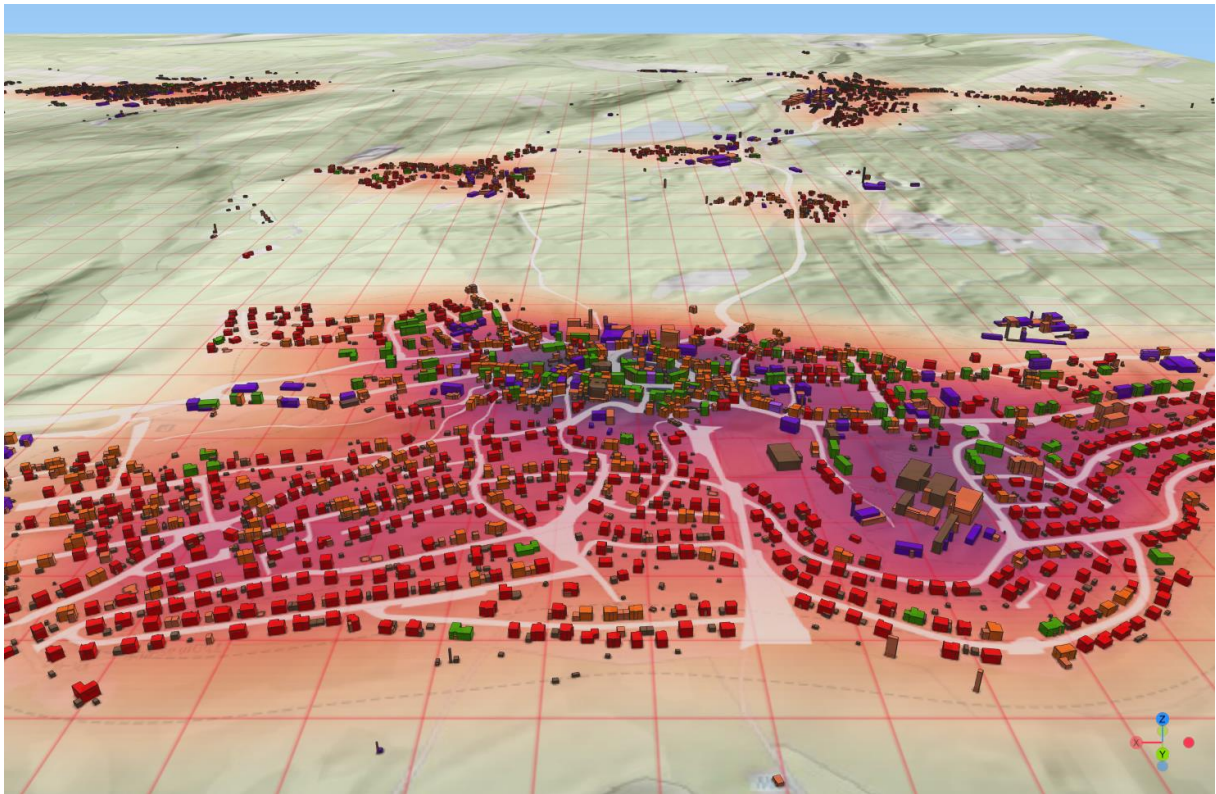


Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Großalmerode

Endbericht



Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Großalmerode

Projektpartner

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

Auftraggeber:

Stadt Großalmerode

Fachbereich Stadtentwicklung

Marktplatz 11

37247 Großalmerode

Tel.: 05604-9335-15

Ansprechpersonen:

Karsten Schmidt

Auftragnehmer:

Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH

K2I2 - Kompetenzzentrum für Klimawandel- & Integriertes Infrastrukturmanagement e.U.

Nevinghoff 20

48147 Münster

Tel.: 0251-2330-0

Ansprechpersonen:

Dr. Paul Stampfl

Johannes Wippert

Eric Oeder



Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht das generische Maskulinum verwendet, sofern es der Kontext erlaubt, wird eine einheitliche und neutrale Gender Sprache verwendet. Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht explizit anders ausgewiesen – stets auf alle Geschlechter gleichermaßen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement).....	8
2.1. Zeitplan und Meilensteine	9
2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung.....	10
2.3. Einbindung der relevanten Akteure	12
3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung	13
4. Kommunikation und Partizipation	15
5. GIS gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement	16
6. Ergebnisse	17
6.1. Bevölkerungsentwicklung.....	17
6.2. Harmonisierung der demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung	18
6.3. Veränderte Nutzungsanforderungen	19
7. Bestandsanalyse.....	21
7.1. Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet	21
7.2. Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS-gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung.....	23
7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung	24
7.2.2. Energiebedarfsmodellierung.....	24
7.2.3. Heizwärmedichte	27
7.2.4. Baublockcharakterisierung.....	27
7.2.5. Wärmelinien-dichte	28
7.3. Gebäudebestand – Anzahl Gebäude	30
7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen	32
7.4.1. Vorbildfunktion der Stadt Großalmerode	34
7.5. Heizwärmebedarf	35
7.6. Energieträgerverteilung	38
7.7. Treibhausgasbilanz	39
8. Potentialanalyse.....	40
8.1. Potentiale erneuerbarer Energiequellen	41
8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Großalmerode.....	42
8.3. Ergebnisse zu den Potentialen erneuerbarer Energiequellen	42
8.3.1. Geothermie.....	42
8.3.1.1 Oberflächennahe Geothermie	43
8.3.1.2. Tiefengeothermie	43
8.3.2. Luftwärmepumpen.....	45

8.3.3.	Windkraft.....	47
8.3.4.	Solarenergie.....	48
8.3.5.	Bioenergie.....	50
8.3.6	Kreislaufwirtschaft	51
8.3.7	Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung	52
8.3.8	Abwärme	52
8.3.9	Weitere erneuerbare Energiequellen	55
8.4	Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung	55
9.	Zielszenarien und Entwicklungspfade.....	57
9.1.	Zielszenario: Zukunft der Wärmebereitstellung in Großalmerode	63
9.1.1.	Umgang mit dem bestehenden Gasnetz.....	65
9.2.	Darstellung der Wärmeversorgungsarten	67
10.	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog.....	71
10.1.	Maßnahmenkatalog	71
10.2.	Maßnahmenblätter	72
11.	Kommunikationsstrategie	76
11.1.	Informationsbereitstellung und Kommunikationskanäle	76
11.2.	Zielgruppenorientierte Kommunikation	77
11.3.	Workshops und Veranstaltungsformate.....	77
11.3.1.	Zeitplan der Maßnahmen.....	79
11.4.	Langfristige Kommunikation und Evaluierung nach dem Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung.....	79
11.5.	Stakeholdermapping	79
11.6.	Stellungnahmen und Rückmeldungen aus der Bevölkerung	82
12.	Verstetigungsstrategie.....	84
13.	Controlling-Konzept.....	88
13.1.	Controlling-Ansätze	88

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Arbeitspakete & Zeitplan und Zeitplan.....	9
Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans	13
Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken	17
Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Großalmerode	18
Abb. 5: Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung.....	22
Abb. 6: Gebäudebestand mit verorteten Adresspunkten in QGIS	23
Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen.....	24
Abb. 8: Die „Heatmap“ als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster	25
Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf [MWh/Jahr].....	26
Abb. 10: Ermittelte räuml. Brennstoffverteilung dargestellt auf dem 100x100m-Zensusgitter	27
Abb. 11: Wärmelinienichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen	29
Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie	30
Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert).....	31
Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)	32
Abb. 15: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)	33
Abb. 16: Anteile Nutzflächen (m ²) nach Gebäudekategorie.....	34
Abb. 17: Heizwärmebedarf nach Sektoren (MWh/a)	35
Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr).....	36
Abb. 19: Durchschnittlicher Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter	37
Abb. 20: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf	38
Abb. 21: Energieträgerverteilung zur Deckung des Heizwärmebedarfs	39
Abb. 22: CO ₂ -Emissionen [t CO ₂ eq] nach Gebäudekategorie	40
Abb. 23: Max. Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestandssanierung.....	55
Abb. 24: Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Großalmerode.....	59
Abb. 25: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen	59
Abb. 26: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung engagierter Sanierungsmaßnahmen	60
Abb. 27: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen.....	61
Abb. 28: Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen	62
Abb. 29: Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2045	64
Abb. 30: Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045	68
Abb. 31: Eignung der Gebiete und Baublöcke für eine mögliche Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2045	69
Abb. 32: Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Versorgung mit Wasserstoff im Zieljahr 2045	70
Abb. 33: Impressionen von der Abschlussveranstaltung am 21.11.2024.....	72

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Energieinfrastruktur	43
Tab. 2: Solarenergie - technische Potentiale und gegenwärtige Produktion.....	49
Tab. 3: Stakeholdergruppen.....	82

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
MaStR:	Marktstammdatenregister
MFH:	Mehrfamilienhaus
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 Großalmerode, verortet im Werra-Meißner-Kreis in Hessen, 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 Großalmerode 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 Großalmerode 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.

Verpflichtungen der Kommunen

Gemäß dem WPG müssen alle Städte und Gemeinden bis spätestens 2028 eine kommunale Wärmeplanung vorlegen. Für größere Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt eine verkürzte Frist bis Ende 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 2045

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 Großalmerode konnte durch diese Fördermittel die Erstellung des kommunalen Wärmeplans sicherstellen.

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.

2. Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Großalmerode wurde ein klar strukturiertes Prozess- und Kommunikationsmanagement implementiert, das sicherstellte, dass alle relevanten Akteure 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 Großalmerode arbeitete. Ein Kernteam, bestehend aus Mitarbeitern aus dem Fachbereich Stadtentwicklung, Liegenschafts- und Immobilienmanagement auf der Seite der Stadt Großalmerode, den Stadtwerken Großalmerode / Städtischen Werke Kassel 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 ein Steuerungsteam, das sich aus Vertretern aller politischen Fraktionen 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, legte die Basis für eine methodische und transparente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und trug entscheidend zur Zielerreichung bei.

2.1. Zeitplan und Meilensteine

Arbeitspakete (APs) / Zeitplan	2024									
	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	
AP0 - Projektmanagement										*9 *10
AP1 - Bestandsanalyse sowie Energie- & Treibhausgasbilanz				*2						
AP2 - Potentialanalyse zu Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien					*3					
AP3a - Zielszenario & Entwicklungspfade						*4				
AP3b - Umsetzungsstrategie & Maßnahmenkatalog							*5			
AP4 - Beteiligung Verwaltungseinheiten & relevanten Akteure										
AP5 - Verstetigungsstrategie								*6		
AP6 - Controlling-Konzept								*7		
AP7 - Kommunikationsstrategie			*1							
AP8 - Begleitende Maßnahmen										
- Endredaktion und Druck des Plans									*8	
- Organisation & Durchführung von Akteursbeteiligung										
- Begleitende Öffentlichkeitsarbeit										

Geplante Meetings (Veranstaltungen)

Kernteam-sitzung	(x)	x 0 x	x x	x x (0)	x x	x x	x 0 x	x x x	x 0 x
Kick-off Meeting		0							
Meeting des Steuerungskreises		0		x			x (0) x		0
Präsentation der Ergebnisse aus AP1&AP2 sowie Vorschau auf AP3 & AP4 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppenunter (inkl. Kernnteam & Steuerungskreis/Politik)					<-- x/(0)-->				
Workshop "Umsetzungsstrategie & Maßnahmenkatalog" inkl. Präsentation der Ergebnisse aus AP1-AP3 unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernnteam & Steuerungskreis/Politik)							x 0 x		
Präsentation der Ergebnisse im Stadtrat / öffentlichen Sitzungen							x 0 x		0
Abschluss- & Bürgerinformationsveranstaltung mit Präsentation des Wärmeplans unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernnteam & Steuerungskreis/Politik)									0

0 Termin vor Ort
x Video Konferenz
(x)/(0) optionale Termine

Meilensteine

*1 Vorlage Partizipations- und Kommunikationsstrategie
*2 Abschluss und Präsentation der Ergebnisse aus AP1 - <u>1. Zwischenbericht</u> zur Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
*3 Abschluss und Präsentation AP2 - <u>2. Zwischenbericht</u> - Potentialanalyse Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien (inkl. möglicher Abwärmepotentiale)
*4 Festlegung Zielszenario
*5 Vorlage Umsetzungsstrategie & Maßnahmenkatalog - <u>3. Zwischenbericht</u>
*6 Vorlage Verstetigungsstrategie
*7 Vorlage Controlling-Konzept
*8 Vorlage Abschlussbericht
*9 Präsentation des Wärmeplans
*10 Finale Übergabe & Abschluss der Wärmeplanung

Abb. 1: Arbeitspakete & Zeitplan und Zeitplan

2.2. Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung verfolgt das übergeordnete Ziel, die Kommunen auf den Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu bringen und dabei eine nachhaltige, ökologisch verantwortungsvolle und wirtschaftlich tragfähige Energieinfrastruktur zu schaffen.

Die übergeordnete Zielesetzung 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 Großalmerode 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 der Steuerungsgruppe, 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 Großalmerode 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 2045 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 Bürgerinnen und Bürger 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, wie Energieversorger und Unternehmen in den Planungsprozess
 - Aufbau von Klimaschutz-Netzwerken, um Synergien zwischen verschiedenen Akteuren 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

Die relevanten Akteure 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 sowie der Bürgerinnen und Bürger 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 Bürgerinnen und Bürger berücksichtigt. Der kommunale Wärmeplan generiert somit einen umfassenden Mehrwert, indem er die Interessen und Anforderungen aller beteiligten Akteure 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 Bürgerinnen und Bürger** schafft der kommunale Wärmeplan Transparenz und Orientierung hinsichtlich verfügbarer, klimafreundlicher und kosteneffizienter Wärmeversorgungsoptionen
- **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 Netzbetreiber und Energieversorger** liefert die Wärmeplanung wichtige Erkenntnisse, um Planungen und Investitionen in den Umbau und die Anpassung der Wärmeinfrastruktur zu priorisieren

3. Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung

Der kommunale Wärmeplan in der Stadt Großalmerode wurde in einem klar strukturierten und prozessorientierten Ablauf umgesetzt, der auf die kontinuierliche Zusammenarbeit verschiedener Akteure 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 Gebäudebestandskartierung, 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 das Steuerungsteam 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. Das Steuerungsteam 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 Großalmerode 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 Großalmerode 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, Landwirtschaft und Gewerbe mit in den Ablauf einzubinden, um die Verbreitung der Informationen in ihren Netzwerken zu erhöhen. Die Kommunikation stützte sich auf bewährte und reichweitenstarke Kanäle, insbesondere 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, Bürgerinnen und Bürgern und politischen Vertretern einzuholen. Dazu gehörten:

- Stakeholder-Mapping zur Identifikation relevanter Akteure und Netzwerke
- Maßnahmenworkshop mit Beteiligung der relevanten Stakeholdergruppen, um konkrete lokale Potentiale und Prioritäten zu erarbeiten
- Unternehmensbefragungen, um spezifische Anforderungen und Erwartungen zu berücksichtigen
- 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. Das aus den Daten generierte Geodatenbank ermöglicht die 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 Abb. 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 könnte die realen Stadtstrukturen als interaktives Modell abbilden und weitreichende Potentiale für Szenario-Simulationen und räumliche Analysen 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 Großalmerode 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

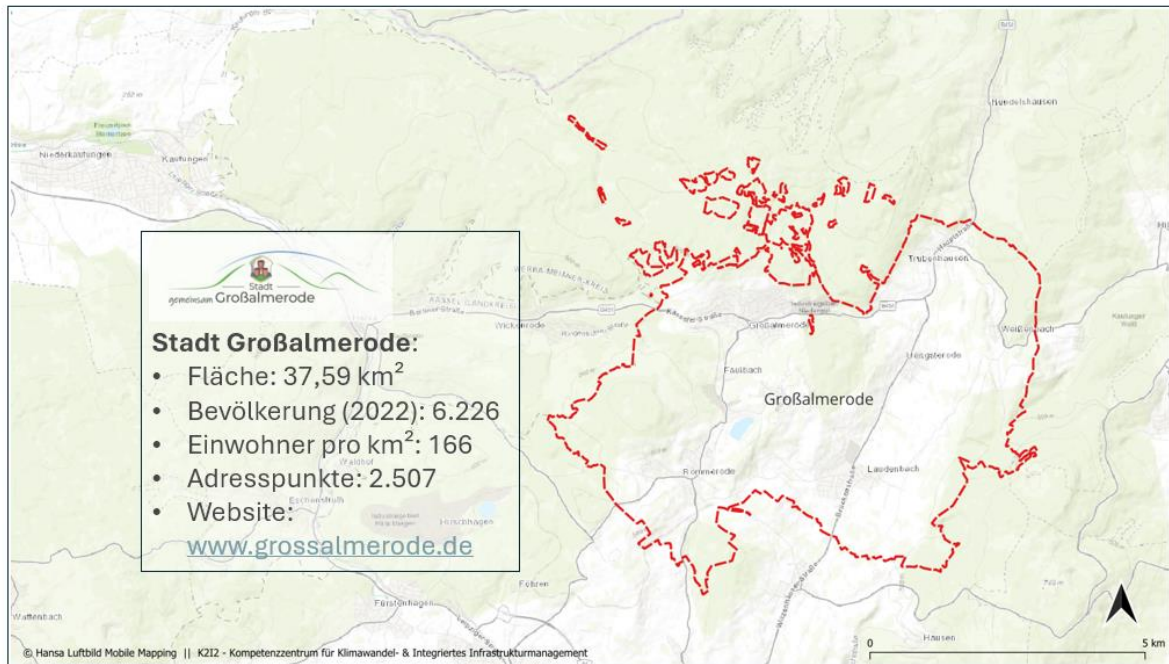


Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken

Die Stadt Großalmerode mit einer Gesamtfläche von rund 38 km² liegt im Nordosten des Bundeslands Hessen und ist eine kreisangehörige Stadt des Werra-Meißner-Kreises im Regierungsbezirk Kassel.

6.1. Bevölkerungsentwicklung

Die Stadt Großalmerode zeichnet sich aktuell durch einen Bevölkerungsrückgang aus. Aktuelle Zahlen des Hessischen Statistischen Landesamts zeigen, dass die Einwohnerzahl derzeit bei 6.226 liegt, was einer Bevölkerungsdichte von 166 Einwohnern pro km² entspricht. Diese geringe Besiedlungsdichte stellt Herausforderungen für die Wärmeplanung dar, bietet jedoch gleichzeitig Chancen, innovative und nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Die bereitgestellten Statistiken des Landesamtes und der Hessen Agentur prognostizieren für die kommenden Jahrzehnte einen markanten Bevölkerungsverlust von über 10 % bis 2050. Diese dynamische Entwicklung macht eine strategische und vorausschauende Wärmeplanung unerlässlich.

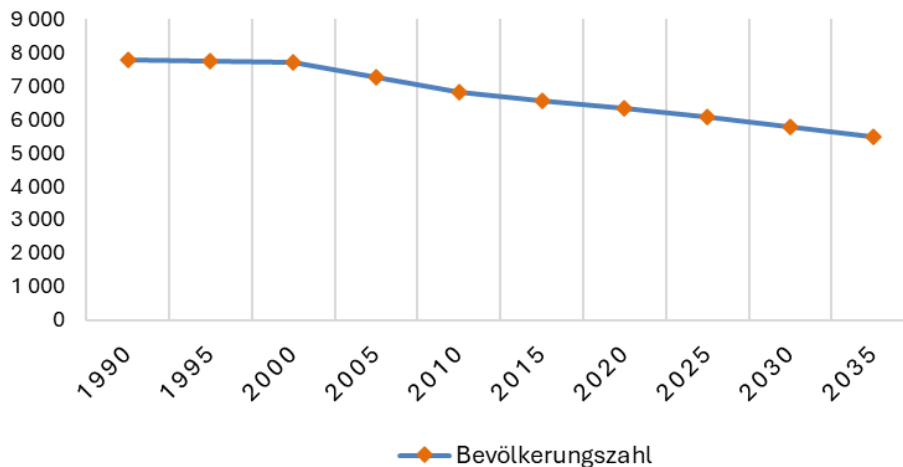


Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Großalmerode

Eine strategische Wärmeplanung muss sicherstellen, dass sowohl der steigende Wärmebedarf während der Wachstumsphase als auch die effizientere Nutzung vorhandener Kapazitäten bei einem späteren Bevölkerungsrückgang berücksichtigt werden. Neben den demografischen Veränderungen sollten dabei auch Aspekte wie der spezifische Flächenbedarf pro Person, die Entwicklung bedarfsgerechter Wohnformen sowie die städtebauliche Verdichtung berücksichtigt werden. So können langfristig nachhaltige und wirtschaftliche Lösungen entwickelt werden, die sowohl ökologische als auch sozio-ökonomische Ziele miteinander verbinden.

