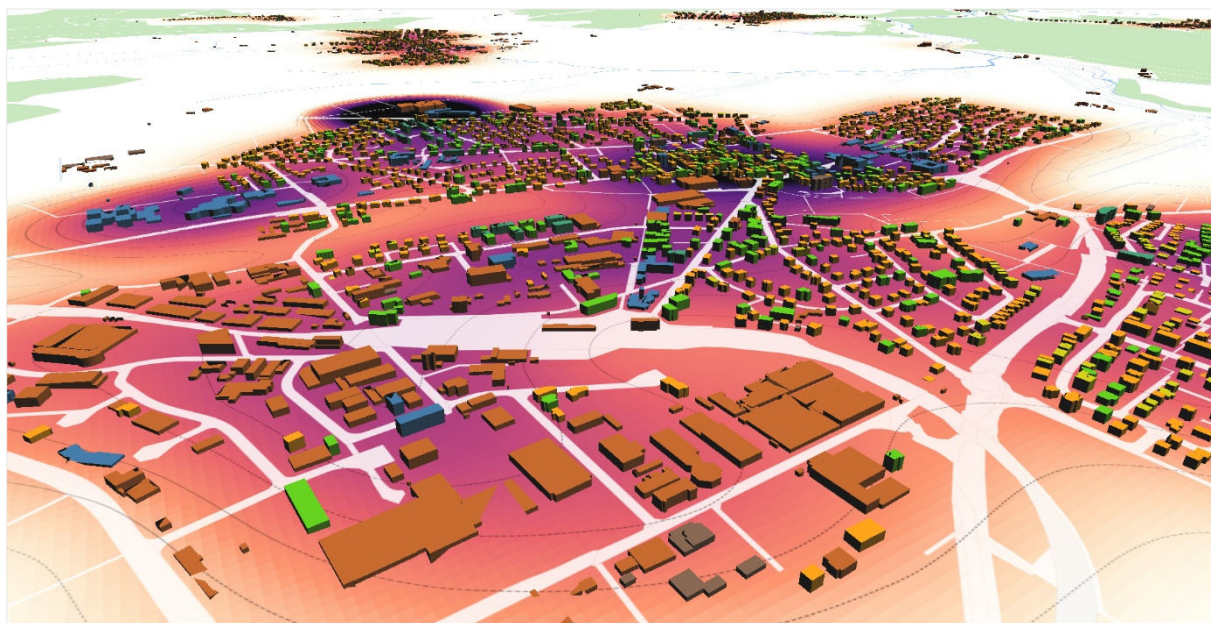


Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Usingen

Endbericht



Impressum

Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Usingen

Projektpartner

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

Auftraggeber:

Stadt Usingen

Wilhelmjstr. 1
61250 Usingen

Tel.: 06081-1024-0

Ansprechperson:

Fabian Wagenbach



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Auftragnehmer:

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

Nevinghoff 20
48147 Münster

Tel.: 0251-2330-100

Ansprechpersonen:

Dr. Paul Stampfl

Dr. Philip Völlers

Eric Oeder



WISSEN WIE'S
GELINGT.



K²I² Kompetenzzentrum für Klimawandel-
und integriertes Infrastrukturmanagement

Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Bericht überwiegend eine einheitliche Sprachform verwendet. Personenbezeichnungen gelten grundsätzlich für alle Geschlechter. Wo sinnvoll und ohne Beeinträchtigung der Lesbarkeit werden geschlechtsneutrale Formulierungen genutzt.

Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger von Usingen,

die Klimawende stellt uns vor eine der größten Herausforderungen unserer Zeit, doch sie bietet auch Chancen für eine zukunftsfähige und wirtschaftlich starke Heimat. Aktuelle Krisen zeigen eindrucksvoll, wie fossile Energien durch geopolitische Spannungen und Marktverwerfungen plötzlich massiv verteuert werden können – ein Grund mehr, lokale erneuerbare Energien auszubauen, Abhängigkeiten zu lösen und unsere Gesellschaft resilienter zu machen. Mit der Erstellung dieses Endberichts zur kommunalen Wärmeplanung erfüllen wir in Usingen bereits frühzeitig unsere Verantwortung als Kommune und legen damit einen strategischen Fahrplan für die zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung vor Ort.

Der Übergang von fossilen Brennstoffen zu erneuerbaren Energien erfordert dabei kluge, schrittweise Planung, die auf unseren lokalen Gegebenheiten basiert – von einzelnen Wärmenetzen bis zu effizienten Einzelversorgungen wie Wärmepumpen und Solarthermie. Dieser Bericht analysiert dabei den aktuellen Wärmebedarf in Usingen und unseren Stadtteilen, basierend auf detaillierten Datenanalysen und zeigt konkrete Potenziale für nachhaltige Transformationen auf. Wir priorisieren machbare Schritte, die Energieeffizienz steigern, Kosten senken und Versorgungssicherheit gewährleisten.

Wir haben den Prozess transparent gestaltet und Bürger, Unternehmen und Experten eng einbezogen, um Akzeptanz zu schaffen und Synergien zu nutzen. Der Plan dient als Leitfaden für Politik, Verwaltung und Wirtschaft: Er umfasst wichtige Maßnahmen wie Energieberatung, Machbarkeitsstudien und Partnerschaften mit Versorgern. Gemeinsam machen wir Usingen klimafreundlicher – wirtschaftlich, sozial und zuverlässig.

Wir laden alle Interessierten ein, sich aktiv an der persönlichen Wärmewende zu beteiligen und die nächsten Schritte hinsichtlich einer sicheren und zukunftsfähigen Energieversorgung zu gehen.

Herzlichst,

Usingen, im März 2026

Steffen Wernard

Bürgermeister der Stadt Usingen

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	ii
Vorwort.....	iii
Abbildungsverzeichnis.....	vi
Tabellenverzeichnis.....	vii
Abkürzungsverzeichnis.....	viii
1 Einleitung.....	1
2 Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement).....	2
2.1 Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung.....	4
2.2 Einbindung der relevanten Akteure.....	6
3 Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung.....	7
4 Kommunikation und Partizipation.....	9
5 GIS-gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement.....	10
6 Ergebnisse.....	11
6.1 Bevölkerungsentwicklung.....	11
6.2 Harmonisierung der demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung.....	12
6.3 Veränderte Nutzungsanforderungen.....	13
7 Bestandsanalyse.....	14
7.1 Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet.....	15
7.2 Arbeitsschritte und Ergebnisse der GIS-gestützten Datenverarbeitung, Analyse und Visualisierung.....	17
7.2.1 GIS-basierte Analyse und Visualisierung.....	17
7.2.2 Energiebedarfsmodellierung.....	18
7.2.3 Heizwärmedichte.....	21
7.2.4 Baublockcharakterisierung.....	21
7.2.5 Wärmeliniendichte.....	22
7.3 Gebäudebestand – Anzahl Gebäude.....	23
7.4 Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen.....	26
7.4.1 Vorbildfunktion der Stadt Usingen.....	29
7.5 Heizwärmebedarf.....	30
7.6 Energieträgerverteilung.....	33
7.7 Treibhausgasbilanz.....	34
8 Potenzialanalyse.....	35
8.1 Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Usingen.....	36
8.2 Ergebnisse zu den Potenzialen erneuerbarer Energiequellen.....	37
8.2.1 Windkraft.....	38
8.2.2 Solarenergie.....	40

8.2.3	Luftwärmepumpen	44
8.2.4	Geothermie	46
8.2.4.1	Oberflächennahe Geothermie	46
8.2.4.2	Tiefengeothermie	47
8.2.5	Bioenergie	49
8.2.5.1	Feste Biomasse aus der Forstwirtschaft.....	49
8.2.5.2	Biogas aus der Landwirtschaft.....	50
8.2.6	Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung	51
8.2.7	Kreislaufwirtschaft.....	52
8.2.8	Abwärme	53
8.2.9	Wasserstoff	54
8.2.10	Weitere erneuerbare Energiequellen.....	55
8.3	Einsparpotenziale durch Sanierung und Effizienzsteigerung.....	55
9	Zielszenarien und Entwicklungspfade	57
9.1	Zielszenario: Zukunft der Wärmebereitstellung in der Stadt Usingen.....	64
9.2	Umgang mit dem bestehenden Gasnetz.....	67
9.3	Darstellung der Wärmeversorgungsarten	69
10	Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog	73
10.1	Maßnahmenkatalog.....	75
10.2	Maßnahmenblätter.....	77
11	Kommunikationsstrategie.....	94
11.1	Informationsbereitstellung und Kommunikationskanäle	94
11.2	Zielgruppenorientierte Kommunikation	95
11.3	Workshops und Veranstaltungsformate	95
11.4	Langfristige Kommunikation und Evaluierung nach dem Abschluss der kommunalen Wärmeplanung	97
11.5	Stakeholdermapping.....	97
11.6	Stellungnahmen und Rückmeldungen aus der Bevölkerung.....	100
12	Verstetigungsstrategie.....	101
13	Controlling-Konzept	107
13.1	Controlling-Ansätze	107
	Quellen- und Literaturverzeichnis	111
	Anlage.....	I

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine	3
Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans	7
Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken	11
Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Usingen	12
Abb. 5: Der Baublock als maßgebliche Analyse- und Planungsebene für die kommunale Wärmeplanung	16
Abb. 6: Verorteter Gebäudebestand	17
Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100x100-Meter-Gitter) mit aggregierten Heizenergiebedarfen.....	18
Abb. 8: Die Heatmap als analytisches Instrument zur Analyse der räumlichen Wärmebedarfsmuster	19
Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/a	20
Abb. 10: Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung, dargestellt auf dem 100x100-Meter- Zensusgitter.....	20
Abb. 11: Wärmelinienindichte Megawattstunden pro laufendem Meter und Jahr (MWh/lfm·a) und deren Eignung für ein Wärmenetz	22
Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie	23
Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert).....	24
Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert).....	25
Abb. 15: Nutzfläche pro Gebäudekategorie nach Epochen	26
Abb. 16: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)	27
Abb. 17: Anteile Nutzfläche nach Gebäudekategorie.....	28
Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/a)	30
Abb. 19: Heizwärmebedarf der Wohngebäude [MWh/a].....	31
Abb. 20: Spezifischer Heizwärmebedarf [kWh/m ² a] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter	32
Abb. 21: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf	33
Abb. 22: Energieträgerverteilung – Anteile [%] einzelner Brennstoffe an beheizter Fläche [m ²] ...	34
Abb. 23: CO ₂ -Emissionen [t CO ₂ e/a] nach Gebäudekategorie	35
Abb. 24: Potenziale erneuerbarer Energiequellen; Berechnungen HL-MM/K2I2	37
Abb. 25: Einsparungspotenzial des bestehenden Gebäudebestandes auf Baublockebene	56
Abb. 26: Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen.....	59
Abb. 27: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen	60
Abb. 28: Heizenergiedichte [MWh/ha] und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung engagierter Sanierungsmaßnahmen	61
Abb. 29: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen	62
Abb. 30: Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden (2025 – 2045) unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen.....	63
Abb. 31: Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien [GWh/a] an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2045.....	65
Abb. 32: Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045.....	70
Abb. 33: Einteilung der Gebiete und Baublöcke in potenzielle Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045.....	72
Abb. 34: Impressionen vom Akteurs- und Maßnahmenworkshop am 11.06.2025.....	76

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Bestehende Energieinfrastruktur	36
Tab. 2: Stakeholdergruppen mit möglichen Kommunikationsformaten.....	99

Abkürzungsverzeichnis

a:	Jahr
ALKIS:	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG:	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW:	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BfJ:	Bundesamt für Justiz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BioEn:	Biomasseenergie
BISKO:	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMDV:	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWK:	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB:	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
C:	Kohlenstoff
CAPEX:	<i>Capital Expenditures</i> (Investitionsausgaben)
CO ₂ :	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e:	Kohlenstoffdioxidäquivalente
COP:	<i>Coefficient of Performance</i> (Effizienzwert einer Wärmepumpe)
dena:	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DGNB:	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EEA:	European Energy Award
EFH:	Einfamilienhaus
ETS:	EU-Emissionshandelssystem
EVO:	Energieversorgung Offenbach AG
EVU:	Energieversorgungsunternehmen
EZFH:	Ein- und Zweifamilienhaus
FAQs:	Frequently Asked Questions (häufig gestellte Fragen)
FW:	Fernwärme
GEG:	Gebäudeenergiegesetz
GFZ:	Geschossflächenzahl
GIS:	Geografisches Informationssystem
GMFH:	Großes Mehrfamilienhaus
GRZ:	Grundflächenzahl
GW:	Gigawatt
GWh:	Gigawattstunden
ha:	Hektar
HEG:	Hessisches Energiegesetz
JAZ:	Jahresarbeitszahl
KfW:	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh:	Kilowattstunde
KWK:	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP:	Kommunale Wärmeplanung
kWp:	Kilowatt peak (Kilowatt Spitzenleistung)
l _{fm} :	Laufender Meter
MFH:	Mehrfamilienhaus
MSR:	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
MW:	Megawatt
MWh:	Megawattstunde
NWG:	Nichtwohngebäude

o.J.:	ohne Jahresangabe
OPEX:	<i>Operational Expenditures</i> (Betriebskosten)
OSM:	OpenStreetMap
ÖPPs:	Öffentlich-Private Partnerschaft
PV:	Photovoltaik
PVT:	Photovoltaik-Thermie
PtH:	Power to heat
PW:	Prozesswärme
RH:	Reihenhaus
RW:	Raumwärme
SolarTh:	Solarthermie
TAB:	Thermische Abfallbehandlungsanlage
TABULA:	Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (Typologie-Ansatz für die energetische Bewertung des Gebäudebestands)
THG:	Treibhausgas
T45:	Treibhausgasneutralität bis 2045
VLS:	Volllaststunde
WG:	Wohngebäude
WP:	Wärmepumpe
WPG:	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung
WW:	Warmwasser

1 Einleitung

Hintergrund zur kommunalen Wärmeplanung

Die Stadt Usingen im Hochtaunuskreis 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. Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt auf Grundlage der geltenden bundesrechtlichen Vorgaben und wird durch Fördermittel des Bundes unterstützt. Damit werden die notwendigen Grundlagen geschaffen, um den Transformationsprozess hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung systematisch zu planen und umzusetzen. Mit der Erstellung des Wärmeplans setzt die Stadt Usingen die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) um und stärkt zugleich ihre Vorbildfunktion im kommunalen Klimaschutz, indem sie einen übertragbaren Orientierungsrahmen für andere Kommunen schafft.

Rechtlicher Rahmen

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) für die Stadt Usingen basiert auf den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), das seit dem 1. Januar 2024 in Kraft ist (Die Bundesregierung, 2019; BMJ, 2023). 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 KWP im Einklang mit den nationalen Klimazielen steht und die Umsetzung durch finanzielle Mittel unterstützt wird. Aufbauend auf das WPG ist am 29.11.2022 für das Bundesland Hessen das Hessische Energiegesetz (HEG) in Kraft getreten (HMWEVW, 2022).

Der Beschluss zur Annahme eines kommunalen Wärmeplans ist in der Regel nicht rechtlich bindend (s. §23 (4) und §27 (2) WPG), 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 (vgl. LEA, o.J.; weitere Infos: BNetzA, 2025; KWW, 2023).

Verpflichtungen der Kommunen

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

Technische und inhaltliche Vorgaben

Das WPG stellt klare Anforderungen an die Inhalte der Wärmeplanung.

Dies beinhaltet

- die Bestandsaufnahme mit Erhebung und Analyse der bestehenden Wärmeversorgung, des Energiebedarfs und der genutzten Energieträger
- die Potenzialanalyse 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 (vgl. BMWK & BMWSB, 2024).

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. Zudem erhalten die Kommunen einen Belastungsausgleich für die Durchführung der ihnen durch das WPG/HEG übertragenen Aufgaben. Diese Mittel dienen sowohl der Erstellung der Wärmepläne als auch der Finanzierung notwendiger Investitionen in die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Stadt Usingen konnte durch diese Fördermittel die Erstellung des kommunalen Wärmeplans sicherstellen.

2 Organisatorischer Rahmen (Projektmanagement)

Im Rahmen der KWP für die Stadt Usingen 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 Mobile Mapping GmbH – K2I2 Kompetenzzentrum für Klimawandel - & Infrastrukturmanagement e.U.*, die in enger Abstimmung mit der Stadt Usingen arbeitete. Ein Kernteam, bestehend aus der Stadt Usingen (Klimaschutzmanagement, Bauleitplanung, Techn. Leitung & Projektmanagement), sowie dem Projektteam der Arbeitsgemeinschaft *Hansa Luftbild – K2I2*, traf sich regelmäßig in Regelterminen (Jour fixe), um den Projektfortschritt zu überprüfen und die nächsten Schritte abzustimmen. Im Sinne eines breit getragenen Steuerungsteams wurden darüber hinaus zu allen Workshops und Veranstaltungen stets sämtliche relevante Vertreter eingeladen, um eine umfassende Einbindung und Abstimmung sicherzustellen. Dieses Gremium sorgte für die strategische Lenkung und stellte sicher, dass die Maßnahmen mit den politischen, wirtschaftlichen und sozialen Anforderungen vor Ort abge-

stimmt 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 KWP und trug entscheidend zur Zielerreichung bei (vgl. **Abb. 1**).

Arbeitspakete (APs) / Zeitplan	2024			2025											
	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
0 - Projektmanagement														*9	
A - Bestandsanalyse mit Energie- & Treibhausgasbilanz							*2								
B - Potentialanalyse zu Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien							*3								
C - Zielszenarien & Entwicklungspfade									*4						
D - Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen											*5				
- Verstetigungsstrategie													*6		
- Controlling-Konzept													*7		
E - Dokumentation der Ergebnisse														*8	
ÖB - Öffentlichkeitsbeteiligung															
- Kommunikationsstrategie													*1		
Kernteamsitzung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kick-off Meeting			o												
Meeting des Steuerungskreises			(x)/(o)						(x)/(o)					(x)/(o)	
Maßnahmenworkshop unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik)									o						
Abschlussveranstaltungen mit Präsentation des Wärmeplans unter Einbindung der relevanten Akteursgruppen (inkl. Kernteam & Steuerungskreis/Politik) und der Bürgerinnen & Bürger														o	

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



Meilensteine

- *1 Vorlage Entwurf Beteiligungs- und Kommunikationsstrategie inkl. begleitender Öffentlichkeitsarbeit
- *2 Abschluss und Präsentation der Ergebnisse zur Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
- *3 Abschluss und Präsentation der Ergebnisse zur Potentialanalyse, Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien
- *4 Festlegung Zielszenario
- *5 Vorlage Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog
- *6 Vorlage Verstetigungsstrategie
- *7 Vorlage Controlling-Konzept
- *8 Druck und Vorlage Abschlussbericht
- *9 Finale Übergabe & Abschluss der Wärmeplanung

Abb. 1: Arbeitspakete, Zeitplan und Meilensteine

2.1 Ziel und Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung

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

Die übergeordneten Zielsetzungen der KWP 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 KWP für die Stadt Usingen entwickelt. Ziel war es, eine fundierte GIS-gestützte Datenbasis sowie belastbare Entscheidungsgrundlagen für die integrierte Entwicklung des Wärmesektors und nachfolgende Investitionen zu schaffen. Ein regelmäßiger Austausch im Kernteam und im Arbeitskreis, gezielte Maßnahmen wie der Maßnahmenworkshop sowie die Einbindung von Stakeholder-Rückmeldungen trugen maßgeblich dazu bei, die erforderlichen Grundlagen für den Wärmeplan zu erarbeiten. Als Ergebnis dieses Prozesses wurden die nachfolgend aufgelisteten zentralen Aufgaben sowie Instrumente und Strategiefelder definiert (vgl. Deutscher Städte- tag, 2024; Riechel & Walter, 2022).

Zentrale Aufgaben der KWP in der Stadt Usingen 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 Stadtteilen 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 KWP sind:

- **Finanzierung**
 - Nutzung von Förderprogrammen des Bundes und der Länder
 - Entwicklung kommunaler Anreizprogramme, um die Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme zu fördern
- **Planung und Organisation**
 - Aufbau eines Wärmekatasters, um den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf zu analysieren und darzustellen
 - Sicherstellung einer effektiven Personalplanung und -organisation, um die notwendigen Kompetenzen und Kapazitäten für die Planung und Umsetzung bereitzustellen
- **Rechtliches**
 - Integration der Wärmeplanung in Bebauungs- und Flächennutzungspläne, um rechtliche Grundlagen für die Umsetzung zu schaffen
 - Nutzung von Regulierungen und Vorschriften, um klimafreundliche Bau- und Sanierungsstandards zu fördern
- **Kommunikation und Information**
 - Intensive Öffentlichkeitsarbeit durch die Kommune, um Bürger 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

2.2 Einbindung der relevanten Akteure

Die relevanten Akteure der KWP wurden im Rahmen einer umfassenden Akteursbeteiligung aktiv in die Umsetzung eingebunden. Dabei standen die spezifischen Bedürfnisse und Perspektiven der Kommune, der Netzbetreiber, Energieversorger, Unternehmen sowie der Bürger im Fokus. In Workshops und Expertenrunden wurden ihre Anliegen aufgenommen und in die Erstellung des kommunalen Wärmeplans integriert. Diese Zusammenarbeit stellt sicher, dass die Ergebnisse des Wärmeplans nicht nur die strategischen Ziele der Kommune, sondern auch die betriebswirtschaftlichen Anforderungen der Energieversorger sowie die Bedürfnisse der Bürger 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 Netzbetreiber und Energieversorger** liefert die Wärmeplanung wichtige Erkenntnisse, um Planungen und Investitionen in den Umbau und die Anpassung der Wärmeinfrastruktur zu priorisieren.
- **Für Unternehmen** schafft der kommunale Wärmeplan Planungssicherheit und reduziert Kosten durch die Nutzung klimafreundlicher Wärmequellen. Gleichzeitig stärkt er die Wettbewerbsfähigkeit durch eine verbesserte ökologische Bilanz und fördert den Standort durch eine zukunftsfähige Wärmeinfrastruktur.
- **Für Bürger** schafft der kommunale Wärmeplan Transparenz und Orientierung hinsichtlich verfügbarer, klimafreundlicher und kosteneffizienter Wärmeversorgungsoptionen.

3 Methodischer Ansatz der kommunalen Wärmeplanung

Die KWP in der Stadt Usingen 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.

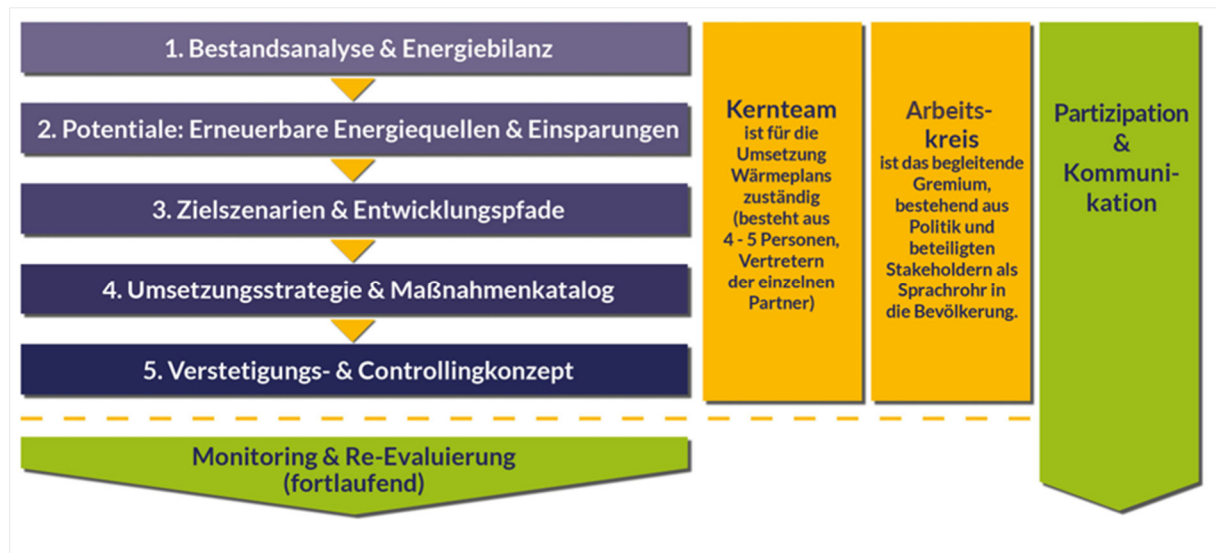


Abb. 2: Phasen & Arbeitspakete des kommunalen Wärmeplans

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* 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 Stadtteile präzise zu erfassen. Darüber hinaus wurde der Heizwärmebedarf für unterschiedliche Gebäudetypen und Sektoren abgeschätzt sowie die Brennstoffverteilung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen untersucht. Diese sektorale Treibhausgasbilanz diente als Grundlage, um den Status quo der CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung zu quantifizieren. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse bildeten die Datengrundlage für die weiteren Projektschritte. Während das Kernteam die operative Arbeit übernahm, sorgte der Arbeitskreis für die strategischen Leitlinien und evaluierte die Ergebnisse.

Potenzialanalyse zu Energieeinsparpotenzialen & erneuerbaren Energien

In der zweiten Phase wurden mögliche Energieeinsparpotenziale und die Nutzung Erneuerbarer Energien untersucht. Dabei wurden Energieeinsparpotenziale 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 Potenzialanalyse 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 Treibhausgasneutralität bis 2045 (T45)-Strom Szenarien, die von einer starken Elektrifizierung des Energiesystems ausgehen (Fraunhofer ISI, 2023; vgl. Agora Think Tanks, 2024; Agora Think Tanks et al., 2024). Die festgelegten Entwicklungsszenarien skizzierten die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungspfade auf die zukünftigen Wärmedichten und zeigten auf, welche Wärmenetztypen und Technologien aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll wären. Der Arbeitskreis validierte die entwickelten Szenarien, um sicherzustellen, dass diese sowohl mit den lokalen Gegebenheiten als auch mit den übergeordneten Klimazielen vereinbar sind.

Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen

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

Verstetigung und Monitoring

Die Wärmeplanung ist ein dynamischer Prozess, der kontinuierlich überwacht und alle fünf Jahre überprüft werden muss (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 Usingen zielt darauf ab, die erarbeiteten Maßnahmen langfristig in die kommunalen Planungsprozesse und politi-

schen 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 (vgl. Ortner et al. 2024).

4 Kommunikation und Partizipation

Die Kommunikationsstrategie im Rahmen der KWP diente dazu, Information und Partizipation zielgruppenspezifisch zu gestalten und so eine breite Akzeptanz und aktive Mitgestaltung zu fördern. U. a. wurde auch darauf geachtet, Personenkreise aus den Bereichen Politik, Schornsteinfegerinnung, Gewerbe und der Öffentlichkeit mit in den Ablauf einzubinden, um die Verbreitung der Informationen in ihren Netzwerken zu erhöhen. Die Kommunikation nutzte bewährte und reichweitenstarke Kanäle wie die Website der Stadt und Pressemitteilungen. Diese Kanäle boten kontinuierliche Updates, sensibilisierten die Öffentlichkeit und luden zur aktiven Beteiligung ein. Zur abschließenden Information der Öffentlichkeit über die zentralen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung wurde darüber hinaus eine detaillierte Pressemitteilung verfasst und veröffentlicht. Diese fasste die wesentlichen Erkenntnisse verständlich und zielgruppengerecht zusammen.

Ein besonderer Fokus lag auf interaktiven Formaten, um Transparenz zu schaffen und wertvolle Rückmeldungen von Unternehmen, Bürgern und politischen Vertretern einzuholen. Dazu gehörten:

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

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

5 GIS-gestützte Datenanalyse und integriertes Datenmanagement

Im Rahmen des Projektmanagements wurde ein umfassendes Datenmanagement eingerichtet, um den komplexen Anforderungen der Wärmeplanung gerecht zu werden. Hierbei wurden alle relevanten Daten zur Wärmeversorgung, Energieinfrastruktur und Gebäudestruktur der Stadt systematisch erfasst, analysiert und in einer zentralen *PostGIS/PostgreSQL*-Geodatenbank integriert. Die Einrichtung dieser Geodatenbank folgte einem strukturierten Prozess, der mit der systematischen Recherche, Sichtung und Beschaffung energierelevanter Daten begann. In diesem Kontext wurde eine Daten- und Indikatorenmatrix erstellt, die eine klare Übersicht über verfügbare Datenquellen und deren Relevanz für die Wärmeplanung bietet. Diese Matrix dient als zentrale Grundlage für die weitere Datenintegration und Analyse. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Analyse und Integration des Raumwärmebedarfsmodells 2022, welches vom Bundesland bereitgestellt und fortlaufend aktualisiert wird (Wärmeetlas Hessen – LEA, 2025). Dieser GIS-Datensatz ermöglicht die gebäudescharfe Modellierung des Heizwärmebedarfs und bildet die Ausgangsbasis für die energetische Bewertung des Gebäudebestandes (vgl. BMWK, 2024a). Basierend auf dieser Datenbasis wurde ein aggregiertes Gebäudemodell entwickelt und angewendet, um eine GIS-basierte sektorale Energie- und CO₂-Emissionsbilanz für das gesamte Gemeindegebiet 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 *B/SKO* (Bilanzierungssystematik Kommunal) (Hertle et al., 2019; Difu, 2025), das endenergiebasierte Territorialprinzip und die Berechnung von THG-Emissionsfaktoren (inklusive Vorketten) die Gebäudekartierung und Wärmebedarfsmodellierung nach *Typology Approach for Building Stock Energy Assessment* (TABULA)-Standard (IWU, 2022) berücksichtigt. Dieser Ansatz ermöglichte eine detaillierte Wärmebedarfsanalyse und eine präzise Abbildung der energetischen Eigenschaften des Gebäudebestands. Die zentrale Speicherung und standardisierte Aufbereitung der Daten in einem GIS-kompatiblen Format lässt nicht nur die nahtlose Verknüpfung unterschiedlicher Datenquellen und den Datenfluss ohne Medienbruch zu, sondern schafft auch die Basis für die mögliche zukünftige Erstellung eines digitalen Zwillings (ein digitales Abbild, z. B. einer Stadt). Dieser ist in der Lage, die realen Stadtstrukturen als interaktives Modell abzubilden und weitreichende Potenziale für Szenario-Simulationen und räumliche Analysen zu bieten.

Abschließend wurden die Ergebnisse statistisch aufbereitet und kartographisch in verständlicher Form dargestellt. Mit dem Abschluss des Projekts werden sämtliche aufbereiteten GIS-Daten und Karten an die Stadt Usingen 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

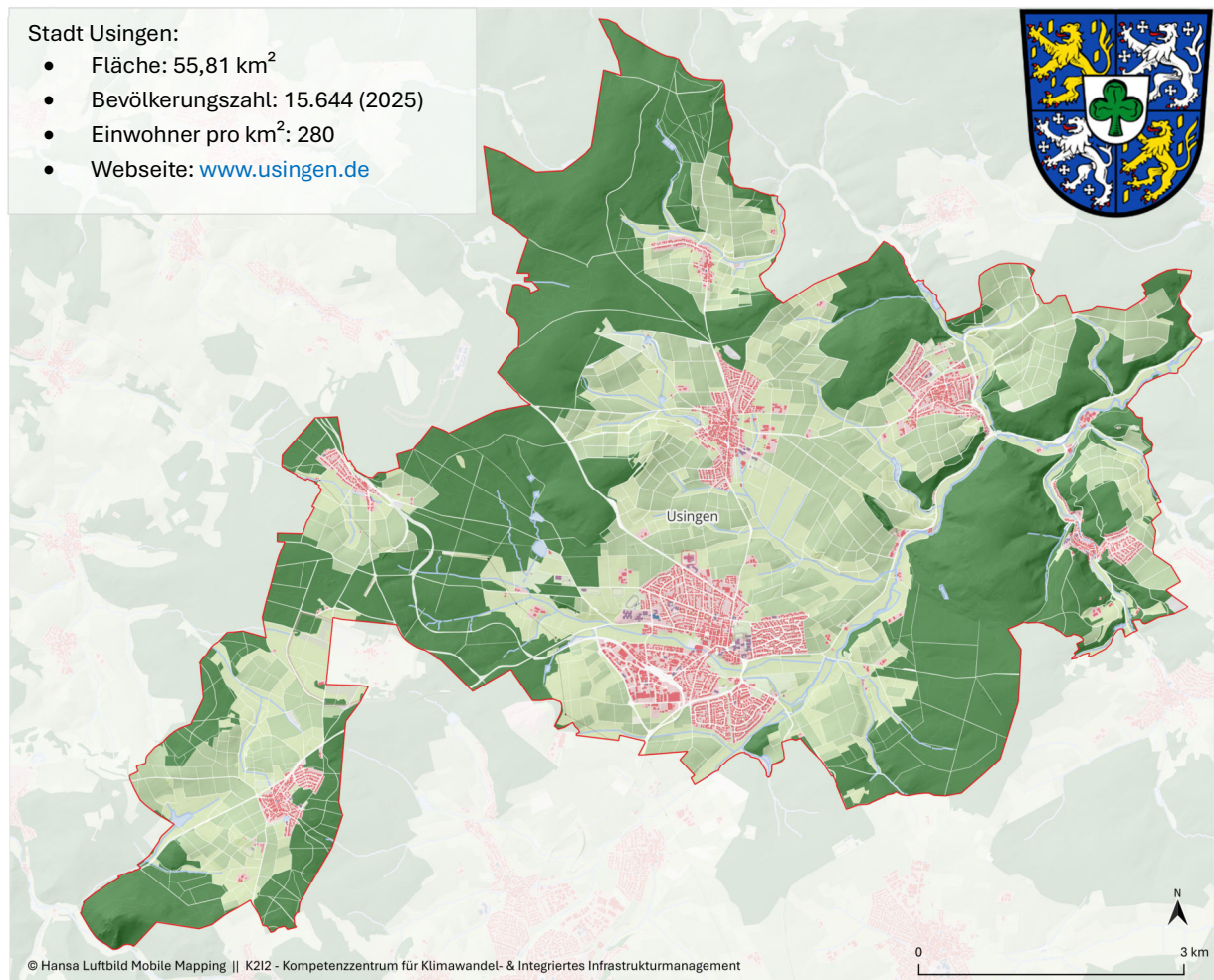


Abb. 3: Geographische Merkmale und Basisstatistiken (Quelle: Adv, 2025; Statistik Hessen 2025, 31)

Die Stadt Usingen ist eine kreisangehörige Stadt im Hochtaunuskreis in Hessen und erstreckt sich über eine Fläche von 55,81 km². Im Jahr 2025 hat die Stadt 15.644 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von rund 280 Einwohner pro km² entspricht (vgl. **Abb. 3**).

6.1 Bevölkerungsentwicklung

Die Stadt Usingen verzeichnete in den letzten Jahren eine positive Entwicklung der Gesamtbevölkerung. Im Jahr 2025 lebten dort 15.644 Einwohner, was im Vergleich zum Jahr 2005 einen Anstieg von über 15 % darstellt. Berechnungen auf Grundlage der Prognosen des Statistischen Landesamtes Hessen deuten darauf hin, dass die Einwohnerzahl bis 2045 auf ca. 16.650 ansteigen wird. Diese Werte liegen knapp unter den typischen Schwellenwerten für wirtschaftlich tragfähige Wärmenetze, die bei 300-500 Einwohner pro km² liegen (laut Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)). Diese Entwicklungen erfordern eine sorgfältige Planung im Bereich der kommunalen Wärmeversorgung (vgl. **Abb. 4**).

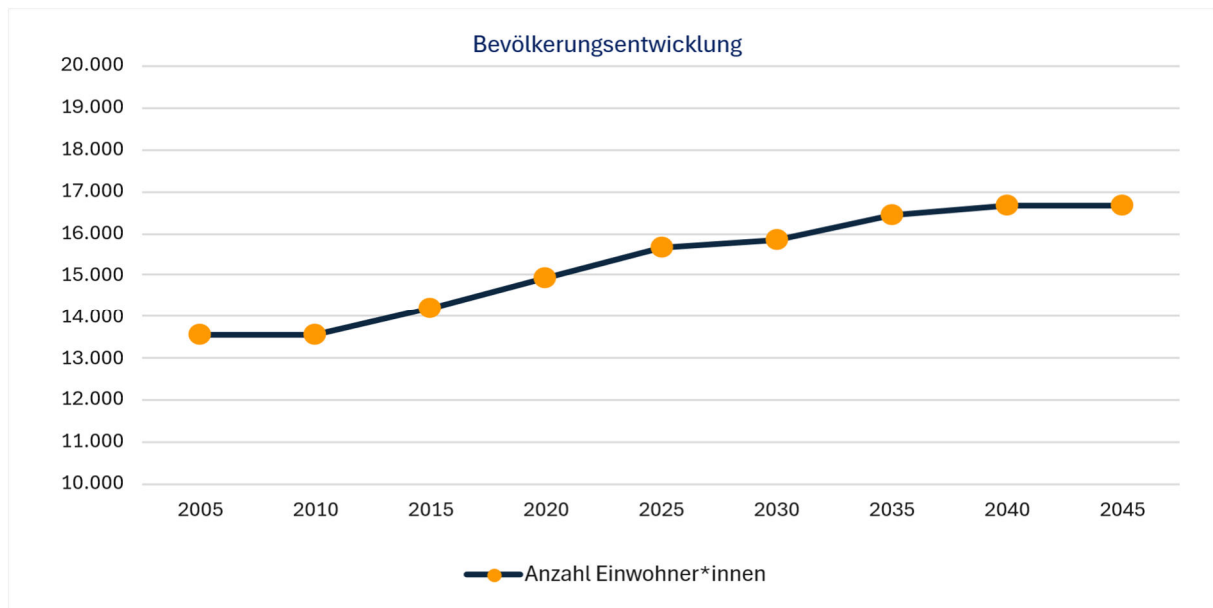


Abb. 4: Entwicklung der Bevölkerungszahl in der Stadt Usingen (Eigene Darstellung und Berechnung; Quelle: HA, 2024; Stadt Usingen, o.J.a)

6.2 Harmonisierung der demographischen Entwicklung mit der Wärmeplanung

Die Stadt Usingen steht vor der Herausforderung, den zukünftigen Wohnraumbedarf und die Energienutzung in Einklang zu bringen. Die demografische Entwicklung und die prognostizierte Bevölkerungssteigerung erfordern eine umfassende Planung, um sowohl den Wohnraumbedarf zu decken als auch die Energieinfrastruktur nachhaltig zu gestalten.

Aus diesen Tatsachen lassen sich folgende zu betrachtende Aspekte ableiten:

Wohnraumbedarf und Energienutzung

- Der erwartete Zuwachs an Bevölkerung bis 2045 erfordert eine vorausschauende Planung neuer Wohngebiete sowie gezielte Nachverdichtung in bestehenden Stadtteilen. Dabei ist es wichtig, eine energieeffiziente Bauweise zu fördern, um den zukünftigen Heizenergiebedarf nachhaltig zu decken.
- Gleichzeitig ist die Modernisierung des bestehenden Gebäudebestands entscheidend, um durch energetische Sanierungen Energieverluste zu minimieren und den Einsatz fossiler Brennstoffe schrittweise zu reduzieren.

Demografische Entwicklung und Energieverbrauch

- Der demografische Wandel hin zu einer älteren Bevölkerung führt zu einer erhöhten Nachfrage nach barrierefreien und energieeffizienten Wohnkonzepten. Innovative Heizlösungen wie Wärmepumpen und andere erneuerbare Energien könnten hier eine sinnvolle Antwort bieten.
- Die sinkende Haushaltsgröße in Kombination mit einer alternden Bevölkerung könnte den spezifischen Energieverbrauch pro Person erhöhen. Daher ist es notwendig, angepasste Versorgungslösungen zu entwickeln, die den unterschiedlichen Bedürfnissen der Einwohner gerecht werden.

Die zukünftige Wärmeplanung in der Stadt Usingen muss diese Aspekte berücksichtigen, um die Stadt als attraktiven Wohnstandort zu sichern und gleichzeitig den Energiebedarf nachhaltig zu gestalten.

6.3 Veränderte Nutzungsanforderungen

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

- **Dezentrale und hybride Systeme**

In weniger dicht besiedelten Gebieten können dezentrale Einzelheizsysteme, wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder kleinere Nahwärmenetze, effizient eingesetzt werden. Diese Systeme zeichnen sich durch Flexibilität aus und können gezielt durch die Kombination verschiedener Energiequellen und Technologien an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Die Integration solcher Systeme unterstützt die Reduktion des CO₂-Ausstoßes und sorgt gleichzeitig für eine zuverlässige Wärmeversorgung.

- **Integration erneuerbarer Energien**

Der Ausbau von solarthermischen Anlagen, Biomasse und Wärmepumpen ist entscheidend, um die Wärmeversorgung langfristig vollständig zu dekarbonisieren. Diese Technologien sind besonders geeignet, um kleinere Netzstrukturen oder Einzelversorgungen wirtschaftlich zu gestalten. Die Nutzung erneuerbarer Energien trägt nicht nur zur Erreichung nationaler Klimaziele bei, sondern verbessert auch die lokale Versorgungsautarkie.

- **Clusterlösungen**

In Neubaugebieten oder dicht besiedelten Stadtteilen können Clusterlösungen für Wärmenetze entstehen. Diese ermöglichen durch Kombination mit erneuerbaren Energien einen wirtschaftlichen und ökologisch sinnvollen Betrieb. Diese Cluster ermöglichen eine effiziente Wärmeverteilung und die gemeinsame Nutzung von Ressourcen, was die Betriebskosten senkt und die Versorgungssicherheit erhöht.

- **Schrittweiser Rückbau des bestehenden Gasnetzes**

Eine klimaneutrale Wärmeversorgung erfordert einen schrittweisen Umbau des bestehenden Gasnetzes zur Erreichung der gesetzlich vorgeschriebenen Dekarbonisierung bis spätestens 2045. Das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG), in Kraft getreten am 1. November 2023 (BMWK, 2024b), sieht vor, dass neu installierte Heizungsanlagen grundsätzlich mindestens 65% ihrer Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen müssen. Diese Pflicht gilt seit dem 1. Januar 2024 unmittelbar für Neubauten in neu ausgewiesenen Baugebieten. Für Bestandsgebäude in Kommunen unter 100.000 Einwohner tritt die 65%-Regelung spätestens ab dem 30. Juni 2028 in Kraft. Bis dahin gelten für den Heizungsaustausch im Bestand umfangreiche Übergangsregelungen (u. a. bei Heizungsausfall, Eigentümerwechsel oder laufenden Genehmigungsverfahren). Der Einsatz fossiler Gasheizungen ist nur noch zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass ein ausreichender Anteil erneuerbarer Gase, wie Biomethan oder grüner

Wasserstoff, verwendet wird. Für Bestandsgebäude gelten ab 2029 stufenweise steigende Anteile erneuerbarer Energien, die bis 2045 auf 100 % ansteigen müssen.

- **Errichtung eines Wasserstoffnetzes**

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung spielt der Aufbau eines Wasserstoffnetzes in der Stadt Usingen gegenwärtig keine zentrale Rolle. Derzeit fehlen sowohl konkrete betriebliche Bedarfe als auch die infrastrukturellen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine umfassende Wasserstoffversorgung. Eine vollständige Integration in das bestehende Gasnetz oder die Errichtung eines eigenständigen Wasserstoffversorgungsnetzes ist im Zeithorizont der kommunalen Wärmeplanung mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Für spezifische Bedarfe, insbesondere im industriellen Bereich oder für Sonderanwendungen, könnte sich eine mobile Wasserstoffversorgung als flexible und wirtschaftliche Lösung anbieten. Diese Möglichkeit erlaubt es, punktuelle Bedarfe zu decken, ohne umfangreiche Investitionen in ein stationäres Netz tätigen zu müssen, insbesondere in der Übergangsphase bis zur breiteren Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff.

Langfristig könnte die Entwicklung eines stationären Wasserstoffnetzes in Betracht gezogen werden, wenn die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff steigt und sektorübergreifende Anwendungen, wie in der Mobilität oder zur Speicherung erneuerbarer Energien, in der Region verstärkt nachgefragt werden.

Die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung wird maßgeblichen Einfluss auf den Einsatz und den Neubau von Heiz- und Energiesystemen haben. Der Anstieg der Einwohnerzahl und der damit verbundene Bedarf an Wohnraum und Infrastruktur erfordern eine vorausschauende Planung, um Energieengpässe zu vermeiden und den Energieverbrauch nachhaltig zu gestalten. Innovative Ansätze im Bereich der Wärmeversorgung werden daher essenziell sein, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden und gleichzeitig die Klimaziele zu erreichen. Eine enge Abstimmung zwischen den Akteuren aus der Energieversorgung und der kommunalen Planung ist hierbei unerlässlich, um wirtschaftliche und technisch tragfähige Lösungen zu entwickeln, die den Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung erleichtern.

7 Bestandsanalyse

Die KWP für das Gebiet der Stadt wurde auf Basis eines umfassenden, GIS-gestützten und datenbasierten Ansatzes erarbeitet. Dieser verbindet eine detaillierte Bestandsanalyse mit räumlicher Visualisierung und sektoraler Bilanzierung.

Das Arbeitspaket ‚Bestandsanalyse‘ diente der systematischen Erfassung und Bewertung der energetischen Wirksamkeit der bestehenden Raum- und Gebäudestruktur innerhalb der Stadt. Ziel war es, eine gebäudescharfe Datengrundlage zu schaffen, die den Heizwärmebedarf sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen präzise quantifiziert, analysiert und räumlich verortet darstellt.

7.1 Differenzierung und Auswahl der Betrachtungsebenen im Wärmeplanungsgebiet

Die KWP für die Stadt Usingen 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 Potenzial 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 Sanierungspotenziale. Auf dieser Ebene wurden spezifische Gebäudemerkmale erfasst, darunter:

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

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 sogenannter ‚Baublock‘ ist ein städtebaulicher Begriff und bezeichnet eine räumliche Einheit innerhalb einer Stadt oder Siedlung, die durch Straßen, Wege oder andere physische Barrieren (z. B. Eisenbahnlinien oder Fließgewässer) begrenzt ist. Innerhalb eines Blocks befinden sich in der Regel mehrere zusammenhängende oder freistehende Gebäude.



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

Zur Charakterisierung eines Baublocks im Rahmen der KWP gehören Indikatoren, wie der dominierende Gebietstyp (z. B. Wohn-, Gewerbe-, Mischgebiet), die Bauepoche, die Wärmedichteklasse und die genutzten Energieträger oder die infrastrukturelle Erschließung (vgl. **Abb. 5**). Diese Merkmale ermöglichen eine präzise Analyse der energetischen Situation und bilden die Grundlage für die Wärmeversorgungsplanung.

