

Kommunaler Wärmeplan

Ingelheim am Rhein

Abschlussbericht

Klima Werkstatt
schützen & anpassen

wbi raum fürs leben.

greenventory

Ingelheim am Rhein

Auftraggeber
Stadt Ingelheim am Rhein
Ansprechpartner:
KlimaWerkstatt Ingelheim
Gartenfeldstraße 8
55218 Ingelheim am Rhein

Telefon: +49 (0)6132 782 173
E-Mail: klimaschutz@ingelheim.de
Webseite: https://www.ingelheim.de/wohnen-umwelt/waermewende/

Auftragnehmer
Wohnungsbaugesellschaft Ingelheim am Rhein Projekt GmbH und Co. KG
Binger Straße 51
55218 Ingelheim am Rhein

Telefon: +49 (0)6132 44193 0
E-Mail: kundenbetreuung@wbi.de
Webseite: www.wbi.de

Herausgeber
greenventory GmbH
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau

Telefon: +49 (0)761 7699 4160
E-Mail: info@greenventory.de
Webseite: www.greenventory.de

Autoren
Lara Freyer
Michel Mackert
Lars Felder
Roman Lütticke
Dr. Katharina Berg

Bildnachweise
© greenventory GmbH

Stand
07.05.2026

Inhalt

Abbildungen 5
Tabellen 7
Abkürzungen 8
Glossar 10
1 Einleitung 12
1.1 Motivation 12
1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext 13
1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans 13
1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug 14
1.5 Aufbau des Berichts 14
2 Fragen und Antworten 15
2.1 Was ist ein Wärmeplan? 15
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse? 15
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen WPG, GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung (Stand Mai 2026)? 16
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet? 17
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut? 18
2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität? 18
2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung? 18
2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner? 18
3 Bestandsanalyse 19
3.1 Das Projektgebiet 19
3.2 Datenerhebung 19
3.3 Gebäudebestand 21
3.4 Wärmebedarf 23
3.5 Analyse der Heizsysteme 25
3.6 Eingesetzte Energieträger 29
3.7 Gasinfrastruktur 31
3.8 Wärmeinfrastruktur 32
3.9 Abwassernetz 33
3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung 34
3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse 37
4 Potenzialanalyse 38
4.1 Erfasste Potenziale 38
4.2 Methode: Indikatorenmodell 39
4.3 Stufen von Potenzialen 39
4.4 Potenziale zur Stromerzeugung 42
4.5 Potenziale zur Wärmeerzeugung 44
4.5.1 Geothermie 44
4.5.1.1 Oberflächennahe Geothermie 45
4.5.1.2 Erdwärmekollektoren 46

4.5.1.3 Tiefengeothermie 46
4.5.1.4 Grundwasserbrunnen 46
4.5.2 Solarthermie 47
4.5.2.1 Solarthermie auf Freiflächen 47
4.5.2.2 Solarthermie auf Dachflächen 48
4.5.3 Luftwärmepumpen 49
4.5.4 Biomasse 50
4.5.5 Gewässerwärme 51
4.5.6 Abwärme 52
4.5.6.1 Abwärme aus Abwasser 52
4.5.6.2 Unvermeidbare industrielle Abwärme 53
4.5.7 KWK-Anlagen 53
4.5.8 Lokale Wasserstoffnutzung und andere synthetische Energieträger 54
4.6 Potenziale für Sanierung 55
4.7 Zusammenfassung und Fazit 57
5 Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze 59
5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete und Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen 60
5.2 Eignungsgebiete in Ingelheim 61
5.2.1 Eignungsgebiet I „Frei-Weinheim" 63
5.2.2 Eignungsgebiet II „Ingelheim-West" 65
5.2.3 Eignungsgebiet III „Nieder-Ingelheim" 67
5.2.4 Eignungsgebiet IV „Ober-Ingelheim" 69
6 Zielszenario 71
6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs 71
6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur 72
6.3 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen 73
6.4 Entwicklung des Endenergiebedarfs 74
6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen 75
6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios 76
7 Wärmewendestrategie 77
7.1 Erarbeitete Maßnahmen 78
7.1.1 Maßnahme 1: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Frei-Weinheim 80
7.1.2 Maßnahme 2: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ingelheim-West 82
7.1.3 Maßnahme 3: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ober-Ingelheim 84
7.1.4 Maßnahme 4: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Nieder-Ingelheim 86
7.1.5 Maßnahme 5: Dekarbonisierung der Nahwärmeerzeugung 88
7.1.6 Maßnahme 6: Zielnetzplanung Stromnetzausbau 90
7.1.7 Maßnahme 7: Prüfauftrag – Erstellung eines Konzeptes zur Erschließung des Wärmepotenzials der Kläranlagen 92
7.1.8 Maßnahme 8: Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung des Oberflächengewässers 94
7.1.9 Maßnahme 9: Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien und für Wärmespeicher 96

7.1.10 Maßnahme 10: Weiterentwicklung des Leitfadens für nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen 98
7.1.11 Maßnahme 11: Information zur Wärmewende in Ingelheim 100
7.1.12 Maßnahme 12: Förderung von Nachbarschaftsnetzwerken zu nachhaltigen Heizsystemen 101
7.1.13 Maßnahme 13: Digitalisierung und Monitoring 102
7.2 Übergreifende Wärmewendestrategie 104
7.2.1 Finanzierung 104
7.2.2 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende 105
7.2.3 Fördermöglichkeiten 105
8 Verstetigung der Wärmeplanung 109
8.1 Verstetigungskonzept 109
8.2 Monitoring der Zielerreichung 110
8.3 Kommunikationsstrategie 111
8.3.1 Struktureller Aufbau der Kommunikationsstrategie 111
8.3.2 Beteiligungskonzept für die Erstellung des Wärmeplans 112
9 Wesentliche Ergebnisse 113
10 Literatur 115
Anhang 117
Anhang 1: Methodik der Gebietsbestimmung und Potenzialberechnung der technischen erneuerbaren Energiepotenziale 117
Anhang 2: Wirtschaftliche Eingrenzung der Potenziale 125

Abbildungen

Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans
Abbildung 2: Schritte des kommunalen Wärmeplans
Abbildung 3: Vorgehen bei der Bestandsanalyse
Abbildung 4: Gebäudeanteil nach Sektor
Abbildung 5: Überwiegender Gebäudesektor pro Baublock
Abbildung 6: Gebäudeanteil nach Baualtersklasse
Abbildung 7: Verteilung der Gebäude-Baualtersklassen
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor
Abbildung 9: Mögliche Ankerkunden
Abbildung 10: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock
Abbildung 11: Wärmeliniendichten der einzelnen Straßenabschnitte
Abbildung 12: Wärmeerzeugungstechnologien je Gebäude
Abbildung 13: Verteilung nach primärem Heizsystem je Baublock (aggregiert)
Abbildung 14: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger
Abbildung 15: Gebäudeanteil nach Alter der bekannten Heizsysteme
Abbildung 16: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Gebäudeblock aggregiert),...
Abbildung 17: Endenergiebedarf nach Energieträger und Versorgungsart
Abbildung 18: Endenergiebedarf nach Energieträger
Abbildung 19: Endenergiebedarf nach Sektor
Abbildung 20: Verteilung der primären Energieträger pro Baublock in Ingelheim
Abbildung 21: Gasnetzinfrastruktur
Abbildung 22: Bestehende Wärmenetzinfrastruktur in Ingelheim
Abbildung 23: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern
Abbildung 24: Abwassernetze mit Mindestnenngröße DN800
Abbildung 25: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Sektor
Abbildung 26: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Energieträger
Abbildung 27: Verteilung der Treibhausgasemissionen (Gebäudeblock aggregiert)
Abbildung 28: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen
Abbildung 29: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse
Abbildung 30: Stufen der Potenzialdefinition
Abbildung 31: Auswahl der wichtigsten Restriktionsflächen zur Ermittlung der Wärme- und Strompotenziale
Abbildung 32: Übersicht der Erneuerbaren Strompotenziale
Abbildung 33: Übersicht der Erneuerbaren Wärmepotenziale
Abbildung 34: Potenzialflächen oberflächennahe Geothermie (Sonden)
Abbildung 35: Potenzialfläche oberflächennahe Geothermie (Erdwärmekollektoren)
Abbildung 36: Potenzialfläche oberflächennahe Geothermie (Grundwasserbrunnen)
Abbildung 37: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie (Eignung)
Abbildung 38: Potenzialflächen Dachflächen-Solarthermie - aggregiert nach Gebäudeblock
Abbildung 39: Potenzielle Aufstellflächen für gebäudenahe Luft-Wärmepumpen für den...
Abbildung 40: Potenzialflächen Biomasse
Abbildung 41: Potenzial Gewässerwärme
Abbildung 42: Potenzial für Abwärme aus Abwasserkanälen, inkl. Kläranlage

Abbildung 43: Bestehende Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen
Abbildung 44: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Baualtersklassen
Abbildung 45: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen, Kosten (brutto)
Abbildung 46: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach thermischer Nutzenergie
Abbildung 47: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Sektor
Abbildung 48: Potenzial der Wärmebedarfsreduzierung durch Sanierung
Abbildung 49: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete
Abbildung 50: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze
Abbildung 51: Simulation des Zielszenarios für 2040
Abbildung 52: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr
Abbildung 53: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040
Abbildung 54: Mögliches Versorgungsszenario im Zieljahr 2040
Abbildung 55: Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz nach Energieträger im Zieljahr 2040
Abbildung 56: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2040
Abbildung 57: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf
Abbildung 58: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf
Abbildung 59: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040
Abbildung 60: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Tabellen

Tabelle 1: Tabelle zur Datengüte
Tabelle 2: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren der Energieträger (KWW Halle, 2024)
Tabelle 3: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien
Tabelle 4: Überblick der Eignungsgebiete für Wärmenetze
Tabelle 5: Überblick der Maßnahmen für Ingelheim am Rhein
Tabelle 6: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende
Tabelle 7: Kommunale Handlungsmöglichkeiten

Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung
AGWPG	Landesgesetz zur Ausführung des Wärmeplanungsgesetzes
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAF	Bundesamt für Flugsicherung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen
BEG NWG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Nichtwohngebäude
BEG WG	Bundesförderung für effiziente Gebäude Wohngebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfG	Bundesamt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
CO_2e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EE	Erneuerbare Energien
EG	Eignungsgebiete
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFH-Gebiete	Flora-Fauna-Habitat-Gebiete
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssysteme
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
H_2	Wasserstoff
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende
kW/ha	Kilowatt pro Hektar
kWh/(m*a)	Kilowattstunde pro Meter und Jahr
kWh/m²	Kilowattstunde pro Quadratmeter
kWh/m³	Kilowattstunde pro Kubikmeter
kWh/m²a	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
LoD2	Level of Detail 2
LPG	Liquid Purified Gas (Flüssiggas)
MaStR	Marktstammdatenregister
MW	Megawatt
MW_{th}	Megawatt thermisch
PPP	Public-Private-Partnership
PV	Photovoltaik
RP	Rheinlandpfalz
t CO_2e/a	Tonne Kohlendioxid-Äquivalent pro Jahr
t CO_2e/MWh	Tonnen Kohlenstoffdioxidäquivalente pro Megawattstunde
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes
€/lfm	Euro pro laufendem Meter
€/MWh	Euro pro Megawattstunde

Glossar

Bezeichnung	Erläuterung
Baublock (baublockbezogen)	Ein Baublock ist ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, das oder die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist oder sind.
Coefficient of Performance (COP)	Der COP ist ein Maß für die gegenwärtige Effizienz einer Wärmepumpe. Daher unterscheidet sich der COP von der Jahresarbeitszahl (JAZ), die ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe innerhalb eines ganzen Jahres ist.
CO_2-Äquivalente pro Jahr	CO_2-Äquivalente pro Jahr geben an, wie viele Treibhausgase ein Prozess, Unternehmen oder Gebiet innerhalb eines Jahres verursacht, umgerechnet in die Klimawirkung von Kohlendioxid – sodass unterschiedliche Gase vergleichbar gemacht werden.
Einzelversorgungsgebiete	Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.
Fernwärmenetz	Ein Fernwärmenetz transportiert zentral erzeugte Wärme über weite Strecken zu vielen Gebäuden in einem großen Versorgungsgebiet.
Gebäudewärmenetz	Ein Gebäudewärmenetz verteilt Wärme innerhalb eines einzelnen Gebäudes oder Gebäudekomplexes und verbindet dort die Erzeugung mit den Wärmeverbrauchern.
Jahresarbeitszahl (JAZ)	Die Jahresarbeitszahl ist ein Maß für die Effizienz von Wärmepumpen über ein gesamtes Jahr. Sie beschreibt das Verhältnis der abgegebenen Heizwärme zur aufgenommenen elektrischen Energie im Jahresverlauf. Formel: JAZ = Nutzwärme (kWh) / Stromverbrauch (kWh) Ein höherer Wert bedeutet eine effizientere Anlage. Eine JAZ von 3 bedeutet z. B., dass aus 1 kWh Strom 3 kWh Wärme erzeugt werden.
Nahwärmenetz	Ein Nahwärmenetz versorgt ein kleineres, lokal begrenztes Gebiet mit Wärme, meist aus dezentralen oder quartiersnahen Erzeugungsanlagen.

Nah- und Fernwärmeübergabestationen	Nah- und Fernwärmeübergabestationen dienen als Schnittstelle zwischen dem Wärmenetz und dem Gebäude, in dem sie die vom Netz gelieferte Wärme über einen Wärmetauscher aufnehmen und für die Heizungs- und Warmwasserversorgung bereitstellen.
Unterschied zwischen Endenergie- und Wärmebedarf	Die Unterscheidung zwischen der aufgewendeten Endenergie zur Wärmebereitstellung und dem Wärmebedarf ist wichtig zur Analyse von Energie- und Wärmesystemen. Während der Wärmebedarf die benötigte Menge an Nutzenergie (beispielsweise benötigte Raumwärme zum Heizen eines Raumes) beschreibt, stellt die Endenergie die zur Bereitstellung des Wärmebedarfs eingesetzte Energiemenge dar (beispielsweise die Ölmenge und Pumpstrom, die für die Deckung des Wärmebedarfs in Brennwertkesseln aufgewendet wird). Die Relation zwischen beiden Kenngrößen spiegelt die Effizienz der Energieumwandlung wider.
voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete (Eignungsgebiete für Wärmenetze)	Mit „voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete" sind diejenigen Gebiete gemeint, welche auf Basis verschiedener Bewertungskriterien (z.B. Wärmeliniendichte) für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind. Im Bericht wird im fortlaufenden dafür der Begriff Eignungsgebiete verwendet.
Wärmeliniendichte	Die Wärmeliniendichte ist ein wichtiger Indikator für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Sie wird in Kilowattstunden pro Jahr und Meter Trassenlänge ausgedrückt (kWh/(m a)). Näherungsweise wird das existierende Straßennetz als potenzieller Trassenverlauf herangezogen. Für die Berechnung der Wärmeliniendichte wird der Wärmebedarf jedes Gebäudes dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet, summiert und durch die Länge des Straßenabschnitts geteilt
Wärmenetzvorranggebiet	In der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesene Zone, in der der zukünftige Wärmebedarf primär durch den Ausbau von Wärmenetzen (z.B. Fernwärme) gedeckt werden soll.
Wärmespeicher	Wärmespeicher sind Anlagen, die thermische Energie zeitlich zwischenspeichern, um Wärme bedarfsgerecht bereitzustellen und Versorgungsschwankungen auszugleichen.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellt die Kommunale Wärmeplanung (KWP) ein strategisches Planungsinstrument dar. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, bestehende Potenziale sowie die treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die Wärmewende und identifiziert Gebiete, welche sich für Wärmenetze oder dezentrale Heizungslösungen eignen (Abbildung 1).

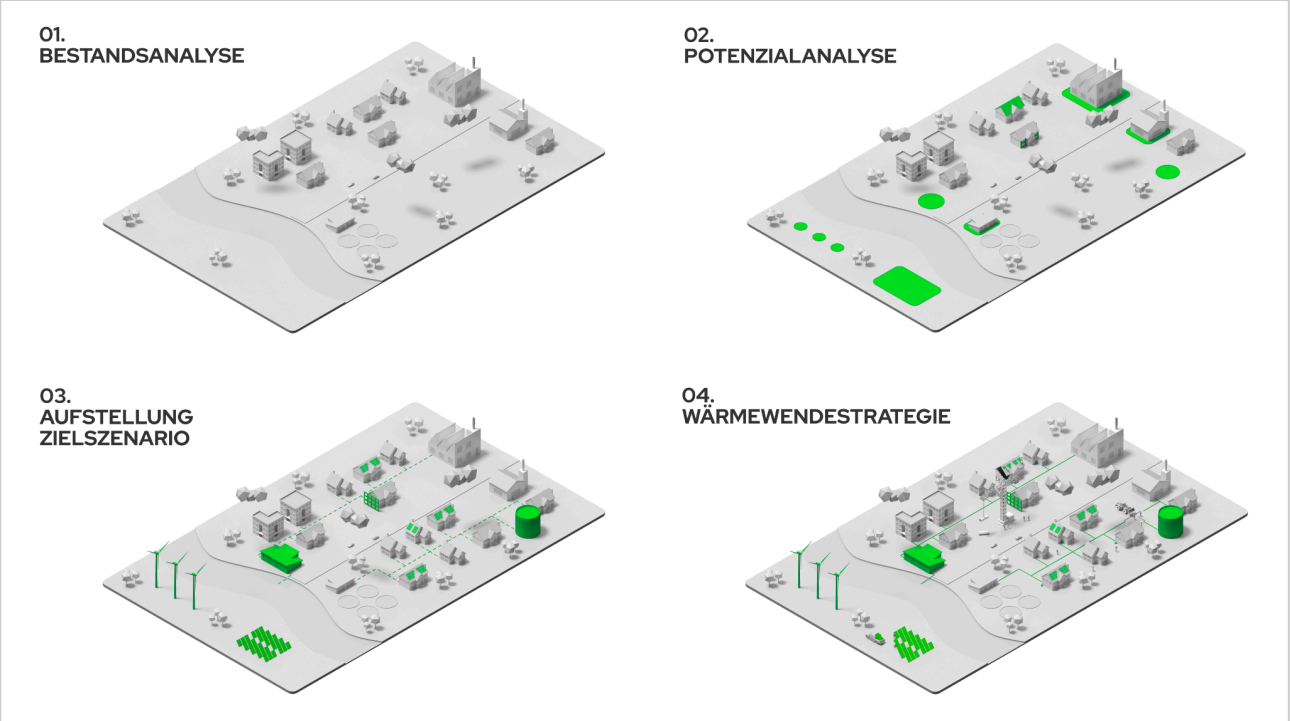


Abbildung 1: Erstellung des Kommunalen Wärmeplans

1.1 Motivation

Zum Schutz vor den Auswirkungen des voranschreitenden Klimawandels hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Die Stadt Ingelheim am Rhein hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und trägt ihren Teil zur Zielerreichung bei. Daher hat Sie sich eine Treibhausgasneutralität bis 2040 zum Ziel gesetzt. Hierbei fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da deutschlandweit etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfallen (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung. Im Stromsektor wird bereits mehr als 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang durchschnittlich nur 18 % sind (Umweltbundesamt, 2025). Städte und Kommunen tragen dabei eine große Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors, da sie über zentrale Planungs- und Steuerungsinstrumente verfügen und direkt Einfluss auf lokale Infrastruktur, Wärmeplanung und Genehmigungsprozesse nehmen können. Die kommunale Wärmeplanung stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar, für strategische Entscheidungen einer Kommune, ohne rechtliche Außenwirkung. Sie ist in Deutschland nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) für alle Kommunen verpflichtend. In Rheinland-Pfalz

konkretisiert das Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz (AGWPG) die bundesrechtlichen Vorgaben und legt fest, wie die Wärmeplanung im Land organisatorisch und inhaltlich umzusetzen ist.

1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in Energieinfrastruktur mit hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie wichtig, um die Grundlage für nachgelagerte Schritte zu legen. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, welches drei übergreifende Ziele verfolgt:

- Versorgungssicherheit
- Treibhausgasneutralität
- Wirtschaftlichkeit

Zudem ermöglicht sie eine verbesserte Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung des Such- und Optionenraums für städtische Energieprojekte.

Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Flächennutzungsplan oder dem Klimaschutzkonzept verknüpft. Durch die Integration der KWP in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung ermöglicht. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung von Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von Bauprojekten erfolgreich zu gestalten.

1.3 Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans für Ingelheim war ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasste.

Im ersten Schritt, der Bestandsanalyse, wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung analysiert. Dazu gehörten die Erfassung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch, die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, die existierenden Gebäudetypen sowie deren Baualtersklassen. Ebenso wurden die vorhandene Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen und Speicher systematisch untersucht und die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden detailliert erfasst.

Im zweiten Schritt, der Potenzialanalyse, wurden die Potenziale für Energieeinsparungen und der Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt.

Im dritten Schritt nutzte man die gewonnenen Erkenntnisse, um voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete[1] für zentralisierte Wärmenetze sowie zugehörige Energiequellen und Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren. Basierend darauf wurde ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine räumlich aufgelöste Beschreibung einer möglichen künftigen Versorgungsstruktur für das Zieljahr umfasst.

Der vierte Schritt bestand in der Formulierung konkreter Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung sowie einer übergreifenden Wärmewendestrategie. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen essentiell. Deshalb wurden Akteure verschiedenster Verantwortungsbereiche in Workshops aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzeignungsgebieten und Maßnahmen bei. Hierzu wurden im Projektverlauf zwei Workshops durchgeführt. Die Öffentlichkeit wurde im Rahmen von zwei Beteiligungsveranstaltungen und einer Berichtsauslage zur Stellungnahme in den Prozess eingebunden. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans im Stadtrat.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Inhalte des vorliegenden Berichts, also die Ergebnisse des

[1] im fortlaufenden Bericht wird dafür der Begriff Eignungsgebiet genutzt

Wärmeplans, müssen regelmäßig auf Umsetzung überprüft sowie unter Berücksichtigung der laufenden Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den Akteuren wird der Wärmeplan auch fortlaufend verbessert und angepasst. Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) muss der Wärmeplan alle fünf Jahre auf Anpassungs- und Aktualisierungsbedarf überprüft werden (§ 25 WPG).

1.4 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug

Eine Besonderheit des Projektes ist die Erstellung und Nutzung eines digitalen Zwillings für die Planerstellung und -fortschreibung. Der digitale Zwilling der Firma greenventory dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und reduziert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild des Projektgebiets darstellt. Der digitale Zwilling bildet die Grundlage für die Analysen und Visualisierungen und ist zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt. Dies bietet mehrere Vorteile, wie zum Beispiel eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist und eine digitale Plattform für die gemeinschaftliche Planung der Wärmewende von mehreren kommunalen Akteuren. So stellt der digitale Zwilling ein Arbeitstool dar, welches eine effiziente und dauerhafte Prozessgestaltung ermöglicht.

1.5 Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: Im ersten Teil des Berichtes erfolgt ein Überblick über den Ablauf und die Phasen einer kommunalen Wärmeplanung. Der Abschnitt „Fragen und Antworten“ ergänzt diese Einführung und fasst die am häufigsten gestellten Fragen rund um die Wärmeplanung zusammen. In den Kapiteln drei und vier erfolgt die Erarbeitung der ersten beiden Phasen, die den aktuellen Status der Wärmeversorgung in Ingelheim und die möglichen erneuerbaren Energiepotenziale beinhalten. Kapitel 5 enthält Steckbriefe der verschiedenen voraussichtlichen Eignungsgebiete. Kapitel 6 führt das angestrebte Zielszenario für die Wärmeversorgung in Ingelheim auf. Kapitel 7 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Abschließend werden die zentralen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst.

2 Fragen und Antworten

Dieser Abschnitt liefert eine zusammenfassende Einführung in die kommunale Wärmeplanung. Hier finden Sie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen zur Wärmeplanung, um einen klaren und umfassenden Überblick über das Thema zu bekommen.



Abbildung 2: Schritte des kommunalen Wärmeplans

2.1 Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategischer Plan, der eine ganzheitliche Planung des Wärmebedarfs und der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene zum Gegenstand hat. Er soll eine treibhausgasneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung gewährleisten. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Diese werden zu einem lokalen Zielbild (Zielszenario) zusammengefügt. Daneben beinhaltet der Wärmeplan die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf die Stadt zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen (Abbildung 2).

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Planungsinstrument, die auf Gebietsebene die am meisten geeigneten Wärme-Technologien identifiziert. Sie ersetzt allerdings nicht die gebäudescharfe Planung und individuelle Entscheidungen der Eigentümerinnen und Eigentümer.

2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Die KWP ist ein kontinuierlicher Prozess ohne rechtliche Außenwirkung (§ 23 Abs. 4 WPG), der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Daher begründet er auch keine einklagbaren Rechte oder Pflichten. Der Wärmeplan dient als informeller und strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungs-grundlagen für die beteiligten Akteure liefert.

Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Planungen und Handlungen auf das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszurichten. Daneben werden Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien

betreffen. Die Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen der Stadt Ingelheim daher als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung.

Nach dem WPG werden innerhalb der Umsetzungsstrategie konkrete Umsetzungsmaßnahmen benannt, die in Ingelheim zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen. Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten und den identifizierten Potenzialen ab. In Ingelheim wurden insgesamt dreizehn Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht in Kapitel 7 beschrieben werden.

2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen WPG, GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung (Stand Mai 2026)?

Die kommunale Wärmeplanung in Ingelheim am Rhein wurde auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sowie den einschlägigen Bestimmungen des Landesrechts in Rheinland-Pfalz (AGWPG) erstellt. Damit erfüllt die Stadt sowohl die bundesrechtlichen als auch die landesrechtlichen Anforderungen. Die Planung dient als Leitfaden für künftige Infrastruktur- und Investitionsentscheidungen im Wärmesektor.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung nach Landesgesetz zur Ausführung des Wärmeplanungsgesetzes (AGWPG) bzw. dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ergänzen sich. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen an Gebäude, um in Deutschland bis zum Jahr 2045 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Die BEG unterstützt die energetische Gebäudesanierung finanziell. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich auf die Wärmeversorgung auf städtischer oder regionaler Ebene. Alle Instrumente haben jedoch die folgenden übergeordneten Ziele:

- Energieeffizienz zu steigern (das heißt den spezifischen Energieverbrauch von Gebäuden durch beispielsweise Gebäudesanierung oder verbesserte Anlageneffizienz zu verringern),
- Energieversorgung komplett auf erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme umzustellen,
- Treibhausgasemissionen mit dem Ziel des Erreichens der Treibhausgasneutralität zu reduzieren.

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung war das Gesetzgebungsverfahren zur Novellierung des GEG noch nicht abgeschlossen. Ziel des neuen Gesetzes ist eine maßgebliche Anpassung der Anforderungen an Heizungsanlagen, welche voraussichtlich zum 01.07.2026 wirksam wird. Daher sind folgende gesetzliche Vorgaben des GEG bis zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Gesetzesnovelle weiterhin anzuwenden.

Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, der auch unabhängig von der Wärmeplanung gilt. Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Dasselbe gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie eine Betriebszeit von 30 Jahren erreicht haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur- Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung von unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümerinnen oder Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Darüber hinaus werden GEG und Wärmeplanung miteinander verzahnt. Konkret wird gemäß § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG in Neubauten von Neubaugebieten, für die der Bauantrag nach dem 01.01.2024 gestellt

wurde, nur noch der Einbau von Heizsystemen mit einem Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erlaubt. Durch die Erstellung einer Wärmeplanung alleine werden diese Fristen nicht verkürzt.

Heizsysteme, die nach der Fertigstellungsfrist des WPG neu eingebaut werden, müssen mit einem Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energie betrieben werden. Dies ist in Kommunen bis maximal 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern nach dem 30.06.2028 und in Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohnern ab dem 30.06.2026 der Fall.

Falls ein Gemeinde- oder Stadtrat beschließt sogenannte „Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebieten" gemäß § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nummer 1 GEG per gesonderter Satzung auszuweisen, dürfen ab vier Wochen nach dem Beschluss in diesen entsprechenden Gebieten nur noch neue Heizungsanlagen eingebaut werden, die den Mindestanteil von 65 % erfüllen. Es ist wichtig zu betonen, dass im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung keine Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffausbaugebiete ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in einer gesonderten Satzung des Gemeinde- oder Stadtrats erfolgen kann.

Generell gilt, dass alle bestehenden Heizungsanlagen unabhängig von der Gebietsausweisung und der Fristen weiterbetrieben und repariert werden dürfen. Die Regelungen aus dem GEG greifen erst, wenn ein Heizungstausch erforderlich ist.

Ab dem 01.01.2045 müssen sämtliche Heizsysteme zu 100 % mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden.

Für Bestandsbauten sowie Neubauten in Baulücken gilt innerhalb der Übergangsfristen bis zum 30.06.2026 bzw. 30.06.2028, dass neu eingebaute Heizungsanlagen schrittweise steigende Anteile erneuerbarer Energien nutzen müssen. Ab 2029 muss dieser Anteil 15 %, ab 2035 30 % und ab 2040 insgesamt 60 % betragen.

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) kann als Umsetzungshilfe des GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Die BEG bietet finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäude-eigentümer, die Mindestanforderungen des GEG an Gebäude nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen. Dies fördert die Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung, da durch die BEG mehr finanzielle Ressourcen für die Integration von erneuerbaren Energiesystemen oder die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus steht es den Kommunen frei, gerade in Neubaugebieten, ehrgeizigere Ziele und Standards als die im GEG zu definieren und diese in ihre lokale Planung zu integrieren. Dies ermöglicht es, auf lokale Besonderheiten und Gegebenheiten einzugehen und so eine effektivere Umsetzung der im GEG festgelegten Ziele zu erreichen. Trotz der Regelungen des GEG und des WPG bestehen weiterhin Sonderfälle und Ausnahmetatbestände, die im Einzelfall auch andere Lösungswege ermöglichen.

In der Praxis können also alle Ansätze ineinandergreifen und sich gegenseitig unterstützen, um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu fördern.

2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Im Zuge der Wärmeplanung wurden sogenannte Eignungsgebiete innerhalb des Gebiets der Stadt Ingelheim identifiziert.: Dabei handelt es sich um Gebiete, die für Wärmenetze grundsätzlich gut geeignet sind. In diesen Gebieten sind weitere Planungsschritte erforderlich. Ihre Erarbeitung sowie detaillierte Steckbriefe sind in Kapitel 5 beschrieben.

2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Grundlage der Eignungsgebiete können in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit, mit einbeziehen. Diese sollen von der Stadt Ingelheim, Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden. Verpflichtende Gebiete für den Ausbau der Wärmenetzversorgung wurden nicht als Teil des Projekts ermittelt. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Sobald die Ausbaupläne vorliegen, werden sie von der Stadt Ingelheim veröffentlicht.

2.6 Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2040 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Hier spielt auch die EU-, Bundes- und Landesgesetzgebung eine wichtige Rolle, auf der die Ausgestaltung von Förderprogrammen und Gesetzen (wie bspw. dem Gebäudeenergiegesetz) oder dem Treibhausgasemissionshandel übergeordnet beschlossen wird. Erneuerbare Energieträger haben bilanziell voraussichtlich auch im Jahr 2040 noch eine Resttreibhausgasbilanz, weshalb eine Reduktion auf 0 t CO_2e nach aktuellen Technologiestand auch bei ausschließlichem Einsatz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2040 nicht möglich sein wird. Es bleiben Restemissionen, die kompensiert werden müssen. Zu den möglichen Kompensationsmaßnahmen zählen die Unterstützung von Klimaschutzprojekten, die CO_2 binden (z.B. Aufforstung), der Investition in negative Emissionstechnologien (z.B. Carbon Capture and Storage (CCS)) oder dem Erwerb von Emissionszertifikaten. Obwohl die vollständige Erreichung der Treibhausgasneutralität mit den ausgearbeiteten Maßnahmen allein nicht garantiert werden kann, stellen sie dennoch einen wichtigen Schritt in die richtige Richtung dar.

2.7 Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung bietet zahlreiche Vorteile. Durch ein koordiniertes Zusammenspiel von Wärmeplanung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen lässt sich eine kosteneffiziente Wärmewende realisieren, die Fehlinvestitionen vorbeugt und das Investitionsrisiko senkt. Durch die Eingrenzung des Suchraums für Investitionen in Wärmenetze werden zudem Risiken minimiert.

2.8 Was bedeutet die Wärmeplanung für Anwohnerinnen und Anwohner?

Der kommunale Wärmeplan dient in erster Linie als strategische Planungsbasis und identifiziert mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze, Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als eine grundsätzliche Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Überlegungen in der städtischen und energetischen Planung und sollten daher an den relevanten kommunalen Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen und Gebäudewärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, werden Anwohnerinnen und Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden.

3 Bestandsanalyse

Die Grundlage des KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wurde digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür wurden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für die Beteiligten an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur (Abbildung 3).

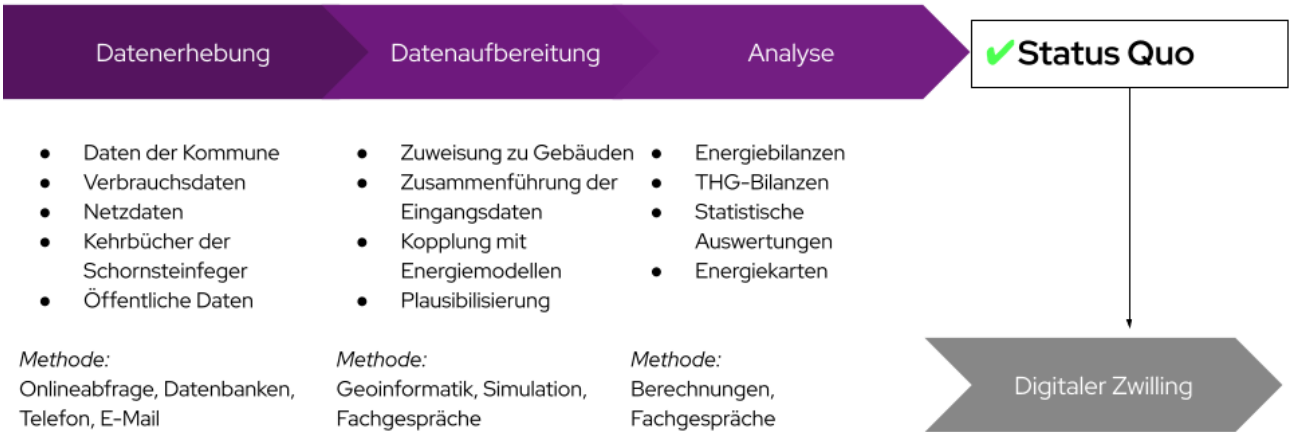


Abbildung 3: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Das Projektgebiet

Das Projektgebiet Ingelheim am Rhein liegt im Landkreis Mainz-Bingen in Rheinland-Pfalz und umfasst eine Fläche von rund 73,3 km² mit etwa 36.781 Einwohnern (Ingelheimer Geschichte (2021), ewois (2025)). Es gliedert sich in die zehn Stadtteile Ober-Ingelheim, Nieder-Ingelheim, Ingelheim-West, Frei-Weinheim, Sporkenheim, Heidesheim am Rhein, Heidesheim-Heidenfahrt, Heidesheim-Uhlerborn, Großwinternheim und Wackernheim, die zusammen eine vielfältige städtische und ländliche Struktur bilden. Geografisch liegt Ingelheim direkt am Rhein, eingebettet zwischen Weinbergen, landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem Oberrheingraben mit fruchtbaren Böden. Die Stadt ist wirtschaftlich geprägt durch Weinbau, Landwirtschaft, Handel und Industrie, darunter auch international bedeutende Unternehmen wie Boehringer Ingelheim. Technologisch und infrastrukturell ist Ingelheim am Rhein eng mit der Region Rhein-Main und der Landeshauptstadt Mainz vernetzt und profitiert von der guten Verkehrsanbindung sowie der Nähe zu wichtigen Wirtschaftsstandorten.

3.2 Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 11 WPG autorisiert. Dabei wurden personenbezogene Daten vor der Bereitstellung aggregiert, um den Anforderungen der DSGVO gerecht zu werden. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind die Folgenden:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS) (2025)
- Daten zu Wärme- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden (Basisjahre: Wärmenetz 2022 bis 2024, Gasverbräuche: 2021 bis 2023)

- Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen (Basisjahr: 2024)
- Verlauf der Strom-, Wärme- und Gasnetze (Stand: 2024)
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden (Stand: 2024)
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2) (2025)

Die vor Ort bereitgestellten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Eine Darstellung der Datengüte ist in Tabelle 1 gelistet. In aggregierter Form bereitgestellte Datensätze wurden zunächst disaggregiert und anhand weiterer Gebäudeinformationen den Einzelgebäuden im Digitalen Zwilling zugeordnet. Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze notwendig.

Tabelle 1: Tabelle zur Datengüte

Datenkategorie	Beschreibung der Datengrundlage	Datengüte / Vollständigkeit	Besondere Hinweise
Gebäudedaten (ALKIS)	Geometrien, Gebäudetypen, Baualtersklassen	Sehr hoch	Amtliche Katasterdaten, vollständig für das gesamte Stadtgebiet.
Verbrauchsdaten Gas / Wärme	Bereitgestellt von Netzbetreibern (Gas: 2021–2023; Wärmenetz: 2022–2024)	Hoch	Leitungsgebunde Daten sehr präzise; nicht-leitungsgebundene Systeme müssen modelliert werden.
Schornsteinfegerdaten (Heizsysteme)	Elektronische Kehrbücher (2024, 2025)	Mittel	Daten zu 5.173 Gebäuden; Lücken v. a. bei Wärmepumpen- und Wärmenetzanschlüssen; 8.416 Gebäude ohne Altersangaben der Heizung.
Endenergieverbräuche Strom für Heizzwecke	Messwerte für Wärmepumpen und Direktheizungen	Mittel bis hoch	Nutzung von Zensusdaten zur Identifikation.
3D-Gebäudemodelle (LoD2)	Gebäudemodelle 2025	Hoch	Grundlage für Flächen-, Volumen- und Potenzialabschätzungen
Abwärmequellen (Industrie)	Befragung von Betrieben (2024)	Mittel	Abhängigkeit von Rückmeldungen, wenig Rückmeldung mit nutzbarer Abwärme
Netzinfrastrukturen (Gas, Wärme, Strom)	GIS-basierte Leitungsverläufe	Hoch	Vollständige Darstellung der bekannten Netze
Modellierte Bedarfe (nicht-leitungs-gebunden)	Berechnung über Gebäudenutzung, Fläche, Baustruktur	Mittel	Abhängig von Standardwerten und Wirkungsgradannahmen.
Treibhausgasemissionen	Basierend auf Endenergieverbrauch + Emissionsfaktoren (KWW Halle 2024)	Hoch (methodisch)	Emissionen abhängig von Modellannahmen, aber konsistent angewandt.

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von frei verfügbarem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich für das Projektgebiet 13.589 analysierte Gebäude. Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Industrie und Produktion sowie öffentlichen Bauten und Gebäuden des Sektors "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" (GHD). Eine räumliche Verteilung, wie in Abbildung 5 zeigt die überwiegenden Gebäudesektoren im Stadtgebiet Ingelheim, wobei zu sehen ist, dass in vielen Gebieten der Wohnsektor dominiert.

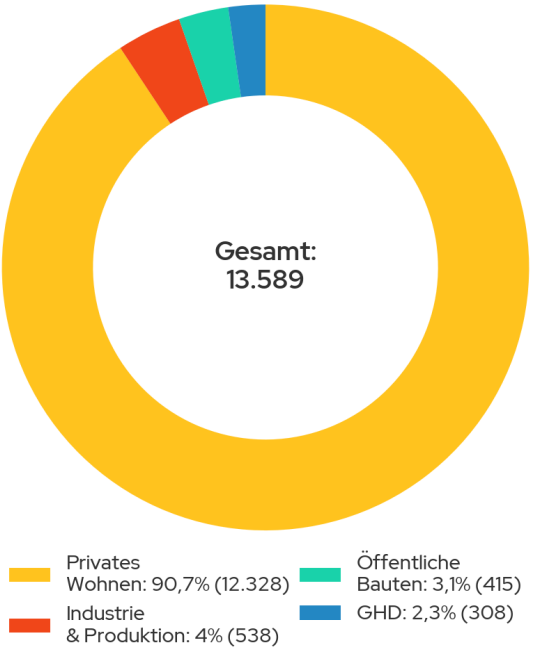


Abbildung 4: Gebäudeanteil nach Sektor

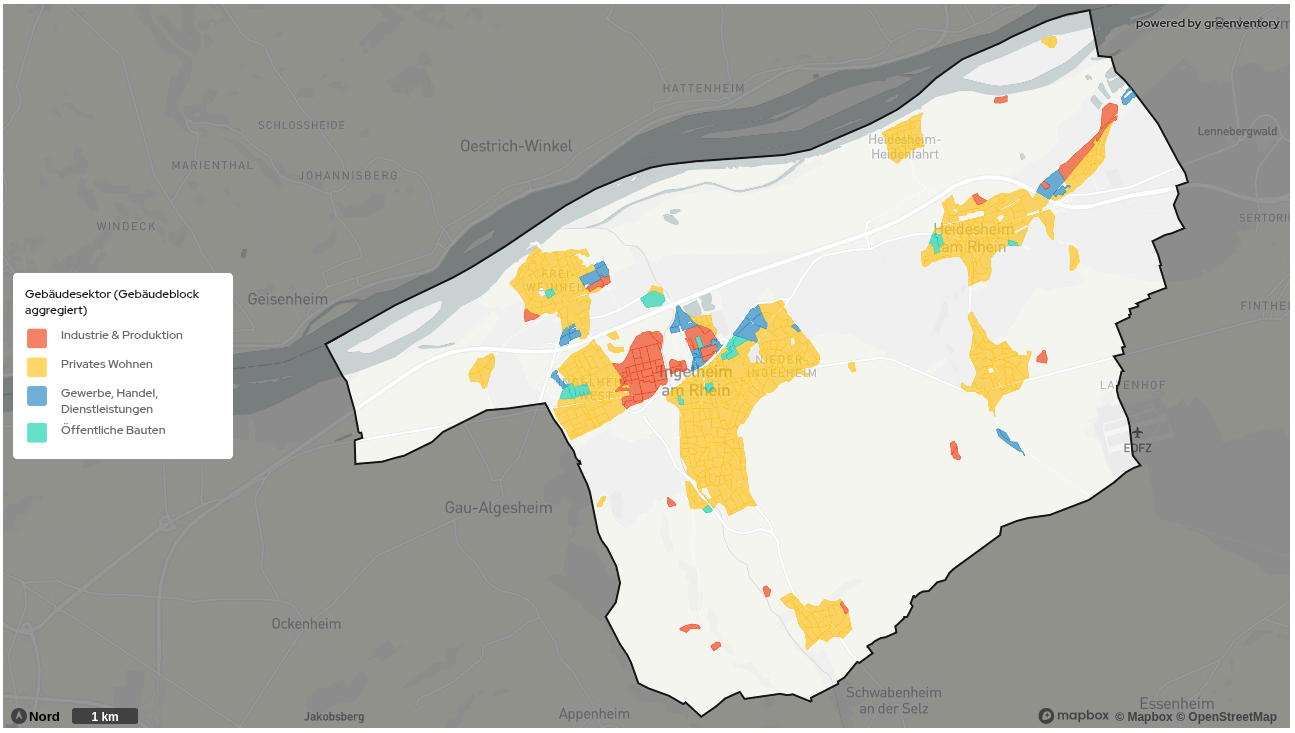


Abbildung 5: Überwiegender Gebäudesektor pro Baublock

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 6) hebt hervor, dass knapp 60 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, also bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Optimierung der Gebäudehülle in Kraft trat. Diese Gebäude weisen das größte Sanierungspotenzial auf. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen häufig den höchsten spezifischen Wärmebedarf, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise ebenfalls interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes

Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich. Die Baualtersklassen in Abbildung 6 weisen unterschiedlich große Zeiträume auf, um statistisch sinnvolle und klar voneinander abgrenzbare Gruppen zu ermöglichen. Gründe dafür sind unterschiedlich lange und prägende historische Bauphasen, schnellere Veränderungen in Bauweise und Energiestandards ab den 1970er-Jahren sowie geringere Datenpräzision bei älteren Gebäuden.

