimmung der technisch-wirtschaftlichen Potenziale wären weitere Analysen unter Berücksichtigung von Wassertiefe, Nutzungsart und Auswirkungen auf Naherholungsräume erforderlich.

4.2.3 Abwasser

Abwärmepotenziale aus Abwasser (§3 WPG 2023) lassen sich in dezentrale und zentrale Nutzung unterscheiden. Bei der dezentralen Nutzung wird die Wärme vor oder im Kanal entzogen, bei der zentralen am Auslauf der Kläranlage.

Zentrale Nutzung im Ablauf der Kläranlagen

Für Darmstadt liegen tagesscharfe Daten zu Mengen und Temperaturen des gereinigten Abwassers aus dem Zentralklärwerk und Klärwerk Süd (Eberstadt) vor.

Ergebnis: Unter Annahme einer maximalen Auskühlung um 5 K ergeben sich ca. 60 GWh/a für das Zentralklärwerk und 11,4 GWh/a für das Klärwerk Süd.

Dezentrale Nutzung in Kanalhaltungen

Für die dezentrale Nutzung wurden georeferenzierte Kanaldaten ausgewertet. Als geeignet galten Kanalabschnitte mit Profildurchmessern ≥ 700 mm, Trockenwetterabfluss > 15 l/s und bestimmten hydraulischen Bedingungen. Die Potenziale wurden analog zur zentralen Nutzung mit 5 K Auskühlung berechnet und unter Berücksichtigung von Regenerationseffekten und Mindestabstand von 1 km zwischen den Abschnitten aufsummiert.



Abbildung 20 Darstellung der Potenziale zur dezentralen Abwasserwärmenutzung in besonders geeigneten Kanalabschnitten unter Berücksichtigung des Mindestabstands zur Ermittlung des Gesamtpotenzials einbezogene Abschnitte grün umkreist (s. Legende)

Ergebnis: Aus der Analyse ergibt sich ein dezentrales Potenzial von ca. 225 GWh/a, das höher liegt als das zentrale Potenzial, da mehrere lokale Entnahmestellen zusammenwirken und u.a. Regenerationseffekte durch Abwasserzulauf nach Entnahmestelle sowie Wärmeeintrag zwischen Kanal und Erdreich berücksichtigt wurden.

Die Umsetzung erfordert detaillierte Machbarkeitsstudien zur Standortwahl, zu realisierbaren Wärmeentzugsleistungen und möglichen Kombinationen und Abhängigkeiten von zentraler und dezentraler Abwasserwärmenutzung. Die Potenziale verteilen sich auf besonders geeignete Kanalabschnitte, überwiegend Mischwasserkanäle, wie in den Abbildungen des Berichts dargestellt.

Bereits geplant bzw. beabsichtigt sind z.B. die dezentrale Wärmenutzung des Abwassers beim Neubau der Berufsfeuerwehr Nord sowie die zentrale Wärmenutzung des Abwassers im Zentralklärwerk zur zukünftigen Wärmeversorgung des Konversionsgebiets Starckenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände sowie im Klärwerk Süd zur zukünftigen ergänzenden Versorgung der Wärmenetzgebiete in Eberstadt.

4.2.4 Solarthermie

Das Potenzial zur Nutzung solarer Strahlungsenergie wird analog zum Indikatorenmodell für oberflächennahe Geothermie abgeschätzt. Als Wärmeertrag werden 400 kWh/m²*a Kollektorfläche angesetzt. Unterschieden wird zwischen zentraler Nutzung (Freiflächenanlagen) und dezentraler Nutzung (Dachanlagen).

4.2.4.1. Solarthermie-Freiflächenanlagen

Die Potenzialflächen werden auf Basis des Flächennutzungsplans und weiterer Geodaten ermittelt. Ungeeignet sind u.a. militärische Flächen, ökologisch wertvolles Grünland, Wälder, Verkehrsflächen, Gebäudegrundflächen, Wasserflächen, sensible Einzelstandorte sowie Natur- und Landschaftsschutzgebiete.

Kleinere Artefakte in den Daten werden durch flurstücksweise Ein- oder Ausschlüsse bereinigt (z.B. >50 % Ausschlussfläche → Ausschluss). Als Rahmenbedingungen gelten:

- Flächenverhältnis Boden/Kollektor: 2:1
- Mindestabstand zur Grundstücksgrenze: 5 m
- Max. Entfernung zur Wärmesenke: 1 km
- Mindestpotenzial: 1 GWh/a pro Fläche

Ergebnis: 55 GWh/a theoretisches Potenzial in innerstädtischen Grün- und Versorgungsflächen, 1.230 GWh/a auf umliegenden Landwirtschaftsflächen.

4.2.4.2. Solarthermie-Dachanlagen

Grundlage sind Hausumrisse des Wärmeatlas Hessen. Als geeignet gelten beheizte Gebäude. Ausgeschlossen werden kleine Gebäude (<30 m²), Einzeldenkmäler sowie unbeheizte Schuppen/Garagen; Parkhäuser werden einbezogen.

Von der Gebäude- auf die Dachfläche wird mit Faktor 1,2 geschlossen. Ein Eignungsfaktor von 0,21 reduziert die Dachflächen auf nutzbare Anteile.

Ergebnis: 151 ha geeignete Dachfläche mit einem Potenzial von 605 GWh/a.

4.2.5 Biomasse

Die Biomassepotenziale in Darmstadt werden in Anlehnung an §3 WPG/GEG 2023 ermittelt und unterscheiden sich nach Herkunft:

Abfälle und Nebenprodukte aus Landwirtschaft, Forst- und Fischwirtschaft:

Auf 1.948 ha landwirtschaftlicher Fläche werden u.a. Winterweizen, Wintergerste, Raps und Kartoffeln angebaut. Tierhaltungsbetriebe umfassen Rinder, Schweine und Schafe. Waldholz wird derzeit entsprechend der Beschlussfassungen zum Leitbild für Stadtwald nicht genutzt. Aus der Verwertung landwirtschaftlicher Abfälle ergibt sich ein überschlägiges Potenzial von etwa 6 GWh/a.

Pflanzen und nachwachsende Rohstoffe:

Die Nutzung zusätzlicher pflanzlicher Rohstoffe über bestehende Biogas- bzw. Wärmeanlagen hinaus erfolgt nicht, um Konkurrenz zu Nahrung und stofflicher Nutzung zu vermeiden. In der ehemaligen Biogasanlage Darmstadt-Wixhausen wurden jährlich rund 39.000 t Rohstoffe umgesetzt, was einem Energiepotenzial von 42 GWh/a entspricht. Ergänzend wird das lokal verfügbare Biogaspotenzial auf 36 GWh/a geschätzt.

Bioabfälle:

Aus Haushalten und Industrie fallen derzeit ca. 16.000 t/a Bioabfälle an, die künftig in Wiesbaden verwertet werden sollen; daraus ergibt sich kein energetisches Potenzial für Darmstadt.

Alt-, Rest- und Industrieholz:

Etwa 1.850 t/a Altholz werden thermisch verwertet, was einem Potenzial von ca. 8 GWh/a entspricht. Da ein Teil bereits im MHKW berücksichtigt wird, wird dies nicht gesondert angerechnet.

Klär- und Deponiegas:

Faulgas aus den Kläranlagen entspricht einem Potenzial von etwa 5 GWh/a. Nutzbare Potenziale aus Deponiegas existieren in Darmstadt derzeit nicht.

Ergebnis: Insgesamt ergeben sich somit aus den lokal nutzbaren Biomassequellen mittlere Potenziale in der Größenordnung von ca. 95 GWh/a.

4.2.6 Gewässer

Siehe Kap. 4.2.2 Umweltwärme.

4.2.7 Grüner Wasserstoff und sonstige (grüne) Gase

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „DELTA“ wird am Standort des MHKW Darmstadt eine Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff mit einer Kapazität von etwa 300 t/a Wasserstoff aufgebaut, dies entspricht bei einer Energiedichte von etwa 33 kWh/kg einem lokalen Potenzial von etwa 10 GWh/a, welches jedoch vorrangig für den Transportsektor (Busbetrieb) vorgesehen ist und an dieser Stelle nicht weiter berücksichtigt wird.

Davon – sowie den bereits im Rahmen von Abschnitt 2.5.2 berücksichtigten Potenzialen zur Erzeugung von Biogas bzw. Biomethan – abgesehen sind gegenwärtig keine weiteren lokalen Potenziale aus grünen Gasen bekannt.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle auch noch das planmäßig bis 2032 vollständig aufgebaute Wasserstoff-Kernnetz erwähnt, welches in mehreren Kilometern Entfernung zu Darmstadt Richtung Ludwigshafen geplant ist (siehe dazu auch Kap. 5.2.1).

4.2.8 Abwärme aus dem MHKW

Das Müllheizkraftwerk (MHKW) in Darmstadt ist sowohl aktuell als auch zukünftig die zentrale Säule der städtischen Fernwärmeversorgung: im Zukunftsszenario stammen rund 90% der Wärme für die an das MHKW angeschlossenen Wärmenetze von hier, ca. 10 % von Spitzenlastanlagen. Das Erzeugungspotenzial wird auf bis zu ca. 308 GWh pro Jahr geschätzt (bei 56 MW thermischer Leistung und 5.400 Volllaststunden). Mit aktuell 17 MW_{th} Wärmeleistung soll einerseits durch die Umstellung von dampf- auf warmwasserbasierte Auskopplung und andererseits durch die Reduktion der Dampfabnahme durch bestehende Kunden eine Ausweitung auf ca. 56 MW erreicht werden.

Die Abwärmebereitstellung erfolgt grundlastfähig und kontinuierlich, Spitzenlasten werden über Gas- bzw. perspektivisch Wasserstoffkessel abgedeckt. Das MHKW verfügt über drei Verbrennungslinien mit einer genehmigten Gesamtkapazität von 212.000 t/a Abfall und einem Mülldurchsatz von 30 t/h. Ein wesentlicher Teil des erzeugten Stroms und der Wärme wird jedoch innerhalb der Anlage für Abgasreinigung und den Betrieb selbst benötigt.

Laut der vom Zweckverband Abfallwirtschafts- und Servicegesellschaft Darmstadt (ZAS) angeführten Prognos-Studie¹³ sollen die Abfallmengen bis 2040 weitgehend konstant bleiben, sodass eine gesicherte Brennstoffbasis bestehen würde.

13 Prognos 2020

Abfall enthält sowohl biogene als auch fossile Anteile, wodurch bei seiner Verbrennung erhebliche CO₂-Emissionen entstehen. Mit der Einführung des EU-Emissionshandels ab 2024 könnten dadurch hohe zusätzliche Kosten für die Stadt und ihre Einwohner entstehen.

Zur Emissionsminderung stehen verschiedene Optionen zur Verfügung:

1. **Reduktion des Müllaufkommens** sowie eine Verringerung des **fossilen Kunststoffanteils**
2. **CO₂-Abscheidung an der Quelle:**
Eine Abscheidung von CO₂ (Carbon Capture, CCS/CCU) könnte die Emissionen technisch mindern. Hierbei gilt:
 - a. **CCS (Storage)** ist prinzipiell wirksam, erfordert jedoch Transportleitungen oder Zugtransporte zu Speicherstandorten und einen erheblichen Energieaufwand, der den heutigen Energiehaushalt des MHKW verändern würde. Je nach Technologie kann allerdings, beispielsweise beim sogenannten „Carbonate-Looping“, ein weiterhin sehr hohes und somit in der Fernwärme nutzbares Temperaturniveau erhalten bleiben.
 - b. **CCU/CCUS (Nutzung), wie a; keine Abscheidung des CO₂ sondern Einsatz als Rohstoff.** Kann Emissionen zeitlich verzögern, führt aber langfristig zur Wiederausgasung des Kohlenstoffs.
3. **Direct Air Capture (DAC):** Bei der DAC-Technologie wird CO₂ direkt aus der Umgebungsluft entnommen und entweder gespeichert oder genutzt (s.o.). Dieser Ansatz setzt also darauf, dass das entnommene CO₂ einer Anlage „bilanziell“ zugeordnet wird.

Eine „anderweitige“ Lösung (an einem anderen Standort, Direct Air Capture) für CO₂-Abscheidung wird aus fachlicher Sicht nicht präferiert. Ein entscheidender Vorteil der CO₂-Abscheidung an der Quelle ist der konzentrierte CO₂-Strom, der einen deutlich geringeren Energieeinsatz bei der Abscheidung erfordert als beispielsweise bei einer DAC-Anlage¹⁴. Wie die bundesgesetzlichen Rahmenbedingungen für CCS/CCU generell und für die Abfallverbrennung im Besonderen ausgestaltet sein werden, ist derzeit noch offen und kann heute nicht abschließend beantwortet werden. Insgesamt ist aber davon auszugehen, zumindest aber nicht auszuschließen, dass auch für das MHKW Darmstadt Maßnahmen zur CCS/CCU aufgrund gesetzlicher Vorgaben notwendig oder zur Vermeidung hoher Kosten für CO₂-Emissionen sinnvoll werden können.

Es wird daher empfohlen, am Standort Darmstadt eine neutrale, gutachterliche Untersuchung durchzuführen, um die technische Umsetzbarkeit von verschiedenen Arten der

14 Prognos 2021

CO₂-Abscheidung und -Nutzung zu prüfen. Dabei sollen verschiedene, geeignete Abtrennverfahren, die Wechselwirkungen zwischen CCS/CCU und Strom- bzw. Wärmeauskopplung, die schalltechnische Integration sowie der Flächenbedarf berücksichtigt werden. Ziel der Untersuchung ist es, den Standort sowohl für die bestehende Wärmeauskopplung zu erhalten als auch eine Entwicklung in Richtung der notwendigen Klimaneutralität zu ermöglichen.

Sonstige unvermeidbare Abwärme

Abwärme stellt eine bedeutende, bislang häufig ungenutzte Energiequelle dar, die zur künftigen Wärmeversorgung beitragen kann. In Darmstadt bestehen potenzielle Quellen sowohl aus industriellen Prozessen als auch aus Rechenzentren. Um das verfügbare Abwärmepotenzial besser zu erfassen, wurde 2024 eine Befragung von 16 Unternehmen mit hohem Energieverbrauch durchgeführt. Dabei wurde des Öfteren auf noch laufende Planungen zur Transformation der Energieversorgung in den Unternehmen verwiesen, so dass zum aktuellen Zeitpunkt noch keine Aussagen zu verfügbaren Abwärmepotentialen gegeben werden können. Mit der Befragung in 2024 konnten keine relevanten Abwärmepotentiale im Stadtgebiet ermittelt werden.

Industrielle Abwärme

Für die Potenzialanalyse industrieller Abwärme in Darmstadt wurde auf die Plattform für Abwärme nach § 17 EnEfG zurückgegriffen, die eine bundesweite Übersicht gewerblicher Abwärmepotenziale bereitstellt¹⁵. Ziel dieser Plattform ist es, nutzbare Abwärmeströme zu erfassen und dadurch die Energieeffizienz zu steigern. Von den Darmstädter Industrieunternehmen haben zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Berichtes lediglich Döhler GmbH und Merck KGaA konkrete Daten gemeldet, sodass für andere relevante Standorte keine belastbaren Angaben vorliegen. Entsprechend basieren die nachfolgenden Bewertungen – mit Ausnahme der Unternehmen, die in die Plattform für Abwärme gemeldet haben – auf branchenüblichen Erfahrungswerten und Schätzungen. Diese liefern eine erste Orientierung über die Größenordnung und die potenzielle Relevanz, müssen jedoch in weiteren Schritten durch detaillierte Erhebungen und Standortanalysen präzisiert werden.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass vor allem Chemie- und Lebensmittelindustrie große Mengen nutzbarer Abwärme bereitstellen können:

- **Merck KGaA** (Chemie- und Pharmakonzern): vielfältige Abwärmeströme von <25 °C bis >110 °C; Potenzial bis über 18 Mio. kWh/a, teils direkt einspeisbar, teils über Großwärmepumpen.

