

Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Remagen

Endbericht



© Hansa Luftbild Mobile Mapping | K212 - Kompetenzzentrum für Klimawandel- & Integriertes Infrastrukturmanagement

Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Remagen

Projektpartner

Das Projekt „Kommunale Wärmeplanung“ wurde in Kooperation zwischen der Stadt Remagen und der Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH - K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - & Infrastrukturmanagement e.U. durchgeführt.

Auftraggeber:

Stadt Remagen
Stabstelle Klima

Bachstraße 5-7
53424 Remagen

Tel.: 02642-201-47

Ansprechpersonen:

Peter Günther

Auftragnehmer:

Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH
K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - &
Infrastrukturmanagement e.U.

Nevinghoff 20
48147 Münster

Tel.: 0251-2330-0

Ansprechpersonen:

Dr. Paul Stampfl
Johannes Wipperf
Eric Oeder



Vorwort

Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

der Klimawandel stellt unsere Gesellschaft vor große Herausforderungen, die wir nur gemeinsam und entschlossen angehen können. Eine der zentralen Aufgaben, die uns als Kommune in den kommenden Jahren beschäftigen wird, ist die Gestaltung einer zukunftsfähigen und sicheren Wärmeversorgung. Dieser Verantwortung wollen wir uns in Remagen stellen.

Ein Baustein ist dabei die kommunale Wärmeplanung. Diese zeigt Wege auf, wie fossile Brennstoffe schrittweise durch erneuerbare Energien und die Abwärmenutzung abgelöst werden können. Dafür hat die Bundesregierung im Jahr 2024 mit dem Wärmeplanungsgesetz den Kommunen den Auftrag erteilt, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Zusammen mit der Stadt Sinzig haben wir in Remagen frühzeitig diesen Auftrag wahrgenommen und mit diesem Konzept Grundlagen für eine nachhaltige Wärmeversorgung geschaffen.

Zusammen mit Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen, Energieversorgern und weiteren Akteuren wurden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung gemeinsam Ideen entwickelt, wie eine nachhaltige Wärmeversorgung in Remagen aussehen kann. Dabei wurden sowohl technische Lösungen als auch wirtschaftliche und soziale Aspekte berücksichtigt. Für das von Ihnen entgegengebrachte Interesse und das große Engagement im Rahmen des Beteiligungsprozesses bedanke ich mich ausdrücklich.

Der kommunale Wärmeplan für Remagen bietet – als ersten wichtigen Schritt – eine Analyse des Status Quo, zeigt Potenziale auf und formuliert erste Maßnahmen hin zu einer konkreten Umsetzung. Das erarbeitete Konzept zeigt auf, dass sich einige Stadtgebiete besonders für die Einbindung in ein zentrales Wärmenetz eignen. Andere Ortsteile werden in Zukunft voraussichtlich unverändert mit dezentralen Lösungen, aber mit möglichst nachhaltigen Technologien wie z. B. Wärmepumpen versorgt. Um konkrete Bedarfe und Lösungen für die jeweiligen Gebiete aufzuzeigen, müssen in einem nächsten Planungsschritt Machbarkeitsstudien erarbeitet werden. Dies wollen wir in Angriff nehmen, sobald es geeignete Förderprogramme für die Erstellung von Machbarkeitsstudien gibt und wir potenzielle Betreiber für Wärmenetze gewinnen konnten. Hierbei wird auch entscheidend sein, welche gesetzlichen Rahmenbedingungen wir vom Bund in nächster Zeit erfahren.

So oder so bleibt die Wärmewende ein wichtiger Baustein, um unsere Energieversorgung langfristig nachhaltig und unabhängig von fossilen Brennstoffen zu gestalten.



Björn Ingendahl

Bürgermeister der Stadt Remagen

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)	10
2.1. Zeitplan und Meilensteine	11
2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung	12
2.3. Einbindung der relevanten Akteure*innen.....	14
3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung	15
4. Kommunikation und Partizipation.....	17
5. GIS gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement.....	18
6. Ergebnisse.....	19
6.1. Bevölkerungsentwicklung.....	19
6.2. Harmonisierung der Demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung	20
6.3. Veränderte Nutzungsanforderungen	21
7. Bestandsanalyse	23
7.1. Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet.....	23
7.2. Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung.....	25
7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung	25
7.2.2. Energiebedarfsmodellierung	26
7.2.3. Heizwärmedichte	29
7.2.4. Baublockcharakterisierung.....	30
7.2.5. Wärmelinien-dichte	30
7.3. Gebäudebestand – Anzahl Gebäude	32
7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen	34
7.4.1. Vorbildfunktion der Stadt Remagen.....	37
7.5. Heizwärmebedarf	38
7.6. Energieträgerverteilung	42
7.7. Treibhausgasbilanz	42
8. Potentialanalyse	44
8.1. Potentiale erneuerbarer Energiequellen	44
8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Remagen	44
8.3. Ergebnisse zu den Potentialen erneuerbarer Energiequellen	46
8.3.1. Geothermie.....	46
8.3.1.1 Oberflächennahe Geothermie.....	46
8.3.1.2 Tiefengeothermie	46
8.3.2. Grund- und Flusswasserwärmepumpen.....	48

8.3.3.	Luftwärmepumpen	50
8.3.4.	Windkraft	51
8.3.5.	Solarenergie	53
8.3.6.	Bioenergie	56
8.3.7.	Kreislaufwirtschaft.....	56
8.3.8.	Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung	57
8.3.9.	Abwärme.....	58
8.3.10.	Weitere erneuerbare Energiequellen	60
8.4.	Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung	60
9.	Zielszenarien und Entwicklungspfade	62
9.1.	Zielszenario: Zukunft der Wärmebereitstellung in Remagen	68
9.1.1.	Umgang mit dem bestehenden Gasnetz.....	70
9.2.	Darstellung der Wärmeversorgungsarten.....	72
10.	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog	80
10.1.	Maßnahmenkatalog	83
10.2.	Maßnahmenblätter	83
10.3.	Steckbriefe zu den ausgewählten Fokus- und Maßnahmengebieten.....	94
10.3.1.	Fokusgebiet: „Remagen-Kernstadt“	94
10.3.2.	Fokusgebiet: „Remagen-Oberwinter“	96
10.3.3.	Fokusgebiet: „Remagen-Unkelbach“	98
11.	Kommunikationsstrategie	100
11.1.	Informationsbereitstellung und Kommunikationskanäle	100
11.2.	Zielgruppenorientierte Kommunikation.....	101
11.3.	Workshops und Veranstaltungsformate.....	101
11.3.1.	Zeitplan und Phasen der Umsetzung	102
11.4.	Langfristige Kommunikation und Evaluierung nach dem Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung.....	103
11.5.	Stakeholdermapping	103
11.6.	Stellungnahmen und Rückmeldungen aus der Bevölkerung.....	106
12.	Verstetigungsstrategie	107
13.	Controlling-Konzept	113
13.1.	Controlling-Ansätze	113

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine.....	11
Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans	15
Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken	19
Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Remagen (Quelle für Prognose bis 2050: Kreis Ahrweiler)	20
Abb. 5: Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung.....	24
Abb. 6: Gebäudebestand mit verorteten Adresspunkten.....	25
Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen.....	26
Abb. 8: Die „Heatmap“ als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster	27
Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/Jahr	28
Abb. 10: Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung, dargestellt auf dem 100x100-m-Zensusgitter	29
Abb. 11: Wärmelinienichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen	31
Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie	32
Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert).....	33
Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)	34
Abb. 15: Nutzfläche pro Gebäudekategorie nach Epochen	35
Abb. 16: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)	36
Abb. 17: Anteile Nutzfläche nach Gebäudekategorie.....	37
Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr).....	38
Abb. 19: Heizwärmebedarf der Wohngebäude (in MWh/Jahr).....	39
Abb. 20: Spezifischer Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter	40
Abb. 21: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf	41
Abb. 22: Energieträgerverteilung – Anteile einzelner Brennstoffe.....	42
Abb. 23: CO ₂ -Emissionen [t CO ₂ eq/a] nach Gebäudekategorie.....	43
Abb. 24: Max. Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestandssanierung.....	61
Abb. 25: Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Remagen	64
Abb. 26: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Remagen im Jahr 2040 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen	65
Abb. 27: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Remagen im Jahr 2040 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen.....	66
Abb. 28: Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen	67
Abb. 29: Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2040	69
Abb. 30: Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2040	74
Abb. 31: Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2040	75
Abb. 32: Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Versorgung mit Wasserstoff im Zieljahr 2040	76
Abb. 33: Eignung der Baublöcke und Gebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040	78

Abb. 34: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2030.....	79
Abb. 35: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2035.....	80
Abb. 36: Ausgewählte Fokusgebiete in Remagen.....	81
Abb. 37: Impressionen vom Maßnahmenworkshop am 12.11.2024.....	83
Abb. 33: Eignung der Baublöcke und Gebiete für voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040.....	79
Abb. 34: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2030.....	80
Abb. 35: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2035.....	81
Abb. 36: Ausgewählte Fokusgebiete	82
Abb. 37: Impressionen vom Maßnahmenworkshop am 12.11.2024.....	82

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Energieinfrastruktur	45
Tab. 2: Solarenergie - technische Potentiale und gegenwärtige Produktion.....	53
Tab. 3: Stakeholdergruppen.....	104

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS:	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG:	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BISKO:	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BMDV:	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK:	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB:	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
C:	Kohlenstoff
CO ₂ :	Kohlenstoffdioxid
DGNB:	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EEA:	European Energy Award
EFH:	Einfamilienhaus
ETS:	EU-Emissionshandelssystem
EZFH:	Ein- und Zweifamilienhaus
FW:	Fernwärme
GEG:	Gebäudeenergiegesetz
GIS:	Geografisches Informationssystem
GMFH:	Großes Mehrfamilienhaus
KfW:	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK:	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP:	Kommunale Wärmeplanung
LfU:	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
MFH:	Mehrfamilienhaus
MaStR:	Marktstammdatenregister
MVA:	Müllverbrennungsanlage
NWG:	Nichtwohngebäude
PV:	Photovoltaik
PW:	Prozesswärme
RH:	Reihenhaus
RW:	Raumwärme
TAB:	Thermische Abfallbehandlungsanlage
TABULA:	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment
THG:	Treibhausgas
WG:	Wohngebäude
WPG:	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung
WW:	Warmwasser

1. Einleitung

Hintergrund zur kommunalen Wärmeplanung

Die Stadt Remagen, verortet im Kreis Ahrweiler im Norden des Bundeslandes Rheinland-Pfalz an der Grenze zu Nordrhein-Westfalen, hat sich entschieden, die Herausforderungen des Klimaschutzes und der Energiewende aktiv anzugehen. Um eine klimafreundliche und nachhaltige Wärmeversorgung sicherzustellen, beantragte die Stadt Fördermittel aus dem Klima- und Transformationsfonds. Diese wurden im Rahmen der Kommunalrichtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) bereitgestellt. Mit der Erstellung des Wärmeplans nimmt die Stadt Remagen eine Vorreiterrolle im kommunalen Klimaschutz ein. Die Stadt setzt damit nicht nur die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) um, sondern liefert auch ein Beispiel für andere Kommunen, wie die Wärmewende effektiv gestaltet werden kann.

Rechtlicher Rahmen

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Remagen basiert auf den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), das seit dem 1. Januar 2024 in Kraft ist. Das WPG verpflichtet alle deutschen Kommunen, eine strategische Planung für die Wärmeversorgung zu erstellen, um die nationalen Klimaziele zu erreichen und die Dekarbonisierung des Wärmesektors voranzutreiben. Der rechtliche Rahmen des WPG stellt sicher, dass die kommunale Wärmeplanung im Einklang mit den nationalen Klimazielen steht und die Umsetzung durch finanzielle Mittel unterstützt wird. Der Beschluss zur Annahme eines kommunalen Wärmeplans ist in der Regel nicht rechtlich bindend, sondern dient als strategische Orientierung. Rechtsverbindlichkeit entsteht erst durch explizite Stadt- oder Stadtratsbeschlüsse, etwa zur Ausweisung von Wärmenetzgebieten oder zur Einführung eines Anschluss- und Benutzungszwangs. Die kommunale Wärmeplanung ist somit ein dynamisches Instrument, das regelmäßig überprüft und an technologische sowie regulatorische Entwicklungen angepasst wird, um die Wärmewende nachhaltig und effizient zu gestalten.

Verpflichtungen der Kommunen

Gemäß dem WPG müssen alle Städte und Gemeinden bis spätestens Ende Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung vorlegen. Für größere Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt eine verkürzte Frist bis Ende Juni 2026. Ziel ist es, konkrete Maßnahmen zu entwickeln, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und den Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Technische und inhaltliche Vorgaben

Das WPG stellt klare Anforderungen an die Inhalte der Wärmeplanung.

Dies beinhaltet,

- die Bestandsaufnahme mit Erhebung und Analyse der bestehenden Wärmeversorgung, des Energiebedarfs und der genutzten Energieträger

- die Potentialanalyse mit der Untersuchung der Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Reduzierung des Energieverbrauchs
- die Szenarienentwicklung zur Darstellung verschiedener Entwicklungspfade zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und ihrer wirtschaftlichen sowie ökologischen Auswirkungen
- eine Umsetzungsstrategie basierend auf konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität bis spätestens 2040

Diese Anforderungen gewährleisten eine einheitliche und fundierte Grundlage für die Wärmeplanung in Deutschland und tragen zur Transparenz und Vergleichbarkeit zwischen den Kommunen bei.

Förderung und Finanzierung

Zur Unterstützung der Kommunen stellt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die Kommunalrichtlinie finanzielle Mittel aus dem Klima- und Transformationsfonds bereit. Diese Mittel dienen sowohl der Erstellung der Wärmepläne als auch der Finanzierung notwendiger Investitionen in die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Stadt Remagen konnte durch diese Fördermittel die Erstellung des kommunalen Wärmeplans sicherstellen.

2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Remagen wurde ein klar strukturiertes Prozess- und Kommunikationsmanagement implementiert, das sicherstellte, dass alle relevanten Akteure*innen effektiv eingebunden wurden und die Umsetzung zielgerichtet verlief. Die Projektleitung und -koordination lag bei der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild – K2I2, die in enger Abstimmung mit der Stadt Remagen arbeitete. Ein Kernteam, bestehend aus der Stadt Remagen (Klimaschutzmanagement), sowie dem Projektteam der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild – K2I2, traf sich regelmäßig in Jour-fixe-Meetings, um den Projektfortschritt zu überprüfen und die nächsten Schritte abzustimmen. Ergänzt wurde dieser Prozess durch einen Arbeitskreis, der sich aus Vertretern*innen aller politischen Fraktionen und weiteren Verwaltungsmitarbeitenden zusammensetzte. Dieses Gremium sorgte für die strategische Lenkung und stellte sicher, dass die Maßnahmen mit den politischen, wirtschaftlichen und sozialen Anforderungen vor Ort abgestimmt waren. Zusätzlich wurde durch eine fortlaufende Information über Zwischenergebnisse sowie eine öffentliche Abschlussveranstaltung Transparenz geschaffen und die Akzeptanz in der Öffentlichkeit nachhaltig gefördert. Diese regelmäßige Kommunikation, kombiniert mit einer strukturierten Zusammenarbeit zwischen den Akteuren*innen, legte die Basis für eine methodische und transparente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und trug entscheidend zur Zielerreichung bei.

2.1. Zeitplan und Meilensteine

Arbeitspaket (AP) / Zeitplan	2024											2025			
	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April		
AP0 - Projektmanagement												*8	*9		
AP1 - Bestandsanalyse mit Energie- & Treibhausgasbilanz			*2												
AP2 - Potentialanalyse zu erneuerbaren Energien & Energieeinsparpotenzialen					*3										
AP3 - Zielszenario								*4							
AP4 - Kommunale Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog											*5				
AP5 - Versteigungsstrategie												*6			
AP6 - Controlling-Konzept												*7			
AP7 - Beteiligung kommunaler Partner und weiterer Akteure															
AP8 - Kommunikationsstrategie			*1												
- Bürgerinformationsveranstaltung															
- Begleitende Öffentlichkeitsarbeit															

Geplante Meetings (Veranstaltungen)

Kernteamsitzung	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o
Kick-off Meeting			o													
Meeting des Steuerungskreises			o							o						o
Präsentation der Ergebnisse aus AP1 & AP2 sowie Vorschau auf AP3 & AP4 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik) sowie der Bürgerinnen & Bürger der beteiligten Städte										o						
Workshop "Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog" inkl. Präsentation der Ergebnisse aus AP1-AP3 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik)										o						
Abschlussveranstaltungen mit Präsentation des Wärmeplans unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik) sowie der Bürgerinnen & Bürger der beteiligten Städte																o

o Termin vor Ort

x Video Konferenz

(x)/(o) optionale Termine



WISSEN WIE'S GELINGT.

Meilensteine

*1 Vorlage Entwurf Beteiligungs- und Kommunikationsstrategie inkl. begleitender Öffentlichkeitsarbeit
*2 Abschluss und Präsentation der Ergebnisse aus AP2 - 1. Zwischenbericht zur Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
*3 Abschluss und Präsentation AP3 - 2. Zwischenbericht - Potentialanalyse Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien (inkl. möglicher Abwärmepotentiale)
*4 Festlegung Zielszenario
*5 Vorlage Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog - 3. Zwischenbericht
*6 Vorlage Versteigungsstrategie
*7 Vorlage Controlling-Konzept
*8 Vorlage Abschlussbericht
*9 Finale Übergabe & Abschluss der Wärmeplanung



Abb. 1: Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine

2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt das übergeordnete Ziel, eine klimaneutrale Wärmeversorgung vor Ort zu erreichen und dabei eine nachhaltige, ökologisch verantwortungsvolle und wirtschaftlich tragfähige Energieinfrastruktur zu schaffen.

Die übergeordneten Zielsetzungen der kommunalen Wärmeplanung sind:

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung:** Reduktion von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien und effizienter Technologien
- **Einhaltung von Klimazielen und gesetzlichen Vorgaben:** Beitrag zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzziele und Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen wie dem Wärmeplanungsgesetz
- **Erhöhung der Energieeffizienz:** Optimierung des Energieeinsatzes in Gebäuden und Versorgungssystemen
- **Stärkung der Versorgungssicherheit und Resilienz:** Aufbau einer stabilen, zukunftsfähigen Energieinfrastruktur, die auch auf klimatische und wirtschaftliche Herausforderungen vorbereitet ist
- **Regionale Wertschöpfung und Wirtschaftlichkeit:** Förderung lokaler Energielösungen und Stärkung der kommunalen Wirtschaft durch Investitionen in nachhaltige Projekte

Aufbauend auf diesen Zielsetzungen wurde die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Remagen entwickelt. Ziel war es, eine fundierte GIS-gestützte Datenbasis sowie belastbare Entscheidungsgrundlagen für die integrierte Entwicklung des Wärmesektors und nachfolgende Investitionen zu schaffen. Ein regelmäßiger Austausch im Kernteam und im Arbeitskreis, gezielte Maßnahmen wie der Maßnahmenworkshop sowie die Einbindung von Stakeholder-Rückmeldungen trugen maßgeblich dazu bei, die erforderlichen Grundlagen für den Wärmeplan zu erarbeiten. Als Ergebnis dieses Prozesses wurden die nachfolgend aufgelisteten zentralen Aufgaben sowie Instrumente und Strategiefelder definiert.

Zentrale Aufgaben der kommunalen Wärmeplanung in Remagen sind:

- Identifikation von Gebieten, die aufgrund ihrer Wärmebedarfsdichte und Bebauungsstruktur für den Aufbau eines Wärmenetzes geeignet sind
- Klarheit darüber zu schaffen, welche Versorgungsoptionen wie Wärmenetze, dezentrale erneuerbare Technologien oder Hybridsysteme in den jeweiligen Stadtgebieten möglich und am besten geeignet sind
- Abschätzung, welche potenziellen Kosten mit unterschiedlichen Wärmeversorgungsoptionen verbunden sind
- Festlegung von Umsetzungsmaßnahmen, um eine klimaneutrale und kosteneffiziente Wärmeversorgung bis 2040 zu erreichen

Instrumente und Strategiefelder der kommunalen Wärmeplanung sind:

- **Finanzierung**
 - Nutzung von Förderprogrammen des Bundes und der Länder
 - Entwicklung kommunaler Anreizprogramme, um die Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme zu fördern
- **Planung und Organisation**
 - Aufbau eines Wärmekatasters, um den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf zu analysieren und darzustellen
 - Sicherstellung einer effektiven Personalplanung und -organisation, um die notwendigen Kompetenzen und Kapazitäten für die Planung und Umsetzung bereitzustellen
- **Rechtliches**
 - Integration der Wärmeplanung in Bebauungs- und Flächennutzungspläne, um rechtliche Grundlagen für die Umsetzung zu schaffen
 - Nutzung von Regulierungen und Vorschriften, um klimafreundliche Bau- und Sanierungsstandards zu fördern
- **Kommunikation und Information**
 - Intensive Öffentlichkeitsarbeit durch die Kommune, um Bürger*innen sowie Gewerbetreibende über die Vorteile und Anforderungen der Wärmeplanung zu informieren
 - Bereitstellung von Informationsmaterialien und Beratungsangeboten, z. B. zu Fördermöglichkeiten und technischen Lösungen
- **Kooperation und Beteiligung**
 - Einbindung lokaler Akteure*innen, wie Energieversorger und Unternehmen in den Planungsprozess
 - Aufbau von Klimaschutz-Netzwerken, um Synergien zwischen verschiedenen Akteuren*innen zu nutzen und gemeinsame Projekte zu fördern
- **Technologien**
 - Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie oder Biomasse in die Wärmeversorgung
 - Einsatz von Energiespeichern, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und saisonale Schwankungen auszugleichen
 - Nutzung von Abwärme aus Gewerbe oder Industrie zur Deckung des lokalen Wärmebedarfs

2.3. Einbindung der relevanten Akteure*innen

Die relevanten Akteure*innen der kommunalen Wärmeplanung wurden im Rahmen einer umfassenden Akteursbeteiligung aktiv in die Umsetzung eingebunden. Dabei standen die spezifischen Bedürfnisse und Perspektiven der Kommune, der Netzbetreiber, Energieversorger, Unternehmen sowie der Bürger*innen im Fokus. In Workshops und Expertenrunden wurden ihre Anliegen aufgenommen und in die Erstellung des kommunalen Wärmeplans integriert. Diese Zusammenarbeit stellt sicher, dass die Ergebnisse des Wärmeplans nicht nur die strategischen Ziele der Kommune, sondern auch die betriebswirtschaftlichen Anforderungen der Energieversorger sowie die Bedürfnisse der Bürger*innen berücksichtigt. Der kommunale Wärmeplan generiert somit einen umfassenden Mehrwert, indem er die Interessen und Anforderungen aller beteiligten Akteure*innen miteinander verknüpft und zielgerichtete Lösungen für eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung schafft.

- **Für die Kommune** bietet die Wärmeplanung eine Grundlage für die strategische Entwicklung der städtischen Energieinfrastruktur und unterstützt die gezielte Planung von Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wärmesektors.
- **Für Netzbetreiber und Energieversorger** liefert die Wärmeplanung wichtige Erkenntnisse, um Planungen und Investitionen in den Umbau und die Anpassung der Wärmeinfrastruktur zu priorisieren.
- **Für Unternehmen** schafft der kommunale Wärmeplan Planungssicherheit und reduziert Kosten durch die Nutzung klimafreundlicher Wärmequellen. Gleichzeitig stärkt er die Wettbewerbsfähigkeit durch eine verbesserte ökologische Bilanz und fördert den Standort durch eine zukunftsfähige Wärmeinfrastruktur.
- **Für Bürger*innen** schafft der kommunale Wärmeplan Transparenz und Orientierung hinsichtlich verfügbarer, klimafreundlicher und kosteneffizienter Wärmeversorgungsoptionen.

3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung

Der kommunale Wärmeplan in der Stadt Remagen wurde in einem klar strukturierten und prozessorientierten Ablauf umgesetzt, der auf die kontinuierliche Zusammenarbeit verschiedener Akteure*innen und Arbeitspakete aufbaut. Die in der **Abb. 2** dargestellten Phasen spiegeln die einzelnen Schritte wider, die systematisch und koordiniert zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans beigetragen haben.



Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans

Der gesamte Prozess wurde entlang der in der Abb. 2 gezeigten Phasen und Arbeitspakete umgesetzt, die durch einen iterativen Charakter und regelmäßigen Austausch geprägt waren. Die Umsetzung wurde von einem engen Austausch zwischen der Arbeitsgemeinschaft Hansa Luftbild - K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - & Infrastrukturmanagement e.U. und dem Kernteam begleitet und umfasste die folgenden methodischen Hauptschritte:

Bestandsanalyse mit Energie- & Treibhausgasbilanz

Im ersten Arbeitsschritt, der Bestandsanalyse, wurde der Ist-Zustand der Wärmeversorgung detailliert analysiert. Ein besonderer Fokus lag dabei auf der GIS-gestützten Gebäudbestandskartierung, um die energetische Struktur der Stadt präzise zu erfassen. Darüber hinaus wurde der Heizwärmebedarf für unterschiedliche Gebäudetypen und Sektoren abgeschätzt sowie die Brennstoffverteilung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen untersucht. Diese sektorale Treibhausgasbilanz diente als Grundlage, um den Status quo der CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung zu quantifizieren. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse bildeten die Datengrundlage für die weiteren Projektschritte. Während das Kernteam die operative Arbeit übernahm, sorgte der Arbeitskreis für die strategischen Leitlinien und evaluierte die Ergebnisse.

Potentialanalyse zu Energieeinsparpotentialen & erneuerbaren Energien

In der zweiten Phase wurden mögliche Energieeinsparpotentiale und die Nutzung erneuerbarer Energien untersucht. Dabei wurden Energieeinsparpotentiale durch Sanierungsmaßnahmen bewertet, während erneuerbare Energien wie Solarthermie, Photovoltaik und Biomasse lokalisiert und quantifiziert wurden. Gleichzeitig analysierte man technologische und infrastrukturelle Optionen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit. Um die Ergebnisse anschaulich darzustellen und leichter kommunizieren zu können, wurden verschiedene statistische Auswertungen erstellt und die Erkenntnisse mithilfe von Graphen, Diagrammen und interaktiven Kartenwerken visualisiert. Diese Phase legte den Grundstein für die Entwicklung von Szenarien und strategischen Maßnahmen.

Zielszenarien & Entwicklungspfade

Auf Basis der Potentialanalyse wurden in dieser Phase alternative Zielszenarien und Entwicklungspfade erarbeitet. Dabei orientierte man sich an den im Projekt „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ (Langfristszenarien 3) definierten T45-Strom Szenarien, die von einer starken Elektrifizierung des Energiesystems ausgehen. Die festgelegten Entwicklungsszenarien skizzierten die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungspfade auf die zukünftigen Wärmedichten und zeigten auf, welche Wärmenetztypen und Technologien aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll wären. Der Arbeitskreis validierte die entwickelten Szenarien, um sicherzustellen, dass diese sowohl mit den lokalen Gegebenheiten als auch mit den übergeordneten Klimazielen vereinbar sind.

Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

Im nächsten Arbeitsschritt wurde schließlich auf Grundlage der definierten Instrumente und Strategiefelder eine Umsetzungsstrategie entwickelt, die konkrete Maßnahmen und deren Priorisierung festlegte. Hierbei wurden zeitliche, technische und finanzielle Aspekte berücksichtigt, um die erarbeiteten Maßnahmen schrittweise und Prozess orientiert in die Realität umzusetzen. Die fortlaufende Information über Zwischenergebnisse und Workshops mit Beteiligung der Stakeholdergruppen schufen Transparenz und stärkten die Akzeptanz der erarbeiteten Maßnahmen. Durch diese Herangehensweise konnte eine tragfähige und langfristig anwendbare Entscheidungsgrundlage zur Erreichung der Klimaneutralität in der Stadt Remagen geleistet werden.

Verstetigung und Monitoring

Die Wärmeplanung ist ein dynamischer Prozess, der kontinuierlich überwacht und alle fünf Jahre überprüft werden muss (vgl. Wärmeplanungsgesetz, 22.12.2023, §25, Abs.1), um sicherzustellen, dass die Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung umgesetzt werden und den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes entsprechen. Die Verstetigungsstrategie des kommunalen Wärmeplans in der Stadt Remagen zielt darauf ab, die erarbeiteten Maßnahmen langfristig in die kommunalen Planungsprozesse und politischen Entscheidungen zu integrieren. Das Controlling-Konzept stellt sicher,

dass die Umsetzung des Wärmeplans kontinuierlich überwacht und überprüft wird. Zentrale Indikatoren wie CO₂-Ausstoß, der Anteil erneuerbarer Energien und die Sanierungsquote werden fortlaufend analysiert und alle fünf Jahre einer Überprüfung unterzogen.

4. Kommunikation und Partizipation

Die Kommunikationsstrategie im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung diente dazu, Information und Partizipation zielgruppenspezifisch zu gestalten und so eine breite Akzeptanz und aktive Mitgestaltung zu fördern. U.a. wurde auch darauf geachtet, Personengruppen aus den Bereichen Politik, Schornsteinfegerinnung, Gewerbe und der Öffentlichkeit mit in den Ablauf einzubinden, um die Verbreitung der Informationen in ihren Netzwerken zu erhöhen. Die Kommunikation nutzte bewährte und reichweitenstarke Kanäle wie die Website der Stadt. Diese Kanäle boten kontinuierliche Updates, sensibilisierten die Öffentlichkeit und luden zur aktiven Beteiligung ein.

Ein besonderer Fokus lag auf interaktiven Formaten, um Transparenz zu schaffen und wertvolle Rückmeldungen von Unternehmen, Bürger*innen und politischen Vertreter*innen einzuholen. Dazu gehörten:

- Stakeholder-Mapping zur Identifikation relevanter Akteure*innen und Netzwerke
- Workshops wie Maßnahmenworkshop mit Beteiligung der relevanten Stakeholdergruppen und der Öffentlichkeit, um konkrete lokale Potentiale und Prioritäten zu erarbeiten
- Präsentationen in politischen Gremien, um die politische Unterstützung zu sichern

Zur Sicherstellung der Effektivität der Kommunikationsstrategie fanden regelmäßige Abstimmungen im Kernteam statt. Die Abschlusspräsentation fasste die Ergebnisse anschaulich zusammen und förderte die Akzeptanz für die politische Beschlussfassung und Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen. Die weiterführende Öffentlichkeitsarbeit ist darauf ausgerichtet, die Umsetzung der Maßnahmen transparent zu begleiten. Regelmäßige Fortschrittsberichte und öffentliche Updates im Rahmen der Verstetigung und Monitoring sollen das Vertrauen der Bevölkerung stärken und die nachhaltige Umsetzung der Maßnahmen fördern.

5. GIS gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement

Im Rahmen des Projektmanagements wurde ein umfassendes Datenmanagement eingerichtet, um den komplexen Anforderungen der Wärmeplanung gerecht zu werden. Hierbei wurden alle relevanten Daten zur Wärmeversorgung, Energieinfrastruktur und Gebäudestruktur der Stadt systematisch erfasst, analysiert und in einer zentralen PostGIS/PostgreSQL-Geodatenbank integriert. Die Einrichtung dieser Geodatenbank folgte einem strukturierten Prozess, der mit der systematischen Recherche, Sichtung und Beschaffung energierelevanter Daten begann. In diesem Kontext wurde eine Daten- und Indikatorenmatrix erstellt, die eine klare Übersicht über verfügbare Datenquellen und deren Relevanz für die Wärmeplanung bietet. Diese Matrix dient als zentrale Grundlage für die weitere Datenintegration und Analyse. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Analyse und Integration des Raumwärmebedarfsmodells 2022, welches vom Bundesland bereitgestellt und fortlaufend aktualisiert wird. Dieser GIS-Datensatz ermöglicht die gebäudescharfe Modellierung des Heizwärmebedarfs und bildet die Ausgangsbasis für die energetische Bewertung des Gebäudebestandes. Basierend auf dieser Datenbasis wurde ein aggregiertes Gebäudemodell entwickelt und angewendet, um eine GIS-basierte sektorale Energie- und CO₂-Emissionsbilanz für das gesamte Stadtgebiet zu erstellen. Dabei wurden Gebäude hinsichtlich ihrer Typologie, Baualtersklasse und Nutzung analysiert. Die Aufbereitung absoluter und spezifischer Energieverbrauchswerte sowie CO₂-Emissionen nach verschiedenen Verbrauchergruppen und Sektoren erfolgte ebenfalls auf Basis der zentralen Datenbank. Hierbei wurden ergänzend geltende Standards wie BSKO (vgl. Hertle, H. et al., 2019), das endenergiebasierte Territorialprinzip und die Berechnung von THG-Emissionsfaktoren (inklusive Vorketten) die Gebäudekartierung und Wärmebedarfsmodellierung nach TABULA-Standard (vgl. IWU, 2022) berücksichtigt. Dieser Ansatz ermöglichte eine detaillierte Wärmebedarfsanalyse und eine präzise Abbildung der energetischen Eigenschaften des Gebäudebestands. Die zentrale Speicherung und standardisierte Aufbereitung der Daten in einem GIS-kompatiblen Format lässt nicht nur die nahtlose Verknüpfung unterschiedlicher Datenquellen und den Datenfluss ohne Medienbruch zu, sondern schafft auch die Basis für die mögliche zukünftige Erstellung eines digitalen Zwillings. Dieser ist in der Lage, die realen Stadtstrukturen als interaktives Modell abzubilden und weitreichende Potentiale für Szenario-Simulationen und räumliche Analysen zu bieten.

Abschließend wurden die Ergebnisse statistisch aufbereitet und kartographisch in verständlicher Form dargestellt. Mit dem Abschluss des Projekts werden sämtliche aufbereiteten GIS-Daten und Karten an die Stadt Remagen übergeben. Diese Übergabe gewährleistet, dass die Stadt über eine fundierte und umfassende Datengrundlage verfügt, die sie für zukünftige Planungen und Maßnahmen nutzen kann.

6. Ergebnisse

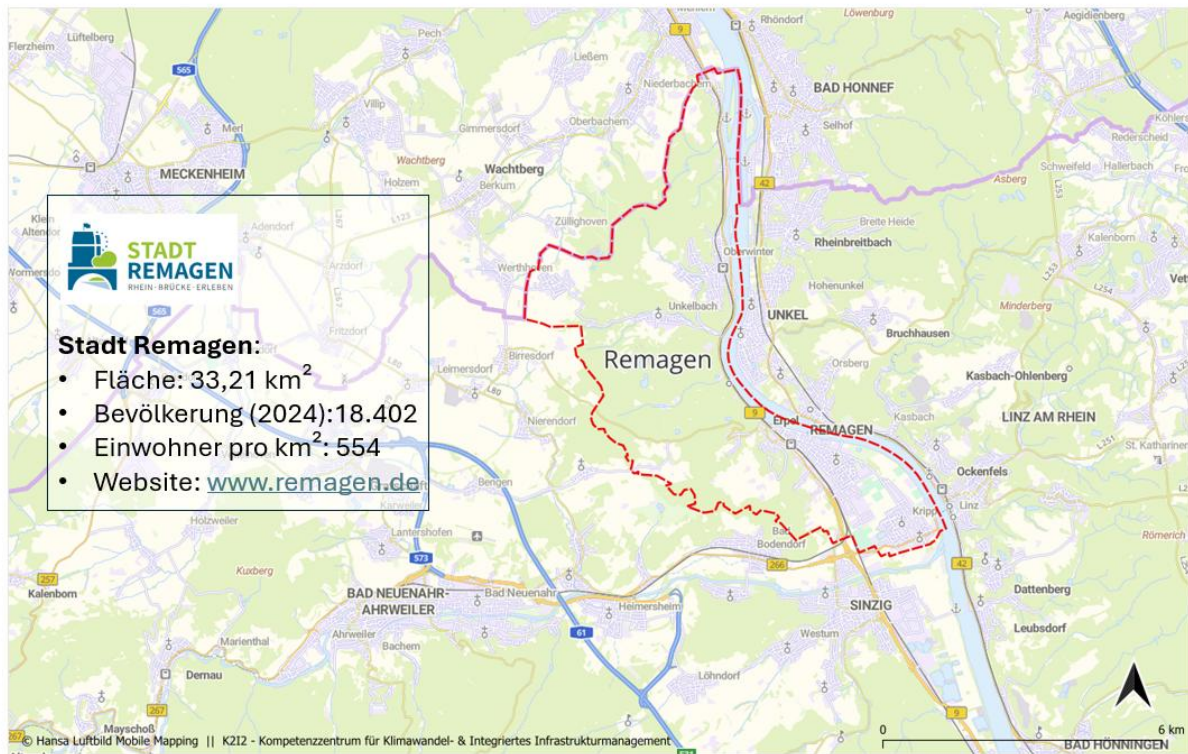


Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken

Die Stadt Remagen liegt im Norden des Bundeslandes Rheinland-Pfalz und ist eine kreisangehörige Stadt des Kreises Ahrweiler. Remagen grenzt im Norden an das Bundesland Nordrhein-Westfalen und umfasst eine Fläche von rund 33 km².

6.1. Bevölkerungsentwicklung

Die Stadt Remagen zeichnet sich durch ein Bevölkerungswachstum aus, das ihre Attraktivität als Wohnstandort unterstreicht. Aktuelle Zahlen der Stadt zeigen, dass die Einwohnerzahl derzeit bei 18.402 liegt (Stand 30.06.2024), was einer Bevölkerungsdichte von 554 Einwohnern pro km² entspricht. Diese Dichte liegt an der unteren Grenze der guten Eignung für zentrale Wärmenetze und stellt Herausforderungen für die Wärmeplanung dar. Die bereitgestellten Statistiken prognostizieren für die kommenden 1,5 Jahrzehnte zunächst einen weiteren Bevölkerungsanstieg bis 2040 von 2,5%, gefolgt von einem leichten Rückgang der Einwohnerzahl bis 2050 von rund 0,6%. Diese dynamische Entwicklung macht eine strategische und vorausschauende Wärmeplanung unerlässlich.

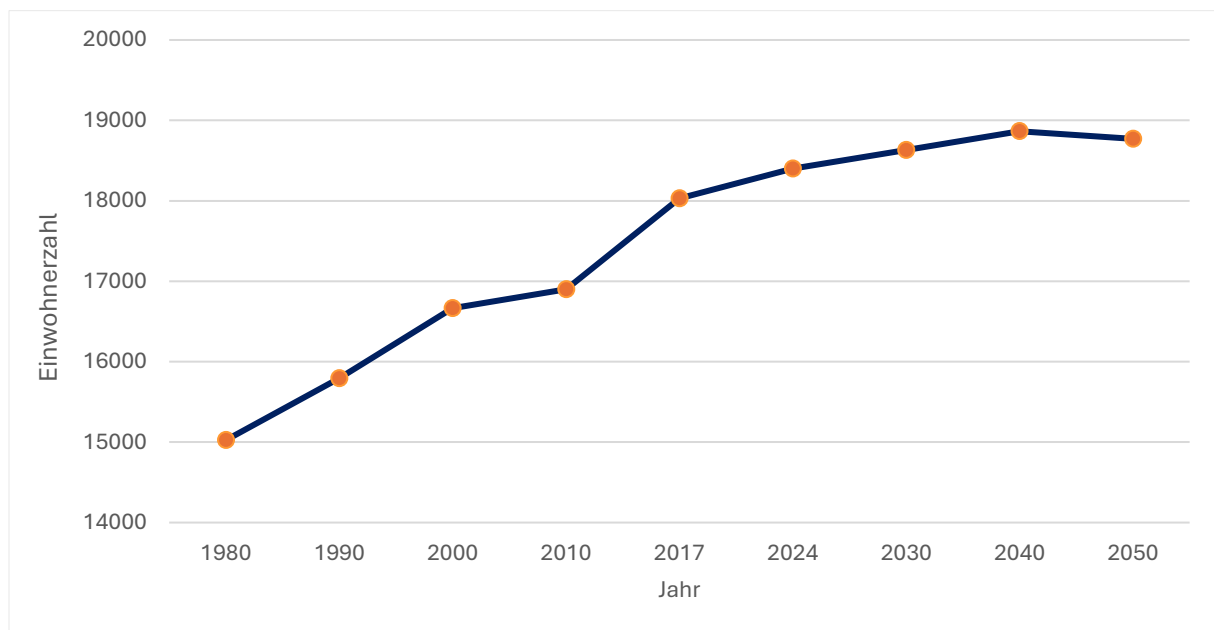


Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Remagen (Quelle für Prognose bis 2050: Kreis Ahrweiler)

6.2. Harmonisierung der Demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung

Die Einwohnerdichte der Stadt Remagen stellt in einzelnen Stadtbereichen eine Herausforderung für den wirtschaftlichen Betrieb großflächiger Wärmenetze dar. Die Kosten für die Errichtung und den Betrieb solcher Netze sind insbesondere in weniger dicht besiedelten Ortsteilen schwer zu amortisieren. Aufgrund der teils niedrigen Dichte sind flächendeckende Wärmenetzlösungen nicht überall wirtschaftlich sinnvoll. Dennoch bieten die Bevölkerungsentwicklung und das Wachstumspotenzial der Stadt Chancen, um den Ausbau erneuerbarer Energien und innovativer Technologien voranzutreiben. Maßnahmen wie der Einsatz solarthermischer Anlagen, Wärmepumpen, Bioenergie sowie die Nutzung von Abwärme und – unter technischen Voraussetzungen – die thermische Energie des Rheins können nicht nur die Wärmeversorgung langfristig sichern, sondern auch die Attraktivität der Stadt als zukunftsfähigen Wohn- und Betriebsstandort steigern.

Die Bevölkerungsentwicklung ist ein zentraler Faktor, der den zukünftigen Energiebedarf in Remagen prägt. Der erwartete Anstieg der Einwohnerzahl führt zu einem wachsenden Bedarf an Wohnraum, Heizenergie und infrastrukturellen Anpassungen.

Aus diesen Tatsachen lassen sich folgende zu betrachtende Aspekte ableiten:

Wohnraumbedarf und Energienutzung

- Der Zuwachs an Bevölkerung bis 2040 erfordert die vorausschauende Planung neuer Wohngebiete sowie gezielte Nachverdichtung in geeigneten Ortsteilen. Die moderate bis teilweise hohe Besiedlungsdichte ermöglicht eine sinnvolle Kombination aus Neubauentwicklung und Anschlussfähigkeit an nachhaltige Wärmeinfrastrukturen.

- Gleichzeitig bleibt die Sanierung des Gebäudebestands entscheidend, um Energieverluste zu minimieren und fossile Brennstoffe schrittweise durch klimafreundlichere Alternativen zu ersetzen.

Demografische Entwicklung und Energieverbrauch

- Der demografische Wandel hin zu einer älteren Bevölkerung führt zu einer verstärkten Nachfrage nach barrierefreien und energieeffizienten Wohnkonzepten. Wartungsarme und kostengünstige Heizlösungen wie Wärmepumpen oder Nahwärmeanschlüsse sind hier mögliche Lösungsansätze.
- Die sinkende Haushaltsgröße in Kombination mit einer alternden Bevölkerung könnte den spezifischen Energieverbrauch pro Person erhöhen und erfordert angepasste Versorgungslösungen.