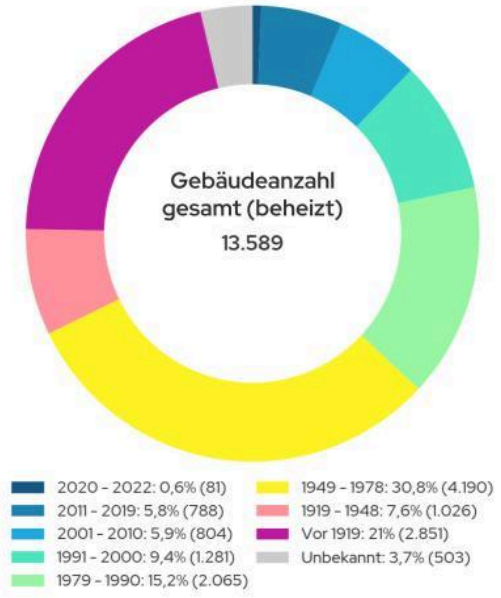


Abbildung 6: Gebäudeanteil nach Baualtersklasse

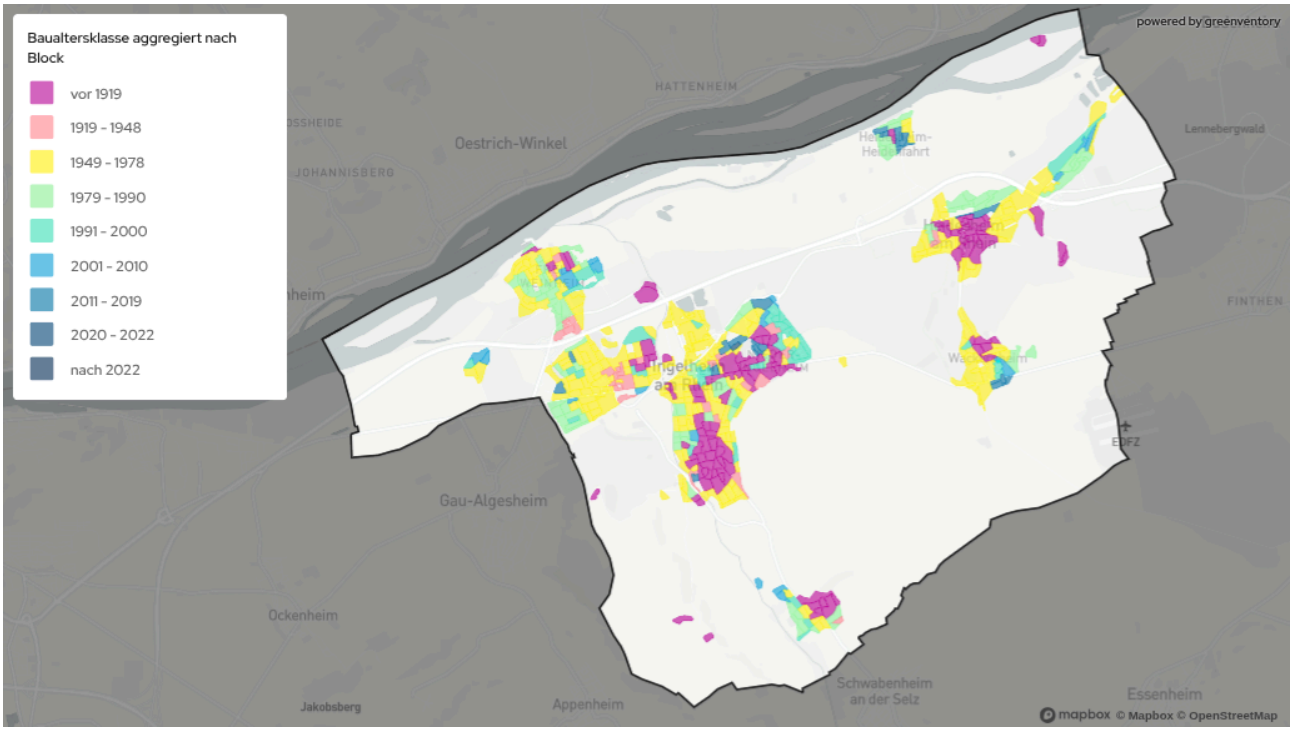


Abbildung 7: Verteilung der Gebäude-Baualtersklassen

Abbildung 7 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen in Ingelheim. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1949 erbaut wurden, hauptsächlich in den Zentren der Ortskerne angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Orte zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in dichter bebauten Altstadtkernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische

Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die bereitgestellten, gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf, auch Nutzenergie genannt, ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit unzureichenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiterer gebäudespezifischer Datenpunkte berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade vom Wärmebedarf auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

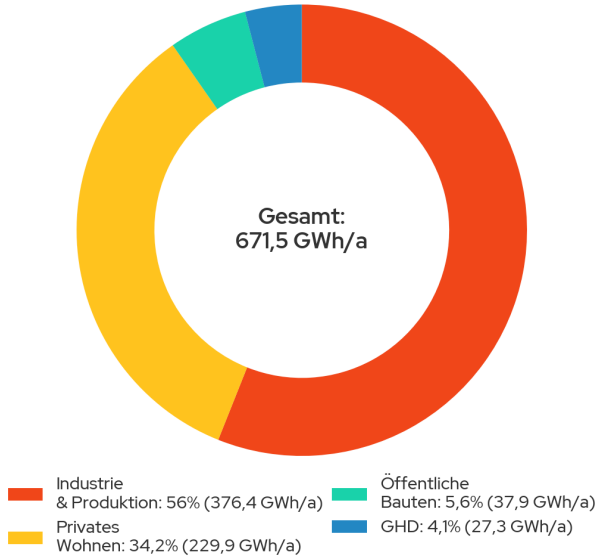


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektor

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Ingelheim 671,5 GWh jährlich (siehe Abbildung 8). Mit 56 % ist der Industriesektor anteilig am stärksten vertreten, was auf einen hohen Wärmebedarf prozessintensiver Industrieunternehmen, wie z.B. Boehringer Ingelheim, zurückzuführen ist. Auf den Wohnsektor entfallen 34,2 % des Gesamtwärmebedarfs in Ingelheim. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 4,1 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, wie beispielsweise Schulen, entfallen 5,6 %. In Abbildung 9 sind Verbraucher mit besonders hohem Wärmebedarf dargestellt (Ankerkunden). Diese Ankerkunden können ein wichtiger Indikator bei der Festlegung von Wärmenetz-Eignungsgebieten sein.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 10 dargestellt. Abbildung 11 stellt die sogenannte Wärmeliniendichte der einzelnen Straßenzüge dar.

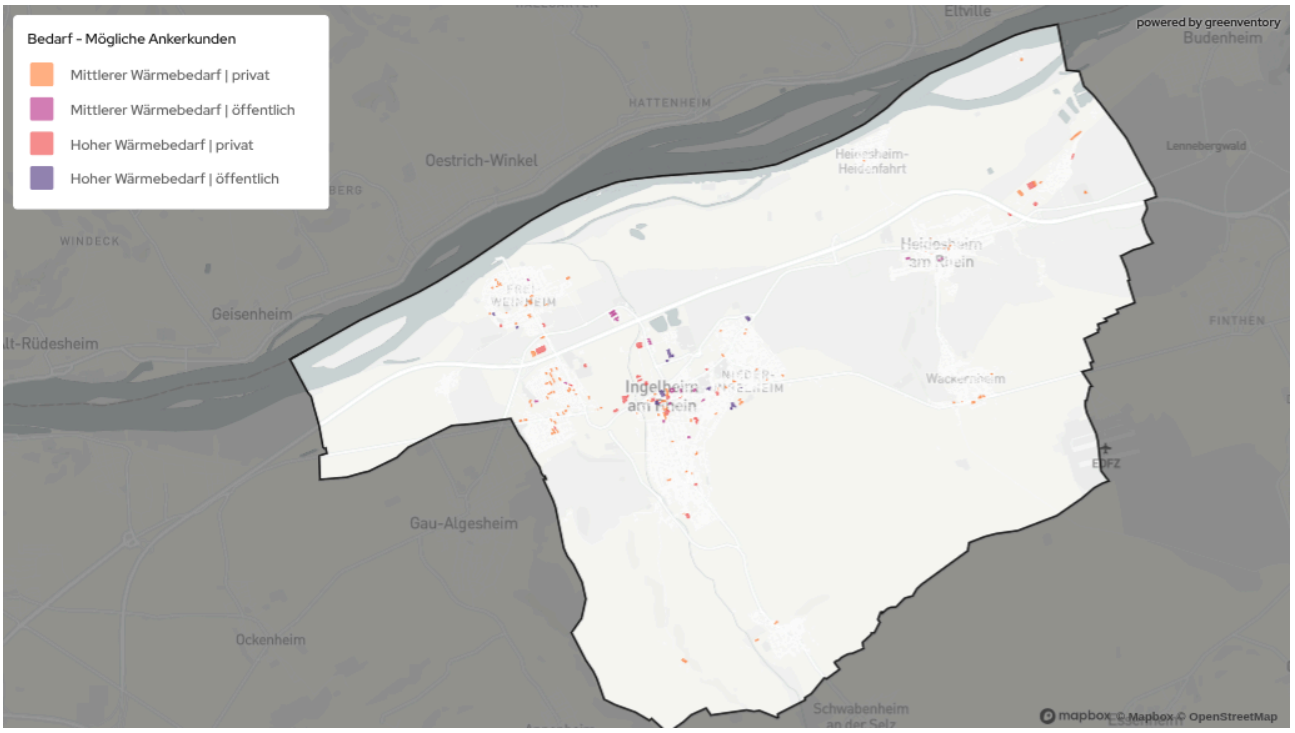


Abbildung 9: Mögliche Ankerkunden

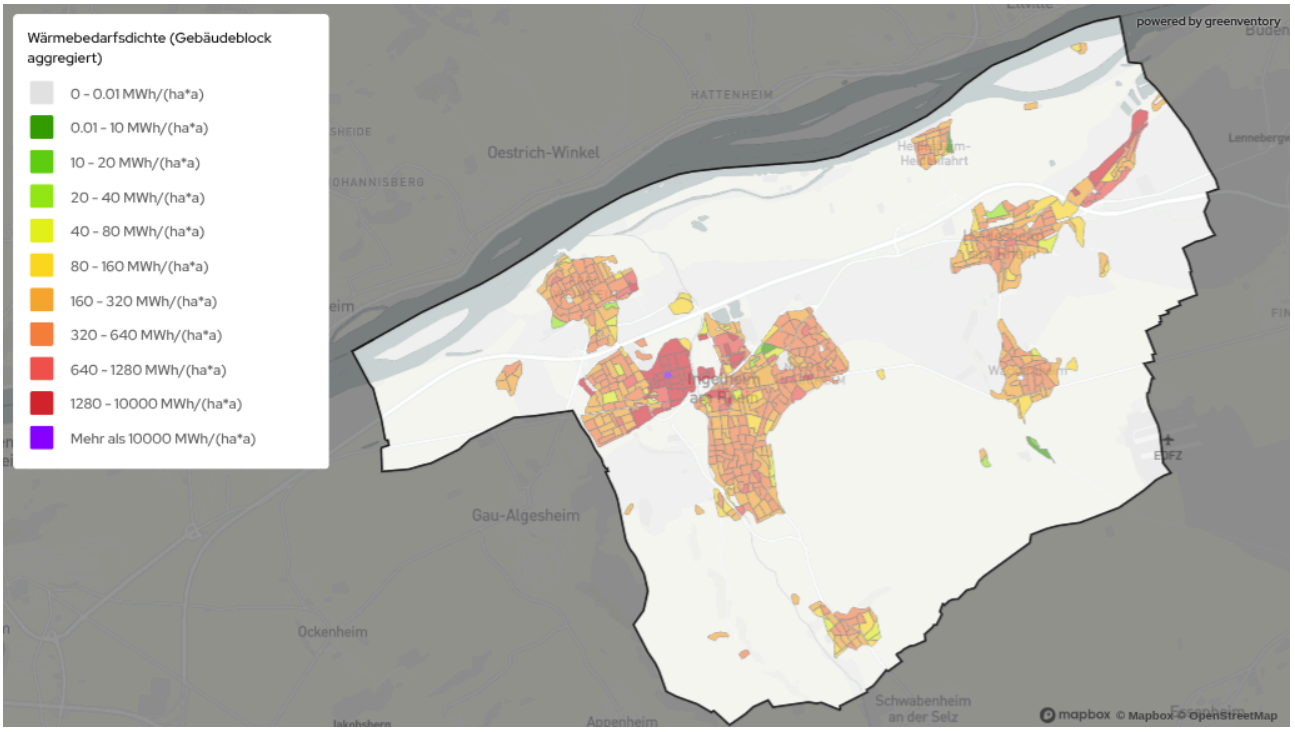


Abbildung 10: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

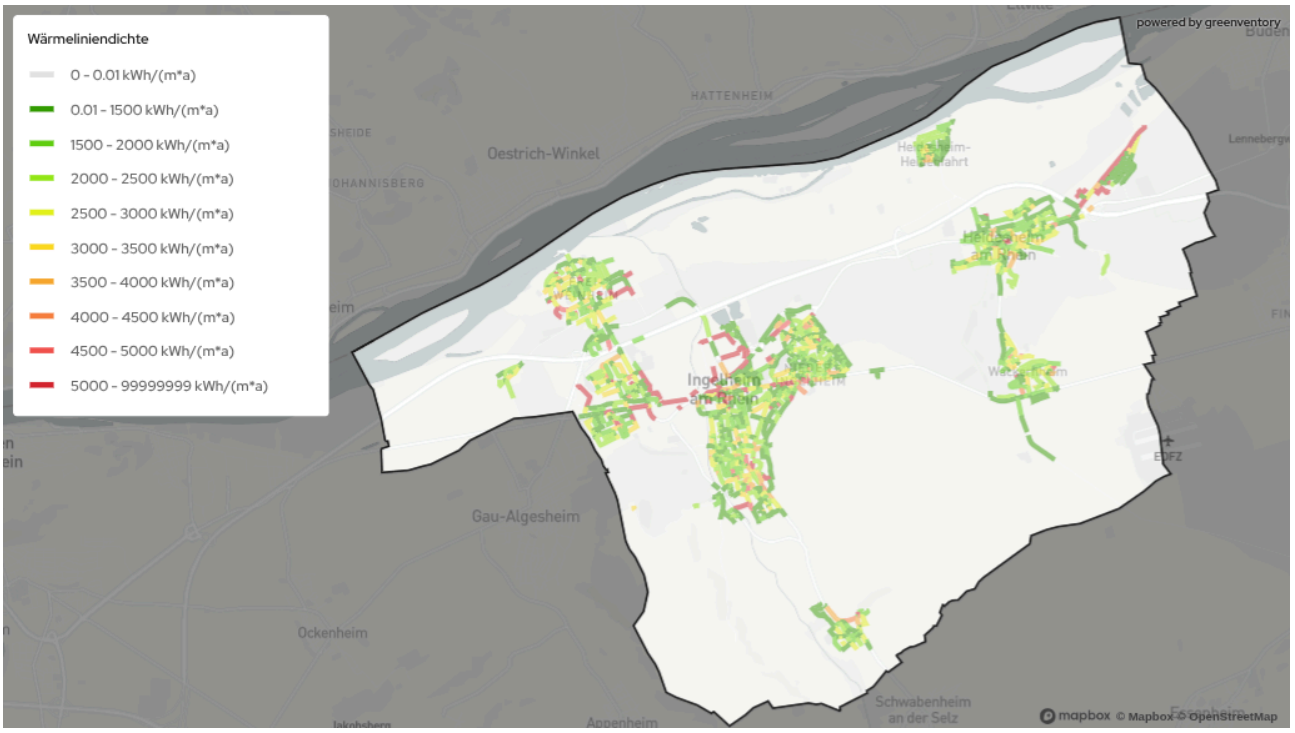


Abbildung 11: Wärmeliniendichten der einzelnen Straßenabschnitte

3.5 Analyse der Heizsysteme

Zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger dienten als Datengrundlage die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kehrbüchern Daten zu 5.173 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Für die anderen 8.416 beheizten Gebäude wurden die Heizsysteme durch Verbrauchs- und Netzdaten von den Energieversorgern und Netzbetreibern ergänzt. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten/ Zensusdaten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt.

Von den 13.589 Wärmeerzeugern sind mit 8.497 Stück mehr als die Hälfte Erdgas-Kessel (62,5 %). 20 % der Heizsysteme machen die 2.788 Heizölkessel aus. Die kleineren Anteile stellen 600 (4,4 %) strombetriebene Luftwärmepumpen, 573 (4,2 %) Elektroheizungen, 572 (4,2 %) Nah- und Fernwärmeübergabestationen[2], 301 (2,2 %) Holzpelletheizungen, 161 (1,2 %) strombetriebene Erdwärmepumpen und 48 LPG-Kessel (0,4 %), sowie 33 (0,2 %) Holzofen, und 16 (0,1 %) Kohlekessel dar (siehe Abbildung 12).

Abbildung 13 zeigt die überwiegenden primären Heizsysteme pro Baublock (aggregiert), die heute in Ingelheim installiert sind. Damit wird sichtbar, wo sich Schwerpunkte einzelner Technologien häufen.

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen über die kommenden Jahre alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden.

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie eine

[2] Nah- und Fernwärmeübergabestationen dienen als Schnittstelle zwischen dem Wärmenetz und dem Gebäude, in dem sie die vom Netz gelieferte Wärme über einen Wärmetauscher aufnehmen und für die Heizungs- und Warmwasserversorgung bereitstellen.

Betriebszeit von 30 Jahren erreicht haben. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümerinnen oder Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis Ende 2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Wird auf Grundlage des erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren, insbesondere aufgrund geltender bundesrechtlicher Vorgaben, ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft vor allem die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen, oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese kann nach Möglichkeit um ganzheitliche Energieberatung ergänzt werden.

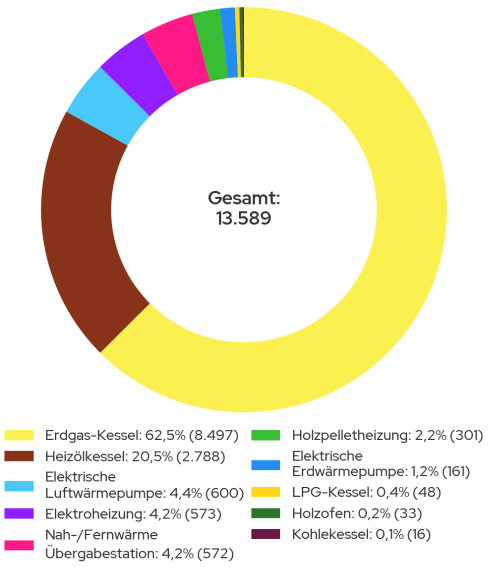


Abbildung 12: Wärmeerzeugungstechnologien je Gebäude

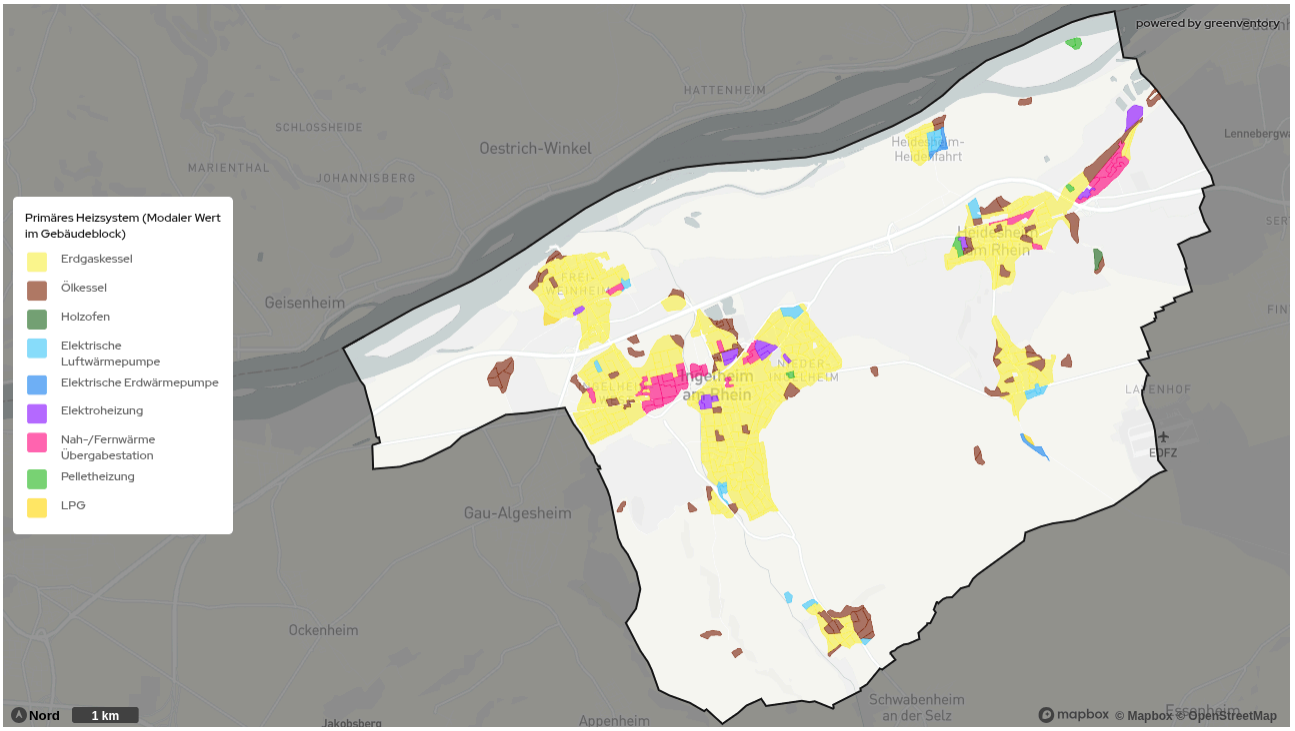


Abbildung 13: Verteilung nach primärem Heizsystem je Baublock (aggregiert)

Abbildung 14 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten fossilen Heizsysteme je Energieträger - gruppiert in 10-Jahresabschnitten. Die Leistung der jährlich installierten Ölheizungen ist ab 1965 und bis in die 1990er Jahre hinein stark gestiegen. In den letzten drei Jahrzehnten ist dann ein deutlicher Rückgang der neu installierten Ölheizungen zu verzeichnen. Die Leistung installierter Gasheizungen ist ab 1980 sehr stark angestiegen, erlebte ab der Jahrtausendwende einen deutlichen Abfall und nimmt seit 2010 wieder zu. Zugleich steigt seit den 1990 Jahren der Anteil von Holzfeuerungen deutlich an, fällt dann ab 2010 jedoch wieder ab. Diese Feuerungen werden meist nicht als primäre, sondern als zusätzliche Heizsysteme in Form von Kaminöfen genutzt, weshalb sie in Summe nur einen geringen Anteil der installierten Leistung sowie der erzeugten Wärme ausmachen. Sie dienen neben der Wärmebereitstellung im Wesentlichen zur Steigerung des Wohnkomforts. Des Weiteren sind Heizsysteme auf Basis von Flüssiggas (LPG) vorhanden, deren Gesamtleistung für die Wärmeplanung kaum relevant ist.

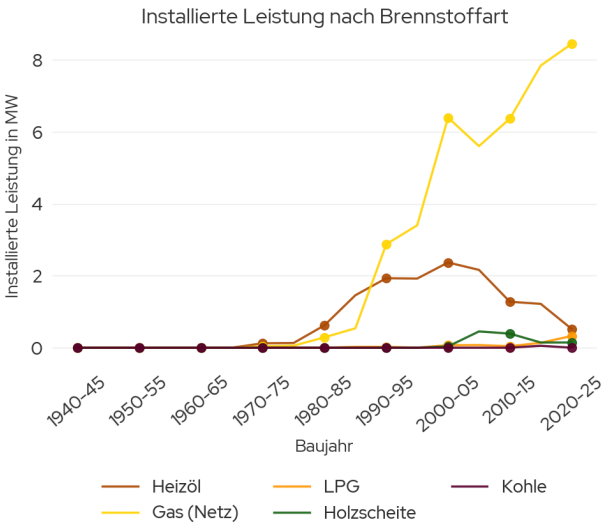


Abbildung 14: Gesamtleistung der jährlich neu installierten fossilen Heizsysteme nach Energieträger

Bei der Analyse der installierten Heizsysteme wird die Dominanz fossiler Energieträger deutlich und erfordert Handlungsschritte zur Erreichung der Ingelheimer Klimaschutz-Ziele. Um die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor zu erreichen ist es erforderlichalle fossil betriebenen Heizsysteme perspektivisch zu ersetzen.

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Insgesamt konnte aus den Kehrbüchern für 5.173 Gebäude ein Alter des Heizsystems bestimmt werden. Für die anderen 8.416 Gebäude lagen keine Informationen zum Alter des Heizsystems vor. Die Differenz zwischen der Anzahl der Heizungsanlagenalter und der Gesamtanzahl des beheizten Gebäudebestands ist zum einen darauf zurückzuführen, dass Datenpunkte der Schornsteinfeger nicht auswertbar waren und zum anderen erfassen die Kehrbücher nicht sämtliche Gebäude, wie beispielsweise die mit Wärmenetzen und Wärmepumpen versorgten Gebäude. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 15) auf Basis der nutzbaren Schornsteinfegerdatensätze zeigt einen hohen Anteil veralteter Heizungsanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu folgender Erkenntnis:

- 45 % aller analysierten Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei 22,2 % der analysierten Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG von hoher Relevanz ist.

Die räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme auf der Ebene der Baublöcke lässt sich in Abbildung 16 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme mindestens 15 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 30 Jahre und mehr.

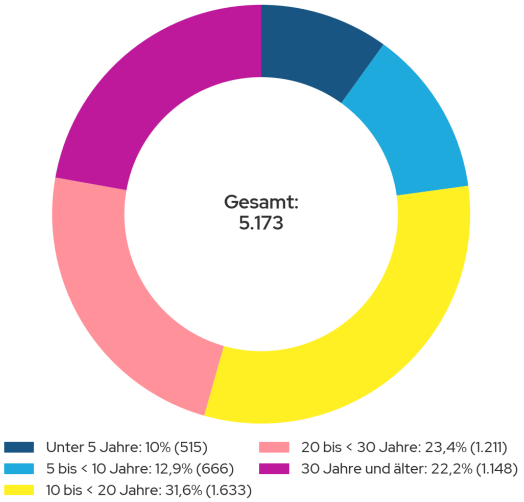


Abbildung 15: Gebäudeanteile der Heizsysteme mit bekanntem Alter

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft vor allem die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 22,2 % der Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der 23,4 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen, oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

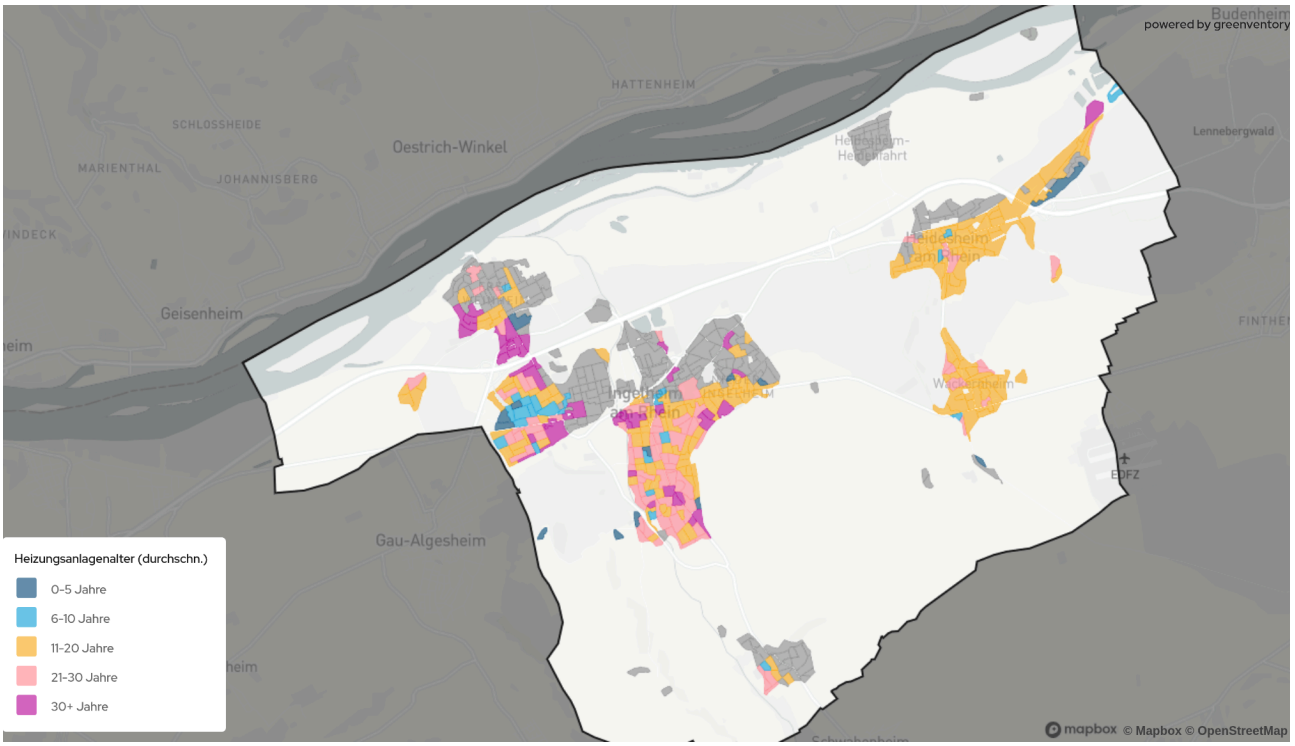


Abbildung 16: Verteilung nach Alter der Heizsysteme (Gebäudeblock aggregiert), nur von Schornsteinfegerdaten auszuwertende Daten

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 728,8 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 17 und 18).

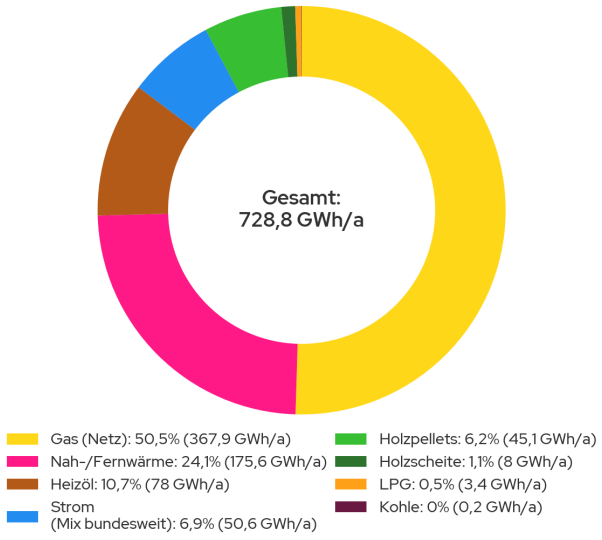


Abbildung 17: Endenergiebedarf nach Energieträger und Versorgungsart

Mit 367,9 GWh/a (50,5 %) stellt Erdgas über das Gasnetz den größten Anteil der direkten Wärmeversorgung dar. Die Versorgungsart Nah- und Fernwärme deckt 175,6 GWh/a (24,1 %) des Endenergiebedarfs ab und bildet damit den zweitgrößten Anteil der Wärmebereitstellung. Heizöl trägt 78 GWh/a (10,7 %) und Strom 50,6 GWh/a (7,4 %) zur Wärmeversorgung bei, letzterer insbesondere in Wärmepumpen und elektrischen Direktheizungen. Der Anteil erneuerbarer Energieträger zeigt sich überwiegend in der Nutzung von Biomasse: Holzpellets (45,1 GWh/a; 6,2 %), und Holzscheite (8 GWh/a; 1,1 %). Flüssiggas (LPG) mit 3,4 GWh/a (0,5 %) und Kohle mit 0,2 GWh/a (<0,1 %) weisen nur sehr geringe Beiträge auf (Abbildung 17).

Die Aufschlüsselung der eingesetzten Energieträger in der Nah- und Fernwärmeerzeugung zeigt eine starke Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen (siehe Abbildung 18).

Mit 151 GWh/a (86 %) der 175,6 GWh/a basiert der überwiegende Teil der Wärmeproduktion in den Wärmenetzen auf Erdgas. Biomasse trägt 15,8 GWh/a (9 %) bei und stellt damit den

wichtigsten erneuerbaren Energieträger in der Netzversorgung dar. Strom wird in geringem Umfang zur Wärmeerzeugung eingesetzt und steuert 3,5 GWh/a (2 %) bei. Heizöl liefert ebenfalls ca. 3,5 GWh/a (2 %) der Erzeugungsmenge. Weitere 1 % (1,8 GWh/a) werden durch Abwärme bereitgestellt. Unter Berücksichtigung der erneuerbaren Energieträger (Biomasse und Strom) ergibt sich ein erneuerbarer Anteil von rund 11 % an der Nah- und Fernwärmeerzeugung. Dies verdeutlicht die weiterhin hohe Abhängigkeit der Wärmenetze von Erdgas, zeigt jedoch zugleich bestehende Ansätze zur Integration erneuerbarer Energien.

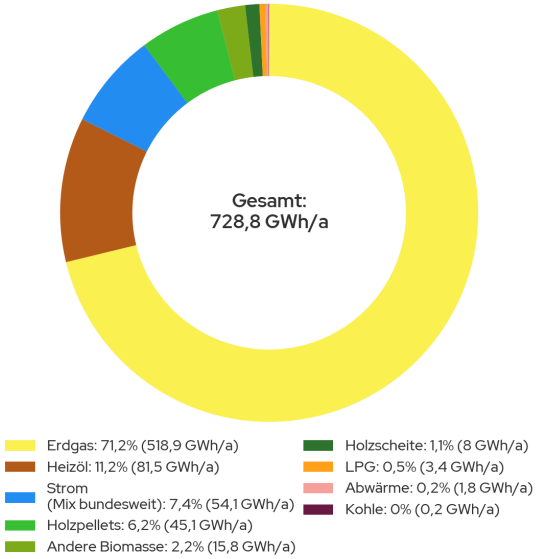


Abbildung 18: Endenergiebedarf nach Energieträger

Der größte Anteil des Endenergiebedarfs fällt im Industriesektor an (56,4 %), gefolgt vom Wohnsektor (34,2 %) und öffentliche Gebäude (5,6 %). 3,9 % des Endenergiebedarfs fallen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen an (siehe Abbildung 19).

Die aktuelle Zusammensetzung der Endenergie verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

Die Abbildung 20 zeigt je Baublock, welcher Energieträger im Stadtgebiet Ingelheim dominiert.

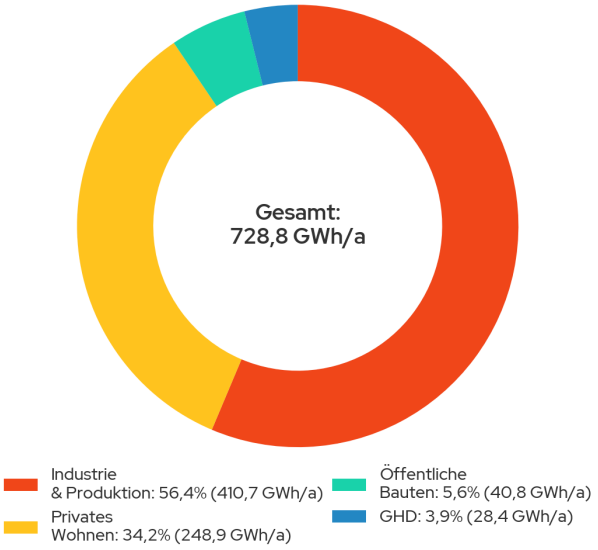


Abbildung 19: Endenergiebedarf nach Sektor

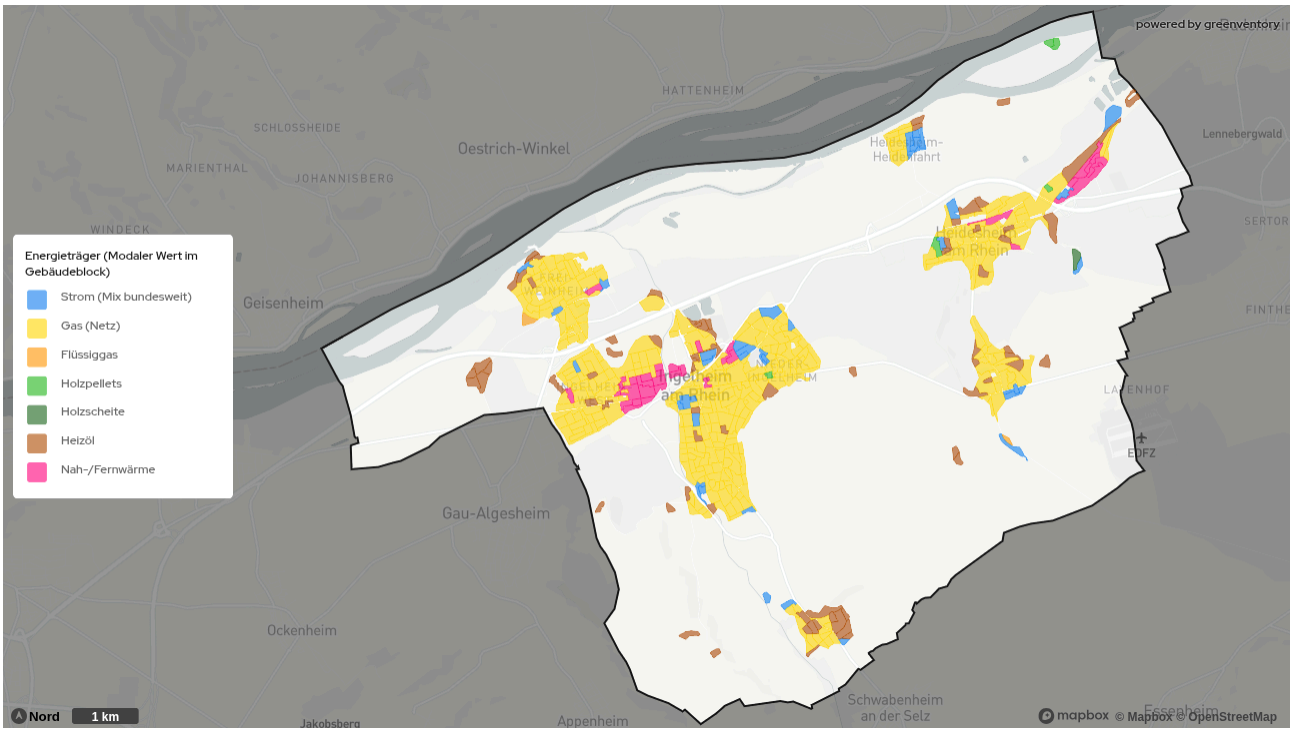


Abbildung 20: Verteilung der primären Energieträger pro Baublock in Ingelheim

3.7 Gasinfrastruktur

In Ingelheim ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 21). Das Gasnetz hat eine Länge von 179 km. Aktuell sind über 8.000 Gebäude am Gasnetz angeschlossen.

Die Bereitstellung von Gas in den Gebäuden macht 367,9 GWh des Endenergieverbrauchs pro Jahr aus. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung im Gasnetz verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 17). Das Gasnetz wird aktuell zu 100 % mit Erdgas versorgt.

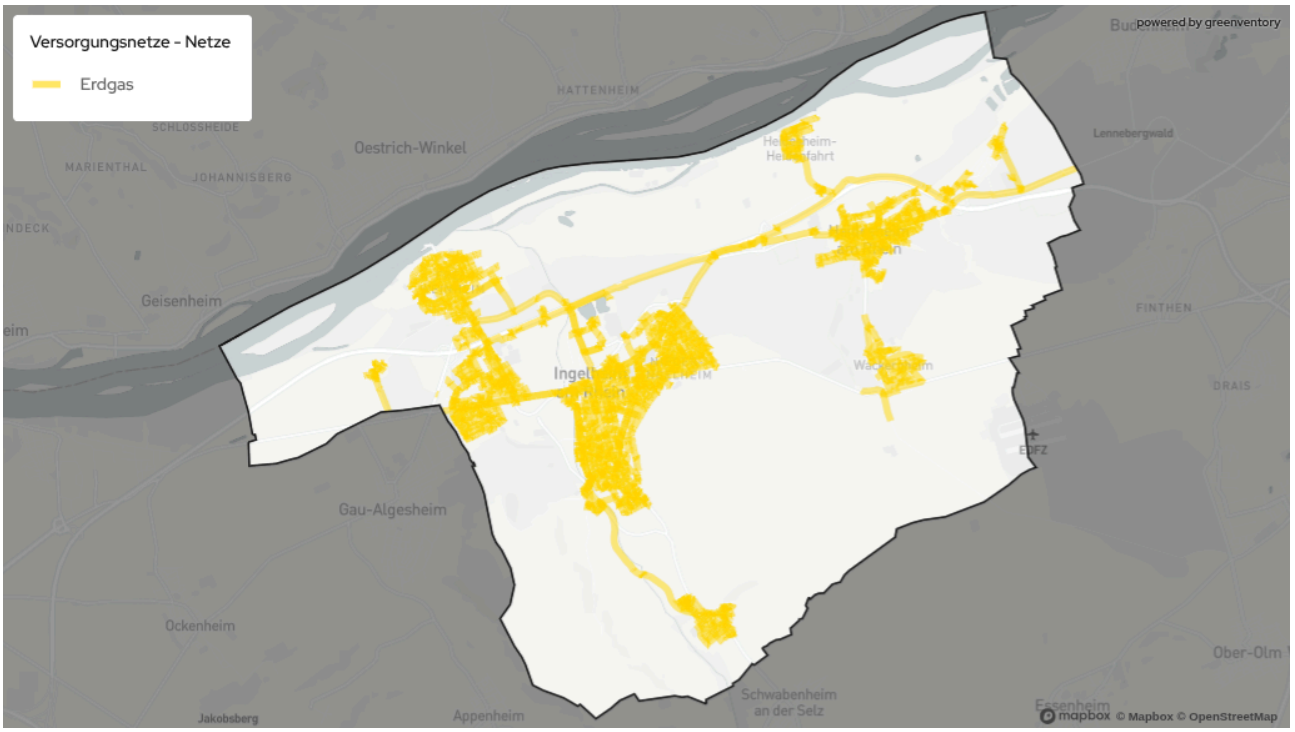


Abbildung 21: Gasnetzinfrastruktur

3.8 Wärmeinfrastruktur

Aktuell gibt es in Ingelheim bereits mehrere Wärmenetze in unterschiedlichen Ausbaustufen. Der Verlauf der Wärmenetze und alle bestehende Wärmeerzeugungsanlagen (inklusive Kraft-Wärme-Kopplung), die eindeutig einem Wärmenetz zugeordnet werden können, sind vereinfacht in Abbildung 22 dargestellt. Es gibt in Ingelheim mehrere Gebäudewärmenetze (siehe Glossar), die mehrere Gebäude über eine Heizzentrale versorgen. Weiterhin gibt es in Frei-Weinheim ein Nahwärmenetz, welches von der GTR – Gebäudetechnik Rheinstraße GmbH gebaut und betrieben wird. Es hat eine Länge von 1.400 m und wurde 2006 in Betrieb genommen und aktuell sind 6 Gebäude am Netz angeschlossen. Ebenfalls betreibt und erschließt die GTR mehrere kalte Nahwärmenetze, basierend auf Erdwärmepumpen in Ingelheim.