15 Plattform für Abwärme: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html

- **Röhm GmbH** (Chemieproduzent): Abwärme aus chemischen Prozessen mit $>100\text{ °C}$, geeignet für direkte Netzeinspeisung.
- **Evonik Industries** (Spezialchemieunternehmen): breites Spektrum chemischer Prozessabwärme, prinzipiell nutzbar.
- **Döhler GmbH** (Hersteller Lebensmittelzutaten): kontinuierlich verfügbare Abwärme von $25\text{--}110\text{ °C}$; bis über 7 Mio. kWh/a, für Quartiers- und Wärmenetze nutzbar.
- **Schenck RoTec / Schenck Process** (Maschinenbau/Mess- und Verfahrenstechnik): Abwärme aus Kühlung und Druckluft ($30\text{--}70\text{ °C}$), eher für Wärmepumpen und Quartierslösungen.

Darmstadt verfügt somit über mehrere kontinuierliche, teils hochtemperierte Abwärmquellen mit nennenswertem Potenzial für die kommunale Wärmeplanung. Inwieweit diese jedoch tatsächlich nutzbar sind, müssen weitergehende Analysen und Machbarkeitsstudien zeigen.

Abwärme aus Rechenzentren

Rechenzentren liefern kontinuierlich verfügbare Abwärme ($20\text{--}35\text{ °C}$), die über Wärmepumpen nutzbar ist. Mit zunehmendem Energiebedarf der Branche – insbesondere durch Künstliche Intelligenz – gewinnt dieses Potenzial stark an Bedeutung. Aufgrund ihres 24/7-Betriebs stellen Rechenzentren eine gleichmäßige und verlässliche Wärmequelle dar, die in Verbindung mit Niedertemperaturnetzen einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten kann.

- In Darmstadt bestehen mehrere große Rechenzentren, die teilweise bereits nachhaltige Kühl- und Abwärmekonzepte nutzen. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurden diese Unternehmen zu ihren Abwärmepotentialen befragt. Konkrete Angaben zu den tatsächlich anfallenden Wärmemengen, technischen Anschlussmöglichkeiten sowie zur zeitlichen und räumlichen Verfügbarkeit wurden jedoch nicht bereitgestellt, sodass eine genaue Quantifizierung derzeit nicht möglich ist.
- Vorbilder wie Frankfurt zeigen, dass bis zu 60 % des Wärmebedarfs neuer Quartiere durch Rechenzentrumsabwärme gedeckt werden können.
- Darmstadt bietet durch geeignete Flächen, die Nähe zu Wärmenetzen und Synergien mit neuen Quartierslösungen (z. B. Starkenburg, Kuhnwaldt) gute Voraussetzungen für eine verstärkte Nutzung.
- Um das Potenzial zu heben, sind ein klarer regulatorischer Rahmen sowie gezielte Ansiedlungskonzepte erforderlich, damit Rechenzentren bevorzugt dort entstehen, wo ihre Abwärme direkt nutzbar ist.

Damit stellen Rechenzentren in Darmstadt nicht nur zentrale Standorte digitaler Infrastruktur dar, sondern auch ein wachsendes Abwärmepotenzial, das zusammen mit industrieller Abwärme eine wichtige Säule für die künftige Wärmeversorgung bilden kann.

4.2.9 Saisonale Großwärmespeicher

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung können Speicher und auch saisonale Großwärmespeicher nicht als Potenzial im engeren Sinne bewertet werden. Vielmehr hängt ihre Nutzung davon ab, dass sie Erzeugungsüberschüsse aufnehmen und bei Bedarf als Lastreserve bereitstellen können. Speicher ermöglichen somit eine Verstetigung der Fahrweise von Wärmeerzeugern bei schwankender Abnahmelast und erlauben einen flexibleren zeitlichen Erzeugereinsatz zur Optimierung von Kosten und Erlösen unter Berücksichtigung von Preissignalen.

Bei saisonalen Wärmespeichern geht es dabei nicht nur um kurzfristige Pufferspeicherung über Stunden, sondern um die Bereitstellung von Wärme über Wochen oder Monate. Überschüssige Wärme aus Quellen wie Solarthermie, industrieller Abwärme oder Abfallverbrennung kann in diesen Speichern während Perioden geringer Nachfrage – meist im Sommerhalbjahr – gesammelt und in der Heizperiode genutzt werden. In Dänemark wurden beispielsweise Erdbeckenspeicher realisiert, die aufgrund ihres vergleichsweise einfachen Aufbaus deutlich geringere spezifische Errichtungskosten (€/m³ Wärmespeichermedium) aufweisen als Behälterspeicher. Dabei wird eine Grube ausgehoben, gegen das Erdreich gedämmt, mit einer wasserdichten Folie ausgekleidet und bei großen Volumina mit einer schwimmenden, wärmedämmenden Abdeckung versehen. Einer der größten dänischen Speicher verfügt über rund 200.000 m³ Speichervolumen und kann etwa 10 GWh Wärme aufnehmen. Hierfür wäre eine Fläche von circa drei Hektar erforderlich.

Die Übertragbarkeit solcher Konzepte auf hochverdichtete Ballungsräume wie Darmstadt ist jedoch begrenzt, da großflächige Grundstücke kaum verfügbar und sehr kostenintensiv sind. Vor diesem Hintergrund ergibt sich, dass bei einer Potenzialanalyse von Saisonspeichern nicht nur die Wärmequelle zur Speicherbeladung und die durch die Ausspeicherung vermiedene Bereitstellung von Spitzenlastwärme berücksichtigt werden müssen, sondern auch die Flächenverfügbarkeit sowie die spezifischen Speicherkosten und Grundstückskosten. Perspektivisch ist weder eine ausreichende Flächenverfügbarkeit zu erwarten, noch ist mit Investitionen zu rechnen, die eine Kapital-Amortisierung innerhalb des Lebenszyklus eines derartigen Speichers realistisch erscheinen lassen.

4.3. Potenziale für eine klimaschonende Stromerzeugung

Strom kann perspektivisch – sowohl bei der dezentralen Versorgung als auch zur Erzeugung von Fernwärme – einen wichtigen Beitrag zur Deckung der Wärmebedarfe leisten. Insofern ist die Analyse der Potenziale für eine klimaschonende Stromerzeugung auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein relevanter Aspekt.

4.3.1 Windkraft

Die raumplanerischen Voraussetzungen für die Installation von Windkraftanlagen werden für die Wissenschaftsstadt Darmstadt im „Regionalplan Südhessen“ geschaffen. Windkraftanlagen sind nur in „Vorranggebieten für Windenergieanlagen“ genehmigungsfähig. Für das Gemeindegebiet der Wissenschaftsstadt Darmstadt sind im „Sachlichen Teilplan Erneuerbare Energien 2019“ (RPD 2019) des Regionalplans Südhessen keine Vorranggebiete für Windenergieanlagen enthalten. Insofern ist in der Wissenschaftsstadt Darmstadt kein Potenzial für die Erzeugung von Strom aus Windkraftanlagen vorhanden.

4.3.2 Photovoltaik

gebäudebezogene Potenziale (Dachflächen / Balkonmodule)

Im Gegensatz zu großen technischen Systemen, wie bspw. der Windkraft, können Solaranlagen, dezentral im kleinen Maßstab errichtet und genutzt werden. Im Wohngebäudesektor handelt es sich meist um Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 10 kW_{peak}. Neben den Dachanlagen auf privaten Häusern bieten gewerbliche und landwirtschaftliche Gebäude weitergehende Potenziale. Hier sind je nach Dachfläche Anlagen mit Leistungen mit mehreren 100 kW_{peak} möglich.

Für die Auf-Dach-Anlagen ergibt sich auf Grundlage der von der LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA) zur Verfügung gestellten Daten zur Potenzialbewertung des Solarkatasters der Wissenschaftsstadt Darmstadt ein maximales Erzeugungspotenzial von rund 338.000 MWh/a, dass insbesondere im Rahmen dezentraler/gebäudebezogener Versorgungslösungen mit Wärmepumpen nutzbar wäre.

Neben Dachanlagen können auch Techniken im kleineren Maßstab, wie Balkonmodule eingesetzt werden. Deren Erzeugungspotenzial wird auf bis zu 6.550 MWh/a eingeschätzt, dass ebenfalls nur für eine dezentrale Nutzung in Frage käme.

Freiflächenpotenziale

Neben klassischen Freiflächen-PV-Anlagen wurden auch die Potenziale für Agri-PV-Anlagen betrachtet. Letztere werden so über landwirtschaftlichen Flächen installiert, dass eine weitere landwirtschaftliche Nutzung möglich ist.

Bei der Identifikation von Flächenpotenzialen wurden die raumordnerischen Ziele und Grundsätze des Regionalplans Südhessen / Regionalen Flächennutzungsplan - Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (RPD 2019) beachtet und gemäß Grundsatz G3.4.1-3 für die Errichtung und den Betrieb von Photovoltaik-Freiflächenanlagen grundsätzlich ungeeigneten Flächen ausgeschlossen. Freiflächen die als Vorranggebiet für die Landwirtschaft gekennzeichnet sind, sind gemäß Grundsatz G3.4.1-4 zwar „nach einer Einzelfallprüfung und unter bestimmten Voraussetzungen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen beanspruchbar“. Vor dem Hintergrund der hochwertigen Böden und des Flächendrucks, dem die Landwirtschaft im Ballungsraum Rhein-Main insgesamt ausgesetzt ist, werden aber auch hier keine Potenziale für PV-Freiflächenanlagen gesehen.

Neben den Flächen in den Korridoren entlang der übergeordneten Verkehrswege (Bahnstrecken / Bundesautobahnen) wurden Flächenpotenziale auf landwirtschaftlichen Flächen insbesondere westlich und östlich von Arheilgen identifiziert, die sich weitgehend mit den Flächenkulissen decken, die auch die Wissenschaftsstadt Darmstadt in eigenen Untersuchungen erarbeitet hat. Flächen, welche die Verkehrswege begleiten (und außerhalb von Wald und Schutzgebieten liegen) bieten ein Erzeugungspotenzial von rund 119.300 MWh/a. Die landwirtschaftlich genutzten Potenzialflächen bieten – bei Errichtung von Agri-PV-Anlagen - ein Erzeugungspotenzial von rund 489.700 MWh/a.

Verkehrswegeintegrierte Anlagen

Es wurden auch die Erzeugungspotenzialen von Photovoltaikanlagen geprüft, die über den Fahrstreifen der Autobahnen errichtet werden könnten. Auf der Gemarkung der Wissenschaftsstadt Darmstadt verlaufen die Autobahnen A 5 und A 67, sowie A 672 mit einer Länge von insgesamt rund 16 km.

Das Potenzial für verkehrswegintegrierte Photovoltaikanlagen beläuft sich auf rund 88.400 MWh/a bei einer installierten Leistung von rund 98.300 kW_{peak}.

Zusammenfassung PV-Potenzial

Ergebnis: Das gesamte PV-Potenzial in der Wissenschaftsstadt Darmstadt beträgt bis zu 923 GWh/a.

Es teilt sich wie folgt auf:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| ▪ dezentral nutzbar: | |
| Dachflächen / Balkonmodule | 345 GWh/a |
| ▪ zentral nutzbar: | |
| Freiflächenanlagen / Agri-PV | 490 GWh/a |
| verkehrswegeintegriert | 88 GWh/a |

Zur Konkretisierung der Nutzbarkeit der „zentralen“ Potenziale sind im Einzelfall standortbezogene Detailanalysen (Machbarkeitsstudien, Vorplanungen) notwendig.

4.3.3 Biogene Gase

Bezugnehmend auf das Kapitel 4.2.5 wurde das Potenzial aus biogenen Gasen zur klimaschonenden Stromerzeugung dargestellt. Hier wird von einer gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion (KWK) ausgegangen, bei dem die biogenen Gase in BHKWs genutzt werden.

- Aus der Verwertung landwirtschaftlicher Abfälle ergibt sich ein überschlägiges Potenzial von etwa 6 GWh/a. Bei einer KWK-Nutzung könnten davon rund 40 %, also rund 2,4 GWh/a zur Stromproduktion genutzt werden.
- In der Biogasanlage Darmstadt-Wixhausen wurden jährlich rund 39.000 t Rohstoffe umgesetzt, was einem Energiepotenzial von 42 GWh/a entspricht. Aktuell wird das Biogas zum Großteil gereinigt und als Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist, sodass kein unmittelbares Stromerzeugungspotenzial besteht. Ergänzend wird das lokal verfügbare Biogaspotenzial auf 36 GWh/a geschätzt. Bei einer KWK-Nutzung könnten davon rund 40 %, also rund 14,4 GWh/a zur Stromproduktion genutzt werden.
- Faulgas aus den Kläranlagen entspricht einem Potenzial von etwa 5 GWh/a. Bei einer KWK-Nutzung könnten davon rund 40 %, also rund 2 GWh/a zur Stromproduktion genutzt werden. Diese könnten vor allem lokal auf den Anlagen genutzt werden. Nutzbare Potenziale aus Deponiegas existieren in Darmstadt derzeit nicht.

Bioabfälle werden künftig in Wiesbaden verwertet, so dass sich daraus kein energetisches Potenzial für Darmstadt ergibt.

Ergebnis: Insgesamt ergeben sich aus den lokal nutzbaren Biomassequellen ein Stromerzeugungspotenzial in der Größenordnung von ca. 19,2 GWh/a.

4.4. Zusammenfassung Potenzialanalyse

Neben Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz ist der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energieträgern essenziell, um die Ziele im Klimaschutz zu erreichen und Versorgungs- und Kostensicherheit zu gewährleisten. Das Potenzial zur Nutzung dieser erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in der Wissenschaftsstadt Darmstadt hängt stark von den lokalen räumlichen Gegebenheiten ab. Zur räumlich differenzierten Analyse dieser Potenziale wurde auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurückgegriffen. Dabei wurden teils eigene Berechnungsansätze auf Basis statistischer Daten eingesetzt, teilweise wurden Berechnungsansätze aus anderen Untersuchungen mit aktualisierten Daten übernommen.

Für die Stadt Darmstadt wurden folgende technisch erschließbaren Potenziale abgeschätzt, soweit sie quantifizierbar waren.

Tabelle 8 Zusammenfassung der identifizierten Potenziale zur klimaneutralen Wärme- und Stromerzeugung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt

WÄRME	GWh/a
Solarthermie	
...Dachflächen	605
...Freiflächen (innerstädtisch)	55
...Freiflächen (landwirtschaftlich)	1.230
oberflächennahe Geothermie	
...dezentrale Nutzung	284
...zentrale Nutzung	254
Mitteltiefe und tiefe Geothermie	
...14 beispielhafte Standorte	91
Biomasse	
...Abfälle/Nebenprodukte aus Land- und Forstwirtschaft	6
...Nachwachsende Rohstoffe	36
...Bioabfälle und sonstige biologisch abbaubare Abfälle	0
...Alt-, Rest und Industrieholz	0
...Klär- und Deponiegas	5
Abwärme	
...Abwasser: Kanal	225
...Abwasser: Kläranlagen	71
MHKW	302
...sonstige unvermeidbare Abwärme	nicht quantifizierbar
Umweltwärme	
...Fließgewässer und Seen	41
STROM	
Windkraft	0
Photovoltaik	
...Dachflächen / Balkonmodule	345
... Freiflächen	490
... verkehrswegeintegriert	88
Biogene Gase¹⁶	19

¹⁶ bei KWK-Nutzung und 40 % Leistung für Stromerzeugung

5 Zielszenario für 2045

Für die kommunale Wärmeplanung wurde ein umsetzbarer Fahrplan zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung entwickelt. Dabei werden die unterschiedlichen zonenspezifischen Rahmenbedingungen berücksichtigt, insbesondere die Abgrenzung zwischen Wärmenetzgebieten und dezentral versorgten Bereichen. Zentrale Elemente des Zielszenarios sind die verstärkte Nutzung lokaler erneuerbarer Potenziale sowie der Einsatz effizienter Technologien.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Berücksichtigung der Umsetzungsdynamik: Die Geschwindigkeit der Transformation hängt maßgeblich von der Erhöhung der Energieeffizienz (Sanierung), dem Ausbau der Fern- und Nahwärmeinfrastruktur, der Zunahmen der Fernwärmeanschlüsse und der Erneuerung bzw. dem Austausch bestehender dezentraler Heizsysteme ab.

