

Kommunale Wärmeplanung

Gemeinde Löhnberg

IMPRESSUM

Bearbeitung durch:

Syna GmbH
Ludwigshafener Straße 4
65929 Frankfurt am Main
<https://www.syna.de>

Im Auftrag der:

Gemeinde Löhnberg
Obertorstraße 5
35792 Löhnberg
<https://gemeinde-loehenberg.de/>

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Konsortium	2
3	Vorbemerkungen und Ziele	3
4	Die Gemeinde - Aktuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen	5
5	Bestandsanalyse	7
5.1	<i>Datenerhebung</i>	7
5.2	<i>Das Bestandswärmenetz der Gemeinde Löhnberg</i>	12
5.3	<i>Wärmebedarf und -versorgung</i>	13
6	Potenzialanalyse	17
6.1	<i>Oberflächennahe- und Tiefengeothermie / Grubenwasser</i>	18
6.2	<i>Solarthermie und Photovoltaik – Freiflächen</i>	20
6.3	<i>Solarthermie und Photovoltaik–Dachflächen</i>	22
6.4	<i>Windenergie</i>	22
6.5	<i>Wasserkraft</i>	24
6.6	<i>Industrielle Abwärme</i>	24
6.7	<i>Biomasse</i>	25
6.8	<i>Umweltwärme</i>	25
6.9	<i>Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierung</i>	26
6.10	<i>Fazit und Übersicht der Potenzialanalyse</i>	27
7	Verbrauchs-, Versorgungsszenarien und Eignungsgebiete	28
7.1	<i>Vergleich der vier Basisszenarien</i>	28
7.2	<i>Identifizierung von Eignungsgebieten für Wärmenetze</i>	31
7.3	<i>Detailanalyse der Ortsteile Obershausen, Niedershausen, Selters und Löhnberg</i>	35
7.3.1	<i>Ortsteil Obershausen</i>	35
7.3.2	<i>Ortsteil Niedershausen</i>	36
7.3.3	<i>Ortsteil Selters</i>	38
7.3.4	<i>Ortsteil Löhnberg</i>	39
7.4	<i>Identifizierung von Eignungsgebieten für die Einzelversorgung</i>	40
7.5	<i>Fazit Zielszenario und Eignungsgebiete</i>	41
7.6	<i>Zukünftige Rolle der Gasverteilnetze</i>	45
8	Wärmewendestrategie: Maßnahmenkatalog	47
8.1	<i>Maßnahmenkatalog</i>	47
8.1.1	<i>Machbarkeitsstudie Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes</i>	47
8.1.2	<i>Gebäudeeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen steigern</i>	47
8.1.3	<i>Machbarkeitsstudie Erweiterung Fernwärme Richtung Grundschule auf dem Falkenflug</i>	47
8.1.4	<i>Konzept für die Versorgung von denkmalgeschützten Gebäuden</i>	48

8.1.5	Abschätzung der Nutzung von Oberflächengeothermie.....	48
8.1.6	Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Niedershausen	48
9	Fazit und begleitende Maßnahmen	50
9.1	<i>Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung</i>	50
9.2	<i>Kommunikationsstrategie</i>	51
9.3	<i>Verstetigungsstrategie</i>	52
9.3.1	Aufgabenverteilung.....	52
9.3.2	Finalisierung des Verstetigungskonzepts.....	52
9.3.3	Identifikation relevanter Akteure	53
9.3.4	Fortschreibung der Wärmeplanung	54
9.4	<i>Controlling-Konzept.....</i>	54
9.4.1	Definition der Indikatoren.....	55
9.4.2	Relevante Monitoring-Indikatoren.....	55
9.4.3	Rechtlicher Rahmen	56
9.4.4	Datenerfassung und Auswertung	56
9.4.5	Kontinuierliches Monitoring	57
9.4.6	Zuständigkeiten für das Controlling	58
9.4.7	Ausblick	59
	Abkürzungsverzeichnis	61
	Abbildungsverzeichnis	62
	Literaturverzeichnis	64
	Anhang	66



Kommunale Wärmeplanung

Gemeinde Löhnberg
April 2024

1 Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Löhnberg, liebe interessierte Leserinnen und Leser,

eine langfristige CO₂-neutrale Wärmeversorgung ist ein zentraler Aspekt in unserer Gesellschaft, der nicht nur für unseren Komfort, sondern auch für die Bewältigung der globalen Herausforderungen im Hinblick auf die Klimakrise von entscheidender Bedeutung ist. Zur Erreichung der Klimaziele der Energie- und Wärmewende muss die Abkehr von fossilen Brennstoffen und die Förderung erneuerbarer Energien gelingen. Die Wärmewende erfordert einen tiefgreifenden Strukturwandel in der Wärmeversorgung, dies betrifft nicht nur einzelne Gebäude, sondern die gesamte Wärmeinfrastruktur. Im Zeitalter des Klimawandels muss eine zukunftsfähige Wärmeversorgung gewährleistet werden, um die Folgen des Klimawandels einzudämmen kommt der kommunalen Ebene eine wichtige Rolle zu. Daher sind Energieeffizienz und Energieeinsparung wichtiger denn je und bilden einen zentralen Schwerpunkt in der hessischen Politik. Im Juli 2022 hat der Hessische Landtag ein Gesetz zur Änderung des Hessischen Energiegesetzes verabschiedet. Das Hessische Energiegesetz § 13 sieht ab dem 29. November 2023 vor, Städte und Gemeinden ab 20.000 Einwohnern zu einer kommunalen Wärmeplanung zu verpflichten. Die Gemeinde Löhnberg veröffentlicht den ersten kommunalen Wärmeplan in Hessen und hat sich als Pilotkommune das Ziel gesetzt, die Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung hervorzuheben und Ihnen, den Bürgern der Gemeinde, die Chancen und Potenziale Ihrer eigenen Gemeinde aufzuzeigen. Anfang Mai wurde der Referentenentwurf der Bundesregierung „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ veröffentlicht. Bereits jetzt wird der Druck auf die Kommunen bundesweit erhöht und der Handlungsbedarf aktiv zu werden steigt stetig. Nur durch eine enge Zusammenarbeit und den Austausch von Know-how können wir die Herausforderungen der Wärmewende bewältigen.

2 Konsortium

Das Konsortium zur Bearbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Gemeinde Löhnberg besteht aus den folgenden drei aufgeführten Unternehmen.



Die **evety GmbH** wurde im Mai 2020 als Joint Venture von OGE, TÜV SÜD und Horváth gegründet. Mit den Kernkompetenzen in den energiewirtschaftlichen und -technischen Beratungsleistungen, bietet die evety GmbH branchenbezogene intelligente, langfristige Lösungen rund um den Energieträger Wasserstoff für die Sektoren Industrie, Infrastruktur und Mobilität. Die Entwicklung von sozial verträglichen und technisch umsetzbaren Wärmewendestrategien, sowie die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans zur Dekarbonisierung des Wärmesektors bildet ein wesentliches Geschäftsfeld der evety GmbH. Die Einbindung erfahrener Spezialisten in gemeindespezifischen Projektteams und die engen Kooperationen mit der DigiKoo GmbH (digitale Zwillinge in der Energiewirtschaft), der Lagom.Energy GmbH (Fernwärmenetze) und weiterer Experten für individuelle, lokale Spezialthemen gewährleistet die Erarbeitung eines datenbasierten, technologieoffenen sowie strategischen kommunalen Wärmeplans. Mit dem Engagement für Qualität, Nachhaltigkeit und Innovation trägt die evety GmbH maßgeblich zur Energiewende und zum Klimaschutz bei.

DigiKoo

weitere Infos hier

Die **DigiKoo GmbH** mit Sitz in Essen wurde im Jahr 2017 gegründet und ist der digitale Kern des Energieinfrastrukturanbieters Westenergie AG. Zur Verfügung gestellt werden Informationen, mit denen Stadtwerke, Kommunen, Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen deutschlandweit ihre Klimawende gestalten können. Mithilfe der eigenen entwickelten Software, dem DigiPAD, werden die Daten so aufbereitet, dass belastbare Aussagen über Status Quo und Prognosen in den Bereichen Strom, Verkehr und Wärme möglich werden. Von der detaillierten Ist-Erfassung zur kommunalen Wärmeplanung wird im DigiPAD die Versorgungsbestandssituation digital erfasst, sodass die effiziente Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere im Hinblick auf Sanierungsbedarf, Gesamtwirtschaftlichkeit und Haushaltskostenimplikationen erfolgen kann. Das DigiPAD ermöglicht die Abbildung des digitalen Wärmeversorgungs-Zwilling, die individuelle Parametrisierung von Technologieszenarien zukünftiger Heiztechnologien und die bedarfsgerechte Anreicherung von Realdaten. Die DigiKoo GmbH bietet die Grundvoraussetzungen für die digitale Transformation und ermöglicht das volle Potenzial der heutigen digitalen Welt auszuschöpfen.



Die **Syna GmbH** ist im Jahr 2012 aus dem Zusammenschluss von Süwag Netz GmbH und Süwag Netzservice GmbH entstanden. Die Syna GmbH ist eine 100 % Tochtergesellschaft der Süwag Energie AG. Die Syna GmbH agiert als multiregionaler Netzbetreiber für die Strom- und Gasversorgung in Rheinland-Pfalz, Hessen, Bayern und Baden-Württemberg und steht für Regionalität, Partnerschaftlichkeit und zuverlässige Stromversorgung. Das Netzgebiet der Süwag Energie AG erstreckt sich über ein rund 30.000 km langes Stromnetz und ein rund 3.700 km langes Gasnetz. Über die täglichen Geschäftstätigkeiten hinaus engagiert sich die Syna GmbH auch aktiv in der regionalen Entwicklung und unterstützt Projekte im Bereich erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit. Mit dem Fokus auf erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Elektromobilität trägt die Syna GmbH zur Transformation des Energiebereichs bei und ermöglicht ihren Kunden die Umstellung auf eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung.

3 Vorbemerkungen und Ziele

Die kommunale Wärmeplanung ist ein technologieoffener, langfristiger und strategisch angelegter Prozess mit dem Ziel eine weitgehend klimaneutralen Wärmeversorgung der Gemeinde Löhnberg bis 2045 zu erreichen. Dieser soll als Planungsinstrument für die nachfolgenden Jahrzehnten in der Stadtentwicklung berücksichtigt und stetig fortgeschrieben werden. Dabei werden die örtlichen Gegebenheiten und Herausforderungen der einzelnen Ortsteile individuell berücksichtigt. Die kommunale Wärmeplanung bietet die Möglichkeit, die verschiedenen lokalen Akteure zusammenzubringen und gemeinsam an konkreten Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu arbeiten. Das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung ist, neben der Entwicklung der Zielszenarien zur klimaneutralen Wärmeversorgung, eine flächenhafte Darstellung einzelner Versorgungsgebiete zur zentralen oder dezentralen Wärmeversorgung. Die resultierenden Maßnahmen legen die Grundlage für weitere Aktivitäten durch das Definieren und die zeitliche Einordnung, sodass eine fortlaufende Umsetzung der Wärmewende auf Gebietsebene gewährleistet wird. Im Hinblick auf die Erwartungshaltung der Akteure ist es wichtig zu erwähnen, dass der Detaillierungsgrad und die Verbindlichkeit von kommunalen Wärmeplänen zwischen den Energie- und Klimaschutzkonzepten der Gemeinde und den Netzentwicklungs- und Transformationsplänen der Energieversorgungsunternehmen einzuordnen ist. Die kommunalen Wärmepläne werden von den Gemeinden durchgeführt, liegen allerdings an der Schnittstelle zu den Tätigkeiten der Energieversorgungsunternehmen gemäß Abbildung 1.

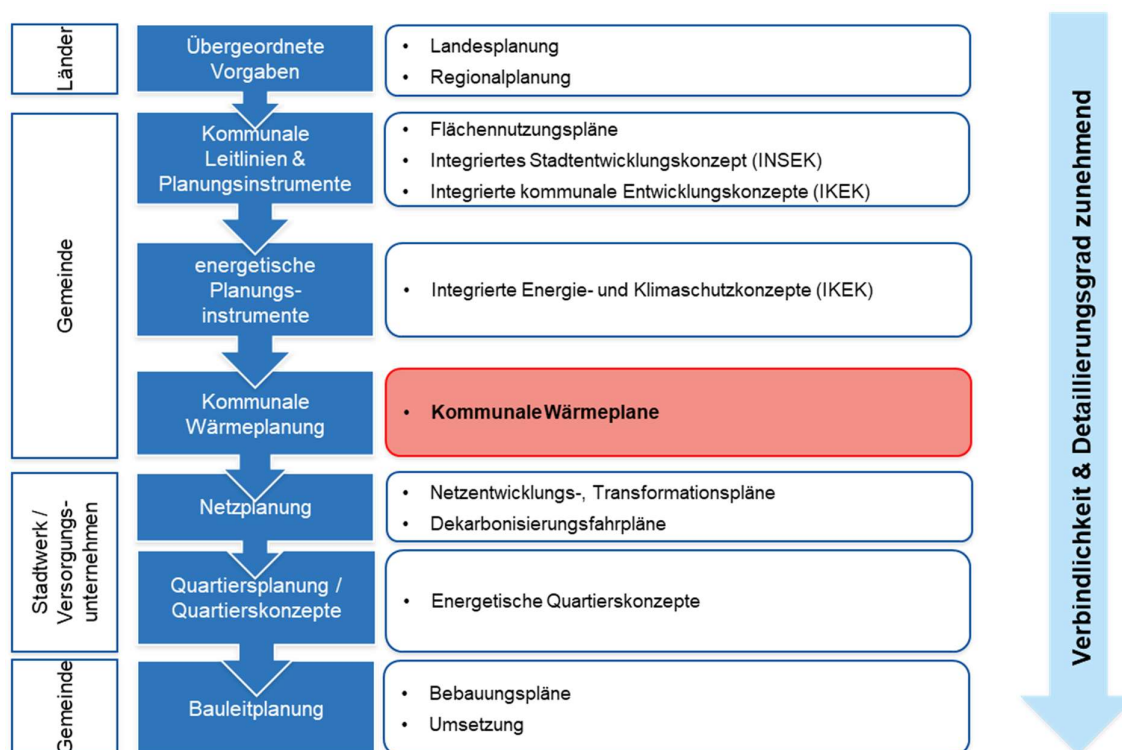


Abbildung 1: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Gemeinde gemäß DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [1]

Am 01.01.2024 ist das Wärmeplanungsgesetz in Kraft getreten. [2] Diese regulatorische Verpflichtung auf Bundesebene muss zunächst ins Landesgesetz umgesetzt werden. Die Umsetzung ist bereits für fünf Bundesländer erfolgt: Baden-Württemberg, Hamburg, Hessen, Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Für die anderen Bundesländer stehen noch die vollständigen Umsetzungen aus. In Nordrhein-Westfalen werden gerade die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen.

Das Gesetz sieht vor, Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern bis zum Jahr 2026 und bis zu 100.000 Einwohnern bis zum Jahr 2028 zur Erarbeitung eines kommunalen Wärmeplans zu verpflichten. Des Weiteren werden die Kommunen zur Fortschreibung des Wärmeplans alle fünf Jahre verpflichtet. Der kommunale Wärmeplan der Gemeinde Löhnberg und weitere Wärmepläne die vor dem Tag des Inkrafttretens (01.01.2024) dieses Gesetzes erstellt und verabschiedet wurden, werden ebenfalls anerkannt.

Nach dem Hessischen Energiegesetz § 13 ist die Gemeinde Löhnberg nicht zur Erarbeitung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet. Nach dem Wärmeplanungsgesetz kann für die Gemeinde Löhnberg, da diese unter 10 Tsd. Einwohner hat, ein vereinfachtes Verfahren nach Maßgabe von § 22 vorgesehen werden, oder es kann eine gemeinsame Wärmeplanung mit anderen Gemeinden erfolgen.

Dennoch agiert Löhnberg mit dem Ziel, die kommunale Wärmeplanung als Planungsinstrument für eine langfristige CO₂-neutrale Wärmeversorgung heranzuziehen. Die nachstehende Abbildung 2 schafft einen Überblick über die aktuelle Lage der Gesetzgebung zur Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans.

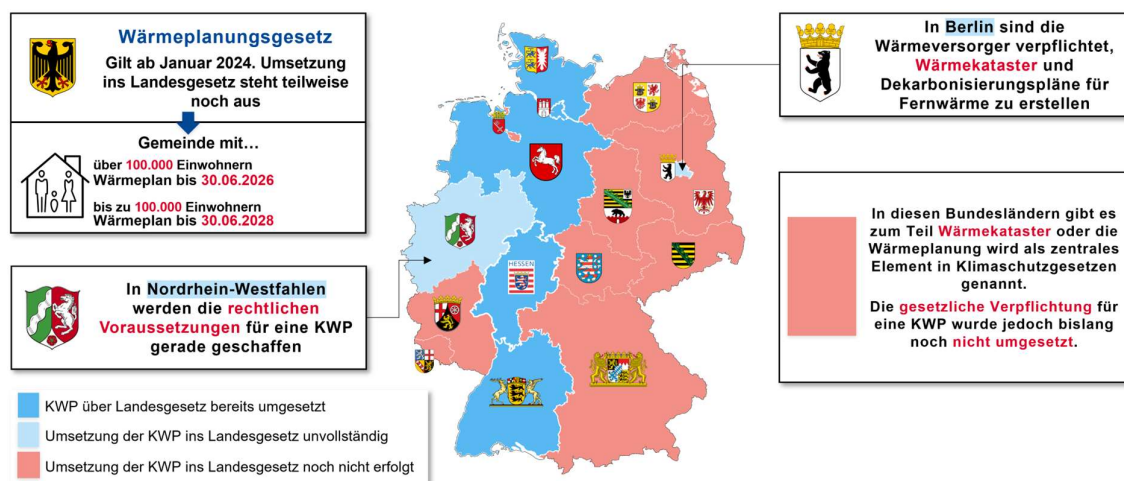


Abbildung 2: Überblick der Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf Landesebene (Stand: 02/2024)

Nachfolgend wird die kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Löhnberg in den fünf Arbeitsschritten; Bestandsanalyse, Potenzialanalyse sowie die Entwicklung von Szenarien und der Identifikation von Eignungsgebieten bis hin zu den konkreten Maßnahmen ausführlich beschrieben.

4 Die Gemeinde - Aktuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen

Die Gemeinde Löhnberg liegt im Landkreis Limburg-Weilburg in Hessen und erstreckt sich über eine Fläche von etwa 34 Quadratkilometern. Der Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche in Löhnberg beträgt 48 % und fällt damit wesentlich höher aus als der durchschnittliche Waldanteil mit 34 % im Landkreis Limburg-Weilburg. Die Waldfläche weist mit über 1.600 ha den größten Flächennutzungsanteil auf, gefolgt von circa 1.250 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Die Verkehrsflächen, sowie die Hof- und Gebäudeflächen weisen lediglich eine Fläche von ca. 240 ha und 180 ha auf. Der geringste Flächenanteil ist der Wasserfläche zuzuordnen. Diese beträgt knapp über 50 ha. Die restlichen Flächen sind sonstige Flächen mit einem Flächenanteil von rund 64 ha. Die Gemeinde Löhnberg besteht aus vier Ortsteilen: Der Ortsteil Löhnberg, Niedershausen, Selters und Obershausen. Zwischen den Ortsteilen Löhnberg und Selters verläuft die Lahn. Im Jahr 2023 leben in der Gemeinde Löhnberg etwa 4.815 Menschen, daraus ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von rund 143 Einwohner pro km².

Im Hinblick auf die Wirtschaft ist die Gemeinde Löhnberg vor allem von kleinen und mittelständischen Unternehmen geprägt. Dazu zählen Handwerksbetriebe, Dienstleister und die Landwirtschaft, welche eine wichtige Rolle in der lokalen Wirtschaft spielen. Zu den größeren Unternehmen im Ortsteil Löhnberg zählen beispielsweise der Mineralwasserproduzent Selters Mineralquelle Augusta-Victoria GmbH und das holzverarbeitende Unternehmen Rathschlag GmbH.

In der Region und in der Altstadt befinden sich viele historische Gebäude, Fachwerkhäuser und Sehenswürdigkeiten. Diese stellen eine besondere Herausforderung im Zuge der Wärmewende dar. Diese Stadtkerne wurden meist ab Mitte der 1970er Jahre saniert und stehen zu großen Teilen unter Denkmalschutz. Es ist zu eruieren, wie diese schützens- und erhaltungswürdigen historischen Stadtkerne klimaneutral weiterentwickelt werden können. Dabei müssen die Anforderungen des Klimaschutzes mit den Anforderungen des Erhalts der historischen Stadtkerne der Gemeinde Löhnberg insbesondere als Wohnumfeld unter Beachtung denkmalrelevanter Aspekte zusammengeführt werden. Auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung historischer Gebäude muss eine Reduzierung des Wärmebedarfs der Gebäude erfolgen, wobei durch die Denkmalswürdigkeit der Gebäude Limitierungen gesetzt sind, insbesondere wenn eine erste Sanierung bereits stattgefunden hat. Daher muss eine Strategie der Bedarfsabsenkung kombiniert werden mit dem Aufbau einer Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien.