6.2. Harmonisierung der demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung

Die kontinuierlich sinkende Einwohnerzahl in Großalmerode führt zu einer weiteren Verringerung der Besiedlungsdichte und bringt zusätzliche Herausforderungen für den wirtschaftlichen Betrieb großflächiger Wärmenetze mit sich. Die hohen Investitions- und Betriebskosten solcher Netze lassen sich in weniger dicht besiedelten Regionen oft nur schwer amortisieren. Gleichzeitig eröffnet der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien und der Einsatz innovativer Technologien neue Chancen. So können Maßnahmen wie der Einsatz solarthermischer Anlagen, Wärmepumpen und Biomasse nicht nur die langfristige Sicherstellung der Wärmeversorgung gewährleisten, sondern auch die Attraktivität der Stadt als lebenswerter und zukunftsorientierter Wohnstandort fördern.

Die demographische Entwicklung ist ein zentraler Faktor, der den zukünftigen Energiebedarf in Großalmerode maßgeblich prägt. Der prognostizierte Rückgang der Bevölkerung führt zu einem verminderten Bedarf an Wohnraum und Heizenergie sowie zu veränderten infrastrukturellen Anforderungen.

Aus diesen Tatsachen lassen sich folgende zu betrachtende Aspekte ableiten:

Wohnraumbedarf und Energienutzung

1. Der Rückgang der Bevölkerung erfordert eine Anpassung des Wohnraumangebots – etwa durch die Umnutzung bestehender Flächen und eine bedarfsgerechte Nachverdichtung in zentralen Ortsteilen. Die geringe Besiedlungsdichte bietet hierbei die Möglichkeit, energieeffiziente Sanierungen und Neubauten zu realisieren, die optimal an nachhaltige Wärmeinfrastrukturen angebunden sind.
2. 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 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

- Mit dem Rückgang der Bevölkerung verändert sich auch der Bedarf an kommunaler Infrastruktur. Einrichtungen wie Schulen, Gewerbeflächen und öffentliche Einrichtungen müssen an eine kleinere Nutzerzahl angepasst werden, was den Gesamtenergiebedarf beeinflusst. Eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung, die sowohl Wirtschaftlichkeit als auch Klimaziele berücksichtigt, gewinnt daher zunehmend an Bedeutung.

Trotz der Herausforderungen durch die geringe Besiedlungsdichte bietet Großmerode Potentiale, durch innovative 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 2045 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 den Lokalwerken 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 Kombination aus detaillierter Bestandsanalyse, räumlicher Visualisierung und sektoraler 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 Großalmerode 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 Bewohnerinnen und Bewohner

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 physische Barrieren (z. B. Eisenbahnlinien oder Fließgewässer) begrenzt ist. Innerhalb eines Blocks befinden sich in der Regel mehrere zusammenhängende oder freistehende Gebäude, die auf den Grundstücken des Blocks verteilt sind.

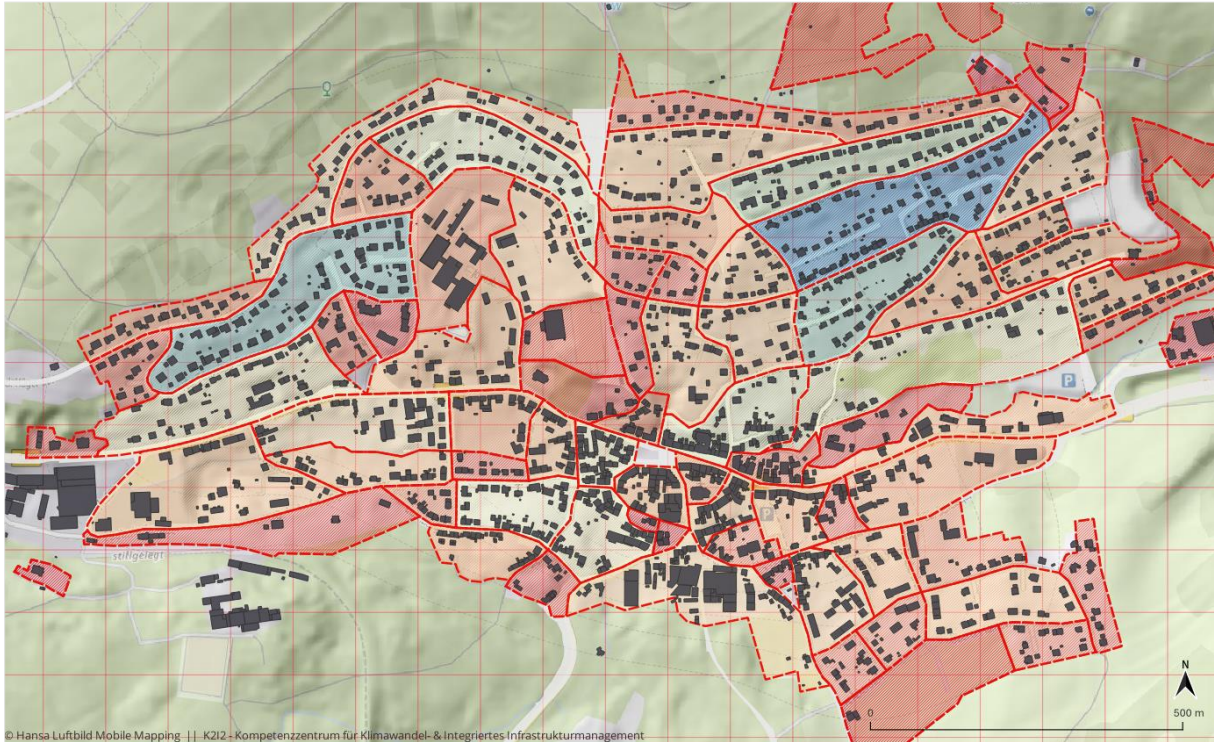


Abb. 5: Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung

Zur Charakterisierung eines Baublocks im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gehören Indikatoren, wie die dominierende Gebäudekategorie (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 fließen 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

1. Gebäudescharfe Erfassung des Bestandes

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.

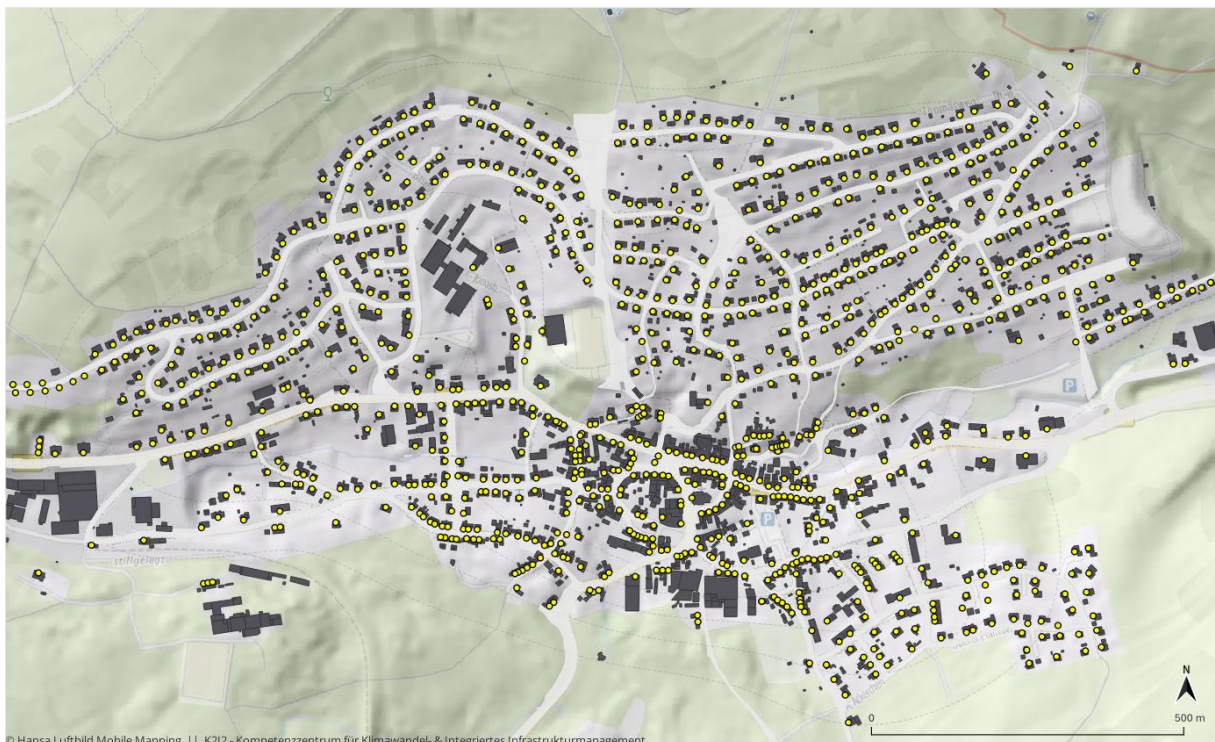


Abb. 6: Gebäudebestand mit verorteten Adresspunkten in QGIS

7.2.1. GIS-basierte Analyse und Visualisierung

Die relevanten Gebäudeeigenschaften wie Baualterklassen, 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.

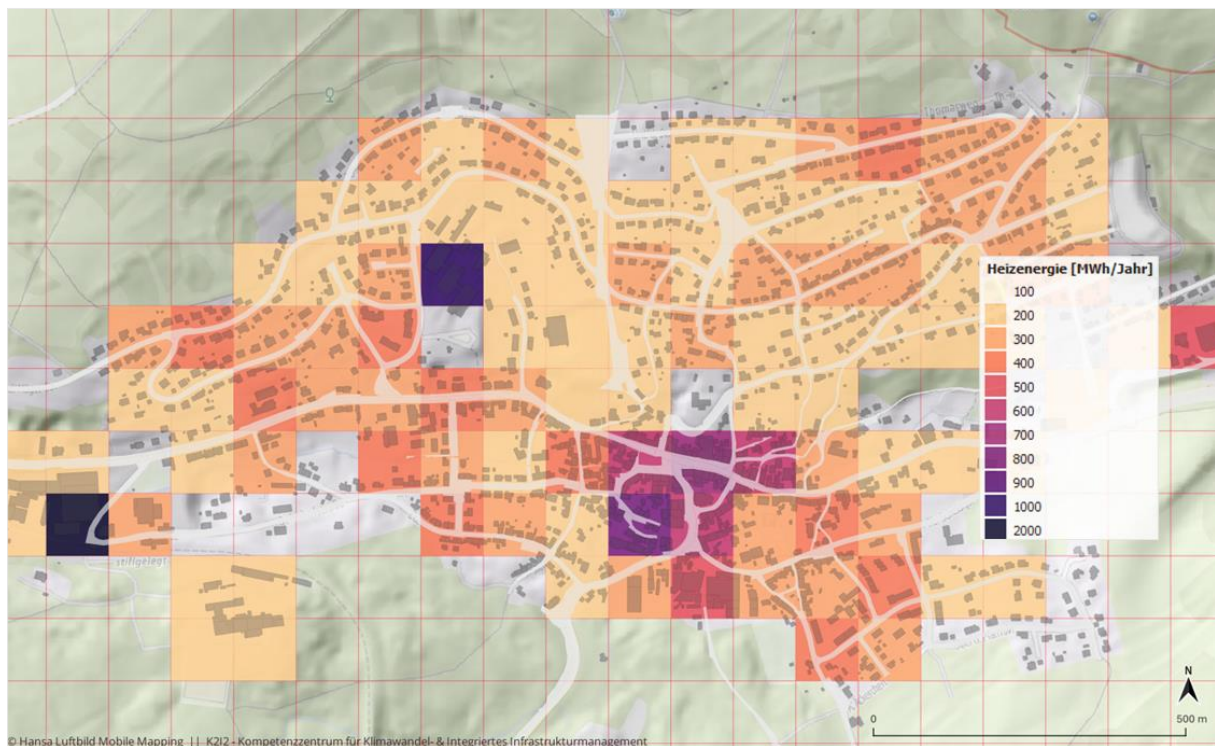


Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100 x 100m Grid) mit aggregierten Heizenergiebedarfen

7.2.2. Energiebedarfsmodellierung

Der Heizwärmebedarf wurde sektoren- und gebäudegruppenspezifisch auf Basis etablierter Modelle und Datenquellen ermittelt. Dabei diente der Wärmeatlas der LandesEnergieAgentur Hessen (LEA Hessen, Stand 2023) als Grundlage, ergänzt durch die TABULA-Gebäudetypologien und den Abgleich mit realen Verbrauchskennzahlen. 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 für das Kerngebiet. Grundlage der Darstellung ist eine baublockweise Analyse, bei der der Heizwärmebedarf in MWh/Jahr erfasst wurde. Baublöcke mit weniger als fünf Adresspunkten wurden aus Datenschutzgründen nicht dargestellt.

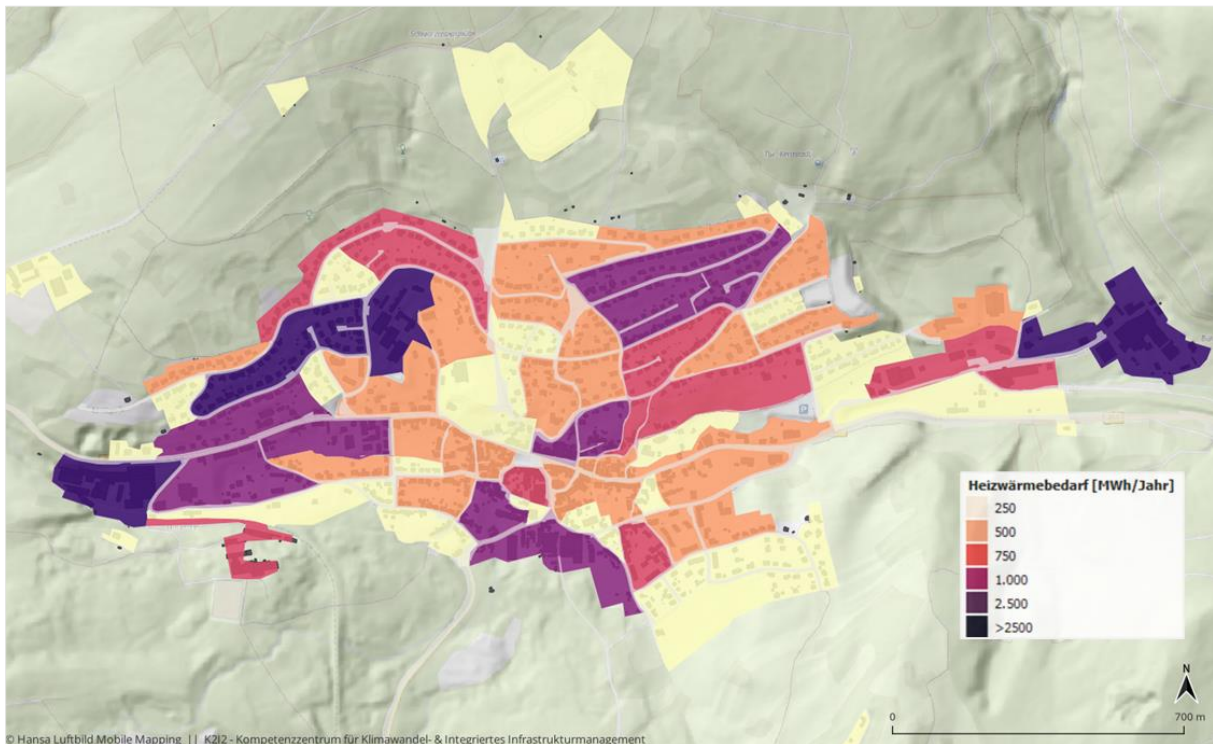


Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf [MWh/Jahr]

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.

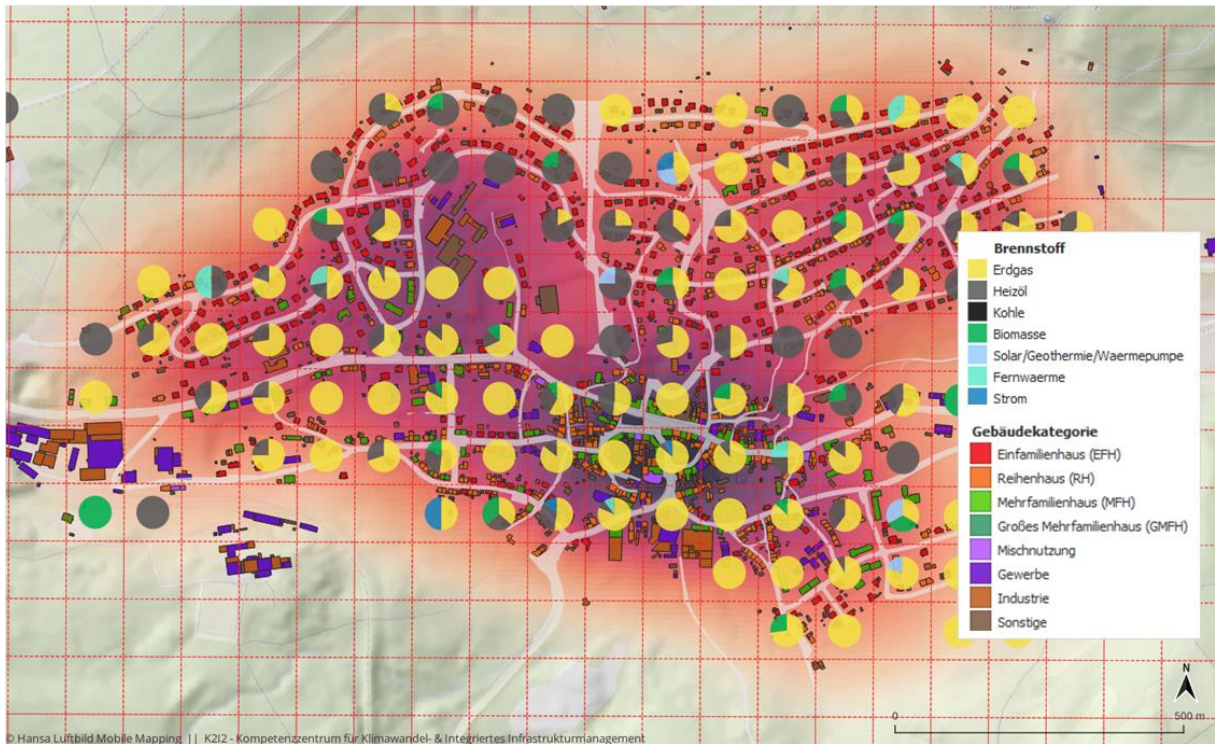


Abb. 10: Ermittelte räuml. Brennstoffverteilung dargestellt auf dem 100x100m-Zensusgitter

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 beheiztem 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 ermöglichen. 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: Wärmeliniendichte (MWh/m) und korrelierende geeignete Wärmenetztypen

Die Visualisierung der Wärmeliniendichten 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