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

Generell gilt, dass auf folgenden Abbildungen, auf denen auf Karten analysierte Daten aggregiert auf der Baublockebene gezeigt werden, solche Baublöcke aus Datenschutzgründen nicht dargestellt werden, in denen es weniger als vier 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 fünf Adresspunkten, die Potenzial für die Bildung organisierter Energiegemeinschaften bieten und der Betrieb eines Mikronetzes eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung darstellen kann.

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

Die adresspunktgenaue Erfassung des Gebäudebestandes umfasst eine systematische Erhebung und Analyse auf Basis von ALKIS-Daten, Basiskarten vom Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG, Basemap) und Open Street Map (OSM), Zensus-2022-Daten, 3D-Gebäudemodell, Adresspunktverortung sowie weiteren relevanten Datensätzen, um eine detaillierte Grundlage für die Planung und Bewertung energetischer Maßnahmen zu schaffen (BKG, 2025; Destatis, 2025; OSMF, o.J.; vgl. **Abb. 6**).



Abb. 6: Verorteter Gebäudebestand

7.2.1 GIS-basierte Analyse und Visualisierung

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

Zur systematischen Visualisierung und Analyse der Ergebnisse wurde ein zensuskonformes 100x100 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 Entwicklungspotenziale lieferten (vgl. **Abb. 7**). Diese Arbeitsschritte wurden erfolgreich durchgeführt und bilden eine wichtige Grundlage für die weitere Planung und Entscheidungsfindung.

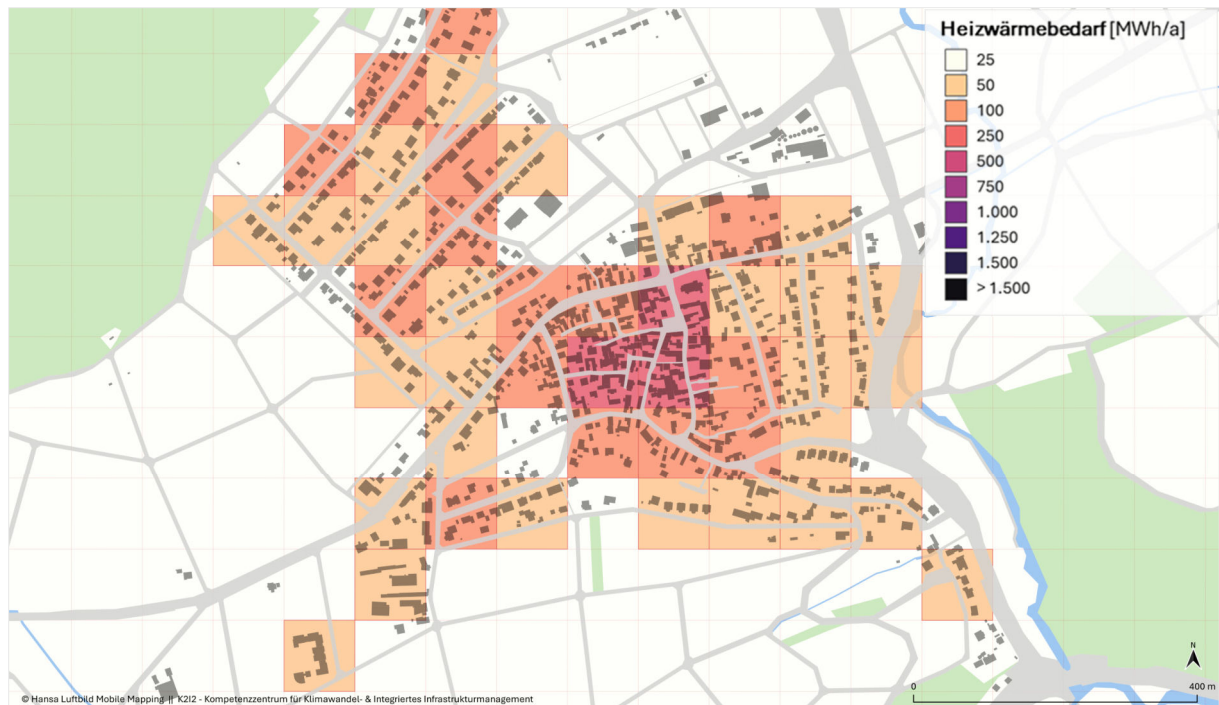


Abb. 7: Zensus Gitterzellen (100x100-Meter-Gitter) mit aggregierten Heizenergiebedarfen

7.2.2 Energiebedarfsmodellierung

Der Heizwärmebedarf wurde sektoren- und gebäudegruppenspezifisch auf Basis etablierter Modelle und verlässlicher Datenquellen ermittelt. Eine besondere Herausforderung stellt dabei der Umstand dar, dass konkrete und flächendeckende Informationen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen in der Regel nicht vorliegen. Um dennoch eine fundierte und realitätsnahe Abschätzung des Wärmebedarfs zu ermöglichen, wurden verschiedene gebäudespezifische Merkmale und Datengrundlagen einbezogen, darunter:

- die Baupopoche
- der Gebäudetyp (z. B. Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus)
- Daten der bevollmächtigten Schornsteinfeger (z. B. Brennstoffart, Heizungsart, Kesselalter)
- sowie datenschutzkonform aggregierte, reale Energieverbrauchsdaten auf Gebäudengruppen- bzw. Baublockebene

Im nächsten Schritt wurden die ermittelten Daten auf Straßenzug-, Stadt- und Stadtteil-ebene 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 sogenannte *Heatmap* (Abb. 8) erstellt. Diese zeigt anschaulich die Verteilung der Bedarfe im Untersuchungsgebiet und erleichtert die Identifikation prioritärer Hand-

lungsfelder. 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 Stakeholder und die strategische Planung von Maßnahmen.



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

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

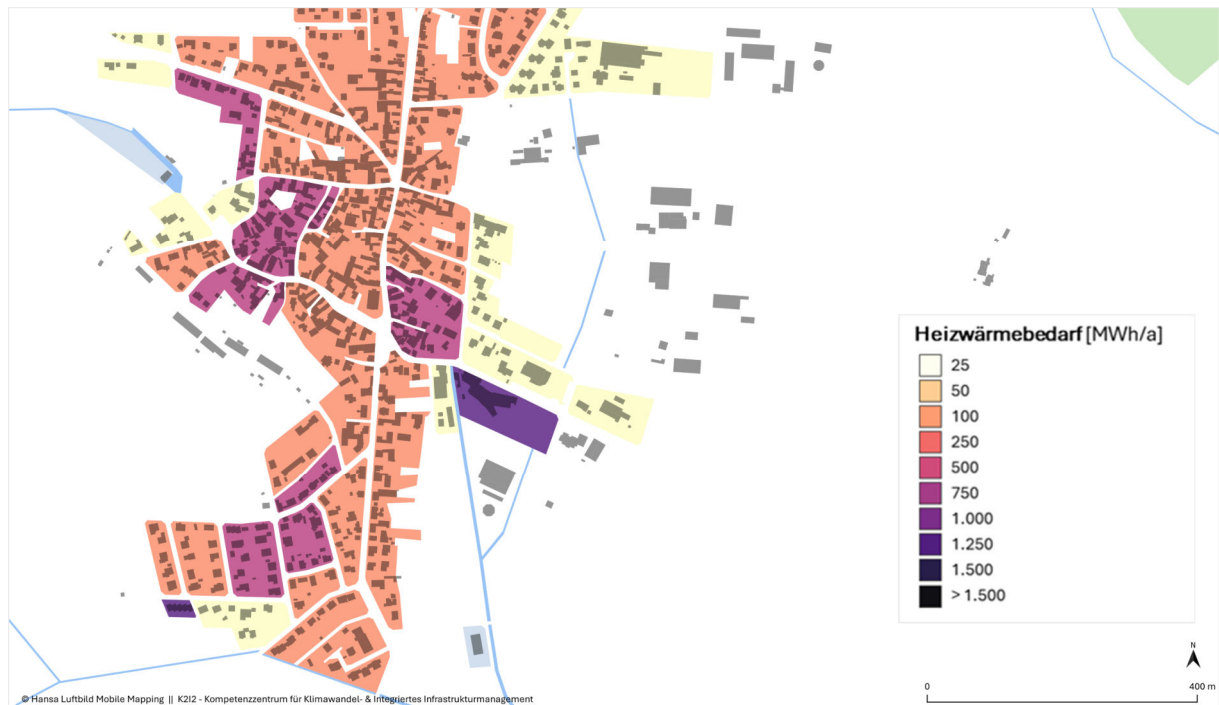


Abb. 9: Gegenwärtiger Heizwärmebedarf in MWh/a

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-Meter-Zensusgitter (siehe **Abb. 10**) sowie die Berechnung der daraus resultierenden spezifischen CO₂-Emissionen.

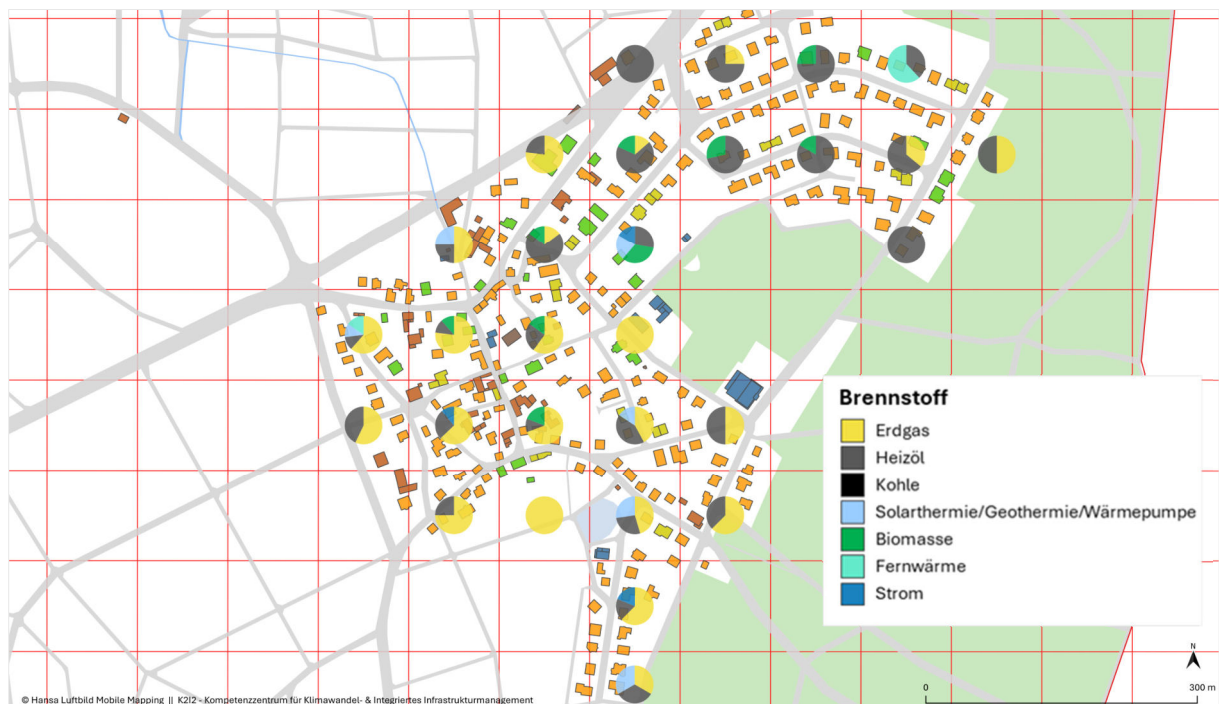


Abb. 10: Ermittelte räumliche Brennstoffverteilung, dargestellt auf dem 100x100-Meter-Zensusgitter

d7.2.3 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. Wohngebäude oder Nichtwohngebäude)
- Wohngebäudetyp und Bauepoche/Baualtersklasse (minimales, dominierendes und maximales Baujahr)
- Baublockfläche, Nutzung sowie versiegelte und nicht versiegelte Flächenanteile
- Gebäudeeigenschaften wie Gebäudehöhe und Sanierungspotenzial
- 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 er-

möglichen 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 Wärmelinienichte

Zur weiteren Unterstützung der Wärmeplanung wurde die Wärmelinienichte visualisiert, die eine präzise Analyse der Wärmebedarfe entlang von Straßenabschnitten ermöglicht. Dabei wurden die ermittelten Heizwärmebedarfe ins Verhältnis zur Länge der jeweiligen Straßenabschnitte bzw. zur für die Wärmeversorgung relevanten Trassenlänge gesetzt. Diese Methode bietet nicht nur eine anschauliche Darstellung der Wärmeverteilung, sondern ermöglicht auch die Identifikation erster möglicher Wärmenetztypen und Trassenführung sowie den Abgleich mit geplanten größeren Infrastrukturprojekten (z. B. im Bereich Straßenbau).

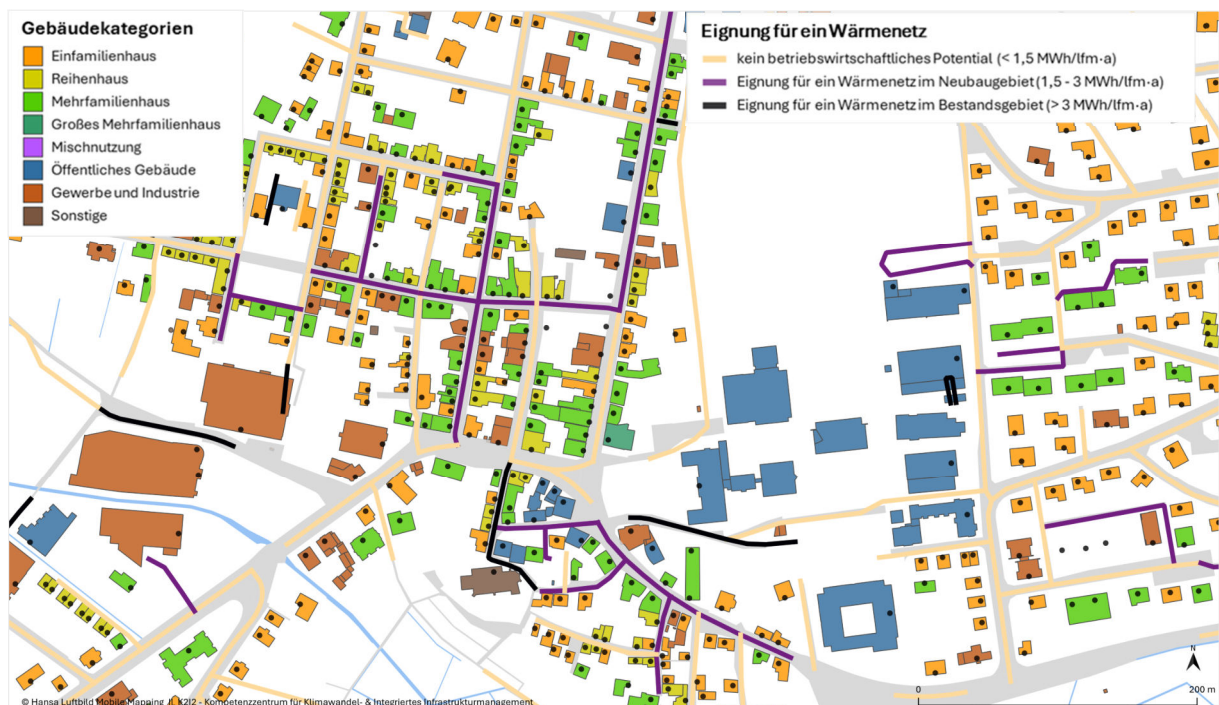


Abb. 11: Wärmelinienichte Megawattstunden pro laufendem Meter und Jahr ($\text{MWh/lm}\cdot\text{a}$) und deren Eignung für ein Wärmenetz

Die Visualisierung der Wärmelinienichten leistet somit einen Beitrag zur Planung effizienter Wärmeversorgungslösungen und unterstützt gleichzeitig eine ganzheitliche, ortsbauliche und integrierte Infrastrukturplanung (vgl. **Abb. 11**). Dies schafft Synergien zwischen unterschiedlichen Handlungsbereichen und sorgt für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Gestaltung kommunaler Versorgungsstrukturen.

7.3 Gebäudebestand – Anzahl Gebäude

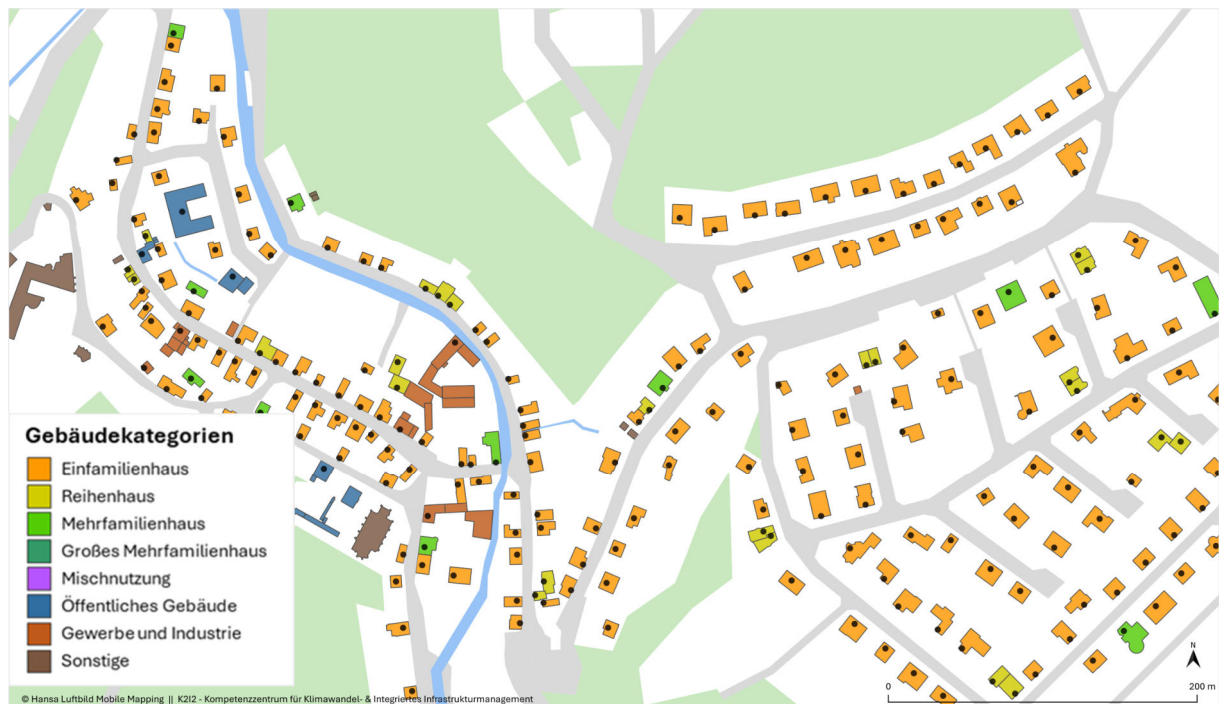


Abb. 12: Gebäudebestand nach Gebäudekategorie

Die Anzahl der Adresspunkte in der Stadt Usingen, und damit der postalisch erreichbaren Hauptgebäude, beträgt 4.314. Diese Zahl repräsentiert eine wichtige Referenzgröße für die KWP, 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 (vgl. **Abb. 12**).

Entwicklung der Gebäudeanzahl

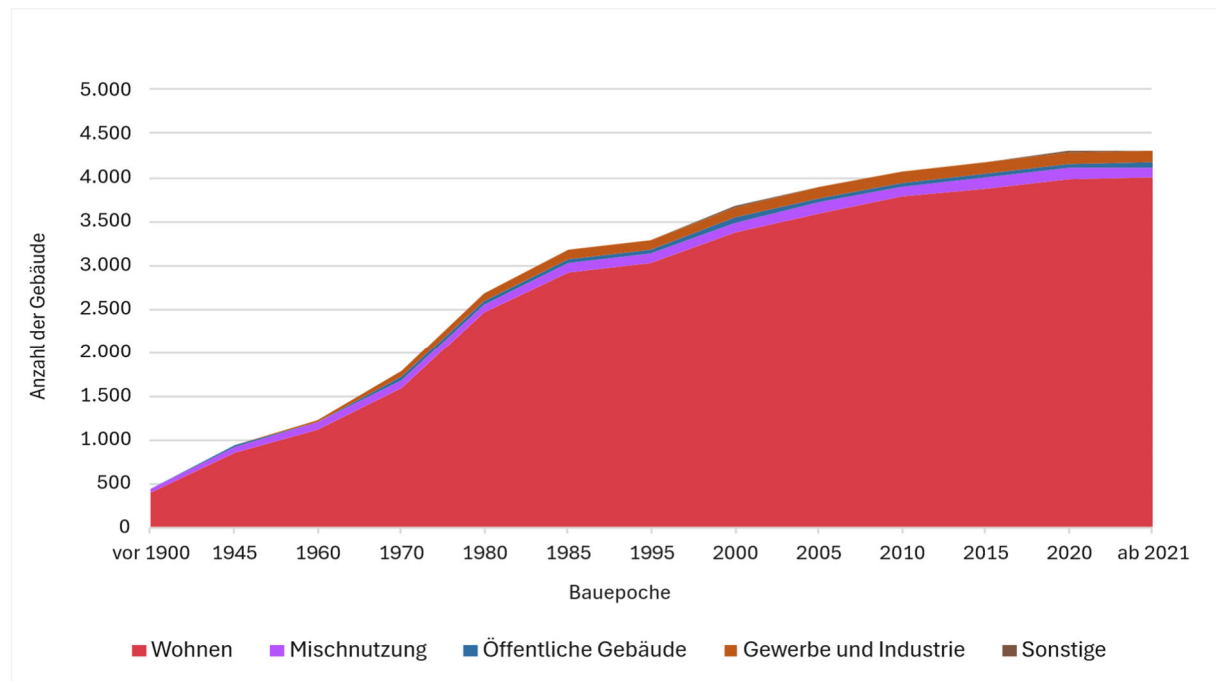


Abb. 13: Anzahl beheizter Gebäude nach Sektor und Epoche (kumuliert)

Abb. 13 zeigt die kumulierte Entwicklung der Anzahl beheizter Gebäude in Usingen, 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 ist eng mit dem Bevölkerungswachstum und der steigenden Nachfrage nach Wohnraum verbunden. Der Wohnsektor dominiert die Gebäudestruktur mit über 4.000 Einheiten und hat damit einen zentralen Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung.

Die Anzahl der Mischnutzungsgebäude zeigt seit den 1960er-Jahren eine stetige, wenn auch moderate Zunahme. Dies spiegelt eine wachsende Diversifizierung in der Gebäudenutzung wider. Im Gegensatz dazu bleibt der Bereich Gewerbe und Industrie zahlenmäßig gering, mit einem langsamen, aber stetigen Wachstum.

Städtische Gebäude nehmen mit derzeit 54 Einheiten eine untergeordnete Rolle im Gebäudebestand ein. Diese Entwicklung liefert wichtige Informationen für die Wärmeplanung. Insbesondere der hohe Anteil älterer Wohngebäude aus den Bauphasen vor 1980 (ca. 70 %) verdeutlicht den dringenden Bedarf an Sanierungen und der Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme.

Die Trends in der Gebäudestruktur sind nicht nur lokal relevant, sondern können auch in einem größeren weltpolitischen Kontext betrachtet werden. Der Anstieg an Wohnraum und die damit verbundenen Herausforderungen in der Energieversorgung stehen im Einklang mit den globalen Bemühungen um Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung. Die Ergebnisse aus der Analyse bieten somit eine wichtige Grundlage für zukünftige Maßnahmen zur energetischen Optimierung in Usingen.

Anzahl beheizter Wohngebäude

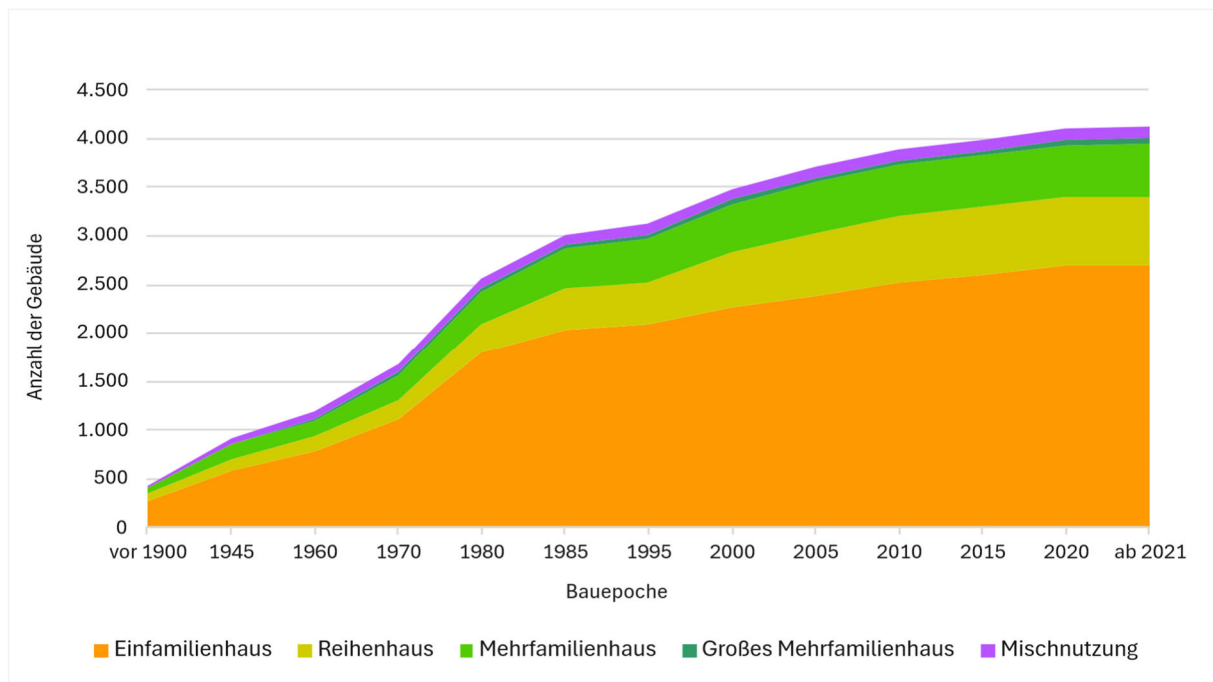


Abb. 14: Anzahl beheizter Wohngebäude nach Epochen (kumuliert)

Die Entwicklung der Gebäudekategorien in Usingen zeigt auf Basis der Bestandsdaten nach Baualtersklassen (vgl. **Abb. 14**) eine deutliche Dominanz der Einfamilienhäuser. Mit insgesamt rund 2.700 Einheiten stellen sie die größte Gebäudekategorie dar und verzeichnen über alle Baualtersklassen hinweg einen kontinuierlichen Bestandszuwachs. Auch Reihenhäuser weisen einen stetigen Anstieg auf, der sich ab den Baujahren nach 2015 jedoch deutlich verlangsamt und zuletzt weitgehend stagniert.

Mehrfamilienhäuser zeigen ebenfalls eine kontinuierliche Zunahme des Gebäudebestands, wenngleich auf niedrigerem Niveau als Ein- und Reihenhäuser. Große Mehrfamilienhäuser sind im Vergleich dazu selten und weisen lediglich bis etwa zum Jahr 2000 einen moderaten Zuwachs auf, gefolgt von einer weitgehenden Bestandsstagnation. Mischnutzungsgebäude nehmen insgesamt nur einen geringen Anteil ein und zeigen seit den frühen 2000er-Jahren ebenfalls eine stabile, kaum veränderte Entwicklung.

Insgesamt wird deutlich, dass ein erheblicher Anteil des Gebäudebestands in Usingen aus Baualtersklassen vor 1980 stammt. Dies stellt eine zentrale Herausforderung für die kommunale Wärmeplanung dar, da ein Großteil dieser Gebäude energetische Sanierungsmaßnahmen benötigt, um aktuellen Anforderungen an Energieeffizienz und Klimaschutz gerecht zu werden.

7.4 Gebäudebestand – Gebäudenutzflächen

Entwicklung der Gebäudenutzflächen

Ein präziseres Bild der Heizwärmebedarfe ergibt sich durch die Analyse der Nutzflächen der verschiedenen Gebäudetypen. Die gesamte beheizte Gebäudenutzfläche in Usingen beträgt rund 1.140.000 m². Insbesondere der Wohnsektor spielt eine zentrale Rolle in der Wärmeplanung, sowohl durch seine große Nutzfläche als auch durch die hohe Anzahl an Gebäuden. Die Betrachtung der beheizten Nutzflächen nach Bauepochen liefert wertvolle Erkenntnisse über den energetischen Zustand der Gebäude und deren spezifischen Heizwärmebedarf. Ältere Gebäude, insbesondere aus den Bauepochen vor 1980, weisen häufig einen höheren Wärmebedarf auf, bedingt durch niedrigere energetische Standards. Neuere Gebäude hingegen profitieren von besseren Dämmungen und effizienteren Heizsystemen, was ihren Heizenergiebedarf reduziert.

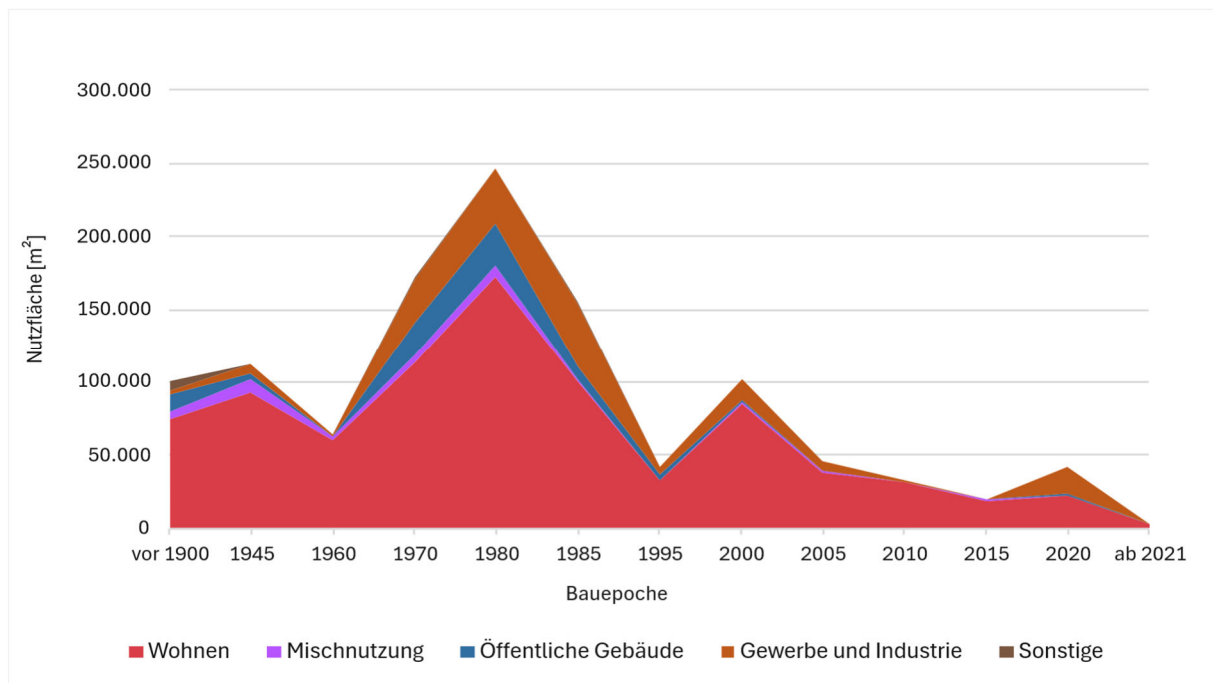


Abb. 15: Nutzfläche pro Gebäudekategorie nach Epochen

Die Entwicklung der neu entstandenen Nutzflächen zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Gebäudekategorien und Bauzeiträumen (Vgl. **Abb. 15**). Der Wohnungsbau dominiert über alle Epochen hinweg. Vor 1900 entstehen 75.015 m² neue Wohnfläche, und bis 1945 steigt dieser Wert auf 92.696 m². Nach einem Rückgang bis 1960 (60.124 m²) erreicht die Wohnraumentwicklung zwischen 1970 und 1980 mit 113.745 m² bzw. 171.780 m² ihre höchste Dynamik. Ab 1985 geht die Bautätigkeit deutlich zurück und sinkt in den jüngsten Bauphasen bis 2021 auf nur noch 2.721 m².

Der Bereich Gewerbe und Industrie weist ein stark schwankendes Muster auf. Nach 2.446 m² vor 1900 steigt die neu entstandene Nutzfläche bis 1945 auf 7.111 m², fällt 1960 auf 602 m² und steigt ab 1970 wieder deutlich an. Mit 43.427 m² erreicht diese Kategorie 1985 ihren Höchstwert. In den folgenden Jahrzehnten nimmt die Bautätigkeit wieder ab, zuletzt auf 768 m².

Öffentliche Gebäude verzeichnen Spitzen in den 1970er- und 1980er-Jahren (21.957 m² bzw. 29.600 m²), während in den jüngeren Bauphasen kaum neue Flächen entstehen. Mischnutzungen und sonstige Gebäude spielen im Vergleich eine deutlich geringere Rolle.

Insgesamt wird sichtbar, dass der Wohnungsbau über Jahrzehnte der wichtigste Motor der Neubautätigkeit war, während Gewerbe- und öffentliche Nutzungen stärkeren konjunkturellen Schwankungen unterlagen und in aktuellen Bauphasen an Bedeutung verloren haben.

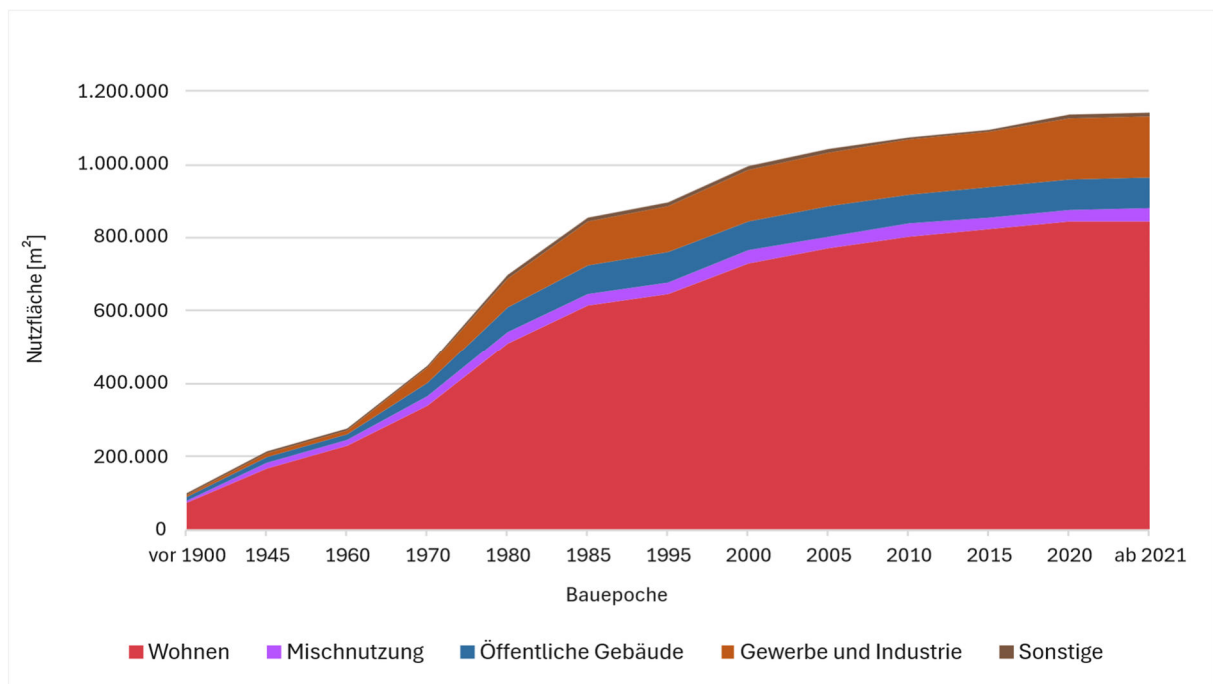


Abb. 16: Entwicklung der Nutzfläche der Sektoren nach Epochen (kumuliert)

Abb. 16 veranschaulicht die Entwicklung der kumulierten beheizten Nutzflächen in Usingen über verschiedene Bauepochen hinweg, differenziert nach den Nutzungsarten Wohnen, Gewerbe und Industrie, öffentliche Gebäude, Mischnutzungen sowie sonstige Nutzungen. Besonders auffällig ist der kontinuierliche Anstieg der Wohnnutzfläche, die von etwa 75.000 m² im Jahr 1900 auf über 845.000 m² in der aktuellen Phase angestiegen ist. Diese Entwicklung unterstreicht die zentrale Rolle des Wohnsektors in der städtischen Infrastruktur.

Parallel zur Wohnnutzung zeigen auch die Bereiche Gewerbe und Industrie eine positive Entwicklung. Die beheizte Nutzfläche stieg von etwa 2.400 m² im Jahr 1900 auf fast 168.000 m² aktuell. Dies deutet auf die wirtschaftliche Expansion in Usingen hin, insbesondere in den letzten Jahrzehnten, in denen die gewerbliche Nutzung erheblich zugenommen hat.

Die Fläche der öffentlichen Gebäude hat sich ebenfalls erhöht, jedoch in geringerem Maßstab. Ihr Flächenanteil wuchs von rund 11.600 m² im Jahr 1900 auf derzeit etwa 82.800 m². Im Gegensatz dazu blieben die sonstigen Nutzungen relativ stabil, mit minimalen Zuwächsen über die Jahre.

Insgesamt spiegelt die Entwicklung der kumulierten beheizten Nutzflächen in Usingen einen langfristigen Ausbau der baulichen Infrastruktur wider. Die Dominanz des Wohnsektors, der den Großteil der beheizten Gesamtnutzfläche ausmacht, wird durch die zunehmenden Flächen im Gewerbe- und Industriesektor ergänzt. Diese Trends sind entscheidend für die zukünftige Wärmeplanung, da sie auf die Anforderungen an die Energieversorgung und die Notwendigkeit zur Modernisierung älterer Gebäude hinweisen.

Wohngebäude – Nutzflächen

Anteile der Gebäudekategorien am Heizwärmebedarf

In Usingen entfällt gegenwärtig mit einer Gesamtfläche von rund 1.140.000 m² der größte Nutzflächenanteil auf die Kategorie der Einfamilienhäuser (496.905 m², 44 %). Es folgen die Mehrfamilienhäuser mit 207.304 m² (18 %) sowie die Gewerbe- und Industrieflächen, die 167.939 m² (15 %) ausmachen (vgl. **Abb. 17**).

Ein Nutzflächenanteil von 44 % an der beheizten Gesamtnutzfläche hebt die zentrale Bedeutung der Einfamilienhäuser für die Heizwärmebereitstellung in Usingen hervor. Dieser Gebäudetyp dominiert nicht nur den Energiebedarf, sondern bietet auch das größte Potenzial für Maßnahmen zur Reduktion von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen durch energetische Sanierungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien.

Die Mehrfamilienhäuser, die etwa 18 % der Gesamtnutzfläche ausmachen, ermöglichen durch ihre häufig zentrale Wärmeversorgung einfachere technische Lösungen für die Wärmebereitstellung. Auch die großen Mehrfamilienhäuser, obwohl mit einem Anteil von 2 % vergleichsweise gering, tragen zur Vielfalt der Nutzungsarten bei.

Die Analyse der Nutzflächenanteile zeigt, dass Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung und die Umstellung auf erneuerbare Energien vorrangig im Wohnsektor ansetzen sollten. Die Verteilung der Nutzflächen ist somit ein zentraler Indikator für die Priorisierung von Maßnahmen im Rahmen der Wärmeplanung in Usingen.

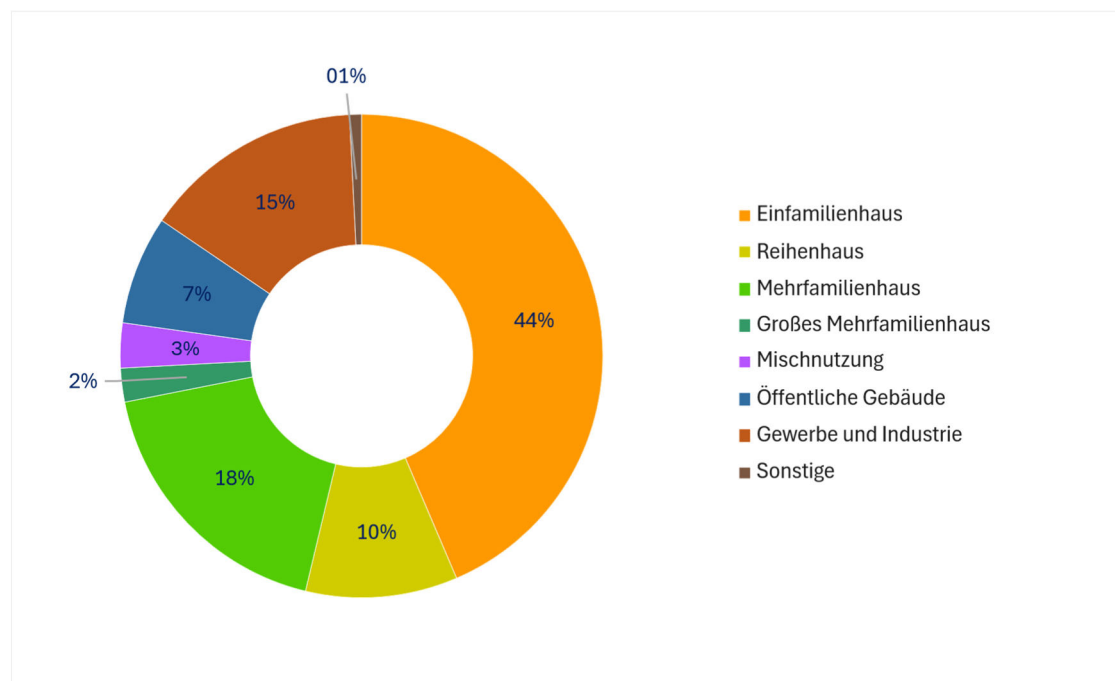


Abb. 17: Anteile Nutzfläche nach Gebäudekategorie

7.4.1 Vorbildfunktion der Stadt Usingen

In Usingen nimmt die Stadt eine Vorreiterrolle im Bereich nachhaltiges Bauen und energieeffiziente Lösungen ein, insbesondere bei öffentlichen Gebäuden. Trotz des geringen Anteils öffentlicher Gebäude an der gesamten beheizten Nutzfläche – nur rund 7 % – sind diese Einrichtungen von zentraler Bedeutung für die kommunale Wärmeplanung. Die Stadtverwaltung sowie weitere kommunale Einrichtungen fungieren als Vorzeigeprojekte für klimafreundliches Bauen. Durch gezielte Investitionen in energetische Sanierungen und Neubauten setzt Usingen Maßstäbe für andere Akteure in der Region.

Die energetischen Maßnahmen der Stadt sind nicht nur darauf ausgelegt, den Energiebedarf zu reduzieren, sondern auch die Betriebskosten langfristig zu minimieren. Dieser Ansatz ist aus wirtschaftlicher Sicht äußerst sinnvoll und zeigt, wie eine verantwortungsvolle Nutzung öffentlicher Mittel zur Förderung nachhaltiger Entwicklung beitragen kann. Die öffentlichen Gebäude in Usingen sind nicht nur Orte des Gemeinwesens, sondern tragen auch aktiv zur Erreichung der Klimaziele bei.

Durch diese Vorreiterrolle möchte Usingen private Hausbesitzer und Unternehmen inspirieren, ähnliche Schritte zu unternehmen. Die Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden erhöhen nicht nur die Lebensqualität der Bürger, sondern zeigen auch, dass nachhaltige Lösungen und Klimaschutz Hand in Hand gehen können. So wird Usingen zu einem lebendigen Beispiel für eine zukunftsorientierte und klimafreundliche Stadtentwicklung.

7.5 Heizwärmebedarf

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

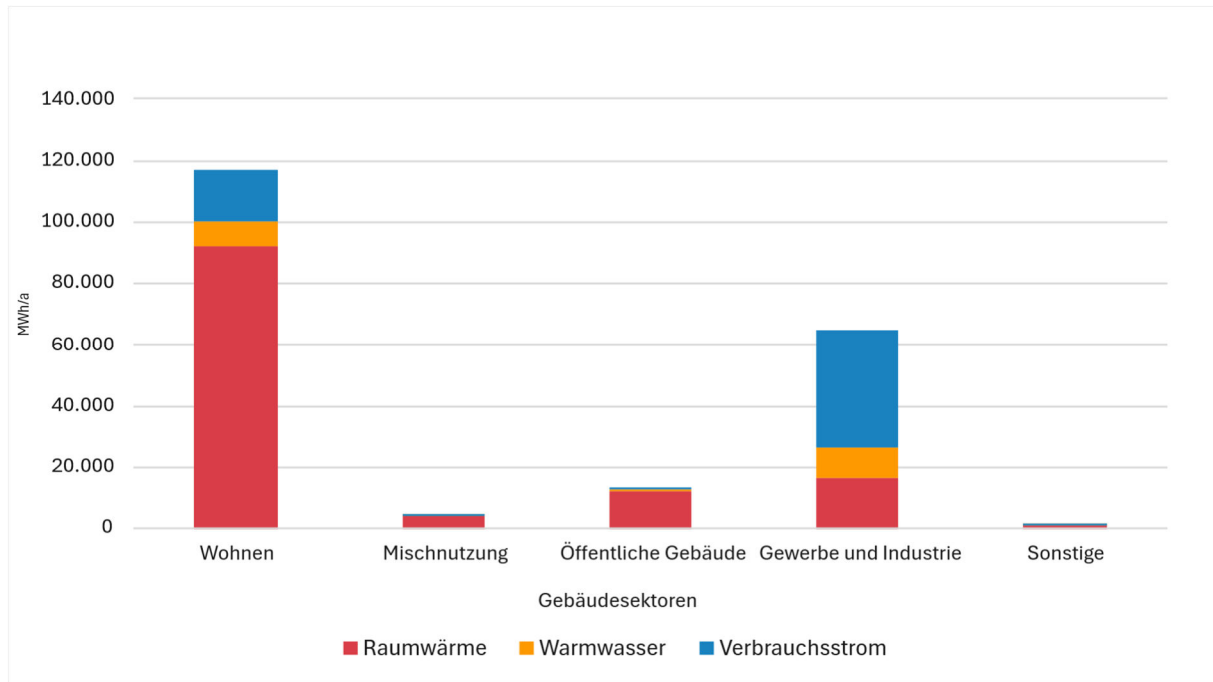


Abb. 18: Heizwärmebedarf nach Sektoren (in MWh/a)

Abb. 18 zeigt den jährlichen Heizwärmebedarf (in MWh) der verschiedenen Sektoren in Usingen, aufgeteilt in Raumwärme, Warmwasser, und Verbrauchsstrom. Der Wohnsektor weist mit 100.488 MWh pro Jahr den höchsten Heizwärmebedarf auf, gefolgt vom Gewerbe- und Industriesektor mit 26.673 MWh. Der Großteil des Bedarfs in beiden Sektoren entfällt auf die Raumwärme, die im Wohnsektor allein 92.387 MWh ausmacht.