Ein weiteres Nahwärmenetz befindet sich in Heidesheim-Uhlerborn, betrieben von der Rheinhessische Energie- und Wasserversorgungs-GmbH. Das Netz hat eine Länge von 5.200 m und wurde im Jahr 1985 in Betrieb genommen. Derzeit sind 281 Gebäude am Wärmenetz angeschlossen. Aktuell basiert das Wärmenetz auf Erdgas. Weiterhin betreibt die Rheinhessische weitere 7 kleine Gebäudewärmenetze mit zwei bis sechs Gebäudeanschlüssen (meist basierend auf Erdgas).

Das Industrieunternehmen Boehringer Ingelheim betreibt betriebsintern ebenfalls ein weiteres Wärmenetz.

Abbildung 23 stellt den aktuellen Energieträgermix der Wärmenetzversorgung in Ingelheim dar. Dabei ist zu sehen, dass der fossile Brennstoff Erdgas dominiert.

Die Bereitstellung von Nah-/Fernwärme in den Gebäuden macht 175,6 GWh des Endenergieverbrauchs pro Jahr aus, wobei ein großer Anteil auf das Wärmenetz von Boehringer Ingelheim anfällt (der Netzverlauf ist in den Abbildungen nicht dargestellt).

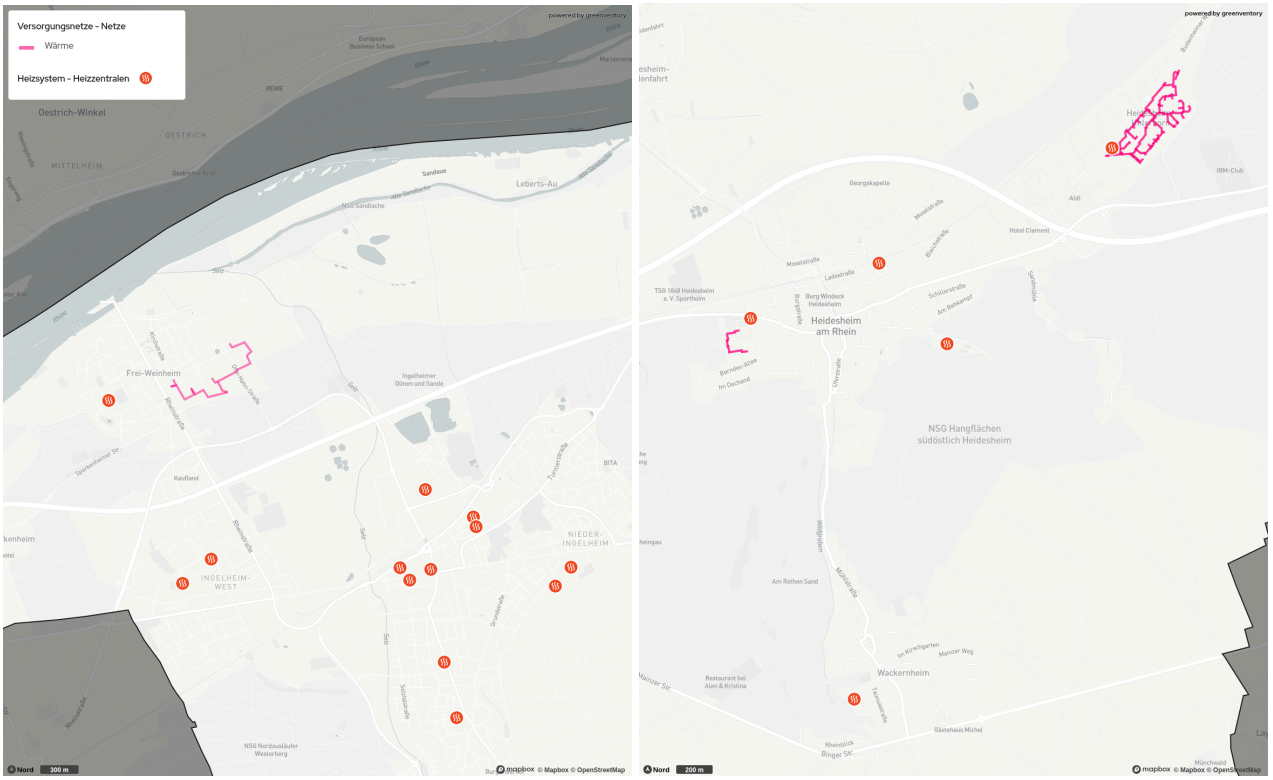


Abbildung 22: Bestehende Wärmenetzinfrastruktur in Ingelheim

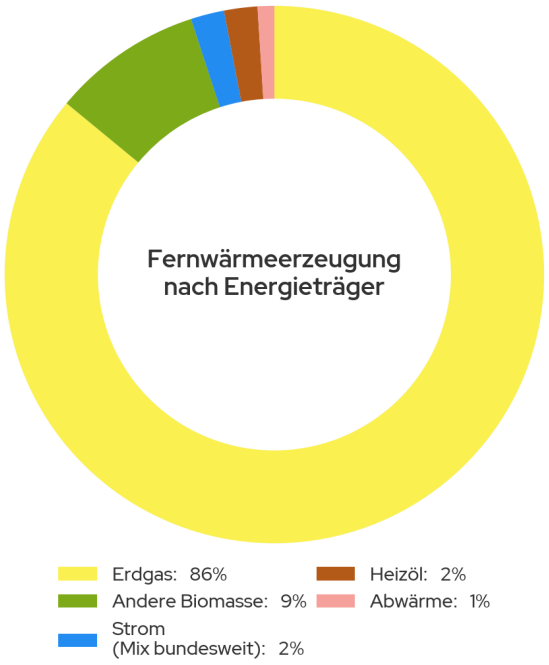


Abbildung 23: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern

3.9 Abwassernetz

Aus der Restwärme von Abwässern in der Kanalisation kann über die Nutzung von Wärmepumpen Wärme für Wärmenetze bereitgestellt werden. Generell liegt die erforderliche Mindestnenngröße der Kanäle für eine Abwärmegewinnung bei mindestens DN 800. Ab dieser Nennweite kann eine Potenzialanalyse durchgeführt werden. Alle bestehenden Abwasserleitungen, die dieser Mindestgröße entsprechen, sind in Abbildung 24 dargestellt.



Abbildung 24: Abwassernetze mit Mindestnenngröße DN800

3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

In Ingelheim betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 162.986 Tonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr (CO_2 e/a). Sie entfallen zu 56 % auf die Industrie, zu 34,7 % auf den Wohnsektor, zu 3,8 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD) und zu 5,6 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 25). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 8). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

Erdgas ist mit 72,5 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 14,7 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger fast 90 % der Emissionen im Wärmesektor des Projektgebiets. Der Anteil von Strom ist mit 11,4 % deutlich geringer, jedoch ebenfalls signifikant. Da der deutsche Strommix aktuell noch zu 41 % aus fossiler Erzeugung stammt (Stand: März 2025), tragen strombasierte Heizsysteme ebenfalls zu Treibhausemissionen im Wärmesektor bei. Biomasse (0,9 %) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgasemissionen aus (siehe Abbildung 26).

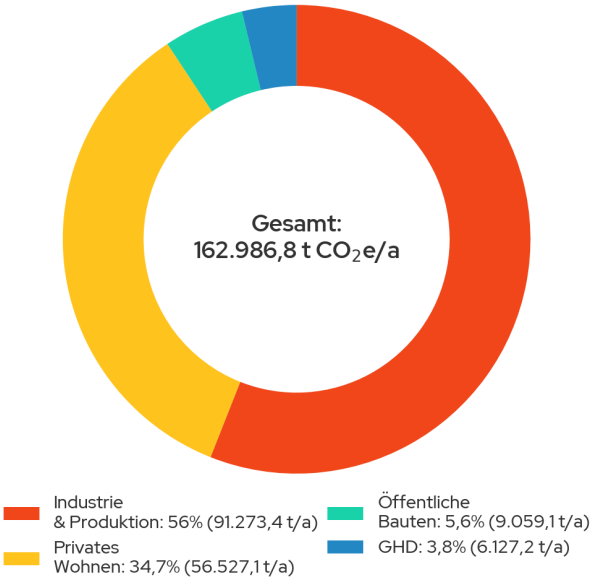


Abbildung 25: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Sektor

Die Zahlen verdeutlichen, dass sowohl der schrittweise Rückgang der Nutzung von Erdgas und Erdöl als auch der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung wesentliche Beiträge zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor leisten können. Insbesondere dem Strom kommt dabei angesichts der prognostizierten Zunahme von Wärmepumpen künftig eine zentrale Bedeutung zu

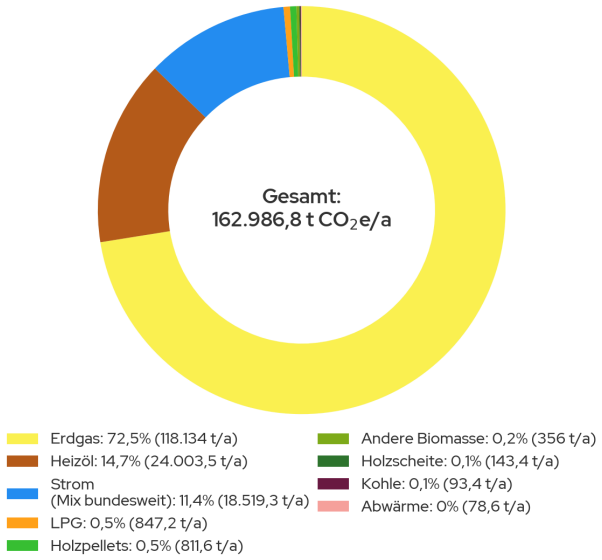


Abbildung 26: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Energieträger

In Tabelle 2 sind die verwendeten Emissionsfaktoren aufgeführt. Diese beziehen sich auf den Heizwert der Energieträger (KWW Halle 2024). Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,499 t CO_2e/MWh auf zukünftig 0,015 t CO_2e/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

Die räumliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 27 dargestellt. Im innerstädtischen Bereich und in den Industriegebieten sind die Emissionen besonders hoch. Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industriebetriebe oder eine Häufung unsanierter Gebäude gepaart mit dichter Besiedelung sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bedeutet auch eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

Tabelle 2: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren der Energieträger (KWW Halle, 2024)

Energieträger	Emissionsfaktoren ($t CO_2e/MWh$)			
	2022	2030	2040	2045
Strom	0,499	0,110	0,025	0,015
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,240	0,240	0,240
Steinkohle	0,400	0,400	0,400	0,400
Biogas	0,139	0,133	0,126	0,123
Biomasse (Holz)	0,020	0,020	0,020	0,020
Solarthermie	0,000	0,000	0,000	0,000
Abwärme aus Verbrennung	0,020	0,020	0,020	0,020
Prozessabwärme	0,040	0,038	0,036	0,035

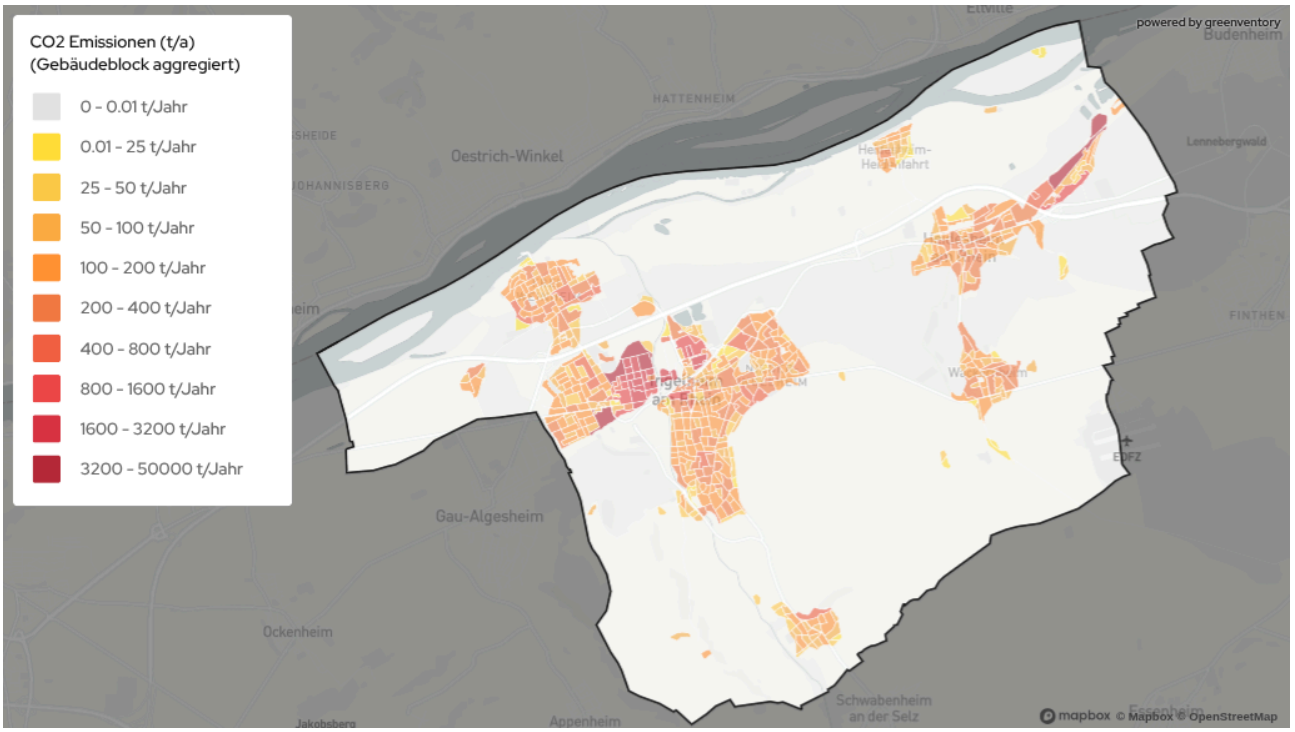


Abbildung 27: Verteilung der Treibhausgasemissionen (Gebäudeblock aggregiert)

3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage des kommunalen Wärmeplans und schafft einen umfassenden Überblick über den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung in Ingelheim. Dafür wurden zahlreiche Datenquellen – darunter Verbrauchsdaten, Kehrbuchauszüge, Netzverläufe, Gebäudedaten und GIS-Informationen – zusammengeführt, systematisch ausgewertet und im digitalen Zwilling abgebildet. Die Ergebnisse zeigen, dass der städtische Wärmebedarf überwiegend durch fossile Energieträger, insbesondere Erdgas, gedeckt wird und ein erheblicher Teil der Heizungsanlagen veraltet ist: 22,2 % der erfassten Anlagen sind älter als 30 Jahre. Mit einem jährlichen Wärmebedarf von 376 GWh/a prägt zudem der Industriesektor sowohl den Energieverbrauch als auch die Treibhausgasemissionen.

Der hohe Anteil überalterter Heizsysteme unterstreicht die Notwendigkeit technischer Erneuerungen und einer schrittweisen Umstellung auf erneuerbare Energieträger. Gleichzeitig eröffnet er ein bedeutendes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion von Emissionen, insbesondere durch den Austausch ineffizienter Anlagen.

Insgesamt verdeutlicht die Bestandsanalyse einen klaren Modernisierungsbedarf der Wärmeinfrastruktur und liefert konkrete Ansatzpunkte für die zukünftige Ausrichtung der Wärmeversorgung. Zu den zentralen Maßnahmen zählen die Dekarbonisierung der Erzeugung, der Ausbau von Wärmenetzen sowie die energetische Gebäudesanierung und der Ersatz veralteter Heizsysteme.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bestandsanalyse die Notwendigkeit für eine Modernisierung der Wärmeinfrastruktur aufzeigt und konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung bietet. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger, der Ausbau von Wärmenetzen und die Gebäudesanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen.

4 Potenzialanalyse

Zur Identifizierung der technischen Potenziale wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt wurden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen (Abbildung 28). Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren, wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab. Diese werden nach Abschluss dieses Wärmeplans Teil von vertiefenden Untersuchungen sein.

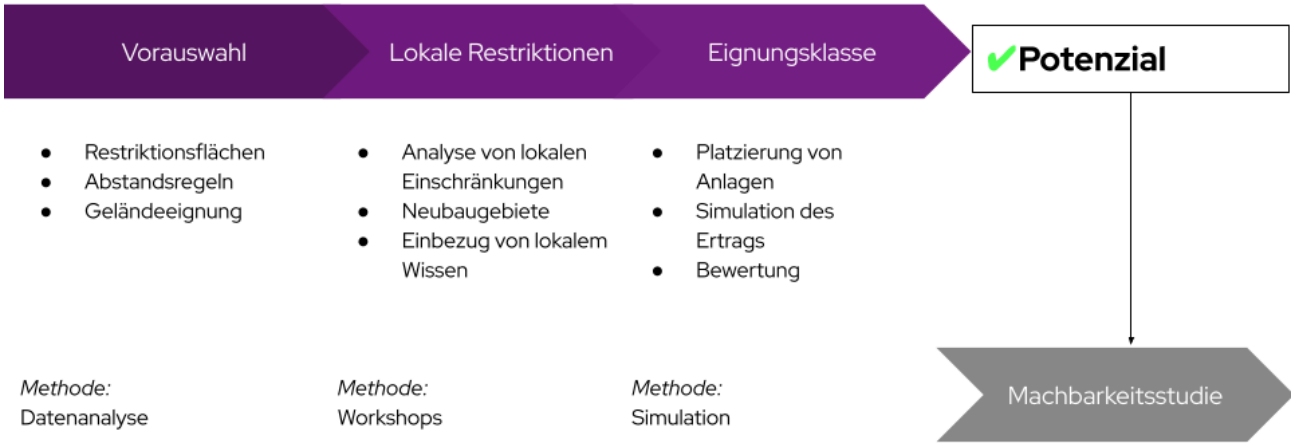


Abbildung 28: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

4.1 Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Dachfläche): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Dachfläche): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Fluss): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen.
- Kraft-Wärme-Kopplung: Nutzung von Strom und Wärme durch die Umstellung bestehender KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung. Neben den im Rahmen der KWP erfassten erneuerbaren Energiepotenzialen bestehen weitere relevante Potenziale, die jedoch außerhalb der KWP

gesondert ermittelt werden müssen, wie beispielsweise Großwärmespeicher.



Abbildung 29: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen (Abbildung 29). Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem Modell werden alle Flächen in Ingelheim analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z .B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind Folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien[3] sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen)
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien

In Tabelle 3 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzungen ersetzen. Abbildung 31 zeigt die wichtigsten Restriktionsflächen, die in der Potenzialanalyse berücksichtigt wurden.

4.3 Stufen von Potenzialen

Zur Bewertung der erneuerbaren Energiequellen wird das gesamte Potenzial in aufeinander aufbauende Stufen unterteilt, die von der physikalisch verfügbaren Ressource bis hin zum tatsächlich realisierbaren Potenzial reichen (Abbildung 32).

Theoretisches Potenzial:
Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:
Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen.

Durch technologiespezifische Kriterien wird in die folgenden Kategorien differenziert:

- *Gut geeignetes Potenzial*: Neben der Abwesenheit von einschränkenden

[3] harte und weiche Flächenkriterien sind für jedes einzelne Potenziale individuell festgelegt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Restriktionen, ist das Gebiet darüber hinaus durch technische Kriterien besonders geeignet, z.B. hoher Auslastungsgrad, hoher Wirkungsgrad, räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten.

- ➔ *Geeignetes Potenzial*: Gebiet ist weder von harten noch weichen Restriktionen betroffen, sodass die Flächen technisch erschließbar sind, z. B. Ackerland in benachteiligten Gebieten.
- ➔ *Bedingt geeignetes Potenzial*: Gebiet ist von weichen Ausschlusskriterien betroffen, z.B. Biosphärenreservat. Die Errichtung von Erzeugungsanlagen erfordert die Prüfung der Restriktionen sowie gegebenenfalls der Schaffung von Ausgleichsflächen.
- ➔ *Nicht geeignetes Potenzial (harte Restriktionen):* Sollten ein oder mehrere harte Restriktionen (z.B. Straßen oder Schienen) auf einer Fläche liegen oder die Fläche generell nicht geeignet sein, durch beispielsweise einen zu großen Abstand zur nächsten Siedlungsstruktur, so wird auf dieser kein Potenzial ausgewiesen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das technische Potenzial zur Erschließung von erneuerbaren Energien ermittelt und analysiert.

Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA 2021) sowie des Leitfadens Wärmeplanung des Kompetenzzentrums kommunale Wärmewende (KWW 2024) fokussiert sich diese Analyse primär auf die Identifikation des technischen Potenzials. Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale und deren Wirtschaftlichkeit werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

Wirtschaftliches Potenzial:
Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:
Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man vom realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial".

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten zu präzisieren und zu bewerten. Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Potenziale und berücksichtigt darüber hinaus bekannte rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen. Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

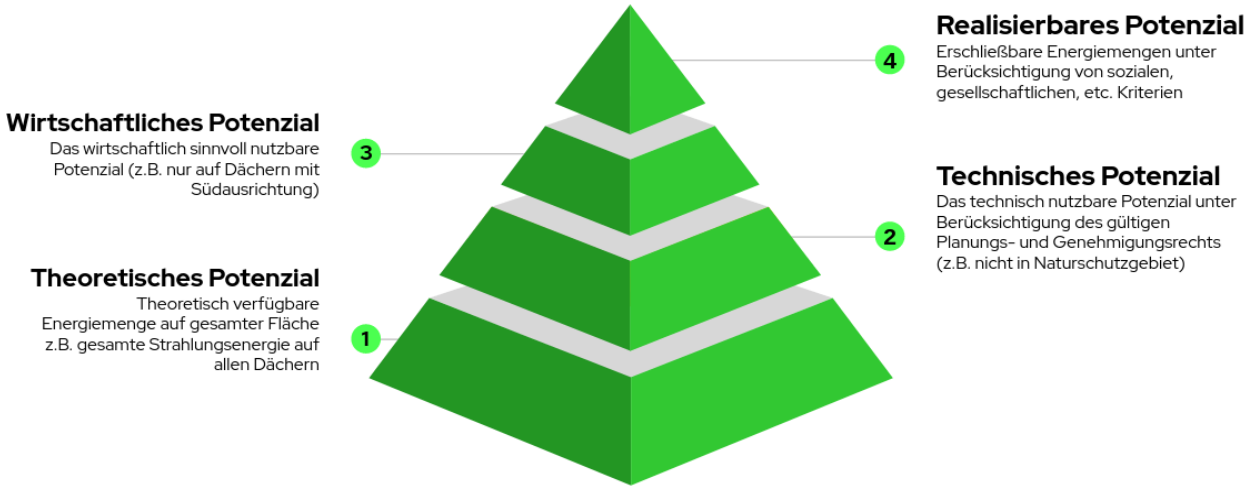


Abbildung 30: Stufen der Potenzialdefinition

Tabelle 3: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
KWK-Anlagen	Bestehende KWK-Standorte, installierte elektrische und thermische Leistung
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbraucherinnen und -verbraucher
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbraucherinnen und -verbraucher
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische

	Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen an Flüssen und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbraucherinnen und -verbraucher, techno-ökonomische Anlagenparameter

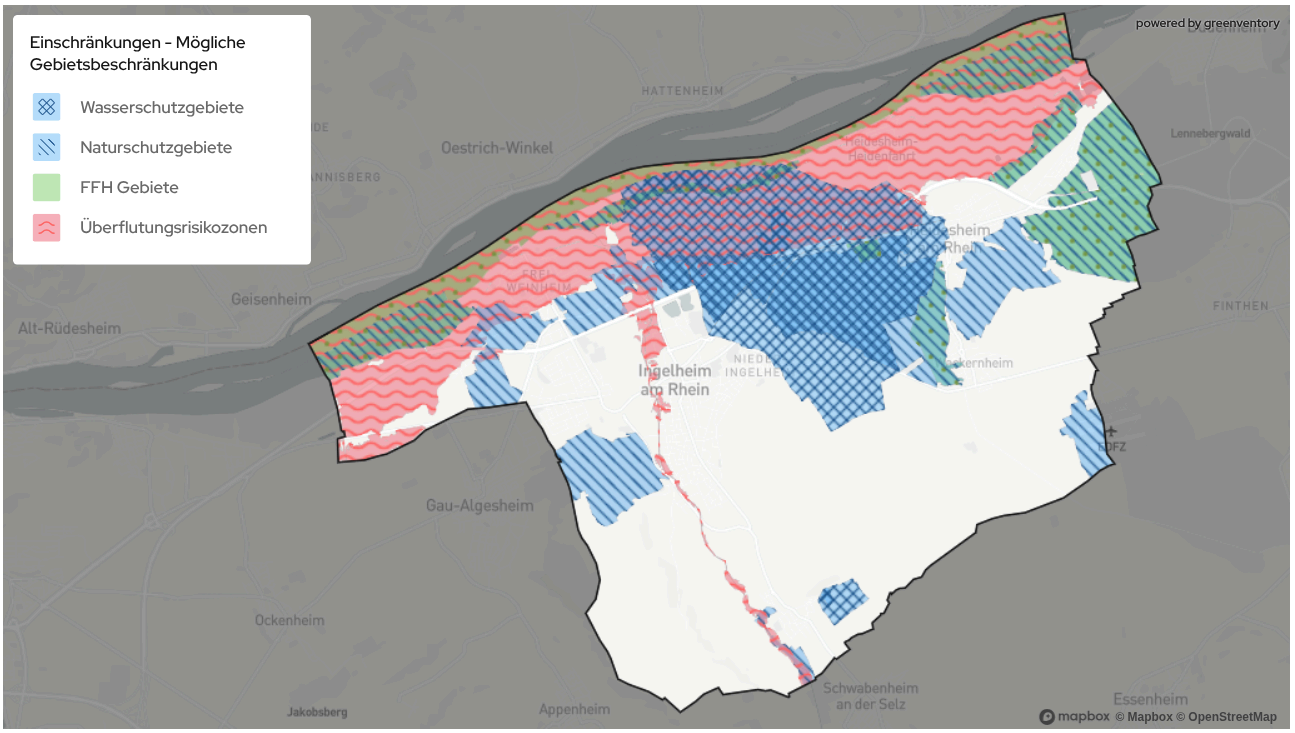


Abbildung 31: Auswahl der wichtigsten Restriktionsflächen zur Ermittlung der Wärme- und Strompotenziale

4.4 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale in Ingelheim zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 32). Nähere Details zur jeweiligen Potenzialermittlung sowie zur wirtschaftlichen Unterteilung sind in Anhang 1 und Anhang 2 erläutert.

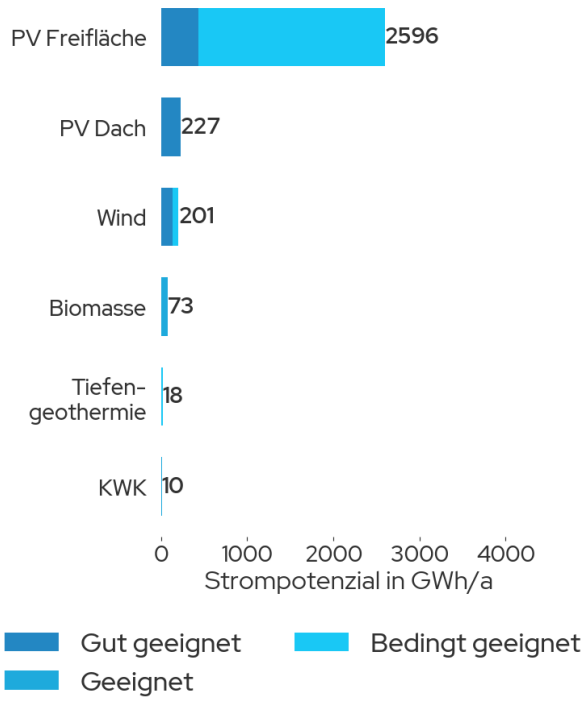


Abbildung 32: Übersicht der Erneuerbaren Strompotenziale

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassenutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, Rebschnitte und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Vergärbare Biomassesubstrate (Energiepflanzen, Gras, biogene Hausabfälle) können zu Biogas verarbeitet werden, sodass in Blockheizkraftwerken Strom und Wärme erzeugt werden kann. Hierbei wird eine Erzeugung von 40 % Wärme und 30 % Strom bei 30 % Verlusten modelliert. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich in Ingelheim vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Rohstoff Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme. KWK-Anlagen erreichen einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % und stellen eine besonders effiziente Technologie der Energieversorgung dar. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30-60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. In Ingelheim sind nach Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen vertreten – von kleineren Anlagen ab 50 kW_{el} bis zu großen Einheiten, die in Wärmenetze eingebunden sind und Leistungen von mehreren hundert kW_{el} erbringen. In Summe zeigt sich aktuell eine Erzeugerkapazität von 13.901 kW_{el}. Basierend auf den vorhandenen, derzeit mit Erdgas betriebenen Anlagen liegt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei 10 GWh Strom pro Jahr. Diese Analyse zeigt das Stromerzeugungspotenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Eine Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe würde nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten. Zudem ist eine potenzielle Konkurrenz in der Nutzung der Potenziale beziehungsweise Brennstoffe zwischen KWK-Anlagen und biogenen Stoffen zu beachten. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete jährliche Energieerträge[4]. Mit 201 GWh/a bietet die Windkraft ein signifikantes Potenzial. Allerdings sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 2.596 GWh/a das größte erneuerbare Strompotenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die

[4] Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage sowie ein jährlicher Energieertrag berechnet.

rentabelsten Flächen einzubeziehen. Hierbei werden Flächen mit mindestens 919 Volllaststunden als gut geeignet ausgewiesen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

Das Potenzial für **Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen** fällt mit 227 GWh/a geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA, 2020), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird unter Annahme einer flächenspezifischen Leistung von 220 kWh/m²a berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung in Ingelheim, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Nutzung der Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

4.5 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 33).

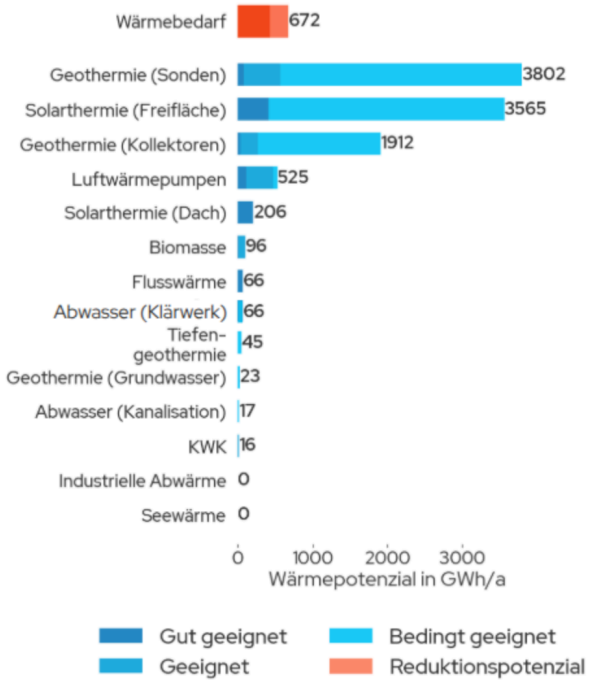


Abbildung 33: Übersicht der Erneuerbaren Wärmepotenziale

Dabei wird deutlich, dass der Wärmebedarf der Stadt Ingelheim von „Gut geeigneten" Potenzialen gedeckt werden kann. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, sind hier die technischen Potenziale der jeweiligen Wärmeerzeugungsarten abgebildet. Diese Betrachtung schließt keine Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit oder Faktoren wie Akzeptanz, kommunale Prioritäten oder Flächenkonkurrenz mit ein. Das realisierbare Potenzial wird geringer ausfallen und muss im Nachgang der Wärmeplanung ermittelt werden. Nähere Details zur jeweiligen Potenzialermittlung sowie zur wirtschaftlichen Unterteilung sind in Anhang 1 und Anhang 2 erläutert.

4.5.1 Geothermie

Geothermie ist die Nutzung der natürlichen Wärme aus dem Erdinneren, die abhängig vom Temperaturniveau der Wärme entweder direkt genutzt werden kann oder mithilfe von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau angehoben wird. Dabei wird zwischen geschlossenen (Sonden und Kollektoren) und offenen (Grundwasser) Systemen unterschieden. Bei geschlossenen Systemen zirkuliert ein Wärmeträgermedium in Rohrleitungen (vertikale

Erdwärmesonden bis etwa 100 m Tiefe oder großflächige, horizontale Kollektoren in rund 1,5 m Tiefe) und nimmt die Wärme aus dem Erdreich auf. Offene Systeme hingegen fördern Grundwasser über einen Brunnen, entziehen ihm mittels Wärmetauscher die Wärme und leiten es über einen Schluckbrunnen zurück. In allen Fällen hebt eine Wärmepumpe die gewonnene Umweltwärme auf ein Temperaturniveau an, das für Heizung und Warmwasser geeignet ist. Abhängig von der Bohrtiefe wird i. d. R. nach oberflächennaher Geothermie (bis ca. 400 m) und mitteltiefer und tiefer Geothermie (mehr als 400 und bis zu 5.000 m Tiefe) unterschieden. In der vorliegenden Potenzialanalyse wurden die oberflächennahe Geothermie bis 100 m mittels Sonden und Erdwärmekollektoren, Grundwasserbrunnen sowie Tiefengeothermie ab 1.000 Meter untersucht. Dabei ist zu beachten, dass die beiden Techniken in gegenseitiger Nutzungskonkurrenz stehen, so kann auf einer Fläche jeweils nur eine Technik benutzt werden. Da eine Abwägung je Fläche, welche Erzeugungsstrategie sich besser eignet, zum derzeitigen Zeitpunkt nicht getroffen werden kann, wurde diese Einschränkung in der technischen Potenzialberechnung vernachlässigt.

4.5.1.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 3.802 GWh/a in Ingelheim. Die Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Aufgrund der Datenlage zum Untergrund und dessen Wärmeleitfähigkeit wurde innerhalb der Untersuchungen zur oberflächen- naher Geothermie eine Bohrtiefe bis 100 m untersucht.

Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden. Werden weiche Restriktionen wie beispielsweise eine starke Hangneigung in der Betrachtung berücksichtigt, so vermindert sich das Potenzial der Wärmeerzeugung auf 74 GWh/a (Abbildung 34).

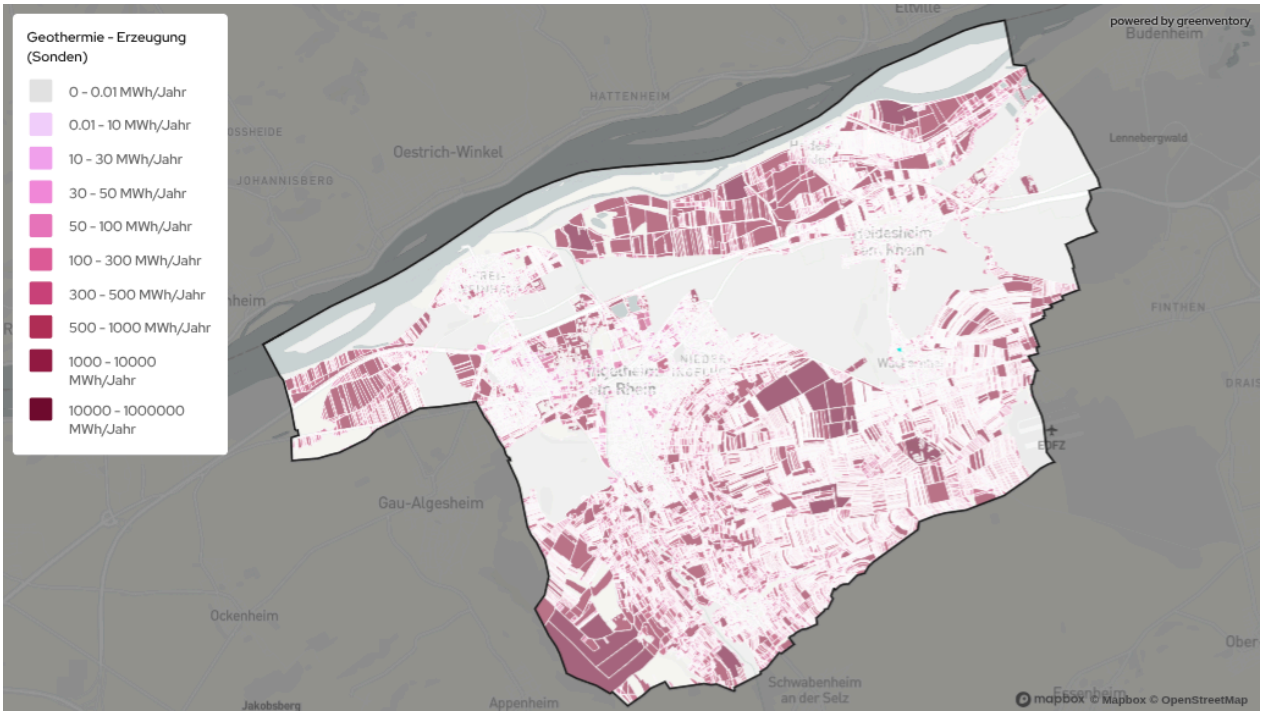


Abbildung 34: Potenzialflächen oberflächennahe Geothermie (Sonden)

4.5.1.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren besitzen ein Potenzial von 1,912 GWh/a und ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Werden ausschließlich gut geeignete Flächen für die Potenzialberechnung betrachtet, führt das zu einer Reduktion des Potenzials auf lediglich 34 GWh/a (Abbildung 35). Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen und die vergleichsweise konstante Erdtemperatur nutzen, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung genutzt.



Abbildung 35: Potenzialfläche oberflächennahe Geothermie (Erdwärmekollektoren)

4.5.1.3 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Gewinnung von Erdwärme aus geothermischen Quellen in einer Tiefe von mehr als 400 Metern. Sie wird in der Regel zur Versorgung von Nah- und Fernwärmenetzen sowie, in einigen Fällen, zur Stromerzeugung eingesetzt. Aktuell sind hydrothermale Systeme die gängigste Technologie für die Nutzung von Tiefengeothermie. Voraussetzung für die Nutzung ist das Vorhandensein einer geologischen Ziel-Formation, die tief genug liegt, um eine entsprechende Temperatur zu gewährleisten. Darüber hinaus muss die Zielformation wasserdurchlässig sein und chemisch so beschaffen sein, dass das geförderte Fluid technisch handhabbar ist. Zudem muss die Zielformation über eine ausreichende Größe verfügen, um eine nachhaltige Nutzung ohne Erschöpfung über einen langen Zeitraum zu gewährleisten. In der Regel ist die mitteltiefe und tiefe Geothermie für kleinere Wärmenetze aufgrund der hohen Erschließungskosten unwirtschaftlich. Das Potenzial in Ingelheim liegt bei etwa 45 GWh/a für Tiefengeothermie und wird als bedingt geeignet eingeschätzt.

4.5.1.4 Grundwasserbrunnen

Bei der Grundwassergeothermie wird die im Grundwasser gespeicherte Wärme zur Beheizung von Gebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze genutzt. Dabei wird über einen Förderbrunnen Grundwasser entnommen. Ein Wärmetauscher entzieht dem Wasser Wärme und anschließend wird dieses über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt. Mithilfe einer Wärmepumpe wird die gewonnene Energie auf ein für Heizzwecke geeignetes Temperaturniveau angehoben. Aufgrund der konstanten Temperaturen des Grundwassers von etwa 8 bis 12 °C steht diese

Wärmequelle ganzjährig zuverlässig zur Verfügung.

Die Eignung eines Standorts hängt maßgeblich von der Grundwasserverfügbarkeit, der Förderleistung sowie den hydrogeologischen Bedingungen ab. Diese Parameter werden anhand der Karte zur Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie weiterer geologischer Datensätze ermittelt. Besonders geeignet sind Gebiete mit hoher Grundwasserergiebigkeit in der Nähe von Siedlungsgebieten oder bestehenden Wärmenetzen, in denen kurze Transportwege möglich sind.

Das Potenzial der Grundwassergeothermie in Ingelheim beträgt 23 GWh/a (Abbildung 36).

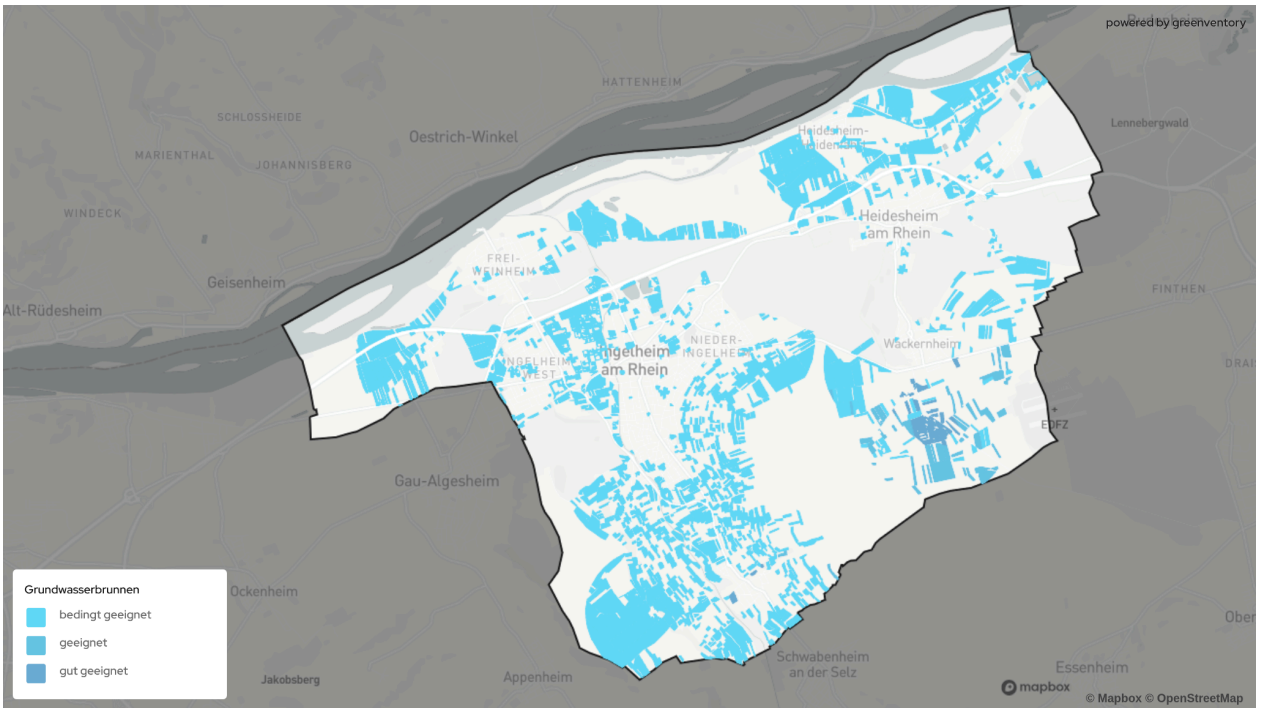


Abbildung 36: Potenzialfläche oberflächennahe Geothermie (Grundwasserbrunnen)

4.5.2 Solarthermie

Solarthermie ist als fast emissionsfreier Weg der Wärmeerzeugung eine gute Option zur Dekarbonisierung der im Sommer anfallenden Wärmebedarfe (insbesondere für den Warmwasserbedarf). Im Betrieb fallen Emissionen ausschließlich für Pumpstrom an, solange dieser nicht vollständig erneuerbar ist. Solarthermie verursacht selbst keine Betriebskosten und steht bei ausreichend vorhandener Fläche unbegrenzt zur Verfügung. Dem gegenüber steht der hohe Flächenbedarf, der vor allem im innerstädtischen Bereich in der Nähe von Wärmenetzen nur in Ausnahmefällen zur Verfügung steht. Erschwerend kommt hinzu, dass eine starke saisonale Abhängigkeit besteht, die konträr zum Wärmebedarf verläuft. Vor diesem Hintergrund kann die Solarthermie nur ein Teilelement bei der Dekarbonisierung sein. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Potenzialanalyse für Solarthermie vorgenommen, um vielversprechende Flächen zu bewerten.

