



ABSCHLUSSBERICHT

ZUR KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STÄDTE MEDEBACH UND HALLENBERG

Im Auftrag der:

Stadt Medebach, Österstraße 1, 59964 Medebach

Stadt Hallenberg, Rathausplatz 1, 59969 Hallenberg

Erstellt durch:

BBH Engineering GmbH, KAP am Südkai, Agrippinawerft 26-30, 50678 Köln

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	6
Management Summary.....	7
1. Einleitung	9
1.1 Anlass und Ziel der kommunalen Wärmeplanung	9
1.2 Rechtlicher Rahmen.....	9
1.3 Funktion und Abgrenzung des Wärmeplans	10
2. Methodik	10
2.1 Methodisches Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung.....	10
2.2 Datenbasis	11
2.3 Digitaler Zwilling und räumliche Modellierung (ENEKA)	11
2.4 Ableitung von Kenngrößen	12
2.5 Annahmen, Abgrenzungen und Datenqualität	12
3. Bestandsanalyse	12
3.1 Klimatische Grundlagen.....	13
3.2 Gebäudebestand, Wärmebedarf und bestehende Wärmeversorgung	14
3.3 Einordnung der Gebäudestruktur und bestehenden Wärmeversorgung	16
3.4 Ableitung von Energiedichten	17
3.4.1 Flächenbezogene Wärmedichte.....	17
3.4.2 Linienbezogene Wärmedichte.....	17
3.5 Ableitung von Netzzvorzugsgebieten	18
4. Potentialanalyse.....	20
4.1 Abgrenzung von netzgebundenen und dezentralen Versorgungsgebieten...	20
4.2 Methodisches Vorgehen zur Potenzialbewertung von Wärmenetzen	22
4.3 Wärmebedarf, Lastverhalten und Netzkenngößen.....	23
4.4 Potentiale erneuerbarer Wärmequellen	25
4.4.1 Solarthermie	26
4.4.2 Abwärme	27
4.4.3 Biomasse und Biogas	28

4.4.4	Geothermie.....	29
4.4.5	Umweltwärme und Power-to-Heat.....	30
4.5	Zusammenfassende Einordnung der Potenziale.....	32
5.	Zielbild und Entwicklung strategischer Versorgungsvarianten	32
5.1	Zielbild der zukünftigen Wärmeversorgung	33
5.2	Ableitung strategischer Versorgungsansätze	33
5.3	Energiesystemmodellierung (strategisch)	33
5.4	Beschreibung der strategischen Versorgungsvarianten.....	34
5.4.1	Variante 1: Fortführung überwiegend dezentraler Versorgung	34
5.4.2	Variante 2: Ausbau leitungsgebundener Wärmenetze in Netzvorzugsgebieten.....	34
5.4.3	Variante 3: Langfristiger Transformationspfad mit erweiterter Netzentwicklung	35
5.5	Qualitative Bewertung der Versorgungsvarianten	35
5.6	Empfohlener Entwicklungspfad und Übergang zur vertieften Bewertung	35
6.	Quantitative Energiesystemmodellierung und vergleichende Bewertung der Versorgungsvarianten	36
6.1	Methodik der quantitativen Energiesystemmodellierung	36
6.2	Kostenansatz und wirtschaftliche Annahmen.....	36
6.3	Entwicklung und Vergleich der Versorgungsvarianten.....	38
6.3.1	Zusammenstellung der Technikvarianten	39
6.4	Vergleich der Wärmegestehungskosten.....	41
6.5	Einordnung der Ergebnisse und Abgrenzung.....	41
7.	Dezentrale Versorgungsoptionen als Ergänzung und Alternative.....	42
7.1	Versorgung durch Wärmepumpen	42
7.2	Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik und Batteriespeicher	43
7.3	Wärmepumpe mit konventionellem Spitzenlastkessel	43
7.4	Biomassebasierte dezentrale Wärmeversorgung	44
7.5	Zusammenfassende Einordnung der dezentralen Versorgungsoptionen.....	45
8.	Bewertung, Zielerreichung und wirtschaftliche Einordnung	45
8.1	Bewertungsansatz	45

8.2	Klimawirkung und Zielerreichung.....	46
8.3	Wirtschaftliche Einordnung.....	46
8.4	Fördermittelrechtliche Einordnung.....	48
8.5	Zusammenfassende Bewertung.....	49
9.	Räumliche Zonierung und Umsetzungsstrategie.....	49
9.1	Zonierung der Wärmeversorgung.....	49
9.2	Zielsetzung der Umsetzungsstrategie.....	50
9.3	Zeitliche Staffelung der Maßnahmen (2030–2045).....	50
9.4	Umsetzungsprozess und Projektlogik.....	52
9.5	Priorisierung, Finanzierung und Förderinstrumente.....	52
9.5.1	Priorisierung der Wärmenetzgebiete.....	52
9.5.2	Abgrenzung der Umsetzungsstrategien.....	53
9.5.3	Finanzierung und Fördermöglichkeiten.....	53
9.5.4	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).....	54
9.5.5	Monitoring und Fortschreibung.....	54
10.	Beteiligung der Öffentlichkeit und Akteure.....	55
10.1	Einordnung und rechtlicher Rahmen.....	55
10.2	Zielsetzung der Beteiligung.....	55
10.3	Beteiligte Akteure.....	55
10.4	Formate der Bürger- und Öffentlichkeitsbeteiligung.....	56
10.5	Beteiligung in der Umsetzungsphase.....	57
10.6	Zusammenfassende Bewertung.....	57
11.	Fazit und Ausblick.....	58
Anhang A – Wirtschaftliche Detailbetrachtung der Versorgungsvarianten.....		60

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: DIN-V 18599 Klimazonen.....	13
Abbildung 2: Jahrestemperaturwerte der Klimazone 6 / DIN-V 18599.....	14
Abbildung 3: Gebäudebedarfsdaten Untersuchungsgebiet	15
Abbildung 4: Darstellung der installierten Energiesysteme (verwendeten Energieträger) der Gebäude im Untersuchungsgebiet.....	15
Abbildung 5: Anzahl der Gebäude in den unterschiedlichen Baualtersklassen	16
Abbildung 6: Links- Darstellung des gesamten Untersuchungsgebiets im digitalen Zwilling; Rechts - Darstellung der Wärmenetzführung im gesamten Untersuchungsgebiet entlang der Ortstraßen.....	18
Abbildung 7: Strukturplan des potenziellen Netzversorgungsgebiets (Quelle: Google MyMaps)	19
Abbildung 8: Fernwärmeeignungsgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete	21
Abbildung 9: Fernwärmeeignungsgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete	22
Abbildung 10: Strukturplan des potenziellen Netzversorgungsgebiets (Quelle: Google MyMaps)	23
Abbildung 11: Gleichzeitigkeitsfaktor in Abhängigkeit von der Anzahl der Anschlussnehmer in Anlehnung an Ausarbeitungen der TU Dresden.....	25
Abbildung 12: Beispielhafte Jahresdauerlinie für den OT Hallenberg.....	25
Abbildung 13: Potentialflächen Solarthermie Stadt Hallenberg.....	26
Abbildung 14: Potentialflächen Solarthermie Medebach	27
Abbildung 15: Abwärme-, Kläranlagen- und Biogasanlagenstandorte beider Stadtgebiete.....	28
Abbildung 16: Wärmeleitfähigkeit bei oberflächennaher Geothermie.....	30
Abbildung 17: Potenzielle Standorte Windparks	31
Abbildung 18: Aufteilung der Potentiale auf Ortsteile.....	31
Abbildung 19: Exemplarische Methodendarstellung – Vergleich spezifischer Wärmegestehungskosten ausgewählter Versorgungsvarianten am Beispiel der Kernstadt Hallenberg	38
Abbildung 20: Investitionskostenschätzung Variante 1 Hallenberg.....	61
Abbildung 21: Beispiel Wärmepreis Variante 1 Hallenberg.....	62

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ergebnisse der Variantenzusammenstellung (1)	39
Tabelle 2: Ergebnisse der Variantenzusammenstellung (2)	40
Tabelle 3: Priorisierte Netzausbauggebiete	53
Tabelle 4: Fördermodule der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)	54

Management Summary

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg zusammen. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, eine langfristige Orientierung für den Umbau der Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen, sicheren und wirtschaftlichen Struktur zu schaffen. Das Management Summary richtet sich an politische Entscheidungsträger und dient als Grundlage für strategische Weichenstellungen auf kommunaler Ebene.

Ausgangslage und Handlungsbedarf

Die Wärmeversorgung stellt einen zentralen Hebel zur Erreichung der kommunalen Klimaschutzziele dar. Der Gebäudebestand in Medebach und Hallenberg wird derzeit überwiegend mit fossilen Energieträgern beheizt. Steigende Energiepreise, zunehmende CO₂-Kosten sowie gesetzliche Anforderungen führen zu einem wachsenden Handlungsdruck für Kommunen, Eigentümerinnen und Eigentümer. Gleichzeitig besteht in vielen Gebäuden in den kommenden Jahren ein Erneuerungsbedarf bei den Heizungsanlagen, wodurch strategische Entscheidungen zur zukünftigen Wärmeversorgung erforderlich werden.

Zentrale Ergebnisse der Wärmeplanung

Die Analyse zeigt, dass sich die Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsformen stark an der Siedlungsstruktur orientiert. In dicht bebauten Ortskernen bestehen günstige Voraussetzungen für leitungsgebundene Wärmenetze. In ländlich geprägten Ortsteilen mit geringerer Wärmedichte sind hingegen überwiegend dezentrale Lösungen sinnvoll. Für beide Kommunen stehen grundsätzlich ausreichende Potenziale erneuerbarer Energien zur Verfügung, die perspektivisch zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung genutzt werden können. Aufgrund der unterschiedlichen strukturellen Rahmenbedingungen ergeben sich dabei differenzierte Lösungsansätze für Medebach und Hallenberg.

Bewertung der geprüften Versorgungsvarianten

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wurden mehrere strategische Versorgungsvarianten entwickelt und bewertet. Die untersuchten Varianten unterscheiden sich hinsichtlich ihres technischen Aufbaus, ihres zeitlichen Umsetzungshorizonts sowie ihrer wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sowohl kurz- bis mittelfristig umsetzbare als auch langfristig weiterentwickelbare Lösungen zur Verfügung stehen. Die Varianten ermöglichen

eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung und bieten ausreichend Flexibilität, um auf zukünftige Entwicklungen reagieren zu können.

Wirtschaftlichkeit und Förderung

Die wirtschaftliche Bewertung der Versorgungsoptionen erfolgte über einen langfristigen Betrachtungszeitraum von 40 Jahren. Dabei zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Wärmelösungen maßgeblich durch steigende CO₂-Kosten fossiler Energieträger beeinflusst wird. Förderprogramme, insbesondere auf Bundesebene, spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung leitungsgebundener Wärmelösungen und tragen wesentlich zur Reduzierung der Investitionskosten bei. Eine frühzeitige Vorbereitung förderfähiger Projekte erhöht die Umsetzungschancen erheblich.

Empfehlung und nächste Schritte

Die kommunale Wärmeplanung stellt eine strategische Entscheidungsgrundlage dar und ersetzt keine vertiefenden Planungen oder Machbarkeitsstudien. Empfohlen wird, auf Basis der identifizierten Netzzvorzugsgebiete und Versorgungsoptionen weitere Planungsschritte einzuleiten. Dazu zählen insbesondere vertiefende Machbarkeitsuntersuchungen, die Vorbereitung von Förderanträgen sowie eine frühzeitige Einbindung relevanter Akteure und der Öffentlichkeit.

Der vorliegende Wärmeplan begründet keine Anschluss- oder Nutzungspflichten, schafft jedoch Transparenz und Planungssicherheit für Kommunen, Bürgerinnen und Bürger sowie weitere Akteure im Transformationsprozess der Wärmeversorgung.

1. Einleitung

1.1 Anlass und Ziel der kommunalen Wärmeplanung

Die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg haben eine kommunale Wärmeplanung gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) durchgeführt. Anlass hierfür sind die nationalen und landesweiten Klimaschutzziele sowie die Notwendigkeit, die Wärmeversorgung langfristig klimaneutral, sicher und wirtschaftlich auszurichten.

Der Wärmesektor stellt einen zentralen Handlungsbereich zur Erreichung der Klimaschutzziele dar. Steigende Energiepreise, zunehmende CO₂-Kosten sowie gesetzliche Anforderungen führen zu einem wachsenden Handlungsdruck für Kommunen, Eigentümerinnen und Eigentümer sowie weitere Akteure. Gleichzeitig besteht in vielen Gebäuden ein Erneuerungsbedarf bei den bestehenden Heizungsanlagen, wodurch strategische Entscheidungen zur zukünftigen Wärmeversorgung erforderlich werden.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, eine strategische Orientierung für den Umbau der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 zu schaffen. Der Wärmeplan dient als Grundlage für politische und planerische Entscheidungen und unterstützt Kommunen, Eigentümerinnen und Eigentümer sowie weitere Akteure bei der frühzeitigen Ausrichtung zukünftiger Investitionen in die Wärmeversorgung.

1.2 Rechtlicher Rahmen

Die kommunale Wärmeplanung erfolgt auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sowie der landesrechtlichen Vorgaben zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Ergänzend sind die Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sowie einschlägige technische Regelwerke und Normen zu berücksichtigen. Hierzu zählen insbesondere die DIN V 18599 sowie die einschlägigen Regelwerke der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (AGFW).

Die kommunale Wärmeplanung ist in die übergeordneten energie- und klimapolitischen Zielsetzungen von Bund und Ländern eingebettet und unterstützt die Erreichung der langfristigen Treibhausgasneutralität. Sie dient dabei als strategisches Instrument zur Vorbereitung der Transformation der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene.

1.3 Funktion und Abgrenzung des Wärmeplans

Der kommunale Wärmeplan ist ein strategisches Planungsinstrument und stellt keine Ausführungs- oder Genehmigungsplanung dar. Er dient der langfristigen Orientierung und zeigt mögliche Entwicklungspfade für eine klimaneutrale Wärmeversorgung auf.

Der Wärmeplan begründet keine Anschluss- oder Nutzungspflichten und entfaltet keine unmittelbare rechtliche Bindungswirkung für Eigentümerinnen und Eigentümer. Eine gebäudescharfe Betrachtung einzelner Objekte ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Für die Umsetzung konkreter Maßnahmen sind vertiefende Untersuchungen, insbesondere Machbarkeitsstudien und projektbezogene Planungen, erforderlich.

Aufbauend auf der Einordnung und Abgrenzung des Wärmeplans wird im folgenden Kapitel das methodische Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung sowie die zugrunde liegende Datenbasis dargestellt.

2. Methodik

Dieses Kapitel beschreibt das methodische Vorgehen sowie die zugrunde liegende Datenbasis der kommunalen Wärmeplanung für die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg. Es dient der transparenten Darstellung der Vorgehensweise zur Ableitung der in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Ergebnisse.

2.1 Methodisches Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung wurde als strategischer, datenbasierter und iterativer Prozess durchgeführt. Ziel des methodischen Vorgehens war es, auf Grundlage verfügbarer kommunaler und externer Daten eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die zukünftige Wärmeversorgung zu erarbeiten.

Der Planungsprozess umfasste insbesondere:

- die Erhebung und Aufbereitung relevanter Grundlagendaten,
- die Analyse des Gebäudebestands und der bestehenden Wärmeversorgung,
- die Ableitung von Wärmebedarfen und räumlichen Energiedichten,
- die Untersuchung erneuerbarer Wärmequellen,
- die Entwicklung und Bewertung strategischer Versorgungsvarianten sowie

- die Ableitung von Handlungsempfehlungen und Umsetzungsstrategien.

Die Analysen erfolgten überwiegend modellbasiert. Dabei wurden vorhandene Verbrauchsdaten, statistische Referenzwerte sowie anerkannte technische Regelwerke herangezogen. Die kommunale Wärmeplanung verfolgt einen gesamtstädtischen Ansatz und ersetzt keine objektscharfen Einzelbetrachtungen.

2.2 Datenbasis

Die Bestands- und Potenzialanalysen basieren auf einer Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen. Zu den wesentlichen Datengrundlagen zählen insbesondere:

- Gebäudedaten und Adressinformationen,
- Schornsteinfegerdaten zu Heizsystemen und eingesetzten Energieträgern,
- Verbrauchsdaten zur Wärmebereitstellung,
- Geodaten zur Siedlungs- und Infrastrukturstruktur sowie
- Klimadaten nach DIN V 18599.

Die verwendeten Daten wurden hinsichtlich Plausibilität und Vollständigkeit geprüft. Unvollständige oder fehlende Informationen wurden, soweit erforderlich, durch fachlich begründete Annahmen ergänzt.