Für die Gesamtstadt wird gemäß Wärmeplanungsgesetz des Bundes das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 verfolgt. Für die kommunalen Liegenschaften im Einflussbereich des Magistrates gilt hingegen ein ambitionierteres Zwischenziel: Sie sollen bereits bis 2035 klimaneutral versorgt werden. Die Umsetzungschancen und Erreichung beider Ziele wird im Rahmen der Wärmeplanung kontinuierlich überprüft, sodass notwendige Anpassungen frühzeitig erkannt und umgesetzt werden können.

5.1. Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme

Der Energieverbrauch für Wärme im Gebäudebestand der Stadt Darmstadt wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung differenziert nach Nutzungsart, Energieträgern und Zeithorizonten dargestellt. Grundlage der Betrachtung sind die bereinigten Daten des Wärmekatasters, das sämtliche Wohn- und Nichtwohngebäude sowie die unterschiedlichen Wärmeverbraucher erfasst. Ziel ist es, die aktuelle Energiesituation transparent darzustellen und eine belastbare Grundlage für die zukünftige Wärmeversorgung zu schaffen.

5.1.1 Zielwerte: Sanierungstiefe / Sanierungsrate

Die möglichen Zielwerte einer energetischen Sanierung der Bestandsgebäude wurden bereits in Kapitel 4.1 eingeführt und erläutert.

Bei der Sanierungsrate wurde zwischen Trendfortschreibung (ca. 1 %/Jahr) und einer ambitionierten Steigerung auf 2 %/Jahr, wie sie in den Szenarien zur Erreichung der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 angenommen wird¹⁷, unterschieden.

17 Prognos 2021

Dabei wird ein Modell verwendet, das die Sanierungsrate abhängig vom Baualter der Gebäude und damit an den entsprechenden Notwendigkeiten der Bauteilerneuerungszyklen variiert. Die entsprechenden Annahmen sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Eine Sanierung wurde frühestens 40 Jahre nach Baufertigstellung unterstellt. Das bedeutet, dass für Gebäude, welche nach 2012 errichtet wurden, bis zum Zieljahr 2045 keine Sanierung angenommen wurde.

Tabelle 9 Sanierungsraten nach Baualtersklasse und Szenario

Altersklasse	Trendfortschreibung (ca. 1%/a)				Ziel: ca. 2%/a			
	2030	2035	2040	2045	2030	2035	2040	2045
bis 1918	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
1919-1948	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
1949-1978	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
1979-1994	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
1995-2011	0,00%	0,00%	0,40%	0,80%	0,00%	0,00%	1,00%	2,50%
2012 ff	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Diese altersabhängigen Sanierungsraten wurden auf den Gebäudebestand in Darmstadt angelegt. Die folgende Tabelle zeigt die Anteile der sanierten Flächen nach Altersklasse der Gebäude und die daraus resultierende durchschnittlich jährliche Sanierungsrate.

Tabelle 10 Anteil sanierter Flächen nach Baualtersklasse und Szenario

Altersklasse	Sanierung ab Jahr	Trend (ca. 1 %/a)	Ziel (ca. 2 %/a)
		Anteil sanierter Fläche im Zieljahr 2045	
bis 1918	2022	26,45 %	80,5 %
1919-1948	2022	26,45 %	80,5 %
1949-1978	2022	26,45 %	80,5 %
1979-1994	2022	26,45 %	80,5 %
1995-2011	2035	18,40 %	57,50 %
2012 ff	2050	0,00 %	0,0 %
jährliche Sanierungsrate; flächengewichteter Ø		ca. 0,78 %	ca. 2,0 %

5.1.2 Projektion der Entwicklung

Für die Projektion der zukünftigen Entwicklung des Wärmeverbrauchs wurden drei Szenarien betrachtet, die sich hinsichtlich der Sanierungstiefe und der Sanierungsrate unterscheiden:

- EH70 1 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 70 sowie eine jährliche Sanierungsrate von ca. 1 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen

- EH70 2 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 70 sowie eine jährliche Sanierungsrate von 2 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen
- EH55 2 %/a: in diesem Szenario wird für Wohn- und Mischgebäude der Zielwert entsprechend einer Sanierung auf das Niveau EH/EG 55 sowie eine jährliche Sanierungsrate von 2 % des Gebäudebestands pro Jahr angenommen

Daraus ergeben sich die folgenden Entwicklungen.

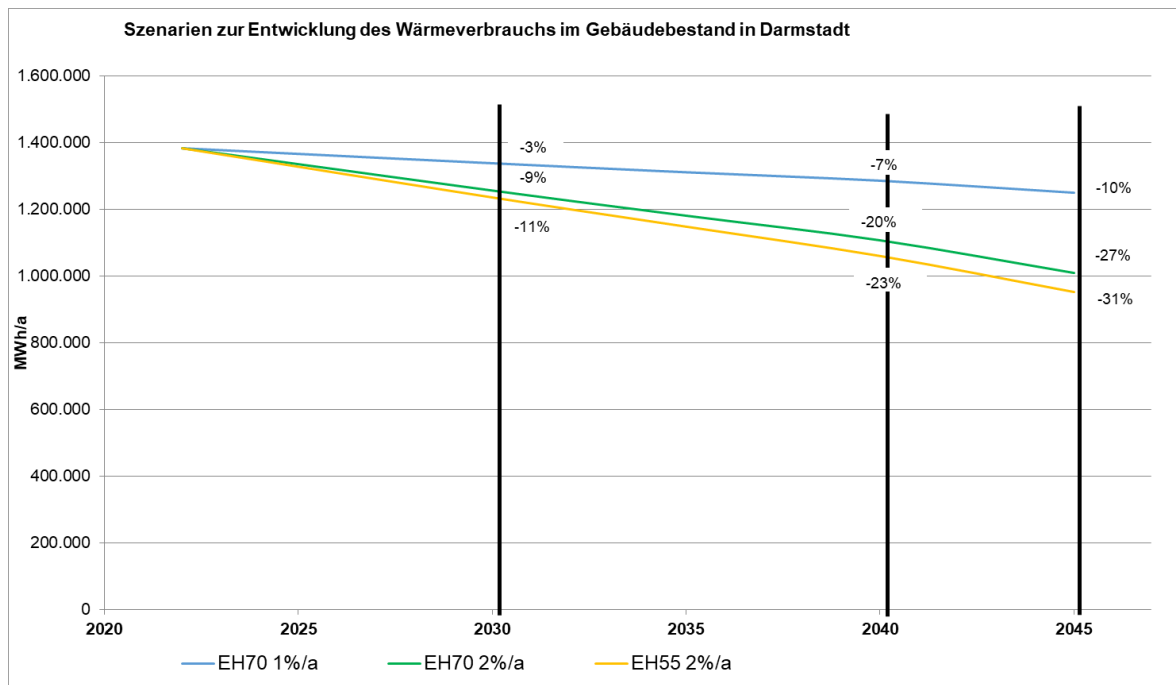


Abbildung 21 Szenarien zur Entwicklung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand in Darmstadt
(eigene Darstellung)

Mit dem Auftraggeber wurde vereinbart, das Szenario EH70/2 % den weiteren Betrachtungen zugrunde zu legen. Danach ist davon auszugehen, dass sich der Wärmebedarf der Bestandsgebäude bis zum Jahr 2045 um ca. 27 % auf ca. 1 Mio. MWh/Jahr verringern wird.

Dies orientiert sich an den sogenannten Langfristszenarien des Bundes. Die Erhöhung der Energieeffizienz durch Verbesserung des energetischen Zustands von Bestandsgebäuden ist ein essenzieller Baustein zur Erreichung der Wärmewende und der damit einhergehenden Versorgungssicherheit, Kostensicherheit und zukunftsfähigen Wärmeversorgung in Darmstadt.

5.2. Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist eine räumliche Differenzierung des beplanten Gebiets von zentraler Bedeutung, um die zukünftige Wärmeversorgung effizient und zielgerichtet gestalten zu können. Dabei werden die unterschiedlichen Potenziale für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungssysteme berücksichtigt und in klar abgegrenzte Wärmeversorgungsgebiete überführt. Gemäß WPG des Bundes werden dabei die folgenden Gebietskategorien unterschieden:

- Wasserstoffnetzgebiete
- Wärmenetzgebiete
- Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung
- Prüfgebiete

Diese Einteilung ermöglicht eine strukturierte Herleitung von Maßnahmen, Planungsprioritäten und Investitionsschritten und bildet die Grundlage für eine langfristig sichere, wirtschaftliche und CO₂-arme Wärmeversorgung.

Das folgende Kapitel gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Betrachtung der Perspektive zur Transformation des Gasnetzes / Wasserstoffnetzgebiete: es wird – in Abstimmung mit dem Gasnetzbetreiber e-netz-Südhessen sowie der ENTEGA AG – dargelegt ob, unter welchen Voraussetzungen und ggf. in welchen Teilgebieten und welchem zeitlichen Horizont in der Wissenschaftsstadt Darmstadt eine Transformation des Gasnetzes hin zur Bereitstellung von H₂ und/oder anderen synthetischen Gasen für die Wärmeversorgung stattfinden kann.
- Im Kapitel 5.2.2 werden potenzielle Wärmenetzgebiete identifiziert und deren Realisierungsrisiken und Wirtschaftlichkeit eingeschätzt.
- Darauf aufbauend wird ein Vorschlag zur Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Versorgungsgebiete gemacht.

5.2.1 Perspektive Gasnetz / Wasserstoffnetzgebiete

Aktuell hat Erdgas für die Wärmeversorgung der Gebäude in Darmstadt mit ca. 70 % eine entscheidende Bedeutung. Entsprechend groß ist der Veränderungsdruck für den Fall, dass eine Umstellung des Erdgasnetzes auf Wasserstoff nicht wahrscheinlich ist. Insofern wurde eine Detailbetrachtung zur Perspektive des Gasnetzes durchgeführt.

Rahmenbedingungen

Der nachfolgende Kartenausschnitt zeigt das von den Fernleitungsnetzbetreibern geplante Wasserstoff-Kernnetz sowie konzeptionelle Überlegungen zum Aufbau eines

Regionalnetzes. Im Zeitraum 2029 bis 2033¹⁸ sollen, entsprechend den Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber Open Grid Europe GmbH (OGE) und Gascade, die Teilabschnitte des Wasserstoff-Kernnetzes im Rhein-Main-Gebiet auf Wasserstoff umgestellt werden. Parallel dazu beschäftigt sich die e-netz Süd Hessen mit anderen Verteilnetzbetreibern aus der Region im Zuge von „Rh₂ein-Main-Connect“ konzeptionell mit der perspektivischen Möglichkeit eines Wasserstoffbezugs von Gasgroßverbrauchern.

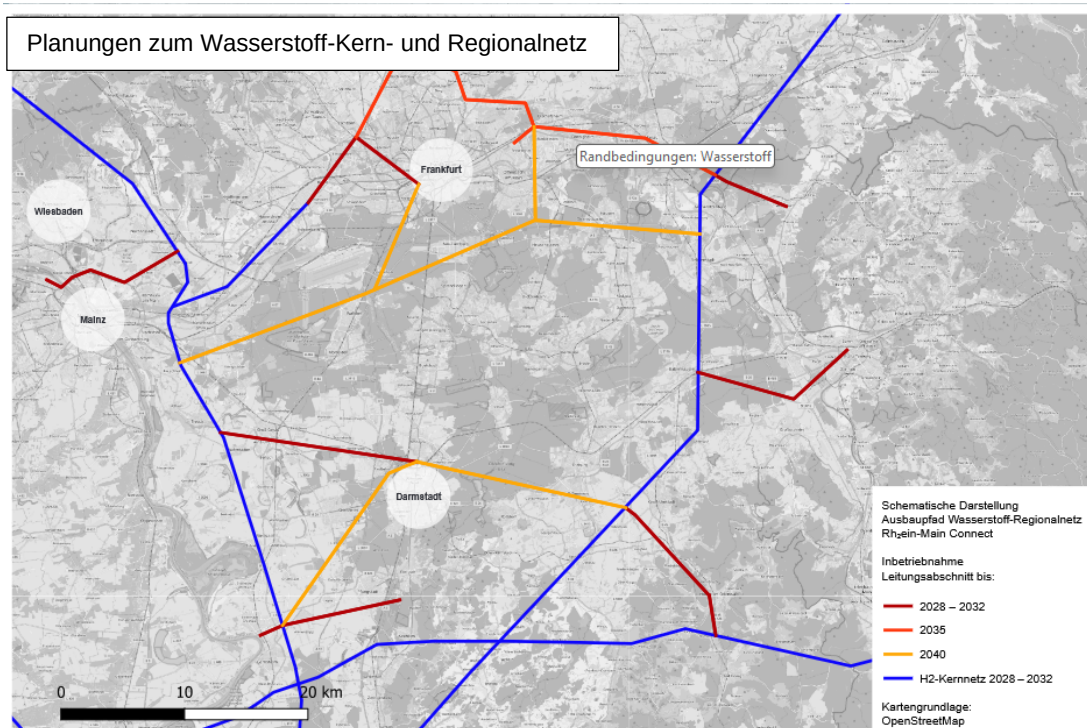


Abbildung 22 geplantes Wasserstoffkern- und Regionalnetz „Rh₂ein-Main Connect“
(verändert nach: Open Grid Europe GmbH¹⁹)

Einschätzung des Gasnetz-Betreibers

Zur Beurteilung der zukünftigen Entwicklung des Gasnetzes und hinsichtlich eines möglichen Aufbaus eines Wasserstoffnetzes in Darmstadt ist die Einschätzung des lokalen Gasnetzbetreibers, der e-netz Süd Hessen AG (im Folgenden kurz: e-netz) bzw. des Mutterunternehmens ENTEGA AG, ausschlaggebend. Zu den konkreten Transformationsplänen und zur allgemeinen Einschätzung fanden mehrere Gespräche zum Thema statt.

¹⁸ Der in der Karte genannte Zeitraum für den Aufbau des Wasserstoffkernnetzes und die konzeptionelle Umsetzung eines Wasserstoff-Regionalnetzes sind mittlerweile veraltet.

¹⁹ Open Grid Europe GmbH, 2024: <https://oge.net/de/pressemitteilungen/2024/energieversorgerbuendnis-gibt-startschuss-fuer-regionales-wasserstoff-verteilnetz-in-frankfurt-rhein-main> (aufgerufen im August 2025)
Der in der Karte genannte Zeitraum für den Aufbau des Wasserstoffkernnetzes ist mittlerweile veraltet.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Konkrete Transformationspläne für das Gasnetz bzgl. § 71 k GEG hat e-netz noch nicht erarbeitet. Die e-netz prüft jedoch aktuell im Rahmen ihrer Zielnetzplanung verschiedene Konzepte für mögliche Transformationspfade ihres Gasnetzes.
- Technisch betrachtet sieht die e-netz grundsätzlich keine Hindernisse, das bestehende Gasnetz auf Wasserstoff (H₂) umzurüsten. Unabhängig von der Frage, ob eine solche Umstellung flächendeckend erfolgen wird, werden bereits jetzt bei Erneuerungsmaßnahmen an der bestehenden Erdgas-Infrastruktur Bauteile (insbesondere Armaturen) verwendet, die überwiegend „H2-ready“ sind.
- Maßnahmen zur Herstellung einer „H2-Readiness“ im Erdgasnetz betreffen vorrangig Bauteile wie z.B. Armaturen oder Gasströmungswächter sowie Bauteile der Gasdruck Regel- und Messanlagen (GDRM). Herausforderungen bei einer Beimischung von Wasserstoff zum Erdgas liegen insbesondere in der Sicherstellung der Gasqualität und Brennwertkompatibilität für die Endkunden. Ein sukzessiver Anstieg des Wasserstoffanteils wird daher als nicht praktikabel eingeschätzt. Aus diesem Grund erscheint eine Umstellung von Erdgas auf 100 % Wasserstoff die theoretisch bessere Variante für Endkunden.
- Der wirtschaftliche Aufbau und Betrieb eines Wasserstoffnetzes für den Wohngebäudesektor bzw. zur Bereitstellung für Raumwärme ist aus Sicht der e-netz allerdings mit großen Unsicherheiten verbunden (insbesondere in Hinblick auf die verfügbaren Mengen und den Preis von Wasserstoff für den Endverbraucher).
- Aktuell geht die e-netz für den Gebäudesektor (Raumwärme / Warmwasser) nicht von einer „Versorgung in der Fläche“ aus. Dies deckt sich mit zahlreichen Studien wie auch in den sog. Langfristszenarien des BMWF.
- Derzeit wird die Nutzung von Wasserstoff vor allem für industrielle Anwendungen oder zur Deckung von Spitzenlasten bzw. der Abdeckung der Redundanz bei Energieerzeugungsanlagen diskutiert. Gespräche mit potenziellen Großverbrauchern sind im Gange, erste Wasserstoffbedarfsmeldungen u.a. der ENTEGA (Erzeugung) und anderer liegen vor, konkrete Vereinbarungen bestehen jedoch bislang nicht.
- Perspektivisch wird weder für Biomethan noch für Biogas eine nennenswerte Einspeisung in das Gasverteilnetz der e-netz erwartet, da die Einspeisemengen im Versorgungsgebiet gering sind. Zurzeit speisen im Netzgebiet der e-netz zwei Anlagen aufbereitetes Biogas mit marginaler Menge in das Gasnetz der e-netz ein.