6.3. Veränderte Nutzungsanforderungen

- Der moderate Bevölkerungszuwachs bis 2040 ist verbunden mit einem steigenden Bedarf an moderner kommunaler Infrastruktur, darunter Schulen, Gewerbeflächen und öffentliche Einrichtungen. Diese tragen wesentlich zum Gesamtenergiebedarf bei und erfordern eine abgestimmte Wärmeversorgung, die sowohl wirtschaftliche Aspekte als auch Klimaziele berücksichtigt.

Trotz der heterogenen Siedlungsstruktur und teilweiser geringer Dichte in Randlagen bietet Remagen Potenziale, durch innovative und anpassungsfähige Ansätze die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten:

- **Dezentrale und hybride Systeme**
In weniger dicht besiedelten Gebieten können dezentrale Einzelheizsysteme wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder kleinere Nahwärmenetze effizient eingesetzt werden. Diese Systeme sind flexibel und können gezielt durch die Kombination verschiedener Energiequellen und Technologien an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden.
- **Integration erneuerbarer Energien**
Der Ausbau solarthermischer Anlagen, Biomasse und Wärmepumpen trägt entscheidend zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bei. Diese Technologien sind besonders geeignet, um kleinere Netzstrukturen oder Einzelversorgungen wirtschaftlich zu gestalten.
- **Clusterlösungen**
In Neubaugebieten oder dichten besiedelten Ortsteilen können Wärmenetzcluster entstehen, die durch Kombination mit erneuerbaren Energien sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch sinnvoll betrieben werden.

- **Schrittweiser Rückbau des bestehenden Gasnetzes**

Eine langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung erfordert einen schrittweisen Umbau des bestehenden Gasnetzes, um die gesetzlich vorgeschriebene Dekarbonisierung bis spätestens 2045 zu erreichen. Neben einem möglichen Rückbau der bestehenden Netzinfrastrukturen können Übergangslösungen wie die schrittweise Einspeisung von grünem Wasserstoff und die Nutzung von Biomethan dazu beitragen, die Klimaziele zu erfüllen. Diese Optionen ermöglichen es, das bestehende und funktionierende Gasnetz in den kommenden Jahrzehnten effizient weiterzuentwickeln, während parallel alternative Wärmesysteme und erneuerbare Technologien ausgebaut werden.

Bis 2030 könnten erste Beimischungen von Wasserstoff und Biomethan in bestehende Netze realisiert werden, während der vollständige Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Gase (Biomethan) bis spätestens 2040 angestrebt wird. Der Umbau des fossilen Gasnetzes und die Transformation hin zu einem klimaneutralen Energiesystem sollten dabei mit klar definierten Meilensteinen erfolgen, um eine kontinuierliche Anpassung an technologische Fortschritte und gesetzliche Vorgaben zu ermöglichen. Die Umstellung erfordert eine enge Abstimmung zwischen Energieversorgungsunternehmen und den betroffenen Kundengruppen, um wirtschaftliche und technische Lösungen anzubieten, die den Übergang erleichtern und eine hohe Akzeptanz fördern. So wird es möglich, fossile Energien schrittweise zu ersetzen und gleichzeitig eine zuverlässige und zukunftsfähige Wärmeversorgung sicherzustellen.

- **Errichtung eines Wasserstoffnetzes**

Auf Basis des im Rahmen des Projektes erarbeiteten Informationsstandes spielt ein Wasserstoffnetz derzeit keine Rolle, auch wenn technisch ein potenzieller Bedarf durch ansässige Betriebe besteht. Die vollständige Integration in das bestehende Gasnetz oder die Errichtung eines eigenständigen Wasserstoffversorgungsnetzes ist im Rahmen des Zeithorizonts der kommunalen Wärmeplanung mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Bei konkreten Bedarfen, insbesondere im industriellen Bereich oder für spezielle Anwendungen, könnte sich eine mobile Wasserstoffversorgung als flexible und wirtschaftliche Lösung anbieten. Diese Option würde es ermöglichen, den Bedarf ohne umfangreiche infrastrukturelle Investitionen in ein stationäres Netz zu decken, insbesondere in einer Übergangsphase bis zur möglichen weiteren Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Die Entwicklung eines stationären Wasserstoffnetzes kann in Betracht gezogen werden, wenn die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff steigt und sektorübergreifende Anwendungen (z. B. Mobilität oder Speicherung erneuerbarer Energie) verstärkt nachgefragt werden.

7. Bestandsanalyse

Die kommunale Wärmeplanung für das Stadtgebiet wurde mit einem umfassenden und datenbasierten Ansatz erstellt, der eine detaillierte Bestandsanalyse, räumliche Visualisierung und sektorale Bilanzierung kombiniert. Das Arbeitspaket der Bestandsanalyse diente der grundlegenden Erfassung und Bewertung der Energiewirksamkeit der Raum- und Gebäudestruktur im Stadtgebiet. Ziel war es, eine gebäudescharfe Datengrundlage zu schaffen, die den Heizwärmebedarf sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen präzise analysiert und räumlich verortet darstellt.

7.1. Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet

Die kommunale Wärmeplanung für Remagen basiert auf einer differenzierten Betrachtung der relevanten Maßstabs- und Informationsebenen. Dabei wird zwischen dem einzelnen Gebäude und dem Baublock als aggregierte Einheit unterschieden, um sowohl detaillierte als auch strategische Planungsgrundlagen zu schaffen. Diese Herangehensweise ermöglicht es, sowohl die individuelle Gebäudeperspektive zu berücksichtigen als auch das Potential für Wärmeversorgungssysteme auf Baublock- oder Ortsteilebene systematisch zu analysieren.

Das individuelle Gebäude als Grundlage der Analyse

Das individuelle Gebäude bildet die primäre Maßstabs- und Informationsebene und stellt die Grundlage für eine differenzierte Analyse dar, insbesondere bei der Ermittlung des Wärmebedarfs und der Sanierungspotentiale. Auf dieser Ebene wurden spezifische Gebäudemerkmale erfasst, darunter:

- Gebäudetyp (z. B. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nichtwohngebäude)
- Nutzung (Wohngebäude, Gewerbe, öffentliche Nutzung)
- Gebäudealter und energetischer Zustand
- Nutzfläche und Heizsystem
- Anzahl der Bewohner*innen

Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene

Der Baublock repräsentiert die aggregierten Merkmale aller Gebäude innerhalb eines bestimmten Bereichs. Diese Daten wurden räumlich verortet und sowohl statistisch-tabellarisch als auch kartografisch (z. B. mittels GIS) aufbereitet. Ein „Baublock“ ist ein städtebaulicher Begriff und bezeichnet eine räumliche Einheit innerhalb einer Stadt oder Siedlung, die durch Straßen, Wege oder andere physische Barrieren (z. B. Eisenbahnlinien oder Fließgewässer) begrenzt ist. Innerhalb eines Blocks befinden sich in der Regel mehrere zusammenhängende oder freistehende Gebäude.

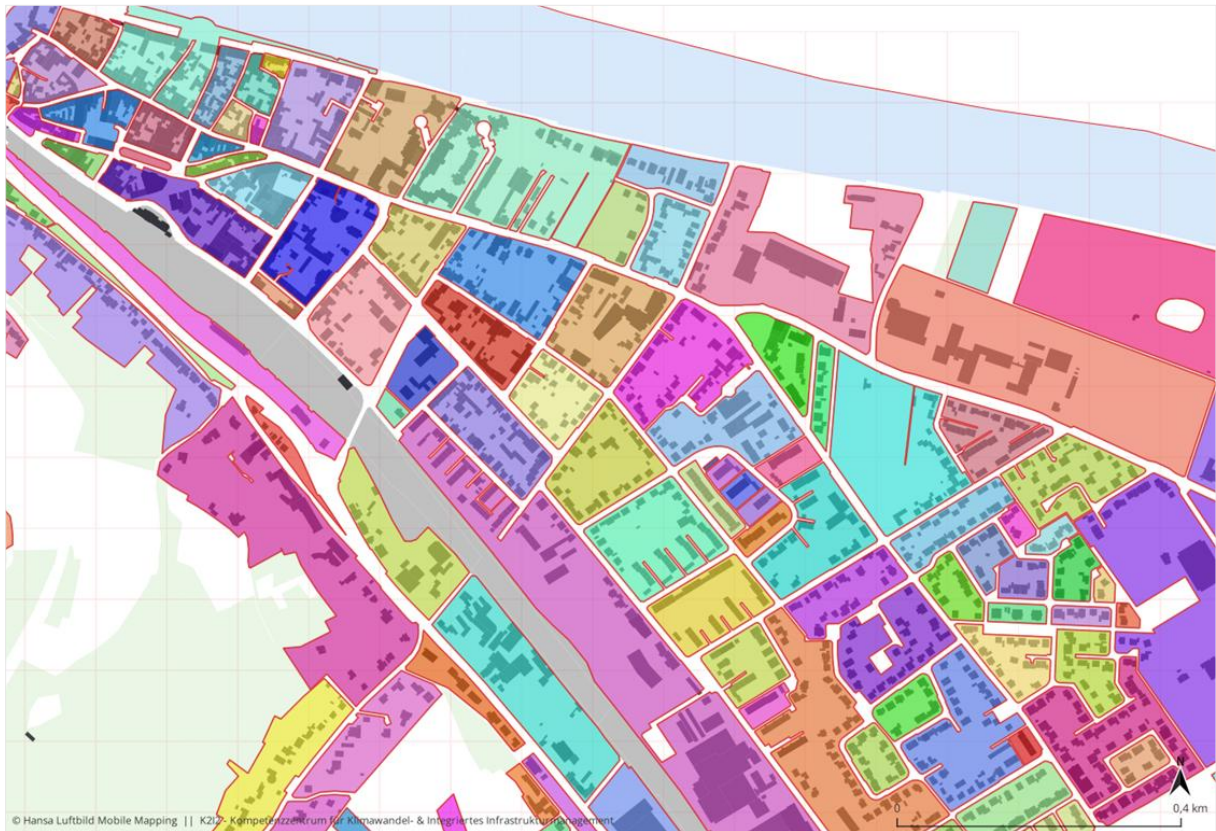


Abb. 5: Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung

Zur Charakterisierung eines Baublocks im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gehören Indikatoren, wie der dominierende Gebietstyp (z.B. Wohn-, Gewerbe-, Mischgebiet), die Bauepoche, die Wärmedichteklasse und die genutzten Energieträger oder die infrastrukturelle Erschließung. Diese Merkmale ermöglichen eine präzise Analyse der energetischen Situation und bilden die Grundlage für die Wärmeversorgungsplanung.

Basierend auf der Bewertung der Baublöcke wurde abgeleitet, welche Wärmeversorgungsart am geeignetsten ist – beispielsweise die Ausweisung als Wärmenetzgebiet oder als Gebiet für eine dezentrale Wärmeversorgung. Gleichzeitig wurde eine zeitliche Planung erarbeitet, die die Verfügbarkeit der empfohlenen Versorgungsart im Zeitverlauf abbildet. Hierbei flossen technische, wirtschaftliche und klimapolitische Kriterien und Abwägungen ein.

Generell gilt, dass auf folgenden Abbildungen, auf denen auf Karten analysierte Daten aggregiert auf der Baublockebene gezeigt werden, solche Baublöcke aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden, in denen es weniger als 4 Adresspunkte gibt.

Kategorisierung der Baublöcke

Die Baublöcke wurden für die weitere Bearbeitung drei Kategorien zugeordnet:

- **Siedlungskerngebiet**, das sich Aufgrund der Siedlungsstruktur und der höheren Bedarfsdichten potenziell für die Errichtung eines Wärmenetzes eignet

- **Einzelgebäude mit dezentraler Energieversorgung**, die auf die individuellen Anforderungen der Gebäude abgestimmt ist
- **Gebäudecluster** ab 5 Adresspunkten, die Potential für die Bildung organisierter Energiegemeinschaften bieten und der Betrieb eines Mikronetzes eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellen kann.

7.2. Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung

Die adresspunktgenaue Erfassung des Gebäudebestandes umfasst eine systematische Erhebung und Analyse auf Basis von ALKIS-Daten, Open Street Map (OSM), Zensusdaten (2022), 3D-Gebäudemodell, Adresspunktverortung sowie weiteren relevanten Datensätzen, um eine detaillierte Grundlage für die Planung und Bewertung energetischer Maßnahmen zu schaffen.



Abb. 6: Gebäudebestand mit verorteten Adresspunkten

7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung

Die relevanten Gebäudeeigenschaften wie Baualtersklassen, Gebäudetypen, Nutzungsarten und vorhandene Heizsysteme wurden umfassend analysiert, um eine fundierte Grundlage für die Wärmeplanung zu schaffen. Ergänzend wurden Daten zur Netzinfrastruktur und bestehenden Wärmeversorgungsanlagen integriert, wodurch ein vollständiges Bild der energetischen Ausgangslage entstand.

Zur systematischen Visualisierung und Analyse der Ergebnisse wurde ein zensuskonformes 100 x 100 Meter-Raster generiert. Dieses Raster ermöglichte die anonymisierte Darstellung von Zensusergebnissen und aggregierten Daten, sodass personenbezogene Informationen geschützt blieben. Gleichzeitig diente es als Basis für erste räumliche und statistische Auswertungen, die wertvolle Einblicke in lokale Gegebenheiten und Entwicklungspotentiale lieferten. Diese Arbeitsschritte wurden erfolgreich durchgeführt und bilden eine wichtige Grundlage für die weitere Planung und Entscheidungsfindung.

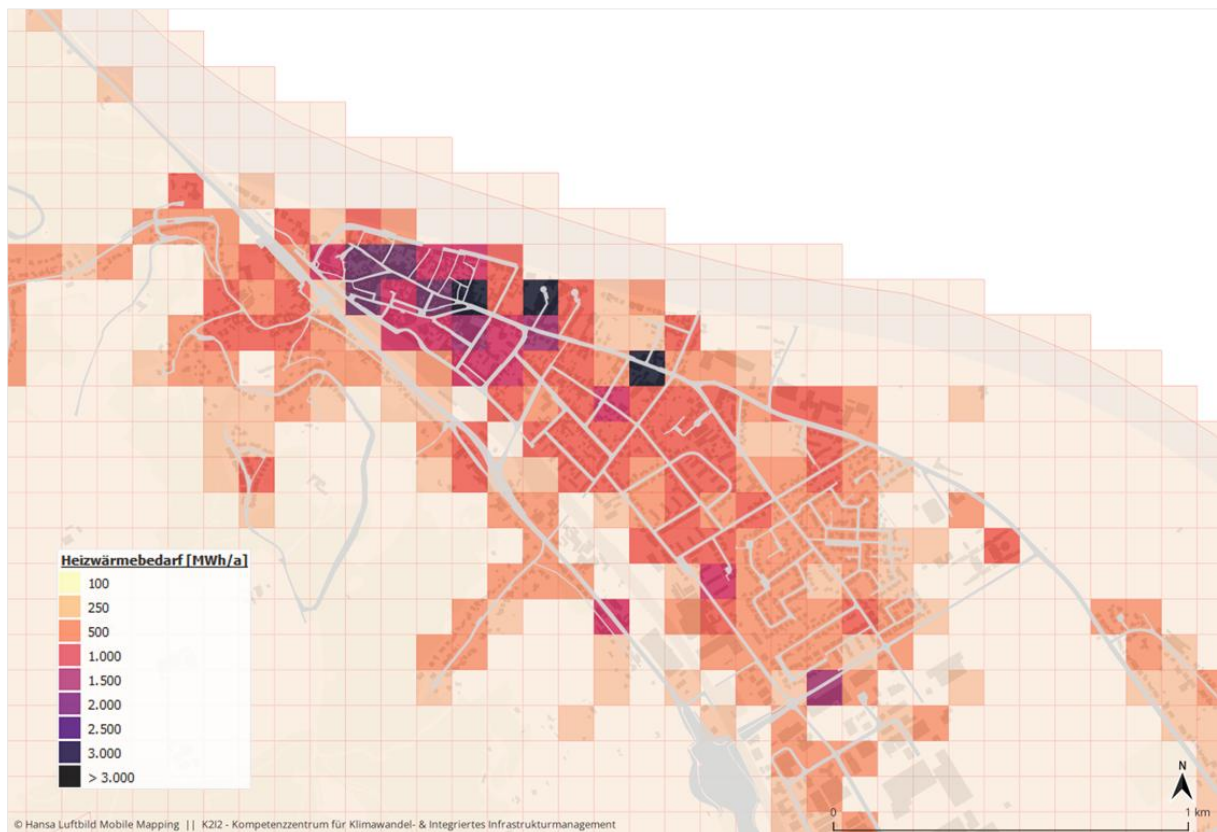


Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen

7.2.2. Energiebedarfsmodellierung

Der Heizwärmebedarf wurde sektoren- und gebäudegruppenspezifisch auf Basis etablierter Modelle und Datenquellen ermittelt. Dieser methodische Ansatz ermöglicht eine präzise und belastbare Berechnung der spezifischen Wärmebedarfe für unterschiedliche Gebäudetypen und Sektoren.

Im nächsten Schritt wurden die ermittelten Daten auf Straßenzug-, Ortsteil- und Stadtebene aggregiert. Dadurch konnten energetische Hotspots identifiziert werden, etwa Cluster älterer Gebäude, Gebiete mit einem hohen Anteil fossiler Energieträger oder Bereiche mit einer besonders hohen Wärmebedarfsdichte. Diese Informationen sind essenziell, um gezielte Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu entwickeln.

Zur Verdeutlichung der räumlichen Muster und Konzentrationen der Heizwärmebedarfe wurde eine Heatmap (**Abb. 8**) erstellt. Diese zeigt anschaulich die Verteilung der Bedarfe im Untersuchungsgebiet und erleichtert die Identifikation prioritärer Handlungsfelder. Ergänzend dazu wurde der Gebäudebestand in einer 3D-Visualisierung dargestellt, um die Raumstrukturen und energetischen Herausforderungen noch plastischer und verständlicher abzubilden. Diese Visualisierungen unterstützen nicht nur die Analyse, sondern auch die Kommunikation mit Stakeholdern und die strategische Planung von Maßnahmen.

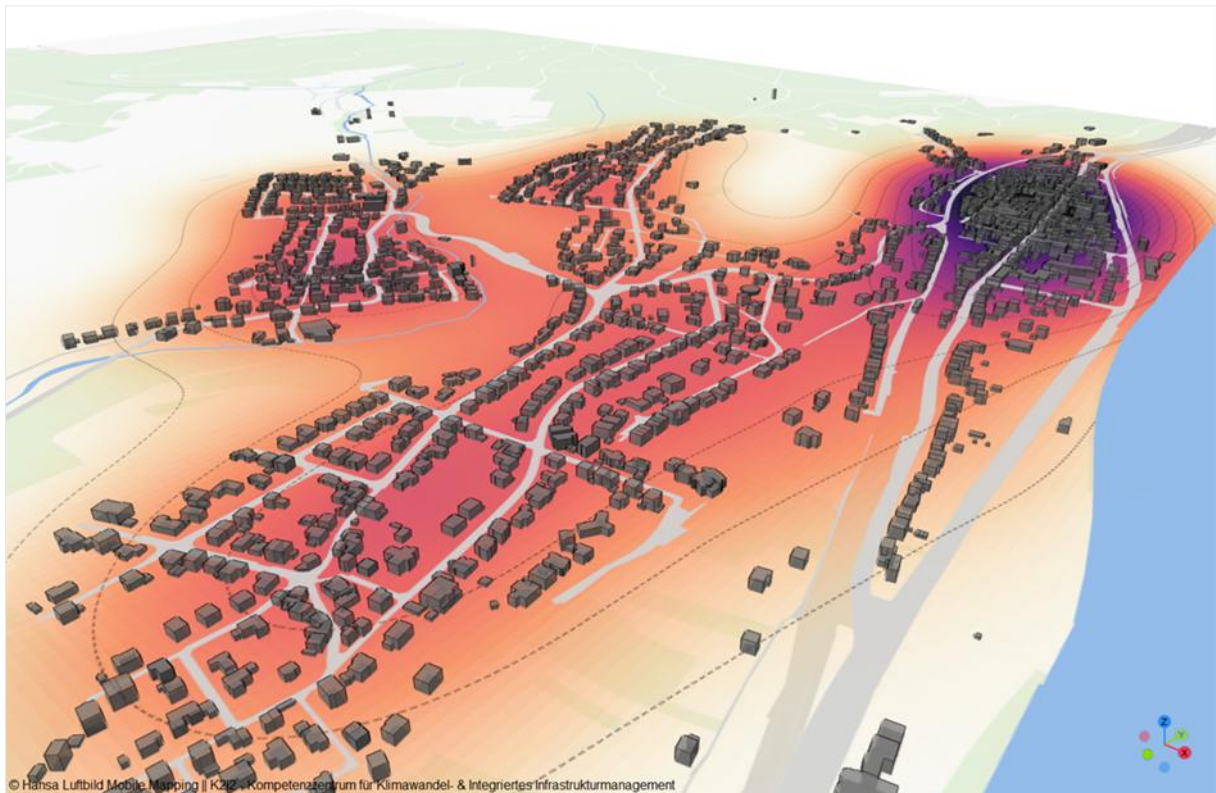


Abb. 8: Die „Heatmap“ als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden Baublöcke als zentrale Planungselemente eingesetzt, um räumlich zusammenhängende Bereiche mit ähnlichen energetischen Profilen zu identifizieren. Für jeden Baublock entstand eine detaillierte Energie- und Treibhausgasbilanz, die eine fundierte Bewertung der energetischen Ausgangslage ermöglicht. Die Ergebnisse wurden kartografisch aufbereitet, um räumliche Muster und priorisierte Handlungsfelder übersichtlich darzustellen und so eine gezielte Planung von Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen. **Abb. 9** illustriert den ermittelten Heizwärmebedarf. Grundlage der Darstellung ist eine baublockweise Analyse, bei der der Heizwärmebedarf in MWh/Jahr erfasst wurde. Baublöcke mit weniger als vier Adresspunkten wurden aus Datenschutzgründen nicht dargestellt.



Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/Jahr

Der Heizwärmebedarf innerhalb der Baublöcke wurde unter anderem mit Daten zu Heizsystemen und Brennstoffen kombiniert. Dies ermöglicht die räumliche Darstellung und Verortung der Energieträger auf Baublockebene oder im 100x100-m-Zensusgitter (siehe **Abb. 10**) sowie die Berechnung der daraus resultierenden spezifischen CO₂-Emissionen.



Abb. 10: Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung, dargestellt auf dem 100x100-m-Zensusgitter

7.2.3. Heizwärmedichte

Da die generierten Baublöcke unterschiedliche Größen aufweisen, wurde für die weiterführenden Analysen die Heizwärmedichte berechnet. Diese ist definiert als Heizwärmebedarf pro Hektar Baublockfläche. Hohe Heizwärmedichten deuten auf eine intensive Energie- oder Wärmenutzung hin (z. B. in dicht bebauten Gebieten), während niedrige Dichten auf einen geringeren Bedarf (z. B. in ländlichen oder locker bebauten Gebieten) hinweisen. Die Normalisierung ermöglicht es, Energiekennzahlen unabhängig von der Baublockgröße zu bewerten und zu vergleichen. Dies bildet eine wesentliche Grundlage für die Auswahl potenzieller Planungs- und Fokusgebiete, insbesondere zur Identifikation von Gebieten, die sich aufgrund hoher Heizwärmedichten für den Ausbau eines Wärmenetzes eignen.

7.2.4. Baublockcharakterisierung

Im Rahmen der Analyse wurde der nächste Schritt unternommen, um die spezifischen Merkmale jedes Baublocks detailliert auszuwerten und für jeden Baublock eine umfassende bauliche und energetische Charakterisierung vorzunehmen. Hierfür wurden verschiedene nachfolgend gelistete Indikatoren und Kennzahlen berechnet sowie individuelle Steckbriefe pro Baublock erstellt.

Aufbereitete und analysierte Baublockmerkmale und -indikatoren

- Anzahl der Gebäude und Adresspunkte
- Gebäudekategorie und Gebäudetyp (z. B. Wohnen oder Nicht-Wohnen)
- Wohngebäudetyp und Bauepoche/Baualtersklasse (minimales, dominierendes und maximales Baujahr)
- Baublockfläche, Nutzung sowie versiegelte und nicht versiegelte Flächenanteile
- Kennzahlen wie Grundflächenzahl (GRZ) und Geschossflächenzahl (GFZ)
- Gebäudeeigenschaften wie Gebäudehöhe, A/V-Verhältnis (Verhältnis Außenfläche Gebäude zu Gebäudevolumen), Hüllfläche und Sanierungspotential
- Energetische und klimarelevante Indikatoren, darunter:
 - Raumwärmebedarf
 - Heizwärmebedarf
 - Strombedarf
 - Art des Brennstoffs
 - Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen)
- Nutzflächenanteile sowie die Anzahl der Bewohner pro Baublock

Darüber hinaus wurde eine Reihe spezifischer Kennzahlen ermittelt, die eine genauere Beurteilung der baulichen und energetischen Situation ermöglichen. Dazu zählt beispielsweise der Flächenverbrauch pro Person und der Energiebedarf pro Quadratmeter Nutzfläche. Diese Indikatoren bieten eine Grundlage für spezifische Steckbriefe und ermöglichen eine fundierte Beurteilung in Bezug auf städtebauliche, energetische und infrastrukturelle Fragestellungen sowie die differenzierte Bewertung und die Ableitung gezielter Umsetzungsmaßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung und Dekarbonisierung.

7.2.5. Wärmeliniendichte

Zur weiteren Unterstützung der Wärmeplanung wurde die Wärmeliniendichte visualisiert, die eine präzise Analyse der Wärmebedarfe entlang von Straßenabschnitten ermöglicht. Dabei wurden die ermittelten Heizwärmebedarfe ins Verhältnis zur Länge der jeweiligen Straßenabschnitte bzw. zur für die Wärmeversorgung relevanten Trassenlänge gesetzt.

Diese Methode bietet nicht nur eine anschauliche Darstellung der Wärmeverteilung, sondern ermöglicht auch die Identifikation erster möglicher Wärmenetztypen und Trassenführung sowie den Abgleich mit geplanten größeren Infrastrukturprojekten (z.B. im Bereich Straßenbau).



Abb. 11: Wärmelinien-dichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen

Die Visualisierung der Wärmelinien-dichten leistet somit einen Beitrag zur Planung effizienter Wärmeversorgungslösungen und unterstützt gleichzeitig eine ganzheitliche, ortsbauliche und integrierte Infrastrukturplanung. Dies schafft Synergien zwischen unterschiedlichen Handlungsbereichen und sorgt für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Gestaltung kommunaler Versorgungsstrukturen.

7.3. Gebäudebestand – Anzahl Gebäude



Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie

Die Anzahl der Adresspunkte in Remagen, und damit der postalisch erreichbaren Hauptgebäude, beträgt 5.662. Diese Zahl repräsentiert eine wichtige Referenzgröße für die kommunale Wärmeplanung, da sie eine gute Annäherung an die Anzahl beheizter Gebäude bietet, wie Wohnhäuser, Gewerbeimmobilien und öffentliche Gebäude. Die Anzahl der Adresspunkte stellt eine sehr gute Annäherung dar, die jedoch in bestimmten Fällen von der tatsächlichen Situation abweichen kann. Insbesondere bei industriell genutzten Gebäuden und Lagerhallen, die teilweise als Neben- oder Anbauten klassifiziert sind, können sich Abweichungen ergeben. Solche Gebäude sind häufig nur in Teilbereichen beheizt oder benötigen keine kontinuierliche Wärmezufuhr. Darüber hinaus sind in solchen Bereichen häufig zentrale Verteiler- oder Anschlusspunkte zu finden, die mehrere Gebäude gleichzeitig versorgen. Dies führt zu einer Unschärfe in der Zuordnung von Energiebedarf und Gebäudeeinheiten, da nicht jedes Gebäude individuell erfasst oder adressiert ist.

Entwicklung der Gebäudeanzahl

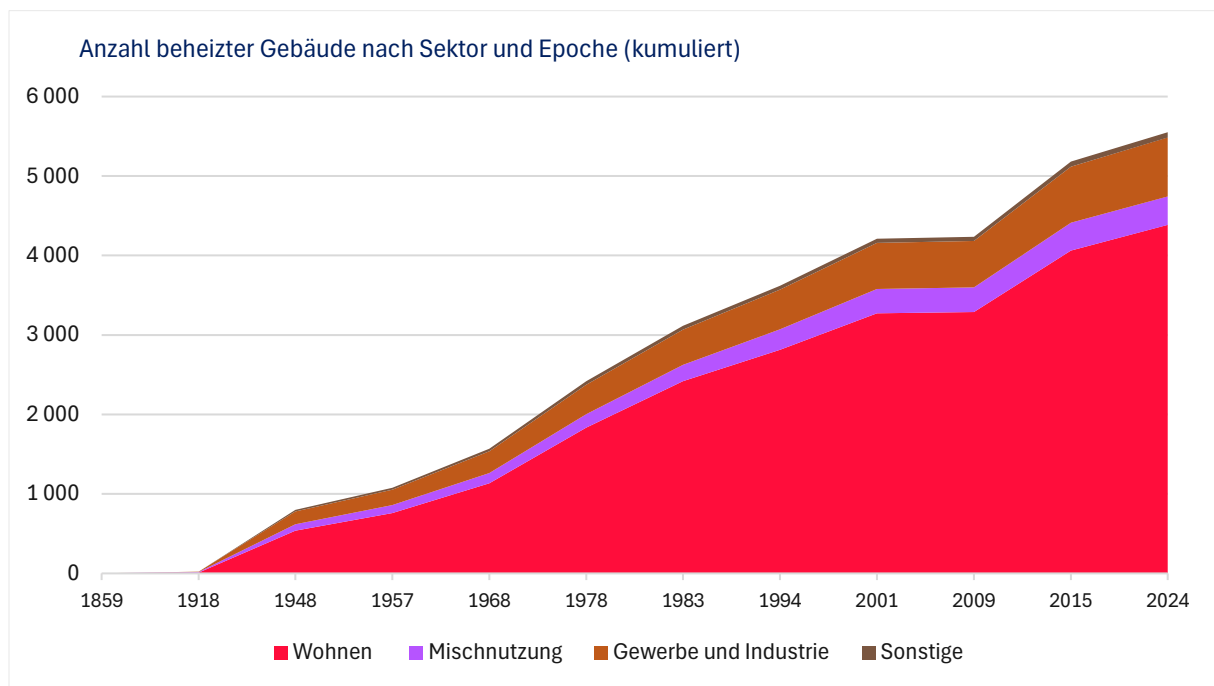


Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert)

Abb. 13 zeigt die kumulierte Entwicklung der Anzahl beheizter Gebäude in Remagen, differenziert nach Sektoren und Bauepochen. Besonders auffällig ist der signifikante Anstieg der Gebäudezahlen im Wohnsektor, der seit den Nachkriegsjahren (ab 1945) kontinuierlich zugenommen hat. Diese Entwicklung steht in direktem Zusammenhang mit dem Bevölkerungswachstum und der steigenden Nachfrage nach Wohnraum in dieser Zeit. Der Wohnsektor dominiert mit Abstand die Gebäudestruktur, was seinen zentralen Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung unterstreicht. Auch die Zahl der Gebäude im Bereich Gewerbe und Industrie hat seit den 1970er-Jahren auf mittlerweile 742 Gebäude stark zugenommen. Der Anstieg bei den Mischnutzungsgebäuden, insbesondere seit den 2000er-Jahren, zeigt eine wachsende Diversifizierung in der Gebäudenutzung.

Die Analyse dieser Entwicklung liefert eine wichtige Grundlage für die Wärmeplanung, da sie aufzeigt, welche Gebäudetypen und Bauepochen besonders relevant für Maßnahmen zur energetischen Optimierung sind. Insbesondere der hohe Anteil älterer Wohngebäude aus den Bauphasen vor 1980 verdeutlicht den Bedarf an Sanierungen und der Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme.

Anzahl beheizter Wohngebäude

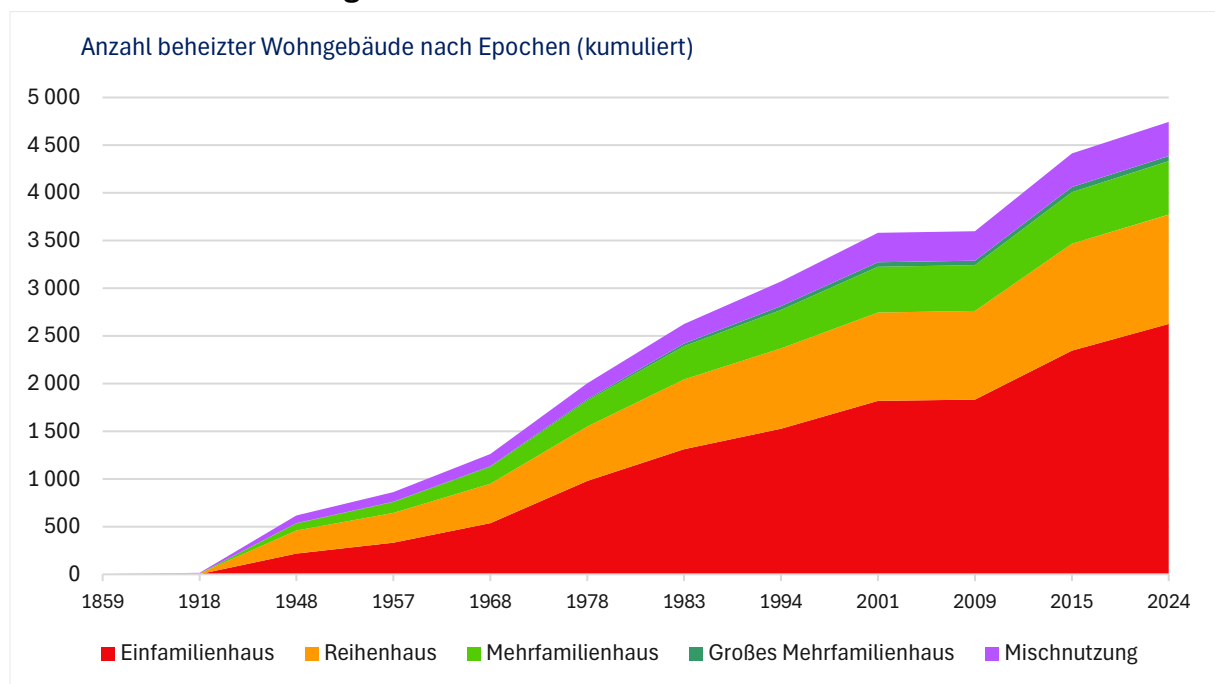


Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)

Der Wohnsektor dominiert mit 4.386 Gebäuden im Jahr 2024 den Gebäudebestand und stellt damit den wichtigsten Bereich für die Wärmeplanung dar. Die Zahl der gemischt genutzten Gebäude mit Wohn- und Gewerbeflächen, stieg insbesondere ab 1960 stark an und erreichte im Jahr 2024 358 Gebäude. Insgesamt zeigt sich eine anhaltende Bautätigkeit, insbesondere im Bereich des Wohnens und der gewerblichen Nutzung. Ein ähnliches Bild erkennt man bei der Entwicklung der Anzahl beheizter Wohngebäude (**Abb. 14**), wo entsprechend die Einfamilienhäuser im Jahr 2024 mit 2.626 Gebäuden am stärksten vertreten sind. Es folgen die Reihenhäuser mit 1.145 Gebäuden. Etwa die Hälfte der vorhandenen Gebäude stammt auch hier aus den Epochen vor 1980. Hier liegen die größten energetischen Anforderungen und Sanierungsbedarfe, da Gebäude aus den Bauphasen vor 1980 oft deutlich höhere Wärmebedarfe aufweisen.

7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen

Entwicklung der Gebäudenutzflächen

Ein präziseres Bild der Heizwärmebedarfe ergibt sich durch die Analyse der Nutzflächen der verschiedenen Gebäudetypen. Die beheizte Gebäudenutzfläche in Remagen beträgt rund 2.252.000 m². Insbesondere der Wohnsektor dominiert die Wärmeplanung sowohl durch seine große Nutzfläche als auch durch die Anzahl der Gebäude. Die Betrachtung der beheizten Nutzflächen nach Bauepochen liefert dabei wertvolle Erkenntnisse über den energetischen Zustand der Gebäude und deren spezifischen Heizwärmebedarf. Ältere Gebäude, insbesondere aus den Bauepochen vor 1980, weisen aufgrund niedriger

energetischer Standards häufig einen höheren Wärmebedarf auf. Neuere Gebäude hingegen profitieren meist von besseren Dämmungen und effizienteren Heizsystemen, was ihren Heizenergiebedarf reduziert.

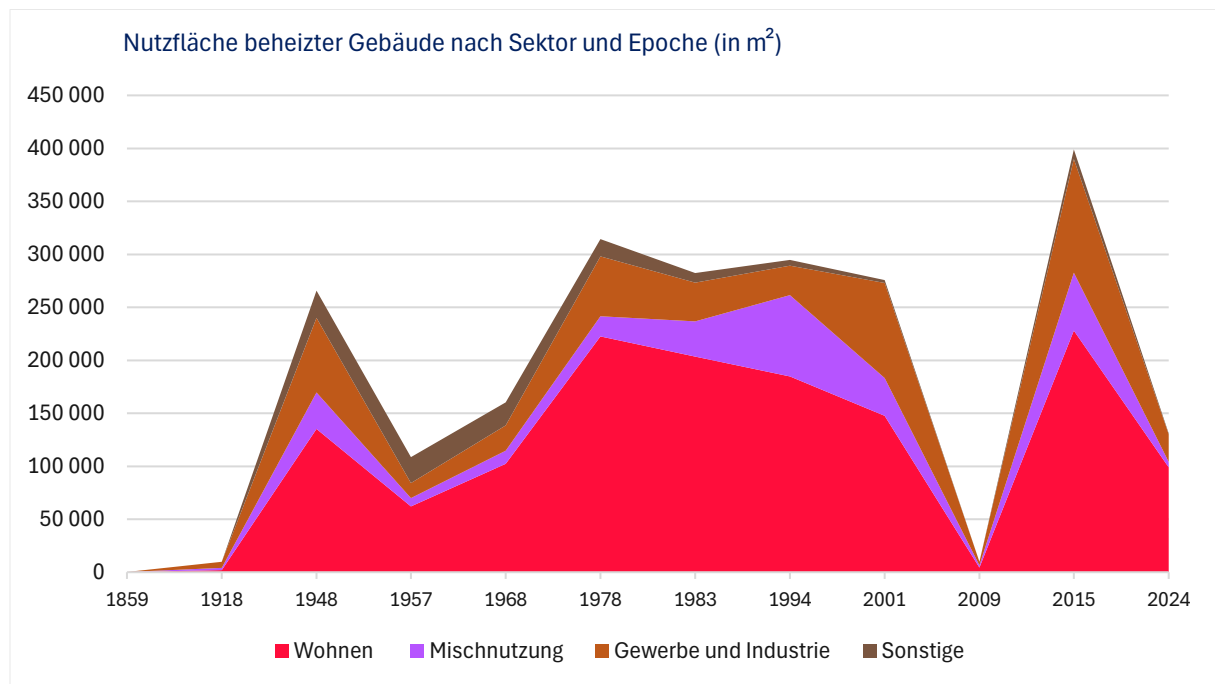


Abb. 15: Nutzfläche pro Gebäudekategorie nach Epochen

Abb. 15 zeigt die Zuordnung der gegenwärtig beheizten Nutzflächen zu einzelnen Bauepochen, in denen die jeweiligen Gebäude ursprünglich errichtet wurden. Die Entwicklung der Nutzfläche in Remagen über die Jahre zeigt deutliche Wachstumsphasen in allen Kategorien. Besonders im Wohn-, aber auch im Sektor Gewerbe und Industrie gab es einen ersten starken Anstieg in den Nachkriegsjahren, dann eine zweite Wachstumsphase in den 70er-Jahren, in denen auch die beheizte Nutzfläche im Bereich Mischnutzung anstieg. Nach einem sehr deutlichen Rückgang in allen Sektoren in der Phase der Finanzkrise um 2009 stieg der Umfang der neu errichteten beheizten Nutzfläche wieder stark an, in besonderem Maße im Wohnsektor im Jahre 2015 mit 228.000 m², aber auch im Bereich Gewerbe und Industrie, wo es allein im Jahr 2015 eine Zunahme von rund 107.000 m² gab. Die Analyse dieser Entwicklungen ist entscheidend für die Wärmeplanung, da sie zeigt, in welchen Bauepochen und Sektoren der größte Energieverbrauch anfällt. Besonders die hohe Nutzfläche älterer Wohngebäude weist auf einen großen Sanierungsbedarf und das Potenzial für nachhaltige Heizsysteme hin.

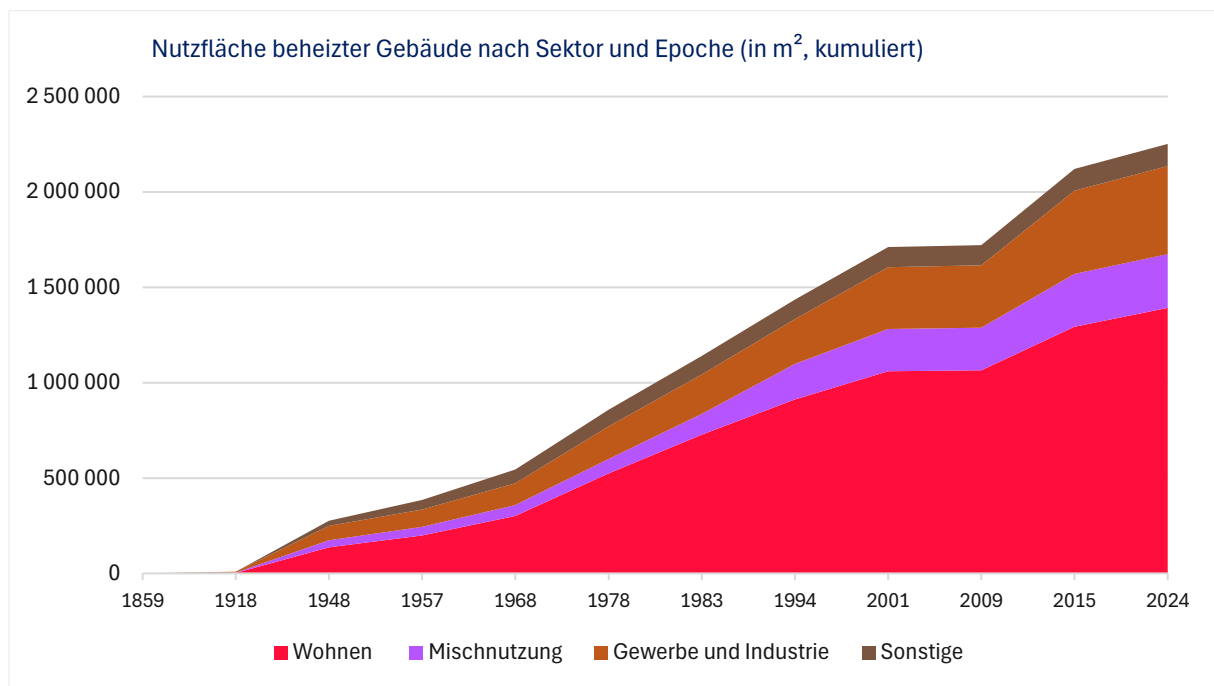


Abb. 16: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)

Abb. 16 zeigt die Entwicklung der kumulierten beheizten Nutzflächen in Remagen über verschiedene Bauepochen, differenziert nach den Nutzungsarten Wohnen (EFH, RH, MFH, GMFH), Mischnutzung, Gewerbe und Industrie und Sonstige. Korrelierend mit den Bautätigkeiten ist ab den 1950er-Jahren ein deutlicher Anstieg der Wohnflächen zu erkennen, der sich insbesondere in den Jahren nach 2000 etwas verstetigt und ab 2010 wieder stärker zunimmt. Der Wohnsektor dominiert mit Abstand und macht den größten Teil der Nutzfläche aus. Auch die Sektoren wie Gewerbe und Industrie, zudem der Bereich der Mischnutzungen zeigen ab den 80er-Jahren bedeutende Zuwächse.