2.3 Digitaler Zwilling und räumliche Modellierung (ENEKA)

Zur Erstellung der räumlich hochaufgelösten Bestands- und Bedarfsdaten wurde ein digitales Gebäudemodell („digitaler Zwilling“) eingesetzt. In diesem Modell wurden Gebäude-, Verbrauchs- und Infrastrukturdaten zusammengeführt und georeferenziert abgebildet.

Die Modellierung erfolgte unter Nutzung der Software ENEKA.MAP. Auf Basis der verfügbaren Daten wurden Wärmeverbräuche und Wärmebedarfe gebäudescharf zugeordnet und räumlich aggregiert. Der digitale Zwilling bildet die Grundlage für die Analyse des Wärmebedarfs, die Ableitung flächen- und linienbezogener Energiedichten sowie für die Identifikation potenzieller Netzzugangsgebiete.

Die Darstellung und Auswertung der Ergebnisse erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln dieses Berichts.

2.4 Ableitung von Kenngrößen

Zur strukturellen Bewertung des Untersuchungsgebiets wurden geeignete Kenngrößen herangezogen. Hierzu zählen insbesondere Energiedichten, die eine räumliche Einordnung des Wärmebedarfs ermöglichen.

Es wurden sowohl flächenbezogene als auch linienbezogene Betrachtungen vorgenommen, um unterschiedliche Maßstabebenen abzubilden. Die konkrete Ausprägung und räumliche Verteilung dieser Kenngrößen wird in der Bestandsanalyse dargestellt.

2.5 Annahmen, Abgrenzungen und Datenqualität

Die kommunale Wärmeplanung basiert auf zum Zeitpunkt der Erstellung verfügbaren Daten. Aufgrund unterschiedlicher Datenqualitäten und -verfügbarkeiten wurden an einzelnen Stellen fachlich begründete Annahmen getroffen.

Nicht Gegenstand der kommunalen Wärmeplanung sind detaillierte technische Auslegungen einzelner Versorgungsanlagen oder die Wirtschaftlichkeitsberechnung konkreter Projekte. Die Ergebnisse stellen eine strategische Orientierung dar und ersetzen keine vertiefenden Planungen oder Machbarkeitsstudien.

Auf Grundlage des beschriebenen methodischen Vorgehens wird im folgenden Kapitel der aktuelle Zustand der Wärmeversorgung sowie die strukturellen Rahmenbedingungen im Untersuchungsgebiet im Rahmen der Bestandsanalyse dargestellt.

3. Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse beschreibt den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung sowie die strukturellen Rahmenbedingungen im Untersuchungsgebiet der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg. Ziel ist es, den bestehenden Wärmebedarf, die Gebäudestruktur sowie die derzeit eingesetzten Energieträger darzustellen und daraus grundlegende Kenngrößen für die weitere Planung abzuleiten.

Die Analyse dient ausschließlich der Beschreibung des Ist-Zustands und stellt keine Bewertung oder Empfehlung zukünftiger Versorgungsoptionen dar.

3.1 Klimatische Grundlagen

Die Berechnung der Wärmebedarfe im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfolgt auf Grundlage der DIN V 18599, nach der das Bundesgebiet in unterschiedliche Klimazonen unterteilt ist. Das Untersuchungsgebiet der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg ist der Klimazone 6 zugeordnet.

Die klimatischen Rahmenbedingungen dieser Klimazone bilden die Grundlage für die Ermittlung der Jahreswärmebedarfe sowie für die Ableitung von Lastprofilen und Jahresdauerlinien. Ergänzend wird für einzelne Berechnungen, insbesondere im Kontext des Gebäudeenergiegesetzes, auf die bundesweit einheitliche Referenzklimazone 4 zurückgegriffen.

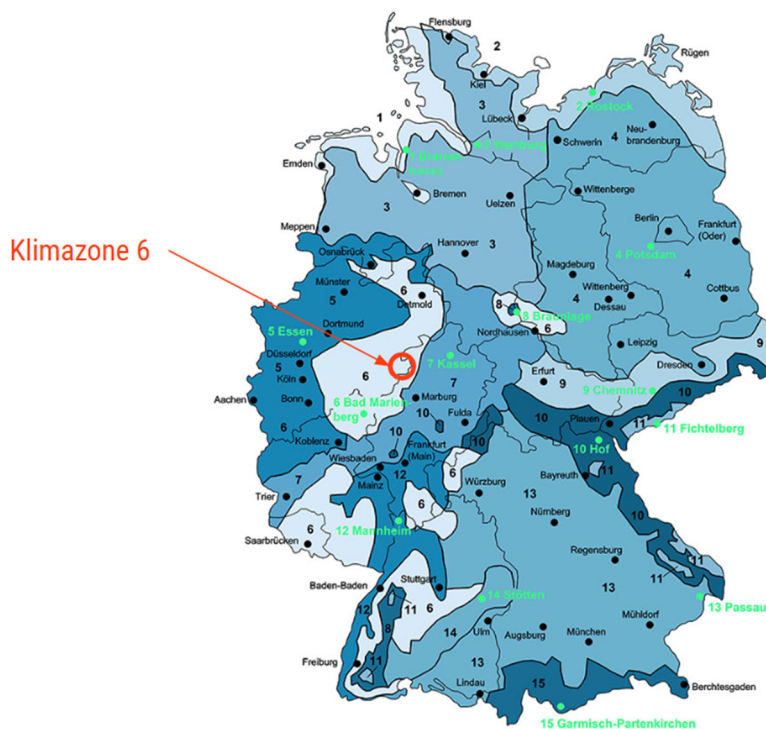


Abbildung 1: DIN-V 18599 Klimazonen

Die Abbildung ordnet das Untersuchungsgebiet eindeutig einer vergleichsweise kühlen Klimaregion zu und verdeutlicht die räumliche Differenzierung der klimatischen Rahmenbedingungen innerhalb des Bundesgebiets.

Ergänzend zur räumlichen Einordnung zeigt die folgende Abbildung die temperaturbezogenen Jahresverläufe der maßgeblichen Klimazone.

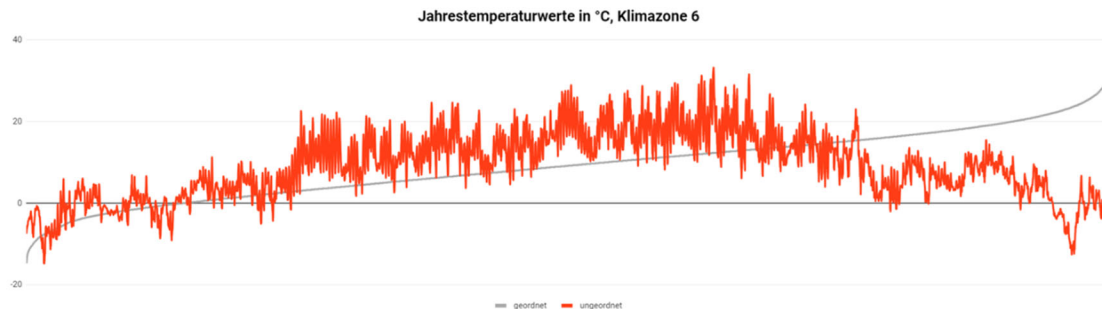


Abbildung 2: Jahrestemperaturwerte der Klimazone 6 / DIN-V 18599

Die dargestellten Jahrestemperaturwerte bilden die Grundlage für die Ermittlung von Jahreswärmebedarfen, die Ableitung von Lastprofilen sowie für die Erstellung von Jahresdauerlinien in den nachfolgenden Analysen.

3.2 Gebäudebestand, Wärmebedarf und bestehende Wärmeversorgung

Die Bestandsanalyse des Gebäudebestands basiert auf verfügbaren Schornsteinfegerdaten. Diese bilden die tatsächlich installierten und intakten Wärmeerzeuger im Untersuchungsgebiet ab. Um Wärmeverbräuche zu berechnen, werden auf der Grundlage der Bestandsheizungen typische Vollbenutzungsstunden angesetzt, um Verbrauchswerte zu berechnen. Verbräuche aus Direktstromheizungen sowie Wärmepumpen sind in den Datensätzen nur teilweise enthalten, sodass der rechnerische Gesamtwärmebedarf höher anzusetzen ist als die ermittelten Verbrauchswerte.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 4.678 Gebäude erfasst. Berücksichtigt sind alle Gebäude mit postalischer Adresse innerhalb der abgegrenzten Gebietskulisse.

Der jährliche Wärmeverbrauch der Gebäude beläuft sich auf insgesamt 183,2 GWh. Der rechnerisch ermittelte theoretische Wärmebedarf (Nutzenergie) des Gebäudebestands beträgt 194,3 GWh pro Jahr. Die Differenz zwischen Verbrauch und rechnerischem Bedarf ist im Wesentlichen auf energetische Verluste sowie auf nicht vollständig erfasste elektrische Wärmeerzeuger zurückzuführen.

Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

GEBÄUDE (GEFILTERT)

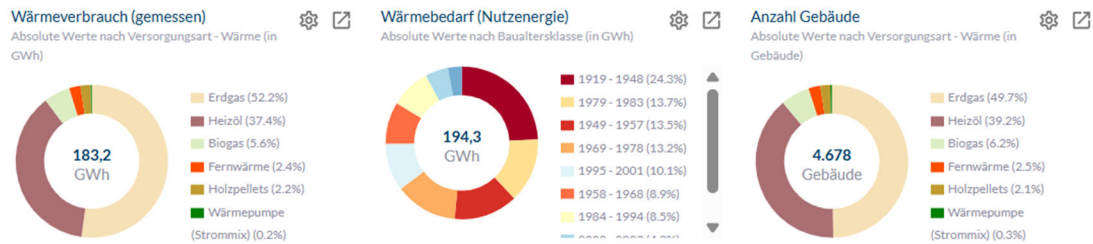


Abbildung 3: Gebäudebedarfsdaten Untersuchungsgebiet

Die bestehende Wärmeversorgung ist in beiden Kommunen überwiegend dezentral organisiert. Erdgas und Heizöl stellen die dominierenden Energieträger dar. In den Ortsteilen Titmaringhausen und Referinghausen ist ein bestehendes Wärmenetz vorhanden. Das Restgebiet beider Kommunen ist nahezu vollständig über gebäudeindividuelle Heizsysteme versorgt, ergänzt durch einzelne Biomasseanlagen und Wärmepumpen.

STATISTIK NACH BAUALTERSKLASSE (GEFILTERT)

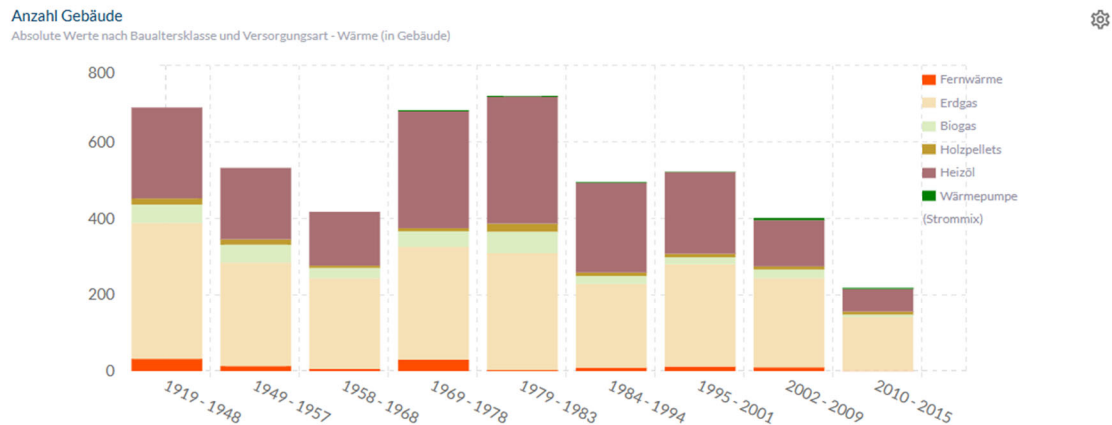


Abbildung 4: Darstellung der installierten Energiesysteme (verwendeten Energieträger) der Gebäude im Untersuchungsgebiet

Die Abbildung verdeutlicht die weiterhin dominante Nutzung fossiler Energieträger in der bestehenden Wärmeversorgung.

Die Auswertung des Gebäudebestands nach Baualtersklassen zeigt, dass ein erheblicher Anteil der Gebäude vor Inkrafttreten moderner energetischer Standards errichtet wurde. Insbesondere

Gebäude aus den Baujahreszeiträumen vor 1979 weisen grundsätzlich relevante energetische Sanierungspotenziale auf.

STATISTIK NACH BAUALTERSKLASSE (GEFILTERT)

Anzahl Gebäude

Absolute Werte nach Baualtersklasse und Bausektor (in Gebäude)

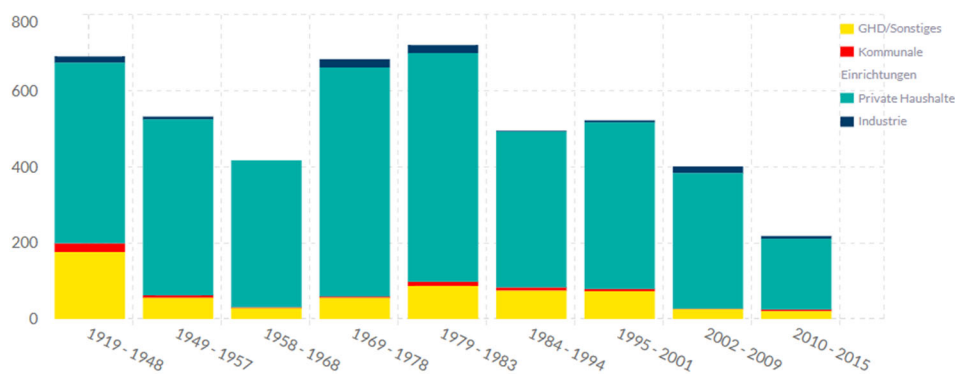


Abbildung 5: Anzahl der Gebäude in den unterschiedlichen Baualtersklassen

Die Grafik zeigt die Anzahl der Gebäude nach Baualtersklassen und Nutzungsarten. Über alle Baujahre hinweg dominieren deutlich private Haushalte, während kommunale Einrichtungen, Industrie sowie GHD/Sonstiges nur einen geringen Anteil ausmachen. Die höchsten Gebäudezahlen finden sich in den Baualtersklassen 1919–1948 sowie 1969–1983, was auf ausgeprägte Bauphasen in der Nachkriegszeit und den 1970er/80er Jahren hinweist. Ab den Baujahren 2002–2009 und insbesondere 2010–2015 ist ein deutlicher Rückgang der Gebäudezahlen zu erkennen. Insgesamt ist der Gebäudebestand stark bestands- und wohnungsdominiert, was insbesondere für ältere Baujahre auf ein hohes Potenzial für energetische Sanierungen oder andere Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung hinweist.

3.3 Einordnung der Gebäudestruktur und bestehenden Wärmeversorgung

Der Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet ist überwiegend wohnwirtschaftlich geprägt. Ein erheblicher Anteil der Gebäude stammt aus Baualtersklassen vor Inkrafttreten moderner energetischer Standards. Die Altersstruktur des Gebäudebestands ist in Abschnitt 3.2 dargestellt.

Die bestehende Wärmeversorgung ist in beiden Kommunen überwiegend dezentral organisiert und basiert in weiten Teilen auf fossilen Energieträgern. Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs sowie die installierten Energiesysteme im Gebäudebestand sind ebenfalls in Abschnitt 3.2 dargestellt.

Die Kombination aus älterem Gebäudebestand, hoher Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und einer räumlichen Konzentration des Wärmebedarfs in den Ortskernen verdeutlicht den strukturellen Handlungsbedarf für eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung. Diese Einordnung bildet die Grundlage für die nachfolgenden Analysen zur Ableitung von Energiedichten und potenziellen Netzzvorzugsgebieten.

3.4 Ableitung von Energiedichten

Zur räumlichen Einordnung des Wärmebedarfs wurden Energiedichten als grundlegende Kenngröße herangezogen. Energiedichten beschreiben die Konzentration des Wärmebedarfs im Raum und dienen als Indikator für die grundsätzliche Eignung einzelner Gebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung.

Dabei wurden sowohl flächenbezogene als auch linienbezogene Betrachtungen vorgenommen, um unterschiedliche Maßstabsebenen abzudecken.

3.4.1 Flächenbezogene Wärmedichte

Die flächenbezogene Wärmedichte beschreibt den jährlichen Wärmebedarf bezogen auf eine definierte Flächeneinheit. Sie dient der Identifikation räumlich verdichteter Bereiche mit hohem Wärmebedarf und ermöglicht eine erste Abgrenzung potenziell geeigneter Gebiete für Wärmenetze.