Einschätzung der Autoren zur Marktverfügbarkeit und zu den Kosten von Wasserstoff für Heizzwecke

Die zukünftige Entwicklung, Marktverfügbarkeit und Eignung von Wasserstoff für Heizzwecke werden auf Grundlage der einschlägigen Literatur²⁰ von uns folgendermaßen eingeschätzt:

²⁰ u.a.: Fraunhofer IEE 2020, BMWK 2023, Merten et al. 2023, Scholz et al. 2024, dvgw / frontier economics 2023; Agora 2024, Thüga 2024

- Die Marktverfügbarkeit von Wasserstoff wird auf absehbare Zeit begrenzt sein. Zur Deckung zukünftiger Bedarfe an Wasserstoff besteht – je nach Breite der vorgesehenen Einsatzzwecke – hohe Importabhängigkeit.
- Wasserstoff wird primär dort eingesetzt werden, wo z.B. eine stoffliche Nutzung keine Alternativen erlaubt, oder wo keine wirtschaftlich sinnvollen Alternativen, bspw. durch Elektrifizierung vorhanden sind. Primäre Anwendungsbereiche ergeben sich somit in der Industrie und in begrenztem Maße zu Mobilitätszwecken (u.a. Lastverkehr). Der Einsatz von Wasserstoff in der dezentralen Wärmeerzeugung wird nach derzeitigem Kenntnisstand keine nennenswerte Rolle spielen.
- Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft verläuft schleppend. Bisher sind Großkunden aus Industrie und GHD zurückhaltend bei der Anmeldung von Bedarf an Wasserstoff, entweder weil sie selbst noch keine klare Vorstellung für ihren Transformationsplan haben oder weil sie ihre zukünftige Versorgung auf den Einsatz von Strom ausrichten.
- Preise und verfügbare Mengen von Wasserstoff sind aktuell noch unklar. Diesbezügliche Prognosen zeigen große Bandbreiten, insbesondere, weil eine Marktmodellierung (Nachfrage- und Angebotsvolumina) aktuell noch sehr großen Unsicherheiten unterworfen ist. Das gilt auch für die zukünftige Entwicklung der Netznutzungsentgelte in den Verteilnetzen.

Gesamteinschätzung

Die Mehrzahl der vorliegenden Studien geht davon aus, dass vorhandene Alternativen zur Wärmeversorgung von Gebäuden mithilfe der Nutzung von Umweltwärme auch mittel- und langfristig wirtschaftlich attraktiver als die Versorgung mit Wasserstoff als Hauptenergieträger sind.

Nach übereinstimmender Einschätzung des Netzbetreibers und des Bearbeitungsteams dieses Gutachtens ist ein flächendeckender Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeversorgung im Gebäudesektor aus technischer wie wirtschaftlicher Sicht höchst unwahrscheinlich. Allenfalls könnte eine "Mitversorgung" im engeren Umfeld von industriellen Großverbrauchern eine theoretische Option sein. Damit ist Wasserstoff im Versorgungsgebiet der Wissenschaftsstadt Darmstadt als flächendeckender Hauptenergieträger für die Wärmeversorgung gemäß § 14 WPG als „mit hoher Wahrscheinlichkeit“ ungeeignet einzuschätzen.

Es wird daher vorgeschlagen, keine Wasserstoffnetzgebiete im aktuellen kommunalen Wärmeplan der Wissenschaftsstadt Darmstadt darzustellen.

In Quartieren, die als „Wärmenetzgebiete“ ausgewiesen werden, kann die schrittweise Außerbetriebnahme der Gasnetze zugunsten von Wärmenetzen mittelfristig eine sinnvolle Maßnahme sein. In Gebieten für die „dezentrale Versorgung“ sollte die Weiterführung des Gasnetzes als Übergangslösung sichergestellt werden. Für die Transformation oder Stilllegung des Gasnetzes sollte die e-netz in den kommenden Jahren in Abstimmung mit der Stadt einen Fahrplan erarbeiten, damit dieser in die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung einfließen kann.

5.2.2 Identifikation von „Wärmenetzgebieten“

Im Rahmen der Zonierung wurden Gebiete identifiziert, die in der Kommunalen Wärmeplanung als „Wärmenetzgebiete“ dargestellt werden sollen. Der Prozess orientiert sich an der Methodik und den Kriterien des Leitfadens des Bundes und gliedert sich in folgende Schritte (siehe Abbildung 23):

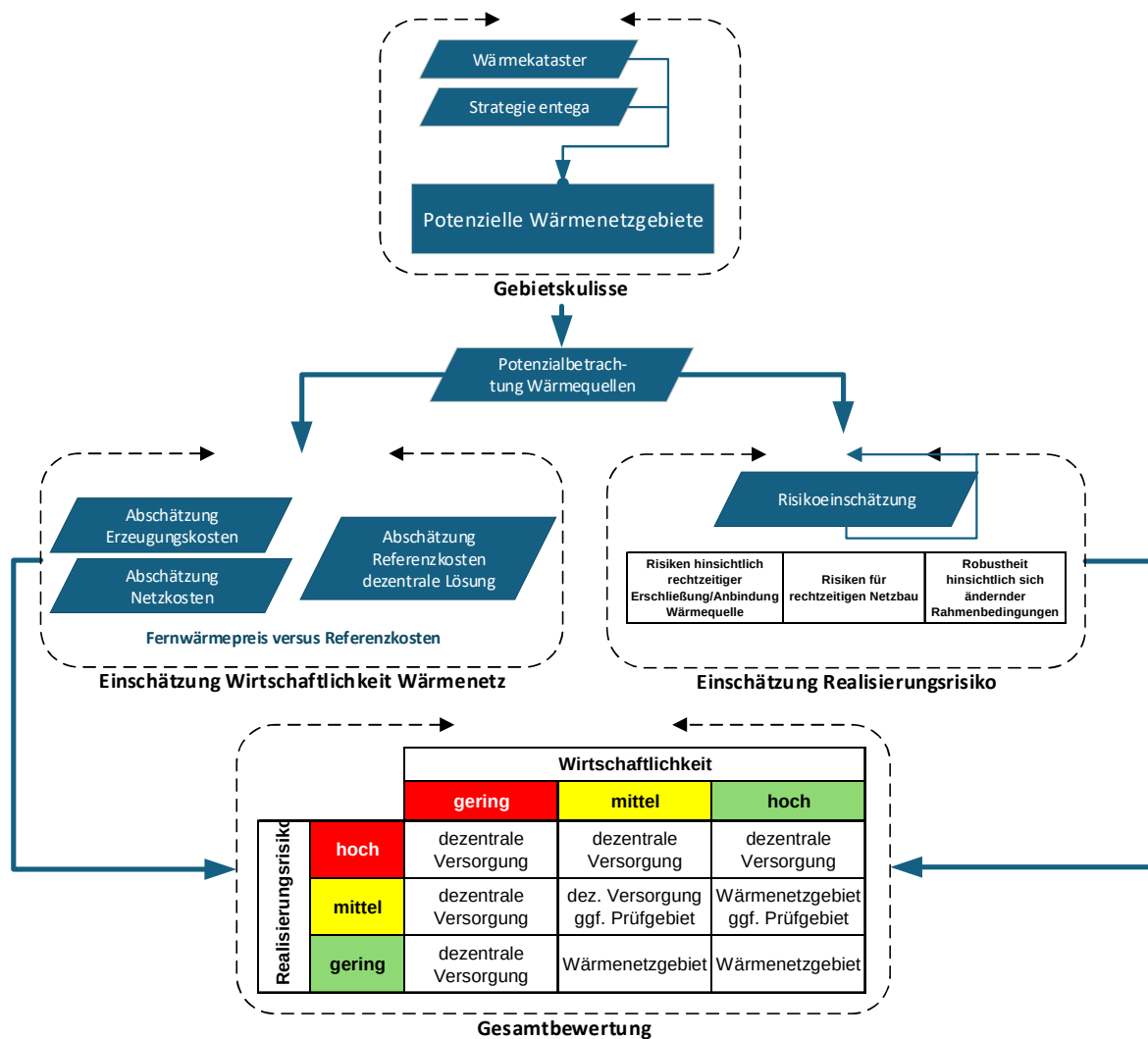


Abbildung 23 Prozess zur Auswahl von Wärmenetzgebieten

5.2.2.1. Festlegung der Gebietskulisse für potenzielle Wärmenetzgebiete

Um die wirtschaftliche Eignung von Wärmesenken für einen Wärmenetzanschluss beurteilen zu können, sind Wärmedichten ein starker Indikator.

Wärmedichte

Wärmedichten (Einheit: MWh/ha*a) beschreiben den jährlichen Wärmeverbrauch je Hektar Siedlungsfläche. Wie im Handlungsleitfaden zur Wärmeplanung (BMWK / BMWSB 2024) dargelegt wird, werden als Richtwert für potenzielle Wärmegebiete im Bestand (konventionelle Wärmenetze) Wärmedichten von mindestens 415 MWh/ha*a empfohlen.

Tabelle 11 Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmedichte

Quelle: BMWK / BMWSB 2024

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

In den folgenden Abbildungen sind die Wärmedichten im Jahr 2045 dargestellt, die sich nach Abzug der Einsparung des Wärmebedarf durch eine energetische Sanierung gem. dem in Kap. 5.1 unterstellten Szenario ergeben (Sanierungstiefe EH/EG 70, Sanierungsrate 2 % pro Jahr).

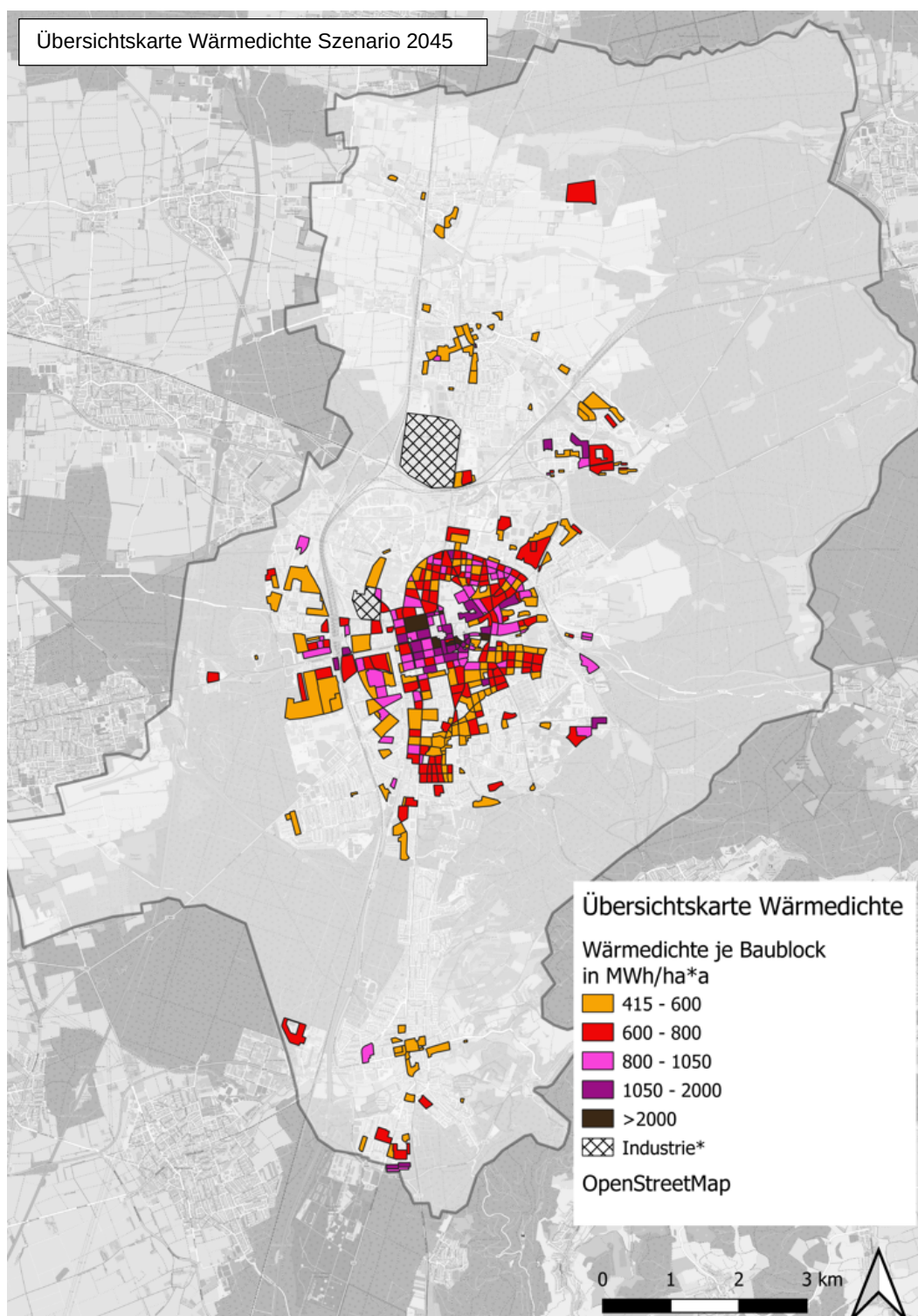


Abbildung 24 Übersichtskarte Wärmedichte Szenario 2045

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG, (eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