Wohngebäude – Nutzflächen

Anteile der Gebäudekategorien am Heizwärmebedarf

In Remagen entfällt gegenwärtig mit einer Fläche von über 673.000 m² mit Abstand der größte Nutzflächenanteil auf die Kategorie der Einfamilienhäuser (30 %), gefolgt von den Kategorien Gewerbe/Industrie, den Mehrfamilienhäusern (338.000 m²), Mischnutzungen und den Reihenhäusern (239.000 m²).

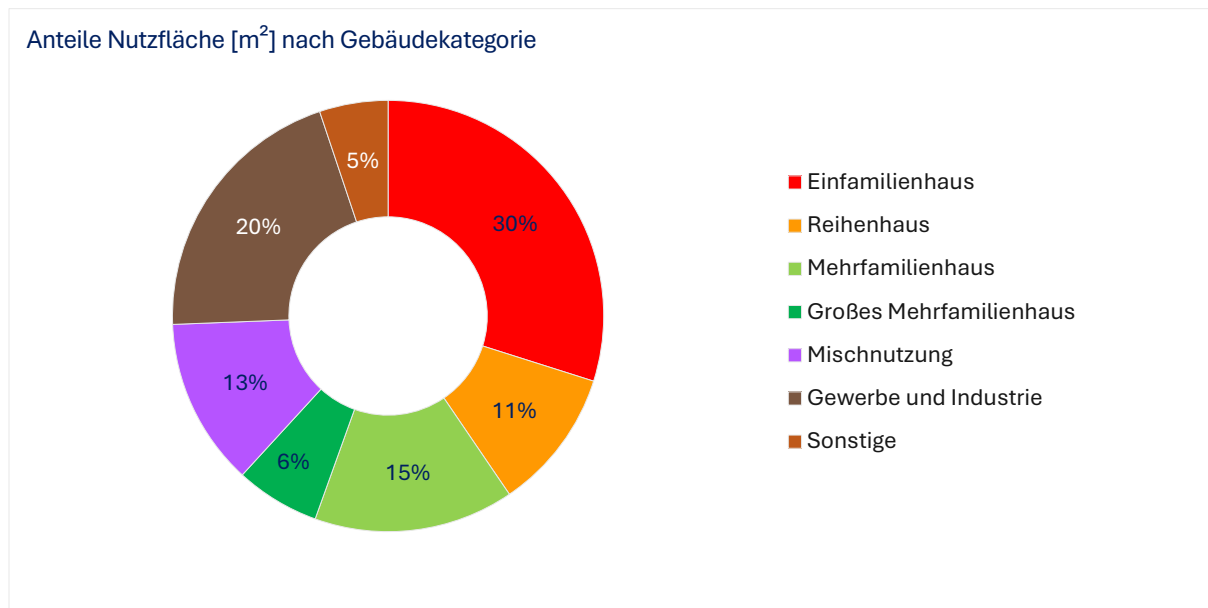


Abb. 17: Anteile Nutzfläche nach Gebäudekategorie

Ein Nutzflächenanteil von 30 % an der beheizten Gesamtnutzfläche von 2.250.000 m² unterstreicht die zentrale Bedeutung der Einfamilienhäuser für die Heizwärmebereitstellung in Remagen. Dieser Gebäudetyp dominiert nicht nur den Energiebedarf, sondern bietet zugleich das größte Potential für Maßnahmen zur Reduktion von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen durch energetische Sanierungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien. Mischnutzungen, die rund 13 % der Gesamtnutzfläche ausmachen, stellen eine besondere Herausforderung dar, da sie sowohl Wohn- als auch Gewerbeflächen umfassen. Diese Gebäude erfordern flexible und kombinierte Versorgungskonzepte, die beiden Nutzungsarten gerecht werden. Mehrfamilienhäuser und Große Mehrfamilienhäuser, die zusammen etwa 21 % der Gesamtnutzfläche ausmachen, ermöglichen durch ihre meist zentrale Wärmeversorgung oftmals einfachere technische Lösungen. Die Analyse der Nutzflächen und Bauepochen machten deutlich, dass Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung und die Umstellung auf erneuerbare Energien vorrangig im Wohnsektor ansetzen sollten. Die Verteilung der Nutzflächen nach Bauepochen ist somit ein zentraler Indikator für die Priorisierung von Maßnahmen im Rahmen der Wärmeplanung.

7.4.1. Vorbildfunktion der Stadt Remagen

Die Sanierung und der Neubau von öffentlichen Gebäuden spielen in der Außenwirkung für die Bürger*innen eine zentrale Rolle. Als Eigentümer und Verwalter dieser Gebäude übernimmt die öffentliche Hand eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung nachhaltiger und energieeffizienter Lösungen. Öffentliche Einrichtungen wie Gebäude der Stadtverwaltung, Schulen oder Sporthallen sind nicht nur bedeutende Orte des Gemeinwesens, sondern auch Vorzeigeprojekte, die die Relevanz von klimafreundlichem Bauen und Sanieren verdeutlichen. Investitionen in die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude sind aus

wirtschaftlicher Sicht besonders sinnvoll, da sie den Energiebedarf reduzieren und die Betriebskosten minimieren.

In der Stadt Remagen wird diese Verantwortung konsequent wahrgenommen. Die Sanierung und der Neubau öffentlicher Gebäude sind wichtige Bausteine der kommunalen Wärmeplanung und des Klimaschutzes. Durch ihre Nutzung und Symbolkraft tragen diese Gebäude wesentlich dazu bei, nachhaltige Entwicklungsziele zu fördern. Mit Projekten wie diesen demonstriert Remagen, wie energieeffiziente und zukunftsorientierte Lösungen umgesetzt werden können, um langfristig einen Beitrag zur Klimaneutralität zu leisten. Diese Maßnahmen sollen private Hausbesitzer*innen und Unternehmen dazu ermutigen, ähnliche Maßnahmen umzusetzen, und tragen gleichzeitig dazu bei, die Lebensqualität und den Komfort für die Bürger*innen in Remagen nachhaltig zu erhöhen.

7.5. Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf korreliert direkt mit den beheizten Nutzflächen, wodurch sich die zuvor analysierten Gebäudekategorien und ihre Nutzung auch in den energetischen Kennzahlen widerspiegeln. Diese Betrachtung ermöglicht eine detaillierte Einschätzung der Wärmebedarfe, die insbesondere im Wohnsektor dominieren, und schafft eine Grundlage für die strategische Ausrichtung der Wärmeplanung.

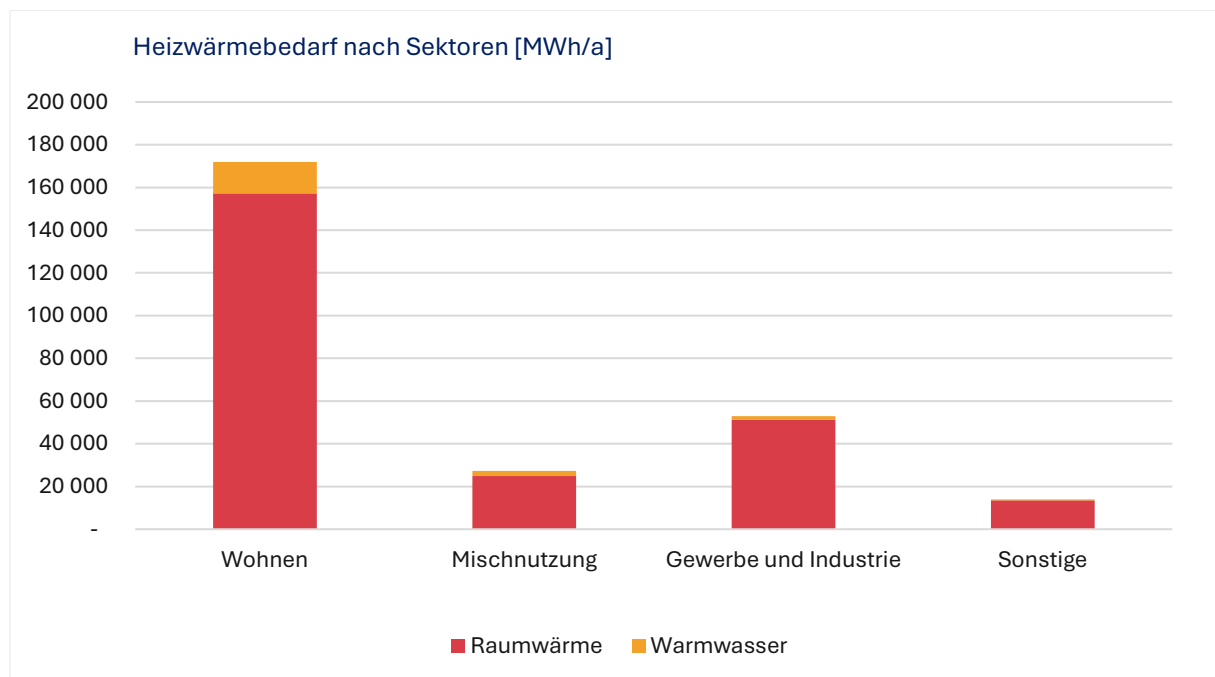


Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr)

Abb. 18 zeigt den jährlichen Heizwärmebedarf (in MWh) der verschiedenen Sektoren, aufgeteilt in Raumwärme und Warmwasser. Der Wohnsektor verzeichnet mit 172 GWh pro

Jahr den höchsten Heizwärmebedarf, gefolgt vom Gewerbe- und Industriesektor mit 53 GWh. Dabei entfällt der Großteil des Bedarfs jeweils auf die Raumwärme.

Der Bereich Mischnutzung trägt mit 27 GWh ebenfalls einen relevanten Anteil zum Gesamtverbrauch bei. Insgesamt beläuft sich der gesamte Heizwärmebedarf in Remagen auf 266 GWh pro Jahr (Stand 2024).

Die kommunale Wärmeplanung konzentriert sich primär auf den Bereich Wärme, da dieser den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch ausmacht. Gleichzeitig wird auch der Strombedarf berücksichtigt, da er eine zentrale Rolle in der Energiewende spielt – insbesondere durch den zunehmenden Einsatz von Wärmepumpen, die Elektrifizierung der Mobilität und die Integration erneuerbarer Energien.

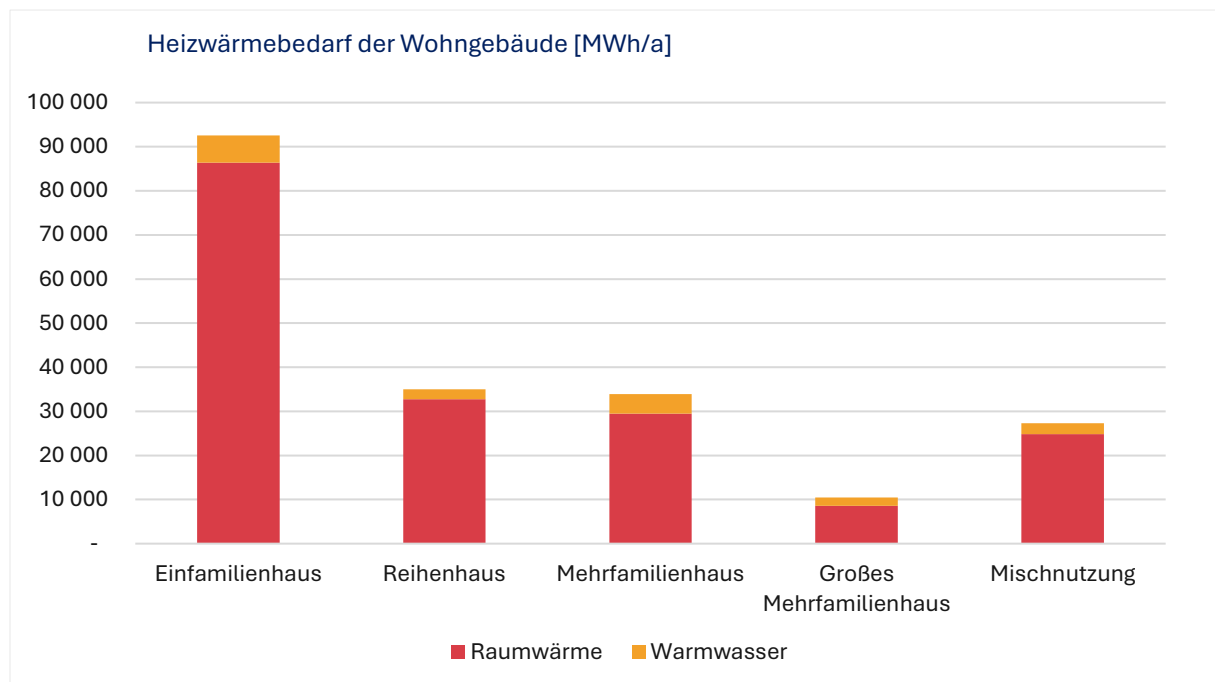


Abb. 19: Heizwärmebedarf der Wohngebäude (in MWh/Jahr)

Abb. 19 zeigt, dass die Raumwärme in allen Gebäudekategorien der dominierende Faktor beim Heizwärmebedarf ist. Besonders die Kategorie der Einfamilienhäuser hebt sich mit einem Heizwärmebedarf von rund 93 GWh pro Jahr hervor. Aufgrund ihrer großen beheizten Fläche weisen sie den höchsten Raumwärmeverbrauch auf. Auch Reihenhäuser (35 GWh) und Mehrfamilienhäuser (34 GWh) tragen erheblich zum Gesamtbedarf bei.

Diese Verteilung unterstreicht die Bedeutung gezielter Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere im Einfamilienhausbereich, um die Klimaziele zu erreichen und die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern. Warmwasser spielt im Vergleich zur Raumwärme eine untergeordnete Rolle, ist aber dennoch ein wichtiger Faktor – insbesondere im Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energien wie Solarthermie und Photovol-

taik. Der verstärkte Einsatz dieser Technologien kann die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern im privaten Bereich weiter verringern und einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten.

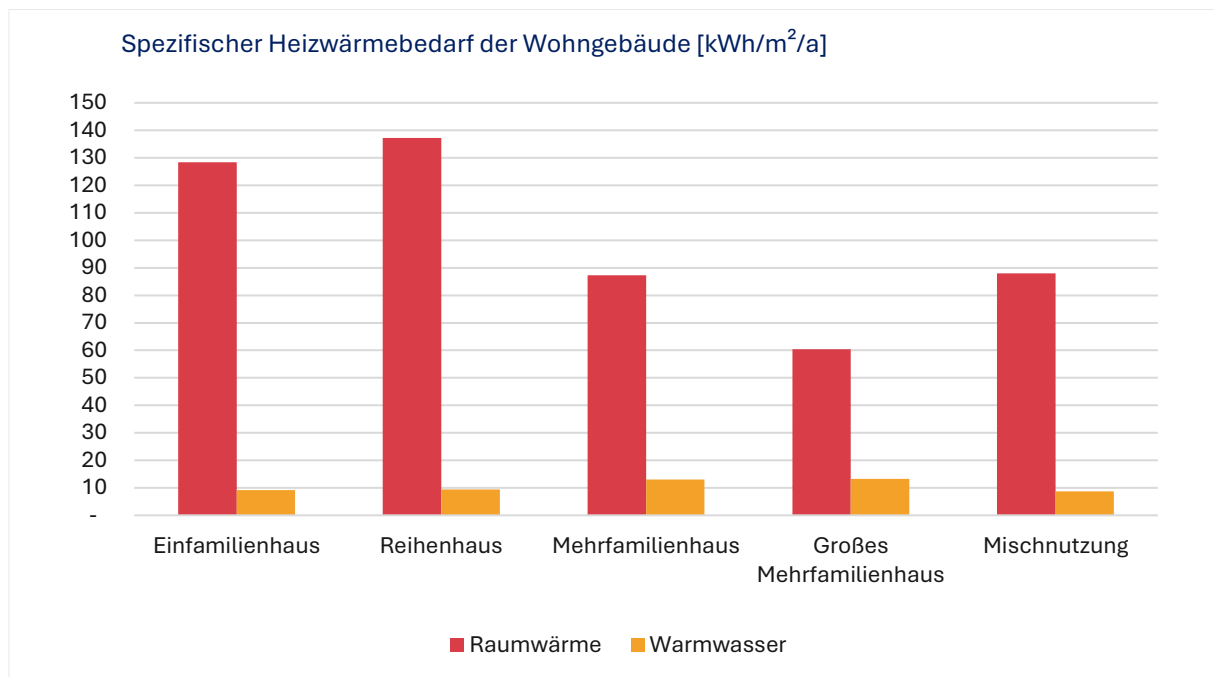


Abb. 20: Spezifischer Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter

Abb. 20 zeigt den spezifischen Energiebedarf der Wohngebäudekategorien. Der durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarf pro Quadratmeter und Jahr, bestehend aus Raumwärme und Warmwasser, beträgt über alle Wohngebäudekategorien hinweg rund 111 kWh/m². Dabei entfällt der größte Anteil auf den spezifischen Raumwärmebedarf, der im Durchschnitt bei 100 kWh/m² liegt.

Die Werte variieren je nach Gebäudetyp: Reihenhäuser weisen mit 147 kWh/m² den höchsten spezifischen Heizwärmebedarf auf, gefolgt von Einfamilienhäusern (138 kWh/m²). Mehrfamilienhäuser (100 kWh/m²) und insbesondere große Mehrfamilienhäuser (74 kWh/m²) liegen deutlich darunter, was unter anderem auf ihre kompaktere Bauweise und eine geringere spezifische Außenfläche pro Wohneinheit zurückzuführen ist.

Diese Unterschiede resultieren hauptsächlich aus Faktoren wie Gebäudealter, energetischer Bauqualität sowie Wohnungsgrößen und Nutzflächen. Ältere Gebäude mit größeren beheizten Flächen und unzureichender Dämmung weisen tendenziell höhere spezifische Energiebedarfe auf. Eine energetische Sanierung dieser Gebäude bietet daher ein erhebliches Potenzial zur Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs und leistet gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele. Zudem kann durch eine verbesserte Wärmeversorgung die Effizienz gesteigert und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert werden.

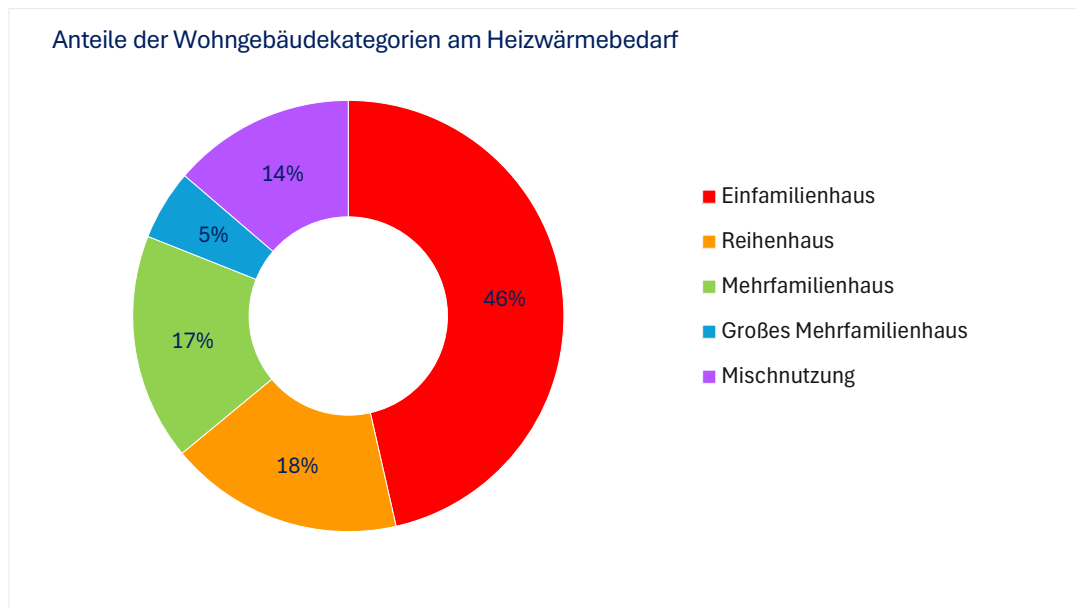


Abb. 21: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf

Abb. 21 zeigt, dass Einfamilienhäuser mit einem Anteil von 46 % am Heizwärmebedarf der Wohngebäude eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung von Remagen spielen. Dieser Gebäudetyp dominiert den Heizenergiebedarf deutlich und bietet zugleich das größte Potential für Energieeinsparungen und die Reduktion von Treibhausgasemissionen durch energetische Sanierungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien. Gebäude mit Mischnutzung, die 14 % des Heizwärmebedarfs ausmachen, können eine besondere Herausforderung darstellen, da sie aufgrund unterschiedlicher Nutzungsprofile flexiblere und effizientere technische Versorgungskonzepte erfordern. Diese Gebäude vereinen z.B. Wohn- und Gewerbeflächen, die jeweils spezifische Wärmebedarfe und zeitliche Nutzungsanforderungen haben. Für eine optimale Wärmeversorgung sind daher Wärmeversorgungssysteme notwendig, die sowohl die konstanten Bedarfe der Wohnbereiche als auch die variablen und teils intensiveren Anforderungen der Gewerbeflächen berücksichtigen. Dies erfordert innovative Ansätze, wie die Nutzung von Wärmespeichern oder digital gesteuerten Versorgungslösungen. Trotz ihres vergleichsweise geringen Anteils können gezielte Maßnahmen, wie die Optimierung zentraler Wärmeversorgungssysteme, in diesen Gebäuden ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung des Gebäudebestandes, um die strategische Wärmeplanung in Remagen gezielt auf die wichtigsten Handlungsfelder auszurichten und somit die Energieeffizienz sowie die Klimaziele effektiv zu fördern.

7.6. Energieträgerverteilung

Der Heizwärmebedarf in Remagen stellt eine zentrale Komponente des Gesamtenergieverbrauchs der Stadt dar. Die zur Bereitstellung der Heizwärme eingesetzten Brennstoffe haben dabei einen erheblichen Einfluss auf die Menge der entstehenden Treibhausgasemissionen.

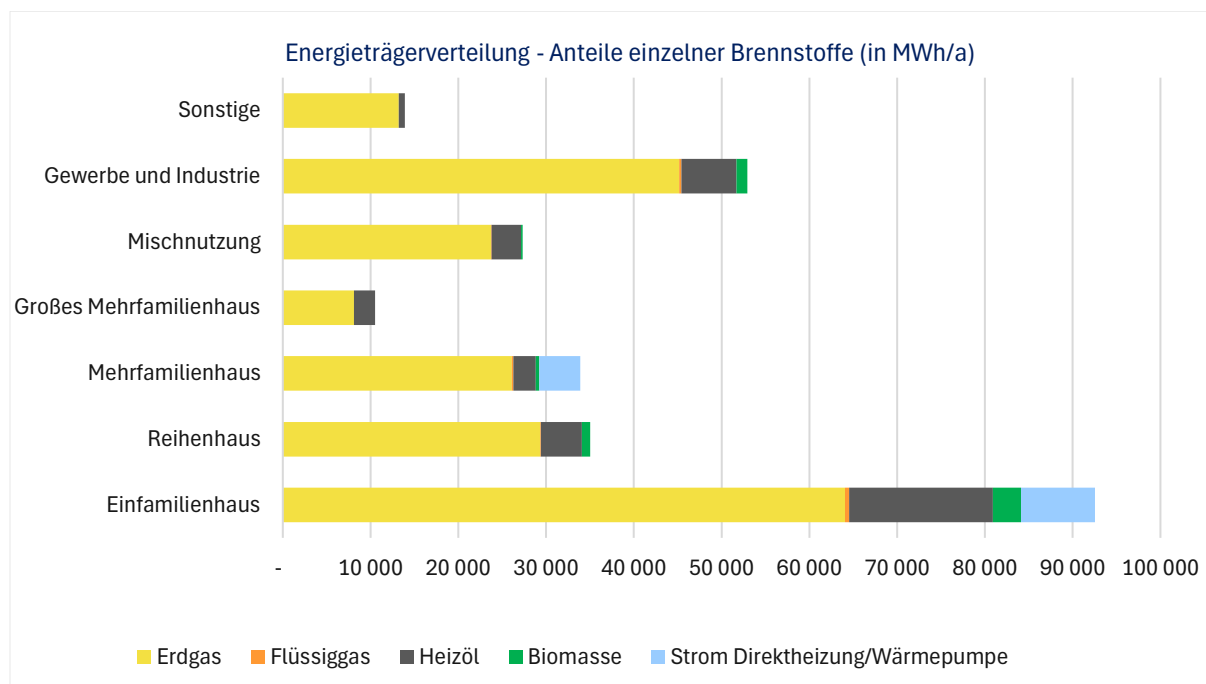


Abb. 22: Energieträgerverteilung – Anteile einzelner Brennstoffe

Abb. 22 verdeutlicht, dass Erdgas, mit einem Anteil von über 79 %, der dominierende Energieträger ist und den größten Teil des Energiebedarfs abdeckt. Heizöl, mit einem Anteil von rund 14 %, ist der zweitwichtigste Energieträger, was die weiterhin hohe Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht. Erneuerbare Energien, wie Biomasse und Umweltwärme (Wärmepumpen), haben gegenwärtig mit zusammen 7% eine geringe Bedeutung im Energiemix der Stadt. Diese Verteilung macht die starke Abhängigkeit der Stadt Remagen von fossilen Brennstoffen deutlich, unterstreicht jedoch zugleich das Potential für eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Eine Umstellung auf nachhaltigere Energieträger ist daher entscheidend, um den Heizwärmebedarf klimafreundlicher zu gestalten und die Treibhausgasemissionen der Stadt nachhaltig zu reduzieren.

7.7. Treibhausgasbilanz

Die Reduktion der durch den Verbrauch fossiler Energieträger verursachten Treibhausgasemissionen stellt die zentrale Aufgabe und Zielsetzung der kommunalen Wärmeplanung dar. Die Treibhausgasemissionen in der Stadt Remagen, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt wurden, sind maßgeblich durch den Heizwärmebedarf und die Verteilung der genutzten Energieträger geprägt.

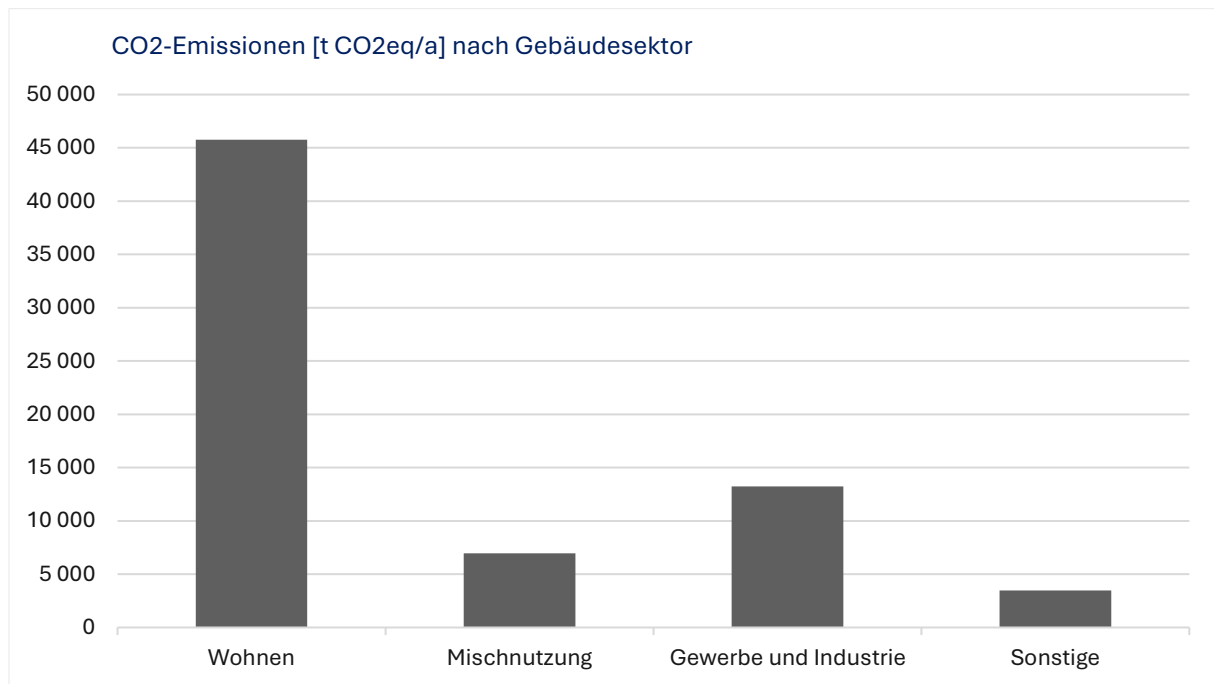


Abb. 23: CO₂-Emissionen [t CO₂eq/a] nach Gebäudekategorie

Abb. 23 zeigt die CO₂-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten (t CO₂eq), aufgeschlüsselt nach Gebäudenutzung. Wohngebäude verursachen mit 45.800 t CO₂eq den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Dies ist vor allem auf die intensive Nutzung des fossilen Brennstoffs Erdgas zurückzuführen. Industrie-/Gewerbegebäude tragen rund 13.250 t CO₂eq bei, was nahezu vollständig auf den Verbrauch von Erdgas zurückzuführen ist. Mischnutzungsgebäude kommen auf rund 6.900 t CO₂eq, wobei auch hier fossile Energieträger einen wesentlichen Beitrag leisten. Gebäude mit sonstiger Nutzung verursachen 3.500 t CO₂eq, wobei ebenfalls fossile Brennstoffe dominieren. Insgesamt wird die sektorale Emissionsbilanz mit einem Anteil von 92% an der Gesamt-CO₂-Emission in Remagen eindeutig von fossilen Energieträgern geprägt. Die Nutzung erneuerbarer Energien, wie Biomasse, Umweltwärme und Direktstrom, bleibt in allen Sektoren gering. Diese Ergebnisse unterstreichen die Dringlichkeit, insbesondere im Bereich der Wohngebäude und der Industrie, Maßnahmen zur Reduktion fossiler Energieträger zu ergreifen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern.

8. Potentialanalyse

Zielsetzung der Potentialanalyse

Lokale erneuerbare Energiequellen werden in Remagen eine zentrale Rolle in der künftigen Wärmeversorgung spielen. Daher war die Analyse der Potentiale ein essenzieller Bestandteil des Wärmeplans. Ziel der Potentialanalyse war es:

- Eine präzise Abschätzung der Potentiale zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren und unvermeidbaren Wärmequellen zu erstellen
- Die Potentiale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion zu bewerten
- Flächen mit hoher Bedeutung für die Energieproduktion und -versorgung zu identifizieren
- Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotential zu erkennen und in die weiteren Planungen einzubeziehen
- Wärmeversorgern und Verbrauchern konkrete Hinweise für potenzielle Energiequellen und zukünftige Detailplanungen zu geben

Sämtliche Daten und Analysen wurden GIS- und datenbankgestützt erarbeitet und aufbereitet, um eine präzise räumliche und thematische Auswertung sicherzustellen.

8.1. Potentiale erneuerbarer Energiequellen

Die Potentiale erneuerbarer Energiequellen basieren auf den zur Verfügung stehenden Flächenpotentialen, deren raumzeitlicher Verfügbarkeit sowie der technischen Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Technologien. Zusätzlich beeinflussen Faktoren wie lokale klimatische Bedingungen, rechtliche Rahmenbedingungen (z. B. Bauvorschriften und Naturschutzauflagen), gesellschaftliche Akzeptanz und mögliche Förderprogramme die Nutzung erneuerbarer Energien.

Die Grundlage der Potentialanalyse bildete ein GIS-gestütztes Flächenscreening, bei dem Flächen identifiziert wurden, die für die Produktion erneuerbarer Energien ungeeignet sind oder Einschränkungen aufweisen. Aus der Flächenbilanz wurden unter anderem Naturschutz- und Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen.

Die Ergebnisse zeigen, dass aus technischer Sicht signifikante Produktionssteigerungen erneuerbarer Energien möglich sind und fossile Energieträger in allen Anwendungsbereichen schrittweise ersetzt werden können. Damit verfügt die Stadt Remagen über ein erhebliches Entwicklungspotenzial für eine nachhaltige und klimafreundliche Energieversorgung.

8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Remagen

Die Energieversorgung in Remagen ist durch eine gut ausgebaute Infrastruktur aus Gas-, Strom- und Erzeugungsanlagen geprägt. Tab. 1 fasst die bestehende Energieinfrastruktur zusammen.

Tab. 1: Bestehende Energieinfrastruktur

Kategorie	Details
Gasnetz	5.300 Gaszählpunkte, ca. 92 km Netzlänge
Stromnetz	5.600 Stromzählpunkte, 270 km erdverlegte Stromleitungen im Mittel- und Niederspannungsbereich
Wärmepumpenstrom	Rund 460 Zählpunkte für Wärmepumpenstrom mit ca. 5,5 MW thermischer Nettoleistung
Stromerzeugungsanlagen	1.573 netzgekoppelte Anlagen
Photovoltaik (PV)	1.072 PV-Anlagen mit 10,5 MW installierter Nettoleistung
Batteriespeicher	481 Batteriespeicher mit 2,7 MW Nettoleistung
KWK/BHKW-Anlagen	17 Anlagen mit Stromnetzeinspeisung mit 0,2 MW installierter Nettoleistung
Windkraft	Keine Windkraftanlagen

Quellen: Marktstammdatenregister (MaStR) und Stadtwerke; Berechnungen HL-MM/K2I2

Das Gasnetz umfasst 5.300 Gaszählpunkte mit einer Netzlänge von ca. 92 km und bildet die zentrale Grundlage für die Wärmeversorgung. Aufgrund seiner fossilen Ausrichtung stellt es jedoch eine erhebliche Herausforderung für die Klimaneutralitätsziele der Stadt dar. Auch die 17 überwiegend erdgasgespeisten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK/BHKW) mit einer installierten Leistung von 0,2 MW tragen maßgeblich zur fossilen Prägung des Energiesystems bei.

Das Stromnetz mit 5.600 Zählpunkten und 270 km erdverlegten Leitungen im Mittel- und Niederspannungsbereich gewährleistet eine zuverlässige Stromverteilung. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind 1.573 netzgekoppelte Stromerzeugungsanlagen vorhanden, darunter 1.072 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Nettoleistung von 10,5 MW. Ergänzt wird diese Kapazität durch 481 Batteriespeicher mit einer Nettoleistung von 2,7 MW, die eine effiziente Speicherung und Nutzung überschüssigen Stroms ermöglichen.

Wärmepumpen spielen mit rund 460 Zählpunkten und einer Nettoleistung von ca. 5,5 MW thermischer Nettoleistung ebenfalls eine wichtige Rolle bei der klimafreundlichen Wärmebereitstellung. Das Potential der Windkraft wird gegenwärtig noch nicht genutzt.

Um die Energieversorgung in Remagen klimafreundlicher zu gestalten, müssen der Ausstieg aus dem fossil geprägten Gasnetz und die Dekarbonisierung der KWK-Anlagen durch den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energien vorangetrieben werden. Die erneuerbaren Energiequellen, die hierzu beitragen können, werden nachfolgend erläutert.

8.3. Ergebnisse zu den Potentialen erneuerbarer Energiequellen

8.3.1. Geothermie

Die Geothermie zählt zu den vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen und bietet durch die Nutzung der in der Erde gespeicherten Wärme eine nachhaltige und umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen. Ein wesentlicher Vorteil der Geothermie gegenüber Wind- und Solarenergie ist ihre ständige Verfügbarkeit, unabhängig von Tageszeit oder Jahreszeit. In der Tiefe ab etwa 5 m bleibt die Temperatur konstant, wodurch Wärme und Strom rund um die Uhr bereitgestellt werden können.

Die Nutzung der Geothermie wird in zwei Hauptkategorien unterteilt:

8.3.1.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt Wärmequellen aus bis zu 400 m Tiefe und wird hauptsächlich zur direkten Wärmeversorgung von Gebäuden eingesetzt. Wärmepumpen spielen dabei eine zentrale Rolle: Sie entziehen die gespeicherte Energie aus der Umgebung – sei es aus der Luft, dem Grundwasser oder dem Erdreich – und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau, um sie für Heizungszwecke nutzbar zu machen. Für diesen Prozess benötigt die Wärmepumpe Strom. Im Normalbetrieb kann sie aus einer Kilowattstunde Strom etwa vier Kilowattstunden Wärme erzeugen. Dieses Verhältnis wird als Jahresarbeitszahl (JAZ) bezeichnet und ist ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe. Je höher die JAZ, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Die oberflächennahe Geothermie bietet zwei effiziente Möglichkeiten zur Wärmeengewinnung:

- **Erdwärmesonden:** Vertikal installierte Sonden reichen bis zu 400 m Tiefe und ermöglichen die Nutzung der konstanten Temperaturen des Untergrunds. Sie sind besonders platzsparend und eignen sich gut für dicht besiedelte Gebiete.
- **Erdwärmekollektoren:** Diese nutzen die oberflächennahen Schichten des Bodens zur Wärmeengewinnung. Sie erfordern jedoch größere Grundstücksflächen und sind besonders für größere Liegenschaften oder Neubaugebiete geeignet.

Durch ihre Vielseitigkeit und hohe Effizienz stellt die oberflächennahe Geothermie eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgungsoption dar, die sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung von Bestandsgebäuden Anwendung finden kann.

8.3.1.2 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt die in großen Tiefen gespeicherte Erdwärme aus Tiefen von bis zu 5.000 m, um sowohl Wärme als auch Strom bereitzustellen. Mit zunehmender Tiefe steigt die Temperatur des Gesteins aufgrund des geothermischen Gradienten – durchschnittlich um etwa 3 °C pro 100 m Tiefe. In großen Tiefen lassen sich daher Temperaturen von 100–200 °C oder höher erreichen, die für verschiedene Energieanwendungen nutzbar gemacht werden können. Gegenwärtig ist jedoch keine Nutzung der Tiefengeothermie in der Region bekannt.

Informationsgrundlagen

Der kostenfreie Kartenviewer des Landesamtes für Geologie und Bergbau bietet detaillierte Informationen zu geothermischen Potentialen und zur Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Es befindet sich im Aufbau, weshalb derzeit noch für mitteltiefe und tiefe Geothermie in Remagen keine Daten vorliegen. Die Analyse konzentriert sich daher auf die oberflächennahe Geothermie bis zu einer Tiefe von 100 m. Der Kartenviewer liefert Informationen zur Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds, die eine wichtige Grundlage für die Bewertung der geothermischen Potentiale bilden. In Remagen liegt die Wärmeleitfähigkeit in relevanten Tiefenstufen bei rund 3,3 W/mK, was einer guten Effizienz für geothermische Anwendungen entspricht. Die Einheit W/mK (Watt pro Meter und Kelvin) gibt an, wie effizient der Untergrund Wärme leitet: Sie beschreibt, wie viel Wärmeenergie pro Sekunde durch einen Meter Boden fließt, wenn ein Temperaturunterschied von einem Kelvin besteht, und ist damit ein zentraler Indikator für die Eignung des Bodens für geothermische Anwendungen.

Potentiale

Ausgehend von rund 350 ha verfügbarer, nicht versiegelter Fläche im Siedlungsgebiet der Stadt Remagen ergibt sich bei einer Betriebsannahme von 2.200 Volllaststunden pro Jahr ein größeres Potential für die Nutzung von Erdwärmesystemen zur Wärmeversorgung. Für Erdwärmesonden, deren Leistung stark von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds abhängt, wurde aufgrund der bestehenden Wärmeleitfähigkeit eine spezifische Leistung von 55 W/m angenommen. Bei einem angenommenen Mobilisierungsfaktor von 25 % ergibt sich eine mobilisierbare Fläche von rund 87 ha. Daraus resultiert ein technisches Potential von rund 47.000 MWh/a an Wärmebereitstellung.

Für Erdwärmekollektoren, die Wärme aus den oberflächennahen Schichten des Bodens gewinnen, beträgt die spezifische Leistung 25 W/m². Bei einem deutlich niedrigeren angenommenen Mobilisierungsfaktor von 5 % ergibt sich eine effektiv nutzbare Fläche von ca. 17 ha. Diese Fläche bietet ein Wärmebereitstellungspotential von rund 9.500 MWh/a. Das Ergebnis mit einem Gesamtpotential von rund 56 GWh/a verdeutlicht, dass die oberflächennahe Geothermie einen bedeutenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Remagen leisten kann.

Kosten

Die Vollkosten für eine Erdwärmesonde liegen typischerweise zwischen 20.000 und 30.000 Euro, abhängig von den geologischen Gegebenheiten, der Bohrtiefe, der benötigten Wärmepumpenleistung und dem Umfang der Installationsarbeiten. Für Erdwärmekollektoren sind die Kosten aufgrund der geringeren Erschließungskosten etwa 20 % niedriger. Damit stellen sie eine kostengünstigere Alternative dar, sofern ausreichend Grundstücksfläche zur Verfügung steht. Die Investitionskosten lassen sich durch gezielte Fördermaßnahmen erheblich senken, wodurch die Technologie langfristig wirtschaftlich und

nachhaltig wird. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind detaillierte Standortanalysen erforderlich, um die geologischen Gegebenheiten optimal zu berücksichtigen und die Planung auf die jeweiligen Bedingungen vor Ort abzustimmen.

Fazit:

- Die oberflächennahe Geothermie bietet in Remagen eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgungsoption und stellt eine sinnvolle Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energiesystemen dar.
- Erdwärmekollektoren sind besonders geeignet für größere Grundstücke sowie kommunale Gebäude, da sie eine ausreichende Fläche zur Installation benötigen und technisch vergleichsweise einfach umzusetzen sind.
- Erdwärmesonden stellen die effiziente Alternative in dicht besiedelten Gebieten dar, da sie weit weniger Platz benötigen und vertikal installiert werden können. Sie profitieren von konstanten Temperaturen in der Tiefe, was eine zuverlässige Wärmeversorgung ermöglicht.
- Allerdings sind bei Erdwärmesonden die Investitionskosten für Bohrungen zu berücksichtigen. Die Kosten liegen in der Regel bei 50–70 € pro Meter Tiefe, abhängig von den geologischen Bedingungen.
- Durch eine sorgfältige Kosten-Nutzen-Analyse, professionelle technische Beratung und die Nutzung bestehender Förderprogramme können sowohl Erdwärmekollektoren als auch Erdwärmesonden einen bedeutenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Remagen leisten. Die Effizienz der Wärmeversorgung kann durch eine Kombination mit Solarthermie oder Wärmepuffersystemen zusätzlich gesteigert werden.