Die Summe der Heizwärmebedarfe für den gesamten Wohnbereich (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Mischnutzungen) unterstreicht die zentrale Rolle des Wohnsektors in der kommunalen Wärmeversorgung. Öffentliche Gebäude tragen im Vergleich nur mit 12.449 MWh zum Gesamtbedarf bei, während der Warmwasseranteil über alle Kategorien hinweg einen Gesamtwert von 18.974 MWh erreicht. Dies entspricht lediglich einem Anteil von 13 % des gesamten Heizwärmebedarfs.

Die Analyse zeigt, dass die kommunale Wärmeplanung in Usingen sich primär auf die Bereitstellung von Raumwärme konzentrieren sollte, da diese den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch ausmacht. Perspektivisch sollte auch der zunehmende Strombedarf stärker berücksichtigt werden. Insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen, die Elektrifizierung der Mobilität und die Nutzung erneuerbarer Energien verlangen eine Anpassung der Wärmeversorgung hin zu einem höheren Anteil an elektrischer Energie statt fossiler Brennstoffe.

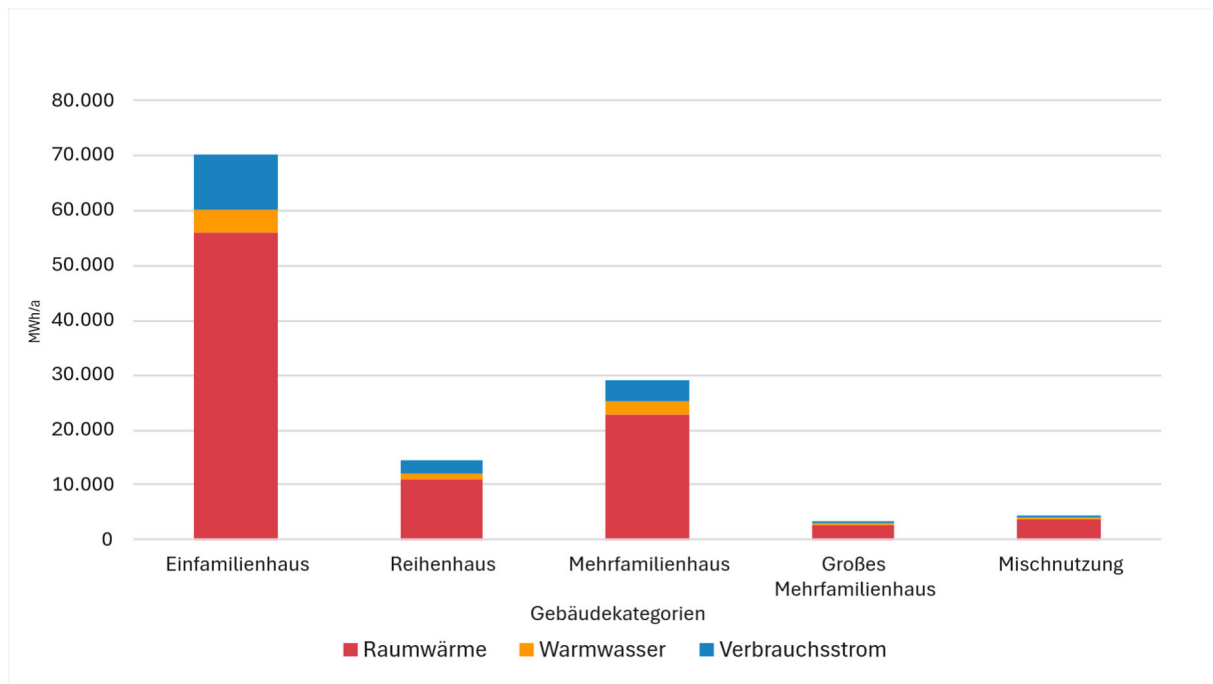


Abb. 19: Heizwärmebedarf der Wohngebäude [MWh/a]

Abb. 19 zeigt den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden in Usingen, aufgeteilt nach Gebäudekategorien und in MWh/Jahr dargestellt. Die Raumwärme ist in allen Kategorien der dominierende Faktor beim Heizwärmebedarf. Besonders auffällig ist die Kategorie der Einfamilienhäuser mit einem Heizwärmebedarf von 60.111 MWh pro Jahr. Aufgrund ihrer großen beheizten Fläche weisen sie den höchsten Raumwärmeverbrauch auf.

Mehrfamilienhäuser tragen mit 25.329 MWh ebenfalls erheblich zum Gesamtbedarf bei, während Reihenhäuser mit 12.102 MWh und große Mehrfamilienhäuser mit 2.945 MWh eine geringere, aber dennoch relevante Rolle spielen. Die Mischnutzungen zeigen einen Heizwärmebedarf von 4.042 MWh, was die Vielfalt der Nutzungsarten in der Stadt reflektiert.

Diese Verteilung des Heizwärmebedarfs unterstreicht die Notwendigkeit gezielter Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere im Bereich der Einfamilienhäuser, um die Klimaziele zu erreichen und die Effizienz der Wärmeversorgung zu steigern. Der Anteil für Warmwasser spielt im Vergleich zur Raumwärme eine untergeordnete Rolle, bleibt jedoch wichtig – insbesondere im Hinblick auf die Integration erneuerbarer Technologien wie Solarthermie und Photovoltaik zur Warmwasserbereitstellung. Der verstärkte Einsatz dieser Technologien kann die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern im privaten Bereich weiter verringern und einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung in Usingen leisten.

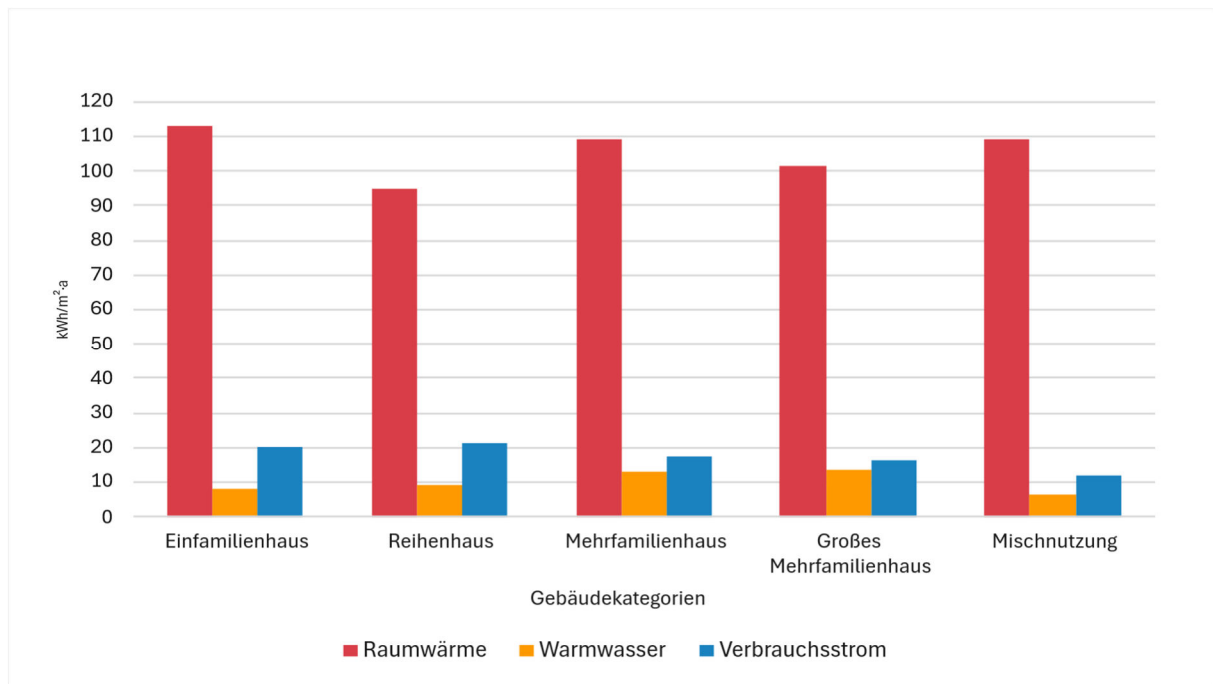


Abb. 20: Spezifischer Heizwärmebedarf [$\text{kWh/m}^2 \text{ a}$] der Wohngebäudekategorien pro Quadratmeter

Abb. 20 zeigt den spezifischen Energiebedarf der Wohngebäudekategorien in Usingen. Der durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarf pro Quadratmeter und Jahr, bestehend aus Raumwärme und Warmwasser, beträgt über alle Wohngebäudekategorien hinweg rund 116 kWh/m^2 . Dabei entfällt der größte Anteil auf den spezifischen Raumwärmebedarf, der im Durchschnitt bei etwa 106 kWh/m^2 liegt.

Die Werte variieren je nach Gebäudetyp deutlich: Mehrfamilienhäuser und Einfamilienhäuser weisen mit rund 122 kWh/m^2 und 121 kWh/m^2 die höchsten spezifischen Heizwärmebedarf (Raumwärme + Warmwasser) auf. Es folgen große Mehrfamilienhäuser mit rund 115 kWh/m^2 . Mischnutzungen liegen mit circa 116 kWh/m^2 im Bereich des Durchschnitts, während Reihenhäuser mit rund 104 kWh/m^2 den niedrigsten spezifischen Heizwärmebedarf aufweisen.

Die beobachteten Unterschiede resultieren maßgeblich aus dem Gebäudealter, der energetischen Bauqualität sowie den jeweiligen Nutzungsprofilen und Wohnflächenverhältnissen. Insbesondere ältere, nicht oder nur teilweise sanierte Gebäude mit großen beheizten Flächen und geringer Dämmung weisen typischerweise einen höheren spezifischen Energiebedarf auf. Daraus ergibt sich ein erhebliches Sanierungspotenzial, insbesondere im Bereich der Raumwärme.

Eine gezielte energetische Sanierung kann nicht nur zur Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs beitragen, sondern leistet auch einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele. Darüber hinaus verbessert sie die Effizienz der Wärmeversorgung und verringert langfristig die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern. Die dargestellten Werte verdeutlichen somit, dass eine nachhaltige Wärmeplanung im Gebäudebestand ansetzen muss, um langfristig eine klimafreundliche Energieversorgung sicherzustellen.

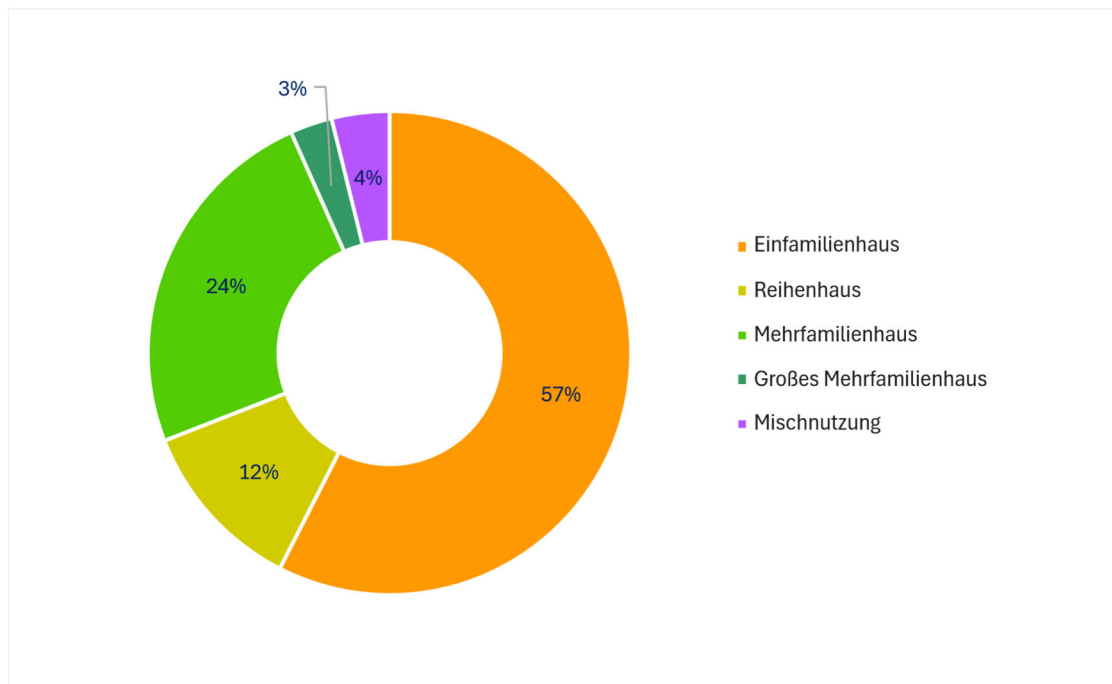


Abb. 21: Anteile der Wohngebäudekategorien am Heizwärmebedarf

Abb. 21 zeigt die Verteilung des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude in Usingen. Einfamilienhäuser nehmen mit einem Anteil von 57 % eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung der Stadt ein. Dieser Gebäudetyp dominiert den Heizenergiebedarf deutlich und bietet gleichzeitig das größte Potenzial für Energieeinsparungen sowie die Reduktion von Treibhausgasemissionen durch energetische Sanierungen oder den Einsatz erneuerbarer Energien.

An zweiter Stelle folgen die Mehrfamilienhäuser mit einem Anteil von 24 %. Die Reihenhäuser tragen mit 12 % ebenfalls signifikant zum Heizwärmebedarf bei, während große Mehrfamilienhäuser und Mischnutzungen mit jeweils 3 % und 4 % eine untergeordnete Rolle spielen.

Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung des Gebäudebestandes in Usingen. Dies ermöglicht es, die strategische Wärmeplanung gezielt auf die wichtigsten Handlungsfelder auszurichten und somit die Energieeffizienz sowie die Klimaziele effektiv zu fördern.

7.6 Energieträgerverteilung

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

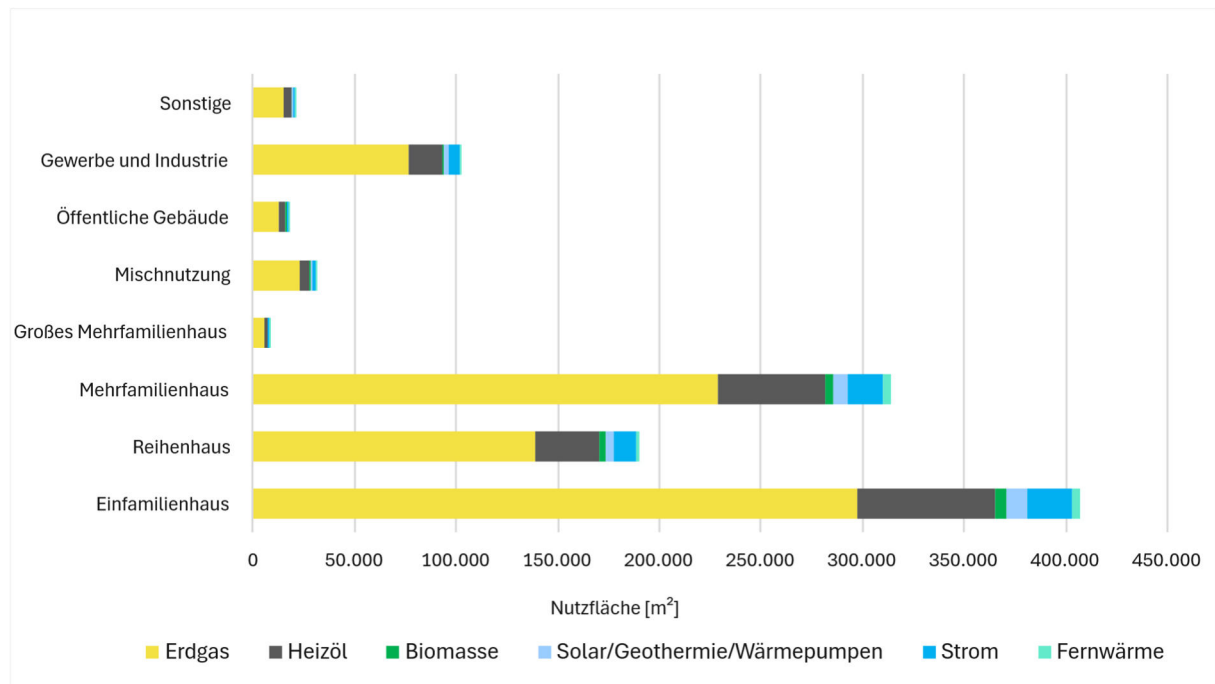


Abb. 22: Energieträgerverteilung – Anteile [%] einzelner Brennstoffe an beheizter Fläche [m²]

Abb. 22 verdeutlicht, dass Erdgas mit einem Anteil von rund 51 % der dominierende Energieträger über alle Gebäudekategorien ist und den größten Teil des Energiebedarfs abdeckt. Heizöl folgt mit einem Anteil von rund 36 % und ist somit der zweitwichtigste Energieträger, was die weiterhin hohe Abhängigkeit von fossilen Energien verdeutlicht.

Erneuerbare Energien, wie Biomasse und Umweltwärme (Wärmepumpen), haben gegenwärtig mit zusammen rund 8 % eine geringe, aber bereits steigende Bedeutung im Energiemix der Stadt. Diese Verteilung macht die starke Abhängigkeit Usingen von fossilen Brennstoffen deutlich und unterstreicht zugleich das Potenzial 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 KWP dar. Die Treibhausgasemissionen in der Stadt Usingen, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt wurden, sind maßgeblich durch den Heizwärmebedarf und die Verteilung der genutzten Energieträger geprägt.

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

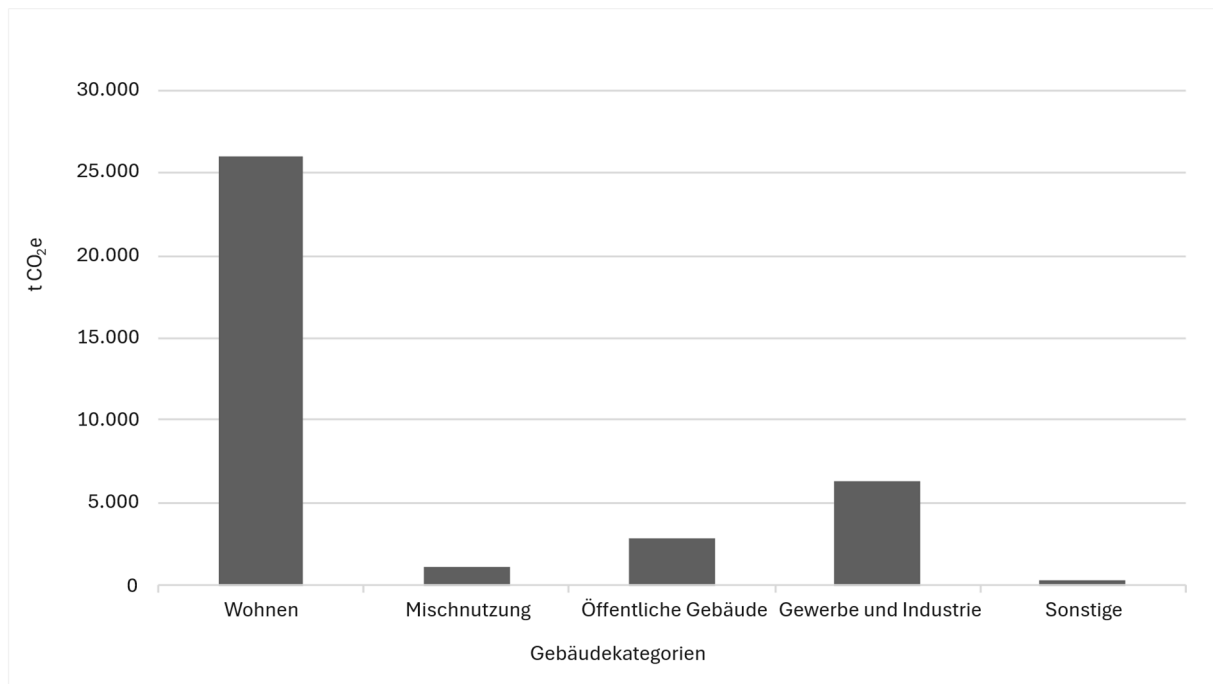


Abb. 23: CO₂-Emissionen [t CO₂e/a] nach Gebäudekategorie

Abb. 23 zeigt die CO₂-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten (t CO₂e) pro Jahr, aufgeschlüsselt nach Gebäudenutzung. Wohngebäude verursachen mit 26.000 t CO₂e den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Dies ist vor allem auf die intensive Nutzung von fossilen Brennstoffen zurückzuführen. Gewerbe- und Industriegebäude tragen mit 6.271 t CO₂e ebenfalls maßgeblich zu den Emissionen bei, was hauptsächlich am Erdgasverbrauch liegt. Öffentliche Gebäude verursachen 2.864 t CO₂e, während sonstige Nutzungen lediglich 311 t CO₂e ausstoßen.

Insgesamt wird die sektorale Emissionsbilanz mit einem Anteil von fast 88 % an der Gesamt-CO₂-Emission in Usingen eindeutig von fossilen Energieträgern geprägt. Die Nutzung erneuerbarer Energien, wie Biomasse, Umweltwärme und Direktstrom, bleibt in allen Sektoren gering. Diese Ergebnisse unterstreichen die Dringlichkeit, insbesondere im Bereich der Wohngebäude und der Industrie, Maßnahmen zur Reduktion fossiler Energieträger zu ergreifen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern.

8 Potenzialanalyse

Lokale erneuerbare Energiequellen werden in der Stadt Usingen eine zentrale Rolle in der künftigen Wärmeversorgung spielen. Daher war die Analyse der Potenziale ein essenzieller Bestandteil des Wärmeplans. Die Potenziale erneuerbarer Energiequellen basieren auf den zur Verfügung stehenden Flächenpotenzialen, 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.

Sämtliche Daten und Analysen wurden GIS- und datenbankgestützt erarbeitet und aufbereitet, um eine präzise räumliche und thematische Auswertung sicherzustellen. Die Grundlage der Potenzialanalyse bildete ein GIS-gestütztes Flächenscreening, bei dem Flächen identifiziert wurden, die für die Produktion Erneuerbarer Energien ungeeignet sind oder Einschränkungen aufweisen. Aus der Flächenbilanz wurden unter anderem Naturschutz- und Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen.

8.1 Bestehende Energieinfrastruktur in der Stadt Usingen

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

Tab. 1: Bestehende Energieinfrastruktur

Kategorie	Details
Gasnetz	2.000 Gaszählpunkte, ca. 34 km Netzlänge
Stromnetz	5.700 Stromzählpunkte, rund 67 km erdverlegte und Freileitungen im Niederspannungsbereich
Stromerzeugungs- u. Speichieranlagen	1.578 netzgekoppelte Anlagen
Photovoltaik (PV)	1.026 PV-Anlagen mit 13,7MW installierter Nettoleistung
Batteriespeicher	523 Batteriespeicher mit 3,1 MW Nettoleistung
KWK/BHKW-Anlagen	25 Anlagen mit Stromnetzeinspeisung mit 0,9 MW installierter Nettoleistung
Windkraft	keine Windkraftnutzung

Quellen: BNetzA 2024; Mainova AG 2024; Syna GmbH 2024; Berechnungen HL-MM/K2I2

Das Gasnetz umfasst rund 2.000 Gaszählpunkte mit einer Netzlänge von ca. 34 km und bildet die zentrale Grundlage für die Wärmeversorgung. Aufgrund seiner fossilen Ausrichtung stellt es jedoch eine erhebliche Herausforderung für die Klimaneutralitätsziele der Stadt dar. Auch die 25 überwiegend erdgasgespeisten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK/BHKW) mit einer installierten Leistung von 0,9 MW tragen maßgeblich zur fossilen Prägung des Energiesystems bei.

Das Stromnetz mit 5.700 Zählpunkten und 67 km erdverlegten und Freileitungen im Niederspannungsbereich gewährleistet eine zuverlässige Stromverteilung. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind 1.578 netzgekoppelte Stromerzeugungs- und Speichieranlagen vorhanden, darunter 1.026 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Nettoleistung von 13,7 MW. Ergänzt wird diese Kapazität durch 523 Batteriespeicher mit einer Nettoleistung von 3,1 MW, die eine effiziente Speicherung und Nutzung überschüssigen Stroms ermöglichen.

Um die Energieversorgung in der Stadt Usingen 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.

8.2 Ergebnisse zu den Potenzialen erneuerbarer Energiequellen

Die Grundlage der Potenzialanalyse bildete ein GIS-gestütztes Flächenscreening, bei dem Flächen mit Ausschlusskriterien oder relevanten Restriktionen für die Produktion erneuerbarer Energien identifiziert wurden. In der Flächenbilanz wurden unter anderem Naturschutz- und FFH-Flächen, Landschaftsschutzgebiete sowie Trinkwasserschutz- und Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen.

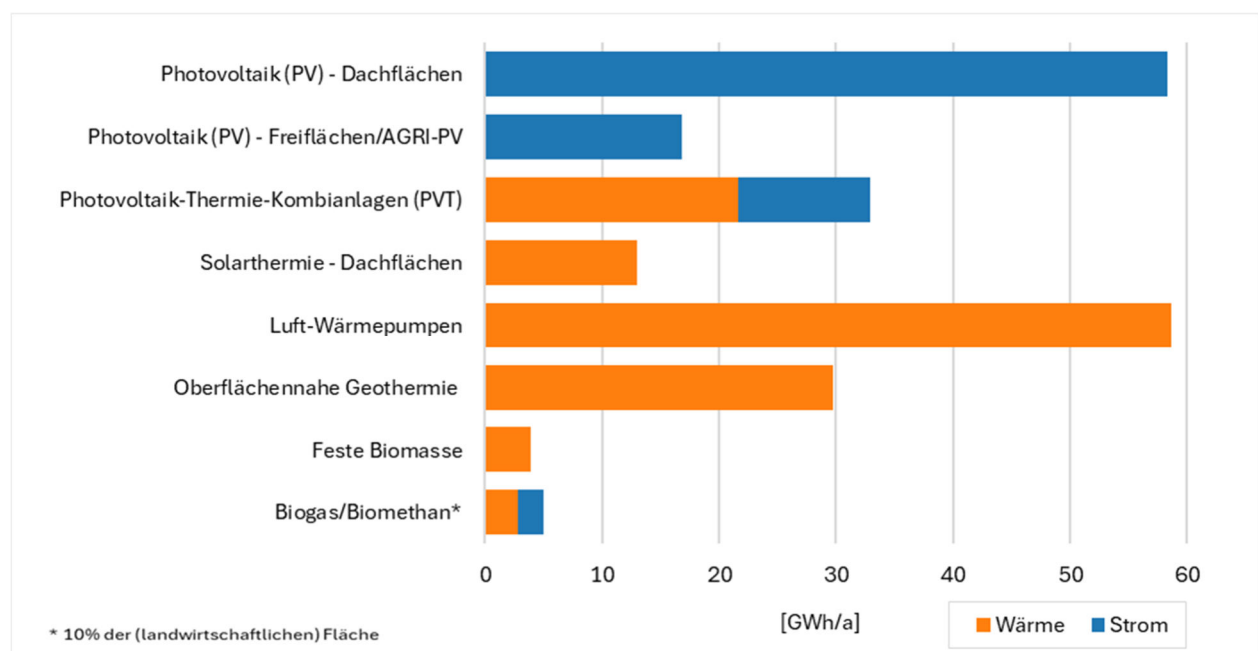


Abb. 24: Potenziale erneuerbarer Energiequellen; Berechnungen HL-MM/K2I2

Abb. 24 zeigt das technisch-gesellschaftliche Potenzial zur Wärme- und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (GWh/a) auf Basis GIS-gestützter Analysen für die Stadt Usingen. Für Biogas bzw. Biomethan wurde dabei konservativ angenommen, dass lediglich 10 % der grundsätzlich verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen als Berechnungsgrundlage herangezogen werden. Dadurch werden Nutzungskonkurrenzen sowie Akzeptanz- und Naturschutzbelange berücksichtigt.

Auf der Stromseite wird das Potenzial in Usingen maßgeblich durch Photovoltaik auf Dachflächen geprägt, mit einem geschätzten jährlichen Ertrag von rund 58 GWh/a. Ergänzend tragen Photovoltaik-Freiflächenanlagen mit etwa 17 GWh/a sowie Photovoltaik-Thermie-Kombianlagen (PVT) mit rund 11 GWh/a zur Stromerzeugung bei. Ein weiteres, vergleichsweise geringes Strompotenzial ergibt sich aus Biogas bzw. Biomethan mit etwa 2 GWh/a. Für die Windenergie wird im betrachteten Stadtgebiet derzeit kein relevantes Strompotenzial ausgewiesen.

Auf der Wärmeseite zeigen sich die größten Potenziale bei Luft-Wärmepumpen mit etwa 59 GWh/a sowie bei der oberflächennahen Geothermie (z. B. Erdwärmesonden und -kollektoren) mit rund 30 GWh/a. Weitere relevante Beiträge liefern PVT-Anlagen mit etwa 22 GWh/a, Solarthermie auf Dachflächen mit rund 13 GWh/a sowie die Nutzung von Oberflächenwasserwärme (z. B. Flusswärmepumpen) mit etwa 15 GWh/a. Kleinere Wärmepotenziale entfallen auf feste Biomasse (z. B. Holz, Hackschnitzel und Pellets aus Forstwirtschaft und Restholz) mit rund 4 GWh/a sowie auf Biogas bzw. Biomethan mit etwa 3 GWh/a.

In der Gesamtbetrachtung (Wärme und Strom) dominieren damit Photovoltaik-Dachanlagen (58 GWh/a), Luft-Wärmepumpen (59 GWh/a) sowie PVT-Anlagen (33 GWh/a) das erneuerbare Energiepotenzial der Stadt Usingen. Vor dem Hintergrund eines steigenden Strombedarfs durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen sowie der zunehmenden Sektorenkopplung – insbesondere durch Elektromobilität und Power-to-Heat-Anwendungen – kommt dem weiteren Ausbau der Photovoltaik eine zentrale Rolle in der lokalen Energieversorgung zu.

Die Auswertungen zeigen, dass sowohl das theoretische Potenzial (Nutzung aller uneingeschränkt verfügbaren Flächen) als auch das technisch gesellschaftlich realisierbare Potenzial den Wärmebedarf der Stadt Usingen rechnerisch decken können. Für die praktische Umsetzung ist dabei die Sektorenkopplung zentral. Durch die integrierte Betrachtung von Strom, Wärme und Mobilität, insbesondere über die Elektrifizierung der Wärmeversorgung (z. B. Wärmepumpen), den Einsatz von Speichern und ein flexibles Lastmanagement, lassen sich fluktuierende erneuerbare Energien effizient nutzen, Netzengpässe reduzieren sowie die Versorgungssicherheit gewährleisten.

Die folgenden Unterkapitel (8.2.1–8.2.10) beleuchten die einzelnen erneuerbaren Energiequellen im Hinblick auf zentrale Kennzahlen, technische Umsetzbarkeit sowie ihre Bedeutung für den Aufbau einer potenziellen erneuerbaren Energieinfrastruktur in der Stadt Usingen.

8.2.1 Windkraft

Die Windenergie spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung der nationalen und internationalen Klimaschutzziele sowie bei der Umstellung auf eine nachhaltige und unabhängige Energieversorgung. Sie gilt als eine der effizientesten und kostengünstigsten Formen erneuerbarer Energie und ist damit ein entscheidender Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Auch in der Stadt Usingen besteht ein grundsätzliches Bewusstsein für die Bedeutung der Windkraft als Teil der Energiewende. Die Nutzung von Windenergie bietet nicht nur ökologische Vorteile, sondern auch wirtschaftliche Perspektiven – etwa durch regionale Wertschöpfung, langfristige Energiepreissicherheit und eine stärkere kommunale Energieautonomie. Derzeit existieren keine Windkraftanlagen im Stadtgebiet von Usingen. Zwar gibt

es konkretes Interesse an der Errichtung, doch bislang wurden keine genehmigten Plannungen auf den Weg gebracht. Mögliche Standortfragen, naturschutzrechtliche Belange und Beteiligungsprozesse befinden sich noch in einer frühen Phase der Diskussion.

Die Stadt beobachtet die Entwicklungen rund um Windenergieprojekte in der Region aufmerksam – etwa den geplanten Windpark am Winterstein, der sich in der Nähe von Usingen befindet – und wird sich auch weiterhin aktiv mit der Frage auseinandersetzen, wie Windkraft verantwortungsvoll und im Einklang mit Natur- und Landschaftsschutzpotenzialen in das lokale Energiesystem integriert werden kann.

Anmerkungen:

- Kommunen können bei Windenergieprojekten auch finanziell profitieren. Dafür kommen je nach Projektkonstellation insbesondere drei Wege in Betracht: eine Kommunalabgabe nach § 6 EEG (bis zu 0,2 Cent je tatsächlich eingespeister Kilowattstunde für betroffene Gemeinden im Umkreis von 2,5 km), Pacht- bzw. Nutzungsentgelte bei Flächen in kommunalem Eigentum sowie Gewerbesteuerereffekte bei entsprechender Betreiber- und Betriebsstättenstruktur
- Die Stromproduktion aus Windkraftanlagen variiert naturgemäß über das Jahr. Durch eine systemorientierte Auslegung lassen sich diese Schwankungen jedoch gut integrieren. In Kombination mit Speichern, Lastmanagement, sektorengekoppelten Anwendungen (z. B. Wärmepumpen, Power to Heat), flexiblen Erzeugern sowie einer vorausschauenden Netzplanung können Erzeugungsspitzen genutzt und windärmere Phasen zuverlässig überbrückt werden. Moderne Anlagen- und Betriebsstrategien reduzieren zudem Lastwechsel und tragen zur langlebigen, netzdienlichen Fahrweise bei.
- Windenergieprojekte sollten so geplant werden, dass akustische, visuelle und ökologische Belange frühzeitig berücksichtigt und bestmöglich gelöst werden. Durch geeignete Standortwahl, die Einhaltung von Abständen und Lärmgrenzwerten, technische Minderungsmaßnahmen sowie naturverträgliche Betriebsweisen lassen sich Auswirkungen auf Wohnumfeld, Landschaftsbild sowie Arten und Naturschutz minimieren. Genehmigungs- und Ausgleichsverfahren stellen sicher, dass Anforderungen transparent geprüft und Maßnahmen verbindlich umgesetzt werden.
- Bestehende Interessensbekundungen zur Errichtung von Windkraftanlagen, kombiniert mit einer umfassenden Bürgerbeteiligung, schaffen die Grundlage für eine wirtschaftlich und sozial erfolgreiche Umsetzung der Windenergieprojekte. Die direkte Einbindung der Bürger fördert die regionale Wertschöpfung und erhöht die Akzeptanz für die Anlagen vor Ort.

8.2.2 Solarenergie

Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern basiert Solarenergie auf einer langfristig verfügbaren, emissionsfreien Ressource und stellt einen zentralen Baustein der klimafreundlichen Energieversorgung dar. Sie spielt eine Schlüsselrolle für die lokale Energiewende, da sie dezentral einsetzbar ist, gut mit bestehenden Infrastrukturen kombiniert werden kann und sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung beiträgt. Technologische Fortschritte der vergangenen Jahre haben zu erheblichen Effizienzsteigerungen und deutlichen Kostensenkungen geführt. Moderne Photovoltaikmodule erreichen heute Wirkungsgrade von etwa 15–25 % und nutzen sowohl direkte als auch diffuse Strahlung effizient. Gleichzeitig sind die Modulpreise seit 2010 um über 70 % gesunken, wodurch Solarenergie heute zu den kostengünstigsten erneuerbaren Technologien zählt.

Solarenergiepotenziale in der Stadt Usingen

Die Nutzung von Dachflächen ist in Usingen bereits etabliert, dennoch bestehen weiterhin erhebliche Ausbaupotenziale auf privaten, gewerblichen und öffentlichen Gebäuden. Die GIS-gestützten Analysen zeigen, dass insbesondere Dachflächen ein hohes technisches Potenzial zur Stromerzeugung aufweisen. Ergänzend bietet Solarthermie eine effiziente Möglichkeit zur Bereitstellung von Warmwasser und anteilig auch von Heizwärme, insbesondere in Wohngebäuden sowie kommunalen Einrichtungen (C.A.R.M.E.N. e.V., 2023; Günnewig & Johannwerner, 2022).

Bislang weitgehend ungenutzte Freiflächen bieten zusätzliche Optionen für den Ausbau der Photovoltaik, etwa auf unversiegelten Flächen, Brachflächen oder in Form von Agri-PV-Systemen, bei denen Energieerzeugung und landwirtschaftliche Nutzung kombiniert werden. Durch die Aktivierung weiterer Dach- und Freiflächen sowie den gezielten Ausbau von Photovoltaik und Solarthermie kann die Solarenergieproduktion in der Stadt Usingen von derzeit rund 14 GWh/a auf etwa 134 GWh/a gesteigert werden und damit nahezu das Zehnfache des heutigen Niveaus erreichen.

Kostenentwicklung und Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für Photovoltaikanlagen sind in den letzten Jahren deutlich gesunken. Aktuell liegen die spezifischen Kosten je nach Anlagengröße und Ausführung bei etwa 1.200–1.800 €/kWp. Für typische Einfamilienhäuser mit Anlagen zwischen 4 und 10 kWp ergeben sich Investitionskosten von rund 7.000–12.000 Euro. Hinzu kommen jährliche Betriebskosten für Wartung und Versicherung in Höhe von etwa 300–400 Euro. Batteriespeicher mit einer Kapazität von 4–8 kWh verursachen zusätzliche Kosten von etwa 1.200–6.000 Euro, erhöhen jedoch den Eigenverbrauchsanteil und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Förderprogramme sowie Einsparungen durch Eigenverbrauch verbessern die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen erheblich und machen Solarenergie zu einer kostengünstigen und nachhaltigen Lösung mit moderaten Amortisationszeiten. Zusätzlich schaffen gesetzli-

che Vorgaben wie Solardachpflichten – etwa für gewerbliche Neubauten oder über Festsetzungen in Bauleitplänen – weitere Anreize zur konsequenten Erschließung der vorhandenen Potenziale.

Technologische Einordnung: PV, Solarthermie und Photovoltaik-Thermie-(PVT-)Systeme

Solarthermie weist zwar eine hohe energetische Effizienz auf, ist jedoch überwiegend auf Anwendungen mit kontinuierlichem Wärmebedarf – insbesondere die Warmwasserbereitung – begrenzt. Photovoltaik ist demgegenüber vielseitiger einsetzbar, wirtschaftlich deutlich dominanter und kann flexibel in verschiedenen Sektoren genutzt werden, etwa für Haushaltsstrom, Elektromobilität, Wärmepumpen oder Power-to-Heat-Anwendungen. Aus heutiger Sicht erscheint für die aktive Dachflächennutzung bis zum Jahr 2045 ein Szenario plausibel, in dem Photovoltaik den mit Abstand größten Anteil einnimmt, während Solarthermie eine ergänzende Rolle behält und PVT an Bedeutung gewinnt.

PVT-Systeme ermöglichen neben der Stromerzeugung auch die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme und können zusätzlich als Wärmequelle (Sole) für Wärmepumpen dienen. Dadurch verbessern sie die Effizienz strombasierter Heizsysteme und unterstützen die Sektorenkopplung durch die gleichzeitige Bereitstellung von Strom und Wärme.

Bedeutung für die kommunale Wärme- und Energiewende

Insgesamt leistet Solarenergie – insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen, Speichern und geeigneten Förderinstrumenten – einen wesentlichen Beitrag zur lokalen Energieautarkie, zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der Klimaschutzziele der Stadt Usingen. Sie bildet damit einen zentralen Pfeiler einer dezentralen, resilienten und zukunftsfähigen Energieversorgung.

Zusätzliche Potenziale zur Solarenergiegewinnung in der Stadt Usingen

Neben der Nutzung von Dachflächen, Freiflächen sowie Solarthermie gibt es weitere, bislang weniger genutzte Potenziale, die zur Steigerung der Solarenergieproduktion beitragen können. Dazu zählen insbesondere 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 vier Modulen und können direkt an das Hausnetz angeschlossen werden. Pro Modul lassen sich

etwa 500 – 1.000 kWh/Jahr erzeugen, abhängig von der Ausrichtung und Sonneneinstrahlung. Die Investitionskosten von etwa 400 – 1.500 Euro pro System sind gering. Den 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 Solarstrompotenzial.

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

- **Parkplatzüberdachungen mit PV (*Carport-PV*)**

Die Integration von PV-Anlagen auf Parkplätzen bietet eine doppelte Nutzung der Fläche – Stromproduktion und Beschattung der Stellplätze. *Carport-PV*-Systeme können sowohl auf öffentlichen Parkplätzen (z. B. Einkaufszentren, Schulen) als auch auf privaten Stellplätzen installiert 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 die gleichzeitige Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen für die Produktion von Lebensmitteln bzw. Sonderkulturen und die Erzeugung von Solarstrom. Die PV-Module werden in ausreichender Höhe und Abständen montiert, sodass landwirtschaftliche Maschinen weiterhin eingesetzt werden können. Zu den Vorteilen zählen eine gesteigerte Flächeneffizienz, der Schutz vor Wetterextremen sowie zusätzliche Einkommensquellen für landwirtschaftliche Betriebe.

- **Direkte *Power-to-Heat*-Anwendungen als Ergänzung der Wärmeversorgung**

Neben Wärmepumpen als effiziente sogenannte *Power-to-Heat*-Anwendung gewinnt die direkte Nutzung von Solarstrom zur Wärmeerzeugung zunehmend an Bedeutung. Dabei wird überschüssiger PV-Strom genutzt, um über Heizstäbe Wärme in Puffer- oder Brauchwasserspeichern bereitzustellen.

Getrieben durch den weiteren Ausbau von Photovoltaikanlagen – gegebenenfalls auch in Form von PVT-Systemen, die gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme bereitstellen – sowie durch weiter sinkende Systemkosten und eine wachsende Zahl praktischer Anwendungsbeispiele könnte sich die direkte *Power-to-Heat*-Nutzung künftig als sinnvolle Ergänzung der Wärmeversorgung etablieren.

Besonders in Kombination mit Speichern und intelligenten Steuerungssystemen tragen solche Systeme perspektivisch dazu bei, Lastspitzen im Stromnetz zu reduzieren und überschüssige Solarenergie effizient zu verwerten. Damit eröffnen sich

neue Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Energieverbrauchs und zur sektorübergreifenden Integration erneuerbarer Energien im lokalen Energiesystem.

Netzinfrastuktur im Kontext des PV-Ausbaus

Für den erfolgreichen Ausbau von Dach- und Freiflächenphotovoltaik ist neben der Flächenverfügbarkeit auch die Aufnahmefähigkeit der vorhandenen Stromnetze ein entscheidender Faktor. Die Erfahrung zeigt, dass es im Zusammenhang mit dem Zubau von PV-Anlagen immer wieder zu Engpässen bei der Netzeinspeisung kommt, was die Umsetzung geplanter Projekte verzögern oder im Einzelfall verhindern kann.

Die künftige Nutzung des technisch verfügbaren PV-Potenzials wird maßgeblich davon abhängen, inwieweit die Netzinfrastuktur mit dem Ausbau der dezentralen Erzeugungskapazitäten Schritt halten kann. Dies erfordert eine vorausschauende Netzplanung und gegebenenfalls eine Verstärkung der Netze – entweder im Rahmen der bestehenden gesetzlichen Vorgaben (z. B. § 11 EnWG – Verpflichtung zum effizienten, sicheren und leistungsfähigen Netzbetrieb (BfJ, 2005)) oder im Zuge eigeninitiiertter Maßnahmen der zuständigen Netzbetreiber.

Darüber hinaus gewinnen technische Flexibilitätsoptionen, wie der Einsatz von Batteriespeichern, steuerbaren Einspeisemanagementsystemen oder Lastverschiebungstechnologien, zunehmend an Bedeutung. Sie können helfen, Netzengpässe lokal abzufedern und den weiteren Zubau von PV-Anlagen auch in bereits belasteten Netzbereichen zu ermöglichen.

Fazit:

- Die Solarenergie bietet in der Stadt Usingen erhebliche Potenziale zur nachhaltigen Strom- und Wärmeherzeugung. Die GIS-gestützten Analysen zeigen, dass durch die zusätzliche Nutzung von Dach- und Freiflächen sowie ergänzende Anwendungen (z. B. Fassaden-PV, Balkonkraftwerke, Parkplatzüberdachungen/Carport-PV) die Energieproduktion deutlich gesteigert werden kann.
- Solarenergie kann auf Dachflächen, Freiflächen und – ergänzend – auf Gebäudefassaden sowie als Agri-PV auf landwirtschaftlichen Flächen installiert werden. Dadurch kann die Flächeneffizienz erhöht und Nutzungskonkurrenzen reduziert werden.
- Moderne PV-Module erreichen heute Wirkungsgrade von etwa 15–25 %; gleichzeitig sind die Kosten für Photovoltaik seit 2010 deutlich gesunken (im Markttrend um >70 %).
- Balkonkraftwerke ermöglichen eine niedrigschwellige Eigenstromerzeugung, insbesondere im Miet- und Bestandsbereich. In Kombination mit gemeinschaftlichen Modellen (z. B. Mieterstrom/Energiegemeinschaften) kann die lokale Beteiligung an der Energiewende gestärkt werden.
- PVT-Systeme kombinieren Strom- und Niedertemperaturwärmeerzeugung und können zusätzlich als Wärmequelle (Sole) für Wärmepumpen dienen. Dadurch wird die Sektorenkopplung unterstützt und die Effizienz strombasierter Wärmelösungen erhöht.
- Lösungen wie Carport-PV oder Agri-PV verbinden Stromerzeugung mit Zusatznutzen (z. B. Witterungsschutz/Beschattung bzw. landwirtschaftliche Nutzung).
- Solarenergie ist – ähnlich wie Windkraft – fluktuierend, da die Erzeugung von Einstrahlung und Wetter abhängt. Für eine sichere Versorgung sind daher Speicher, Lastmanagement und eine geeignete Netzintegration erforderlich.
- In der Praxis können beim PV-Ausbau Engpässe in der Netzinfrastuktur auftreten. Eine vorausschauende Netzplanung, gezielte Verstärkungen sowie der Einsatz von Speichern und Einspeisemanagement sind zentrale Voraussetzungen, um das Potenzial vollständig nutzbar zu machen.

8.2.3 Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme

Die Nutzung von Umweltwärme über Luftwärmepumpen – insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen – 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.

Potenziale der Luftwärmepumpen-Nutzung in der Stadt Usingen

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 der Stadt 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.