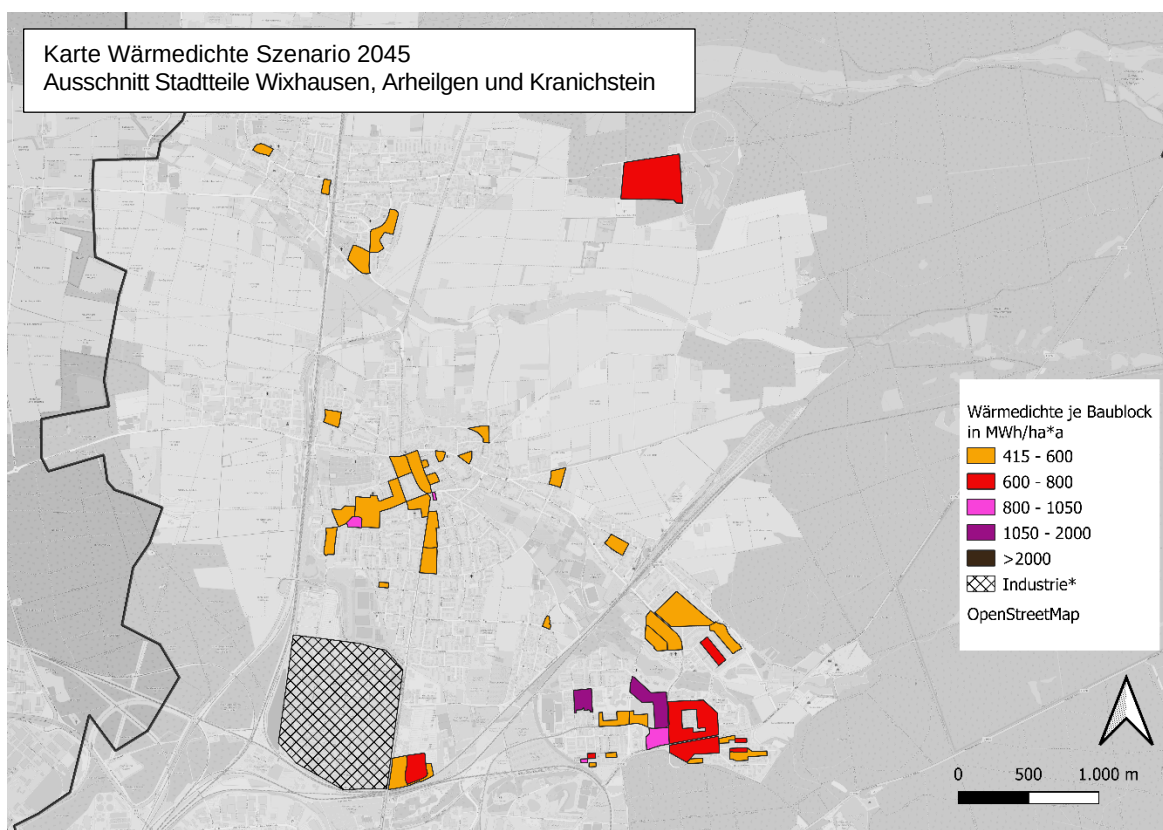


Abbildung 25 Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG, (eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

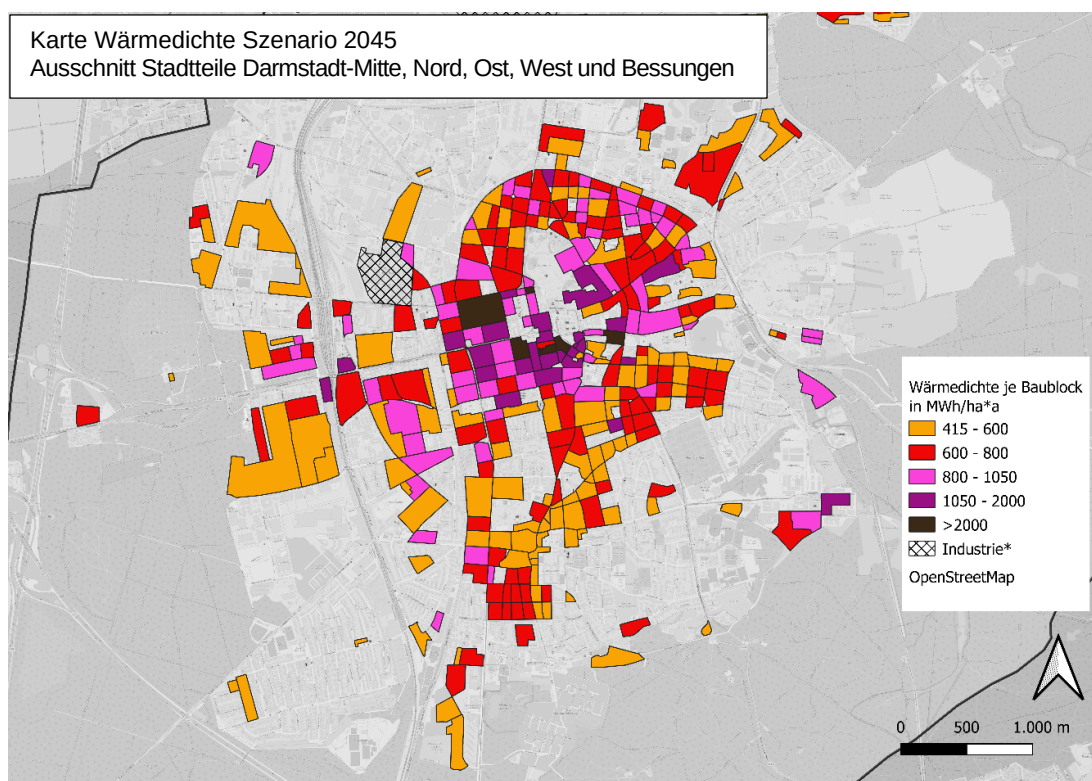


Abbildung 26 Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG, (eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

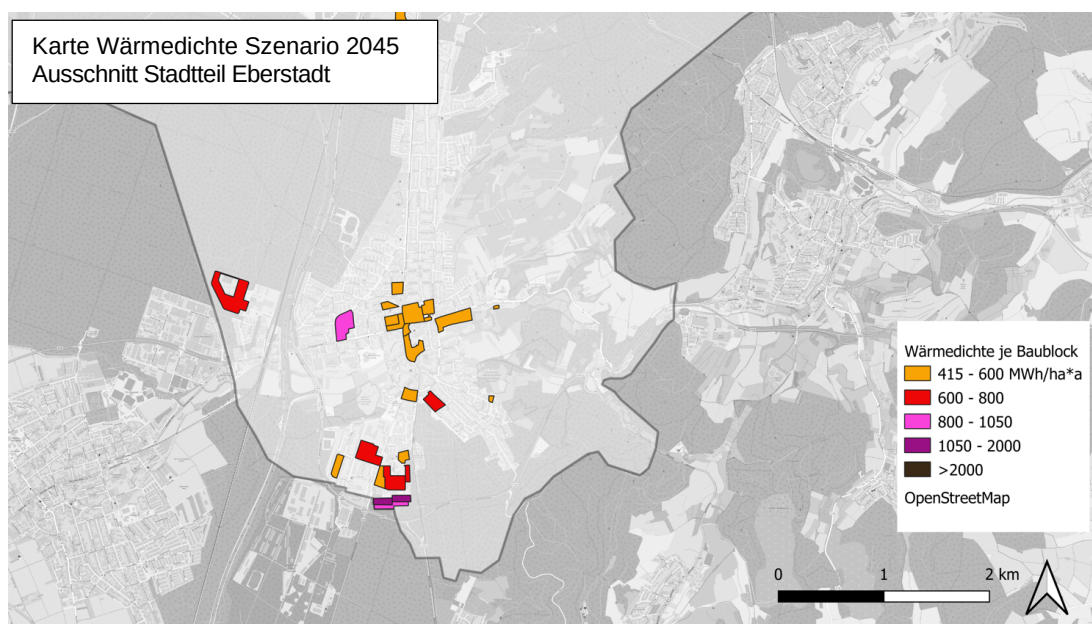


Abbildung 27 Karte Wärmedichte Szenario 2045 - Ausschnitt Stadtteil Eberstadt
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

Ergänzend wurden, insbesondere bei der Arrondierung des Flächenzuschnitts, folgende Aspekte betrachte, die eine besondere Eignung für Wärmenetze erwarten lassen:

- Siedlungstypologie / Homogenität der Bebauungsstrukturen
- erwartete Restriktionen für dezentrale Versorgung, insbesondere infolge hoher Bebauungsdichten.

Unabhängig davon, ob sie vor dem Hintergrund des zurückgehenden Wärmebedarfs und damit auch Wärmedichten den o.g. Mindestkriterien entsprechen, wurden darüber hinaus alle Gebiete, die bereits jetzt über ein Fernwärmenetz verfügen (Bestandsnetze), in die Gebietskulisse aufgenommen.

Auf Grundlage der Analyse der Wärmedichten sowie der sonstigen Kriterien erfolgte eine erste Abgrenzung. Diese wurde mit den Teilgebieten der Wärmestrategie der ENTEGA AG (s.u.) abgeglichen.

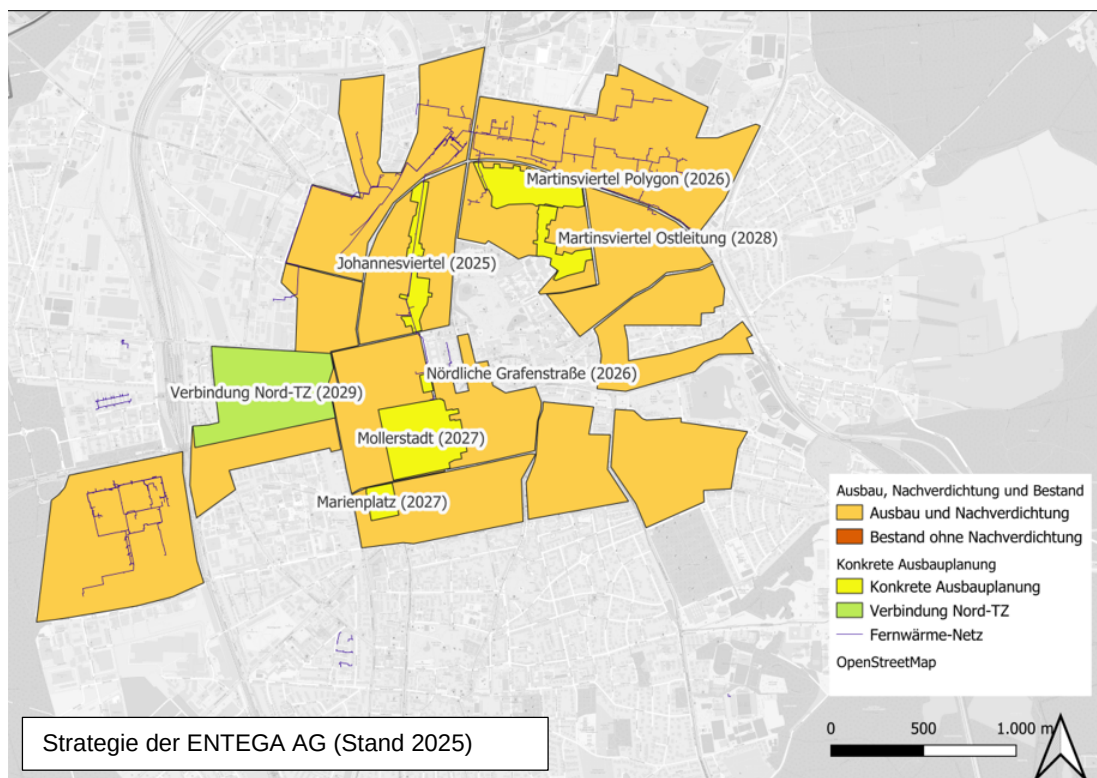


Abbildung 28 Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für die Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen
(Wärmestrategie ENTEGA AG 2025, Kartengrundlage OpenStreetMap)

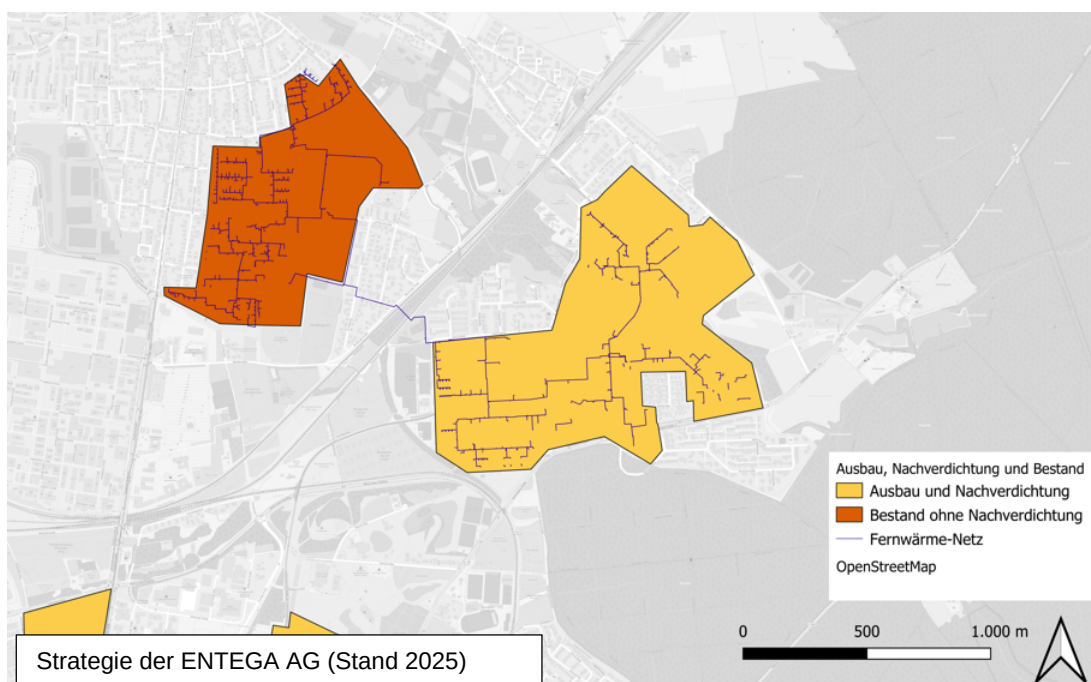


Abbildung 29 Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für die Stadtteile Arheilgen / Kranichstein
(Wärmestrategie ENTEGA AG 2025, Kartengrundlage OpenStreetMap)

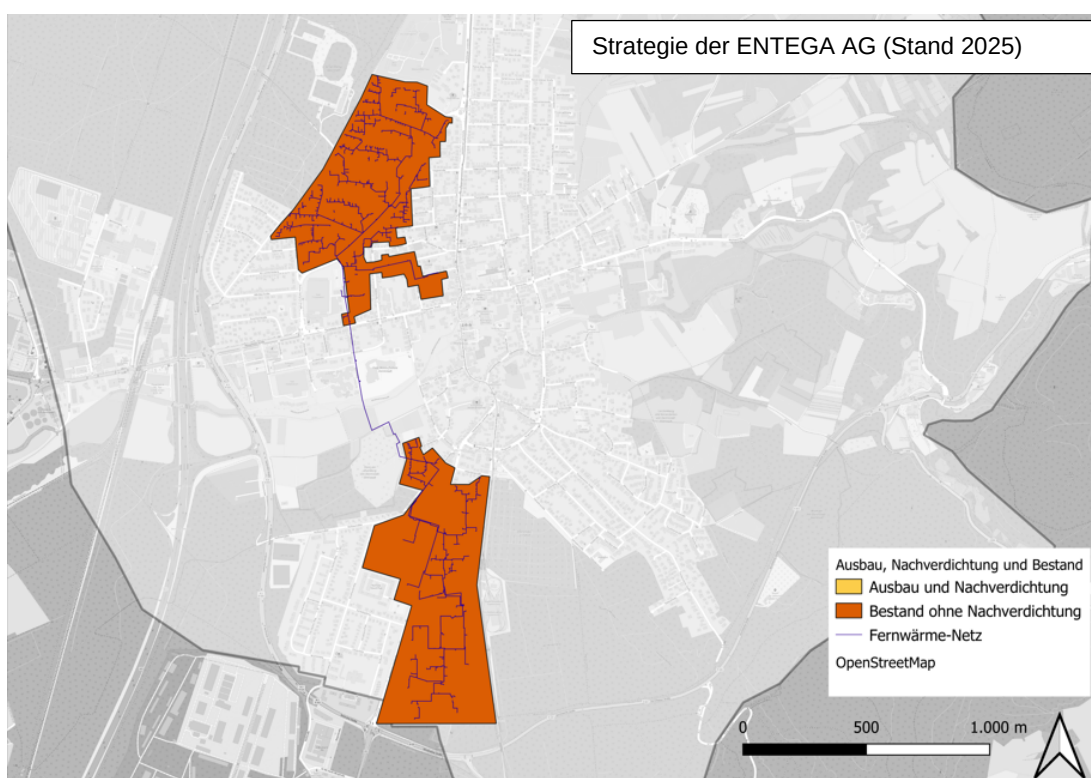


Abbildung 30 Teilgebiete der ENTEGA-Strategie und konkrete Ausbauplanung für den Stadtteil Eberstadt
(Wärmestrategie ENTEGA AG 2025, Kartengrundlage OpenStreetMap)

Dabei ergaben sich große Übereinstimmungen, allerdings auch einige Teilflächen, die aus Sicht der Bearbeiter dieser Studien vor dem Hintergrund der o.g. Kriterien darüber hinaus in die weitere Untersuchung einbezogen werden sollten. Dabei handelt es sich um die folgenden Gebiete:

- Arheilgen (Ortskern)
- DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee
- Europaviertel / EHD
- Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände
- Bessungen West
- Bessungen
- Wolfskehlscher Park / Mathildenstraße
- Eberstadt Ortskern

In den folgenden Karten sind die insgesamt identifizierten „potenziellen Wärmenetzgebiete“

- als Karte für die Gesamtstadt
- in Kartenausschnitten für die Stadtteile (vor dem Hintergrund der Wärmedichtekarten 2045; Filter: Wärmedichte > 415 MW/ha*a)

dargestellt.