8.3.2. Grund- und Flusswasserwärmepumpen

Neben der Nutzung geothermischer Wärmequellen bieten auch Grund- und Flusswasserwärmepumpen ein hohes Potential für eine nachhaltige, lokal verfügbare Wärmeversorgung. Beide Systeme nutzen das thermische Energiepotential des Wassers, welches über das gesamte Jahr vergleichsweise konstante Temperaturen aufweist, und eignen sich besonders für Standorte in Gewässernähe oder mit guter Grundwasserverfügbarkeit.

Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen entziehen dem Grundwasser über einen sogenannten Förderbrunnen Wärme und geben das abgekühlte Wasser über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurück. Aufgrund der konstanten Temperatur des Grundwassers (typischerweise 8–12 °C) erreichen diese Systeme sehr hohe Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 4 bis 5 oder mehr. Dadurch sind sie besonders effizient und wirtschaftlich, sofern die wasserrechtlichen Rahmenbedingungen erfüllt sind. Voraussetzungen sind unter ande-

rem Ausreichende Grundwassermenge und -qualität, die Genehmigung durch die zuständige Wasserbehörde sowie eine vertiefende geologische und hydrogeologische Standortanalyse. Ein wesentlicher Nachteil besteht jedoch in den hohen Investitionskosten. Diese resultieren insbesondere aus dem Brunnenbau, der Erschließungstiefe, der Anlagentechnik sowie den erforderlichen Planungs- und Genehmigungsleistungen. Im Durchschnitt liegen die Gesamtkosten für eine grundwasserbasierte Wärmepumpenanlage im Gebäudemaaßstab (z. B. Ein- bis Zweifamilienhaus) zwischen etwa 20.000 und 40.000 Euro. Darin enthalten sind die Kosten für das Wärmepumpensystem selbst, die Errichtung von Förder- und Schluckbrunnen, hydrogeologische Gutachten sowie die technische Installation. Abhängig von den Standortbedingungen, etwa der Tiefe des Grundwassers, der Wasserqualität oder der Zugänglichkeit des Grundstücks, kann die Investition im Einzelfall auch höher ausfallen. Auch im Betrieb entstehen zusätzliche Kosten, insbesondere für Wartung, Reinigung und Kontrolle der Brunnenanlage. Durch die verfügbaren Fördermittel im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) können die Investitionskosten für Grundwasserwärmepumpen spürbar reduziert werden, was die wirtschaftliche Umsetzung solcher Systeme erheblich erleichtert und ihre Attraktivität deutlich steigert.

Flusswasserwärmepumpen

Flusswasserwärmepumpen nutzen die Wärmeenergie von Oberflächengewässern wie Flüssen oder Seen. Über Wärmetauscher wird dem Flusswasser thermische Energie entzogen, ohne dass das Wasser direkt in das Wärmepumpensystem geleitet wird. Die gewonnene Energie wird anschließend über eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht. Zu den Vorteilen zählen die große und kontinuierlich erneuerte Energiemenge, die Tatsache, dass keine Erschließung durch Bohrungen notwendig ist, sowie die gute Eignung für größere Versorgungseinheiten wie Quartiere oder öffentliche Einrichtungen.

Die Herausforderungen liegen vor allem in der saisonalen Temperaturschwankung des Flusswassers, die typischerweise zwischen 5 und 20 °C liegt, im technischen Schutz der Anlagen vor Schmutz, Treibgut, Algenbildung und Vereisung sowie in der Einhaltung der wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Auch bei Flusswasserwärmepumpen sind die Investitionskosten als wesentlicher Nachteil zu betrachten. Diese entstehen durch den hohen technischen Aufwand für die Errichtung der Wasserentnahme- und Wärmetauschsysteme im oder am Gewässer, den Bau begleitender Infrastruktur sowie durch Wartung und Monitoring während des Betriebs. Insbesondere in urbanen Lagen mit hohen baulichen Anforderungen kann dies die Wirtschaftlichkeit deutlich einschränken.

Potenzialabschätzung

Die Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit von Wasserwärmepumpen hängen stark von lokalen Gegebenheiten wie Wassermenge, Temperatur, Entfernung zum Verbraucher sowie technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Für Remagen – mit direkter Lage

am Rhein und potenziellen Standorten entlang des Flusses – ergibt sich ein grundsätzlich hohes Potenzial für die Nutzung von Flusswasserwärme. Auch lokale Grundwasserleiter könnten, vorbehaltlich der wasserrechtlichen Zulässigkeit, für eine gebäudenähe Nutzung erschlossen werden. In beiden Fällen ist eine sorgfältige Standortanalyse erforderlich, um mögliche technische und wirtschaftliche Hürden frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Realisierung abzuleiten. Hierfür bietet sich die Durchführung einer detaillierten Machbarkeitsstudie an, die neben der hydrogeologischen Bewertung auch wirtschaftliche, genehmigungsrechtliche und technische Aspekte berücksichtigt. Solche Studien sind insbesondere bei größeren Versorgungsvorhaben, etwa für Quartiere, öffentliche Einrichtungen oder gewerbliche Liegenschaften, ein zentrales Planungsinstrument, um das konkrete Umsetzungspotenzial belastbar einschätzen zu können und Investitionsentscheidungen auf fundierter Grundlage zu treffen.

8.3.3. Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme

Die Nutzung von Umweltwärme über Luftwärmepumpen stellt eine wichtige Säule der nachhaltigen Energieversorgung dar. Luftwärmepumpen gewinnen Wärme aus der Umgebungsluft und machen sie für Heizung und Warmwasserbereitung nutzbar. Sie sind besonders flexibel einsetzbar, benötigen keine tiefen Bohrungen oder großen Flächen und können sowohl in Neubauten als auch in Bestandsgebäuden integriert werden.

Potentiale der Luftwärmepumpen-Nutzung in Remagen

Luftwärmepumpen erfordern keine besonderen geologischen Voraussetzungen und können praktisch auf jedem Grundstück installiert werden. Sie eignen sich sowohl für Einfamilienhäuser als auch für größere Wohngebäude oder Gewerbeobjekte. Wie Erdwärme ist die Umweltwärme eine klimafreundliche Energiequelle, die unerschöpflich und kostenlos zur Verfügung steht. In Verbindung mit grünem Strom können Luftwärmepumpen eine nahezu emissionsfreie Wärmeversorgung gewährleisten. Ein besonderer Vorteil ist, dass Luftwärmepumpen keine zusätzlichen Installationen wie Bohrungen (wie bei Erdwärme) oder Kollektoren (wie bei Solarthermie) erfordern. Sie sind somit ideal geeignet für Gebiete mit geringem Platzangebot oder schwierigen geologischen Bedingungen. Der Gebäudebestand in Remagen besteht aus einer großen Zahl an Ein- und Mehrfamilienhäusern, die auf Luftwärmepumpen umgerüstet werden könnten. Für Neubaugebiete bietet sich die Möglichkeit, Luftwärmepumpen standardmäßig in die Bauplanung zu integrieren.

Herausforderungen der Luftwärmepumpen-Nutzung

- Die Effizienz von Luftwärmepumpen ist stark von der Außentemperatur abhängig. An kalten Wintertagen sinkt die Effizienz im Vergleich zu Erdwärme- oder Wasserpumpen deutlich. Daher sind Optimierungen der Gebäudedämmung notwendig, um niedrige Vorlauftemperaturen zu gewährleisten und die Effizienz der Wärmepumpen zu erhöhen.

- Luftwärmepumpen benötigen elektrische Energie für den Betrieb. Um klimafreundlich zu bleiben, sollte dieser Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Hier bietet sich der Ausbau lokaler Photovoltaik-Anlagen als nachhaltige und wirtschaftliche Lösung an.
- Die Anschaffungskosten für Luftwärmepumpen sind zwar geringer als für Erdwärmesonden, können aber im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen zunächst hoch erscheinen. Eine sorgfältige Kosten-Nutzen-Analyse und die Einbindung von Fördermitteln sind entscheidend, um die Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.
- Die Außeneinheiten von Luftwärmepumpen erzeugen Betriebsgeräusche, die in dicht besiedelten Gebieten problematisch sein können. Eine sorgfältige Standortwahl und gegebenenfalls Schalldämpfungsmaßnahmen sind erforderlich, um die Geräuschentwicklung zu minimieren.

Fazit:

- Luftwärmepumpen bieten für Remagen ein enormes Potential zur nachhaltigen Wärmeversorgung. Durch ihre flexible Einsetzbarkeit, die geringen Flächenanforderungen und die einfache Installation sind sie eine zukunftsfähige Lösung, besonders in Kombination mit Photovoltaik. Allerdings sind einige Herausforderungen zu beachten:
 - Ein hoher energetischer Gebäudestandard oder umfassende Sanierungsmaßnahmen sind notwendig, um niedrige Vorlauftemperaturen zu gewährleisten und die Effizienz der Wärmepumpe zu optimieren.
 - An Tagen mit niedrigen Außentemperaturen sinken die Arbeitszahl (JAZ) und die Effizienz von Luftwärmepumpen erheblich.
 - Eine professionelle Beratung und korrekte Dimensionierung des Wärmepumpensystems sind entscheidend, um die Leistung optimal an den Heizbedarf des Gebäudes anzupassen und Effizienzverluste zu vermeiden.

8.3.4. Windkraft

Die Windenergie spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung der Klimaschutzziele und der Umstellung auf eine nachhaltige Energieversorgung. Sie gehört zu den effizientesten und wirtschaftlichsten Möglichkeiten zur klimafreundlichen Stromerzeugung. Im Kontext der Stadt Remagen stellt die Windkraft eine wichtige Säule der lokalen Energiewende dar.

Beschreibung der Windenergiepotentiale für Remagen

Für die Stadt Remagen wurden basierend auf der Potentialstudie Windenergie der Kreisverwaltung Ahrweiler und der Firma CISS TDI aus dem Jahr 2022 Potentialflächen in einer Größe von rund 44 ha identifiziert. Diese Flächen bieten ein erhebliches Potential zur Nutzung von Windkraft und wurden auf Grundlage ergänzender Berechnungen konkretisiert.

Unter Anwendung eines hohen Ertragsszenarios – mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 6 m/s in 150 m Höhe, einem 3-4-fachen Rotorabstand und 3.000 Volllaststunden – lässt sich der technisch mögliche Stromertrag abschätzen.

Kernkennzahlen zu den technischen möglichen Windkraftpotentialen in Remagen

- Verfügbare Fläche: 44 ha
- Installierbare Windenergieanlagen: 3 Anlagen mit je 5 MW Leistung
- Gesamte installierbare Leistung: 15 MW
- Technischer Stromertrag: 50 GWh pro Jahr

Ergebnisse und Bedeutung für Remagen

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Remagen mit rund 44 ha Potenzialfläche und einer technisch möglichen Stromerzeugung von rund 50 GWh pro Jahr einen bedeutenden Beitrag zur lokalen und regionalen Energieversorgung leisten kann. Der erzeugte Strom könnte einen erheblichen Teil des lokalen Strombedarfs decken und die Energieautarkie der Stadt Remagen stärken.

Anmerkung:

- Remagen verfügt mit den identifizierten Flächen über ein Windkraftpotential, das die Stadt zu einem pro-aktiven Akteur der Energiewende machen kann.
- Die Stromproduktion aus Windkraftanlagen ist stark von der Verfügbarkeit des Windes abhängig, die im Jahresverlauf erheblich schwanken kann. In windreichen Perioden wird zwar viel Energie erzeugt, doch bei Windflauten sinkt die Produktion deutlich, was die kontinuierliche Energieversorgung erschwert. Darüber hinaus sind die übergeordneten Leitungsnetze oft noch unzureichend darauf ausgelegt, die natürlichen Schwankungen im Stromangebot effizient auszugleichen, was die Netzstabilität zusätzlich gefährdet.
- Windkraftanlagen haben akustische, visuelle und ökologische Auswirkungen, die sorgfältige Planung erfordern. Rotorgeräusche können die Lebensqualität in Wohngebieten beeinträchtigen, weshalb Lärmgrenzen und Mindestabstände vorgeschrieben sind. Die Anlagen prägen das Landschaftsbild und können Vögel und Fledermäuse gefährden, was durch Standortwahl und gesetzliche Vorgaben minimiert werden kann. Genehmigungsverfahren und Ausgleichsmaßnahmen tragen dazu bei, negative Folgen für Mensch und Natur zu begrenzen.
- Bestehende Interessensbekundungen zur Errichtung von Windkraftanlagen, kombiniert mit einer umfassenden Bürgerbeteiligung, schaffen die Grundlage für eine wirtschaftlich und sozial erfolgreiche Umsetzung der Windenergieprojekte. Die direkte Einbindung der Bürger*innen fördert die regionale Wertschöpfung und erhöht die Akzeptanz für die Anlagen vor Ort.

8.3.5. Solarenergie

Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern basiert Solarenergie auf einer unerschöpflichen und kostenlosen Ressource. Sie spielt eine zentrale Rolle bei der klimafreundlichen Energieversorgung und ist ein entscheidender Baustein der lokalen Energiewende. Durch technologische Fortschritte konnten in den letzten Jahren sowohl die Effizienz von Photovoltaikanlagen (PV) als auch die Kosten deutlich verbessert werden. Der Wirkungsgrad – das Verhältnis zwischen der eingestrahnten Sonnenenergie und der tatsächlich erzeugten elektrischen oder thermischen Energie – konnte dabei gesteigert werden. Moderne PV-Module nutzen dabei direkte und indirekte Strahlung und erreichen heute Wirkungsgrade von 15–22 %, während die Preise seit 2010 um über 70 % gesunken sind.

Solarenergiepotentiale in Remagen

Die Nutzung von Dachflächen ist bereits fortgeschritten, jedoch bieten private, gewerbliche und öffentliche Gebäude weitere Ausbaupotentiale. Die GIS-gestützten Auswertungen haben das technische Potential für Solarenergie in Remagen umfassend ermittelt und zeigen, dass insbesondere Dachflächen ein enormes Potential zur Stromproduktion bieten. Ergänzend bietet Solarthermie eine effiziente Möglichkeit zur Bereitstellung von Warmwasser und Heizwärme. Insbesondere bei Wohngebäuden und kommunalen Einrichtungen bietet sie eine sinnvolle Ergänzung zur Photovoltaik. Freiflächen sind bislang ungenutzt. Eine PV-Nutzung auf unversiegelten Flächen, Brachflächen oder als Agri-PV-Lösung könnte zusätzliche Erträge generieren und gleichzeitig die bestehende Flächennutzung ergänzen.

Tab. 2: Solarenergie - technische Potentiale und gegenwärtige Produktion

	Technisches Potential [GWh/Jahr]	Gegenwärtige Produktion [GWh/Jahr]	Grad der Nutzung
PV-Dach	148	10	7%
PV-Freifläche*	4,5	0	0%
Solarthermie	22	5,5	25%
Summe [GWh/Jahr]	174,5	15,5	9%

Quelle: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (2024); Ergänzende Berechnungen durch HL-MM & K2I2; *0,5 % der landwirtschaftlichen Fläche

Kostenentwicklung und Wirtschaftlichkeit

Die Anschaffungskosten für Photovoltaikanlagen sind in den letzten Jahren stark gesunken. Die Kosten pro kWp (Kilowatt-Peak, Maß für die Leistung einer Photovoltaikanlage) liegen bei 1.200–1.800 Euro, abhängig von Größe und Leistung. Die Gesamtkosten für ein Einfamilienhaus mit 4–10 kWp liegen zwischen 6.000 und 12.000 Euro. Laufende Kosten bei Jährlich 300–400 Euro für Wartung und Versicherung. Zusätzlich 1.200–8.000 Euro für Speicherlösungen mit 4–8 kWh.

Förderprogramme und Einsparungen durch Eigenverbrauch verbessern die Wirtschaftlichkeit und machen die Solarenergie zu einer kostengünstigen und nachhaltigen Lösung. Durch die Aktivierung von Dach- und Freiflächen sowie den gezielten Ausbau von Solarthermie könnte die Solarenergieproduktion in Remagen um mehr als das Zehnfache gesteigert werden. Die gesetzlichen Vorgaben zur Solardachpflicht, sinkende Kosten und innovative Technologien bieten zusätzliche Anreize für die Erschließung der Potentiale. In Kombination mit Förderprogrammen trägt Solarenergie maßgeblich zur lokalen Energieautarkie und zur Erreichung der Klimaschutzziele bei.

Zusätzliche Potentiale für Solarenergie in Remagen

Neben der Nutzung von Dachflächen, Freiflächen und Solarthermie gibt es weitere, bisher weniger genutzte Potentiale, die zur Steigerung der Solarenergieproduktion beitragen können. Diese betreffen innovative Konzepte, wie Fassaden-PV, Balkonkraftwerke und kombinierte Lösungen.

Fassaden-Photovoltaik (Fassaden-PV)

Moderne PV-Module können heute in Gebäudefassaden integriert werden und erweitern die Möglichkeiten der Stromerzeugung. Diese Lösungen sind besonders für Gewerbeimmobilien, öffentliche Gebäude und Neubauten geeignet, bei denen große vertikale Flächen zur Verfügung stehen. Fassadenmodule sind ästhetisch ansprechend, multifunktional (z. B. Verschattung) und ermöglichen eine Nutzung auch bei begrenzten Dachflächen.

Balkonkraftwerke (“Stecker-Solargeräte”)

Balkonkraftwerke sind kleine, steckerfertige PV-Anlagen, die sich ideal für Mietwohnungen oder kleine Eigenheime eignen. Sie bestehen aus ein bis vier Modulen und können direkt an das Hausnetz angeschlossen werden. Pro Modul lassen sich etwa 500–1000 kWh/Jahr erzeugen, abhängig von der Ausrichtung und Sonneneinstrahlung. Die Investitionskosten von etwa 400–1.500 Euro pro System sind gering. Den Bürger*innen bieten Balkonkraftwerke eine einfache Möglichkeit, aktiv zur Energiewende beizutragen und gleichzeitig ihre Stromkosten zu senken. Darüber hinaus eignen sie sich hervorragend zur schnellen und unkomplizierten Erschließung von kleinem Solarstrompotential.

Ein weiterer unschätzbarer Mehrwert liegt in der Bewusstseinsbildung: Durch die Nutzung von Balkonkraftwerken setzen sich Nutzer intensiver mit ihrem Stromverbrauch, Möglichkeiten der Energieeinsparung und moderner Technologie auseinander. Diese Auseinandersetzung fördert ein nachhaltigeres Denken und Handeln im Alltag, was langfristig zur Unterstützung der Energiewende und zu einer bewussteren Energienutzung beiträgt.

Parkplatzüberdachungen mit PV (Carport-PV)

Die Integration von PV-Anlagen auf Parkplätzen bietet eine doppelte Nutzung der Fläche – Stromproduktion und Beschattung der Stellplätze. Carport-PV-Systeme können sowohl auf öffentlichen Parkplätzen (z. B. Einkaufszentren, Schulen) als auch auf privaten Stell-

plätzen installiert werden. Je nach Größe der Parkfläche können 25–100 MWh/Jahr zusätzlich erzeugt werden. Parkplatzüberdachungen sind besonders wirtschaftlich bei großflächigen Stellplätzen und bieten einen sichtbaren Beitrag zur nachhaltigen Ortsentwicklung.

Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und PV

Agri-PV ermöglicht eine kombinierte Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen für die Nahrungsmittelproduktion und die Stromerzeugung. Die PV-Module werden in ausreichender Höhe installiert, sodass landwirtschaftliche Maschinen weiterhin genutzt werden können. Die Vorteile sind: Erhöhung der Flächeneffizienz, Schutz vor Wetterextremen und zusätzliche Einnahmequellen für Landwirte. Agri-PV bietet besonders für landwirtschaftlich geprägte Städte wie Remagen zusätzliche Chancen zur Erschließung von erneuerbaren Energiepotentialen.

Fazit:

- Die Solarenergie bietet in Remagen umfangreiche Möglichkeiten zur nachhaltigen Strom- und Wärmeherzeugung. Die GIS-gestützten Analysen zeigen, dass durch die Nutzung von Dachflächen, Freiflächen sowie innovativen Technologien wie Fassaden-PV, Balkonkraftwerken und Parkplatzüberdachungen bedeutende Steigerungen der Energieproduktion möglich sind.
- Solarenergie kann auf Dachflächen, Freiflächen, Gebäudefassaden und sogar auf landwirtschaftlichen Flächen (Agri-PV) installiert werden. Dies ermöglicht eine hohe Flächeneffizienz.
- Moderne PV-Module erreichen Wirkungsgrade von bis zu 22 %, während sich die Kosten für Photovoltaikanlagen seit 2010 um über 70 % verringert haben.
- Balkonkraftwerke und Bürgerkraftwerke ermöglichen es Bürgern*innen, aktiv zur Energiewende beizutragen. Die einfache Installation und niedrigen Kosten von Balkonkraftwerken fördern die Beteiligung breiter Bevölkerungsschichten.
- Lösungen wie Carport-PV oder Agri-PV kombinieren Stromerzeugung mit zusätzlichem Nutzen wie Beschattung oder landwirtschaftlicher Produktion.
- Allerdings ist Solarenergie wie Windkraft nicht dauerhaft verfügbar, da die Stromproduktion von Sonneneinstrahlung und Wetterbedingungen abhängig ist. Diese Schwankungen erfordern ergänzende Speichertechnologien und Netzlösungen, um eine zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten.

8.3.6. Bioenergie

Die Landwirtschaft befindet sich aktuell in einem Spannungsfeld zwischen steigenden Anforderungen an die Lebensmittelproduktion, ökologischen Erfordernissen und der zunehmenden Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Energieerzeugung. Diese Nutzungskonflikte werden durch den fortschreitenden Klimawandel weiter verschärft. Veränderte Wetterbedingungen wie häufigere Dürren, Starkregenereignisse und steigende Temperaturen bedrohen die Produktivität landwirtschaftlicher Betriebe und erfordern innovative Ansätze, um sowohl die Ernährungssicherheit als auch die Erreichung der ökologischen Ziele zu gewährleisten. Gleichzeitig bieten diese Herausforderungen auch die Chance, neue Wege zu beschreiten. Durch eine verstärkte Integration nachhaltiger Technologien und interkommunaler Ansätze können Synergien geschaffen und Nutzungskonflikte entschärft werden. Die Verbindung von Energieproduktion, Klimaschutz und landwirtschaftlicher Praxis eröffnet Perspektiven, die nicht nur die Resilienz gegenüber dem Klimawandel stärken, sondern auch neue Wertschöpfungsmöglichkeiten schaffen.

Potentialabschätzung und interkommunale Ansätze zur Bioenergienutzung

Das Biogaspotenzial in Remagen ist gering, weshalb eine interkommunale Betrachtung erforderlich ist. Eine effiziente Nutzung erfordert zudem die Einbeziehung aller biogenen Reststoffe, um das verfügbare Potenzial optimal auszuschöpfen.

Die Potenzialabschätzung für die Bioenergie in Remagen basiert auf einer GIS-gestützten Flächenbilanz, die energetisch mögliche Flächenerträge berücksichtigt. Dabei wurde eine Nutzung von 25 % der landwirtschaftlichen Fläche (ca. 660 ha) angenommen.

- Theoretisches Flächenpotenzial: ca. 660 Hektar
- Technisches Produktionspotenzial (thermisch & elektrisch, bei 25 % Flächennutzung): ca. 3 GWh/a

Diese Zahlen verdeutlichen, dass ein sehr geringes nutzbares Potenzial vorhanden ist. Durch gezielte und nachhaltige Maßnahmen kann dieses Potenzial effizient erschlossen und in ein regional abgestimmtes Energieversorgungskonzept integriert werden.

8.3.7. Kreislaufwirtschaft

Die Konkurrenz um Flächen zwischen Nahrungsmittelproduktion, ökologischem Ausgleich und Energieproduktion stellt eine zentrale Herausforderung dar. Eine nachhaltige Lösung bietet die Kreislaufwirtschaft, die durch die effiziente Nutzung von Ressourcen und Stoffströmen dazu beitragen kann, diese Nutzungskonflikte zu entschärfen. Sie schafft zudem Mehrwert für verschiedene Akteursgruppen, indem sie landwirtschaftliche Reststoffe, biogene Abfälle und Nebenprodukte in den Wertschöpfungskreislauf integriert.

Elemente der Kreislaufwirtschaft:

- Humusaufbauende Landwirtschaft durch Förderung der Bodenfruchtbarkeit durch die Einbringung organischer Stoffe wie Gärreste

- Kohlenstoffbindung und lokale C-Senken durch Speicherung von Kohlenstoff im Boden
- Primäre Nutzung landwirtschaftlicher Erzeugnisse für Lebensmittel und Futtermittel
- Sekundäre Nutzung von Restwertstoffen wie Gülle, Stroh, Mist und Ernterückstände für die Energieproduktion
- Tertiäre Nutzung durch Rückführung von Gärresten aus Biogasanlagen in die Landwirtschaft zur Bodenverbesserung und langfristigen CO₂-Sequestration.

Interkommunale Zusammenarbeit für mehr Effizienz:

Durch interkommunale Kooperationen kann die Bioenergienutzung über Stadtgrenzen hinweg optimiert werden. Dies umfasst:

1. Gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen

Biogasanlagen könnten Reststoffe aus mehreren Städten verarbeiten und effizienter ausgelastet werden und Remagen könnte Biomethan aus Nachbarstädten nutzen, während dort die Verwertung der Reststoffe erfolgt.

2. Zentralisierte Reststoffverwertung

Gülle, Mist, Ernterückstände und Biomüll könnten durch gemeinsame Absprachen gesammelt und verwertet werden, wodurch die Logistikkosten sinken und die Ressourcenauslastung steigt.

3. Wissensaustausch und Projektentwicklung

Regelmäßige Treffen zwischen Städten, Landwirtschaft und Energieversorger könnten den Austausch von Best Practices fördern und die Entwicklung neuer Projekte, wie die Nutzung von Gärresten oder die Biomethanproduktion, beschleunigen.

8.3.8. Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kombination von Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) stellt eine Schlüsseltechnologie dar, um die Bioenergie effizient zu nutzen. Biomethan kann durch Vergärung organischer Stoffe erzeugt und zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen eingesetzt werden. Die kombinierte Nutzung von Strom und Wärme steigert die Effizienz und maximiert die Ressourcenausbeute. Die Rückführung von Reststoffen in die Landwirtschaft fördert den Humusaufbau und speichert langfristig Kohlenstoff. Durch die lokalen Stoffkreisläufe wird die regionale Wertschöpfung gesteigert.

Fazit:

Remagen hat die Möglichkeit, durch eine verstärkte interkommunale Zusammenarbeit und die Implementierung der Kreislaufwirtschaft die ungenutzten Potentiale der Bioenergie nachhaltig zu erschließen. Dies würde nicht nur die Energieproduktion steigern, sondern auch zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und zur Minderung des Klimawandels beitragen. Die Kombination aus innovativen Ansätzen, gemeinsamer Projektentwicklung und einem stärkeren Fokus auf Nachhaltigkeit bietet Remagen und den Nachbargemeinden die Chance, eine Vorreiterrolle in der regionalen Energiewende einzunehmen. Dies stärkt nicht nur die ökologische, sondern auch die ökonomische Resilienz der Region.

8.3.9. Abwärme

Industrielle Abwärme stellt ein oft nicht ausreichend berücksichtigtes Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung dar. Sie entsteht in Produktionsprozessen, in denen überschüssige Wärmeenergie freigesetzt wird, die ungenutzt bleibt oder an die Umgebung abgegeben wird. Durch die Integration industrieller Abwärme in die Wärmeversorgung können fossile Energieträger ersetzt und CO₂-Emissionen signifikant reduziert werden. Dies trägt nicht nur zur Erreichung von Klimazielen bei, sondern verbessert auch die Energieeffizienz auf kommunaler und betrieblicher Ebene. Die Nutzung industrieller Abwärme ist jedoch mit Herausforderungen verbunden. Da die Abwärme lediglich ein Nebenprodukt industrieller Prozesse ist, kann ihre Verfügbarkeit schwanken. Dies erschwert die Planbarkeit und Risikoabschätzung. Zudem muss sichergestellt sein, dass die Wärmeabgabe durchgehend und ohne Unterbrechungen erfolgt. Unternehmen, die Abwärme bereitstellen, benötigen gesicherte rechtliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen, um Investitionen und langfristige Verpflichtungen eingehen zu können. Die Wirtschaftlichkeit hängt zudem stark von der Nähe zu potenziellen Abnehmern und den technischen Voraussetzungen der Wärmeinfrastruktur ab. Gegenwärtig gibt es in der Stadt Remagen keine Hinweise auf überschüssige Abwärmepotentiale eines Gewerbe- oder Industriebetriebs und auch keine konkreten Überlegungen zur Bereitstellung von Abwärme in den Gewerbegebieten. Dennoch eröffnen Entwicklungen in niedertemperaturfähigen Wärmenetzen neue Möglichkeiten, künftig auch Abwärme mit moderaten Temperaturen effizient zu nutzen. Dies könnte die Integration industrieller Prozesse in die kommunale Wärmeplanung erleichtern. Ein vorausschauendes Vorgehen in enger Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen, Planungsbüros und Energieversorgern kann dazu beitragen, langfristige Lösungen zu entwickeln. So kann die Erschließung von gewerblichen und industriellen Abwärmepotentialen gezielt vorbereitet und in eine zukunftsfähige Wärmeversorgung integriert werden.

Obwohl die Nutzung industrieller Abwärme auf Basis der im Rahmen des Projektes zur Verfügung stehenden Informationen derzeit keine kurzfristig realisierbare Option darstellt, würde eine vertiefte Untersuchung die Chance bieten, langfristige Perspektiven zu eröffnen. Dazu sind folgende Schritte und strategische Maßnahmen notwendig:

- **Durchführung einer Machbarkeitsstudie**

Eine Machbarkeitsstudie sollte technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte klären. Wichtige Punkte dabei sind:

- **Wiederholte Prüfung des Interesses potenzieller Abwärmeerzeuger**
- **Prüfung der Prozess- und betriebsinternen Abwärmenutzung** (Temperaturniveau, Wärmemenge, Medium der Abwärme, zeitliche Verfügbarkeit)
- **Prüfung des Interesses der Abnehmer und des Anschlussgrades**
Eine hohe Anschlussquote ist eine zentrale Voraussetzung für die wirtschaftliche Realisierung eines Wärmenetzes. Dazu sind Gespräche mit potenziellen Abnehmern sowie eine fundierte Nachfrageanalyse erforderlich.

- **Entwicklung eines Contracting-Konzepts**

Ein maßgeschneidertes Contracting-Modell muss entwickelt werden, um die Finanzierung und den Betrieb des Wärmenetzes sicherzustellen. Hierbei sollten mögliche Fördermittel und die Einbindung privater sowie kommunaler Partner berücksichtigt werden.

- **Strategische Maßnahmen**

Zusätzlich zur Machbarkeitsstudie und Entwicklung eines Contracting-Konzepts können gezielte Maßnahmen zur Nutzung der Abwärme langfristig Synergien schaffen und die Umsetzbarkeit verbessern:

- **Gezielte Bautätigkeiten**
Durch die Steuerung von Neubau- und Sanierungsprojekten in unmittelbarer Nähe zu den Abwärmequellen können neue potenzielle Abnehmer geschaffen werden. Von Beginn an auf die Nutzung der Abwärme ausgelegte Gebäude und Betriebe verbessern die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit erheblich.
- **Ansiedlung passender Betriebe**
Unternehmen, die Wärme auf niedrigen Temperaturniveaus benötigen (z. B. Gewächshäuser oder Lebensmittelverarbeitung), können gezielt in der Nähe der Abwärmequellen angesiedelt werden. Diese Betriebe profitieren von der Abwärme und schaffen eine wirtschaftliche Grundlage für den Betrieb eines Wärmenetzes.
- **Partnerschaften**
Die Schaffung neuer Partnerschaften, in einer ersten Phase z.B. in Form einer Arbeitsgruppe, mit Beteiligung von Energieversorgern, Netzbetreibern, lokalen Betrieben, der Stadt und den Bürgern*innen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

8.3.10. Weitere erneuerbare Energiequellen

Durch die im Bau befindliche Kläranlage des AZV Untere Ahr ergeben sich zusätzliche Potenziale für eine nachhaltige und effiziente Wärmenutzung. Die in den Abwassersystemen enthaltene Abwärme kann als erneuerbare Energiequelle genutzt werden und eine alternative Grundlage für zukünftige Wärmeversorgungsnetze bilden. Aufbauend auf der vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung im Verbandsgebiet des AZV Untere Ahr sollen insbesondere die Potenziale der Abwässer und der neuen Abwasserreinigungsanlage in die weitere Analyse und Umsetzung einfließen. Neben der Abwärmenutzung bietet die Kläranlage weitere energetische Synergien: Die entstehende Abwärme, die Wärmerückgewinnung aus gereinigtem Abwasser mittels Wärmepumpen sowie das dort produzierte Faulgas können in Kombination mit einem Blockheizkraftwerk effizient zur Strom- und Wärmeerzeugung beitragen. Diese integrativen Lösungen könnten die infrastrukturelle Basis für ein zukunftsfähiges Wärmenetz bilden. Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage sind kontinuierliche technische und wirtschaftliche Analysen erforderlich. Diese sollten unter aktiver Einbindung der relevanten Akteure*innen erfolgen, um spezifische Energiebedarfe, betriebliche Entwicklungen sowie infrastrukturelle Anforderungen frühzeitig in die Planung zu integrieren. So lässt sich eine nachhaltige, kosteneffiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung sicherstellen.

8.4. Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Gebäudebestandsanalyse und den ermittelten Wärmebedarfsdichten in den Baublöcken wurden die energetischen Einsparpotentiale in den Baublöcken untersucht. Dabei wurde die Energieeinsparung durch eine sanierungsbedingte Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudebestand ermittelt. Die potenziellen Einsparungen für Raumwärme und Trinkwarmwasser variieren je nach Nutzungsart (z. B. Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude), Baualter der Gebäude und Sanierungszustand. Basierend auf diesen Gebäudemerkmalen und den zugrunde liegenden Daten wurden Zielkennwerte und maximal erzielbare Einsparpotentiale abgeleitet. Diese wurden auf Baublockebene aggregiert, räumlich verortet und sowohl statistisch-tabellarisch als auch kartografisch aufbereitet. Die ermittelten maximalen Einsparpotentiale und Wärmebedarfsdichten zeigen einen möglichen Pfad hinsichtlich der Einsparungen im Zeitverlauf bis zum Zieljahr 2040 auf. Sie bilden zudem die Grundlage für die Identifikation von Straßenzügen und Ortsteilen mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial und die Zuordnung sowie Clusterung der einzelnen Baublöcke zu Wärmeversorgungsgebieten, die potenziell für eine Wärmenetzversorgung geeignet sind.

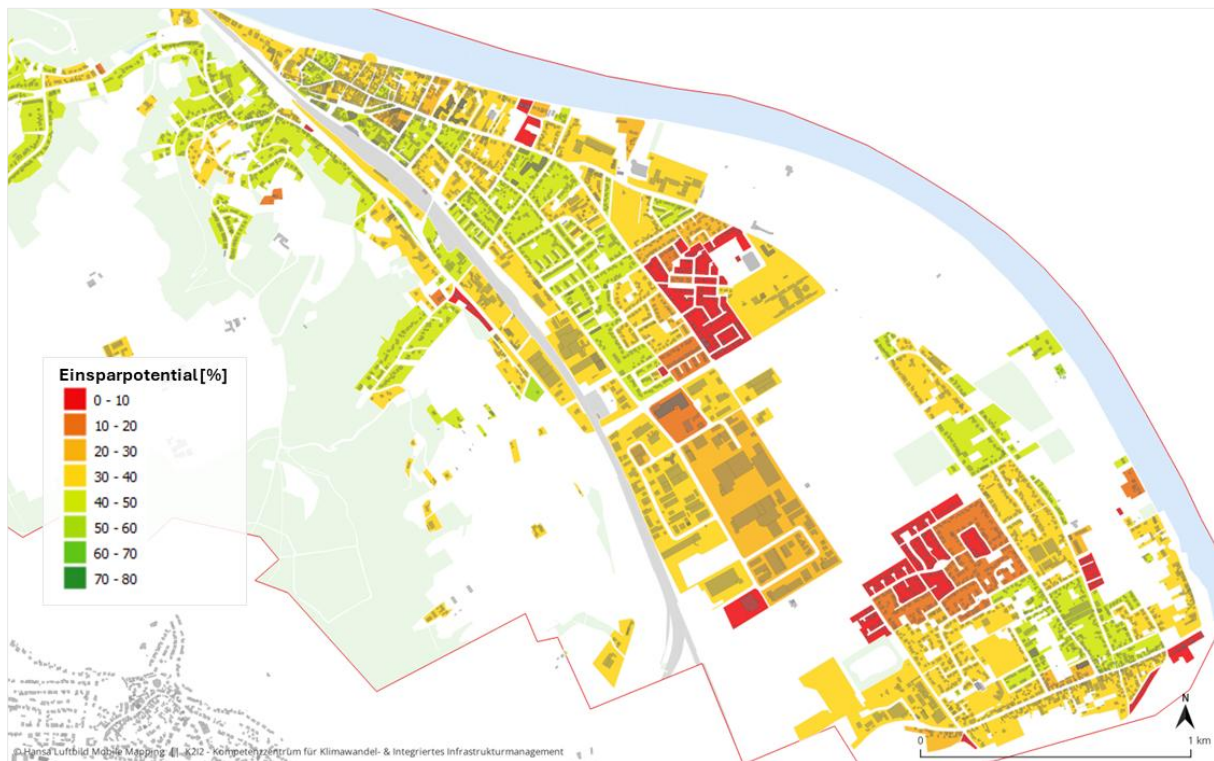


Abb. 24: Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestandssanierung

Diese Einsparpotentiale setzen jedoch voraus, dass alle Gebäude umfassend saniert werden. Dies ist in der Praxis unrealistisch, da zahlreiche Faktoren wie Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit oder der Erhalt denkmalgeschützter Substanz die Umsetzung beeinflussen. Zukünftig könnten auch Aspekte wie die Verfügbarkeit von Baumaterialien und Fachpersonal zu Einschränkungen führen.

Sanierungsentscheidungen werden in der Regel von den Eigentümern*innen anlassbezogen getroffen, etwa bei Eigentümerwechsel, Instandhaltungsbedarf oder geplanten Modernisierungen. Dabei spielen mehrere Faktoren eine entscheidende Rolle, darunter ordnungsrechtliche Vorgaben wie das Gebäudeenergiegesetz (GEG), finanzielle Förderinstrumente (z. B. BEG-Förderung), steuerliche Anreize, der zukünftige CO₂-Preis sowie die individuellen finanziellen Möglichkeiten und langfristigen Nutzungspläne der Eigentümer*innen.

Die Stadt hat im privaten Gebäudebereich nur begrenzte Einflussmöglichkeiten, kann jedoch durch gezielte Informationskampagnen, Beratungsangebote und Förderprogramme indirekt auf die Sanierungsrate einwirken. Solche Maßnahmen könnten dazu beitragen, die Hemmschwellen für energetische Sanierungen zu senken und Eigentümer*innen stärker zu motivieren.

Im Bereich öffentlicher Gebäude kann die Stadt Remagen jedoch aktiver eingreifen. Ab Ende 2025 greifen die europäische Sanierungsverpflichtung und die damit verbundene Erstellung von Sanierungsfahrplänen. Diese verpflichten öffentliche Einrichtungen,

schrittweise energetische Standards zu verbessern und die Energieeffizienz ihrer Gebäude zu erhöhen.

Darüber hinaus könnte die Stadt Vorbildfunktionen übernehmen, indem sie ihre eigenen Gebäude energetisch saniert und innovative Lösungen wie die Integration erneuerbarer Energien oder intelligente Energiemanagementsysteme umsetzt. Dies könnte nicht nur Energieeinsparungen für die Kommune selbst bringen, sondern auch als Multiplikator für private Eigentümer*innen wirken.

Zusammenfassend erfordert die Steigerung der Sanierungsrate eine Kombination aus regulatorischen, finanziellen und beratenden Maßnahmen, die sowohl auf privater als auch auf öffentlicher Ebene miteinander verzahnt werden sollten.

9. Zielszenarien und Entwicklungspfade

Das Definieren unterschiedlicher Szenarien dient dazu, verschiedene mögliche Entwicklungspfade zu vergleichen, die Auswirkungen von Maßnahmen zu bewerten und fundierte Entscheidungen für die langfristige Planung zu treffen. Die Entwicklung der Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung basierte auf den ermittelten aktuellen Heizwärmebedarfen sowie den potenziellen Einsparpotentialen, die durch Sanierungsmaßnahmen erzielt werden können. Zudem flossen die technisch verfügbaren Potentiale erneuerbarer Energiequellen in die Szenarienentwicklung ein. Als Grundlage und Leitplanke dienten die T45-Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems des Bundes, die verschiedene Dekarbonisierungspfade des Energiesystems beschreiben. Das Hauptszenario T45-Strom setzt auf eine starke Elektrifizierung des Energiesystems, um unter Berücksichtigung aktueller politischer Ziele (2022) bis 2040 Treibhausgasneutralität zu erreichen. Die Erkenntnisse aus den übergeordneten Szenarien und die möglichen Substitutionspotentiale fossiler Energieträger durch den Einsatz erneuerbarer Energien bilden die Grundlage für die Skizzierung von zwei Entwicklungsszenarien:

- **„moderates“ Engagement:** Der Schwerpunkt dieses Szenarios liegt auf einer merkbaren Steigerung der Energieeffizienz und einer weitgehenden Substitution fossiler Brennstoffe. Es stellt einen ambitionierten Schritt in Richtung Klimaneutralität dar.
- **„hohes“ Engagement:** Maximiert sowohl die Produktionssteigerungen als auch die Einsparpotentiale und setzt auf eine über den kommunalen Bedarf hinausgehende Nutzung und Ausbau erneuerbarer Energiequellen.