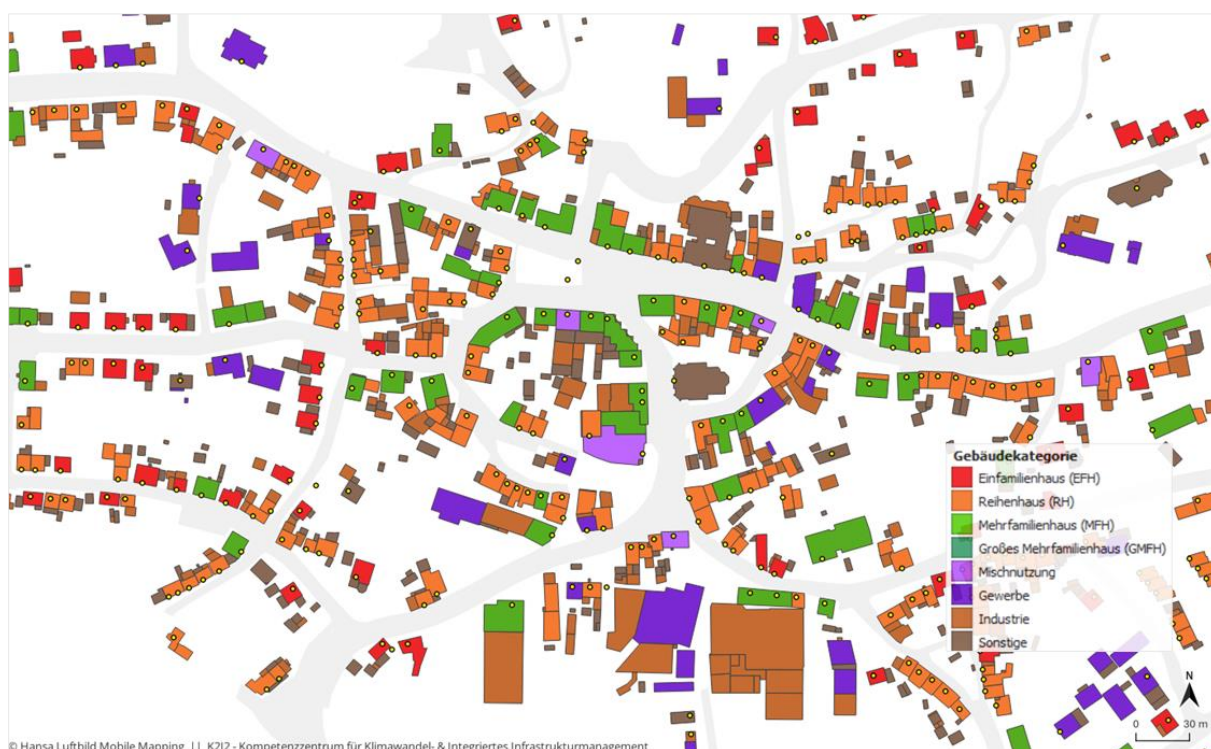


Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie

Die Anzahl der Adresspunkte in Großalmerode und der damit postalisch erreichbaren Hauptgebäude beträgt 2.507. 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

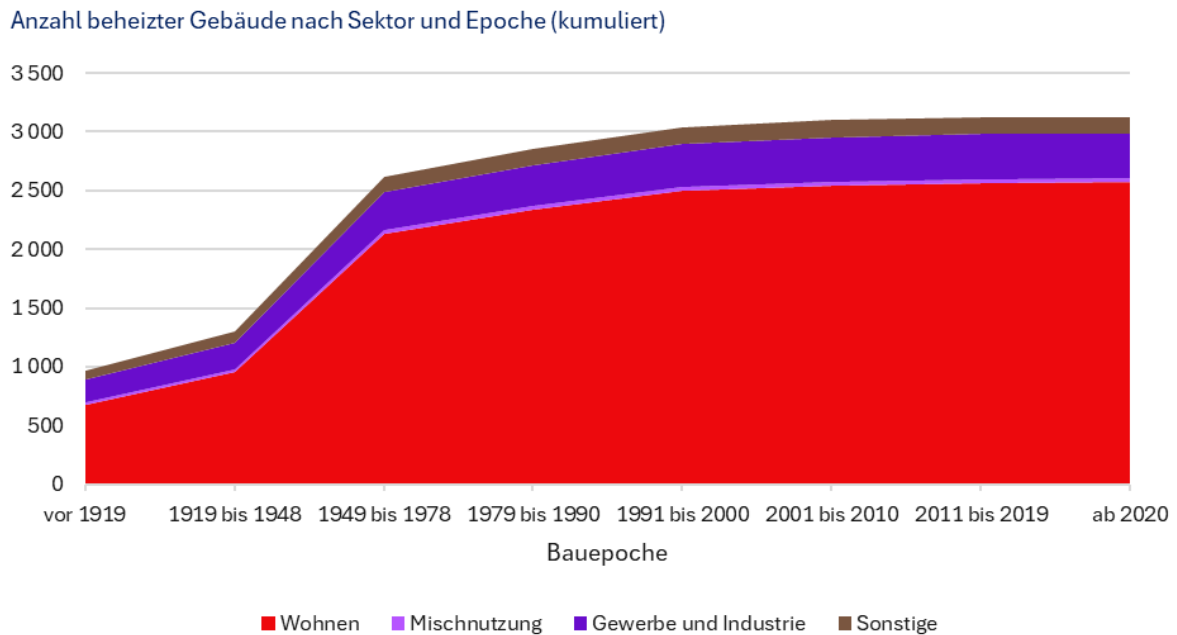


Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert)

Abb. 13 zeigt die kumulierte Entwicklung der Anzahl beheizter Gebäude in Großalmerode, 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. 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.

Der Wohnsektor (siehe **Abb. 14**) dominiert mit rund 2.600 Gebäuden im Jahr 2022 den Gebäudebestand und stellt damit den wichtigsten Bereich für die Wärmeplanung dar. Gewerbe und Industrie zeigen hingegen ein vergleichsweise langsames Wachstum und bleiben zahlenmäßig gering. Die bedeutendsten Bauphasen lagen zwischen 1945 und 1980, in denen ein Großteil der heutigen Gebäude errichtet wurde. Nach 2000 flachte das Wachstum ab. Ein ähnliches Bild erkennt man bei der Entwicklung der Anzahl beheizter Wohngebäude, wo entsprechend die Einfamilienhäuser mit Abstand am stärksten vertreten sind. Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in den energetischen Anforderungen und Sanierungsbedarfen wider, da Gebäude aus den Bauphasen vor 1980 oft höhere Wärmebedarfe aufweisen.

Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)

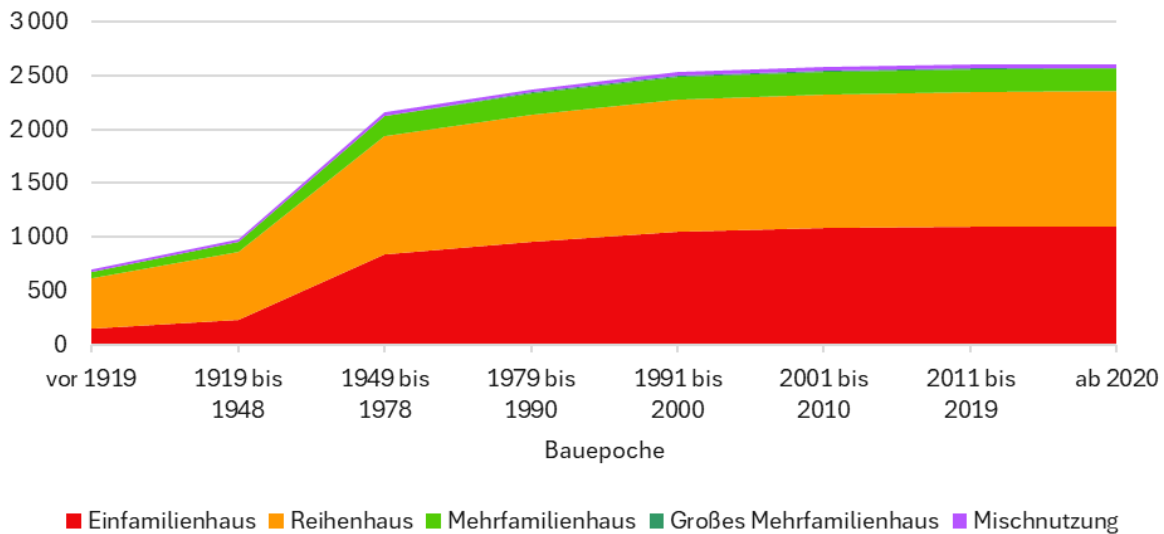


Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)

7.4. Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen

Entwicklung der Gebäudenutzflächen

Ein präziseres Bild der Heizwärmebedarfe ergibt sich durch die Analyse der Nutzflächen der verschiedenen Gebäudetypen. Die Gesamtgebäudefläche in Großalmerode, die sowohl beheizte als auch unbeheizte Flächen umfasst, beträgt rund 1.570.000 m². Ein präziseres Bild der Heizwärmebedarfe ergibt sich durch die Betrachtung der beheizten Flächen, die in Großalmerode eine Gesamtnutzfläche von rund 835.000 m² umfassen. Insbesondere der Wohnsektor dominiert die Wärmeplanung sowohl durch seine große Nutzfläche als auch durch die Anzahl der Gebäude. Während der Fokus auf den beheizten Flächen liegt, ermöglicht die Berücksichtigung unbeheizter Bereiche eine ganzheitliche Betrachtung der baulichen Strukturen und deren energetischer Potentiale. Die Berücksichtigung 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.

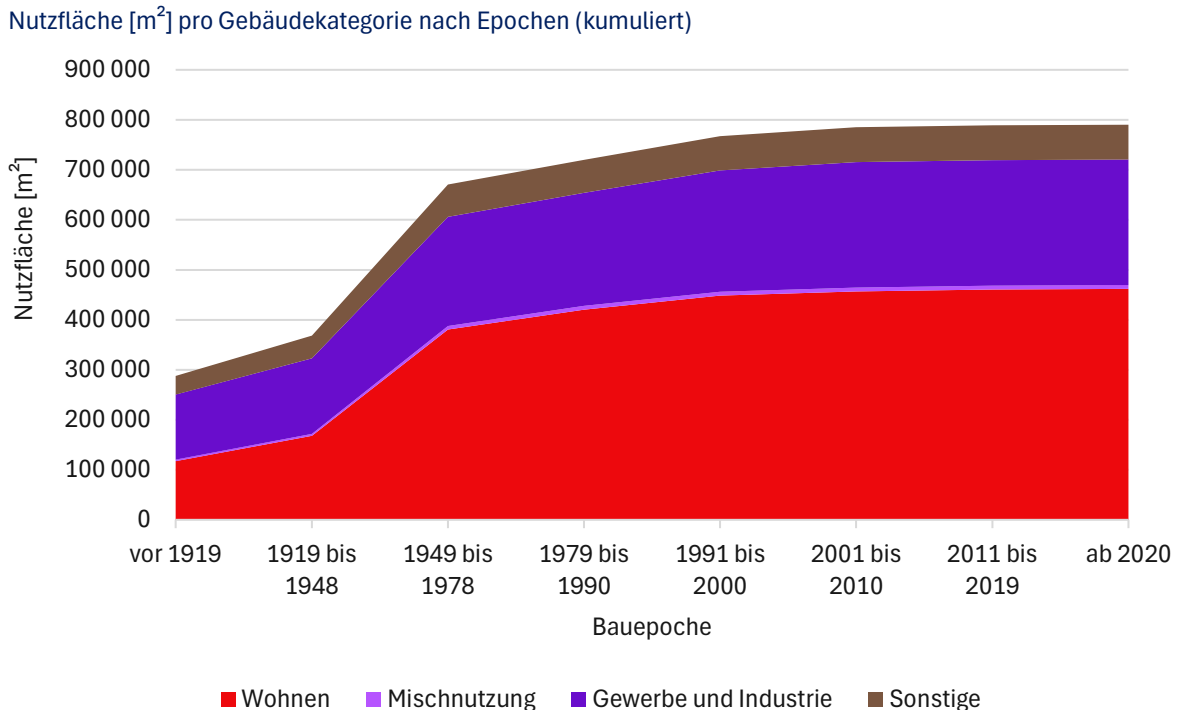


Abb. 15: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)

Abb. 15 zeigt die Entwicklung der kumulierten beheizten Nutzflächen in Großalmerode über verschiedene Bauepochen, differenziert nach den Nutzungsarten Wohnen, Mischnutzung, Sonstige, Industrie und Gewerbe. Korrelierend mit den Bautätigkeiten ist ab den 1950er-Jahren ein deutlicher Anstieg der Wohnflächen zu erkennen, der sich insbesondere in den Jahren nach 1980 verstetigt, in den 2000 Jahren abflacht. Der Wohnsektor dominiert mit Abstand und macht den größten Teil der Nutzfläche aus. Andere Sektoren wie Industrie und Gewerbe zeigen nur geringe Zuwächse.

Wohngebäude – Nutzflächen

Anteile der Gebäudekategorien am Heizwärmebedarf

In Großalmerode entfällt gegenwärtig mit einer Fläche von knapp 250.000m² die größten Nutzflächenanteile auf die Kategorie Gewerbe und Industrie, gefolgt von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern. Mehrfamilienhäuser und sonstige Gebäude weisen im Vergleich deutlich geringere Flächenanteile auf und haben entsprechend weniger Einfluss auf den Gesamtwärmebedarf.

Anteile Nutzfläche [m²] nach Gebäudekategorie

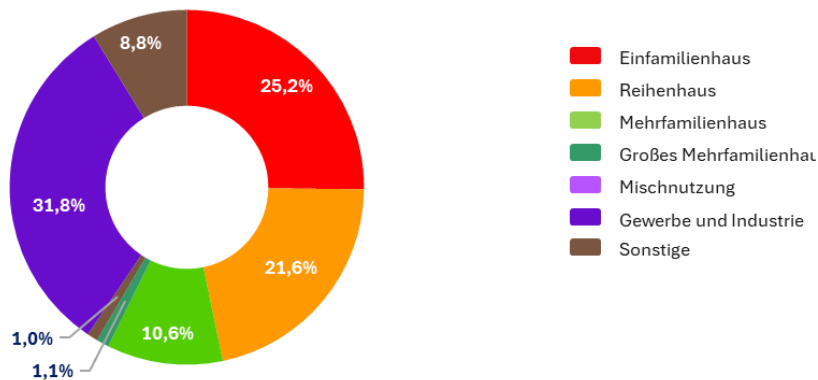


Abb. 16: Anteile Nutzflächen (m²) nach Gebäudekategorie

Ein Nutzflächenanteil von knapp 47 % an der beheizten Gesamtnutzfläche von rund 835.000 m² unterstreicht die zentrale Bedeutung der Einfamilien- und Reihenhäuser für die Heizwärmebereitstellung in Großalmerode. Diese Gebäudetypen dominieren 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 1 % 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, die etwa 12 % 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 Großalmerode

Obwohl öffentliche Gebäude in Großalmerode nur einen geringen Anteil an der gesamten beheizten Nutzfläche ausmachen, spielen ihre Sanierung und ihr Neubau 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.

Durch ihre Nutzung und Symbolkraft tragen diese Gebäude wesentlich dazu bei, nachhaltige Entwicklungsziele zu fördern. Mit solchen und ähnlichen Projekten demonstriert

Großalmerode, wie energieeffiziente und zukunftsorientierte Lösungen umgesetzt werden können, um langfristig einen Beitrag zur Klimaneutralität zu leisten. Diese Maßnahmen sollen private Hausbesitzer und Unternehmen dazu ermutigen, ähnliche Maßnahmen umzusetzen, und tragen gleichzeitig dazu bei, die Lebensqualität und den Komfort für die Bürgerinnen und Bürger in Großalmerode 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.

Heizwärmebedarf nach Sektoren [MWh/a]

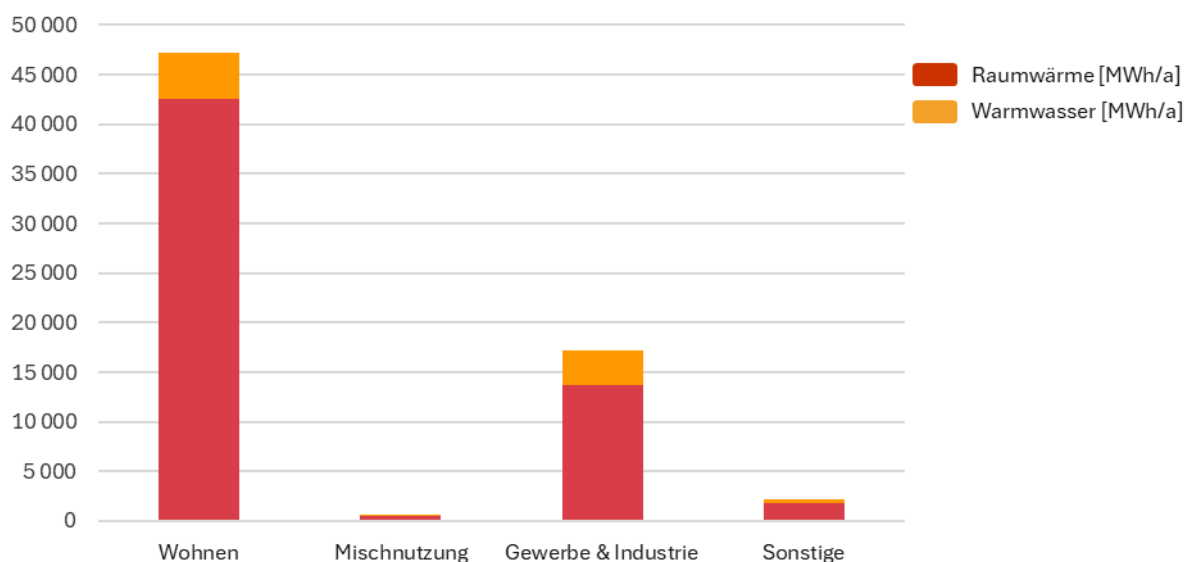


Abb. 17: Heizwärmebedarf nach Sektoren (MWh/a)

Abb. 17 zeigt den jährlichen Heizwärmebedarf (in MWh) der verschiedenen Sektoren, unterteilt in Raumwärme und Warmwasser. Der Wohnsektor weist dabei mit Abstand den größten Energiebedarf auf, wobei die Raumwärme den dominierenden Anteil bildet. Insgesamt beträgt der Gesamtheizwärmebedarf rund 67 GWh pro Jahr (Stand 2022). Der Sektor "Gewerbe und Industrie" trägt mit einem deutlich geringeren, aber dennoch relevanten Beitrag bei, während Mischnutzung und sonstige Sektoren bei der Raumwärme im Vergleich eine untergeordnete Rolle spielen.

Heizwärmebedarf der Wohngebäude

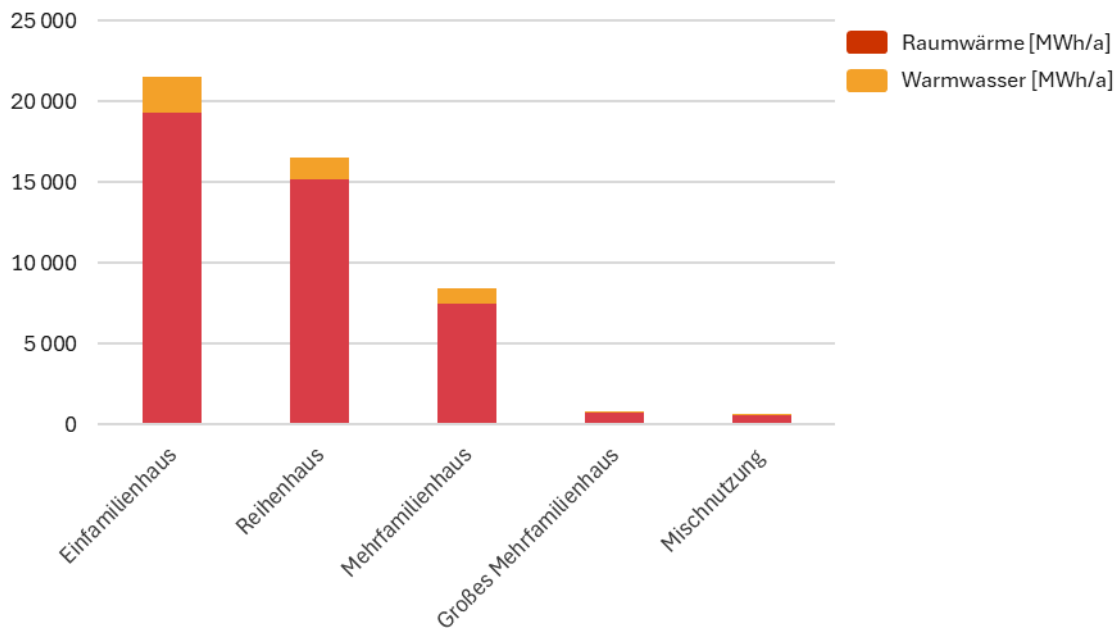


Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/Jahr)

Abb. 18 zeigt, dass die Raumwärme in allen Gebäudekategorien der dominierende Faktor im Energiebedarf ist. Besonders die Einfamilienhäuser und Reihenhäuser mit einem aufsummierten Raumwärmebedarf von rund 34 GWh pro Jahr heben sich aufgrund ihres größeren Anteils an beheizter Fläche hervor. Diese Verteilung verdeutlicht die Bedeutung einer gezielten Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere im Einfamilien- und Reihenhausbereich, um Klimaziele zu erreichen und die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern. Warmwasser spielt im Vergleich zur Raumwärme eine untergeordnete Rolle, ist jedoch ebenfalls wichtige Komponenten, insbesondere im Hinblick auf die Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie und Photovoltaik zur Warmwasseraufbereitung. Der Einsatz dieser Technologien kann die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern im Privatbereich verringern und zur nachhaltigen Energieversorgung beitragen.