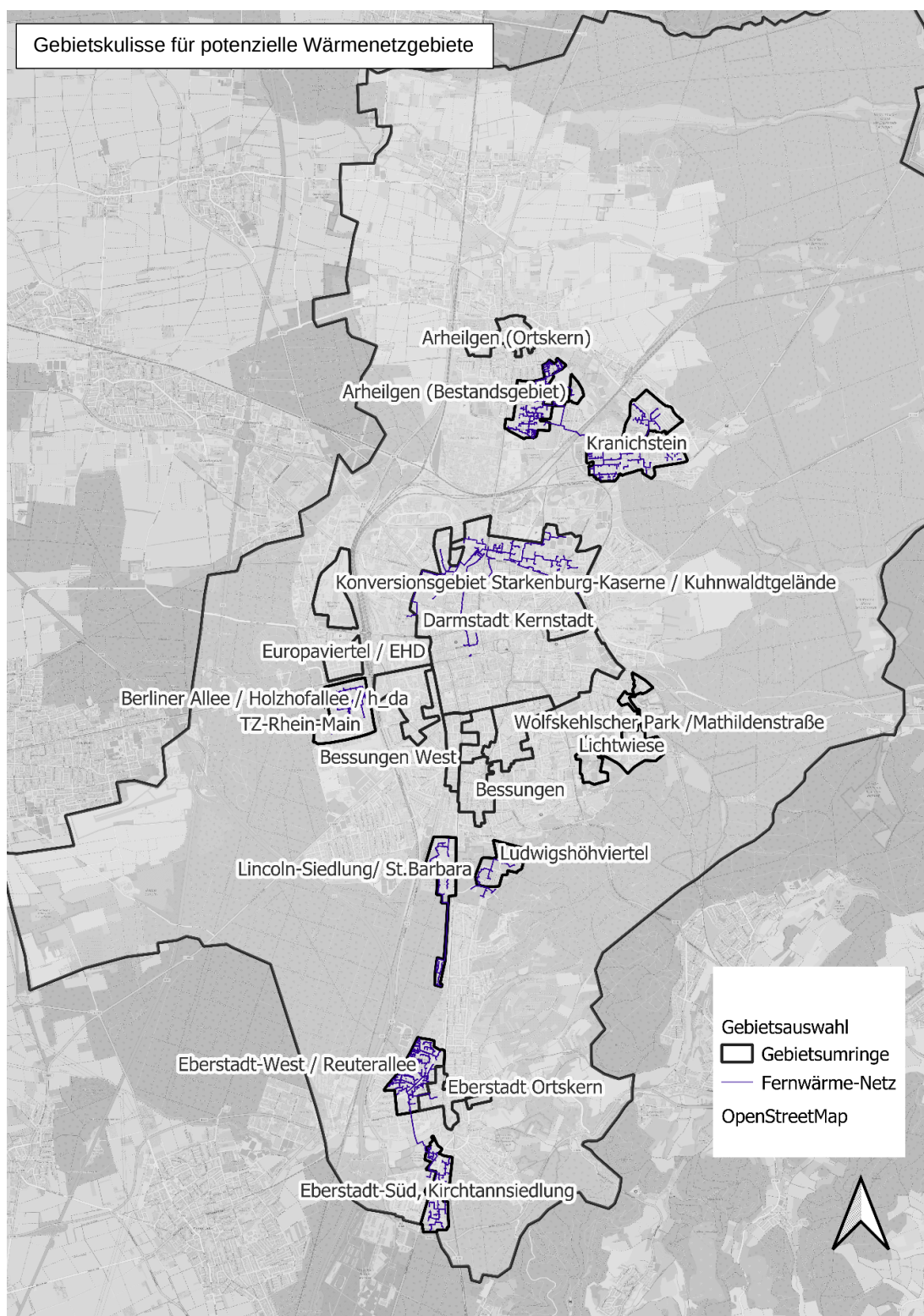


Abbildung 31 Gebietskulisse für potenzielle Wärmenetzgebiete
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

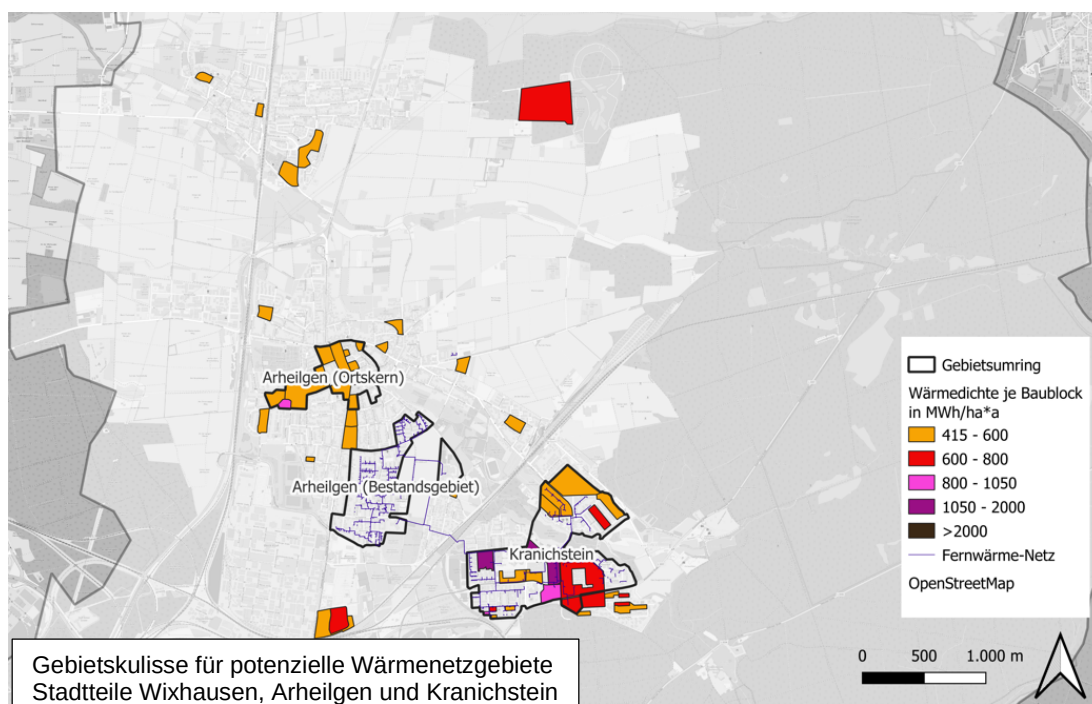


Abbildung 32 Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete“ - Ausschnitt Stadtteile Wixhausen, Arheilgen und Kranichstein
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

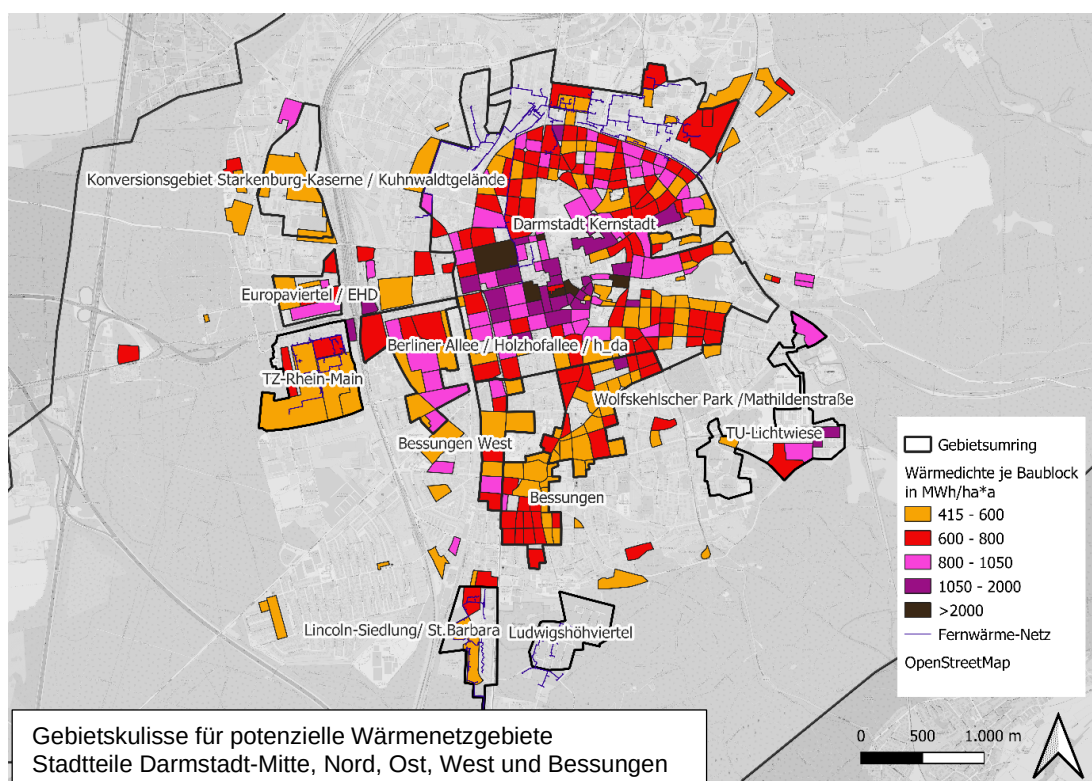


Abbildung 33 Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete- Ausschnitt Stadtteile Darmstadt-Mitte, Nord, Ost, West und Bessungen
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

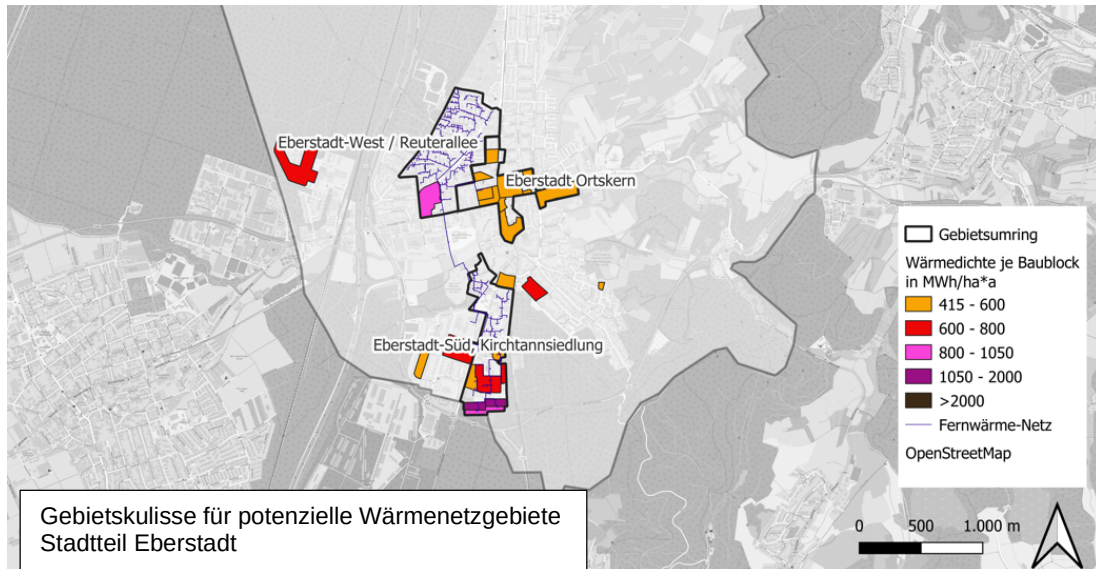


Abbildung 34 Gebietskulisse „potenzielle Wärmenetzgebiete“ - Ausschnitt Stadtteil Eberstadt
(eigene Darstellung, Kartengrundlage OpenStreetMap)

Diese „Gebietskulisse“ bildet die Grundlage für die weitere Betrachtung.

5.2.2.2. Zuordnung potenzieller Wärmequellen

Auf Grundlage der Potenzialanalyse wird geprüft, welche Wärmequellen für eine Versorgung der ausgewählten Teilflächen bei Prüfung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung denkbar sind. Die Bewertung erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Entsprechen die Quellen den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes?
- Erlauben Menge, Konstanz und Temperaturniveau eine zuverlässige Versorgung der Teilflächen?
- Lassen die Wärmegestehungskosten einen wirtschaftlichen Netzbetrieb erwarten?

Für die Bestandsgebiete gibt es bereits Transformationspläne (ENTEGA AG) oder diese werden aktuell erarbeitet (TUD).

Die Transformationspläne der ENTEGA AG sehen für die Grund- und Mittellast folgendes vor:

- **Nordnetzverbund:** geplant ist eine Anbindung der Gebiete „**TZ Rhein-Main**“ sowie „**Arheilgen-Kranichstein**“ an die Wärmequelle MHKW über das Nordnetz, das nach Ausbau die **Darmstädter Kernstadt** erschließen soll (s.u.).

Auf Grundlage der im Rahmen der KWP durchgeführten Potenzialanalyse kommen als alternative bzw. ergänzende Wärmequellen für den Bereich Arheilgen / Kranichstein für die Erzeugung von Netzwärme nach aktueller Einschätzung auch Geothermie (oberflächennah / mitteltief), Umgebungsenergie (Luft) infrage. Diese würden aber zu höheren Erzeugungskosten als die Abwärme aus dem MHKW führen.

- **Lincoln-Siedlung / St. Barbara und Ludwigshöhviertel:** Betrieb weiter als Inselnetz (Biomethan-BHKW / Luft-Wärmepumpe je nach Verfügbarkeit und Preisentwicklung)
- **Eberstadt-Süd und -West:** Betrieb weiter als Inselnetz (Klärwasser-Wärmepumpe (Klärwerk Süd) sowie Luft-Wärmepumpe)

Für die weiteren Gebiete ergibt sich die folgende Zuordnung potenzieller Wärmequellen für ein Wärmenetz:

- **Arheilgen (Ortskern):** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung einzige wirtschaftlich tragfähige Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz; als Alternative bzw. ergänzende Wärmequellen kommen nach Einschätzung im Rahmen der Bearbeitung der Wärmeplanung jedoch auch Solarthermie, mitteltiefe Geothermie sowie eine dezentrale Abwasserwärmenutzung (Deckungsgrad ca. 65 % der Jahresarbeit) in Frage
- **Darmstadt Kernstadt:** Abwärme MHKW
- **DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee:** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung einzige wirtschaftlich tragfähige Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz.

Als ergänzende Wärmequellen für die Erzeugung von Netzwärme stehen die oberflächennahe Geothermie (ggf. auch mitteltiefe Geothermie) und Solarthermie (Dachflächen) zur Verfügung.

- **Europaviertel / EHD:** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung die wirtschaftlichste Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz.

Als alternative bzw. ergänzende Wärmequellen für die Versorgung von Wärmenetzen kommen nach aktueller Einschätzung auch Geothermie (oberflächennah / mitteltief), Umweltenergie (Außenluft) infrage.

Potentiell könnte auch Abwärme aus dem Zentralklärwerk im Zuge einer Versorgung des Konversionsgebietes Starkenburg Kaserne / Kuhnwaldtgelände eine Wärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz darstellen.,

- **Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände:** Versorgung über Abwärmenutzung Zentralkläranlage
- **Bessungen West:** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung einzige wirtschaftlich tragfähige Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz.
- **Wolfskehlscher Park / Mathildenstraße:** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung einzige wirtschaftlich tragfähige Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz.