Die aus den Szenarien abgeleiteten Entwicklungen der Wärmebedarfsdichten wurden ausgewertet, um den zukünftigen Wärmebedarf und die Auswirkungen der geplanten Sanierungsmaßnahmen auf die einzelnen Baublöcke zu ermitteln. Auf Grundlage der modellierten Heizwärmebedarfsdichten (in MWh/ha) und deren betriebswirtschaftlicher Be-

wertung wurde zudem die Eignung für unterschiedliche Wärmenetztypen analysiert. Dabei wurden die Heizwärmebedarfsdichten der einzelnen Baublöcke entsprechend der nachfolgenden Kategorisierung den jeweils geeigneten Wärmenetztypen zugeordnet:

- **Kein technisches Potential (< 250 MWh/ha):** Gebiete und Baublöcke, die sich aufgrund ihrer niedrigen Heizwärmedichte nicht für die Anbindung an ein Wärmenetz eignen.
- **Kaltes Wärmenetz im Bestand oder Neubaugebiet (250–400 MWh/ha):** Für Gebiete mit moderaten Heizbedarfsdichten besteht Potential für kalte Wärmenetze, die mit sehr niedrigen Vorlauftemperaturen (5–25 °C) arbeiten. Diese Netze nutzen häufig Umweltwärme, Abwärme, Geothermie oder Solarenergie und erfordern den Einsatz von Wärmepumpen in den angeschlossenen Gebäuden.
- **Niedertemperaturnetz im Bestand (400–800 MWh/ha):** Diese Gebiete eignen sich für Niedertemperaturnetze, die bei weniger stark sanierten Bestandsgebäuden wirtschaftlich betrieben werden können. Typische Vorlauftemperaturen liegen im Bereich von 35–60 °C, was den effizienten Einsatz erneuerbarer Energien wie Wärmepumpen, solarthermischen Anlagen oder Biomasseheizungen ermöglicht.
- **Konventionelles Wärmenetz im Bestand (800–1500 MWh/ha):** Gebiete mit höherer Heizwärmedichte eignen sich für konventionelle Wärmenetze, die durch höhere Vorlauftemperaturen (60–90°C) geprägt sind. Diese Netze werden gegenwärtig häufig mit zentralisierten fossilen oder biomassebasierten Heizwerken betrieben.
- **Sehr hohe Wärmenetzeignung (> 1500 MWh/ha):** Bereiche mit einer hohen Wärmebedarfsdichte eignen sich besonders für den Bau und Betrieb von Wärmenetzen. Diese können durch Vorlauftemperaturen von 100 °C und mehr charakterisiert sein und finden oft in dicht besiedelten Gebieten oder bei industriellen Anwendungen Einsatz.

Im Sinne der Klimaneutralität geht der Trend eindeutig hin zu Niedertemperaturnetzen und kalten Wärmenetzen, da sie zahlreiche Vorteile bieten. Sie sind besser kompatibel mit der Nutzung erneuerbarer Energien und tragen wesentlich dazu bei, fossile Brennstoffe weitgehend zu ersetzen. Energieeffiziente Neubauten und sanierte Bestandsgebäude benötigen weniger Heizenergie und können daher problemlos mit niedrigeren Temperaturen versorgt werden. Niedrige Vorlauftemperaturen steigern die Effizienz und minimieren gleichzeitig Wärmeverluste im Netz. Darüber hinaus ermöglichen diese Netztypen eine nachhaltige und langfristige Planung, da sie flexibel an zukünftige Technologien und Energiequellen anpassbar sind. Zur Ableitung von Mustern und dem Vergleich der Heizwärmebedarfe in den Baublöcken wurden Wärmebedarfsdichtekarten erstellt und die Eignung hinsichtlich der unterschiedlichen Wärmenetztypen bewertet. Ziel ist es, die Veränderungen der Heizwärmedichte (gemessen in MWh/Hektar pro Jahr) im Zeitverlauf darzustellen und deren Eignung für verschiedene Wärmenetztypen pro Baublock zu bewer-

ten. Das moderate Szenario geht davon aus, dass die Sanierungsmaßnahmen flächendeckend, jedoch in einem begrenzten Tempo und Umfang umgesetzt werden. Dadurch wird die Heizwärmedichte schrittweise reduziert, ohne dass der Gebäudebestand umfassend modernisiert wird. Die Ergebnisse illustrieren hier, wie sich die Heizenergiedichte durch diese Maßnahmen verringert, und zeigen gleichzeitig, welche Baublöcke sich für unterschiedliche Wärmenetztypen wie Niedertemperatur- oder Hochtemperaturnetze eignen.

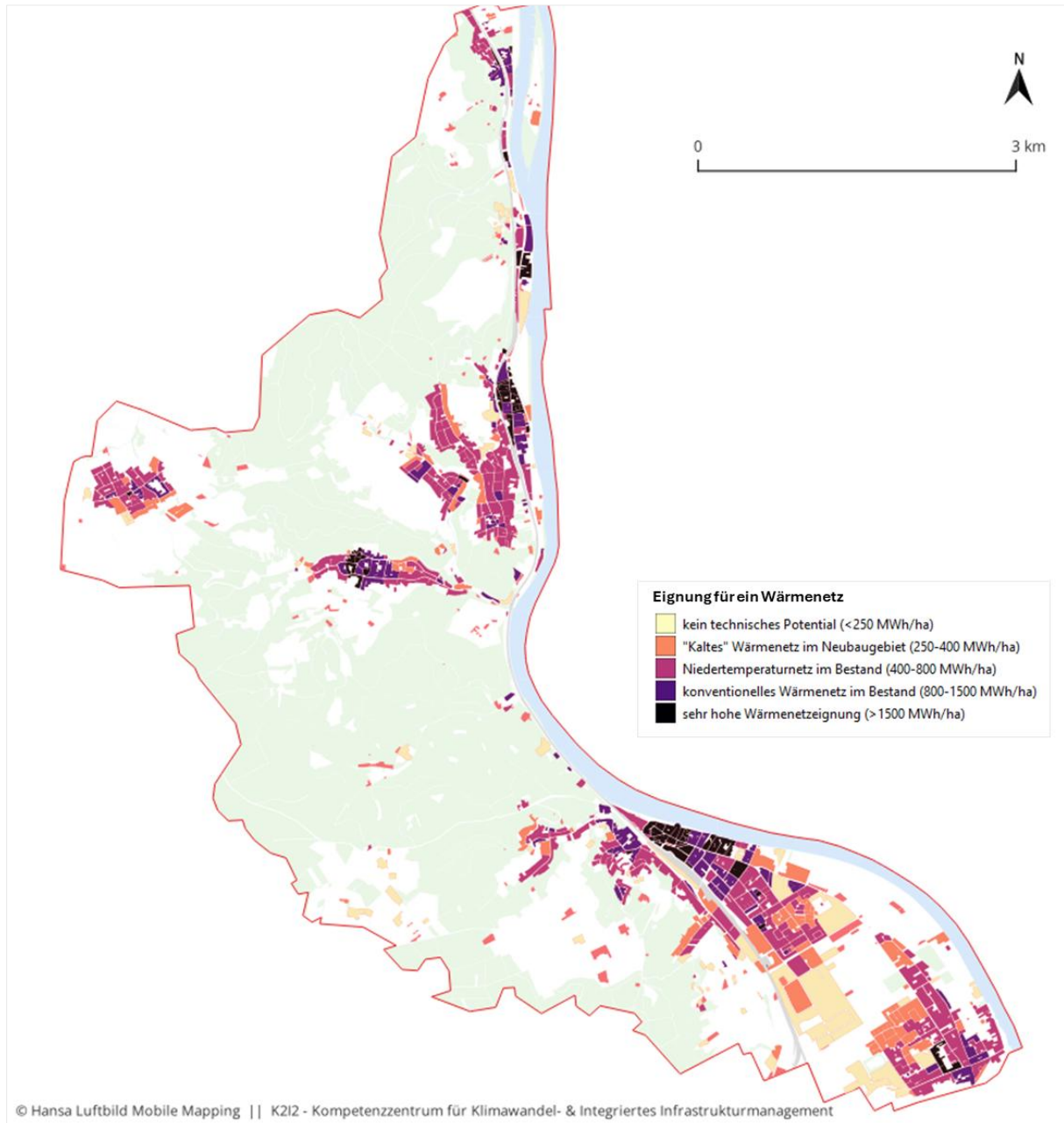


Abb. 25: Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Remagen

Abb. 25 zeigt die gegenwärtige Heizwärmedichte und liefert Einblicke in die aktuell realisierbaren Wärmenetztypen, die sich an den aktuellen energetischen Standards orientieren.

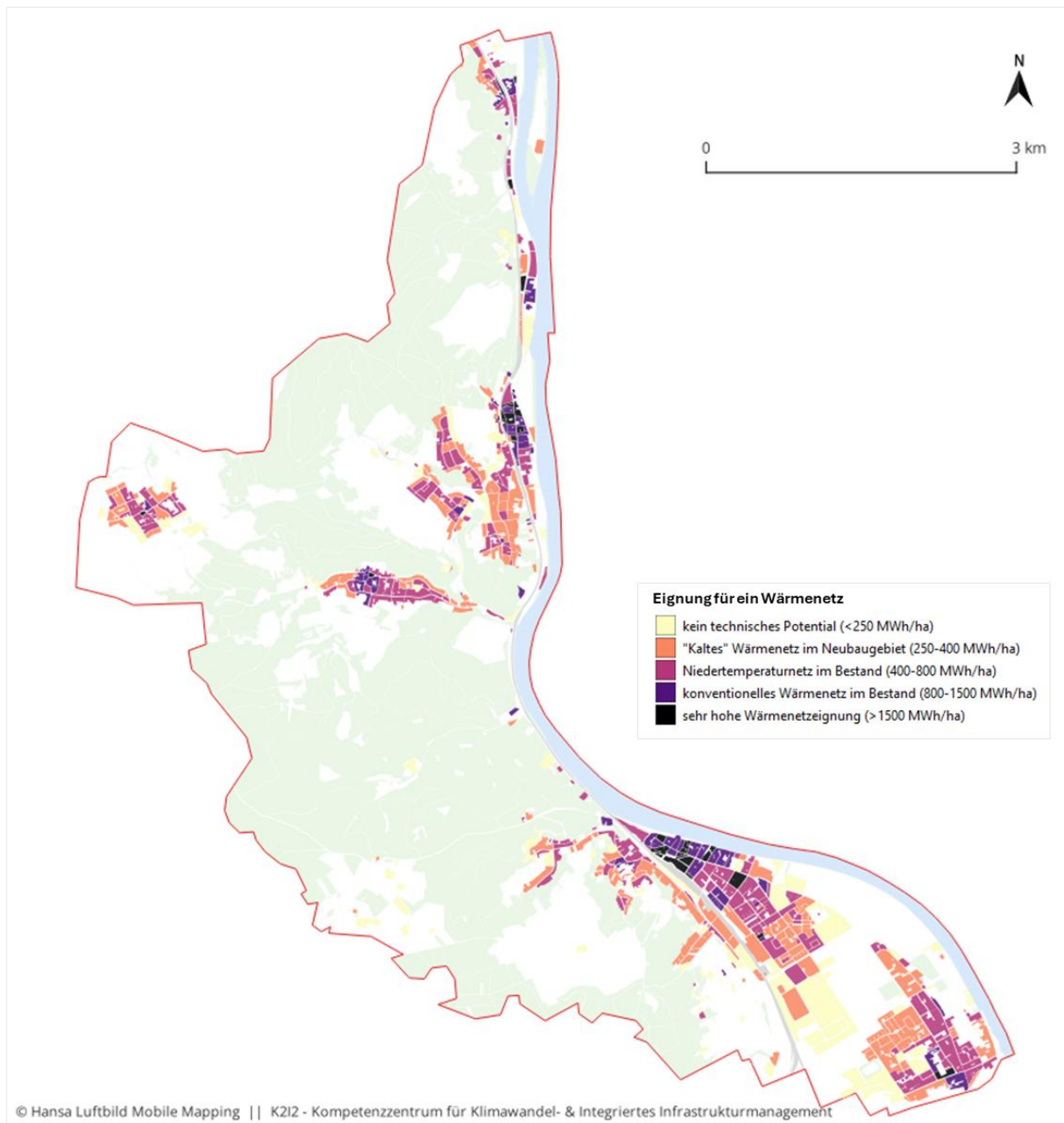


Abb. 26: Heizenergiedichte und Wärmenetzseignung in Remagen im Jahr 2040 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen

Abb. 26 zeigt die modellierte Heizenergiedichte des Gebäudebestandes in Remagen im Jahr 2040 und stellt eine langfristige Perspektive dar, in der die Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf einzelne Baublöcke über einen längeren Zeitraum sichtbar werden. Das moderate Szenario geht davon aus, dass die Sanierungsmaßnahmen flächendeckend erfolgen, jedoch in einem begrenzten Tempo und Umfang. Dadurch wird die Heizwärmedichte schrittweise reduziert, ohne dass der Gebäudebestand umfassend modernisiert wird. Neben der Reduktion des Heizwärmebedarfs bis 2040 zeigt sich in einigen Baublöcken eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit nied-

rigeren Vorlauftemperaturen. Gleichzeitig weisen zahlreiche Baublöcke weder eine betriebswirtschaftliche noch eine technische Eignung zur Errichtung und zum Betrieb eines Wärmenetzes auf.

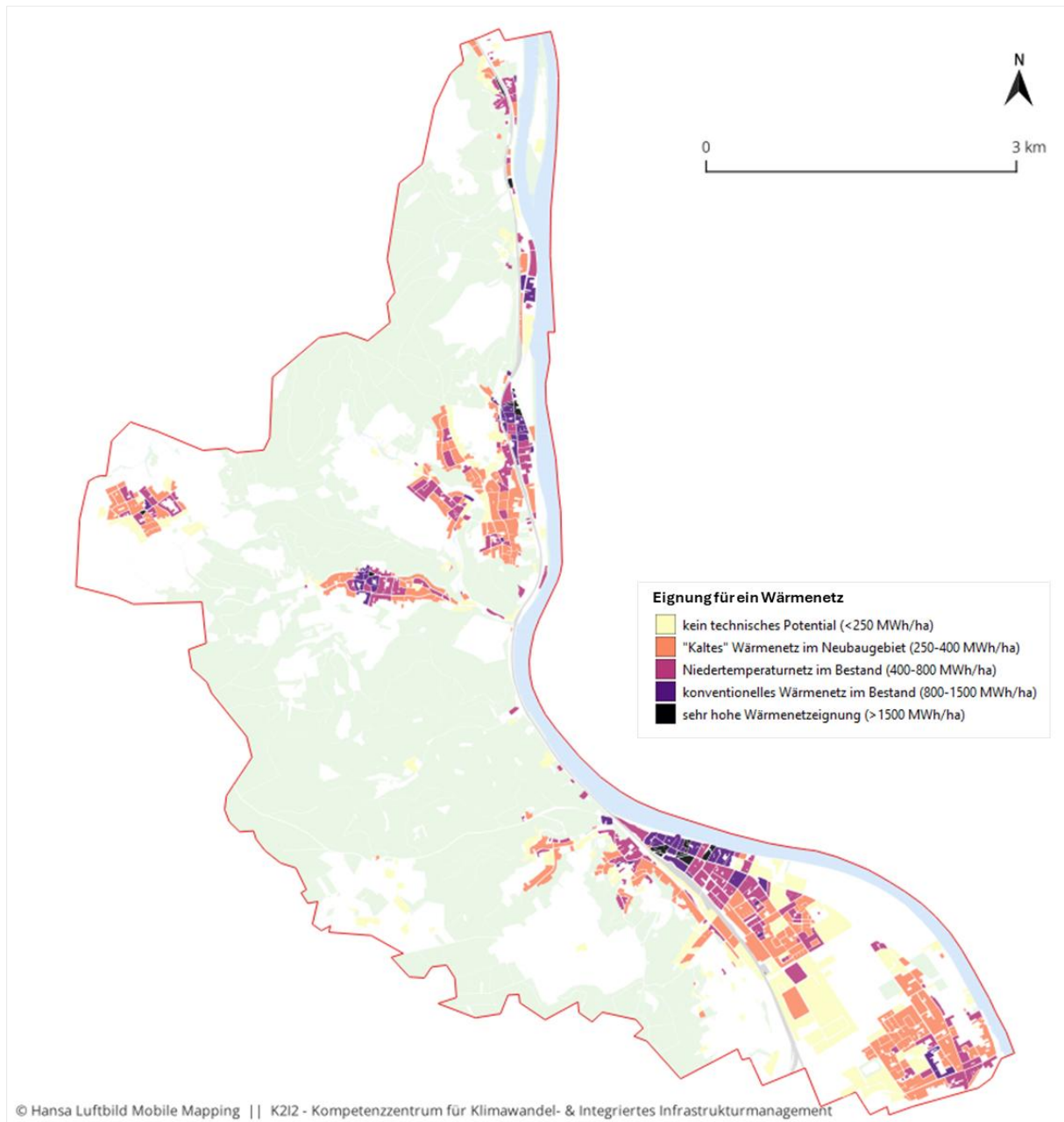


Abb. 27: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Remagen im Jahr 2040 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen

Das Szenario mit hohen Engagement-Anstrengungen geht davon aus, dass Sanierungsmaßnahmen flächendeckend umgesetzt werden und tiefgreifende Maßnahmen zur energetischen Optimierung, einschließlich umfassender Gebäudesanierungen und der Einführung modernster Heiz- und Gebäudetechnologien, erfolgen. Im Vergleich zu modellierten weniger engagierten Szenarien treibt dieses Szenario eine umfassende Transfor-

mation des Gebäudebestandes voran, was zu einer signifikanten Verbesserung der Energieeffizienz und einer starken Reduzierung der CO₂-Emissionen führt und gleichzeitig die Potentiale für die Errichtung von Wärmenetzsystemen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen erhöht. **Abb. 27** zeigt die projizierte Heizwärmedichte im Jahr 2040, verdeutlicht die tiefgreifenden Effekte von Sanierungsmaßnahmen und stellt eine grundsätzliche betriebswirtschaftliche Bewertung der Eignung eines Baublocks für ein Wärmenetz dar. Im Vergleich zu Abb. 26 zeigt sich eine noch deutlichere Reduktion der Heizwärmedichte sowie eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Mit den Kerngebieten in Unkelbach und Oberwinter sowie dem Stadtkerngebiet in Remagen zeigen sich drei potenzielle Wärmeversorgungsgebiete mit höherer Wärmedichte.

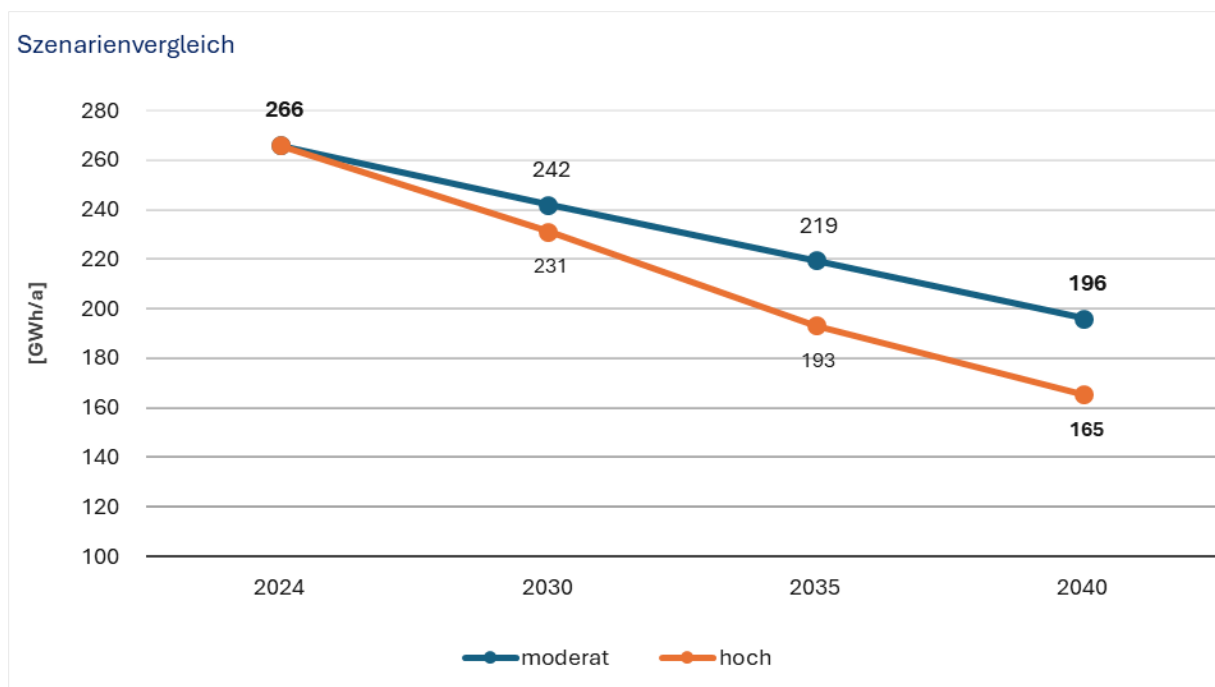


Abb. 28: Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen

Abb. 28 veranschaulicht die Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2040 unter moderaten und hohen Sanierungsanstrengungen. Im Ausgangsjahr 2024 liegt der Wärmebedarf in beiden Szenarien einheitlich bei 266 GWh/a. Mit zunehmender Sanierungsintensität zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede in den Ergebnissen bis 2040. Das Szenario „moderate Sanierung“ führt zu einem Wärmebedarf von 196 GWh/a, was einer Einsparung von rund 26 % im Vergleich zu 2024 entspricht. Im Szenario „hohe Sanierung“ reduziert sich der Wärmebedarf auf 165 GWh/a, was einer Einsparung von rund 38 % entspricht.

Angesichts der derzeit von fossilen Energieträgern dominierten Wärmeversorgung sollte ein möglichst hohes Sanierungsengagement angestrebt werden, um die notwendigen Voraussetzungen für die angestrebte Klimaneutralität bis 2040 zu schaffen.

Die Szenarien und Karten verdeutlichen, dass in vielen Baublöcken zukünftig weder ein technisches noch ein betriebswirtschaftliches Potenzial für den Betrieb eines Wärmenetzes besteht. Gleichzeitig verschiebt sich die Netzeignung zunehmend hin zu Systemen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Diese Entwicklungen erschweren den Betrieb konventioneller Wärmenetze erheblich. Die Infrastruktur- und Betriebskosten können bei einem geringen Wärmebedarf häufig nicht gedeckt werden. Zudem reduziert der Ausbau dezentraler Heizlösungen die Attraktivität von Netzanschlüssen weiter. Infolgedessen sind Wärmenetze wirtschaftlich nur noch in dicht bebauten Gebieten mit hohem Anschlussgrad tragfähig, während weitläufigere oder stark sanierte Gebiete zunehmend auf dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen oder Hybridheizungen angewiesen sind. Zukünftige zentrale Wärmeversorgungen werden vor allem durch Niedertemperatur- und kalte Wärmenetze realisiert. Diese Netztypen minimieren Wärmeverluste und ermöglichen eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energien. Die Umsetzung solcher Niedertemperaturnetze bringt jedoch Herausforderungen mit sich, wie die Integration bestehender Gebäude, die Bereitstellung unterschiedlicher Vorlauftemperaturen, die Dimensionierung der Infrastruktur und die Sicherstellung einer zuverlässigen Spitzenlastversorgung. Trotz dieser Hindernisse stellen Niedertemperatur- und kalte Wärmenetze langfristig die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollste Lösung für eine nachhaltige Wärmeversorgung dar.

9.1. Zielszenario: Zukunft der Wärmebereitstellung in Remagen

Die Entwicklung und Darstellung verschiedener Szenarien im Rahmen des kommunalen Wärmeplans hatte das Ziel, die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen auf die zukünftige Wärmebedarfsdichte und die Eignung verschiedener Wärmenetztechnologien bis 2040 sichtbar und nachvollziehbar zu machen. Basierend auf diesen Szenarien wurde ein Zielszenario formuliert, das als Grundlage für die Maßnahmenentwicklung und Umsetzung dient.

Das Zielszenario verfolgt eine schrittweise Transformation hin zu einer nachhaltigen, effizienten und klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040. Es setzt auf ein hohes Sanierungsengagement und erhebliche Effizienzsteigerungen. Dabei wird angenommen, dass der Anteil erneuerbarer Energien bis 2035 auf rund 60-70 % steigt und die technischen Potenziale bis 2040 vollständig genutzt werden. Ein zentraler Bestandteil ist der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen sowie die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Quellen. Wärmenetze, insbesondere in den Fokusgebieten, spielen dabei eine entscheidende Rolle.

Abb. 29 zeigt die Entwicklung der Energieträgeranteile an der Wärmebereitstellung bis 2040. Sie veranschaulicht das formulierte Zielszenario und macht die angestrebte Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung deutlich. Das Szenario ist ambitioniert und erfordert sowohl eine maximale Ausschöpfung der Sanierungspotenziale als auch eine massive Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Strom aus Photovoltaikanlagen, ggfs. auch Windkraft, wird eine tragende Rolle spielen und zunehmend

an Bedeutung gewinnen. Erneuerbarer Strom wird zur Hauptenergiequelle für Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anwendungen und trägt wesentlich zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung sowie zur Sektorenkopplung bei, insbesondere in Verbindung mit Speichertechnologien.

Bis 2040 wird erwartet, dass Wärmepumpen 65 % der Wärmebereitstellung ausmachen. Dabei entfallen 50-60 % auf Luftwärmepumpen, die vor allem in dezentralen Anwendungen genutzt werden, und 30-40 % auf Erdwärmepumpen, die eine stabilere Wärmeversorgung gewährleisten. Großwärmepumpen, etwa in Kombination mit Flusswärmepumpen, werden eine bedeutende Rolle in Nah- und Mikronetzen übernehmen und bis zu 70-80 % des Bedarfs in diesen Versorgungsgebieten decken.

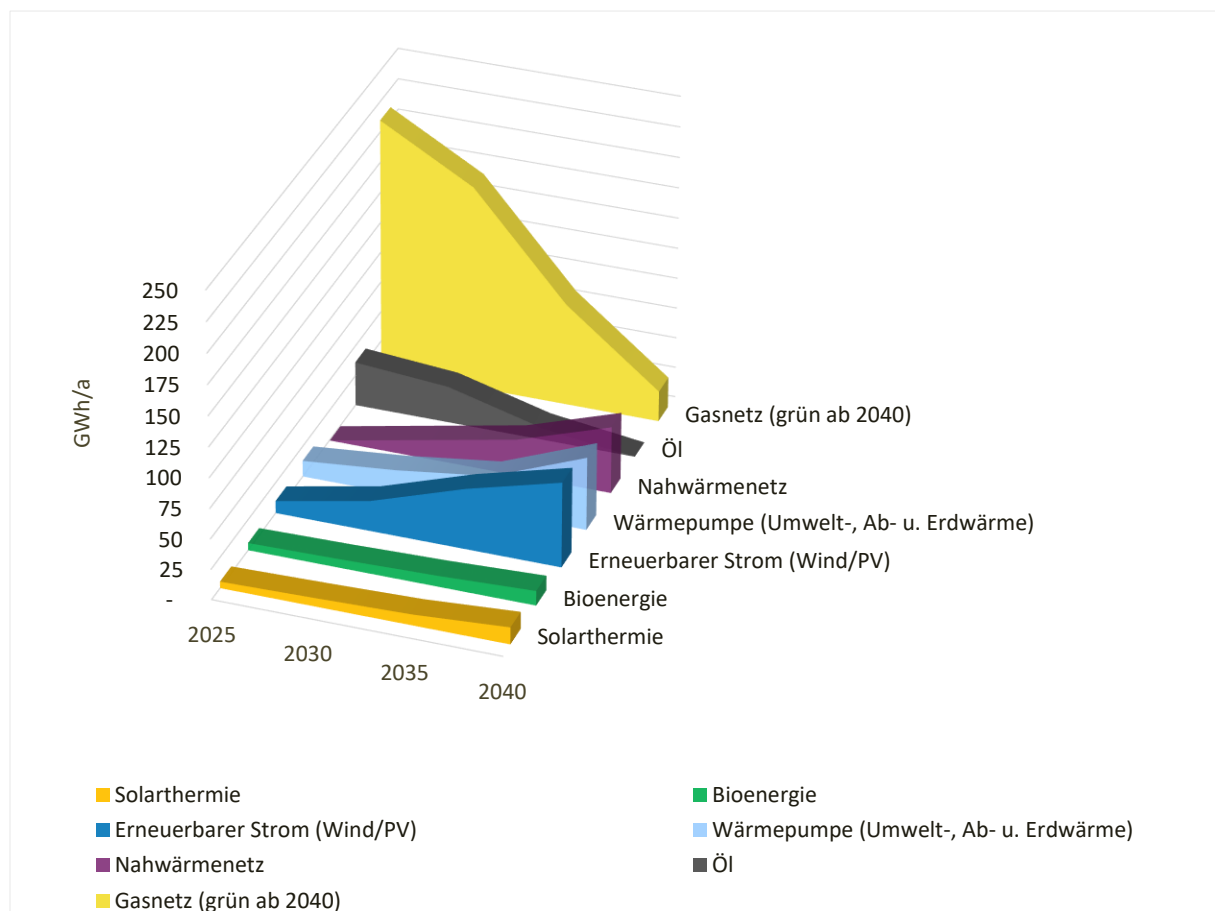


Abb. 29: Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2040

Nahwärmenetze werden insbesondere in den dichten besiedelten Gebieten und bei Neubaugebieten relevant sein. Ihr Anteil wird bis 2040 rund 30 % des Gesamtwärmebedarfs betragen. Es kann erforderlich sein, das Gasnetz schrittweise zurückzubauen. Der übrige Teil des Gasnetzes soll zukünftig der Verteilung von Biomethan und Wasserstoff dienen. Es wird in erster Linie für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie sowie als unterstützende Technologie in speziellen Anwendungsfällen dienen. Der Anteil der Bioenergie

wird zunehmen und ab 2040 bei rund 20 % stabil bleiben. Diese umfasst sowohl die direkte Verbrennung von Biomasse als auch die Einspeisung von Biomethan in das grüne Gasnetz. Biomasse wird gezielt in Nischenanwendungen eingesetzt, wo sie durch ihre hohe Effizienz und Verfügbarkeit besonders geeignet ist, beispielsweise in Blockheizkraftwerken und industriellen Anwendungen. Solarthermie spielt bis 2040 insbesondere bei der Warmwasseraufbereitung eine Rolle und erreicht einen Anteil von ca. 10 % an der Wärmebereitstellung. Diese Technologie wird sowohl dezentral in Einzelhaushalten als auch zentral in Nahwärmenetzen eingesetzt. Speichertechnologien sind hierbei essenziell, um Wärmeverluste zu minimieren und eine konstante Versorgung sicherzustellen, insbesondere in Zeiten geringer Sonneneinstrahlung.

Die angestrebte Transformation erfordert eine zeitnahe Weichenstellung hin zu einem technologieübergreifenden Ansatz, der Speichertechnologien, Sektorenkopplung und Effizienzsteigerungen integriert. Technologische Fortschritte bei Wärmepumpen, Geothermie und innovativen Speichertechnologien müssen den Wandel beschleunigen. Gleichzeitig sind energiepolitische Rahmenbedingungen, gezielte Förderprogramme sowie klare rechtliche Vorgaben erforderlich, um Investitionen und Umsetzungen zu erleichtern.

Die aktive Beteiligung und Investitionsbereitschaft von Bürgern*innen und Unternehmen sind als entscheidende Erfolgsfaktoren zu betrachten. Zudem wird die Kompensation verbleibender Treibhausgas-Emissionen durch Maßnahmen zur Kohlenstoffbindung im Boden sowie den Einsatz von Emissionszertifikaten weiter an Bedeutung gewinnen. In den Wärmenetz-Eignungsgebieten wird ein Anschlussgrad von 70 % des Wärmebedarfs angenommen. Wird Hochtemperaturwärme benötigt, soll dies ab 2035 aus erneuerbaren Energien gewonnen und entweder über Bioenergie oder über grünen Wasserstoff gedeckt werden. Die unvermeidliche Abwärme der Industrie soll im Sinne einer Kaskadennutzung zur Gebäudebeheizung genutzt werden. Wasserstoff als stromintensiver und hochwertiger Energieträger wird nur dort eingesetzt, wo Hochtemperaturen benötigt werden.

Für das Zielszenario wurde als betriebswirtschaftlicher Grenzwert für Baublöcke in Siedlungskerngebieten und Bestandsgebieten eine bis 2040 erwartete Heizwärmebedarfsdichte von 400 MWh pro Jahr definiert. Kalte Wärmenetze mit einer Heizwärmebedarfsdichte von mindestens 250 MWh und höher pro Jahr wurden als mögliche Wärmenetztechnologie für Neubaugebiete definiert.

9.1.1. Umgang mit dem bestehenden Gasnetz

Das bestehende Gasnetz in Remagen spielt derzeit eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung. Aufgrund der bislang fossilen, klimaschädlichen Ausrichtung des Gasmarktes steht die Gasversorgung derzeit im Widerspruch zu den Klimazielen der Stadt. Sollte sich der Anteil an grünen Gasen am Gasmarkt zukünftig nicht merklich erhöhen, würde das Gasnetz nicht zuletzt durch die progressive CO₂-Besteuerung zunehmend an Bedeutung verlieren, womit man seine langfristige wirtschaftliche Tragfähigkeit infrage stellen müsste.

Ein strategischer und geordneter Umgang mit dem Gasnetz ist daher unerlässlich, um die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 erfolgreich zu gestalten.

Notwendige Schritte zur Dekarbonisierung

- **Ausstieg aus fossilem Erdgas:** Die Transformation des Erdgasnetzes hin zu grünen Gasen muss durch den konsequenten Ausbau Erneuerbarer Energien vorangetrieben werden.
- **Kurzfristige Maßnahmen bis 2030:** Erste Beimischungen von Wasserstoff und Biomethan im bestehenden Erdgasnetz könnten die CO₂-Intensität der Wärmeversorgung senken.
- **Langfristige Transformation bis 2040:** Bis spätestens 2040 soll der vollständige Ersatz fossiler Energieträger erreicht werden. Dies könnte durch eine Kombination aus teilweisem Gasnetzrückbau, Biomethaneinspeisung und Wasserstoffeinspeisung sowie den Ausbau von Nahwärmenetzen, Mikronetzen und dezentralen Lösungen wie Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasseheizungen erfolgen.

Notwendige Abstimmung und Strategie

Eine klare Strategie mit definierten Zeithorizonten und Meilensteinen ist notwendig, um den Umbau des Gasnetzes und die Transformation hin zu einem klimaneutralen Energiesystem erfolgreich zu gestalten. Diese Strategie sollte die kontinuierliche Anpassung an technologische Fortschritte und gesetzliche Vorgaben ermöglichen. Die Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten (u.a. Gasnetzbetreiber, Gasversorger, Kunden*innen). Dabei ist es essenziell, wirtschaftliche und technische Lösungen zu erarbeiten, die den Übergang erleichtern und eine hohe Akzeptanz fördern.

Angesichts fehlender energiepolitischer Rahmenbedingungen sowie rechtlicher, technischer und wirtschaftlicher Unsicherheiten bleiben bzgl. der zukünftigen Nutzung des Erdgasnetzes sowohl der Einsatz von Wasserstoff als auch der ggfs. erforderlich werdende Gasnetzrückbau unklar.

Versorgung in Baublöcken außerhalb des Siedlungskerngebiets

- **Einzelgebäude:** Hier erfolgt eine dezentrale, nicht leitungsgebundene Energieversorgung, die auf die individuellen Anforderungen der Gebäude abgestimmt ist. Hierbei sollen zukünftig überwiegend Wärmepumpen zum Einsatz kommen, die abhängig von den lokalen Gegebenheiten als Luft-Wasser-, Sole-Wasser- oder Wasser-Wasser-Systeme ausgelegt werden können. Biomasse, in Form von Holzpellets oder Hackschnitzel, auch zur Spitzenlastabdeckung im Winter, soll ebenfalls als Wärmequelle genutzt werden. Solarthermische Anlagen sollen als ergänzende Wärmequelle für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Da solarthermische Anlagen wetter- und saisonabhängig sind, müssen sie mit anderen Technologien kombiniert werden. Bei der Versorgung sind

die einzelnen Gebäudeeigentümer*innen in der Pflicht, eine nachhaltige Wärmeversorgung zu realisieren. Um dies zu unterstützen, sind begleitende Maßnahmen wie Förderprogramme, Beratung und technische Unterstützung erforderlich.

- **Gebäudecluster:** Das Potential zur Bildung organisierter Energiegemeinschaften sollte geprüft werden, um zu bewerten, ob der Betrieb eines Mikronetzes eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellen kann. Mikronetze könnten beispielsweise durch zentrale Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder solarthermische Gemeinschaftsanlagen betrieben werden. Ergänzend ist der Einsatz von saisonalen Wärmespeichern denkbar, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen und Lastspitzen abzufangen. Mikronetze sind vor allem dann sinnvoll, wenn mehrere Gebäude mit entsprechend hohen Heizenergiebedarfen eng beieinander liegen und bestenfalls denselben Eigentümer*in haben, wie dies z. B. bei Kommunalgebäuden der Fall ist.
- **Gemischte Nutzungstypen:** Bei gemischten Nutzungstypen innerhalb eines Clusters kann eine hybride Kombination aus dezentralen Einzelanlagen und einem kleinen gemeinsamen Versorgungssystem (z. B. Mikronetz mit zusätzlichen Backup-Lösungen) sinnvoll sein. Diese Ansätze bieten Flexibilität und können auf die spezifischen Bedürfnisse der Gebäudenutzer*innen abgestimmt werden.

9.2. Darstellung der Wärmeversorgungsarten

Die Darstellung der Wärmeversorgungsarten erfolgt für das Zieljahr 2040. In jedem Teilgebiet wird die voraussichtliche Eignung für die drei Wärmeversorgungsarten – Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet und Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung – bewertet.

- **Dezentrale Wärmeversorgungsgebiete** umfassen vor allem ländliche oder weniger dicht besiedelte Gebiete, in denen individuelle Heizlösungen bevorzugt werden. Die Wärmeversorgung erfolgt hier entweder für Einzelgebäude oder in Form von Mikronetzen für kleinere Gebäudeverbünde. Einzelgebäude werden nicht leitungsgebunden versorgt, sondern entsprechend ihrer individuellen Anforderungen ausgestattet. Es ist davon auszugehen, dass künftig vorrangig Wärmepumpen genutzt werden, die je nach Standortbedingungen als Luft-Wasser-, Sole-Wasser- oder Wasser-Wasser-Systeme installiert werden. Ergänzend kommen Biomasseanlagen, etwa mit Holzpellets oder Hackschnitzeln, insbesondere zur Spitzenlastabdeckung im Winter, zum Einsatz. Solarthermische Anlagen spielen ebenfalls eine Rolle, insbesondere zur Warmwasserbereitung und als unterstützende Heizquelle.
- **Wärmenetzgebiete** sind insbesondere in Bereichen mit hoher Gebäudedichte oder großem Wärmebedarf wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft. Die Wärmeversorgung erfolgt zentral und wird durch erneuerbare Energien, Umweltwärme oder Abwärme gespeist.

- **Wasserstoffnetzgebiete** sind vor allem für industrielle Standorte relevant, in denen Wasserstoff als Energieträger langfristig wirtschaftlich und technisch sinnvoll eingesetzt werden kann. Der Ausbau hängt von der zukünftigen Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Wasserstofftechnologie ab.

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt schrittweise für die Stützjahre 2030 und 2035 und das Zieljahr 2040. Die Stützjahre dienen als Referenzpunkte für die vorausschauende Planung und regelmäßige Überprüfung der Wärmeversorgungsstrategie, um auf technologische Entwicklungen, wirtschaftliche Rahmenbedingungen und regulatorische Änderungen flexibel reagieren zu können. Die Eignung der Gebiete für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten wird anhand einer Einstufung bewertet, die infrastrukturelle, städtebauliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- **Sehr wahrscheinlich ungeeignet:** Gebiete mit geringer Gebäudedichte, niedrigem Wärmebedarf oder infrastrukturellen Einschränkungen gelten als nicht geeignet für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung.
- **Wahrscheinlich ungeeignet:** Diese Gebiete und Baublöcke weisen bessere Bedingungen als die „sehr wahrscheinlich ungeeigneten“ - Zonen auf, dennoch sind wirtschaftliche oder infrastrukturellen Einschränkungen vorhanden, die eine leitungsgebundene Versorgung zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht sinnvoll machen.
- **Wahrscheinlich geeignet:** Diese Gebiete und Baublöcke zeigen potenzielles Entwicklungspotenzial für eine netzgebundene Wärmeversorgung, benötigen aufgrund der geringen Wärmebedarfsdichten aber weitere detaillierte Untersuchungen zur technischen Machbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit.
- **Sehr wahrscheinlich geeignet:** Aufgrund einer hohen Gebäudedichte und eines entsprechend hohen Wärmebedarfs gelten diese Gebiete als grundsätzlich geeignet für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Diese Einschätzung muss jedoch auf Basis einer Machbarkeitsstudie sowie detaillierter Untersuchungen zur technischen Umsetzbarkeit und nachhaltigen Wirtschaftlichkeit überprüft und bestätigt werden.
- **Prüfgebiet:** In diesen Gebieten ist eine eindeutige Zuordnung zu einer bestimmten Wärmeversorgungsart – dezentrale Versorgung, Wärmenetz oder Wasserstoffnutzung – derzeit nicht möglich. Um die optimale Lösung zu bestimmen, sind weitere Analysen erforderlich.

Abb. 30 zeigt die räumliche Verteilung der möglichen dezentralen Wärmeversorgung in Remagen für das Zieljahr 2040. Die Analyse verdeutlicht, dass eine flächendeckende Wärmeversorgung durch dezentrale Heizsysteme möglich ist. Die Eignung zur dezentralen Wärmeversorgung im gesamten Gemeindegebiet gilt nicht nur für das Zieljahr 2040, sondern auch für die weiteren Stützjahre 2030 und 2035.