3.4.2 Linienbezogene Wärmedichte

Die linienbezogene Wärmedichte beschreibt den jährlichen Wärmebedarf pro Meter potenzieller Trassenlänge. Sie ist insbesondere für die Bewertung der grundsätzlichen Eignung leitungsgebundener Wärmeversorgungssysteme relevant.

Die Ableitung der linienbezogenen Wärmedichten basiert auf der räumlichen Verknüpfung des Wärmebedarfs mit einer potenziellen Netzföhrung entlang der Ortstraßen.

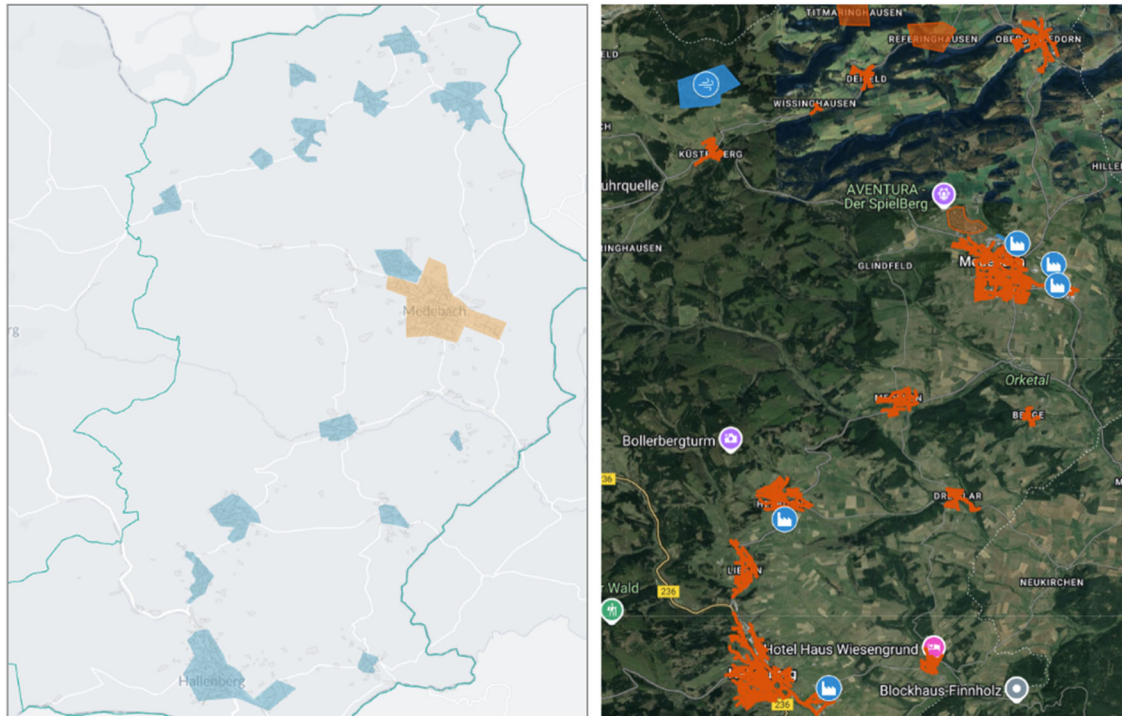


Abbildung 6: Links - Darstellung des gesamten Untersuchungsgebiets im digitalen Zwilling; Rechts - Darstellung der Wärmenetzführung im gesamten Untersuchungsgebiet entlang der Ortstraßen

Die Abbildung stellt die zugrunde gelegte Netzföhrung entlang der Ortstraßen dar und bildet die räumliche Grundlage für die Ableitung linienbezogener Wärmedichten. (Quelle: Dokumentationspdf 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Grundlagedaten_3000121960)

3.5 Ableitung von Netzzorzugsgebieten

Auf Grundlage der ermittelten Energiedichten sowie der bestehenden Siedlungsstruktur wurden potenzielle Netzzorzugsgebiete identifiziert. Netzzorzugsgebiete sind räumlich zusammenhängende Bereiche, in denen die Voraussetzungen für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung grundsätzlich günstig erscheinen.

Die Abgrenzung der Netzzorzugsgebiete stellt keine Vorfestlegung auf eine konkrete Umsetzung dar, sondern dient als strategische Orientierung für die nachfolgende Potenzialanalyse und die Entwicklung zukünftiger Versorgungsoptionen.



Abbildung 7: Strukturplan des potenziellen Netzversorgungsgebiets Kernstadt Hallenberg (Quelle: Google MyMaps)

Die dargestellten Netzvorzugsgebiete konzentrieren sich insbesondere auf die dichten bebauten Ortskerne, während in ländlich geprägten Ortsteilen mit geringer Wärmedichte überwiegend dezentrale Versorgungsansätze als zielführend eingeschätzt werden. Die Abgrenzung stellt keine Vorfestlegung auf eine konkrete Umsetzung dar, sondern dient als strategische Orientierung für die weitere Planung.

Die identifizierten Netzvorzugsgebiete bilden die Grundlage für die nachfolgende Potenzialanalyse sowie für die Entwicklung und Bewertung konkreter Versorgungsvarianten. (Quelle: Dokumentation PDF 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Grundlagedaten_3000121960)

4. Potentialanalyse

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse werden im folgenden Kapitel die Potenziale für eine zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet untersucht. Ziel der Potenzialanalyse ist es, verfügbare erneuerbare Wärmequellen sowie unvermeidbare Abwärme systematisch zu identifizieren und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Nutzbarkeit einzuordnen.

Die Betrachtung der Potenziale erfolgt räumlich differenziert und berücksichtigt sowohl technische als auch strukturelle Rahmenbedingungen. Die Analyse dient als Grundlage für die Entwicklung und Bewertung möglicher Versorgungsoptionen und stellt keine Festlegung auf konkrete Umsetzungsmaßnahmen dar.

Untersucht werden sowohl gebäudenaher als auch leitungsgebundene Versorgungsansätze, um ein breites Spektrum möglicher Wärmequellen abzubilden.

4.1 Abgrenzung von netzgebundenen und dezentralen Versorgungsgebieten

Auf Grundlage der in Kapitel 3 abgeleiteten Netzzugriffsgebiete werden im Rahmen der Potenzialanalyse sowohl leitungsgebundene als auch dezentrale Versorgungsansätze betrachtet. Für die netzgebundenen Gebiete wird von einer hypothetischen Anschlussquote von 60 % ausgegangen, um einen konservativen und realistischen Anwendungsfall zu untersuchen.

Im ersten Schritt erfolgt eine vollständige Strukturierung des betrachteten Teilgebiets auf Basis des digitalen Zwillings sowie der Schornsteinfederdaten. Dies dient der gesamtheitlichen Betrachtung. Mit Blick auf eine einfache, schrittweise Umsetzung sind auch vorerst sinnvolle Teilgebiete erschließbar und der Rest mit dezentralen Lösungen versorgbar. Die technische und ökonomische Bewertung für Teilgebiete ist mit denen der Gesamtheitlichen Trassenführung vergleichbar, solange mit denselben Annahmen für Anschlussquote und Wärmenetzbelegungsdichte gerechnet wird.

Die zugrunde gelegte Trassenführung erstreckt sich entlang der Straßen innerhalb der Ortsteile und bildet die Basis für die überschlägige Bewertung der Erschließungspotenziale.

Daraus ergeben sich folgende Haupttrassenlängen:

- | | |
|----------------------|--|
| • Hallenberg | ca. 31.162 m Trassenlänge (Hauptleitung) |
| • Stadtkern Medebach | ca. 28.218 m Trassenlänge (Hauptleitung) |
| • OT Hesborn | ca. 9.884 m Trassenlänge (Hauptleitung) |

- OT Oberschledorn ca. 7.453 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Liesen ca. 6.483 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Medelon ca. 5.566 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Düdinghausen ca. 4.515 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Dreislar ca. 3.323 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Braunshausen ca. 3.194 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Küstelberg ca. 2.732 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Deifeld ca. 2.458 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Berge ca. 1.237 m Trassenlänge (Hauptleitung)
- OT Wissinghausen ca. 400 m Trassenlänge (Hauptleitung)

Neben den identifizierten Netzgebieten existieren Siedlungsbereiche, in denen aufgrund geringer Anschlussdichten oder hoher spezifischer Netzkosten ausschließlich dezentrale Versorgungslösungen sinnvoll erscheinen.

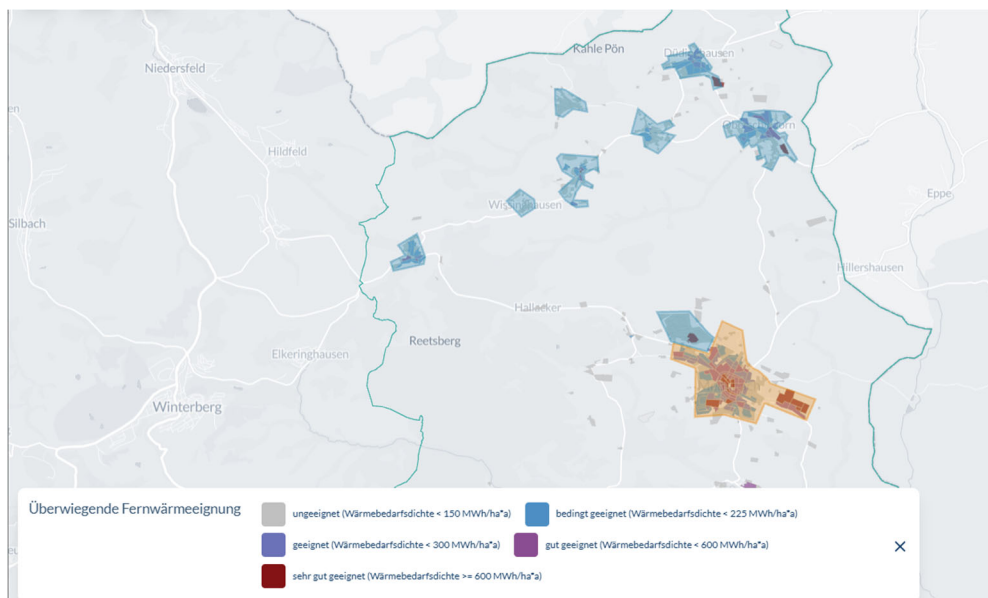


Abbildung 8: Fernwärmeeignungsgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete (nördlicher Teil des Untersuchungsgebiets)

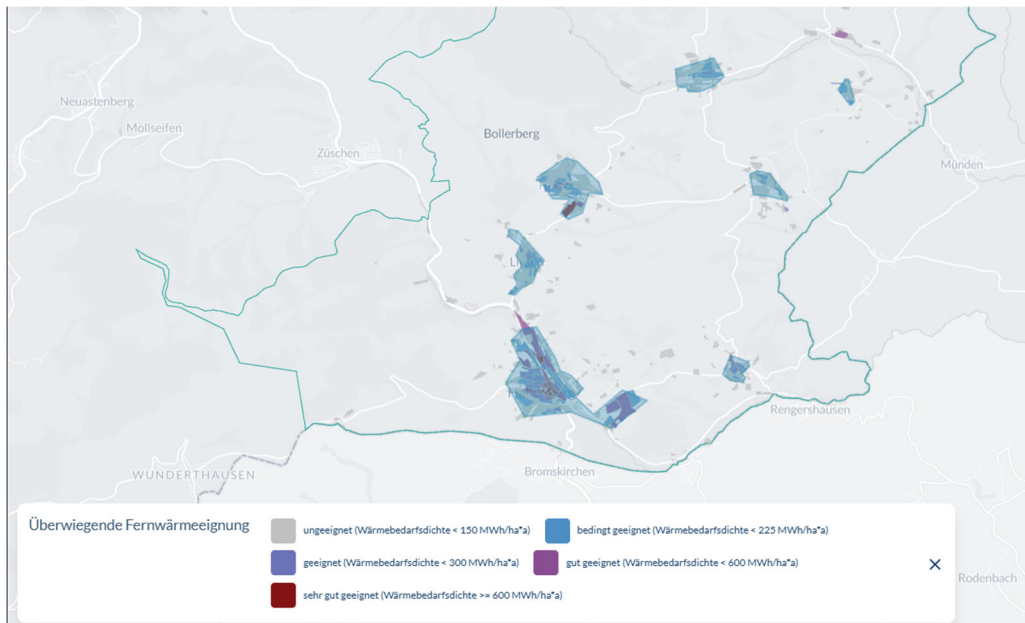


Abbildung 9: Fernwärmeeignungsgebiete und dezentrale Versorgungsgebiete (südlicher Teil des Untersuchungsgebiets)

Zu den Gebieten mit dezentraler Versorgung zählen unter anderem:

Medebach: Hallacker, Glindfeld, Bungalowpark Orketal, Centerpark Medebach

Hallenberg: Trambach.

4.2 Methodisches Vorgehen zur Potenzialbewertung von Wärmenetzen

Die Potenzialbewertung für leitungsgebundene Wärmeversorgungssysteme erfolgt exemplarisch für den Stadtbereich Hallenberg und dient als einheitliche methodische Grundlage für alle weiteren Netzgebiete.

Zunächst erfolgt eine vollständige strukturelle Erfassung des Versorgungsgebiets auf Basis des digitalen Zwillings und der Schornsteinfegerdaten.



Abbildung 10: Strukturplan des potenziellen Netzversorgungsgebiets (Quelle: Google MyMaps)

Für den Stadtbereich Hallenberg wurden 876 Gebäude identifiziert, von denen 526 Gebäude als potenzielle Netzabnehmer angesetzt wurden. Dies entspricht einer Anschlussquote von 60 %.

Parallel wird die potenzielle Netzföhrung geometrisch erfasst. Für Hallenberg ergibt sich eine Hauptnetzlänge von rund 31,2 km sowie zusätzlich etwa 6,6 km Hausanschlussleitungen.

4.3 Wärmebedarf, Lastverhalten und Netzkenngößen

Auf Basis der strukturellen Erfassung werden die aggregierten Wärmeverbräuche der potenziellen Anschlussnehmer auf das betrachtete Wärmenetz übertragen. Die nachfolgenden Kenngrößen dienen der überschlägigen Bewertung der grundsätzlichen Netzeignung und stellen keine abschließende Auslegungsgrundlage dar.

Für das Netzgebiet Hallenberg ergeben sich folgende wesentliche Kenngrößen:

- Potenzielle Anschlussnehmer: 526 Gebäude,
- Jährliche Wärmemenge der Abnehmer: ca. 23,8 GWh/a,

-
- Aggregierte Anschlusswärmeleistung der Abnehmer: ca. 13,5 MW,
 - Gleichzeitigkeitsfaktor: 0,559,
 - Tatsächlich gleichzeitig benötigte Leistung: ca. 7,53 MW,
 - Netzverluste: ca. 3,5 GWh/a ($\approx 14,8\%$),
 - Wärmeabgabe der Heizzentrale: ca. 27,3 GWh/a,
 - Erforderliche Erzeugerleistung: ca. 7,93 MW,
 - Wärmebelegungsichte: ca. 631 kWh/(m $\cdot$ a).

Die typische Netztemperatur bei angeschlossenen Bestandsgebäuden beträgt 80 °C im Vorlauf und 55 °C im Rücklauf.

Zur Dimensionierung der erforderlichen Erzeugerleistung wird ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt. Dieser beschreibt, welcher Anteil der angeschlossenen Gebäude ihre maximale Wärmeleistung zeitgleich abrufen. Da nicht alle Verbraucher gleichzeitig unter Volllast betrieben werden, liegt die tatsächlich benötigte Leistung eines Wärmenetzes unter der Summe der einzelnen Anschlussleistungen.

Für das untersuchte Netzgebiet Hallenberg ergibt sich auf Grundlage der Anzahl der potenziellen Anschlussnehmer ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,559. Der verwendete Wert orientiert sich an anerkannten Referenzwerten, unter anderem aus Veröffentlichungen der Technischen Universität Dresden, und stellt einen konservativen Ansatz für die strategische Bewertung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dar.