Als ergänzende Wärmequellen stehen die dezentrale Abwasserwärme, oberflächennahe Geothermie und Solarthermie (Dachflächen) zur Verfügung

- **Bessungen:** Abwärme MHKW nach aktueller Einschätzung einzige wirtschaftlich tragfähige Grundlastwärmequelle für eine Versorgung über ein Wärmenetz.
- **Eberstadt Ortskern:** nach aktueller Einschätzung ist keine EE-Wärmequelle / Abwärmequelle im Gebiet selbst vorhanden; eine Versorgung müsste über die Kläranlage Eberstadt / Luft-Wärmepumpe (vorgesehen für Bestandsgebiete Eberstadt) erfolgen

5.2.2.3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmenetzgebiete

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse wurden die Kosten eines Anschlusses an ein Wärmenetz mit den Wärmegestehungskosten einer dezentralen Versorgungslösung auf Basis einer Wärmepumpe verglichen. Die Betrachtung erfolgte zunächst für ein Typgebäude (sanierter Altbau) mit acht Wohneinheiten zu je 60 m², einem jährlichen Wärmebedarf von 48.000 MWh und 1.800 Volllaststunden.

Neben dieser exemplarischen Untersuchung auf Gebäudeebene wurde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auch auf Ebene der potenziellen Wärmenetzgebiete aus der zuvor ermittelten Gebietskulisse durchgeführt. Dabei wurden Gebiete mit bestehender Fernwärmeinfrastruktur als bereits erschlossene Wärmenetzgebiete als „gesetzt“ angenommen und daher nicht wirtschaftlich betrachtet. Für die übrigen Gebiete wurde ein durchschnittlicher Wärmebedarf angenommen, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit einer Fernwärmeerschließung zu prüfen.

Die Ermittlung der teilgebietsbezogenen Wärmegestehungskosten im Wärmenetz erfolgte auf Basis einer annuitätischen Vollkostenrechnung, die sowohl die Kosten des Verteilnetzes, der Hausanschlüsse und Übergabestationen als auch geschätzte Erzeugungskosten (unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit des MHKW gemäß Strategie der ENTEGA AG) und eine Marge für den Betreiber einbezieht.

Unter Berücksichtigung einer marktüblichen Marge für den Betreiber ergeben sich daraus zentrale Wärmegestehungskosten aus Sicht des Energieversorgers, wobei die tatsächlichen Werte stark von den Rahmenbedingungen der Netzinfrastruktur und der gewählten Erzeugungskonzepte abhängen. In dieser Kalkulation wird zudem davon ausgegangen, dass der Gebäudebesitzer die Kosten für Hausanschluss und Baukostenzuschuss selbst trägt.

Die Analyse wurde aus verschiedenen Perspektiven durchgeführt, sowohl aus Sicht des Endkunden als auch aus Sicht des Energieversorgers. Dabei flossen Baukostenzuschüsse und die Kosten für den Hausanschluss, die üblicherweise vom Gebäudebesitzer getragen werden, in die Berechnungen ein. Die Entscheidung, ob ein Gebiet wirtschaftlich für eine Fernwärmeerschließung geeignet ist, wurde entsprechend im Rahmen der Bearbeitung ebenfalls aus beiden Blickwinkeln bewertet.

Als Kriterium für eine realistische Erschließung mit Fernwärme wurde festgelegt, dass der Wärmepreis inklusive Marge für den Energieversorger den Referenz-Wärmepreis der Wärmepumpenlösung nicht um mehr als 10 % überschreiten darf. Innerhalb dieser Grenze gilt eine Fernwärmeerschließung als wirtschaftlich vertretbar, da sie gegenüber dezentralen Systemen mehrere Vorteile bietet: keinen eigene Wärmeerzeugungsanlage, geringeren Platzbedarf, reduzierten Wartungsaufwand sowie eine zuverlässige Versorgung aus zentralen, zukünftig notwendigerweise erneuerbaren Quellen. Diese Komfort- und Versorgungsvorteile rechtfertigen aus Sicht der Bearbeiter einen moderat höheren Wärmepreis.

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die verschiedenen Gebiete in Darmstadt werden in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Verglichen wurden die Wärmegestehungskosten der Fernwärme - aus der Sicht des Energieversorgers im Hinblick auf einen anlegbaren Fernwärmepreis - mit denen einer dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe bei den aktuell gültigen Förderquoten von 35 % bzw. 55 % gemäß BEG (Bundesförderung effiziente Gebäude) für die dezentrale Lösung. Dabei ist zu beachten, dass die Baukosten für das Fernwärmenetz je nach Gebiet sehr unterschiedlich ausfallen können, was die Wirtschaftlichkeit zusätzlich beeinflusst.

Tabelle 12 Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der potenziellen Wärmenetzgebiete

Gebiet	Einschätzung Wirtschaftlichkeit	
	bei 35 % Förderung für dezentrale Lösungen	bei 55 % Förderung für dezentrale Lösungen
Arheilgen Ortskern	mittel*	niedrig*
Darmstadt Kernstadt (Netzausbaugebiet)	hoch	mittel
DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee	hoch*	hoch*
Europaviertel / EHD	hoch*	hoch*
Bessungen West	hoch*	mittel*
Wolfskehlischer Park /Mathildenstraße	hoch*	mittel*
Bessungen	niedrig*	niedrig*
Eberstadt Ortskern	mittel	mittel

* sofern Wärme aus MHKW als wirtschaftlichste für Grund- und Mittellastquelle zur Verfügung steht

Dargestellt ist das Verhältnis der Wärmegestehungskosten (Fernwärme zu dezentraler Versorgung) als Prozentwert:

- **< 90 %:** Wirtschaftlichkeit hoch; Fernwärme vermutlich wirtschaftlich sehr attraktiv

- **90–110 %:** Wirtschaftlichkeit mittel; Fernwärme vermutlich ähnlich teuer wie dezentrale Lösungen; aufgrund der genannten Vorteile sind Mehrkosten vermutlich vertretbar
- **> 110 %:** Wirtschaftlichkeit gering; Fernwärme vermutlich deutlich teurer als dezentrale Lösungen

Die Berechnungen basieren auf Vollkosten einschließlich Hausanschlüssen sowie der Nutzung von Abwärme aus dem MHKW für Grund- und Mittellast.

Für die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit aus Sicht der Eigentümer*innen muss im Einzelfall geprüft werden, ob über die Förderquote von 35 % hinaus, auch die Voraussetzungen für eine Förderquote von 55 % oder in Einzelfällen gar 70 % erfüllt werden.

5.2.2.4. Einschätzung der Umsetzungsrisiken der Wärmenetzgebiete / Abgleich mit der Wärmestrategie der ENTEGA AG

In diesem Schritt wurde geprüft, mit welchen Risiken bei der Umsetzung einer netzgebundenen Versorgung zu rechnen ist. Außerdem wurde bewertet, ob die Planung gegenüber Veränderungen der Rahmenbedingungen robust ist. Dazu wurden die folgenden Realisierungsrisiken qualitativ (in Abstimmung mit der Stadtverwaltung) eingeschätzt

- Risiken hinsichtlich Erschließung/Anbindung Wärmequelle
 - Verfügbarkeit Abwärme MHKW / Übereinstimmung mit Strategie der ENTEGA AG
 - Verfügbarkeit Alternativen
 - wirtschaftliche Tragfähigkeit
 - Flächenverfügbarkeit
 - Planungs- und Genehmigungsverfahren
- Risiken für Netzbau
 - Platzverhältnisse / Belegung Straßenraum
 - geplante Baumaßnahmen
- Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen
 - Rechtsrahmen
 - Energiepreisentwicklung

Bezüglich der Verfügbarkeit der Abwärme aus dem MHKW spielt die Übereinstimmung mit Strategie der ENTEGA AG eine zentrale Rolle.

In den folgenden Tabellen ist der Abgleich des Erzeugungspotenzials des MHKW (ca. 302 GWh(a) und des Klärwerks Süd (Eberstadt) mit den Wärmebedarfen der potenziellen Wärmenetzgebiete dargestellt. Dabei ist in der Zeile „MHKW-ENTEGA“ bzw. „Klärwerk Eberstadt ENTEGA“, die Summe der Teilgebiete dargestellt, die Bestandteil der Wärmestrategie der ENTEGA AG sind. Die blau unterlegten Zeilen stellen den Wärmebedarf in den

potenziellen Wärmenetzgebieten dar, die seitens der Bearbeiter dieser Studie über die Teilgebiete der Wärmestrategie der ENTEGA AG (orange hinterlegt) hinaus identifiziert wurden.

Tabelle 13 Abgleich der Wärmebedarfe in den Teilgebieten mit der Wärmequelle MHKW

Mengenabgleich MHKW-Abwärmennutzung	Endenergiebedarf sekundärseitig			Netzeinspeisung gesamt	Anteil Grund- und Mittellasterzeuger	
	Status Quo (Stand Datenerhebung 2024)	im Jahr 2045 (EH70-2%)	2045 bei 70% Anschlussquote; 100% in Bestandsgebieten	zzgl. 12% Netzverlust	bei ca. 80% Deckung	bei ca. 90% Deckung
Bezeichnung Teilgebiet	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Arheiligen (Bestandsgebiet)	17.715	11.450	11.450	12.824	10.259	11.542
Kranichstein	48.761	36.756	36.756	41.166	32.933	37.050
Darmstadt Kernstadt	386.106	289.159	210.454	235.708	188.566	212.137
TZ-Rhein-Main	24.968	22.231	22.231	24.899	19.919	22.409
nördliche Rheinstraße (keine flächige Erschließung)	15.339	8.602	6.021	6.744	5.395	6.069
Summe Wärmebedarfe Entega-Strategie	492.890	368.197	286.912	321.341	257.073	289.207
Arheiligen (Ortskern)	15.693	11.398	7.979	8.936	7.149	8.042
DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee / h_da	40.382	32.100	22.470	25.166	20.133	22.649
Europaviertel / EHD	13.407	11.962	8.373	9.378	7.503	8.440
Besungen West	20.449	15.156	10.609	11.882	9.506	10.694
Bessungen	25.813	18.817	13.172	14.752	11.802	13.277
Wolfskehlischer Park /Mathildensstraße	34.022	25.028	17.520	19.622	15.698	17.660
Summe Wärmebedarfe weitere Gebiete	149.765	114.461	80.122	89.737	71.790	80.763
Potential MHKW						302.000
nach Flächentyp						
Bestandsgebiet (kein Ausbau geplant)	91.444	70.437	70.437	78.889	63.111	71.000
Ausbaugebiet entega	401.445	297.760	216.475	242.452	193.961	218.206
weitergehende Kulisse KWP	149.765	114.461	80.122	89.737	71.790	80.763
nach Konzept						
ENTEKA Wärmestrategie	492.890	368.197	286.912	321.341	257.073	289.207
weitergehende Kulisse KWP	149.765	114.461	80.122	89.737	71.790	80.763

Tabelle 14 Abgleich der Wärmebedarfe in den Teilgebieten mit der Wärmequelle Klärwerk Süd (Eberstadt)

Mengenabgleich Wärmenutzung Klärwerk Süd (Eberstadt)	Endenergiebedarf sekundärseitig			Netzeinspeisung gesamt	Anteil Grund- und Mittellasterzeuger	
	Status Quo (Stand Datenerhebung 2024)	im Jahr 2045 (EH70-2%)	2045 bei 70% Anschlussquote; 100% in Bestandsgebieten	zzgl. 12% Netzverlust	bei ca. 80% Deckung	bei ca. 90% Deckung
Bezeichnung Teilgebiet	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Eberstadt-Süd, Kirchtannsiedlung	21.388	14.334	14.334	16.054	12.843	14.449
Eberstadt-West / Reuterallee	20.875	14.602	14.602	16.355	13.084	14.719
Eberstadt Ortskern	14.611	11.182	7.827	8.767	7.013	7.890
Gesamtergebnis	56.873	40.118	36.764	41.176	32.940	37.058
Potenzial Klärwerk Süd (Eberstadt)						11.400
nach Flächentyp						
Bestandsgebiet (kein Ausbau geplant)	42.262	28.937	28.937	32.409	25.927	29.168
Ausbaugebiet entega	0	0	0	0	0	0
weiter gehende Kulisse KWP	14.611	11.182	7.827	8.767	7.013	7.890
nach Konzept						
ENTEKA Wärmestrategie	42.262	28.937	28.937	32.409	25.927	29.168
weiter gehende Kulisse KWP	14.611	11.182	7.827	8.767	7.013	7.890

Die Auswertung ergibt, dass die Teilgebiete, die Bestandteile der Wärmestrategie der ENTEGA AG sind, das Erzeugungspotenzial des MHKW von ca. 302 GWh/a bei einer wirtschaftlich sinnvollen Deckung von 90 % des Jahresbedarfs mit einem Bedarf von ca. 290

GWh/a praktisch auslasten. Die im Rahmen der Arbeiten am kommunalen Plan darüber hinaus identifizierten Teilgebiete, die gute Voraussetzungen für ein Wärmenetz bieten und die auf das MHKW als Hauptwärmequelle angewiesen wären, haben einen zusätzlichen Bedarf von ca. 81 GWh/a bei einer Deckung von 90 % des Jahresbedarfs. In Summe käme es demnach zu einer deutlichen „Überzeichnung“ des MHKW. Das wäre selbst dann der Fall, wenn man von einem wirtschaftlich weniger interessanten Deckungsgrad von 80 % des Jahresbedarfs ausgeht.

Gleiches gilt für das Klärwerk Süd (Eberstadt; Erzeugungskapazität ca. 11 GWh/a). Hier stellt sich die Situation sogar so dar, dass die Erzeugungspotenziale aus dem Abwasserstrom des Klärwerks Süd schon für die Bestandsgebiete nicht ausreichend sind. Hier sieht der Trafoplan der ENTEGA AG eine Ergänzung durch Luft-Wärmepumpen vor.

In Abstimmungsgesprächen mit der ENTEGA AG wurde deutlich, dass aus ökonomischen Gründen aktuell kein Spielraum für die Erschließung einer weiteren zentralen Grund-/Mittellastquelle (z.B. tiefe oder mitteltiefe Geothermie) gesehen wird. Insofern wurde bei der Einschätzung der Realisierungsrisiken die Nicht-Verfügbarkeit des MHKW für die Teilgebiete, die nicht Teil der Wärmestrategie der ENTEGA AG sind, bei der Einschätzung der „Risiken hinsichtlich Erschließung/Anbindung Wärmequelle“ als „hohes Realisierungsrisiko“ bewertet. Das gleiche gilt sinngemäß für das Teilgebiet „Eberstadt Ortskern“ hinsichtlich der Wärmequelle „Klärwerk Süd“.

In der folgenden Tabelle ist die Übersicht zur Einschätzung des Realisierungsrisikos für die Teilaspekte sowie insgesamt dargestellt. Sofern für ein Teilgebiet keine wirtschaftlich tragfähige Grund-/Mittellastquelle zugeordnet werden kann, ist eine Bewertung der Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen nicht möglich. Das Fehlen einer wirtschaftlich tragfähigen Grund-/Mittellastquelle ist maßgeblich für die Gesamteinschätzung des Realisierungsrisikos als „hoch“, so dass alle identifizierten Gebiete, die über die Wärmestrategie der ENTEGA AG hinausgehen, in die Kategorie „hohes Realisierungsrisiko“ eingestuft werden mussten.

Tabelle 15 Einschätzung des Realisierungsrisikos für die Teilgebiete

Bezeichnung	Typ	zugeordnete Wärmequelle	Risiken hinsichtlich Er-schließung/Anbindung Wärmequelle	Risiken für Netzbau	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmen-bedingungen	Gesamt-Einschätzung Realisierungsrisiko
Arheilgen (Ortskern)	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	hoch	keine Be-wertung möglich	hoch
Darmstadt Kernstadt	Ausbaugebiet ENTEGA	MHKW	gering	mittel	mittel	mittel
DA-West, Berliner Al-lee / Holzhofallee	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	gering	keine Be-wertung möglich	hoch
Europaviertel / EHD	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	gering	mittel	hoch
Bessungen West	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	mittel	keine Be-wertung möglich	hoch
Bessungen	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	hoch	keine Be-wertung möglich	hoch
Wolfskehlscher Park /Mathildenstraße	Gebietskulisse KWP	MHKW	hoch	mittel	keine Be-wertung möglich	hoch
Eberstadt Ortskern	Gebietskulisse KWP	Abwärme Klärwerk Süd	hoch	hoch	keine Be-wertung möglich	hoch
Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände	Gebietskulisse KWP	Abwärme Haupt-klärwerk	gering	gering	hoch	gering

Bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung sollten die Fragen des Realisie-rungsrisikos erneut aufgeworfen und mit der ENTEGA AG diskutiert werden.