Durchschnittlicher Heizwärmebedarf der Wohngebäude [kWh/m²/a]

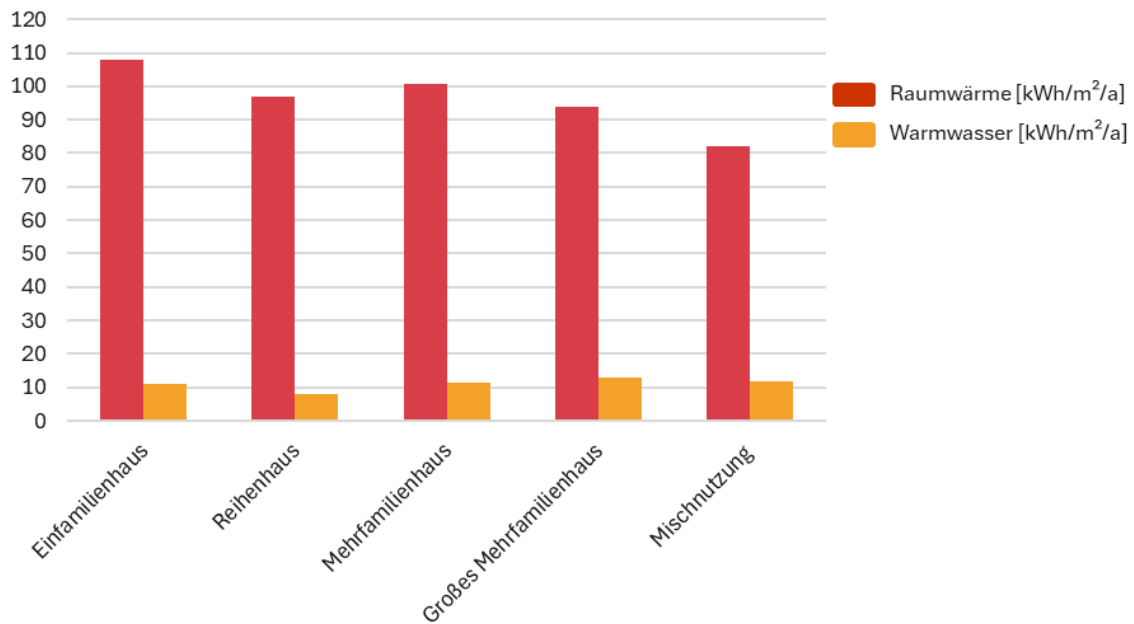


Abb. 19: Durchschnittlicher Heizwärmebedarf [kWh/a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter

Abb. 19 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 107 kWh/m². Dabei entfällt der größte Anteil auf den spezifischen Raumwärmebedarf, der im Durchschnitt bei 97 kWh/m² liegt. Dieser Wert verdeutlicht ein erhebliches Sanierungspotential, insbesondere bei älteren Gebäuden, die häufig nicht den aktuellen energetischen Standards entsprechen. Abweichungen zwischen den einzelnen Gebäudekategorien resultieren hauptsächlich aus Unterschieden im Gebäudealter, der energetischen Bauqualität sowie den verschiedenen Wohnungsgrößen und Nutzflächen. Insbesondere ältere Gebäude mit größeren beheizten Flächen und unzureichender Dämmung weisen tendenziell höhere spezifische Energiebedarfe auf. Eine energetische Sanierung dieser Gebäude bietet nicht nur die Möglichkeit, den Gesamtenergieverbrauch deutlich zu reduzieren, sondern trägt auch erheblich zur Erreichung der Klimaziele bei. Gleichzeitig wird durch eine verbesserte Wärmeversorgung die Effizienz gesteigert und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert.

Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf des Sektors Wohnen

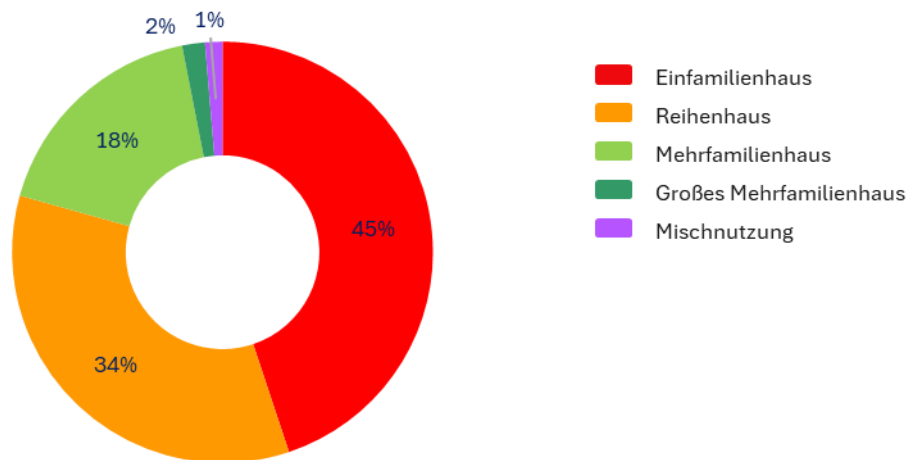


Abb. 20: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf

Abb. 20 zeigt, dass Einfamilien- und Reihenhäuser mit einem Anteil von 79 % am Heizwärmebedarf der Wohngebäude eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung von Großalmerode 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.

7.6. Energieträgerverteilung

Der Heizwärmebedarf in Großalmerode 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.

Energieträgerverteilung - Anteile [%] einzelner Brennstoffe

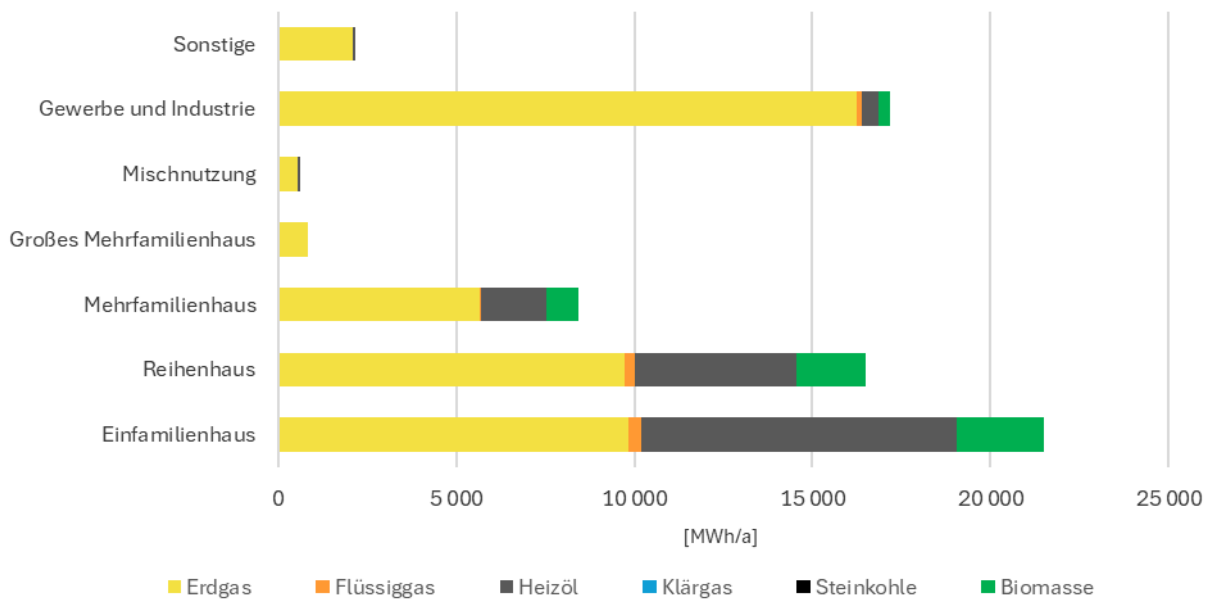


Abb. 21: Energieträgerverteilung zur Deckung des Heizwärmebedarfs

Abb. 21 verdeutlicht, dass Erdgas, mit einem Anteil von über 67 %, der dominierende Energieträger ist und den größten Teil des Energiebedarfs abdeckt. Heizöl, mit einem Anteil von rund 24 %, ist der zweitwichtigste Energieträger, was die weiterhin hohe Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht. Erneuerbare Energien, wie Biomasse mit einem Anteil von rund 8 % speilen aktuell eine untergeordnete Rolle im Energiemix der Stadt. Diese Verteilung macht die starke Abhängigkeit der Stadt Großalmerode 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 Großalmerode, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt wurden, sind maßgeblich durch den Heizwärmebedarf und die Verteilung der genutzten Energieträger geprägt.

CO₂-Emissionen [t CO₂eq] nach Gebäudekategorie

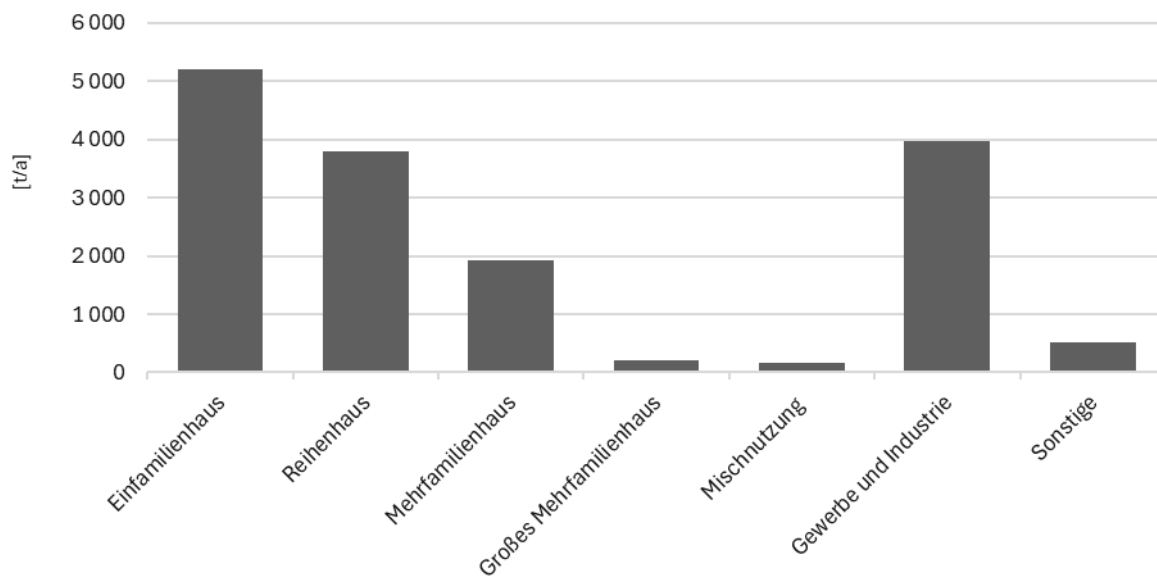


Abb. 22: CO₂-Emissionen [t CO₂eq] nach Gebäudekategorie

Abb. 22 zeigt die CO₂-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten (t CO₂eq), aufgeschlüsselt nach Gebäudenutzung. Wohngebäude verursachen mit 11.100 t CO₂eq den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Dies ist vor allem auf die intensive Nutzung fossiler Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl zurückzuführen. Industrie-/Gewerbegebäude tragen rund 4.000 t CO₂eq bei, was nahezu vollständig auf den Verbrauch von Erdgas zurückzuführen ist. Insgesamt wird die sektorale Emissionsbilanz klar 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 Großalmerode 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 Verbraucherinnen 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 war 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 folgende Gebiete ausgeschlossen:

- Naturschutzgebiete (z. B. Natura-2000-Gebiete)
- Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete
- Überschwemmungsgebiete
- Flächen mit besonderen Vorgaben aus Biodiversitätsplänen

Die Ergebnisse zeigen, dass das theoretische Potential – die Nutzung aller frei verfügbaren Flächen – sowohl den Wärme- als auch den Endenergiebedarf in Großalmerode übertrifft. Auch das technisch machbare Potential liegt deutlich über der aktuellen Nutzung erneuerbarer Energien.

Dies unterstreicht, dass aus rein technischer Sicht signifikante Produktionssteigerungen und eine umfassende Substitution fossiler Energieträger in allen Anwendungsbereichen möglich sind. Großalmerode verfügt damit über ein erhebliches Entwicklungspotential für eine nachhaltige und klimafreundliche Energieversorgung.

8.2. Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Großalmerode

Die Energieversorgung in Großalmerode 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
Gasversorgung	1.112 Gaszählpunkte
Stromversorgung	3.738 Stromzählpunkte
Stromerzeugungsanlagen	627 netzgekoppelte Anlagen
Photovoltaik (PV)	479 PV-Anlagen mit 4,4 MW installierter Nettoleistung
Batteriespeicher	120 Batteriespeicher mit 0,7 MW Nettoleistung
KWK/BHKW-Anlagen	8 Anlagen mit Stromnetzeinspeisung mit 23 KW installierter Nettoleistung

Quellen: Marktstammdatenregister (MaStR) und Städtische Werke Netz (SWN); Berechnungen HL-MM/K2I2

Das Gasnetz umfasst 3.500 Gaszählpunkte 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 8 überwiegend erdgasgespeisten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK/BHKW) mit einer installierten Leistung von 23 KW zeigen die maßgebliche fossilen Prägung auf.

Das Stromnetz mit 5.600 Zählpunkten gewährleistet eine zuverlässige Stromverteilung. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind 627 netzgekoppelte Stromerzeugungsanlagen vorhanden, darunter 479 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Nettoleistung von 4,4 MW. Ergänzt wird diese Kapazität durch 120 Batteriespeicher mit einer Nettoleistung von 0,7 MW, die eine effiziente Speicherung und Nutzung überschüssigen Stroms ermöglichen. Um die Energieversorgung in Großalmerode 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.

Informationsgrundlagen

Das kostenfreie Geologie-Viewer des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) bietet Basisinformationen zu geothermischen Potenzialen und zur Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Die bereitgestellten Karten liefern punktuelle Informationen zur Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds, die eine wichtige Grundlage für die Bewertung der geothermischen Potenziale bilden. Für Großalmerode liegen keine direkten

Daten vor. Daher wurde ein Wert für die Wärmeleitfähigkeit von 2 W/mK angenommen, was einer moderaten bis 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. Damit ist sie ein zentraler Indikator für die Eignung des Bodens für geothermische Anwendungen.

Potentiale

Ausgehend von rund 290 ha verfügbarer, nicht versiegelter Fläche im Siedlungsgebiet von Großalmerode ergibt sich bei einer Betriebsannahme von 1.800 Volllaststunden pro Jahr ein beachtliches Potenzial für die Nutzung von Erdwärmesystemen zur Wärmeversorgung. Für Erdwärmesonden, deren Leistung stark von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds abhängt, wurde ein Wert von durchschnittlich 2 W/mK und eine spezifische Leistung von 50 W/m angenommen. Bei einem Mobilisierungsfaktor von 30 % ergibt sich daraus ein technisches **Potenzial von rund 78.300 MWh/a** an Wärmebereitstellung.

Für Erdwärmekollektoren, die Wärme aus den oberflächennahen Schichten des Bodens gewinnen, beträgt die spezifische Leistung 20–30 W/m². Bei einem deutlich niedrigeren Mobilisierungsfaktor von 5 % resultiert eine effektiv nutzbare Fläche von 14,5 ha. Diese Fläche bietet ein **Wärmebereitstellungspotenzial von rund 6.525 MWh/a**.

Das Gesamtergebnis mit einem **Potenzial von rund 84,8 GWh/a** verdeutlicht, dass die oberflächennahe Geothermie einen bedeutenden Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in Großalmerode leisten kann.

Kosten

Die Vollkosten für eine Erdwärmesonde liegen typischerweise zwischen 20.000 und 30.000 €, 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 Großalmerode 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 Großalmerode leisten. Die Effizienz der Wärmeversorgung kann durch eine Kombination mit Solarthermie oder Wärmepuffersystemen zusätzlich gesteigert werden.

8.3.2. 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 Großalmerode

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 Großalmerode 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 Großalmerode 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.

8.3.3. Windkraft

Die Windenergie gehört zu den effizientesten und wirtschaftlichsten Möglichkeiten zur klimafreundlichen Stromerzeugung und spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung der Klimaschutzziele sowie der Umstellung auf eine nachhaltige Energieversorgung. Während andere Regionen Nordhessens bereits Windenergie nutzen, stellt sich die Situation in Großalmerode derzeit anders dar:

- Es gibt keine installierten Windkraftanlagen
- Politisch wird der Ausbau von Windkraft nicht verfolgt
- Es bestehen keine konkreten Planungen oder Beteiligungsmodelle für Windenergieprojekte

Sollte sich die Rahmenbedingungen in Zukunft ändern, könnten Potenzialflächen neu bewertet und mögliche Beteiligungsmodelle zur Akzeptanzförderung entwickelt werden.

Fazit:

- Basierend auf allgemeinen Windpotenzialstudien könnten in Großalmerode grundsätzlich geeignete Flächen für Windkraftanlagen existieren. Eine detaillierte Standortanalyse liegt jedoch nicht vor. Die bisherige Entscheidung gegen den Ausbau von Windkraftanlagen basiert auf politischen, landschaftlichen und gesellschaftlichen Abwägungen.
- Windkraftanlagen haben akustische, visuelle und ökologische Auswirkungen, die eine sorgfältige Planung erfordern. Rotorgeräusche können die Lebensqualität in Wohngebieten beeinträchtigen, weshalb Lärmgrenzen und Mindestabstände gesetzlich vorgeschrieben sind. Zudem prägen Windkraftanlagen das Landschaftsbild und können Vögel und Fledermäuse gefährden, was durch eine gezielte Standortwahl und gesetzliche Vorgaben minimiert werden kann. Genehmigungsverfahren und Ausgleichsmaßnahmen tragen dazu bei, negative Folgen für Mensch und Natur zu begrenzen.
- Ein entscheidender Faktor für die Akzeptanz der Windkraft ist die Bürgerbeteiligung. Sie bietet nicht nur finanzielle Vorteile, sondern stärkt auch die lokale Gemeinschaft und die Unterstützung für Windenergieprojekte. Durch direkte Beteiligungsmöglichkeiten können Bürger*innen aktiv in die Energiewende eingebunden werden und von den wirtschaftlichen Erträgen profitieren.

8.3.4. 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 eingestrahelten 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 Großalmerode

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 Großalmerode 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	266,2	4,2	1,6%
PV-Freifläche	68,8	0,0	0,0%
Solarthermie	39,9	0,03	0,1%
Summe [GWh/Jahr]	374,9	4,2	0,6%

Quelle LEA - LandesEnergieagentur Hessen GmbH (2024); Ergänzende Berechnungen durch HL-MM & K212;

Kostenentwicklung und Wirtschaftlichkeit

Die Anschaffungskosten für Photovoltaikanlagen sind in den letzten Jahren stark gesunken. Die Kosten pro kWp 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 Großalmerode um bis zu 260 GWh/Jahr 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 Großalmerode

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 erweitert 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 zwei Modulen und können direkt an das Hausnetz angeschlossen werden. Pro Modul lassen sich etwa 300–600 kWh/Jahr erzeugen, abhängig von der Ausrichtung und Sonneneinstrahlung. Die Investitionskosten von etwa 500–1.500 Euro pro System sind gering. Den Bürgerinnen und Bürgern 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 unschätzbare 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 Stellplätzen 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 und Gemeinden zusätzliche Chancen zur Erschließung von erneuerbaren Energiepotentialen.