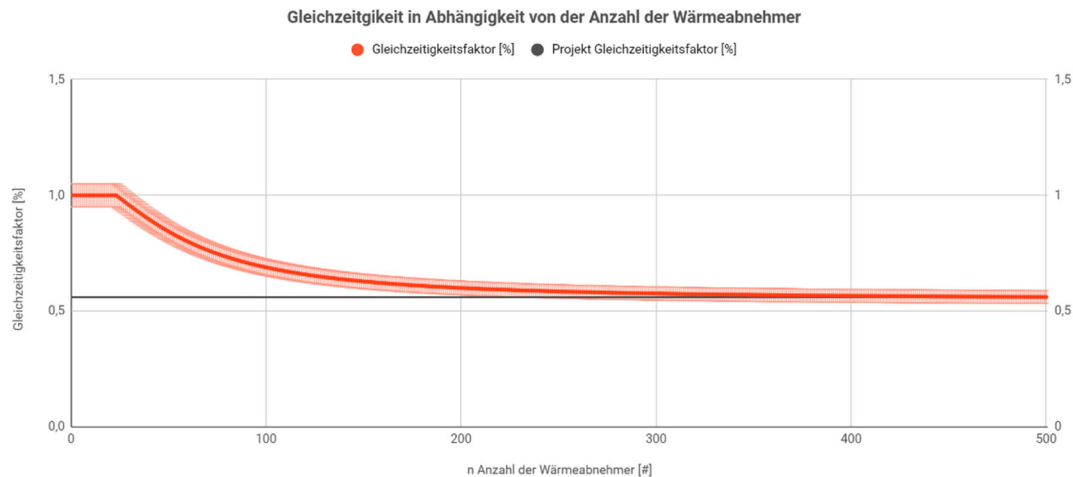


Abbildung 11: Gleichzeitigkeitsfaktor in Abhängigkeit von der Anzahl der Anschlussnehmer in Anlehnung an Ausarbeitungen der TU Dresden

Zur Abbildung des zeitlichen Lastverhaltens wird eine Jahresdauerlinie herangezogen. Diese stellt die stündliche Wärmelast über ein Jahr dar und ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der Grund- und Spitzenlastanteile.

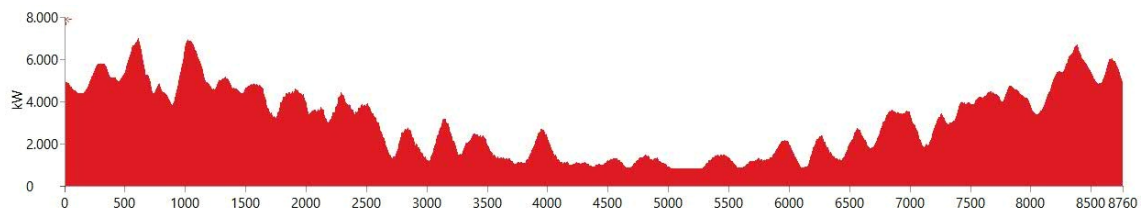


Abbildung 12: Beispielhafte Jahresdauerlinie für den OT Hallenberg

Die dargestellten Kenngrößen und Lastverläufe bilden die Grundlage für die nachfolgende Entwicklung und Bewertung von Versorgungsvarianten. Eine Zusammenfassung aller möglichen Netzgebiete ist in der Dokumentation (PDF 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Grundlagedaten_3000121960) aufgelistet.

4.4 Potentiale erneuerbarer Wärmequellen

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden verschiedene erneuerbare Wärmequellen und Abwärmepotentiale betrachtet. Die Bewertung erfolgt jeweils überschlägig und dient der Einordnung der grundsätzlichen Nutzbarkeit.

4.4.1 Solarthermie

Solarthermie stellt eine erneuerbare Wärmequelle dar, die insbesondere zur Deckung der sommerlichen Grundlast in Wärmenetzen geeignet ist. Im Untersuchungsgebiet bestehen grundsätzlich Potenziale sowohl für gebäudegebundene Anlagen als auch für größere solarthermische Freiflächenanlagen.

Die Identifikation potenzieller Standorte orientiert sich an den im Rahmen der Photovoltaik-Potenzialanalyse ermittelten geeigneten Flächen. Die dargestellten Potenzialflächen dienen der räumlichen Einordnung und sind nicht als Vorrang- oder Ausschlussflächen zu verstehen.

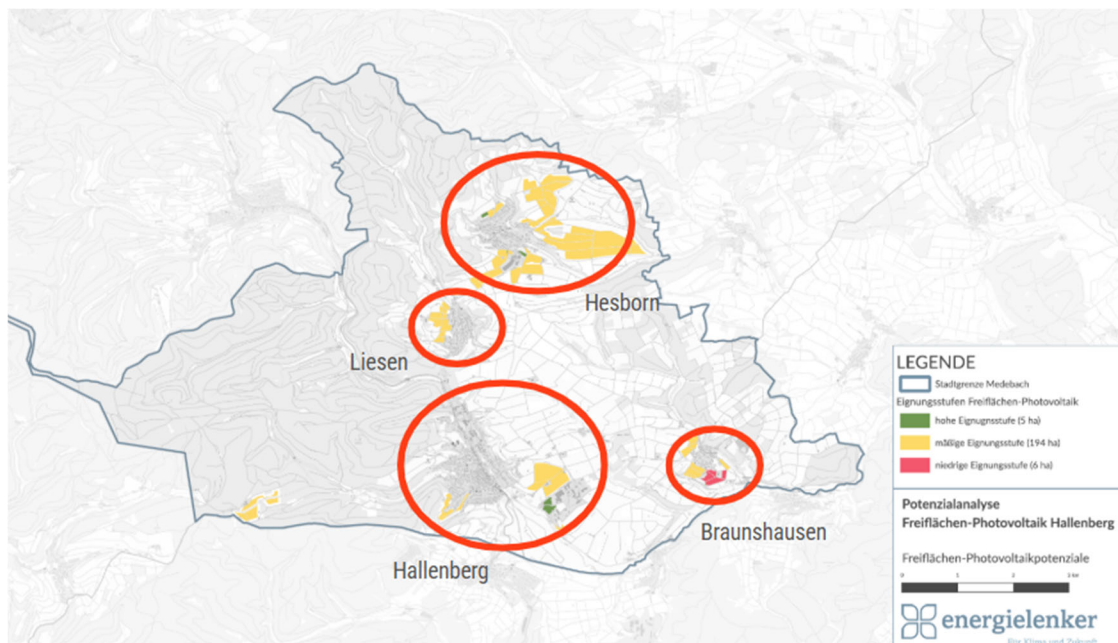


Abbildung 13: Potentialflächen Solarthermie Stadt Hallenberg

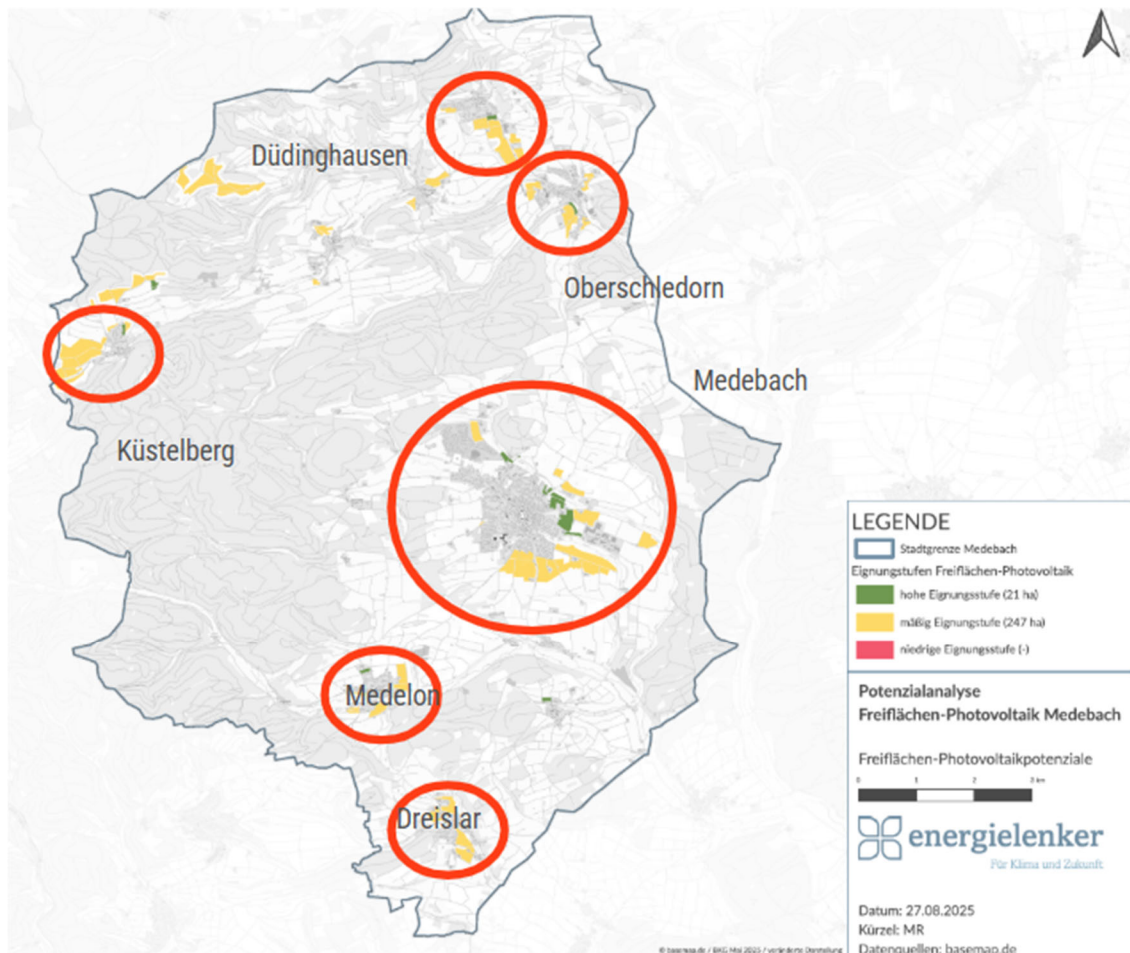


Abbildung 14: Potentialflächen Solarthermie Medebach

4.4.2 Abwärme

Unvermeidbare Abwärme aus gewerblichen, industriellen oder kommunalen Prozessen kann einen Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung leisten. Im Untersuchungsgebiet wurden potenzielle Abwärmequellen identifiziert und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Nutzbarkeit betrachtet.

Entscheidend für eine mögliche Nutzung sind insbesondere das Temperaturniveau, die zeitliche Verfügbarkeit sowie die räumliche Nähe zu bestehenden oder potenziellen Wärmenetzgebieten.

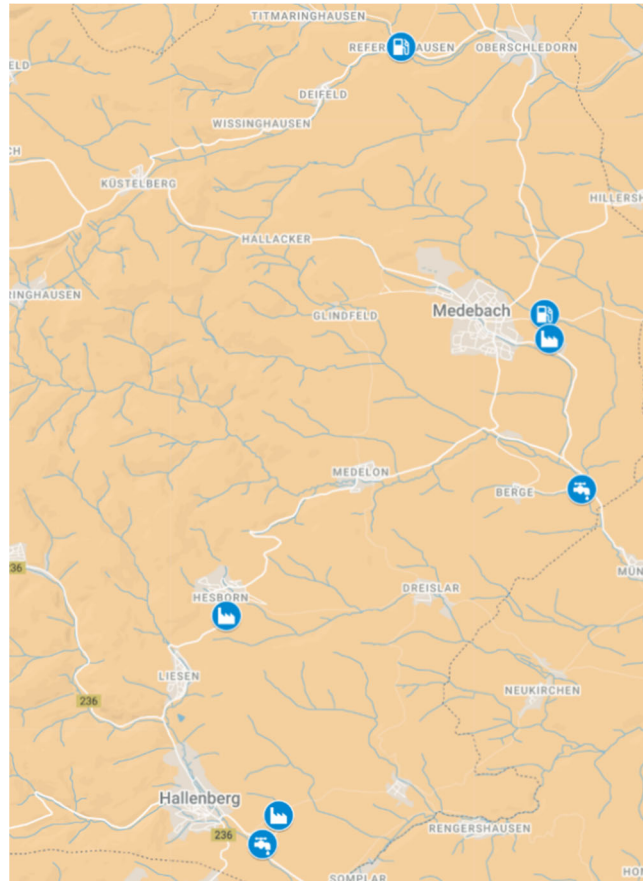


Abbildung 15 Abwärme-, Kläranlagen- und Biogasanlagenstandorte beider Stadtgebiete

4.4.3 Biomasse und Biogas

Biomasse kann als erneuerbare Wärmequelle insbesondere in Form von Holzbrennstoffen oder biogenen Reststoffen eingesetzt werden. Für das Untersuchungsgebiet stehen grundsätzlich regionale Biomassepotenziale zur Verfügung, die jedoch begrenzt sind und konkurrierenden Nutzungen unterliegen.

Die Städte Hallenberg und Medebach verfügen über eine Waldfläche von insgesamt etwa 6.000 ha, wovon rund 42 % in kommunalem Besitz stehen. Der durchschnittliche jährliche Zuwachs des Waldes beträgt 6.600 fm, davon entfallen 3.600 fm auf den Privatwald und 3.000 fm auf Kommunal- und Staatswald. Aus ökologischen Gründen wird ein Anteil von 15 % des jährlichen Zuwachses, entsprechend 990 fm, als Totholz im Wald belassen, um habitatrelevante Strukturen und ökologische Funktionen zu erhalten.

Von dem verbleibenden Holzzuwachs werden etwa 1.200 fm als Industrieholz genutzt, während rund 2.400 fm als Nutzholz für ortsansässige Sägewerke und vergleichbare Betriebe vorgesehen sind. Die bei der Verarbeitung des Nutzholzes anfallenden Reststoffe werden in der Regel direkt von den Betrieben verwertet. Das daraus ableitbare energetische Potenzial wird auf circa 2.000 fm mit einem Energiegehalt von jeweils etwa 4 MWh geschätzt. Insgesamt ergibt sich daraus ein jährliches Biomassepotenzial von mindestens 8.000 MWh, das für die energetische Nutzung verfügbar ist.

Ergänzend bestehen biogasbasierte Wärmepotenziale, insbesondere im Stadtgebiet Medebach. Die Nutzung von Biomasse und Biogas wird im Rahmen der weiteren Variantenentwicklung als ergänzende Wärmequelle betrachtet.

4.4.4 Geothermie

Die geologischen Rahmenbedingungen im Untersuchungsgebiet ermöglichen grundsätzlich den Einsatz oberflächennaher geothermischer Systeme. Erdsondenanlagen sind unter Berücksichtigung der genehmigungsrechtlichen Vorgaben realisierbar.

Die Nutzung geothermischer Potenziale ist standortabhängig und wird als ergänzende Option für die zukünftige Wärmeversorgung eingeordnet.

Die Stadt Medebach hat im Jahr 2010 einen Geothermal Response Test am Standort Rathaus Medebach durchführen lassen. Dieser wurde zur Bewertung der Ergiebigkeit von Erdsonden (U-Doppelsonden bis max. 400m Tiefe) herangezogen.

Die geotechnische Untersuchung des Untergrundes ergab ein durchgängiges Schichtprofil aus Tonschiefer, das durch eine hohe Härte und geringe Bohrbarkeit gekennzeichnet ist. Auf Basis der durchgeführten Messungen wird eine spezifische Entzugsleistung von 30 W/m angenommen. Bei einer Bohrtiefe von 130 m konnte eine konstante Temperatur von 8,5 °C festgestellt werden, die als Ausgangspunkt für die weitere Wärmegewinnung dient.

Für die anschließenden energetischen Berechnungen werden tiefere Bohrungen von bis zu 400 m berücksichtigt. Diese Maßnahme zielt darauf ab, die notwendige Bohrfeldfläche sowie die Anzahl der Bohrungen zu minimieren, während gleichzeitig eine höhere Entnahmetemperatur erreicht wird. Durch die Erhöhung der Bohrtiefe steigt die konstante Entnahmetemperatur auf 12 °C an, was die Effizienz der thermischen Nutzung des Untergrundes signifikant verbessert.

Das Portal Geothermie.NRW gibt zusätzlich aus, dass eine gute Wärmeleitfähigkeit von 2,0 – 2,4 W/m*K in beiden Stadtgebieten für oberflächennahe Geothermie verfügbar ist (Abbildung 16).