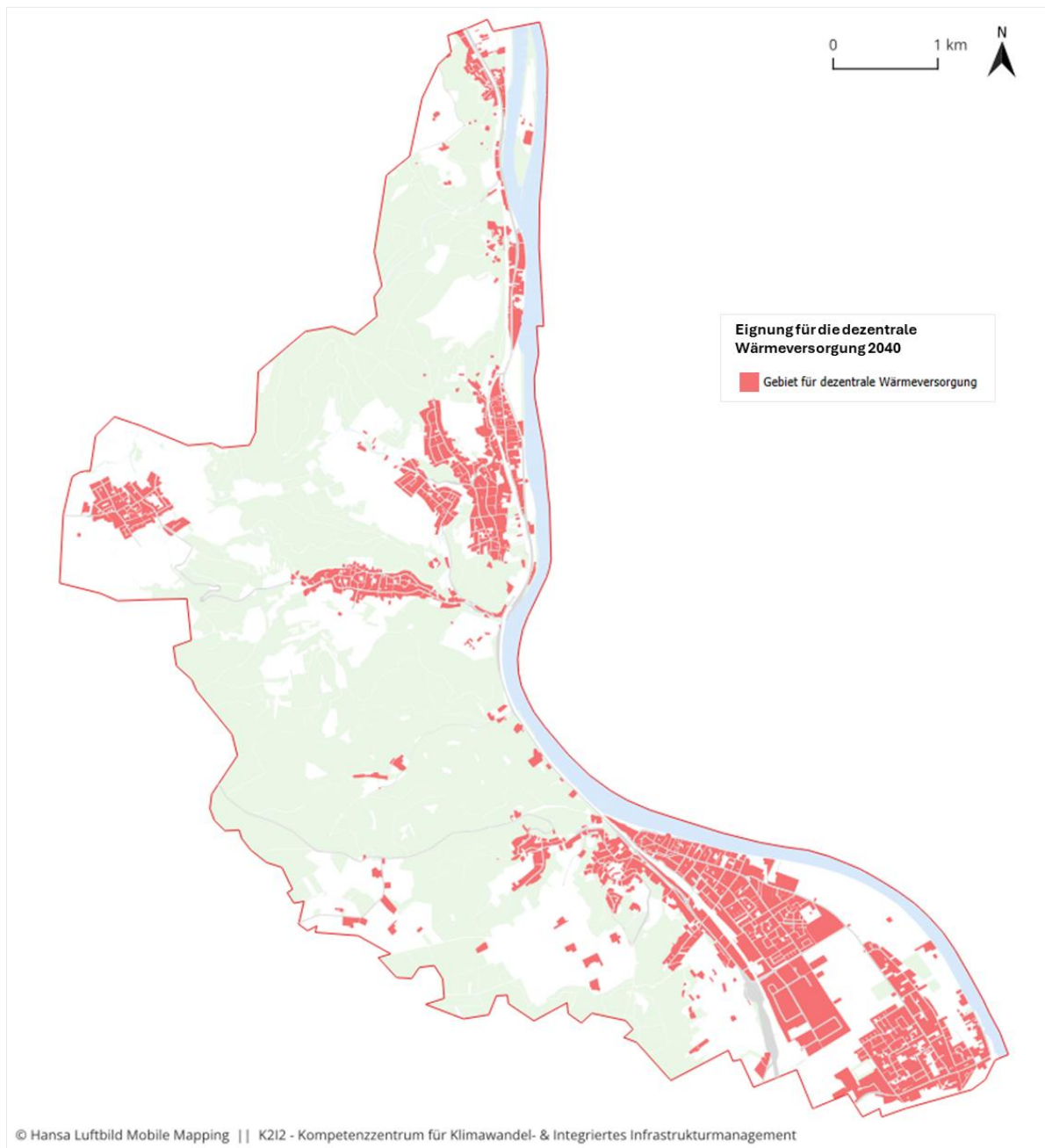


Abb. 30: Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2040

Neben der ausgewiesenen individuell-dezentralen Wärmeversorgung besteht in einzelnen Baublöcken zusätzlich das Potenzial für organisierte Energiegemeinschaften. Insbesondere in Gebäudeclustern kann geprüft werden, ob ein Mikronetz eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellt. Solche Netze könnten durch zentrale Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder Photovoltaik- und solarthermische Gemeinschaftsanlagen betrieben werden. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zur Abdeckung von Lastspitzen könnte zudem der Einsatz saisonaler Wärmespeicher in Betracht gezogen werden. Mikronetze bieten sich insbesondere dort an, wo mehrere Gebäude mit hohem Wärmebedarf nahe beieinander liegen, und idealerweise einem gemeinsamen Eigentümer*in gehören, wie es beispielsweise bei kommunalen Einrichtungen der Fall ist.

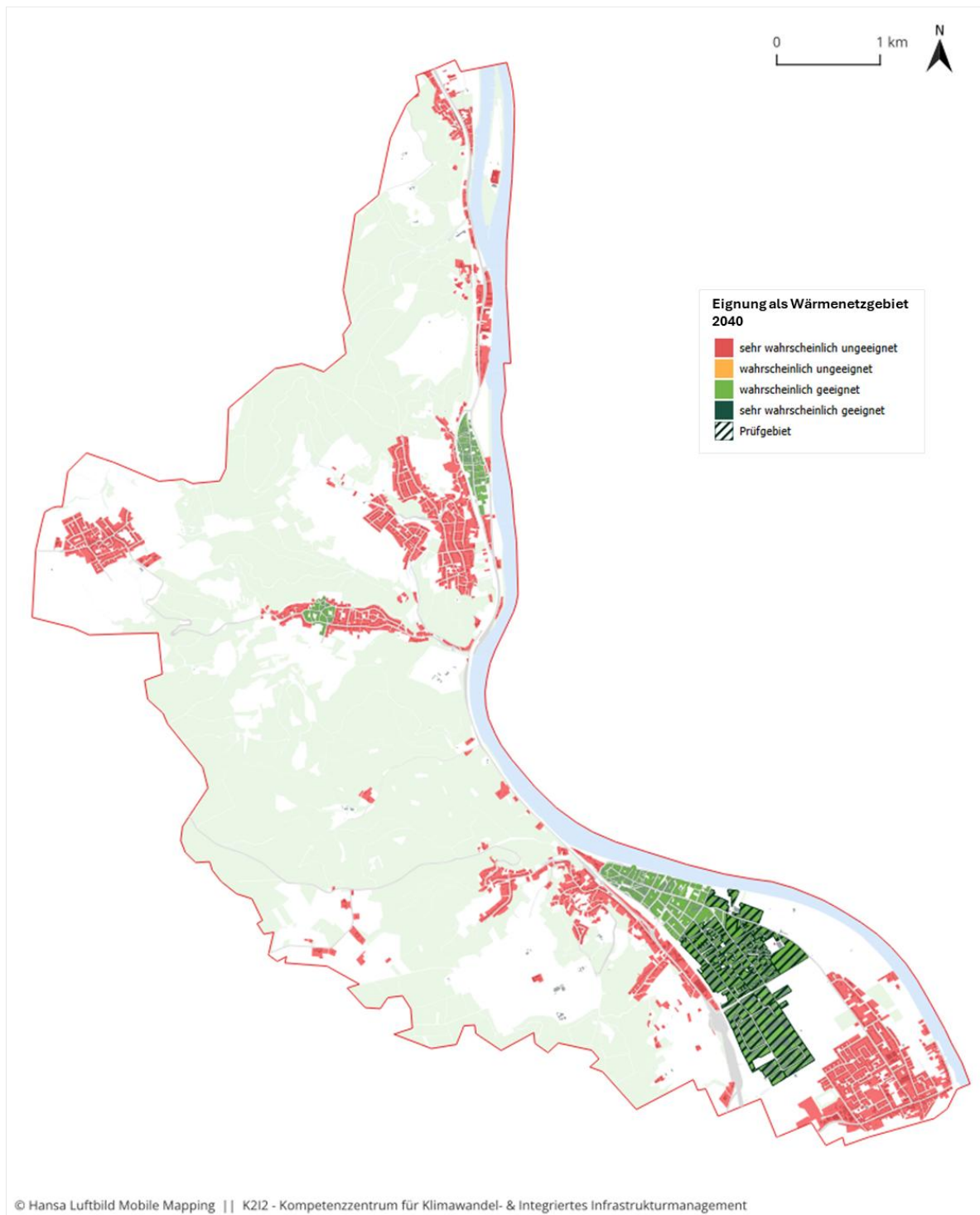


Abb. 31: Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2040

Abb. 31 zeigt die Eignung der verschiedenen Gebiete und Baublöcke für die Errichtung und Betrieb eines Wärmenetzes in der Stadt Remagen im Zieljahr 2040. Die grundsätzliche Eignung als Wärmenetzgebiet wird vor allem für Baublöcke im Stadtkerngebiet sowie die Kerngebiete in den Stadtteilen Unkelbach und Oberwinter ausgewiesen, die durch eine hohe Heizwärmedichte gekennzeichnet sind. Da trotz der wahrscheinlichen Eignung als Wärmenetzgebiet derzeit keine abschließende Entscheidung über die langfristig sinnvollste Wärmeversorgungsoption getroffen werden kann, wurden die Gebiete vorerst als

Prüfgebiet definiert. Dies ermöglicht eine weitergehende Analyse, ob ein Wärmenetz, eine dezentrale Versorgung oder alternative Lösungen die wirtschaftlich und technisch optimale Strategie darstellen. Die mögliche zeitliche Entwicklung vom Prüfgebiet zum voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiet für die Stützjahre 2030 und 2035 wird in den Abbildungen 34 und 35 dargestellt.

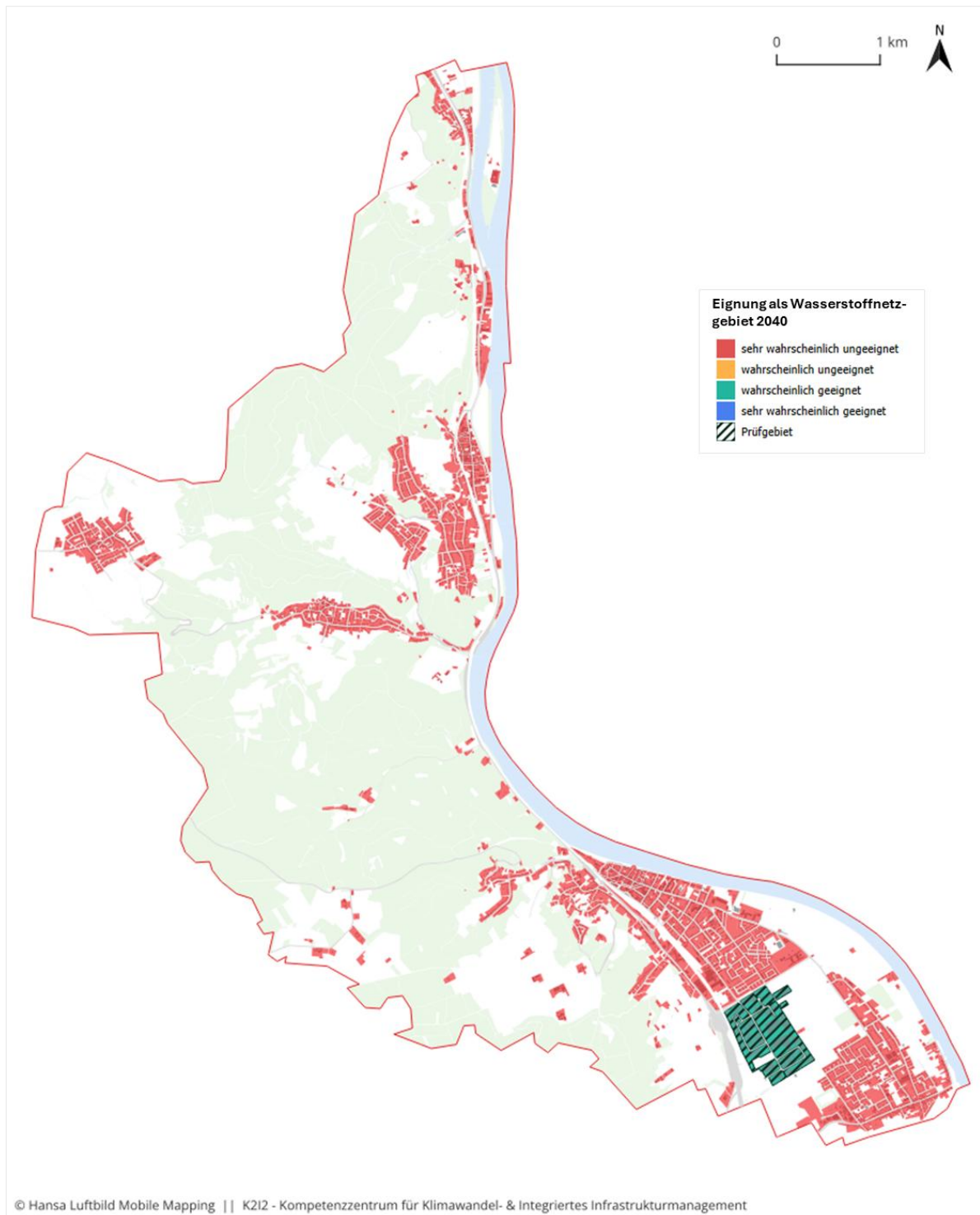


Abb. 32: Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Versorgung mit Wasserstoff im Zieljahr 2040

Abb. 32 zeigt die Eignung der Gebiete und Baublöcke für ein Wasserstoffnetz in Remagen im Zieljahr 2040. Die als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesenen Bereiche wurden insbesondere für Industriestandorte identifiziert, die durch eine hohe Energienachfrage, geeignete infrastrukturelle Voraussetzungen sowie bestehende Ankerbetriebe charakterisiert sind. Auch potenzielle zukünftige Betriebserweiterungen oder Neuansiedlungen tragen dazu bei, diese Gebiete als geeignet für den Einsatz von Wasserstoff als Energieträger zu bewerten. Da trotz der wahrscheinlichen Eignung als Wasserstoffnetzgebiet noch keine abschließende Entscheidung über die langfristig sinnvollste Wärmeversorgungsoption getroffen werden kann, wurde das gesamte Gebiet als Prüfgebiet definiert und auch als Prüfgebiet für die Stützjahre 2030 (siehe Abb. 34) und das Stützjahr 2035 (siehe Abb. 35) ausgewiesen, um deren schrittweise Entwicklung abzubilden. Um die optimale Wärmeversorgungsstrategie zu bestimmen, ist eine weiterführende Untersuchung erforderlich, ob ein Wärmenetz, ein Wasserstoffnetz oder eine dezentrale Versorgung die wirtschaftlich und technisch beste Lösung darstellt. Neben der Wasserstoffnutzung sollten dabei auch alternative Optionen in Betracht gezogen werden, wie die künftige Nutzung des bestehenden Gasnetzes unter Einbeziehung erneuerbarer Gase, beispielsweise Biogas oder synthetisches Methan. Darüber hinaus ergeben sich durch die Nähe der im Bau befindlichen Kläranlage zum Industriegebiet weitere potenzielle Nutzungsoptionen für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung. Die in der Kläranlage produzierte Abwärme und die Wärmerückgewinnung aus gereinigtem Abwasser mithilfe von Wärmepumpen sowie das Faulgas in Kombination mit einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung bieten sich als potenzielle Quelle und infrastruktureller Bestandteil eines Wärmenetzes an. Diese Synergien könnten die Grundlage für eine nachhaltige, kosteneffiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung im Gebiet bilden. Für eine belastbare Entscheidungsgrundlage sind fortlaufende technische und wirtschaftliche Analysen und Bewertungen notwendig. Diese sollten unter aktiver Einbindung der betroffenen Unternehmen erfolgen, um die spezifischen Energiebedarfe, betrieblichen Entwicklungen sowie infrastrukturellen Anforderungen frühzeitig in die Planung einzubeziehen und eine zukunftsfähige Wärmeversorgung sicherzustellen.

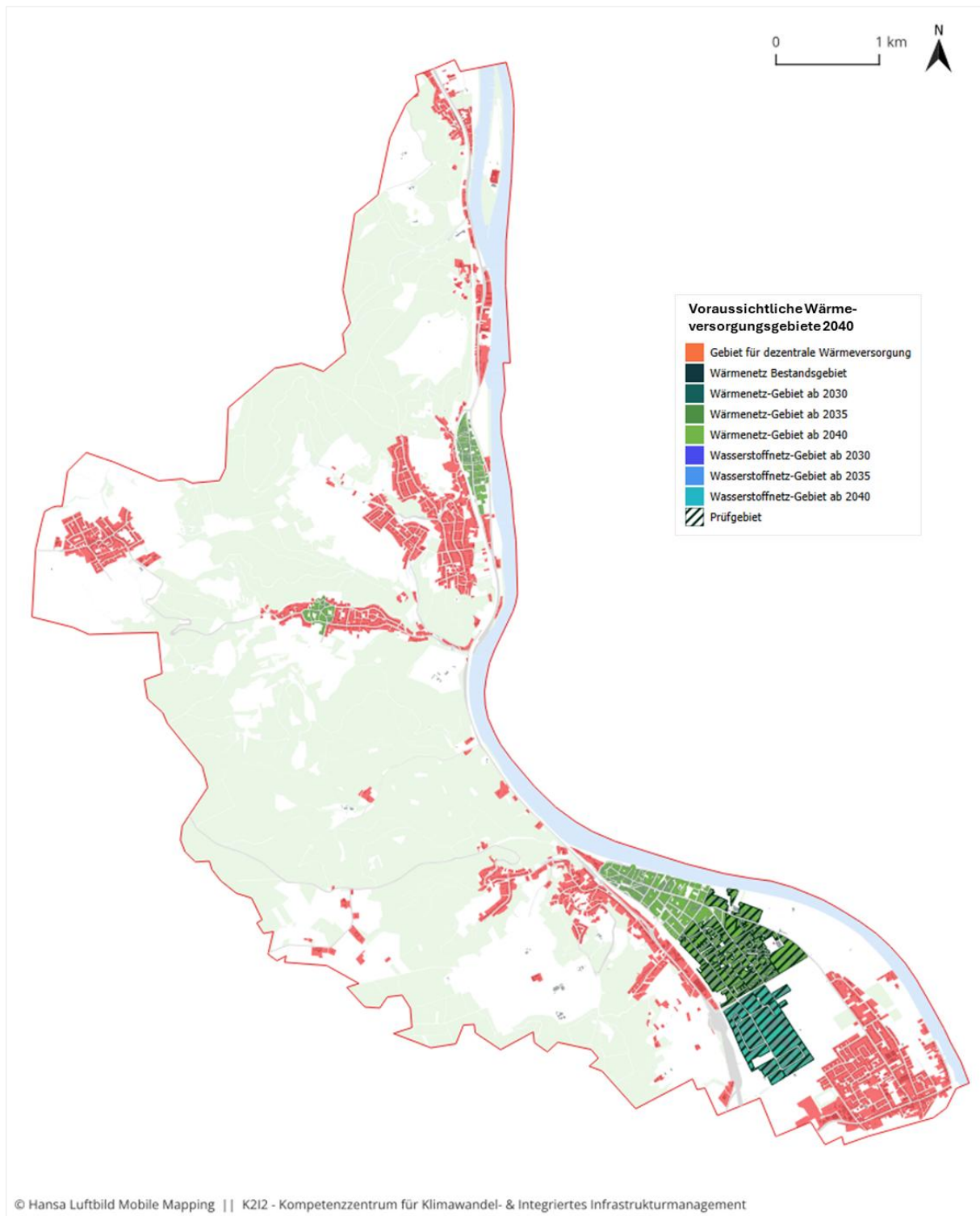


Abb. 33: Eignung der Baublöcke und Gebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040

Abb. 33 zeigt die geplante Einteilung der Stadt Remagen in zukünftige Wärmeversorgungsgebiete bis 2040. Die Festlegung dieser Gebiete erfolgt schrittweise anhand der Stützjahre 2030 und 2035, um die Entwicklung unter Berücksichtigung technologischer Optionen, wirtschaftlicher Faktoren und regulatorischer Vorgaben realistisch darzustellen. Die Dauer eines Wärmenetzprojekts hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter

Projektgröße, planerischen Herausforderungen, Genehmigungsverfahren und Finanzierungsoptionen. In der Regel vergehen von der ersten Planung bis zur vollständigen Inbetriebnahme etwa 5 bis 10 Jahre. Ab 2035 wird eine Wärmeversorgung in den wirtschaftlich vorteilhaftesten Gebieten, wie im als Fokusgebiet definierten nördlichen Kernstadtbereich, als realistisch eingeschätzt.

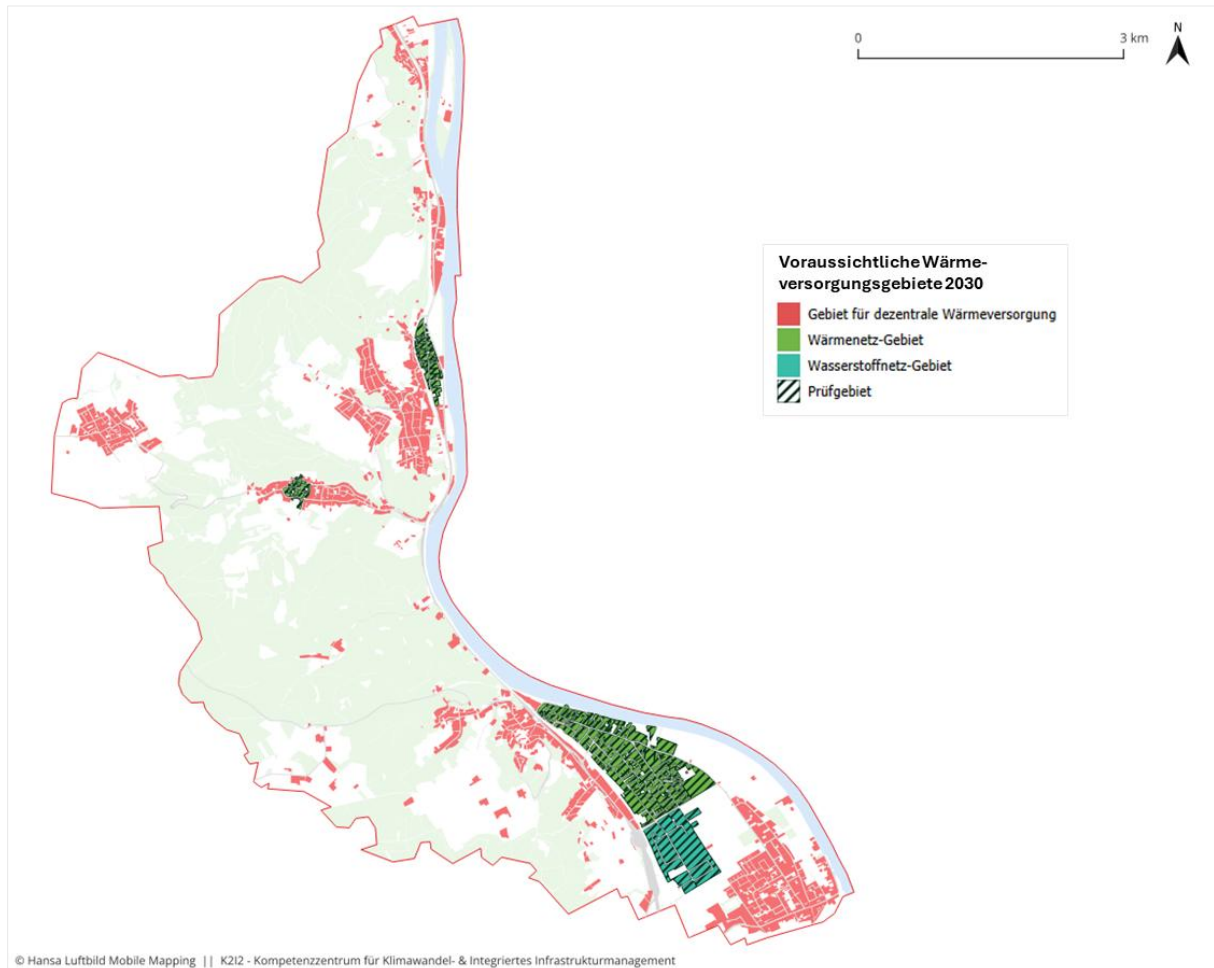


Abb. 34: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2030

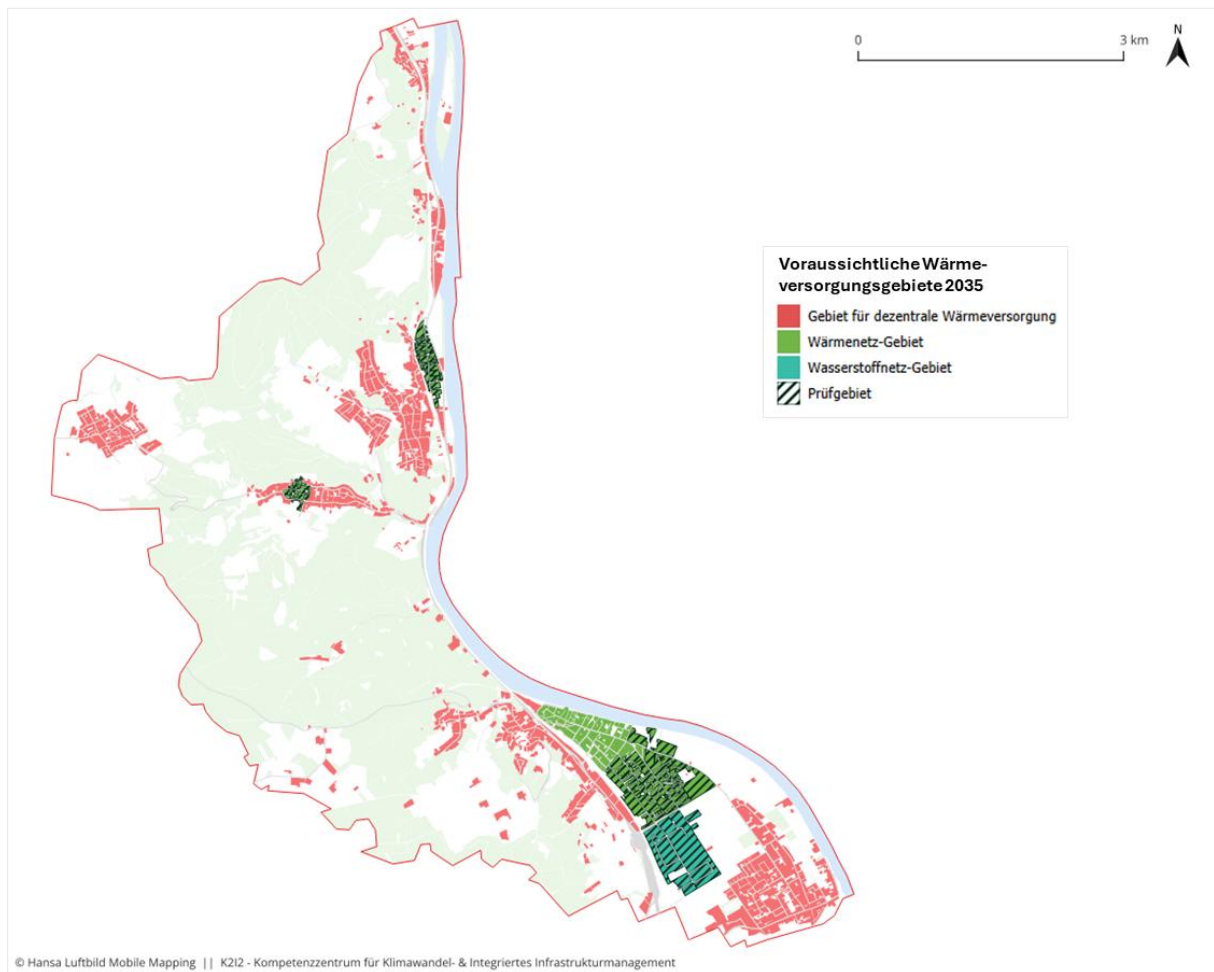


Abb. 35: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Jahr 2035

10. Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Die Stadt Remagen hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2040 eine vollständig klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Um dies zu verwirklichen, wurde eine umfassende Strategie entwickelt, die sich auf die Ergebnisse der Bestands- und Potentialanalyse im Rahmen des kommunalen Wärmeplans stützt und im Einklang mit dem Zielszenario steht. Diese Strategie bildet die Grundlage für einen detaillierten Maßnahmenkatalog und Steckbriefe für Fokusgebiete, die gemeinsam die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung vorantreiben.

Umsetzungsstrategie

Das Zielszenario wurde mit Hilfe einer GIS-gestützten Datenaufbereitung und Kartenanalyse entwickelt. Diese methodische Grundlage ermöglichte die Identifikation potenzieller Wärmenetzgebiete sowie die Definition konkreter Fokusgebiete, in denen die Umsetzung von Wärmenetzen aufgrund der bestehenden Wärmebedarfsdichte besonders sinnvoll erscheint. Als Ergebnis der Analyse wurden drei Fokusgebiete definiert, in denen zeitnah konkrete Maßnahmen umgesetzt werden.

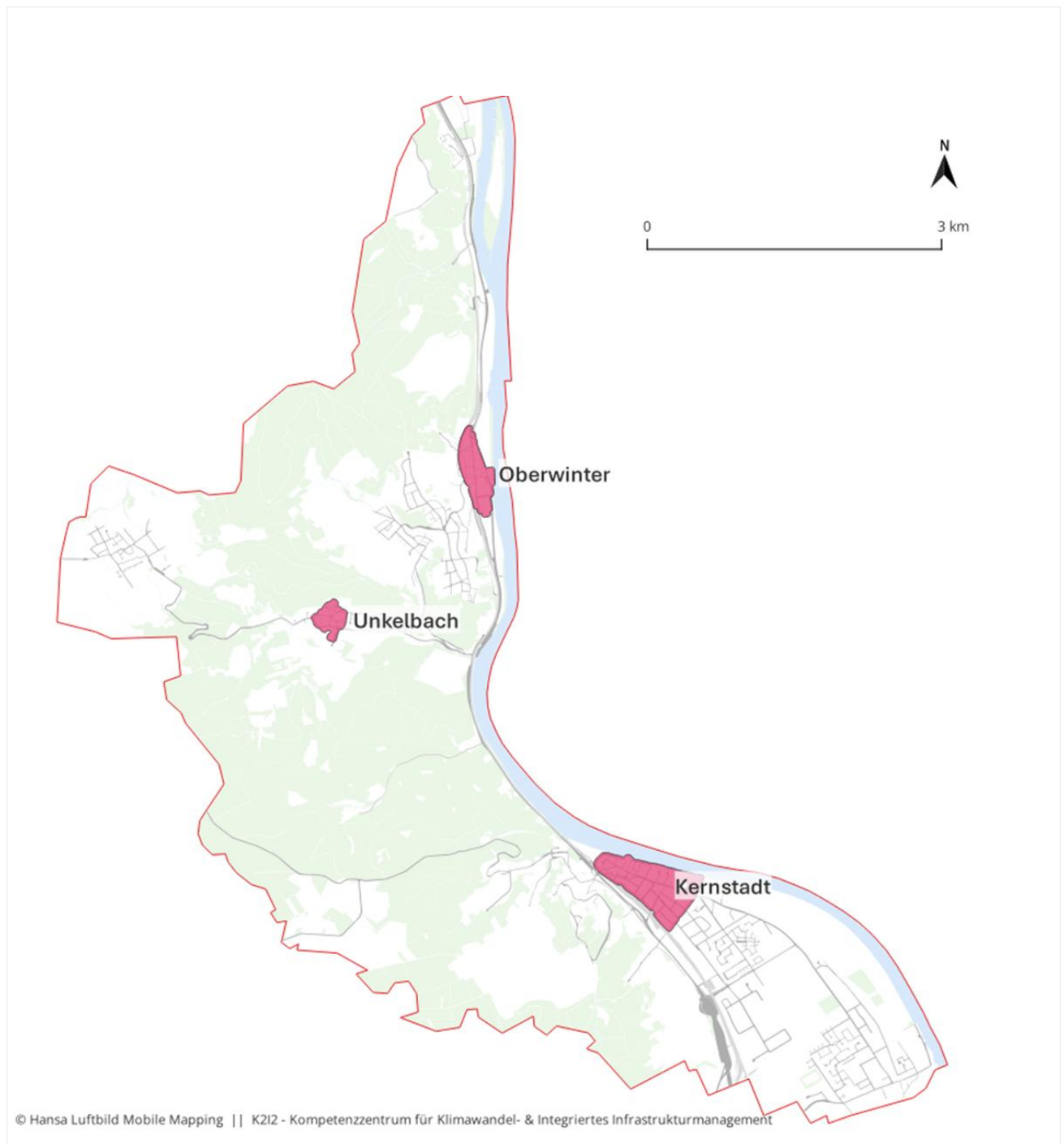


Abb. 36: Ausgewählte Fokusgebiete in Remagen

„Remagen-Kernstadt“

Das Gebiet „Remagen-Kernstadt“ ist ein verdichtetes Bestandsgebiet mit einer Mischung aus Wohnen, Gewerbe und Dienstleistungen. Die Bausubstanz stammt aus unterschiedlichen Baupochen und weist daher eine heterogene energetische Qualität auf. Mit einer Gesamtnutzfläche von rund 500.000 m² und einem jährlichen Wärmebedarf von etwa 54.000 MWh stellt das Gebiet einen bedeutenden Energieverbraucher dar. Der dominierende Energieträger ist Erdgas, das derzeit etwa 90 % der Wärmeversorgung deckt.

Aufgrund des hohen Einsparpotenzials von rund 39 % durch gezielte Sanierungsmaßnahmen besteht eine erhebliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der

CO₂-Emissionen. Eine ganzheitliche Wärmeplanung ist erforderlich, um sowohl die unterschiedlichen Gebäudestrukturen als auch die hohe infrastrukturelle Dichte und die vielfältige Nutzung des Gebiets zu berücksichtigen.

„Remagen-Oberwinter“

Das Gebiet „Oberwinter“ ist ein verdichtetes Bestandsgebiet mit einer Mischnutzung aus Wohnen, Gewerbe und Dienstleistungen. Der historische Ortskern mit seinen traditionellen Fachwerkhäusern prägt das Stadtbild, während in den angrenzenden Bereichen modernere Wohnstrukturen dominieren. Die Gebäudenutzfläche beträgt rund 110.000 m², und der jährliche Heizwärmebedarf liegt bei etwa 19.000 MWh. Der vorherrschende Energieträger ist Erdgas, das derzeit rund 86 % der Wärmeversorgung ausmacht. Mit einem Einsparpotenzial von etwa 43 % durch gezielte Sanierungsmaßnahmen bietet sich eine erhebliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Der historisch gewachsene Gebäudebestand erfordert eine detaillierte und umfassende Wärmeplanung, die sowohl die unterschiedlichen Baualtersklassen als auch die hohe infrastrukturelle Dichte und die vielfältige Nutzung des Gebiets berücksichtigt.

„Remagen-Unkelbach“

Das Gebiet „Unkelbach“ ist ein kompakt bebautes Bestandsgebiet mit einer überwiegenden Wohnnutzung und einzelnen gewerblichen Strukturen. Der historische Charakter des Stadtteils zeigt sich in der gewachsenen Bausubstanz mit zahlreichen Fachwerkhäusern, während modernere Gebäude in den angrenzenden Bereichen das Stadtbild ergänzen. Die Gebäudenutzfläche beträgt rund 68.400 m², und der jährliche Heizwärmebedarf liegt bei etwa 12.400 MWh. Der dominierende Energieträger ist Erdgas, das derzeit rund 75 % der Wärmeversorgung ausmacht.

Mit einem technischen Einsparpotenzial von etwa 45 % durch gezielte Sanierungsmaßnahmen besteht eine erhebliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Die Mischung aus historischer und neuerer Bausubstanz sowie die hohe bauliche Dichte mit engen Gassen erfordert eine flexible Wärmeplanung, die sowohl die unterschiedlichen Baualtersklassen als auch die spezifischen städtebaulichen Gegebenheiten berücksichtigt.

10.1. Maßnahmenkatalog

Aufbauend auf den Ansätzen der Umsetzungsstrategie wurde ein umfassender Maßnahmenkatalog entwickelt, der konkrete Projekte und Schritte für eine nachhaltige Wärmeversorgung in Remagen definiert. Der Maßnahmenkatalog dient als zentrales Instrument, um die Wärmewende zielgerichtet voranzutreiben.

Ziele und Struktur des Maßnahmenkatalogs

Der Maßnahmenkatalog bietet eine strukturierte Übersicht aller geplanten und priorisierten Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeversorgung in Remagen. Er umfasst sowohl allgemeingültige Maßnahmen, die auf die gesamte Stadt anwendbar sind, als auch spezifische Ansätze, die auf die besonderen Gegebenheiten der identifizierten Fokusgebiete zugeschnitten sind. Ziel des Katalogs ist es, klare Handlungsanweisungen bereitzustellen und die Umsetzung durch eine transparente Priorisierung sowie definierte Zeitpläne und Zuständigkeiten zu erleichtern.



Abb. 37: Impressionen vom Maßnahmenworkshop am 12.11.2024

10.2. Maßnahmenblätter

M1: Durchführung konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von Wärmenetzen

Gebietsbezug: Fokusgebiete „Kernstadt“, „Oberwinter“ und „Unkelbach“

Beschreibung: Es werden konkrete Machbarkeitsstudien durchgeführt, um die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit von Wärmenetzen in den Fokusgebieten zu prüfen. Die Studie bildet die Grundlage für die strategische Entscheidungsfindung und berücksichtigt dabei auch die Potenziale verschiedener erneuerbarer Wärmequellen – Eingang hierzu finden auch die vertiefenden Untersuchungen zu den Maßnahmen M3 und M4.

Ziel: Bereitstellung einer belastbaren Grundlage für die Entscheidung über weitere Planungsschritte und den zukünftigen Bau klimaneutraler Wärmenetze. Die Machbarkeitsstudien liefern Erkenntnisse und Planungsgrundlagen zur Nutzung unterschiedlicher Wärmequellen, um eine umfassende Perspektive der Energieversorgung in

Remagen zu gewinnen. Die Durchführung der Machbarkeitsstudien dient als Grundlage für Industrie, Energieversorgern und privaten Investoren für eine wirtschaftliche Umsetzung.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Machbarkeitsstudien ermöglichen es, klimaneutrale Lösungen zu identifizieren, die Substitution fossiler Energieträger zu fördern und CO ₂ -Emissionen zu reduzieren sowie die Kosten und Nutzen für die Kommune und beteiligte Akteure*innen abzuwägen. Dies fördert eine nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Planung und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Ausschreibung und Vergabe der Machbarkeitsstudie(n) • Abschluss der Studie(n) und Präsentation der Ergebnisse • Integration der Ergebnisse zu den erneuerbaren Wärmequellen (z. B. Rheinwasser und Abwasserwärme) in die Gesamtplanung • Konkrete Planung des Wärmenetzes basierend auf den Studienergebnissen
Mögliche zeitliche Einordnung: Kurzfristig
Kosten: Ca. 40.000 – 60.000 Euro pro Studie
Einfluss der Kommune: Hoch – Die Kommune agiert als Initiator, Förderer und Koordinator der Studien. Sie stellt sicher, dass die verschiedenen Wärmequellen und Bedarfsträger (Industrie, Gewerbe, Wohngebiete) in die Planung integriert werden.
Akteure*innen: Stadtrat, Stadtverwaltung, Bund (als Eigentümer des Rheins), Energieversorger, Abwasserzweckverband, Wasserbehörden, Private Investoren & Bürgerenergiegenossenschaften, externe Dienstleister, Planungsbüros
Betroffene: Anwohner*innen, Unternehmen & öffentliche Einrichtungen, die an ein Wärmenetz angeschlossen werden sollen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Förderprogramme für kommunale Wärmeplanung (z. B. KfW, BAFA, EU-Programme), Öffentlich-private Partnerschaften (ÖPP, M8) für Investitionen, Contracting-Modelle für die Wärmenetzumsetzung
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung der betroffenen Akteure*innen und Akzeptanzsteigerung

M2: Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale und private Gebäude
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet (No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Priorisierung und Förderung der Sanierung öffentlicher und privater Gebäude, um den Energieverbrauch zu senken und die CO ₂ -Emissionen zu reduzieren. Dazu werden bestehende Gebäude systematisch erfasst und bewertet, um fundierte Sanierungsfahrpläne zu erstellen, die als Grundlage für konkrete Modernisierungsmaßnahmen dienen. Diese Maßnahme befindet sich bereits zu Teilen in der Umsetzung.
Ziel: Erhöhung der Energieeffizienz und Senkung der Emissionen durch die Modernisierung von Gebäuden sowie die langfristige Reduzierung der Energiekosten für Kommune, Eigentümer*innen und Mieter*innen
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Die Sanierungsfahrpläne tragen dazu bei, klimaneutrale Lösungen zu identifizieren und umzusetzen. Durch die Reduktion des

Energieverbrauchs und die Substitution fossiler Energieträger und der damit verbundenen Reduktion von CO₂-Emissionen wird ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 geleistet. Gleichzeitig unterstützt die nachhaltige Modernisierung der Gebäude die langfristige Senkung der Energiekosten.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Bestandsaufnahme und Bewertung des Gebäudebestands
- Festlegung von Zielen und Standards
- Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
- Durchführung von Kostenschätzungen und Prüfung von Finanzierungsmöglichkeiten
- Priorisierung der Gebäude und der Maßnahmen
- Erarbeitung eines Zeitplans
- Umsetzung und Fortschrittskontrolle
- Evaluierung und kontinuierliche Verbesserung

Mögliche zeitliche Einordnung: Kurz- bis mittelfristig

Kosten: Sanierungskosten variieren und sind abhängig von Gebäudegröße, -zustand, etc. Kosten können zusätzlich durch Fördermittel reduziert werden.

Einfluss der Kommune: Hoch bei eigenen kommunalen Gebäuden, da die Stadt direkte Maßnahmen umsetzen kann. Mittel bei privaten Gebäuden, da die Stadt hier als Förderer und Ersteller der Sanierungspläne agiert und durch Anreize, Beratung und Förderung private Eigentümer*innen zur Teilnahme an der Wärmewende motiviert.

Akteure*innen: Stadtverwaltung, Bauamt, Eigentümer*innen, externe Dienstleister

Betroffene: Verwaltung, Gebäudebesitzer*innen, Mieter*innen, lokale Unternehmen

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Fördermittel für Gebäudesanierung und Energieeffizienzprogramme

Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung und Beteiligung der betroffenen Akteure*innen, um Akzeptanz zu fördern und den Erfahrungsaustausch zu unterstützen.

M3: Nutzung des Rheinwassers als erneuerbare Energiequelle mittels Flusswasser-Wärmepumpe

Gebietsbezug: Fokusgebiete „Kernstadt“ und „Oberwinter“

Beschreibung: Das konstante Temperaturprofil des Rheins wird genutzt, um als erneuerbare Energiequelle für ein zukünftiges Wärmenetz in Remagen zu dienen.

Ziel: Errichtung einer Flusswasser-Wärmepumpe, wobei hierfür die Durchführung einer Machbarkeitsstudie (M1) zur Erarbeitung einer Entscheidungsgrundlage für die Installation einer oder mehrerer Flusswasser-Wärmepumpen als Energiequelle für ein Wärmenetz als wesentlicher Meilenstein gilt.

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Entscheidungshilfe für die Installation und Betrieb einer oder mehrerer Flusswasser-Wärmepumpen, die der Substitution fossiler Energieträger dient und die CO₂-Emissionen reduziert, was einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 leistet.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Ausschreibung zur Durchführung einer Machbarkeitsstudie wird erstellt

• Raumbedarfe werden ermittelt • Technisches und wirtschaftliches Potenzial sowie bauliche, umweltrechtliche und regulatorische Anforderungen werden geprüft • Die Erfassung und Auswertung relevanter Daten (Temperatur, Volumenströme) wird durchgeführt • Austausch und Übernahme von Best-Practice-Erfahrungen aus bereits bestehenden Pilotprojekten fließen in die Konzeptanpassung ein • Auf Basis der Ergebnisse wird ein Umsetzungskonzept für die Errichtung einer Flusswärmepumpe erarbeitet. Die Ergebnisse fließen in die Studie in M1 ein. • Förderprogramme und alternative Finanzierungsmodelle, z.B. ÖPP und Contracting-Modelle, werden geprüft
Mögliche zeitliche Einordnung: Kurz- bis mittelfristig
Kosten: Die Gesamtkosten der Projektumsetzung lassen sich derzeit nicht realistisch abschätzen. Für die Machbarkeitsstudie selbst wird jedoch ein Kostenrahmen von circa 60.000 bis 100.000 Euro veranschlagt. Diese Studie dient als wesentlicher Meilenstein, um alle technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Aspekte zu prüfen und die Grundlage für die Errichtung und Integration einer Flusswasser-Wärmepumpe in ein Wärmenetz zu schaffen.
Einfluss der Kommune: Mittel - Die Kommune klärt wesentliche Grundlagen, agiert als Initiator, Förderer und Koordinator und stellt finanzielle und organisatorische Rahmenbedingungen bereit. Die spätere Umsetzung erfolgt durch Investoren und Betreiber.
Akteure*innen: Stadtverwaltung, Energieversorger, externe Dienstleister, Ingenieurbüros und Investoren
Betroffene: Bürger*innen, Unternehmen, öffentliche Einrichtungen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Neben öffentlichen Fördermitteln für Klimaschutzprojekte werden alternative Finanzierungsmodelle geprüft, darunter ÖPP sowie Contracting-Modelle. Hierbei wird insbesondere die Einführung von Energieliefer- oder Anlagen-Contracting in Betracht gezogen, bei denen ein Contractor die Finanzierung, Planung, Installation und den Betrieb der Wärmeversorgungssysteme übernimmt.
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen, Exkursionen und Öffentlichkeitsarbeit werden organisiert, um einen intensiven Austausch mit relevanten Zielgruppen zu fördern und die Akzeptanz der Maßnahme zu erhöhen.