Fazit:

- Die Solarenergie bietet in Großalmerode umfangreiche Möglichkeiten zur nachhaltigen Strom- und Wärmeerzeugung. 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 Bürgerinnen und Bürgern, 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.

8.3.5. 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

Die Potentialabschätzung für die Bioenergie in Großalmerode basiert auf einer GIS-gestützten Flächenbilanz.

- Technisches Potential: Ca. 20 GWh pro Jahr
- Gegenwärtige Energieproduktion (thermisch und elektrisch): Ca. 0,5 GWh pro Jahr
- Nutzungsgrad: 2,5 % des geschätzten Potentials wird aktuell genutzt

Diese Zahlen verdeutlichen, dass ein erheblicher Teil des Potentials noch ungenutzt bleibt. Durch gezielte und nachhaltige Maßnahmen könnte dieses Potential effizient erschlossen werden.

8.3.6 Kreislaufwirtschaft

Die Konkurrenz um Flächen zwischen der Nahrungsmittelproduktion, dem ökologischen Ausgleich und der Energieproduktion stellt eine zentrale Herausforderung dar. Hier bietet die sogenannte Kreislaufwirtschaft eine zukunftsweisende Lösung, um diese Nutzungskonflikte zu entschärfen.

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 Kommunen verarbeiten und effizienter ausgelastet werden und Großalmerode könnte Biomethan aus Nachbargemeinden 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 Gemeinden, Landwirtschaft und Energieversorger könnten den Austausch von Best Practices fördern und die Entwicklung neuer Projekte, wie die Nutzung von Gärresten oder die Biomethanproduktion, beschleunigen.

8.3.7 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:

Großalmerode 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 Großalmerode und den Nachbarkommunen die Chance, eine Vorreiterrolle in der regionalen Energiewende einzunehmen. Dies stärkt nicht nur die ökologische, sondern auch die ökonomische Resilienz der Region.

8.3.8 Abwärme

Industrielle Abwärme stellt ein oftmals nicht genügend berücksichtigtes Potential 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 Abhängigkeit von einem Produktionsprozess, bei dem die Abwärme nicht primäres Ziel, sondern ein Nebenprodukt ist, verkompliziert jedoch die Planbarkeit und die Risikoabschätzung. Zudem ist sicherzustellen, dass die Wärmeabgabe durchgehend und ohne Unterbrechungen erfolgt. Unternehmen, die Abwärme bereitstellen, benötigen gesicherte rechtliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen, um entsprechende Investitionen und langfristige Verpflichtungen eingehen zu können. In Großalmerode wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mehrere Standorte mit potenziellen Quellen industrieller Abwärme identifiziert. Das geschätzte gegenwärtig jährlich verfügbare Potential liegt bei etwa **5-10 GWh**. Dieses Abwärmepotential stellt ein moderates, aber relevantes Potential dar, das sinnvoll genutzt werden könnte, insbesondere in Kombination mit anderen Wärmequellen. Die Wirtschaftlichkeit hängt stark von der Nähe zu potenziellen Abnehmern und den technischen Rahmenbedingungen ab. Einer zeitnahen Nutzung stehen aktuell mehrere Hindernisse entgegen:

- Aktuell gibt es keine ausgearbeiteten Partner- und Contracting-Modelle, um die Investitionen und den Betrieb der Infrastruktur wirtschaftlich und organisatorisch zu sichern.
- Die Abwärmequellen liegen teilweise zu weit entfernt von den definierten Fokusgebieten, was die Realisierung wirtschaftlich und technisch herausfordernd macht.
- Die Gebäude in den potenziellen Versorgungsgebieten haben sehr unterschiedliche Bedarfsprofile und energetische Standards. Dies erschwert die Planung eines einheitlichen Temperaturniveaus und erfordert zusätzliche Maßnahmen wie Zweitheizsysteme zur Erreichung der benötigten Vorlauftemperaturen.

Handlungsempfehlungen:

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:

 - **Prüfung der Prozess- und betriebsinternen Abwärmenutzung** (Temperaturniveau, Wärmemenge, Medium der Abwärme, zeitliche Verfügbarkeit)
 - **Prüfung des Interesses und 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 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 Bürgerinnen und Bürgern ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor

8.3.9 Weitere erneuerbare Energiequellen

Aufgrund der verfügbaren Potentiale der bereits genannten erneuerbaren Energiequellen, die ein großes Potential und ein hohes Maß an technischem Umsetzungswissen erfordern, spielen weitere potenzielle Wärmequellen, wie die Nutzung von Abwärme aus Abwässern oder die Errichtung von Großwärme- oder saisonalen Speichern, aktuell keine zentrale Rolle. Die zukünftige Nutzung dieser Potentiale wird jedoch nicht ausgeschlossen und soll in den Fokus- bzw. Prüfgebieten im Rahmen von Machbarkeitsstudien und technischer Feinplanung im Einzelfall geprüft werden.

8.4 Einsparpotentiale durch Sanierung und Effizienzsteigerung

Aufbauend auf den Datengrundlagen des Wärmetlas Hessen (LEA, Stand 2023) und den Ergebnissen der Bestandsanalyse. Die energetischen Einsparpotentiale im beplanten Gebiet wurden systematisch untersucht. Dabei wurde die Energieeinsparung durch sanierungsgetriebene Wärmebedarfsreduktion im Gebäudebestand detailliert analysiert.

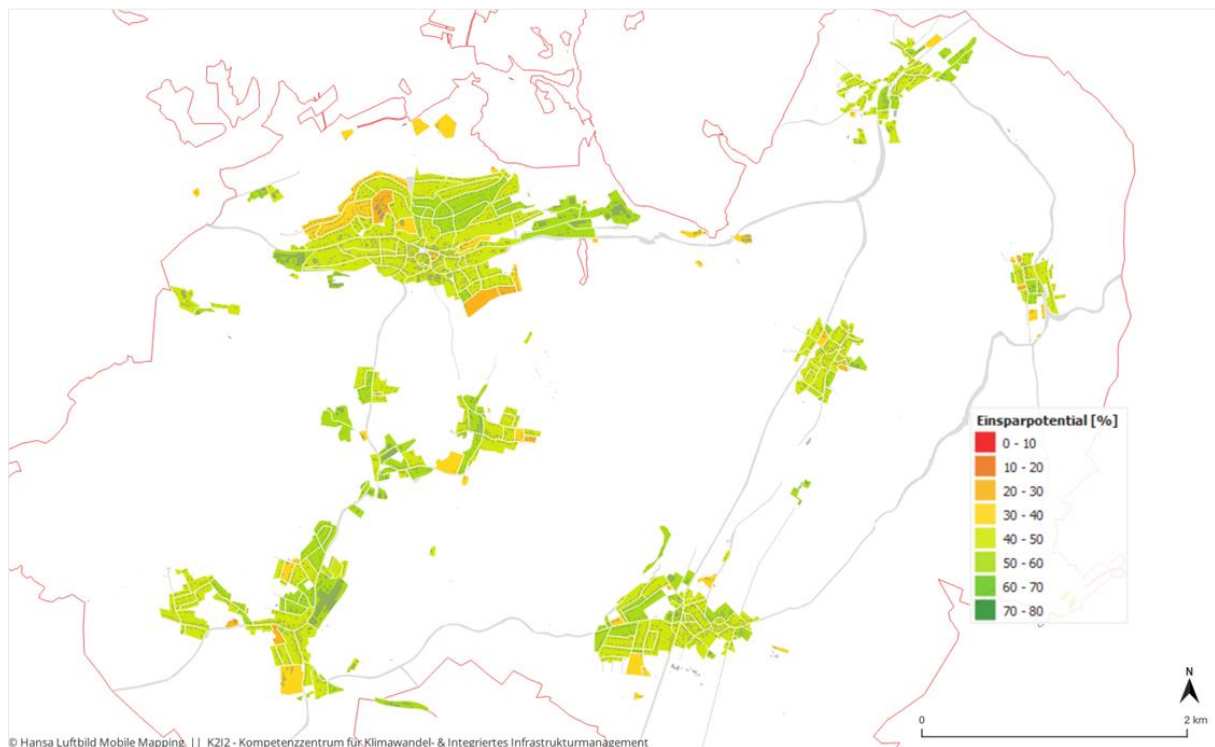


Abb. 23: Max. Einsparungspotential [%] beim Heizwärmebedarf durch eine umfassende Gebäudebestands-sanierung

Die potenziellen Einsparungen für Raumwärme und Trinkwarmwasser variieren je nach Nutzungsart (z. B. Einfamilienhaus, Reihenhaus, Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude), Baualter der Gebäude und Sanierungszustand. Basierend auf diesen Gebäude-merkmalen 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 für die Kommune möglichen Pfad hinsichtlich der Einsparungen im Zeitverlauf bis zum Zieljahr 2045 auf. Sie bilden zudem die Grundlage für die Identifikation von Ortsteilgebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial und die Zuordnung sowie Clusterung der einzelnen Baublöcke zu Wärmeversorgungsgebieten, die potenziell für eine Wärmenetzversorgung geeignet sind. Damit wurde aus heutiger Sicht das maximal mögliche Potential hinsichtlich der Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion im Gebäudebestand aufgezeigt.

Diese maximalen 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 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.

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 stärker zu motivieren.

Im Bereich öffentlicher Gebäude kann die Stadt 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 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 (vgl. BMWK/BMWSB, 2024), 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 2045 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 drei Entwicklungsszenarien:

- **Moderat:** Bezieht sich sowohl auf eine moderate Steigerung der Produktionskapazitäten als auch auf die erzielten Energieeinsparungen.
- **Engagiert:** Der Schwerpunkt dieses Szenarios liegt auf einer signifikanten Steigerung der Energieeffizienz und einer weitgehenden Substitution fossiler Brennstoffe. Es stellt einen ambitionierten Schritt in Richtung Klimaneutralität dar.
- **Hoch:** 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 Bewertung 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 bewerten. 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. 24** zeigt die gegenwärtige Heizwärmedichte und liefert Einblicke in die aktuell realisierbaren Wärmenetztypen, die sich an den aktuellen energetischen Standards orientieren.

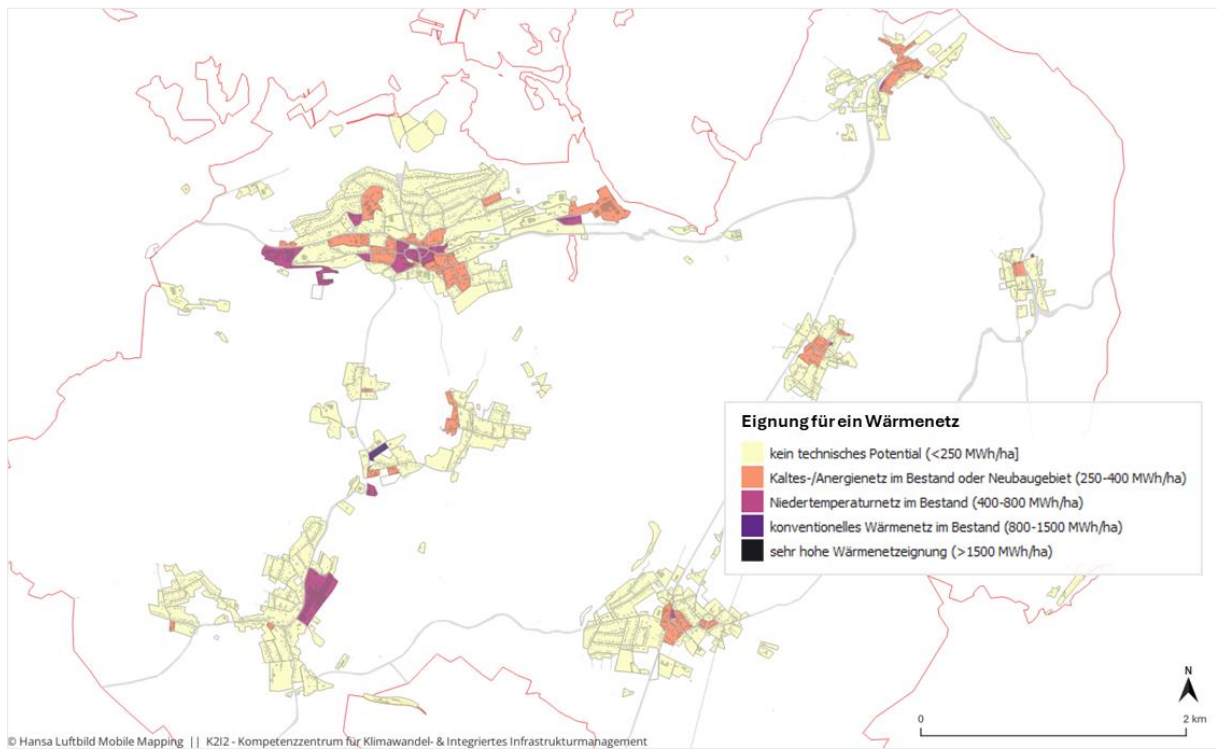


Abb. 24 Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzsignung in Großalmerode

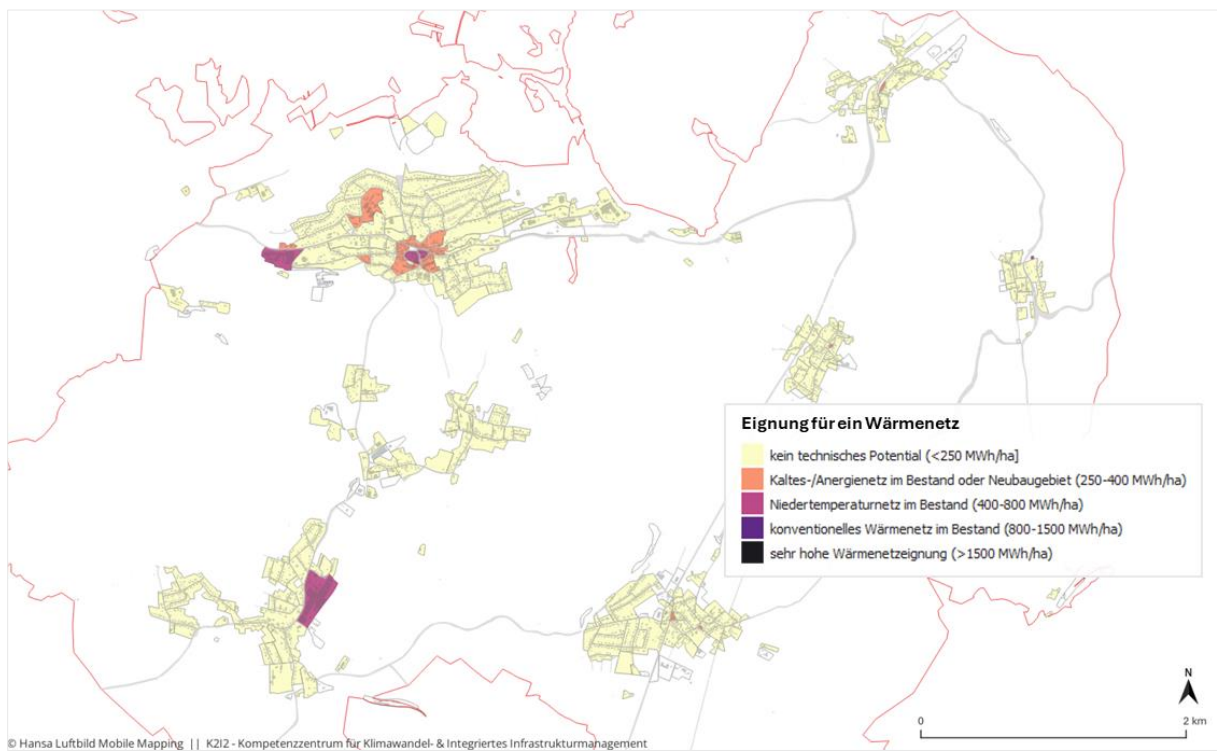


Abb. 25 Heizenergiedichte und Wärmenetzsignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen

Abb. 25 zeigt die modellierte Heizenergiedichte des Gebäudebestandes in Großalmerode im Jahr 2045 und stellt eine langfristige Perspektive dar, in der die Auswirkungen moderater Sanierungsmaßnahmen auf einzelne Baublöcke über einen längeren Zeitraum sichtbar werden. Neben der Reduktion des Heizwärmebedarfs bis 2045 zeigt sich in einzelnen Baublöcken eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Gleichzeitig weisen zahlreiche Baublöcke keine betriebswirtschaftliche und technische Eignung zur Errichtung und zum Betrieb eines Wärmenetzes auf.

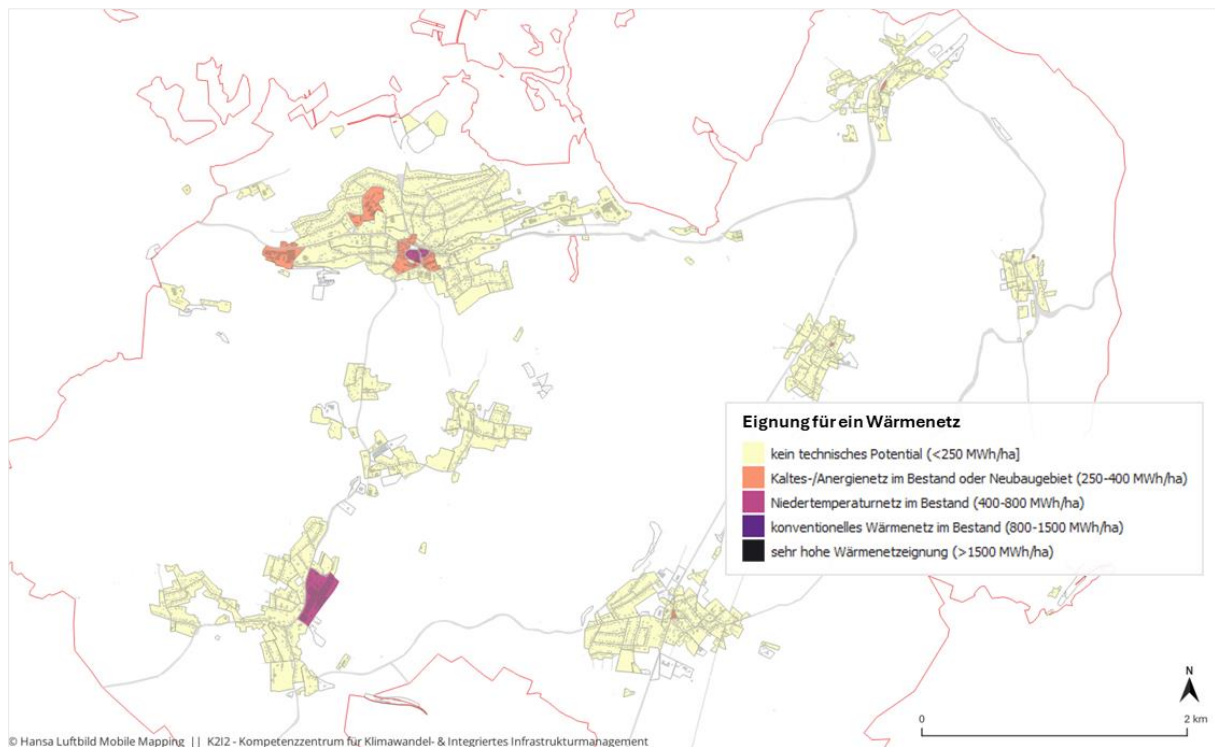


Abb. 26 Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung engagierter Sanierungsmaßnahmen

Abb. 26 zeigen die modellierte Entwicklung der Heizenergiedichte des Gebäudebestandes in Großalmerode unter Berücksichtigung engagierter Sanierungsmaßnahmen. Die angestrebte Bedarfssenkung zielt darauf ab, eine signifikante Reduktion der Heizenergiedichte und des CO₂-Fußabdrucks zu erreichen und gleichzeitig die Potenziale für die Errichtung von Wärmenetzsystemen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen zu erhöhen. Im Vergleich zum moderaten Szenario stellt dieses Szenario einen ambitionierten, aber realistischen Entwicklungspfad auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045 dar. Im Vergleich zu Abb. 24 zeigt sich, dass neben dem deutlichen Rückgang des Heizwärmebedarfs auch eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen und geringerer Wärmedichte auftritt, was kein ausreichendes betriebswirtschaftliches und technisches Potenzial für die Errichtung eines funktionierenden Wärmenetzes bietet.