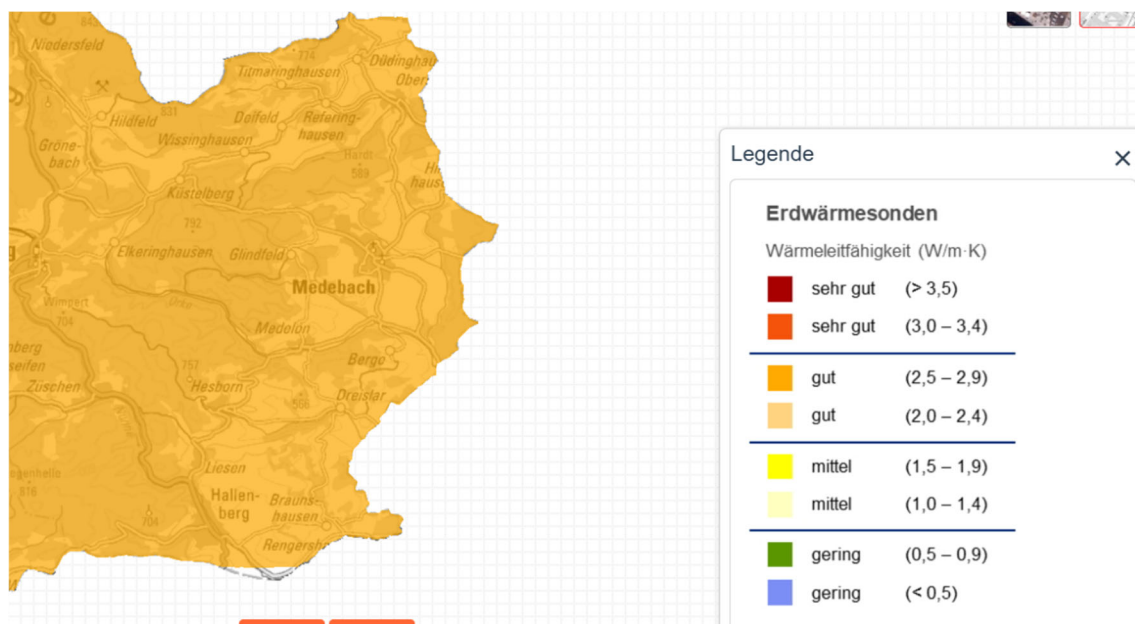


Abbildung 16: Wärmeleitfähigkeit bei oberflächennaher Geothermie

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen sind in beiden Stadtgebieten ausreichende thermische Potenziale vorhanden, um in sämtlichen Ortsteilen die Errichtung geothermischer Anlagen zu ermöglichen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bohrungen grundsätzlich genehmigungsfähig sind. In Wasser- oder Naturschutzgebieten können jedoch verschärfte Genehmigungsaufgaben sowie gegebenenfalls zusätzliche Ausgleichs- oder Schutzmaßnahmen erforderlich werden, um die Umweltverträglichkeit der Maßnahmen sicherzustellen.

4.4.5 Umweltwärme und Power-to-Heat

Unter Power-to-Heat-Anlagen wird allgemein die Umwandlung elektrischer Energie in thermische Energie verstanden. Vor dem Hintergrund einer CO₂-neutralen Wärmeversorgung von Kommunen ist der Einsatz solcher Anlagen jedoch nur dann ökologisch sinnvoll, wenn der benötigte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, idealerweise direkt vor Ort erzeugt wird. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen der Analyse die Ergebnisse der Photovoltaik-Freiflächenpotenzialanalyse (Abbildungen 13 und 14) herangezogen und darüber hinaus geeignete Flächen für

die Errichtung potenzieller Windparks (Abbildung 14) berücksichtigt. Zusammenfassend ist in den Ortsteilen Küstelberg und Hallenberg mit einem hohen Eigenstromanteil von bis zu 80% zu rechnen.

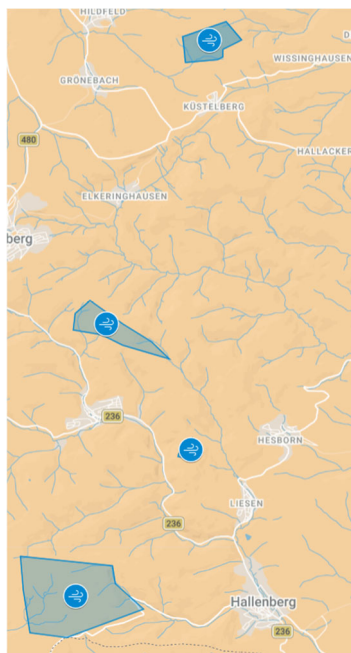


Abbildung 17: Potenzielle Standorte Windparks

Zusammenfassung

	Solarthermie	Abwärme	Biogas	Biomasse	Geothermie	Luft	P2H
Hallenberg							
Medebach							
Hesborn							
Oberschledorn							
Liesen							
Medelon							
Dudinghausen							
Dreislar							
Braunshausen							
Küstelberg							
Deifeld							
Berge							
Wissinghausen							

Abbildung 18: Aufteilung der Potentiale auf Ortsteile

4.5 Zusammenfassende Einordnung der Potenziale

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigen, dass für die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg grundsätzlich ausreichend erneuerbare Wärmequellen und Abwärmepotenziale zur Verfügung stehen, um eine schrittweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu ermöglichen. Die Potenziale unterscheiden sich jedoch deutlich hinsichtlich ihrer räumlichen Verfügbarkeit, ihrer technischen Anforderungen sowie ihrer möglichen Einsatzbereiche.

Leitungsgebundene Wärmenetze bieten insbesondere in den identifizierten Netzzvorzugsgebieten günstige Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen wie Solarthermie, Biomasse, Abwärme und Umweltwärme. In Bereichen mit geringeren Wärmedichten sind dagegen vor allem dezentrale Lösungen auf Basis von Wärmepumpen und erneuerbarem Strom geeignet.

Nicht alle Potenziale können oder sollen gleichzeitig und in vollem Umfang genutzt werden. Die tatsächliche Umsetzung hängt von standortspezifischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen ab. Die dargestellten Potenziale sind daher als Orientierungswerte zu verstehen und ersetzen keine vertiefenden projektbezogenen Untersuchungen.

Die zusammenfassende Einordnung der Potenziale bildet die fachliche Grundlage für die nachfolgende Entwicklung und Bewertung strategischer Versorgungsvarianten und Zielbilder im nächsten Kapitel.

Alle Annahmen, Berechnungen, Zahlen und Ergebnisse der Potenzialanalyse sind in der Dokumentations PDF 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Potenzialanalyse_3000121960 enthalten.

5. Zielbild und Entwicklung strategischer Versorgungsvarianten

Auf Grundlage der Ergebnisse der Bestandsanalyse sowie der Potenzialanalyse werden in diesem Kapitel das Zielbild der zukünftigen Wärmeversorgung sowie strategische Versorgungsvarianten für die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg entwickelt. Ziel ist es, mögliche Entwicklungspfade aufzuzeigen, die eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen, sicheren und wirtschaftlichen Struktur ermöglichen. Die dargestellten Zielbilder und Varianten stellen keine Festlegung auf konkrete Umsetzungsmaßnahmen dar, sondern dienen als strategische Entscheidungsgrundlage für Politik, Verwaltung und weitere Akteure.

5.1 Zielbild der zukünftigen Wärmeversorgung

Das Zielbild der kommunalen Wärmeplanung ist eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045. Die zukünftige Wärmeversorgung basiert auf einem technologieoffenen Ansatz, der sowohl leitungsgebundene als auch dezentrale Versorgungsformen berücksichtigt und an die jeweiligen örtlichen Rahmenbedingungen angepasst ist.

Zentrale Elemente des Zielbilds sind:

- die schrittweise Reduktion fossiler Energieträger,
- der verstärkte Einsatz erneuerbarer Wärmequellen,
- die Nutzung unvermeidbarer Abwärme,
- der gezielte Ausbau effizienter Wärmenetze in geeigneten Gebieten sowie
- die Ergänzung durch dezentrale Lösungen in ländlich geprägten Bereichen.

Die Umsetzung erfolgt schrittweise und orientiert sich an den natürlichen Erneuerungszyklen der Heizungsanlagen sowie an der Entwicklung der rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

5.2 Ableitung strategischer Versorgungsansätze

Auf Basis der räumlichen Struktur der beiden Kommunen, der identifizierten Netzzorzugsgebiete sowie der Ergebnisse der Potenzialanalyse lassen sich unterschiedliche strategische Versorgungsansätze ableiten. In verdichteten Ortskernen mit hoher Wärmedichte stehen leitungsgebundene Wärmenetze im Fokus. In Bereichen mit geringerer Wärmedichte sind hingegen überwiegend dezentrale Versorgungslösungen geeignet.

Für beide Kommunen ergibt sich daraus ein gemischtes Versorgungssystem, das zentrale und dezentrale Elemente miteinander kombiniert. Die Auswahl des jeweils geeigneten Versorgungsansatzes erfolgt technologieoffen und abhängig von den lokalen strukturellen Rahmenbedingungen.

5.3 Energiesystemmodellierung (strategisch)

Zur Entwicklung der strategischen Versorgungsvarianten wurde eine vereinfachte Energiesystemmodellierung durchgeführt. Ziel der Modellierung ist es, auf Grundlage der Ergebnisse der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse konsistente und technisch plausible Versorgungssysteme abzuleiten.

Die Energiesystemmodellierung verknüpft die identifizierten Wärmebedarfe, räumlichen Netzstrukturen und erneuerbaren Potenziale zu übergeordneten Systemkonfigurationen. Dabei werden sowohl leitungsgebundene als auch dezentrale Versorgungsansätze berücksichtigt.

Die Modellierung erfolgt überschlägig und auf strategischer Ebene. Sie dient der Einordnung möglicher Systemzusammensetzungen und ersetzt keine detaillierte technische Auslegung einzelner Anlagen oder Netzkomponenten. Aspekte wie Wirtschaftlichkeit, Förderfähigkeit sowie die konkrete technische Ausgestaltung sind Gegenstand nachgelagerter Planungsschritte und werden dort vertieft betrachtet.

Die Ergebnisse der Energiesystemmodellierung bilden die fachliche Grundlage für die nachfolgende Beschreibung der strategischen Versorgungsvarianten.

5.4 Beschreibung der strategischen Versorgungsvarianten

Auf Basis des Zielbilds und der Energiesystemmodellierung werden mehrere strategische Versorgungsvarianten betrachtet. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich des Anteils leitungsgebundener Versorgung, des Einsatzes erneuerbarer Energien sowie des zeitlichen Umsetzungshorizonts.

5.4.1 Variante 1: Fortführung überwiegend dezentraler Versorgung

Diese Variante geht von einer weitgehend dezentralen Wärmeversorgung aus. Bestehende Heizsysteme werden im Rahmen regulärer Erneuerungszyklen schrittweise durch klimafreundlichere Technologien ersetzt, insbesondere durch Wärmepumpen und hybride Systeme.

Leitungsgebundene Wärmenetze spielen in dieser Variante eine untergeordnete Rolle und werden lediglich punktuell weiterentwickelt.

5.4.2 Variante 2: Ausbau leitungsgebundener Wärmenetze in Netzzorzugsgebieten

In dieser Variante werden die identifizierten Netzzorzugsgebiete schrittweise durch den Ausbau leitungsgebundener Wärmenetze erschlossen. Die Wärmeerzeugung erfolgt überwiegend auf Basis erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme.

Dezentrale Lösungen ergänzen die Versorgung in weniger dicht besiedelten Bereichen. Diese Variante kombiniert zentrale und dezentrale Versorgungsstrukturen.

5.4.3 Variante 3: Langfristiger Transformationspfad mit erweiterter Netzentwicklung

Diese Variante beschreibt einen langfristigen Transformationspfad mit einer schrittweisen Erweiterung der Wärmenetze über die initialen Netzzvzugsgebiete hinaus. Kurz- und mittelfristig kommen flexible Übergangslösungen zum Einsatz, während langfristig eine stärkere Zentralisierung der Wärmeversorgung möglich wird.

Die Umsetzung ist abhängig von technologischen Entwicklungen, Förderbedingungen sowie der Akzeptanz bei potenziellen Anschlussnehmern.

5.5 Qualitative Bewertung der Versorgungsvarianten

Die dargestellten Versorgungsvarianten werden qualitativ hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit, Flexibilität und ihres Beitrags zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eingeordnet. Dabei zeigt sich, dass keine der Varianten isoliert betrachtet alle Anforderungen gleichermaßen erfüllt.

Ein kombinierter Ansatz ermöglicht es, unterschiedliche lokale Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und auf zukünftige Entwicklungen flexibel zu reagieren. Die Varianten bieten sowohl kurz- bis mittelfristig umsetzbare Lösungen als auch langfristige Entwicklungsperspektiven.

5.6 Empfohlener Entwicklungspfad und Übergang zur vertieften Bewertung

Auf Grundlage der qualitativen Einordnung wird empfohlen, die Weiterentwicklung der Wärmeversorgung entlang eines kombinierten und schrittweisen Entwicklungspfads zu verfolgen. Zunächst sollten die identifizierten Netzzvzugsgebiete durch vertiefende Untersuchungen weiter betrachtet und konkrete Umsetzungsschritte vorbereitet werden. Hierzu zählen insbesondere Machbarkeitsuntersuchungen, die Vorbereitung förderfähiger Projekte sowie die frühzeitige Einbindung relevanter Akteure.

Die strategischen Aussagen dieses Kapitels bilden die Grundlage für die im folgenden Kapitel dargestellte quantitative Energiesystemmodellierung und die vergleichende Bewertung von Versorgungsvarianten.

6. Quantitative Energiesystemmodellierung und vergleichende Bewertung der Versorgungsvarianten

Aufbauend auf dem strategischen Zielbild und den in Kapitel 5 beschriebenen Versorgungsvarianten wird im folgenden Kapitel eine vertiefende, quantitative Energiesystemmodellierung durchgeführt. Ziel ist es, die zuvor entwickelten Varianten auf Basis einheitlicher Annahmen vergleichend zu bewerten und ihre Kostenwirkungen überschlägig einzuordnen.

Die dargestellten Ergebnisse dienen der strategischen Entscheidungsunterstützung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Sie ersetzen keine projektbezogene Detailplanung oder Investitionsentscheidung.

6.1 Methodik der quantitativen Energiesystemmodellierung

Die quantitative Energiesystemmodellierung baut auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse auf. Für jeden Ortsteil werden der Wärmebedarf sowie die für ein potenzielles Wärmenetz relevante Heizlast auf Basis der Gebäudebedarfe und der ermittelten Netzparameter zusammengeführt. Auf dieser Grundlage wird jeweils eine Jahresdauerlinie erstellt, die das Lastverhalten über ein Jahr abbildet.

Anschließend werden die in der Potenzialanalyse identifizierten erneuerbaren Energiequellen hinsichtlich ihrer zeitlichen Verfügbarkeit im Jahresverlauf bewertet und zu möglichen Versorgungssystemen kombiniert. Ziel ist es, technisch plausible und untereinander vergleichbare Systemkonfigurationen für eine strategische Bewertung abzuleiten.

Die Auswahl der betrachteten erneuerbaren Energiepotenziale erfolgt standortbezogen und berücksichtigt die jeweiligen räumlichen, strukturellen und technischen Rahmenbedingungen der einzelnen Ortsteile.

Exemplarisch wird die Methodik am Beispiel Kernstadt Hallenberg in der Dokumentationspdf 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Studie Hallenberg abgebildet.

6.2 Kostenansatz und wirtschaftliche Annahmen

Für die quantitative Bewertung der entwickelten Versorgungsvarianten werden standortbezogene spezifische Erzeugungskosten der jeweils betrachteten Technologien ermittelt. Die Kosten bezie-

hen sich ausschließlich auf die Anlagentechnik der Wärmeerzeugung. Aufwendungen für Hochbau, Grundstücke sowie Leitungs- und Trassenbau sind ausdrücklich nicht Bestandteil der Betrachtung.

Die Ermittlung der Kosten erfolgt überschlägig und dient der vergleichenden Einordnung unterschiedlicher Systemkonfigurationen. Die Ergebnisse werden als spezifische Wärmegegestehungskosten in €/MWh dargestellt, um eine technologiespezifische und standortunabhängige Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

Die Darstellung der spezifischen Kosten erfolgt exemplarisch am Beispiel der Kernstadt Hallenberg, um die angewandte Methodik sowie die resultierenden Kostenspannen nachvollziehbar und transparent zu veranschaulichen. Die exemplarische Darstellung dient ausschließlich der Veranschaulichung der Methodik und stellt keine Priorisierung oder Bewertung einzelner Ortsteile dar. Die zugrunde liegenden Berechnungen wurden für alle Ortsteile nach einheitlichen Annahmen durchgeführt.

Im abschließenden Schritt erfolgt für die betrachteten Varianten eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gemäß **VDI 2067** über einen Betrachtungszeitraum von **40 Jahren**. Die Investitionskosten werden dabei auf Basis einer überschlägigen Kostenermittlung nach **DIN 276, Ebene 1**, angesetzt. Auf Grundlage der ermittelten Investitionskosten wird eine anzusetzende Förderquote gemäß der **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)** berücksichtigt. Ergänzend werden laufende Wartungs- und Instandhaltungskosten sowie verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten in die Betrachtung einbezogen.

Die Gesamtjahreskosten werden in Relation zum im Wärmenetz bereitgestellten Wärmebedarf gesetzt und zu spezifischen Wärmegestehungskosten in **ct/kWh** umgerechnet. Diese Kennwerte bilden die Grundlage für den nachfolgenden Vergleich der Versorgungsvarianten.