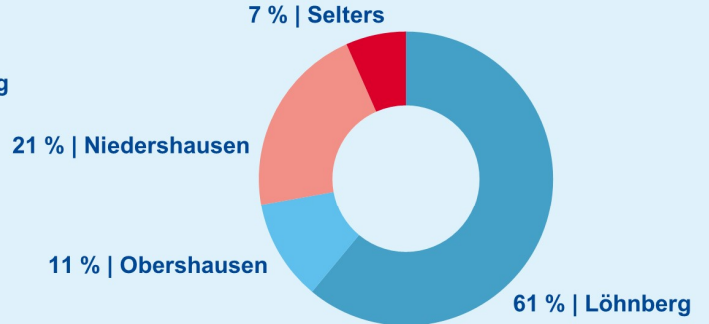
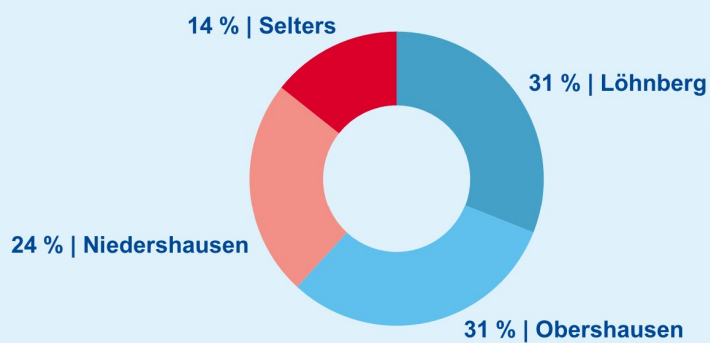
Die Gemeinde Löhnberg in Zahlen

33,84 km²

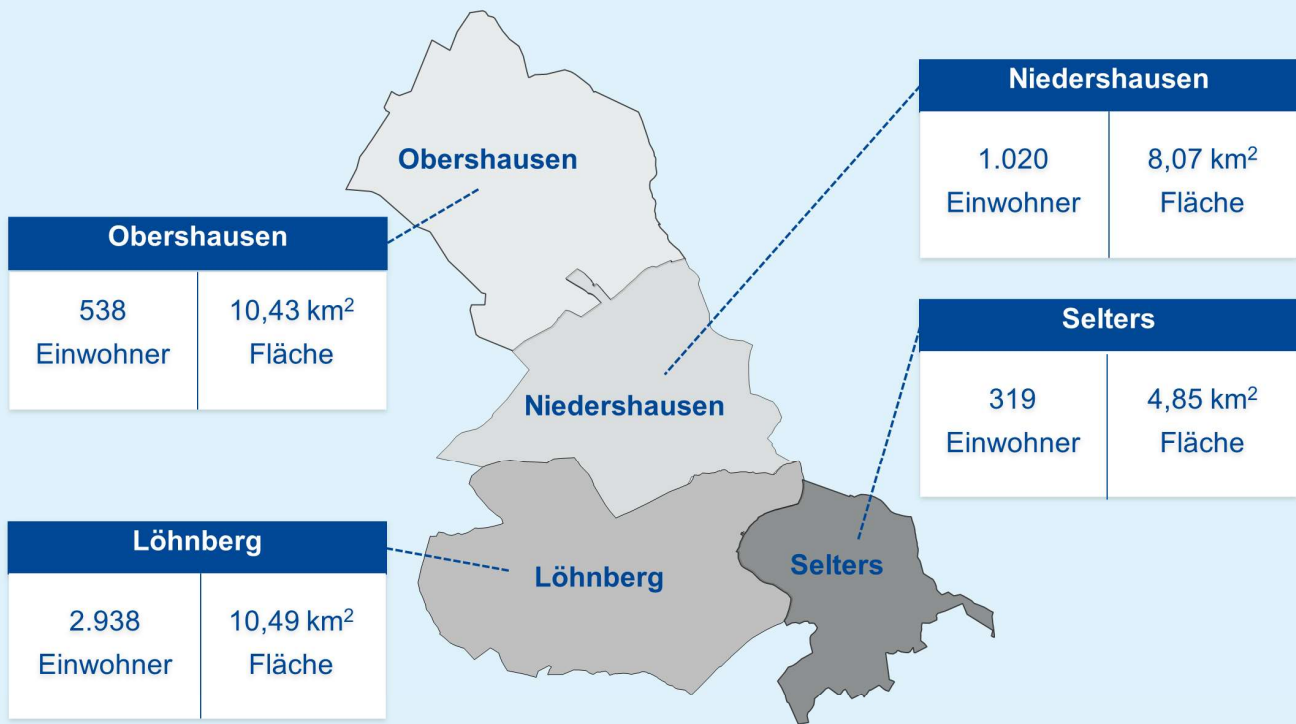
Gesamtfläche Gemeinde Löhnberg

4.815

Einwohnerzahl der Gemeinde [Stand 01.04.2023]

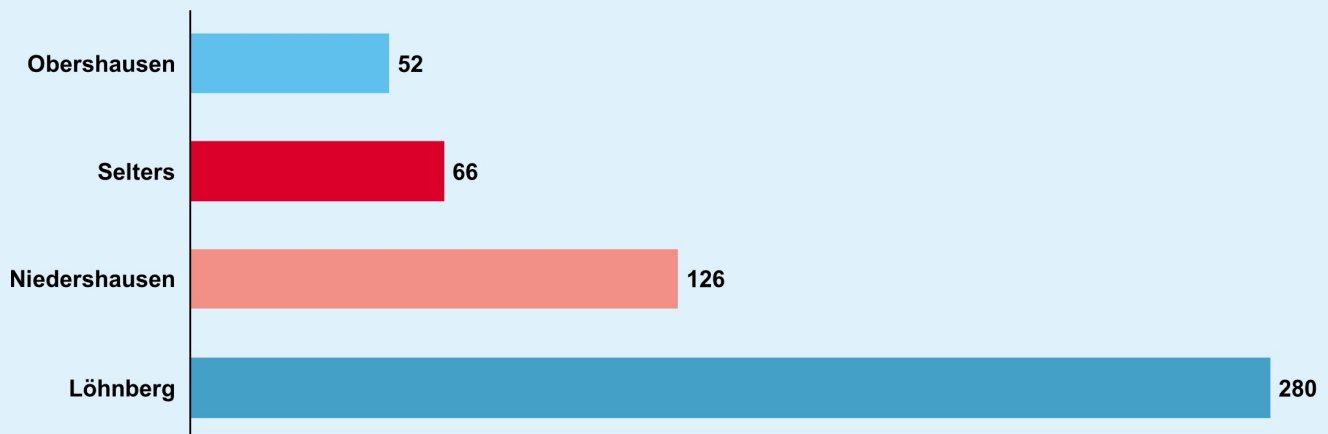


Die Gemeinde Löhnberg



Einwohnerdichte

Einwohner pro km²



5 Bestandsanalyse

Eine detaillierte Bestandsanalyse schafft die Grundlage zur Erarbeitung einer datenbasierten kommunalen Wärmewendestrategie und ist somit der erste Arbeitsschritt der kommunalen Wärmeplanung. Erhoben wird der Status Quo der Gemeinde Löhnberg, im Hinblick auf die Wärmebedarfe, Treibhausgas-Emissionen sowie die Gebäude- und Versorgungsstruktur. Es werden Daten zu den vorhandenen Gebäudetypen, der Eigentümerstruktur, den Baualtersklassen, dem Sanierungsstand, sowie zu den Heizungstechnologien und deren Alter ermittelt und im DigiPAD¹ implementiert sowie visualisiert. Eine fundierte Bestandsanalyse stellt die Basis für den digitalen Zwilling und ist für die Ableitung zielgerichteter Maßnahmen zur langfristigen CO₂-neutralen Wärmeversorgung unerlässlich.

5.1 Datenerhebung

Die Bestandsanalyse ist die Basis der kommunalen Wärmeplanung und dient einerseits als Status quo, andererseits als Benchmark für die zukünftige Entwicklung und muss kontinuierlich fortgeschrieben werden. Daraus resultierend ergeben sich die Berechnungen von Potentialanalyse, Zielszenarien und die Ableitung von Maßnahmen zur Wärmewendestrategie. Alle Ergebnisdaten werden sowohl als Rohdaten als auch kartografisch aufbereitet, im DigiPAD visualisiert und bereitgestellt. Das DigiPAD sammelt, strukturiert und analysiert Daten, basierend auf algorithmischer Verschneidung von öffentlichen, privaten und partnerschaftlichen Datensets, die mit den Realdaten² der Syna GmbH erweitert wurden. Das DigiPAD erfüllt die DSGVO Anforderungen und ist KRITIS Konform. Nach Projektabschluss kann das DigiPAD für festgelegte Daten und Ergebnisansichten weiteren Nutzern zur Verfügung gestellt werden.

Welche Daten werden erhoben

Die bebauten Siedlungsflächen werden in Kommunen in Wohn-, Misch und Gewerbegebiete unterteilt. Diese Gebietsflächen werden im Rahmen der Datenerhebung hinsichtlich Strukturdaten und Ihrer Wärmebedarfe erhoben. Die Daten des Status Quo werden auf Gebäudeebene über einen sogenannten Bottom-Up Ansatz abgeschätzt. Darauf aufbauend wird der Status quo der Wärmeversorgung und sämtliche für die kommunale Wärmeplanung relevante Kennwerte jedem Gebäude zugewiesen und bereitgestellt. Dazu zählen insbesondere die Geobasis- bzw. Metadaten der Gebäude. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden somit die Nutzungsarten, Heizungsversorgung / -alter, Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen, der IST-Zustand des Wärmebedarfs und des Stromverbrauchs für die Wärmebereitstellung, die Fläche solarthermische und Photovoltaik-Anlagen, die Gebäudetopologien sowie weitere relevanten Daten bereitgestellt.

Quelle der Daten

Die Daten, die im Rahmen dieses Projektes zur Verfügung stehen basieren auf einer umfangreichen Datenbasis, welche aus diversen Quellen öffentlicher, halböffentlicher und privater Natur zusammengetragen, miteinander verschnitten sowie qualitätsgesichert wurden. Abbildung 3 gibt eine Übersicht über die verwendeten Quellen. Beispielsweise werden unter anderen das Liegenschaftskataster, Statistische Ämter, Open-Government-Portale wie Open.NRW, Daten der Bundesnetzagentur, des Bundesamts für Bauwesen und

¹ Das DigiPAD sammelt, strukturiert und analysiert Daten, basierend auf algorithmischer Verschneidung von öffentlichen, privaten und partnerschaftlichen Datensets, die mit Realdaten der Kunden visualisiert werden.

² Realdaten zur Wärmeversorgung über das Fernwärmenetz, inkl. der Wärmeerzeugungsanlagen

Raumordnung sowie privatwirtschaftliche Daten wie beispielsweise Immobilienportale oder Daten der Schober Information Group verwendet. Die Datenbasis wurde im Rahmen dieser Studie über von der Syna GmbH bereitgestellte Realdaten erweitert.

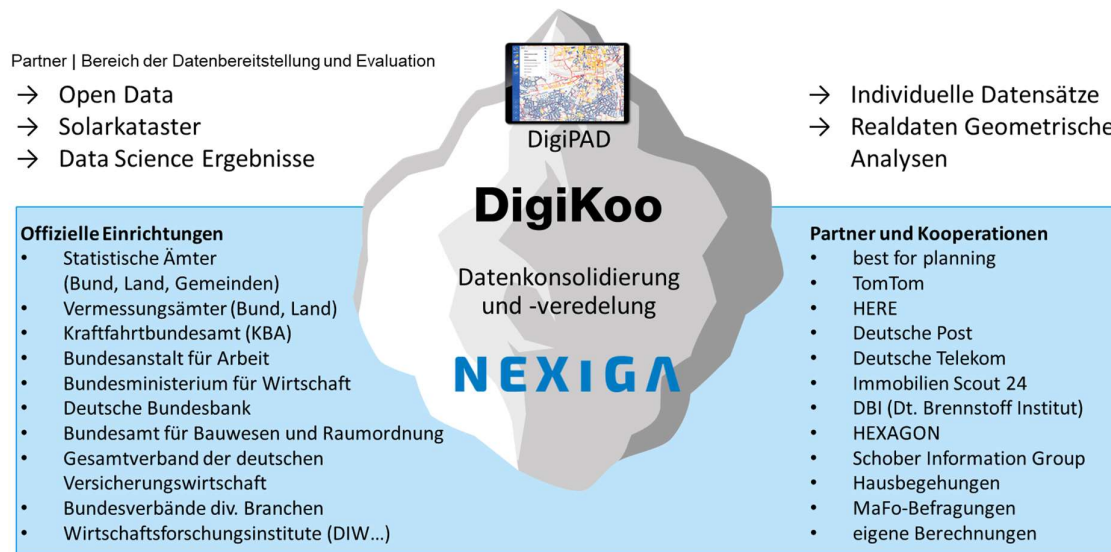


Abbildung 3: Quellen der Datenerhebung

Qualitätssicherung der Daten

Die erhobenen Daten werden durch statische Methoden vervollständigt und um weitere Eigenschaften erweitert. Beispielsweise werden Attributerweiterungen basierend auf Studien zur deutschen Wohnbautopologie aus dem EU Projekt TABULA³ durchgeführt. Dadurch können auf wissenschaftlicher Basis Gebäudealter sowie Sanierungsstatus und weitere energetische Kenngrößen bestimmt werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse für die unterschiedlichen Hauskategorien im Hinblick auf die Siedlungstypologien angegeben. Die Gebäude werden in die Hauskategorien Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser sowie Gewerbe- und Industriegebäude unterteilt. Zu der Kategorie Einfamilienhäuser zählen Gebäude mit ein oder zwei Wohnungen, Reihen-/Doppelhäuser, sowie Bauernhäuser. Gebäude die mindestens drei

Hauskategorien		
Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Gewerbe- und Industriegebäude
Ein-/Zweifamilienhaus → Gebäude mit ein oder zwei Wohnungen Reihen-/Doppelhaus → Gebaut zusammen an der gemeinsamen Grenze mit gleichartigen Einfamilienhäusern Terrassenhaus → An einen Hang gebautes Haus, sodass jede Wohnung eine eigene Terrasse hat Bauernhaus → Wohngebäude innerhalb eines Bauernhofs	Mehrfamilienhaus → Gebäude mit mindestens drei Wohneinheiten Wohnblock → ein bebauter Straßenblock, der vom Wege- und Straßennetz umschlossen wird und aus mehreren direkt aneinandergrenzenden Grundstücken bzw. Flurstücken Wohnhochhaus → Wohngebäude mit einer Höhe von mehr als 22 Metern	Gewerbe- Handel und Dienstleistungen → Büros → Gebäude das ganz oder zum überwiegenden Teil gewerblichen verwendet wird Industriegebäude → Fabrik, Lagergebäude → Industrielle Produktions-/Lagerstätte

³ Englisch: Typology Approach for Building Stock Energy Assessment

Wohneinheiten aufweisen fallen unter die Kategorie Mehrfamilienhäuser. Dazu zählen auch Wohnblöcke, die aus mehreren direkt aneinandergrenzenden Grundstücken bzw. Flurstücken bestehen. Ebenfalls den Mehrfamilienhäusern zugeordnet wurden Wohnhochhäuser die eine Höhe von mehr als 22 Meter betragen. Gebäude die ganz oder zum überwiegenden Teil gewerblich verwendet werden gehören der Kategorie GHD an. Zur Kategorie der Industriegebäude zählen Fabriken, Lagergebäude sowie industrielle Produktions- und Lagestätten. Nachfolgend werden die Gebäude die Sanierungen am Dach und Keller aufweisen, der Kategorie teilsaniert zugeordnet. Während die Gebäude mit Sanierungsmaßnahmen von Dach, Keller, Fenster und Fassade als vollsaniert eingestuft werden.

Siedlungstypologie und Eigentümerstrukturen

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden insgesamt 1.513 Gebäude erfasst. Die Gemeinde Löhnberg besteht zu 94 % überwiegend aus Einfamilienhäusern. Der Hauptanteil des Wärmebedarfes beläuft sich somit ebenfalls mit einem Anteil von 86 % auf die Einfamilienhäuser. Neben den Einfamilienhäusern befinden sich in der Gemeinde Löhnberg rund 88 Mehrfamilienhäuser, die insgesamt einen Wärmebedarf von ca. 3,7 GWh/a aufweisen und einen Anteil am gesamten Wärmebedarf von 8 % haben. Einen sehr geringen Anteil mit 1 % machen die Gebäude der Kategorie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen aus. Hier befinden sich 12 Gebäude im Betrachtungsgebiet. Die Eigentümerstrukturen lassen sich für die Gemeinde Löhnberg hauptsächlich in Privatpersonen und Eigentümergemeinschaften unterteilen. Der Anteil der Wohnungsunternehmen und Wohnungsgenossenschaften ist vernachlässigbar gering. Angaben zu den kommunalen Liegenschaften lagen nicht vor. In der Gemeinde Löhnberg sind rund 77 % der Gebäude in Privateigentum, während 23 % den Eigentümergemeinschaften zugeordnet werden. Der Wärmebedarf bezogen auf die Eigentümerstrukturen fällt dementsprechend ähnlich aus.

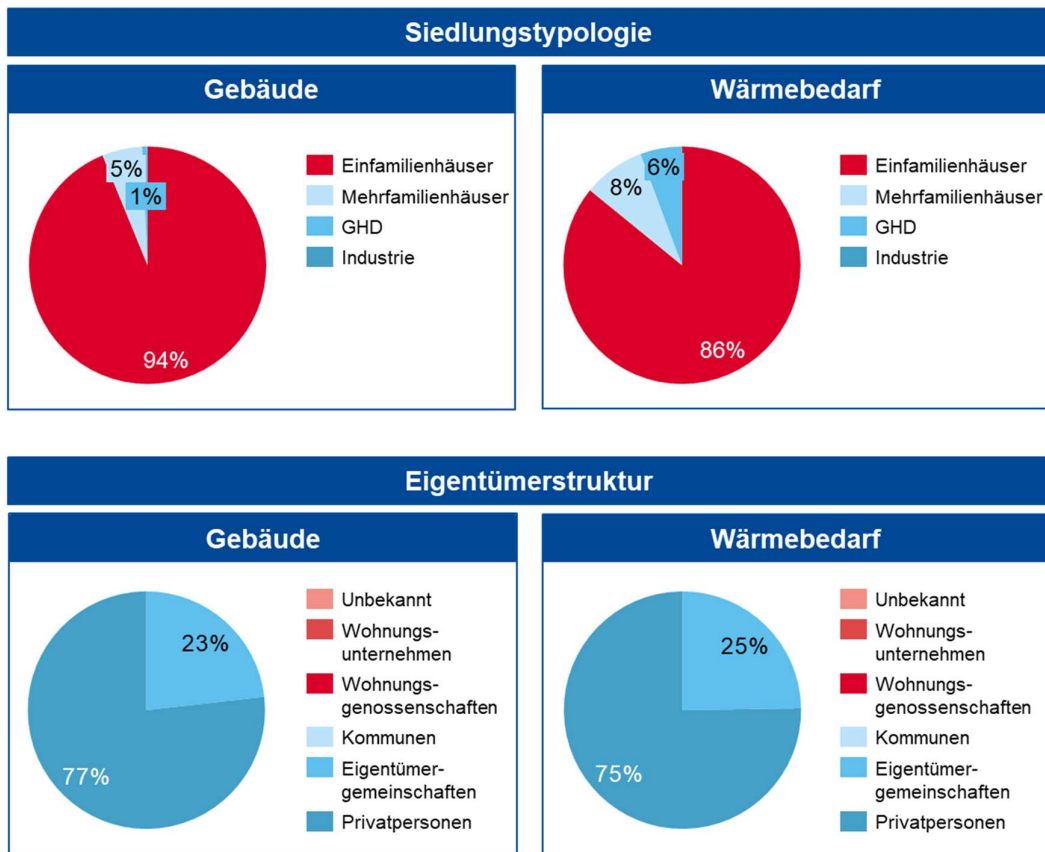


Abbildung 4: Siedlungstypologie und Eigentümerstruktur der Gebäude GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

Baualtersklassen und Sanierungsbestand der Gebäude

Das Baualter gibt Rückschlüsse auf die Bauart und den Wärmebedarf der einzelnen Gebäude. Die Gebäude in der Gemeinde Löhnberg können überwiegend den Jahren vor 1984 zugeordnet werden. Darauf folgt die Zuordnung der Gebäude aus dem Jahrzehnt 1984 bis 1995, in diesem Zeitraum galt bereits die zweite Wärmeschutzverordnung (WSchV 84). Die weitere Baualtersklasse beginnt 1995 mit der Einführung der dritten Wärmeschutzverordnung (WSchV 95) und endet 2001. Ab 2002 wurde die Energieeinsparverordnung EnEV '02 und die Förderung für KfW-Energiesparhäuser 60 und 40 eingeführt, daraus ergibt sich die Baualtersklasse 2001 bis 2010. Abschließend werden die Gebäude kategorisiert, die ab 2010 errichtet wurden. Diese entsprechen mindestens den neuen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) von Herbst 2009, mit welcher der Bau von Niedrigenergiehäuser als Regel-Standard gesetzt wurde. Der Gebäudebestand der Gemeinde Löhnberg wird mit 84 % überwiegend den Jahren vor 1984 zugeordnet, dies entspricht circa 1.347 Gebäuden. Demnach fällt der Anteil des Wärmebedarfs in Bezug auf die Gebäudeanzahl und der Bauweise ebenfalls hoch aus und beträgt in Summe ca. 36 GWh pro Jahr. In den Jahren von 1985 bis 2001 lag keine starke Bauphase in der Gemeinde Löhnberg vor, es wurden weniger als 100 Gebäude errichtet. Erst ab dem Jahr 2002 mit dem Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung EnEV '02 und der Förderung für KfW-Energiesparhäuser hat der Gebäudebestand um ca. 150 Gebäude zugenommen.