4.5.2.1 Solarthermie auf Freiflächen

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem maximalen Potenzial von 3.565 GWh/a die größte Ressource dar. Wird hier nur das gut geeignete Potenzial betrachtet, vermindert sich das Potenzial von Solarthermie auf Freiflächen auf 408 GWh/a (Abbildung 37). Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu

transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und ohne Restriktionen wie Naturschutz und bauliche Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Für gut geeignete Potenzialflächen wird dem Arten- und Umweltschutz eine höhere politische Priorität zugeordnet und Naturschutz-, FFH-Gebiete beschränken die Potenzialflächen. Die Potenzialberechnung basiert auf einer angenommenen solaren Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag und einer wirtschaftlichen Grenze von maximal 1.000 m zur Siedlungsfläche. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz existiert.

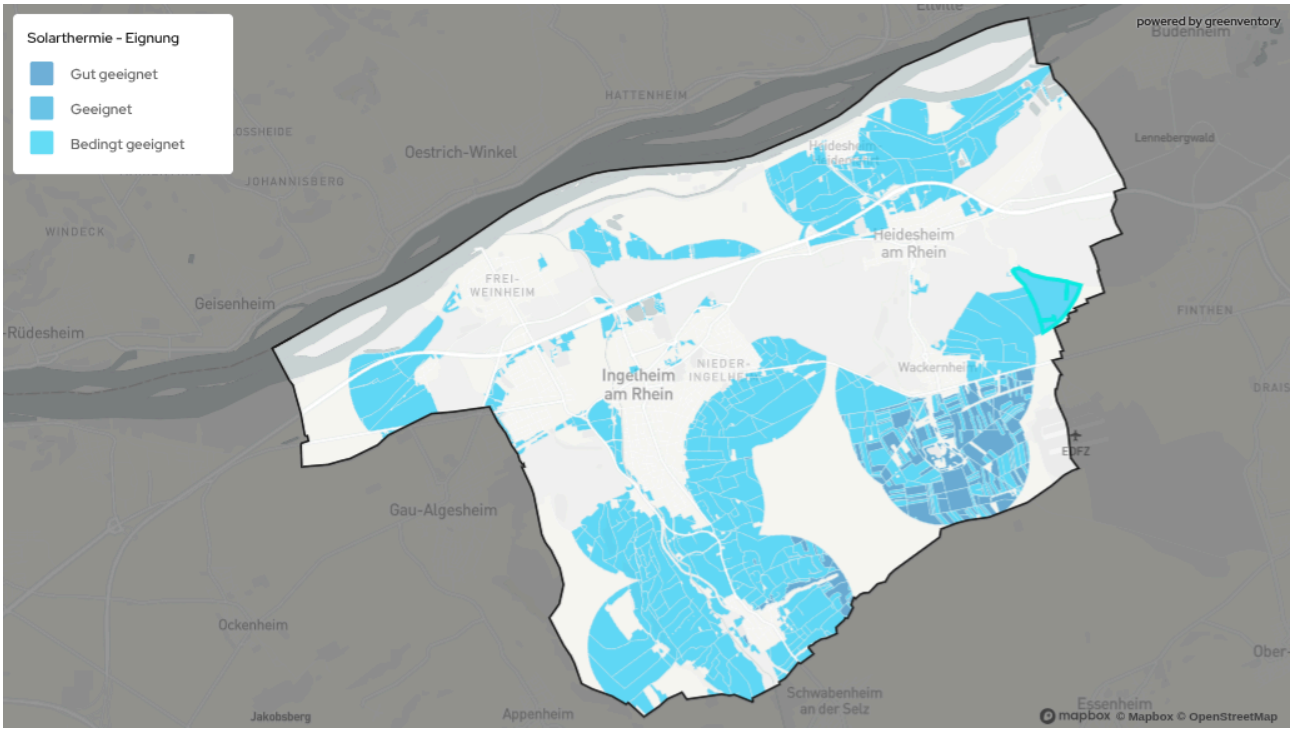


Abbildung 37: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie (Eignung)

4.5.2.2 Solarthermie auf Dachflächen

Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird die für Solarthermie nutzbare Dachfläche über die Grundfläche der Gebäude abgeschätzt. Es wird angenommen, dass bei Gebäuden mit einer Grundfläche von über 50 m² 25 % der Grundfläche des Gebäudes als Dachfläche für Solarthermie genutzt werden kann. Die jährliche Produktion basiert auf einer angenommenen flächenspezifischen Leistung von 400 kWh/m² und durchschnittlichen Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 206 GWh/a und konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern (Abbildung 38). Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials erfordert eine individuelle Betrachtung (z. B. im Rahmen einer Energieberatung).

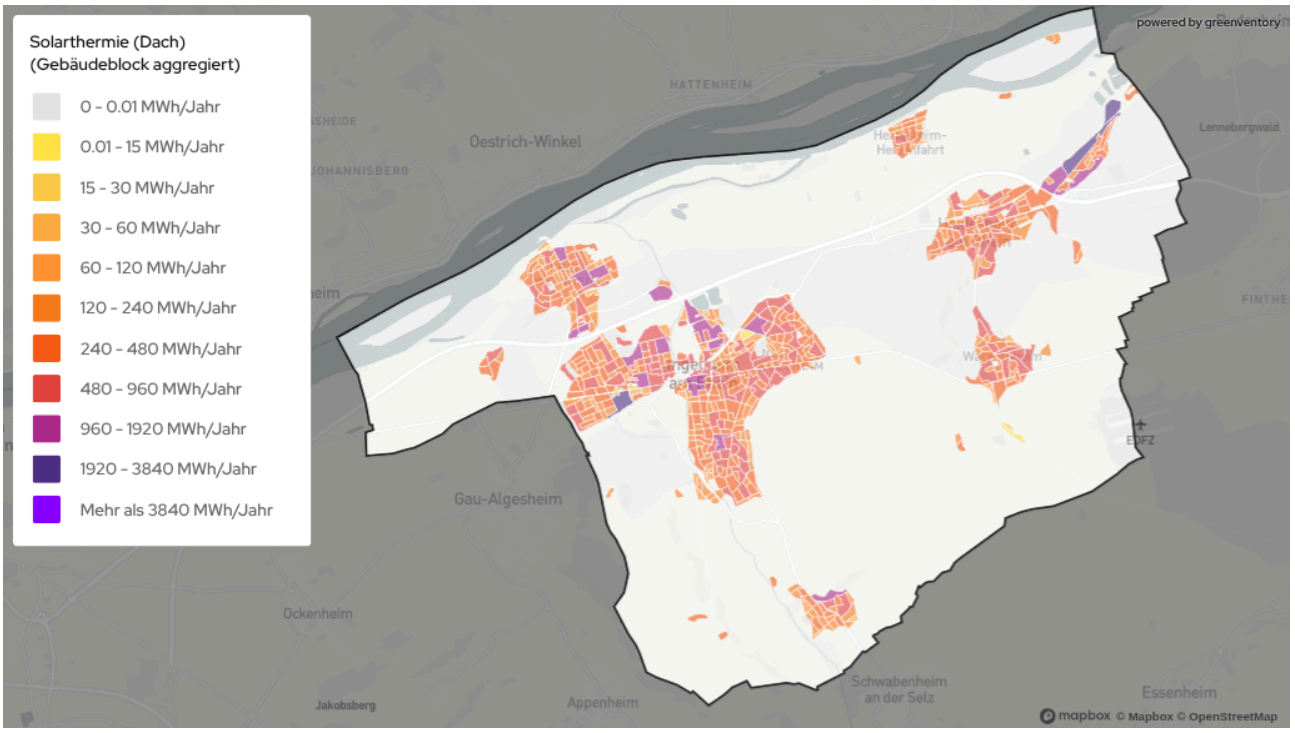


Abbildung 38: Potenzialflächen Dachflächen-Solarthermie - aggregiert nach Gebäudeblock

4.5.3 Luftwärmepumpen

Eine Luftwärmepumpe nutzt die Umgebungsluft als Wärmequelle. Da Luft überall verfügbar ist, können Luftwärmepumpen unabhängig von anderen Wärmequellen wie Geothermie, Gewässern oder Abwärme fast überall errichtet werden. Sie sind i. d. R. einfacher und mit geringeren Investitionskosten zu installieren als andere Arten von Wärmepumpen, da sie z. B. keine Erdbohrungen für den Zugang zu geothermischen Ressourcen erfordern. Der Flächenbedarf für das Außengerät ist im Vergleich zu Erdsonden-Wärmepumpen oder Solarthermie sehr gering. Luftwärmepumpen können sowohl für die Beheizung einzelner Gebäude eingesetzt werden als auch mittels Großanlagen in Fern- und Nahwärmenetzen.

Hauptnachteil ist der Effekt, dass der Wärmeertrag von der Außentemperatur abhängt und daher im Winter am niedrigsten und im Sommer am höchsten ist. Die Wärmebedarfskurve ist genau gegenläufig. Nur bei extremen Minustemperaturen nutzt die Wärmepumpe kaum noch Umweltwärme, so dass dann zusätzlich andere Wärmeerzeuger, z.B. Strom Direktheizungen, eingesetzt werden müssen. Dennoch können mit Luft-Wärmepumpen in unseren Breiten hohe Jahresarbeitszahlen erreicht werden, insbesondere wenn die geforderten Vorlauftemperaturen für die dezentrale Heizung oder für ein Wärmenetz niedrig sind.

Das Potenzial der gebäudenahen Luft-Wärmepumpe (525 GWh/a) ergibt sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude, ein Potenzial von 108 GWh/a ist davon gut geeignet. Luft-Wärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung ein großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser (Vgl. Abbildung 39) und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregelungen zum Lärmschutz eingehalten werden. Grundsätzlich ist bei der Nutzung von Wärmepumpen die Minimierung des Temperaturhubs zwischen Quelltemperatur (hier Außenluft) und Vorlauftemperatur der Wärmebereitstellung vor dem Hintergrund der Effizienzoptimierung anzustreben.

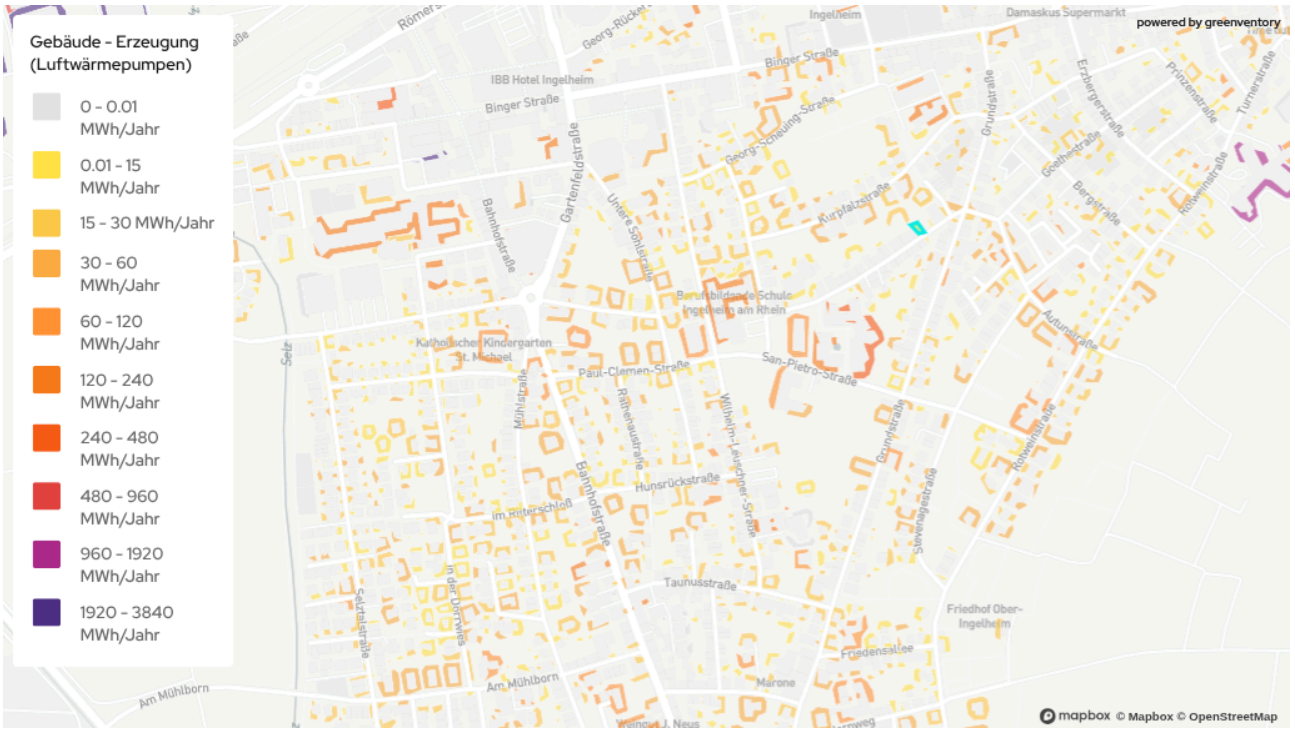


Abbildung 39: Potenzielle Aufstellflächen für gebäudenahe Luft-Wärmepumpen für den Stadtausschnitt Ingelheim-Mitte

4.5.4 Biomasse

Biomasse steht grundsätzlich in verschiedenen Formen zur Verfügung. Feste Biomasse wie Waldrestholz, Altholz oder auch Energiehölzer können in Kesseln verbrannt werden, um Wärme zu erzeugen. Gase aus Biomasse wie Biogas und Biomethan werden meist in KWK-Anlagen zur Wärme- und Strombereitstellung genutzt. In beiden Fällen wird, beispielsweise in Abgrenzung zur Solarthermie, Wärme auf einem hohen Temperaturniveau zur Verfügung gestellt. Zudem kann Biomasse gelagert werden und bedarfsweise für die Wärmebereitstellung genutzt werden. Diese Eigenschaften machen Biomasse zu einem attraktiven Energieträger. Gleichzeitig ist das Potenzial trotz der regenerativen Eigenschaft regional begrenzt, da die Wälder Regenerationszeiten benötigen oder auch die landwirtschaftlichen Flächen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen. Dabei ist darauf zu achten, dass die biologische Masse nur in dem Maße dem Ökosystem entnommen wird, wie es für Fauna und Flora verträglich ist.

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 96 GWh/a, gut geeignet sind davon 9 GWh/a, und setzt sich aus Waldrestholz, Biomüll, Grünschnitt, Rebschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen (Abbildung 40).

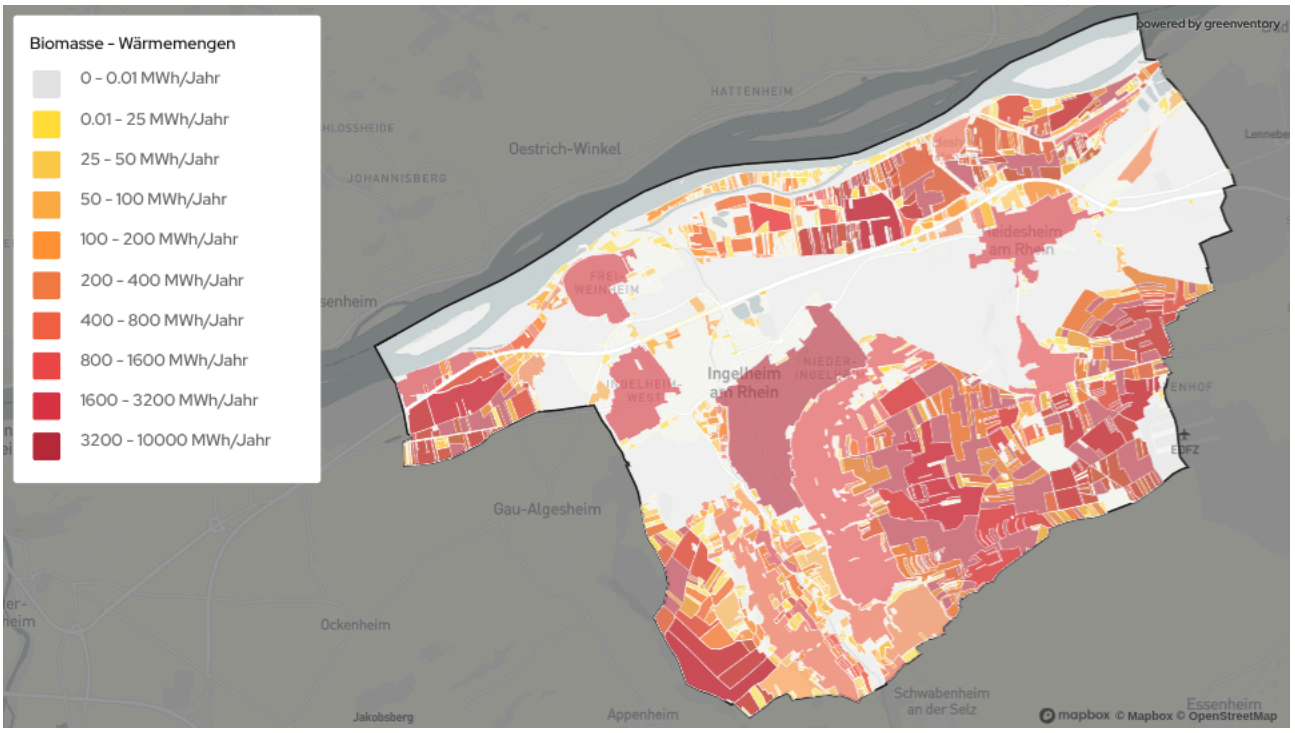


Abbildung 40: Potenzialflächen Biomasse

4.5.5 Gewässerwärme

Aus Fließgewässern kann Wärme über Wärmetauscher entzogen werden und durch Wärmepumpen auf ein für Nah- und Fernwärmesysteme nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Dabei unterliegen die Gewässertemperaturen jahreszeitlichen Schwankungen, welches die Effizienz der Anlagen und damit die Nutzbarkeit der Wärme einschränkt. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von ökologischen Restriktionen, denen die Installation einer Oberflächenwasserwärmepumpe unterliegt. Hierbei sind insbesondere die maximal entnehmbare Wassermenge, die Auskühlung des entnommenen Volumenstroms und die Auskühlung des Gewässers zu nennen. Das gut geeignete Potenzial für Gewässer-Wärmepumpen in Ingelheim beträgt 66 GWh/a, welches sich durch die Möglichkeiten der Wärmenutzung des Rheins ergibt (Abbildung 41).



Abbildung 41: Potenzial Gewässerwärme

4.5.6 Abwärme

4.5.6.1 Abwärme aus Abwasser

Eine Abwasser-Wärmepumpe nutzt die Wärmeenergie aus Abwasserquellen wie Abwasserkanälen, Abwasserleitungen, Kläranlagen oder industriellen Abwässern.

Der wesentliche Vorteil von Abwasser als Wärmequelle ist die relativ konstante Temperatur, die ganzjährig zur Verfügung steht. Die Wärmepumpe erreicht daher auch im Winter, ähnlich wie bei oberflächennaher Geothermie, relativ hohe Leistungszahlen (Coefficient of Performance (COP)).

Die Nutzung von Abwasserwärme kommt in bestehenden Kanälen erst ab einer Nennweite der Kanäle größer DN 800 in Frage, sowie einem ausreichenden Trockenwetterabfluss. In Ingelheim liegt das Potenzial für die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen bei 17 GWh/a, ist aber nur bedingt geeignet.

Eine Möglichkeit des Entzugs von Wärme aus Abwasserkanälen besteht bei der Kläranlage Ingelheim des AVUS (siehe Abbildung 42). Hier stehen Abwassermengen in gereinigter Form konzentriert auf eine Wärmequelle zur Verfügung. Es ist zu beachten, dass sich niedrige Abwassertemperaturen im Winter negativ auf die Abbauleistung der Kläranlage auswirken. Bei Überlegungen zur Nutzung von Wärme aus dem Schmutzwassernetz muss daher geprüft werden, ob sich die Zulauftemperatur des Abwassers zur Kläranlage dadurch relevant ändert. Hinzu kommt der Reinigungsaufwand der Wärmetauscher im Kanal. Bei Nutzung des Ablaufes der Kläranlage hingegen wird der Klärprozess nicht negativ beeinflusst und auch die Reinigung ist mit deutlich geringerem Aufwand verbunden als bei der Nutzung von ungereinigtem Abwasser. Das Abwärmepotenzial, welches aus dem geklärten Abwasser am Kläranlagenauslauf erhoben werden kann, wurde nach eingehender Analyse auf 66 GWh/a beziffert. Wie und ob dieses Potenzial in zukünftigen möglichen Wärmenetzen im Umfeld der Kläranlage genutzt werden kann, ist zu prüfen.

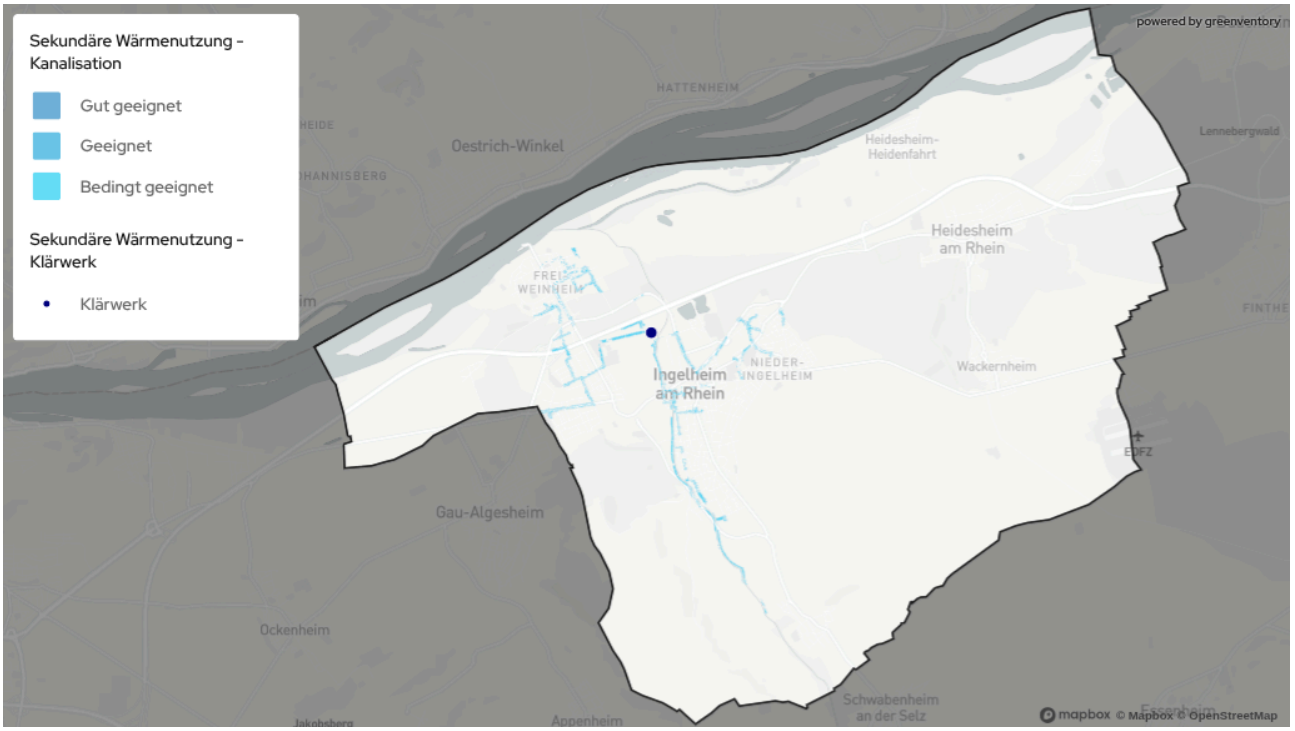


Abbildung 42: Potenzial für Abwärme aus Abwasserkanälen, inkl. Kläranlage

4.5.6.2 Unvermeidbare industrielle Abwärme

Mittels der Energieverbrauchsdaten, welche im Rahmen der Bestandsanalyse erhoben wurden, konnten Großverbraucher in Ingelheim identifiziert werden (vgl. Abbildung 9 "Ankerkunden"). Bei Betrieben im Bereich des Gewerbes und der Industrie kann durch Produktionsprozesse eine große Menge an Abwärme entstehen. Diese während des Betriebs entstehende Abwärme wird als unvermeidbare industrielle Abwärme bezeichnet.

Um die unvermeidbare industrielle Abwärme zu quantifizieren, wurde eine Industrieabfrage in Ingelheim geführt, zudem wurden Gespräche mit den jeweiligen Akteurinnen und Akteuren in dem angestrebt. Im Fokus lagen dabei Betriebe mit einem hohen Wärmebedarf, da diese auch potenziell die höchste Abwärmemenge zur Verfügung stellen können. Im Rahmen der Umfrage sowie der geführten Gespräche wurde festgestellt, dass derzeit keine Abwärme verfügbar ist, die in ein städtisches Wärmenetz eingespeist werden könnten. Das Industrieunternehmen Boehringer generiert zwar erhebliche Abwärmemengen, bestätigt jedoch, diese vollständig über das eigene interne Wärmenetz zur Versorgung des Betriebsgeländes zu nutzen. Das weitere Vorgehen und die Machbarkeit der Integration in die Wärmenetzinfrastruktur soll durch die beteiligten Akteure geprüft werden.

4.5.7 KWK-Anlagen

KWK-Anlagen spielen vor allem in Verbindung mit Wärmenetzen in der nahen Zukunft eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilfreien Wärmesystem. Abbildung 43 zeigt alle bestehenden, geplanten und genehmigten Wärmeerzeugungsanlagen. Eine Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) für Anlagen mit Inbetriebnahme bis einschließlich 2022, die heute noch aktiv sind, zeigt eine aktuelle Erzeugungskapazität von etwa 2,093 MW_{th} für KWK-Anlagen auf Erdgasbasis, 0,748 MW_{th} für Anlagen auf Basis synthetischer Gase. Darüber hinaus stammen 60 MW_{th} vom BHKW der Boehringer-Ingelheim. In Summe zeigt sich eine Erzeugerkapazität von 62,841 MW_{th}. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen liegt das thermische KWK-Potenzial in Ingelheim bei ca. 16 GWh Wärme pro Jahr. Das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur kann durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative

Gase erschlossen werden. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen in Ingelheim ist das Wärmepotenzial eher gering einzuordnen. Zudem ist eine Konkurrenz in der Nutzung der Potenziale beziehungsweise Brennstoffe zwischen KWK-Anlagen und dem Biomassepotenzial zu beachten. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

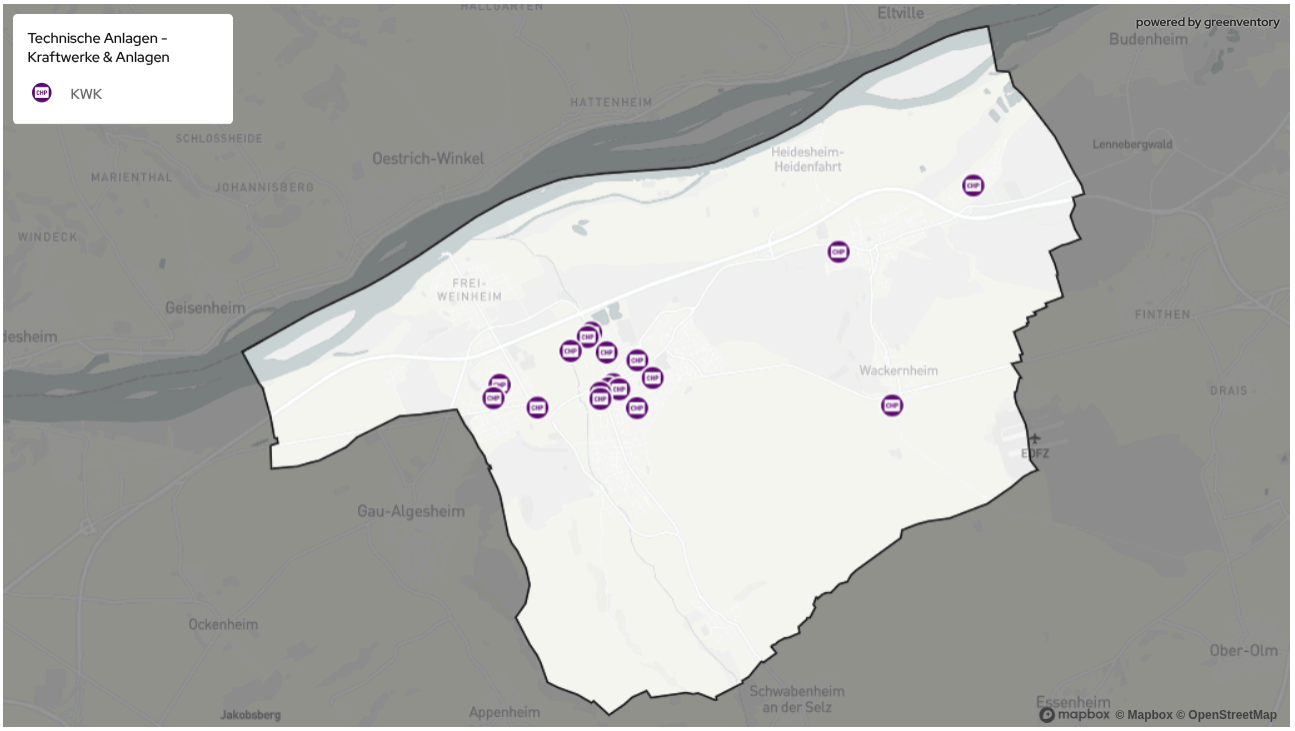


Abbildung 43: Bestehende Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

4.5.8 Lokale Wasserstoffnutzung und andere synthetische Energieträger

Die lokale Nutzung von Wasserstoff und anderer synthetischer Energieträger zur Verwendung als Energieträger für Wärme wurde in Ingelheim thematisiert, jedoch konnte bisher kein Potenzial festgestellt werden. Grund dafür ist eine nicht absehbare Anbindung an das entfernt liegende Wasserstoff-Kernnetz.

Die Versorgung von dezentralen Endkundinnen und Endkunden mit Wasserstoff und synthetischen Energieträgern ist derzeit von den lokalen Energieversorgern nicht vorgesehen. Dies deckt sich mit aktuellen energiepolitischen Leitbildern der zukünftigen Energieversorgung Deutschlands. So geht beispielsweise die Systementwicklungsstrategie (BMWK 2024b) aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit, hoher Kosten und Effizienznachteilen zumindest bis 2030 und voraussichtlich auch langfristig von einer sehr begrenzten Rolle von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern in der Wärmeversorgung im Gebäudesektor aus. Aus diesen Gründen wird in Anlehnung an ein Gutachten zur kommunalen Wasserstoffnetz-ausbauplanung im Auftrag des Umweltinstitut München e.V. (Rechtsanwälte Günther 2024) im vorliegenden kommunalen Wärmeplan davon ausgegangen, dass es für Haushaltskunden künftig keine Versorgung des kommunalen (Teil-) Gebietes über ein Wasserstoffnetz geben wird.

Viele Industriekunden, sofern notwendig, können auf andere molekulare Energieträger als Wasserstoff zurückgreifen. So kann beispielsweise ein anderer regenerativer leitungsgebundener Energieträger wie Biomethan genutzt werden. Biomethan kann ohne notwendige Änderungen in das bestehende Netz eingeleitet werden. Wasserstoff ist also weder in Industrieprozessen in Ingelheim noch beim privaten Heizen unverzichtbar und findet deshalb aufgrund der

herrschenden Rahmenbedingungen keine Betrachtung in diesem Wärmeplan.

Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

4.6 Potenziale für Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch eine vollständige Sanierung aller Gebäude in Ingelheim eine Gesamtreduktion um bis zu 247 GWh bzw. 37 % des Gesamtwärmebedarfs realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 44).

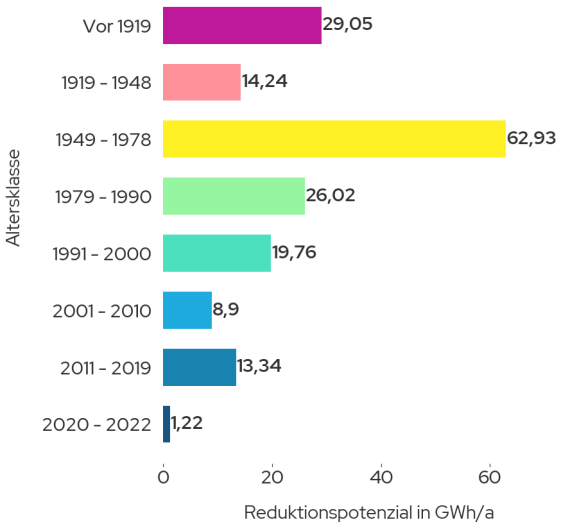


Abbildung 44: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Baualtersklassen[5]

Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf.

[5] Die Baualtersklassen weisen unterschiedlich große Zeiträume auf, um statistisch sinnvolle und klar voneinander abgrenzbare Gruppen zu ermöglichen.

Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Abbildung 45 dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden. Das Sanierungspotenzial trägt auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien bei. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein. Die Stadt Ingelheim hat aktuell keine expliziten Sanierungsgebiete festgelegt. Nichtsdestotrotz gilt es, diese Effizienzpotenziale zu bewerten und individuelle Lösungen zu entwickeln.



Abbildung 45: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen, Kosten (brutto)

Der größte Anteil des Wärmereduktionspotenzials ist Raumwärme (66,7 %). Prozesswärme macht 31,3 % und Warmwasser lediglich einen geringen Anteil von 2 % aus (Abbildung 46). Das größte Wärmebedarfsreduktionspotenzial fällt mit 114,8 GWh/a im privaten Wohnsektor an (siehe Abbildung 47). Im Industriesektor können 109,14 GWh/a, im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen 9,98 GWh/a, und bei öffentlichen Bauten 13,44 GWh/a Wärme eingespart werden (Abbildung 47).

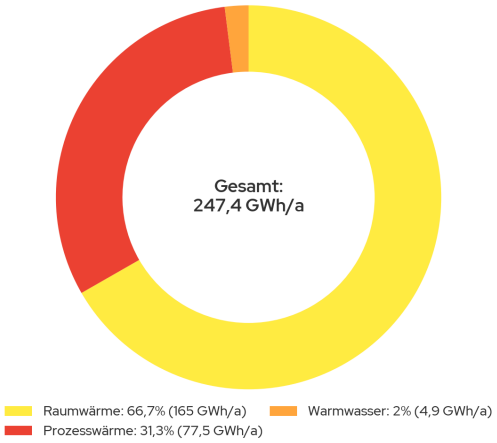


Abbildung 46: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach thermischer Nutzenergie

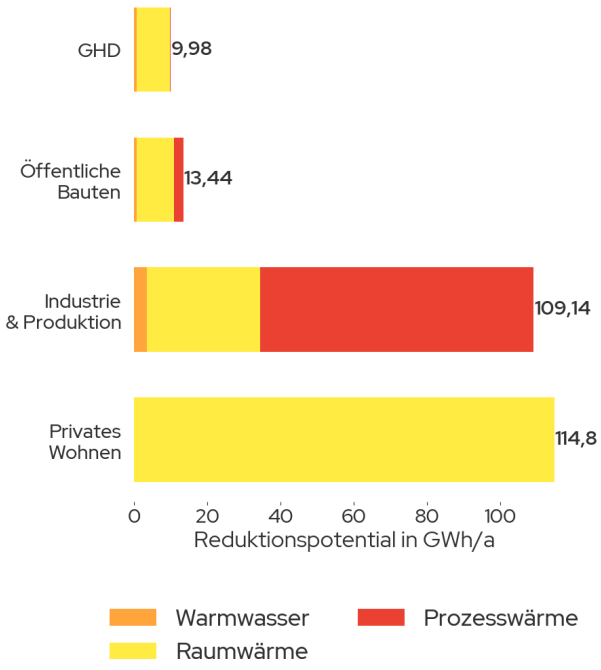


Abbildung 47: Reduktionspotenziale des gebäudebezogenen Wärmebedarfs nach Sektor

Abbildung 48 zeigt das mögliche Potenzial der Wärmebedarfsreduktion baublockbezogen auf die gesamte Projektregion. Gebiete mit besonders hohem Einsparpotenzial sind auch hier insbesondere die Innenstadt, in den Industriegebieten und in den Stadtteilen wie, z.B.

Niedern-Ingelheim, Ober-Ingelheim und Großwinternheim, in welcher eine hohe Dichte alter Gebäude besteht.

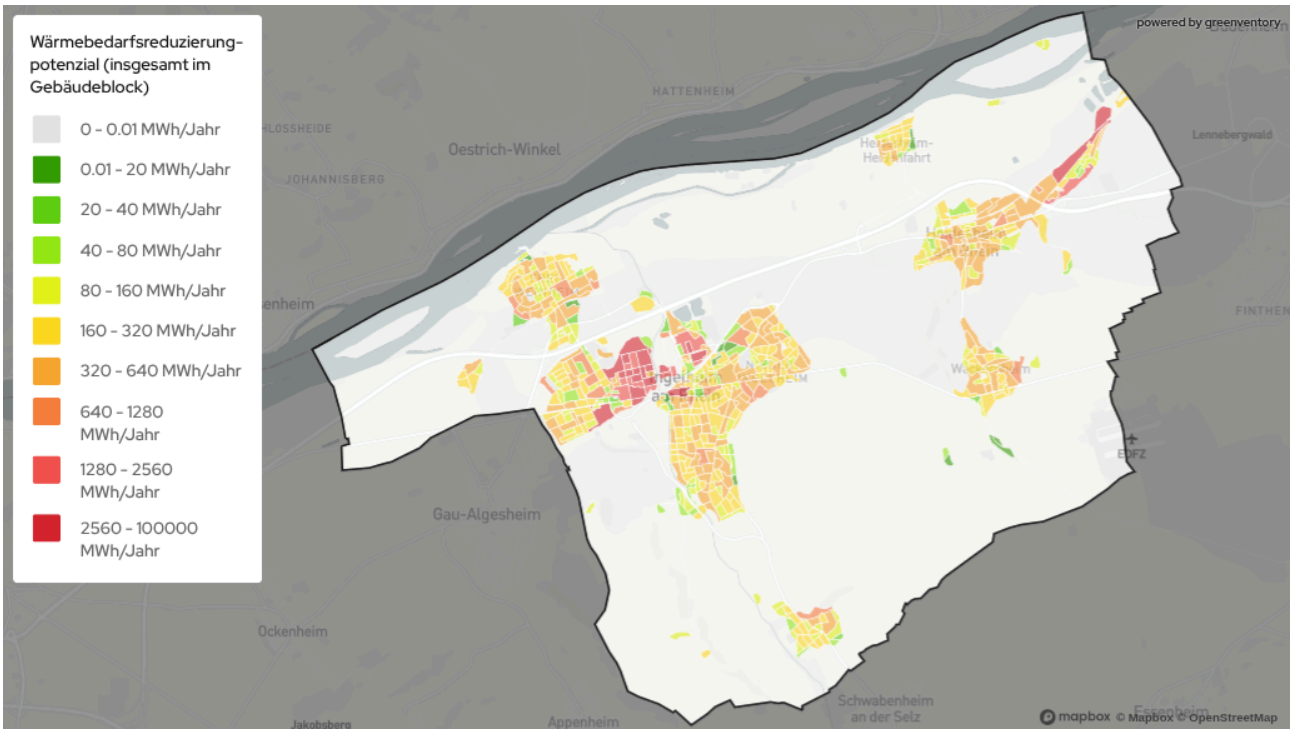


Abbildung 48: Potenzial der Wärmebedarfsreduzierung durch Sanierung

4.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung in Ingelheim zeigt beträchtliche Möglichkeiten für eine nachhaltige Wärmeversorgung auf.

Die Potenziale für eine erneuerbare Wärmeversorgung sind räumlich heterogen verteilt. Sie beruhen auf einer bilanziellen und technischen Betrachtung und lassen keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die tatsächliche Umsetzbarkeit zu. Die Ermittlung der realisierbaren Potenziale ist Gegenstand weiterführender, standortspezifischer Untersuchungen.

Im dicht besiedelten Innenstadtbereich dominieren dabei Solarthermiepotenziale auf Dachflächen. In Wohngebieten mit geringer Bebauungsdichte bestehen hohe technische Potenziale für den Einsatz von Luftwärmepumpen und Erdwärmekollektoren, während an den Stadträndern Solarthermie-Kollektorfelder sowie – außerhalb von Wasserschutzgebieten – großflächige Erdwärmekollektor- oder Sondenfelder verortet werden können. Diese können insbesondere für Wärmenetze zur Abdeckung von Redundanzanforderungen und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit eingesetzt werden. Die Nutzung von Solarthermie auf Freiflächen erfordert eine sorgfältige Planung, insbesondere im Hinblick auf Flächenverfügbarkeit, die Integration in bestehende und neue Wärmenetze, den Bedarf an Wärmespeicherflächen sowie die Konkurrenz zu landwirtschaftlicher Nutzung und Photovoltaik. Diese Aspekte werden im Rahmen der detaillierten Untersuchung im Rahmen der Maßnahmen im Anschluss an die Wärmeplanung vertieft betrachtet.

Wichtige erneuerbare Wärmequellen ergeben sich zudem durch die Kombination von Dach-PV und Wärmepumpen oder durch die Kombination von Biomasse betriebenen Heizsystemen und Solarthermie. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich insbesondere Gewerbeflächen als geeignete Standorte anbieten.

Die Analyse zeigt, dass es technisch grundsätzlich möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses anspruchsvolle Ziel verlangt jedoch eine differenzierte Betrachtung, da die Potenziale räumlich stark variieren, nicht überall gleichermaßen verfügbar sind und die Flächenverwendung nicht allein aus energetischer Perspektive bewertet werden kann. Zudem müssen die Saisonalität der erneuerbaren Energiequellen sowie der Einsatz von Speichertechnologien und intelligenter Betriebsführung berücksichtigt werden.

Für die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine zentrale Rolle. Standortspezifische Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sollten Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten oder versiegelten Bereichen prioritär gegenüber Freiflächenpotenzialen betrachtet werden.

5 Wärmeversorgungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze stellen eine Schlüsseltechnologie der Wärmewende dar, sind jedoch nicht in allen Regionen wirtschaftlich umsetzbar. Eine zentrale Aufgabe in der Kommunalen Wärmeplanung ist daher die Identifizierung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsart in den untersuchten Gebieten: Zum einen können Gebiete zentral durch Wärmenetze versorgt werden. Zum anderen kann die Versorgung dezentral mit Einzellösungen in den Gebäuden realisiert werden (Abbildung 49). Im vorliegenden Bericht wurden die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete[6] hinsichtlich dieser Versorgungsvarianten untersucht und konkrete Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert. Diese Eignungsgebiete können in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung entwickelt werden.