5.2.2.5. Gesamtbewertung und Vorschlag zur Einteilung des Stadtgebiets in „voraussichtliche Versorgungsgebiete“

Auf Grundlage der vorgenannten Analyseschritte erfolgt eine Gesamtbewertung der potenziellen Wärmenetzgebiete und eine Einstufung der Gebiete nach „voraussichtlicher Versorgungsart“. Dabei wurde die folgende Entscheidungsmatrix zugrunde gelegt.

Tabelle 16 Matrix zur Gesamtbewertung der potenziellen Wärmenetzgebiete

		Wirtschaftlichkeit		
		gering	mittel	hoch
Realisierungsrisiko	hoch	dezentrale Versorgung	dezentrale Versorgung	dezentrale Versorgung
	mittel	dezentrale Versorgung	dez. Versorgung ggf. Prüfgebiet	Wärmenetzgebiet ggf. Prüfgebiet
	gering	dezentrale Versorgung	Wärmenetzgebiet	Wärmenetzgebiet

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis der Gesamtbewertung dargestellt.

Tabelle 17 Gesamtbewertung „Realisierungsrisiko / Wirtschaftlichkeit“ und Vorschlag zur Einstufung der „voraussichtlichen Versorgungsart“

Bezeichnung	Einschätzung Realisierungsrisiko	Einschätzung Wirtschaftlichkeit	Gebietskategorie
Arheilgen (Ortskern)	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Darmstadt Kernstadt (Netzausbaugebiet)	mittel	hoch	Wärmenetzgebiet
DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Europaviertel / EHD	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Bessungen West	hoch	hoch	dezentrale Versorgung
Wolfskehlischer Park / Mathildestraße	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Bessungen	hoch	gering	dezentrale Versorgung
Eberstadt Ortskern	hoch	mittel	dezentrale Versorgung
Konversionsgebiet Starkenburg-Kaserne / Kuhnwaldtgelände	gering	keine Bewertung möglich	Prüfgebiet

Aus der Tabelle wird deutlich, dass die Teilgebiete

- Europaviertel / EHD
- DA-West, Berliner Allee / Holzhofallee
- Bessungen West

strukturell über sehr günstige Voraussetzungen für wirtschaftlich tragfähige Wärmenetzlösungen verfügen. Bei der Gesamtbewertung und der Einstufung als „Gebiet für die dezentrale Versorgung“ spielt vor allem die Einschätzung des Realisierungsrisikos eine Rolle, insbesondere in Bezug auf die Erschließung und Anbindung einer wirtschaftlich tragfähigen Grund- und Mittellastwärmequelle.

Diese Gebiete sind nicht Teil der Wärmestrategie der ENTEGA AG, die sich auf die Dekarbonisierung der Bestandsnetze und den Ausbau der Fernwärme in der Kernstadt konzentriert und keine neuen Gebietsvorschläge im Kontext der Erarbeitung der Wärmeplanung aufgenommen hat. Für die o.g. Gebiete steht – vor dem Hintergrund der begrenzten Erzeugungskapazitäten des MHKW – das MHKW als Grund- und Mittellastwärmequelle nicht zur Verfügung. Das führt zu einem hohen „Realisierungsrisiko“ und damit insgesamt zur Einstufung als „Gebiet für die dezentrale Versorgung“.

Bei den oben genannten Gebieten sollte regelmäßig überprüft werden, ob sich die Rahmenbedingungen verändern, um bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ggf. zu einer anderen Einstufung des Gebiets zu kommen.

5.2.3 Ergebnis „Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Versorgungsgebiete“

In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis der Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Versorgungsgebiete für das Jahr 2045 kartographisch dargestellt.

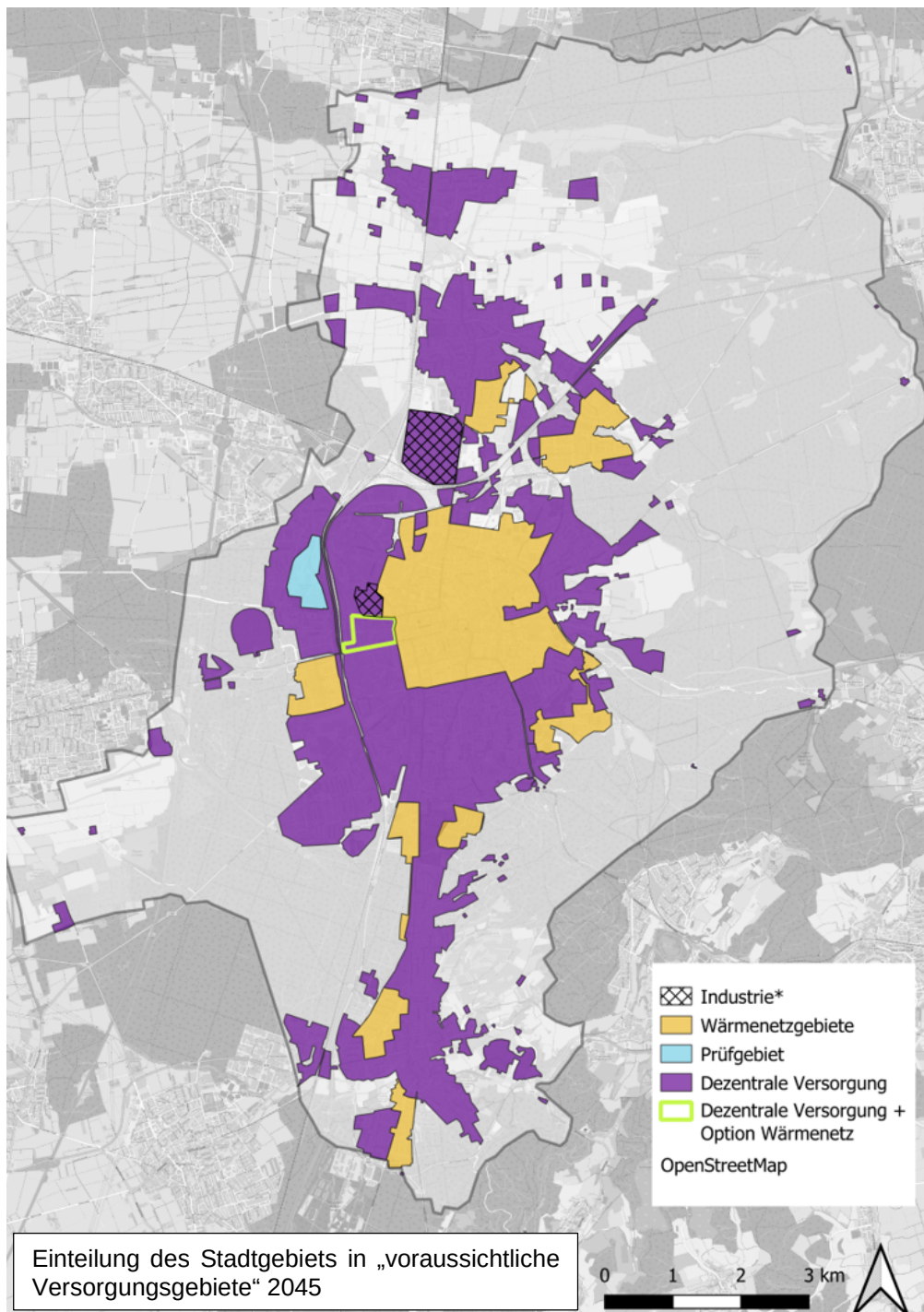


Abbildung 35 Einteilung des Stadtgebietes in „voraussichtliche Versorgungsgebiete“ 2045

* Industriebetriebe mit hohem Prozesswärmebedarf; Energiebezug nicht aus dem Gasverteilnetz der e-netz / Fernwärmenetz ENTEGA AG ,
(eigene Darstellung, Datengrundlage OpenStreetMap)

Gebäudeeigentümerinnen und Eigentümer können sich an der Zonierung als Kernergebnis der kommunalen Wärmeplanung orientieren und erfahren anhand der Karte, ob das jeweilige Gebäude in einem „Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung“ (in der Regel Wärmepumpenlösungen) oder in einem „Wärmenetzgebiet“ liegt.

In den dargestellten „Wärmenetzgebieten“ haben Eigentümer*innen voraussichtlich auch die Option zukünftig einen Anschluss an Fernwärme zu erhalten – um diese Option zu prüfen, sollte Kontakt mit dem Wärmeversorgungsunternehmen aufgenommen werden.

Mit Ausnahme der bestehenden Fernwärme-Satzungsgebiete, besteht in den dargestellten „Wärmenetzgebieten“ nach dem WPG keine Pflicht zum Anschluss an Fernwärme. Gebäudeeigentümerinnen und Eigentümer sollten Ihre Entscheidung unter Abwägung aller relevanten Gesichtspunkte treffen.

Hinweis: Die ENTEGA AG plant bis zum Jahr 2030 durch das Gebiet zwischen Rheinstraße und Bismarckstraße (westlich des Steubenplatzes) eine Verbindungsleitung zwischen den Fernwärmenetzen Darmstadt Nord und TZ-Rhein-Main zu errichten und den anliegenden Eigentümer:innen den Anschluss an die Fernwärme zu ermöglichen. Ein Anschluss der anliegenden Eigentümer:innen an die Fernwärme wird von der Wissenschaftsstadt ausdrücklich begrüßt. Dieses Gebiet ist als Gebiet „Dezentrale Versorgung + Option Wärmenetz“ gekennzeichnet (grüner Rahmen).

Quellenverzeichnis

Agora 2023 a	Agora Energiewende (Hrsg.), Fraunhofer IEG (2023): Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland. Strategien für den Markthochlauf in Wärmenetzen und Industrie. https://www.agora-energiewende.de/publikationen/roll-out-von-grosswaermepumpen-in-deutschland , aufgerufen im Juli 2025.
Agora 2023 b	Agora Energiewende (Hrsg.), Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielfunkpatible Transformation, Berlin, Version 11, Mai 2023
Agora 2024	Agora Energiewende, Prognos, GEF (2024): Wärmenetze – klimaneutral, wirtschaftlich und bezahlbar. Wie kann ein zukunftssicherer Business Case aussehen? https://www.agora-energiewende.de/publikationen/waermenetze-klimaneutral-wirtschaftlich-und-bezahlbar , aufgerufen im Juli 2025.
BfA 2022	Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2022): Tabellen, Gemeindedaten der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wohn- und Arbeitsort. Nürnberg.
BMWK 2023	Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie, NWS 2023
BMWK / BMWSB 2024	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2024): Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche. https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (aufgerufen im Juli 2025)
DVGW 2023	DVGW / Frontier Economics: Einordnung zukünftiger Wasserstoffkosten für die Wärmeversorgung in Deutschland. https://www.dvgw.de/medien/dvgw/forschung/berichte/dvgw-frontier-2023-h2-preisentwicklung-daten-anhang.pdf (aufgerufen im September 2025)
ELH 2022	Energieland.hessen.de (2022): Nicht-amtliche Karte für PV-Freiflächenanlagen Internetseite: https://www.energieland.hessen.de/freiflaechensolaranlagenverordnung , aufgerufen im Oktober 2022. Kartenanwendung: Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete. Internetseite: https://hessen.carto.com/u/landesplanung-hessen/builder/91a99f62-bdf8-4bc7-9653-af2d280ef88c/embed ; aufgerufen Juni 2023.
ENTEGA 2024	ENTEGA AG: Bereitstellung diverser Daten, u.A. Verbrauchsdaten Erdgas und Fernwärme, Lage der Wärme- und Gasnetze, Übersicht zu Erzeugungsanlagen (tlw. im Auftrag der e-netz Süd-hessen GmbH sowie der ENTEGA Iqony Wärme GmbH)

ENTEGA 2025	ENTEGA AG: diverse Informationen zur Wärmestrategie der ENTEGA AG
Fraunhofer IEE 2020	Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., Pfennig, M., Kneiske, T. (2020): Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme. Fraunhofer IEE. Internetseite: https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystem-technik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf , aufgerufen im August 2025.
GICON 2024	Großmann Ingenieur Consult GmbH: Geothermische Potenzialanalyse – Projektstandort Darmstadt; im Auftrag der Lande Energie Agentur Hessen, November 2024
HLNUG 2022	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2022): Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen. Erdwärmenutzung. Internetseite: http://gru-schu.hessen.de , aufgerufen im Juli 2022.
HLNUG 2023	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2023): Wind-Atlas Hessen. Internetseite: https://windrosen.hessen.de/mapapps/resources/apps/windrosen/index.html?lang=en , aufgerufen im Oktober 2025
HSL 2024	Hessisches Statistisches Landesamt (2024): Hessische Gemeindestatistik.
difu 2025	Hrsg: Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Juli 2025: BSKO Bilanzierungsmethodik Kommunal; Methodenpapier; sechste, aktualisierte Auflage
ISE 2022	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (2022): Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland.
ISE 2023	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (2023): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland.
KSG 2021	Novelle des Klimaschutzgesetz vom 31.08.2021: Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes.
Bosse et al. 2025	KWW-Technikkatalog Wärmeplanung (Fortschreibung), im Auftrag des BMWK, Stand Oktober 2025
Langreder et al. 2024	Technikkatalog Wärmeplanung, im Auftrag des BMWK, Stand August 2024.
LL 2018	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (2018): Biogasanlagen in Hessen. Internetseite: https://llh.hessen.de/umwelt/biorohstoff-nutzung/energetische-nutzung/biogaserzeugung/ , aufgerufen im Oktober 2018. LEA Hessen 2022 LEA LandesEnergieAgentur

	Hessen GmbH: Potenzialstudie Photovoltaik für Hessen – Endbericht; Mai 2022
Merten et al. 2023	Merten, F. und Scholz, A. (2023): Metaanalyse zu Wasserstoffkosten und -bedarfen für die CO ₂ -neutrale Transformation. Wuppertal Institut. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8344/file/8344_Wasserstoffkosten.pdf , aufgerufen im August 2025
Peters et al. 2024	Peters, M., Bartenstein, B., Hebisch, H., Kaiser, C., Anders, F. (2024): Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung. KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW). Internetseite: https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog , aufgerufen im September 2025
Prognos 2020	Prognos AG, INFA GmbH (2021), Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft
Prognos 2021	Prognos, Öko-Institut e.V., Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.
RPD 2019	Regierungspräsidium Darmstadt (2019): Regionalplan Südhessen – Teilplan Erneuerbare Energien.
Scholz. et al. 2024	Scholz, A., Merten, F., Kröger, J., Pastowski, A., Sebestyén, J. (2024): Perspektiven für die Erzeugung von grünem Wasserstoff in Europa und für H ₂ -Importe nach Deutschland, Wuppertal Institut. https://wupperinst.org/fileadmin/redaktion/downloads/projects/H2EUDE_Kurzstudie.pdf , aufgerufen im August 2025
Seidel et al. 2025	Seidel, C., Ostermann, L. und Clausen, J. (2025). Eine Einführung in die Wärmegegewinnung aus Flusswasser. Berlin: Borderstep Institut. https://www.borderstep.org/wp-content/uploads/2025/05/29-05-2025-Flusswasserwaermepumpen.pdf , aufgerufen im August 2025
Thüga 2024	H ₂ : wieviel, woher, was kostet's; https://www.thuega.de/stadtwerke-der-zukunft/h2-wieviel-woher-was-kostets/ , aufgerufen am 13.10.2025



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17
D-64293 Darmstadt
Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0
Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

Niederlassung Potsdam

Gregor-Mendel-Straße 9
D-14469 Potsdam
Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0
Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: mail@iu-info.de
Internet: www.iu-info.de