M4: Nutzung von Abwärme aus dem bestehenden Abwassersystem
Gebietsbezug: Kernstadt bis Industriegebiet und das Gebiet um die neue Abwasserreinigungsanlage
Beschreibung: Die in den Abwassersystemen enthaltene Abwärme wird als erneuerbare Energiequelle genutzt. Aufbauend auf der bereits vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung im Verbandsgebiet des AZV Untere Ahr sollen insbesondere die Bedarfe und Potenziale der aktuell im Bau befindlichen Abwasserreinigungsanlage in die weitere Analyse und Umsetzung mit einbezogen werden.
Ziel: Nutzung der Abwärme aus dem Abwassersystem. Die in der vorliegenden Studie ermittelten Nutzungspotenziale sollen weiter konkretisiert und bewertet werden. Je

nach Ergebnis werden weitere konkrete Umsetzungsschritte definiert und umgesetzt, wobei die speziellen Anforderungen und Potenziale der im Bau befindlichen Abwasserreinigungsanlage berücksichtigt werden.

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Abwasserwärmepotentiale stellen eine mögliche Quelle für erneuerbare Energien für ein Wärmenetz dar. Die damit verbundene Substitution fossiler Energieträger und die Reduktion der CO₂-Emissionen tragen maßgeblich zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 bei.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Konkrete Bewertung und Entscheidungsfindung zur Wärmenutzung im Kontext und als Teil eines möglichen Wärmenetzes
- Technisches und wirtschaftliches Potenzial sowie umweltrechtliche und regulatorische Anforderungen werden auf Basis der vorliegenden Studie, den ermittelten Wärmeversorgungsbioten und unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfe und Potenziale der im Bau befindlichen Abwasserreinigungsanlage geprüft
- Relevante technische Daten (Temperaturprofile, Abwasservolumen, Infrastrukturzustand) werden bei späterem Betrieb fortlaufend erfasst und ausgewertet und dienen der ständigen Verbesserung der gesamten Anlage
- Best-Practice-Erfahrungen aus bestehenden Projekten fließen in Konzeptanpassungen ein
- Auf Basis der Ergebnisse wird ein detailliertes Umsetzungskonzept für die Nutzung der Abwärme entwickelt
- Förderprogramme und alternative Finanzierungsmodelle (z. B. ÖPP, Contracting) zur Inwertsetzung werden geprüft

Mögliche zeitliche Einordnung: fortlaufende Evaluierung und Monitoring

Kosten: Fortlaufendes technisches Monitoring und Berichtslegung ca. 10.000 – 15.000 Euro pro Jahr; Kosten für die technische Umsetzung (Wärmetauscher und Wärmepumpe) sind gegenwärtig nicht abzuschätzen, da diese von zahlreichen Faktoren abhängen. Dazu zählen unter anderem die erforderliche Anlagengröße, die Standortbedingungen und der Integrationsaufwand in ein Wärmenetz.

Einfluss der Kommune: Mittel - Die Kommune agiert als Initiator und Förderer. Der AZV stellt gemeinsam mit einem Energieversorger (Investor/Projektträger) die finanziellen wie organisatorischen Rahmenbedingungen bereit und steuert die Umsetzung.

Akteure*innen: Stadtverwaltung, Abwasserzweckverband Untere Ahr, externe Dienstleister, Ingenieurbüros und Investoren

Betroffene: Bürger*innen, Unternehmen, öffentliche Einrichtungen

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Neben öffentlichen Fördermitteln für Klimaschutzprojekte werden alternative Finanzierungsmodelle geprüft, darunter ÖPP sowie Contracting-Modelle (z. B. Anlagen-Contracting, bei denen ein Contractor Finanzierung, Planung, Installation und Betrieb übernimmt).

Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen, Exkursionen und Öffentlichkeitsarbeit werden organisiert, um einen intensiven Austausch mit relevanten Zielgruppen sowie mit den Akteuren*innen der im Bau befindlichen Abwasserreinigungsanlage zu fördern und die Akzeptanz der Maßnahme zu erhöhen.

M5: Informationskampagnen und Aufklärung über nachhaltige Heiztechnologien und Energieeinsparpotenziale
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Eine umfassende Informationskampagne soll Bürger*innen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen über nachhaltige Heiztechnologien und Energieeinsparpotenziale informieren. Ziel ist es, Wissen zu vermitteln, Akzeptanz für erneuerbare Energien zu fördern und die Umsetzung effizienter Heizlösungen zu beschleunigen.
Ziel: Förderung nachhaltiger Heiztechnologien (Wärmepumpen, Fernwärme, Solarthermie, Hybridlösungen), Sensibilisierung für Energieeinsparmaßnahmen im Gebäudereich, Unterstützung der Bürger*innen bei der Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Reduzierung der CO ₂ -Emissionen durch energieeffiziente Heizsysteme, Unterstützung des lokalen Wärmeplans durch informierte Verbraucher*innen und Erhöhung der Sanierungsquote durch gezielte Aufklärung
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Erstellung eines Kommunikationskonzepts für Informationskampagnen • Aufbau einer Online-Plattform & Infoveranstaltungen zur Heizungsmodernisierung • Kooperation mit lokalen Energieberatern und Verbraucherzentralen für individuelle Beratungsangebote • Durchführung von Workshops & Bürgerdialogen zur Förderung der Akzeptanz • Integration der Kampagne in bestehende kommunale Wärmeplanungsprozesse
Mögliche zeitliche Einordnung: Mittelfristig: Entwicklung & Umsetzung der Kampagne, anschließend Verstetigung & regelmäßige Evaluation
Kosten: Ca. 30.000 bis 50.000 Euro, abhängig vom Umfang der Kampagne
Einfluss der Kommune: Hoch – die Kommune organisiert und steuert die Kampagne, koordiniert Partner und stellt öffentliche Informationsangebote bereit
Akteure*innen: Stadtverwaltung, Verbraucherzentrale, Energieagentur, Handwerkskammer, Energieversorger, Lokale Medien & Umweltorganisationen
Betroffene: Private Haushalte, Unternehmen und Gewerbetreibende, Öffentliche Einrichtungen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Förderprogramme für Energieberatung & Informationskampagnen (z. B. BAFA, KfW, ggfs. EU-Förderungen), Kooperation mit Stadtwerken & Energieversorgern, Eigenmittel der Stadt
Flankierende Aktivitäten: Beratungshotline und digitale Info-Plattform, Förderberatung & individuelle Sanierungsfahrpläne, Partnerschaften mit lokalen Heizungsbauern und Energieberatern
M6: Entwicklung von Infrastrukturen zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von grünem Wasserstoff für die Nutzung in der Wärmeversorgung und Industrie
Gebietsbezug: Gewerbepark Remagen-Süd

Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, grünen Wasserstoff als Energieträger für die industrielle Wärmeversorgung und lokale Energieinfrastrukturen zu nutzen. Der kurzfristige Fokus liegt auf der Prüfung und Ermittlung des zukünftigen Wasserstoffbedarfs im Industriegebiet sowie der Einbindung der Betriebe. Parallel dazu werden Potenziale für die Erzeugung, Speicherung und Verteilung von grünem Wasserstoff untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse dienen als Grundlage für die Entwicklung einer langfristigen Wasserstoffstrategie für die Region.

Ziel: Bedarfsermittlung und Standortanalyse für Wasserstoffinfrastruktur im Industriegebiet, Einbindung der ansässigen Betriebe zur Identifikation wirtschaftlicher und technischer Nutzungsmöglichkeiten, langfristige Integration von grünem Wasserstoff in die Wärmeversorgung und industrielle Prozesse, Schaffung einer lokalen Wasserstoffwirtschaft als Teil der kommunalen Klimastrategie.

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Sicherstellung einer wirtschaftlich tragfähigen Nachfragebasis für zukünftige Wasserstoffinfrastrukturen, Dekarbonisierung der industriellen Wärmeversorgung durch Wasserstoff statt fossiler Brennstoffe, Stärkung der regionalen Wertschöpfung durch lokale Erzeugung und Nutzung.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Bedarfsanalyse und Einbindung der Betriebe: Befragung & Workshops mit Industrieunternehmen zur Bedarfsermittlung, Analyse des industriellen Energiebedarfs und Identifikation potenzieller Abnehmer, Erste technische Standortprüfung für Wasserstoffproduktion & -verteilung
- Machbarkeitsstudie und Infrastrukturplanung: Untersuchung möglicher Standorte für Elektrolyseure & Speichereinrichtungen, Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit, Identifikation von Finanzierungs- & Fördermöglichkeiten
- Pilotprojekt und Infrastrukturaufbau: Installation eines Elektrolyseurs zur Wasserstoffproduktion, Aufbau erster Speicher- und Verteilstrukturen, Zusammenarbeit mit Netzbetreibern zur Integration in bestehende Energieinfrastrukturen
- Skalierung und langfristige Nutzung: Ausbau der Wasserstoffproduktion basierend auf Industrienachfrage, langfristige Integration in kommunale Wärmenetze und industrielle Prozesse

Mögliche zeitliche Einordnung:

Mittelfristig: Bedarfsanalyse und Einbindung der Betriebe

Mittelfristig: Machbarkeitsstudie und Infrastrukturplanung

Langfristig: Pilotprojekt und erste Anlagen

Im Anschluss: Skalierung und Einbindung in Wärmenetze

Kosten: Bedarfsanalyse und Standortprüfung: 50.000 - 100.000 Euro, Machbarkeitsstudie: 100.000 - 200.000 Euro, Pilotanlage mit Elektrolyseur: 2-5 Mio. Euro (je nach Größe & Technologie), Gesamtkosten für vollständige Infrastruktur: > 10 Mio. Euro (abhängig von Netz- & Speichergröße)

Einfluss der Kommune: Mittel bis hoch – Die Kommune übernimmt eine koordinierende Rolle und sorgt für die Einbindung der Betriebe sowie für Fördermittelakquise.

Akteure*innen: Stadtverwaltung (Koordination & Fördermittelakquise), Industrieunternehmen & Gewerbebetriebe (potenzielle Abnehmer & Investoren), Energieversorger und Netzbetreiber (Betrieb der Infrastruktur), Forschungsinstitute und Hochschulen

(Technologieentwicklung und Machbarkeitsprüfung), Stadtwerke und private Investoren (Betrieb und Finanzierung)

Betroffene: Industriebetriebe und Gewerbestandorte mit hohem Wärmebedarf, Kommunale Wärmeversorger für den Einsatz von Wasserstoff in Fernwärmenetzen, Energiewirtschaft und Netzbetreiber, falls eine Einbindung ins Gasnetz geprüft wird. Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Förderprogramme für Wasserstoff-Infrastruktur, z.B. das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) des BMDV, sowie KfW- und EU-Fördermittel für Wasserstofftechnologie, Private Investitionen und Beteiligungsmodelle mit Industrie und Energieversorgern

Flankierende Aktivitäten: Regelmäßige Industrie-Workshops und Beratung zur Wasserstoffintegration, Kooperation mit Nachbarkommunen und regionalen Industriepartnern für eine überregionale Wasserstoffstrategie, Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung der Akzeptanz für Wasserstoff als Teil der Wärmewende

M7: Etablierung und Nutzung von Austauschformaten und digitalen Plattformen zur Information über Förderprogramme und Sanierungsmöglichkeiten für die Wärmewende

Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („No-regret“-Maßnahme)

Beschreibung: Austauschformate und digitale Plattformen werden genutzt und weiterentwickelt, um strukturierte und leicht zugängliche Informationen über Förderprogramme, Sanierungsoptionen und technische Lösungen für die Wärmewende bereitzustellen. Die Plattformen ermöglichen zudem den direkten Austausch zwischen Bürger*innen, Unternehmen und Fachakteuren (z. B. Energieberater, Handwerker).

Ziel: Erleichterung des Zugangs zu relevanten Informationen über energetische Sanierung und Fördermöglichkeiten, Erhöhung der Beteiligung an Sanierungsmaßnahmen durch zielgruppenspezifische Aufklärung, Vernetzung von Bürgern*innen, Fachleuten und der Verwaltung zur effizienteren Umsetzung der Wärmewende

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Erhöht das Bewusstsein und die Beteiligung an energetischen Sanierungsmaßnahmen und unterstützt die Wärmewende durch eine transparente und zentrale Informationsquelle

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Plattform-Konzept und Auswahl: Entscheidung über die Entwicklung einer eigenen Plattform oder die Anbindung an bestehende Lösungen (z. B. Bundes- oder Landesplattformen)
- Entwicklung und technische Umsetzung: Erstellung oder Anpassung einer digitalen Plattform, Anbindung von Förderprogrammen und Sanierungsberatungen (z. B. KfW, BAFA, lokale Initiativen), Integration interaktiver Funktionen (z. B. Fördermittelrechner, Checklisten, Online-Beratungsformate)
- Inhaltliche Gestaltung und Pflege: Regelmäßige Aktualisierung der Inhalte, Einbindung von Best-Practice-Beispielen und Erfahrungsberichten
- Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzung (laufend): Bewerbung der Plattform durch lokale Medien, Infoveranstaltungen und soziale Netzwerke, Kooperation

mit Energieberatern, Handwerkskammern und Banken zur Bereitstellung ergänzender Angebote
Mögliche zeitliche Einordnung: Start kurzfristig, schrittweise Umsetzung mit fortlaufender Weiterentwicklung
Kosten: Technische Entwicklung und Integration: 50.000 – 150.000 Euro (abhängig von Umfang und Individualisierung), laufende Wartung und inhaltliche Pflege: 10.000 - 20.000 Euro/Jahr.
Einfluss der Kommune: Hoch – Die Kommune fungiert als Initiator und Koordinator, stellt sicher, dass die Informationen zugänglich und aktuell sind, und arbeitet mit relevanten Partnern zur Umsetzung zusammen.
Akteure*innen: Stadtverwaltung, IT-Dienstleister, Energieagentur, Handwerkskammern und lokale Betriebe, Banken und Förderinstitute (Information zu Finanzierungsmodellen)
Betroffene: Bürger*innen, Unternehmen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Kommunale Mittel, Fördermittel für Digitalisierung
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Workshops (z. B. zu Förderprogrammen, Antragstellung und energetischen Sanierungsmöglichkeiten), Webinare und Online-Seminare zu spezifischen Themen, etwa zu einzelnen Förderprogrammen (BAFA, KfW), Wärmepumpentechnik, PV-Anlagen und effizienter Gebäudedämmung, Social-Media-Kampagnen zur aktiven Bewerbung der digitalen Plattform und der flankierenden Beratungs- und Informationsangebote, um insbesondere jüngere und digital affine Zielgruppen zu erreichen.

M8: Aufbau von (öffentlichen-privaten) Partnerschaften und Kooperation mit Nachbarkommunen, Handwerkern und anderen Akteuren*innen
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Förderung und Implementierung öffentlich-privater Partnerschaften (ÖPP) sowie eine enge Zusammenarbeit mit Nachbarkommunen, Handwerksbetrieben und weiteren Akteuren vor, um die Umsetzung nachhaltiger Wärmenetzprojekte effizient und wirtschaftlich tragfähig zu gestalten. Ein zentraler Bestandteil ist die ganzheitliche Betrachtung und integrale Umsetzung der Wärmeplanung, insbesondere durch die Machbarkeitsstudien, Planung und Umsetzung der Flusswärmepumpe (M3) und der Abwasserwärmenutzung (M4) als erneuerbare Energiequellen. Dies erfordert eine enge Abstimmung mit privaten Partnern, Energieversorgern, Netzbetreibern und relevanten Institutionen, um Synergien zu nutzen, die technische Machbarkeit sicherzustellen und wirtschaftliche Modelle zu entwickeln. Die Einbindung privater Akteure*innen ermöglicht eine optimierte Finanzierung, effiziente Umsetzung und Innovationsförderung, während die öffentliche Hand für Planungssicherheit, gesellschaftliche Akzeptanz und regulatorische Rahmenbedingungen sorgt. Durch interkommunale Kooperationen können bestehende Infrastrukturen und Fördermittel optimal genutzt werden, um die Wärmewende in Remagen wirtschaftlich und nachhaltig zu realisieren.
Ziel: Nutzung von Synergien zwischen kommunalen und privaten Akteuren*innen für Wärmenetzprojekte, Optimierung der Finanzierung durch öffentlich-private Modelle

und Contracting-Lösungen, Interkommunale Zusammenarbeit zur gemeinsamen Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z.B. Rheinwasser, Abwasserwärme), Technologie- und Infrastrukturentwicklung unter Einbindung lokaler Handwerksbetriebe

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Die Zusammenarbeit ermöglicht eine effiziente und finanziell tragbare Umsetzung der Wärmewende, senkt die Kosten für die öffentliche Hand und fördert die Einführung innovativer Technologien. Gleichzeitig wird durch die öffentliche Beteiligung die Einhaltung von Klimazielen und sozialen Standards sichergestellt.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Projektinitialisierung und Auswahl eines ersten Projekts, das sich für eine ÖPP eignet, und Definition der Projektziele
- Konzeptentwicklung mit Konkretisierung des Projekts, einschließlich technischer, finanzieller und rechtlicher Anforderungen. Erstellung von Machbarkeitsstudien
- Schaffung der politischen und rechtlichen Grundlagen durch Abstimmung mit politischen Gremien und Sicherstellung eines rechtlichen Rahmens für die ÖPP-Umsetzung
- Suche nach geeigneten privaten Partnern und Einholung von Angeboten
- Ausarbeitung der Verträge, einschließlich Rollenverteilung, Vergütungsstrukturen und Risikoallokation
- Planung und Entwicklung einer detaillierten Zeit- und Umsetzungsplans
- Bau und Inbetriebnahme des Wärmenetzes

Mögliche zeitliche Einordnung: Kurzfristig: Vorbereitung, Bedarfsanalyse, Konzepterstellung, Förderanträge und Partnerschaftsvertrag; langfristig: Technische Planung, Umsetzung und Inbetriebnahme

Kosten: Machbarkeitsstudien und Konzeptentwicklung: 60.000 – 100.000 Euro (M3) + 10.000 – 15.000 Euro (M4); Gesamtkosten für Umsetzung: Abhängig von der Größe der Wärmenetze

Einfluss der Kommune: Hoch - Die Kommune fungiert als Koordinator und Förderer, stellt sicher, dass öffentliche Interessen gewahrt bleiben und überwacht die Einhaltung der vertraglichen Verpflichtungen und vermittelt zwischen privaten und öffentlichen Partnern. Ggfs. hilft die Bereitstellung öffentlicher Flächen, z.B. für Errichtung der Heizzentrale, bei der Umsetzung.

Akteure*innen: Stadtverwaltung und Politik (Koordination und Förderung), Energieversorger und Stadtwerke (Netzplanung und Betrieb), Nachbarkommunen und Abwasserzweckverband (Interkommunale Zusammenarbeit), Private Investoren und Contracting-Anbieter (ÖPP-Finanzierung und Betrieb), Ingenieurbüros und Planungsbüros (technische Umsetzung), Handwerksbetriebe und Bauunternehmen (lokale Wertschöpfung)

Betroffene: Anwohner*innen, Unternehmen, öffentliche Einrichtungen, die an das Wärmeversorgungssystem angeschlossen werden

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Öffentlich-private Finanzierungsmodelle (ÖPP, Contracting, Beteiligungen), Förderprogramme für Wärmenetze und erneuerbare Energien (KfW, BAFA, EU-Förderungen), Direktinvestitionen durch private Unternehmen und Energieversorger

Flankierende Aktivitäten:

- Informationskampagnen für potenzielle Kunden, um die Vorteile des ÖPPs darzustellen und das Vertrauen in die Wärmeversorgung zu stärken
- Exkursionen zu bestehenden Best-Practice-Projekten (Erfahrungsaustausch)
- Schulungen für kommunale Mitarbeiter zur optimalen Gestaltung, Begleitung und Überwachung
- Regelmäßige Stakeholder-Treffen zur Abstimmung und Evaluierung der Projekte
- Regelmäßige Berichterstattung über die Fortschritte und Ergebnisse des Projekts und der Partnerschaft

M9: Durchführung von Schulungen und Beratungen zur Energieeffizienz und Heizungsoptimierung

Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet, („No-regret“-Maßnahme)

Beschreibung: Ergänzend zur bereits existierenden Erstberatung durch die Verbraucherzentrale (jeweils am 2. und 4. Donnerstag im Monat) wird die Durchführung von Schulungen und Beratungsangeboten für Haushalte, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen zur Steigerung der Energieeffizienz und Optimierung von Heizsystemen empfohlen. Ziel ist es, Energieeinsparpotenziale aufzuzeigen und die Umsetzung kosteneffizienter Maßnahmen zu fördern.

Ziel: Reduzierung des Energieverbrauchs in privaten und öffentlichen Gebäuden, Sensibilisierung für energieeffiziente Heizsysteme und Betriebsoptimierung, Förderung nachhaltiger Energienutzung und Kosteneinsparungen für Verbraucher*innen

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Reduzierung des Energieverbrauchs in privaten und öffentlichen Gebäuden, Sensibilisierung für energieeffiziente Heizsysteme und Betriebsoptimierung, Förderung nachhaltiger Energienutzung und Kosteneinsparungen für Verbraucher*innen

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Bedarfsermittlung für Schulungs- und Beratungsangebote
- Erstellung eines Schulungs- und Beratungskonzepts
- Aufbau eines Netzwerks aus Energieberater*innen und Experten*innen
- Durchführung erster Schulungen und Beratungen
- Kontinuierliche Evaluierung und Optimierung des Programms

Mögliche zeitliche Einordnung: Kurzfristig

Kosten: Abhängig vom Umfang der Aktivitäten: geschätzt 15.000 – 20.000 Euro jährlich für Schulungen, Beratungen und Öffentlichkeitsarbeit

Einfluss der Kommune: Hoch – die Stadt kann als Initiator, Förderer und Koordinator auftreten und die Aktivitäten und Angebote aktiv steuern.

Akteure*innen: Stadt (Koordination, Finanzierung, Öffentlichkeitsarbeit), Energieberater*innen und Experten*innen, Verbraucherzentralen und Umweltorganisationen, Handwerksbetriebe und Energieversorger

Betroffene: Private Haushalte, Gewerbe- und Industriebetriebe, Öffentliche Einrichtungen (z. B. Schulen, Verwaltungen, soziale Einrichtungen)

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Förderprogramme von Bund und Land (z. B. BAFA, KfW, Kommunalrichtlinie), Kofinanzierung durch Energieversorger, Eigenmittel der Stadt, Kooperation mit Verbraucherzentralen und Umweltorganisationen

Flankierende Aktivitäten: Informationskampagnen zur Energieeffizienz, Kooperation mit Handwerksbetrieben für Heizungsoptimierung

10.3. Steckbriefe zu den ausgewählten Fokus- und Maßnahmengebiet- ten

Die Kombination aus Maßnahmenkatalog und Steckbriefen bildet die Grundlage für eine abgestimmte Wärmeplanung. Während der Maßnahmenkatalog als Steuerungshilfe dient, bieten die Steckbriefe Detailinformationen zu den Fokusgebieten. Sie orientieren sich an den Arbeitsphasen der Wärmeplanung, fassen die wichtigsten Kennzahlen zusammen und präsentieren die Wärmewendestrategie jedes Gebiets in einer übersichtlichen Darstellung.

10.3.1. Fokusgebiet: „Remagen-Kernstadt“

Fokusgebiet: „Kernstadt“ (Bestandsgebiet)			
Stadtteil:	Remagen Kernstadt		
Fläche:	39 Hektar		
Anzahl Gebäude:	715		
Anzahl Bewohner*innen:	3.260		
Siedlungsstruktur:	hohe bauliche Dichte & urbane Struktur		
Anzahl Baublöcke:	48		
Gebäudenutzung:	Mischnutzung		
Baualtersklassen:	gemischt (1859-2024)	Gebäudenutzfläche:	500.000 m ²
Heizwärmebedarf 2022:	53.800 [MWh/Jahr]	Dominierender Energieträger:	Erdgas (90%)
THG-Emissionen:	27.000 Tonnen CO ₂ eq/Jahr	Einsparpotential durch Sanierung:	ca. 39%
Heizwärmebedarf 2040:	33.000 [MWh/Jahr]	Wärmenetztyp:	Niedertemperatur
Leistungsbedarf: (70% Anschlussgrad)	ca. 11 MW	Investitionskosten:	15 - 25 Mio. Euro (Stand 12/2024)

Der Stadtkern von Remagen weist aufgrund seiner dichten Bebauung, der heterogenen und überwiegend älteren Bausubstanz sowie der Mischnutzung von Wohn-, Gewerbe- und öffentlichen Gebäuden einen wirtschaftlich und technisch relevanten Wärmebedarf auf. Auch nach energetischer Sanierung bleibt das Gebiet mit einer prognostizierten Wärmedichte von rund 55 MWh/ha weiterhin für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes geeignet.

Ein optimiertes Niedertemperaturnetz stellt die bevorzugte Lösung dar. Die Grundversorgung könnte durch eine zentrale Großwärmepumpe erfolgen. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Rhein bietet sich insbesondere der Einsatz einer Flusswasser-Wärmepumpe an: Diese nutzt ein ganzjährig verfügbares Temperaturniveau mit hoher Effizienz und kann in einem multivalenten System zuverlässig die Grundlast abdecken. Ein entsprechender Einlass- und Rücklaufbau im Rhein ist technisch machbar, bedarf jedoch einer wasserrechtlichen Genehmigung.

Zur Spitzenlastabdeckung und Versorgungssicherheit eignen sich Bioenergiequellen wie Biomethan oder Holzpellets sowie als Redundanzoption das bestehende Gasnetz. Ergänzend oder alternativ könnten ein Blockheizkraftwerk (BHKW) oder Luft-Wasser-Wärmepumpen integriert werden – insbesondere zur modularen Erweiterung in Teilnetzen.

Die dichte Bebauung und begrenzten Flächen im Fokusgebiet erschweren sowohl die Trassenführung als auch die Errichtung einer zentralen Energieerzeugungsanlage. Daher sollten geeignete Flächen außerhalb des unmittelbaren Fokusgebiets identifiziert werden – idealerweise rhein- oder bahnseitig, um eine einfache Medienzuführung sicherzustellen.

Die Dachflächen im Fokusgebiet bieten ein geschätztes Photovoltaikpotenzial von rund 15 GWh pro Jahr, das einen signifikanten Beitrag zur Eigenstromversorgung der Wärmeerzeugung leisten und die Abhängigkeit von externen Energiequellen reduzieren kann.

Die vielfältige Nutzung der Gebäude erfordert intelligente Lastmanagement-Systeme, um die unterschiedlichen Tages- und Wochenprofile von Wohnen, Gewerbe und öffentlicher Infrastruktur bedarfsgerecht zu bedienen. Weitere Wärmequellen wie Abwasserwärme, gewerbliche Abwärme oder Umgebungsluft könnten zusätzlich integriert werden, insbesondere in Kombination mit Gewerbe- oder Industriebetrieben, um Erschließungs- und Betriebskosten zu senken.

Die Kernstadt eignet sich hervorragend als Startgebiet für ein stadtweites Wärmenetz. Angrenzende Baublöcke mit hoher Wärmebedarfsdichte und struktureller Anschlussfähigkeit bieten Potenzial für eine schrittweise Netzexpansion. Dies würde nicht nur den Anschlussgrad erhöhen, sondern auch die Wirtschaftlichkeit und Resilienz des gesamten Systems stärken.

Priorisierte Umsetzungsmaßnahmen:

- 1) Durchführung konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von Wärmenetzen (Maßnahme M1)
- 2) Nutzung des Rheinwassers als erneuerbarer Energiequelle mittels Flusswasser-Wärmepumpe (Maßnahme M3)
- 3) Nutzung von Abwärme aus dem bestehenden Abwassersystem (Maßnahme M4)
- 4) Aufbau von Öffentlichen-Privaten Partnerschaften (ÖPP) und Kooperation mit Nachbarkommunen, Handwerkern und anderen Akteuren*innen (Maßnahme M8)

Weitere Maßnahmen:

- Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale und private Gebäude (Maßnahme M2)
- Informationskampagne und Aufklärung über nachhaltige Heiztechnologien und Einsparpotentiale (Maßnahme M5)
- M6: Entwicklung von Infrastrukturen zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von grünem Wasserstoff für die Nutzung in der Wärmeversorgung und Industrie

10.3.2. Fokusgebiet: „Remagen-Oberwinter“

Fokusgebiet: „Oberwinter“ (Bestand/Sanierungsgebiet)			
Stadtteil:	Oberwinter		
Fläche:	12 Hektar		
Anzahl Gebäude:	294		
Anzahl Bewohner*innen:	Ca. 900		
Siedlungsstruktur:	Funktionale Mischnutzung mit Ortskerncharakter		
Anzahl Baublöcke:	31		
Gebäudenutzung:	Mischnutzung		
Baualtersklassen:	gemischt (1918-2024)	Gebäudenutzfläche:	110.000 m ²
Heizwärmebedarf 2022:	19.000 [MWh/Jahr]	Dominierender Energieträger:	Erdgas (86%)
THG-Emissionen:	6.000 Tonnen CO ₂ eq/Jahr	Einsparpotential durch Sanierung:	ca. 43 %
Heizwärmebedarf 2040:	10.800 [MWh/Jahr]	Wärmenetztyp:	Niedertemperatur
Leistungsbedarf: (70% Anschlussgrad)	ca. 3,5 MW	Investitionskosten:	5 - 8,5 Mio. Euro (Stand 12/2024)
Das Fokusgebiet „Oberwinter“ ist ein verdichtetes Bestandsgebiet mit einer funktionalen Mischnutzung aus Wohnen, kleinteiligem Gewerbe, Dienstleistungsangeboten und öffentlichen Einrichtungen. Der historische Ortskern mit seinen traditionellen Fachwerkhäusern prägt das Stadtbild. In den angrenzenden Bereichen dominieren modernere Wohnstrukturen und ergänzende Nutzungen. Insgesamt ergibt sich eine kompakte, aber vielfältige Siedlungsstruktur mit hoher infrastruktureller Dichte. Der Gebäudebestand ist heterogen, mit Baualtersklassen zwischen 1918 und 2024. Die Gebäudenutzfläche beträgt rund 110.000 m². Im Jahr 2022 lag der Heizwärmebedarf bei ca. 19.000 MWh, der Erdgas als dominierenden Energieträger (ca. 86 %) nutzt. Durch energetische Sanierungen kann der Bedarf laut Potenzialabschätzung um ca. 43 % reduziert werden. Für das Jahr 2040 wird ein Wärmebedarf von rund 10.800 MWh/a prognostiziert – bei einer Fläche von nur 12 Hektar entspricht das einer Wärmedichte von rund 900 MWh/ha, womit das Gebiet als sehr gut geeignet für ein Nahwärmenetz eingestuft werden kann. Ein Niedertemperatur-Wärmenetz stellt in diesem Kontext die bevorzugte Infrastrukturlösung dar. Die zentrale Wärmeerzeugung könnte durch eine Großwärmepumpe erfolgen. Aufgrund der direkten Lage am Rhein bietet sich die Nutzung von Flusswasser als Wärmequelle in besonderer Weise an: Eine Flusswasser-Wärmepumpe kann mit hoher Effizienz betrieben werden und dauerhaft die Grundlastversorgung übernehmen. Ein entsprechender Wasserentnahme- und Rücklaufbau ist technisch realisierbar, muss jedoch wasserrechtlich geprüft und genehmigt werden. Zur Spitzenlastabdeckung und Versorgungssicherheit kommen Bioenergieoptionen wie Biomethan, Holzpellets oder das bestehende Gasnetz infrage. Ergänzend könnten Luft-			

Wasser-Wärmepumpen oder modulare BHKW-Lösungen zum Einsatz kommen – insbesondere für Randbereiche oder als Übergangslösung.

Die Photovoltaikpotenziale auf den Dachflächen liegen bei etwa 7 GWh pro Jahr und könnten gezielt zur Eigenstromversorgung der Wärmeherzeugung beitragen. Durch die funktionale Mischnutzung (Wohnen, Gewerbe, Dienstleistungen) sind flexible Lastmanagement-Systeme erforderlich, um die unterschiedlichen Verbrauchsprofile bedarfsgerecht zu steuern. Zusätzlich könnten gewerbliche Abwärme oder Umgebungsluft als dezentrale Wärmequellen geprüft und in das Gesamtsystem integriert werden.

Die kompakte Siedlungsstruktur ermöglicht kurze Trassenverläufe, was die Wirtschaftlichkeit und technische Umsetzbarkeit des Wärmenetzes deutlich verbessert. Das historisch gewachsene Quartier erfordert jedoch eine detaillierte Planung, die sowohl die vielfältigen Baualterklassen als auch die hohe Nutzungsvielfalt berücksichtigt. Perspektivisch bietet sich zudem die Möglichkeit, angrenzende Quartiere mit ähnlicher Struktur und Bedarfslage sukzessive in das Netz einzubinden.

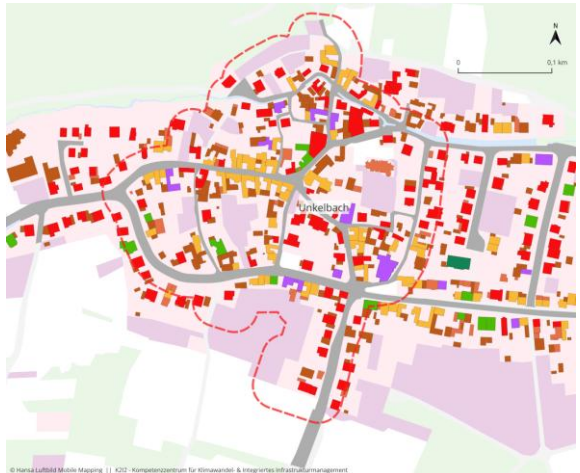
Priorisierte Umsetzungsmaßnahmen:

- 1) Durchführung konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von Wärmenetzen (Maßnahme M1)
- 2) Nutzung des Rheinwassers als erneuerbarer Energiequelle mittels Flusswasser-Wärmepumpe (Maßnahme M3)
- 3) Aufbau von Öffentlichen-Privaten Partnerschaften (ÖPP) und Kooperation mit Nachbarkommunen, Handwerkern und anderen Akteuren*innen (Maßnahme M8)

Weitere Maßnahmen:

- Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale und private Gebäude (Maßnahme M2)
- Informationskampagne und Aufklärung über nachhaltige Heiztechnologien und Einsparpotentiale (Maßnahme M5)

10.3.3. Fokusgebiet: „Remagen-Unkelbach“

Fokusgebiet: „Unkelbach“ (Bestand/Sanierungsgebiet)			
Stadtteil:	Unkelbach		
Fläche:	10 Hektar		
Anzahl Gebäude:	166		
Anzahl Bewohner*innen:	ca. 600		
Siedlungsstruktur:	Wohngeprägt und kompakt (dörflicher Charakter)		
Anzahl Baublöcke:	17		
Gebäudenutzung:	wohnenorientiert		
Baualtersklassen:	gemischt (1859-2024)	Gebäudenutzfläche:	68.400 m ²
Heizwärmebedarf 2022:	12.400 [MWh/Jahr]	Dominierender Energieträger:	Erdgas (75%)
THG-Emissionen:	3.900 Tonnen CO ₂ eq/Jahr	Einsparpotential durch Sanierung:	ca. 45 %
Heizwärmebedarf 2040:	6.800 [MWh/Jahr]	Wärmenetztyp:	Niedertemperatur
Leistungsbedarf: (70% Anschlussgrad)	ca. 2,2 MW	Investitionskosten:	3 - 5,5 Mio. Euro (Stand 12/2024)
Das Fokusgebiet „Unkelbach“ ist ein kompakt bebautes Bestandsgebiet mit überwiegender Wohnnutzung und einzelnen gewerblichen und dienstleistungsbezogenen Strukturen. Der historische Charakter des Stadtteils spiegelt sich in einer gewachsenen Bebauung mit zahlreichen Fachwerkhäusern, ergänzt durch modernere Gebäude in den Randbereichen. Die Mischung aus alter und neuer Bausubstanz sowie die teils engen Gassen erfordern eine besonders angepasste Wärmeplanung. Mit einer Gebäudenutzfläche von ca. 68.400 m² und einem Heizwärmebedarf von etwa 12.400 MWh im Jahr 2022 weist das Gebiet eine hohe spezifische Nachfrage auf. Erdgas ist mit rund 75 % weiterhin der dominierende Energieträger. Durch gezielte Sanierungsmaßnahmen besteht ein Einsparpotential von etwa 45 %, sodass für das Jahr 2040 ein Heizwärmebedarf von ca. 6.800 MWh/a prognostiziert wird. Bei einer Gebietsfläche von nur 10 Hektar ergibt sich eine hohe Wärmedichte von rund 680 MWh/ha, die grundsätzlich den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes ermöglicht. Aufgrund der strukturellen Gegebenheiten erscheint ein modulares Niedertemperatur-Wärmenetz als geeignete Lösung. Die kompakte Bebauung ermöglicht kurze Trassenverläufe, stellt jedoch auch hohe Anforderungen an Planung und Umsetzung im Bestand. Als zentrale Wärmeerzeuger kommen insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen, Pellet- oder Biomethan-Kessel sowie ggf. Kompakt-BHKW-Anlagen in Betracht. Darüber hinaus könnten dezentral organisierte Mikronetze eine sinnvolle Ergänzung oder Alternative darstellen – insbesondere bei heterogenen Baualtersklassen, gestaffeltem Anschluss-			

bedarf oder begrenzten Leitungskorridoren. Diese Mikrosysteme könnten auf einzelne Straßenzüge oder Quartiersabschnitte zugeschnitten sein und beispielsweise auf gemeinsame Wärmepumpenlösungen, Pufferspeicher und intelligente Steuerungssysteme zurückgreifen.

Das Fokusgebiet verfügt über ein Photovoltaikpotenzial von rund 3,3 GWh pro Jahr – ein beachtlicher Wert, der bei intelligenter Integration einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung der Wärmezeugung leisten kann. Besonders für Wärmepumpensysteme oder Quartierslösungen mit Eigenstromnutzung eröffnen sich hier wirtschaftliche Synergien.

Ein Lastmanagementsystem ist erforderlich, um die unterschiedlichen Bedarfsverläufe von Wohn- und gewerblich genutzten Gebäuden zu erfassen und zu steuern. Weitere Quellen wie Abwasserwärme oder gewerbliche Abwärme sind in Unkelbach aufgrund der kleinteiligen Struktur und geringen gewerblichen Dichte eher untergeordnet, sollten jedoch im Rahmen einer Detailprüfung nicht ausgeschlossen werden.

Die Erschließung eines Wärmenetzes ist aufgrund der kompakten Struktur grundsätzlich machbar, setzt jedoch eine sorgfältige Planung voraus – insbesondere hinsichtlich des Trassenverlaufs, Anschlussfähigkeit und Bauabschnitten. Mikronetzlösungen oder ein gestufter Ausbau können hier helfen, technische Herausforderungen zu minimieren und die Wirtschaftlichkeit abzusichern. Durch eine modulare Umsetzung kann das Versorgungssystem flexibel erweitert und an sich verändernde Rahmenbedingungen angepasst werden.

Priorisierte Umsetzungsmaßnahmen:

- 1) Durchführung konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von Wärmenetzen (Maßnahme M1)
- 2) Aufbau von Öffentlichen-Privaten Partnerschaften (ÖPP) und Kooperation mit Nachbarkommunen, Handwerkern und anderen Akteuren*innen (Maßnahme M8)

Weitere Maßnahmen:

- Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale und private Gebäude (Maßnahme M2)
- Informationskampagne und Aufklärung über nachhaltige Heiztechnologien und Einsparpotentiale (Maßnahme M5)
- Durchführung von Schulungen und Beratungen zur Energieeffizienz und Heizungsoptimierung (Maßnahme M9)

11. Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie der Stadt Remagen zielt darauf ab, eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen zu gewährleisten. Durch klare Informationen, interaktive Workshops und fortlaufende Öffentlichkeitsarbeit wurde eine breite Akzeptanz geschaffen und aktive Mitarbeit gefördert. Die Strategie berücksichtigt lokale Gegebenheiten und setzt auf zielgruppenspezifische Formate sowie effektive Medien.

11.1. Informationsbereitstellung und Kommunikationskanäle

- Die Grundlage der Strategie bildet eine transparente und kontinuierliche Informationsbereitstellung über verschiedene Kanäle: Im Mittelpunkt stand dabei die kommunale Website, die als zentrales Informationsportal dient. Hier finden Bürger*innen stets aktuelle Updates zur Wärmeplanung, eine umfassende FAQ-Sektion sowie weiterführende Links und Materialien.
- Ein spezieller Newsbereich auf der Website hielt die Öffentlichkeit über Fortschritte, Änderungen und wichtige Meilensteine der Wärmeplanung auf dem Laufenden. Die FAQ-Sektion beantwortet häufig gestellte Fragen in leicht verständlicher Sprache und behandelt Themen wie technische Hintergründe, rechtliche Verpflichtungen, Kosten und die Auswirkungen der Wärmeplanung auf den Alltag.
- Zusätzlich stellte die Stadt Downloads und Verlinkungen zu Infobroschüren sowie weiterführenden Ressourcen der Landes- und Bundesstellen zur Verfügung. Diese Materialien boten vertiefende Informationen für Interessierte. Um den Austausch mit der Bürgerschaft zu fördern, gab es eine einfache Möglichkeit, Feedback per Mail oder telefonisch über die Klimaschutzmanagerin der Stadt Remagen einzureichen. Dies ermöglichte eine direkte Kommunikation zwischen Bürgern*innen und der Verwaltung, wodurch Anliegen frühzeitig erkannt werden können.
- Um komplexe Themen anschaulich darzustellen, nutzte die Stadt Remagen u.a. Informationen der Deutschen Energie-Agentur (dena) und der Energieagentur Rheinland-Pfalz, die das Thema Kommunale Wärmeplanung greifbarer machen. Ein Veranstaltungskalender informierte über bevorstehende Termine, wie Ausschusssitzungen oder Workshops, und förderte so die Teilnahme der Bürger*innen an relevanten Veranstaltungen.
- Ein weiterer zentraler Bestandteil der Strategie war die Präsentation von Informationen im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss. Hier wurden Fortschritte und Ergebnisse der Wärmeplanung vorgestellt, um Transparenz gegenüber den politischen Entscheidungsträgern zu gewährleisten. Gleichzeitig dient der Umweltausschuss als Kommunikationsschnittstelle, um die Bevölkerung über die Entwicklungen im Bereich der kommunalen Wärmeplanung auf dem Laufenden zu halten.