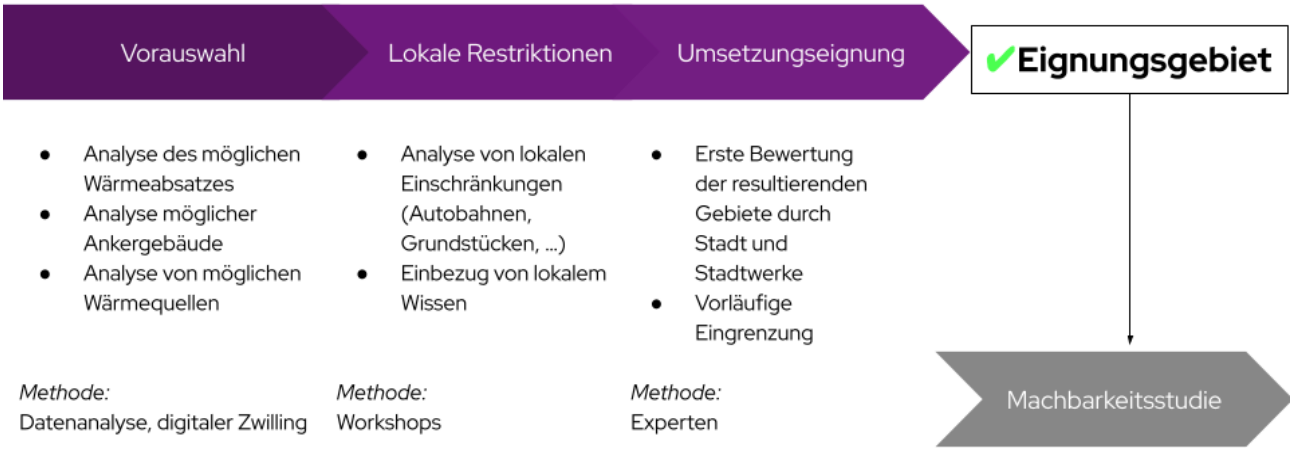


Abbildung 49: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

[6] im fortlaufenden Bericht wird dafür der Begriff Eignungsgebiet genutzt

Wärmenetze stellen eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich vermehrt am Stadtrand Ingelheims oder außerhalb befinden, zu verbinden. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Diese Faktoren tragen dazu bei, dass das Netz nicht nur nachhaltig, sondern auch wirtschaftlich tragfähig ist. Zudem spielt die Realisierbarkeit eine entscheidende Rolle, welche durch Tiefbaukosten und -möglichkeiten, die Akzeptanz Kunden sowie das geringe Erschließungsrisiko der Wärmequelle beeinflusst wird. Schließlich ist die Versorgungssicherheit ein entscheidendes Kriterium. Diese wird sowohl organisatorisch durch die Wahl eines Betreibers und Lieferanten als auch technisch durch die Sicherstellung der Energieträgerverfügbarkeit, geringe Preisschwankungen einzelner Energieträger und das minimierte Ausfallrisiko der Versorgungseinheiten gewährleistet. Diese Kriterien sorgen zusammen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis zu einem möglichen Ausbau bzw. Neubau von Wärmenetzen müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher geeignete Projektgebiete identifiziert werden. Eine detailliert technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil des Wärmeplans, sondern wird im Rahmen von nachfolgenden Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:

Eignungsgebiete für Wärmenetze

- ➔ Gebiete, welche auf Basis der zuvor angegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

Einzelversorgungsgebiete

- ➔ Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.

5.1 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete und Gebiete zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die zu prüfenden Wärmenetzausbau- und -neubaugebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. In den Eignungsgebieten für Wärmenetzen sind vertiefende Einzeluntersuchungen zur Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit notwendig. Die flächenhafte Betrachtung im Rahmen der KWP kann nur eine übergreifende, richtungsweisende Einschätzung liefern. In einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt können auf Grundlage der ermittelten Eignungsgebiete Machbarkeitsstudien zur Prüfung der Ausbauoptionen von Wärmenetzen beantragt und durchgeführt werden.

Für den erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das Gebäudeenergiegesetz (GEG):
,,Wird in einer Kommune eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet auf der Grundlage eines Wärmeplans bereits vor Mitte 2026 getroffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbaren Energien verbindlich. Der Wärmeplan allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung (in Form einer Satzung) der

Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss." (BMWK, 2024).

Würde der Stadtrat beschließen, vor Ende Juni 2026 Neu- und/oder Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese zu veröffentlichen, würde die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude einen Monat nach Veröffentlichung gelten.

Zudem hat die Kommune grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet als Wärmenetzvorranggebiet auszuweisen. Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer innerhalb eines Wärmenetzvorranggebietes mit Anschluss- und Benutzungszwang sind verpflichtet, sich an das Wärmenetz anzuschließen. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im Bestand besteht die Verpflichtung erst ab dem Zeitpunkt, an dem eine grundlegende Änderung an der bestehenden Wärmeversorgung vorgenommen wird. Ungeachtet der Vorgaben des GEG und WPGs bestehen weiterhin Sonderfälle und Ausnahmeregelungen, die auch abweichende Lösungen ermöglichen.

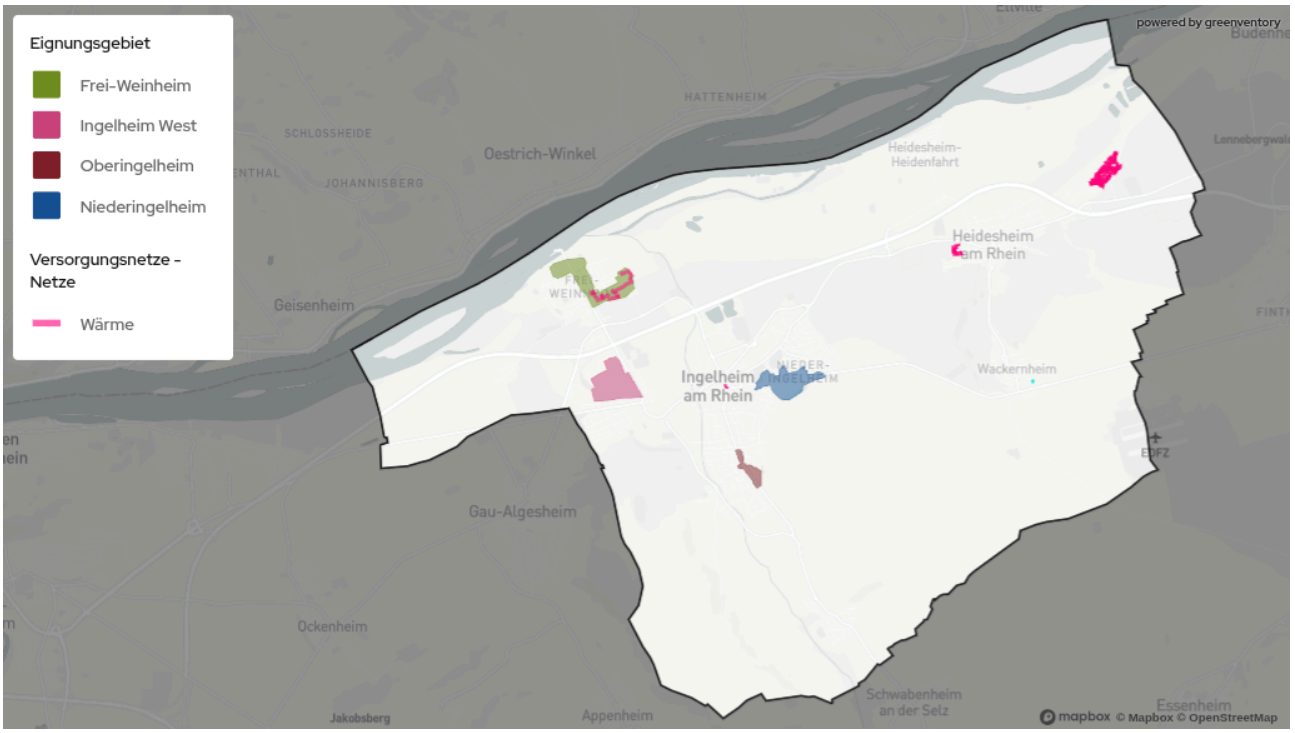


Abbildung 50: Übersicht über alle definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze

5.2 Eignungsgebiete in Ingelheim

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgte in drei Stufen:

1. **Vorauswahl:** Zunächst wurden die Eignungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude, berücksichtigt wurden. Auch bereits existierende Planungen und gegebenenfalls existierende Wärmenetze wurden einbezogen.

2. **Lokale Restriktionen:** In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Workshops mit Fachakteuren (Stadtverwaltung, Wohnungsbaugesellschaft, Energieversorger) näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erscheinen.

3. **Umsetzungseignung:** Im letzten Schritt unterzogen die Gremienmitglieder und die

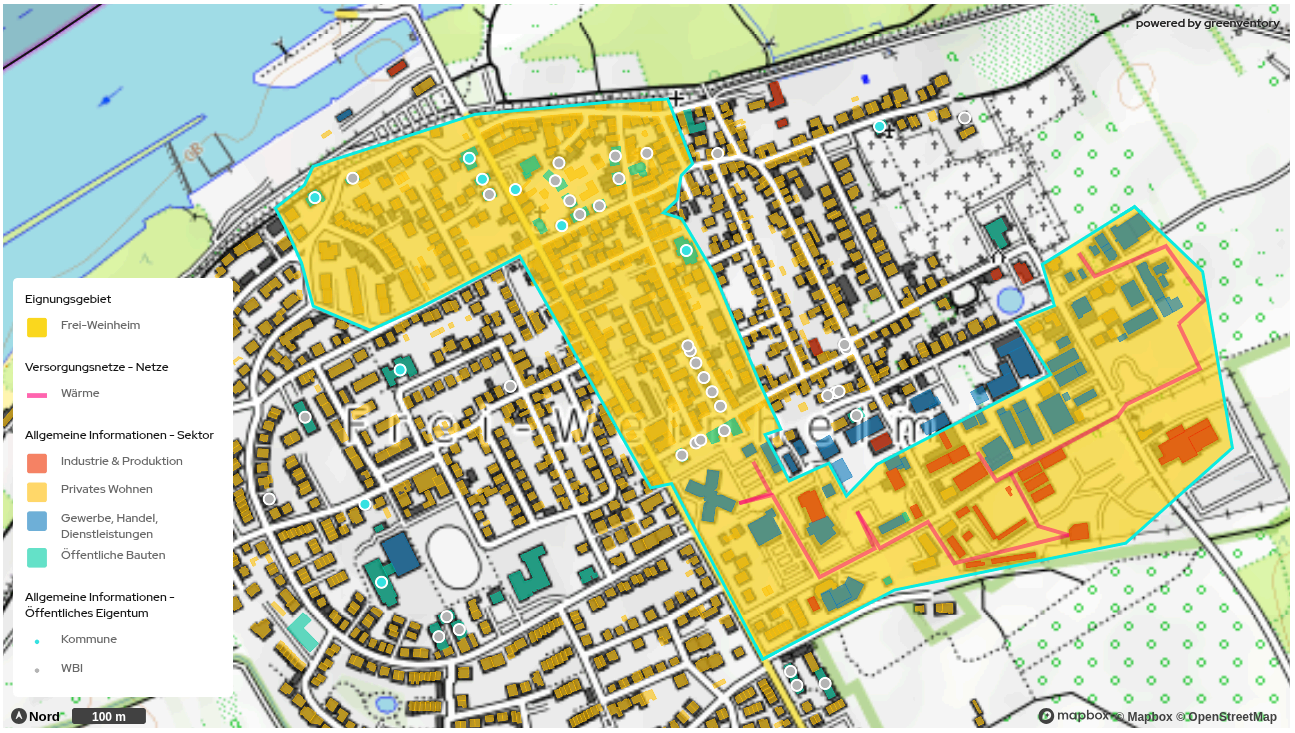
Stadtverwaltung die verbleibenden Gebiete einer weiteren Diskussion und grenzten sie ein. In Ingelheim wurden vier Eignungsgebiete identifiziert (Abbildung 50). Da die Identifikation der Gebiete im Rahmen der Wärmeplanung keine rechtliche Bindung hat, sind Anpassungen der Wärmenetzentwicklungsgebiete im Anschluss an die Wärmeplanung möglich. Alle Bereiche, die auf Grundlage der durchgeführten Analysen derzeit für den Aufbau eines Wärmenetzes mit geringer Eignung bewertet werden, sind im Umkehrschluss als Gebiete mit vorrangiger Einzelversorgung ausgewiesen. Hier werden also perspektivisch je Gebäude individuelle Heizsysteme zum Einsatz kommen. Es besteht jedoch auch in solchen Gebieten die Möglichkeit, lokale Arealnetze aufzubauen, in denen sich mehrere Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zusammenschließen, um mit einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage mehrere Einzelgebäude oder Straßenzüge zu versorgen.

In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenzialen skizziert. Die vorgeschlagenen technischen Potenziale sollten hinsichtlich Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit in nachgelagerten Schritten vertieft untersucht werden.

Tabelle 4: Überblick der Eignungsgebiete für Wärmenetze

Gebiet	Merkmal	Quellen Verfügbarkeit	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [GWh/a] (2025)	Wärmelinien-dichte [kWh/(m a)] (2025)
Frei-Weinheim	Neues Netz, Erweiterungsnetz	Abwasserwärme, Flusswärme, Oberflächennahe Geothermie, Groß-WP, Biomasse	483	20,9	3.950
Ingelheim-West	Neues Netz	Oberflächennahe Geothermie, Groß-WP in Komb. mit Freiflächen-PV, Solarthermie, Biomasse	332	10,2	2.400
Nieder-Ingelheim	Neues Netz	Oberflächennahe Geothermie, Groß-WP in Komb. mit Freiflächen-PV, Solarthermie	553	13,4	3.100
Ober-Ingelheim	Neues Netz	Oberflächennahe Geothermie, Groß-WP in Komb. mit Freiflächen-PV, Biomasse	168	4,5	3.500

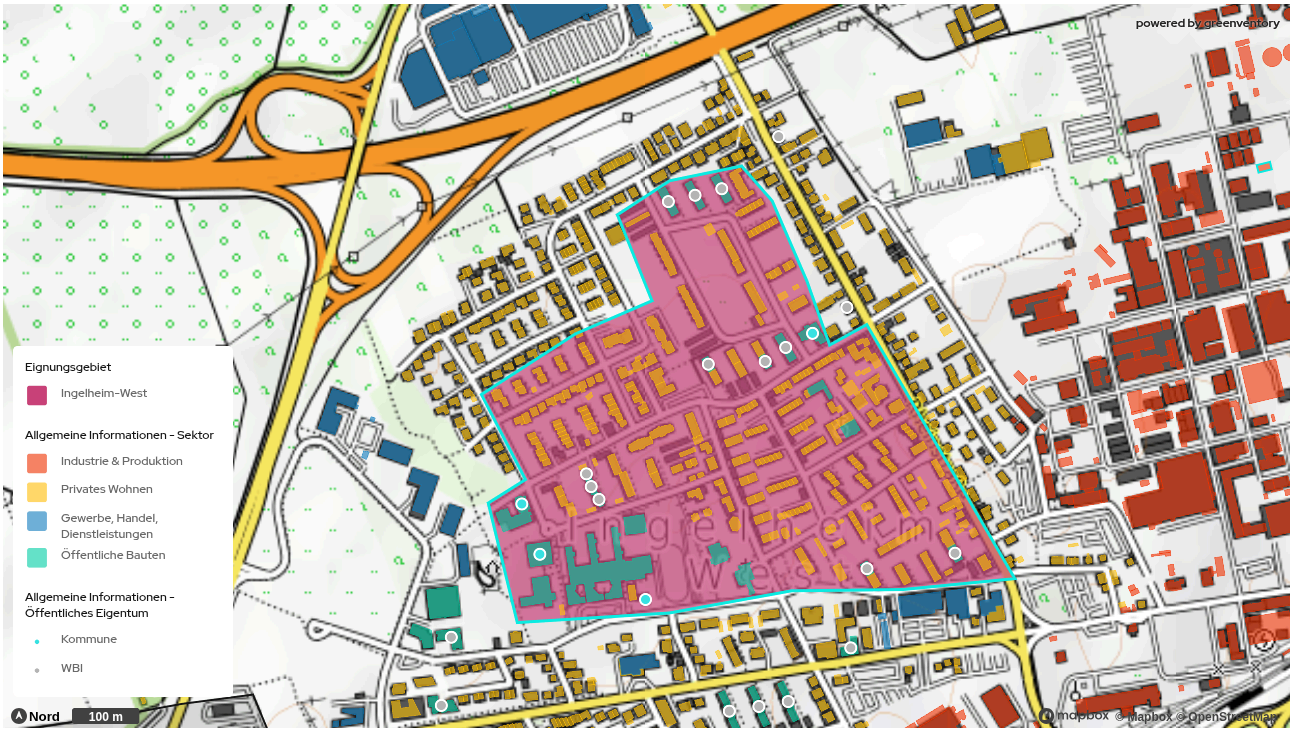
5.2.1 Eignungsgebiet I „Frei-Weinheim"



Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2025)	483
Aktueller Wärmebedarf (Datenbasis 2025)	20,9 GWh/a
modellierter zukünftiger Wärmebedarf (2040)	16,6 GWh/a
aktuelle durchschnittliche Wärmeliniendichte (2025)	3.950 kWh/(m*a)
modellierte durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	3.350 kWh/(m*a)
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet ist überwiegend durch privaten Wohnraum geprägt und umfasst vorwiegend Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser sowie Einfamilienhäuser. Der Gebäudebestand weist einen hohen Altbauanteil auf: 64,7 % aller Gebäude wurden vor 1978 errichtet. Das betrachtete Eignungsgebiet umfasst bereits ein Nahwärmenetz mit 13 Gebäudeanschlüsse von der Gebäudetechnik Rheinstraße GmbH (GTR) betrieben. Als Energieerzeuger stehen eine Hackschnitzelanlage sowie Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 95,7 kWp zur Verfügung, von denen einige bereits errichtet und weitere in Planung sind. Weiterhin befindet sich ein bestehendes Gebäudewärmenetz der Wohnungsbaugesellschaft Ingelheim

	GmbH (WBI) welches 10 Wohngebäude mit insgesamt rund 75 Wohnungen versorgt. Die Wärmebereitstellung erfolgt durch zwei Biomasse-Holzhackschnitzel-Kesselanlagen mit einer installierten Leistung von 200 kW bzw. 250 kW und einer jährlichen Wärmeerzeugung von etwa 410.000 kWh. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie soll insbesondere die Möglichkeit eines Zusammenschlusses mit bestehenden Netzen unter Berücksichtigung des erforderlichen Temperaturniveaus geprüft werden. Die GTR bekundet ihr Interesse am Ausbau des bestehenden Netzes sowie an einem potenziellen Zusammenschluss mit weiteren Netzen. Aufgrund der Nähe zum Rhein weist das Gebiet eine Eignung für die Versorgung über ein Wärmenetz auf, da die Nutzung von Flusswasserwärme als Wärmequelle in Betracht kommt. Ebenfalls sollte das Abwasserwärmepotenzial im Auslasskanal zur möglichen Wärmeversorgung des Gebiets untersucht werden. Diese Potenziale werden in den folgenden Planungsschritten vertiefend untersucht.
Nutzbare Potenziale:	Abwasserwärme im Auslasskanal, Großwärmepumpen auf Basis von Fluss- oder Erdwärme sowie Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis der Energieträger Biomasse. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	1, 6, 7, 8, 9

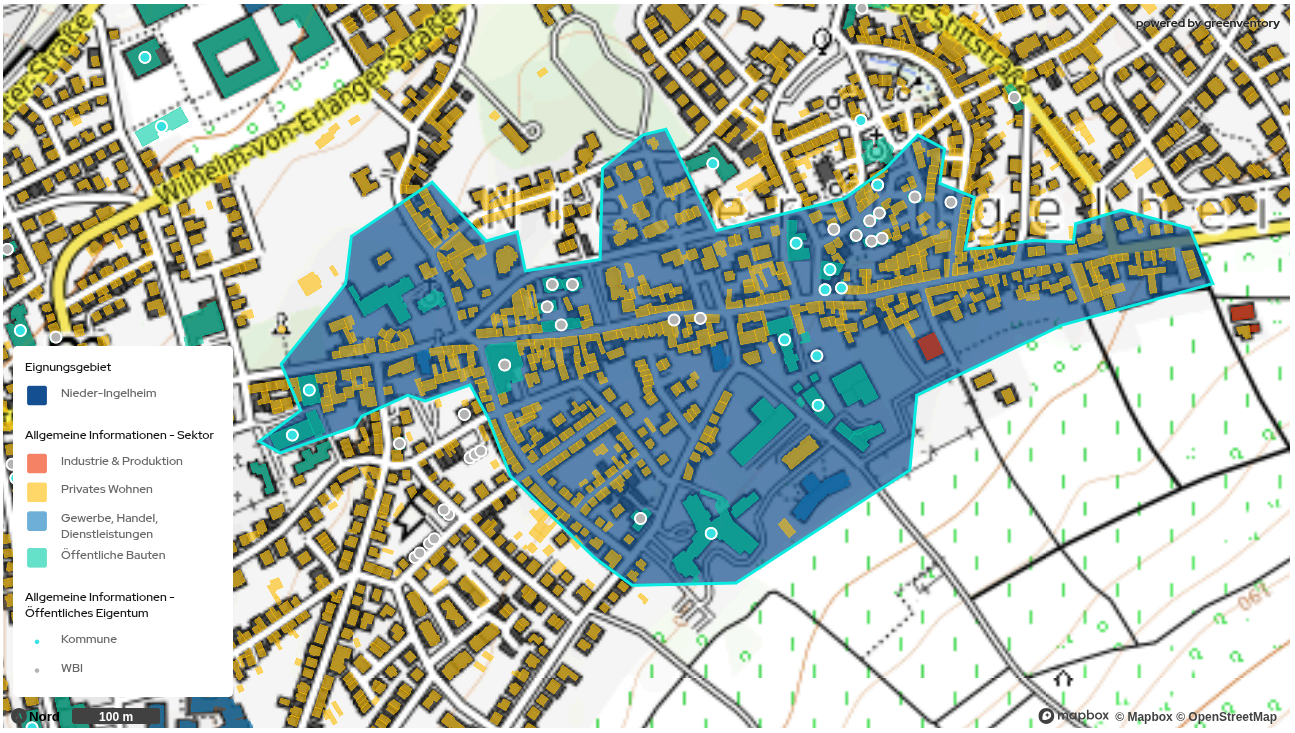
5.2.2 Eignungsgebiet II „Ingelheim-West"



Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	332
Aktueller Wärmebedarf (Stand 2025)	10,2 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	6,75 GWh/a
aktuelle durchschnittliche Wärmeliniendichte (2025)	2.400 kWh/(m*a)
modellierte durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	1.610 kWh/(m*a)
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet ist überwiegend durch privaten Wohnraum geprägt und umfasst vorwiegend Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser sowie Einfamilienhäuser. Zu den Ankerkunden zählen neben der Theodor-Heuss-Schule auch eine Kindertagesstätte sowie das Mehrgenerationenhaus (MGH) der Stadt Ingelheim, die aufgrund ihres hohen und gleichmäßigen Wärmebedarfs eine wichtige Rolle für die Netzstabilität und Wirtschaftlichkeit spielen. Der Gebäudebestand weist einen hohen Altbauanteil auf: 76 % aller Gebäude wurden vor 1978 errichtet - und weist daher ein hohes energetisches Sanierungspotenzial auf. Das betrachtete Eignungsgebiet umfasst bereits ein Gebäudewärmenetz, an das 74 Wohneinheiten sowie öffentliche

	Gebäude angeschlossen sind. Die zu 100 % auf Erdgas basierende Heizzentrale befindet sich in der Veit-Stoß-Straße. Es gibt Übergabestationen in der Theodor-Heuss-Schule und der Ludwig-Richter-Straße. Perspektivisch ist vorgesehen, zunächst eine kleinteilige Quartierlösung zu betrachten, die bei erfolgreicher Umsetzung und steigender Anschlussbereitschaft schrittweise erweitert werden kann. Für eine zukünftige, nachhaltige Wärmeversorgung bieten sich verschiedene nutzbare Potenziale an. Besonders relevant sind oberflächennahe Geothermie sowie der Einsatz einer Großwärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik, um regenerative Energiequellen effizient einzubinden. Ergänzend kann Biomasse zur Abdeckung von Spitzenlasten dienen, um die Versorgungssicherheit auch bei hohen Leistungsanforderungen zu gewährleisten.
Nutzbare Potenziale:	Wärmepumpen (inkl. Großwärmepumpen) auf Basis von Luft- oder Erdwärme sowie Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis des Energieträgers Biomasse oder Solarthermie. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	2, 6, 9, 12

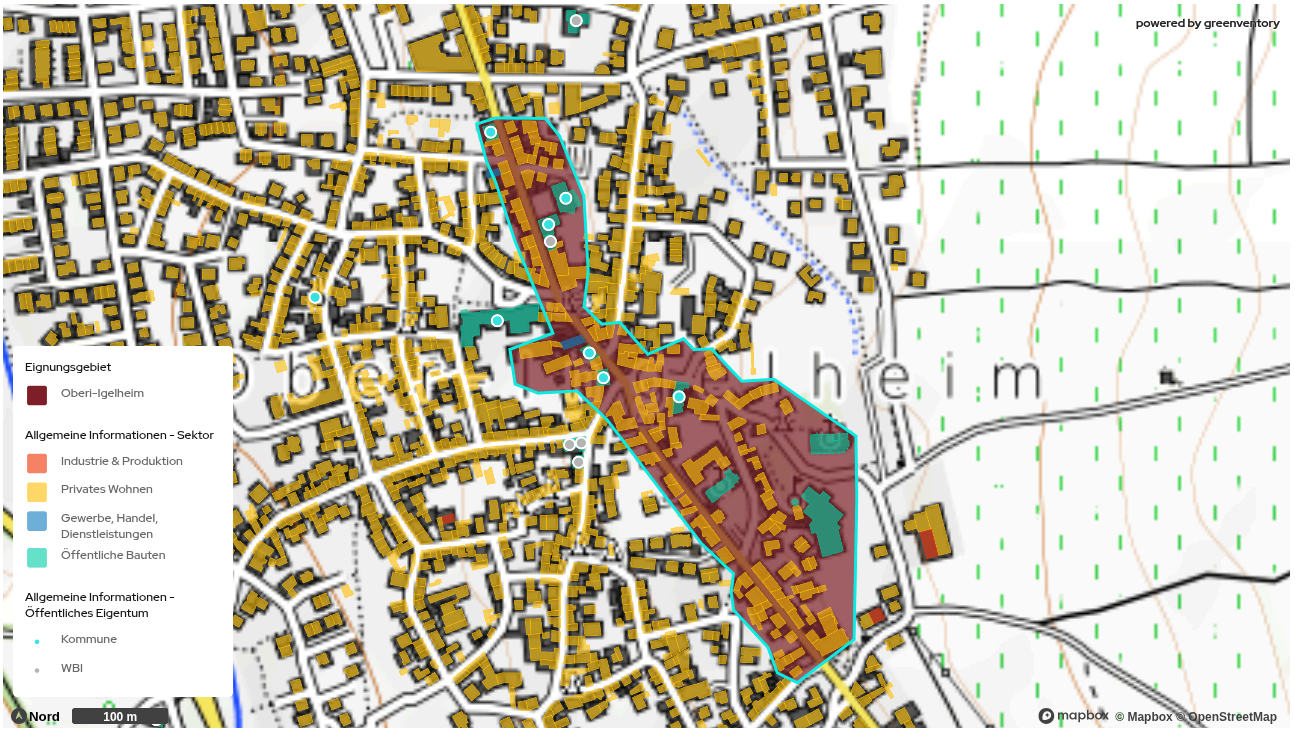
5.2.3 Eignungsgebiet III „Nieder-Ingelheim"



Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	553
Aktueller Wärmebedarf (Stand 2025)	13,4 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	9,6 GWh/a
aktuelle durchschnittliche Wärmeliniendichte (2025)	3.100 kWh/(m*a)
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	2.200 kWh/(m*a)
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet in Nieder-Ingelheim ist überwiegend durch privaten Wohnraum und öffentliche Gebäude geprägt und umfasst vorwiegend Reihenhäuser sowie Einfamilienhäuser. Der Gebäudebestand weist einen sehr hohen Altbauanteil auf: 75 % aller Gebäude wurden vor 1978 errichtet. Der Großteil der Gebäude wurde sogar vor 1919 erbaut. Im Eignungsgebiet befinden sich einige Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft Ingelheim GmbH sowie der Stadt Ingelheim. Das betrachtete Eignungsgebiet umfasst bereits kleinere Gebäudewärmenetze. Als Energieerzeuger stehen eine Heizzentrale in der Pestalozzischule sowie eine Heizzentrale im Krankenhaus zur Verfügung, die beide jeweils zu 80 % auf

	Holzhackschnitzel und zu 20 % auf Heizöl basieren. Zu den Ankerkunden des Wärmeverbunds zählen insbesondere die Montessori-Schule, die Pestalozzischule, das Haus St. Martin, das Alte Rathaus, sowie eine Seniorenresidenz. Diese Einrichtungen sind durch ihren ganzjährigen, vergleichsweise konstanten Wärmebedarf für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes von zentraler Bedeutung. Zudem wird aktuell die Nutzung überschüssiger Wärme der Südwärme geprüft, um zusätzliche regenerative Energiequellen in das Versorgungssystem integrieren zu können. Für die zukünftige Entwicklung des Wärmeversorgungssystems bieten sich mehrere nutzbare Potenziale an. Dazu zählen insbesondere die oberflächennahe Geothermie sowie der Einsatz einer Großwärmepumpe in Kombination mit Freiflächen-Photovoltaik.
Nutzbare Potenziale:	Großwärmepumpen auf Basis von Geothermie, in Kombination mit Freiflächen-Photovoltaik, Solarthermie. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	3, 6, 9, 12

5.2.4 Eignungsgebiet IV „Ober-Ingelheim"



Anzahl Gebäude gesamt (Stand 2024)	168
Aktueller Wärmebedarf (Stand 2025)	4,5 GWh/a
Zukünftiger Wärmebedarf (2040)	3,8 GWh/a
aktuelle durchschnittliche Wärmeliniendichte (2025)	3.500 kWh/(m*a)
Zukünftige durchschnittliche Wärmeliniendichte (2040)	2.930 kWh/(m*a)
Ausgangssituation:	Das Eignungsgebiet in Ober-Ingelheim ist geprägt von überwiegend privater Wohnbebauung mit einigen öffentlichen Einrichtungen wie dem Kindergarten, dem Familienzentrum, und dem Sportzentrum als möglichen Ankerkunden. Der Gebäudebestand ist stark historisch geprägt: 79 % der Gebäude stammen aus der Zeit vor 1919. Das Alter und die Bauweise deuten auf einen hohen energetischen Sanierungsbedarf und geringe Effizienz der vorhandenen Gebäudehüllen. In der Vergangenheit wurde ein integriertes Quartierskonzept für eine ähnliche Flächenkulisse im Gebiet Ober-Ingelheim durchgeführt. Dieses Konzept lieferte erste Erkenntnisse zu Netzentwicklung, Wärmebedarf und Potenzialflächen, welche in die neue Untersuchung einfließen sollen. In einer möglichen kommenden

	Machbarkeitsstudie sollen insbesondere Standorte für erneuerbare Wärmeerzeugungsanlagen geprüft, um zu entscheiden, wie und wo erneuerbare Erzeugung (z. B. Erdwärme, Luftwärme, Solarthermie) dezentral oder zentral integriert werden kann.
Nutzbare Potenziale:	Großwärmepumpen auf Basis von Geothermie, in Kombination mit Photovoltaikanlagen sowie Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis des Energieträgers Biomasse. Weitere nutzbare Potenziale sind zu untersuchen.
Verknüpfte Maßnahmen:	4, 6, 9, 12

6 Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Ingelheim im Zieljahr 2040, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Das Zielszenario beschreibt ein konsistentes Zukunftsbild auf Grundlage bestimmter Annahmen und Rahmenbedingungen. Es stellt keine Festlegung auf eine konkrete Umsetzung dar und bedeutet nicht, dass die dargestellte Entwicklung zwingend realisiert wird oder eintritt, sondern dient der Veranschaulichung möglicher Entwicklungen und als Entscheidungs- und Orientierungsgrundlage für die weitere Planung. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios (Abbildung 51).



Abbildung 51: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Es beschreibt die angestrebte treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung und dient als Orientierung für die zukünftige Entwicklung. Das Zielszenario beantwortet quantitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie kann die Wärme für diese Netze treibhausgasneutral erzeugt werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern es als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

6.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. Im Zielszenario wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf der Gebäudetypologie nach TABULA (IWU, 2012). Bei den TABULA Klassen wird zwischen zwei möglichen Sanierungsstandards für Wohngebäude unterschieden. Ein "konventionelles" und ein "zukunftsweisendes" Intensitätsniveau. Das konventionelle Sanierungsniveau entspricht dem Mindeststandard für Wohngebäude nach Energieeinsparverordnung (EnEV 2014). Das

zukunftsweisende Sanierungsniveau kann mit einem KfW Effizienzhaus 55 verglichen werden. In den hier vorliegenden Analysen wurde das konventionelle Sanierungsniveau angenommen. Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden im Nichtwohnbereich folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 52 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für die Zwischenjahre 2030 und 2035 ergibt sich ein Wärmebedarf von 606 GWh/a (2030), der einer Minderung um 9,8 % entspricht sowie 564 GWh/a (2035), was einer Minderung um 16 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 526 GWh/a beträgt. Insgesamt entspricht dies einer Minderung um 21,7 % gegenüber dem Basisjahr. Durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 lassen sich folglich auf effiziente Weise bereits signifikante Anteile des gesamten Reduktionspotenzials erschließen.

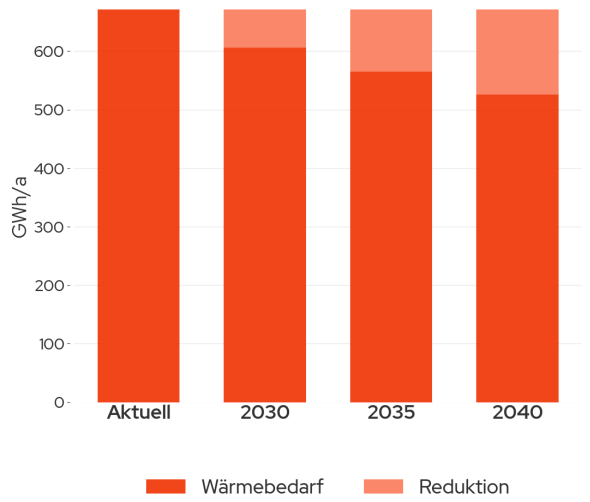


Abbildung 52: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

6.2 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgungsinfrastruktur

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird dabei jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. In den identifizierten Wärmenetzeignungsgebieten wird mit einer Anschlussquote von 70 % gerechnet. Die Anschlussquote gibt den Anteil der Gebäude im Gebiet an, die über eine Hausübergabestation an ein Wärmenetz angeschlossen sind. Die übrigen 30 % der Gebäude in Eignungsgebieten sowie alle Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Dieser kommt auch bei großen gewerblichen Gebäuden zum Einsatz. Der mögliche Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund fehlender belastbarer Planungsmöglichkeiten sowie Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet.

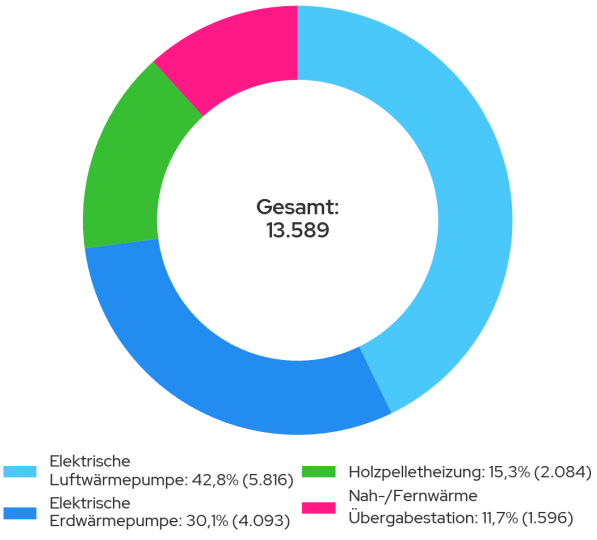


Abbildung 53: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die resultierende Verteilung der Heizsysteme im Zielszenario ist in Abbildung 53 dargestellt. Im Zieljahr werden 11,7 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt. 42,8 % der Haushalte könnten zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden (5.816 Gebäude). Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 30,1 % der Gebäude verbaut (4.093 Gebäude). Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich ca. 383 Luft- und ca. 273 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse (Holzpelletheizungen) könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 15,3 % bzw. ca. 2.084 Gebäuden zum Einsatz kommen.

Abbildung 54 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario in Ingelheim dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsgebiete dargestellt.

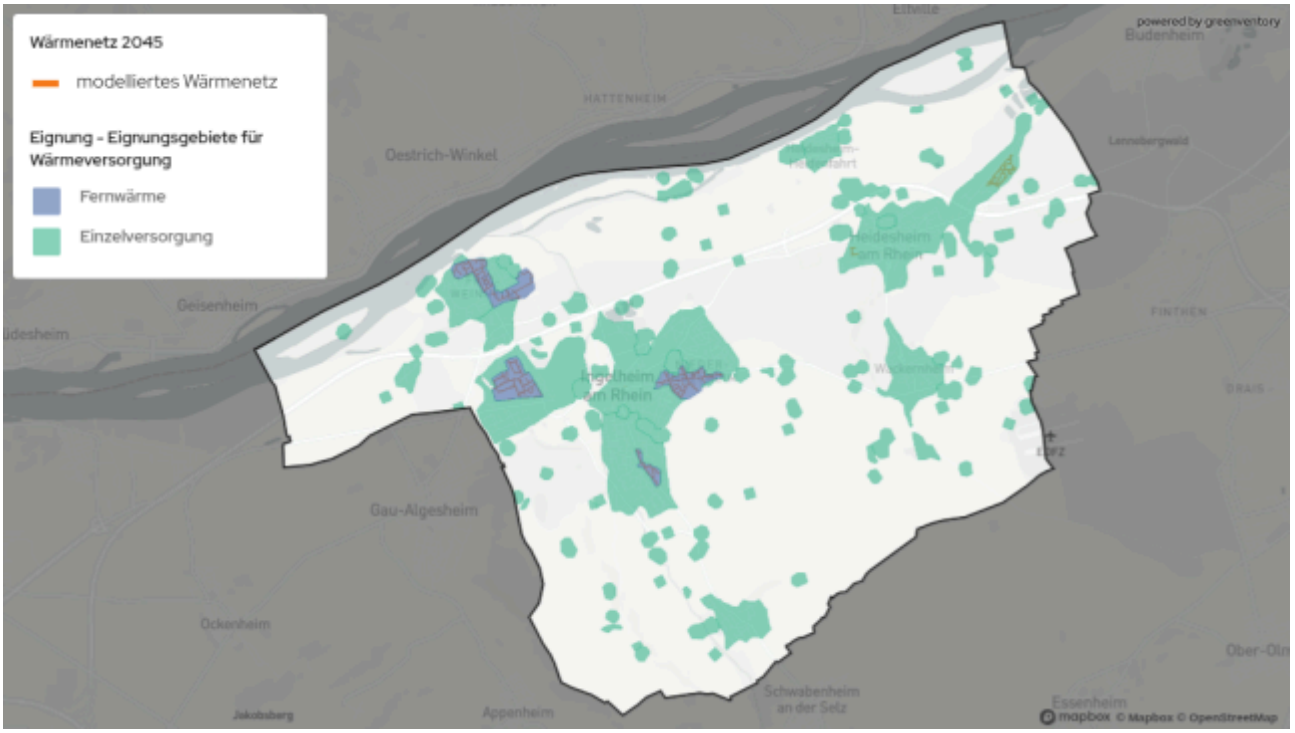


Abbildung 54: Mögliches Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

6.3 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen

Bei Umsetzung aller Eignungsgebiete entspricht der Anteil der Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz 50,4 % (172,6 GWh/a) am zukünftigen Endenergieverbrauch. Im Kontext der geplanten Wärmeerzeugung wurde eine Projektion hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien.

Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Wärmenetzversorgung eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 55 dargestellt.

Großwärmepumpen, die Umweltwärme aus Luft, Erdwärme in ausgewählten geeigneten Siedlungsrandlagen sowie Rheinwasser nutzen und mit Strom kombinieren, könnten im Jahr 2040 rund 67,2 % der benötigten Wärme für die Wärmenetze bereitstellen. Biomasse in Form von Holzhackschnitzeln könnte weitere 26,1 % zur Wärmeerzeugung beitragen. Einen Anteil von insgesamt 6,8 % könnten Biogas (4,3 %) und Biomethan (2,5 %) als Energieträger liefern.

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und

Effizienz im Kontext der Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Schritten, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter verfeinert und validiert werden müssen.

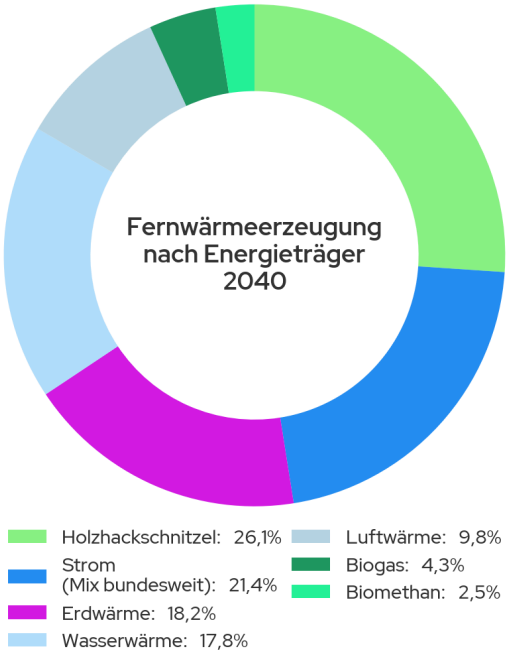


Abbildung 55: Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz nach Energieträger im Zieljahr 2040

6.4 Entwicklung des Endenergiebedarfs

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude in Ingelheim wird der Endenergiebedarf nach Energieträgern für das Zieljahr 2040 berechnet. Die Zusammensetzung der Energieträger gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen und in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen könnten.

Wie in Kapitel 6.2 beschrieben, wird zunächst jedem Gebäude im Zielszenario ein treibhausgasneutrales Heizsystem zugeordnet. Anschließend wird - basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs - der Endenergiebedarf des Gebäudes berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Der Wärmebedarf (Abbildung 52) ist im Zieljahr deutlich höher als der Endenergiebedarf, da dieser durch die Effizienzvorteile der Wärmepumpentechnologie sinkt. Der Endenergiebedarf beschreibt ausschließlich die dem Gebäude zugeführte Endenergie (z. B. Strom, Gas). Anteile aus Umweltwärme, wie sie beispielsweise bei Wärmepumpen genutzt werden, sind daher nicht enthalten.

Der Wärmebedarf hingegen bildet die benötigte Nutzwärme der Gebäude vollständig ab und umfasst somit auch die durch Umweltwärme gedeckten Anteile.

Im Zieljahr 2040 kann der Endenergiebedarf 342,6 GWh/a betragen, wobei im Industriesektor 61,8 % (211,8 GWh/a) anfallen, 26,8 % (92 GWh/a) im Wohnsektor, 7,8 % (26,7 GWh/a) im öffentlichen Sektor und 3,6 % (12,2 GWh/a) im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (siehe Abbildung 56).