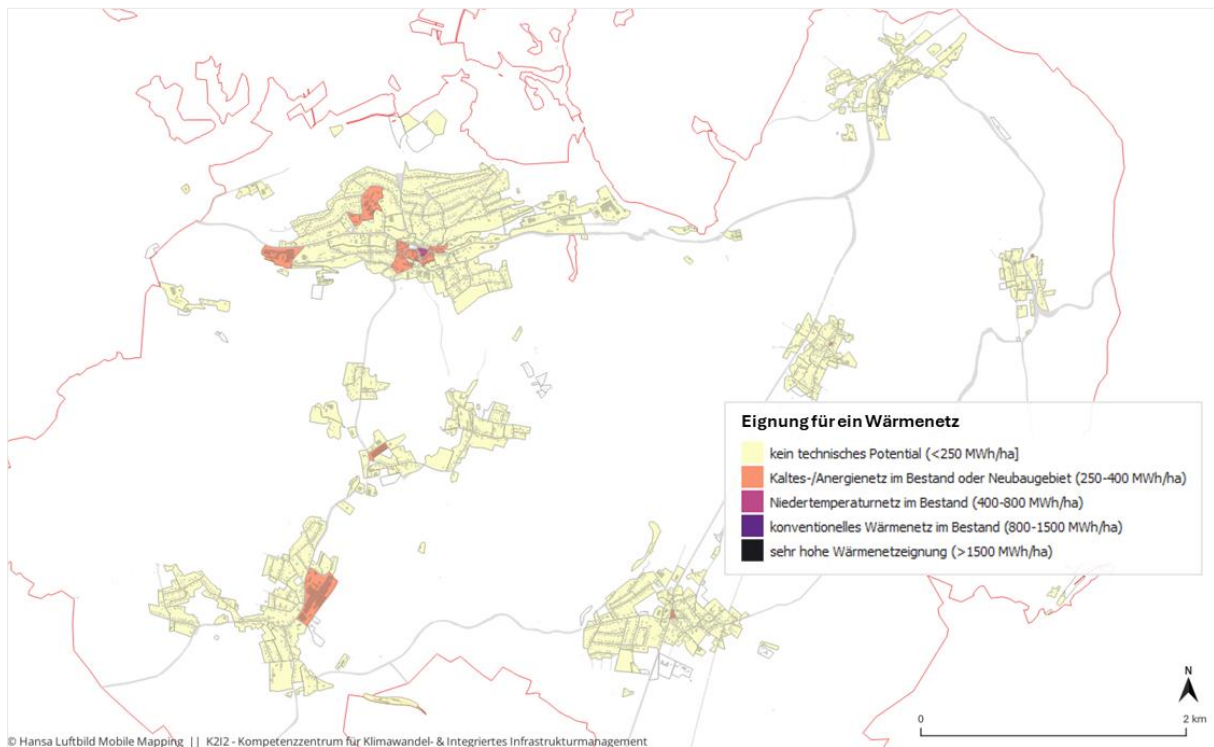


Abb. 27 Heizenergiedichte und Wärmenetzzeignung in Großalmerode im Jahr 2045 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen

Das Szenario mit hohem Engagement geht davon aus, dass Sanierungsmaßnahmen flächendeckend umgesetzt werden und tiefgreifende Maßnahmen zur energetischen Optimierung, einschließlich umfassender Gebäudesanierungen und der Einführung modernster Heiz- und Gebäudetechnologien, umfasst. Im Vergleich zu moderateren Szenarien treibt dieses Szenario eine umfassende Transformation des Gebäudebestandes voran, was zu einer signifikanten Verbesserung der Energieeffizienz und einer starken Reduzierung der CO₂-Emissionen führt. **Abb. 27** zeigt die projizierte Heizwärmedichte im Jahr 2045 und verdeutlicht die tiefgreifenden Effekte von Sanierungsmaßnahmen. Im Vergleich zu Abb. 24 zeigt sich eine starke Reduktion der Heizwärmedichte sowie eine Verschiebung der Netzzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Dabei besteht – bis auf wenige Ausnahmen – weder ein ausreichendes betriebswirtschaftliches noch technisches Potenzial für die Errichtung eines funktionierenden Wärmenetzes.

Szenarienvergleich Raumwärmebedarf Wohn- und Nichtwohngebäude [GWh/Jahr]

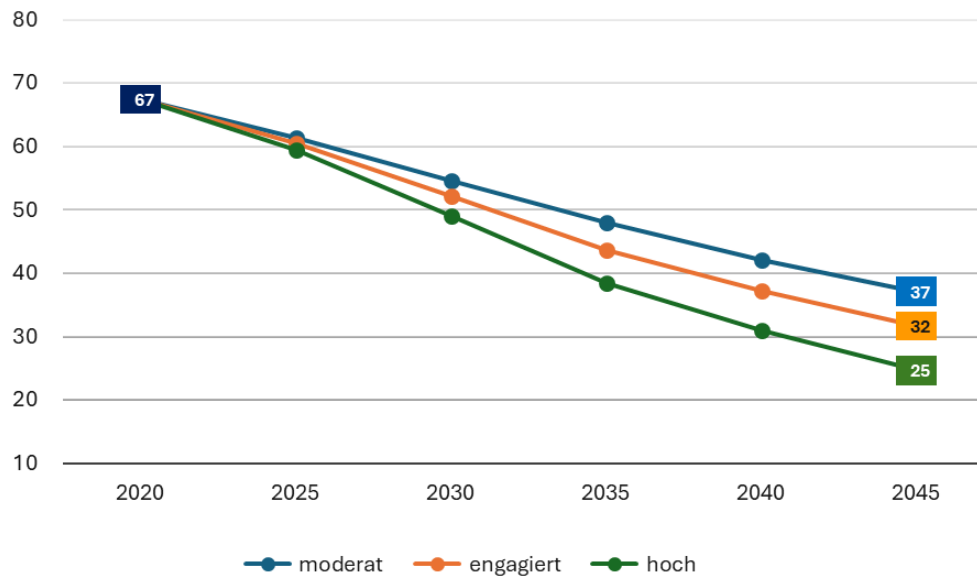


Abb. 28 Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen

Abb. 28 veranschaulicht den Verlauf des Wärmebedarfs bis 2045 unter verschiedenen Sanierungsszenarien: "moderate" Sanierung, "engagierte" Sanierung und "hohe" Sanierung. Im Ausgangsjahr 2022 liegt der Wärmebedarf in allen Szenarien einheitlich bei 67 GWh/a. Mit zunehmender Sanierungsintensität zeigt sich jedoch eine deutliche Differenzierung der Ergebnisse bis 2045:

- Das Szenario "moderate" Sanierung resultiert mit 37 GWh/a im höchsten verbleibenden Wärmebedarf
- Das Szenario "engagierte" Sanierung führt zu einem Wärmebedarf von 32 GWh/a im Jahr 2045
- Im Szenario "hohe" Sanierung wird der Wärmebedarf auf 25 GWh/a reduziert, was die ambitionierteste Einsparung darstellt

Angesichts der derzeit von fossilen Energieträgern dominierten Wärmeversorgung wird klar, dass nur ein hohes Sanierungsengagement die notwendigen Voraussetzungen schafft, um die angestrebte Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen. Durch Sanierungsmaßnahmen kann der Wärmebedarf erheblich gesenkt werden. In den Szenarien und Karten wird deutlich, dass in vielen Baublöcken zukünftig kein technisches und somit betriebswirtschaftliches Potenzial für den Betrieb eines Wärmenetzes besteht. Gleichzeitig verschiebt sich die Netzeignung 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 Großalmerode

Die Entwicklung und Darstellung verschiedener Szenarien im Rahmen des kommunalen Wärmeplans zielte darauf ab, die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen auf die zukünftige Wärmebedarfsdichte und die Eignung verschiedener Wärmenetztechnologien bis zum Jahr 2045 sichtbar und nachvollziehbar zu machen. Auf Grundlage dieser Szenarien wurde ein Zielszenario formuliert, das als Vorgabe für die Maßnahmenentwicklung und Umsetzung dient.

Das Zielszenario verfolgt eine schrittweise Transformation hin zu einer nachhaltigen, effizienten und klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045. Es basiert auf einem hohen Sanierungsengagement und Effizienzsteigerungen und geht davon aus, dass der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2035 rund 45% beträgt und die technischen Potentiale bis 2045 bedarfsdeckend ausgeschöpft werden. Zentral dabei ist der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Strom als Energiequelle, wobei auch Wärmenetze, insbesondere in den Fokusgebieten, einen wesentlichen Beitrag leisten.

Abb. 29 zeigt die Entwicklung der Energieträgeranteile an der Wärmebereitstellung im Rahmen des kommunalen Wärmeplans bis zum Jahr 2045. Sie illustriert das formulierte Zielszenario, das eine schrittweise Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung vorsieht. Die Abbildung verdeutlicht, dass die im Zielszenario angestrebte Transformation ehrgeizige Ziele verfolgt. Grundvoraussetzung dafür sind sowohl die maximal mögliche Ausschöpfung der Sanierungspotentiale als auch die massive Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Strom aus Photovoltaikanlagen und in der Zukunft ggfs. aus Windkraftanlagen wird eine zentrale Rolle spielen und kontinuierlich an Bedeutung gewinnen. Erneuerbarer Strom wird die Hauptenergiequelle für Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anwendungen darstellen und maßgeblich zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und Sektorenkopplung, insbesondere in Verbindung mit Speichertechnologien, beitragen. Wärmepumpen werden bis 2045 auf einen Anteil von 45 % an der Wärmebereitstellung steigen. Dabei entfallen 70 % auf Luftwärmepumpen, die vor allem für dezentrale Anwendungen genutzt werden, und 30 % auf Erdwärmepumpen, die für stabilere Wärmeversorgung sorgen. Großwärmepumpen werden eine wichtige Funktion in Mikronetzen übernehmen und bis zu 70 % des Bedarfs in diesen Bereichen decken.

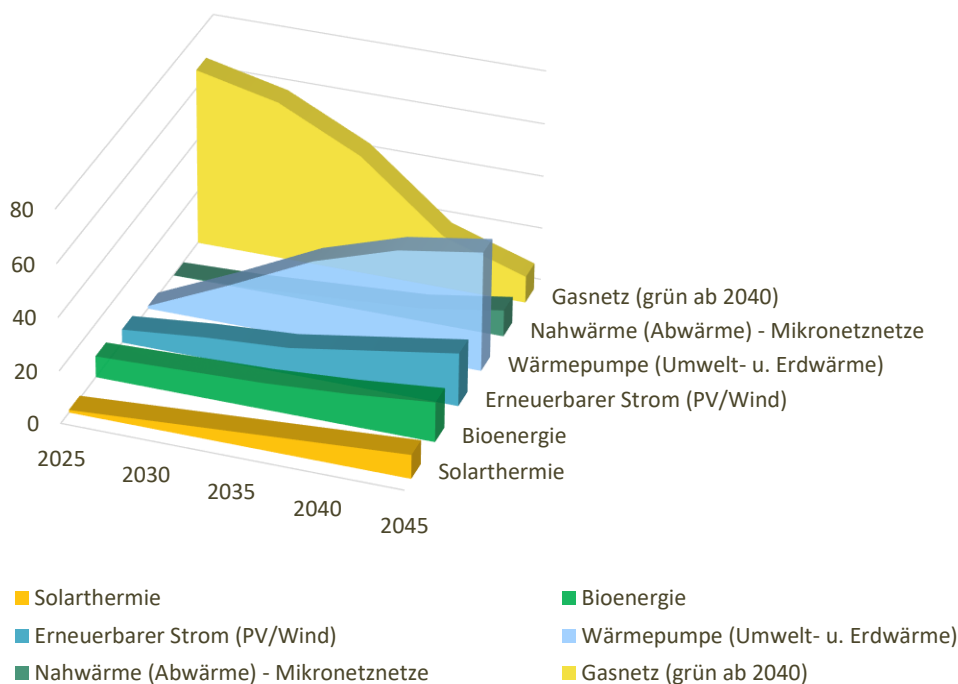


Abb. 29 Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2045

Nahwärme – ggf. auch die Nutzung von Abwärme aus der Industrie – wird insbesondere in den dichter besiedelten Gebieten, etwa in Form von Mikronetzen und in Neubaugebieten, relevant sein. Der Anteil dieser Wärmequelle wird bis 2045 etwa 10 % des Gesamtwärmebedarfs ausmachen. Das bestehende Gasnetz wird schrittweise rückgebaut und ab 2040 vollständig auf Biomethan und Wasserstoff umgestellt. Es wird primär für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie sowie als unterstützende Technologie in speziellen Anwendungsfällen eingesetzt. Der Anteil der Bioenergie wird zunehmen und bei rund 15 % stabil bleiben. Dies umfasst sowohl die direkte Verbrennung von Biomasse als auch die Einspeisung von Biomethan in das grüne Gasnetz. Biomasse wird gezielt in Nischenanwendungen eingesetzt, in denen sie aufgrund ihrer hohen Effizienz und Verfügbarkeit besonders geeignet ist – beispielsweise in Blockheizkraftwerken und industriellen Anwendungen. Solarthermie spielt bis 2045 eine entscheidende Rolle und erreicht einen Anteil von ca. 9 % an der Wärmebereitstellung. Diese Technologie wird sowohl dezentral in Einzelhaushalten als auch zentral in Nahwärmenetzen eingesetzt. Speichertechnologien sind dabei essenziell, um Wärmeverluste zu minimieren und eine konstante Versorgung, insbesondere in Zeiten geringer Sonneneinstrahlung, sicherzustellen.

Die angestrebte Transformation erfordert eine zeitnahe Weichenstellung hin zu einem technologieübergreifenden Ansatz, der Speichertechnologien, Sektorkopplung und Effizienzsteigerungen integriert. Technologische Fortschritte bei Wärmepumpen, Geothermie und 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 Bürgerinnen und Bürgern 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. 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 zum Einsatz kommen, wo Hochtemperaturen benötigt werden. Für das Zielszenario wurde als betriebswirtschaftlicher Grenzwert für Baublöcke in Siedlungskerngebieten und Bestandsgebieten eine bis 2045 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 Großalmerode 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 2045 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 2045:** Bis spätestens 2045 soll der vollständige Ersatz fossiler Energieträger erreicht werden. Dies könnte durch eine Kombination aus teilweisem Gasnetzrückbau, Biomethan- 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). Dabei ist es essenziell, wirtschaftliche und technische Lösungen anzubieten, 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 ggf. 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 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 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 abgestimmt werden.

9.2. Darstellung der Wärmeversorgungsarten

Die Darstellung der Wärmeversorgungsarten erfolgt für das Zieljahr 2045. 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 Gebäudeverbände. 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, 2035 und 2040. Diese 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 farbcodierten 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 roten 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.
- **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.

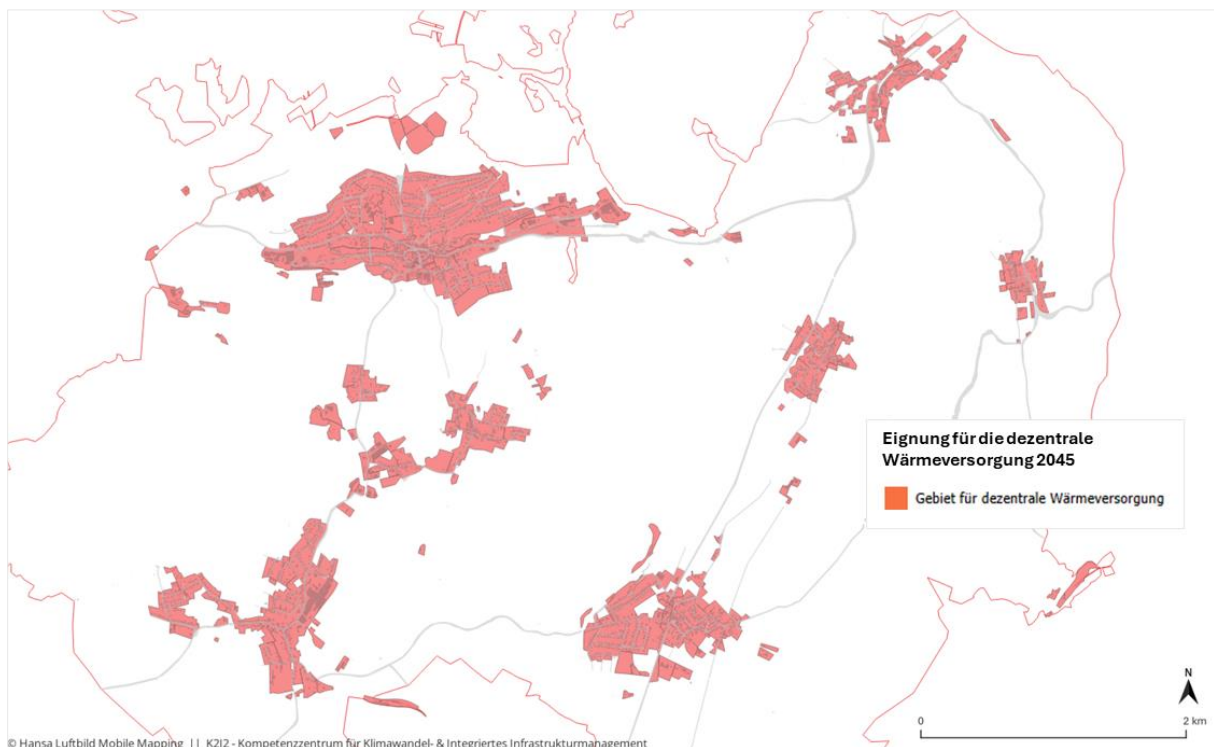


Abb. 30 Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045

Abb. 30 zeigt die räumliche Verteilung der möglichen dezentralen Wärmeversorgung in Großalmerode für das Zieljahr 2045. Die Analyse verdeutlicht, dass eine flächendeckende Wärmeversorgung durch dezentrale Heizsysteme möglich ist. Die Eignung zur dezentralen Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet gilt nicht nur für das Zieljahr 2045, sondern auch für die Stützjahre 2030, 2035 und 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 gehören, wie es beispielsweise bei kommunalen Einrichtungen der Fall ist.