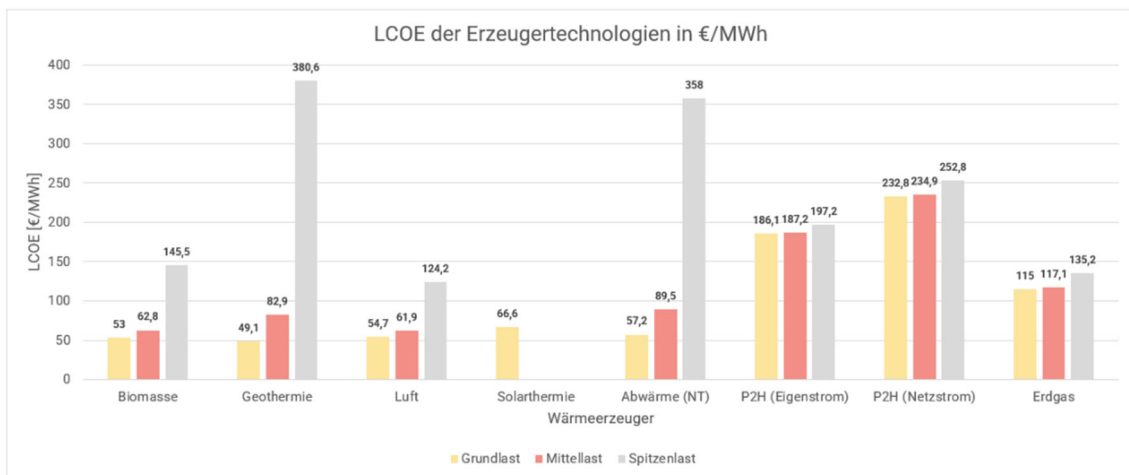


Abbildung 19: Exemplarische Methodendarstellung – Vergleich spezifischer Wärmegestehungskosten ausgewählter Versorgungsvarianten am Beispiel der Kernstadt Hallenberg

Die dargestellten Kostenspannen sind als Ergebnis der modellhaften Annahmen zu verstehen und dienen ausschließlich der vergleichenden Einordnung der Versorgungsvarianten. Die Abbildung dient der Veranschaulichung der angewandten Methodik sowie der Bandbreite möglicher Kostenspannen. Sie stellt keine abschließende Wirtschaftlichkeitsbewertung dar und ersetzt keine projektbezogene Detailplanung oder Investitionsentscheidung.

6.3 Entwicklung und Vergleich der Versorgungsvarianten

Basierend auf der quantitativen Energiesystemmodellierung werden für jeden Ortsteil drei Versorgungsvarianten vergleichend betrachtet. Ziel ist es, unterschiedliche Systemkonfigurationen hinsichtlich ihrer Kostenstruktur und Systemcharakteristik gegenüberzustellen.

Untersucht werden:

- eine kostenoptimierte Variante,
- eine minimalinvasive Ausbaustrategie sowie
- sofern technisch und räumlich umsetzbar, eine Variante unter Einbindung lokaler Abwärmepotenziale, Biogasnutzung oder Eigenstromerzeugung.

6.3.1 Zusammenstellung der Technikvarianten

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über die zugrunde gelegten Wärmemengen und Heizlasten sowie über die jeweils untersuchten, möglichen Variantenkombinationen zur Deckung von Grund-, Mittel- und Spitzenlast.

Tabelle 1: Ergebnisse der Variantenzusammenstellung (1)

	Wärmemenge [MWh]	Heizlast [kW]	V1	V2	V3
Hallenberg	27.321	7.930	Solarthermie + Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Biomasse + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel
Medebach	37.898	11.062	Abwärme (Industrie) + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Geothermie + Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel
Hesborn	9.587	2.936	Abwärme (Industrie) + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Biomasse + Spitzenlastkessel
Oberschledorn	8.004	2.549	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Liesen	5.793	1.910	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Medelon	5.305	1.776	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Dudinghausen	5.422	1.813	Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Geothermie + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel

Tabelle 2: Ergebnisse der Variantenzusammenstellung (2)

	Wärmemenge [MWh]	Heizlast [kW]	V1	V2	V3
Dreislar	2.769	1.069	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Braunshausen	2.733	1.079	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Küstelberg	3.024	1.170	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Gethermie + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Deifeld	2.690	1.076	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Berge	979	481	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel
Wissinghausen	583	299	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Spitzenlastkessel	Luft-/Wasser- Wärmepumpe + Biomasse + Spitzenlastkessel	Biomasse + Spitzenlastkessel

In den Tabellen sind für jeden Ortsteil die jährliche Wärmemenge in MWh sowie die maximale Heizlast in kW dargestellt, die als Bemessungsgrundlage für die Bewertung der Erzeugungssysteme dienen.

In den Spalten V1, V2 und V3 sind jeweils drei alternative Versorgungskonzepte ausgewiesen:

- **Variante V1** bildet in der Regel eine kostenoptimierte oder technisch naheliegende Lösung ab, häufig auf Basis von Wärmepumpensystemen oder Abwärmenutzung, ergänzt um ein Spitzenlastsystem zur Abdeckung von Lastspitzen und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit.
- **Variante V2** stellt eine alternative Systemkonfiguration dar, die einen höheren Anteil erneuerbarer Energien oder die Kombination mehrerer Erzeugungstechnologien berücksichtigt.

- **Variante V3** fokussiert sich auf eine weitere technisch eigenständige Option, beispielsweise die stärkere Einbindung von Biomasse oder Geothermie, um Unterschiede in Investitionsstruktur, Betriebskosten und Systemcharakteristik vergleichbar darzustellen.

Die dargestellten Variantenkombinationen stellen typische, technisch plausible Systemausprägungen dar und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

6.4 Vergleich der Wärmegestehungskosten

Auf Grundlage der modellierten Systemkonfigurationen werden die spezifischen Wärmegestehungskosten der betrachteten Varianten überschlägig miteinander verglichen. Der Vergleich erfolgt standortbezogen und berücksichtigt sowohl Investitions- als auch Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie die angesetzten Förderquoten.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Kostenstrukturen der Varianten deutlich unterscheiden und maßgeblich von den eingesetzten Technologien, dem Anteil erneuerbarer Energien sowie den standortspezifischen Rahmenbedingungen abhängen.

6.5 Einordnung der Ergebnisse und Abgrenzung

Die in diesem Kapitel dargestellte quantitative Energiesystemmodellierung dient der vergleichenden Bewertung unterschiedlicher Versorgungsvarianten auf Basis einheitlicher technischer und struktureller Annahmen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für eine überschlägige wirtschaftliche Einordnung, ersetzen jedoch keine projektbezogene Detailplanung oder Investitionsentscheidung.

Die detaillierte Methodik der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, einschließlich der Annahmen zu Investitionskosten (CAPEX), Betriebs- und Instandhaltungskosten (OPEX), Förderquoten sowie der Berechnung der Wärmegestehungskosten, ist im **Anhang A.1** dargestellt.

Beispielhafte Ergebnisse der Wärmepreisermittlung sowie der standortbezogene Variantenvergleich sind in den **Anhängen A.2 und A.3** zusammengefasst.

Eine detaillierte Aufstellung aller Ergebnisse ist in der Dokumentationspdf 25010_KWP_Hallenberg_Medebach_Energiesystemmodell_3000121960 aufgelistet.

7. Dezentrale Versorgungsoptionen als Ergänzung und Alternative

In Bereichen, in denen leitungsgebundene Wärmenetze aufgrund geringer Wärmedichten, hoher spezifischer Investitionskosten oder struktureller Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich oder technisch sinnvoll darstellbar sind, stellen dezentrale Versorgungslösungen eine zentrale Säule der kommunalen Wärmewende dar.

Die nachfolgend dargestellten dezentralen Versorgungsoptionen dienen der vergleichenden Einordnung möglicher Alternativen zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Sie stellen keine gebäudescharfen Empfehlungen dar und ersetzen keine individuelle Fachberatung oder objektspezifische Planung.

7.1 Versorgung durch Wärmepumpen

Bei dieser Variante wird der gesamte Wärmebedarf eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe über eine elektrisch betriebene Wärmepumpe gedeckt. Als Wärmequellen kommen – abhängig von den lokalen Standortbedingungen – Umweltluft, Erdreich oder Grundwasser in Betracht.

Moderne Wärmepumpensysteme sind grundsätzlich im gesamten Gebäudebestand einsetzbar. Sie arbeiten besonders effizient bei niedrigen Vorlauftemperaturen und eignen sich daher vor allem für gut sanierte Gebäude oder Neubauten mit Flächenheizsystemen. Die Klimawirkung der Wärmepumpe hängt maßgeblich vom eingesetzten Strommix ab und verbessert sich mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien im Stromnetz.

Vorteile:

- vollständig erneuerbare Wärmebereitstellung möglich,
- keine lokalen Emissionen,
- geringe Betriebskosten bei hoher Effizienz.

Nachteile:

- erhöhter Strombedarf bei niedrigen Außentemperaturen,
- Effizienzeinbußen im unsanierten Gebäudebestand mit hohen Vorlauftemperaturen,
- mögliche Einschränkungen durch verfügbare Netzanschlussleistungen.

7.2 Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik und Batteriespeicher

Diese Variante ergänzt die Wärmepumpe um eine gebäudenähe Stromerzeugung durch Photovoltaik (PV) sowie einen Batteriespeicher zur Eigenverbrauchsoptimierung. Ein Teil des für den Betrieb der Wärmepumpe benötigten Stroms wird direkt vor Ort erzeugt und zwischengespeichert.

Durch die Eigenstromnutzung können sowohl die Betriebskosten als auch die Abhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz reduziert werden. Trotz der saisonalen Unterschiede zwischen PV-Erzeugung und Wärmebedarf kann insbesondere im Jahresmittel ein relevanter Eigenverbrauchsanteil erzielt werden.

Vorteile:

- reduzierte Strombezugskosten,
- verbesserte CO₂-Bilanz durch Eigenstromnutzung,
- Entlastung des öffentlichen Stromnetzes.

Nachteile:

- höhere Investitionskosten,
- begrenzter Beitrag der Photovoltaik in den Wintermonaten,
- Wirtschaftlichkeit abhängig von Dachflächen, Ausrichtung und Lastprofil.

7.3 Wärmepumpe mit konventionellem Spitzenlastkessel

In dieser Hybridlösung deckt die Wärmepumpe die Grundlast der Wärmeversorgung, während ein konventioneller Spitzenlastkessel (Öl oder Gas) zur Abdeckung von Lastspitzen und sehr kalten Außentemperaturen eingesetzt wird.

Dieses System ermöglicht eine geringere Auslegung der Wärmepumpe und reduziert elektrische Leistungsspitzen. Insbesondere im unsanierten Gebäudebestand kann dadurch eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet werden.

Vorteile:

- hohe Versorgungssicherheit,
- Reduktion elektrischer Leistungsspitzen,
- gut geeignet für Bestandsgebäude mit hoher Heizlast.

Nachteile:

- fortgesetzter Einsatz fossiler Brennstoffe,
- verbleibende CO₂-Emissionen,
- langfristig nicht vollständig klimaneutral.

7.4 Biomassebasierte dezentrale Wärmeversorgung

Bei der biomassebasierten Wärmeversorgung wird die Wärme dezentral über Biomassekessel, beispielsweise auf Basis von Hackschnitzeln oder Pellets, bereitgestellt. Die Technologie ist bewährt und unabhängig vom Stromnetz in der Wärmeerzeugung.

Biomasse eignet sich insbesondere für alte Bestandsgebäude mit höherem Wärmebedarf und kann hohe Vorlauftemperaturen bereitstellen. Das Einsatzpotenzial ist jedoch durch regionale Brennstoffverfügbarkeit sowie Nachhaltigkeits- und Emissionsaspekte begrenzt.

Vorteile:

- erneuerbare Wärme mit hoher Versorgungssicherheit,
- geeignet für hohe Heizlasten und Vorlauftemperaturen,
- geringe Abhängigkeit vom Stromnetz.

Nachteile:

- begrenzte regionale Biomassepotenziale,
- erhöhter Lager- und Logistikaufwand,
- Emissionen und lokale Immissionsbelastungen.

7.5 Zusammenfassende Einordnung der dezentralen Versorgungsoptionen

Die dargestellten dezentralen Versorgungsoptionen bieten unterschiedliche technische und wirtschaftliche Eigenschaften und eignen sich in unterschiedlichem Maße für die jeweiligen Gebäudestrukturen und Standortbedingungen. In Bereichen ohne wirtschaftliche Perspektive für leitungsgebundene Wärmenetze stellen sie einen wesentlichen Baustein der kommunalen Wärme- wende dar.

Die Wahl geeigneter dezentraler Versorgungslösungen erfolgt objektspezifisch und ist abhängig von Faktoren wie Gebäudestandard, Sanierungszustand, verfügbarer Netzanschlussleistung, regionalen Potenzialen sowie individuellen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Ein direkter Vergleich zwischen einer alten, fossil betriebenen Heizung, einer zentralen Versorgung durch ein Wärmenetz und die aufgeführten, dezentralen Optionen ist in der Dokumentationspdf 25010_KWP_Hallenberg_Hallenberg Kostenzusammenstellung Ölheizung abgebildet.

8. Bewertung, Zielerreichung und wirtschaftliche Einordnung

Auf Grundlage der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Analysen erfolgt im folgenden Kapitel eine zusammenfassende Bewertung der entwickelten Versorgungsansätze. Ziel ist es, die Ergebnisse der quantitativen Energiesystemmodellierung (Kapitel 6) sowie der Betrachtung dezentraler Versorgungsoptionen (Kapitel 7) in einen übergeordneten strategischen Kontext einzuordnen und deren Beitrag zur langfristigen Transformation der Wärmeversorgung zu bewerten.

Die Bewertung dient der politischen und strategischen Entscheidungsunterstützung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Sie stellt keine Vorfestlegung auf konkrete Projekte, Investitionen oder Technologien dar.

8.1 Bewertungsansatz

Die Bewertung der Versorgungsansätze erfolgt anhand qualitativer Kriterien, die für die kommunale Entscheidungsfindung von zentraler Bedeutung sind. Ergänzend werden die Ergebnisse der wirtschaftlichen Betrachtungen herangezogen, um Unterschiede zwischen leitungsgebundenen und dezentralen Versorgungslösungen einzuordnen.

Berücksichtigte Bewertungskriterien sind insbesondere:

-
- der Beitrag zur Treibhausgasminderung und zur Erreichung der Klimaschutzziele,
 - die Versorgungssicherheit und Systemrobustheit,
 - die technische Umsetzbarkeit und Skalierbarkeit,
 - die Abhängigkeit von lokalen und externen Rahmenbedingungen,
 - die langfristige Wirtschaftlichkeit und Kostenstabilität.

Die Bewertung erfolgt vergleichend und standortbezogen. Sie berücksichtigt die unterschiedlichen strukturellen Voraussetzungen der Ortsteile und verfolgt bewusst einen technologieoffenen Ansatz.

8.2 Klimawirkung und Zielerreichung

Die untersuchten Versorgungsansätze ermöglichen insgesamt eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor. Insbesondere der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien in leitungsgebundenen Wärmenetzen sowie die zunehmende Substitution fossiler Einzelheizungen durch Wärmepumpensysteme leisten einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Leitungsgebundene Wärmenetze mit erneuerbarer Wärmeerzeugung weisen dabei ein besonders hohes langfristiges Minderungspotenzial auf, da sie größere Wärmemengen bündeln und zentrale, effiziente Erzeugungstechnologien ermöglichen. Dezentrale Lösungen tragen insbesondere in weniger dicht besiedelten Gebieten zur Emissionsminderung bei und erlauben eine schrittweise Transformation im Rahmen individueller Erneuerungszyklen.

In der Gesamtbetrachtung leisten die dargestellten Versorgungsansätze einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der kommunalen und übergeordneten Klimaschutzziele bis zum Jahr 2045.

8.3 Wirtschaftliche Einordnung

Die wirtschaftliche Einordnung der entwickelten Versorgungsansätze basiert auf den Ergebnissen der quantitativen Energiesystemmodellierung (vgl. Kapitel 6) sowie auf der ergänzenden Betrachtung dezentraler Versorgungsoptionen (vgl. Kapitel 7). Die Bewertung erfolgt langfristig und berücksichtigt sowohl Investitions- als auch Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie die erwartete Entwicklung von Energiepreisen und CO₂-Kosten.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde überschlägig über einen Betrachtungszeitraum von 40 Jahren durchgeführt. Grundlage bilden technologie- und standortbezogene Annahmen zu Investitionskosten, Betriebskosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten sowie zu Fördermitteln, insbesondere im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Die detaillierten Kostenannahmen, Berechnungsansätze und Beispielrechnungen sind im Anhang dokumentiert (vgl. Anhang A.2).

Leitungsgebundene Wärmenetze können insbesondere in Gebieten mit ausreichender Wärmedichte und hoher Anschlussquote langfristige Kostenvorteile bieten. Trotz vergleichsweise hoher Anfangsinvestitionen zeigen sie bei geeigneten strukturellen Rahmenbedingungen stabile und planbare Wärmegestehungskosten über den gesamten Betrachtungszeitraum. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei maßgeblich abhängig von:

- der Anschlussdichte und Netzauslastung,
- der Länge und Struktur des Wärmenetzes,
- der eingesetzten Erzeugungstechnologie,
- der Höhe und Verfügbarkeit von Fördermitteln sowie
- der Entwicklung der Energie- und CO₂-Preise.