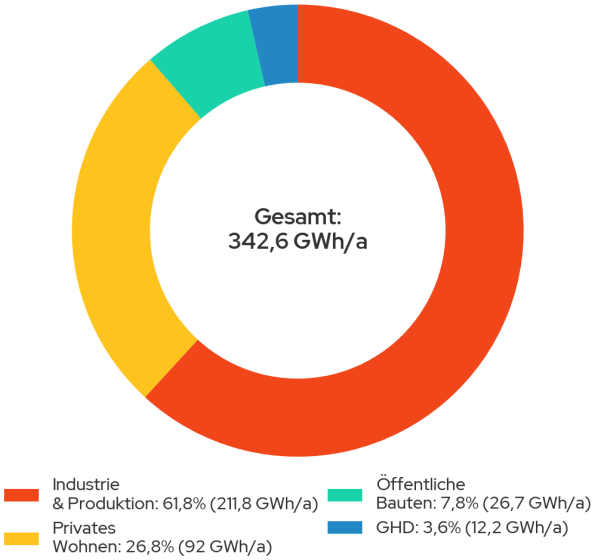


Abbildung 56: Endenergiebedarf nach Sektor im Zieljahr 2040

Die Zusammensetzung der Energieträger für den Endenergiebedarf wird im zeitlichen Verlauf in Abbildung 57 dargestellt. Darin wird deutlich, dass die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf sich von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern verschiebt. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen.

Der Anteil von Wärmenetzen am Endenergiebedarf 2040 wird von 24,1 % auf 50,4 % steigen. Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt trotz eines großen Anteils von Gebäuden, die mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizt werden (72,6 % der Gebäude) vergleichsweise gering aus. Trotz der dominanten Position von Strom im Zieljahr sollte hier zusätzlich berücksichtigt werden, dass durch die Nutzbarmachung von Umweltwärme ein Vielfaches des Strombedarfs als Wärme bereitgestellt wird. Der Anteil am Endenergiebedarf von leitungsgebundenen gasförmigen Energieträgern, die nicht in der Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz verwendet werden, sinkt über die Zwischenjahre auf 220 GWh/a in 2030, 119 GWh/a in 2035 und soll bis 2040 auf Null sinken.

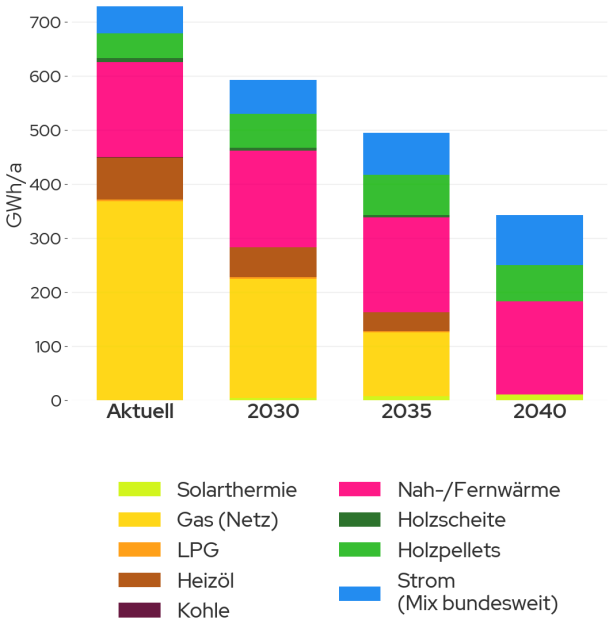


Abbildung 57: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

6.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 58). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 verglichen mit dem Basisjahr eine Reduktion um ca. 96 % erzielt werden kann. Im Zieljahr bleibt ein CO_2-Restbudget im Wärmesektor von ca. 6.764 t CO_2e. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget resultiert aus den Lebenszyklus-Emissionen der Erneuerbaren Energien, die entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) entstehen. Eine Reduktion auf 0 t CO_2e ist daher nach aktuellem Technologiestand auch bei ausschließlichem Einsatz erneuerbarer Energieträger bis zum Zieljahr 2040 nicht möglich.

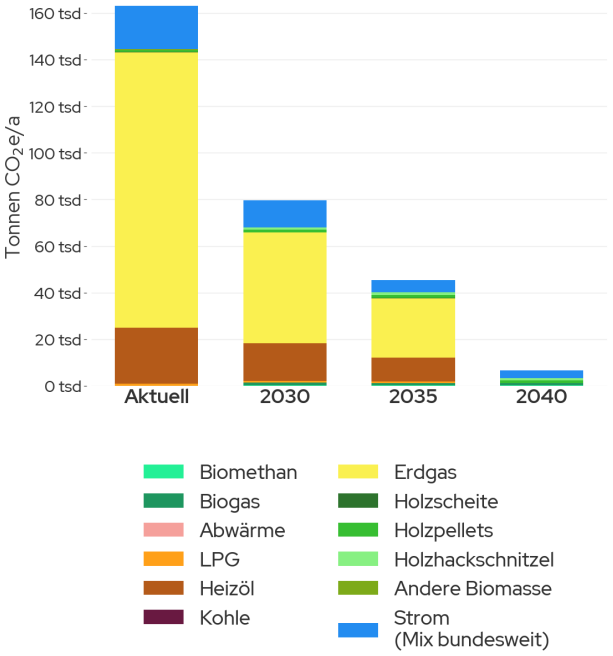


Abbildung 58: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen Treibhausgasemissionen hat neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftige Entwicklung der Emissionsfaktoren. Für das vorliegende Szenario wurden die in der Tabelle 1 aufgeführten Emissionsfaktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO_2-Intensität ausgegangen, die sich positiv auf die CO_2-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

Wie in Abbildung 59 zu sehen ist, werden sich im Jahr 2040 Biomasse und Strom die verbleibenden Emissionen ungefähr teilen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

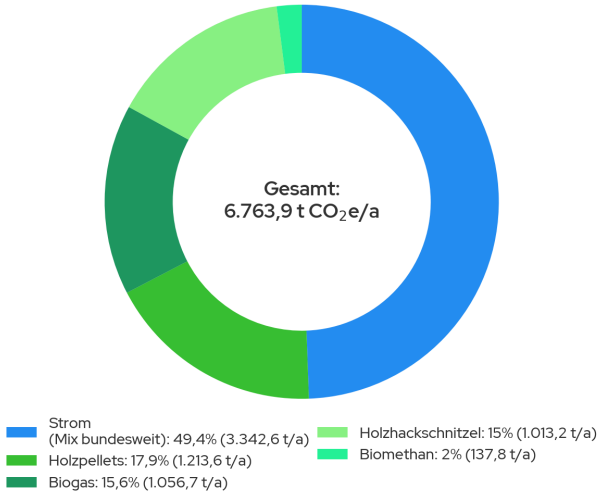


Abbildung 59: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040

6.6 Zusammenfassung des Zielszenarios

Die Simulation des Zielszenarios zeigt, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2 % entwickelt. Insgesamt sinkt der Wärmebedarf im Vergleich zum Status Quo um 21,7 % auf 526 GWh/a. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden in Zukunft ca. 88 % der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Aus der Prognose leitet sich eine jährliche Zuwachsrate von 656 Wärmepumpen in Ingelheim ab. Daran wird auch die Herausforderung für das örtliche Handwerk sowie Ansprüche an das Stromnetz deutlich.

Parallel dazu wird der Ausbau von Wärmenetzen vorangetrieben. Im Zielszenario sind im Zieljahr 2040 alle Wärmenetze der identifizierten Eignungsgebiete umgesetzt, haben eine Anschlussquote von 70 % erreicht und werden treibhausgasneutral betrieben. In den Bestandsnetzen, sowohl Wärmenetze, liegt der Fokus zunächst auf der Transformation in zukunftsfähige Wärmenetze. Ein Neubau von Wärmenetzen in den identifizierten Eignungsgebieten erfordert zunächst die Einigung mit einem Investor, bevor in die nächsten Planungsphasen eingestiegen werden kann.

Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors in Ingelheim zu erreichen, ist es erforderlich, erneuerbare Energiequellen im Stadtgebiet konsequent zu erschließen. In den Wärmenetzen könnten u.a. Biomasse und Großwärmepumpen auf Basis von Umweltwärme eingebunden werden.

Auch bei der Erreichung des in diesem Kapitel geschilderten Zielbilds bleiben 2040 Restemissionen von 6.763 t CO_2e/a, die durch Verbrennungsprozesse und Vorkettenprozesse entstehen. Somit fallen im Wärmesektor weiterhin Emissionen an, die kompensiert werden müssen. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans sollen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

Das geschilderte Zielszenario zeigt einen möglichen Weg für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Ingelheim 2040 auf. Dabei werden nicht nur die großen Herausforderungen sichtbar, sondern auch die Vielzahl an Lösungsoptionen.

7 Wärmewendestrategie

In den vorhergehenden Kapiteln dieses Berichts wurden die wichtigsten Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, Eignungsgebiete bestimmt und simulativ quantifiziert. Zur Umsetzung der Wärmewende wurden im Rahmen der Beteiligung die Ergebnisse der Analysen konkretisiert und in Maßnahmen überführt (Abbildung 60).

Die Maßnahmen bilden den Kern des Wärmeplans und bieten den Einstieg in die Transformation zum angestrebten Zielszenario. Diese können sowohl „harte“ Maßnahmen mit messbarer Treibhausgasemissionseinsparung als auch "weiche" Maßnahmen, etwa in der Öffentlichkeitsarbeit, sein. Für die Auswahl der quantitativen Maßnahmen dienten die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage.

In Kombination mit dem Fachwissen beteiligter Akteure, greenventory sowie der lokalen Expertise der Stadtverwaltung und der Wohnungsbaugesellschaft Ingelheim am Rhein GmbH wurde der Handlungsspielraum so eingegrenzt, dass 13 zielführende Maßnahmen identifiziert werden konnten (Tabelle 5). Diese wurden in Workshops diskutiert und verfeinert. Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen vorgestellt. Zu jeder Maßnahme werden eine geografische Verortung vorgenommen sowie die wichtigsten Kennzahlen ausgewiesen. Als Berechnungsgrundlage zum CO_2-Einsparungspotenzial jeder Maßnahme dienten die Parameter des KWW Technikkatalogs (KWW, 2024).

Zur Berechnung von Treibhausgaseinsparungen wird zunächst der initiale Wärmebedarf erfasst und mit den zugehörigen Technologien und CO_2e-Faktoren verknüpft („CO_2e: Vorher”). Im Rahmen einer Maßnahme erfolgen Änderungen wie der Austausch der Wärmequelle, der Anschluss an ein Wärmenetz oder Sanierungen. Nach Umsetzung der Maßnahme wird der neue Wärmebedarf zusammen mit den aktualisierten Technologien und den zugehörigen CO_2e-Faktoren bestimmt („CO_2e: Nachher”). Die Differenz zwischen den CO_2e-Werten vor und nach der Maßnahme ergibt die Einsparungen.

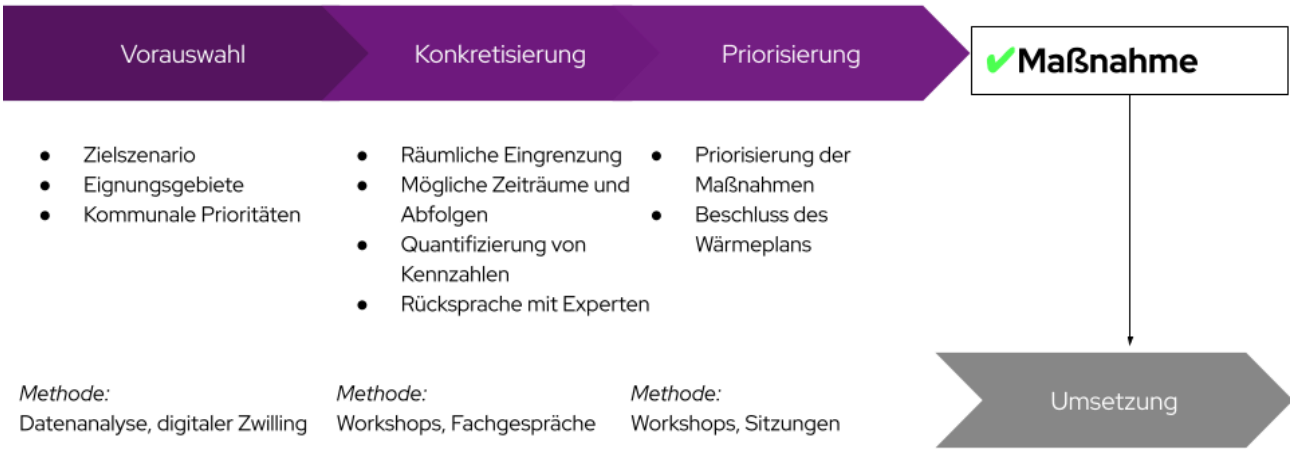


Abbildung 60: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

7.1 Erarbeitete Maßnahmen

Tabelle 5: Überblick der Maßnahmen für Ingelheim am Rhein

Nummer	Kurzbeschreibung
1	**Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Frei-Weinheim:** Beantragung einer BEW-Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in Frei-Weinheim mit Fokus auf Flusswasserwärme.
2	**Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ingelheim-West:** Einreichung eines Antrags zur Erstellung einer BEW-Machbarkeitsstudie in Ingelheim-West zur Prüfung eines möglichen Wärmenetzes.
3	**Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ober-Ingelheim:** Beantragung einer BEW-Machbarkeitsstudie für Ober-Ingelheim auf Basis der bestehenden Wärmeplanung zur Prüfung eines möglichen Wärmenetzes.
4	**Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Nieder-Ingelheim:** Beantragung einer BEW-Machbarkeitsstudie für Nieder-Ingelheim auf Basis der bestehenden Wärmeplanung zur Prüfung eines möglichen Wärmenetzes.
5	**Dekarbonisierung der Nahwärmeerzeugung:** Entwicklung konkreter Dekarbonisierungspfade für die bestehenden fossilen Wärmenetze Ingelheims.
6	**Zielnetzplanung Stromnetzausbau:** Erstellung einer Zielnetzplanung für das Stromnetz in Ingelheim, die auf Basis verschiedener Lastszenarien die Eignung des bestehenden Netzes für eine dezentrale, strombasierte Wärmeversorgung im Innenstadtbereich bewertet.
7	**Prüfauftrag – Erstellung eines Konzeptes zur Erschließung des Wärmepotenzials der Kläranlagen:** Bewertung des Wärmepotenzials der kommunalen Kläranlage durch Analyse von Abwasserwärmenutzung und Klärschlammverwertung, um deren mögliche Einspeisung in bestehende oder geplante Wärmenetze zu prüfen.
8	**Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung des Oberflächengewässers:** Technische und wirtschaftliche Prüfung der Nutzung von Flusswasser für eine zentrale Großwärmepumpe, zur möglichen Integration in die künftige Nahwärmeversorgung.
9	**Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien und für Wärmespeicher:** Langfristige Sicherung geeigneter Flächen für Solarthermieanlagen und Wärmespeicher, um den Ausbau klimaneutraler Wärmeversorgung zu ermöglichen und eine künftige Nutzung sicherzustellen.
10	**Weiterentwicklung des Leitfadens für nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen:** Der „Leitfaden für nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen" der Stadt Ingelheim am Rhein wird fachlich weiterentwickelt, um aktuelle gesetzliche Anforderungen (u. a. WPG, GEG) zu berücksichtigen, und definiert verbindliche Qualitäts- und Prozessstandards für energieeffiziente, ressourcenschonende, langlebige, barrierefreie, gesundheitsgerechte und wirtschaftliche Neu-, Umbau- und Sanierungsmaßnahmen.

11	**Information zur Wärmewende in Ingelheim:** Begleitung der Ingelheimer Wärmewende durch regelmäßige Informations- und Beteiligungsformate, die z.B. über Nahwärmeanschlüsse informieren.
12	**Förderung von Nachbarschaftsnetzwerken zu nachhaltigen Heizsystemen:** Stärkung und Förderung der Zusammenarbeit innerhalb Nachbarschaften zur Förderung nachhaltiger und zukunftsfähiger Heizsysteme.
13	**Digitalisierung und Monitoring:** Schaffung klarer Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten innerhalb der Stadtverwaltung, um eine effiziente Umsetzung der Wärmeplanung und ein kontinuierliches Monitoring zu gewährleisten.

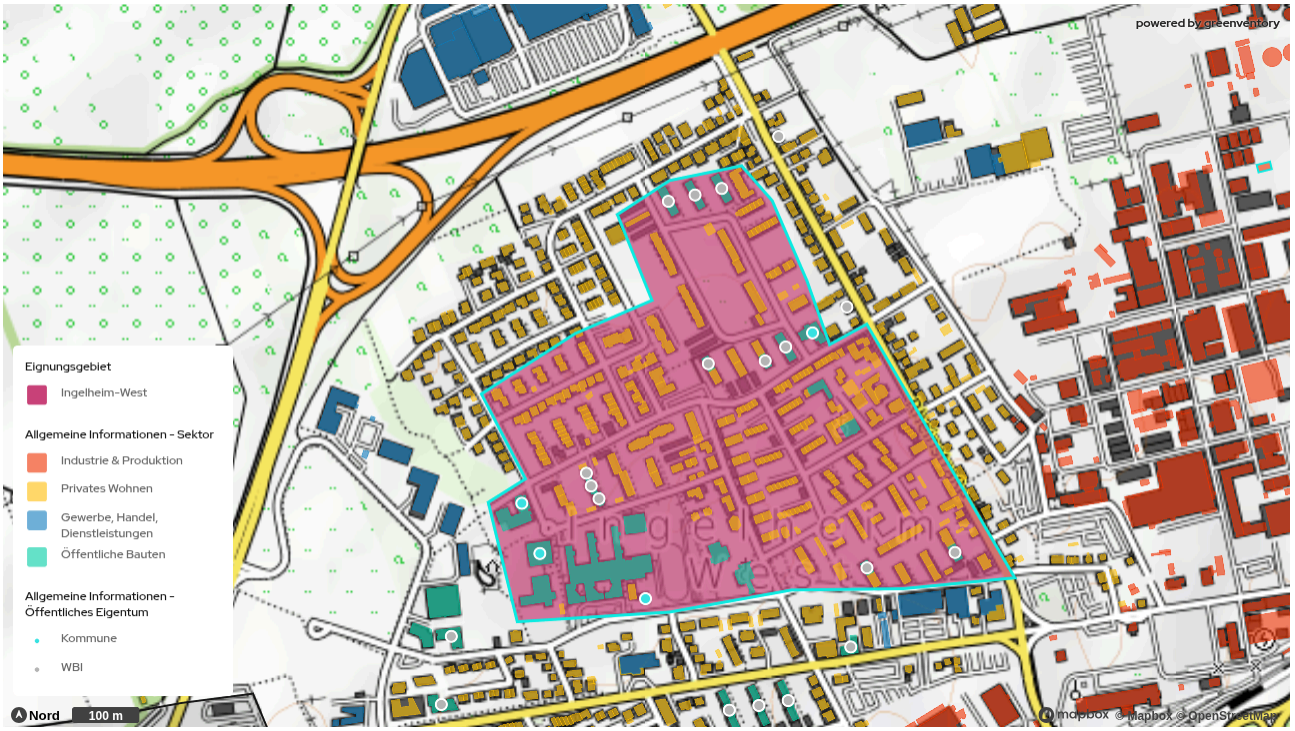
7.1.1 Maßnahme 1: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Frei-Weinheim



Flächen / Ort	Eignungsgebiet Frei-Weinheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtrat, Stadtverwaltung, Ingenieurbüro
Geschätzte Kosten	Abhängig von Projektgröße und Komplexität; Personalaufwand Verwaltung: < 25 %
Fördermöglichkeiten	➔ BEW Modul 1: 50 % Zuschuss auf förderfähige Kosten (max. 2 Mio. €) ➔ BEW Modul 2 / 3: 40 % Zuschuss auf Investitionskosten, max. 100 Mio. € pro Antrag ➔ BEW Modul 3: 40 % Förderung (Bauphase) ➔ Bewilligung vor Maßnahmenbeginn erforderlich
Umsetzungszeitraum	Umsetzung bis spätestens 2 Jahre nach Abschluss des KWP
Ausgangssituation	Das Gebiet Frei-Weinheim liegt nahe am Rhein, mit Gebäuden in direkter Nähe zum Hafen. Im nördlichen Bereich dominieren Wohngebäude (ca. 88 % der Gebäude), während der südöstliche Teil vorwiegend gewerblich genutzt ist. Die Netzstruktur gliedert sich in ein Arealnetz und ein Gebäudenetz, die sich räumlich nicht überlappen. Insgesamt befinden sich im Gebiet 484 Gebäude und der Gebäudebestand ist überwiegend älteren Baujahrs (64,7 % vor 1978). Der derzeitige Wärmebedarf liegt bei etwa 21 GWh/a, bei einer durchschnittlichen Wärmelastdichte (WLD) von 4.200 kWh/(m·a) (Stand 2025). Die vorhandene Wärmeversorgung wird derzeit von fossilen Energieträgern, Erdgas (67,5 % der Gebäude) und Heizöl (20,5 % der Gebäude) dominiert. Zusätzlich existieren ein Gebäudenetz und ein

	Arealwärmenetz. Am Gebäudenetz sind 10 Gebäude mit ca. 75 Wohneinheiten im Gebäudenetz (größtenteils WBI) angeschlossen die über zwei Biomasse Holzhackschnitzel Kesselanlagen (1 x 200 kW 1 x 250 kW) versorgt werden (Jahreswärmeerzeugung: ca. 410.000 kWh). Am Arealnetz, das von der GTR Gebäudetechnik Rheinstraße GmbH betrieben wird, sind 13 Gebäude angeschlossen, die durch PV-Anlagen und eine Holzhackschnitzel-Anlage versorgt werden (ca. 815 kW Anschlussleistung). Die GTR als Betreiber des Netzes hat Interesse an einem Netzausbau und einem möglichen Zusammenschluss mit weiteren Netzen bekundet.
Beschreibung der Maßnahme	Ziel ist es, eine CO_2-neutrale Wärmeversorgung für das Eignungsgebiet in Frei-Weinheim zu gestalten. Eine Machbarkeitsstudie soll prüfen, ob das im Rahmen des KWP identifizierte Eignungsgebiet über ein Wärmenetz, basierend auf erneuerbaren Energieträgern, versorgt werden kann. Dafür soll zunächst eine Machbarkeitsstudie nach BEW (BEW Modul 1) zur Konzeption eines Wärmenetzes für Frei-Weinheim beantragt werden. Die bestehende Wärmeplanung und Datenlage ermöglichen eine vereinfachte Antragstellung. Die Projektskizze für die Beantragung ist bereits in Arbeit (greenventory GmbH). Innerhalb der Maßnahme soll eine Interessenabfrage bei potenziellen Anschlussnehmern (inkl. Ankerkunden) vorgenommen werden. Es sollen erneuerbare Wärmeerzeuger bewertet werden, mit Fokus auf die Untersuchung der Abwasserwärme im Auslasskanal und die Untersuchung von Flusswasserwärme des Rheins und Identifikation eines möglichen Standorts für eine Wärmepumpe. Ebenfalls muss ein Variantenvergleich von Netzverläufen, Trassen und Vorlauftemperaturen sowie ein Wärmebedarfsprognose für das Gebiet Frei-Weinheim aufgestellt werden (Lastgänge, Anschlussquote, Netzdichte). Bei positivem Zuschlag durch BEW sollte die Machbarkeitsstudie von einem Planungsbüro oder potenziellen Betreiber durchgeführt werden.
Umsetzungsschritte	1. Zusammenstellung der Unterlagen für den BEW-Modul 1-Antrag 2. Antragstellung bei BAFA / BMWK 3. Abstimmung mit bestehenden Netzbetreibern: Kopplungsmöglichkeiten mit bestehenden Wärmenetzen 4. Beauftragung eines Ingenieurbüros für die Machbarkeitsstudie 5. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 6. Bei positivem Ergebnis: Antrag Modul 2 (Detailplanung) und später Modul 3 (Bau)
Resultierende Treibhausgaseinsparung	4.361 t CO_2e /a

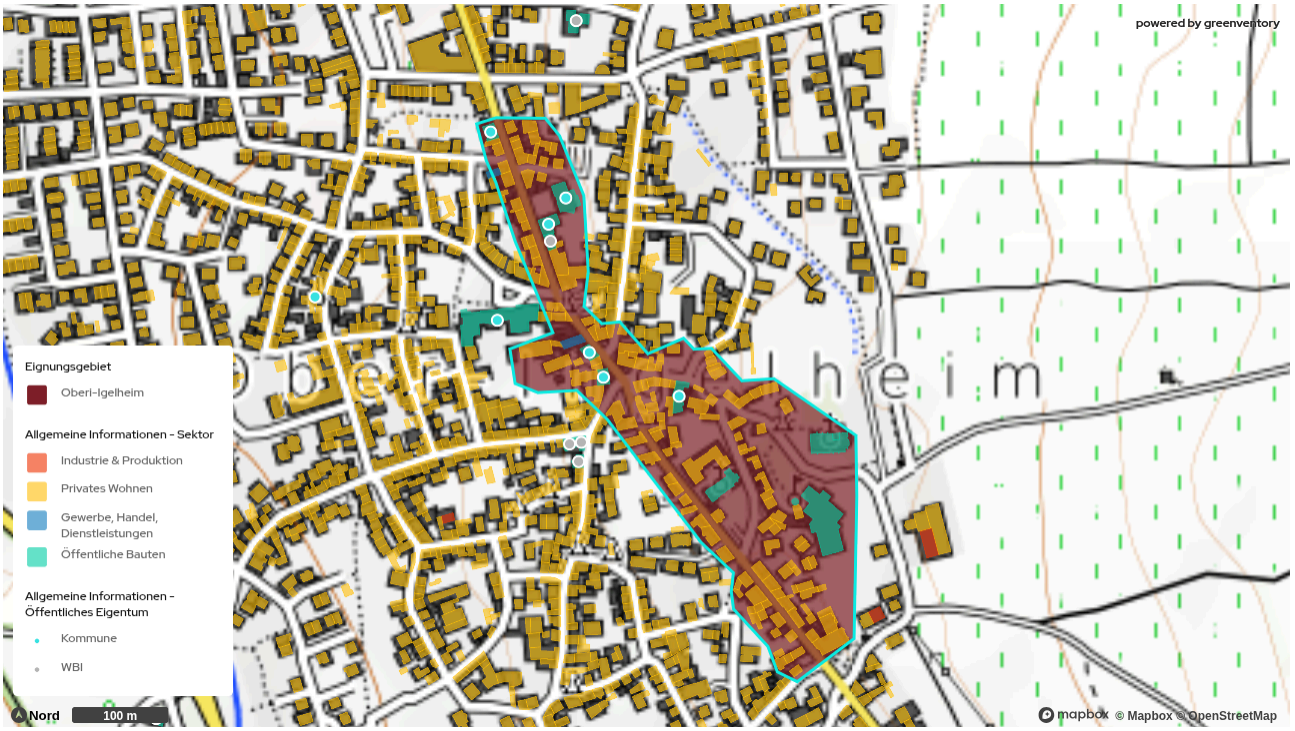
7.1.2 Maßnahme 2: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ingelheim-West



Flächen / Ort	Ingelheim-West
Verantwortlicher Akteur	Stadtrat, Stadtverwaltung, Ingenieurbüro
Geschätzte Kosten	Abhängig von Projektgröße und Komplexität; Personalaufwand Verwaltung: < 25 %
Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ➔ Modul 1: 50 % Zuschuss für Machbarkeitsstudien ➔ Modul 2 / 3: 40 % Zuschuss für Planung / Investitionen ➔ Bewilligung vor Maßnahmenbeginn erforderlich
Umsetzungszeitraum	Umsetzung bis spätestens 2 Jahre nach Abschluss des KWP
Ausgangssituation	Das Gebiet Ingelheim-West ist ein gemischt genutzter Stadtteil mit überwiegend Wohnbebauung und einzelnen öffentlichen Gebäuden. Es besteht ein Gebäudewärmenetz mit 74 Wohneinheiten, das vollständig mit Erdgas betrieben wird. Die Heizzentrale befindet sich in der Veit-Stoß-Straße, während Übergabestationen an der Theodor-Heuss-Schule und der Ludwig-Richter-Straße liegen. Der Gebäudebestand umfasst sowohl private Wohngebäude als auch öffentliche Einrichtungen (z. B. Schule, Kita, Mehrgenerationenhaus) und ist überwiegend älteren Baujahrs – rund 76 % der Gebäude wurden vor 1978 errichtet. Im Jahr 2025 besteht eine Gesamtzahl von 332 Gebäuden mit einem aktuellen Wärmebedarf von 10,15 GWh/a und einer durchschnittlichen Wärmelastdichte von 2.630 kWh/(m*a). Für 2040 wird ein Rückgang auf ca. 5 GWh/a und 1.310 kWh/(m*a) prognostiziert. Ein

	schrittweiser Ausbau ist möglich – beginnend mit einem kleineren Gebiet und anschließender Erweiterung.
Beschreibung der Maßnahme	Ziel ist eine CO_2-neutrale Wärmeversorgung für das Eignungsgebiet in Ingelheim-West bis 2040. Dafür soll eine Machbarkeitsstudie prüfen, ob das im Rahmen des KWP identifizierte Eignungsgebiet durch ein Wärmenetz umsetzbar ist. Zur Erreichung dieses Ziels soll im Rahmen dieser Maßnahme ein BEW-Antrag zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie für Ingelheim-West, mit dem Fokus auf die Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit eines Wärmenetzes eingereicht werden. Grundlage hierfür sind die bestehende Wärmeplanung und die bereits vorliegenden Datensätze zum Wärmebedarf, zur Netzinfrastruktur und Gebäudesubstanz. Inhalte der Maßnahme werden im Wesentlichen sein: ➔ Vorbereitung einer Projektskizze zur Antragsstellung ➔ Variantenvergleich von Netzverläufen und Trassen ➔ Bewertung erneuerbarer Optionen (z.B. Großwärmepumpe, Solarthermie) ➔ Interessenabfragen bei potenziellen Anschlussnehmern und Ankerkunden Bei positivem Zuschlag soll die Machbarkeitsstudie durchgeführt werden und ein Wärmenetz bis 2040 aufgebaut werden.
Umsetzungsschritte	1. Zusammenstellung der Unterlagen für den BEW-Modul 1-Antrag 2. Antragstellung bei BAFA / BMWK 3. Abstimmung mit bestehenden Netzbetreibern: Kopplungsmöglichkeiten mit bestehendem Gebäudenetz 4. Beauftragung eines Ingenieurbüros für die Machbarkeitsstudie 5. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 6. Bei positivem Ergebnis: Antrag Modul 2 (Detailplanung) und später Modul 3 (Bau)
Resultierende Treibhausgaseinsparung	2.460 t CO_2e / a

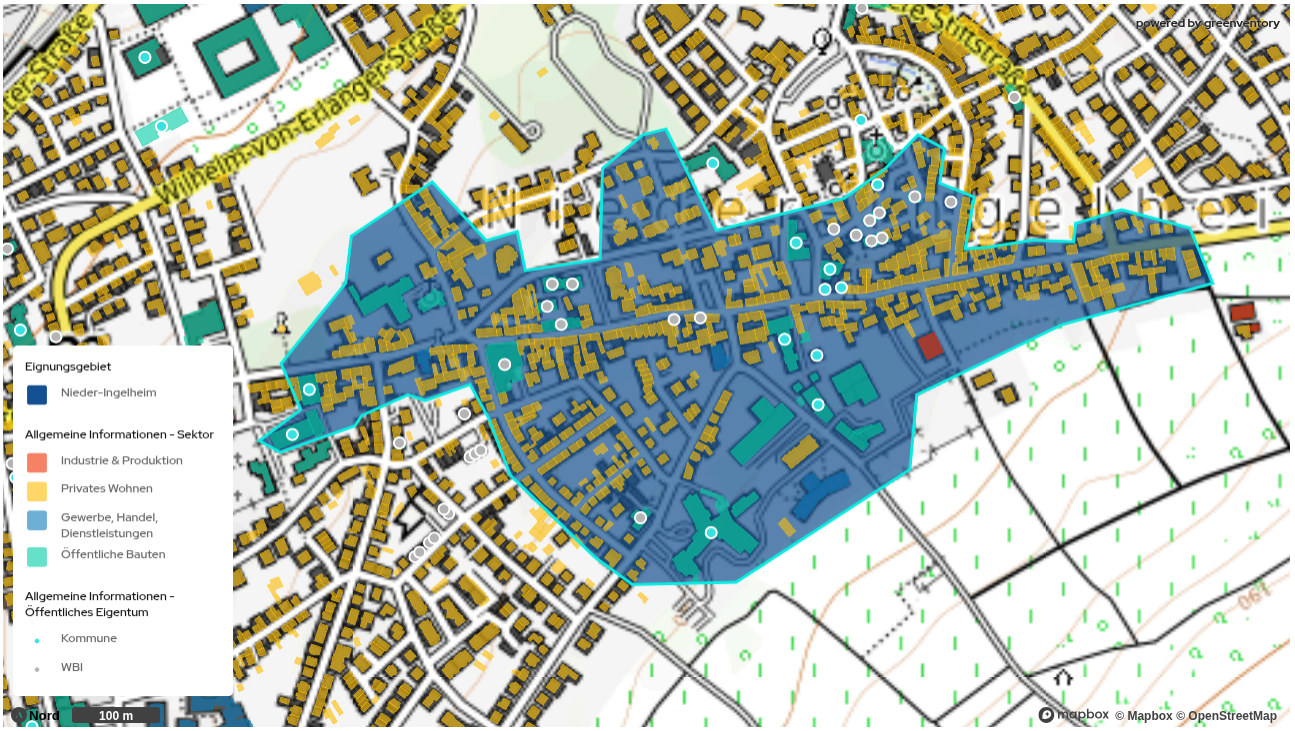
7.1.3 Maßnahme 3: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Ober-Ingelheim



Flächen / Ort	Ober-Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtrat, Stadtverwaltung, Ingenieurbüro
Geschätzte Kosten	Abhängig von Projektgröße und Komplexität; Personalaufwand Verwaltung: < 25 %
Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ➔ Modul 1: 50 % Zuschuss für Machbarkeitsstudien ➔ Modul 2 / 3: 40 % Zuschuss für Planung / Investitionen ➔ Bewilligung vor Maßnahmenbeginn erforderlich
Umsetzungszeitraum	Umsetzung bis spätestens 2 Jahre nach Abschluss des KWP
Ausgangsituation	Das Gebiet Ober-Ingelheim ist geprägt von überwiegend privater Wohnbebauung mit einigen öffentlichen Einrichtungen wie Schule, Kindergarten und Familienzentrum als mögliche Ankerkunden. Der Gebäudebestand ist stark historisch geprägt: 79 % der Gebäude stammen aus der Zeit vor 1919. Das Alter und die Bauweise deuten auf einen hohen energetischen Sanierungsbedarf und geringe Effizienz der vorhandenen Gebäudehüllen. Bereits in der Vergangenheit wurde eine Machbarkeitsstudie zur Versorgung durch Biomasse für eine ähnliche Flächenkulisse im Gebiet Ober-Ingelheim durchgeführt. Diese Studie lieferte erste Erkenntnisse zu Netzentwicklung, Wärmebedarf und Potenzialflächen, welche in die neue Untersuchung einfließen sollen. In einer möglichen kommenden Studie sollen insbesondere Standorte für erneuerbare Wärmeerzeugungsanlagen geprüft, um zu entscheiden, wie

	und wo erneuerbare Erzeugung (z. B. Erdwärme, Luftwärme) dezentral oder zentral integriert werden kann.
Beschreibung der Maßnahme	Ziel ist es, eine nachhaltige und zukunftsfähige zentrale Wärmeversorgung für das Eignungsgebiet in Ober-Ingelheim zu gestalten. Daher soll ein BEW-Antrag für die Konzeptionierung einer Machbarkeitsstudie zur Versorgung des Gebiets durch ein Wärmenetz gestellt werden. Als Grundlage dienen dabei die vorhandene Wärmeplanung sowie die Ergebnisse der bereits durchgeführten Studie. Die Machbarkeitsstudie umfasst einen systematischen Variantenvergleich von Netzverläufen, Trassenführungen und Vorlauftemperaturen. Es werden Interessenabfragen durchgeführt, um realistische Anschlussquoten sowie potenzielle Ankerkunden zu identifizieren. Parallel dazu erfolgt die Bewertung und Untersuchung von Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energieträger wie Erdwärme, Luftwärme. Schließlich wird geprüft, an welchen Standorten zentrale Erzeugungsanlagen oder dezentrale Module wirtschaftlich und technisch Sinn ergeben. Sobald der Zuschlag erfolgt, soll die Machbarkeitsstudie durchgeführt werden und bei positivem Ergebnis soll ein Wärmenetz mit CO_2-neutraler Erzeugung umgesetzt werden.
Umsetzungsschritte	1. Zusammenstellung der Unterlagen für den BEW-Modul 1-Antrag 2. Antragstellung bei BAFA / BMWK 3. Beauftragung eines Ingenieurbüros für die Machbarkeitsstudie 4. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 5. Bei positivem Ergebnis: Antrag Modul 2 (Detailplanung) und später Modul 3 (Bau)
Resultierende Treibhausgaseinsparung	864 t CO_2e / a

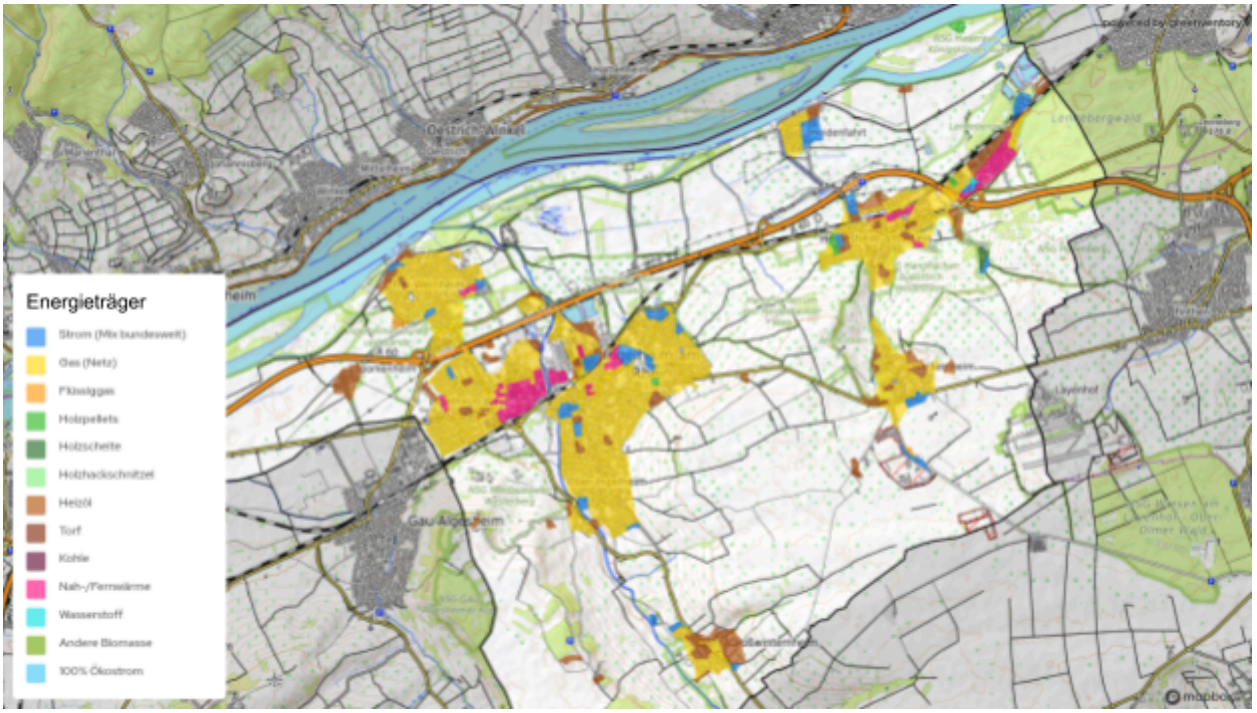
7.1.4 Maßnahme 4: Vertiefende Prüfung Eignungsgebiet Nieder-Ingelheim



Flächen / Ort	Nieder-Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtrat, Stadtverwaltung, Ingenieurbüro
Geschätzte Kosten	Abhängig von Projektgröße und Komplexität; Personalaufwand Verwaltung: < 25 %
Fördermöglichkeiten	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): ➔ Modul 1: 50 % Zuschuss für Machbarkeitsstudien ➔ Modul 2 / 3: 40 % Zuschuss für Planung / Investitionen ➔ Bewilligung vor Maßnahmenbeginn erforderlich
Umsetzungszeitraum	Umsetzung bis spätestens 2 Jahre nach Abschluss des KWP
Ausgangssituation	Das Gebiet Nieder-Ingelheim ist ein gemischt genutztes Quartier mit überwiegend privater Wohnbebauung sowie mehreren öffentlichen Gebäuden. Etwa 75 % des Gebäudebestands stammen aus der Zeit vor 1978, was auf eine eher geringe Energieeffizienz hinweist. Insgesamt befinden sich im Gebiet 553 Gebäude (Stand 2025) mit einem aktuellen Wärmebedarf von rund 13 GWh/a und einer durchschnittlichen Wärmelastdichte von 3.000 kWh/(m*a). Bis 2040 wird ein Rückgang des Wärmebedarfs auf etwa 7,6 GWh/a und eine WLD von 1.800 kWh/(m*a) prognostiziert. Im Quartier bestehen zwei Gebäudewärmenetze: ➔ Heizzentrale Pestalozzischule: Holzhackschnitzel (80 %) + Heizöl (20 %)

	➔ Heizzentrale Krankenhaus: Holzhackschnitzel (80 %) + Heizöl (20 %) Als potenzielle Ankerkunden gelten die Schulen, das Haus St. Martin und die Seniorenresidenz. Darüber hinaus soll die Nutzung überschüssiger Wärme der Südwärme geprüft werden.
Beschreibung der Maßnahme	Der BEW-Antrag zielt auf die Konzeptionierung einer Machbarkeitsstudie für das Gebiet Nieder-Ingelheim ab. Zur Erstellung eines BEW-Antrags können die vorhandenen Erkenntnisse der Wärmeplanung als Datengrundlage genutzt werden, um eine vereinfachte Antragstellung zu ermöglichen. Bei Bewilligung wird eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, in der die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit eines Wärmenetzes geprüft wird. Im Fokus der Maßnahme stehen: ➔ Variantenvergleich (Netzverläufe, Trassen, Temperaturniveaus) ➔ Interessenabfragen zur Ermittlung realistischer Anschlussquoten und potenzieller Ankerkunden ➔ Prüfung einer Netzkopplung mit dem bestehenden Gebäudenetz sowie Nutzung überschüssiger Wärme (z.B. aus dem Netz der Südwärme) ➔ Bewertung erneuerbarer Energieträger (Erdwärme, Luftwärme, Solarthermie) ➔ Bewertung von Flächenpotenzialen für Geothermie und den Einsatz einer Großwärmepumpe kombiniert mit Photovoltaik Bei positivem Ergebnis soll ein Wärmenetz durch einen Betreiber gebaut werden und somit zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Nieder-Ingelheim beitragen.
Umsetzungsschritte	1. Zusammenstellung der Unterlagen für den BEW-Modul 1-Antrag 2. Antragstellung bei BAFA / BMWK 3. Abstimmung mit bestehenden Netzbetreibern: Kopplungsmöglichkeiten mit bestehenden Gebäudewärmenetzen 4. Beauftragung eines Ingenieurbüros für die Machbarkeitsstudie 5. Beauftragung der Planungsleistungen bei positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudie 6. Bei positivem Ergebnis: Antrag Modul 2 (Detailplanung) und später Modul 3 (Bau)
Resultierende Treibhausgaseinsparung	3.110 t CO_2e / a