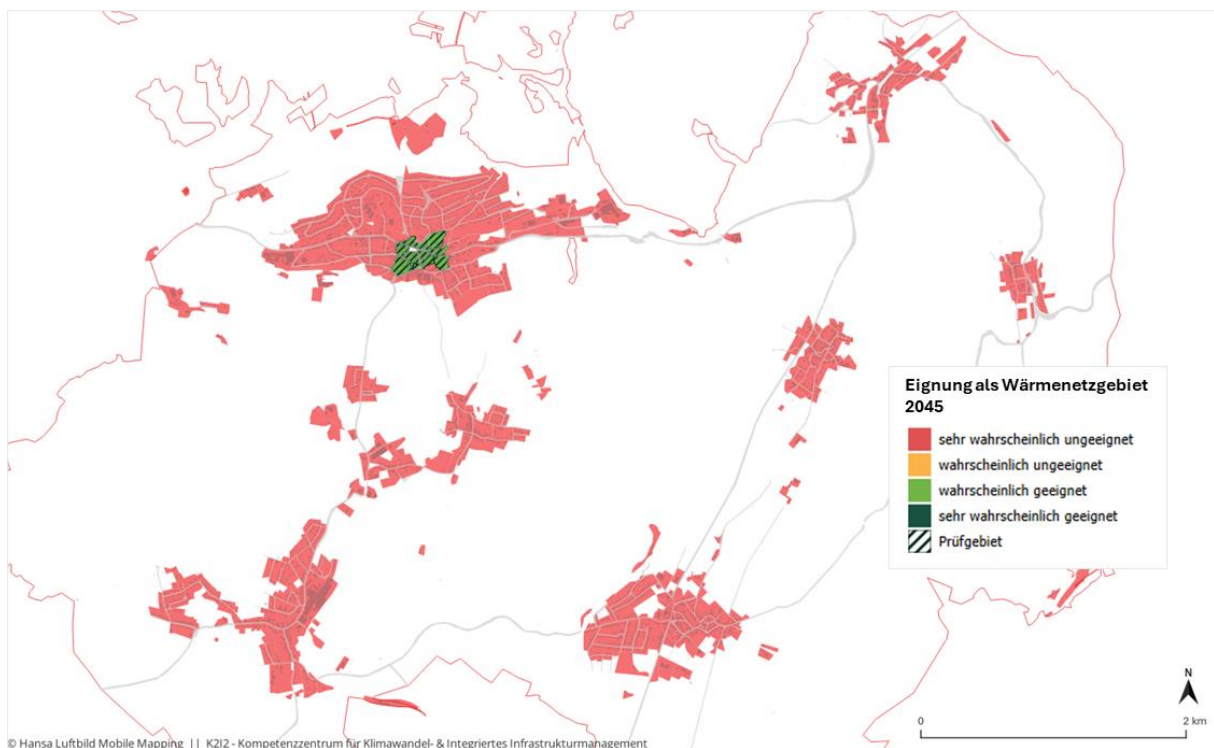


Abb. 31 Eignung der Gebiete und Baublöcke für eine mögliche Wärmenetzversorgung im Zieljahr 2045

Abb. 31 veranschaulicht die Eignung der verschiedenen Gebiete und Baublöcke für die Errichtung eines Wärmenetzes in Grobalmerode im Zieljahr 2045. Das Stadtkerngebiet von Grobalmerode wird als einzig potenziell geeignetes Wärmenetzgebiet identifiziert. Da in diesem Gebiet jedoch die erwarteten Wärmedichten gering sind und die betriebswirtschaftliche sowie technische Umsetzung im Rahmen einer detaillierten Machbarkeitsstudie geprüft werden muss, wird es als Prüfgebiet ausgewiesen.

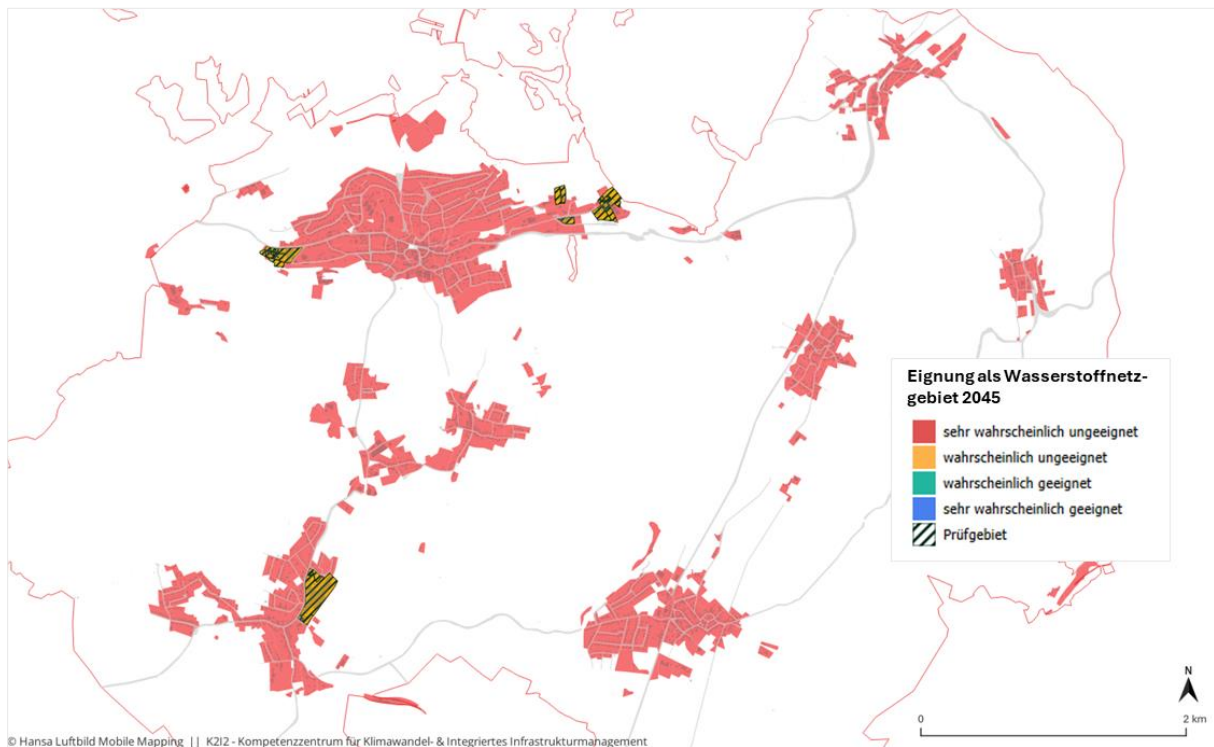


Abb. 32 Eignung der Baublöcke und Gebiete für eine mögliche Versorgung mit Wasserstoff im Zieljahr 2045

Abb. 32 zeigt die Eignung der Gebiete und Baublöcke für ein Wasserstoffnetz in Grobalmmerode im Zieljahr 2045. Es wird erwartet, dass potenzielle Industriestandorte generell nicht für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung geeignet sind und somit kein umfassendes Wasserstoffnetz realisiert wird. Stattdessen wird davon ausgegangen, dass Unternehmen ihren zukünftigen Wasserstoffbedarf punktuell über mobile Wasserstofflösungen abdecken. Zukünftige Betriebserweiterungen oder Neuansiedlungen könnten dazu beitragen, diese Standorte künftig als besser geeignet für den Aufbau eines Wasserstoffnetzes zu bewerten. Für eine endgültige Bewertung und die praktische Umsetzung sind jedoch fortlaufende technische und wirtschaftliche Analysen erforderlich, bei denen die betroffenen Unternehmen aktiv einbezogen werden sollten.

Aufgrund der Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass in Grobalmmerode – abgesehen vom noch zu prüfenden Stadtkerngebiet – grundsätzlich dezentrale Energieversorgungssysteme zum Einsatz kommen werden. Falls die energiepolitischen Rahmenbedingungen und Förderprogramme entsprechende Anreize bieten, könnten sich zusätzlich Mikronetze etablieren, die eine lokale Erzeugung und Verteilung von Energie ermöglichen. Vorhandene Gebäudecluster bieten zudem das Potenzial, organisierte Energiegemeinschaften zu bilden, sodass der Betrieb eines Mikronetzes eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellt.

10. Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Die Stadt Großalmerode hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2045 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 der die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung vorantreiben soll.

Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie der Stadt Großalmerode basiert auf einem integralen Ansatz, der die Wärmeplanung mit anderen Infrastrukturmaßnahmen verbindet. Die Stadt Großalmerode verfolgt eine integrale Umsetzungsstrategie, die die Wärmeplanung eng mit anderen Infrastrukturmaßnahmen verbindet. Gemeinsam sorgen Zielszenario und Maßnahmenkatalog für:

- Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Planung und Umsetzung
- Optimierung der Ressourcen durch zielgerichtete Maßnahmen
- Eine bessere Kommunikation mit Stakeholdern und betroffenen Zielgruppen

Darüber hinaus sind die Verstetigungsstrategie und das Controlling-Konzept zentrale Bausteine, um die langfristige Wirksamkeit der Wärmeplanung zu gewährleisten. Die Verstetigungsstrategie stellt sicher, dass die Wärmeplanung in der Stadt Großalmerode auch über den Projektabschluss hinaus als dynamischer und kontinuierlicher Prozess verankert wird. Dies wird durch die Einbindung relevanter Akteure und die Schaffung institutioneller Strukturen erreicht, wodurch die dauerhafte Umsetzung der Ziele gestärkt wird. Ergänzend dazu dient das Controlling-Konzept als strategisches Werkzeug, um die Wärmeplanung zielgerichtet zu steuern und den Fortschritt der gesetzten Ziele kontinuierlich zu überwachen. Abweichungen können so frühzeitig erkannt und Maßnahmen entsprechend angepasst werden, um die langfristige Erfolgssicherung der Wärmeplanung zu gewährleisten.

10.1. Maßnahmenkatalog

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

Ziele und Struktur des Maßnahmenkatalogs

Der Maßnahmenkatalog bietet eine strukturierte Übersicht aller geplanten und priorisierten Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeversorgung in Großalmerode. Ziel des

Katalogs ist es, klare Handlungsanweisungen bereitzustellen und die Umsetzung durch eine transparente Priorisierung sowie definierte Zeitpläne und Zuständigkeiten zu erleichtern.

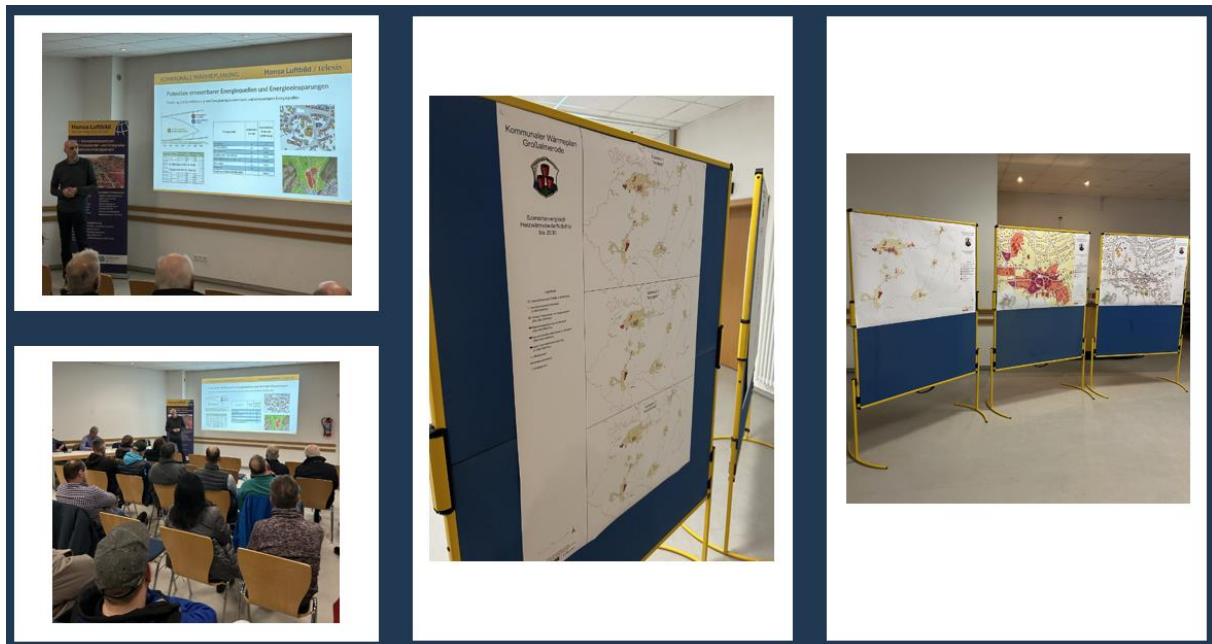


Abb. 33: Impressionen von der Abschlussveranstaltung am 21.11.2024

10.2. Maßnahmenblätter

M1: Ausbau von Beratungsangeboten zur Sanierung und Energieeffizienzsteigerung in Privathaushalten und Unternehmen
Beschreibung: Bereitstellung von Beratungsangeboten für Privathaushalte und Unternehmen, um die Energieeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen zu steigern
Ziel: Unterstützung der Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen bei der Umsetzung von energieeffizienten Maßnahmen
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Erhöht die Akzeptanz und Beteiligung an Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung
Erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine: <ol style="list-style-type: none"> 1. Einrichtung und Bewerbung von Beratungsstellen und Beratern 2. Auswahl, ggfs. Schulung der Berater 3. Regelmäßige Evaluierung und Anpassung des Angebots
Mögliche zeitliche Einordnung: Laufend, zeitlos
Kosten: Personal- und Verwaltungskosten
Einfluss der Kommune: Anbieter und Koordinator
Akteure: Stadtverwaltung, Energieberater
Betroffene: Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Kommunale Mittel, Fördermittel für Beratung und Energieeffizienz

M2: Frühzeitige Sanierung öffentlicher Gebäude forcieren / Sanierungsfahrpläne für kommunale und private Gebäude

Beschreibung: Priorisierung und Förderung der Sanierung öffentlicher und privater Gebäude, um den Energieverbrauch zu senken und die CO₂-Emissionen zu reduzieren

Ziel: Erhöhung der Energieeffizienz und Senkung der Emissionen durch modernisierte Gebäude

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Beitrag zur Erreichung von Klimazielen und langfristige Reduzierung von Energiekosten

Erforderliche Umsetzungsschritte und Meilensteine:

1. Bestandsaufnahme und Bewertung des Gebäudebestands
2. Festlegung von Zielen und Standards
3. Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
4. Kostenschätzung und Finanzierungsmöglichkeiten
5. Priorisierung der Gebäude
6. Erarbeitung eines Zeitplans und Priorisierung der Maßnahmen
7. Umsetzung und Fortschrittskontrolle
8. Evaluierung und kontinuierliche Verbesserung

Mögliche zeitliche Einordnung: Beginn kurzfristig (2025), dann fortlaufend

Kosten: Sanierungskosten variieren je nach Gebäudezustand

Einfluss der Kommune: Förderer und Umsetzer

Akteure: Stadtverwaltung (Bauamt), Eigentümer

Betroffene: Verwaltung, Gebäudebesitzer

Mögliche Finanzierungsmechanismen: Fördermittel für Gebäudesanierung

M3: Durchführung von Schulungen und Beratungen zur Energieeffizienz und Heizungsoptimierung

Beschreibung: Durchführung von Schulungen und individuellen Beratungen für Privathaushalte und Unternehmen in Großalmerode, um die Kenntnisse zur Energieeffizienzsteigerung und Heizungsoptimierung zu verbessern. Diese Maßnahme soll Eigentümern und Betreiber dabei unterstützen, durch gezielte Optimierungen und Anpassungen ihren Energieverbrauch und ihre Heizkosten zu senken.

Ziel: Unterstützung der Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen bei der Nutzung von Förderprogrammen zur energetischen Sanierung und zur Steigerung der Energieeffizienz

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Die Maßnahme erhöht das Bewusstsein und die Kompetenzen der Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen in Großalmerode, was zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs, einer Senkung der CO₂-Emissionen und langfristig zu einer verbesserten Klimabilanz der Stadt beiträgt.

<p>Erforderliche Schritte und Meilensteine:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikation und Auswahl relevanter Themen für Schulungen und Beratungen (z. B. Dämmung, Heizungswartung, Thermostat-Einstellung, Energieeinsparpotenziale) 2. Planung und Organisation von Schulungsveranstaltungen und Informationskampagnen zur Bewerbung der Beratungsangebote 3. Durchführung der Schulungen und Bereitstellung individueller Beratungsangebote durch qualifizierte Fachleute 4. Evaluierung der Maßnahme durch Feedback von Teilnehmenden und Anpassung des Angebots an die Nachfrage und die Bedürfnisse der Bevölkerung
<p>Mögliche zeitliche Einordnung: Laufend, regelmäßige Schulungstermine und Beratungen. Die Maßnahme kann kontinuierlich durchgeführt und an aktuelle technische Entwicklungen und Förderprogramme angepasst werden.</p>
<p>Kosten: Personal- und Verwaltungskosten für die Organisation und Durchführung der Schulungen und Beratungen, sowie ggf. Honorare für externe Fachberater.</p>
<p>Einfluss der Kommune: Anbieter und Koordinator; die Kommune organisiert die Schulungen, koordiniert die Beratungsangebote und übernimmt die Öffentlichkeitsarbeit zur Bekanntmachung der Maßnahmen.</p>
<p>Akteure: Stadtverwaltung, externe Energieberater und Schulungsexperten</p>
<p>Betroffene: Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen in der Stadt</p>
<p>Mögliche Finanzierungsmechanismen: Kommunale Mittel zur Finanzierung der Schulungen und Beratungsleistungen; ergänzende Fördermittel zur Unterstützung von Energieberatungen und Schulungsangeboten.</p>

<p>M4: Nutzung digitaler Plattformen und Kanäle zur Information über Förderprogramme und Sanierungsmöglichkeiten</p>
<p>Beschreibung: Nutzung digitaler Plattformen und Medien zur Bereitstellung von Informationen über verfügbare Förderprogramme und Sanierungsmöglichkeiten für Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen.</p>
<p>Ziel: Förderung der Nutzung von Fördermitteln und Sanierungsoptionen durch einfach zugängliche Informationen</p>
<p>Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Erhöht das Bewusstsein und die Beteiligung an energetischen Sanierungsmaßnahmen</p>
<p>Erforderliche Schritte und Meilensteine:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl und Entwicklung geeigneter Plattformen und Kanäle • Inhaltliche Gestaltung und regelmäßige Aktualisierung • Öffentlichkeitsarbeit zur Bewerbung des Angebots
<p>Mögliche zeitliche Einordnung: Start kurzfristig, laufend</p>
<p>Kosten: Kosten für die Entwicklung und Pflege der Plattformen, bzw. Bespielen der Kanäle</p>
<p>Einfluss der Kommune: Anbieter und Koordinator</p>

Akteure: Stadtverwaltung, externe IT-Dienstleister
Betroffene: Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen in der Stadt Großalmerode
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Kommunale Mittel, Fördermittel für Digitalisierung

M5: Sichtung und Informationsdissemination ggfs. Einführung und Bewerbung von Förderprogrammen für die energetische Sanierung
Beschreibung: Sichtung und Bereitstellung von Informationen über bestehende und neue Förderprogramme zur energetischen Sanierung für Privathaushalte und Unternehmen. Die Maßnahme umfasst die kontinuierliche Aktualisierung und Bewerbung von Fördermöglichkeiten, um die Inanspruchnahme von Förderprogrammen für Sanierungsmaßnahmen zu fördern.
Ziel: Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen bei der Nutzung von Förderprogrammen zur energetischen Sanierung und zur Steigerung der Energieeffizienz.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Fördert die Akzeptanz und die Teilnahme an energetischen Sanierungsmaßnahmen. Durch die umfassende Nutzung von Fördermitteln können Sanierungsprojekte effizienter umgesetzt und die CO ₂ -Emissionen im Gebäudebestand nachhaltig gesenkt werden.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: <ul style="list-style-type: none"> • Einrichtung und Bewerbung von Informationsstellen sowie Erstellung von Informationsmaterialien zu Förderprogrammen • Auswahl und ggf. Schulung von Beratenden zur Unterstützung von Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen bei der Antragsstellung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen • Regelmäßige Evaluierung der Beratungsangebote sowie laufende Aktualisierung der bereitgestellten Informationen und Materialien.
Mögliche zeitliche Einordnung: Laufend, zeitlos; mit fortlaufender Anpassung an aktuelle Förderprogramme und neue gesetzliche Vorgaben
Kosten: Personal- und Verwaltungskosten für die Organisation und Bereitstellung von Beratungs- und Informationsangeboten
Einfluss der Kommune: Anbieter und Koordinator; die Kommune organisiert und bewirbt die Beratungsangebote und steht als Ansprechpartner zur Verfügung.
Akteure: Stadtverwaltung, externe Energieberater
Betroffene: Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen in der Stadt
Mögliche Finanzierung: Kommunale Mittel zur Finanzierung der Informations- und Beratungsangebote; ergänzende Fördermittel für Beratungsleistungen und Energieeffizienzmaßnahmen

M6: Initiieren von Energiegemeinschaften z.B. durch Gründung von Energiegenossenschaften, die es Bürgern ermöglichen, sich an der Finanzierung und dem Betrieb von Wärmenetzen zu beteiligen
Beschreibung: Die Bildung einer Energiegemeinschaft ermöglicht es den Bürgern, sich finanziell und operativ am Aufbau und Betrieb des Wärmenetzes zu beteiligen. Dies fördert die Akzeptanz und sichert die Finanzierung des Projekts.
Ziel: Förderung der Bürgerbeteiligung an der Wärmeversorgung und Sicherstellung einer breiten Akzeptanz des Projekts
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Eine Energiegemeinschaft schafft eine enge Verknüpfung zwischen den Bürgern und dem Projekt, was den Anschlussgrad und die wirtschaftliche Tragfähigkeit erhöht.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: <ul style="list-style-type: none"> • Gründung der Energiegemeinschaft (2026) • Durchführung von Informationskampagnen und Gewinnung von Mitgliedern • Finanzierungsbeteiligung der Bürger
Mögliche zeitliche Einordnung: Start kurzfristig (2026-27), Dauer bis 2030
Kosten: Geringe Kosten für die Verwaltung und rechtliche Beratung
Einfluss der Kommune: Förderer und Unterstützer, ggfs. Beteiligung
Akteure: Bürgerinnen und Bürger, Stadtwerke
Betroffene: Anwohner, Unternehmen, Stadtwerke
Mögliche Finanzierung: Bürgerbeteiligung und kommunale Zuschüsse
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Schulungen zur Energiegemeinschaft

11. Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie der Stadt Großalmerode zielt darauf ab, eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit mit allen Zielgruppen zu gewährleisten. Durch klare Informationen, interaktive Beteiligungsformate und nachhaltige 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 Bürgerinnen und Bürger 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.