Dezentrale Versorgungslösungen sind insbesondere dort wirtschaftlich sinnvoll, wo leitungsgebundene Netzinfrastrukturen aufgrund geringer Anschlussdichten oder hoher spezifischer Netzkosten nicht darstellbar sind. Wärmepumpensysteme – gegebenenfalls in Kombination mit Photovoltaik und Speicherlösungen – stellen in vielen Fällen eine langfristig wirtschaftliche Alternative dar, insbesondere unter Berücksichtigung steigender CO₂-Kosten fossiler Energieträger (vgl. Kapitel 7).

Die überschlägigen Berechnungen zeigen für leitungsgebundene Wärmenetzvarianten folgende Kostenbereiche:

- **Wärmegestehungskosten (brutto, erstes Betriebsjahr):** ca. 14–15 ct/kWh
- **Gemittelte Wärmegestehungskosten über 40 Jahre:** ca. 20–21 ct/kWh

Die dargestellten Kostenspannen stellen keine standort- oder projektscharfen Aussagen dar, sondern dienen der vergleichenden Einordnung unterschiedlicher Versorgungsansätze. Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbewertung einzelner Projekte ist Gegenstand nachgelagerter Machbarkeitsstudien.

Im Vergleich zu fossilen Einzelheizungen zeigen die betrachteten Wärmenetzvarianten langfristig wirtschaftliche Vorteile, insbesondere unter Berücksichtigung der erwarteten Entwicklung der CO₂-Bepreisung sowie steigender Kosten für fossile Energieträger. Die Wirtschaftlichkeit einzelner Varianten ist jedoch stets standortabhängig zu bewerten und von den jeweiligen Rahmenbedingungen abhängig.

Die wirtschaftliche Einordnung der Versorgungsansätze basiert auf den Ergebnissen der quantitativen Energiesystemmodellierung (Kapitel 6) sowie auf einer überschlägigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über einen Betrachtungszeitraum von 40 Jahren.

Die zugrunde liegende Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung, einschließlich der Ermittlung von Investitionskosten, Betriebskosten, Förderannahmen sowie der Ableitung spezifischer Wärmegestehungskosten, ist im **Anhang A.1** ausführlich beschrieben.

Die beispielhafte Wärmepreisermittlung sowie die Ergebnisse des standortbezogenen Variantenvergleichs sind in den **Anhängen A.2 und A.3** dargestellt. Die dort enthaltenen Ergebnisse dienen der transparenten Einordnung möglicher Kostenspannen und stellen keine verbindliche Wirtschaftlichkeits- oder Investitionsentscheidung dar.

8.4 Fördermittelrechtliche Einordnung

Der vorliegende kommunale Wärmeplan stellt keinen Förderantrag dar und begründet keinen Anspruch auf Fördermittel. Er erfüllt jedoch die Voraussetzungen zur Nutzung als strategische Grundlage für nachgelagerte Förderanträge im Rahmen der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung.

Insbesondere bietet der Wärmeplan eine geeignete Basis für Förderprogramme auf Bundesebene, allen voran die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Diese unterstützt sowohl vorbereitende Planungsleistungen als auch die investive Umsetzung und den Betrieb erneuerbarer Wärmeerzeugung in Wärmenetzen.

Auf dezentraler Ebene bietet die Bundesförderung effizienter Gebäude (BEG) neben dem BEW eine gute Möglichkeit, die Investitionslast von erneuerbaren Wärmeerzeugern zu verringern.

Die konkrete Förderfähigkeit einzelner Maßnahmen ist projektbezogen zu prüfen und Gegenstand weiterführender Planungs-, Genehmigungs- und Antragsprozesse. Die dargestellten Fördermöglichkeiten dienen ausschließlich der strategischen Einordnung möglicher nächster Schritte im Rahmen der Umsetzung.

8.5 Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend zeigt sich, dass die untersuchten Versorgungsansätze insgesamt geeignet sind, die Wärmeversorgung der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg schrittweise in Richtung Klimaneutralität zu transformieren. Die Kombination aus leitungsgebundenen Wärmenetzen in geeigneten Gebieten und dezentralen Versorgungslösungen in strukturell weniger geeigneten Bereichen ermöglicht eine flexible, resiliente und an die lokalen Rahmenbedingungen angepasste Entwicklung.

Die Ergebnisse dieses Kapitels unterstreichen die Notwendigkeit eines differenzierten und schrittweisen Vorgehens. Der kommunale Wärmeplan schafft hierfür einen strategischen Orientierungsrahmen, auf dessen Grundlage vertiefende Untersuchungen, politische Entscheidungen und konkrete Umsetzungsprojekte vorbereitet werden können.

9. Räumliche Zonierung und Umsetzungsstrategie

Auf Grundlage der Ergebnisse der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse sowie der strategischen und quantitativen Bewertung der Versorgungsoptionen wird im folgenden Kapitel die räumliche Zonierung der Wärmeversorgung sowie eine darauf aufbauende Umsetzungsstrategie dargestellt. Ziel ist es, die Transformation der Wärmeversorgung in der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg räumlich zu differenzieren und zeitlich zu strukturieren, ohne eine Vorfestlegung auf konkrete Projekte oder Investitionsentscheidungen zu treffen.

Die dargestellten Aussagen besitzen strategischen Charakter und dienen der Orientierung für Politik, Verwaltung, Netzbetreiber sowie weitere relevante Akteure im weiteren Umsetzungsprozess.

9.1 Zonierung der Wärmeversorgung

Auf Basis der durchgeführten Analysen wurden unterschiedliche Versorgungszonen der Wärmeversorgung identifiziert. Die Zonierung bildet die Grundlage für eine räumlich differenzierte Betrachtung geeigneter Versorgungsansätze und unterstützt die Ableitung einer realistischen und umsetzbaren Transformationsstrategie.

Es werden folgende Versorgungszonen unterschieden:

- **Vorranggebiete für leitungsgebundene Wärmenetze:** Diese umfassen insbesondere verdichtete Ortskerne mit hoher Wärmenachfrage, günstigen Anschlussdichten und grundsätzlich geeigneten Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Ausbau von Wärmenetzen unter Einsatz erneuerbarer Energien.
- **Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung:** In diesen Bereichen stehen aufgrund geringer Anschlussdichten, großer Entfernungen oder hoher spezifischer Netzkosten gebäudeindividuelle Versorgungslösungen im Vordergrund.
- **Transformationsgebiete:** In diesen Zonen ist mittelfristig ein schrittweiser Rückgang fossiler Energieträger vorgesehen. Der Übergang zu erneuerbaren Versorgungslösungen erfolgt hier zeitlich gestaffelt und orientiert sich an technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

Die dargestellte Zonierung stellt eine strategische Empfehlung dar und begründet keine rechtlichen Verpflichtungen für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer oder andere Akteure. Die konkrete Ausgestaltung der Wärmeversorgung erfolgt im Rahmen weiterführender Planungen und projektbezogener Prüfungen.

9.2 Zielsetzung der Umsetzungsstrategie

Die Umsetzungsstrategie beschreibt den Weg von den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung hin zur schrittweisen Realisierung konkreter Maßnahmen im Zeitraum bis zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2045. Sie dient als strategischer Orientierungsrahmen für politische Entscheidungsprozesse, administrative Steuerung sowie für potenzielle Projektentwicklungen.

Die dargestellten Maßnahmen stellen keine verbindlichen Investitionsentscheidungen dar, sondern bilden die Grundlage für weiterführende Untersuchungen, insbesondere Machbarkeitsstudien, Wirtschaftlichkeitsanalysen und Genehmigungsverfahren.

9.3 Zeitliche Staffelung der Maßnahmen (2030–2045)

Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt gestuft und orientiert sich an einem kurz-, mittel- und langfristigen Zeithorizont.

Kurzfristig (bis ca. 2030)

In der Anfangsphase liegt der Schwerpunkt auf der Vorbereitung und Absicherung der Umsetzung. Zentrale Maßnahmen sind:

- Durchführung vertiefender Machbarkeitsstudien für priorisierte Wärmenetzgebiete,
- Beantragung von Fördermitteln, insbesondere im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW),
- Aufbau geeigneter Projekt- und Organisationsstrukturen,
- Information und Beteiligung der Öffentlichkeit,
- Vorbereitung politischer Beschlussfassungen zur Gebietsausweisung.

Mittelfristig (2030–2040)

In dieser Phase beginnt die schrittweise Umsetzung der identifizierten Maßnahmen:

- Aufbau erneuerbarer Wärmeerzeugungskapazitäten,
- Realisierung erster Wärmenetzabschnitte,
- sukzessive Reduktion fossiler Heizsysteme,
- Setzen von Sanierungsimpulsen im Gebäudebestand,
- aktive Kundengewinnung und Netzverdichtung.

Langfristig (2040–2045)

Langfristig steht die Optimierung und Vervollständigung der Systeme im Vordergrund:

- Erweiterung und Verdichtung bestehender Wärmenetze,
- Integration von Speicher- und Flexibilitätsoptionen,
- weitgehende Erreichung der Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung.

9.4 Umsetzungsprozess und Projektlogik

Der Umsetzungsprozess für Wärmenetzprojekte folgt in der Regel einem mehrstufigen Ablauf, der je nach Projektgröße und Gebiet angepasst werden kann. Typische Schritte sind:

1. Machbarkeitsstudie und Variantenvergleich,
2. Wirtschaftlichkeitsprüfung gemäß VDI 2067,
3. Förderantrag (z. B. BEW),
4. Detailplanung und Genehmigung,
5. Bau der Wärmeerzeugungsanlagen,
6. Bau des Wärmenetzes und der Hausanschlüsse,
7. Inbetriebnahme und Monitoring.

Die einzelnen Schritte können teilweise parallel erfolgen. Entscheidungen über konkrete Projekte, Investitionen oder Betreiberstrukturen sind nicht Bestandteil des kommunalen Wärmeplans.

9.5 Priorisierung, Finanzierung und Förderinstrumente

9.5.1 Priorisierung der Wärmenetzgebiete

Auf Basis des Energiesystemmodells, der analysierten Wärmepreise, der Anschlussdichten sowie der baulichen Struktur wurden potenzielle Wärmenetzgebiete vergleichend bewertet. Ziel der Priorisierung ist es, jene Gebiete zu identifizieren, in denen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung unter Einsatz erneuerbarer Energien mit hoher Wahrscheinlichkeit wirtschaftlich und technisch umsetzbar ist.

Die Priorisierung dient als Empfehlung für eine vertiefte Betrachtung im Rahmen von Machbarkeitsstudien.

Tabelle 3: Priorisierte Netzausbaugebiete

Rang	Gebiet	Strategische Einordnung
1	Hesborn	Sehr gute Netzeignung, frühe Umsetzung empfohlen
2	Stadtkern Medebach	Hohe Priorität aufgrund dichter Bebauung
3	Hallenberg (Kernstadt)	Gute Voraussetzungen, Ausbau perspektivisch
4	Oberschledorn	Eignung abhängig von Netzgröße
5	Küstelberg	Wirtschaftlichkeit weiter zu prüfen

9.5.2 Abgrenzung der Umsetzungsstrategien

Für priorisierte Wärmenetzgebiete liegt der Fokus auf der Entwicklung und dem Ausbau zentraler, leitungsgebundener Wärmesysteme. In weniger geeigneten Gebieten stehen dezentrale Lösungen wie Wärmepumpensysteme, Biomasseheizungen oder hybride Konzepte im Vordergrund.

9.5.3 Finanzierung und Fördermöglichkeiten

Für die Umsetzung leitungsgebundener Wärmenetze stellt die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ein zentrales Förderinstrument dar. Gefördert werden sowohl vorbereitende Studien als auch investive Maßnahmen sowie der Betrieb erneuerbarer Wärmeerzeugung.

Der kommunale Wärmeplan selbst stellt keinen Förderantrag dar und begründet keinen Anspruch auf Fördermittel.

9.5.4 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Tabelle 4: Fördermodule der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

BEW-Modul	Fördergegenstand	Förderquote
Modul 1	Machbarkeitsstudien für Neubau und Transformation von Wärmenetzen	bis zu 50 %
Modul 2	Investitionsförderung für Neubau und Ausbau effizienter Wärmenetze	bis zu 40 %
Modul 3	Investitionsförderung für Einzelmaßnahmen zur Transformation bestehender Wärmenetze	bis zu 40 %
Modul 4	Betriebskostenförderung für erneuerbare Wärmeherzeugung	laufende Zuschüsse

9.5.5 Monitoring und Fortschreibung

Nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung ist ein kontinuierliches Monitoring der Umsetzung vorgesehen. Die Ergebnisse fließen in die regelmäßige Fortschreibung des Wärmeplans ein und unterstützen die Zielerreichung bis 2045.

Die räumliche Zonierung der Wärmeversorgung sowie die Ableitung der Umsetzungsstrategie basieren auf einer integrierten Betrachtung technischer, struktureller und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Neben der Wärmedichte, der baulichen Struktur und den identifizierten Potenzialen wurden auch die Ergebnisse der wirtschaftlichen Einordnung berücksichtigt.

Die detaillierten wirtschaftlichen Annahmen sowie die Ergebnisse des Variantenvergleichs sind im **Anhang A (A.1 bis A.3)** dokumentiert. Die im vorliegenden Kapitel dargestellten Priorisierungen und Handlungsempfehlungen stellen eine strategische Ableitung dar und ersetzen keine standort- oder projektbezogenen Wirtschaftlichkeitsprüfungen im Rahmen nachgelagerter Machbarkeitsstudien.

10. Beteiligung der Öffentlichkeit und Akteure

10.1 Einordnung und rechtlicher Rahmen

Die kommunale Wärmeplanung der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg wurde unter Beachtung der Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) durchgeführt.

Gemäß § 7 WPG sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Öffentlichkeit, betroffene Behörden sowie die Träger öffentlicher Belange angemessen zu beteiligen.

Die Beteiligung dient der Herstellung von Transparenz, der Verbesserung der fachlichen Qualität der Planung sowie der frühzeitigen Berücksichtigung unterschiedlicher Belange und Interessen. Sie ist als fortlaufender Prozess angelegt, der sich von der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans bis in die nachgelagerte Umsetzungsphase erstreckt.

Damit stellt die Beteiligung einen wesentlichen Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung dar und trägt dazu bei, die langfristige Transformation der Wärmeversorgung nachvollziehbar, akzeptiert und tragfähig zu gestalten.

10.2 Zielsetzung der Beteiligung

Mit der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern, politischen Gremien sowie weiteren relevanten Akteuren verfolgen die Hansestadt Medebach und die Stadt Hallenberg mehrere Ziele. Zentrales Anliegen ist es, Transparenz und Nachvollziehbarkeit der kommunalen Wärmeplanung sicherzustellen und damit eine verlässliche Informationsgrundlage für Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit zu schaffen.

Darüber hinaus trägt die frühzeitige Einbindung lokaler Akteure dazu bei, fachliche und praxisbezogene Hinweise in den Planungsprozess aufzunehmen, mögliche Hemmnisse zu identifizieren und Zielkonflikte frühzeitig zu erkennen. Die Beteiligung unterstützt damit sowohl die fachliche Qualität der Planung als auch die Akzeptanz der Wärmewende auf kommunaler Ebene.

10.3 Beteiligte Akteure

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg werden diejenigen Akteure eingebunden, deren Aufgaben, Zuständigkeiten oder Betroffenheiten in einem sachlichen Zusammenhang mit der Wärmeversorgung stehen.

Hierzu zählen insbesondere:

-
- die Bürgerschaft, einschließlich der Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer,
 - die beschlussfassenden Organe der beiden Kommunen sowie die zuständigen Fachausschüsse,
 - die zuständigen Schornsteinfeger, sowie das ausführende Handwerk,
 - die zuständigen Behörden und Träger öffentlicher Belange im Sinne des § 7 WPG.

Darüber hinaus werden Betreiber bestehender Energieversorgungsnetze sowie potenzielle Betreiber von Wärmenetzen, Erzeuger erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme sowie fachlich beratende Institutionen in geeigneter Weise beteiligt. Die Einbindung dieser Akteure erfolgt zielgerichtet und anlassbezogen und dient der fachlichen Fundierung der Planung, der frühzeitigen Identifikation relevanter Rahmenbedingungen sowie der Abstimmung möglicher Entwicklungsperspektiven.

Eine namentliche Benennung einzelner Betreiber oder Marktakteure erfolgt im Abschlussbericht bewusst nicht, da die kommunale Wärmeplanung eine strategische Planung darstellt und keine Vorfestlegung auf konkrete Projektpartner, Betreiber oder Geschäftsmodelle beinhaltet.