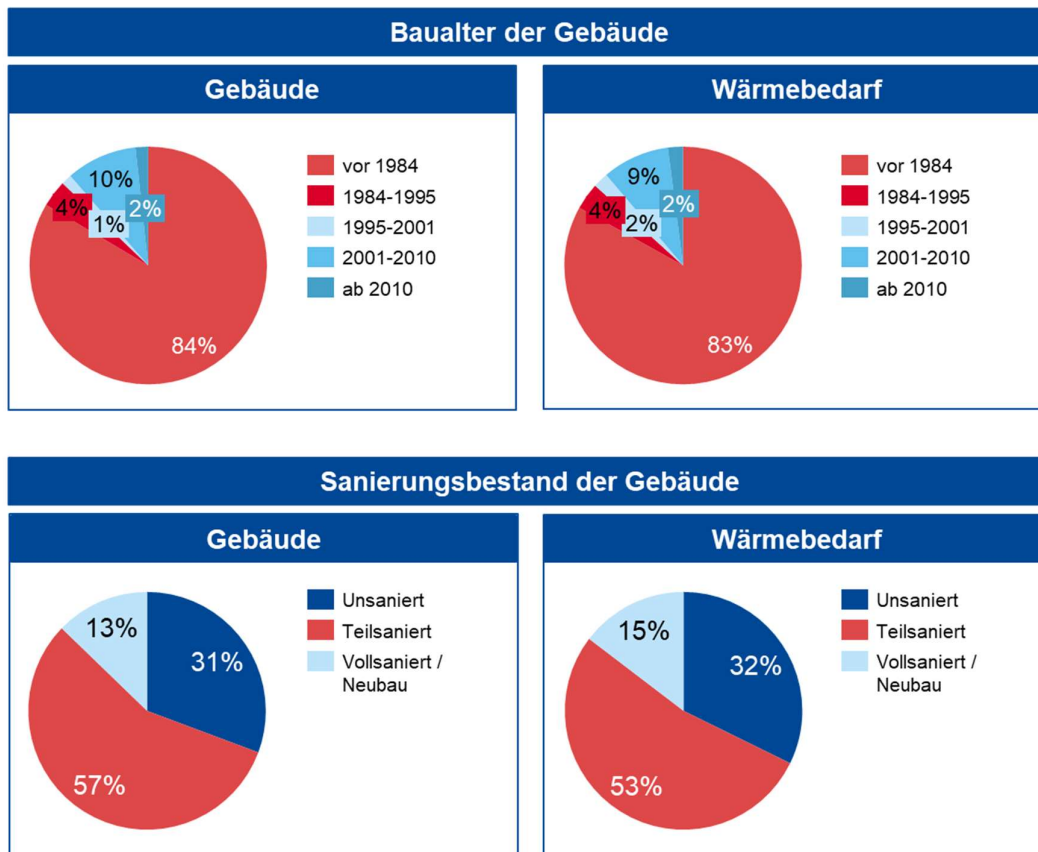


Abbildung 5: Baualter und Sanierungsstand der Gebäude

Von insgesamt 1.613 erfassten Gebäuden der Gemeinde Löhnberg wurde ein Großteil, rund 912 Gebäude, bereits teilsaniert, während weitere 495 Gebäude weiterhin unsaniert im Bestand sind. Der Anteil der Neubauten und den vollsanierten Gebäuden fällt mit 13 % gering aus. Der Wärmebedarf der vollsanierten Gebäude einschließlich der Neubauten, im Hinblick auf die Anzahl der Gebäude und des energetischen Zustands beträgt ca. 6 GWh pro Jahr.

Heizungstechnologien und Alter der Heizung

Zur Deckung des Wärmebedarfs finden unterschiedliche Heizungstechnologien in den Gebäuden Anwendung. Erfasst wurde die dezentrale Wärmeversorgung mittels Gas- und Ölheizungen, Wärmepumpen, elektrischen Direktheizungen sowie die zentrale Wärmeversorgung über das Wärmenetz. Neben der Art der Heizungstechnologie wurde, ebenfalls gebäudespezifisch, das Alter der Heizungsanlage erfasst. In Anlehnung an die Baualtersklasse und den Sanierungsstand der Gebäude erfolgt die Wärmeversorgung größtenteils über fossile Energieträger der Gas- und Ölheizungen. Gasheizungen sind in über 960 Gebäuden und Ölheizungen in über 440 Gebäuden installiert. Demgegenüber erfolgt in der ländlichen Region der Gemeinde Löhnberg die Wärmeversorgung von rund 30 Hausanschlüssen über das Fernwärmenetz. Während die Gas- und Ölheizungen jährlich einen Wärmebedarf von knapp über 38 GWh haben, beträgt die Wärmebedarfsdeckung über das Fernwärmenetz nur 1 GWh pro Jahr. Der verbleibende Wärmebedarf wird über Wärmepumpen, elektrische Direktheizungen oder sonstige Heizungstechnologien bedient. Die installierten Heizungstechnologien stammen in rund 740 Gebäuden aus dem Jahr 1990. Der verstärkte Gebäudezuwachs in den Jahren 2001 bis 2010 spiegelt sich auch in der Neuinstallation oder einem verstärkten Heizungswechsel für das Jahr 2008 wider. In diesem Jahr wurden ca. 400 Heizungstechnologien in Betrieb genommen.

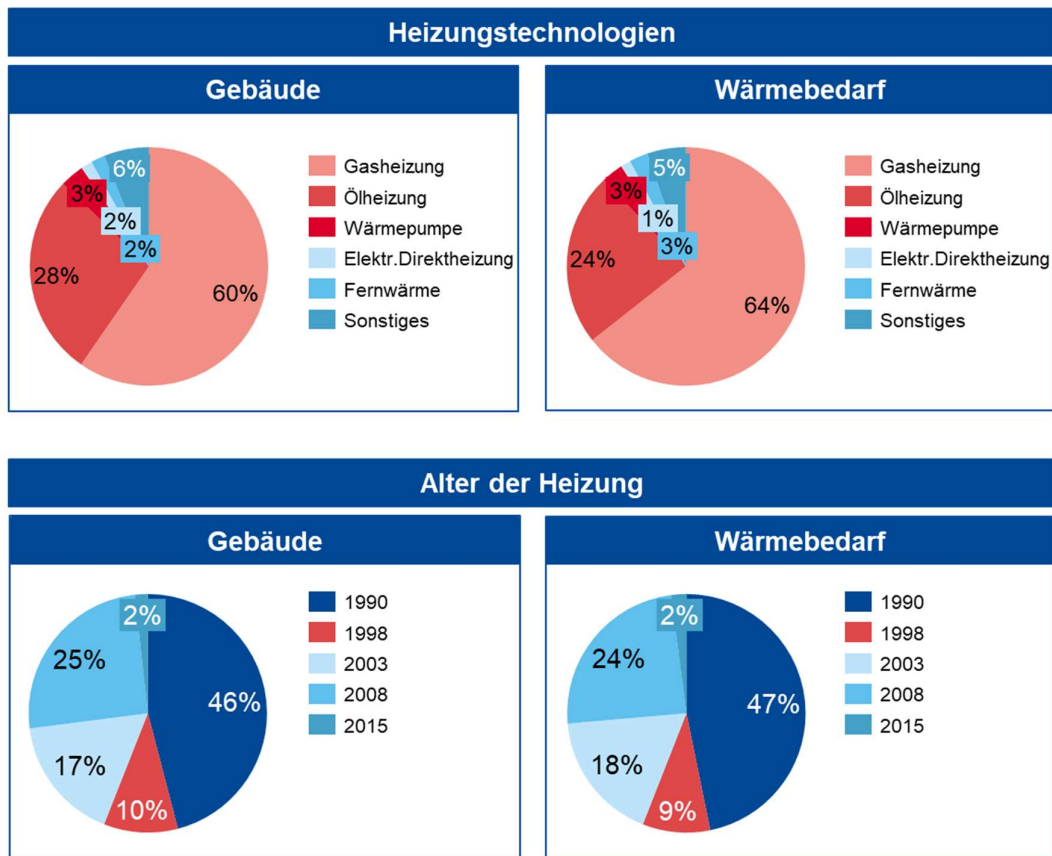


Abbildung 6: Heizungstechnologie und Alter der Gebäude

5.2 Das Bestandswärmenetz der Gemeinde Löhnberg

Das Bestandswärmenetz der Gemeinde Löhnberg befindet sich mit einer Länge von ca. 2 km im Ortsteil Löhnberg und deckt dort einen Wärmebedarf von ca. 1,5 GWh pro Jahr. Der Wärmebedarf verteilt sich auf 28 Hausanschlüsse, davon sind rund vier gemeindeeigene Gebäude. Zur Wärmebereitstellung werden in der Volkshalle an der Schulstraße, zwei Holzhackschnitzelkessel mit einer insgesamt Leistung von max. 600 kW betrieben und zur Spitzenlastdeckung sind zwei Gaskessel mit einer insgesamt Leistung von max. 740 kW in Betrieb. Ein weiterer Holzhackschnitzelkessel mit einer maximalen Leistung von 150 kW steht zur Wärmeversorgung im Mehrgenerationenhaus im Ortsteil Löhnberg zur Verfügung. Im Hinblick auf die Betriebstemperaturen, die in der Vorlaufleitung 90 °C beträgt und in der Rücklaufleitung 60 °C, kann das Bestandswärmenetz der dritten Wärmenetzgeneration zugeordnet werden. Eine Einbindung an erneuerbaren Energien in das Bestandswärmenetz ist somit nicht kategorisch ausgeschlossen. Eine Übersicht der Hausanschlüsse und der Erzeugungsanlagen des Fernwärmenetzes kann der Abb.7 entnommen werden. Auf Grundlage der gebäudescharfen Wärmebedarfe, die als Realdaten seitens der Syna GmbH zur Verfügung gestellt wurden, können die Wärmebedarfsdichten als 1 ha Kataster oder auf Wohnblockebene abgeleitet werden. Dies ermöglicht die Zonierung synergetischer Gebiete für die leitungsgebundene Wärmeversorgung und bildet die Basis für die Identifikation der Eignungsgebiete für Wärmenetze. Die Klassifizierung der Wärmebedarfsdichten orientiert sich am KEA-BW Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung. [3]

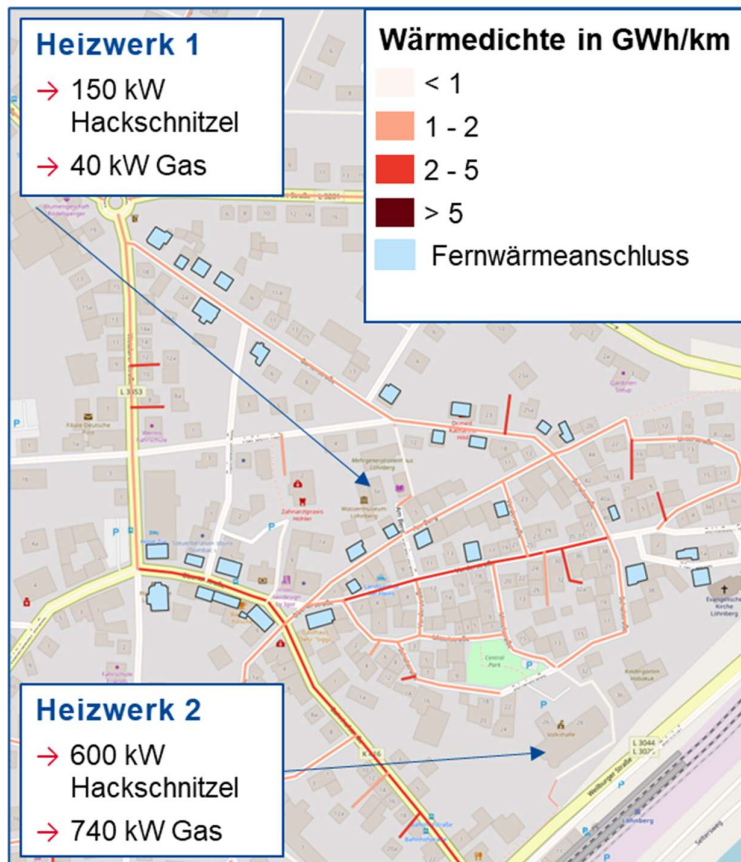


Abbildung 7: Hausanschlüsse und Erzeugungsanlagen des Fernwärmenetzes

5.3 Wärmebedarf und -versorgung

Insgesamt benötigt die Gemeinde Lohnberg knapp 44 GWh Wärme pro Jahr. Dieser Wärmeverbrauch wird in der nachstehenden Abbildung 8 nach Sektor und Energieträger unterteilt. Die betrachteten Sektoren sind private Haushalte, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Den größten Anteil am Wärmeverbrauch haben mit 41 GWh die privaten Haushalte, wobei 37 GWh Wärme durch Gas- und Ölheizungen erzeugt werden, während die Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen oder Wärmenetze bei den privaten Haushalten circa 2,2 GWh pro Jahr beträgt. Der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen wird überwiegend durch fossile Energieträger versorgt, davon sind 1,5 GWh pro Jahr den Gasheizungen zuzuordnen und 0,7 GWh/a den Ölheizungen, insgesamt fällt der Wärmebedarf mit 2,4 GWh gering aus. Der größte Anteil der erzeugten Emissionen fällt entsprechend des Wärmeverbrauches und der Heizungstechnologie (Gas- und Ölheizung) mit circa 9,8 Tsd. tCO₂ im Sektor Haushalte an. Ein vergleichbarer geringer Anteil der CO₂-Emissionen ist dem Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zuzuordnen. Dieser erzeugt über die Öl- und Gasheizungen zur Wärmebereitstellung rund 0,5 Tsd. tCO₂. Während die Fernwärme in diesem Sektor einen unwesentlichen Beitrag zur CO₂-Erzeugung leistet. Es wurden keine kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Lohnberg berücksichtigt.

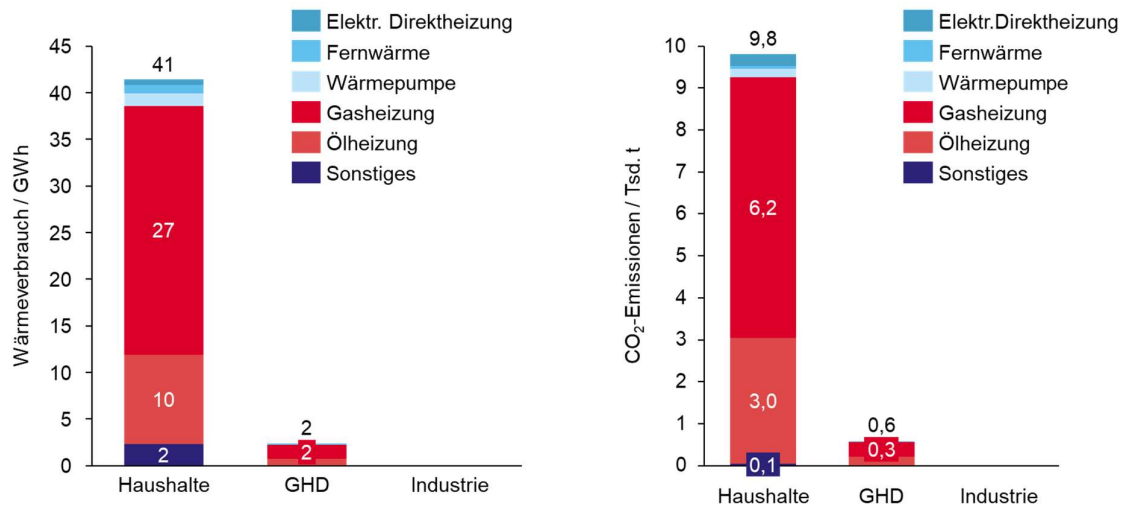


Abbildung 8: Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren. GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

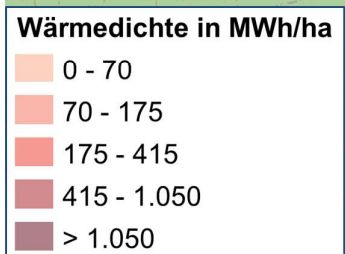
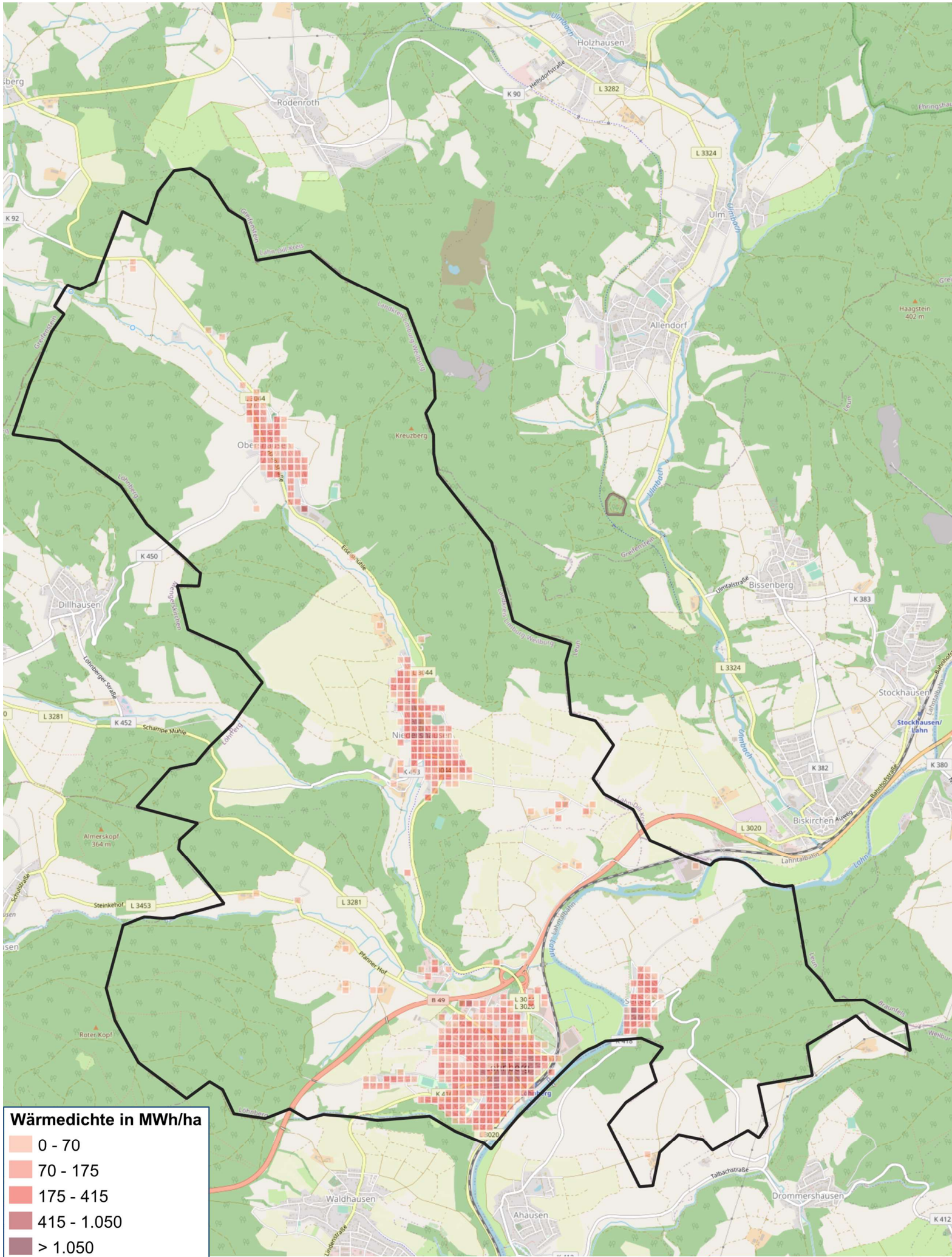
Die nachfolgenden zwei Karten Darstellungen zeigen die Wärmedichte pro Hektar auf unterschiedlichen Bilanzierungsebenen, zum einen als Wärmekataster und des Weiteren auf der Wohnblockebene. Die Definition der Wärmedichte und die dazugehörige Formel kann dem nachstehenden Exkurs entnommen werden.

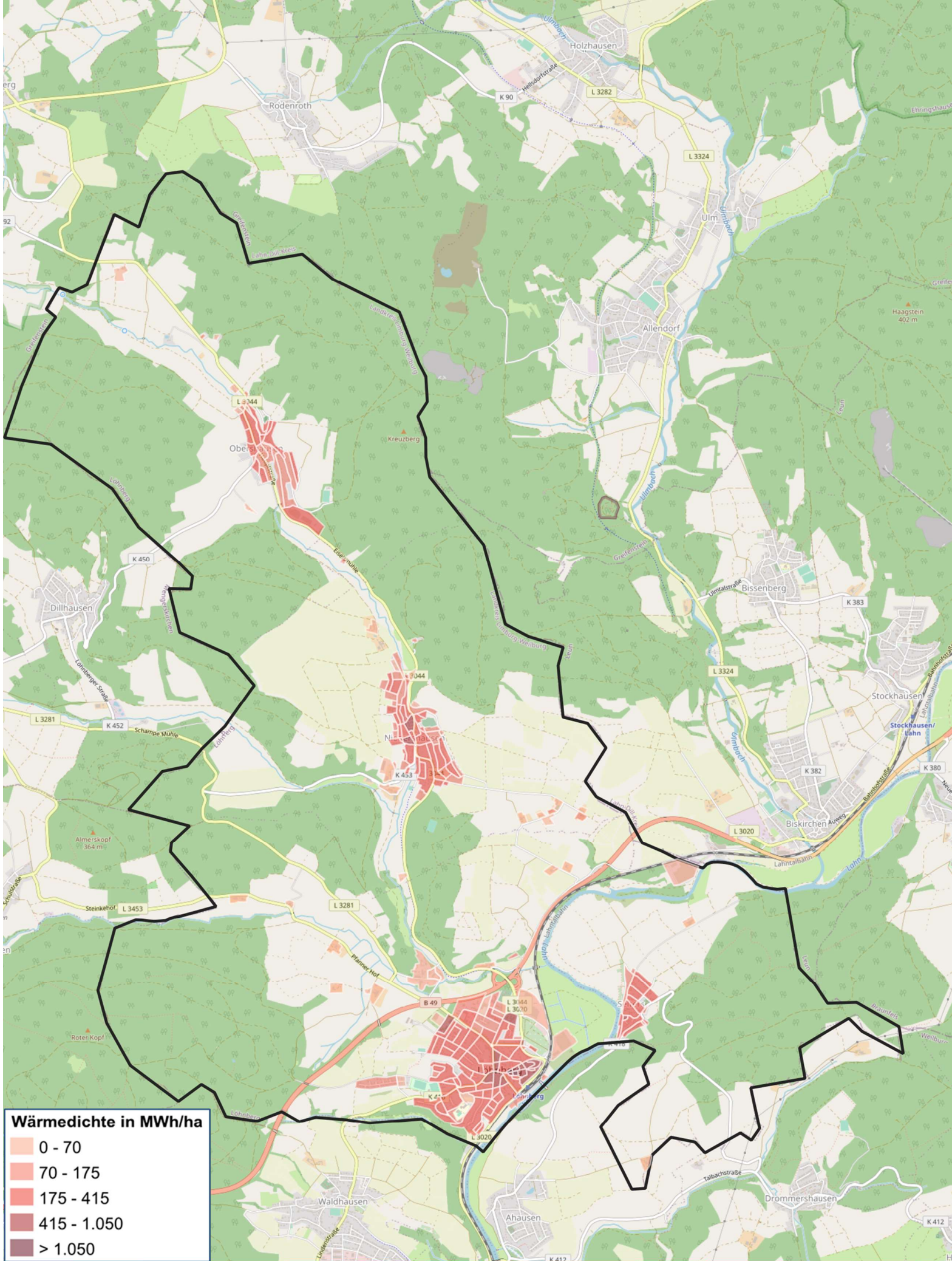
Exkurs: Wärmedichte in MWh/ha

- Quotient der Summe aller Wärmebedarfe in einem räumlich abgegrenzten Bereich und der Fläche des Bereichs.
- Je **höher** die flächenspezifische **Wärmedichte**, desto **höher** ist die **Eignung** für den Einsatz von **Wärmenetzen**, weil sich die eingesetzten Investitionsausgaben (CAPEX) schneller refinanzieren.

$$\text{Wärmedichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmebedarfe}_i}{\text{Fläche}}$$

Die Wärmedichte weist im Stadtzentrum von Löhnberg, in der Nähe des Bestandswärmenetzes, Wärmedichten in Höhe von 1.050 MWh/ha. Im umliegenden Stadtgebiet von Löhnberg fällt die Wärmedichte mit 415 MWh/ha bis 1.050 MWh/ha ebenfalls hoch aus. In den ländlicheren Gebieten, die nicht stark besiedelt sind, fällt die Wärmedichte entsprechend geringer aus.