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

11.2. Zielgruppenorientierte Kommunikation

- Die Kommunikationsstrategie der Stadt Großalmerode war gezielt auf die Bedürfnisse und Erwartungen verschiedener Zielgruppen ausgerichtet und soll auch in Zukunft fortgeführt werden.
- Für die Bürgerinnen und Bürger lag der Schwerpunkt auf Öffentlichkeitsarbeit über die kommunale Website sowie die lokale Presse. Ziel war es, die breite Bevölkerung regelmäßig und umfassend zu informieren.
- Die politischen Entscheidungsträger wurden durch Workshops und eine kontinuierliche Berichterstattung in alle Phasen des Projekts einbezogen – von der Planung bis zum Abschluss.
- Das Kernteam, bestehend aus der Stadtverwaltung Großalmerode tauschte sich regelmäßig (wöchentlich bis zweiwöchentlich) in Jour-Fixe-Treffen aus. Diese Sitzungen ermöglichten eine vertiefte Zusammenarbeit und einen reibungslosen Ablauf der Projektarbeit.
- Zusätzlich wurden Multiplikatoren, wie politische Entscheidungsträger sowie Vertreter aus Handwerk und Gewerbe, aktiv eingebunden. Sie hatten die Aufgabe, die Informationen zur kommunalen Wärmeplanung in die Bevölkerung zu tragen und so die Reichweite der Kommunikation zu erhöhen.
- Durch diese zielgruppenorientierte Kommunikation wurde sichergestellt, dass alle relevanten Akteure – 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.

Auftaktpräsentation am 17. April 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, Energieversorgungsunternehmen und politische Vertreter.

Präsentation der Zwischenergebnisse am 10. Juli 2024

Ziel: Erarbeitung und Präsentation von Zielszenarien zur Wärmeplanung. Sicherstellung von Transparenz und breiter Beteiligung durch Rückkopplung der bisherigen Ergebnisse.

Inhalt:

- Präsentation der Zwischenergebnisse aus der Bestands- und Potentialanalyse
- Vorstellung verschiedener Zielszenarien für die künftige Wärmeversorgung
- Interaktive Arbeitsgruppen zur Bewertung und Weiterentwicklung der Zielszenarien und der vorhandenen Potentiale
- Ausblick auf die Maßnahmen

Zielgruppen: Verwaltung, Energieversorgungsunternehmen, politische Vertreterinnen und Vertreter

Einladungskanäle: E-Mail-Verteiler, direkte Ansprache relevanter Stakeholder

Maßnahmenworkshop am 18. September 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, Unternehmen, Energieversorgungsunternehmen, politische Entscheidungsträger und Bürgerinnen und Bürger.

Einladungskanäle: E-Mail-Verteiler, Pressemitteilung, direkte Ansprache.

Abschlusspräsentation im Dorfgemeinschaftshaus Epterode am 21. November 2024:

Ziel: Präsentation der Ergebnisse und langfristigen Strategien der Wärmeplanung.

Inhalt:

- Vorstellung des Abschlussberichts und der priorisierten Maßnahmen.
- Offene Diskussion in einer Marktstandssituation zur Einholung von Feedback.
- Ausblick auf Monitoring und weitere Umsetzungsschritte.

Zielgruppen: Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, politische Vertreterinnen und Vertreter.

Einladungskanäle: Pressemitteilungen, kommunale Website, Facebook.

11.3.1. Zeitplan der Maßnahmen

Die Maßnahmen waren eng an die Phasen der Wärmeplanung gekoppelt:

- **Startphase (April bis Mai 2024)**
Sensibilisierung der Öffentlichkeit durch Pressearbeit und Auftaktpräsentation
- **Phase der Festlegung der Zielszenarien (Juni bis Juli 2024)**
Veröffentlichung der Zwischenergebnisse
- **Phase der Maßnahmenplanung (August bis September 2024)**
Durchführung vom Maßnahmenworkshop zur Diskussion und Priorisierung geplanter Maßnahmen
- **Monitoring und Evaluierung (Oktober bis November 2024)**
Abschlusspräsentation 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 Evaluationsindikatoren wie Teilnehmerzahlen an Veranstaltungen, die Reichweite der Social-Media-Aktivitäten und die Zufriedenheit der Bürgerinnen und Bürger analysieren. Diese Kennzahlen werden eine verlässliche Grundlage bieten, um die Wirksamkeit der Kommunikationsstrategie zu bewerten und bei Bedarf anzupassen.

Der "Runde Energietisch" wird als Plattform für den kontinuierlichen Austausch zwischen Politik, den Stadtwerke Großalmerode, bzw. den Städtische Werke Kassel und der Stadtverwaltung dienen. Dieses Format wird eine enge Zusammenarbeit fördern und sicherstellen, dass alle relevanten Akteure auch langfristig in den Prozess eingebunden bleiben. Diese Maßnahmen werden dazu beitragen, die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung nachhaltig zu sichern und den Austausch zwischen allen Beteiligten zu stärken.

11.5. Stakeholdermapping

Gemäß § 7 WPG umfasst die Partizipation die Öffentlichkeit, Träger öffentlicher Belange, Netzbetreiber sowie weitere relevante Akteure. Diese sollen auch zukünftig eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit fördern, um eine breite Akzeptanz und aktive Mitarbeit bei der Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen zu erreichen. Das Stakeholdermapping wurde im Kernteam durchgeführt.

Beteiligte Akteursgruppen

1. Stadtverwaltung:

- **Primäre Beteiligte:** Bauamt
- **Steuerungseinheiten:** Bürgermeister und Magistrat
- **Kommunikationskanäle:** Intranet, E-Mail-Verteiler, Dokumentenmanagementsysteme sowie regelmäßige interne Besprechungen (Jour Fixe, abteilungsübergreifende Treffen)

2. Kommunalpolitik:

- Beteiligung der Stadtverordnetenversammlung
- Nutzung des digitalen Ratsinformationssystems für transparente Kommunikation

3. Öffentlichkeit:

Niederschwellige Angebote, wie:

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

4. Energieversorgungsunternehmen:

- **Hauptakteur:** Stadtwerke Großalmerode und Städtische Werke Kassel als Betreiber des Strom- und Gasnetzes
- **Kommunikationsformate:** Jour Fixe, "Runder Energietisch", gemeinsame Veranstaltungen und Präsentation der Zusammenarbeit in der Öffentlichkeitsarbeit

5. Weitere Akteursgruppen gemäß § 7 WPG:

- **Potenzielle Produzenten erneuerbarer Energien und Abwärme:** Identifikation potenzieller Wärmequellen und Kontaktaufnahme über persönliche Gespräche und Fragebögen zu Abwärmepotentialen
- **Großverbraucher von Wärme und Gas:** Unternehmen werden gezielt eingebunden
- **Betreiber angrenzender Energieversorgungsnetze:** Zusammenarbeit mit benachbarten Energieversorgungsunternehmen zur Erschließung von Synergien
- **Nachbarkommunen:** Kooperation mit den Kommunen Witzenhausen, Helsa, Kaufungen, Hessisch Lichtenau und Meißner
- **Bildungs- und Sozialeinrichtungen:** Valentin-Traudt-Schule und Bilstein-schule werden für die Bewusstseinsbildung eingebunden. Einbindung von Gewerbevereinen und Landwirtschaftsverbänden über bestehende Netzwerke

Tab. 3: Stakeholdergruppen mit möglichen Kommunikationsformaten

Stakeholdergruppe	Kommunikationsformate
Öffentlichkeit (Bürgerinnen und Bürger)	Website, Informationsveranstaltungen
Stadtverwaltung (Bauamt)	Intranet, E-Mail-Verteiler, Jour Fixe, abteilungsübergreifende Treffen
Kommunalpolitik (Stadtverordnetenversammlung)	Präsentationen im Stadtrat und Ausschüssen, Ratsinformationssystem
Energieversorgungsunternehmen (Stadtwerke Großalmerode und Städtische Werke Kassel)	Jour Fixe, gemeinsame Veranstaltungen, Kooperationen
Potenzielle Produzenten erneuerbarer Energien (Biogas-, Biomasseanlagenbetreiber)	Persönliche Gespräche, Fragebögen, Workshops
Großverbraucher (z.B. Feuerfeste Industrie)	Direkte Ansprache, persönliche Gespräche, Fragebögen
Nachbarkommunen (Witzenhausen, Helsa, Kaufungen, Hessisch Lichtenau und Meißner)	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 Kommunalverwaltung, bestehend aus dem Bereich Bauamt 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 der Stadtverordnetenversammlung. 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 die Stadtwerke Großalmerode und Städtische Werke Kassel 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. Hinzu kommen die Großverbraucher, die aufgrund ihrer Bedeutung für den Energieverbrauch und ihrer potenziellen Rolle als Partner einen großen Einfluss ausüben. Ihr Interesse ist ebenfalls hoch, da sie durch Effizienzmaßnahmen und Kosteneinsparungen direkt profitieren können.

Neben diesen zentralen Akteuren gibt es Gruppen mit mittlerem Einfluss und Interesse, wie die potenziellen Produzenten erneuerbarer Energien, zu denen Betreiber von Biogas- oder Biomasseanlagen gehören. Ihr Beitrag könnte die Wärmeplanung ergänzen, jedoch sind sie nicht direkt in den Kernprozess eingebunden, was sowohl ihren Einfluss als auch ihr Interesse begrenzt. Auch Nachbarkommunen wie Witzenhausen, Helsa, Kaufungen, Hessisch Lichtenau und Meißner zeigen einen mittleren Einfluss, da durch interkommunale Zusammenarbeit Synergien entstehen können. Ihr Interesse bleibt ebenfalls moderat, da sie zwar von den Ergebnissen profitieren, jedoch nicht direkt am Planungsprozess beteiligt sind. Eine ähnliche Rolle spielen Handwerkskammern und die Immobilienwirtschaft, die unterstützend tätig werden können, etwa durch die Umsetzung technischer Lösungen, und daher mittleren Einfluss und Interesse aufweisen.

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 Bürgerinnen und Bürgern, 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 Bürgerinnen und Bürger 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 sowie durch direkten Kontakt über die Stadtverwaltung. Bürgerinnen und Bürger hatten 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 häufiger 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 Bürgerinnen und Bürger 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 Maßnahme von Energieberatungen und der Vermittlung von Fachwissen, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Bürgerinnen und Bürger zu schaffen.

Die Idee, die Abwärme regionaler Betriebe 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 häufiger 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 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 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 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 Bürgerinnen und Bürger 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 Großalmerode zu einem gemeinschaftlichen Erfolg zu machen.

12. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie stellt sicher, dass die Wärmeplanung in der Stadt Großalmerode 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 Bauamt, 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 eines Dashboards (Hansa Luftbild Gemeindebox) und digitalen Karten
- Regelmäßige Berichte an die Stadtverordnetenversammlung, den Magistrat und die Öffentlichkeit zur Fortschrittskontrolle und Erfolgsmessung

Politische Begleitung durch die Stadtverordnetenversammlung und dem Magistrat

Die Stadtverordnetenversammlung und der Magistrat bleiben in allen wesentlichen Entscheidungen der Wärmeplanung eingebunden. Eine regelmäßige Berichterstattung sorgt dafür, dass politische Vertreter 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 die Stadtwerke Großalmerode und Städtische Werke Kassel, werden als strategische Partner kontinuierlich eingebunden. Ihnen werden konkrete Zuständigkeiten in der Umsetzung und Optimierung der Energie- respektive Wärmeverversorgung zugewiesen, um die Wärmewende voranzutreiben und einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten.

Anpassung an das zukünftige Wärmeplanungsgesetz und Landesrecht

Das zukünftige Wärmeplanungsgesetz und die geplanten 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 Landesrecht anzupassen. Das bedeutet, dass Zuständigkeiten und Prozesse laufend überprüft und angepasst werden, sobald entsprechende Landesrichtlinien veröffentlicht werden.
- **Schaffung neuer Verantwortlichkeiten:** Sofern das Landesrecht oder das Wärmeplanungsgesetz spezifische neue 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 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.

Die LandesEnergieAgentur Hessen (LEA) bietet 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.

Schaffung einer langfristigen Kommunikationsplattform:

Eine zentrale Plattform, namentlich die Webseite der Stadt Großalmerode, 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 Bürgerinnen und Bürger, Verwaltung und weiteren Akteuren 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 Werra-Meißner-Kreis. 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.

Mögliche Förderprogramme (Stand 30.11.2024)

- **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW):** Dieses Programm unterstützt den Ausbau effizienter Wärmenetze. Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden Sie auf der Website des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).
- **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG):** Das KWKG fördert die Strom- und Wärmezeugung in Kraft-Wärme-Kopplung. Die aktuellen Förderbedingungen sind auf der Website des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) verfügbar.
- **Erneuerbare Energien – Standard (270):** Dieses KfW-Programm bietet zinsgünstige Kredite für Investitionen in erneuerbare Energien. Details und aktuelle Konditionen finden Sie auf der KfW-Website.
- **KfW 430: Energieeffizient Sanieren:** Dieses Programm wurde eingestellt. Für aktuelle Fördermöglichkeiten im Bereich energieeffizientes Sanieren empfiehlt es sich, die neuesten Informationen auf der KfW-Website zu prüfen.
- **KfW 432: Energetische Stadtsanierung – Zuschuss:** Dieses Programm unterstützt integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager. Aktuelle Informationen sind auf der KfW-Website verfügbar. Aktuell keine Fortführung der Förderung.
- **IKK / IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201, 202):** Diese Programme fördern die energieeffiziente Versorgung ganzer Quartiere. Details und aktuelle Konditionen finden Sie auf der KfW-Website. Aktuell keine Fortführung der Förderung.
- **Innovative KWK-Systeme:** Förderungen für innovative Kraft-Wärme-Kopplungssysteme sind weiterhin verfügbar. Aktuelle Informationen bietet das BAFA.
- **Kommunale Klimaschutzmodellprojekte:** Dieses Programm unterstützt Kommunen bei innovativen Klimaschutzprojekten. Mögliche Förderprogramme sind hierbei die „Förderung von Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“, „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“, „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ oder „Natürlicher Klimaschutz in ländlichen Kommunen“. Details (u.a. zu Förderfenstern, Antragsfristen, etc.) finden sich auf der Website des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).
- **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG):** Diese Förderung unterstützt energetische Sanierungen von Bestandsgebäuden in Kommunen mit dem Ziel der Senkung des Primärenergiebedarfs um 50 Prozent. Die Förderung kann bis zu 80 Prozent betragen.

Fazit

Die fortgeschriebene Verstetigungsstrategie der Stadt Großalmerode setzt auf umfassende Transparenz und aktive Einbindung aller relevanten Akteure. 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 Großalmerode 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. 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 Großalmerode 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 Großalmerode 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 Großalmerode, u.a. die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045, 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 in konkret messbare Indikatoren übersetzt.

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. Diesbezüglich kann ein sogenanntes "Dashboard" oder ein digitaler Zwilling mit der Einbindung von Echtzeitdaten genutzt werden.

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 Steigerung der Energieeffizienz in einem Wohngebiet, werden systematisch erfasst und analysiert, z.B. mit einem Dashboard. Diese Daten fließen zurück in die strategische und integrale Planung, z.B. in der Form eines digitalen Zwillings, um die Wärmeplanung laufend zu optimieren.

Die aktive Einbindung lokaler Akteure wie Bevölkerung, Unternehmen und weiteren Interessensgruppen ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Durch ihre Mitwirkung bei der Datenerhebung und Bewertung werden sowohl die Genauigkeit der Daten als auch die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht.

Indikatoren für die Zielerreichung

Um den Erfolg der Wärmeplanung messbar zu machen, wurden spezifische Indikatoren entwickelt. Diese ermöglichen eine transparente und objektive Bewertung des Fortschritts, auch in der möglichen Form einer Echtzeitüberwachung:

- **Erneuerbarer Energien:** Der Fortschritt beim Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung, wird systematisch verfolgt.
- **Endenergieverbrauch:** Die Entwicklung des Energieverbrauchs in verschiedenen Sektoren wie Wohnen, Gewerbe und Industrie wird beobachtet, um Einsparpotentiale zu identifizieren.

- **CO₂-Emissionen (absolut und pro Kopf):** Hierbei wird untersucht, in welchem Maße die CO₂-Emissionen durch die umgesetzten energetischen Maßnahmen reduziert wurden.
- **Sanierungsrate und -tiefe:** Der Anteil der sanierten Gebäude in verschiedenen Baualtersklassen dient als Indikator für den Fortschritt im Bereich der energetischen Gebäudesanierung.

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. Stadtwerke Großalmerode und Städtische Werke Kassel liefern Verbrauchsdaten für Gas und Strom. Landesdaten geben Aufschluss über Gebäudetypen und Baualtersklassen. Ergänzend tragen Rückmeldungen lokaler Akteure wie Bürgerinnen und Bürger 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 Wärmeetlas 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, Mandatsträger und interessierte Bürgerinnen und Bürger, 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 Bauamt, 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 Großalmerode 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 Bürgerinnen und Bürger 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.

Empfehlungen

- Aus fachlicher Sicht wird empfohlen, die Wärmeplanung durch die Umsetzung der klar definierten Maßnahmen und eine systematische Fortschrittskontrolle zu unterstützen. Regelmäßige Statusberichte verbessern die Transparenz und Akzeptanz der Umsetzung.
- Digitale Hilfsmittel wie Dashboards (Hansa Luftbild Gemeindebox) oder digitale Zwillinge können eine effiziente Steuerung und (Echtzeit-) Überwachung der Maßnahmen erleichtern. Diese Werkzeuge erlauben eine anschauliche Visualisierung des Fortschritts und helfen dabei, relevante Daten zentral bereitzustellen.
- Besonders wichtig ist die aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger sowie lokaler Stakeholder. Regelmäßige Informationsveranstaltungen, Befragungen und Beteiligungsformate schaffen Vertrauen und erhöhen die Identifikation der Bevölkerung mit dem Wärmeplan. Gleichzeitig wird die praktische Umsetzung vor Ort durch lokale Expertise und Akzeptanz erleichtert.
- Die Teilnahme an etablierten Zertifizierungsprogrammen wie dem **European Energy Award** wird ebenfalls empfohlen. Diese Programme bieten nicht nur eine strukturierte Vorgehensweise, sondern stärken auch die Position der Stadt Großalmerode als Vorreiter im Klimaschutz.

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 27.01.2025

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

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 27.01.2025

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 27.01.2025

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH: *Wärmeatlas Hessen*, Oktober 2023; https://www.waermeatlas-hessen.de/docs/Dokumentation_WAH2023.pdf