In baulich verdichteten Gebieten (z. B. ältere Ortskerne) kann die Aufstellung von Außeneinheiten durch begrenzte Flächen, Abstandsanforderungen sowie Schallschutzauflagen erschwert sein; hier sind standortbezogen alternative Lösungen (z. B. zentrale/gebündelte Anlagen, PVT oder Wärmenetze) zu prüfen. Ergänzend kommen technische Varianten in Betracht, die die Zahl und Sichtbarkeit von Außengeräten reduzieren bzw. deren Aufstellorte verlagern: Dazu zählen gebündelte/zentralisierte Außeneinheiten (Clusterlösungen für mehrere Gebäude, z. B. im Hinterhof oder auf Nebenflächen), Dachaufstellungen mit Dachaufständerung (z. B. hinter Attika/Dachaufbauten, unter Beachtung von Statik, Schwingungsentkopplung und Wartungszugang) sowie innen aufgestellte Luft-Wasser-Wärmepumpen mit kanalgeführter Zu- und Abluft (Außenansicht über Luftgitter statt Außeneinheit). In Einzelfällen können auch Split-Systeme mit optimierter Aufstellführung oder Luft/Luft-Klimasplitgeräte (insb. für Raumheizung/-kühlung, ggf. ergänzt um separate Warmwasserlösungen) eine Option sein. Schallmindernde Maßnahmen (u. a. schwingungsentkoppelte Fundamente, Schalldämpfer/Schallschutzhauben, geeignete Aufstellgeometrie und Nachtbetriebsmodi) sind dabei in die standortbezogene Planung einzubeziehen.

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 Energien 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 ein enormes Potenzial zur nachhaltigen Wärmeversorgung. Durch ihre flexible Einsetzbarkeit, die geringen Flächenanforderungen und die einfache Installation sind sie eine zukunftsfähige Lösung, besonders in Kombination mit Photovoltaik-Anlagen zur Eigenstromnutzung. 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 Jahresarbeitszahl (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.
- Photovoltaik-Anlagen mit intelligenter Steuerung (z. B. Wärmepumpe und Speicher) können dabei helfen, möglichst viel Eigenstrom direkt im Gebäude zu nutzen und so sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile zu erzielen.

8.2.4 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 fünf Metern bleibt die Temperatur konstant, wodurch Wärme und Strom rund um die Uhr bereitgestellt werden können.

Die Nutzung der Geothermie wird in zwei Hauptkategorien unterteilt:

8.2.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie nutzt Wärmequellen aus bis zu 400 Metern 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 Effizienz und Umweltbilanz der Wärmeversorgung lässt sich zusätzlich steigern, wenn die Wärmepumpe mit Solarthermieranlagen oder einem Wärmepuffersystem kombiniert wird. Dadurch können Lastspitzen abgefangen, regenerative Energiequellen besser integriert und der Strombedarf netzdienlich verteilt werden. Die oberflächennahe Geothermie bietet zwei effiziente Möglichkeiten zur Wärmegewinnung:

- **Erdwärmesonden:** Vertikal installierte Sonden reichen bis zu 400 Metern 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 Wärmegewinnung. 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.

8.2.4.2 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt die in großen Tiefen gespeicherte Erdwärme aus Tiefen von bis zu 5.000 Metern, 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 Metern Tiefe. In großen Tiefen lassen sich daher Temperaturen von 100–200 °C oder höher erreichen, die für verschiedene Energieanwendungen nutzbar gemacht werden können. Gegenwärtig ist jedoch kein Förder- oder Pilotprojekt zur Nutzung der Tiefengeothermie in der Region bekannt. Darüber hinaus lässt die aktuell geringe Wärmebedarfsdichte in der Stadt eine wirtschaftliche Nutzung tiefengeothermischer Ressourcen zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu.

Informationsgrundlagen

Der kostenfreie Geologie-Viewer des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) bietet umfassende Informationen zu geothermischen Potenzialen sowie zur Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Er enthält Daten sowohl zur Tiefengeothermie (bis 4.000 m Tiefe) als auch zur oberflächennahen Geothermie (bis 200 m Tiefe) und bildet damit eine wichtige Entscheidungsgrundlage zur Bewertung der geothermischen Nutzungsmöglichkeiten. Dabei wird das tiefengeothermische Potenzial in Usingen bei einer Betrachtungstiefe von bis zu 4.000 m als gering eingestuft. Die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds in relevanten Tiefenstufen bis 200m liegt bei etwa 1,5–2,5 W/mK. Dies entspricht einer moderaten bis guten Effizienz für geothermische Anwendungen. Die Einheit Watt pro Meter und Kelvin ($W/(m \cdot K)$) beschreibt, wie effizient der Untergrund Wärme leitet, und ist ein zentraler Kennwert für die Auslegung geothermischer Systeme.

Potenziale

Ausgehend von rund 2.500 potenziellen Standorten mit ausreichender Flächenverfügbarkeit im Siedlungsgebiet der Stadt Usingen ergibt sich – unter der Annahme von 1.800 Volllaststunden pro Jahr – ein relevantes Potenzial für die Nutzung oberflächennaher Geothermie zur Wärmeversorgung. Für Erdwärmesonden, deren Leistungsfähigkeit maßgeblich von den Untergrundbedingungen abhängt, wird eine spezifische Entzugsleistung von 50 W/m angesetzt. Daraus resultiert ein technisches Wärmepotenzial von rund 25,5 GWh/a. Ergänzend kann über Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren) – unter Ansatz eines Anteils von 25 % – ein zusätzliches Potenzial von etwa 4,3 GWh/a mobilisiert werden. Insgesamt ergibt sich damit ein technisches Gesamtpotenzial der oberflächennahen Geothermie von rund 30 GWh/a, wodurch diese Technologie einen wichtigen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung in der Stadt Usingen leisten kann.

Kosten

Für Einzellösungen mit Erdwärmesonde können Gesamtkosten im Bereich von 30.000 bis 60.000 Euro anfallen. Die Vollkosten hängen wesentlich von den geologischen Gegebenheiten, der Bohrtiefe, der erforderlichen Wärmepumpenleistung sowie dem Umfang der Installationsarbeiten ab. In Einzelfällen – insbesondere bei ungünstigen Bodenverhältnissen oder komplexen baulichen Voraussetzungen – können die Kosten auch darüber hinausgehen. Für Erdwärmekollektoren sind die Kosten aufgrund der geringeren Erschließungskosten etwa 20 – 30 % niedriger. Damit stellen sie eine kostengünstigere Alternative dar, sofern ausreichend Grundstücksfläche zur Verfügung steht. Die Investitionskosten lassen sich durch gezielte Fördermaßnahmen des Bundes (z. B. BEG - Bundesförderung für effiziente Gebäude) 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 der Stadt Usingen 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 60 – 100 Euro pro Meter Tiefe, abhängig von den geologischen Bedingungen. Eine breite Nutzung dieses Potenzials wird realistisch nur dann möglich sein, wenn die bestehenden Förderprogramme (z. B. BEG, BEW) ausgeweitet bzw. gezielt auf gemeinschaftliche Lösungen ausgerichtet werden und durch Energiegemeinschaften, genossenschaftliche Modelle oder kommunale Trägerschaften Skaleneffekte erzielt und die Investitionslast auf mehrere Schultern verteilt wird.
- 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 die Stadt Usingen leisten. Die Effizienz der Wärmeversorgung kann durch eine Kombination mit Solarthermie oder Wärmepuffersystemen zusätzlich gesteigert werden.

8.2.5 Bioenergie

8.2.5.1 Feste Biomasse aus der Forstwirtschaft

Die Nutzung fester Biomasse aus der Forstwirtschaft stellt ein systemisch relevantes, langfristig verfügbares Potenzial dar, insbesondere als regelbare Hochtemperatur- und Spitzenlastwärme in hybriden Versorgungskonzepten. Die Potenzialabschätzung in Usingen basiert auf einer GIS-gestützten Auswertung der verfügbaren Wald- und Gehölzflächen sowie typischer Holzentnahmemengen aus regulärer Forstnutzung, Pflegemaßnahmen und Sägerestholz. Auf Basis der GIS-Analyse wird für Usingen von einer nutzbaren Waldfläche von rund 1.930 ha und einem durchschnittlichen Holzzuwachs von 4 fm/ha·a ausgegangen.

Davon werden im Ansatz rund 60 – 70 % stofflich genutzt (z. B. Bauholz, Industrieholz), während etwa 2.000 fm/a als Energieholz aus sogenanntem Schwachholz (Stämmen und Ästen mit geringem Durchmesser), Durchforstungsmaßnahmen sowie nicht stofflich verwertbaren Sortimenten zur Verfügung stehen können. Bei einem angesetzten Brennwert von 1.800 kWh/fm für Waldenergieholz ergibt sich daraus eine jährliche Holzenergie von rund 4,8 GWh/a und bei einem Wirkungsgrad von 80 % ein theoretischer Wärmeertrag von

rund 4 GWh/a. Da in Usingen keine Sägeindustrie ansässig ist, ist die Verfügbarkeit von Sägerestholz nicht lokal, sondern im regionalen Kontext (z. B. über Holzverarbeitung in der Umgebung sowie über Lieferketten) zu betrachten.

Neben der energetischen Nutzung erfüllen Wälder eine Vielzahl an Ökosystemleistungen. Sie tragen wesentlich zur Luftreinhaltung, Wasserregulierung, Erholung und Biodiversität bei und sind zugleich wichtige Kohlenstoffsinken. Durch das Wachstum der Bäume wird CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen und langfristig in der Biomasse und im Waldboden gespeichert. In Anbetracht der zunehmenden Herausforderungen durch den Klimawandel, wie etwa Trockenheit, Schädlingsbefall und Sturmschäden, steht die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder jedoch unter wachsendem Druck. Es bedarf einer sorgfältigen Balance zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung. Während die energetische Nutzung kurzfristig verfügbare Energie bereitstellt und zur lokalen Wärmeversorgung beiträgt, ermöglicht die stoffliche Nutzung – etwa in Form langlebiger Holzprodukte im Bauwesen oder Möbelbereich – eine langfristige Kohlenstoffbindung und einen mehrfachen ökologischen Nutzen. Erst nach der Nutzung in langlebigen Produkten sollte der Wertstoff Holz einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Daher ist es sinnvoll, die energetische Nutzung vor allem auf nicht stofflich verwertbare Reststoffe und Nebenprodukte zu konzentrieren, wie etwa Rinde, Sägerestholz oder minderwertiges Schwachholz. Dies schützt wertvolle Ressourcen und unterstützt eine klimaschonende Kreislaufwirtschaft.

Eine integrierte Betrachtung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sowie die enge Zusammenarbeit zwischen der Revierförsterei Usingen, regionalen Holzverarbeitern und kommunalen Akteuren sind zentrale Voraussetzungen, um das forstliche Biomassepotenzial ökologisch verträglich, wirtschaftlich tragfähig und klimaresilient zu erschließen. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind interkommunale Kooperationen und Lösungen hilfreich, die Aspekte wie Logistik, saisonale Bereitstellung, Lagerung und Versorgungssicherheit berücksichtigen.

8.2.5.2 Biogas aus der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft steht heute im Spannungsfeld steigender Anforderungen an die Lebensmittelproduktion, ökologischer Zielsetzungen und der zunehmenden Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zur Energieerzeugung. Diese Nutzungskonflikte werden durch den fortschreitenden Klimawandel weiter verschärft. Veränderte Wetterbedingungen – etwa häufigere Dürren, Starkregenereignisse und steigende Temperaturen – bedrohen die Produktivität landwirtschaftlicher Betriebe. Um sowohl die Ernährungssicherheit als auch ökologische Ziele zu gewährleisten, sind innovative und integrierte Ansätze erforderlich. Die Verbindung von Energieproduktion, Klimaschutz und landwirtschaftlicher Praxis stärkt nicht nur die Resilienz gegenüber dem Klimawandel, sondern schafft auch neue lokale Wertschöpfungspotenziale.

Auf Basis der in der Flächenkulisse ausgewiesenen Potenzialflächen von rund 1.400 ha Ackerland (Silomais) und rund 700 ha Grünland ergibt sich rechnerisch eine jährliche Biogasproduktion von rund 12,8 Mio. m³/a bzw. eine Methanproduktion von rund 7,4 Mio. m³/a. Der daraus abgeleitete Energiegehalt liegt bei insgesamt rund 78 GWh/a. Bei KWK-basierter Nutzung entspricht dies einer potenziellen Stromerzeugung von rund 25 GWh/a sowie einer potenziellen Wärmebereitstellung von rund 32 GWh/a.

In der Bilanz des technisch-gesellschaftlich verfügbaren Potenzials wurde für flächengebundene Optionen (insbesondere Biogas/Biomethan aus landwirtschaftlicher Biomasse) konservativ eine Inanspruchnahme von 10 % der verfügbaren Fläche angesetzt. Damit wird der begrenzten Realisierbarkeit aufgrund von Nutzungskonkurrenzen, Akzeptanz, Naturschutz- und Bewirtschaftungsrestriktionen Rechnung getragen.

Auch wenn die absoluten Energiemengen begrenzt sind, ist die Nutzung von Biogas und Biomethan systemisch relevant, insbesondere:

- zur flexiblen Stromerzeugung,
- zur Bereitstellung regelbarer Wärme,
- zur Abdeckung von Spitzenlasten,
- als Ergänzung in Wärmenetzen oder KWK-Anwendungen

Im Hochtaunuskreis bestehen bereits etablierte Strukturen zur Bioabfall- und Grüngutverwertung, bei denen organische Abfälle aus Haushalten sowie Grünschnitt stofflich und energetisch verwertet werden (Kompostierung und Vergärung). Diese bestehende Infrastruktur bietet eine wichtige Grundlage, um auch künftig biogene Reststoffe effizient zu nutzen, ohne zusätzliche Nutzungskonflikte in der Landwirtschaft zu verschärfen.

8.2.6 Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kombination von Biomethanproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) stellt eine Schlüsseltechnologie dar, um Bioenergie effizient zu nutzen. Biomethan kann durch Vergärung organischer Stoffe erzeugt und in KWK-Anlagen zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Auch bei geringen absoluten Energiemengen ist die KWK-Nutzung systemisch bedeutsam, da die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme die Gesamteffizienz erhöht und die Ressourcenausbeute maximiert.

Ein entscheidender Faktor für eine nachhaltige Bioenergienutzung ist die konsequente Nutzung der anfallenden Abwärme. Diese sollte nicht ungenutzt verloren gehen, sondern gezielt in Wärmenetze eingespeist und mit Wärmespeichern – insbesondere auch saisonalen Speichern – kombiniert werden, um eine stabile Wärmeversorgung auch in Zeiten geringer Erzeugung bzw. außerhalb der Laufzeiten der KWK-Anlage sicherzustellen.

Zusätzlich bietet die Rückführung von Reststoffen in die Landwirtschaft eine weitere ökologische und ökonomische Synergie:

- Humusaufbau und Kohlenstoffspeicherung durch organische Dünger
- Schließung regionaler Stoffkreisläufe und Förderung der Bodenfruchtbarkeit

- Erhöhung der regionalen Wertschöpfung, da Rohstoffe lokal genutzt und verarbeitet werden

Die Verknüpfung von Biogas, Abwärmenutzung und Wärmespeichern kann dazu beitragen, fossile Energieträger weiter zu reduzieren und eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu unterstützen. Gerade mit Blick auf zukünftige Niedertemperatur-Wärmenetze bietet dieser Ansatz Potenzial, eine nachhaltige und zugleich wirtschaftliche Wärmeversorgung in der Region zu ermöglichen.

Fazit:

Die Stadt Usingen hat die Möglichkeit, durch eine verstärkte interkommunale Zusammenarbeit und die konsequente Umsetzung kreislaufwirtschaftlicher Ansätze die vorhandenen – insgesamt begrenzten – Bioenergiepotenziale effizient und nachhaltig zu erschließen. Dadurch kann nicht nur ein zusätzlicher Beitrag zur regionalen Energie- und Wärmebereitstellung geleistet werden, sondern auch die stoffliche Verwertung organischer Reststoffe (z. B. Kompost- und Gärrestnutzung) zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und zur Stärkung lokaler Kohlenstoffsenken beitragen. Die Kombination aus gemeinsamer Projektentwicklung, Nutzung bestehender Verwertungsinfrastrukturen und einem klaren Nachhaltigkeitsfokus eröffnet Usingen und den Nachbarkommunen die Chance, die regionale Energiewende aktiv mitzugestalten und zugleich die ökologische wie auch die wirtschaftliche Resilienz der Region zu erhöhen.

8.2.7 Kreislaufwirtschaft

Die Konkurrenz um Flächen zwischen der Nahrungsmittelproduktion, dem ökologischen Ausgleich und der Energieproduktion stellt eine zentrale Herausforderung dar. Eine nachhaltige Lösung bietet die Kreislaufwirtschaft, die durch die effiziente Verwertung vorhandener Stoffströme Nutzungskonflikte reduziert und gleichzeitig ökologische und ökonomische Mehrwerte schafft.

Zentrale Elemente einer bioenergetischen Kreislaufwirtschaft sind:

- 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 Ernterückständen für die Energieproduktion
- Tertiäre Nutzung durch Rückführung von Gärresten aus Biogasanlagen in die Landwirtschaft zur Bodenverbesserung und langfristigen Kohlenstoffspeicherung

Interkommunale Zusammenarbeit für mehr Effizienz:

Ein zukunftsfähiger Weg liegt in der interkommunalen Zusammenarbeit, um die Effizienz der Bioenergienutzung zu steigern und die regionale Wertschöpfung zu erhöhen:

1. **Gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen**

Biogasanlagen können Biomasse und biogene Reststoffe aus mehreren Gemeinden verarbeiten und effizienter ausgelastet werden und die Stadt Usingen 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 den Gemeinden, Landwirtschaft und Energieversorgern könnten den Austausch von Best Practices fördern und die Entwicklung neuer Projekte, wie die Nutzung von Gärresten oder die Biomethanproduktion als Teil einer Kreislauf-orientierten Verwertung beschleunigen.

8.2.8 Abwärme

Industrielle Abwärme stellt ein oft nicht ausreichend berücksichtigtes Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung dar. Sie entsteht in Produktionsprozessen, in denen überschüssige Wärmeenergie freigesetzt wird, die ungenutzt bleibt oder an die Umgebung abgegeben wird. Durch die Integration industrieller Abwärme in die Wärmeversorgung können fossile Energieträger ersetzt und CO₂-Emissionen signifikant reduziert werden. Dies trägt nicht nur zur Erreichung von Klimazielen bei, sondern verbessert auch die Energieeffizienz auf kommunaler und betrieblicher Ebene. Die Nutzung industrieller Abwärme ist jedoch mit Herausforderungen verbunden. Da die Abwärme lediglich ein Nebenprodukt industrieller Prozesse ist, kann ihre Verfügbarkeit schwanken und erschwert die Planbarkeit und Risikoabschätzung. Zudem muss sichergestellt sein, dass die Wärmeabgabe durchgehend und ohne Unterbrechungen erfolgt. Unternehmen, die Abwärme bereitstellen, benötigen gesicherte rechtliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen, um Investitionen und langfristige Verpflichtungen eingehen zu können. Die Wirtschaftlichkeit hängt zudem stark von der Nähe zu potenziellen Abnehmern und den technischen Voraussetzungen der Wärmeinfrastruktur ab.

Gegenwärtig gibt es in der Stadt Usingen keine Hinweise auf überschüssige Abwärmepotenziale eines Gewerbe- oder Industriebetriebs und auch keine konkreten Überlegungen zur Bereitstellung von Abwärme in den Gewerbegebieten (BAFA, 2025). Dennoch eröffnen Entwicklungen in niedertemperaturfähigen Wärmenetzen neue Möglichkeiten, künftig auch Abwärme mit moderaten Temperaturen effizient zu nutzen. Dies könnte die Integration industrieller Prozesse in die kommunale Wärmeplanung erleichtern. Ein vorausschauendes Vorgehen in enger Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen, Planungsbüros und Energieversorgern kann dazu beitragen, langfristige Lösungen zu entwickeln. So kann die Erschließung von gewerblichen und industriellen Abwärmepotenzialen gezielt vorbereitet und in eine zukunftsfähige Wärmeversorgung integriert werden.

Handlungsempfehlungen:

Sollte es Potenzial für Abwärme geben, bietet nicht vermeidbare Abwärme eine wichtige, langfristig verfügbare Energiequelle für eine zentrale Wärmeversorgung. Insbesondere für Niedertemperaturnetze ist Abwärme häufig gut geeignet, da die erforderlichen Vorlauftemperaturen niedriger sind und eine ggf. notwendige Temperaturanhebung über Wärmepumpen effizient erfolgen kann. Da Abwärme jedoch oft nur eine einzelne Quelle darstellt und betrieblichen Schwankungen (Wartung, Stillstände, Produktionsänderungen) unterliegt, ist sie in der Regel als Grundlastbaustein in einem hybriden System zu betrachten. Entsprechend sind Spitzenlast- und Redundanzlösungen (Backup-Erzeuger, ggf. Speicher) vorzusehen und die Verfügbarkeit vertraglich abzusichern. Zur Nutzung sind folgende Schritte und Maßnahmen notwendig:

- **Durchführung einer Machbarkeitsstudie:** Eine Machbarkeitsstudie sollte technische, wirtschaftliche, rechtliche und organisatorische Aspekte klären. Wichtige Punkte dabei sind:
 - Erfassung der Abwärme (Temperaturniveau, Wärmemenge/Leistung, Medium, zeitliche Verfügbarkeit, Randbedingungen)
 - Einbindungskonzept (Übergabestation/Wärmetauscher, ggf. Großwärmepumpe) und Definition des Ziel-Temperaturniveaus
 - Auslegung von Redundanz und Spitzenlast sowie ggf. Speicher und Betriebsstrategie
 - Grobprüfung von Trasse/Anschlussmöglichkeiten und wesentlichen Genehmigungsaspekten
- **Abnehmer- und Anschlussgradprüfung:** Gespräche mit potenziellen Abnehmern und Nachfrageanalyse zur realistischen Abschätzung der Anschlussquote. Bei Niedertemperaturnetzen ist zudem zu prüfen, inwieweit Gebäude (v. a. Bestandsgebäude) NT-fähig sind bzw. ob gebäudeseitige Maßnahmen erforderlich werden (Übergabetechnik, ggf. Booster für Warmwasser).
- **Betreiber- und Vertragsmodell (z. B. Contracting):** Festlegung von Finanzierung, Bau und Betrieb inkl. Förderprüfung sowie Regelungen zu Preisformel, Messung/Abrechnung und Verfügbarkeiten.
- **Flankierende Maßnahmen:** Erhöhung der Umsetzbarkeit durch gezielte Entwicklung in Quellnähe (Neubau/Sanierung), Ansiedlung wärmegeeigneter Betriebe (z. B. Gewächshäuser, Lebensmittelverarbeitung) und Aufbau einer lokalen Partnerschaftsstruktur (z. B. Arbeitsgruppe) mit Energieversorgern, Netzbetreibern, lokalen Betrieben, Kommune sowie Bürgerinnen und Bürgern als wesentlicher Erfolgsfaktor für Akzeptanz und Umsetzung.

8.2.9 Wasserstoff

Wasserstoff wird in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Usingen für den privaten Wohnbereich (Wohngebäude und Wohnquartiere) keine Rolle spielen. Aufgrund des hohen Energieeinsatzes bei der Herstellung, der geringen Gesamteffizienz sowie der absehbar dauerhaft hohen Kosten ist Wasserstoff hierfür weder wirtschaftlich noch systemisch sinnvoll und wird daher nicht als Versorgungsoption berücksichtigt. Kurzfristig kommt –

sofern entsprechende Bedarfe in Industrie oder Gewerbe entstehen – allenfalls eine mobile Wasserstoffversorgung als flexible Übergangslösung in Betracht (s. Kapitel 6.3).

8.2.10 Weitere erneuerbare Energiequellen

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

8.3 Einsparpotenziale durch Sanierung und Effizienzsteigerung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Gebäudebestandsanalyse und den ermittelten Wärmebedarfsdichten in den Baublöcken wurden die energetischen Einsparpotenziale in den Baublöcken untersucht. Dabei wurde die Energieeinsparung durch eine sanierungsbedingte Reduktion des Wärmebedarfs im Gebäudebestand ermittelt. Die potenziellen Einsparungen für Raumwärme und Trinkwarmwasser variieren je nach Nutzungsart (z. B. Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, Mehrfamilienhaus oder Nichtwohngebäude), dem Baualter der Gebäude sowie deren Sanierungszustand. Basierend auf diesen Gebäudemerkmalen und den zugrunde liegenden Daten wurden Zielkennwerte sowie maximal erzielbare Einsparpotenziale abgeleitet. Diese wurden sowohl auf Baublockebene als auch auf dem bundesweit einheitlichen 100×100-Meter-Zensusgitter aggregiert, räumlich verortet und sowohl statistisch-tabellarisch als auch kartografisch aufbereitet (vgl. **Abb. 25**).

Das Zensusgitter ermöglicht eine datenschutzkonforme und gemeindeübergreifend vergleichbare Darstellung der energetischen Einsparpotenziale sowie der Sanierungspotenziale im Gebäudebestand.

Diese Einsparpotenziale setzen jedoch voraus, dass alle Gebäude umfassend saniert werden. In der Praxis ist dies jedoch unrealistisch, da zahlreiche Faktoren, wie Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit oder der Erhalt denkmalgeschützter Bausubstanz, die Umsetzung einschränken. Auch zukünftige Entwicklungen, etwa bei der Verfügbarkeit von Baumaterialien und Fachpersonal, könnten zu zusätzlichen Einschränkungen führen.

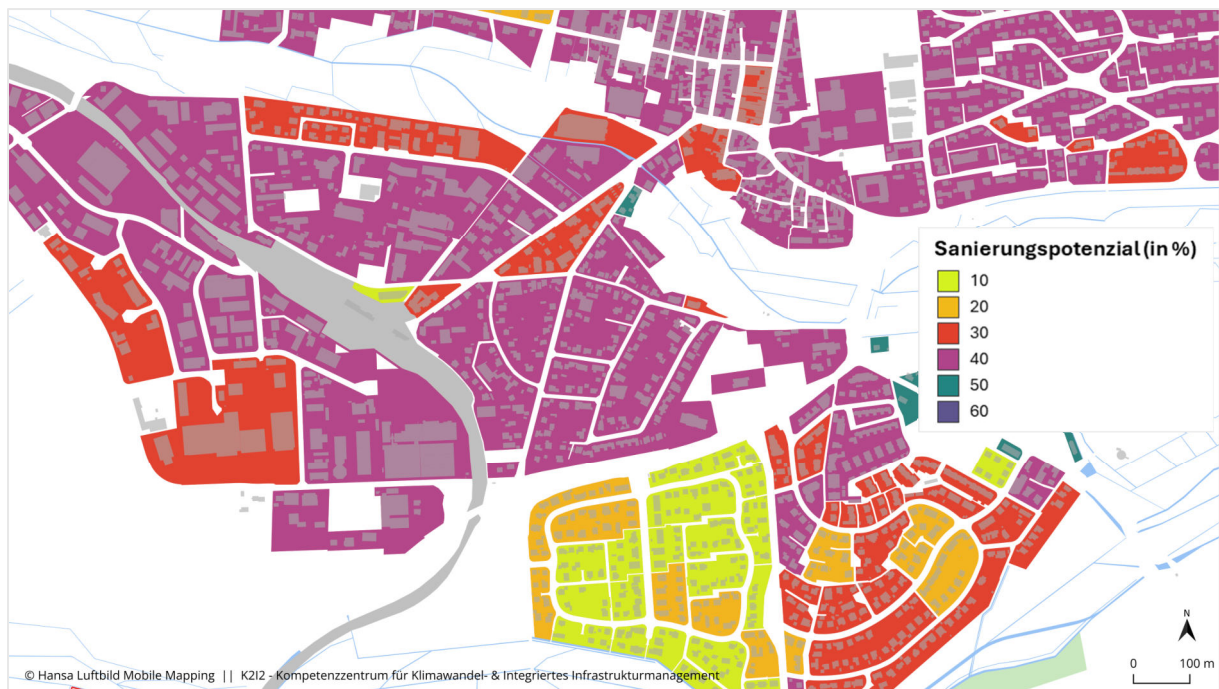


Abb. 25: Einsparungspotenzial des bestehenden Gebäudebestandes auf Baublockebene

Sanierungsentscheidungen werden in der Regel von den Eignern 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 Usingen 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 Einsparpotenzialen, die durch Sanierungsmaßnahmen erzielt werden können. Zudem flossen die technisch verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energiequellen in die Szenarienentwicklung ein. Als Grundlage und Leitplanke dienten die T45-Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems des Bundes, die verschiedene Dekarbonisierungspfade des Energiesystems beschreiben. Das Hauptszenario T45-Strom setzt auf eine starke Elektrifizierung des Energiesystems, um unter Berücksichtigung aktueller politischer Ziele (2022) bis 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen. Die Erkenntnisse aus den übergeordneten Szenarien und die möglichen Substitutionspotenziale fossiler Energieträger durch den Einsatz erneuerbarer Energien bilden die Grundlage für die Skizzierung von drei Entwicklungsszenarien:

- **„Moderates“ Engagement:** Dieses Szenario steht für eine moderate Steigerung der Produktionskapazitäten sowie spürbare, aber begrenzte Energieeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen.
- **„Engagiertes“ Engagement:** Der Schwerpunkt liegt auf einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz und einer weitgehenden Substitution fossiler Energieträger. Das Szenario bildet einen ambitionierten Entwicklungspfad in Richtung Klimaneutralität.
- **„Hohes“ Engagement:** Dieses Szenario maximiert sowohl die Produktionssteigerungen als auch die Einsparpotenziale und setzt auf eine über den kommunalen Bedarf hinausgehende Erzeugung sowie den Ausbau erneuerbarer Energien (Export-/Überschusslogik).

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 Potenzial (unter 250 MWh/ha):** Gebiete und Baublöcke, die sich aufgrund ihrer niedrigen Heizwärmedichte nicht für die Anbindung an ein Wärmenetz eignen.
- **„Kaltes“ Wärmenetz Neubaugebiet (250 – 400 MWh/ha):** Für Gebiete mit moderaten Heizbedarfsdichten besteht Potenzial 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 – 1.500 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 (über 1.500 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/ha/a) 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.

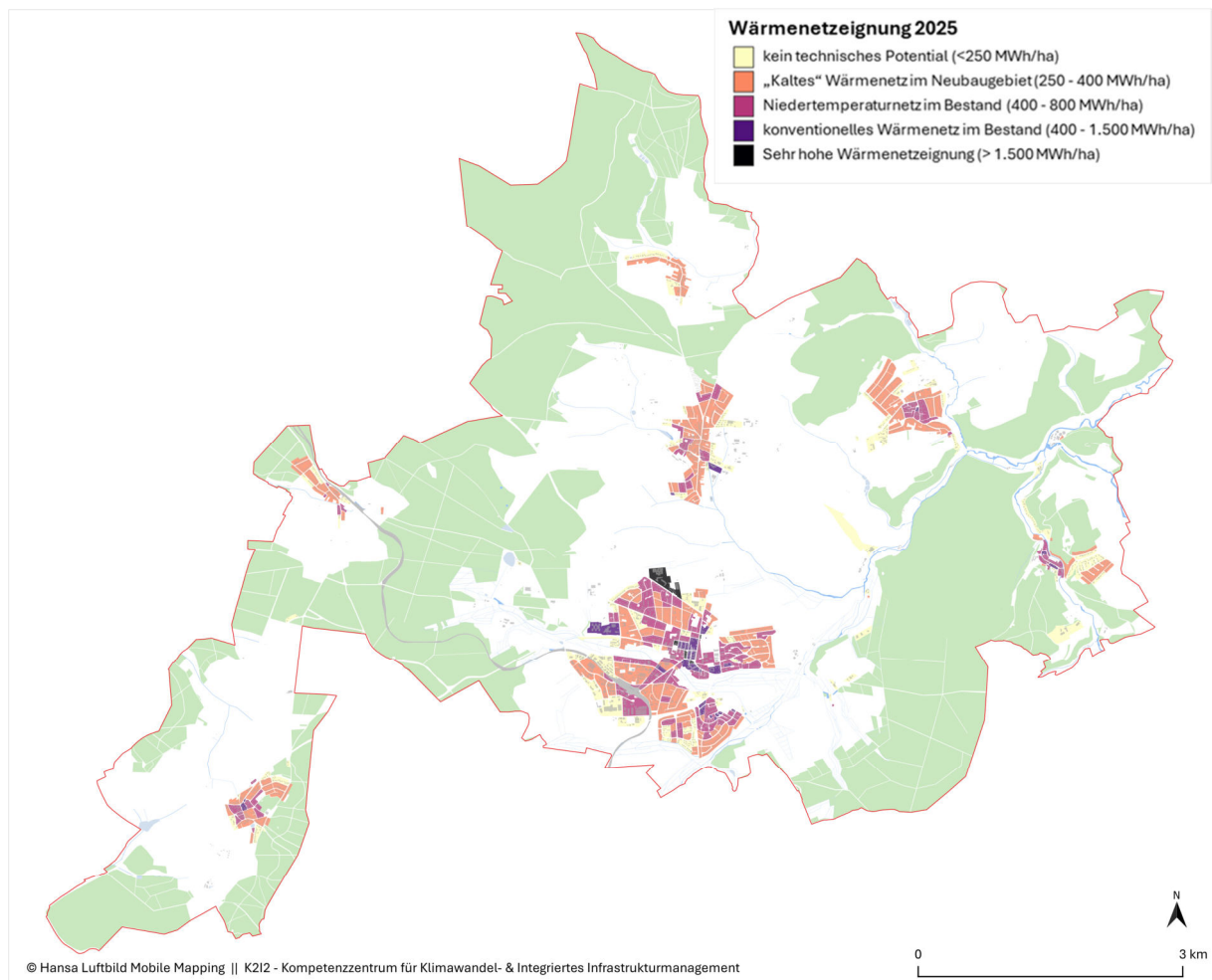


Abb. 26: Gegenwärtige Heizenergiedichte und Wärmenetzzeignung in der Stadt Usingen

Abb. 26 zeigt die gegenwärtige Heizwärmedichte und gibt Einblicke in die aktuell realisierbaren Wärmenetztypen, die sich aus dem heutigen Gebäudezustand und den derzeitigen spezifischen Heizwärmebedarfen ableiten lassen – ohne Berücksichtigung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen.

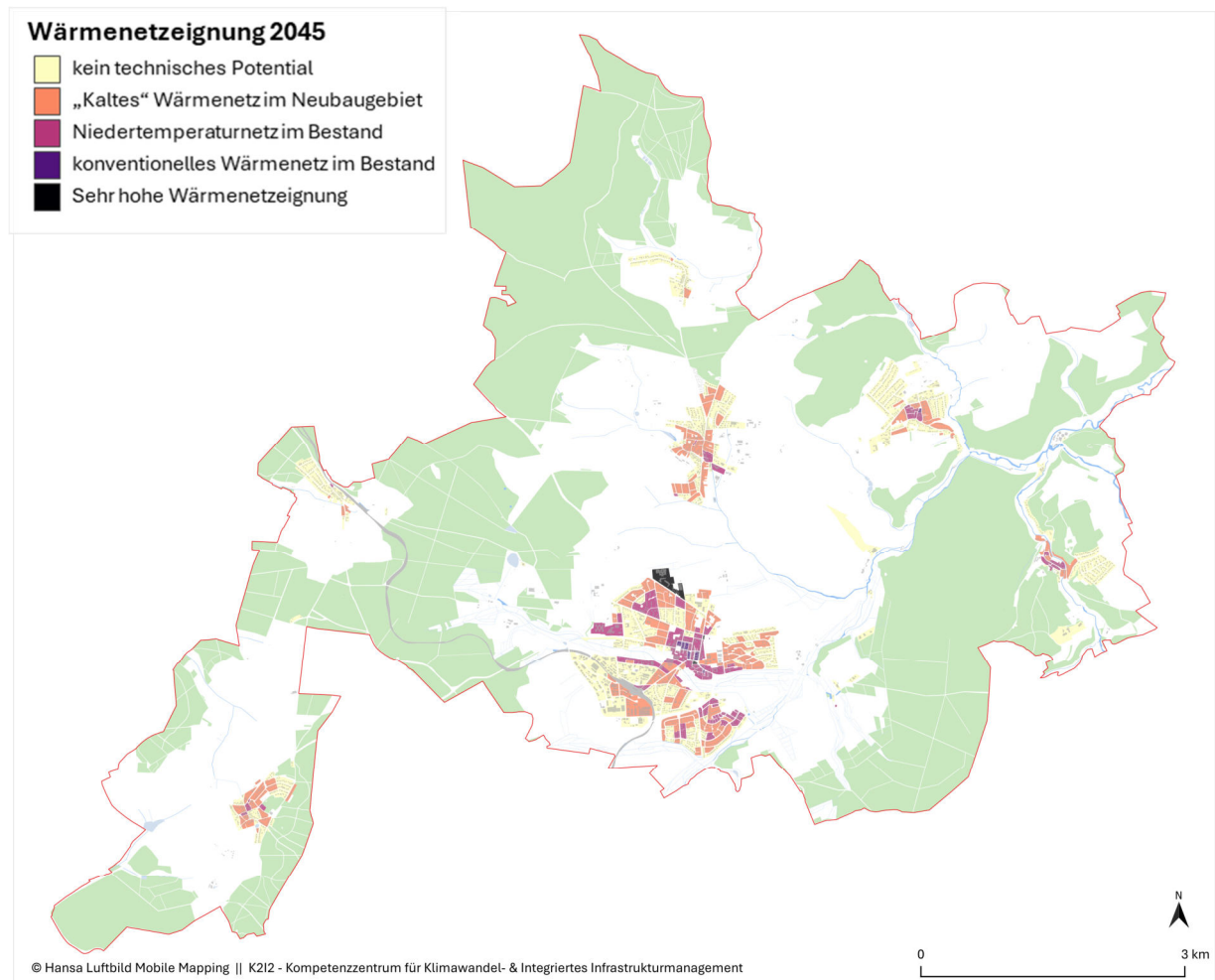


Abb. 27: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung moderater Sanierungsmaßnahmen

Abb. 27 zeigt die modellierte Heizenergiedichte des Gebäudebestandes in der Stadt im Jahr 2045 und stellt eine langfristige Perspektive dar, in der die Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf einzelne Baublöcke über einen längeren Zeitraum sichtbar werden. Das moderate Szenario geht davon aus, dass die Sanierungsmaßnahmen flächendeckend erfolgen, jedoch in einem begrenzten Tempo und Umfang. Dadurch wird die Heizwärmedichte schrittweise reduziert, ohne dass der Gebäudebestand umfassend modernisiert wird. Neben der Reduktion des Heizwärmebedarfs bis 2045 zeigt sich in einigen Baublöcken eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Gleichzeitig weisen zahlreiche Baublöcke weder eine betriebswirtschaftliche noch eine technische Eignung zur Errichtung und zum Betrieb eines Wärmenetzes auf.

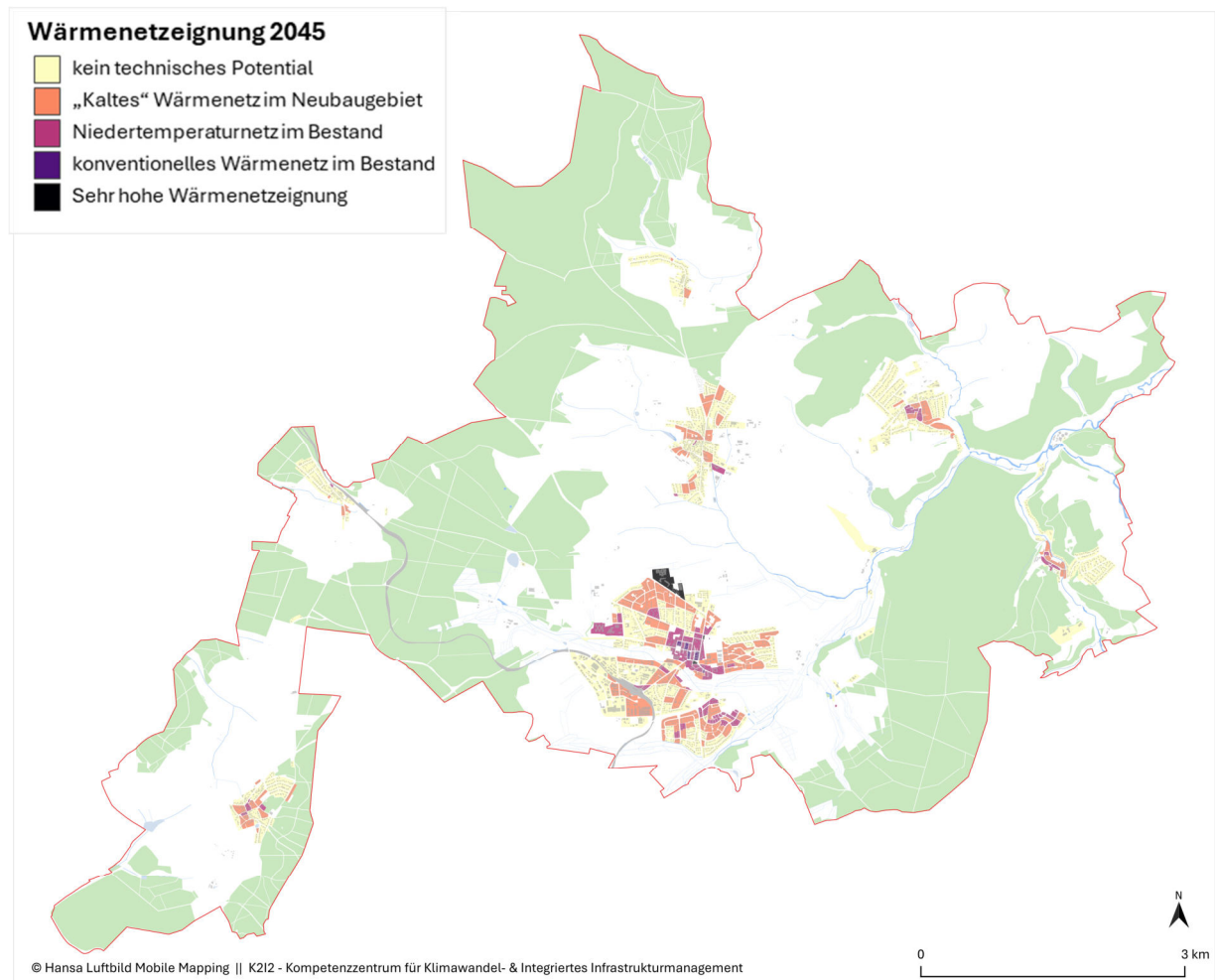


Abb. 28: Heizenergiedichte [MWh/ha] und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung engagierter Sanierungsmaßnahmen

Abb. 28 zeigen die modellierte Entwicklung der Heizenergiedichte des Gebäudebestandes in der Stadt Usingen 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 Wärmeversorgungssystemen 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. 26 und Abb. 27 zeigt sich, dass neben dem deutlichen Rückgang des Heizwärmebedarfs auch eine massive Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen und geringerer Wärmedichte auftritt, was kein ausreichendes betriebswirtschaftliches Potenzial für die Errichtung eines wirtschaftlich nachhaltigen Wärmenetzes bietet.

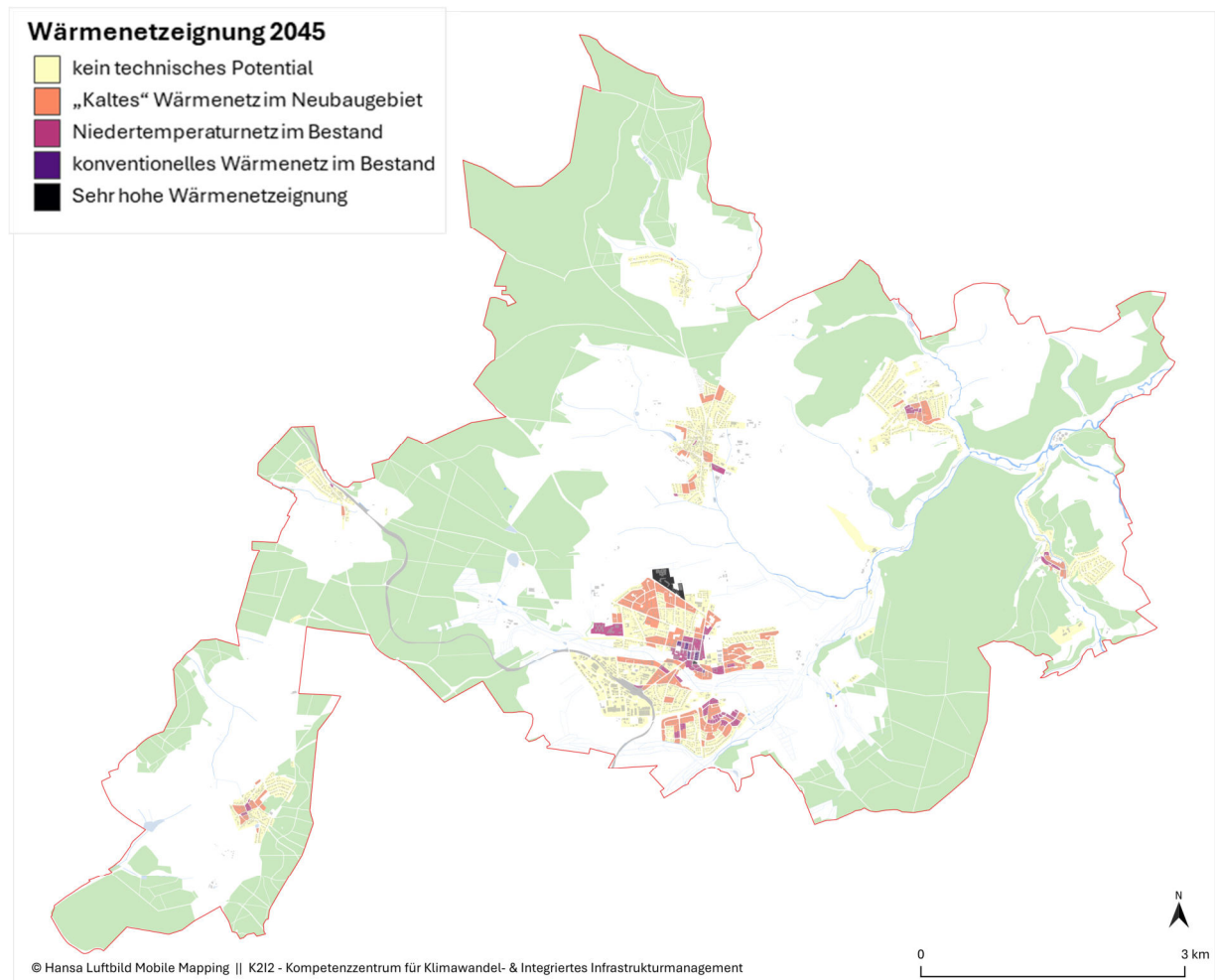


Abb. 29: Heizenergiedichte und Wärmenetzeignung in der Stadt Usingen im Jahr 2045 unter Berücksichtigung hoher Sanierungsanstrengungen

Abb. 29 zeigt die projizierte Heizwärmedichte im Jahr 2045, verdeutlicht die tiefgreifenden Effekte von Sanierungsmaßnahmen und stellt eine grundsätzliche betriebswirtschaftliche Bewertung der Eignung eines Baublocks für ein Wärmenetz dar. Das Szenario mit hohen Sanierungsengagement geht davon aus, dass Sanierungsmaßnahmen flächendeckend umgesetzt werden und tiefgreifende Maßnahmen zur energetischen Optimierung, einschließlich umfassender Gebäudesanierungen und der Einführung modernster Heiz- und Gebäudetechnologien, erfolgen. Im Vergleich zu modellierten weniger engagierten Szenarien zeigt sich eine noch deutlichere Reduktion der Heizwärmedichte sowie eine Verschiebung der Netzeignung in Richtung Wärmenetze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Dabei wird deutlich, dass sich – bis auf wenige Baublöcke – keine flächigen Potenziale für konventionelle Wärmenetze mehr finden.