6 Potenzialanalyse

Nachdem der gebäudescharfe Status Quo im Hinblick auf die Wärmebedarfe, Treibhausgas-Emissionen sowie die Gebäude- und Versorgungsstruktur erhoben wurde, folgt die gebietsscharfe Ermittlung sämtlicher Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme auf dem gesamten Gebiet der Gemeinde Löhnberg. Auf Grundlage der Potenzialanalyse können die zukünftigen Möglichkeiten zur erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung aufgezeigt und flächenhaft visualisiert werden. Dieser Arbeitsschritt ist für die Entwicklung der Zielszenarien und der Maßnahmenentwicklung unabdingbar und wird einer hohen Bedeutung zugeordnet. Der Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg [3] schafft eine Orientierung zur Vorgehensweise der Potenzialanalyse, diese erfolgt stufenweise gem. Abbildung 9. Dabei werden zunächst alle Potenziale bestimmt, die basierend auf Verfügbarkeit und gültigem Planungs- und Genehmigungsrecht als Wärmequelle und Erzeugungsfläche in Betracht kommen. Bestandteil des theoretischen Potenzials ist das technische Potenzial, welches eine Anzahl an Ausschlusskriterien wie beispielsweise Flächenverfügbarkeit auf dem Gebiet der Kommune berücksichtigt und damit die Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials abbildet.

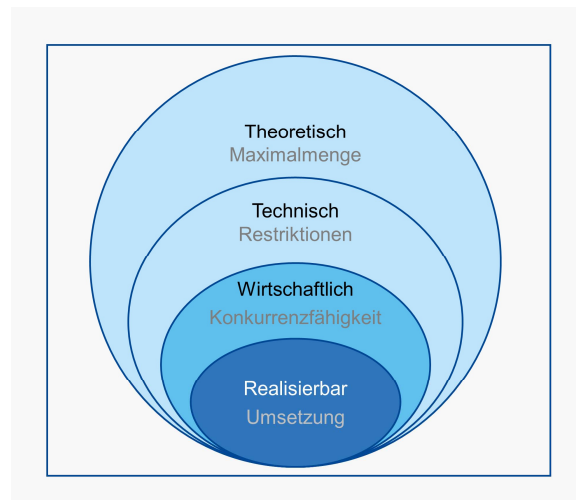


Abbildung 9: Potenzialanalyse - Definition der Begriffe

Für die kommunale Wärmeplanung ist zunächst die Ermittlung des theoretischen und anschließend des technischen Potenzials vorgesehen, dafür wurden öffentlich zugängliche Datenquellen, Studien und Realdaten lokaler Akteure berücksichtigt und anschließend visualisiert und ins DigiPAD implementiert. Eine umfassende Potenzialanalyse stellt die Weichen für die kommunalen Entscheidungsträger, fundierte Entscheidungen über die zukünftige Ausrichtung der CO₂-neutralen Wärmeversorgung zu treffen. Die nachfolgenden erneuerbaren Energiequellen wurden für die Gemeinde Löhnberg untersucht:

- Oberflächennahe- und Tiefengeothermie / Grubenwasser
- Solarthermie Frei- und Dachflächen
- Photovoltaik Frei- und Dachflächen
- Windenergie
- Wasserkraft
- Industrielle Abwärme
- Biomasse
- Umweltwärme

6.1 Oberflächennahe- und Tiefengeothermie / Grubenwasser

Geothermie ist die Nutzung der Erdwärme mittels verschiedener Technologie: Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Grundwasser-Brunnenlagen. Dabei wird in oberflächennahe (bis zu 100 m), mitteltiefe (200-500 m) und tiefe (1.500-4.500 m und circa 60-120 °C Thermalwassertemperatur) Geothermie unterschieden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde für die Gemeinde Löhnberg das oberflächennahe Geothermiepotezial mittels Erdwärmesonden mit einer Jahresarbeitszahl⁴ von 3,3-3,7 in bis zu 100 m tiefe betrachtet. Dafür wurde die geothermische Wärmeentzugsleistung unter Berücksichtigung der folgenden Ausschlussgebiete erfasst:

- Wasser- und Heilquellenschutzgebiete
- Erfassung der Siedlungsstruktur und Ausschluss aller nicht bebauten Gebiete
- Ausschluss von Gewerbe- und Industriegebieten
- Berücksichtigung von bebauten Flächenanteilen

Zur Berechnung der geothermischen Wärmeentzugsleistung wurde eine durchschnittliche Tiefe von 70 m und eine Wassertemperatur von circa 20-40 °C vorausgesetzt. In Bezug auf die Erdwärmesonden wurde eine Leistung von 30-60 W pro Meter Erdwärmesonde und eine jährliche Volllaststundenzahl von 1.800-2.400 angenommen. Darüber hinaus wurde die Annahme getroffen, unter Berücksichtigung der notwendigen Abstände zwischen den Erdwärmesonden, dass die Potenzialfläche mit 100 Sonden pro Hektar versehen werden kann. Anhand dieser Annahmen lässt sich für die Gemeinde Löhnberg ein oberes- und unteres Geothermiepotezial bestimmen.

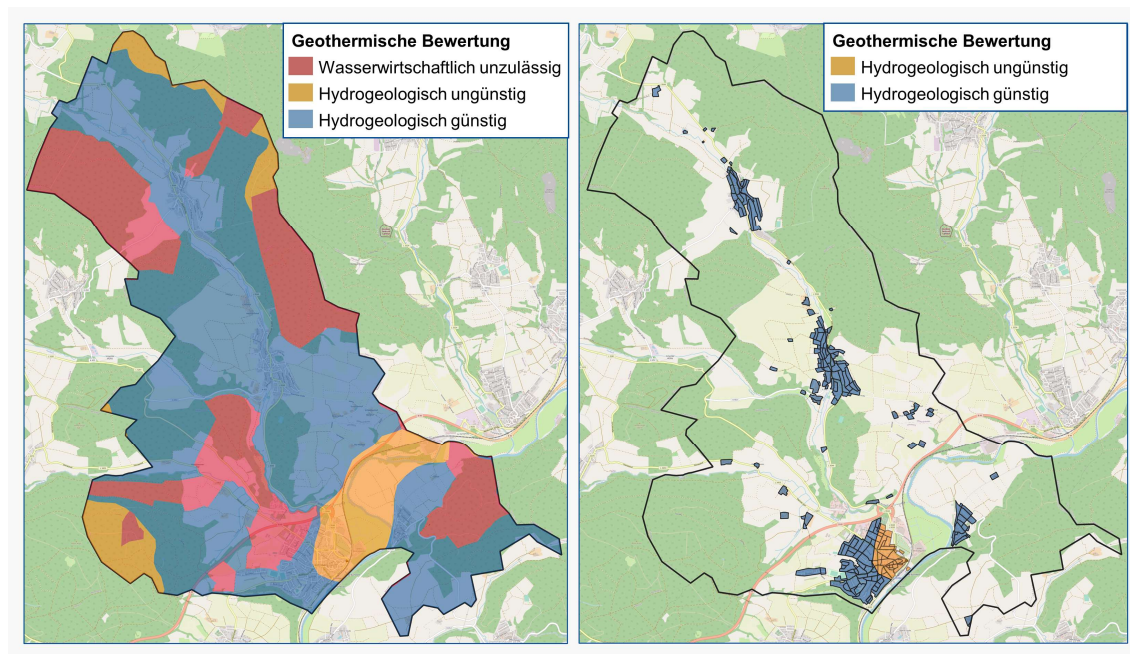


Abbildung 10: geologische Bewertung und Geothermiepotezial der Gemeinde Löhnberg

⁴ Jahresarbeitszahl: Kurz JAZ. Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe. Die Jahresarbeitszahl ist das Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie und zugeführter elektrischen Energie in Form von Strom.

Für die geologische Bewertung der Flächen in der Gemeinde Löhnberg wurde eine Datenbank des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie [4] herangezogen mit den flächenspezifischen Informationen zu den Wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch günstigen und ungünstigen Gebieten. Große Teile der Gemeinde sind wasserwirtschaftlich ungeeignet für Geothermie, liegen aber größtenteils außerhalb der Siedlungsgebiete. Anschließend wurde das Potenzial für oberflächennahe Geothermie flächenspezifisch in hydrogeologisch günstig und ungünstig gemäß Abbildung 10 unterteilt. Die für Geothermie geeignete Fläche in der Gemeinde Löhnberg beträgt ca. 187 ha von dieser Fläche sind rund 54 ha versiegelt. Daraus ergibt sich eine unversiegelte Fläche von ca. 133 ha. Auf dieser Fläche lässt sich ein technisches Potenzial von ca. 50-134 GWh/a umsetzen. Die Ortsteile Obershausen, Niedershausen und Selters weisen jeweils durchweg hydrogeologisch günstige Flächen auf. Der Ortsteil Löhnberg lässt sich in einen hydrogeologisch günstigen und ungünstigen Bereich unterteilen. Während der Nordosten als hydrogeologisch ungünstig zu verzeichnen ist, kann der restliche Ortsteil als hydrogeologisch günstig angesehen werden. In Anbetracht des insgesamt jährlichen Wärmebedarfs von circa 44 GWh der Gemeinde Löhnberg ist das theoretische Geothermie Potenzial sehr hoch, sodass als technisches Potenzial 100 % des Wärmebedarfs, also 44 GWh, über oberflächennahe Geothermie gedeckt werden kann.

Während das technische Potenzial der Oberflächengeothermie quantitativ ermittelt werden konnte, kann hingegen das technische Potenzial der Wärme- und Stromerzeugung aus einem tiefeingeothermischen Reservoir nur qualitativ abgeschätzt werden. Da keine detaillierten Informationen zur thermodynamischen Leistungsfähigkeit des Erdreichs öffentlich für die Gemeinde Löhnberg vorliegt. Darüber hinaus werden Aufsuchungs- und Gewinnungsrechte in Konzessionen („Erdwärmekonzessionen“) vergeben. Typische Anlagen weisen eine thermische Leistung von 2-20 MW auf, mit Bohrungen in einer Tiefe von rund 1500 bis 4500 Meter und einer Thermalwassertemperatur von ca. 60-120 °C.

Das hydrothermale und petrothermale⁵ Potenzial für die Gemeinde Löhnberg gemäß den Auswertungen des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie [4] kann der nachstehenden Abbildung 11 entnommen werden. Diese zeigt, dass in einer Tiefe von 500 bis 4000 Meter das hydrothermale Potenzial als sehr gering ermittelt wurde. Ebenfalls als sehr gering fällt das petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500 bis 1.500 Metern aus, erst ab einer Tiefe von 2.000 bis 3.500 Metern kann dieses als gering eingestuft werden und als mittel lediglich in einer Tiefe von 4.000 Metern. In Anbetracht der geringen Potenziale für die Tiefengeothermie, wird diese nicht tiefergehend berücksichtigt. Letztlich verbirgt die Tiefengeothermie nicht genau quantifizierbare Potenziale, diese können erst mithilfe von Testbohrungen ermittelt werden.

⁵ Hydrothermale Geothermie: die Wärme wird dem Untergrund im Wesentlichen zusammen mit dem heißen Fluid (Wasser/ Dampf) entnommen.

Petrothermale Geothermie: kann nicht auf natürlich vorhandenen Wasserdampf oder Thermalwasser zurückgreifen. Unter hohem Druck wird Wasser in künstlich vergrößerte Risse und Klüfte des heißen Gesteins eingepresst.

	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m	3000 m	3500 m	4000 m
Hydrothermal	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering
Petrothermal	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Gering	Gering	Gering	Gering	Mittel

Abbildung 11: Hydrothermale und petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500-4000 m

Neben der oberflächennahen Geothermie und der Tiefengeothermie kann auch das von der Erdwärme aufgeheizte Grubenwasser ein Potenzial darstellen. Bei der Nutzbarmachung des thermischen Potenzials kann zwischen offenen und geschlossenen Anlagen unterschieden werden.⁶ Die erschlossene Wärme aus dem Grubenwasser kann zur zentralen Wärmeerzeugung und Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt werden. Die Direktbeheizung ist allerdings aufgrund des geringen Temperaturniveaus nicht möglich, sodass eine Nacherhitzung mittels Wärmepumpe notwendig ist. Das Temperaturniveau von Grubenwasser liegt bei offenen Systemen bei maximal 35 °C und stellt keine ausreichenden Temperaturen für ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz (circa 50 °C) zur Verfügung. [5] Bei geschlossenen Systemen kühlt das Wärmeträgermedium bei längerfristigem Entzug stark ab und fällt unter die natürlichen Umgebungstemperaturen des Schachtes. Obwohl bei Schächten von bis zu 1.500 m im Einzelfall Temperaturen > 50 °C vorliegen können. In der Gemeinde Löhnberg sind keine Bergbauwerke bekannt, die zur Wärmenutzung von Grubenwasser in Betracht gezogen wurden.

6.2 Solarthermie und Photovoltaik – Freiflächen

Die Solarthermie und Photovoltaik-Anlagen besitzen in ländlichen Regionen auf Freiflächen ein sehr großes Potenzial. Prinzipiell wird für die Wärmeversorgung über Solarthermie entweder Röhren- oder Flachkollektoren mit unterschiedlichen spezifischen Kosten und Temperaturniveaus verwendet. Grundsätzlich ist der Sektor Stromerzeugung nicht Gegenstand der Wärmeplanung, allerdings kann ein Großteil der Potenziale nur mit strombetriebenen Wärmepumpen erschlossen werden, sodass nachfolgend die technischen Potenziale der Stromerzeugung durch Photovoltaik im Rahmen der Wärmeplanung erfasst werden.

Die Nutzung von Freiflächen erfolgt unter Beachtung des Bebauungsplans der Gemeinde Löhnberg. Für solarthermische und Photovoltaik-Anlagen ergeben sich allerdings gewisse Restriktionen an die Gebietsausweisung. Bevorzugt wird die Nutzung sog. „benachteiligter Gebiete“, hierzu gehören u.a. Konversionsflächen oder Seitenrandstreifen. Die Flächen müssen allerdings außerhalb folgender Gebiete liegen:

⁶ Offenes System: gefördertes oder natürlich abfließendes Grubenwasser in einer obertägigen Energiezentrale mit integriertem Wärmetauscher.

Geschlossenes System: das Grubenwasser und/oder die vorhandene Bergwerkinfrastruktur kann indirekt mittels Wärmetauscher (z.B. Rohrwärmetauscher) erschlossen werden.

- Biosphärengebiete
- Biotopverbünde
- Generalwildwegepläne
- Landschaftsschutzgebiete
- Natura 2000 Gebiete
- Wasserschutzgebietszonen I und II

Die Potenzialflächen für Solarthermie und Photovoltaik-Anlagen werden ab einer Bodenfläche von 2.000 m² ermittelt. Der pauschale Flächenertrag der Solarthermieanlage wird gemäß KEA-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung mit 400 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche angenommen, dies entspricht einer minimalen Wärmeerzeugung von ca. 270 MWh/a. Für die Photovoltaik-Anlagen wird ein jährlicher Photovoltaik-Ertrag von 40 kWh pro Quadratmeter berücksichtigt. [3]

In einem ersten Schritt wurden die potenziell nutzbaren Freiflächen der Gemeinde Löhnberg recherchiert, dazu zählen Freiflächen die nicht bewaldet oder bebaut sind, d.h. vor allem landwirtschaftliche Flächen und unkultivierte Bodenflächen. Daran anschließend wurden die Sonderflächen ausfindig gemacht, wobei die landwirtschaftlich benachteiligten Flächen bevorzugt Erteilung von Zuschlägen für Freiflächen-Solarthermie erhalten. Aber auch die Biosphärengebiete, Biotopverbünde, Natura 2000 Gebiete, etc. der Gemeinde Löhnberg wurden berücksichtigt.

Die Schnittmenge beider Flächen ergibt abschließend das finale Freiflächenpotenzial für Photovoltaik / Solarthermie von insgesamt 4,25 km² im betrachteten Gebiet. Diese liegen gem. Abbildung 12 insbesondere um den Ort Löhnberg als auch um den Ort Obershausen. Um Niedershausen liegen zwar landwirtschaftliche Freiflächen, diese sind aber nicht als benachteiligte Flächen bewertet. Das Freiflächenpotenzial wurde anschließend mit den oben erwähnten Kennzahlen der Solarthermie und Photovoltaik-Anlagen verrechnet. Daraus ergab sich ein technisches Freiflächenpotenzial von 1.699 GWh/a zur Wärmeversorgung über Solarthermie, während das technische Photovoltaik Freiflächenpotenzial einen Stromertrag von 170 GWh/a aufweist. Das technische Freiflächenpotenzial der Solarthermie liegt mit den 1.699 GWh/a deutlich höher als der Wärmebedarf der Gemeinde Löhnberg mit 44 GWh/a, dieser könnte vollständig gedeckt werden.

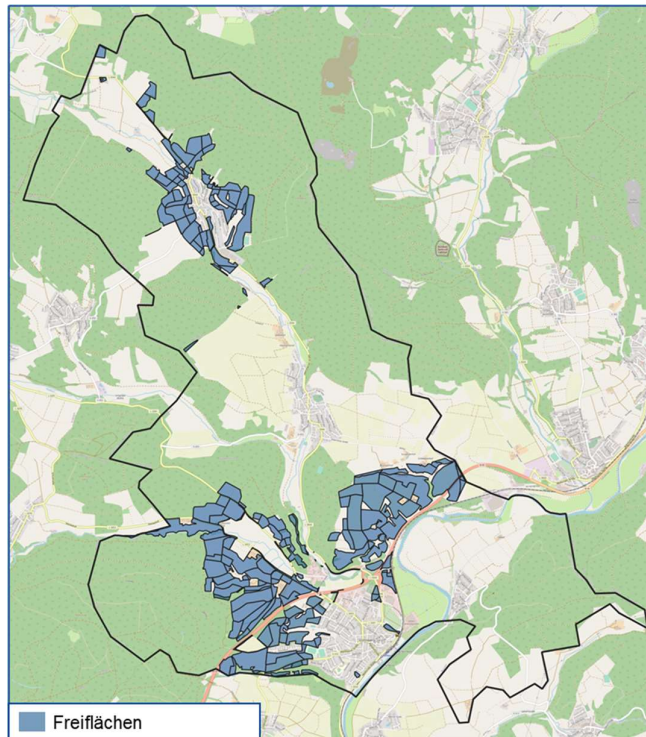


Abbildung 12: Freiflächen Potenzial für Solarthermie oder Photovoltaik

6.3 Solarthermie und Photovoltaik–Dachflächen

Neben den Freiflächenpotenzialen der Solarthermie und Photovoltaik-Anlagen wurde auch das Dachflächenpotenzial für die Gemeinde Löhnberg ermittelt. Dafür wurden in einem GIS-Modell die Gebäudegrößen analysiert und die Grundflächen ab mindestens 50 m² berücksichtigt, während die Ausrichtung der Dachflächen vernachlässigt wurde. Für die Solarthermieanlagen wurden 25 % und für die Photovoltaik-Anlagen 50 % der identifizierten Grundflächen als Potenzial in die Berechnungen des Kollektorertrages mit einbezogen.

Die Auswertungen haben gezeigt, dass insgesamt 0,22 km² nutzbare Dachflächen in der Gemeinde Löhnberg vorhanden sind. Daraus lässt sich ein technisches Potenzial für Solarthermie in Höhe von 22 GWh/a berechnen. Allerdings werden bereits Dachflächen mit einer möglichen Wärmeerzeugung von rund 21 GWh/a genutzt, sodass nur noch ein weiteres Potenzial von knapp 1 GWh/a zur Verfügung stehen. Das technische Potenzial der Photovoltaik-Stromerzeugung beträgt 4 GWh/a von diesen werden bereits Dachflächen genutzt die einer Stromerzeugung von ca. 2 GWh/a entsprechen.