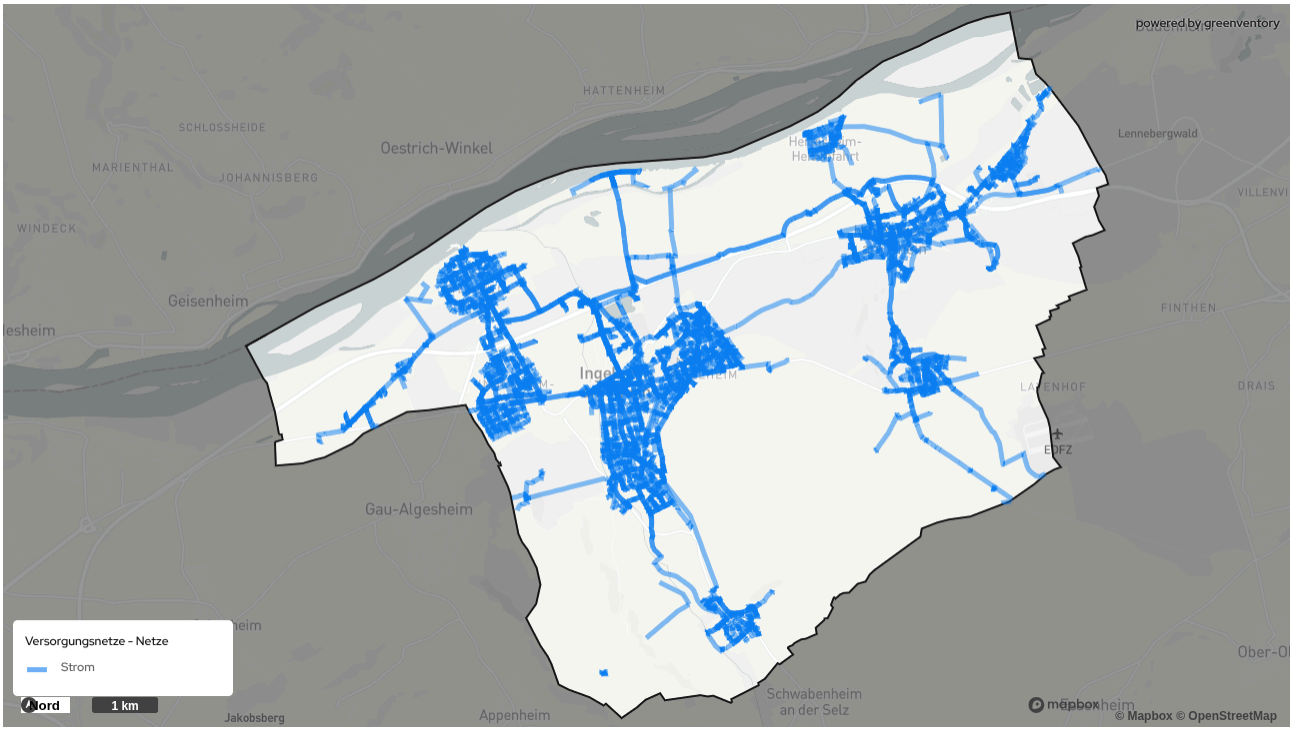
7.1.5 Maßnahme 5: Dekarbonisierung der Nahwärmeerzeugung



Flächen / Ort	Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung, Betreiber der bestehenden Wärmenetze
Geschätzte Kosten	Personalaufwand Verwaltung
Fördermöglichkeiten	Keine bekannten Fördermöglichkeiten zum aktuellen Zeitpunkt
Umsetzungszeitraum	2026 bis 2030
Beschreibung der Maßnahme	Ziel dieser Maßnahme ist es, die Dekarbonisierung der bestehenden, noch auf fossilen Energieträgern basierenden Wärmenetze im Stadtgebiet Ingelheim aktiv voranzutreiben. Hierzu führt die Stadtverwaltung Gespräche mit den relevanten Netzbetreibern, um konkrete Transformationspfade hin zur klimaneutralen Wärmeerzeugung abzufragen oder gemeinsam zu entwickeln. Auf dieser Basis sollen Dekarbonisierungspfade für die einzelnen Gebäudewärmenetze entworfen werden, um eine klimaneutrale Erzeugung bis spätestens 2040 sicherzustellen. Die Maßnahme orientiert sich an den gesetzlichen Zwischenzielen und Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG): ➔ Gebäudenetze: mindestens 65 % erneuerbare Energien bis 2040 ➔ Wärmenetze: mindestens 30 % erneuerbare Fernwärme bis 2030, mindestens 80 % bis 2040 Darüber hinaus ist vorgesehen, mit einzelnen Betreibern von Gebäudewärmenetzen Gespräche über mögliche Zusammenschlüsse oder Erweiterungen der bestehenden Infrastruktur zu führen, um

	Synergien zu nutzen und die Integration erneuerbarer Wärmequellen zu erleichtern.
Umsetzungsschritte	1. Nutzung der Datenerhebung der kommunalen Wärmeplanung zur systematischen Erfassung der bestehenden Gebäudewärmenetze im Stadtgebiet 2. Gesprächsführung mit den jeweiligen Betreibern zu bestehenden und geplanten Dekarbonisierungsstrategien 3. Erstellung eines Überblicks über geplante Maßnahmen zur Integration erneuerbarer Energien
Resultierende Treibhausgaseinsparung	Nicht bezifferbar

7.1.6 Maßnahme 6: Zielnetzplanung Stromnetzausbau



Flächen / Ort	Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stromnetzbetreiber Rheinhessische Energie- und Wasserversorgungs-GmbH
Geschätzte Kosten	n.n.
Fördermöglichkeiten	derzeit keine
Umsetzungszeitraum	2025 bis 2030
Beschreibung der Maßnahme	Durch die Energiewende ist mit einer zunehmenden Elektrifizierung durch PV-Anlagen, Wärmepumpen, Ladeinfrastruktur und Batteriespeicher zu rechnen. Hinzu kommen sich ändernde Rahmenbedingungen, die die Netzbetreiber vor immer neue Herausforderungen stellen. ➔ Vorgaben zum Schutz des Klimas ➔ Rasante Novellierung der gesetzlichen Vorgaben ➔ Rasche technologische Entwicklung ➔ Sektorenkopplung ➔ Wandel der Bevölkerungsstruktur ➔ Verdichtung von Wohnraum ➔ Einsatz alternativer Energieträger und zu erwartende Verbrauchsänderung Um dem zu begegnen und um die Versorgungssicherheit sicher zu stellen,

	hat die Rheinhessische im Jahr 2025 das Projekt ‚Optinetz' gestartet. Ziel des Projektes ist die Ermittlung der optimalen Netzstruktur für die zukünftige Versorgungsaufgabe. Dabei wird ein digitales Netzmodell mit anschließender Analyse erstellt. Anhand von Rahmenbedingungen und Prognosen werden Zielnetzszenarien aufgebaut, die in einen Maßnahmen- und Umsetzungsplan münden.
Umsetzungsschritte	1. Ermittlung von Szenarien für zukünftige Lastzuwächse durch Wärmepumpen, Elektromobilität, PV-Anlagen und Batteriespeicher. 2. Fahrplan zur Sicherung von Netzkapazität und -stabilität bei fortschreitender Elektrifizierung entwickeln; zunächst in der Mittelspannung (MS), bei fortschreitender Umsetzung iMS (intelligenter Messsysteme) auch in der Niederspannung (NS). 3. Langfristige Modernisierung des Verteilnetzes mit dem Ziel minimaler investiver Mittel planen – Leitungsverstärkungen, neue Umspannpunkte sowie Last- und Flexibilitätsmanagement, Bewertung vermaschter Stromteilnetze (miteinander verbundene Stromnetzabschnitte mit mehreren Einspeise- und Abnahmepunkten, die eine flexible und ausfallsichere Stromverteilung ermöglichen) mit Einspeisungen und Ausspeisungen. 4. Bewertung notwendiger Netzausbau- und Flexibilitätsmaßnahmen (z. B. Leitungsverstärkung, zusätzliche Umspannpunkte, Lastmanagement). 5. Alle Umsetzungsschritte werden vom Bereich Netzplanung der Rheinhessische erarbeitet.
Resultierende Treibhausgaseinsparung	Nicht bezifferbar

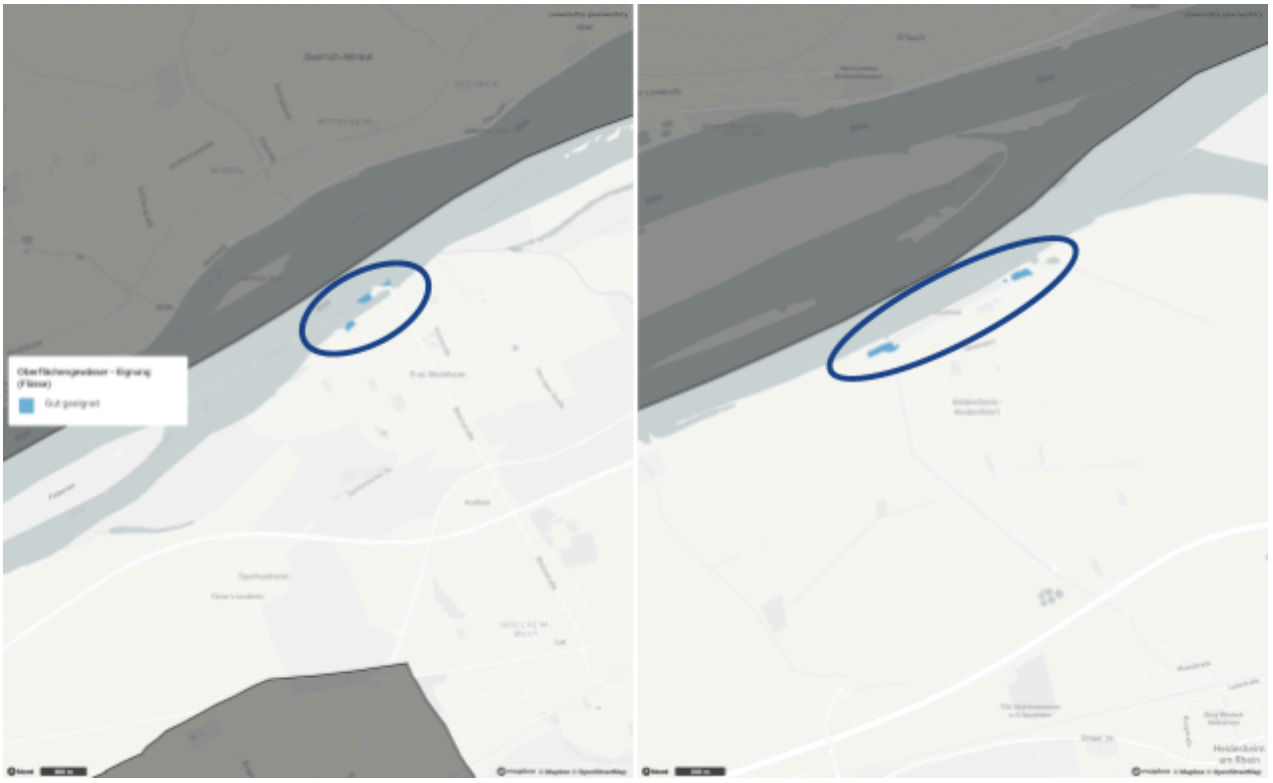
7.1.7 Maßnahme 7: Prüfauftrag – Erstellung eines Konzeptes zur Erschließung des Wärmepotenzials der Kläranlagen



Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim*: Aufgeführte kommunale Kläranlage und Abwassernetz (> DN 800) im Stadtgebiet
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung, AVUS Ingelheim
Geschätzte Kosten	ca. 20.000 € für die Machbarkeitsstudie zur Untersuchung des Auslasskanals des Klärwerkes (Planungskosten)
Fördermöglichkeiten	Förderung nach BEW Modul 1, sofern die Untersuchung im Kontext eines Wärmenetzes erfolgt
Umsetzungszeitraum	2026 bis 2030
Beschreibung der Maßnahme	Ziel der Maßnahme ist die Untersuchung und Bewertung des Wärmepotenzials kommunaler Kläranlagen zur möglichen Einspeisung in bestehende oder geplante Wärmenetze. Dabei wird die Abwasserwärmenutzung als Energiequelle betrachtet. Abwasserwärmenutzung: Das Abwasser weist ganzjährig konstante Temperaturen zwischen 10 °C und 20 °C auf. Durch Wärmetauscher und Wärmepumpen kann diese Energie effizient genutzt werden, indem das Temperaturniveau für die Netze angehoben wird. Mögliche Installationsorte für Wärmetauscher sind die Kanalisation, der Zulauf oder bevorzugt der Ablauf der Kläranlage, da dort bereits gereinigtes Abwasser verwendet wird und die Reinigungsprozesse unbeeinträchtigt bleiben. Die hydraulische Leistungsfähigkeit der Kanäle ist vorab zu prüfen, um

	abzuklären, ob ein nachträglicher Einbau eines Wärmetauschers möglich ist, oder aber ob ein Kanalneubau erforderlich wäre.
Umsetzungsschritte	1. Abschätzung des realistischen Wärmepotenzials des Auslaufkanals der Kläranlage im Rahmen einer Machbarkeitsstudie 2. Technisch-wirtschaftliche Bewertung der Einbindungsmöglichkeiten in bestehende oder geplante Wärmenetze 3. Rückkopplung der Ergebnisse in die kommunale Wärmenetzplanung 4. Entwicklung eines Konzeptes für Pilotprojekte oder Demonstrationsanlagen
Resultierende Treibhausgaseinsparung	Nicht bezifferbar

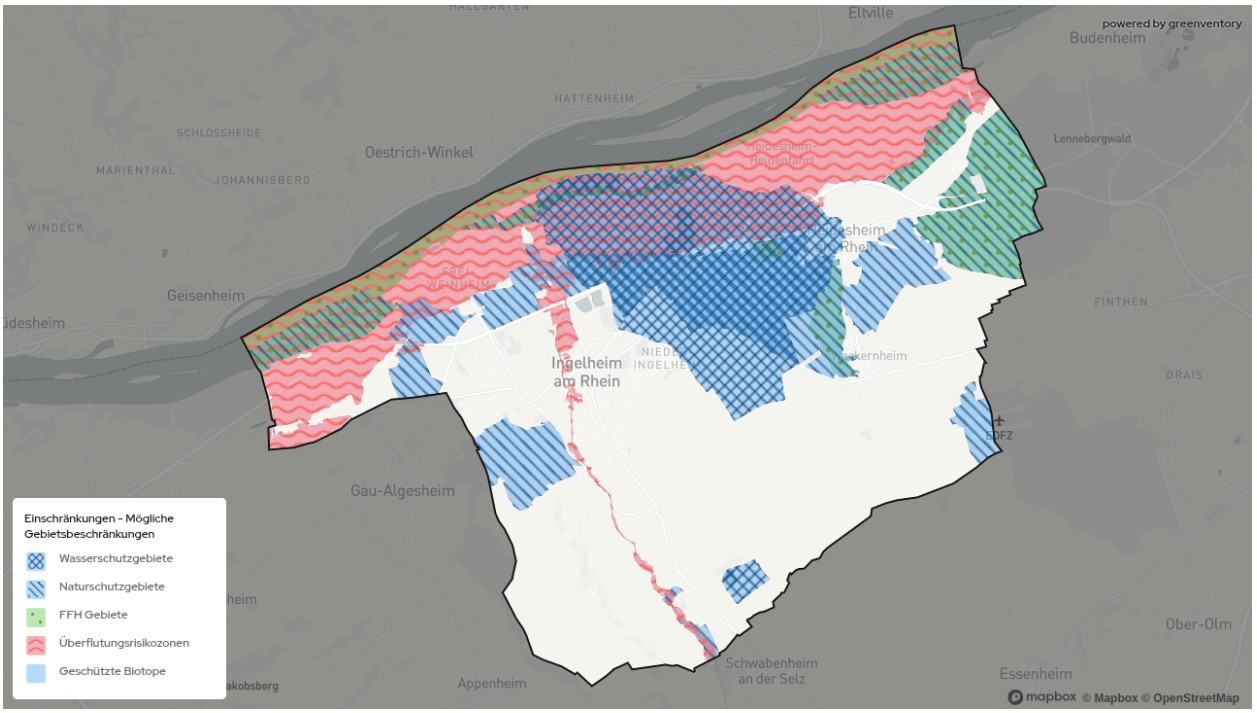
7.1.8 Maßnahme 8: Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung des Oberflächengewässers



Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim:* Uferflächen der Stadt, insbesondere Rheinfläche um Eignungsgebiet 1
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung, Planungsbüro, Wärmenetzbetreiber, Rheinhessische
Geschätzte Kosten	Etwa 50.000 € (Machbarkeitsstudie)
Fördermöglichkeiten	Förderung nach BEW Modul 1, sofern die Untersuchung im Kontext eines Wärmenetzes erfolgt
Umsetzungszeitraum	Beginn innerhalb von 6–9 Monaten nach Abschluss des kommunalen Wärmeplans (KWP)
Beschreibung der Maßnahme	Ziel dieser Maßnahme ist die technische und wirtschaftliche Prüfung der Nutzung von Flusswasser als Wärmequelle für eine zentrale Großwärmepumpe. Flusswasser bietet durch seine ganzjährig relativ konstante Temperatur ein hohes Potenzial für eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung. Die Machbarkeitsstudie soll eine Standortanalyse für Wärmepumpenstandorte und Leitungsführungen vom Fluss bis zu den geplanten Anlagen in Frei-Weinheim und Heidesheim-Heidenfahrt umfassen. Dabei sind insbesondere Wasserqualität, Strömungs- und Temperaturverhältnisse zu untersuchen, um die Dimensionierung und technischen Spezifikationen festzulegen. Ein modularer Anlagenaufbau wird empfohlen, damit Wartungsarbeiten oder Ausfälle keine Unterbrechung der Versorgung verursachen.

	Zudem sollen Investitions- und Betriebskosten kalkuliert und Genehmigungsverfahren (z. B. wasserrechtliche Erlaubnis nach WHG) frühzeitig vorbereitet werden. Basierend auf den Ergebnissen kann entschieden werden, ob und wie Flusswärme als erneuerbare Wärmequelle in die zukünftige Nahwärmeversorgung integriert wird.
Umsetzungsschritte	1. Erstellung eines detaillierten Projektplans mit Definition der Untersuchungsgebiete und Projektbeteiligten 2. Durchführung hydrographischer und wasserwirtschaftlicher Analysen zur Ermittlung von Temperatur- und Strömungsprofilen 3. Technische Bewertung möglicher Wärmepumpenstandorte entlang des Rheinufers 4. Planung der Leitungsführung zwischen Entnahmestelle und Wärmeerzeugungsanlage 5. Kalkulation von Investitions-, Betriebskosten und Energieeinsparpotenzialen 6. Einleitung der Genehmigungsverfahren (insbesondere wasserrechtliche Erlaubnisse, Umweltverträglichkeitsprüfung) 7. Identifizierung und Bewertung von Fördermöglichkeiten (z. B. BEW, EU-Programme) 8. Erstellung eines Installations- und Zeitplans für mögliche Pilotprojekte 9. Rückkopplung der Ergebnisse in die kommunale Wärmeplanung

7.1.9 Maßnahme 9: Sicherstellung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien und für Wärmespeicher

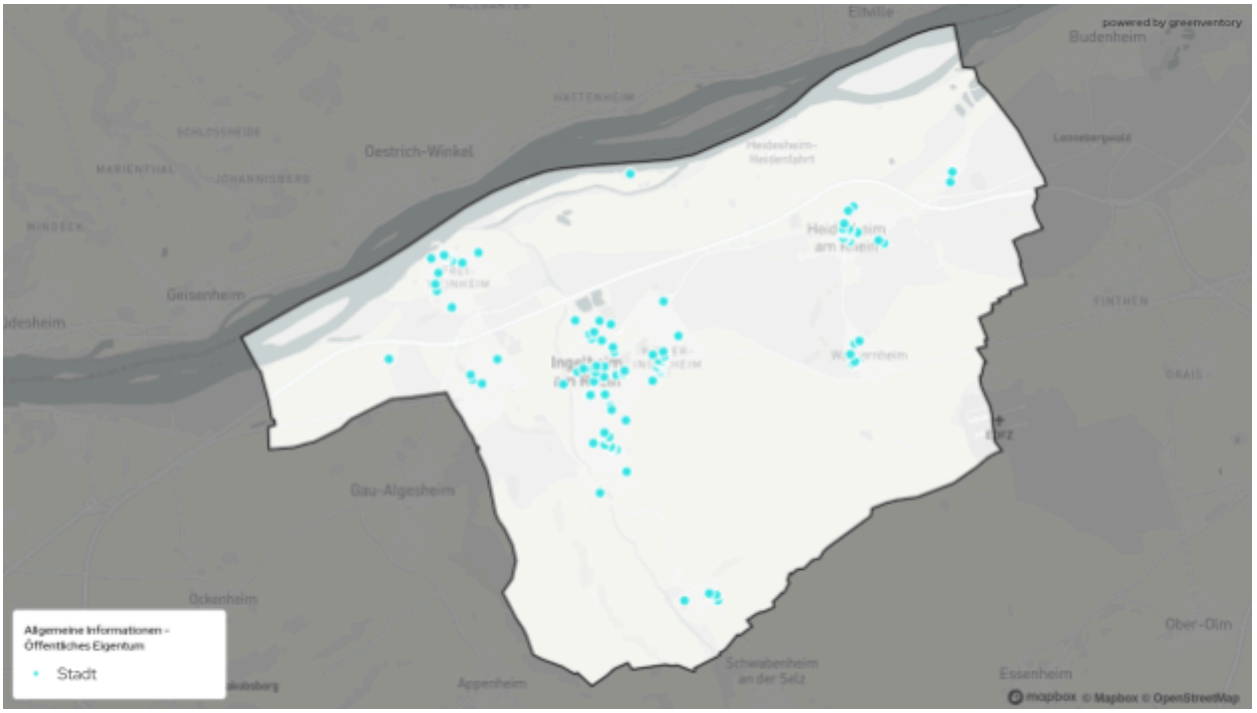


Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim:* Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung, Planungsbüro
Geschätzte Kosten	Keine direkten Kosten für die Stadt (außer Verwaltungs- und Personalaufwand)
Fördermöglichkeiten	EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz), BEW (Bundesförderung effiziente Wärmenetze)
Umsetzungszeitraum	2026 - 2030
Beschreibung der Maßnahme	Ziel dieser Maßnahme ist die Sicherung geeigneter Flächen für die Erzeugung klimaneutraler Strom- und Wärmequellen, insbesondere für Solarthermieanlagen und Wärmespeicher[7] (z. B. Erdbeckenspeicher oder Tankspeicher). Die Maßnahme dient dazu, langfristig Flächen zu identifizieren und zu sichern, die für den Ausbau und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erforderlich sind. Die Flächensicherung soll dabei die Nutzung durch Wärmenetzbetreiber ermöglichen und gleichzeitig Kosten, Flächenkonkurrenzen, gesellschaftliche Akzeptanz und raumplanerische Prioritäten berücksichtigen.
Umsetzungsschritte	1. Fortschreibung und Aktualisierung der Potenzialflächenerhebung für

[7] Dieses Potenzial wurde innerhalb der kommunalen Wärmeplanung nicht identifiziert und sollte in nachgelagerten Schritten ermittelt werden.

	erneuerbare Energien und Wärmespeicher 2. Bewertung der identifizierten Flächen nach Kosten, Flächenkonkurrenz, Akzeptanz und raumplanerischer Eignung 3. Priorisierung und Überführung geeigneter Flächen in einen verbindlichen Sicherungsplan 4. Sicherung dieser Flächen durch Kauf, Pacht oder planungsrechtliche Festsetzungen (z. B. Bebauungspläne) 5. Abstimmung mit Netzbetreibern, Stadtverwaltung und potenziellen Projektträgern 6. Einbindung in die kommunale Wärmeplanung und in Transformationspfade zur Dekarbonisierung

7.1.10 Maßnahme 10: Weiterentwicklung des Leitfadens für nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen



Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim:* Kommunale Liegenschaften im Stadtgebiet
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung Ingelheim
Geschätzte Kosten	Personalaufwand der Verwaltung
Fördermöglichkeiten	Keine derzeit bekannten Fördermöglichkeiten
Umsetzungszeitraum	fortlaufend
Beschreibung der Maßnahme	Der „Leitfaden für nachhaltiges und wirtschaftliches Bauen“ wird seit 2020 verbindlich in der Stadtverwaltung Ingelheim am Rhein angewendet. Ziel der Maßnahme ist die fachliche und inhaltliche Weiterentwicklung des Leitfadens unter Berücksichtigung der fortlaufenden Änderungen der einschlägigen gesetzlichen Regelungen (u. a. WPG, GEG). Hintergrund: Der Leitfaden zum nachhaltigen und wirtschaftlichen Bauen beschreibt die Qualitäten, die zur Erzielung umweltfreundlicher und energieeffizienter Systemlösungen bei Neu-, Umbau- und Sanierungsvorhaben notwendig sind und legt mit Hilfe der tabellarischen Übersichten, die Abläufe, die zur Erreichung dieser Qualitäten eingehalten werden sollen, fest. Zu den vorgegebenen Qualitäten gehören zusammengefasst: ➔ Eine hohe Energieeffizienz zur Minimierung der Folgekosten und ein Beitrag zum Klimaschutz ➔ Minimierung des Materialeinsatzes und des Primärenergiebedarfs der Baustoffe (möglichst recyclingfähig, regional), auch im Hinblick der Thematik „graue Energie“

	➔ Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Konstruktionen und Bauteile ➔ Gesundheit und Behaglichkeit für den Nutzer ➔ Eine möglichst weitgehende Herstellung des „barrierefreien Bauens“ ➔ Eine angemessene Gestaltung von Neubauten, die die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang fördert ➔ Erhaltung gestalterisch hochwertiger oder denkmalgeschützter Gebäude ➔ Eine Reduzierung der Aufwendungen für Bauunterhalt, Reinigung und Pflege

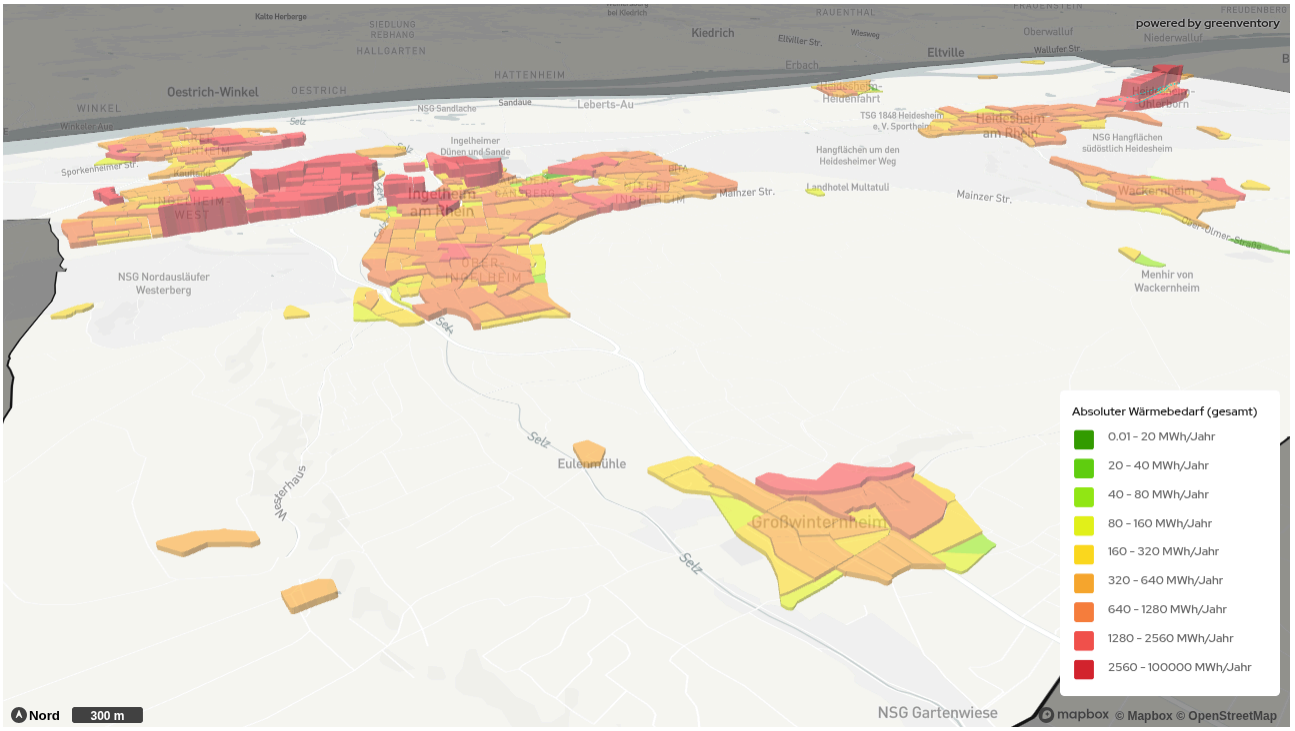
7.1.11 Maßnahme 11: Information zur Wärmewende in Ingelheim

Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim:* Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	Stadtverwaltung Ingelheim
Geschätzte Kosten	Abhängig von Konzeption, Veranstaltungsgröße, Miet- und Personalkosten
Fördermöglichkeiten	Keine derzeit bekannten Fördermöglichkeiten
Umsetzungszeitraum	Beginn innerhalb von 3 Jahren
Beschreibung der Maßnahme	Ziel dieser Maßnahme ist es, Transparenz über die Wärmewende in Ingelheim zu schaffen, Verständnis und Beteiligung der Bevölkerung zu fördern sowie Fragen und Unsicherheiten zu klären. Durch regelmäßige Informationsveranstaltungen soll die Bevölkerung über aktuelle Entwicklungen, Fördermöglichkeiten und Beteiligungsoptionen im Bereich der nachhaltigen Wärmeversorgung informiert werden. Geplant sind regelmäßige Themenveranstaltungen und Kampagnen, die sich an verschiedene Zielgruppen richten. Schwerpunkte bilden: ● Informationskampagne zum Anschluss an Nahwärmenetze in den identifizierten Eignungsgebieten ● Bürgerenergie-Initiativen und Genossenschaften zur gemeinschaftlichen Wärme- und Stromerzeugung ● Eigen-Wärmeversorgung und Photovoltaik-Offensive für Privathaushalte ● Ergänzende Online-Angebote und Informationsmaterialien über die städtischen Medien und die KlimaWerkstatt Ingelheim Die Organisation erfolgt durch die Stadt Ingelheim in Kooperation mit unabhängigen Beratungsinstitutionen wie der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz und der Energieagentur RP.
Umsetzungsschritte	1. Konzeption eines Kommunikations- und Veranstaltungskalenders für regelmäßige Informationsangebote 2. Abstimmung der Themen mit beteiligten Partnern (Energieagentur, Verbraucherzentrale, lokale Initiativen) 3. Durchführung von Veranstaltungen zu Schwerpunktthemen (Nahwärme, PV, Eigenversorgung, Bürgerenergie) 4. Erstellung von Informationsmaterialien (Flyer, Broschüren, Website-Inhalte, Social Media-Beiträge) 5. Nutzung bestehender Formate wie Energie-Stammtisch Wackernheim und EnergieCafé im Mehrgenerationenhaus 6. Integration der Öffentlichkeitsarbeit in bestehende Programme der KlimaWerkstatt Ingelheim

7.1.12 Maßnahme 12: Förderung von Nachbarschaftsnetzwerken zu nachhaltigen Heizsystemen

Flächen / Ort	*Stadtteile Ingelheim:* Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	KlimaWerkstatt und Stadtverwaltung
Geschätzte Kosten	Personalaufwand der Verwaltung, Buchung externer Referent:innen, Kosten für Energieberatung vor Ort
Fördermöglichkeiten	Keine derzeit bekannten Fördermöglichkeiten
Umsetzungszeitraum	zeitnaher Beginn
Beschreibung der Maßnahme	Ziel der Maßnahme ist es, den Austausch und die Zusammenarbeit innerhalb von Nachbarschaften zu fördern, um nachhaltige und zukunftsfähige Heizsysteme gemeinschaftlich zu planen und umzusetzen. Der Austausch zwischen Nachbarn ist besonders niedrigschwellig und vertrauensvoll, sodass Skepsis gegenüber nachhaltigen Heizsystemen überwunden werden kann. Die Stadt kann Nachbarschaftsnetzwerke durch Informationsveranstaltungen und Beratung vor Ort unterstützen, sowie durch die Bereitstellung von Plattformen für den Wissens- und Erfahrungsaustausch. Zudem können Informationen zu Förderprogrammen, technischer Fachberatung oder der Entwicklung und Bereitstellung von Musterverträgen für gemeinschaftlich betriebene Anlagen bereitgestellt werden. Durch diese Maßnahmen wird nicht nur die energetische Versorgung nachhaltig gestaltet, sondern auch der soziale Zusammenhalt in den Quartieren gestärkt.
Umsetzungsschritte	1. Bewerbung von Nachbarschaftsnetzwerken 2. Vermittlung von Fachakteuren aus der Energieberatung, Heizungsbau und Gebäudesanierung 3. Erarbeitung eines bedarfsorientierten Beratungsangebotes

7.1.13 Maßnahme 13: Digitalisierung und Monitoring



Flächen / Ort	Stadtgebiet Ingelheim
Verantwortlicher Akteur	KlimaWerkstatt, Klimaschutzmanager, Dienstleister
Geschätzte Kosten	Personalaufwand der Verwaltung, Lizenzkosten für Dienstleistung
Fördermöglichkeiten	Landes- und Bundesförderungen
Umsetzungszeitraum	Beginn innerhalb von 3 Jahren
Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen dieser Maßnahme ist eine regelmäßige, gesetzlich vorgeschriebene Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung im Fünfjahresrhythmus gemäß § 25 Wärmeplanungsgesetz vorzusehen. Dabei wird überprüft, in welchem Umfang die definierten Ziele für die jeweiligen Stützjahre erreicht wurden. Abweichungen von den Zielvorgaben sowie deren Ursachen werden systematisch identifiziert und analysiert, um ein umfassendes Verständnis möglicher Fehlentwicklungen zu gewinnen. Auf dieser Grundlage wird die Planung fortlaufend angepasst, sodass notwendige Korrekturen vorgenommen werden können und der Transformationspfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung langfristig gesichert ist. Die Maßnahme verfolgt das Ziel, klare organisatorische Strukturen und eindeutige Zuständigkeiten innerhalb der Stadtverwaltung zu schaffen, um die Umsetzung und das Monitoring der Wärmeplanung effizient und kontinuierlich zu gestalten. Dazu gehört die Festlegung verantwortlicher Abteilungen oder Personen, die als zentrale Ansprechpartner fungieren und die interne Koordination der Maßnahmenumsetzung übernehmen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Optimierung der Schnittstellen zu anderen relevanten Bereichen wie der Stadtplanung oder der Energieversorgung, um einen reibungslosen Informationsaustausch und

	abgestimmte Prozesse sicherzustellen. Zudem soll die Wärmeplanung langfristig fest in die kommunalen Abläufe integriert werden, sodass sie nachhaltig in der Verwaltungsstruktur verankert bleibt.
Umsetzungsschritte	1. Zuständigkeiten und Strukturen innerhalb der Stadtverwaltung festlegen 2. Monitoringkonzept entwickeln und regelmäßige Datenerhebung durchführen 3. Zielerreichung prüfen, Abweichungen analysieren und Anpassungen ableiten. 4. Wärmeplanung fortschreiben und dauerhaft in Verwaltungsabläufe integrieren.

7.2 Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Wärmenetz-Eignungsgebieten gelegt werden. So kann für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Bewohnerinnen und Bewohner frühzeitig Klarheit geschaffen werden, ob und wann es gegebenenfalls ein Wärmenetz in ihrer Straße geben kann. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen bewertet sowie die Verfügbarkeit von Standorten zukünftiger Heizzentralen geprüft und gegebenenfalls gesichert werden. Geplant sind Machbarkeitsstudien zur Nutzung von Flusswasserwärme, oberflächennaher Geothermie, Luftwärmepumpen als Energieträger in möglichen Wärmenetzen. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und laufenden oder geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende In Ingelheim ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Auch ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten für das Thema Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen erforderlich sein.

Außerdem sollte ein Schwerpunkt darauf gelegt werden, den Energiebedarf sowohl von kommunalen Liegenschaften als auch Privatgebäuden zu reduzieren. Kommunale Liegenschaften haben dabei einen Vorbildcharakter.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetz-eignungsgebieten wie in den Maßnahmen beschrieben, beginnen. Hierbei ist die vorangegangene Prüfung der Machbarkeit essenziell.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle fünf Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie deren Aktualisierung und Überarbeitung.

Langfristige Ziele bis 2035 und 2040 können darin bestehen, die Dekarbonisierungsstrategie weiterzuführen. Dazu gehört insbesondere ein konsequenter Ausbau der Netzinfrastruktur, der neben dem Wärmesektor auch den Stromsektor berücksichtigt. Bis 2040 sollte im Mittel die jährliche Sanierungsquote von ca. 2 % eingehalten werden. Die Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme sollte bis dahin abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

In Tabelle 6 sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungs-empfehlungen aufgelistet. Die Tabelle 7 stellt zudem Möglichkeiten der Kommune zur Gestaltung der Energiewende dar.

7.2.1 Finanzierung

Die Umsetzung der Wärmewende stellt eine erhebliche finanzielle Herausforderung dar, die eine koordinierte Anstrengung von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren erfordert. Es ist unerlässlich, eine multifaktorielle Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.

Öffentliche Finanzierung: Staatliche Förder-programme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung

entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Stadt abhängen.

Private Investitionen und PPP: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Akteure aus dem privaten Sektor zu unterstützen. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerfinanzierung über Genossenschaftsmodelle oder Crowdfunding-Plattformen sollte geprüft und bei Bedarf aktiv beworben werden. Das erhöht die finanzielle Kapazität und stärkt die öffentliche Akzeptanz der Maßnahmen.

7.2.2 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile. Die Umsetzung des Wärmeplans kann positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die regionale Wirtschaft haben und gleichzeitig die lokale Wertschöpfung fördern. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Stadt und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und Zulieferer können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und eine nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

7.2.3 Fördermöglichkeiten

Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu ihrer Umsetzung empfohlen:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

Die genannten Förderprogramme entsprechen dem aktuellen Stand der Förderkulisse. Weitreichende Änderungen bei Förderkonditionen, Zuständigkeiten oder Prioritäten sind zukünftig nicht auszuschließen. Es wird daher empfohlen, vor konkreter Projektplanung jeweils den aktuellen Stand der Förderbedingungen zu prüfen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) entwickelt, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze ermöglicht. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Stadtwerke und Vereine / Genossenschaften. Es soll die Dekarbonisierung der Wärme- und Kältenetze in Deutschland beschleunigen. Die Förderung konzentriert sich auf den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen (mindestens 75 %) an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie den Ausbau und die Umgestaltung bestehender Netze. Das Förderprogramm ist in vier Module gegliedert, die im Folgenden beschrieben werden:

Gefördert werden im ersten Schritt (Modul 1) die Kosten für Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme. Die

Förderung beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben und ist auf 2 Mio. Euro pro Antrag begrenzt. Es gibt darüber hinaus Investitionszuschüsse von bis zu 40 % für Maßnahmen für den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden sowie für die Bestandsinfrastruktur von Wärmenetzen (Modul 2). Auch bei Bestandswärmenetzen sind gewisse Einzelmaßnahmen (Modul 3) aus Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen, und Wärmeübergabestationen mit bis zu 40 % der Ausgaben förderfähig. Des Weiteren besteht eine Betriebskostenförderung (Module 4) für erneuerbare Wärmeerzeugung aus Solarthermieanlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen (BAFA, 2024).

Im Hinblick auf das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) angepasst (BMWSB, 2023a, BMWSB, 2023b). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Die BEG fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und der Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme. Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024). Für Bürgerinnen und Bürger, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar (BAFA, 2024). Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Seit Ende Februar 2024 ergänzt das KfW-Programm 458 diese Förderung um eine Heizungsförderung für Privatpersonen (KfW, 2024). § 35c des Einkommensteuergesetzes (EStG) räumt zudem Möglichkeiten ein, Sanierungskosten bei der Einkommenssteuer geltend zu machen.

Auf kommunaler Ebene stellt die KfW neben den klassischen Investitionskrediten – etwa im Rahmen der Programme Investitionskredit Kommunen (IKK) oder Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU) – auch Nachfolgeangebote für das Ende 2023 ausgelaufene Zuschussprogramm „Energetische Stadtsanierung" (KfW 432) bereit. Bereits bewilligte Fördermittel aus diesem Programm werden weiterhin ausgezahlt (KfW, 2024).

Tabelle 6: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Handlungsvorschläge für Schlüsselakteure	
Immobilien-besitzer	→ Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen → Investitionen in Gebäudesanierungen sowie in energieeffiziente Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan → Installation von Photovoltaikanlagen, bei Mehrfamilienhäusern inklusive Evaluation von Mieterstrommodellen oder Dachpacht
Energie-	Wärme:

versorger	→ Strategische Evaluation des Wärmenetzbaus → Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen z. B. Contracting → Ausbau bestehender Wärmenetze basierend auf KWP und Machbarkeitsstudien → Transformation bestehender Wärmenetze → Bewertung der Machbarkeit von kalten Wärmenetzen → Physische oder vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie erneuerbaren Energien als Energiequellen für Wärmenetze → Digitalisierung und Monitoring von Wärmenetzen Strom: → Erstellung von detaillierten Netzstudien, basierend auf den Ergebnissen der KWP → Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur → Konsequenter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung → Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz Vertrieb: → Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme-, bzw. Heizstromprodukten → Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten
Stadt	→ Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorger und Projektierern → Akteurssuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete → Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende → Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften → Einführung und Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz → Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP → Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans
Städtische Wohnbau-gesellschaft	→ Systematische energetische Bewertung des gesamten Bestandsportfolios, insbesondere in den identifizierten Eignungsgebieten → Integration von Sanierungsfahrplänen und Wärmeversorgungsstrategien in die mittel- und langfristige Investitionsplanung → Prüfung und Umsetzung von seriellen Sanierungslösungen („Energiesprong"-Ansatz) für Gebäudetypen mit hoher Stückzahl → Kooperation mit Wärmenetzbetreibern zur frühzeitigen Anbindung an Wärmenetze,

	inkl. Abschluss von Vorverträgen ➔ Implementierung von Mieterstrommodellen oder Drittnutzungsmodellen bei PV-Ausbau (z. B. Dachverpachtung an Energiegemeinschaften) ➔ Nutzung von Förderprogrammen für die sozialverträgliche Sanierung, insbesondere zur Entlastung einkommensschwacher Mieterinnen und Mieter ➔ Kommunikation mit und Beteiligung der Mieterinnen und Mieter vor und während Sanierungsvorhaben zur Erhöhung der Akzeptanz ➔ Vorbildfunktion in städtebaulichen Entwicklungsgebieten und bei Nachverdichtung: energieeffiziente Neubauten mit Netzintegration und Klimaneutralitätsziel

Tabelle 7: Kommunale Handlungsmöglichkeiten

Verlegung von Wärmenetzleitungen: Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Wärmenetzleitungen im Stadtgebiet. ***Stadtplanung:*** Ausweisung von Flächen für die erneuerbare Wärmeerzeugung in Flächennutzungsplänen. Vorhaltung von Flächen für Heizzentralen in Bebauungsplänen. ***Stadtumbaumaßnahmen:*** Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse. ***Öffentlichkeits- und Bürgerbeteiligung:*** Proaktive Informationskampagnen und Bürgerbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen. ***Vorbildfunktion der Kommune:*** Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden. ***Direkte Umsetzung bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften:*** Umsetzung der Maßnahmen zur erneuerbaren Wärmeversorgung auf Grundlage des Wärmeplans bei kommunalen Stadtwerken oder Wohnbaugesellschaften. ***Bauleitplanung bei Neubauten:*** Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubauten (gem. § 9 Abs. 1 Nr. 12, 23b; § 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB). ***Regulierung im Bestand:*** Einführung von Verbrennungsverboten für fossile Energieträger in bestimmten Gebieten (Vorgabe von Emissionsschutznormen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 23a BauGB). ***Anschluss- und Benutzungszwang:*** Erlass einer Gemeindesatzung zur Festlegung eines Anschluss- und Benutzungszwangs für erneuerbare Wärmeversorgungssysteme.