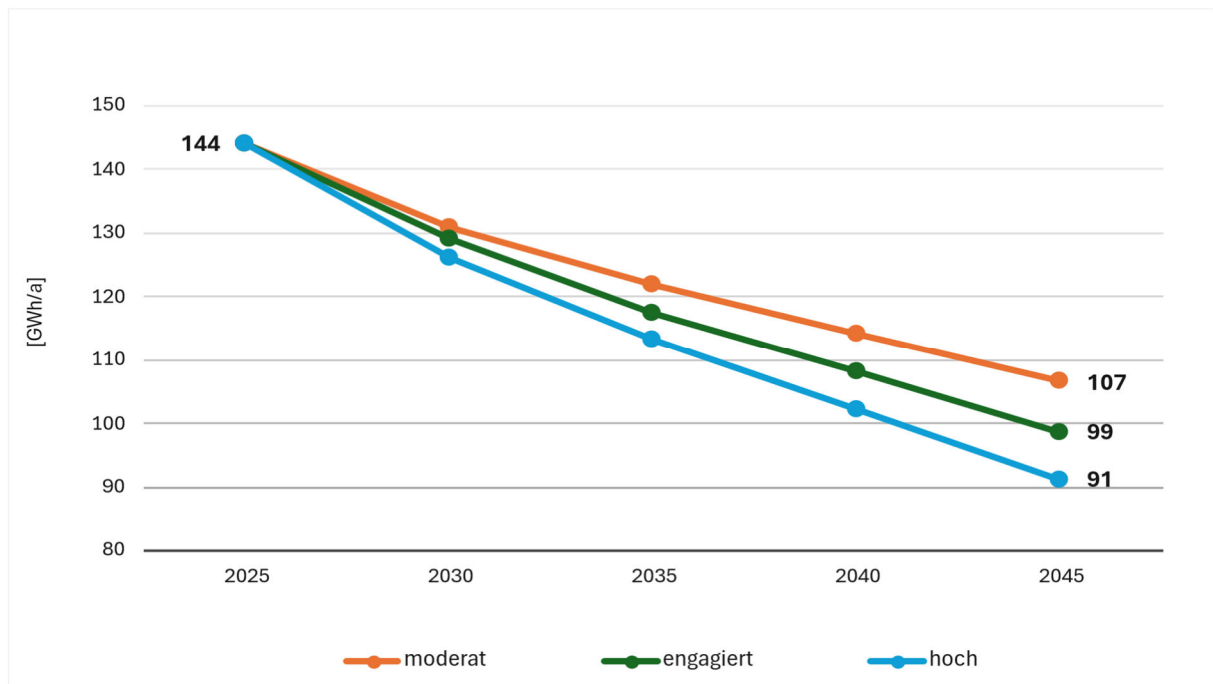


Abb. 30: Szenarienvergleich mit Entwicklungspfaden (2025 – 2045) unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen

Abb. 30 veranschaulicht die Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 unter moderaten, engagierten und hohen Sanierungsanstrengungen. Im Ausgangsjahr 2025 beträgt der Wärmebedarf in allen Szenarien rund 144 GWh/a. Mit zunehmender Sanierungsintensität zeigen sich deutliche Unterschiede. Das Szenario „moderate Sanierung“ führt zu einem Wärmebedarf von etwa 107 GWh/a, was einer Einsparung von circa 25 % im Vergleich zu 2025 entspricht. Im Szenario „engagierte Sanierung“ sinkt der Bedarf auf etwa 99 GWh/a (–30 %) und im Szenario „hohe Sanierung“ auf etwa 91 GWh/a (–36 %). Diese Erkenntnisse sind entscheidend für die Wärmeplanung in der Kommune.

Angesichts der derzeit von fossilen Energieträgern dominierten Wärmeversorgung sollte ein möglichst hohes Sanierungsengagement angestrebt werden, um die notwendigen Voraussetzungen für die angestrebte Klimaneutralität bis 2045 zu schaffen.

Die Szenarien und Karten verdeutlichen, dass in vielen Baublöcken zukünftig weder ein technisches noch ein betriebswirtschaftliches Potenzial für den Betrieb eines Wärmenetzes besteht. Gleichzeitig verschiebt sich die Netzeignung zunehmend hin zu Systemen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Diese Entwicklungen erschweren den Betrieb konventioneller Wärmenetze erheblich. Die Infrastruktur- und Betriebskosten können bei einem geringen Wärmebedarf häufig nicht gedeckt werden. Zudem reduziert der Ausbau dezentraler Heizlösungen die Attraktivität von Netzanschlüssen weiter. Infolgedessen sind Wärmenetze wirtschaftlich nur noch in dicht bebauten Gebieten mit hohem Anschlussgrad tragfähig, während in weitläufigeren oder stark sanierten Gebieten zunehmend dezentrale Lösungen, wie Wärmepumpen oder hybride Heizsysteme zum Einsatz kommen.

Diese Entwicklung zeigt sich auch in aktuellen planerischen Untersuchungen. Unter den gegenwärtigen Förderregimen sowie den wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen stellen dezentrale Wärmeversorgungslösungen, insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen, häufig die wirtschaftlich tragfähigere Versorgungsoption dar.

Zukünftige zentrale Wärmeversorgungen werden vor allem durch Niedertemperatur- und kalte Wärmenetze realisiert. Diese Netztypen minimieren Wärmeverluste und ermöglichen eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energien. Sie sind insbesondere in Neubaugebieten sinnvoll, da dort die technischen Anforderungen an niedrige Vorlauftemperaturen bereits in der Gebäudeplanung berücksichtigt werden können. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine vorausschauende kommunale Planung, um geeignete Infrastrukturen frühzeitig zu ermöglichen. Die Umsetzung solcher Niedertemperaturnetze bringt zudem 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 der Stadt Usingen

Die Entwicklung und Darstellung verschiedener Szenarien im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Usingen verfolgte das Ziel, die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsanstrengungen auf die zukünftige Wärmebedarfsstruktur sowie die Eignung verschiedener Versorgungstechnologien bis zum Jahr 2045 transparent und nachvollziehbar darzustellen. Die Szenarien dienen dabei bewusst auch der Veranschaulichung eines ansonsten sehr abstrakten Transformationsprozesses – ohne den Anspruch einer exakten Vorhersage. Denn energiepolitische und marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen (z. B. Förderkulissen, CO₂-Preise, Strom- und Gasnetzpreise) sowie einzelne strukturprägende Entwicklungen – etwa die Ansiedlung eines Rechenzentrums mit hohem Strombedarf, aber auch großem Abwärmepotenzial – können zu kurzfristigen und deutlichen Abweichungen vom dargestellten Entwicklungspfad führen. Aufbauend auf diesen Szenarien wurde ein ambitioniertes, zugleich jedoch technisch und energiewirtschaftlich realisierbares Zielszenario entwickelt, das als fachliche Grundlage für die Ableitung konkreter Maßnahmen dient.

Im Zielszenario wird die Wärmeversorgung der Stadt Usingen schrittweise von fossilen Energieträgern entkoppelt und durch einen technologieübergreifenden, hybriden Ansatz weiterentwickelt, bei dem unterschiedliche erneuerbare Energieträger und Versorgungssysteme miteinander kombiniert werden. Um eine nachhaltige, effiziente und weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 zu erreichen, werden ein hohes Sanierungsengagement sowie eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz unterstellt. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung steigt dadurch kontinuierlich an. Bilanziell wird im Zielszenario davon ausgegangen, dass die Wärmeversorgung bis 2045 vollständig dekarbonisiert werden kann – insbesondere durch den zunehmenden

Einsatz erneuerbarer Energien einschließlich Umweltwärme (z. B. über Wärmepumpen) sowie durch ein perspektivisch dekarbonisiertes Gasnetz (grüne Gase) für verbleibende, nicht bzw. schwer elektrifizierbare Anwendungen. Das Zielszenario bildet damit einen schrittweisen und zugleich ambitionierten Transformationspfad ab, der den energiepolitischen Zielsetzungen entspricht.

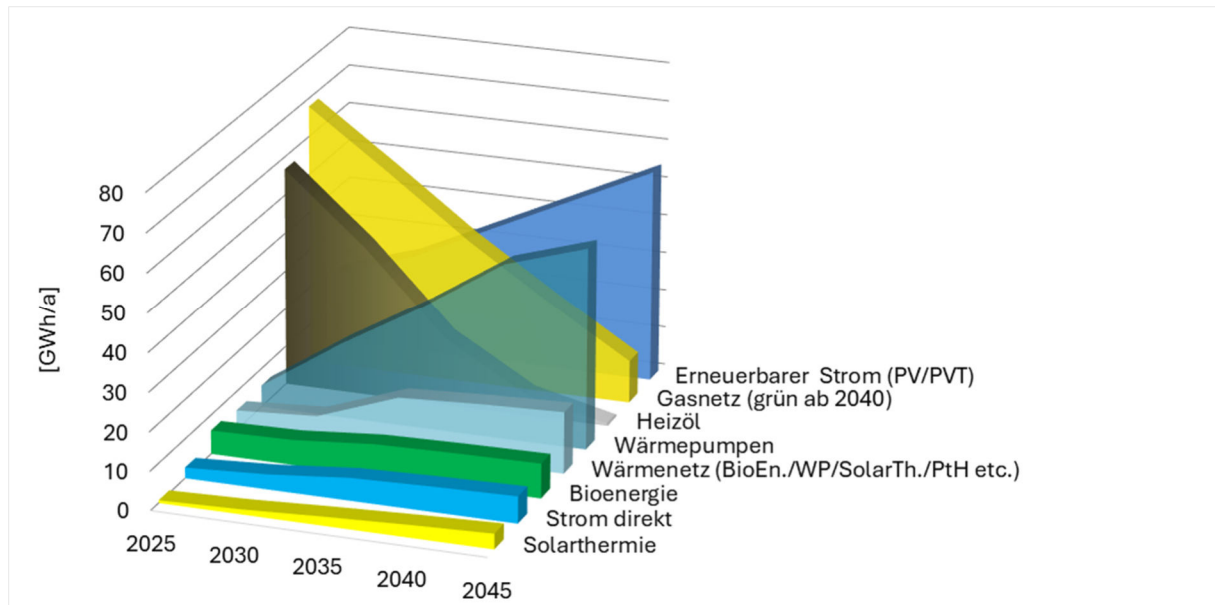


Abb. 31: Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen und Technologien [GWh/a] an der Heizwärmebereitstellung bis zum Jahr 2045

Abb. 31 zeigt die Entwicklung der Energieträgeranteile an der Wärmebereitstellung in der Stadt Usingen im Zeitraum von 2025 bis 2045. Der Einsatz fossiler Energieträger geht deutlich zurück. Heizöl wird bis spätestens 2040 nahezu vollständig verdrängt, Kohle spielt bereits ab 2025 keine Rolle mehr. Auch der Beitrag des Gasnetzes sinkt kontinuierlich von rund 68 GWh/a im Jahr 2025 auf etwa 24 GWh/a im Jahr 2040 und weiter auf rund 11 GWh/a im Jahr 2045. Ab 2040 wird dabei perspektivisch von einem zunehmenden Einsatz grüner Gase ausgegangen.

Parallel dazu steigt der Einsatz erneuerbaren Stroms (PV/PVT) sowie strombasierter Anwendungen deutlich an. Der erneuerbare Stromertrag erhöht sich von rund 18 GWh/a im Jahr 2025 auf etwa 45 GWh/a im Jahr 2040 und erreicht bis 2045 rund 55 GWh/a. Diese Entwicklung unterstreicht die zunehmende Bedeutung der Elektrifizierung und der Sektorenkopplung für die zukünftige Wärmeversorgung.

Wärmepumpen entwickeln sich dabei zur zentralen Säule der Wärmeversorgung in Usingen. Sie stellen im Jahr 2040 rund 45 GWh/a bereit und decken damit etwa 40–45 % der gesamten Wärmebereitstellung (Gesamt: ca. 108 GWh/a). Bis 2045 steigt dieser Beitrag weiter auf rund 52 GWh/a. Der überwiegende Anteil entfällt auf dezentrale Wärmepumpenlösungen in Wohngebäuden. Innerhalb dieses Segments ist davon auszugehen, dass etwa 50–60 % auf Luftwärmepumpen entfallen, während 30–40 % durch Erd- bzw.

Solewärmepumpen mit stabilerer und effizienterer Wärmebereitstellung gedeckt werden. Großwärmepumpen können ergänzend in Nah- und Mikronetzen eingesetzt werden und dort einen wesentlichen Teil der Grundlast abdecken.

Nahwärme- und Mikronetze gewinnen insbesondere in dichter besiedelten Stadtbereichen sowie in Neubau- und Nachverdichtungsgebieten an Bedeutung. Der über Wärmenetze bereitgestellte Wärmemengenanteil steigt bis 2040 auf rund 15 GWh/a und liegt damit bei etwa 14 % des Gesamtwärmebedarfs; bis 2045 bleibt dieser Beitrag in vergleichbarer Größenordnung bzw. steigt moderat. Gegenwärtig werden in Usingen hierzu zwei Wärmenetzgebiete betrachtet: Erstens, das von der OVAG geplante Nahwärmenetz, das von der Energiezentrale der Hochtaunus-Klinik ausgeht und neben der Klinik auch den städtischen Bauhof, den Neubau der Freiwilligen Feuerwehr sowie rund 150 Wohnungen der „Leben & Wohnen im Taunus GmbH“ versorgen soll; zweitens, das Fokus- bzw. Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad (s. Anlage zur vertiefenden Betrachtung). Perspektivisch können diese beiden Netze als „Keimzellen“ für weitere Erschließungen und eine schrittweise Netzverdichtung dienen; ergänzend ist die Entstehung zusätzlicher kleinerer (Mikro-)Netze in geeigneten Teilräumen möglich. Diese Netze werden überwiegend hybrid betrieben, beispielsweise durch die Kombination aus Bioenergie, Wärmepumpen, Solarthermie, Power-to-Heat (PtH) und gegebenenfalls Abwärme.

Solarthermie bleibt vor allem für die Warmwasserbereitung relevant und wächst moderat von etwa 1 GWh/a im Jahr 2025 auf rund 3 GWh/a im Jahr 2040 und etwa 4 GWh/a im Jahr 2045. Stromdirekte Anwendungen und PtH nehmen ebenfalls leicht zu und erreichen im Jahr 2040 etwa 6 GWh/a.

Die Bioenergie behält eine ergänzende, systemstützende Rolle und steigt von rund 6 GWh/a im Jahr 2025 auf etwa 9 GWh/a im Jahr 2040 und bleibt bis 2045 auf diesem Niveau stabil. Sie wird gezielt dort eingesetzt, wo sie durch Effizienz, Verfügbarkeit oder Systemintegration Vorteile bietet, beispielsweise in BHKW, in Wärmenetzen oder für spezielle Anwendungen mit höherem Temperaturniveau.

Speichertechnologien – insbesondere thermische Speicher, Pufferspeicher und perspektivisch auch saisonale Speicher – sind ein zentraler Baustein der Transformation. Sie ermöglichen die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch, reduzieren Systemverluste und erhöhen die Versorgungssicherheit, insbesondere bei fluktuierender Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen.

Die angestrebte Transformation erfordert eine frühzeitige strategische Weichenstellung hin zu einem technologieoffenen und integrierten Ansatz, der Effizienzsteigerungen, Speichertechnologien und Sektorenkopplung systematisch zusammenführt. Technologische Fortschritte bei Wärmepumpen, Geothermie und innovativen Speicherlösungen sind dabei ebenso entscheidend wie verlässliche energiepolitische Rahmenbedingungen, gezielte Förderprogramme und klare rechtliche Vorgaben.

Die aktive Beteiligung und Investitionsbereitschaft von Bürgern und Unternehmen stellen wesentliche Erfolgsfaktoren dar. Ergänzend gewinnt die Kompensation verbleibender

Treibhausgasemissionen, etwa durch Kohlenstoffbindung oder den Einsatz von Emissionszertifikaten, an Bedeutung. Für Anwendungen mit Hochtemperaturwärme, insbesondere im industriellen Bereich, soll der Bedarf perspektivisch aus erneuerbaren Energien gedeckt werden – vorrangig über Bioenergie. Wo Prozesswärme technisch durch Elektrifizierung bereitgestellt werden kann (z. B. Widerstands-/Induktionsheizung, Elektrodenkessel, Hochtemperatur-Wärmepumpen oder PtH), wird künftig auch Strom als Energiequelle eine zunehmende Rolle spielen und die Dekarbonisierung der Prozesse unterstützen. Grüner Wasserstoff kommt ausschließlich dort zum Einsatz, wo hohe Temperaturen bzw. spezifische Prozessanforderungen technisch erforderlich sind und alternative Lösungen (insbesondere Elektrifizierung) nicht sinnvoll umsetzbar sind.

9.2 Umgang mit dem bestehenden Gasnetz

Das bestehende Gasnetz in Usingen 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 Usingen. Sofern sich der Anteil grüner Gase künftig nicht deutlich erhöht, ist davon auszugehen, dass das Gasnetz – nicht zuletzt aufgrund steigender Netzentgelte infolge sinkender Anschlusszahlen sowie der fortschreitenden CO₂-Bepreisung – schrittweise an Bedeutung verliert. Damit würde auch seine langfristige wirtschaftliche Tragfähigkeit in Frage gestellt.

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 Gasnetzes hin zu grünen Gasen muss durch den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energien flankiert und durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützt werden.
- **Kurzfristige Maßnahmen bis 2030:** Erste Beimischungen von Biomethan und – sofern technisch, regulatorisch und wirtschaftlich darstellbar – Wasserstoff im bestehenden Gasnetz können die CO₂-Intensität der Wärmeversorgung punktuell senken.
- **Langfristige Transformation bis 2045:** Bis spätestens 2045 soll der vollständige Ersatz fossiler Energieträger erreicht werden. Dies kann durch eine Kombination aus Gasnetzrückbau bzw. Stilllegung, Biomethaneinspeisung und perspektivisch Wasserstoffeinspeisung sowie dem Ausbau von Wärmenetzen, Mikronetzen und dezentralen Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse) 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 eine 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 zu erarbeiten, die den Übergang erleichtern und eine hohe Akzeptanz fördern.

Ergänzend ist klarzustellen, dass das Gasnetz im Zielszenario nicht mehr als flächendeckendes Wärmesystem fortgeführt wird, sondern perspektivisch eine Rest- bzw. Nischenrolle einnimmt. Grünes Gas (Biomethan, perspektivisch Wasserstoff) wird vorrangig für verbleibende, nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand elektrifizierbare Anwendungen vorgesehen. Parallel dazu werden in geeigneten Teilräumen Wärmenetze, Wärmepumpenlösungen und Effizienzmaßnahmen priorisiert, sodass die Abhängigkeit vom Gasnetz schrittweise sinkt. Vor diesem Hintergrund ist ein räumlich und zeitlich abgestimmter Transformationspfad erforderlich, der definiert, in welchen Bereichen eine Umstellung auf alternative Wärmesysteme aktiv vorangetrieben wird und in welchen Bereichen ein befristeter Weiterbetrieb des Netzes als Übergangslösung sinnvoll ist. Für den geordneten Umbau sind Entscheidungskriterien und „Indikatoren“ zu definieren (z. B. Entwicklung der Anschlusszahlen, Netzentgelte, CO₂-Kosten, Investitionsbedarf im Netz, Verfügbarkeit alternativer Wärmeoptionen, Fortschritt von Wärmenetz- und Effizienzprojekten). Die Ausgestaltung und Fortschreibung hat fortlaufend und abgestimmt im Austausch mit dem Gasnetzbetreiber und den Energieversorgern zu erfolgen. Hierfür wird ein dauerhaftes, strukturiertes Abstimmungsformat benötigt, in dem technische, wirtschaftliche und regulatorische Entwicklungen regelmäßig bewertet und in konkrete Ausbau-, Rückbau- und Transformationsentscheidungen überführt werden. Dies soll über die in Maßnahme M5 vorgesehene Kooperation bzw. den „Runden Energietisch“ erfolgen, der als fachlich geschlossenes Arbeitsgremium die Koordination zwischen Stadt, Netzbetreibern, Versorgern sowie weiteren relevanten Akteuren sicherstellt und Empfehlungen als Grundlage für politische Beschlüsse und Umsetzungsentscheidungen bereitstellt. Auf dieser Basis kann eine abgestimmte Netzstrategie mit Meilensteinen abgeleitet werden – einschließlich Bereichen mit Investitionspriorität, Bereichen mit Investitionszurückhaltung sowie Bereichen, in denen mittelfristig eine koordinierte Stilllegung bzw. Umwidmung vorzubereiten ist. Angesichts teils fehlender bzw. dynamischer energiepolitischer Rahmenbedingungen sowie rechtlicher, technischer und wirtschaftlicher Unsicherheiten bleiben die künftigen Einsatzpfade und Zeithorizonte – insbesondere für Wasserstoff sowie einen ggf. erforderlichen (Teil-)Rückbau bzw. Stilllegung des Gasnetzes – derzeit mit Unsicherheiten behaftet.

9.3 Darstellung der Wärmeversorgungsarten

Die Stadt Usingen verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Mit Ausnahme des Gebiets um das Krankenhaus und des Wärmenetzprüfgebiets „Taunusbad“ zeigen die Analysen der Siedlungs- und Gebäudestruktur jedoch deutlich, dass weitere großflächige, leitungsgebundene Wärmelösungen in Form klassischer Wärmenetze unter den derzeitigen strukturellen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht realisierbar sind. Gleichzeitig zeigt das bestehende Nahwärmenetz im Stadtgebiet „Schleichenbach II“ (betrieben durch die EVO – Energieversorgung Offenbach), dass kleinräumige, quartiersbezogene Netze in geeigneten Neubaugebieten grundsätzlich umsetzbar sind.

In noch stärkerem Maße gilt die fehlende Realisierbarkeit für den Aufbau eines Wasserstoff-Verteilnetzes, insbesondere im Gewerbe- und Industriebereich, da hierfür weder die erforderlichen Bedarfsdichten noch die wirtschaftlichen und infrastrukturellen Voraussetzungen gegeben sind.

Vor diesem Hintergrund fokussiert sich die Wärmestrategie der Stadt auf eine dezentral organisierte, weitgehend elektrifizierte Wärmebereitstellung, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen. Ergänzend werden räumlich begrenzte Mikronetze im nachbarschaftlichen Kontext – insbesondere in Neubau- und Nachverdichtungsgebieten – als geeignete Versorgungsoptionen betrachtet.

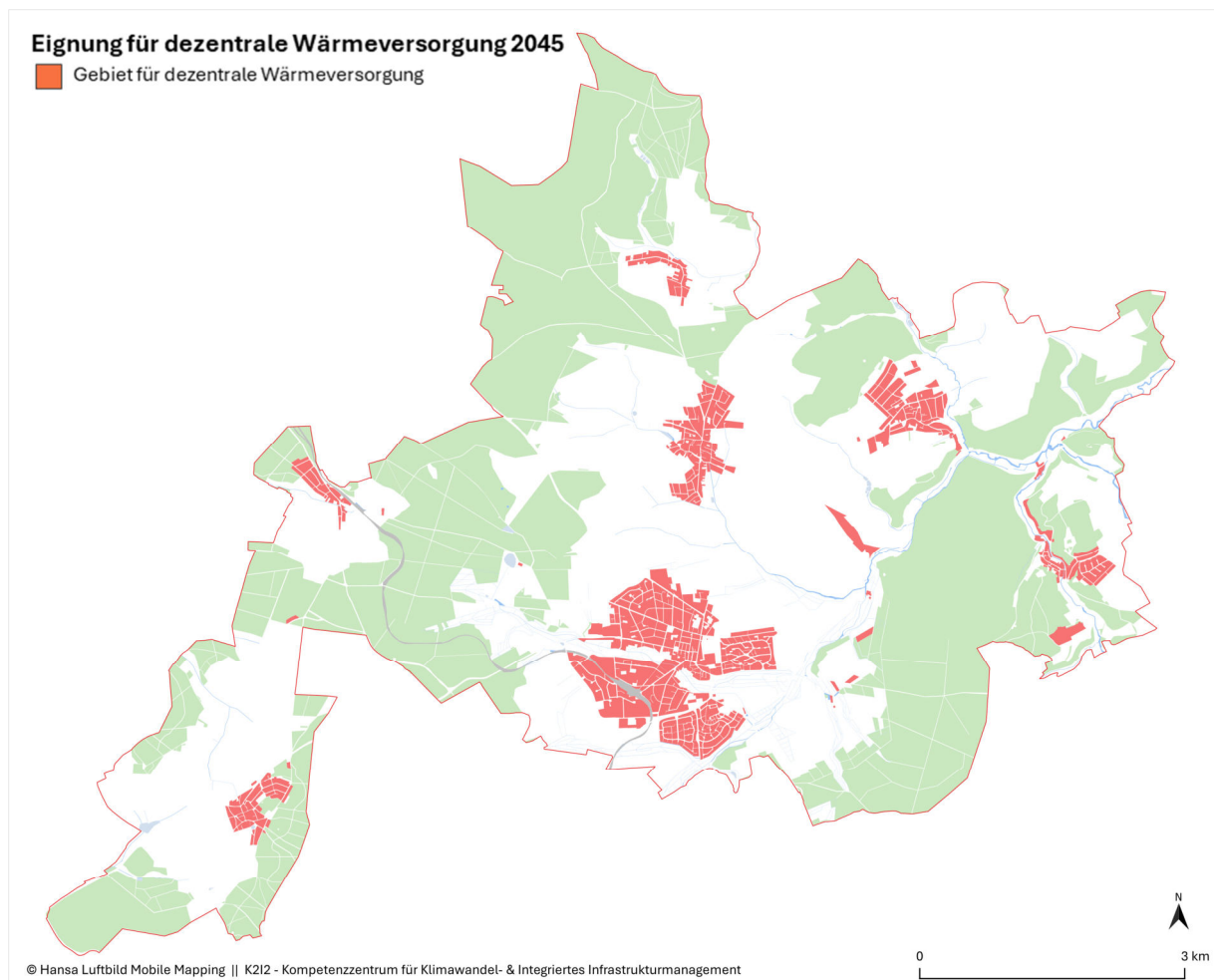


Abb. 32: Eignung der Gebiete und Baublöcke für die dezentrale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045

Abb. 32 zeigt die räumliche Verteilung der möglichen dezentralen Wärmeversorgung in der Stadt Usingen für das Zieljahr 2045. Die Analyse verdeutlicht, dass eine flächendeckende Wärmeversorgung durch dezentrale Heizsysteme möglich ist. Die Eignung zur dezentralen Wärmeversorgung im gesamten Gemeindegebiet gilt nicht nur für das Zieljahr 2045, sondern auch für die weiteren Stützjahre 2030, 2035 und 2040.

Dezentrale Versorgung und Mikronetze

Die entwickelten Sanierungsszenarien zeigen, dass im Siedlungsraum der Stadt Usingen bis 2045 in weiten Teilen eher moderate Wärmedichten zu erwarten sind. Dies schränkt die wirtschaftliche und technische Realisierbarkeit eines flächendeckenden, klassischen Fernwärmenetzes erheblich ein – insbesondere in lockereren Siedlungsbereichen und kleineren Ortsteilen, in denen die Wärmebedarfsdichte, die Anschlusswahrscheinlichkeit sowie die Flächen- und Trassenverfügbarkeit für zentrale Infrastruktur häufig nicht ausreichen. Gleichzeitig bestehen in der Kernstadt in verdichteten Bereichen grundsätzlich bessere Voraussetzungen für leitungsgebundene Lösungen, sofern eine tragfähige Kombination aus Wärmedichte, Ankerabnehmern und Erzeugungsoptionen vorliegt. Im Sanierungsgebiet Kernstadt können darüber hinaus geplante bauliche Maßnahmen, eine erhöhte Förderkulisse sowie integrierte Entwicklungskonzepte günstige Voraussetzungen

für die Prüfung und Umsetzung zentraler bzw. gemeinschaftlicher Wärmelösungen bieten.

Vor diesem Hintergrund wird für Usingen eine überwiegend individuell-dezentrale Wärmeversorgung als zentrale Versorgungsstrategie erwartet, die flexibel auf die jeweiligen Gebäude- und Standortbedingungen reagiert (z. B. Wärmepumpen in Verbindung mit Effizienzmaßnahmen). Ergänzend dazu bestehen in einzelnen Baublöcken und Gebäudeclustern punktuelle Potenziale für gemeinschaftlich organisierte Mikronetze bzw. quartiersbezogene Wärmelösungen. Diese eignen sich insbesondere dort, wo mehrere Gebäude mit hohem und ähnlichem Wärmebedarf räumlich konzentriert sind und idealerweise unter einer gemeinsamen Trägerschaft (z. B. Kommune, Wohnungswirtschaft, Contracting) organisiert werden können.

Als priorisierter Entwicklungsraum wird das Fokusgebiet „Taunusbad“ betrachtet (s. Anlage zur vertiefenden Betrachtung). Hier soll – ausgehend von gut abgrenzbaren Liegenschaften und potenziellen Ankerkunden – eine vertiefende Untersuchung erfolgen und ein stufenweiser Aufbau leitungsgebundener Wärmeversorgung geprüft werden. Denkbar ist dabei ein phasenweises Vorgehen: In einer ersten Ausbaustufe könnte ein lokales Mikronetz im unmittelbaren Umfeld des Taunusbads realisiert werden; in weiteren Phasen wäre – bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit, ausreichender Anschlussbereitschaft und passenden Erzeugungsoptionen – eine schrittweise Erweiterung in Richtung Kernstadt möglich. Damit wird ein kontrollierter, investitions- und risikominimierter Ausbaupfad geschaffen, der sich an realen Anschlussquoten und konkreten Umsetzungsfenstern orientiert.

Mikronetze können – je nach Rahmenbedingungen – über zentrale Wärmeerzeuger wie Großwärmepumpen, Biomasseanlagen oder hybride Systeme mit Solarthermie/PV und PtH betrieben werden. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zur Abdeckung von Lastspitzen kann zudem der Einsatz von Wärmespeichern (Kurzzeit- bis perspektivisch saisonal) sinnvoll sein. Perspektivisch lassen sich solche Strukturen auch im Rahmen von Energie- bzw. Wärmegemeinschaften weiterentwickeln. Dies eröffnet zusätzliche Möglichkeiten für lokale Teilhabe, wirtschaftliche Eigenversorgung und resiliente Wärmestrukturen – insbesondere in Kombination mit bestehenden Förderprogrammen und integrierten Planungsansätzen.

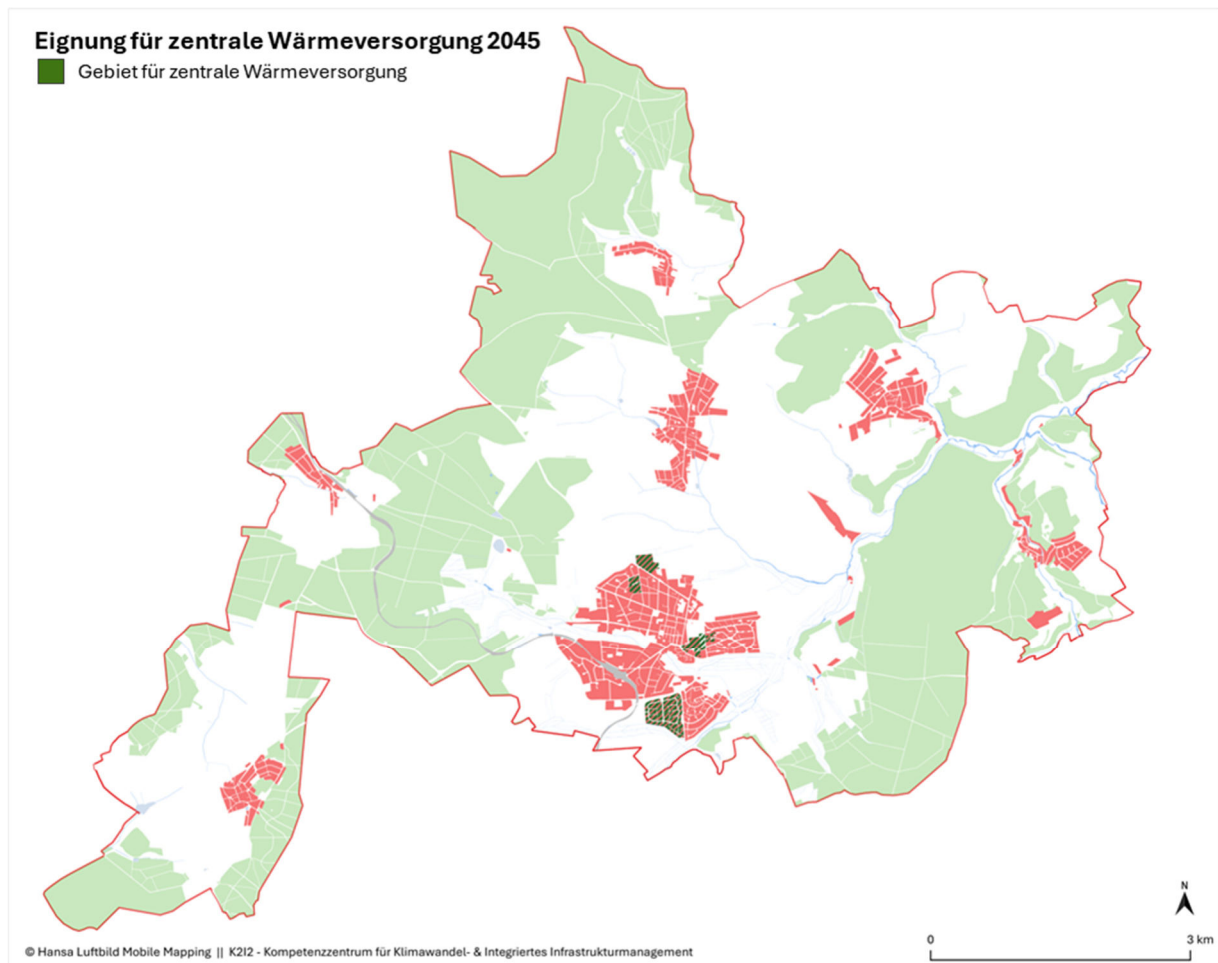


Abb. 33: Einteilung der Gebiete und Baublöcke in potenzielle Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045

Abb. 33 zeigt die geplante Einteilung der Stadt in gegenwärtige und zukünftige Wärmeversorgungsgebiete mit Blick auf das Zieljahr 2045. Die Festlegung der Gebiete basiert auf bestehenden Netzen (Schleichenbach II und Krankenhaus) sowie auf der bewerteten Eignung für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungskonzepte. Die Gebietseinteilung spiegelt damit die grundlegende Wärmestrategie der Stadt wider. Neben dem Gebiet um das Krankenhaus und dem Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad werden gegenwärtig keine weiteren großflächigen, leitungsgebundenen Wärmenetze als realistische Ausbauoption angenommen. Ausnahmen können sich punktuell durch Nachverdichtung sowie durch schrittweise Erweiterungen in angrenzende Straßenzüge ergeben, sofern ausreichende Wärmedichten, Anschlussbereitschaft und geeignete Erzeugungsoptionen vorliegen. Die dargestellte Einteilung dient zugleich als Referenz für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040, da in diesem Zeitraum keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Wärmebedarfsdichten, der Gebietseignung oder der technischen Rahmenbedingungen zu erwarten sind.

Unabhängig davon ist zu beachten, dass die Realisierung von Wärmenetzprojekten durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird, darunter Projektgröße, planerische und tech-

nische Herausforderungen, Genehmigungsverfahren sowie verfügbare Finanzierungsmodelle. Von der ersten Projektidee bis zur vollständigen Inbetriebnahme eines Wärmenetzes vergehen in der Regel fünf bis zehn Jahre.

10 Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Die Stadt Usingen hat sich das 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 Potenzialanalyse im Rahmen des kommunalen Wärmeplans stützt und im Einklang mit dem Zielszenario (vgl. Kap. 9.1) steht. Diese Strategie bildet die Grundlage für einen detaillierten Maßnahmenkatalog, der die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung vorantreibt.

Das Zielszenario basiert auf einer GIS-gestützten Analyse und bewertet die Eignung des Gebäudebestands und der Siedlungsstrukturen für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungskonzepte. Es stellt den zukünftigen Wärmebedarf sowie die Entwicklung und Verfügbarkeit geeigneter Energiequellen und Technologien in einen räumlich-zeitlichen Zusammenhang. Dadurch entsteht ein belastbares Planungsinstrument, das sowohl langfristige Versorgungsperspektiven aufzeigt als auch als fachliche Grundlage für konkrete Handlungsempfehlungen dient.

Aufbauend auf diesem Zielszenario wurde ein Maßnahmenkatalog entwickelt, der die schrittweise Transformation des bestehenden Wärmesystems hin zu einer klimaneutralen Versorgung systematisch vorbereitet. Der Katalog definiert prioritäre Handlungsfelder, benennt zentrale Akteure und legt realisierbare Umsetzungsschritte für die kommenden Jahre fest.

Umsetzungsstrategie

Im Vergleich zu stärker urban geprägten Regionen weist die Stadt nur mit Ausnahme der zwei ausgewiesenen Wärmenetzgebiete (Krankenhaus und Taunusbad) ein geringes Potenzial für zentrale großflächige Wärmenetzversorgung auf. Stattdessen kommt dezentralen Versorgungssystemen sowie räumlich begrenzten Mikronetzen insbesondere in den weniger dicht besiedelten Stadtteilen und Randlagen eine zentrale Bedeutung zu, da sie eine flexible, wirtschaftliche und standortangepasste Wärmeversorgung ermöglichen.

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 auch zur Spitzenlastabdeckung im Winter, könnte 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 Potenzial 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 bieten sich insbesondere dort an, wo mehrere Gebäude mit hohem Wärmebedarf räumlich konzentriert liegen und idealerweise einer/einem gemeinsamen Eigentümer oder einer Institution – etwa der Kommune – zugeordnet sind.
- **Gemischte Nutzungstypen:** Bei gemischten Nutzungstypen innerhalb eines Clusters kann eine hybride Kombination aus dezentralen Einzelanlagen und einem kleinen gemeinsamen Versorgungssystem (z. B. Gebäudenetz mit zusätzlichen Backup-Lösungen) sinnvoll sein. Diese Ansätze bieten Flexibilität und können auf die spezifischen Bedürfnisse der Gebäudenutzer abgestimmt werden.

Die zukünftigen Wärmebedarfe und Emissionen werden daher maßgeblich von zwei zentralen Entwicklungspfaden bestimmt:

- Steigerung der Sanierungsrate im Gebäudebestand durch energetische Modernisierung und Optimierung der Anlagentechnik
- Schrittweise Transformation zu erneuerbaren Energieträgern (insbesondere Wärmepumpen, Bioenergie, Windkraft, Solarthermie und innovative Hybridlösungen)

Diese beiden Säulen bilden das Fundament der Umsetzungsstrategie. Sie werden durch flankierende Maßnahmen ergänzt, die u. a. auf die Stärkung der kommunalen Steuerungsfähigkeit, die Einbindung relevanter Akteure sowie die Schaffung geeigneter Finanzierungs- und Beteiligungsmodelle abzielen.

Zentrale Handlungsfelder sind:

- **Energetische Sanierung** des Bestandsgebäudesektors als wichtigste Stell-schraube zur Reduktion des Wärmebedarfs.
- **Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien** in der Wärmeversorgung, etwa durch Wärmepumpen, Bioenergie, Solarthermie, Photovoltaik in Verbindung mit Speichern sowie die Nutzung von Rest- und Abwärme.
- **Ausbau und Modernisierung der Strom- und Verteilnetze**, um die zunehmende Elektrifizierung (Wärmepumpen, Elektromobilität, Speichertechnologien) zu ermöglichen.
- **Kommunale Vorbildfunktion**, insbesondere durch die Erstellung und Umsetzung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude.

- **Informations- und Beratungsangebote** zur Förderung von Sanierungen und zur Nutzung bestehender Förderprogramme.
- **Kooperation und Beteiligung** mit Bürgern, Handwerksbetrieben, Nachbarkommunen und Energiedienstleistern zur gemeinsamen Umsetzung von Projekten.

10.1 Maßnahmenkatalog

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

Ziele und Struktur des Maßnahmenkatalogs

Der Maßnahmenkatalog bietet eine strukturierte Übersicht aller geplanten und priorisierten Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeversorgung in der Stadt. Er umfasst sowohl allgemeingültige Maßnahmen, die auf das gesamte Stadtgebiet anwendbar sind, als auch spezifische Ansätze, die auf konkrete Handlungsfelder, besondere räumliche Gegebenheiten, verfügbare Energiequellen und Technologien sowie auf die Erwartungen und Wünsche der eingebundenen Akteure zugeschnitten sind. Ziel des Katalogs ist es, Handlungsempfehlungen bereitzustellen und die Umsetzung durch eine transparente Priorisierung sowie definierte Zeitpläne und Zuständigkeiten zu erleichtern. Die im Maßnahmenkatalog dargestellten Maßnahmen sind nicht rechtsverbindlich; der Wärmeplan entfaltet keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten (vgl. § 23 Abs. 4 WPG; zudem begründet die Gebietsausweisung keine Pflicht zur Nutzung oder Bereitstellung einer bestimmten Versorgungsart, vgl. § 27 Abs. 2 WPG). Gleichwohl wird eine verlässliche Grundlage für Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft geschaffen, um die Wärmewende in Usingen erfolgreich und koordiniert voranzubringen.

Jedes Maßnahmenblatt folgt einer einheitlichen Struktur und enthält:

- **Gebietsbezug** – Angabe des räumlichen Anwendungsbereichs
- **Beschreibung** – Inhalte und Schwerpunkte der Maßnahme
- **Ziel** – angestrebter Nutzen für die Stadt Usingen
- **Beitrag zum Zielszenario** – Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045
- **Erforderliche Schritte und Meilensteine** – konkrete Umsetzungsschritte mit zeitlicher Einordnung
- **Mögliche zeitliche Einordnung** – Phase vom Start bis Ende der Maßnahme
- **Kosten** – grobe Kostenschätzungen (soweit möglich)
- **Einfluss der Kommune** – Rolle und Steuerungsmöglichkeiten der Stadt Usingen
- **Akteur** – beteiligte Partner und Umsetzende
- **Betroffene** – relevante Zielgruppen
- **Mögliche Finanzierungsmechanismen** – Förderprogramme, Beteiligungs- und Vertragsmodelle

- **Flankierende Aktivitäten** – Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit, Information und Beteiligung



Abb. 34: Impressionen vom Akteurs- und Maßnahmenworkshop am 11.06.2025

10.2 Maßnahmenblätter

M1: Modernisierung des Stromnetzes mit intelligenten Infrastrukturen, Speichern und Lastmanagement, um die Integration von erneuerbaren Energien und die Sektorenkopplung von Strom, Wärme und Verkehr zu ermöglichen
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet
Beschreibung: Erweiterung und Modernisierung des Stromnetzes zur Unterstützung einer zukunftsfähigen Energieversorgung. Ziel ist es, ein flexibles und leistungsfähiges Netz mit integrierten Speicherlösungen und effektivem Lastmanagement zu schaffen, das die Nutzung erneuerbarer Energiequellen für Wärmeversorgung und Elektromobilität fördert.
Ziel: Die Maßnahme soll auf eine umfassende Sektorenkopplung von Strom, Wärme und Mobilität abzielen. Ziel ist der Aufbau eines stabilen, modernen und leistungsfähigen Stromnetzes, das die Integration erneuerbarer Energien (z. B. PV, Wind) sowie die Unterstützung der Elektromobilität, Digitalisierung und Wärmeversorgung ermöglicht.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Das größte Potenzial zur Umsetzung der Energiewende liegt zum einen in der Energieeinsparung durch konsequente Gebäudesanierung und zum anderen durch den Einsatz intelligenter Netz- und Verbrauchssteuerung im Stromnetz. Das optimierte Stromnetz mit Sektorenkopplung dient der Abfederung von Spitzenlasten und optimiert die Einspeisung erneuerbarer Energien. Dadurch wird die Substitution fossiler Energieträger vorangetrieben und die CO ₂ -Emission reduziert, was einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 leistet.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Bewertung des Bedarfs und der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit des Ausbaus und der Modernisierung der Netz-Infrastruktur • Austausch mit dem Netzbetreiber und regelmäßiger Dialog zur Ertüchtigungs- und Ausbaustrategie als zentraler Meilenstein • Klärung der Integration künftiger Entwicklungen, insbesondere des PV- und Windkraftausbaus und der zunehmenden Elektrifizierung der Mobilität • Erfassung und Auswertung relevanter Daten zur Netzbelastung und zukünftigen Anforderungen • Festlegung von Maßnahmen zur Bereitstellung und Vorhalten notwendiger Flächen für die Beschleunigung des Ausbaus der Netzinfrastuktur (z. B. für Trafostationen, Umspannwerke)
Mögliche zeitliche Einordnung: Beginn 2026, dann fortlaufend
Kosten: Sektorale Kosten, gegenwärtig nicht abschätzbar
Einfluss der Kommune: Die Hauptverantwortung für Planung, Betrieb und Investitionen liegt bei den Energieversorgern bzw. Netzbetreibern. Die Stadt Usingen kann jedoch proaktiv als Initiatorin und Mitgestalterin agieren, insbesondere über ihre Gesellschafterrolle in der Netzgesellschaft Hochtaunuskreis Usinger Land. Die Stadt Usingen und die Gemeinde Grävenwiesbach halten gemeinsam 51 Prozent, die Syna hält 49 Prozent. Diese Anteilskonstellation sollte gezielt genutzt werden, um Ertüchtigungs- und Ausbaustrategien frühzeitig abzustimmen und Entscheidungen aktiv mitzugestalten. Zudem spielt die Kommune eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von Flächen und Standorten für Netzinfrastuktur, zum Beispiel Trafostationen, Umspannwerke und

Speicher, sowie bei der Koordination mit Stadtentwicklung und Genehmigungsprozessen.
Akteure: Netzgesellschaft und Netzbetreiber, Stadt Usingen, Gemeinde Grävenwiesbach, Syna, Planungsbüros und Fachdienstleister (z. B. Leittechnik, Speicher, Messkonzepte), größere Anschlussnehmer (Gewerbe, Industrie, kommunale Liegenschaften)
Betroffene: Bürger, Unternehmen, kommunale Einrichtungen sowie alle Nutzer, die von einer stabilen und zukunftsfähigen Energieversorgung profitieren.
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Fördermittel für Klimaschutz und alternative Finanzierungsmodelle, wie ÖPP und Contracting-Modelle (z. B. Energieliefer- oder Anlagen-Contracting), werden geprüft.
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen, Exkursionen und Öffentlichkeitsarbeit werden organisiert, um den Austausch zwischen Stadt, Netzbetreibern, und Energieversorgern zu fördern sowie die Akzeptanz und Beteiligung der relevanten Akteure zu erhöhen.