6.4 Windenergie

Windenergieanlagen sind neben Photovoltaik - und Wasserkraftanlagen die wichtigste Quelle für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die erzeugte Energie ist vor allem abhängig von den Volllaststunden der Region, den Windgeschwindigkeiten, der verwendeten Anlage und der Umgebung. Zur Ermittlung des Windenergiepotenzials wird in einem ersten Schritt, der Teilregionalplan Energie Mittelhessen/Südhessen herangezogen, dieser gibt Auskunft über die Windenergienutzung auf Freiflächen und weist Vorranggebiete zur Nutzung der Windenergie auf. Diese Vorranggebiete sehen beispielsweise vor, dass eine durchschnittliche Mindestwindgeschwindigkeit von 5,75 m/s in einer Höhe von 140 m vorliegt

und schließen die Gebiete aus, welche als Natur- oder Wasserschutzgebiete gelten oder unter die Abstandsregeln fallen (weitere Details siehe Teilregionalplan). [6] Neben den Freiflächen und Vorranggebieten zur Nutzung der Windenergie wurden in einem zweiten Schritt die Windgeschwindigkeiten, Windhäufigkeiten und die Windrichtung (Winkel, Himmelsrichtung) der Gemeinde Löhnberg berücksichtigt. Abschließend lässt sich gem. Abbildung 13 durch die Überlagerung beider Karten das finale technische Potential für Windenergie im betrachteten Gebiet ermitteln.

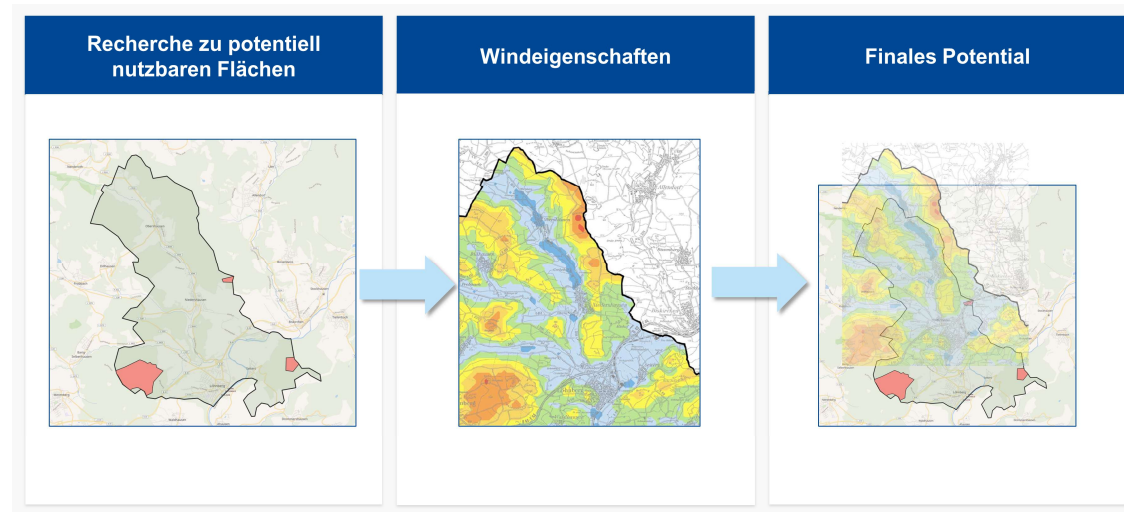


Abbildung 13: Verschneidung der Flächen zur Ermittlung des Windenergiepotenzials

Die Auswertungen haben ergeben, dass im Westen des Ortsteils Löhnberg ein Vorranggebiet für Windenergie mit einer Fläche von 1,24 km² ausgewiesen ist, siehe Abbildung 14. Ein weiteres Vorranggebiet weist die 0,06 km² große Fläche im Osten des Ortsteils Niedershausen auf. Dort wurde Ende September 2023 bereits der Windpark Leun-Löhnberg in Betrieb genommen. Gebaut wurden zwei Windenergieanlage mit je 4,2 MW der Alterric GmbH. Diese haben einen Rotordurchmesser von 138 m und einer Gesamthöhe von 229 m. Insgesamt hat der Windpark eine Leistung von 8,4 MW. [7] Dies entspricht bei 2.540 Volllaststunden [8] 21,3 GWh/a. Damit können nach Angaben der Alterric GmbH rein rechnerisch nahezu alle Haushalte der vier Ortsteile der Gemeinde Löhnberg sowie der Stadt Leun mit erneuerbarem Strom versorgt werden. Die gewonnene elektrische Energie aus dem Betrieb der Windenergieanlagen soll in das Stromnetz der Syna GmbH eingespeist werden. Ein weiteres Vorranggebiet ist im Ortsteil Selters mit einer Fläche von 0,18 km² zu finden.

Insgesamt führt die Potenzialfläche von 1,48 km² bei circa 26 W/m² [8] installierbarer Leistung zu 38,5 MW installierbarer Kapazität auf diesen Flächen. Bei 2.540 Volllaststunden führt die installierbare Leistung wiederum zu 97,7 GWh.

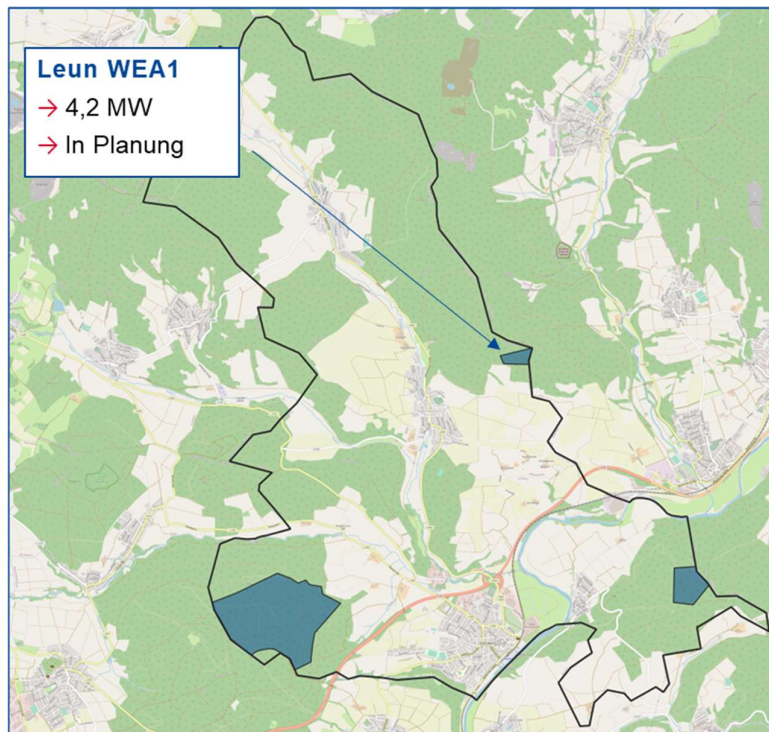


Abbildung 14: Vorranggebiete für Windenergie

6.5 Wasserkraft

Neben dem Windenergiepotenzial kann zur Generierung von erneuerbarem Strom auch das Wasserkraftpotenzial in Betracht gezogen werden. In der Gemeinde Löhnberg bestehen bereits zwei Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von 335 kW und einer eingespeisten Strommenge in Höhe von rund 1 GWh/a. Darüber hinaus wurden keine weiteren Wasserkraftpotenziale erfasst.

6.6 Industrielle Abwärme

Zur Industriellen Abwärme zählt nicht vermeidbare Abwärme, die nicht innerbetrieblich nutzbar ist und technisch-wirtschaftlich für Wärmenetze erschließbar ist. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die folgenden möglichen Lieferanten von industrieller Abwärme betrachtet:

- Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- Höchstleistungsrechenzentren
- Abwasser von Kläranlagen / Abwasserkanälen
- Thermische Abfallverwertung
- unterirdische Bauwerke (z.B. Stollen)

Für die Gemeinde Löhnberg wurden keine potenziellen Lieferanten von industrieller Abwärme identifiziert. Die Datenbank des EU-Projekts sEnergies als auch der Wärmealas Hessen haben keine Abwärmequellen verzeichnet, ggf. werden kleine Abwärmequellen nicht erfasst. [9] [10] Allerdings ist die kleinste Erfassungsklasse der Datenbank < 83 GWh/a. Zudem sind in der Gemeinde Löhnberg keine Höchstleistungsrechenzentren, thermische Abfallverwertung

oder unterirdische Bauwerke bekannt. Eine Kläranlage zur Nutzung der Abwärme des Abwassers befindet sich außerhalb des Gemeindegebietes Löhnberg.

6.7 Biomasse

In diesem Abschnitt werden die Potenziale hinsichtlich Biogaserzeugung und holzartiger Biomasse untersucht.

Es existieren laut der Machbarkeitsstudie Energieautarke Gemeinde Löhnberg 2020 insgesamt 17 landwirtschaftliche Betriebe, welche eine landwirtschaftliche Fläche von circa 1.100 ha bewirtschaften und ca. 900 Großvieheinheiten beherbergen. Die Studie kommt allerdings zu dem Schluss, dass die Betriebe zu klein für den Betrieb einer Biogasanlage sind. [11] Seit der Studie ist der Bestand an Rindern gesunken. Zum aktuellen Zeitpunkt liegt die Anzahl unter 100 Rindern. [12]

Ein ungenutztes Potential sind Bioabfälle. Laut Abfall- und Energiebericht 2022 fallen circa 130 kg Bioabfall pro Einwohner & Jahr an. Bezogen auf die Gemeinde Löhnberg mit 4.815 Einwohnern entspricht dies einer jährlich anfallenden Bioabfallmenge von ca. 600,1 t. Des Weiteren fallen nach der Machbarkeitsstudie Energieautarke Gemeinde Löhnberg 2020 jährlich circa 520 m³ Grünschnitt und 450 m³ holzartige Biomassen an, welche in einer Biogasanlage genutzt werden könnten. Eine Nutzung der Substrate ist insgesamt allerdings nur auf Kreis-Ebene sinnvoll.

Nach Schätzungen des Bauhofes der Gemeinde Löhnberg könnten die 450 m³ holzartige Biomasse allerdings als Energieholz verwendet werden. Nach der Studie ergibt sich ein Potenzial von circa 756 MWh/a. Außerdem stehen über den Löhnberger Gemeindewald circa 6.250 MWh/a in Form von Energieholz als Potenzial zur Verfügung. Des Weiteren befindet sich mit der im Industriegebiet Löhnberger Hütte ansässigen Firma Rathschlag GmbH - Holzwerk Löhnberg ein großer holzverarbeitender Betrieb auf dem Gebiet der Gemeinde Löhnberg. Die bei der Firma Rathschlag anfallende jährliche Restholzmenge in Form von Schwartenholz und anderem Verschnitt sowie Hobel-, Fräs- und Sägespäne entspricht einem Heizwert von circa 9.200 MWh/a. Die Eigennutzung von Holz für Feuerungslagen wurden von diesem Wert bereits abgezogen. Insgesamt ergibt sich ein Potenzial für holzartige Biomasse von 16.200 MWh/a. [11]

6.8 Umweltwärme

Unter dem Begriff Umweltwärme wird die Erhebung aller Potenziale aus Oberflächengewässern und der Luft beschrieben. Für die Ermittlung von Potenzialen aus Oberflächengewässern liegt die zulässige Entnahmetiefe bei 0 bis 40 Meter und die zulässige Rückgabetiefe bei 20 bis 40 Meter. Beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen in Siedlungsgebieten muss der Lärmschutz berücksichtigt werden. Die Vorranggebiete für den Einsatz von Luft-Wärmepumpen sind Einzelversorgungsgebiete in denen keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist oder in denen keine oberflächennahe geothermische Wärmequelle erschlossen werden kann. Große Wasser-Wasser-Wärmepumpen weisen eine Jahresarbeitszahl von größer 4 auf und Große Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen auf eine Jahresarbeitszahl von 3,5. In der Gemeinde Löhnberg fließt die Lahn mit weiteren zahlreichen Abzweigen zwischen den Ortsteilen Löhnberg und Selters. Da die Potenzialanalyse von Wärme aus Flüssen und Seen immer eine Einzelfallprüfung erfordert, wurde das Abwärmepotenzial der Lahn nicht weiter betrachtet.

6.9 Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierung

Neben den Potenzialen der erneuerbaren Energien und der Nutzung von Abwärme zur Wärmeversorgung, trägt auch der zukünftige Sanierungsstand der Gebäude zur langfristigen CO₂-neutralen Wärmeversorgung bei. Die nachfolgende Abbildung 15 soll das Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion durch unterschiedlichen Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnung und der damit einhergehenden Sanierungsrate verdeutlichen.

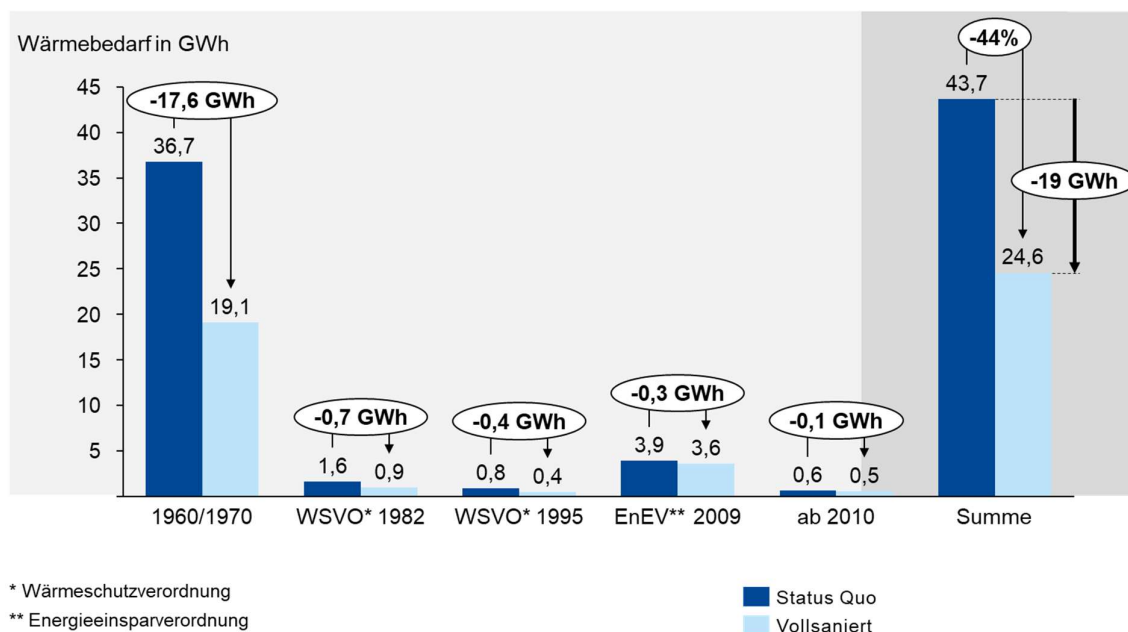


Abbildung 15: Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierungen

Die Gebäude der Gemeinde Löhnberg die aus den Jahren 1960/1970 stammen, weisen insgesamt einen Wärmebedarf von 37 GWh/a auf. Der Wärmebedarf dieser Gebäude lässt sich durch eine Vollsanierung um rund 44 % reduzieren. Ein weiteres großes Potenzial durch die Durchführung einer Vollsanierung, liegt bei den Gebäuden aus den Jahren 1982 und 1995, hier lässt sich der Wärmebedarf um die 43 % bis 50 % senken. Die Gebäude aus dem Jahr 2009 und ab 2010 weisen prinzipiell keinen schlechten Sanierungsstand auf, daher hat an dieser Stelle die Durchführung einer Vollsanierung nur einen bedingten Einfluss auf die Reduzierung des Wärmebedarfs. Dieser lässt sich dahingehend um gerade 0,1 GWh/a bis maximal 0,3 GWh/a reduzieren. In Summe liegt der Wärmebedarf aller Gebäude der Gemeinde Löhnberg bei 44 GWh/a, mithilfe einer Vollsanierung kann dieser um 19 GWh/a auf insgesamt 25 GWh/a abgesenkt werden, sodass eine Reduzierung um 44 % vorliegt.

6.10 Fazit und Übersicht der Potenzialanalyse

Die Abbildung 16 fasst die in der Potenzialanalyse ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung zusammen und berücksichtigt neben dem technisch verfügbaren Potenzial auch das bereits genutzte Potenzial (Stand 2020) in der Gemeinde Löhnberg. Das zur Wärmeversorgung größte technische Potenzial mit bis zu 1.699 GWh/a befindet sich auf den Freiflächen, die für Solarthermie genutzt werden können. Eine bereits genutzte Freifläche für Solarthermie in der Gemeinde Löhnberg ist aktuell nicht bekannt. Das Dachflächen Potenzial für Solarthermie beträgt insgesamt ca. 22 GWh/a, davon werden bereits Dachflächen mit einer möglichen Wärmeerzeugung von rund 21 GWh/a genutzt, sodass nur noch ein weiteres Potenzial von knapp 1 GWh/a zur Verfügung stehen. Neben dem Solarthermiefpotenzial liegt in der Gemeinde Löhnberg auch ein oberflächennahes Geothermiefpotenzial in Höhe von 134 GWh/a vor. Das Potenzial durch Biomasse liegt bei circa 16 GWh/a. Ein technisches Potenzial für Tiefengeothermie oder industrieller Abwärme konnte nicht quantitativ ermittelt werden.

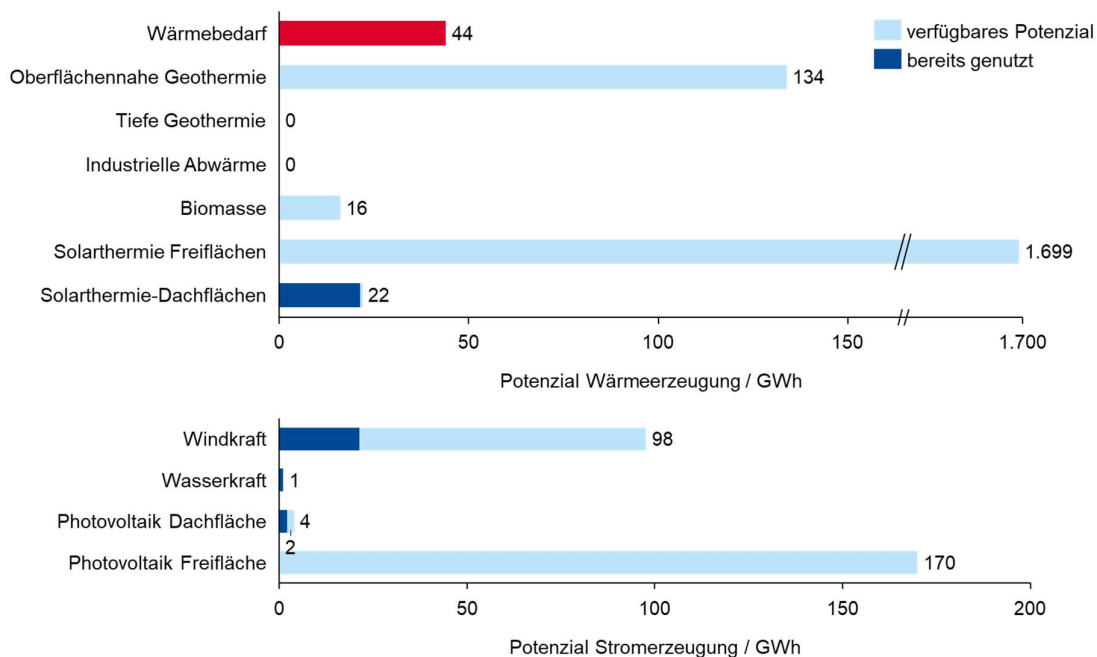


Abbildung 16: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale

Das Freiflächenpotenzial für Photovoltaik beträgt 170 GWh/a, an dieser Stelle sind noch keine bereits verwendeten Freiflächen für Photovoltaik-Anlagen in der Gemeinde Löhnberg bekannt. Das Dachflächen Potenzial beträgt insgesamt rund 4 GWh/a von diesen werden bereits Dachflächen genutzt, die einer Stromerzeugung von circa 2 GWh/a entsprechen. Die weiteren knapp 2 GWh/a sind als technisches Potenzial noch verfügbar. Das Potenzial zur Stromerzeugung aus Wasserkraft wird bereits über zwei Anlagen in Höhe von circa 1 GWh/a genutzt. Neben den Potenzialen zur Wärme- und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt auch ein Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs über Sanierungsmaßnahmen in Höhe von rund 19 GWh/a vor.

7 Verbrauchs-, Versorgungsszenarien und Eignungsgebiete

Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung eines aussagekräftigen Zielszenarios zur klimaneutralen Wärmeversorgung für das Jahr 2045 mit einer zusätzlichen Angabe eines Zwischenmeilensteins für das Jahr 2030 erläutert. Das Zielszenario dient als wesentliche Schnittstelle zwischen dem Status Quo und der Ableitung der einzelnen Maßnahmen. Grundlage des Zielszenarios sind Basisszenarien mit verschiedenen Technologieschwerpunkten, die Identifizierung von Eignungsgebieten und die Detailanalysen einzelner Eignungsgebiete

7.1 Vergleich der vier Basisszenarien

Die Basisszenarien zur Ableitung des Zielszenarios lassen sich im Hinblick auf die Technologieschwerpunkte gem. Abbildung 17 in vier Szenarien unterscheiden. Grundlage der Szenarien sind Vollkosten unter Berücksichtigung von Heizungstausch und Sanierung. Für alle vier Szenarien erfolgt eine Sanierung der Gebäude nach Wirtschaftlichkeit. In den Szenarien „Business As Usual“ und „Technology Mix“ wird die Neuinstallation von Ölheizungen ausgeschlossen und ein kompletter Austausch aller Ölheizungen bis 2040 wird vorgesehen. Die Szenarien „All Electric“ und „District Heating“ schließen neben den Ölheizungen auch die Neuinstallation von Gasheizungen aus. Darüber hinaus wird ein kompletter Austausch aller Öl- und Gasheizungen bis 2040 bzw. 2050 angenommen.