8 Verstetigung der Wärmeplanung

8.1 Verstetigungskonzept

Die im Kontext der kommunalen Wärmeplanung definierten Maßnahmen zur Erreichung der langfristigen Klimaziele sollten kontinuierlich und konsequent umgesetzt, regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Um dies zu gewährleisten, definiert die Verstetigungsstrategie die wesentlichen Leitlinien, sodass die Umsetzung des Wärmeplans als strategisches Planungsinstrument der übergeordneten Wärmewende fester Bestandteil der kommunalen Prozesse in Ingelheim am Rhein werden kann.

Eine Verstetigungsstrategie inklusive eines Monitoringkonzeptes sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass Maßnahmen zur Umsetzung effektiv umgesetzt werden. Innerhalb der politischen und verwaltungstechnischen Prozesse der Stadt Ingelheim sollte die Strategie im Nachgang der Wärmeplanung angepasst und umgesetzt werden.

Ziel des Verstetigungskonzeptes ist die Etablierung einer strukturierten Vorgehensweise mit einer langfristigen Zielorientierung, die Effizienz und Verbindlichkeit im Prozess der kommunalen Wärmewende gewährleisten soll. Zugleich gehören kontinuierliche Verbesserungen und Anpassungen an sich ändernde Rahmenbedingungen und Herausforderungen ebenfalls zum Zielbild der Verstetigung. Das Verstetigungskonzept definiert die Verstetigungsstrategie als dynamischen, fortlaufend zu evaluierenden Prozess.

Gesetzlicher Rahmen und Fortschreibungspflicht

Die im Rahmen dieser Verstetigungsstrategie vorgesehenen Maßnahmen orientieren sich an den gesetzlichen Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG). Insbesondere wird der Anforderung Rechnung getragen, den kommunalen Wärmeplan in regelmäßigen Abständen – mindestens alle fünf Jahre gemäß § 25 WPG – fortzuschreiben. Diese Fortschreibung erfolgt auf Grundlage eines strukturierten Monitorings sowie der Evaluierung der bisherigen Umsetzungsfortschritte. Dadurch wird sichergestellt, dass der Wärmeplan ein dauerhaft wirksames Instrument zur Steuerung der Wärmewende in Ingelheim bleibt.

Integration in bestehende kommunale Planwerke und Strategien

Die Verstetigung der Wärmeplanung wird nicht isoliert betrachtet, sondern gezielt in bestehende kommunale Strategien und Planungsinstrumente eingebettet. Dazu zählen insbesondere der Masterplan CO_2-neutrales Ingelheim 2040, aber auch andere integrierte Stadtentwicklungskonzepte, Flächennutzungspläne sowie sektorale Fachplanungen im Bereich Energie, Mobilität und Gebäude. Ziel ist eine kohärente Gesamtstrategie für die kommunale Transformation, in der die Wärmeplanung als handlungsleitendes Instrument fest verankert ist. Entsprechende Schnittstellen werden im weiteren Prozess identifiziert und genutzt, um Synergien zu heben und Zielkonflikte zu vermeiden.

Organisatorischer Rahmen des Verstetigungskonzeptes

Für die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung wird auf bestehende, fachbereichsübergreifende Strukturen des Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsmanagements (KlimaWerkstatt) innerhalb der Stadtverwaltung Ingelheims zugegriffen.

Das Gesamtpaket soll durch den Ausschuss für Klima- und Umweltschutz koordiniert werden und als zentraler Hub für Information, Projektmanagement und Reporting gesehen werden.

Aufgaben im Rahmen der Verstetigung sind:

- strategische Priorisierung (Zielpfade, jährliche Maßnahmenpakete)
- Abstimmung zwischen Fachbereichen, Energieversorger & Politik

- Fortschritts- und Ressourcenkontrolle.

Ressourcensicherung und Finanzierung der Verstetigung

Um die Verstetigung der Wärmeplanung dauerhaft und belastbar sicherzustellen, ist eine verlässliche Ressourcensicherung erforderlich. Die personellen, finanziellen und organisatorischen Mittel für die prozessverantwortliche Stelle sowie für die Beteiligungs- und Monitoringstrukturen sind daher langfristig in den kommunalen Haushaltsplanungen zu berücksichtigen. Zusätzlich sollen Möglichkeiten der Kofinanzierung durch Bundes- oder Landesförderprogramme (z. B. BEW, KfW, Kommunalrichtlinie) geprüft und bei Bedarf in Anspruch genommen werden. Die frühzeitige Integration der Verstetigungskosten in die mittelfristige Finanzplanung der Stadt Ingelheim bildet hierfür eine zentrale Grundlage. Das zeigen sowohl die Schaffung der Stelle „Projektleitung Kommunale Wärmeplanung" als auch die Einplanung von finanziellen Mitteln im Haushalt.

8.2 Monitoring der Zielerreichung

Das Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und der Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan festgelegten Maßnahmen. Ziel ist es, die Zielerreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen, zu bewerten und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

Monitoringziele

- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Fernwärmeleitungen, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts

Monitoringinstrumente und -methoden

1. Energiemanagementsystem: Etablierung des kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs kommunaler Liegenschaften. Das KEMS soll Energieverbrauchsdaten möglichst vollständig automatisiert erfassen, um den manuellen Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern. Nach der Implementierung des neuen KEMS liegt der Fokus aktuell auf der zugehörigen Datenmigration.
2. Interne Energieaudits: Weiterführung der regelmäßigen internen Energieaudits in kommunalen Liegenschaften zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen.
3. KWP-Kennzahlen und -Indikatoren (nach Möglichkeit georeferenziert): Entwicklung und Anwendung spezifischer Indikatoren für Energieeffizienz, Energieinfrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen, um den Fortschritt auf der gesamtstädtischen Ebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf/-verbrauch und dessen Entwicklung, erneuerbare Erzeugungsleistung, Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch, CO_2-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl PV-Anlagen.
4. Benchmarking: Vergleich der genannten Indikatoren mit ähnlich strukturierten Kommunen, um Best Practices zu identifizieren und Optimierungspotenziale aufzudecken.

Datenerfassung und -analyse

Jährliche interne Energieverbrauchsdokumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen

Liegenschaften werden im Rahmen des KEMS jährlich erfasst und ausgewertet. Dazu gehören Strom, Wärme, Kälte und, falls vorhanden, Gas. Diese können im digitalen Zwilling aktualisiert werden.

Berichterstattung und Kommunikation

Regelmäßige Status-Berichte: Erstellung von Berichten in Form von Mitteilungen oder Informationsvorlagen für den Ausschuss für Klima- und Umweltschutz und den Bau- und Planungsausschuss, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen.

Organisation von Networking-Events für alle relevanten Akteure der Wärmewende in Ingelheim. Diese Veranstaltungen dienen als zentrale Plattform, um Vertreterinnen und Vertreter aus der Stadtverwaltung, der lokalen Wirtschaft, Energieanbietern, Immobilienbesitzern sowie der Bürgerschaft zu vernetzen und die Akzeptanz sowie die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zu unterstützen.

8.3 Kommunikationsstrategie

Eine effektive Kommunikationsstrategie ist wesentlich für die erfolgreiche Umsetzung des kommunalen Wärmeplans. Sie fördert Transparenz, stärkt das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger und ermöglicht eine aktive Beteiligung aller relevanten Akteure. Die ersten konkreten Schritte wurden zum Teil bereits im Maßnahmenkatalog entwickelt (siehe Kapitel 7.1). Die zentralen Elemente der Strategie werden im Folgenden für den kommunalen Wärmeplan in Ingelheim ausgeführt.

8.3.1 Struktureller Aufbau der Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie verfolgt folgende Hauptziele:

- **Information:** Die Bevölkerung und alle relevanten Stakeholder über die Ziele, Maßnahmen und Fortschritte der Wärmeplanung sollen umfassend informiert werden.
- **Beteiligung:** Möglichkeiten zur aktiven Mitwirkung sollen angeboten werden und der Dialog zwischen Verwaltung, Bürgerinnen und Bürgern sowie weiteren Akteuren soll gefördert werden.
- **Akzeptanz:** Verständnis und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen sollen geschaffen werden, um eine breite Akzeptanz sicherzustellen.

Kommunikationsmaßnahmen, die im Rahmen der Kommunikationsstrategie getroffen werden sollten, richten sich an die folgenden Zielgruppen. Diese wurden teilweise bereits im Laufe der Erstellung des KWP eingebunden:

- **Bürgerinnen und Bürger:** Information über geplante Maßnahmen und deren Auswirkungen auf den Alltag.
- **Politische Entscheidungsträger:** Einbindung in Entscheidungsprozesse und Bereitstellung relevanter Informationen.
- **Wirtschaft und Gewerbe:** Information über Chancen und Herausforderungen der Wärmeplanung für lokale Unternehmen.
- **Fachöffentlichkeit und Medien:** Bereitstellung fachlicher Informationen und Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit.

Um Akteure und Betroffene bestmöglich zu informieren, können folgende Kommunikationsinstrumente eingesetzt werden:

- **Öffentlichkeitsarbeit:** Pressemitteilungen, Informationsveranstaltungen und Publikationen, um die Öffentlichkeit zu informieren (siehe Maßnahme 11).
- **Bürgerbeteiligung:** Durchführung von Dialogforen, um die Bevölkerung aktiv einzubeziehen (siehe Maßnahme 11).
- **Digitale Kommunikation:** Nutzung von Websites, sozialen Medien und Newslettern, um aktuelle Informationen bereitzustellen und den Dialog zu fördern (siehe Maßnahme 11).

Die Kommunikationsmaßnahmen sind über den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess

hinweg zeitlich geplant und lassen sich in die folgenden Phasen einteilen:

- **Initialphase:** Einführung in die Wärmeplanung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit. Zu diesem Zweck wurde bereits eine Bürgerveranstaltung durchgeführt, bei der die Ergebnisse des KWP vorgestellt wurden und der Dialog über die aktuelle sowie zukünftige Wärmeversorgung gesucht wurde.
- **Planungsphase:** Vertiefte Informationsvermittlung und intensive Beteiligungsangebote. In dieser Phase werden die im KWP erarbeiteten Maßnahmen durchgeführt.
- **Umsetzungsphase:** Kontinuierliche Berichterstattung über Fortschritte und die Erfolgskontrolle der Maßnahmen. Diese Kommunikationsmaßnahme ist fester Bestandteil des in Kapitel 8.2 beschriebenen Monitoringkonzepts.

Die Wirksamkeit der Kommunikationsstrategie sollte regelmäßig überprüft werden. Hierzu werden optimalerweise effektive Feedbackmechanismen wie Umfragen und Auswertungen von Beteiligungsformaten genutzt, um die Kommunikationsstrategie bei Bedarf anzupassen.

8.3.2 Beteiligungskonzept für die Erstellung des Wärmeplans

Bei der Öffentlichkeitsbeteiligung wurden drei Zielgruppen unterschieden, die mit unterschiedlichen Zielsetzungen angesprochen wurden:

- Kommunalintern: Die Kommunikation der Wärmeplanung innerhalb der Verwaltung sowie der politischen Gremien und Fraktionen und deren Einbindung in den Prozess gewährleistete einen reibungsfreien Planungsablauf.
- Externe Fachakteure: Eine frühzeitige und kontinuierliche Konsultation der wesentlichen Akteurinnen und Akteure, also der Stakeholder, ließ vorhandenes Wissen und fachliche Beiträge rechtzeitig einfließen und berücksichtigte lokale Besonderheiten.
- Lokale Bevölkerung: Transparente Öffentlichkeitskommunikation und Wissensaufbau in der Bürgerschaft schufen Akzeptanz, Vertrauen und Verständnis für Prozess und Ergebnis.

Eine derart gestaltete Einbindung erleichtert den Prozess der Wärmeplanung, fördert die konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen, erhöht die Qualität des Wärmeplans und steigert nun auch zukünftig Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit für die weitere Umsetzung der Wärmewende.

9 Wesentliche Ergebnisse

Die Stadtverwaltung Ingelheim am Rhein hat den kommunalen Wärmeplan gemeinsam mit der Wohnungsbaugesellschaft Ingelheim am Rhein GmbH (WBI) und der greenventory GmbH erarbeitet. Die Einbindung der WBI erfolgt hierbei explizit als lokale Sachverständige für die Bestandsstruktur, um die Ergebnisse der von der greenventory GmbH unabhängig erstellten Analysen zu plausibilisieren.

Mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans greift die Stadt frühzeitig die Herausforderungen der Wärmewende auf und verfolgt konsequent ihr Ziel, bis zum Jahr 2040 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Die kommunale Wärmeplanung dient dabei als strategisches Planungsinstrument, das auf Basis einer Bestandsanalyse, einer Potenzialanalyse, der Entwicklung eines Zielszenarios mit Wärmenetzeignungsgebieten sowie eines Maßnahmenkatalogs und einer übergreifenden Wärmewendestrategie Handlungssicherheit für Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft schafft.

In Ingelheim am Rhein leben 36.781 Einwohnerinnen und Einwohner auf einer Fläche von etwa 73 km². Der Gebäudebestand umfasst 13.589 Gebäude, von denen der überwiegende Anteil dem Wohnsektor zuzuordnen ist. 59,7 % der Gebäude wurden vor 1979 errichtet und könnten damit ein erhöhtes energetisches Sanierungspotenzial aufweisen.

Der jährliche Wärmebedarf der Stadt Ingelheim beläuft sich derzeit auf 671,5 GWh. Den größten Anteil trägt der Industriesektor mit über der Hälfte (56 %) des gesamten Wärmebedarfs, was maßgeblich auf große, prozessintensive Unternehmen zurückzuführen ist. Der Wohnsektor folgt mit 34,2 % des Wärmebedarfs, während Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie öffentliche Gebäude vergleichsweise geringere Anteile aufweisen. Die Wärmeversorgung ist heute stark fossil geprägt: Erdgas dominiert mit 71,2 % des Endenergieeinsatzes, sowie Heizöl mit 11,2 %. Die fossilen Energieträger sind für 87,8 % der wärmebedingten Treibhausgasemissionen verantwortlich.

Die Analyse der Heizsysteme zeigt, dass ein erheblicher Teil der installierten Anlagen veraltet ist. Rund 45 % der erfassten Heizsysteme sind älter als 20 Jahre, mehr als 20 % überschreiten bereits die 30-Jahre-Marke. Vor dem Hintergrund der Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes, insbesondere § 72 GEG, ist davon auszugehen, dass der Austausch fossiler Heizsysteme in den kommenden Jahren ein zentrales Handlungsfeld der Wärmewende Ingelheims darstellen wird. Dies betrifft sowohl Wohngebäude als auch gewerblich und industriell genutzte Liegenschaften.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine umfassende Potenzialanalyse durchgeführt, um die technisch verfügbaren erneuerbaren Energie- und Effizienzpotenziale zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigen, dass in Ingelheim grundsätzlich ausreichend technische Potenziale aus erneuerbaren Wärmequellen wie Geothermie, Umweltwärme, Abwasser- und Gewässerwärme vorhanden sind, um den zukünftigen Wärmebedarf bilanziell zu decken. Allerdings sind diese Potenziale räumlich unterschiedlich verteilt, unterliegen Flächenkonkurrenzen und weisen teilweise starke saisonale Schwankungen auf. Zudem erfordert ihre Nutzung weiterführende technische, wirtschaftliche und rechtliche Prüfungen, die im Rahmen der Wärmeplanung nicht vertieft wurden.

Für die Erreichung der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung Ingelheims wurde, als weiteren Schritt der kommunalen Wärmeplanung, das Zielbild in Form des Zielszenarios mit Wärmenetzeignungsgebieten entwickelt. Hierfür wurde der zukünftige Wärmebedarf der Stadt mittels simulierter Sanierungstätigkeit und Effizienzgewinnen hergeleitet. Um diesen Wärmebedarf treibhausgasneutral gestalten zu können, wurde ein

Wärmeversorgungsszenario berechnet. Innerhalb dieses Versorgungsszenarios kommen treibhausgasneutrale Technologien wie Wärmepumpen zum Einsatz. Es wurden außerdem voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen in insgesamt vier Stadtgebieten: (1) Frei-Weinheim, (2) Ingelheim-West, (3) Nieder-Ingelheim und (4) Ober-Ingelheim identifiziert. Diese Gebiete zeichnen sich durch hohe Wärmedichten, geeignete Bebauungsstrukturen und/oder die Nähe zu potenziellen erneuerbaren Wärmequellen aus und wurden auf Grundlage von techno-ökonomischen Untersuchungen und Sensitivitätsanalysen abgeleitet. Eine spätere Umsetzung ist jedoch an vertiefende Machbarkeitsstudien und die Gewinnung geeigneter Betreiber geknüpft und kann derzeit nicht garantiert werden. Die Wärmeplanung schafft damit insbesondere Planungssicherheit für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer außerhalb dieser voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete.

Wird das angestrebte Zielszenario erreicht, kann der Wärmeverbrauch Ingelheims bis 2040 deutlich reduziert werden. Gleichzeitig sinken die wärmebedingten Treibhausgasemissionen von heute 162.986 t CO_2e auf ein sehr niedriges Restniveau mit 6.764 t CO_2e. Damit leistet die kommunale Wärmeplanung einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der städtischen Klimaziele, wenngleich verbleibende Restemissionen perspektivisch durch geeignete Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen.

Zur Umsetzung des Zielbilds wurden im Rahmen der Wärmeplanung insgesamt dreizehn Maßnahmen entwickelt. Diese reichen von vertiefenden Prüfungen der Wärmenetzeignungsgebiete über die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze, den Ausbau der Stromnetzinfrastruktur, die Nutzung von Abwasser- und Gewässerwärme bis hin zu Informations-, Beteiligungs- und Digitalisierungsmaßnahmen. In ihrer Gesamtheit bilden die Maßnahmen eine umfassende Wärmewendestrategie, die technische, organisatorische, finanzielle und kommunikative Aspekte integriert.

Mit dem kommunalen Wärmeplan erhält die Stadt Ingelheim am Rhein ein fundiertes, strategisches Planungsinstrument, um ihre Wärmewende voranzutreiben. Damit ist Ingelheim gut aufgestellt, um die nächsten entscheidenden Schritte auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2040 einzuleiten.

10 Literatur

BAFA (2024). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

BMJV (2025). *Einkommensteuergesetz (EStG) § 35c Steuerermäßigung für energetische Maßnahmen bei zu eigenen Wohnzwecken genutzten Gebäuden*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.gesetze-im-internet.de/estg/__35c.html

BMWK (2024). *Erneuerbares Heizen – Gebäudeenergiegesetz (GEG). Häufig gestellte Fragen (FAQ).* Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html

BMWK (2024a). Systementwicklungsstrategie 2024. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/2024-systementwicklungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=10

BMWSB (2023a). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen*. BMWSB.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/04/20230419-bundesregierung-einigt-sich-auf-neues-foerderkonzept-fuer-erneuerbares-heizen.html

BMWSB (2023b). *Novelle des Gebäudeenergiegesetzes auf einen Blick (GEG)*. BMWSB.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Downloads/geg-auf-einen-blick.pdf?__blob=publicationFile&v=4

dena (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.* Deutsche Energie-Agentur dena.de. Hrsg.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016

EWOIS (2025). *Gemeindestatistik – Stadt Ingelheim am Rhein (AGS 33900030), Stichtag 30.09.2025*. Abgerufen am 20. Oktober 2025 unter https://ewois.de/Statistik/user/pdfgen.php?stichtag=30.09.2025&ags=33900030&type=VFG&linkags=073390030

Ingelheimer Geschichte (2021). *Statistiken zu Ingelheims Entwicklung seit 1815 und insbesondere seit 1939 bzw. 1945*. Abgerufen am 20. Oktober 2025 unter http://www.ingelheimer-geschichte.de/index.php?id=383

ISE (2025) Energy Charts des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm?l=de&c=DE&interval=year&legendItems=11

IWU (2012). *„TABULA" – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.iwu.de/index.php?id=205

KEA (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf

KEA (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kea-bw.de/waermewende/angebote/downloads

KfW (2024). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude - Zuschuss (458).* Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/

KfW (2025). *Kredit Nr. 270. Erneuerbare Energien – Standard*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/

KfW (2025a). *Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-(432)/?redirect=74128

KWW (2025). Technikkatalog Wärmeplanung. Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende. kww-halle.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument

Rechtsanwälte Günther (2024). Gutachterliche Stellungnahme zur kommunalen Wasserstoffnetzausbauplanung im Auftrag des Umweltinstitut München e.V.. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf

Umweltbundesamt (2025). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick

Umweltbundesamt (2024a). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme

Umweltbundesamt (2024). *Wärmedämmung und Fenster.* Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 16. Dezember 2025 unter https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/waermedaemmung-fenster

Anhang

Anhang 1: Methodik der Gebietsbestimmung und Potenzialberechnung der technischen erneuerbaren Energiepotenziale

Potenzial	Gebietsbestimmung und Potenzialberechnung
Biomasse	Gebietsbestimmung Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Biomasse-Substraten, die auf diesen Flächen gewonnen werden können, als geeignete Gebiete für die Potenzialberechnung herangezogen: ➔ Landwirtschaftliche Flächen: Energiepflanzen (Mais), Stroh ➔ Waldflächen: Waldrestholz ➔ Reben: Rebschnitt ➔ Gras: Grünschnitt ➔ Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll Potenzialberechnung Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird für die nachwachsenden Biomassetypen mit üblichen Flächenerträgen gerechnet. Auf Ackerflächen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze angebaut wird. Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als wesentlicher Parameter herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Als Grundlage für die wesentlichen Parameter wurden verschiedene wissenschaftliche und branchenübliche Veröffentlichungen verwendet (FNR, 2025). Es wird weiterhin angenommen, dass jegliche Biomasse, die zu Biogas vergoren werden kann (Mais, Gras, Bioabfall), über diesen Weg in BHKWs sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung genutzt wird. Dabei wird ein Verhältnis von 40% Wärme, 30 % Strom und 30 % Verlust angenommen. Für die verbleibende Biomasse (Stroh, Waldrestholz, Rebschnitt, Hausmüll) wird lediglich die thermische Verwertung zur Wärmeerzeugung berechnet und ein Verlust von 10 % angenommen.
PV (Freifläche)	Gebietsbestimmung Die Gebietsbestimmung erfolgt analog zu derjenigen für Freiflächen-Solarthermieanlagen. Jedoch fällt bei PV-Anlagen das Abstandskriterium von maximal 1.000 Metern außerhalb von Siedlungsgebieten weg, da eine Stromübertragung mit geringeren Verlusten verbunden und somit über deutlich längere Strecken möglich ist. Ebenso hinzugezogen wurde die Flächenkulisse aus der PV-Potenzialanalyse (siehe Abbildung 26), sodass sich die dort identifizierten Gebiete als "gut geeignete" Potenzialflächen wiederfinden. Potenzialberechnung Die Berechnung des Flächenpotenzials basiert auf einer angenommenen

	Leistungsdichte von 750 kWp pro Hektar. Damit wird festgelegt, wie viel installierbare Spitzenleistung (kWp) pro geeigneter Fläche möglich ist. Für geeignete Flächen werden die Daten des Global Solar Atlas verwendet, um die erwarteten Volllaststunden zu bestimmen. Ein zusätzlicher Reduktionsfaktor (~ 0,97) wird außerdem berücksichtigt, um Verluste abzubilden.
Aufdach-Photovoltaik	Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA, 2020) zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes näherungsweise bestimmt. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude mit einer Grundfläche über 50 m² (basierend auf den ALKIS-Gebäudeumrissen) als Dachfläche für Photovoltaik genutzt werden kann. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung anhand einer spezifischen Erzeugungsleistung von 0,22 kWp/m² und einer spezifischen Energieerzeugungsmenge von 1.000 kWh/(kWp*a) berechnet.
Solarthermie (Freifläche)	<u>Gebietsbestimmung</u> Da die Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Förderung) keine zwingende Voraussetzung für PV- und Solarthermie- Freiflächenprojekte mehr ist, werden mögliche Flächen hierfür im gesamten Projektgebiet gesucht. Hierbei werden Siedlungs- und Infrastrukturflächen, Waldflächen, sowie diejenigen Flächen entfernt bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermie-Anlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung (>30°), Gewässer und Überschwemmungsgebiete. Ebenso werden Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH) und Biosphärenreservate. Außerdem werden Flächen für Infrastruktur wie Straßen oder Schienenwege ausgeschlossen. Zusätzlich gibt es die Einschränkung, dass Solarthermieanlagen nicht weiter als 1 km von Siedlungsgebieten liegen sollten, um Wärmeverluste in den Transportleitungen gering zu halten. Aus den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen (< 500 m²), deren Erschließung nicht praktikabel wäre, entfernt. Zusätzlich werden Flächen ausgeschlossen, die nicht mit anderen Flächen innerhalb eines Suchradius von 25 m zu einem mindestens 1 ha großen Gebiet verbunden werden können. Flächen mit weniger als 5 m Breite werden ebenfalls ausgeschlossen. Weiterhin werden nur Flächen, bei denen mit mindestens 800 Volllaststunden auf Basis des Global Solar Atlas zu rechnen ist, berücksichtigt (Glob Sol, 2025). <u>Potenzialberechnung</u> Zur Potenzialberechnung werden Annahmen bzgl. Leistungsdichte (3.000 kWp/ha) und Volllaststunden (800 h/a) getroffen, basierend auf den Werten bestehender Solarthermie- Großprojekte in Deutschland (SWLB, 2020). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem üblichen Neigungswinkel angenommen. Zur Berücksichtigung von Verlusten bei Übertragung,

	Speicherung, etc. wird zur Berechnung des Jahresenergieertrags noch ein Reduktionsfaktor (0,611) zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielbarer Wärmemenge berücksichtigt.
Aufdach-Solarthermie	Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW (KEA, 2020) zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude mit einer Grundfläche über 50 m² (basierend auf den ALKIS-Gebäudeumrissen) als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung anhand eines spezifischen Ertrags von 400 kWh/(m²*a) berechnet.
Oberflächennahe Geothermie (Erdwärme-sonden, -kollektoren und Grundwasser-brunnen mit Wärmepumpe)	<u>Gebietsbestimmung</u> Für die Potenzialbestimmung für Geothermie werden Flächen mit einem definierten Maximalabstand zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen als nutzbar selektiert. Bestehende Gebäude, Straßen und andere bebaute bzw. versiegelte Flächen werden dabei ausgeschlossen. Auch Gewässer und Überschwemmungsgebiete stehen nicht für Geothermie zur Verfügung. Ebenso werden Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Da Grundwasser durch Bohrungen verunreinigt werden kann, werden Wasserschutzgebiete aller Zonen als Potenzialflächen für Erdwärmesonden ausgeschlossen. Für Erdwärmekollektoren werden Potenzialflächen in Wasserschutzgebieten der Zone III als bedingt geeignet klassifiziert, da hier Genehmigungen unter bestimmten lokalen Voraussetzungen möglich sind. Eine weitergehende Bewertung des Untergrundes findet im Rahmen der Wärmeplanung nicht statt. <u>Potenzialberechnung</u> Aufgrund der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalogs verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen (GDI-DE, 2024). **Erdwärmesonden:** Ausgehend von 1.800 Volllaststunden und einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4 kann ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Die durchschnittliche lokale Oberflächenumgebungstemperatur wird aus öffentlichen Wetterdaten bezogen. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen flächenspezifischen Potenziale aufsummiert. Folgende Parameter werden für die Bohrlöcher angewandt: ➔ Bohrlochtiefe: 100 m ➔ Raster: ein Bohrloch/Sonde pro 100 m² Fläche Erreichbare Temperaturen werden mit einem Temperaturgradienten von 0,03 K/m ausgehend von der Oberflächenumgebungstemperatur abgeschätzt. **Erdwärmekollektoren:**

	Die erzielbare Umweltwärmemenge berechnet sich über eine flächenspezifische Wärmeleistung von 30 W/m². Von den betrachteten Flächen wird ein Randstreifen von umlaufend 2 m abgezogen. Es werden 1.650 Volllaststunden und eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 3,5 angenommen. **Grundwasserbrunnen:** Die erzielbare Umweltwärmemenge berechnet sich über die Durchflussrate [BGR] und der Temperaturdifferenz von 5 °C zwischen Saugbrunnen und Schluckbrunnen [EAB]. Es werden 1.800 Volllaststunden [EAB] und eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,0 angenommen. Diese berechnet sich über die Carnot-Wirkungsgradformel bei einer angenommenen Grundwassertemperatur von 10 °C und einer Versorgungstemperatur von 50 °C.
Tiefengeothermie	<u>Gebietsbestimmung</u> Für die Potenzialbestimmung für tiefe Geothermie werden zunächst Flächen mit nachgewiesenem oder vermutetem Potenzial aus dem "Geothermal Information System" (GeotIS) [GeotIS] bezogen. Unter Verwendung von Daten zu Bodenparametern und zur Temperaturschichtung im Untergrund werden Regionen mit <100 °C in 2.500 m Tiefe sowie ungeeignete Bodentypen ("Cryosol", "Gleysol", "Histosol", "Leptosol", "Planosol") ausgeschlossen. Darüber hinaus werden Mindestabstände zu Siedlungs- und Infrastrukturflächen gefordert sowie bestimmte Schutzflächen (Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, Wasserschutzgebiete) ausgenommen. Flächen, die lediglich die petrothermische Nutzung ermöglichen, werden als bedingt geeignet ausgewiesen. <u>Potenzialberechnung</u> Zur Bestimmung des Potenzials für Tiefengeothermie werden die im GeotIS einsehbaren Temperaturen in 2.000 - 5.000 m Tiefe herangezogen. Anhand dieser Temperaturen wird bestimmt, ob ein geothermisches Potenzial mit dem Hot-Dry-Rock Verfahren oder über wasserleitende Schichten vorliegt. Die gewinnbare Energie wird dann über die Temperatur im Untergrund bestimmt. Ab einer bestimmten Temperatur kann das geothermische Potenzial auch zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden. Dabei werden ein Organic-Rankine-Cycle und typische Effizienzen angenommen. Für die Berechnung der potenziellen geothermischen Kapazität wird ein Standarddurchflussparameter von 70 l/s verwendet, basierend auf GeotIS Daten [GeotIS]. Dieser Parameter ist nicht gebietsspezifisch. Eine regionale Differenzierung der Temperatur findet indirekt, auf Basis der zugrundeliegenden Schicht statt: ● Grundwasserleiter: min. 80 °C in 2.500 m Tiefe ● Hot-Dry-Rock: min. 160 °C in 5.000 m Tiefe Bereits bestehende Kraftwerke werden bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Luftwärme-pumpen	<u>Gebietsbestimmung</u> Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt im Wesentlichen davon ab, ob die Gebäude über geeignete Aufstellflächen für die benötigten Außeneinheiten der Wärmepumpen verfügen. Hierfür sind neben den örtlichen Gegebenheiten (bspw. Bebauungsdichte) und technischen Parametern der Wärmepumpen insbesondere auch lärmschutzrechtliche Aspekte von Belang. Zur Potenzialbestimmung werden Flächen in unmittelbarer Umgebung von Gebäuden herangezogen, um Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig muss gewährleistet sein, dass genügend Abstand zu Nachbargebäuden besteht, um Probleme bezüglich der Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden. Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm, 1998) legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohn-/ Industriegebiet) wird die maximal zulässige Lautstärke aus der TA Lärm ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung ergeben sich die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu Nachbargrundstücken und entsprechende Verbotsflächen. Grundsätzlich wird eine Fläche von 8 m um jedes Gebäude als geeignet identifiziert. Mindestabstände zu anderen Gebäuden von 10 m werden berücksichtigt. Dabei handelt es sich um methodische Grenzwerte zum Zweck der Potenzialabschätzung. Feste gesetzliche Grenzwerte für den Mindestabstand von Wärmepumpen existieren in Rheinland-Pfalz nicht. Die notwendigen Abstände bei Aufstellung einer Wärmepumpe bemessen sich auf Grundlage der Schallleistung des jeweiligen Geräts sowie den geltenden immissionsrechtlichen Grenzwerten und sind für den konkreten Einzelfall zu prüfen. Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Ausschlussflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Ausschlussflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Ausschlussflächen unberührt bleiben. <u>Potenzialberechnung</u> Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Unter Anwendung folgender technischer Parameter wird dann die installierbare Leistung und sowohl jährlich erzeugbare Wärmemenge als auch dafür notwendige Menge an elektrischer Energie berechnet: ➔ min. Aufstellfläche pro Teilfläche: 4 m² ➔ Leistungsdichte: 4,6 kW/m² ➔ Volllaststunden: 1.700 h/a (heizung.de, 2020) ➔ Jahresarbeitszahl: 3,15 (ifeu, 2021)

	Da sich bei Gebäuden mit viel Platz in der näheren Umgebung leicht riesige Wärmepotenzial-Mengen ergeben, werden diese pro Gebäude am ermittelten Gesamtwärmebedarf des jeweiligen Gebäudes als Obergrenze beschnitten.
Oberflächen-gewässer	<u>Gebietsbestimmung</u> In einem ersten Schritt werden basierend auf Open-Street-Map-Daten alle relevanten Flüsse und Seen in der untersuchten Region identifiziert. Diese bilden die potenziellen Wärmequellen für die Wärmepumpen. Daraufhin werden mögliche Aufstellflächen für die Wärmepumpen in unmittelbarer Nähe um die identifizierten Gewässer ermittelt. Gebiete, die unter die Belange des Naturschutzes fallen, werden herausgefiltert. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Siedlungs- und Infrastrukturflächen werden ebenfalls von den Potenzialflächen ausgeschlossen. Im nächsten Schritt werden konkrete Standorte für die Wärmepumpen gesucht. Dabei werden zunächst Standortoptionen entlang der Gewässer so ausgewiesen, dass sie einen gewissen Mindestabstand zueinander einhalten (Flüsse: 500 m, Seen: 200 m). Der Abstand soll sicherstellen, dass die Oberflächengewässer ausreichend Wärme regenerieren können und genügend Aufstellfläche pro Anlage besteht. Diese Platzierung erfolgt zunächst ungeachtet der tatsächlichen Wärmemenge, die aus dem Gewässer entnommen werden kann. <u>Potenzialberechnung</u> Anschließend wird pro Oberflächengewässer die gesamte Menge an extrahierbarer Wärme ermittelt.: Zur Ermittlung der aus den Flüssen zu entnehmenden Wärmemenge wird ein Geodatensatz der Bundesanstalt für Gewässerkunde mit den zuvor bestimmten Eignungsflächen verschnitten. Es wird der sog. "Mittlere Niedrigwasserabfluss" als Basis für die weiteren Berechnungen verwendet (BfG 2025). Unter Anwendung der Annahmen, dass 5 % des Volumenstroms des Flusses 5 K entnommen werden (Abkühlung um 0,25 K an jeder Entnahmestelle) ergibt sich daraus dann die zu extrahierende Wärmemenge (Hamburg Institut, 2021). Im nächsten Schritt werden von den zuvor bestimmten Standort-Optionen die zu realisierenden Wärmepumpen ausgewählt und dimensioniert. Es werden pro Gewässer so lange zufällig Standorte ausgewählt und dimensioniert, bis die maximal zu extrahierende Wärmemenge des Gewässers vollkommen aufgebraucht ist. ➔ Dimensionierung (variabel): 1 - 10 MW_{th}[8] ➔ Volllaststunden: 2.190 ➔ Jahresarbeitszahl: 2,5 Schließlich werden die Kennzahlen der einzelnen ausgewählten Wärmepumpen-Standorte wieder auf die Eignungsflächen aggregiert. Durch die

[8] Megawatt thermisch, eine Maßeinheit für die Wärmeleistung einer Energieanlage

	Mindestabstände zwischen zwei Standorten von 500 Metern kann es bei vielen kleinen Eignungsflächen dazu kommen, dass einzelne geeignete Flächen keine ausgewählten Standorte beherbergen und dadurch kein Potenzial aufweisen. Da die Auswahl der realisierten Standorte willkürlich erfolgt, werden diese Null-Potenzial-Standorte als alternative Standorte im digitalen Zwilling trotzdem visualisiert.
Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK)	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme. KWK-Anlagen erreichen einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % und stellen eine besonders effiziente Technologie der Energieversorgung dar. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30 und 60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Gebietsbestimmung Zunächst werden alle Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im Projektgebiet unter Verwendung des Marktstammdatenregisters (MaStR) identifiziert und mit Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie der thermischen und elektrischen Nennleistung erfasst. Für die Ermittlung der erneuerbaren Energiepotenziale werden lediglich diejenigen KWK-Anlagen in Betracht gezogen, die aktuell mit fossilen Energieträgern (i.d.R. Erdgas) betrieben werden. Potenzialermittlung Für jede mit fossilen Energieträgern betriebene KWK-Anlage wird durch Multiplikation der elektrischen und thermischen Leistung mit 4.000 jährlichen Volllaststunden das erneuerbare Strom- und Wärmepotenzial quantifiziert. Die Analyse zeigt also das elektrische und thermische Potenzial der bestehenden fossilen Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.
Abwasserwärme (Klärwerke)	Gebietsbestimmung Das Abwärmepotenzial aus Abwasser wird an den Klärwerken selbst erfasst, diese fungieren als Punktquellen. Die zugrunde liegenden Daten zu angeschlossenen Einwohnerwerten und Richtwerte für die anfallende Abwassermenge pro Einwohnerwert stammen aus einem zentralen Klärwerks-Register der EU-Umweltagentur (UWWTD, 2025). Potenzialberechnung Das Abwasservolumen pro Klärwerk wird über die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher modelliert, welche im o.g. Datensatz enthalten sind. In die Quantifizierung des Potenzials fließen gemäß (Hotmaps, 2025) Richtwerte für die anfallende Abwassermenge pro Einwohnerwert, das Temperaturniveau des Abwassers sowie die Temperaturdifferenz zur Abkühlung und Annahmen zu

	Betriebszeiten der Anlage ein. Dabei werden anfallende Abwassermengen aus privaten und gewerblichen Nutzungen berücksichtigt.
Windenergie	Gebietsbestimmung Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung). Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete. Ebenso werden bestimmte Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Abhängig vom Bundesland werden auch Waldflächen ausgeschlossen und unterschiedliche Mindestabstände zu den genannten Gebieten berücksichtigt. Außerdem werden Siedlungsflächen inklusive der länderspezifischen Abstände sowie Flächen für Infrastruktur ausgeschlossen. Letztere betreffen Straßen, Schienen und für den Flugverkehr relevante Flächen (FA Wind 2024).

Anhang 2: Wirtschaftliche Eingrenzung der Potenziale

Potenzial	Wirtschaftliche Eingrenzung - Voraussichtliche Eignung
Biomasse	**Gut geeignet:** Waldflächen und Weinanbauflächen, da nur Waldrestholz bzw. Rebschnitt berücksichtigt wird, sowie Siedlungsgebiete durch Müllverwertung **Geeignet:** Landwirtschaftlich genutzte Flächen (Ackerflächen und Wiesen)
PV (Freifläche)	**Gut geeignet:** Priorisierte Flächen, deren Erzeugungspotenzial über dem Schwellwert von 919 Volllaststunden pro Jahr liegt, werden als *gut geeignet* eingeordnet. **Geeignet:** Nutzbare Flächen ohne Priorisierung und ohne weiche Restriktionen. **Bedingt geeignet:** Alle verbleibenden Flächen, die von den Potenzialgebieten übrig sind. Beispiele für potenziell geeignete Freiflächen-Photovoltaik-Flächen sind: ➔ Brachflächen ➔ Künstliche Wasserflächen ➔ Stillgelegte Abfalldeponien und Truppenübungsplätze ➔ Seitenrandstreifen Autobahn und Bahnstrecken (bis zu 200m) Beispiele für weiche Restriktionen sind: ➔ Überflutungsrisikozonen – mittleres Risiko ➔ Bioshpärenreservate Zone II/III ➔ Landschaftsschutzgebiet ➔ Wasserschutzgebiet Zone IIIA/B ➔ Hangneigung > 15 °
Solarthermie (Freifläche)	Die Eignung wird von greenventory anhand der voraussichtlichen Wirtschaftlichkeit einer Fläche abgeleitet. Hier spielt es eine zentrale Rolle, dass keine großen Wärmeverluste durch Transport entstehen und keine anderen Restriktionen vorliegen. **Gut geeignet:** Flächen, die sich in direkter Umgebung (weniger als 200 m) von Wärmeabnehmern (Siedlungen bzw. Wärmenetze) entfernt sind. **Geeignet:** Flächen, 200 - 1.000 m von einem Wärmeabnehmer entfernt sind und keine weichen Restriktionen aufweisen **Bedingt geeignet:** Alle Flächen mit weichen Restriktionen. Beispiele für weiche Restriktionen sind: ● Überflutungsrisikozonen – mittleres Risiko ● Biosphärenreservate Zone II/III ● Landschaftsschutzgebiet ● Wasserschutzgebiet Zone IIIA/B ● Hangneigung > 15 °
Tiefengeothermie	Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als gut geeignet charakterisiert, die sich in direkter Umgebung zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen befinden.

Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden, -kollektoren und Grundwasser-brunnen mit Wärmepumpe)	**Gut geeignet:** Priorisierte Flächen in direkter Umgebung (maximal 200 m entfernt) zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen und mindestens 100 m Bohrlochtiefe bei Erdwärmesonden. **Geeignet**: Nutzbare Flächen ohne Priorisierung und ohne weiche Restriktionen im Umkreis von 1000 m zu Siedlungen oder Wärmenetzen. Mindestens 40 m Bohrlochtiefe bei Erdwärmesonden. **Bedingt geeignet:** Alle verbleibenden Flächen, die von den Potenzialgebieten übrig sind. Beispiele für weiche Restriktionen sind: ● Überflutungsrisikozonen – mittleres Risiko ● Biosphärenreservate Zone II/III ● Landschaftsschutzgebiet ● Wasserschutzgebiet Zone IIIA/B (nur für Erdwärmekollektoren) ● Hangneigung > 20 ° (für Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen)
Luftwärme-pumpen	Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit wird das Alter des Gebäudes herangezogen. Dabei wird angenommen, dass die Gebäudedämmung für ältere Gebäude weniger gut ist und sich daher neue Gebäude für die Beheizung durch Wärmepumpen besonders gut eignen. **Gut geeignet:** Gebäude nach 1990 erbaut **Bedingt geeignet:** Gebäude vor 1930 erbaut.
Flusswasserwärme pumpen	**Gut geeignet:** Flächen, die höchstens 200 m von einem Wärmeabnehmer entfernt sind **Geeignet:** Flächen, 200 - 1.000 m von einem Wärmeabnehmer entfernt sind und keine weichen Restriktionen aufweisen **Bedingt geeignet:** Geeignete Potenzialflächen, die weiche Restriktionen aufweisen. Beispiele für weiche Restriktionen sind: Biosphärenreservate (Zone II/III) Nationalparks Biotopflächen
Windkraft	Im Anschluss erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der berechneten Potenziale. Hierfür werden zusätzlich zu den Erträgen auch die Kosten möglicher Windparks berechnet. Diese beinhalten Investitionen für die Turbinen, den Netzanschluss, die Wartung und den Betrieb der Anlagen. Diese Kosten werden der voraussichtlichen Stromerzeugung gegenübergestellt, um die Stromgestehungskosten [€/kWh] zu ermitteln. Diese können dann für die Maßnahmenempfehlung genutzt werden. Zur Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden alle Turbinen als “gut geeignet” bezeichnet, die mehr als 1900 Volllaststunden pro Jahr erzielen

greenventory

greenventory GmbH

Georges-Köhler-Allee 302
D-79110 Freiburg im Breisgau

https://greenventory.de