M2: Erstellung von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude im Sinne der Vorbildfunktion
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet
Beschreibung: Priorisierung und Förderung der Sanierung öffentlicher Gebäude, um den Energieverbrauch zu senken und die CO ₂ -Emissionen zu reduzieren. Zusätzlich zu den derzeit bereits durchgeführten intensiven Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Gebäuden (z.B. Sanierungsgebiet in der Kernstadt, Einrichtung von Wärmepumpen für das Bauamt), die sich bereits als sehr wirkungsvoll erweisen, werden weitere Gebäude systematisch erfasst und bewertet, um fundierte Sanierungsfahrpläne zu erstellen, die als Grundlage für konkrete Modernisierungsmaßnahmen dienen.
Ziel: Erhöhung der Energieeffizienz und Senkung der Emissionen durch die Modernisierung von öffentlichen Gebäuden sowie die langfristige Reduzierung der Energiekosten für die Kommune. Zudem kommt die Verwaltung durch eingeleitete Sanierungsmaßnahmen ihrer Vorbildrolle nach außen bei der Wärmewende nach.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Die Sanierungsfahrpläne tragen dazu bei, klimaneutrale Lösungen zu identifizieren und umzusetzen. Durch die Reduktion des Energieverbrauchs und die Substitution fossiler Energieträger und der damit verbundenen Reduktion von CO ₂ -Emissionen wird ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität bis spätestens 2045 geleistet. Gleichzeitig unterstützt die nachhaltige Modernisierung der öffentlichen Gebäude die langfristige Senkung der Energiekosten.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Bestandsaufnahme und Bewertung des Gebäudebestands • Festlegung von Zielen und Standards • Erstellung eines Maßnahmenkatalogs • Durchführung von Kostenschätzungen und Prüfung von Finanzierungsmöglichkeiten • Priorisierung der Gebäude und der Maßnahmen • Erarbeitung eines Zeitplans • Umsetzung und Fortschrittskontrolle • Evaluierung und kontinuierliche Verbesserung
Mögliche zeitliche Einordnung: Kurz- bis mittelfristig (2026/2027 Entwicklung der Fahrpläne; ab 2027/28 Umsetzung)
Kosten: Sanierungskosten variieren und sind abhängig von Gebäudegröße, -zustand, etc. Für die Erstellung der Sanierungsfahrpläne selbst fallen in der Regel geringere Kosten an, die zusätzlich durch Fördermittel reduziert werden können.
Einfluss der Kommune: Hoch bei eigenen kommunalen Gebäuden, da die Stadt direkte Maßnahmen umsetzen kann.
Akteure: Stadtverwaltung (z.B. Bauamt), externe Dienstleister
Betroffene: Stadtverwaltung, Politik
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Fördermittel für Gebäudesanierung und Energieeffizienzprogramme
Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung und Beteiligung der betroffenen Akteure, um Akzeptanz zu fördern und den Erfahrungsaustausch zu unterstützen.

M3: Bewerbung und mögliche Einrichtung kommunaler Energieberatungsstellen und Durchführung von Schulungen zur Energieeffizienz und Heizungsoptimierung
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Ergänzend zur Energieberatung der Verbraucherzentrale Hessen im Rahmen der Kooperation „Energieberatung Usinger Land“ (EUL) sowie zu ergänzenden (teilweise kostenfreien) Erstberatungs- und Kampagnenangeboten der LEA Hessen wird die regelmäßige Durchführung kommunaler Schulungen und Informationsformate für Haushalte, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen empfohlen. Ziel ist es, Energieeinsparpotenziale aufzuzeigen, die Heizungsoptimierung zu fördern und die Umsetzung kosteneffizienter Effizienzmaßnahmen zu beschleunigen.
Ziel: Reduzierung des Energieverbrauchs in privaten und öffentlichen Gebäuden, Sensibilisierung für energieeffiziente Heizsysteme und Betriebsoptimierung, Förderung nachhaltiger Energienutzung und Kosteneinsparungen für Verbraucher. Generell wird dem Bürger der Stadt empfohlen, sich früh genug bzgl. des Austausches seines Heizsystems bei den o.g. Institutionen zu informieren.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Reduzierung des Energieverbrauchs in privaten und öffentlichen Gebäuden, Sensibilisierung für energieeffiziente Heizsysteme und Betriebsoptimierung
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Bedarfsermittlung für Schulungs- und Beratungsangebote • Erstellung eines Schulungs- und Beratungskonzepts • Aufbau eines Netzwerks aus Energieberatern und Experten • Durchführung erster Schulungen und Beratungen • Je nach Bedarf und Nachfrage Einrichtung von Beratungsbüros/-stellen mit Personal (abhängig von der Bedarfsermittlung) • Kontinuierliche Evaluierung und Optimierung des Programms
Mögliche zeitliche Einordnung: Initiierung 2026, Start 2026/27
Kosten: Abhängig vom Umfang der Aktivitäten: geschätzt 25.000 – 40.000 Euro jährlich für Räume, Schulungen, Beratungen und Öffentlichkeitsarbeit, zudem bei Bedarf Personalkosten
Einfluss der Kommune: Hoch – die Verwaltung tritt als Initiator, Förderer und Koordinator auf und steuert die Aktivitäten und Angebote aktiv.
Akteure: Stadtverwaltung (Koordination, Finanzierung, Öffentlichkeitsarbeit), Energieberater und Experten, Verbraucherzentralen und Umweltorganisationen, Handwerksbetriebe und Energieversorger
Betroffene: Private Haushalte, Gewerbe- und Industriebetriebe, Öffentliche Einrichtungen (z. B. Schulen, Verwaltungen, soziale Einrichtungen)
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Förderprogramme von Bund und Land (z. B. BAFA, KfW, Kommunalrichtlinie), Kofinanzierung durch Energieversorger, Stiftungen der Sparkassen und der Volksbanken, Eigenmittel der Stadt, Kooperation mit Verbraucherzentralen, Kreisverwaltung und Umweltorganisationen
Flankierende Aktivitäten: Regelmäßige Bewerbung der Einrichtungen und Beratungsangebote und Informationskampagnen zur Energieeffizienz, Kooperation mit Handwerksbetrieben für Heizungsoptimierung

M4: Start konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von (Mikro-)Wärmenetzen (s. Anlage)

Gebietsbezug: Kernstadt und geeignete Fokusgebiete. Referenzprojekt: Fokus- bzw. Wärmenetzprüfgebiet „Taunusbad“ (Areal Taunusbad und angrenzende Wohn-/Einrichtungsbereiche, u. a. östlich der Mozartstraße)

Beschreibung: Für die Wärmewende braucht es belastbare Grundlagen (Technik, Wirtschaftlichkeit, Organisation) für Wärmenetz- und Quartierslösungen. In großen Teilen Usingens sind die Wärmedichten moderat; daher ist eine schrittweise, standortbezogene Entwicklung (statt flächendeckendem Netzausbau) erforderlich. Das Fokusgebiet Taunusbad eignet sich als Referenzraum, um einen übertragbaren Projektentwicklungsprozess aufzusetzen (Ankerlasten, räumliche Bündelung, Erzeugungsoptionen). Vorgesehen sind Vorstudien sowie konkrete Machbarkeitsstudien (u. a. BEW-Modul 1) und erste Planungsschritte für (Mikro-)Wärmenetze einschließlich der Vorbereitung von Betreiber-/Trägermodellen (z. B. Stadtwerke/Versorger, Contracting, Energiegenossenschaft/Bürgerenergiegesellschaft) sowie einer Finanzierungs- und Förderstrategie. Der Prozess wird am Referenzprojekt „Taunusbad“ konkret durchgespielt: Abgrenzung eines Startabschnitts, Ermittlung von Wärmelasten und Anschlussquoten, Variantenvergleich der Erzeugung (z. B. Großwärmepumpe, Solarthermie/PV/PtH, Bioenergie, ggf. Abwärmequellen), Entwicklung eines Netzkonzepts (Temperaturniveau, Ausbauphasen, Speicher) sowie Bewertung von Wirtschaftlichkeit und Umsetzungspfad. Ziel ist ein phasenweiser Ausbau (Start-Mikronetz → optionale Erweiterung/Netzverdichtung), der an reale Anschlussquoten, Investitionsfenster und Erzeugungsoptionen gekoppelt ist.

Ziel: (1) Aufbau einer umsetzungsreifen Projektpipeline für klimaneutrale Wärmenetze/Mikronetze. (2) Bereitstellung belastbarer Entscheidungsgrundlagen (Vorplanung, Förderfähigkeit, Betreiber-/Trägerschaftsmodell, Wirtschaftlichkeit). (3) Referenzprozess Taunusbad: Entwicklung eines standardisierbaren Vorgehens (Methodik, Stakeholder-Setup, Datenanforderungen, Meilensteine), das auf weitere geeignete Teilräume übertragen werden kann.

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Machbarkeitsstudien ermöglichen die Identifikation und Priorisierung klimaneutraler Lösungen, unterstützen die Substitution fossiler Energieträger und tragen zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei. Gleichzeitig schaffen sie eine belastbare Grundlage für eine wirtschaftlich tragfähige Projektentwicklung. Das Referenzprojekt Taunusbad dient dabei als skalierbare Blaupause für weitere Erschließungen und Netzverdichtungen sowie für die Entwicklung zusätzlicher kleiner (Mikro-)Netze.

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Planung und Bereitstellung der Haushaltsmittel (inkl. Förderstrategie; Ziel: BEW-konforme Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1)
- Gebietsabgrenzung (Referenzprojekt Taunusbad) und Zusammenstellung/Validierung der Datengrundlagen (Wärmelasten, potenzielle Ankerkunden, Trassen/Flächen, Quellenoptionen) als Grundlage der BEW-/BEG-konformen Studie
- Ausschreibung und Vergabe der BEW-/BEG-konformen Machbarkeitsstudie (Leistungsbild, Anforderungen, Nachweise)
- Kostenermittlung sowie Klärung der Finanzierungs- und Trägerstruktur (z. B. Versorger/Stadtwerke, Contracting, Energiegenossenschaft/Bürgerenergiegesellschaft; Beteiligungsbeiträge der Akteure)

• Durchführung von Informationskampagnen und Interessenabfrage/Umfrage zur Anschluss- und Beteiligungsbereitschaft (insb. bei Mikro-Wärmenetzen/Energiegemeinschaften) als Input für die BEW-/BEG-konforme Auslegung (Ausbauphasen, Anschlussquoten) • Durchführung der Machbarkeitsstudie inkl. Variantenvergleich (Erzeugung, Netzkonzept/Temperaturniveau, Ausbauphasen, Speicher), Wirtschaftlichkeit, Förderfähigkeit und Umsetzungspfad (BEW-/BEG-konform) • Abschluss der Studie und Präsentation der Ergebnisse inkl. Beschlussvorlage (voraussichtlich 2027–2028) • Integration der Ergebnisse (erneuerbare Wärmequellen, Netz- und Umsetzungsoptionen) in die Gesamtplanung und den Maßnahmenfahrplan • Konkrete Folgeplanung der priorisierten Ausbaustufe (Vorplanung, Förderantrag, Genehmigungen, Ausschreibungen zur Umsetzung/Netzverdichtung)
Mögliche zeitliche Einordnung: Start 2026, Abschluss der Studie 2027-2028
Kosten: Je nach Größe ca. 70.000–100.000 € pro Machbarkeitsstudie (BEW-/BEG-konform); zuzüglich Kosten ggf. erforderlicher vertiefender Vorstudien. BEG-Förderungen können parallel oder nachgelagert für gebäudeseitige Einzelmaßnahmen, zum Beispiel Heizungstausch und Effizienzmaßnahmen, genutzt werden. Sie sind in der Regel nicht Bestandteil einer BEW-Machbarkeitsstudie.
Einfluss der Kommune: Hoch – die Kommune agiert als Initiatorin, Fördererin, Auftraggeberin und Koordinatorin der Studien; sie stellt sicher, dass Interessenten/Bedarfsträger (Wohnen, Gewerbe, öffentliche Einrichtungen) sowie alle relevanten erneuerbaren Wärmequellen und Umsetzungsoptionen in die BEW-/BEG-konforme Prüfung einbezogen werden.
Akteure: Stadtrat, Stadtverwaltung, Energieversorger, Netzbetreiber, Investoren, Energiegenossenschaft/Bürgerenergiegesellschaft, externe Dienstleister, Planungsbüros
Betroffene: Anwohner und Unternehmen (ggf. auch öffentliche Einrichtungen), die sich an einer gemeinschaftlichen Wärmelösung beteiligen bzw. an ein Netz anschließen könnten
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Beteiligung von Energie-/Wärmegemeinschaften, BEW/BEG und weitere Förderprogramme (z. B. KfW/BAFA/EU je nach Programm-lage), kommunale Mittel, Öffentlich-Private Partnerschaften (ÖPP), Contracting-Modelle für Planung und Umsetzung
Flankierende Aktivitäten: Regelmäßige Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit zu Beteiligungsmodellen; Einrichtung einer Webseite für Interessenbekundungen und Fragen zur kommunalen Wärmeplanung; begleitende Akteurs Abstimmungen (Netzbetreiber/Versorger) zur Koordination von Ausbau- und Transformationsschritten

M5: Aufbau von Partnerschaften und Kooperation mit Kommunen, Energieversorgern, Handwerkern und anderen Akteuren („No-regret“-Maßnahme)

Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet

Beschreibung: Eine Partnerschaft (z.B. ein „Runder Energietisch“) wird als dauerhaftes, strukturiertes Austauschformat etabliert, das zentrale Akteure der kommunalen Energiewende zusammenbringt. Eingeladen sind lokale und regionale Energieversorger, Netzbetreiber, Vertreter der Stadtverwaltung, städtische Ver/-Entsorger (Wasser/Abwasser/Müll) sowie themenspezifisch Unternehmen und Handwerksbetriebe. Diese Gruppe schafft einen Rahmen, um gemeinsam über Dekarbonisierungsstrategien, Klimaschutz, Energieeinsparung, innovative Heizungstechnologien, erneuerbare Energien, Netzplanung sowie Förderprogramme zu beraten. Ein besonderer Fokus liegt auf dem gegenseitigen Austausch über konkrete Ausbau-, Rückbau- und Transformationsstrategien. Dabei geht es insbesondere um die strategische Koordination von Maßnahmen zur Dekarbonisierung: etwa die geplante Stilllegung fossiler Versorgungssysteme, den Ausbau erneuerbarer Wärmenetze, die Anpassung bestehender Strom- und Wärmenetze an neue Lastprofile (z. B. durch Wärmepumpen und E-Mobilität) sowie die gemeinsame Planung technischer und infrastruktureller Übergangslösungen. Durch die gezielte Vernetzung relevanter Akteure können Synergien identifiziert, Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gemeinsam tragfähige Transformationspfade entwickelt werden. Da im Rahmen der Partnerschaft auch sensible Themen wie innerbetriebliche Strategien, technische Engpässe und Aspekte kritischer Infrastrukturen behandelt werden, erfolgt die Zusammensetzung des Gremiums in einem fachlich geschlossenen Kreis. Die Öffentlichkeit und Bürger werden gezielt und transparent über konkrete Ergebnisse, Empfehlungen oder Maßnahmen informiert, nicht jedoch in laufende fachliche Abstimmungen eingebunden.

Ziel: Frühzeitiger Austausch und strukturierte Zusammenarbeit zentraler Akteursgruppen zur Umsetzung der kommunalen Energiewende. Ziel ist es, relevante Themen frühzeitig zu identifizieren, gemeinsam Lösungen zu erarbeiten und konkrete Maßnahmen abzustimmen. Die gemeinsam entwickelten Vorschläge werden als Handlungsempfehlungen in Politik und Verwaltung eingespielt, um eine zielgerichtete, effiziente und breit akzeptierte Umsetzung der Wärmewende zu ermöglichen.

Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Der Kreis der Akteure (bzw. der „Runde Energietisch“) dient als unterstützendes Beteiligungs- und Abstimmungsinstrument zur Umsetzung weiterer im Maßnahmenkatalog beschriebener Maßnahmen (z. B. M1, M4, M6, M7, M10, M11)

Erforderliche Schritte und Meilensteine:

- Aussprechen der Einladung und Einholen von Interessensbekundungen
- Organisatorische Einrichtung (Terminplanung, Räumlichkeiten)
- Benennung einer dauerhaften oder themenspezifischen Moderation
- Durchführung regelmäßiger Treffen (z. B. halbjährlich) mit thematisch strukturierter Agenda
- Dokumentation, Diskussion und Priorisierung von Themen, Projekten und Maßnahmen
- Weiterleitung relevanter Empfehlungen an Politik, Verwaltung und ggf. andere Gremien

Mögliche zeitliche Einordnung: Beginn kurzfristig möglich (z. B. ab Sommer 2026); anschließend kontinuierlicher Betrieb in festen Intervallen
Kosten: Gering; abhängig von Raumnutzung und ggf. Moderation. Die Teilnahme soll für alle Akteure kostenlos sein.
Einfluss der Kommune: Hoch - die Kommune agiert als Initiator, Moderator und zentrale Schnittstelle für Rückkopplung und Umsetzung der erarbeiteten Inhalte. Sie übernimmt Organisation, Koordination und Ergebnissicherung.
Akteure: Stadtverwaltung, Energie- und Netzversorger, Unternehmen, Handwerksbetriebe, Energieberater sowie Vertreterinnen und Vertreter von Energiegenossenschaften/Bürgerenergiegesellschaften (projektbezogen), um Beteiligungs- und Finanzierungsmodelle frühzeitig abzustimmen
Betroffene: Alle Bürger und Organisationen im Stadtgebiet
Mögliche Finanzierungsmechanismen: bei Bedarf kommunale Haushaltsmittel
Flankierende Aktivitäten: Berichterstattung zu Ergebnissen des Gremiums/Energietisches, ggf. Integration in digitale Plattformen zur Wärmewende (vgl. M6); das Format dient auch der Abstimmung zu regionalen Schnittstellenpotenzialen außerhalb der Stadtgrenze, etwa zur Deponie Brandholz (Abwärme bzw. deponiegasbasierte KWK-Optionen).

M6: Etablierung und Nutzung von Austauschformaten und digitalen Plattformen zur Wärmewende
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Austauschformate und digitale Plattformen werden genutzt und weiterentwickelt, um strukturierte und leicht zugängliche Informationen über Förderprogramme, Sanierungsoptionen und technische Lösungen für die Wärmewende bereitzustellen. Die Plattformen ermöglichen zudem den direkten Austausch zwischen Bürgern, Unternehmen und Fachakteuren (z. B. Energieberater, Handwerker).
Ziel: Erleichterung des Zugangs zu relevanten Informationen über energetische Sanierung und Fördermöglichkeiten, Erhöhung der Beteiligung an Sanierungsmaßnahmen durch zielgruppenspezifische Aufklärung, Vernetzung von Bürgern, Fachleuten und der Verwaltung zur effizienteren Umsetzung der Wärmewende
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Erhöht das Bewusstsein und die Beteiligung an energetischen Sanierungsmaßnahmen und unterstützt die Wärmewende durch eine transparente und zentrale Informationsquelle
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Plattform-Konzept und Auswahl (2026): Entscheidung über die Entwicklung einer eigenen Plattform und/oder die Anbindung an bestehende Lösungen (z. B. Bundes- Landes- und/oder Kreisplattformen) • Entwicklung und technische Umsetzung (2027/28): Erstellung oder Anpassung einer digitalen Plattform, Anbindung von Förderprogrammen und Sanierungsberatungen (z. B. KfW, BAFA, lokale Initiativen), Integration interaktiver Funktionen (z. B. Fördermittelrechner, Checklisten, Online-Beratungsformate) • Inhaltliche Gestaltung und Pflege (ab 2028): Regelmäßige Aktualisierung der Inhalte, Einbindung von Best-Practice-Beispielen und Erfahrungsberichten • Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzung (laufend): Bewerbung der Plattform durch lokale Medien, Infoveranstaltungen und soziale Netzwerke, Kooperation mit Energieberatern, Handwerkskammern und Banken zur Bereitstellung ergänzender Angebote
Mögliche zeitliche Einordnung: Start 2026, schrittweise Umsetzung mit fortlaufender Weiterentwicklung
Kosten: Technische Entwicklung und Integration: 50.000 – 100.000 Euro (abhängig von Umfang und Individualisierung, externe IT-Dienstleister), laufende Wartung und inhaltliche Pflege: 10.000 - 20.000 Euro/Jahr.
Einfluss der Kommune: Hoch – Die Kommune fungiert als Initiator und Koordinator, stellt sicher, dass die Informationen zugänglich und aktuell sind, und arbeitet mit relevanten Partnern zur Umsetzung zusammen.
Akteure: Stadtverwaltung, Klimaschutzmanager der Nachbarkommunen (z.B. „Energieberatung Usinger Land“), Hochtaunuskreis (Beispiel: „Energieberatung & Klimaschutz Power e.v.“), IT-Dienstleister, Energieagentur Hessen, Handwerkskammern und lokale Betriebe, Banken und Förderinstitute (Information zu Finanzierungsmodellen)
Betroffene: Bürger, Unternehmen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Kommunale Mittel, Fördermittel für Digitalisierung

Flankierende Aktivitäten: Informationsveranstaltungen und Workshops (z. B. zu Förderprogrammen, Antragstellung und energetischen Sanierungsmöglichkeiten), Webinare und Online-Seminare zu spezifischen Themen (Beispiel: „Verbraucherzentrale informiert live und online“), etwa zu einzelnen Förderprogrammen (BAFA, KfW), Wärmepumpentechnik, PV-Anlagen und effizienter Gebäudedämmung, Social-Media-Kampagnen zur aktiven Bewerbung der digitalen Plattform und der flankierenden Beratungs- und Informationsangebote, um insbesondere jüngere und digital affine Zielgruppen zu erreichen.

M7: Etablierung von Bürgerbeteiligungsmodellen (z.B. Energiegenossenschaft/Bürgerenergiegesellschaft) zur finanziellen Beteiligung an Projekten der lokalen Wärmewende
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet, („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Die Etablierung von Bürgerbeteiligungsmodellen, insbesondere über eine Energiegenossenschaft oder eine Bürgerenergiegesellschaft, ermöglicht es Bürgerinnen und Bürgern, sich finanziell und gegebenenfalls organisatorisch am Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen erneuerbarer Energien sowie an quartiersbezogenen Wärmelösungen und potenziellen Mikrowärmenetzen zu beteiligen. Dies fördert die Akzeptanz, stärkt die lokale Wertschöpfung und kann die Finanzierung einzelner Projekte unterstützen.
Ziel: Förderung der finanziellen Beteiligung und Mitwirkung der Bürgerschaft an Projekten der lokalen Wärmewende (z. B. Erzeugungsanlagen, Speicher, Quartierslösungen/Mikronetze) sowie Stärkung der Akzeptanz, lokalen Wertschöpfung und Umsetzungsfähigkeit
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Eine Bürgerbeteiligung schafft eine enge Verknüpfung zwischen den Bürgern und dem Projekt, was den Anschlussgrad und die wirtschaftliche Tragfähigkeit auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045 erhöht.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Ermittlung des Interesses und geeigneter Projektansätze für Bürgerbeteiligung (z. B. Umfrage, Workshops) • Auswahl eines geeigneten Organisationsmodells (z. B. Energiegenossenschaft, Bürgerenergiegesellschaft, Projektgesellschaft oder Kooperation mit Netzbetreibern) • Rechtliche und organisatorische Gründung bzw. Weiterentwicklung bestehender Strukturen • Aufstellung von Finanzierungskonzepten (Einlagen/Anteile, Nachrangdarlehen, ggf. Kommunalbeteiligung) und Definition von Mitwirkungs- und Entscheidungsstrukturen
Mögliche zeitliche Einordnung: Start kurzfristig (2026-27), Dauer bis 2030
Kosten: Kosten für die Verwaltung und rechtliche Beratung abhängig von Anzahl und Größe der Projekte
Einfluss der Kommune: Förderer und Unterstützer, ggf. Beteiligung
Akteure: Bürger, Verwaltung, Energieversorger und Netzbetreiber
Betroffene: Anwohner, Unternehmen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Bürgerbeteiligung, Förderprogramme und kommunale Zuschüsse
Flankierende Aktivitäten: Regelmäßige Informationsveranstaltungen und Schulungen zu Beteiligungsmodellen

M8: Kooperation mit Forschungseinrichtungen, Initiierung und Unterstützung von Pilotprojekten und Testen neuer Technologien
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet, („No-regret“-Maßnahme)
Beschreibung: Fachhochschulen und Universitäten verfügen über fundiertes Wissen in den Bereichen Energietechnik, Stadtplanung, Umweltwissenschaften und Klimaschutz. Eine Zusammenarbeit mit diesen Forschungseinrichtungen trägt dazu bei, innovative technische Lösungen für die lokale Energieversorgung zu entwickeln. Die Stadt Usingen kann so neue Technologien oder Beteiligungsformate unter realen Bedingungen erproben und als Folge um-/einsetzen.
Ziel: Die Kooperation mit regional oder überregional ansässigen Hochschulen kann der Stadt dabei helfen, fundierter, schneller und kosteneffizienter auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung voranzukommen. Zudem können durch die Kooperation Studierende durch Praxisprojekte oder Abschlussarbeiten in kommunale Projekte eingebunden werden (auch längerfristig im Rahmen der Verstetigung) – eine Win-Win-Situation für die Verwaltung und akademische Ausbildung.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Die Zusammenarbeit mit Hochschulen kann den Klimaschutzprozess wissenschaftlich fundieren, beschleunigen und sozial verankern. Ihr Beitrag liegt nicht nur in der direkten Emissionsvermeidung, sondern auch in der Ermöglichung effizienter, tragfähiger und innovativer Klimaschutzmaßnahmen – und ist damit ein entscheidender Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Bedarfsermittlung für Projekte, Programme, Konzepte • Recherche nach Hochschulen/Fakultäten und Kontaktaufnahme • Ausarbeiten von Verträgen mit Forschungseinrichtungen • Aufstellung Finanzierung und Fördermittelrecherche • Erste Treffen und Exkursionen in Usingen • Aufstellung Projektplan • Regelmäßige Treffen und Exkursionen
Mögliche zeitliche Einordnung: Start und Bedarfsermittlung Sommer 2026
Kosten: Abhängig vom Umfang der Zusammenarbeit und der Projekte. Ein Großteil der Kosten kann durch Fördermittel gedeckt werden
Einfluss der Kommune: Hoch, Stadtverwaltung agiert als Initiator, Moderator und betreut den gesamten Prozess
Akteure: Stadtverwaltung, -politik, Forschungseinrichtungen, Energieversorger, Netzbetreiber
Betroffene: Stadtverwaltung, Bürger, Unternehmen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Fördermittel EU, des Landes (Energieagentur) und der Kommune, wobei die Forschungseinrichtungen offiziell Partner sein müssen.
Flankierende Aktivitäten: Regelmäßiger Austausch, Vor-Ort-Exkursionen mit Verwaltung und Mitgliedern der Institute (evtl. auch mit interessierten Bürgern), Öffentlichkeitsarbeit durch Verwaltung

M9: Förderung und Integration der Kraft-Wärme-Kopplung zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme als Maßnahme zur effizienten Nutzung von Brennstoffen
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet; regionale Schnittstellen werden bei Bedarf mitbetrachtet (z. B. Deponie Brandholz)
Beschreibung: KWK-Anlagen (z. B. BHKW, Turbinen, ORC) erzeugen Wärme und Strom in einem Prozess und nutzen Brennstoffe besonders effizient. Sie können als Grund-/Mittellast- oder Spitzenlast-/Resilienzbaustein in (Mikro-)Wärmenetzen, Quartieren und Liegenschaften dienen. Moderne KWK wird wärmegeführt, netzdienlich geregelt (Flexbetrieb) und ist Erneuerbaren-ready (Biomethan, Biogas, Holzgas) bzw. H ₂ -/E-Fuels-fähig. In Kombination mit Großwärmepumpen, Solarthermie und Speichern stabilisiert KWK die Versorgung bei Dunkelflauten, deckt Spitzen ab und erhöht die Netzsicherheit.
Ziel: Effiziente Nutzung von Brennstoffen durch hohe Gesamtwirkungsgrade (Wärme + Strom). Erhöhung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität der Wärmeversorgung. Brücken-/Transformationsbaustein bis 2045 mit dekarbonisierbarem Brennstoffeinsatz (Biomethan/H ₂) und schrittweiser Reduktion fossiler Anteile.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Effiziente Nutzung von Brennstoffen durch hohe Gesamtwirkungsgrade (Wärme + Strom). Erhöhung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität der Wärmeversorgung. Brücken-/Transformationsbaustein bis 2045 mit dekarbonisierbarem Brennstoffeinsatz (Biomethan/H ₂) und schrittweiser Reduktion fossiler Anteile.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Potenzialanalyse & Standortwahl: Wärmebedarfsdichtekarten, Netzknoten, Liegenschaften (Krankenhaus, Gewerbe, Rechenzentrum, Kläranlage) • Brennstoff- & Transformationsstrategie: heute: hocheffiziente Erdgas-KWK nur, wenn Biomethan/H₂-ready; mittelfristig Umstellung auf erneuerbare/defossilisierte Gase; Prüfung von Klär-/Deponiegas, Holzgas • Systemintegration: Hydraulische Einbindung in (Mikro-)Wärmenetze, Pufferspeicher, Spitzenlastkessel, Großwärmepumpe; Lastmanagement, wärmegeführter Flexbetrieb nach Netzbedarf • Elektrische Einbindung: Netzanschluss/Leittechnik, Direktliefermodelle (Eigenstrom, Quartiersstrom), Teilnahme an Flexibilitäts-/Regelleistungsmärkten, Notstrom-/Inselbetriebskonzepte • Genehmigung & Standards: Emissionen, Schallschutz, Brandschutz, EEG/KWKG-/Netzthemen (landesspezifisch), Mess-/Abrechnungskonzepte • Wirtschaftlichkeit & Beschaffung: CAPEX/OPEX, Brennstoffpreise, Wärmeverkaufspreise, Contracting; Ausschreibung/Losbildung (KWK-Aggregate, Speicher, MSR) • Betriebs- & Wartungskonzept: Betriebsführung, Monitoring (Wirkungsgrad, Volllaststunden, CO₂-Intensität), Instandhaltung, Brennstoffqualitäten. • Pilot & Roll-out: Pilotanlage (z. B. an Netzschaltpunkt), Evaluation, Skalierung auf weitere Knoten
Mögliche zeitliche Einordnung: 2026–2027 Potenzialanalyse und Vorplanung
Kosten: Personalkosten und administrativer Aufwand für Potenzialanalyse, Vorplanung und Konzepterstellung

Einfluss der Kommune: Strategische Vorgaben und Bereitstellung von Flächen/Dächern/Standorte bereitstellen (kommunale Liegenschaften). Koordination von Genehmigungsverfahren, Abstimmung mit Netzbetreibern. Rolle als Ankermieterin/Abnehmerin (Wärme-/Stromabnahmeverträge) oder Contracting-Auftraggeberin; ggf. Minderheitsbeteiligung.
Akteure: Energieversorger/Netzbetreiber, OVAG, Verwaltung, Industrie/Gewerbe, Betreiber kritischer Infrastruktur (Krankenhäuser, Rechenzentren, Kläranlagen), Wohnungswirtschaft, Anlagenhersteller, Planungsbüros
Betroffene: Anwohner im Umfeld der Standorte, angeschlossene Kundinnen (Haushalte, Gewerbe), kommunale Einrichtungen
Mögliche Finanzierungsmechanismen: Eigen-/Fremdfinanzierung (Stadtwerke, EScO/Contracting), Bürgerbeteiligung (Genossenschaftsanteile, Nachrangdarlehen) v. a. bei Quartierslösungen, Nationale/regionale Förderprogramme, ggf. steuerliche Anreize.
Flankierende Aktivitäten: Transparenz & Monitoring: Veröffentlichung von Wirkungsgraden, CO₂-Intensität, Betriebsstunden; Live-Dashboards. Kommunikation & Beteiligung: Info-Veranstaltungen zu Rolle der KWK in der Wärmewende; Einbindung von Unternehmen/Quartieren. Standardisierung: Muster-Lastenhefte, Vertragsmuster, Regelstrategien (wärmegeführt/flexibel). Sektorkopplung: Programme zur Kopplung mit Großwärmepumpen, Power-to-Heat, Speichern; Nutzung unvermeidbarer Abwärme.

M10: Screening und Informationsweitergabe und ggfs. Einführung und Bewerbung von Fördermitteln zum Thema „Klimaneutrales Quartier“
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet („no regret“- Maßnahme)
Beschreibung: Sichtung und Bereitstellung von Informationen für Privathaushalte und Unternehmen über bestehende und neue Förderprogramme für den Bau und die Sanierung von klimafreundlichen Quartieren. Die Maßnahme umfasst die kontinuierliche Aktualisierung und Bewerbung von Fördermöglichkeiten, um die Inanspruchnahme von Förderprogrammen für Bau- und Sanierungsmaßnahmen zu fördern.
Ziel: Die Maßnahme unterstützt alle Interessierten, die an Planung, Bau oder Finanzierung beteiligt sind, bei der Realisierung klimafreundlicher Quartiere durch die Bereitstellung von Informationen über Fördermöglichkeiten. Durch Bau und Sanierung nicht nur von Einzelgebäuden, sondern eines ganzen Quartiers, eröffnen sich weitreichende Möglichkeiten zur Reduzierung von klimaschädlichen CO ₂ -Emissionen. Neben dem Ziel der Klimaneutralität knüpfen die lebenswerten Quartiere im Sinne einer ganzheitlichen Lösung auch an die Bereiche Nachhaltigkeit, städtebauliche Gestaltung und z.B. innovativer Verkehrskonzepte an.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Förderung der Akzeptanz und der Teilnahme an energetischen Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Durch die umfassende Nutzung von Fördermitteln können relevante Projekte energieeffizient umgesetzt, dabei ein integriertes und intelligentes Zusammenspiel der Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität ermöglicht und als Folge die CO ₂ -Emissionen im Gebäudebestand nachhaltig gesenkt werden.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Einrichtung und Bewerbung von Informationsstellen sowie Erstellung von Informationsmaterialien zu Förderprogrammen • Auswahl und ggf. Schulung von Beratenden zur Unterstützung von 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: Hoch - Anbieter und Koordinator; die Kommune organisiert und bewirbt die Beratungsangebote und steht als Ansprechpartner zur Verfügung.
Akteure: Stadtverwaltung, externe Energieberater
Betroffene: Bürger, Unternehmen in der Stadt
Mögliche Finanzierung: Kommunale Mittel zur Finanzierung der Informations- und Beratungsangebote; ergänzende Fördermittel für Beratungsleistungen und Energieeffizienzmaßnahmen
Flankierende Aktivitäten: Regelmäßige Bewerbung der Informationsbereitstellung der Fördermöglichkeiten für klimaneutrale Quartiere über verschiedene Kanäle; regelmäßige Aktualisierung der Förderprogramme und -möglichkeiten

M11: Entwicklung von Sektorenkopplungslösungen zur Integration von Strom, Wärme und Mobilität (z. B. über Power to Heat und bidirektionales Laden) zur Optimierung der Energieinfrastruktur
Gebietsbezug: Gesamtes Stadtgebiet
Beschreibung: Der lokal erzeugte Strom aus erneuerbaren Energien soll sektorenübergreifend besser genutzt werden, also nicht nur im Strombereich, sondern auch für Wärme und Mobilität. Dafür werden mittelfristig Lösungen benötigt, die Erzeugung, Verbrauch und Speicherung intelligenter aufeinander abstimmen. Power to Heat Anwendungen können überschüssigen Solarstrom in Wärme umwandeln und damit das Stromnetz entlasten, zum Beispiel durch den Einsatz von Großwärmepumpen oder elektrischen Heizkesseln in geeigneten Liegenschaften oder Wärmenetzen. Ergänzend können Speicher und eine gesteuerte Nutzung von Ladevorgängen bei Elektrofahrzeugen dazu beitragen, Lastspitzen zu vermeiden und erneuerbare Energie zeitlich besser zu nutzen.
Ziel: Durch den Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung und geeigneter Speicherlösungen soll sichergestellt werden, dass die erzeugte Energie auch in Phasen geringer Einspeisung, etwa bei Dunkelflauten, möglichst effizient eingesetzt werden kann. Ziel ist eine flexible Energieinfrastruktur, die Strom, Wärme und Mobilität so verbindet, dass Netzbelastungen reduziert, Eigenverbrauch erhöht und die Versorgungssicherheit verbessert werden.
Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios: Eine leistungsfähige und flexible Energieinfrastruktur mit Speicherlösungen und einer intelligenten Nutzung erneuerbaren Stroms unterstützt die Reduktion von Treibhausgasemissionen und leistet einen wichtigen Beitrag zur Klimaneutralität bis 2045.
Erforderliche Schritte und Meilensteine: • Datengrundlage schaffen: Erzeugung und Verbrauch von Strom, Wärme und Mobilität erfassen und auswerten, Engpässe und geeignete Standorte im Netz identifizieren • Anwendungsfälle festlegen: geeignete Einsatzbereiche definieren, zum Beispiel Umwandlung von Strom in Wärme, gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen und Speicherlösungen • Technisches Konzept erarbeiten: Steuerung und Datenanbindung klären, Messung und Abrechnung vorbereiten, Regelungen für einen netzdienlichen Betrieb festlegen • Wirtschaftlichkeit und Umsetzung prüfen: Kosten und Nutzen bewerten, Genehmigungen und rechtliche Anforderungen klären, Betreiber und Finanzierungsmodelle festlegen, zum Beispiel über Contracting oder Beteiligungsmodelle
Mögliche zeitliche Einordnung: Start 2026/2027 (Konzeptentwicklung)
Kosten: 10.000 – 15.000 für die Konzeptentwicklung
Einfluss der Kommune: Strategische Steuerung, Bereitstellung geeigneter Flächen und Standorte, Priorisierung kommunaler Liegenschaften als Pilotstandorte, Koordination mit Netzbetreibern und Partnern

Akteure: Stadtrat, Stadtverwaltung, Netzbetreiber, Energieversorger, Investoren, Gewerbe und Industrie, Betreiber von Ladeinfrastruktur und Speichern, öffentlicher Verkehr
Betroffene: Bürger, Unternehmen, kommunale Einrichtungen
Mögliche Finanzierung: Eigen-/Fremdkapital, Contracting-Modelle
Flankierende Aktivitäten: Informationsangebote zu Möglichkeiten der Sektorenkopplung und transparente Darstellung von Ergebnissen aus Demonstrationsprojekten

11 Kommunikationsstrategie

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

11.1 Informationsbereitstellung und Kommunikationskanäle

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

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

11.2 Zielgruppenorientierte Kommunikation

- Die Kommunikationsstrategie der Stadt Usingen war gezielt auf die Bedürfnisse und Erwartungen verschiedener Zielgruppen ausgerichtet und soll auch in Zukunft fortgeführt werden.
- Für die Bürger lag der Schwerpunkt auf Öffentlichkeitsarbeit über die kommunale Website. Ziel war es, die breite Bevölkerung regelmäßig und umfassend zu informieren.
- Die politischen Entscheidungsträger wurden durch Workshops, Präsentationen und eine kontinuierliche Berichterstattung in alle Phasen des Projekts einbezogen, von der Planung bis zum Abschluss.
- Das Kernteam, bestehend aus der Stadt Usingen, tauschte sich regelmäßig (durchschnittlich zweiwöchentlich) in digitalen Regelterminen (Jour fixe) aus. Diese Sitzungen ermöglichten eine vertiefte Zusammenarbeit und einen reibungslosen Ablauf der Projektarbeit.
- Zusätzlich wurden Multiplikator, wie politische Entscheidungsträger sowie Vertreter aus Gewerbe und Handwerk sowie die Schornsteinfeger, aktiv eingebunden.
- 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.

Auftaktworkshop mit der Stadtverordnetenversammlung, Vertreter aus der Stadtverordnetenversammlung am 03. Dezember 2024:

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

Inhalt:

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

Zielgruppen: Verwaltung und kommunale Mandatsträger

Maßnahmenworkshop am 11. Juni 2025:

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 Expert, Unternehmen, Energieversorger, politische Entscheidungsträger und Bürger

Einladungskanäle: E-Mail-Verteiler, Webseiten (Stadt Usingen), Pressemitteilung, direkte Ansprache

Ergebnispräsentation und Bürgerinformationsveranstaltung am 18.11.2025

Ziel: Präsentation der Endergebnisse

Inhalt:

- Vorstellung der Endergebnisse
- Ausblick auf Monitoring und weitere Umsetzungsschritte

Zielgruppen: politische Vertreter, und Bürger.

Einladungskanäle: Persönliche Ansprache und kommunale Website

Ergebnispräsentation im Ausschuss für Wirtschaft, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten am 19.01.2026

Ziel: Präsentation der Endergebnisse in städtischen Ausschüssen

Inhalt:

- Vorstellung der Endergebnisse
- Ausblick auf Monitoring und weitere Umsetzungsschritte

Zielgruppen: politische Vertreter bzw. Ausschussmitglieder

Ergebnispräsentation im Ausschuss für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung am 20.01.2026

Ziel: Präsentation der Endergebnisse in städtischen Ausschüssen

Inhalt:

- Vorstellung der Endergebnisse
- Ausblick auf Monitoring und weitere Umsetzungsschritte

Zielgruppen: politische Vertreter bzw. Ausschussmitglieder

Zeitplan und Phasen der Umsetzung

Die Projektumsetzung war eng an die Phasen der kommunalen Wärmeplanung gekoppelt:

- **Startphase (Oktober bis Dezember 2024)**

Pressearbeit, Datenbeschaffung und Auftaktpräsentation mit Workshop im erweiterten Kernteam

- **Phase der Festlegung der Zielszenarien (Januar bis April 2025)**
Festlegung der Zielszenarien und Vorbereitung der Maßnahmen
- **Phase der Maßnahmenplanung (Mai bis September 2025)**
Durchführung vom Maßnahmenworkshop zur Diskussion und Priorisierung geplanter Maßnahmen
- **Ergebnispräsentation (Oktober bis Dezember 2025)**
Präsentationen der Ergebnisse und Podiumsdiskussion

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 KWP sichern.

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

11.5 Stakeholdermapping

Gemäß § 7 WPG umfasst die Partizipation die Einbindung der Öffentlichkeit, der Träger öffentlicher Belange, der Netzbetreiber sowie weiterer relevanter Akteure. Diese sollen auch zukünftig eine konsens- und unterstützungsorientierte Zusammenarbeit fördern, um eine breite Akzeptanz und aktive Mitwirkung bei der Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen sicherzustellen. Das sogenannte Stakeholder-Mapping wurde vom Kernteam durchgeführt, wobei einzelne Zielgruppen bereits im Rahmen der KWP proaktiv eingebunden wurden. Weitere Zielgruppen sollten bei der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden, um die Beteiligung und Unterstützung aller relevanten Akteure weiter auszubauen und die gesetzten Ziele effektiv zu erreichen (vgl. **Tab. 2**).

Relevante Akteursgruppen sind:

1. **Stadtverwaltung**
 - **Primäre Beteiligte:** Bauamt und Klimaschutzmanagement
 - **Steuerungseinheiten:** Bürgermeister, weitere Fachabteilungen
 - **Kommunikationskanäle:** E-Mail-Verteiler und regelmäßige interne Dienstbesprechungen (Jour Fixe, abteilungsübergreifende Treffen)
2. **Kommunalpolitik**
 - Beteiligung der Stadtverordnetenversammlung

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

3. Öffentlichkeit

Niederschwellige Angebote, wie:

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

4. Energieversorgungsunternehmen

- **Hauptakteure:** Mainova AG und Syna GmbH
- **Kommunikationsformate:** Jour fixe, Vorschlag für die Einführung eines ‚Runden Energietisches‘, gemeinsame Veranstaltungen und Präsentation der Zusammenarbeit in der Öffentlichkeitsarbeit

5. Weitere Akteursgruppen gemäß § 7 WPG

- Großverbraucher von Wärme und Gas sowie potenzielle Produzent erneuerbarer Energien und Abwärme
- Betreiber angrenzender Energieversorgungsnetze (z. B. in Nachbarstädten) wie die Mainova AG oder Syna GmbH
- Nachbarkommunen Stadt Butzbach, Stadt Neu-Anspach, Gemeinden Obermölen, Wehrheim, Schmitten im Taunus, Weilrod und Grävenwiesbach
- Gewerbevereine, Handwerksinnung und Schornsteinfeger

Tab. 2: Stakeholdergruppen mit möglichen Kommunikationsformaten

Stakeholdergruppe	Kommunikationsformate
Öffentlichkeit (Bevölkerung)	Amtsblatt Website, Newsletter, Informationsveranstaltungen
Kommunalverwaltung	Intranet, E-Mail-Verteiler, Jour fixe, abteilungsübergreifende Treffen
Kommunalpolitik	Präsentationen, Workshops, Exkursionen und Ratsinformationssystem
Energieversorgungsunternehmen	Jour fixe, gemeinsame Veranstaltungen, Kooperationen
Potenzielle Produzenten erneuerbarer Energien	Persönliche Gespräche, Fragebögen, Workshops
Großverbraucher	Direkte Ansprache, persönliche Gespräche, Fragebögen
Nachbarkommunen	Interkommunaler Austausch, Kooperationsgespräche
Bildungs- und Sozialeinrichtungen (Schulen, Jugendwerke)	Workshops, Schulprojekte, Jugendbeteiligung
Handwerkskammern und Immobilienwirtschaft (lokale Gewerbe- und Winzervereine)	Netzwerktreffen, Workshops, persönliche Ansprache

Die Analyse der Stakeholdergruppen zeigt, dass Einfluss und Interesse je nach Akteursgruppe unterschiedlich ausgeprägt sind. Die Stadtverwaltung Usingen einschließlich des Bauamtes mit dem dort angesiedelten Klimaschutzmanagements besitzt einen hohen Einfluss auf die Planung und Umsetzung der Maßnahmen. Gleichzeitig besteht ein starkes Interesse, da die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) direkt in ihren Aufgabenbereich fällt. Eine ähnlich hohe Bedeutung hat die Kommunalpolitik, insbesondere die Stadtverordnetenversammlung und der Magistrat. Diese Gremien üben durch strategische und finanzielle Entscheidungen maßgeblichen Einfluss aus und haben ein hohes Interesse an einer erfolgreichen Umsetzung der KWP.