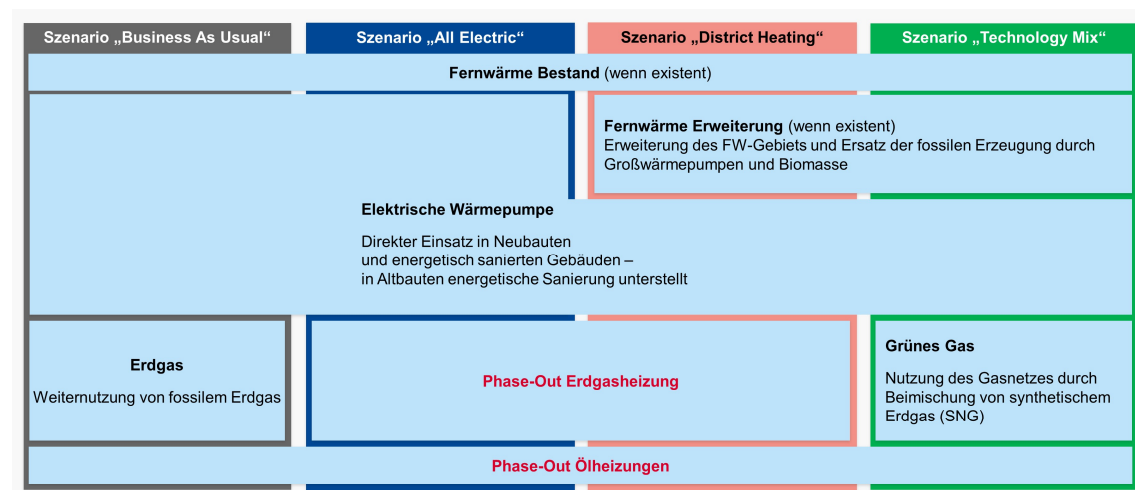


Abbildung 17: Die vier Basisszenarien mit unterschiedlichen Technologieschwerpunkten

Szenario „Business As Usual“:

Das Szenario „Business As Usual“ sieht die weitere Nutzung von fossilem Erdgas vor. Betrachtet wird ein Technologiemix mit den Optionen elektrische Wärmepumpe (erfordert ggfs. Vollsanierung des Gebäudes), Gasheizung (falls Gasanschluss vorhanden) und Fernwärme (falls Gebäude im Fernwärmegebiet liegt, keine Erweiterung).

Szenario „All Electric“:

In dem Szenario „All Electric“ wird eine Umstellung auf Wärmepumpen bis 2050 für den Großteil der Gebäude angenommen, dies setzt eine vollständige Sanierung der entsprechenden Gebäude voraus. Die Gebäude hingegen, die sich im Fernwärmegebiet befinden, behalten den Fernwärmeanschluss, wenn dies günstiger als die Wärmepumpe ist.

Eine Nachverdichtung im Fernwärmegebiet ist möglich, allerdings wird keine Erweiterung des Gebietes berücksichtigt.

Szenario „District Heating“:

Im Rahmen des Szenarios „District Heating“ behalten die Gebäude im Fernwärmegebiet den Fernwärmeanschluss, wenn dies günstiger ist als die Wärmepumpe. Die Nachverdichtung und Erweiterung des Fernwärmegebiets ist in diesem Szenario möglich. Eine Umstellung auf Wärmepumpen wird bis zum Jahr 2050 für den Großteil der Gebäude berücksichtigt und eine vollständige Sanierung der entsprechenden Gebäude wird angenommen.

Szenario „Technology Mix“:

Das Szenario Technologiemix umfasst die Optionen elektrische Wärmepumpe (erfordert ggfs. Vollsanierung des Gebäudes), Gasheizung (falls Gasanschluss vorhanden) und Fernwärme (falls Gebäude im Fernwärme- oder Erweiterungsgebiet liegt) zur zukünftigen Wärmeversorgung. Eine weitere Annahme ist, dass der Anteil an grünem Gas (synthetisches Erdgas, SNG) im Gasverteilnetz stufenweise auf 100% bis 2050 erhöht wird.

Ergebnisse der vier Basisszenarien:

Die Ergebnisse der vier Basisszenarien zur Wärmeversorgung in den Jahren 2030 und 2045 unterteilt in die verschiedenen Heizungstechnologien kann der nachstehenden Abbildung 18 entnommen werden. Die Heizungstechnologie Wärmepumpe wurde in die Kategorie „Wärmepumpe Erde und Luft“ unterteilt. Dabei bezieht sich der Anteil der „Wärmepumpe Luft“ auf die Gebäude, die in wasserwirtschaftlich unzulässig oder hydrogeologisch ungünstigen Gebieten liegen und damit für oberflächennahe Geothermie ausgeschlossen werden.

Im „**All Electric**“ Szenario sinkt der Wärmebedarf von ca. 44 GWh auf 25 GWh im Jahr 2045, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 3,4 %. Hier wird die Wärmeversorgung in erster Linie dezentral über Wärmepumpen in Höhe von insgesamt ca. 21 GWh/a erfolgen, während 16 % des Wärmebedarfs über Fernwärme gedeckt wird.

Der Anteil der Fernwärme an der Wärmeversorgung nimmt im Szenario „**District Heating**“ deutlich zu, hier liegt dieser für das Jahr 2045 bei rund 34 % und beträgt knapp über 9 GWh/a. Der restliche Anteil des Wärmebedarfs im „District Heating“ Szenario wird bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2,7 % über die Wärmepumpen gedeckt.

Das Szenario „**Technology Mix**“ reduziert den zukünftigen Wärmebedarf von 44 GWh/a auf rund 31 GWh/a für das Jahr 2045. In diesem Szenario wird die Annahme getroffen, dass der Anteil an grünem Gas (synthetisches Erdgas, SNG) im Gasverteilnetz 2050 100 % beträgt. Demzufolge beträgt der Anteil an grünem Gas im Jahr 2030 bereits 14 % und steigt bis zum Jahr 2045 auf 28 % an. Während die Ölheizungen keine Anwendung mehr finden, steigt die Wärmeversorgung über Gasheizungen von 2023 bis 2030 um rund 5 Prozentpunkte. Der Wärmebedarf im Jahr 2045 wird bei einer jährlichen Sanierungsrate von 1,8 % über Wärmepumpen in Höhe von 15 GWh/a bedient. Eine leitungsgebundene Wärmeversorgung erfolgt jährlich in Höhe von 7 GWh. Der restliche Anteil des Wärmebedarfs in Höhe von 9 GWh/a wird über die Gasheizungen mit grünen Gasen gedeckt.

Das „**Business As Usual**“ Szenario zeigt, dass für das Zieljahr 2045 die Wärmeversorgung zur Hälfte über Gasheizungen erfolgen wird und die leitungsgebundene Wärmeversorgung mit 6 % weiterhin gering ausfällt. Wird eine jährliche Sanierungsrate von 1,7 % angenommen, können im Jahr 2045 rund 45 % der Gebäude mit Wärmepumpen versorgt werden.

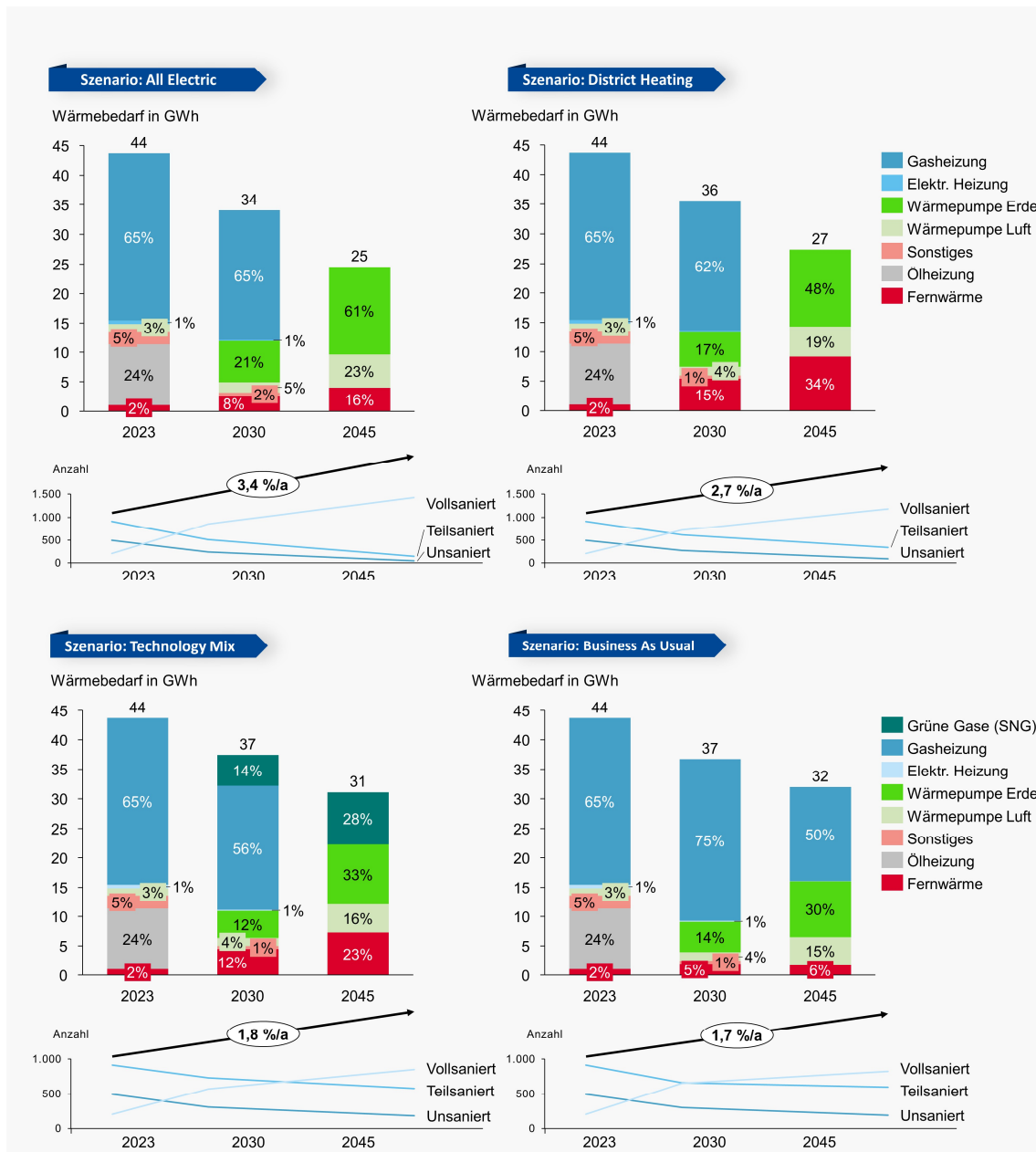


Abbildung 18: Wärmeversorgung in 2030/2045 in den vier verschiedenen Basisszenarien

7.2 Identifizierung von Eignungsgebieten für Wärmenetze

Der kommunale Wärmeplan für die Gemeinde Löhnberg ermöglicht bei der Maßnahmenbeschreibung zielführende Quartiersabgrenzungen auf dem gesamten Gebiet im Hinblick auf die Eignungsgebiete für die de- und zentrale Wärmeversorgung. Zur Ermittlung der Eignungsgebiete wurde ein zweistufiges Vorgehensmodell entwickelt. Zunächst werden die Gebiete identifiziert, die für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sind. Anschließend wird für die restlichen Gebiete eine dezentrale Wärmeversorgung überprüft.

Die gebäudescharfen Daten im digitalen Zwilling bilden das Wärmebedarfsmodell und dienen als Grundlage zur Eignungsprüfung für Wärmenetze, diese werden mit realen (Mess-) Daten angereichert. Darauf aufbauend wird die datenbasierte Entwicklung von Katastern vorgenommen, die synergetische Gebiete für Wärmenetze aufzeigen und als Ansatz für weitere Untersuchungen dienen. Eine Abschätzung wirtschaftlicher Wärmetrassen wird über die Berechnung der Wärmeliniendichte anhand öffentlicher Verkehrswege vorgenommen und bildet die Grundlage für initiale Vorplanungen bzgl. Netzinfrastrukturen. Die Identifizierung von Eignungsgebieten zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

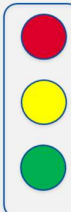
- Wärmebedarfsdichte (in MWh/ha)
- Wärmeliniendichte (in GWh/km): Definition gemäß Exkurs
- Gebäude mit hohem Wärmebedarf (Ankergebäude)
- Bebauungsstruktur und -dichte des Gebiets
- Berücksichtigung von Denkmalschutz
- Wärmequellen erneuerbarer Energien
- Ausbaubarrieren wie Gewässer, Bahnlinien, stark befahrende Straßen, Höhenunterschiede
- Bestehende Wärmenetze
- Zukünftiger Anschlussgrad

Exkurs: Wärmeliniendichte in GWh/km

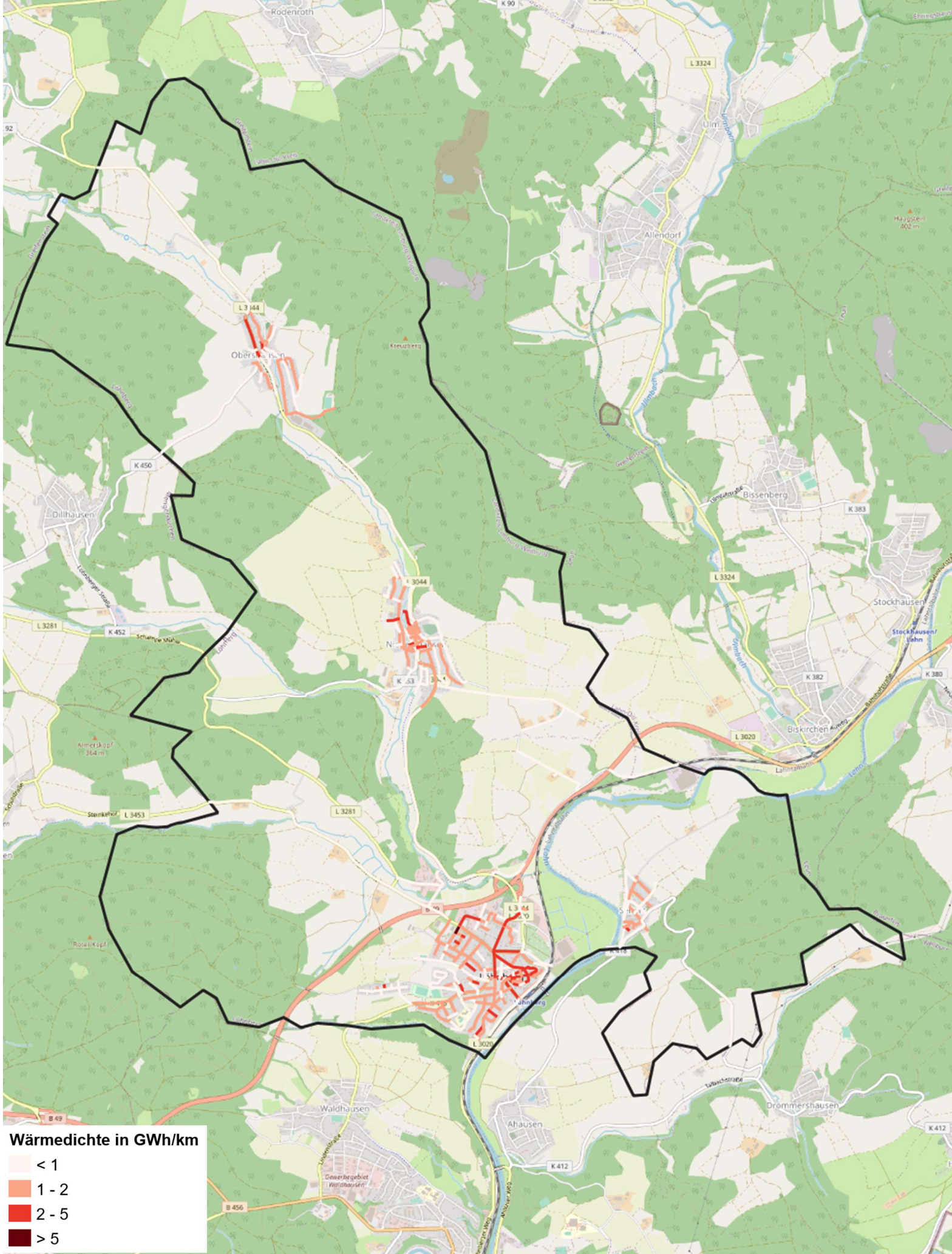
- Theoretische Verlegung eines Wärmenetzes entlang des Straßennetzes. Der Wärmebedarf jedes Gebäudes wird dem nächstliegenden Wärmenetzabschnitt zugerechnet. Die **Wärmeliniendichte** ist der Quotient aus summierten Wärmebedarfen und der Länge des Straßenabschnitts.
- Je **höher** die längenspezifische **Wärmeliniendichte**, desto **wirtschaftlicher** ist ein theoretisch konstruiertes Wärmenetz, weil sich die eingesetzten Investitionsausgaben (CAPEX) schneller refinanzieren.

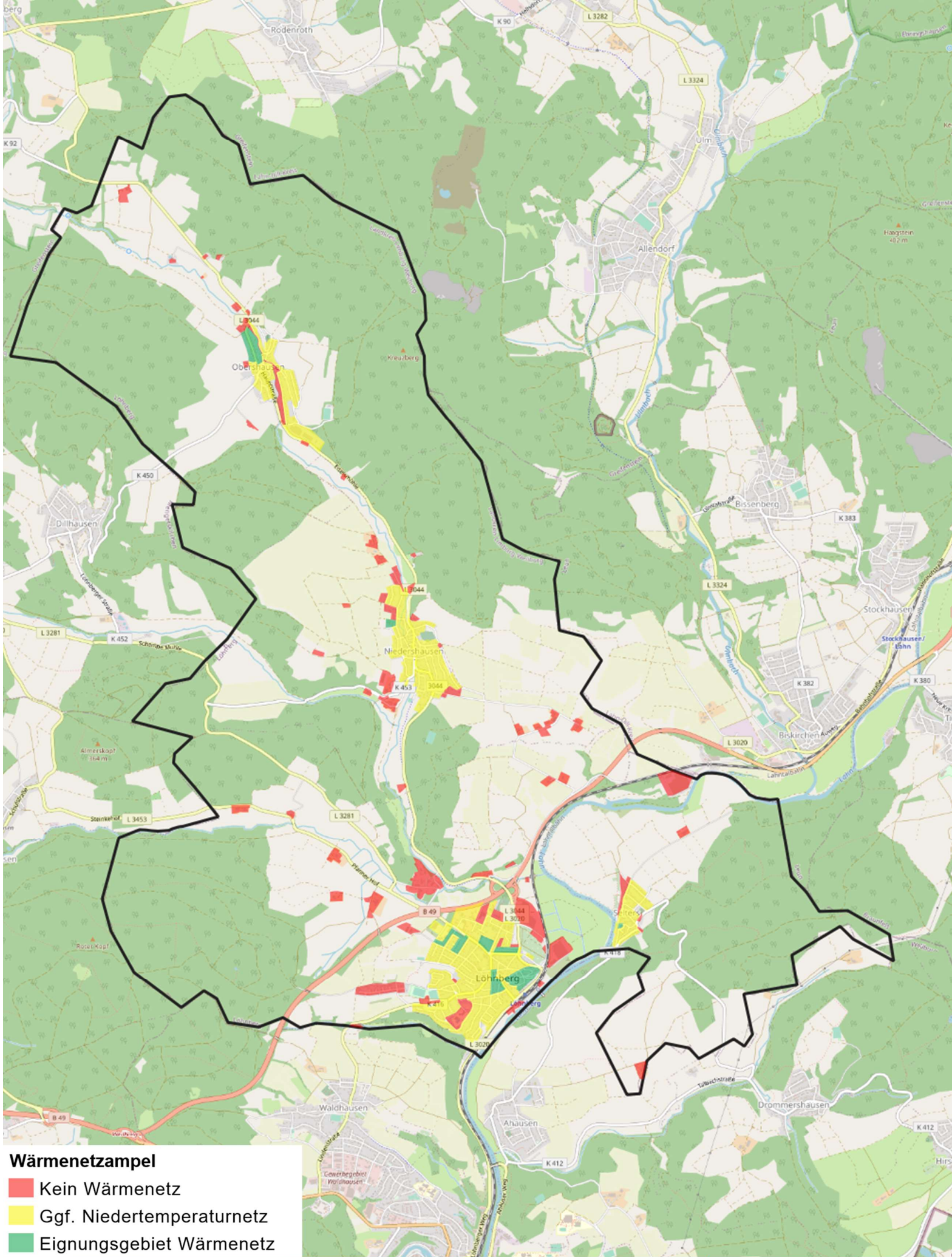
$$\text{Wärmeliniendichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmebedarfe}_i}{\text{Länge des Straßenabschnitts}}$$

Als erste und wesentliche Indikatoren wurden die Wärmebedarfsdichten und Wärmelinienindichten herangezogen und in Anlehnung an den KEA-BW Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung [3] klassifiziert, sodass ein Ampelsystem zur Identifizierung der Eignungsgebiete für die leitungsgebundene Wärmeversorgung gem. Exkurs entsteht. Dieses Ampelsystem sieht ab einer Wärmebedarfsdichte von 70 MWh/ha ein kaltes Wärmenetz in Neubauquartieren vor oder ab 175 MWh/ha ein Niedertemperatur-Wärmenetz in Bestandsquartieren. Das gleiche gilt bei einer Wärmelinienindichte von 1-2 GWh/km. Während ab einer Wärmebedarfsdichte von 1.050 MWh/ha und einer Wärmelinienindichte ab 5 GWh/km die leitungsgebundene Wärmeversorgung präferiert wird. Die Eignungsgebiete für die leitungsgebundene Wärmeversorgung wurden unter Berücksichtigung und Gewichtung der verschiedenen Kennzahlen identifiziert. Dabei wurden die Wärmebedarfsdichte mit 40% und die Wärmelinienindichten mit 60 % gewertet.