Durch diese umfassende Strategie wurde sichergestellt, dass alle relevanten Akteure*innen – von der Bürgerschaft bis hin zu den politischen Gremien – kontinuierlich und transparent informiert werden.

11.2. Zielgruppenorientierte Kommunikation

- Die Kommunikationsstrategie der Stadt Remagen war gezielt auf die Bedürfnisse und Erwartungen verschiedener Zielgruppen ausgerichtet und soll auch in Zukunft fortgeführt werden.
- Für die Bürger*innen lag der Schwerpunkt auf Öffentlichkeitsarbeit über die kommunale Website. Ziel war es, die breite Bevölkerung regelmäßig und umfassend zu informieren.
- Die politischen Entscheidungsträger wurden durch Workshops, Präsentationen im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss und eine kontinuierliche Berichterstattung in alle Phasen des Projekts einbezogen – von der Planung bis zum Abschluss.
- Das Kernteam, bestehend aus der Stadt Remagen und der Stadt Sinzig, tauschte sich regelmäßig (durchschnittlich zweiwöchentlich) in digitalen Jour-Fixe-Treffen aus. Diese Sitzungen ermöglichten eine vertiefte Zusammenarbeit und einen reibungslosen Ablauf der Projektarbeit.
- Zusätzlich wurden Multiplikatoren, wie politische Entscheidungsträger sowie Vertreter*innen aus Gewerbe und Handwerk sowie die Schornsteinfeger*innen, aktiv eingebunden.
- Durch diese zielgruppenorientierte Kommunikation wurde sichergestellt, dass alle relevanten Akteure*innen – von der Bevölkerung bis zu den politischen Gremien – effektiv erreicht und in den Prozess integriert wurden.

11.3. Workshops und Veranstaltungsformate

Die Workshops und Präsenzveranstaltungen waren zentrale Elemente der Strategie und förderten Transparenz, Konsensbildung und aktive Mitarbeit.

Auftaktworkshop mit den Stadtverwaltungen Remagen und Sinzig am 06. Juni 2024:

Ziel: Einführung in die Ziele, den Zeitplan und die Maßnahmen der Wärmeplanung. Frühzeitige Sensibilisierung und Rückkopplung.

Inhalt:

- Vorstellung der Ausgangslage und Herausforderungen in der Wärmeversorgung
- Diskussions- und Feedbackrunden für Anregungen und Fragen

Zielgruppen: Verwaltung und Energieagentur

Maßnahmenworkshop am 12. November 2024:

Ziel: Vertiefung und Diskussion konkreter Maßnahmen zur Energieeffizienz und Dekarbonisierung.

Inhalt:

- Impulsvorträge zu den Zwischenergebnissen und innovativen Ansätzen und erfolgreichen Beispielen
- Gruppenarbeiten zur Diskussion und Priorisierung von Maßnahmen
- Gemeinsame Bewertung der Maßnahmen nach Kriterien wie Effizienz, Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Zielgruppen: Technische Experten*innen, Unternehmen, Energieversorger, politische Entscheidungsträger und Bürger*innen

Einladungskanäle: E-Mail-Verteiler, Webseiten (Stadt Remagen), Social Media, Pressemitteilung, Flyer, direkte Ansprache

Ergebnispräsentation im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss am 25. November 2024 und 08. April 2025:

Ziel: Präsentation der Zwischen- und Endergebnisse

Inhalt:

- Vorstellung der Zwischen- und Endergebnisse
- Ausblick auf Monitoring und weitere Umsetzungsschritte

Zielgruppen: politische Vertreter*innen.

Einladungskanäle: Pressemitteilungen, Social Media, kommunale Website

11.3.1. Zeitplan und Phasen der Umsetzung

Die Projektumsetzung war eng an die Phasen der Wärmeplanung gekoppelt:

- **Startphase (April bis Juni 2024)**
Pressearbeit, Datenbeschaffung und Auftaktpräsentation mit Workshop im erweiterten Kernteam
- **Phase der Festlegung der Zielszenarien (Juli bis September 2024)**
Festlegung der Zielszenarien und Vorbereitung der Maßnahmen
- **Phase der Maßnahmenplanung (Oktober bis Dezember 2024)**
Durchführung vom Maßnahmenworkshop zur Diskussion und Priorisierung geplanter Maßnahmen und Präsentation der Zwischenergebnisse im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss
- **Ergebnispräsentation (Januar bis April 2025)**
Präsentationen im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss und Veröffentlichung der Ergebnisse

11.4. Langfristige Kommunikation und Evaluierung nach dem Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung

Durch eine regelmäßige Berichterstattung werden Fortschritte und Anpassungen der Maßnahmen dokumentiert. Fortschritts- und Evaluationsberichte werden die Ergebnisse zusammenfassen und eine kontinuierliche Optimierung der Umsetzung ermöglichen.

Bürgerforen und Arbeitsgruppen werden ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Kontinuierliche Treffen werden Raum für den Dialog schaffen, die Beteiligung der Bevölkerung stärken und langfristige Unterstützung für die Maßnahmen der Wärmeplanung sichern.

Zur Erfolgskontrolle wird die Stadt regelmäßig die Teilnehmerzahlen an Veranstaltungen, die Reichweite der Online-Aktivitäten und die Zufriedenheit der Bürger*innen analysieren.

Der “Runde Energietisch” soll zukünftig als Plattform für den kontinuierlichen Austausch zwischen Politik, den Energieversorgern, der Stadt Sinzig und der Remagener Stadtverwaltung dienen. Dieses Format wird eine enge Zusammenarbeit fördern und sicherstellen, dass alle relevanten Akteure*innen auch langfristig in den Prozess eingebunden bleiben.

11.5. Stakeholdermapping

Gemäß § 7 WPG umfasst die Partizipation die Einbindung der Öffentlichkeit, der Träger öffentlicher Belange, der Netzbetreiber sowie weiterer relevanter Akteure*innen. Diese sollen auch zukünftig eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit fördern, um eine breite Akzeptanz und aktive Mitwirkung bei der Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen sicherzustellen.

Das Stakeholder-Mapping wurde vom Kernteam durchgeführt, wobei einzelne Zielgruppen bereits im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung proaktiv eingebunden wurden. Weitere Zielgruppen sollten bei der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden, um die Beteiligung und Unterstützung aller relevanten Akteure*innen weiter auszubauen und die gesetzten Ziele effektiv zu erreichen.

Relevante Akteursgruppen sind:

1. Stadtverwaltung

- **Primäre Beteiligte:** Fachbereich Planen und Bauen, Klimaschutzmanagement
- **Steuerungseinheiten:** Bürgermeister, Büroleiter, weitere Fachabteilungen
- **Kommunikationskanäle:** E-Mail-Verteiler, Dokumentenmanagementsysteme sowie regelmäßige interne Dienstbesprechungen (Jour Fixe, abteilungsübergreifende Treffen)

2. Kommunalpolitik

- Beteiligung des Stadtrats und insbesondere des Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss

- Vorschlag zur Etablierung eines „Arbeitskreises Wärmeplanung“ mit Vertreter*innen aller Fraktionen
- Nutzung des digitalen Ratsinformationssystems für transparente Kommunikation

3. Öffentlichkeit

Niederschwellige Angebote, wie:

- **Online-Kanäle:** Website (FAQs, Veranstaltungsankündigungen), Social Media (Instagram, Facebook) und Newsletter
- **Offline-Kanäle:** Broschüren, Informationsveranstaltungen, Plakate im Rathaus und Sprechstunden zu Energie- und Wärmeversorgung
- **Ziel:** Proaktive Ansprache aller Altersgruppen

4. Energieversorgungsunternehmen

- **Hauptakteur:** EVM und Westnetz
- **Kommunikationsformate:** Jour Fixe, Einführung eines “Runden Energietisches”, gemeinsame Veranstaltungen und Präsentation der Zusammenarbeit in der Öffentlichkeitsarbeit

5. Weitere Akteursgruppen gemäß § 7 WPG

- Großverbraucher von Wärme und Gas sowie potenzielle Produzenten erneuerbarer Energien und Abwärme
- Betreiber angrenzender Energieversorgungsnetze (z.B. in Nachbarstädten) wie die Ahrteilwerke oder Stadtwerke Bonn
- Nachbarkommunen Sinzig, Bonn, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Grafschaft und Wachtberg
- Bildungs- und Sozialeinrichtungen wie Schulen (IGS Remagen)
- Gewerbevereine und Schornsteinfeger*innen

Tab. 3: Stakeholdergruppen mit möglichen Kommunikationsformaten

Stakeholdergruppe	Kommunikationsformate
Öffentlichkeit (Bürger*innen, Bevölkerung)	Social Media, Website, Newsletter, Informationsveranstaltungen
Kommunalverwaltung (Stadtplanung, Bauamt, Klimaschutzmanagement)	Intranet, E-Mail-Verteiler, Jour Fixe, abteilungsübergreifende Treffen
Kommunalpolitik (Stadtrat, Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss)	Präsentationen im Stadtrat und Ausschüssen, Ratsinformationssystem
Energieversorgungsunternehmen (EVM und Westnetz)	Jour Fixe, gemeinsame Veranstaltungen, Kooperationen

Potenzielle Produzenten erneuerbarer Energien (geplante Kläranlage)	Persönliche Gespräche, Fragebögen, Workshops
Großverbraucher	Direkte Ansprache, persönliche Gespräche, Fragebögen
Nachbarkommunen (Sinzig, Bonn, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Grafschaft und Wachtberg)	Interkommunaler Austausch, Kooperationsgespräche
Bildungs- und Sozialeinrichtungen (Schulen, Jugendwerke)	Workshops, Schulprojekte, Jugendbeteiligung
Handwerkskammern und Immobilienwirtschaft (lokale Gewerbe- und Landwirtschaftsvereine)	Netzwerktreffen, Workshops, persönliche Ansprache

Die Analyse der Stakeholdergruppen zeigt, dass der Einfluss und das Interesse je nach Gruppe unterschiedlich ausgeprägt sind. Die Stadtverwaltung, bestehend aus Bereichen wie Bauplanung und Klimaschutzmanagement, hat einen hohen Einfluss auf die Planung und Umsetzung der Maßnahmen. Gleichzeitig zeigt sie ein starkes Interesse, da die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung direkt in ihren Aufgabenbereich fällt. Eine ähnlich hohe Bedeutung kommt der Kommunalpolitik zu, insbesondere dem Stadtrat und den Fachausschüssen (Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss). Diese politischen Gremien üben mit ihrer Entscheidungsbefugnis über strategische und finanzielle Aspekte großen Einfluss aus und haben ein hohes Interesse, da die Wärmeplanung häufig eine Priorität auf der politischen Agenda darstellt.

Auch die Energieversorgungsunternehmen, wie EVM und Westnetz, gehören zu den Schlüsselakteuren. Mit ihrem technischen Know-how und ihren Ressourcen sind sie maßgeblich an der Umsetzung beteiligt und haben ein entsprechend hohes Interesse an einem erfolgreichen Projektverlauf.

Neben diesen zentralen Akteuren*innen gibt es Gruppen mit mittlerem Einfluss und Interesse. Die Nachbarkommunen, wie Bonn, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Grafschaft und Wachtberg, weisen einen mittleren Einfluss auf, da durch interkommunale Zusammenarbeit Synergien entstehen können. Ihr Interesse bleibt, abgesehen von Sinzig, moderat, da sie zwar von den Ergebnissen profitieren, jedoch nicht direkt am Planungsprozess beteiligt sind. Die Stadt Sinzig als direkte Nachbarkommune spielt eine außerordentliche Rolle, da hier eine sehr enge Kooperation besteht, die sich auch durch den gemeinsamen Projektverlauf der Kommunalen Wärmeplanung durchzieht.

Eine ähnliche Rolle spielen die Handwerkskammern und die Immobilienwirtschaft, die unterstützend tätig werden können, etwa durch die Umsetzung technischer Lösungen. Daher weisen sie ebenfalls einen mittleren Einfluss und ein mittleres Interesse auf.

Die Bildungs- und Sozialeinrichtungen, darunter Schulen und Jugendwerke, haben hingegen einen mittelmäßigen Einfluss, da sie nicht direkt in die Planung eingebunden sind. Ihr Interesse ist jedoch hoch, da die kommunale Wärmeplanung erheblichen Einfluss auf die

zukünftige Lebenswelt der Jugendlichen haben wird. Zudem können sie durch Bildungsprojekte und Jugendbeteiligung die Akzeptanz in der Bevölkerung fördern.

Die Öffentlichkeit, bestehend aus Bürgern*innen, hat ebenfalls einen mittelmäßigen Einfluss, da sie nicht direkt in Entscheidungsprozesse involviert ist. Ihr Interesse ist jedoch besonders hoch, da die Maßnahmen der Wärmeplanung ihr tägliches Leben betreffen und sie von Kosten, Nutzen und Umsetzungen direkt betroffen sind. Insgesamt wird deutlich, dass die Kommunalverwaltung, die Kommunalpolitik, die Energieversorgungsunternehmen und die Großverbraucher die zentralen Stakeholder mit hohem Einfluss und Interesse sind, während andere Gruppen, wie Bildungs- und Sozialeinrichtungen oder die Öffentlichkeit, eher indirekt eingebunden werden, jedoch ein starkes Interesse an den Ergebnissen zeigen.

11.6. Stellungnahmen und Rückmeldungen aus der Bevölkerung

Während des gesamten Projektzeitraums wurden Rückmeldungen und Stellungnahmen aus der Bevölkerung systematisch gesammelt und ausgewertet. Die Beteiligung der Bürger*innen war ein zentraler Bestandteil des Prozesses, um die Kommunale Wärmeplanung auf eine breite und belastbare Basis zu stellen.

Die Rückmeldungen wurden über verschiedene Kanäle eingeholt, darunter öffentliche Veranstaltungen wie Workshops oder Sitzungen des Umweltausschusses sowie durch direkten Kontakt über die Klimaschutzmanagerin. Bürger*innen Remagen die Möglichkeit, ihre Meinungen, Bedenken und Ideen einzubringen. Insbesondere die Auswahl erneuerbarer Energietechnologien, die Kosten für Privathaushalte sowie die Praktikabilität vorgeschlagener Maßnahmen standen im Fokus der Diskussionen.

Ein häufig geäußelter Wunsch war die Berücksichtigung der sozialen Verträglichkeit, insbesondere in Hinblick auf die Kostenverteilung und die Unterstützung einkommensschwächerer Haushalte. Die finanzielle Belastung durch Investitionen in neue Heiztechnologien und energetische Sanierungen wurde dabei ebenso thematisiert wie die Versorgungssicherheit und die Zuverlässigkeit neuer Technologien wie Wärmepumpen oder Nahwärmenetze. Auch Unsicherheiten hinsichtlich der Geschwindigkeit und Verbindlichkeit der Maßnahmen wurden von der Bevölkerung angesprochen.

Ein zentraler Wunsch vieler Bürger*innen war die Einrichtung umfassender Beratungsangebote, um individuelle Fragen zur Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme zu klären. Insbesondere die technische Umsetzbarkeit, Fördermöglichkeiten und die langfristigen Kosten waren häufige Themen, bei denen die Bevölkerung Unterstützung suchte. Die Stadt reagierte darauf mit der möglichen Vermittlung zur Energieagentur Rheinland-Pfalz, um fundierte Beratungsmöglichkeiten für die Bürger*innen zu schaffen.

Die Idee, die Abwärme der geplanten Kläranlage stärker in das Wärmenetz zu integrieren, fand ebenfalls großen Zuspruch. Darüber hinaus brachte die Bevölkerung den Gedanken einer integralen Planung ein, um die Effizienz von Baumaßnahmen zu steigern. Ein häufig genannter Vorschlag war, bei anstehenden Straßensanierungen Leerrohre für spätere

Wärmenetze oder andere Versorgungsinfrastrukturen vorzusehen. Dieses Vorgehen würde nicht nur langfristige Kosten sparen, sondern auch die Umsetzung zukünftiger Maßnahmen erleichtern und unnötige Belastungen für Anwohner*innen vermeiden.

Die Vielzahl an konkreten Rückmeldungen und Ideen zeigt, wie engagiert und kreativ die Bevölkerung sich in den Planungsprozess eingebracht hat. Viele der Anregungen wurden in die Maßnahmen integriert und stärken so die Akzeptanz und Praxistauglichkeit der geplanten Wärmewende in der Stadt.

Die Stadt Remagen hat diese Rückmeldungen ernst genommen und intensiv daran gearbeitet, die Bedenken der Bevölkerung in die Planungen einzubinden und proaktiv darauf einzugehen. Wo immer möglich, werden Maßnahmen so gestaltet, dass sie finanziell tragbar und sozial gerecht sind. Unterstützungsangebote, insbesondere für einkommensschwächere Haushalte, werden in die Planungen berücksichtigt, um finanzielle Sorgen abzufedern.

Darüber hinaus wurde die Kommunikation gezielt ausgebaut, um Transparenz zu schaffen und Vertrauen in den Planungsprozess aufzubauen. Workshops und Präsentationen im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss trugen dazu bei, Unsicherheiten zu verringern und die Bereitschaft zur Mitgestaltung zu fördern.

Die Rückmeldungen der Bevölkerung flossen systematisch in die Wärmeplanung ein, was zur Formulierung bedarfsgerechter und praxisnaher Maßnahmen beitrug. Die Beteiligung zeigte eindrucksvoll, dass die Bürger*innen nicht nur Interesse an der kommunalen Wärmeplanung haben, sondern aktiv daran mitwirken möchten, ihre Stadt nachhaltiger und zukunftsfähiger zu gestalten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Zusammenarbeit mit der Bevölkerung einen wesentlichen Beitrag zur Qualität und Tragfähigkeit der Wärmeplanung geleistet hat. Die Ergebnisse der Bürgerbeteiligung werden nicht nur in diesem Bericht dokumentiert, sondern bilden auch eine Grundlage für die fortlaufende Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen, um die Wärmeplanung in Remagen zu einem gemeinschaftlichen Erfolg zu machen.

12. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie stellt sicher, dass die Wärmeplanung in der Stadt Remagen auch über den Projektabschluss hinaus als dynamischer und kontinuierlicher Prozess verankert wird. Sie definiert Organisationsstrukturen, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, um die Umsetzung und langfristige Weiterentwicklung der Wärmeplanung in Einklang mit dem kommenden Wärmeplanungsgesetz und den zugehörigen Landesregelungen sicherzustellen.

Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

Die zentrale Koordinationsstelle bestehend aus dem Fachbereich Planen und Bauen und Klimaschutzmanagement wird weiter für die strategische Steuerung, das Monitoring und die Evaluierung der Wärmeplanung zuständig sein. Sie ist auch zukünftig Anlaufstelle für alle Fragen rund um die Wärmeplanung und wird in Abstimmung mit dem Bürgermeister und den politischen Gremien tätig. Aufgaben umfassen:

- Kontinuierliche Überwachung der definierten Maßnahmen und Erreichung der Wärmeziele, ggfs. mit der Hilfe von Dashboards und digitalen Karten
- Regelmäßige Berichte an den Stadtrat, den Umweltausschuss und die Öffentlichkeit zur Fortschrittskontrolle und Erfolgsmessung

Arbeitskreis Wärmeplanung

Der Arbeitskreis Wärmeplanung, bestehend aus Mitgliedern aller politischen Fraktionen, sollte etabliert werden, um die zentrale Koordinationsstelle zu unterstützen. Da dem Arbeitskreis sowohl die notwendigen zeitlichen Ressourcen als auch das erforderliche Fachwissen für bestimmte Aufgaben fehlen, liegt die Hauptverantwortung bei der zentralen Koordinationsstelle. Diese setzt sich aus dem Fachbereich Planen und Bauen sowie dem Klimaschutzmanagement zusammen. Die Koordinationsstelle übernimmt die fachliche Leitung und sorgt dafür, dass die technischen und fachlichen Anforderungen der Wärmeplanung fortlaufend überprüft und professionell umgesetzt werden. Der Arbeitskreis unterstützt diese Bemühungen durch strategische und politische Impulse sowie die Förderung des Austauschs zwischen den beteiligten Akteuren*innen.

Die Aufgaben des Arbeitskreises umfassen:

- Unterstützung bei der Maßnahme, die Wärmeleitplanung als Teil einer integralen Infrastrukturplanung zu etablieren
- Bereitstellung politischer und organisatorischer Unterstützung für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Wärmeplanung
- Unterstützung bei der Identifikation und Analyse potenzieller Risiken sowie der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen
- Förderung und Koordinierung der Zusammenarbeit mit benachbarten Kommunen für gemeinschaftliche Wärmeprojekte und Infrastrukturen

Politische Begleitung durch den Stadtrat und dem Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss

Der Stadtrat und der Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss bleiben in allen wesentlichen Entscheidungen der Wärmeplanung eingebunden. Eine regelmäßige Berichterstattung sorgt dafür, dass politische Vertreter*innen jederzeit über den Fortschritt und die Herausforderungen der Wärmeplanung informiert sind. Hierdurch wird gewährleistet, dass der politische Wille zur nachhaltigen Wärmeplanung langfristig bestehen bleibt und erforderliche Mittel und personelle Ressourcen bereitgestellt werden.

Einbindung lokaler Energieversorger und Netzbetreiber

Die lokalen Energieversorger, bzw. Netzbetreiber, namentlich EVM und Westnetz, werden als strategische Partner kontinuierlich eingebunden. Die Stadtverwaltung wird sich bzgl. der Zuständigkeiten mit EVM und Westnetz abstimmen, um die Umsetzung und Optimierung der Energie-, respektive Wärmeversorgung, im Zuge der Wärmewende voranzutreiben.

Anpassung an das Wärmeplanungsgesetz und Landesrecht

Das Wärmeplanungsgesetz und die Regelungen auf Landesebene werden bei der Verstetigungsstrategie berücksichtigt, insbesondere im Hinblick auf Zuständigkeiten und rechtliche Vorgaben.

- **Rechtliche Anpassungen:** Die Verstetigungsstrategie bleibt flexibel, um sich an neue Anforderungen aus dem Bundes- und Landesrecht anzupassen. Das bedeutet, dass Zuständigkeiten und Prozesse entsprechend den Landesrichtlinien laufend überprüft und angepasst werden sollten.
- **Schaffung neuer Verantwortlichkeiten:** Sofern das Landesrecht oder das Wärmeplanungsgesetz spezifische Rollen oder Berichterstattungspflichten festlegt, werden entsprechende Strukturen innerhalb der kommunalen Verwaltung geschaffen und qualifiziertes Personal eingestellt.
- **Fortbildungsmaßnahmen:** Regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeitende in der Koordinationsstelle und der Arbeitsgruppe werden eingeführt, um sicherzustellen, dass alle Akteure*innen die aktuellen rechtlichen Entwicklungen kennen und die Wärmeplanung entsprechend anpassen können.

Langfristige Verankerung und Finanzierung

- **Langfristige Finanzierungsplanung:** Für die Verstetigung der Wärmeplanung ist eine nachhaltige Finanzierungsstrategie notwendig. Jährliche Budgetierung und zusätzliche Fördermittelakquise werden als feste Aufgaben der Koordinationsstelle definiert. Ziel ist es, langfristige Förderungen auf Landes- und Bundesebene zu nutzen und finanzielle Beiträge aus der Wirtschaft einzubinden.
- **Fördermittelakquise und Kooperationen:** Die Koordinationsstelle (Klimaschutzmanagement) ist auch verantwortlich für die Akquise von Fördermitteln und den Aufbau von Kooperationen mit regionalen und nationalen Partnern (z. B. Bundes- und Landesenergieagentur), um die Wärmeplanung kosteneffizient weiterzuentwickeln und innovative Projekte zu fördern.

Auswahl möglicher Förderprogramme (Stand 24.02.2025)

- **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
- **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Kreditinstituts für Wiederaufbau (KfW).
- **Bundesförderung für die Energieberatung für (Nicht-)Wohngebäude**
BAFA
- **Bundesförderung für transformative Klimaschutzprojekte**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
- **Innovative Klimaschutzprojekte**
BMWK
- **Innovative KWK-Systeme**
BAFA
- **Transformationsinitiative Stand-Land-Zukunft - Planungsbeschleunigung für die Klimaanpassung mit Urbanen Digitalen Zwillingen**
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)
- **Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt**
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- **EU-Life – Programm für die Umwelt und Klimapolitik**
BMWK
- **Kälte-Klima-Richtlinie**
BAFA
- **Zukunft Region**
BMWK
- **Kommunale Klimaschutzmodellprojekte gefördert durch den Bund:**
Diese Förderprogramme unterstützen Kommunen bei innovativen Klimaschutzprojekten. Mögliche Förderprogramme sind: „Bundesförderung kommunaler Umweltschutz (Kommunalrichtlinie)“, „Energetische Stadtsanierung – Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier“, „IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung“, „Investive, kommunale Klimaschutzprojekte“, „Förderung von Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“, „Kl-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“, „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“, „Natürlicher Klimaschutz in kommunalen Gebieten“ oder z.B. „Natürlicher Klimaschutz in ländlichen Kommunen“
Aktuelle Informationen auf den Websites der KfW und des BMWK

- **Kommunale Klimaschutzmodellprojekte gefördert durch das Land Rheinland-Pfalz:**

Mögliche Förderprogramme sind: „Landesgesetz zur Ausführung des Kommunalen Investitionsprogramms Klimaschutz und Innovation (KIPKI)“, „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS)“, „Wärmewende im Quartier – Zuwendungen für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement“, „Energieeffizienz und intelligente Netz- und Speicherinfrastruktur (EFRE 2021-2027)“, „Städtebauliche Erneuerungen“.

Aktuelle Informationen auf den Websites der Energieförderung Rheinland-Pfalz, der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion Rheinland-Pfalz und des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität

- **Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)**

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)

- **Investitionskredit für Digitale Infrastruktur – Standardvariante**

BMDV

- **Förderprogramme speziell für Unternehmen:**

Mögliche Programme sind: „Förderung von klimaneutralen Produktionsverfahren in der Industrie durch Klimaschutzverträge (FRL KSV)“, „Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)“, „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA3) – Vermeidung von klimarelevanten Prozessemissionen in der Industrie (KlimPro-Industrie II)“ oder z.B. „Betriebsberatungen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz“. Aktuelle Informationen auf den Websites des Projektträgers Jülich, des BMWK, des DLR- Projektträgers und des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz (LFU).

Die o.g. Einrichtungen und Organisationen und auch die Energieagentur Rheinland-Pfalz bieten Kommunen gezielte Fördermöglichkeiten und Hilfestellungen für die Umsetzung der Maßnahmen nach der Wärmeplanung. Dazu zählen finanzielle Unterstützungen für konkrete Projekte, die aus den Wärmeplänen abgeleitet wurden, sowie Förderungen für innovative Quartierskonzepte und die Nutzung erneuerbarer Energien. Zudem können Kommunen auf Workshops und Seminare zugreifen, die Best Practices für die Fördermittelbeantragung und Projektumsetzung vermitteln. Ergänzend dazu stellt das Wärmekataster Rheinland-Pfalz (über die Energieagentur) wichtige Datengrundlagen bereit, um die Förderanträge und Umsetzungsstrategien fundiert zu untermauern.

Schaffung einer langfristigen Kommunikationsplattform:

Eine zentrale Plattform, namentlich die Website der Stadt Remagen, wird weiterführend zur kontinuierlichen Bürgerinformation und -beteiligung genutzt, um über die regelmäßigen Fortschritte und den aktuellen Stand der Wärmeplanung zu berichten. Zusätzlich soll sie als Schnittstelle für den Dialog zwischen Bürger*innen, Verwaltung und weiteren Akteuren*innen dienen.

Erfolgskontrolle und Anpassung:

Die Verstetigungsstrategie wird regelmäßig überprüft und bei Bedarf an geänderte Rahmenbedingungen angepasst. Hierbei helfen:

- Regelmäßige Evaluierung wie Jahresberichte und Analysen, die zeigen, welche Maßnahmen erfolgreich waren und wo noch Optimierungsbedarf besteht
- Anpassung an technische und rechtliche Entwicklungen, z.B. flexibles Handeln und Anpassungen, um technische Innovationen oder neue gesetzliche Anforderungen frühzeitig zu integrieren

Förderung der regionalen und interkommunalen Zusammenarbeit:

- **Interkommunale Kooperationsplattform**

Um Synergien zu nutzen, wird eine interkommunale Kooperationsplattform mit benachbarten Kommunen geschaffen, z.B. koordiniert über den Landkreis Ahrweiler. Ziel ist es, gemeinsame Projekte zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen zu entwickeln und Effizienzpotentiale in der Wärmenetzinfrastruktur zu heben.

- **Austausch von Best Practices**

Regelmäßige Treffen zum Austausch von Best Practices zwischen benachbarten Kommunen gewährleisten, dass aktuelle Entwicklungen und erfolgreiche Strategien geteilt und übernommen werden können.

- **Gemeinsame Projektentwicklung und Ressourcenbündelung**

In Kooperation mit benachbarten Kommunen könnten Projekte zur gemeinsamen Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z. B. Geothermie, Biomasse) und zum Aufbau einer interkommunalen Kreislaufwirtschaft entwickelt werden. Dies würde Kosten sparen und die Wärmewende in der Region effizient fördern.

Fazit

Die Verstetigungsstrategie der Stadt Remagen setzt auf umfassende Transparenz und aktive Einbindung aller relevanten Akteure*innen. Durch niederschwellige Angebote und gezielte Kommunikationsmaßnahmen wird sichergestellt, dass niemand von der Wärmeplanung ausgeschlossen wird. Der Ansatz gewährleistet eine nachhaltige Beteiligung, fördert Akzeptanz und trägt maßgeblich zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmeplanung bei. Die Verstetigungsstrategie stellt zudem sicher, dass die Wärmeplanung in der Stadt Remagen auch über den Projektabschluss hinaus als dynamischer und kontinuierlicher Prozess verankert wird. Sie definiert Organisationsstrukturen, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, um die Umsetzung und langfristige Weiterentwicklung der Wärmeplanung in Einklang mit dem Wärmeplanungsgesetz und den zugehörigen Landesregelungen sicherzustellen. Durch die Integration innovativer Technologien, interkommunaler Kooperation und systematischer Fortschreibung wird ein robuster Rahmen geschaffen, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig die langfristige Resilienz der Stadt zu sichern. Mit dieser Strategie legt Remagen einen klaren und umsetzbaren Fahrplan für eine nachhaltige Zukunft vor.

13. Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept dient als strategisches Werkzeug, um die Wärmeplanung der Stadt Remagen zielgerichtet zu steuern und den Fortschritt der gesetzten Ziele kontinuierlich zu überwachen. Es umfasst Ansätze zur Top-down- und Bottom-up-Verfolgung der Zielerreichung, definiert geeignete Indikatoren und legt Prozesse für die Datenerfassung und -auswertung fest. Darüber hinaus berücksichtigt es Managementmöglichkeiten und Zertifizierungssysteme, die eine transparente und überprüfbare Steuerung der Wärmeplanung ermöglichen. Ziel ist es, eine nachhaltige Wärmeversorgung sicherzustellen, die den Klimazielen der Bundesregierung entspricht und gleichzeitig den spezifischen Bedürfnissen der Stadt Rechnung trägt.

13.1. Controlling-Ansätze

Top-down-Ansatz

Der Top-down-Ansatz stellt sicher, dass die übergeordneten strategischen Ziele der Stadt Remagen, u.a. die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040, konsequent in der Wärmeplanung berücksichtigt und umgesetzt werden. Dies geschieht durch die klare Definition von Zielvorgaben, die strategische Steuerung der finanziellen Mittel sowie ein kontinuierliches Monitoring des Fortschritts. Die strategischen Ziele, wie beispielsweise die Reduktion der CO₂-Emissionen und der Ausbau erneuerbarer Energien, werden dabei nicht nur als allgemeine Absichten formuliert, sondern anhand von konkreten messbaren Indikatoren überprüft.

Die finanzielle Planung orientiert sich ebenfalls an diesen Zielen. Es wird angestrebt, Mittel gezielt für die erarbeiteten Maßnahmen einzusetzen. Dies umfasst unter anderem den Ausbau der erneuerbaren Energien oder den möglichen Bau von Wärmenetzen.

Ein wesentlicher Bestandteil des Top-down-Ansatzes ist die regelmäßige Überwachung des Gesamtfortschritts. Dabei werden zentrale Kennzahlen, wie der jährliche CO₂-Ausstoß oder die Nutzung erneuerbarer Energien in Gigawattstunden, systematisch evaluiert und mit den gesetzten Zielwerten abgeglichen. Dieser Prozess gewährleistet, dass Abweichungen frühzeitig erkannt und korrigierende Maßnahmen eingeleitet werden können.

Bottom-up-Ansatz

Der Bottom-up-Ansatz ergänzt den Top-down-Ansatz, indem er die operative Ebene aktiv in das Controlling integriert. Ziel ist es, Rückmeldungen und Fortschritte aus einzelnen Projekten und Maßnahmen in die strategische Steuerung einfließen zu lassen. Hierbei wird jeder einzelnen Maßnahme eine konkrete Zielvorgabe zugewiesen. Beispielsweise könnten energetische Sanierungen in einem Quartier mit dem Ziel einer bestimmten Einsparung an Megawattstunden Energie oder einer spezifischen Reduktion der CO₂-Emissionen verknüpft werden. Ein zentrales Element des Bottom-up-Ansatzes sind Rückkopplungsprozesse. Die Ergebnisse der vor Ort umgesetzten Maßnahmen, wie etwa die Stei-

gerung der Energieeffizienz in einem Wohngebiet, werden systematisch erfasst und analysiert, beispielsweise mithilfe eines Dashboards. Diese Daten fließen zurück in die strategische und integrale Planung. Sie können in einem GIS-System oder einem digitalen Zwilling aufbereitet und laufend ergänzt werden, um eine dynamische Weiterentwicklung der Planungsinstrumente zu ermöglichen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die aktive Einbindung lokaler Akteure*innen, darunter die Bevölkerung, Unternehmen und weitere Interessensgruppen. Ihre Mitwirkung bei der Datenerhebung und Bewertung trägt nicht nur zur Verbesserung der Datenqualität bei, sondern steigert auch die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen.

Indikatoren für die Zielerreichung

Um den Erfolg der Wärmeplanung messbar zu machen, wurden spezifische Indikatoren und Kennzahlen definiert. Diese können regelmäßig erfasst werden und ermöglichen eine transparente sowie objektive Bewertung des Fortschritts:

- **Erneuerbare Energien**

Der Fortschritt beim Ausbau erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung wird systematisch überwacht. Indikatoren umfassen die Brennstoffverteilung zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, den Anteil fossiler Energieträger sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen.

- **Endenergieverbrauch**

Die Entwicklung des Energieverbrauchs in verschiedenen Sektoren (Wohnen, Gewerbe, Industrie) wird beobachtet, um Einsparpotenziale zu identifizieren. Wichtige Indikatoren sind der jährliche Verbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Strom.

- **CO₂-Emissionen (absolut und pro Kopf)**

Der Umfang der CO₂-Emissionsreduktionen durch energetische Maßnahmen wird gemessen. Indikatoren sind die absoluten Treibhausgasemissionen (t CO₂eq) sowie die spezifischen Emissionen pro Kopf und pro Quadratmeter Nutzfläche.

- **Sanierungsrate und -tiefe**

Der Fortschritt der energetischen Gebäudesanierung wird anhand der Anzahl sanierter Gebäude, der durchgeführten Maßnahmen, der sanierten Nutzflächen sowie der resultierenden Energiekennzahlen bewertet. Zudem werden die Baualterklassen berücksichtigt, um ein differenziertes Bild der Sanierungsfortschritte zu erhalten.

Rahmenbedingungen und Prozesse für Datenerfassung und -auswertung

Eine verlässliche und systematische Fortführung und Erfassung sowie Auswertung der Daten ist essenziell, um die Wärmeplanung effektiv steuern zu können. Hierzu werden klare Prozesse und Strukturen etabliert:

- **Datenquellen**

Aufbauend auf den Datenbestand des kommunalen Wärmeplans werden regelmäßig aktuellere Daten bereitgestellt. Energieversorgungsunternehmen und Bezirksschornsteinfeger stellen Daten zu Energieverbräuchen und Heizungsanlagen zur Verfügung. Landesdaten geben Aufschluss über Gebäudetypen und Baualterklassen. Ergänzend tragen Rückmeldungen lokaler Akteure*innen wie Bürger*innen und Unternehmen dazu bei, praktische Erfahrungen und Beobachtungen einzubringen.

- **Datenerhebungsprozesse**

Es werden regelmäßige Berichte erstellt, um den Fortschritt zu dokumentieren und transparent zu kommunizieren. Re-Evaluierungen alle fünf Jahre dienen dabei als Grundlage für die Steuerung. Ein digitaler Wärmeatlas wird genutzt, um Maßnahmen und Fortschritte räumlich darzustellen. Durch den Einsatz moderner Softwarelösungen können die erhobenen Daten effizient ausgewertet und analysiert werden.

- **Qualitätssicherung**

Die Qualität der Daten wird durch Validierungsprozesse sichergestellt, die von unabhängigen Stellen (Dienstleistern) durchgeführt werden. Zudem werden standardisierte Verfahren zur Datenerfassung und -auswertung eingeführt, um Vergleichbarkeit und Transparenz zu gewährleisten.

Managementmöglichkeiten und Zertifizierungssysteme

Zur effektiven Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung empfiehlt sich die Etablierung eines strukturierten Energiemanagementansatzes. Ein solches Konzept ermöglicht die systematische Identifikation und Priorisierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz. Insbesondere die regelmäßige Organisation von Workshops und Schulungen für alle Beteiligten, darunter Verwaltungsmitarbeitende, lokale Unternehmen, politischen Mandataren und interessierte Bürger*innen, fördert das Bewusstsein für energieeffiziente Maßnahmen. Zudem wird ein gezielter Wissensaustausch angeregt, der die praktische Umsetzung der Wärmeplanung vor Ort verbessert.

Die zentrale Koordinationsstelle, respektive das Klimaschutzmanagement, ist entscheidend für die erfolgreiche Steuerung und Überwachung des Wärmeplans. Diese Stelle ist die Schnittstelle zwischen Politik, Verwaltung, Unternehmen und der Bevölkerung und kann eine kohärente Umsetzung der Ziele sicherstellen.

Darüber hinaus bieten Zertifizierungssysteme wie der European Energy Award (EEA) oder die DGNB-Zertifizierung für nachhaltige Quartiere wertvolle Unterstützung. Diese Systeme dienen nicht nur der Qualitätssicherung und Zielkontrolle, sondern erhöhen auch die Glaubwürdigkeit und Motivation aller Beteiligten. Der European Energy Award ermöglicht etwa eine systematische Bewertung der Fortschritte in der kommunalen Energiepolitik und bietet gleichzeitig Orientierungshilfen zur weiteren Optimierung.

Durch die Integration solcher Instrumente kann die Stadt Remagen ihren Weg hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sichtbarer, strukturierter und effektiver gestalten. Es

wird empfohlen, diese Managementmöglichkeiten kontinuierlich zu evaluieren und an die Bedürfnisse der Stadt anzupassen.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen Investitionskosten und den langfristigen Nutzen der Maßnahmen. Für den Ausbau erneuerbarer Energien, die Installation von Wärmenetzen oder die energetische Sanierung von Gebäuden fallen oft erhebliche Anfangsinvestitionen an. Gleichzeitig bringen diese Maßnahmen jedoch sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile.

Durch die Reduktion des Endenergieverbrauchs können langfristig Energiekosten eingespart werden, während gleichzeitig die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern sinkt. Zudem leistet die Stadt mit einer "Leuchtturmfunktion" einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Ein weiterer positiver Effekt ist die Stärkung der lokalen Wertschöpfung: Die Einbindung regionaler Unternehmen bei der Umsetzung von Maßnahmen fördert die Wirtschaft vor Ort.

Zahlreiche Förderprogramme auf Landes- und Bundesebene (siehe vorherige Auflistung), z.B. die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), können genutzt werden, um die finanziellen Belastungen für die Stadt und die Bürger*innen zu reduzieren. Eine transparente Darstellung der Kosten und Nutzen in regelmäßigen Fortschrittsberichten schafft Vertrauen und unterstreicht die Wirtschaftlichkeit der geplanten Maßnahmen. Zuständig hierfür ist die Zentrale Koordinierungsstelle in Form der Klimaschutzmanagerin.

Quellenverzeichnis:

BMWK/BMWSB: *Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*; Heidelberg/Freiburg/Stuttgart/Berlin, Juni 2024

BMWK: *Neue Langfristszenarien für die Energiewende*, online-Version, 28.03.2024, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2024/04/05-neue-langfristszenarien-fuer-die-energiewende.html>; abgerufen am 26.02.2025

Bundesministerium der Justiz: Bundesgesetzblatt – *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*; ausgegeben am 22.12.2023

Energieagentur Rheinland-Pfalz: *Kommunale Wärmeplanung*, online-Version, <https://www.energieagentur.rlp.de/angebote/kommune/waermeinitiative-rheinland-pfalz/kommunale-waermeplanung/>; abgerufen am 26.02.2025

Energieagentur Rheinland-Pfalz: „*Energieatlas Rheinland-Pfalz*“, online-Version, <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/startseite>; abgerufen am 26.02.2025

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., Reinhard, C.: *BISKO – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasreduzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*; Heidelberg, November 2019; online-Version unter https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf; abgerufen am 26.02.2025

Institut Wohnen und Umwelt (IWU): „*TABULA*“ – *Entwicklung von Gebäudetopologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestandes in 13 europäischen Ländern*; online-Version, 14.11.2022, <https://www.iwu.de/index.php?id=205>; abgerufen am 26.02.2025

Kommunale Wärmewende (KWW): „*Rheinland-Pfalz*“, online-Version, Mai 2023, <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/rheinland-pfalz>; abgerufen am 26.02.2025

Kreisverwaltung Ahrweiler: „*Erneuerbare Energien im Kreis Ahrweiler*“, online-Version, https://kreis-ahrweiler.de/land_natur_umwelt/klimaschutz-im-kreis-ahrweiler/erneuerbare-energien-im-kreis-ahrweiler/; abgerufen am 13.03.2025

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität: „*Katrin Eder: Holen Kommunen und Verbände bei Wärmeplanung ins Boot.*“ Online-Version, 20.03.2024. <https://mkuem.rlp.de/service/pressemitteilungen/detail/katrin-eder-holen-kommunen-und-verbaende-bei-waermeplanung-ins-boot>; abgerufen am 26.02.2025

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: „*Zensus 2022*“, online-Version, <https://www.statistik.rlp.de/themen/zensus>; abgerufen am 26.02.2025