Auch die Energieversorgungsunternehmen, die in Usingen aktiv sind, wie z. B. Syna oder Mainova, zählen zu den Schlüsselakteuren. Mit ihrem technischen Know-how, ihrer Infrastruktur und ihren Ressourcen sind sie zentral an der Umsetzung beteiligt und haben daher ein entsprechend hohes Interesse an einem erfolgreichen Projektverlauf.

Neben diesen zentralen Akteuren gibt es Gruppen mit mittlerem Einfluss und Interesse. Die umliegenden Kommunen wie die Stadt Neu-Anspach, Gemeinde Wehrheim, Gemeinde Ober-Mörlen, Gemeinde Grävenwiesbach und die Stadt Butzbach können aufgrund ihrer räumlichen Nähe und potenzieller interkommunaler Kooperationen eine unterstützende Rolle einnehmen. Ihr Interesse ist moderat ausgeprägt, da sie zwar von möglichen Synergien profitieren können, jedoch nicht direkt in den Planungsprozess der KWP in Usingen eingebunden sind.

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

Die Bildungs- und Sozialeinrichtungen, darunter Schulen und Jugendwerke, haben hingegen einen mittelmäßigen Einfluss, da sie nicht direkt in die Planung eingebunden sind. Ihr Interesse ist jedoch hoch, da die KWP erheblichen Einfluss auf die zukünftige Lebenswelt der Jugendlichen haben wird. Zudem können sie durch Bildungsprojekte und Jugendbeteiligung die Akzeptanz in der Bevölkerung fördern.

Die Öffentlichkeit, bestehend aus Bürgern, 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, dokumentiert und ausgewertet. Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger war ein wesentlicher Bestandteil des Prozesses, um die kommunale Wärmeplanung auf eine breite und belastbare Grundlage zu stellen und die Maßnahmen an den praktischen Bedürfnissen vor Ort auszurichten.

Die Rückmeldungen wurden über mehrere Kanäle eingeholt. Dazu zählten insbesondere öffentliche Formate wie der Maßnahmenworkshop und die Abschlussveranstaltung sowie der direkte Austausch über die Stadtverwaltung. Bürgerinnen und Bürger konnten Hinweise, Bedenken und konkrete Ideen rückmelden. Inhaltlich standen vor allem die Auswahl geeigneter Technologien, die finanziellen Auswirkungen für Privathaushalte sowie die Umsetzbarkeit und Alltagstauglichkeit einzelner Maßnahmen im Fokus.

Ein häufig geäußelter Schwerpunkt betraf die soziale Verträglichkeit. Viele Rückmeldungen bezogen sich auf Fragen der Kostenverteilung, die finanzielle Belastung durch Investitionen in neue Heizsysteme und energetische Sanierungen sowie den Bedarf an Unterstützungsangeboten für einkommensschwächere Haushalte.

Ebenfalls thematisiert wurden Versorgungssicherheit und die Verlässlichkeit neuer Technologien, insbesondere im Hinblick auf Wärmepumpen, Nahwärme- bzw. Mikronetzlösungen sowie die Abhängigkeit von Strompreisentwicklungen. Darüber hinaus wurden Unsicherheiten zur Geschwindigkeit der Umsetzung, zur Priorisierung einzelner Maßnahmen und zur Planbarkeit für private Eigentümer angesprochen.

Ein wiederkehrender Wunsch war der Ausbau niedrigschwelliger, praxisnaher Beratungsangebote. Dabei wurden insbesondere Fragen zur technischen Umsetzbarkeit im eigenen Gebäude, zu Fördermöglichkeiten und zu langfristigen Kosten genannt. Hierzu wurde die Rolle bestehender Beratungsstrukturen und möglicher Anlaufstellen gestärkt, unter anderem durch Hinweise auf Beratungsmöglichkeiten über die Landesenergieagentur Hessen (LEA) sowie ergänzende Informations- und Austauschformate.

Neben den technologie- und kostenbezogenen Rückmeldungen wurden auch konkrete Vorschläge zur besseren Koordination von Infrastrukturmaßnahmen eingebracht. Häufig genannt wurde, bei anstehenden Straßensanierungen oder Tiefbaumaßnahmen frühzeitig Leerrohre bzw. Mitverlegungsoptionen für spätere Wärmenetze oder andere Versorgungsinfrastrukturen vorzusehen. Dadurch könnten langfristig Kosten reduziert, Bauzeiten gebündelt und Belastungen für Anwohnerinnen und Anwohner minimiert werden.

Die Bevölkerung beteiligte sich konstruktiv, ihre Hinweise flossen in die Wärmeplanung ein, stärkten Praxistauglichkeit und Akzeptanz und bildeten zugleich die Grundlage für die fortlaufende Umsetzung, Priorisierung und Weiterentwicklung der Maßnahmen.

12 Verstetigungsstrategie

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

Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

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

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

Arbeitskreis Wärmeplanung

Der Arbeitskreis Wärmeplanung, bestehend aus Mitgliedern aller politischen Fraktionen, sollte etabliert werden, um die zentrale Koordinationsstelle zu unterstützen. Da dem Arbeitskreis sowohl die notwendigen zeitlichen Ressourcen als auch das erforderliche Fachwissen für bestimmte Aufgaben fehlen, liegt die Hauptverantwortung bei der zentra-

len Koordinationsstelle. Diese setzt sich aus dem Bauamt und dem Klimaschutzmanagement zusammen. Die Koordinationsstelle übernimmt die fachliche Leitung und sorgt dafür, dass die technischen und fachlichen Anforderungen der Wärmeplanung fortlaufend überprüft und professionell umgesetzt werden. Der Arbeitskreis unterstützt diese Bemühungen durch strategische und politische Impulse sowie die Förderung des Austauschs zwischen den beteiligten Akteuren.

Die Aufgaben des Arbeitskreises umfassen:

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

Politische Begleitung durch die Stadtverordnetenversammlung

Die Stadtverordnetenversammlung 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 Mainova AG, Syna GmbH und EVO AG, werden als strategische Partner kontinuierlich eingebunden. Die Stadtverwaltung wird sich bzgl. der Zuständigkeiten mit der Mainova AG abstimmen, um die Umsetzung und Optimierung der Energie-, respektive Wärmeversorgung, im Zuge der Wärmewende voranzutreiben.

Anpassung an das Wärmeplanungsgesetz und Landesrecht

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

- **Rechtliche Anpassungen:** Die Verstetigungsstrategie bleibt flexibel, um sich an neue Anforderungen aus dem Bundes- und Landesrecht anzupassen. Das bedeutet, dass Zuständigkeiten und Prozesse entsprechend den Landesrichtlinien laufend überprüft und angepasst werden sollten.
- **Schaffung neuer Verantwortlichkeiten:** Sofern das Landesrecht oder das Wärmeplanungsgesetz (WPG) spezifische Rollen oder Berichterstattungspflichten

festlegt, werden entsprechende Strukturen innerhalb der kommunalen Verwaltung geschaffen und qualifiziertes Personal eingestellt.

- **Fortbildungsmaßnahmen:** Regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeitende in der Koordinationsstelle und der Arbeitsgruppe werden eingeführt, um sicherzustellen, dass alle Akteure 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 der EVUs einzubinden.
- **Fördermittelakquise und Kooperationen:** Die Koordinationsstelle (Bauamt und dem Klimaschutzmanagement) ist auch verantwortlich für die Akquise von Fördermitteln und den Aufbau von Kooperationen mit regionalen und nationalen Partner (z. B. Bundes- und Landesenergieagentur), um die Wärmeplanung kosteneffizient weiterzuentwickeln und innovative Projekte zu fördern.

Auswahl möglicher Förderprogramme (Stand 26.11.2025)

- **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
- **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Kreditinstituts für Wiederaufbau (KfW).
- **Bundesförderung für die Energieberatung für (Nicht)Wohngebäude**
BAFA, KfW
- **Bundesförderung für transformative Klimaschutzprojekte (ZUG gGmbH)**
Aktuelle Informationen und Antragsdetails finden sich auf der Website des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN, ehemals BMWK)
- **Förderungen für Erneuerbare Energien „Standard“ (KfW Kredit Nr. 270)**
- **Bundesförderung für die Energetische Stadtsanierung**
(KfW Zuschuss Nr. 432)
- **Innovative KWK-Systeme**
BAFA
- **Transformationsinitiative Stand-Land-Zukunft - Planungsbeschleunigung für die Klimaanpassung mit Urbanen Digitalen Zwillingen**
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (ehemals BMBF), Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)
- **Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt**
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- **EU-Life – Programm für die Umwelt und Klimapolitik**
BMWE (BMWK)
- **Kälte-Klima-Richtlinie**
BAFA
- **Bundeswettbewerb „Zukunft Region“**
BMWE (BMWK)
- **Kommunale Klimaschutzmodellprojekte gefördert durch den Bund:**
Diese Förderprogramme unterstützen Kommunen bei innovativen Klimaschutzprojekten. Mögliche Förderprogramme sind: „Bundesförderung kommunaler Umweltschutz (Kommunalrichtlinie)“, „Energetische Stadtsanierung – Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier“, „IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung“, „Investive, kommunale Klimaschutzprojekte“, „Förderung von Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“, „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“, „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“, „Natürlicher Klimaschutz in kommunalen Gebieten“ oder z. B. „Natürlicher Klimaschutz in ländlichen Kommunen“
Aktuelle Informationen auf den Webseiten der KfW und des BMWE (BMWK)

- **Kommunale Klimaschutzmodellprojekte gefördert durch das Land Hessen:**

Mögliche Förderprogramme sind: „Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten (Kommunale Klimarichtlinie)“, „Förderung der nachhaltigen Stadtentwicklung – RiLiSE“, „Förderung nachhaltiger integrierter Mobilitätspläne“, „Förderung der regionalen Entwicklung – Kommunale Investitionen“, „Energetische Förderung im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes“, „Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in den Kommunen (Kommunalrichtlinie (Energie))“,

Aktuelle Informationen auf den Webseiten der *LandesEnergieAgentur Hessen GmbH* (LEA) und des Hessischen Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

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

Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung (ehemals BMDV)

- **Investitionskredit für Digitale Infrastruktur – Standardvariante**

Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung (ehemals BMDV)

- **Förderprogramme speziell für Unternehmen:**

Mögliche Programme sind: „Förderung digitaler Technologien und Innovationen – Distr@t: Digitalisierung stärken – Transfer leben“, „Förderung von Investitionen in effiziente Produktion und betriebliche Innovation (PIUS-Invest)“, „Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflegemaßnahmen (HALM2)“, „Förderung eines innovativen, intelligenten und grünen wirtschaftlichen Wandels in Hessen (EFRE)“

Aktuelle Informationen auf den Webseiten: der LEA, Hessisches Ministerium für Digitalisierung und Innovation, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlicher Raum und der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank)

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

Schaffung einer langfristigen Kommunikationsplattform:

Eine zentrale Plattform, namentlich die Website der Stadt Usingen, 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 Bürgern, 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 Landkreis Hochtaunuskreis. Ziel ist es, gemeinsame Projekte zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen zu entwickeln und Effizienzpotenziale 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 und zum Aufbau einer interkommunalen Kreislaufwirtschaft entwickelt werden. Dies würde Kosten sparen und die Wärmewende in der Region effizient fördern.

Austausch mit der Stadt Neu-Anspach zur Deponie Brandholz

Die Deponie Brandholz liegt auf dem Gebiet der Stadt Neu-Anspach und grenzt unmittelbar an die Stadt Usingen. Im Kommunalen Wärmeplan der Stadt Usingen wird sie aufgrund der territorialen Abgrenzung zunächst nicht als eigener Standort berücksichtigt. Aufgrund der räumlichen Nähe kann sie jedoch für die Wärmeversorgung in Usingen potenziell relevant sein, insbesondere im Hinblick auf Abwärme oder weitere energetische Nutzungsoptionen. Vor diesem Hintergrund ist ein fachlicher Austausch mit der Stadt Neu-Anspach, insbesondere mit dem Leistungsbereich Bauen, Wohnen und Umwelt der Stadtverwaltung, vorgesehen. Ziel ist es, die Inhalte der Kommunalen Wärmepläne beider Städte abzugleichen, Erkenntnisse zu Potenzialen und Rahmenbedingungen zu teilen und mögliche Synergien für die weitere Projektentwicklung zu identifizieren.

Fazit:

Die Verstetigungsstrategie der Stadt Usingen 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 Usingen auch über den Projektabschluss hinaus als dynamischer und kontinuierlicher Prozess verankert wird. Sie definiert Organisationsstrukturen, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, um die Umsetzung und langfristige Weiterentwicklung der Wärmeplanung in Einklang mit dem Wärmeplanungsgesetz und den zugehörigen Landesregelungen sicherzustellen. Durch die Integration innovativer Technologien, interkommunaler Kooperation und systematischer Fortschreibung wird ein robuster Rahmen geschaffen, um die gesteckten Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig die langfristige Resilienz der Stadt zu sichern. Mit dieser Strategie legt die Stadt Usingen 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 Usingen zielgerichtet zu steuern und den Fortschritt der gesetzten Ziele kontinuierlich zu überwachen. Es umfasst Ansätze zur sogenannten *Top-down* (von den zentralen Stellen zu den Betroffenen) - und *Bottom-up* (von den Betroffenen zu den zentralen Stellen)-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 Usingen, 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 anhand von konkreten messbaren Indikatoren überprüft.

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

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

Bottom-up-Ansatz

Der *Bottom-up*-Ansatz ergänzt den *Top-down*-Ansatz, indem er die operative Ebene aktiv in das Controlling integriert. Ziel ist es, Rückmeldungen und Fortschritte aus einzelnen Projekten und Maßnahmen in die strategische Steuerung einfließen zu lassen. Hierbei wird jeder einzelnen Maßnahme eine konkrete Zielvorgabe zugewiesen. Beispielsweise könnten energetische Sanierungen in einem Quartier mit dem Ziel einer bestimmten Einsparung an Megawattstunden Energie oder einer spezifischen Reduktion der CO₂-Emissionen verknüpft werden. Ein zentrales Element des *Bottom-up*-Ansatzes sind Rückkopplungsprozesse. Die Ergebnisse der vor Ort umgesetzten Maßnahmen, wie etwa die Steigerung der Energieeffizienz in einem Wohngebiet, werden systematisch erfasst und analysiert, beispielsweise mithilfe eines Dashboards. Diese Daten fließen zurück in die strategische und integrale Planung. Sie können in einem GIS-System oder einem digitalen Zwilling aufbereitet und laufend ergänzt werden, um eine dynamische Weiterentwicklung der Planungsinstrumente zu ermöglichen.

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

Indikatoren für die Zielerreichung

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

- **Erneuerbare Energien**

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

- **Endenergieverbrauch**

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

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

Der Umfang der CO₂-Emissionsreduktionen durch energetische Maßnahmen wird gemessen. Indikatoren sind die absoluten Treibhausgasemissionen (t CO₂e) sowie die spezifischen Emissionen pro Kopf und pro Quadratmeter Nutzfläche.

- **Sanierungsrate und -tiefe**

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

Rahmenbedingungen und Prozesse für Datenerfassung und -auswertung

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

- **Datenquellen**

Aufbauend auf den Datenbestand des kommunalen Wärmeplans werden regelmäßig aktuellere Daten bereitgestellt. Energieversorgungsunternehmen und Bezirksschornsteinfeger stellen Daten zu Energieverbräuchen und Heizungsanlagen zur Verfügung. Landesdaten geben Aufschluss über Gebäudetypen und Baualtersklassen. Ergänzend tragen Rückmeldungen lokaler Akteure wie 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 Wärmeatlas wird genutzt, um Maßnahmen und Fortschritte räumlich darzustellen. Durch den Einsatz moderner Softwarelösungen können die erhobenen Daten effizient ausgewertet und analysiert werden.

- **Qualitätssicherung**

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

Managementmöglichkeiten und Zertifizierungssysteme

Zur effektiven Umsetzung der KWP empfiehlt sich die Etablierung eines strukturierten Energiemanagementansatzes. Ein solches Konzept ermöglicht die systematische Identifikation und Priorisierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz. Insbesondere die regelmäßige Organisation von Workshops und Schulungen für alle Beteiligten, darunter Verwaltungsmitarbeitende, lokale Unternehmen, politischen Mandatsträger und interessierte 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 und das Klimaschutzmanagement ist entscheidend für die erfolgreiche Steuerung und Überwachung des Wärmeplans. Diese Stelle ist die Schnittstelle zwischen Politik, Verwaltung, Unternehmen und der Bevölkerung und kann eine kohärente Umsetzung der Ziele sicherstellen.

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

Durch die Integration solcher Instrumente kann die Stadt Usingen 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 KWP erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen Investitionskosten und den langfristigen Nutzen der Maßnahmen. Für den Ausbau erneuerbarer Energien oder die energetische Sanierung von Gebäuden fallen oft erhebliche Anfangsinvestitionen an. Gleichzeitig bringen diese Maßnahmen jedoch sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile.

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

Zahlreiche Förderprogramme auf Landes- und Bundesebene (siehe vorherige Auflistung), z. B. die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), können genutzt werden, um die finanziellen Belastungen für die Stadt und die Bürger 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 des Bauamtes und des Klimaschutzmanagements.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hg.) (April 2024): BSKO Bilanzierungssystematik Kommunal. Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland [= Version April 2024]. Online unter: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/Agentur_Methodenpapier_BSKO_2023-24.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Agora Think Tanks (2024): Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung. Online unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30_DE_KNDE_Update/A-EW_344_Klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Agora Think Tanks, Prognos AG, Öko-Institut e. V., Wuppertal Institut für Klima, Umwelt Energie gGmbH, Universität Kassel (2024): Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung – Vertiefung der Szenariopfade. Online unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30_DE_KNDE_Update/A-EW_349_KNDE_Szenariopfade_WEB.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) (2025): Hintergrund-Vektorkarte „basemap.de“. Online unter: <https://basemap.de/> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Borrmann, R., Rehfeldt, K., Kruse, D. (2020): Volllaststunden von Windenergieanlagen an Land – Entwicklung, Einflüsse, Auswirkungen. Varel, Deutsche WindGuard GmbH. Online unter: <https://www.lee-nrw.de/data/documents/2020/11/23/532-5fbb61e5e6bb2.pdf> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2025): Open Data. Online unter: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data.html> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesamt für Justiz (BfJ) (2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung. Online unter: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/index.html (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2025): Plattform für Abwärme. Online unter: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJ) (22.12.2023): Bundesgesetzblatt – Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Online unter: <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/394/VO> (abgerufen am: 26.11.2025)

- Bundesministerium der Justiz (BMJ) (08.12.2010): Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens „Klima- und Transformationsfonds“ (Klima- und Transformationsgesetz – KTFG). Online unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/ekfg/BJNR180700010.html> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (28.03.2024a): Neue Langfristszenarien für die Energiewende. Online unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2024/04/05-neue-langfristszenarien-fuer-die-energiewende.html> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (Hg.) (2024b): Das neue Gebäudeenergiegesetz: Die wichtigsten Fakten. Online unter: https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Downloads/faktenblatt-geg-gebaeudeenergiegesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (abgerufen am: 26.11.2025)
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2025): Fachthemen. Energie. Online unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Elektrizitaetund-Gas/start.html> (abgerufen am: 26.11.2025)
- C.A.R.M.E.N. e.V. (Hg.) (2023): Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Leitfaden. Online unter: https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2022/04/Leitfaden_Freiflaechenanlagen.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2025): Zensus 2022. Zensusdatenbank. Online unter: <https://ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Deutscher Städtetag (2024): Daten für die kommunale Wärmeplanung. Herausforderungen, Best Practices und Handlungsempfehlungen. Online unter: <https://www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Weitere-Publikationen/2024/Leitfaden-kommunale-Waermeplanung-mit-Daten.pdf> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Die Bundesregierung (Hg.) (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). Online unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Energieberatung Usinger Land (EUL) (o.J.): Energieberatung der Verbraucherzentrale – unabhängig, kompetent und nah. Online unter: <https://www.usingen.de/bauen-umwelt/klimaschutz/energieberatung-usinger-land/> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Fraunhofer – Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) (Oktober 2023): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3 -T45-Szenarien. Online unter: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2024/LFS3_T45-Bericht_Szenarien_Industrie_final.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Günnewig, D. & Johannwerner, E. (2022): Anpassung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen im EEG vor dem Hintergrund erhöhter Zubauziele. Notwendigkeit und mögliche Umsetzungsoptionen. Online unter: [112](https://www.umweltbundes-</p>
</div>
<div data-bbox=)

- amt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_76-2022_anpassung_der_flaechenkulisse_fuer_pv-freiflaechenanlagen_im_eeg_vor_dem_hintergrund_erhoehter_zubauziele.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., Reinhard, C. (November 2019): BSKO – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasreduzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland; Heidelberg. Online unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf (abgerufen am 26.11.2025)
- Hessische Agentur GmbH (HA) (2024): Gemeindedatenblatt: Usingen, St. (434011). Online unter: https://www.hessen-gemeindelexikon.de/gemeindelexikon_PDF/434011.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWEVW) (2022): Hessisches Energiegesetz (HEG). Online unter: <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/jlr-EnGHE2012rahmen> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Hessisches Statistisches Landesamt (Statistik Hessen) (2025): Bevölkerung in Hessen am 30. Juni 2025 und Bevölkerungsbewegungen im 1. Halbjahr 2025 nach Gemeinden (vorläufige Ergebnisse). Fortschreibungsergebnisse auf Basis Zensus 15. Mai 2022. Online unter: https://statistik.hessen.de/sites/statistik.hessen.de/files/2025-11/ai2_ail_aili_av_25-1hj.pdf (abgerufen am: 26.11.2025)
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2022): „TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetopologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestandes in 13 europäischen Ländern. Online unter: <https://www.iwu.de/index.php?id=205> (abgerufen am: 26.11.2025)
- Kommunale Wärmewende (KWW) (2023): Hessen. Online unter: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/hessen> (abgerufen am: 26.11.2025)
- LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA) (o.J.): Kommunale Wärmeplanung. Online unter: <https://www.lea-hessen.de/kommunen/kommunal-waerme-planen/> (abgerufen am: 26.11.2025)
- LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA) (2025): Wärmeetlas Hessen. Online unter: https://www.waermeetlas-hessen.de/#z=8.9734&c=9.0825%2C50.6068&r=0&l=top_plus_open%2Cde_grid_25832_group (abgerufen am: 26.11.2025)
- Mainova AG (2024): Datenlieferung zur kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Usingen
- OpenStreetMap Stiftung (OSMF) (o.J.): OpenStreetMap (OSM). Online unter: <https://www.openstreetmap.org/#map=6/51.33/10.45> (abgerufen am: 26.11.2025)

- Ortner, S., Paar, A., Johannsen, L., Wachter, P., Hering, D., Pehnt, M. et al. (2024): Leitfa-
den Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kom-
munen und andere Planungsverantwortliche. [Hg. v. ifeu - Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi
consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al.]. Online unter:
[https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_fi-
nal_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf](https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_gesch%C3%BCtzt.pdf) (abgerufen am: 26.11.2025)
- Riechel, R. & Walter, J. (2022): Kurzgutachten Kommunale Wärmeplanung. [Hg. Umwelt-
bundesamt]. Online unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/fi-
les/medien/479/publikationen/texte_12-2022_kurzgutachten_kommu-
nale_waermeplanung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/fi-
les/medien/479/publikationen/texte_12-2022_kurzgutachten_kommu-
nale_waermeplanung.pdf) (abgerufen am: 26.11.2025)
- Stadt Usingen (o.J.a): Einwohnerentwicklung seit 1991 Usingen (gesamt). Online unter:
[https://www.usingen.de/rathaus-politik/buergerservice/buergerbuero/einwohne-
rentwicklung-seit-1991.pdf?cid=t57](https://www.usingen.de/rathaus-politik/buergerservice/buergerbuero/einwohne-
rentwicklung-seit-1991.pdf?cid=t57) (abgerufen am: 26.11.2025)
- Stadt Usingen (o.J.b): Kommunale Wärmeplanung. Online unter:
[https://www.usingen.de/bauen-umwelt/klimaschutz/kommunale-waermepla-
nung/](https://www.usingen.de/bauen-umwelt/klimaschutz/kommunale-waermepla-
nung/) (abgerufen am: 26.11.2025)
- Syna GmbH (2024): Datenlieferung zur kommunalen Wärmeplanung für die Stadt
Usingen

Vertiefende Betrachtung

Fokus- bzw. Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad (Taunusbad-Quartier)

Anlage zum Kommunalen Wärmeplan der Stadt Usingen - Vertiefung der Maßnahme M4

1 Zusammenfassung und Empfehlung.....	IV
2 Einleitung	VI
2.1 Ausgangslage.....	VI
2.2 Zielsetzung.....	VII
2.3 Methodik und Abgrenzung.....	VII
2.4 Verwendete Grundlagen	VIII
3 Untersuchungsgebiet und Wärmebedarfe.....	IX
3.1 Geografische Einordnung.....	IX
3.2 Gebäudebestand und Wärmebedarfe	IX
3.3 Bestehende Wärmeversorgung (Status quo).....	XI
3.4 Potenzielle Energiequellen	XII
3.5 Rechtliche und kommunale Rahmenbedingungen.....	XIII
4 Netzkonzept.....	XIII
4.1 Temperaturniveau und Medium.....	XIII
4.2 Trassenführung, Rohrdimensionierung und Standort Heizzentrale.....	XIV
5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	XVI
5.1 Methodik, Tools und Genauigkeit	XVI
5.2 Investitionskosten (CAPEX)	XVI
5.3 Fördermittel (BEW)	XVII
5.4 Betriebskosten (OPEX).....	XVII
5.5 Wärmegestehungskosten (LCoH)	XVII
5.6 Sensitivität	XVIII
6 Risiken und Chancen.....	XVIII
6.1 Risikomatrix	XVIII
6.2 Chancen.....	XIX
7 Stakeholder-Landkarte	XIX
8 CO ₂ -Bilanz Status quo vs. Zielversorgung.....	XX
9 Empfehlung und Roadmap.....	XX
9.1 Zentrale Empfehlung	XX
9.2 Roadmap bis Investitionsentscheidung.....	XXI
9.3 Nächste konkrete Schritte (0-90 Tage)	XXII
10 Ergebnis Befragung.....	XXII
11 Abkürzungen und Glossar	XXIV

Literatur- und Quellenverzeichnis	XXV
---	-----

1 Zusammenfassung und Empfehlung

Die vorliegende vertiefende Fokusgebietsbetrachtung ist eine Analyse des im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Usingen ausgewiesenen Fokusgebiets im Quartier rund um die Christian-Wirth-Schule beziehungsweise das Taunusbad. Im Rahmen dieser vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung (Genauigkeitsklasse rund $\pm 30\%$) wird die Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Realisierungsfähigkeit eines Wärmenetzes geprüft. Die Resultate sind als indikative Größenordnungen und Plausibilitätsaussagen zu verstehen, nicht als abschließende Planungs- oder Investitionsgrundlage. Im Ergebnis wird die Durchführung einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie - üblicherweise nach BEW-Modul 1 (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) - als nächster Projektschritt empfohlen.

Das Untersuchungsgebiet umfasst rund 25 Gebäude mit sechs Kundengruppen mit einem konsolidierten Jahreswärmebedarf von rund 3.500 MWh/a und einer gleichzeitigen Netzspitzenlast von etwa 2.000 kW. Der Cluster wird strukturell durch öffentliche Liegenschaften (Schulkomplex, Rathaus, Museum) und mehrere ganzjährige Grundlast-Abnehmer geprägt - insbesondere das Taunusbad mit kontinuierlichem Heiz- und Warmwasserbedarf, das Korthauer Haus als Seniorenheim und die Seniorenresidenz (Mozartstraße 5). Ergänzt werden diese Anker durch eine Wohnanlage und die Nassauische Sparkasse. Die Kombination aus hoher Lastdichte, ganzjähriger Grundlast und hohem Anteil öffentlichen Eigentums bietet günstige strukturelle Voraussetzungen für eine leitungsgebundene Quartierslösung. Eine parallel im Fokusgebiet und im angrenzenden Kernstadtbereich durchgeführte qualitative Interessenabfrage deutet zudem auf ein insgesamt positives Grundinteresse hin; die strukturierte Marktansprache hat im Rahmen der nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erfolgen.

Das skizzierte Wärmenetz hat eine geschätzte Trassenlänge von rund 1.240 m. Aus dem Verhältnis von Jahreswärmebedarf zu Trassenlänge ergibt sich eine Wärmelinien-dichte von etwa 2,8 MWh/(m·a) - ein Wert, der die grundsätzliche Eignung für ein Wärmenetz aus dieser Perspektive bestätigt und die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung (KWP) erfolgte Gebietsausweisung auch quantitativ stützt. Auf der Erzeugerseite wird eine technische Bandbreite tragfähiger Optionen vor dem Hintergrund der verfügbaren Wärmequellen und der einschlägigen Förderkulisse betrachtet; eine abschließende Vorzugsvariante wird in dieser Betrachtung bewusst nicht festgelegt, sondern ist variantenoffen im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu entwickeln.

Die wirtschaftliche Indikation dieser Betrachtung ergibt eine Investitionsgrößenordnung von rund 3,3 bis 6,1 Mio. € brutto vor Förderung; nach Förderung verbleibt eine CAPEX-Indikation im Bereich von rund 2,0 bis 3,5 Mio. €. Die Wärmegestehungskosten liegen zwischen etwa 10 und 18 ct/kWh und ermöglichen einen Ziel-Arbeitspreis im Vertrieb von 13 bis 16 ct/kWh netto. Die CO₂-Minderung gegenüber der überwiegend gasbasierten Bestandsversorgung liegt im Bereich von rund 40 bis 65 %.

Aus diesem Gesamtbild - städtebaulich kompaktes Bedarfscluster, plausible Wirtschaftlichkeit innerhalb der angesetzten Genauigkeitsbandbreite, hohe CO₂-Minderung, förderfähige Konzeptpfade und ein durch die qualitative Interessenabfrage gestütztes Grundinteresse - leitet sich die Empfehlung ab, in die nächste Projektphase einzutreten. Die detaillierte Begründung der Empfehlung wird im folgenden Abschnitt sowie in Kapitel 9 ausgeführt.

Empfehlung

Empfohlen wird die Umsetzung einer Machbarkeitsstudie (MBS) nach BEW-Modul 1 als nächste Projektphase, mit dem Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad als Pilotcluster und einer auf die Usinger Kernstadt erweiterbaren Studienkonzeption. Maßgeblich sind folgende strukturelle Argumente: ein bindender energiepolitischer Rahmen (KSG, WPG, § 71 GEG), ein im Cluster ohnehin anstehender Sanierungsbedarf (insbesondere Taunusbad und Rathaus) sowie eine Förderkulisse, die technisch sinnvolle Erzeugervarianten wirtschaftlich substantiell entlastet.

Die Stakeholder-Konstellation ist für ein Wärmenetz durch eine hohe öffentliche Eigentumsdichte (Kommune Usingen, Landkreis Hochtaunuskreis als Schulträger und Träger des Verwaltungsgebäudes), wenige klar adressierbare Privatabnehmer und eine gemeinsame klimapolitische Interessenlage von Stadt und Kreis günstig. Dies sind gute Voraussetzungen für eine Vorreiterrolle im mittelhessischen Raum.

Die Laststruktur bietet gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Netzbetrieb. Mit dem Taunusbad und dem Kortheuer Haus stehen zwei ganzjährige Grundlastabnehmer zur Verfügung; die Seniorenresidenz (Mozartstraße 5) stellt einen weiteren potenziellen Grundlastabnehmer dar. Ergänzt durch einen hohen Anteil öffentlicher Liegenschaften mit absehbarem Anschlussinteresse ergibt sich eine belastbare Wärmebasis, die günstige Bedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Großwärmepumpen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) schafft.

Eine ergänzende qualitative Interessenabfrage zum Anschluss an eine künftige leitungsgebundene Wärmeversorgung im Fokusgebiet sowie im angrenzenden Kernstadtgebiet zeigt ein insgesamt positives Grundinteresse. Die Rückmeldungen stützen sowohl die strukturelle Plausibilität einer Quartierslösung als auch die Perspektive einer späteren Erweiterung in die Usinger Kernstadt. Die weitere Marktansprache mit konkreten Tarifangeboten und verbindlichen Anschlussbekundungen erfolgt in der Regel im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie; die Ergebnisse der Interessenabfrage sind in Kapitel 10 zusammengefasst.

In der vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung wird noch keine technische Vorzugsvariante festgelegt. Sowohl ein Konzept mit Großwärmepumpe und Spitzenlastkessel als auch eine hybride Lösung unter Einbindung eines BHKW gelten unter der aktuellen Förderkulisse als tragfähig; die Festlegung erfolgt variantenoffen im Rahmen der nachfolgenden Machbarkeitsstudie.

Als nächster Schritt wird die Vorbereitung der Machbarkeitsstudie empfohlen; üblicherweise erfolgt dies über einen Förderantrag im Rahmen des BEW-Moduls 1. Der Untersuchungsumfang sollte dabei so definiert werden, dass neben der Betrachtung des Fokusgebiets auch eine perspektivische Erweiterung des Wärmenetzes in die Usinger Kernstadt bewertet werden kann. Dadurch lassen sich frühzeitig Skalierungspotenziale, zusätzliche Anschlussmöglichkeiten sowie langfristige Entwicklungspfade für die Wärmeversorgung berücksichtigen.

2 Einleitung

2.1 Ausgangslage

Die Stadt Usingen verfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung (KWP) und des § 71 GEG eine schrittweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Im Zuge der KWP wurden Bereiche identifiziert, in denen leitungsgebundene Wärmeversorgungslösungen grundsätzlich vertieft betrachtet werden können. Die vorliegende vertiefende Fokusgebietsbetrachtung wurde im Rahmen der Bearbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Stadt Usingen erstellt und greift die im KWP-Maßnahmenkatalog definierte Maßnahme M4 (Start konkreter Machbarkeitsstudien und erster Planungsschritte zur Errichtung von (Mikro-)Wärmenetzen, Taunusbad als Referenzprojekt für den Projektentwicklungsprozess) auf. Die Maßnahmenbeschreibung sieht explizit Vorstudien sowie nachfolgende Machbarkeitsstudien (u. a. nach BEW-Modul 1) vor; die vorliegende Betrachtung deckt die Vorstudien-Phase ab und bereitet die in M4 vorgesehene nachfolgende Machbarkeitsstudie inhaltlich vor. Sie betrachtet das Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad vertiefend im Hinblick auf die grundsätzliche technische, wirtschaftliche und organisatorische Eignung einer Wärmenetzlösung. Ziel ist es, die aus der KWP hervorgegangene Gebietsausweisung auf ein konkreteres Planungs- und Entscheidungsniveau zu überführen.

Das betrachtete Abnehmercluster umfasst öffentliche Liegenschaften wie den Schulkomplex, das Rathaus und das Museum, soziale und pflegerische Einrichtungen, das Taunusbad als ganzjährigen Wärmeabnehmer sowie Wohn- und Gewerbenutzungen im direkten Umfeld. Das Gebiet weist mehrere strukturelle Merkmale auf, die grundsätzlich günstige Voraussetzungen für eine vertiefende Wärmenetzprüfung bieten. Hierzu zählen insbesondere der hohe Anteil öffentlicher Gebäude mit entsprechenden Steuerungs- und Einflussmöglichkeiten der Kommune, mehrere ganzjährige beziehungsweise weitgehend kontinuierliche Wärmeabnehmer wie das Taunusbad, Pflegeeinrichtungen und weitere größere Liegenschaften sowie die räumliche Verdichtung der potenziellen Anschlussnehmer entlang möglicher Trassenkorridore. Daraus ergeben sich grundsätzlich günstige Rahmenbedingungen hinsichtlich Anschlussquote, Netzauslastung und Wärmeabnahme pro Trassenmeter.

2.2 Zielsetzung

Die vertiefende Fokusgebietsbetrachtung dient als kompakte Plausibilisierungs- und Entscheidungsgrundlage zur Beantwortung der Frage, ob das Fokusgebiet die grundsätzlichen Voraussetzungen für eine leitungsgebundene Quartierslösung erfüllt und ob die Durchführung einer vertiefenden Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 als nächster Projektschritt empfohlen werden kann (BAFA, 2026).

Ziel der Untersuchung ist nicht die Erstellung einer investitionsreifen Planung oder die abschließende Festlegung einer technischen Vorzugsvariante. Vielmehr werden die wesentlichen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen im Rahmen einer vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung (Genauigkeitsklasse rund ± 30 %) analysiert und bewertet, um die grundsätzliche Umsetzbarkeit einzuordnen sowie Chancen, Risiken und offene Fragestellungen für die weitere Projektentwicklung aufzuzeigen.

Konkret werden folgende Punkte adressiert:

1. Abgrenzung und Einordnung des Untersuchungsgebiets
2. Identifikation relevanter Liegenschaften, Ankerkunden und Stakeholder
3. Plausibilisierung der Wärmebedarfe auf Basis vorhandener KWP-Daten, GIS-Auswertungen, Fragebögen und ergänzender Verbrauchsangaben
4. Einordnung des technischen Ist-Standes der Wärmeversorgung, soweit Daten verfügbar sind
5. Abschätzung der erforderlichen Wärmeeinspeisung einschließlich überschlägiger Netzverluste
6. Entwicklung einer Grob-Netzlogik mit möglichen Trassenkorridoren und Einbindung wesentlicher Ankerkunden
7. Indikative Einordnung von Investitionskosten, Betriebskosten und Wärmegestehungskosten
8. Ableitung kritischer Unsicherheiten, Datenbedarfe und nächster Prüfschritte für eine mögliche nachfolgende Machbarkeitsstudie

2.3 Methodik und Abgrenzung

Die vorliegende Untersuchung ist als vertiefende Fokusgebietsbetrachtung angelegt; methodisch wird eine Genauigkeitsklasse von rund ± 30 % zugrunde gelegt (AAE International, 2020; Erbe, 2014). Die Ergebnisse sind daher als indikative Größenordnungen und Plausibilitätsaussagen zu verstehen, nicht als abschließende Planungs- oder Investitionsgrundlage.

Grundlage der Bearbeitung ist eine Kombination aus GIS- und Kartenauswertung, vorhandenen Daten aus der kommunalen Wärmeplanung, Modellierungen und Analysen unter Nutzung von nPro Energy (nPro Energy GmbH, 2026), Fragebogenrückläufen, ergänzenden Eigentümer- und Betreiberangaben sowie öffentlichen Quellen.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden überschlägige Kosten- und Betriebsannahmen herangezogen, um einzuordnen, ob die betrachteten Erzeugungs- und Netzvarianten grundsätzlich in einem plausiblen wirtschaftlichen Korridor liegen. Eine belastbare Wirtschaftlichkeitsrechnung mit verbindlichen Kostenansätzen, realen Zählerdaten, konkreten Angeboten, Finanzierungsstruktur, Sensitivitätsanalysen und Tarifmodellen ist Gegenstand einer detaillierten Machbarkeitsstudie.

Nicht Bestandteil dieser Betrachtung sind insbesondere:

1. detaillierte hydraulische Netzsimulationen und dimensionierte Vorplanung
2. Detailplanung der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) und Engineering von Hausübergabestationen
3. ausführungsbereite Kostenberechnungen oder investitionsreife Wirtschaftlichkeitsmodelle
4. standortbezogene Fachgutachten, zum Beispiel Hydrogeologie, Baugrund, Schall oder Genehmigungsfähigkeit
5. verbindliche Marktansprache, Anschlussverträge oder Wärmelieferverträge
6. Konzessions-, Vergabe- und Betreibermodellprüfung im rechtlichen Detail

Ergebnis der vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung ist eine erste fachliche Einschätzung zur grundsätzlichen Eignung des Fokusgebiets für eine Wärmenetzlösung sowie eine Empfehlung, welche technischen Fragestellungen, Datengrundlagen und Untersuchungen in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie vertieft werden sollen. Als naheliegende und förderfähige Form wird eine Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1 empfohlen.

2.4 Verwendete Grundlagen

Für die Bearbeitung wurden insbesondere folgende fachlichen und regulatorischen Grundlagen herangezogen:

1. Daten und Zwischenergebnisse aus der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Usingen (nachfolgend: KWP-Endbericht)
2. Klimaschutzgesetz (KSG), Gebäudeenergiegesetz (GEG, insbesondere § 71) und Wärmeplanungsgesetz (WPG) als gesetzlicher Rahmen; die rechtliche Einordnung ist im KWP-Endbericht, Kapitel 1 (Abschnitt „Rechtlicher Rahmen“) detailliert dargestellt (GEG, 2020; WPG, 2023)
3. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Module 1 bis 4 (BAFA, 2026), als Förderrahmen für die nachfolgenden Projektphasen
4. AGFW-Regelwerk und einschlägige DIN-EN-Normen als Orientierung für die überschlägige Auslegung von Wärmenetzen
5. VDI 4655 als Orientierung für Referenzlastprofile und VDI 2067 als Orientierung für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (VDI, 2012, 2021)
6. Methodische Grundlage für die angesetzte Genauigkeitsklasse ($\pm 30\%$): AACE International (2020), Erbe (2014)

3 Untersuchungsgebiet und Wärmebedarfe

3.1 Geografische Einordnung

Das Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad umfasst das Quartier um die Christian-Wirth-Schule zwischen Schlossplatz / Untergasse (West), Mozartstraße (Ost) und Pfarrgasse / Kreuzgasse (Nord/Süd) (Abbildung 1, rot umrandet). Ergänzend wurde im angrenzenden Kernstadtgebiet ein Einzugsgebiet mit Adressen und Liegenschaften für die qualitative Interessenabfrage abgegrenzt (Abbildung 1, blau umrandet).

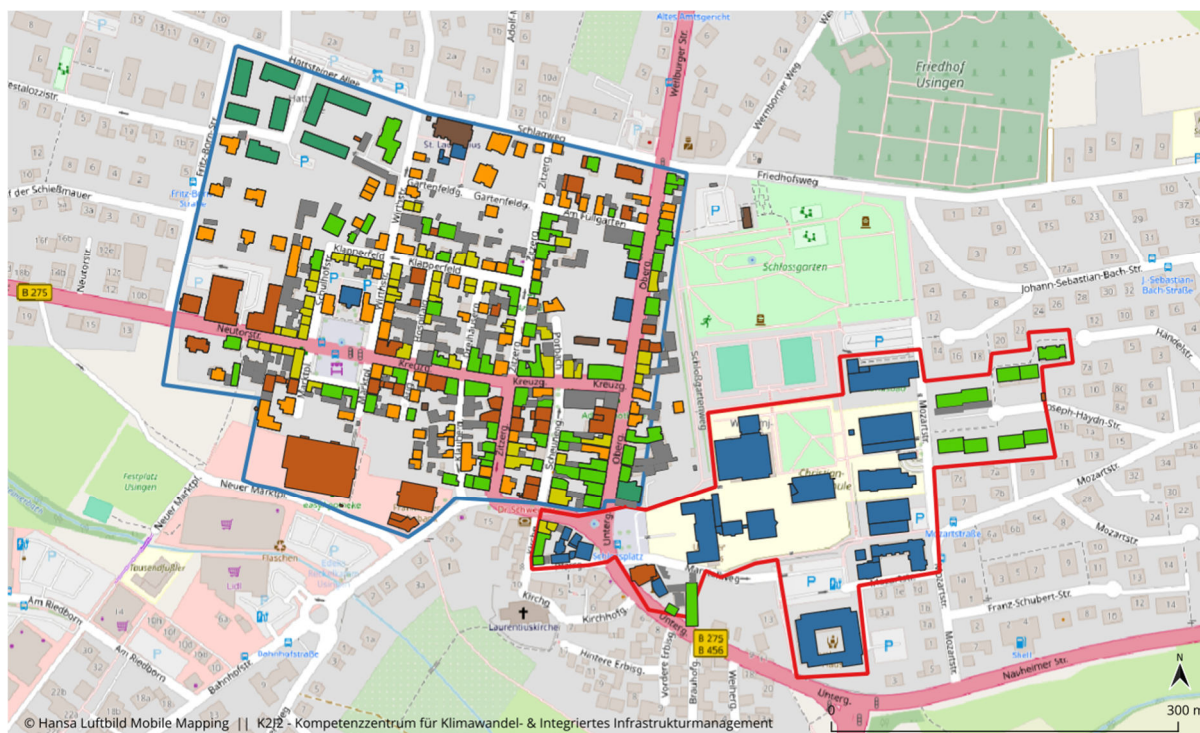


Abbildung 35: Geografische Einordnung - Fokusgebiet Taunusbad (rot) und Einzugsgebiet der qualitativen Interessenabfrage in der Usinger Kernstadt (blau); Quelle: HL-MM/K2I2

3.2 Gebäudebestand und Wärmebedarfe

Zur GIS-Analyse wurde für jede der sechs Kundengruppen ein Wärmelastprofil modelliert. Als Eingangsgrößen wurden Nutzungsart, typische Tages- und Wochenprofile, Ferienzeiten sowie Warmwasser-Grundlast berücksichtigt. Die Profile wurden anschließend auf den gebäudescharf hinterlegten Jahreswärmebedarf (Quelle: KWP-Wärmebedarfskarte) normiert.

Aus der GIS-Analyse und den ausgewerteten Fragebögen der befragten Ankerkunden ergeben sich Abnehmer-Cluster mit gebäudescharfem Jahreswärmebedarf (Abbildung 2).