Exkurs: Identifizierung Eignungsgebiete für Wärmenetze		
	Wärmebedarfsdichte in MWh/ha	Kataster in 100 x 100 m / Wohnblöcke
	< 70	Theoretisches Potenzial, bspw. bei unvermeidbarer Abwärme
	70 - 175	Kalte Wärmenetze in Neubauquartieren
	175 - 415	Niedertemperatur-Wärmenetze in Bestandsquartieren
	415 - 1050	Konventionelle Wärmenetze im Bestand
	>1050	Wärmenetz als präferierte Versorgungslösung
	Wärmelinienindichte in GWh/km	Gebäudescharfe Wärmebedarfe auf Straßenzugebene
	< 1	Kein Wärmenetz, außer Wärmequellenpotenzial vorhanden
	1 - 2	Kaltes Netz oder Niedertemperaturnetz, je nach Wärmequellenpotenzial
	2 - 5	Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen < 100 °C
	> 5	Wärmenetz als präferierte Versorgungslösung

In der gesamten Gemeinde Löhnberg liegen keine Gebiete mit einer zusammenhängenden Wärmelinienindichte von über 5 GWh/km vor. Im Bereich des bestehenden Wärmenetzes im Ortsteil Löhnberg liegen die Wärmelinienindichten in einem Bereich von 2-5 GWh/km. Überwiegend liegen die Wärmelinienindichten in der Gemeinde unter 2 GWh/km, sodass gem. des Ampelsystems kalte Wärmenetze oder Niedertemperaturnetze, je nach Wärmequellenpotenzial in Betracht gezogen werden können. Die Annahmen bzgl. der Wärmelinienindichte können im Hinblick auf die Wärmebedarfsdichte unterstrichen werden. Diese liegen in der gesamten Gemeinde nicht über 1.050 MWh/ha. Im Ortsteil Löhnberg liegt die Wärmebedarfsdichte im Bereich des Bestandswärmenetzes bei über 415 MWh/ha. Die meisten Siedlungsgebiete in der Gemeinde Löhnberg weisen Wärmebedarfsdichten von unter 415 MWh/ha auf. Die nachstehende Karte zeigt, dass die Eignungsgebiete für Wärmenetze im Bereich des existierenden Wärmenetzes liegen.





Wärmenetzampel

- Kein Wärmenetz
- Ggf. Niedertemperaturnetz
- Eignungsgebiet Wärmenetz

7.3 Detailanalyse der Ortsteile Obershausen, Niedershausen, Selters und Löhnberg

Die Gemeinde Löhnberg wird in vier Analysegebiete unterteilt. Die Ortsteile Obershausen, Niedershausen, Selters und Löhnberg bieten sich aufgrund der räumlichen Distanz dafür an. Im Folgenden werden diese Gebiete detailliert einzeln analysiert.

In der Detailanalyse wird sowohl das bereits bestehende Wärmenetz in dem Ortsteil Löhnberg berücksichtigt als auch die denkmalgeschützten Gebäude in den einzelnen Analysegebieten. Durch die Denkmalwürdigkeit der Gebäude sind Limitierungen gesetzt, im Hinblick auf die Reduzierung des Wärmebedarfes. Insbesondere wenn eine erste Sanierung bereits stattgefunden hat, muss eine Strategie der Bedarfsabsenkung kombiniert werden mit dem Aufbau einer Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien. Diese Voraussetzungen unterstreichen die besondere Bedeutung einer Fernwärmeversorgung für solche Stadtbereiche. Denn dezentrale Anlagen zur regenerativen Wärmeherzeugung (Geothermie, Solarthermie, Wärmepumpen etc.) sind aufgrund der spezifischen baulichen Gegebenheiten historischer Stadtkerne (hohe Baudichte, viele Baudenkmale) aus Gründen des Denkmalschutzes und des Schallschutzes praktisch nicht einsetzbar. Für eine regenerative Wärmeversorgung ist die Fernwärme prädestiniert, die dann allerdings regenerativ erzeugt werden muss, d.h. die umliegenden EE-Potenziale einbindet und durch die Wärmetransportinfrastruktur im denkmalgeschützten Stadtkern bzw. Gebäude bereitstellt. Eine entsprechende Umstellung denkmalgeschützter Gebäude auf Fernwärme ist jedoch erst ab einer individuell zu bestimmenden Menge an zu versorgenden Gebäuden sinnvoll und auch das Energiekonzept ist stets individuell zu prüfen.

Für alle vier Analysegebiete gilt, dass kein Wasserstoffpotenzial vorliegt, da die Entfernung zum Backbone im Jahr 2030 circa 28 km beträgt. Eine Versorgung via grüne Gase ist aufgrund der zukünftig stark sinkenden Gasnachfrage und der Entfernung zum H₂-Backbone für das gesamte Betrachtungsgebiet unwahrscheinlich.

7.3.1 Ortsteil Obershausen

Der Gebäudebestand in Obershausen besteht aus vielen un- oder teilsanierten Einfamilienhäusern und zwei Gebäuden die Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG ⁷sind. Der Sanierungsstand mit 7 % Vollsanierungsquote ist in Obershausen eher gering. Der Wärmebedarf wird mit 79 % größtenteils durch Einfamilienhäuser verursacht. Insgesamt liegt ein eher niedriger Wärmebedarf von circa 5 GWh/a vor. Der Wärmebedarf in Obershausen ist auf einem hohen Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1980 liegt. Die maximale Wärmebedarfsdichten liegen unter 415 MWh/ha. Die höheren Wärmebedarfsdichten im Bereich von 175-415 MWh/ha liegen im nördlichen Teil von Obershausen vor. Die maximale Wärmelinienindichten von 2,8 GWh/km liegt im nördlichen Teil der Hauptstraße.

⁷ HDSchG: Hessische Denkmalschutzgesetz

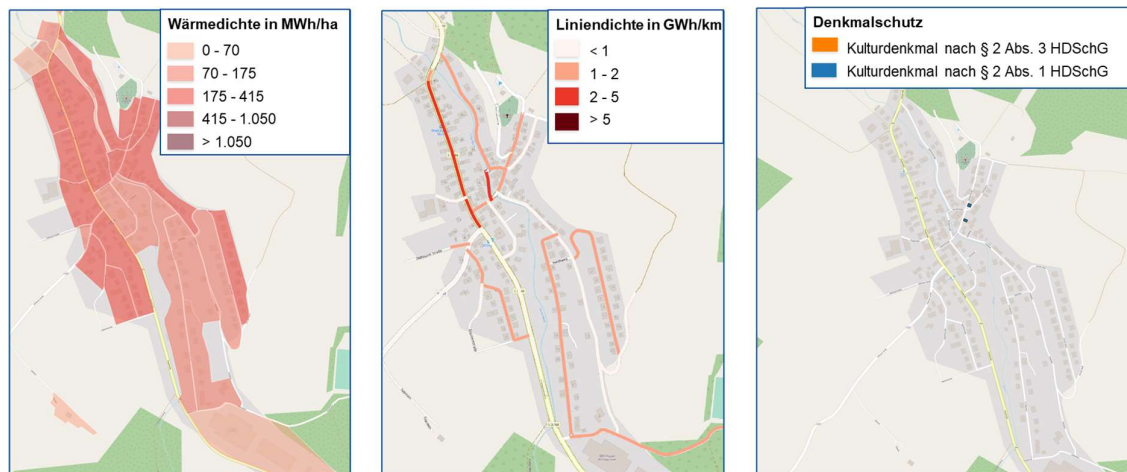


Abbildung 19: Detailansicht Wärmedichte, Wärmelinien-dichte, Denkmalschutz Ortsteil Obershausen

In unmittelbarer Umgebung von Obershausen befinden sich viele Freiflächen für Solarthermie. Die circa 0,21 km² unversiegelte Fläche in den Wohngebieten reicht aus, um den Wärmebedarf vollständig mit Erdwärmesonden zu bedienen. Im Analysegebiet liegt keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung vor. Die Einbindung von Geothermie und Dachflächen-Solarthermie sollte geprüft werden.

Eine zentrale Wärmeversorgung für einen einzelnen Straßenzug lohnt sich aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht nicht, besonders wenn kein kostengünstiges Abwärmepotenzial in der Nähe zur Verfügung steht. Der erforderliche finanzielle Aufwand für die Etablierung einer Netzinfrastruktur steht nicht im Verhältnis zum Nutzen, sodass die Tendenz zu Einzelversorgungslösungen ausschlägt. Der hohe Anteil an Einfamilienhäusern ermöglicht den Einsatz von Wärmepumpen, wobei erstmal die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Zudem ist die Nutzung von Wärmepumpen in Obershausen mit hohen Kosten verbunden. Zunächst sollte für den Ortsteil Obershausen der Sanierungsstand erhöht werden, anschließend sollten die Gebäude mit Wärmepumpen ausgerüstet werden. Idealerweise unter Einbindung von Erdsonden, um das vorhandene Geothermepotenzial zu nutzen.

7.3.2 Ortsteil Niedershausen

Die Gebäude in Niedershausen sind größtenteils teilsanierte Einfamilienhäuser. Darüber hinaus befinden sich viele denkmalgeschützte Gebäude im Ortskern von Niedershausen, 12 Gebäude sind Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG und 47 Gebäude unterliegen dem Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG. Der Sanierungsstand in Niedershausen ist mit 10 % Vollsanierungsquote moderat. Der Wärmebedarf wird mit 93 % größtenteils durch Einfamilienhäuser verursacht, insgesamt liegt dieser bei ca. 9 GWh. Der Wärmebedarf ist auf hohem Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1980 liegt. In zwei Wohnblöcken in Niedershausen liegt eine maximale Wärmebedarfsdichte von 415-1.050 MWh/ha vor. In der Abbildung 20 ist zu erkennen, dass viele Gebiete mit Wärmedichten von bis zu 415 MWh/ha vorliegen und höhere im Ortskern zu finden sind. Eine maximale Wärmelinien-dichten von 2-5 GWh/km ist in vereinzelt Straßen vorzufinden, ein Großteil der Straßen liegt jedoch im Bereich der Wärmelinien-dichte von 1-2 GWh/km.

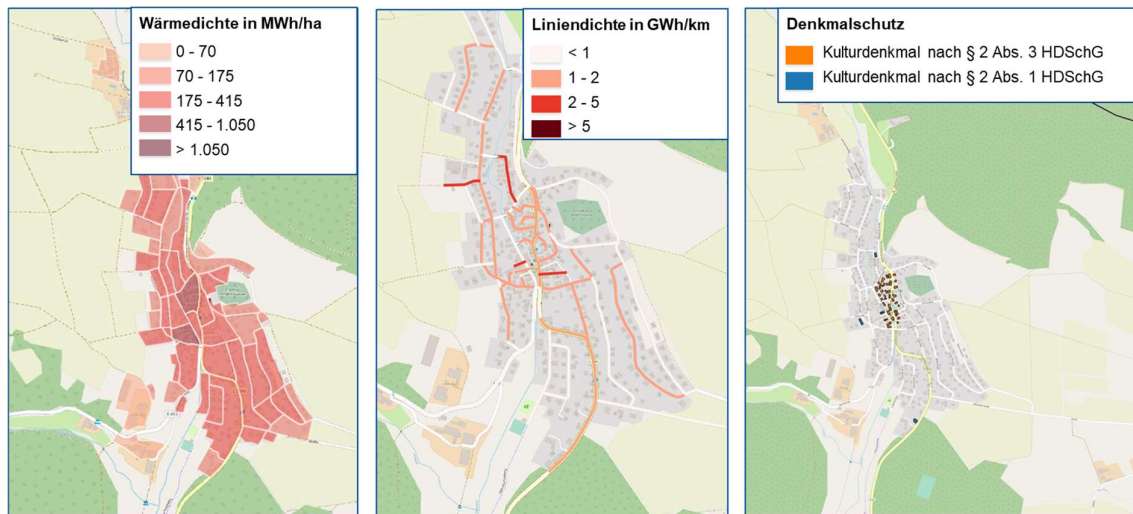


Abbildung 20: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniendichte, Denkmalschutz Ortsteil Niedershausen

Im Ortsteil Niedershausen sind keine unmittelbaren Freiflächen für Solarthermie. Die circa 0,32 km² unversiegelte Fläche in den Wohngebieten reicht aus, um den Wärmebedarf vollständig mit Erdwärmesonden zu bedienen. In Niedershausen befindet sich keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung. Die Einbindung von Geothermie und Dachflächen-Solarthermie sollte geprüft werden.

Die hohe Wärmedichte und Wärmeliniendichte im Ortsteil Niedershausen weisen ein Potenzial für ein Wärmenetz aus. Besonders sinnvoll ist die Verwendung eines Wärmenetzes für die Gebäude, bei denen auf Grund von Denkmalschutz oder anderen Gründen nicht saniert werden können. Die Bereitstellung des Temperaturniveaus kann durch eine Restholz-Anlage unter Nutzung von überschüssigen Holzspänen aus der lokalen Produktion zur Verfügung gestellt werden. Biomasse soll allerdings im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Energieträger nicht im Fokus stehen und der Biomasse-Anteil ist für eine branchenübliche BEW-Förderung ebenfalls begrenzt (maximal 50 % des EE-Anteils an der gesamten Wärmeerzeugung). Unter Annahme wirtschaftlicher Parameter wurde eine Grobschätzung eines Wärmenetzes für Niedershausen vorgenommen, daraus wurde ein Fernwärmepreis von 33 ctEUR/kWh generiert. Es besteht ein hoher Anschlussgrad im Bereich der denkmalgeschützten Gebäude, allerdings sind dort keine Freiflächen für Solarthermie verfügbar. Der hohe Anteil an Einfamilienhäusern ermöglicht den Einsatz von Wärmepumpen, wobei erstmal die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Zunächst sollte der Sanierungsstand erhöht werden und anschließend sollten die Gebäude mit Wärmepumpen ausgerüstet werden. Idealerweise unter Einbindung von Erdsonden, um das vorhandene Geothermepotenzial zu nutzen. Von hoher Bedeutung ist darüber hinaus die Entwicklung eines Versorgungskonzepts für die denkmalgeschützten Wohnblöcke. Alternativ kann auch der Ausbau eines Inselnetzes zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie analysiert werden. Neben den denkmalgeschützten Gebäuden in der Innenstadt, kann auch der Kindergarten mit der angrenzenden Sporthalle als Wärmeabnehmer an das Inselnetz angeschlossen werden. Der Kindergarten als kommunale Liegenschaft gilt in diesem Rahmen als Ankerkunde.

7.3.3 Ortsteil Selters

Der Wärmebedarf im Ortsteil Selters wird mit 91 % größtenteils durch Einfamilienhäuser verursacht, dieser fällt eher niedriger aus und liegt bei circa 3 GWh/a. Der Wärmebedarf ist auf einem hohen Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1980 liegt. Im Vergleich zu den anderen Ortsteilen ist der Sanierungsstand mit 14 % Vollsanierungsquote gut. In Selters befinden sich acht Gebäude die Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG sind und 21 Gebäude stehen unter Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG. In einem Gebiet in Selters wird eine maximale Wärmedichten von 598 MWh/ha erreicht. Allerdings liegen überwiegend Wärmedichten im Bereich 175-415 MWh/ha vor. Die Wärmelinien-dichte in Selters liegt hauptsächlich im Bereich 1-2 GWh/km.

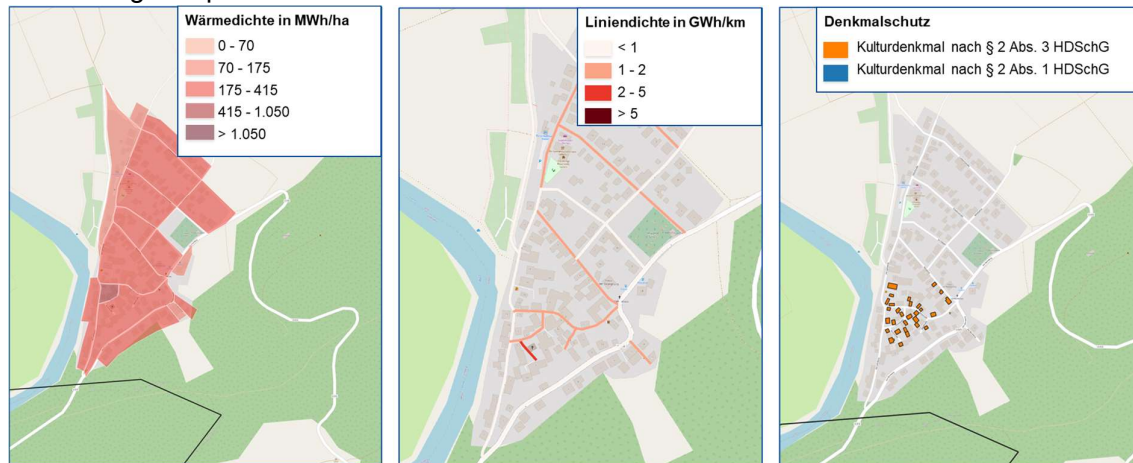


Abbildung 21: Detailansicht Wärmedichte, Wärmelinien-dichte, Denkmalschutz Ortsteil Selters

Es befindet sich eine große nutzbare Freifläche für Solarthermie westlich von Selters auf der anderen Seite des Flusses. Die circa 0,15 km² unversiegelte Fläche in den Wohngebieten reicht aus, um den Wärmebedarf vollständig mit Erdwärmesonden zu bedienen. In Selters liegt keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung vor. Die Lahn führt nur 30 cm Wasser und die Kosten für die Wärmenutzung aus dem Flusswasser über eine Wärmepumpe < 100 kW bei einer solch geringen Auslastung stehen nicht im Verhältnis zum Nutzen. Die Einbindung von Geothermie und Dachflächen-Solarthermie sollte geprüft werden.

Die hohe Wärmedichte und Wärmelinien-dichte im Ortsteil Selters weisen ein Potenzial für ein Wärmenetz aus. Besonders sinnvoll ist die Verwendung eines Wärmenetzes für die Gebäude, bei denen auf Grund von Denkmalschutz oder anderen Gründen nicht saniert werden können. Die Bereitstellung des Temperaturniveaus kann durch eine Restholz-Anlage unter Nutzung von überschüssigen Holzspänen aus der lokalen Produktion zur Verfügung gestellt werden. Biomasse soll allerdings im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Energieträger nicht im Fokus stehen und der Biomasse-Anteil ist für eine branchenübliche BEW⁸-Förderung ebenfalls begrenzt (maximal 50 % des EE-Anteils an der gesamten Wärmeerzeugung). Die Grobschätzung eines Wärmenetzes in Selters ergab einen Fernwärmepreis von 37 ctEUR/kWh. Der Anschlussgrad ans Wärmenetz ist vor allem im Bereich der denkmalgeschützten Gebäude hoch, darüber hinaus befindet sich in der Nähe eine nutzbare Freifläche für Solarthermie. Ansonsten liegen neben den denkmalgeschützten Gebäuden keine hohe Wärmedichten vor. Der hohe Anteil an Einfamilienhäusern ermöglicht den Einsatz

⁸ BEW: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

von Wärmepumpen, wobei erstmal die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Zunächst sollte der Sanierungsstand erhöht werden und anschließend sollten die Gebäude mit Wärmepumpen ausgerüstet werden. Idealerweise unter Einbindung von Erdsonden, um das vorhandene Geothermiepotezial zu nutzen. Zudem muss ein Versorgungskonzept für die denkmalgeschützten Wohnblöcke entwickelt werden. Alternativ kann auch der Ausbau eines Inselnetzes zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie analysiert werden.

7.3.4 Ortsteil Löhnberg

Der Wärmebedarf im Ortsteil Löhnberg wird mit 85 % größtenteils durch Einfamilienhäuser verursacht, dieser liegt bei 25 GWh/a mit einem hohen Temperaturniveau, da das Durchschnittsalter der Häuser vor 1980 liegt. Es befinden sich viele denkmalgeschützte Gebäude im Bereich der Vorderstraße im Ortsteil Löhnberg, davon sind 22 Gebäude Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 1 HDSchG und 39 Gebäude Kulturdenkmal nach § 2 Abs. 3 HDSchG. Der Sanierungsstand ist insgesamt mit 14 % Vollsanierungsquote gut. In den einzelnen Gebäudeblöcken im Zentrum von Löhnberg liegen maximale Wärmedichten von über 1.050 MWh/ha vor.

Generell liegen vorrangig im Zentrum und im Bereich des bestehenden Wärmenetzes hohe Wärmedichten im Bereich 415-1.050 MWh/ha vor. Im Ortsteil Löhnberg befinden sich größtenteils Wärmelinienindichten im Bereich über 2 GWh/km, vor allem im Osten von Löhnberg liegen hohe Wärmelinienindichten vor.