10.4 Formate der Bürger- und Öffentlichkeitsbeteiligung

Die Beteiligung der Öffentlichkeit erfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung über geeignete, adressatengerechte Informations- und Kommunikationsformate. Ziel dieser Formate ist es, die Ziele, Inhalte und Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung transparent und verständlich zu vermitteln sowie Rückfragen und Hinweise aus der Bürgerschaft aufzunehmen.

Die Formate dienen der Information und Sensibilisierung, nicht der individuellen Beratung oder der Vorbereitung konkreter Investitionsentscheidungen.

Die Information der Öffentlichkeit erfolgt insbesondere über:

- öffentliche Informationsveranstaltungen,
- begleitende Veröffentlichungen auf den Internetseiten der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg,
- unterstützende Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Darstellung der Inhalte erfolgt in allgemein verständlicher Form und macht zugleich deutlich, dass der kommunale Wärmeplan eine strategische Planung darstellt, die keine unmittelbaren rechtlichen Verpflichtungen für Bürgerinnen und Bürger begründet und keine gebäudescharfen Festlegungen enthält.

Zur fachlichen Erläuterung der Inhalte der kommunalen Wärmeplanung können im Rahmen öffentlicher Informationsveranstaltungen Vertreter des beauftragten Fachbüros hinzugezogen werden. Ergänzend können zur fachlichen Einordnung komplexer technischer, wirtschaftlicher und förderrechtlicher Fragestellungen externe fachliche Akteure beratend eingebunden werden. Dies betrifft insbesondere Expertinnen und Experten aus dem Umfeld der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Eine Übertragung kommunaler Entscheidungsbefugnisse ist damit nicht verbunden.

10.5 Beteiligung in der Umsetzungsphase

Auch über den Abschluss der kommunalen Wärmeplanung hinaus bleibt die Beteiligung von Politik, Verwaltung, Öffentlichkeit und weiteren relevanten Akteuren von zentraler Bedeutung.

In der Umsetzungsphase dient die Beteiligung insbesondere der transparenten Begleitung weiterführender Planungen sowie der Information über nachgelagerte Schritte, ohne den strategischen Charakter der kommunalen Wärmeplanung zu verlassen.

Insbesondere bei der Vorbereitung und Umsetzung konkreter Maßnahmen – etwa im Zusammenhang mit der Entwicklung von Wärmenetzprojekten, der Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen oder der Ausgestaltung kommunaler Beratungsangebote – ist eine frühzeitige, kontinuierliche und adressatengerechte Kommunikation erforderlich. Entscheidungen über konkrete Projekte, Investitionen oder Vertragsverhältnisse erfolgen in gesonderten Verfahren und sind nicht Gegenstand des kommunalen Wärmeplans.

10.6 Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die kommunale Wärmeplanung der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg einen strategischen Rahmen für die langfristige Transformation der Wärmeversorgung schafft. Die im Rahmen des Planungsprozesses vorgesehene Beteiligung von Politik, Verwaltung, Öffentlichkeit und weiteren relevanten Akteuren trägt dazu bei, die Inhalte der Wärmeplanung nachvollziehbar darzustellen und unterschiedliche Belange frühzeitig zu berücksichtigen.

Die Beteiligung erfolgt im Einklang mit den Vorgaben des § 7 WPG und ist als fortlaufender, anlassbezogener Prozess angelegt. Sie unterstützt die Qualität der Planung, ohne verbindliche Zusagen für konkrete Maßnahmen, Projekte oder Investitionen zu begründen, und erhöht die Transparenz und Orientierung für die weiteren kommunalen Entscheidungsprozesse.

Die Beteiligung erfolgt im Einklang mit den Vorgaben des § 7 WPG und ist als fortlaufender, anlassbezogener Prozess angelegt, der die Qualität der Planung unterstützt, ohne verbindliche Zusagen für konkrete Maßnahmen, Projekte oder Investitionen zu begründen. Die kommunale Wärmeplanung erhöht damit die Transparenz und Orientierung für die weiteren kommunalen Entscheidungsprozesse, ohne deren Ergebnisse vorwegzunehmen.

11. Fazit und Ausblick

Die kommunale Wärmeplanung der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg schafft einen strategischen Orientierungsrahmen für die langfristige Transformation der Wärmeversorgung hin zur Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045. Auf Grundlage umfassender Bestands-, Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsanalysen wurden tragfähige Versorgungsansätze entwickelt, die den unterschiedlichen strukturellen, räumlichen und technischen Voraussetzungen der Ortsteile Rechnung tragen.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine einheitliche Lösung für das gesamte Projektgebiet weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll ist. Vielmehr erfordert die erfolgreiche Umsetzung der Wärmenetze eine differenzierte Strategie, die leitungsgebundene Wärmenetze in geeigneten, verdichteten Bereichen mit dezentralen Versorgungslösungen in weniger dicht besiedelten Ortsteilen kombiniert. Diese Herangehensweise ermöglicht eine flexible, robuste und an lokale Rahmenbedingungen angepasste Entwicklung der Wärmeversorgung.

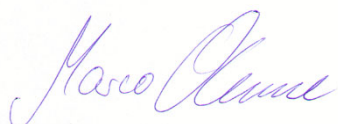
Leitungsgebundene Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien weisen insbesondere in Bereichen mit ausreichender Wärmedichte ein hohes langfristiges Potenzial zur Treibhausgasminderung und Kostenstabilität auf. Gleichzeitig stellen dezentrale Lösungen – insbesondere Wärmepumpensysteme, gegebenenfalls ergänzt durch Photovoltaik und Speicher – in strukturell weniger geeigneten Gebieten eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Alternative dar. Die Ergebnisse der Energiesystemmodellierung und der wirtschaftlichen Betrachtungen unterstreichen, dass beide Ansätze komplementär zu betrachten sind.

Der vorliegende Wärmeplan trifft keine Vorfestlegungen auf konkrete Projekte, Technologien oder Investitionsentscheidungen. Er dient vielmehr als strategische Grundlage für politische Entscheidungsprozesse sowie für die Vorbereitung nachgelagerter vertiefender Untersuchungen, insbesondere Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsanalysen gemäß VDI 2067. Zudem bildet er eine belastbare Basis für die Inanspruchnahme geeigneter Förderprogramme, insbesondere im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Für die weitere Umsetzung kommt der kontinuierlichen Fortschreibung des Wärmeplans eine zentrale Bedeutung zu. Veränderungen in rechtlichen Rahmenbedingungen, Förderkulissen, Energiepreisentwicklungen sowie im Gebäudebestand und im Wärmebedarf machen eine regelmäßige Überprüfung und Anpassung der strategischen Ausrichtung erforderlich. Ergänzend ist ein begleitendes Monitoring vorgesehen, um den Fortschritt der Transformation sowie die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen transparent nachvollziehen zu können.

Insgesamt stellt die kommunale Wärmeplanung ein zentrales Instrument dar, um die Wärmewende in der Hansestadt Medebach und der Stadt Hallenberg strukturiert, nachvollziehbar und langfristig erfolgreich zu gestalten. Sie schafft Orientierung für Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft und bildet die Grundlage für eine schrittweise, sozialverträgliche und klimafreundliche Weiterentwicklung der Wärmeversorgung.

Köln, den 29. Januar 2026



Marco Ohme
Geschäftsführer
BBH Engineering GmbH



Helmut Bangert
Geschäftsführer
BBH Engineering GmbH

Anhang A – Wirtschaftliche Detailbetrachtung der Versorgungsvarianten

Der Anhang ergänzt den Hauptbericht um methodische und rechnerische Details zur wirtschaftlichen Bewertung der Versorgungsvarianten. Die im Anhang dargestellten Inhalte dienen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse und sind nicht als eigenständige Entscheidungsgrundlage zu verstehen

A1 Methodik der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskostenzusammenstellung (CAPEX) berücksichtigt die gesamte Anlagentechnik einschließlich Baumaßnahmen, Ingenieurdienstleistungen und bauseitiger Leistungen. Auf dieser Grundlage wird der Kapitalbedarf (FINEX) ermittelt, wobei Fördermittel, Eigen- und Fremdkapitalanteile sowie Rückstellungen zur Refinanzierung der technischen Anlagen berücksichtigt werden.

Ergänzend werden die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten (OPEX) erfasst. Diese umfassen Energieträgerkosten mit einer jährlichen Preissteigerungsrate von 2,5 % sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten gemäß VDI 2067.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das methodische Vorgehen exemplarisch am Beispiel der Variante 1 für die Kernstadt Hallenberg.

I. Technik		netto*
I.1	Solarthermie	21.582 m² BKF, inkl. Zubehör
I.2	Wärmepumpe	inkl. Zubehör
I.3	Spitzenlastkessel	inkl. Zubehör
I.4	Montage Wärmeerzeuger	(5 % von Kosten WEZ)
I.5	Pufferspeicher	Vol. 400,0 m³
I.6	Abgasanlage	
I.7	Wärmeverteilung Heizzentrale	Feinplanung notwendig
I.7.1	Druckhaltung	
I.7.2	Netzpumpenmodul inklusive Zubehör	
I.7.3	Komponenten Wärmeverteilung	
I.8	Übergeordnete Steuerung Heizzentrale	
I.9	Aufschaltung WÜS auf übergeordnete Steuerung	
I.10	Elektroinstallation Heizzentrale	Feinplanung notwendig, inkl. Trafo
I.11	Nahwärmeleitung Material	Trassenlänge 37.737 m
I.12	Wärmeübergabestationen	526 Stück
I.13	Montage und Inbetriebnahme Wärmeübergabestationen	
Zwischensumme		23.188.862 €
II. Baumaßnahmen		netto
II.1	Tiefbau Nahwärmeleitung	Trassenlänge 37.737 m
II.2	Verlegung Nahwärmeleitung	Trassenlänge 37.737 m
II.3	Hausanschlüsse	526 Stück
II.3	Baumaßnahmen Heizzentrale	
II.4	Fundamente Außenbereich	Pufferspeicher, Kaltwassersatz, Gastank + Herrichten der Außenanlagen
Zwischensumme		27.649.577 €
III. Ingenieurleistungen		netto
III.1	Planung	Prozent. v. Invest. Technik und Baumaßnahmen: 10%
Zwischensumme		5.083.844 €
IV. Umfang Investition gesamt		55.922.283 €
V. Bauseitige Leistungen		netto
V.1	Finanzierungspuffer	Prozent. v. Investition gesamt: 5%
V.2	Genehmigung und Baunebenkosten	Prozent. v. Baumaßnahmen: 3%
Zwischensumme		3.625.601 €
VI. Gesamtinvestition		59.547.884 €

Abbildung 20: Investitionskostenschätzung Variante 1 Hallenberg

A.2 Beispielhafte Wärmepreisermittlung

Auf Basis der ermittelten Investitions- und Betriebskosten werden die jährlichen Gesamtkosten den bereitgestellten Wärmemengen gegenübergestellt. Daraus ergeben sich spezifische Wärmegestehungspreise, die für den Variantenvergleich sowie für den Vergleich mit dezentralen Versorgungslösungen herangezogen werden.

Die Berechnungen basieren auf einer maximalen Trassenbelegung des betrachteten Ausbaugesbietes. Bei einer späteren Umsetzung sind auch kleinere Teilgebiete wirtschaftlich darstellbar, sofern entlang der Haupttrassen Anschlussquoten von etwa 60 % erreicht werden.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Wärmepreisermittlung für Variante 1 in der Kernstadt Hallenberg.

I. Erlöse & Wärmepreise Gesamtbetrachtung										Wirtschaftlichkeitsberechnung in Anlehnung an VDI 2067	
Fixe Erlöse	1. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	20. Jahr	21. Jahr	30. Jahr	31. Jahr	40. Jahr			
KWK Strom & EnergieStG §53a/b & EEG üblicher Preis abzgl. EEG Umlage	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
PV-Einspeisevergütung gemäß EEG	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
Betriebskostenförderung BEW (für 10 Jahre)	1.126.712 €	1.126.712 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €		
Summe	1.126.712 €	1.126.712 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €		
Wärmegestehungspreis	1. Jahr	10. Jahr	11. Jahr	20. Jahr	21. Jahr	30. Jahr	31. Jahr	40. Jahr			
Jahreskosten	-4.037.491 €	-4.634.484 €	-4.668.678 €	-5.001.935 €	-4.508.086 €	-4.899.637 €	-3.503.138 €	-3.965.639 €			
OPEX	-2.059.874 €	-2.267.380 €	-2.291.837 €	-2.525.742 €	-2.553.346 €	-2.817.719 €	-2.848.963 €	-3.148.664 €			
FINEX	-1.977.617 €	-2.367.104 €	-2.376.841 €	-2.476.193 €	-1.954.740 €	-2.081.919 €	-654.175 €	-816.975 €			
Fixe Erlöse	1.126.712 €	1.126.712 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €			
Bereinigte Jahreskosten	- 2.910.779 €	- 3.507.772 €	- 4.668.678 €	- 5.001.935 €	- 4.508.086 €	- 4.899.637 €	- 3.503.138 €	- 3.965.639 €			
Wärmegestehungspreis, netto (inkl. Verluste)	ct/kWh	10,65	12,84	17,09	18,31	16,50	17,93	12,82	14,51	15,10	
Wärmegestehungspreis, brutto (inkl. Verluste)	ct/kWh	12,68	15,28	20,33	21,79	19,64	21,34	15,26	17,27	17,97	
Verkaufte Jahreswärmemenge gesamtes Quartier (Brutto)	kWh/a	27.321.057									MW (40 J.)
Wärmegestehungspreis, netto (exkl. Verluste) Abnahme Kunde	ct/kWh	12,23	14,73	19,61	21,01	18,93	20,58	14,71	16,66	17,33	
Wärmegestehungspreis, brutto (exkl. Verluste) Abnahme Kunde	ct/kWh	14,55	17,53	23,34	25,00	22,53	24,49	17,51	19,82	20,63	
Verkaufte Jahreswärmemenge gesamtes Quartier (Netto)	kWh/a	23.808.297									MW (40 J.)
II. Aufteilung des Wärmepreises in Grund- und Arbeitspreis											
Leistungspreis Quartier (übrige Kosten), brutto	540 €/Jahr	45 €/Monat									
Arbeitspreis pro kWh (Verbrauchsgebundene Kosten abzgl. Erlöse), netto	ct/kWh	11,22	13,73	18,61	20,01	17,93	19,58	13,71	15,65	16,33	
Arbeitspreis pro kWh (Verbrauchsgebundene Kosten abzgl. Erlöse), brutto	ct/kWh	13,35	16,34	22,14	23,81	21,34	23,30	16,32	18,63	19,43	
Verkaufte Jahreswärmemenge gesamtes Quartier (Netto)	kWh/a	23.808.297									MW (40 J.)

Abbildung 21: Beispiel Wärmepreis Variante 1 Hallenberg

A.3 Ergebnisse des Variantenvergleichs

Für das erste Jahr liegen die Wärmegestehungskosten in den meisten Ortsteilen bei allen drei Varianten in einer vergleichsweise engen Bandbreite. In Hallenberg können Kosten zwischen rund 14 und 15 ct/kWh, während in Medebach, Hesborn und Oberschledorn Werte zwischen etwa 12 und 16 ct/kWh erreicht werden. Etwas höhere Anfangskosten zeigen sich in Liesen, Medelon, Dürdinghausen und Dreislar, wo die Kosten je nach Variante überwiegend zwischen 15 und 17 ct/kWh liegen. Die höchsten Kosten im ersten Jahr treten in den Ortsteilen Berge und Wissinghausen auf, mit Werten von über 20 ct/kWh in einzelnen Varianten, was auf ungünstigere Rahmenbedingungen oder höhere spezifische Investitions- und Betriebskosten schließen lässt. Insgesamt ist im ersten Jahr kein einheitlich dominierendes Kostenniveau einer Variante über alle Ortsteile hinweg erkennbar; vielmehr variieren die Ergebnisse standortabhängig.

Deutlich stärker differenzieren sich die Ergebnisse bei der Betrachtung der gemittelten Wärmegestehungskosten über 40 Jahre. Hier zeigt sich ein insgesamt höheres Kostenniveau, das die langfristigen Effekte aus Investitionen, Betriebskosten und Preisentwicklungen widerspiegelt. In den größeren oder dichter besiedelten Ortsteilen wie Hallenberg, Medebach und Hesborn liegen die langfristigen Kosten überwiegend zwischen etwa 14 und 22 ct/kWh. In kleineren oder strukturell ungünstigeren Ortsteilen steigen die mittleren Kosten deutlich an. So werden in Dreislar, Braunshausen, Küstelberg und Deifeld Werte zwischen rund 20 und 28 ct/kWh erreicht. Besonders hohe langfristige Wärmegestehungskosten weisen die Ortsteile Berge und Wissinghausen auf, wo die Kosten – abhängig von der Variante – bis über 30 ct/kWh ansteigen.