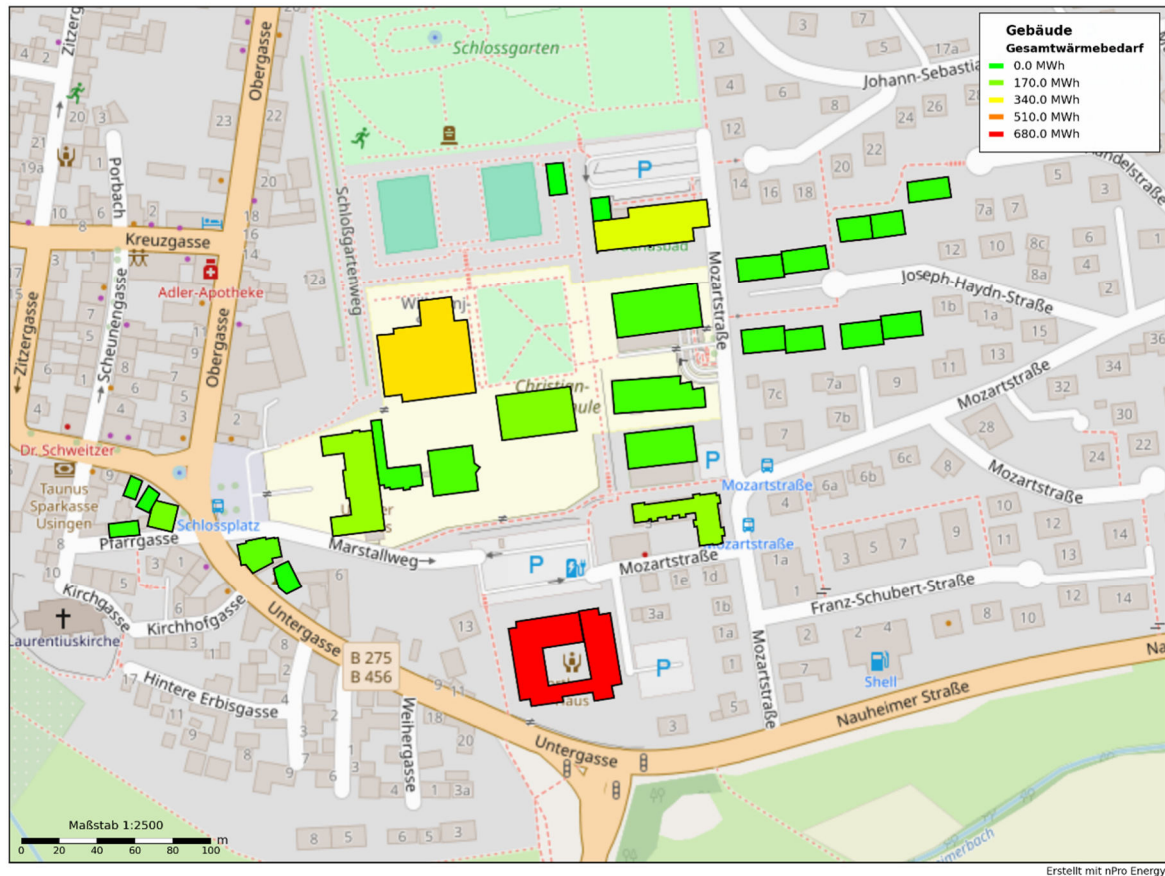


Abbildung 36: Gebäudescharfe Wärmebedarfe im Fokusgebiet in MWh/a; Quelle: nPro Energy

Auf Basis der vorliegenden Bedarfs- und Verbrauchsdaten wurden die in Tabelle 1 zusammengefassten Kenngrößen im Rahmen einer überschlägigen Netzabschätzung mit vorläufiger Trassenführung sowie ergänzenden eigenen Berechnungen ermittelt. Der Jahreswärmebedarf entspricht der Summe der modellierten Abnehmerbedarfe. Für die erforderliche Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale wurde zusätzlich ein pauschaler Netzverlustansatz von 9 % berücksichtigt. Die Wärmelinienindichte ergibt sich aus dem Verhältnis des jährlichen Wärmeabsatzes zur überschlägig ermittelten Trassenlänge und dient als erster Plausibilitätsindikator für die grundsätzliche Eignung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 7.2.5).

Tabelle 1: Gesamtjahreswärmebedarf im Untersuchungsgebiet

Kenngröße	Wert
Jahreswärmebedarf (Summe)	3.500 MWh/a
Spitzenlast	~2.000 kW
Wärmeverluste (Ansatz: 9% des Wärmebedarfs)	315 MWh/a
Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale	3.815 MWh/a
Wärmelinienindichte	~2,8 M Wh/(lkm·a)

Aus den modellierten Lastprofilen wurde die Bedarfs-Jahresdauerlinie erzeugt (Abbildung 37). Sie bildet eine Grundlage für die überschlägige Dimensionierung von Erzeugungs- und Speichereinrichtungen sowie für die Aufteilung zwischen Grund- und Spitzenlastdeckung (Thalmann, Nussbaumer, Zaugg, & Cueni, 2025, S. 28-35).

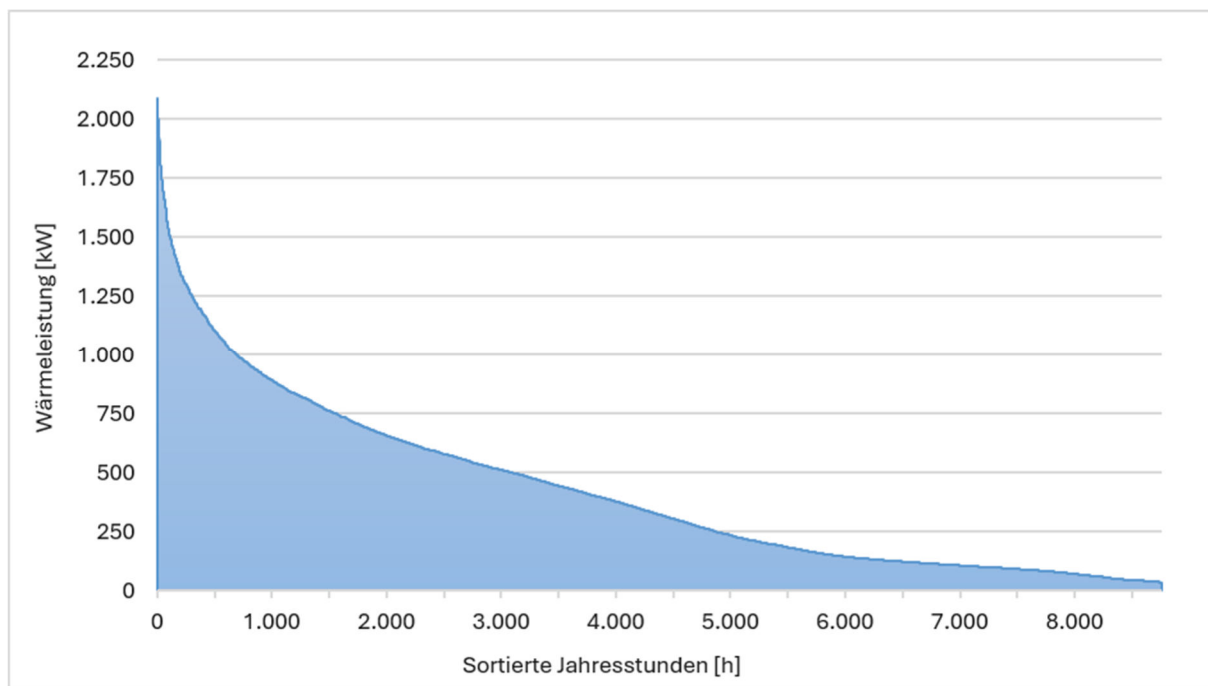


Abbildung 37: Jahresdauerlinie Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad; Quelle: nPro Energy / K2I2

Die Jahresdauerlinie verdeutlicht, dass eine Leistung oberhalb von 1 MW nur in einem begrenzten Zeitraum von etwa 800–1.000 Stunden im Jahr auftritt, während über den überwiegenden Teil des Jahres Leistungen deutlich unter 1 MW abgerufen werden. Dies bestätigt die typische Auslegungslogik für Wärmenetze mit Aufteilung zwischen Grund- und Spitzenlastdeckung.

3.3 Bestehende Wärmeversorgung (Status quo)

Die Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet erfolgt überwiegend über Erdgas-Niedertemperaturkessel, die größtenteils im Zeitraum zwischen 1995 und 2015 errichtet wurden. Daneben sind insbesondere in den Wohngebäuden noch Ölheizungen in Betrieb (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 7.6 und 7.7). Im Zuge der Anforderungen des GEG müssen diese spätestens bis zum Jahr 2044 außer Betrieb genommen bzw. durch alternative Heizsysteme ersetzt werden (GEG, 2020). Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen wurden CO₂-Emissionsfaktoren konsistent mit der Bilanzierungsmethodik des KWP-Endberichts angesetzt. Daraus ergeben sich für den aktuellen Anlagenbestand überschlägig jährliche Ausgangsemissionen von rund 960 t CO₂.

3.4 Potenzielle Energiequellen

Die verfügbaren Wärmequellen im Quartier und im näheren Umfeld bestimmen, welche Erzeugungsvarianten technisch, wirtschaftlich und regulatorisch weiterverfolgt werden können. Aktuell werden die folgenden Quellen beziehungsweise Versorgungsoptionen als grundsätzlich relevant eingeordnet. Die belastbare Bewertung von Ergiebigkeit, Genehmigungsfähigkeit und Erschließungskosten hat in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erfolgen. Der KWP-Endbericht (Kapitel 8.2.10) sieht zudem ausdrücklich vor, dass weitere Wärmequellen wie Abwasserwärme und saisonale Großwärmespeicher in den Fokus- und Prüfgebieten geprüft werden sollen - dieser Auftrag ist in der nachfolgenden Machbarkeitsstudie aufzugreifen.

- **Umweltwärme Luft:** Luft-Wasser-Wärmepumpen sind nahezu standortunabhängig einsetzbar und benötigen keine aufwändige Quellenerschließung. Sie sind damit eine robuste Option im Erzeuger-Mix. Kritisch zu prüfen sind die Effizienz bei niedrigen Außentemperaturen sowie Schallanforderungen (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 8.2.3).
- **Biomasse / Biomethan:** Biomasse oder Biomethan kommen insbesondere als Brennstoffoption für eine BHKW- oder Kesselvariante in Betracht. Maßgeblich sind langfristige Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit, Preisbindung sowie Förderfähigkeit (vgl. Kapitel 5.6 Sensitivität & KWP-Endbericht, Kapitel 8.2.5-8.2.6).
- **Oberflächennahe Geothermie:** Erdsonden ermöglichen durch stabile Quellentemperaturen höhere Jahresarbeitszahlen (JAZ) als Außenluft und können damit den Wärmepumpenbetrieb sowie die Förderfähigkeit der erzeugten Wärmemengen verbessern (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 8.2.4.1). Zu prüfen sind Bohrbarkeit, Flächenbedarf, hydrogeologische Eignungsprüfung und Genehmigungsfähigkeit.
- **Abwasserwärme:** Im Kontext möglicher Netzerweiterungen kann Abwasserwärme bei räumlicher Nähe zu einem ausreichend dimensionierten Kanal oder Sammler eine geeignete Niedertemperaturquelle darstellen. Zu prüfen sind insbesondere Durchfluss, Temperaturniveau, Einbindungspunkt und Abstand zur potenziellen Trasse (VKU/DWA, 2024).
- **Solarthermie und Speicher:** Solarthermie kann sowohl als zentrale Freiflächenanlage als auch durch die Belegung geeigneter öffentlicher Dachflächen mit Einspeisung ins Wärmenetz einen Beitrag zur Erhöhung des erneuerbaren Anteils leisten. Im Untersuchungsgebiet steht mit den öffentlichen Liegenschaften ein nennenswertes Potenzial an geeigneten Dachflächen zur Verfügung. Die Umsetzbarkeit hängt insbesondere von der Eignung der Dach- und Freiflächen, der Einbindung in das Temperaturniveau des Netzes sowie der erforderlichen Speicherkapazität ab (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 8.2.2).

3.5 Rechtliche und kommunale Rahmenbedingungen

Für die weitere Projektentwicklung sind insbesondere die folgenden rechtlichen und förderseitigen Rahmenbedingungen relevant:

- § 71 GEG: Mit der 65%-Erneuerbare-Energien-(EE-)Anforderung steigt der Handlungsdruck bei anstehenden Heizungserneuerungen im Untersuchungsgebiet und stärkt die Bedeutung gemeinsamer Versorgungslösungen.¹
- Wärmeplanungsgesetz (WPG) und kommunale Wärmeplanung (KWP): Die KWP der Stadt Usingen bildet den strategischen Rahmen; das vorliegende Wärmenetzprüfgebiet ist als Maßnahme M4 des KWP-Maßnahmenkatalogs gesetzt.²
- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW): Die BEW-Module 1 bis 4 decken Machbarkeitsstudie, Investition, Betriebsförderung und Transformationsplan ab und bilden den zentralen Förderrahmen für die nachfolgenden Projektphasen (BAFA, 2026).³
- KWKG / EEG: Für eine KWK-Option (BHKW) sind mögliche Stromerlöse, KWK-Zuschläge bzw. eine EEG-Vermarktungslogik sowie Wechselwirkungen mit BEW, Brennstoffwahl und Erneuerbare-Energien-/Abwärme-Anteil im Wärmenetz im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie gesondert zu prüfen (KWKG, 2025; EEG, 2023; BAFA, 2025; Bundesnetzagentur, 2026). Bei Einsatz von Biomethan ist insbesondere die EEG-Förderlogik für den erzeugten Strom zu berücksichtigen (Bundesnetzagentur, 2026).⁴

4 Netzkonzept

4.1 Temperaturniveau und Medium

Das Temperaturniveau im System wurde aus der Gebäudestruktur, den Bestandsanlagen und den möglichen Erzeugungstechnologien abgeleitet.

¹ Die 65%-EE-Anforderung gilt in Neubaugebieten seit 2024. Für Bestandsgebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten greift sie abhängig von Gemeindegröße und Wärmeplanung spätestens nach dem 30.06.2026 bei Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern beziehungsweise spätestens nach dem 30.06.2028 bei Kommunen mit bis zu 100.000 Einwohnern. Für vor dem Wirksamwerden der 65%-EE-Anforderung neu eingebaute gas- oder flüssigbrennstoffbetriebene Heizungen gelten ab 2029 steigende Mindestanteile erneuerbarer Brennstoffe: 15 % ab 2029, 30 % ab 2035 und 60 % ab 2040. Ab 2045 dürfen Heizungen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen betrieben werden (GEG, 2020).

² Für neue Wärmenetze gilt seit dem 01.03.2025 ein Mindestanteil von 65 % erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme an der jährlichen Nettowärmeerzeugung. Nach den Vorgaben des WPG steigt dieser Anteil schrittweise an und muss spätestens ab 2045 vollständig treibhausgasneutral erbracht werden (WPG, 2023).

³ Für BEW-Modul 1 (Machbarkeitsstudie/Transformationsplan) beträgt die maximale Fördersumme 2 Mio. € pro Antrag; Voraussetzung ist u. a. eine Ausrichtung auf mindestens 16 Gebäude oder mindestens 100 Wohneinheiten. Für die Module 2 und 3 (Investitionsförderung) liegt die maximale Fördersumme je Antrag bei bis zu 100 Mio. € (BAFA, 2026).

⁴ Bei Biomethan-BHKW sind insbesondere die Anforderungen der Biomethan-Ausschreibung, mögliche Marktprämien, Flexibilitätsanforderungen, Brennstoffnachweise und Stromvermarktung zu prüfen. Die konkrete Förderfähigkeit und Erlöshöhe hängen vom Anlagenkonzept, der Betriebsweise und den zum Zeitpunkt der Antragstellung geltenden Regelungen ab.

Bei größeren zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen sind zur Legionellenprävention Temperaturen von mindestens 60 °C am Austritt des Trinkwassererwärmers zu berücksichtigen (DVGW, 2004). Im Fokusgebiet betrifft dies insbesondere größere Abnehmer wie das Taunusbad, den Schulkomplex und das Seniorenheim.

Im Rahmen dieser Betrachtung werden zwei grundsätzliche Temperaturkonzepte als tragfähig eingeordnet:

- ein konventionelles Niedertemperaturnetz mit Vorlauftemperaturen im Bereich von rund 75 °C (Rücklauf rund 55 °C) als Wärmeträgermedium aufbereitetes Wasser;
- ein kaltes Nahwärmenetz mit Quellentemperaturen zwischen rund 8 und 35 °C als Wärmeträgermedium typischerweise ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole), kombiniert mit dezentralen Sole-Wasser-Wärmepumpen an den Gebäuden.

Beide Konzepte sind grundsätzlich mit unterschiedlichen Erzeuger- und Quellenoptionen vereinbar. Die endgültige Wahl des Systemtemperaturniveaus und des Wärmeträgermediums bleibt einer variantenoffenen Bewertung in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie vorbehalten.

4.2 Trassenführung, Rohrdimensionierung und Standort Heizzentrale

Ein nach gegenwärtigem Kenntnisstand plausibler Trassenverlauf folgt im Wesentlichen der Mozartstraße und dem Marstallweg. Der Standort der Heizzentrale wurde beispielhaft in räumlicher Nähe des Taunusbades gesetzt - zentral zu den ganzjährigen Grundlast-Ankerkunden und mit kurzen Anbindungen an den Hauptstrang. Die in Abbildung 4 dargestellte Trassenführung und Standort der Heizzentrale dienen ausschließlich der überschlägigen Auslegung und stellen keine Vorabfestlegung dar.

Eine belastbare Trassen- und Rohrnetzauslegung erfordert die Berücksichtigung weiterer Indikatoren wie Wärmebedarfsdichte, absoluter Verbräuche der Ankerkunden, Besitzstrukturen sowie infrastruktureller Rahmenbedingungen (etwa Querungen und Straßenkörper).

Für den Standort der Heizzentrale stehen im Quartier sowohl geeignete Flächen als auch nutzbare Bestandsräume zur Verfügung - etwa Räumlichkeiten am Taunusbad, die nach erster Einschätzung ausreichend dimensioniert sind. Weitere Optionen wie die Nutzung vorhandener Technikräume in anderen öffentlichen Liegenschaften oder ein Neubau bleiben gleichwertig zu bewerten. Die belastbare Standortwahl bedarf einer vertieften Untersuchung. In jedem Fall sind die Anforderungen an Brennstoff- bzw. Energieversorgung, Abgasführung, Schallschutz gegenüber benachbarter Wohn- und Pflegenutzung sowie Notstromversorgung sicherzustellen.

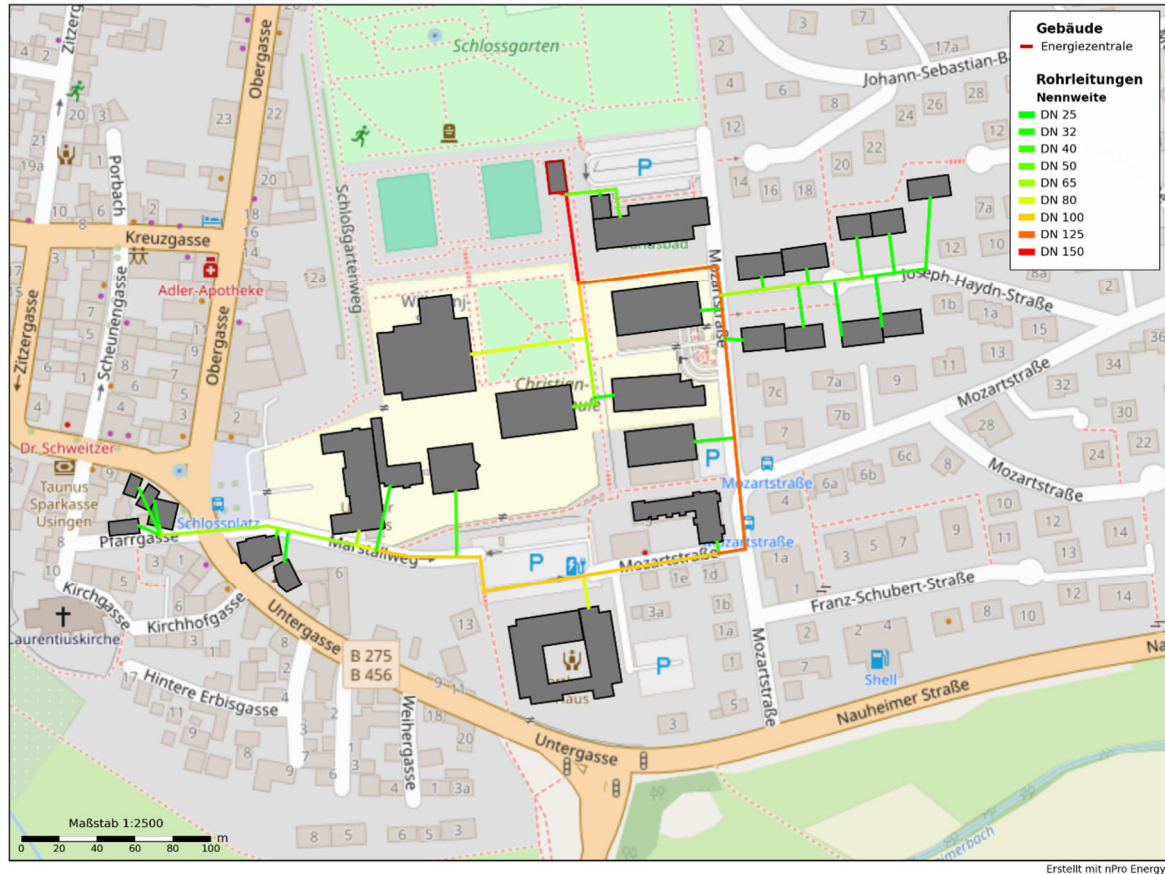


Abbildung 38: Trassenentwurf inklusive Heizzentrale (rot umrandetes Gebäude); Quelle: nPro Energy

Aufbauend auf der dargestellten Trassenführung mit einer geschätzten Gesamtlänge von rund 1.240 m ergeben sich die in Tabelle 2 zusammengefassten indikativen Rohrnennweiten je Netzbereich. Die in Kapitel 3.2 ausgewiesene Wärmelinienichte von ~2,8 MWh/lfm·a stützt die grundsätzliche Eignung des Gebiets für ein Wärmenetz (vgl. KWP-Endbericht, Kapitel 7.2.5); eine belastbare Dimensionierung mit Druckverlust- und Temperaturrechnung ist im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erbringen.

Tabelle 2: Indikative Rohrnennweiten und geschätzte Längen je Netzbereich; Quelle: nPro Energy

Bereich	Nennweite	Geschätzte Länge
Hauptstrang (Heizzentrale → Mozartstraße)	DN 150 → DN 125	~250 m
Verteilstränge (Schulkomplex, Wohnanlage)	DN 100 → DN 65	~340 m
Stichleitungen und Hausanschlüsse	DN 50 → DN 25	~650 m
Gesamt		~1.240 m

5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dient der ersten wirtschaftlichen Einordnung des potenziellen Wärmenetzes. Betrachtet werden insbesondere die Investitions- und Betriebskosten, die relevanten Fördermöglichkeiten sowie die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten.

Eine belastbare wirtschaftliche Bewertung einschließlich Variantenbetrachtung und Systemoptimierung, Sensitivitätsbandbreiten und Finanzierungsstruktur hat im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erfolgen.

5.1 Methodik, Tools und Genauigkeit

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden überschlägige Kosten- und Betriebsannahmen zugrunde gelegt, die einer Genauigkeitsklasse von rund $\pm 30\%$ entsprechen. Die Ergebnisse dienen der Einordnung wirtschaftlicher Größenordnungen und stellen keine Grundlage für eine Investitionsentscheidung dar. Ausgewiesene Einzelwerte und Bandbreiten sind als indikative Ergebnisse zu verstehen.

Für die technische und wirtschaftliche Abschätzung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

- **nPro Energy:** Webbasierte Modellierungssoftware zur überschlägigen Auslegung von Quartiers- und Wärmenetzsystemen, insbesondere für die stundenaufgelöste Lastmodellierung, die überschlägige Rohrdimensionierung, die Erstellung von Jahresdauerlinien und die Simulation des Erzeugereinsatzes.
- **Branchen- und Marktdaten:** Grundlage für überschlägige Investitionskosten der Erzeugungsanlagen sowie für Annahmen zu Brennstoff-, Strom- und weiteren Betriebskosten auf Basis aktueller Markt- und Zeitreihendaten.

Für die annuitätische Betrachtung wurden ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren und ein Kalkulationszinssatz von $5,0\%$ angesetzt. Die detaillierten Eingangsparameter, unter anderem Energiepreise, CO_2 -Kosten, Wartungssätze, technische Nutzungsdauern und Förderannahmen, sind in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu aktualisieren und durch Sensitivitätsanalysen zu ergänzen. Soweit verfügbar, sind dabei reale Verbrauchsdaten, konkrete Marktangebote und belastbare Angaben zur Finanzierung einzubeziehen.

5.2 Investitionskosten (CAPEX)

Die Investitionskosten schätzung umfasst die Wärmenetzinfrastruktur mit Tiefbau, Kunststoffmantelrohren (KMR) und Hausübergabestationen (HÜSt), die Heizzentrale einschließlich Gebäude und Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) sowie mögliche Erzeugungsanlagen für die potenziellen Wärmequellen (Kapitel 3.4). Hierzu zählen insbesondere Wärmepumpen, BHKW, Spitzenlastkessel und Wärmespeicher. Auf der Ebene dieser Betrachtung ergeben sich für die zentralen Investitionskostenblöcke die in Tabelle 3 zusammengefassten Bandbreiten. Die angegebenen Spannweiten berücksichtigen die angesetzte Genauigkeitsklasse von $\pm 30\%$.

Tabelle 3: Indikative Investitionskostenblöcke

Investitionskostenblock	Größenordnung
Wärmenetz einschließlich Tiefbau, KMR und HÜSt	rund 0,8 – 1,4 Mio. €
Heizzentrale und Erzeugungsanlagen	rund 2,0 – 4,0 Mio. €
MSR, Planung und Kostenrisiken	rund 0,5 – 0,7 Mio. €

Hinweis: Die Einzelpositionen und die variantenspezifische Kostenaufstellung mit spezifischen Kostenansätzen in €/m Trasse, €/kW Erzeugerleistung und T€/HÜSt werden im Rahmen der Machbarkeitsstudie auf Grundlage einer konkretisierten Trassenführung und aktueller Marktangebote präzisiert. Derzeit nicht berücksichtigt sind Grunderwerb, gebäudeinterne TGA-Umbauten bei den Anschlussnehmern sowie Konzessions- und Genehmigungskosten.

5.3 Fördermittel (BEW)

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ist für das Vorhaben strukturell aufkommensbildend. In der vorliegenden Betrachtung wird davon ausgegangen, dass ein wesentlicher Teil der förderfähigen Positionen (Netz, EE-Erzeuger, Speicher, HÜSt) über die BEW gefördert werden kann. Ergänzend können für erneuerbare Wärmemengen sowie für KWK-Anteile weitere Förder- bzw. Vergütungsinstrumente einschlägig sein.

Auf Größenordnungsebene ergibt sich eine indikative CAPEX nach Förderung von rund 2,0 – 3,5 Mio. €. Die exakte Förderhöhe und das konkrete Förder-Stacking - abhängig von endgültiger EE-Quote, Erzeugerwahl, Jahresarbeitszahl und einschlägigen Modulanforderungen - sind im Rahmen einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu ermitteln.

5.4 Betriebskosten (OPEX)

Die OPEX-Indikation umfasst Brennstoffkosten, Strombezugskosten, CO₂-Kosten nach BEHG, Wartung und Instandhaltung sowie Personal, Verwaltung und Versicherungen. Es ergibt sich eine indikative Größenordnung von rund 300 – 500 T€/a netto. Eventuelle Stromerlöse aus KWK-Anteilen können den Brennstoffkostenbeitrag teilweise kompensieren.

Die OPEX sind in besonderem Maße sensitiv gegenüber den Brennstoff- und Strompreisen sowie dem realisierten Erzeugereinsatz. Eine belastbare OPEX-Aufstellung auf Basis einer detaillierten Erzeugereinsatz-Simulation ist in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erstellen.

5.5 Wärmegestehungskosten (LCoH)

Aus der Annuitätenmethode (CAPEX nach Förderung verteilt über 20 Jahre bei 5 % WACC) zuzüglich OPEX ergibt sich eine indikative LCoH in der Größenordnung von rund 10 – 18 ct/kWh. In die LCoH-Berechnung gehen die annuitätisch verteilten Investitionskosten (CAPEX nach Förderung), Wartungs- und sonstige Betriebskosten, Brennstoff- und Strombezugskosten sowie mögliche Stromerlöse aus KWK-Anteilen und die jährlich abgenommene Wärmemenge ein. Eine detaillierte Aufstellung dieser Parameter mit Bandbreiten (Brennstoff- und Strompreise, CO₂-Trajektorie, Wartungssätze, Lebensdauern, Fördersätze etc.) ist in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erstellen.

Die Spannweite der Wärmegestehungskosten ist im Rahmen der Genauigkeitsklasse von $\pm 30\%$ zu interpretieren. Für einen Ziel-Arbeitspreis im Vertrieb (13 – 16 ct/kWh netto) zuzüglich Grundpreis und einmaligem Baukostenzuschuss ist ein wirtschaftlich tragfähiger Korridor erreichbar; die finale Tarifierung und der Marktvergleich gegenüber dezentralen Alternativen sind in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu vertiefen.

5.6 Sensitivität

Eine qualitative Sensitivitätseinschätzung zeigt drei dominante Treiber für die Wärmegestehungskosten:

- **Anschlussquote** (realisierte Wärmeabnahme gegenüber theoretischem Bedarf): größter Einzeltreiber - eine niedrigere Quote treibt die LCoH überproportional, weil sich Netz- und Erzeugerinvestitionen auf eine geringere Wärmemenge verteilen.
- **Brennstoffpreis** bei brennstoffgeführten Erzeugerkomponenten: die starke Abhängigkeit von einem langfristigen Lieferverhältnis ist im Vertragsdesign zu adressieren.
- **Strompreis** bei strombetriebenen Erzeugerkomponenten: die Wahl von Wärmequellen mit hoher und stabiler Jahresarbeitszahl sowie der Einsatz von Eigenstromerzeugung dämpfen diese Abhängigkeit.

Quantitative Sensitivitätsbandbreiten mit Brennstoff- bzw. Strompreis-Variationen, Förderoptionen und Anschlussquoten-Szenarien sind in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie auf Basis eines belastbaren Modells durchzuführen.

6 Risiken und Chancen

Die vorliegende vertiefende Betrachtung hat erste fachliche und strategische Risiken sowie Chancen für die Realisierung eines Wärmenetzes im Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad identifiziert. Die nachstehende Übersicht dient der Vorab-Sensibilisierung der relevanten Akteure und der frühzeitigen Identifikation steuerbarer Risiko- und Chancenfelder. Eine belastbare, quantitative Risikobewertung mit Eintritts- und Schadenswahrscheinlichkeiten sowie eine vertiefte Chancenbewertung sind in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erarbeiten.

6.1 Risikomatrix

Tabelle 4 fasst die identifizierten zentralen Risiken zusammen. Die Einschätzungen zu Auswirkung und Eintritt sind als qualitative Indikation zu verstehen.

Tabelle 4: Indikative Risikomatrix

Nr.	Risiko	Auswirkung	Eintritt	Gegenmaßnahme
R1	Anschlussquote unter Planwert	hoch	mittel	LOI-Phase mit Ankerkunden, stufenweise Realisierung
R2	Brennstoffpreis-Volatilität	hoch	hoch	Langfristverträge, hybride Erzeugungskonzepte
R3	Bau- und Tiefbaukostensteigerung	mittel	hoch	Synergetische Mitverlegung mit anderen Infrastrukturmaßnahmen, festpreisorientierte Bauverträge
R4	Verzögerung Förderverfahren	mittel	mittel	Frühzeitige Förderantragstellung, Pufferzeiten im Projektplan
R5	Regulatorische Änderungen (WPG, GEG)	mittel	niedrig	Monitoring der Rechtsentwicklung, Szenarienanalyse

6.2 Chancen

Über die Risikoebene hinaus zeigen sich mehrere positive strukturelle Aspekte, die als Chancen für die weitere Projektentwicklung genutzt werden können:

- Mit dem Taunusbad, dem Korthauer Haus und der Seniorenresidenz Mozartstraße 5 stehen ganzjährige Grundlast-Abnehmer zur Verfügung - eine günstige Voraussetzung für eine wirtschaftliche Erzeuger-Auslegung des Wärmenetzes.
- Der hohe Anteil öffentlicher Liegenschaften eröffnet bei entsprechendem kommunalpolitischen Beschluss kommunalrechtliche Steuerungsinstrumente, etwa eine Anschluss-Satzung.
- Synergien mit anderen kommunalen Infrastrukturvorhaben (z. B. Glasfaser- oder Wasserleitungsausbau) können Tiefbaukosten und Bauzeiten reduzieren.
- Eine Positionierung als Pilot- und Demonstrationsvorhaben stärkt die Sichtbarkeit gegenüber Fördergebern und unterstützt den Wissenstransfer in andere Quartiere und Kommunen.
- Das Konzept ist erweiterbar - eine perspektivische Anbindung weiterer Liegenschaften und ein mittelfristiger Ausbau in die Usinger Kernstadt sind grundsätzlich möglich.

7 Stakeholder-Landkarte

Für das Vorhaben sind Stakeholder mit unterschiedlichem Einfluss und unterschiedlicher Steuerungsfunktion zu adressieren. Eine erste Übersicht im Rahmen dieser Betrachtung gliedert die relevanten Akteure in drei Wirkungskreise: Anker-Abnehmer, öffentliche Träger und Genehmigungsstellen sowie weitere zu adressierende Akteure. Eine konkrete Kommunikations- und Vertragsstrategie je Akteur ist in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie als Stakeholder-Plan auszuarbeiten.

Anker-Abnehmer mit hohem Einfluss umfassen das Taunusbad, das Korthauer Haus, die Seniorenresidenz Mozartstraße 5 und den Schulkomplex. Für diese Liegenschaften ist die

frühzeitige Anschlussbestätigung (Letter of Intent, LOI) zentral. Der Pflegebereich erfordert zusätzlich erhöhte Anforderungen an Versorgungssicherheit und Legionellenprävention.

Öffentliche Träger und Genehmigungsstellen umfassen die Stadt Usingen (politischer Grundsatzbeschluss, Konzessionierung, ggf. Anschluss-Satzung), den Hochtaunuskreis (als Träger Schule, Verwaltungsgebäude und Taunusbad mit Dekarbonisierungspflicht) sowie BAFA und BMWK (Förderkonformität, EE-Quotennachweis). Diese Gruppe steuert die Rahmenbedingungen und ist im Rahmen der Förderantragstellung formal zu adressieren.

Weitere zu adressierende Akteure sind die Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) der Wohnanlage (Preisstabilität, Tarifstruktur), der Strom-Netzbetreiber (Anschlussleistung am Standort der Heizzentrale), der Gasnetzbetreiber (Entflechtungsplanung) sowie Anwohner und Öffentlichkeit (Bürgerinformation zu Baumaßnahmen und Verkehrsführung).

8 CO₂-Bilanz Status quo vs. Zielversorgung

Der Bestandsversorgung des Untersuchungsgebiets (überwiegend Erdgas, vereinzelt Heizöl) wird die Zielversorgung über das Wärmenetz auf Basis der in Kapitel 3.3 ausgewiesenen Emissionsfaktoren (BISKO 6. Auflage, mit Vorkette) gegenübergestellt. Die in Tabelle 5 zusammengefassten Werte sind als indikative Bandbreite zu verstehen.

Tabelle 5: Indikative CO₂-Bilanz Status quo vs. Zielversorgung (BISKO 6. Auflage)

Kenngröße	Status quo	Zielversorgung	Minderung
Endenergie	~3.900 MWh/a	~3.600 MWh/a	~8 %
CO ₂ -Emissionen	~960 t/a	~340 – 580 t/a	~40 – 65 %
EE-Anteil Wärme	< 5 %	> 65 %	+60 Pp.

Die Zielversorgungswerte stellen indikative Bandbreiten über die noch offenen Erzeuger- und Quellenvarianten dar (vgl. Kapitel 3.4 und 4.1). Eine belastbare CO₂-Bilanz mit konkretem Erzeugermix, dynamischer Strommix-Trajektorie und Anrechnung von Hilfsstrom ist in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu erarbeiten.

9 Empfehlung und Roadmap

9.1 Zentrale Empfehlung

Aus der vorliegenden vertiefenden Betrachtung wird die Umsetzung einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie als nächste Projektphase empfohlen. Die Studienkonzeption wird zweistufig vorgeschlagen: das Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad bildet den Pilotcluster, eine perspektivische Erweiterung in die Usinger Kernstadt wird im Studienscope mit angelegt. Als naheliegende und förderfähige Form gilt eine Machbarkeitsstudie nach BEW-Modul 1.

Die ausführliche Begründung der Empfehlung - strukturelle Argumente, Stakeholder-Konstellation, Lastsituation, Ergebnisse der qualitativen Interessenabfrage sowie Variantenoffenheit - ist in Abschnitt 1.1 dargestellt. Zentral sind die drei Treiber: ein bindender energiepolitischer Rahmen (KSG, WPG, § 71 GEG), ein im Cluster ohnehin anstehender Sanierungsbedarf (insbesondere Taunusbad und Rathaus) sowie eine Förderkulisse, die technisch sinnvolle Erzeugervarianten substanziell entlastet.

Die zweistufige Studienkonzeption umfasst:

- Pilotcluster Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad als dimensionierungsführender Studienteil mit hydraulischer und thermischer Netzsimulation, TGA-/HÜSt-Konzept, Erzeugungsvariantenbetrachtung und Wirtschaftlichkeitsmodell als Entscheidungsgrundlage für die Investitionsentscheidung.
- Erweiterungsperspektive Usinger Kernstadt mit Identifikation weiterer Verdichtungsgebiete, Grobtrassenführung, Lastpotenzialen und etappiertem Ausbaupfad - analog zur Logik eines Transformationsplans.

Diese Studienkonzeption greift den im KWP-Endbericht (Kapitel 9.1) formulierten Gedanken auf, das Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad neben dem OVAG-Nahwärmenetz an der Hochtaunus-Klinik als „Keimzelle“ für eine schrittweise Netzverdichtung in der Usinger Kernstadt zu entwickeln. Eine konkrete Erzeuger- und Variantenwahl ist nicht Gegenstand der vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung; sie ist auf Basis realer Verbrauchsdaten und eines belastbaren Erzeuger- und Quellenvergleichs (vgl. Kapitel 3.4 und 4.1) in einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie zu treffen.

9.2 Roadmap bis Investitionsentscheidung

Tabelle 6: Indikative Roadmap

Phase	Aktivitäten	Dauer (kumulativ)
Phase 1 - Antrag	Kommunaler Grundsatzbeschluss, Vorbereitung und Einreichung des Förderantrags, Anschlussbestätigungen (LOI) mit Anker-Abnehmern, Datenabruf Ist-Verbräuche	0 – 6 Monate
Phase 2 - Machbarkeitsstudie	Netzsimulation, TGA-/HÜSt-Konzept, Erzeugungsvariantenbetrachtung, Wirtschaftlichkeit, Erweiterungsperspektive Kernstadt	6 – 18 Monate
Phase 3 - Investitionsentscheidung	Vertragsstruktur (Konzession, Wärmelieferung), Förderantrag für die Umsetzungsphase, Go-/No-Go-Entscheidung der Träger	18 – 24 Monate
Phase 4 - Realisierung	Ausführungsplanung, Vergabe, Bau Netz und Heizzentrale, Inbetriebnahme und Übergabe	24 – 42 Monate

9.3 Nächste konkrete Schritte (0-90 Tage)

- Kommunalen Grundsatzbeschluss zur Projektaufsetzung einholen
- Förderantrag (üblicherweise BEW-Modul 1) vorbereiten - Leistungsverzeichnis und Kostenschätzung mit zweistufigem Scope (Pilotcluster Wärmenetzprüfgebiet Taunusbad + Erweiterungsperspektive Usinger Kernstadt)
- LOI-Vorlage erarbeiten und Ansprache der Anker-Abnehmer (Taunusbad, Schulträger, Pflegeträger) starten
- Fachgutachter für die Machbarkeitsstudie ausschreiben (Fachlose Netz und Erzeugung); Leistungsbild auf den zweistufigen Scope zuschneiden
- Datenabruf bei den zuständigen Messstellenbetreibern für reale Verbrauchsdaten der Anker-Abnehmer
- Laufende Befragung der Kernstadt fortführen und auswerten; Ergebnisse als Eingangsdaten für die Erweiterungsperspektive aufbereiten

10 Ergebnis Befragung

Parallel zur vertiefenden Fokusgebietsbetrachtung wurde im Fokusgebiet sowie im angrenzenden Kernstadtbereich der Stadt Usingen (vgl. Abbildung 1) eine qualitative Interessenabfrage ohne Bindungswirkung durchgeführt. Adressiert wurden private Eigentümerinnen und Eigentümer per postalischer und Online-Befragung. Der Fragebogen umfasste die Themenbereiche Gebäude- und Eigentümerstruktur, Wärmebedarf und Wärmeerzeuger, Anlagentechnik, Zukunftsplanung bis 2030/2035 sowie Anschlussinteresse und Kosten. Tabelle 7 fasst die für die vorliegende Betrachtung wesentlichen Kennzahlen der Interessenabfrage zusammen.

Tabelle 7: Kennzahlen der qualitativen Interessenabfrage

Kenngröße	Wert
Befragte (postalisch / online)	209
Rücklauf	33 ($\pm$ 16 %)
Anschlussinteresse - „Ja“	51,5 %
Anschlussinteresse - „vielleicht“	15,2 %
Zeithorizont - laufendes Jahr	30 %
Zeithorizont - 5+ Jahre	33,3 %
Bestands-Heizenergieträger Erdgas	66,3 %
Bestands-Heizenergieträger Heizöl	21 %

Die Rückmeldungen stützen das in Abschnitt 1.1 erwähnte positive Grundinteresse. Sie sind als qualitative Indikation ohne Bindungswirkung zu verstehen; eine strukturierte

Marktansprache mit verbindlichen Anschlussbekundungen ist Gegenstand einer nachfolgenden Machbarkeitsstudie.

11 Abkürzungen und Glossar

Abk.	Bedeutung
AGFW	Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz (nationaler CO ₂ -Preis)
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk (KWK)
CAPEX	Capital Expenditure / Investitionskosten
DHW	Domestic Hot Water / Trinkwarmwasser
DN	Diameter Nominal / Nennweite
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HÜSt	Hausübergabestation
JAZ	Jahresarbeitszahl (Wärmepumpe)
JDL	Jahresdauerlinie
KMR	Kunststoffmantelrohr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LCoH	Levelised Cost of Heat / Wärmegestehungskosten
LOI	Letter of Intent / Absichtserklärung
LTHD	Low Temperature District Heating (Niedertemperatur-Netz)
OPEX	Operating Expenditure / Betriebskosten
SL	Spitzenlast
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
WP	Wärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

Literatur- und Quellenverzeichnis

- AACE International. (2020). *AACE International Recommended Practice No. 18R-97: Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries*. Morgantown, WV: AACE International. Abgerufen am 19. März 2026 von https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf
- AGFW. (2022). *AGFW FW 510:2022-07 – Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen sowie Hinweise für deren Betrieb*. AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. Frankfurt am Main: AGFW e. V. Abgerufen am 05. März 2026 von <https://www.agfw-shop.de/regelwerk/5-anschluss-und-kundenanlagen/fw-510c-anforderungen-an-das-kreislaufwasser-von-industrie-und-fernwarmeheizanlagen-sowie-hinweise-fur-deren-betrieb-druckfassung.html>
- AGFW e. V. (2012). *FW 440 – Hydraulische Berechnung von Heizwasser-Fernwärmenetzen*. AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main. Abgerufen am 20. März 2026 von <https://www.agfw-regelwerk.de/component/4>
- AGFW e. V. (2022). *FW 401 – Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme*. AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main. Abgerufen am 20. März 2026 von <https://www.agfw-regelwerk.de/component/4>
- BAFA. (2025). *Informationsblatt CO₂-Faktoren: Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss*. Informationsblatt, Version 3.3, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn. Abgerufen am 23. März 2026 von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2025.pdf
- BAFA. (2025). *Merkblatt KWK-Anlagen zur Darlegung der Zulassungsvoraussetzungen nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz*. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Abgerufen am 10. März 2026 von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_anlagen_mb_zulassung.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- BAFA. (April 2026). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Merkblatt Antragstellung, technische Anforderungen und Verwendungsnachweis*. Abgerufen am 19. März 2026 von Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bew_merkblatt_3_1.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Buffa, S., Cozzini, M., D'Antoni, M., Baratieri, M., & Fedrizzi, R. (2019). 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 104, 504–522.
doi:10.1016/j.rser.2018.12.059

Bundesnetzagentur. (2026). *Ausschreibungen für Biomethananlagen*. Abgerufen am 10. März 2026 von Bundesnetzagentur: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Biomethan/start.html>

DVGW. (2004). *DVGW-Arbeitsblatt W 551:2004-04 – Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen*. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Wasser. Bonn: DVGW.

EEG. (2023). Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023). Abgerufen am 03. Februar 2026 von https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/

Energieagentur Rheinland-Pfalz. (2021). *Leitfaden Kalte Nahwärme – Ein Zukunftskonzept der kommunalen Energieversorgung*. Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. Kaiserslautern: Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. Abgerufen am 03. März 2026 von https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Leitfaden_Kalte_Nahwaerme.pdf

Erbe, A. (2014). *Cost Estimate Classification and Accuracy for Major Industrial Plant Projects (MIPP) versus Building Construction in Germany – Freiburger Arbeitspapiere Nr. 2014/01*. Freiberg: Technische Universität Bergakademie Freiberg, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Abgerufen am 19. März 2026 von <https://hdl.handle.net/10419/106158>

GEG. (2020). Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Januar 2026 (BGBl. 2026 I Nr. 4). *Gesetze im Internet*. Abgerufen am 18. März 2026 von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.html>

KSG. (2019). Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235). *Gesetze im Internet*. Abgerufen am 18. März 2026 von <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html>

KWKG. (2025). Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz – KWKG 2025). Abgerufen am 25. Februar 2026 von https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/

nPro Energy GmbH. (2026). *Über nPro*. Von nPro: <https://www.npro.energy/main/de/about-npro> abgerufen

Thalmann, S., Nussbaumer, T., Zaugg, D., & Cueni, M. (2025). *Planungshandbuch Thermische Netze*. EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE, Ittigen.

- VDI. (2012). *VDI 2067 Blatt 1:2012-09 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung*. Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- VDI. (2021). *VDI 4655:2021-07 - Referenzlastprofile von Wohngebäuden für Strom, Heizung und Trinkwarmwasser sowie Referenzerzeugungsprofile für Fotovoltaikanlagen*. VDI-Richtlinie, VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf.
- VKU/DWA. (2024). *Abwasserwärme effizient nutzen – Rechtliche und technische Rahmenbedingungen*. Verband kommunaler Unternehmen e. V. und Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Berlin: VKU Verlag GmbH. Abgerufen am 10. Februar 2026 von Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall: https://de.dwa.de/files/_media/content/DIVERSES/Flyer/VKU-DWA-Info-Abwasserw%C3%A4rme/VKU-DWA-Info-Abwasserw%C3%A4rme/index.html
- WPG. (2023). *Wärmeplanungsgesetz (WPG) vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*, zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 22. Dezember 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 348). *Gesetze im Internet*. Abgerufen am 18. März 2026 von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html>