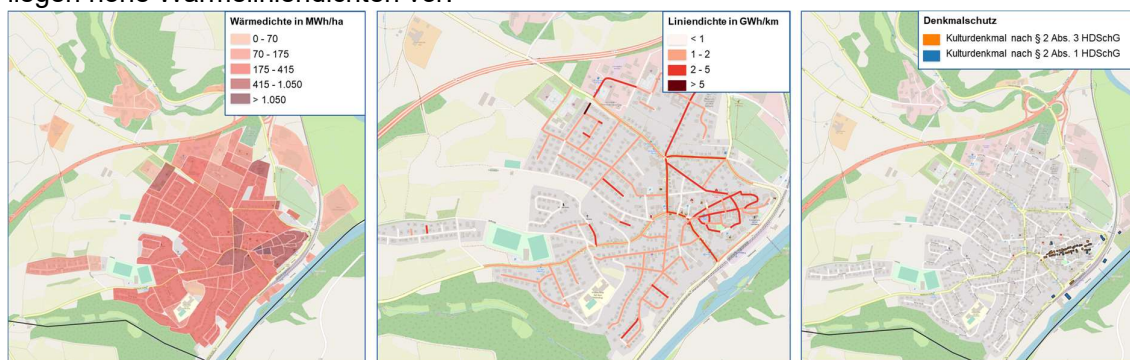


Abbildung 22: Detailansicht Wärmedichte, Wärmelinienindichte, Denkmalschutz Ortsteil Löhnberg

In der unmittelbaren Umgebung des Ortsteils Löhnberg befinden sich viele Freiflächen für Solarthermie. Die unversiegelte Fläche in den Wohngebieten reicht aus, um den Wärmebedarf in den für Oberflächengeothermie geeigneten Gebieten vollständig mit Erdwärmesonden zu bedienen. Die für Oberflächengeothermie geeigneten Gebiete liegen im Norden, Süden und Westen von Löhnberg. Allerdings befindet sich keine Abwärme, kein Biogas, keine nennenswerte Umweltwärme zur Nutzung für eine leitungsgebundene Versorgung im Ortsteil Löhnberg. Die Einbindung von Geothermie und Dachflächen-Solarthermie sollte geprüft werden.

Die Wärmedichte und Wärmelinienindichte weisen ein Erweiterungspotenzial für das Bestandswärmenetz im Westen aus. Nach einer ersten Grobschätzung betragen die Kosten für den Endkunden 23 ctEUR/kWh. Hingegen ermöglicht der hohe Anteil an Einfamilienhäusern den Einsatz von Wärmepumpen, wobei erstmal die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Das Wärmenetz ist voraussichtlich konkurrenzfähig gegenüber den Wärmepumpen, daher kann die Handlungsempfehlung ausgesprochen werden, eine Machbarkeitsstudie zur Netzerweiterung mit näherer

Berücksichtigung der Erzeugerseite (EE-Variantenbaum im Einklang mit beispielsweise BEW) und Konkretisierung der Wirtschaftlichkeit (bspw. anhand Richtpreisangebote) durchzuführen. Da sich auch eine nutzbare Freifläche für Solarthermie in der Nähe befindet. Ein weiterer Ankercunde könnte die Grundschule auf dem Falkenflug darstellen, die Erschließung mit Fernwärme sollte dahingehend überprüft werden. Aber auch der Anschluss an das bestehende Wärmenetz sollte geprüft werden, da bei dem grob berechneten Fernwärmepreis ein hoher Anschlussgrad in dem Gebiet zu erwarten ist, während der Sanierungsstand der Gebäude aktuell eher schlecht ist.

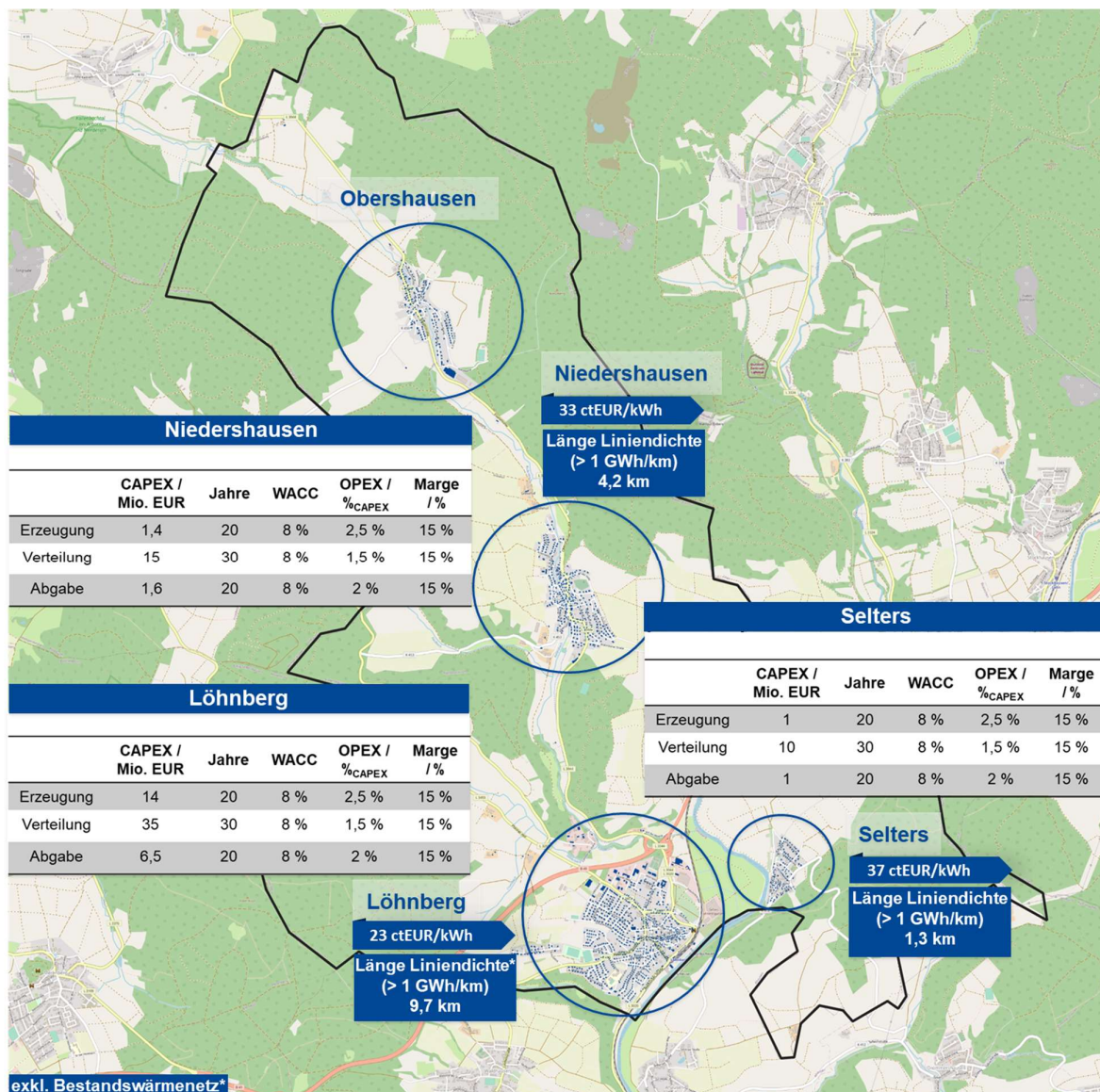


Abbildung 23: Berechnung von Fernwärmepreisen in den unterschiedlichen Ortsteilen der Gemeinde Löhnberg

7.4 Identifizierung von Eignungsgebieten für die Einzelversorgung

In allen Analysegebieten der Gemeinde in denen die Kosten für die Endkunden eines Wärmenetzes aufgrund der Randbedingungen zu hoch sind, kommen Einzelheizungen beziehungsweise die dezentrale Wärmeversorgung zum Einsatz. Die nachfolgenden

technisch/ökonomischen Kriterien können ausschlaggebend dafür sein, dass ein Gebiet im Zuge der kommunalen Wärmeplanung als Eignungsgebiet für die Einzelversorgung identifiziert wird:

- Die Wärmebedarfsdichte/Wärmelinien-dichte im jeweiligen Analysegebiet ist für den Bau von Wärmenetzen zu niedrig
- Es befinden sich keine bereits bestehenden Wärmenetze in unmittelbarer Nähe, die einen Anschluss eines Gebietes oder eine Erweiterung des Wärmenetzes unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten ermöglichen.
- Der Anschlussgrad von ländlichen Siedlungen ist zu klein, um ökonomisch tragfähige Wärmenetze zu errichten und betreiben zu können.
- Es steht keine (Ab-)Wärmequelle mit ausreichendem Wärmeangebot bzw. -erzeugung zur Verfügung, die in unmittelbarer Nähe wirtschaftlich zentral erschlossen werden kann.

Für die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden wird angenommen, dass im Wesentlichen Erd- und Luftwärmepumpen zum Einsatz kommen unter der Voraussetzung dass der Sanierungsstand der Gebäude ausreichend ist. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass ein hohes theoretisches Geothermiefpotenzial von ca. 50-134 GWh/a in der Gemeinde Löhnberg vorliegt. Die Ortsteile Obershausen, Niersenhausen und Selters erfüllen jeweils die Anforderung an hydrogeologisch günstigen Flächen. Eine Ausnahme stellt der Nordosten des Ortsteils Löhnberg dar, der als hydrogeologische ungünstig zu verzeichnen ist, der restliche Ortsteil kann jedoch als hydrogeologisch günstig angesehen werden. In Anbetracht des hohen Geothermiefpotenzials und des insgesamt jährlichen Wärmebedarfs von circa 44 GWh, sollten die Wärmepumpen idealerweise unter Einbindung von Erdsonden Anwendung finden, um das vorhandene Geothermiefpotenzial zu nutzen. In den Gebieten, die wasserwirtschaftlich oder hydrogeologisch ungünstig sind, kommt eine Luftwärmepumpe zum Einsatz.

7.5 Fazit Zielszenario und Eignungsgebiete

Eine Aufteilung der gesamten Gemeinde Löhnberg in die unterschiedlichen Eignungsgebiete zur Ableitung der Wärmewendestrategie zur langfristigen CO₂-neutrale Wärmeversorgung kann der nachfolgenden Karte entnommen werden. Die Ortsteile Obershausen, Niedershausen und Selters sind Eignungsgebiete für Erdwärmepumpen. In diesen Analysegebieten liegt ein hohes Geothermiefpotenzial vor und der grob berechnete Fernwärmepreis ist an dieser Stelle nicht konkurrenzfähig mit Wärmepumpen. Der zukünftige Einsatz von Wärmepumpen setzt allerdings einen ausreichenden Sanierungsstand der Gebäude voraus. Der Ortsteil Löhnberg unterteilt sich in mehrere Eignungsgebiete, im Nordwesten können ebenfalls Erdwärmepumpen zum Einsatz kommen, während im Nordosten aufgrund von hydrogeologisch ungünstigen Flächen, eher Luftwärmepumpen empfehlenswert sind. Um das bereits bestehende Wärmenetz wurde das Eignungsgebiet für eine Wärmenetz Nachverdichtung identifiziert. Ausschlaggebend dafür war der hohe Anschlussgrad ans Wärmenetz und der grob berechnete Fernwärmepreis der konkurrenzfähig zu den Vollkosten der Wärmepumpen ist. Ein weiteres Eignungsgebiet stellt die rote Fläche im Südwesten von Löhnberg dar. Für eine eindeutige Zuordnung des Gebietes müssen weitere Analyseschritte vorgenommen werden. In diesem Gebiet können zwar Erdwärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung eingesetzt werden, allerdings ist der Sanierungsstand vieler Gebäude schlecht. Demzufolge kann auch ggfs. eine Erweiterung des Wärmenetzes für dieses Gebiet in Frage kommen. Neben dem schlechten Sanierungsstand der Gebäude, spricht auch die mögliche Gewinnung der Grundschule als weiteren Ankercunden für eine Wärmenetz Erweiterung. Zusätzlich kann für eine

Wärmenetzeinspeisung das naheliegende Freiflächenpotenzial in Richtung Lahn und in Richtung Westen, für die Wärmeerzeugung aus Solarthermie herangezogen werden. Weitere Untersuchungen werden ebenfalls für das Gebiet im Südwesten von Löhnberg, südlich der Siedlung an der Straße „Taubusblick“, empfohlen. Hier ist ein Neubaugebiet geplant, für das die Gemeinde nach derzeitigem Stand eine Versorgung über ein Wärmenetz andenkt. Nach derzeitigen Kenntnissen ist ein kaltes Wärmenetz mit einer eigenen Heizzentrale denkbar. Für die Wärmeversorgung kommt beispielsweise ein Erdwärmesondenfeld in Frage. Ein Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz über eine 2 km lange Leitung ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll. Im Falle einer Ausweisung des Gebietes als Erschließungsgebiet für ein Wärmenetz sollten frühzeitig politische Rahmenbedingungen gesetzt werden, um die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes zu gewährleisten. [12] Es ist jedoch anzumerken, dass aufgrund des Entwicklungsstandes des Neubaugebietes eine genauere Untersuchung im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt wurde. Dies hat zur Folge, dass das Gebiet auch nicht in die Modellierung der Wärmekosten bzw. der Szenarien eingeflossen ist.

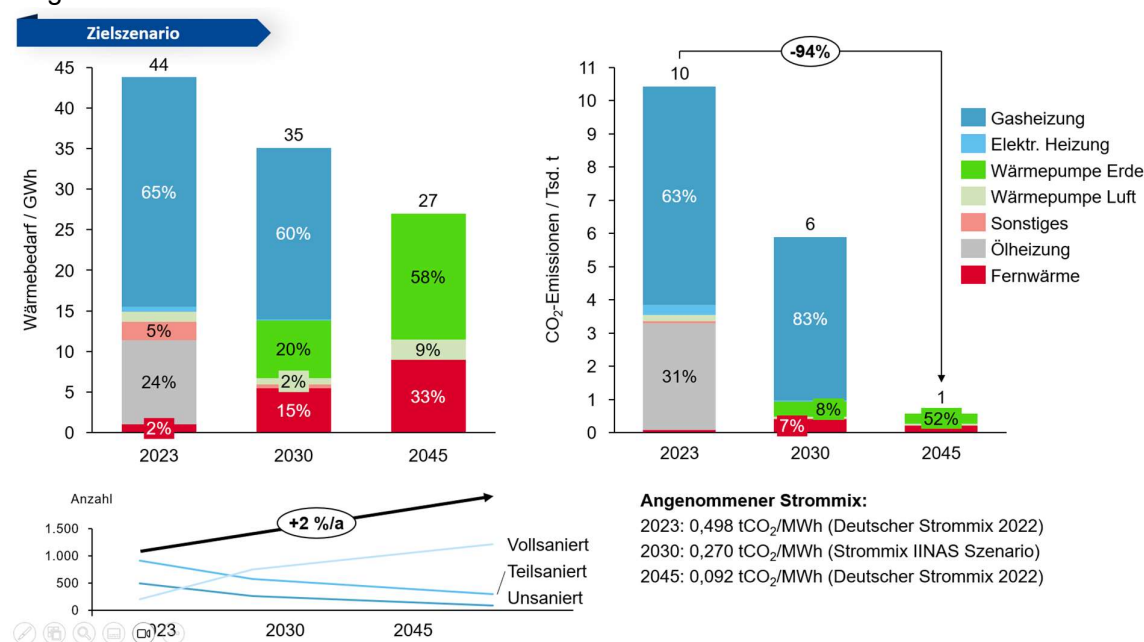
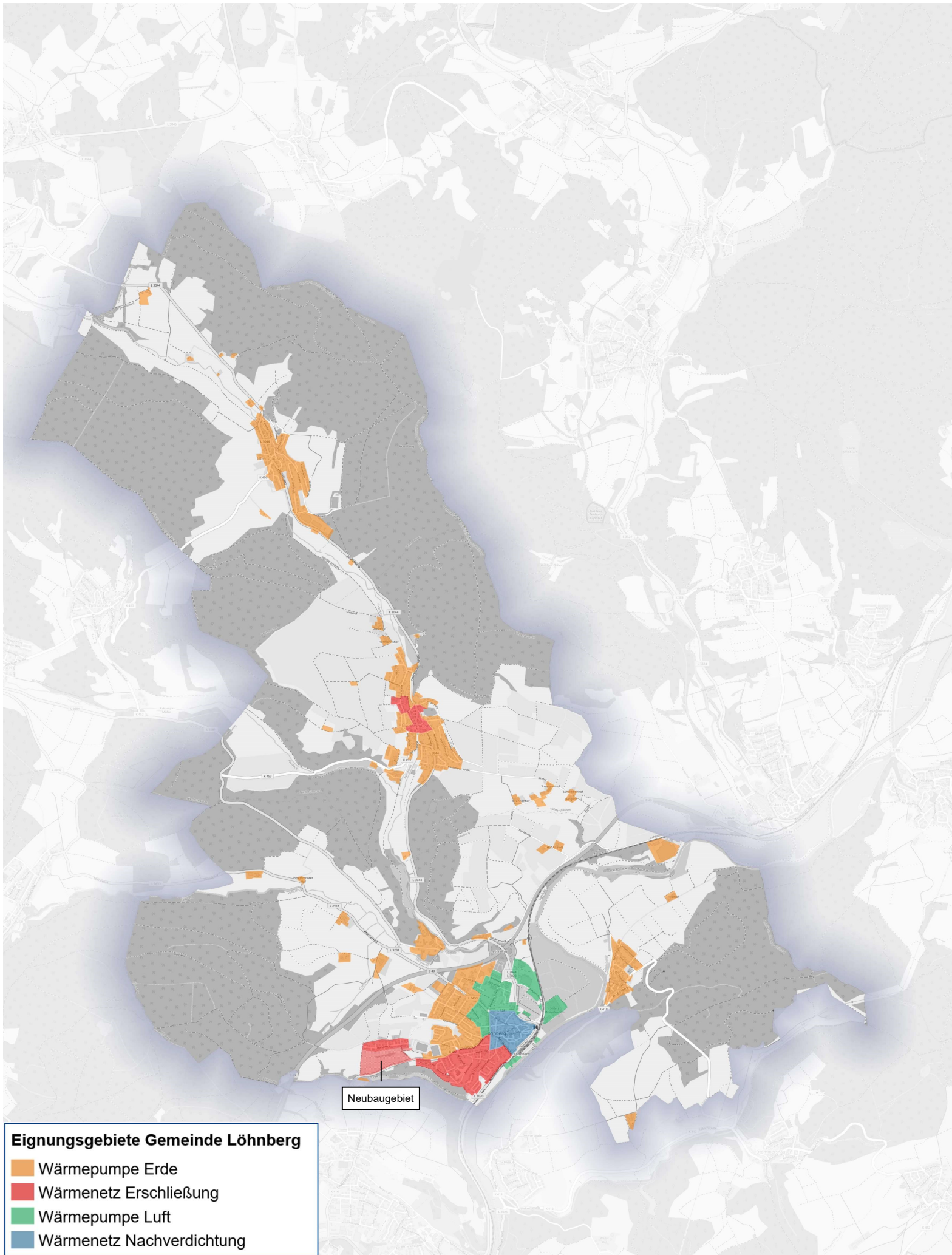


Abbildung 24: Wärmebedarf und CO₂-Emissionen im Zielszenario 2030/2045

Auf Grundlage der vier beschriebenen Basisszenarien mit den verschiedenen Technologieschwerpunkten, der Identifizierung von Eignungsgebieten und der Detailanalysen, konnte ein aussagekräftiges Zielszenario zur klimaneutralen Wärmeversorgung für das Jahr 2045 mit einer zusätzlichen Angabe eines Zwischenmeilensteins für das Jahr 2030 abgeleitet werden. Dafür wurden die Annahmen in Anlehnung an den KEA-BW Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [3] berücksichtigt, dass ein Anschluss ans Wärmenetz zu 40 % im Jahr 2030 erfolgt und zu 80 % im Jahr 2045. Das Zielszenario in Abbildung 24 verdeutlicht, dass zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Wärmebedarf der Gemeinde Löhnberg von 44 GWh auf 35 GWh im Jahr 2030 und im Zieljahr 2045 auf 27 GWh sinken muss. Damit geht eine recht hohe Sanierungsrate der Gebäude von jährlich 2 % einher. Die Wärmeversorgung im Jahr 2030 wird weiterhin zu 60 % über Gasheizungen erfolgen, während der Anteil der Wärmepumpen auf 22 % und der Fernwärmeanteil auf 15 % ansteigt. Die angestrebte klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2045 erfolgt gemäß des Zielszenarios zu 67 % über Wärmepumpen (58 % Wärmepumpe Erde und 9 % Wärmepumpe Luft) und zu 33 % über Fernwärme. Das Basisszenario „District Heating“ hat eine Wärmeversorgung über Fernwärme

im Jahr 2045 mit einem Anteil von 34 % herausgestellt. Vor dem Hintergrund, dass die Wärmeerzeugung über Biomasse, Solarthermie, Strom etc. auch im Jahr 2045 noch emissionsbehaftet ist und die entsprechenden CO₂-Faktoren nicht gleich null sind, fallen auch im Jahr 2045 noch Treibhausgasemissionen zur Wärmeerzeugung an. Dies ist nach Angaben der KEA-BW mit dem Klimaschutzgesetz vereinbar. [3] Die CO₂-Emissionen können durch die im Zielszenario vorgesehene Wärmeversorgung im Jahr 2045 gegenüber 2023 um 94 % reduziert werden. Während im Jahr 2023 die CO₂-Emissionen insgesamt noch rund 10 Tsd. tonnen betragen, belaufen sich diese im Jahr 2045 nur noch auf knapp 1 Tsd.tCO₂. Die Ableitung eines Zielszenarios für das Jahr 2045 zur langfristigen CO₂-neutralen Wärmeversorgung dient als Schnittstelle zur Erarbeitung der konkreten Maßnahmen der Wärmewendestrategie.



7.6 Zukünftige Rolle der Gasverteilnetze

Aufgrund der Zielvorgabe der Klimaneutralität im Wärmesektor bis 2045 wird der Einsatz von fossilem Erdgas von aktuell 65 %⁹ auf 0 % im Jahr 2045 sinken müssen. Klimaneutrale Alternativen zur dezentralen Versorgung sind Wärmepumpen. In Folge ist damit zu rechnen, dass die Verteilnetze stillgelegt oder zurückgebaut werden, außer es findet sich ein alternativer, klimaneutraler Energieträger zum Betrieb von dezentralen Gaseinzelheizungen. Mögliche Alternativen sind sogenannte grüne Gas wie grüner Wasserstoff, synthetisches Erdgas oder biomassebasiertes Erdgas. Eine weitere Voraussetzung ist der zeitnahe Anschluss an das Wasserstofftransportnetz bis 2030. Abbildung 25 zeigt das Wasserstoffnetz 2030 in Deutschland.

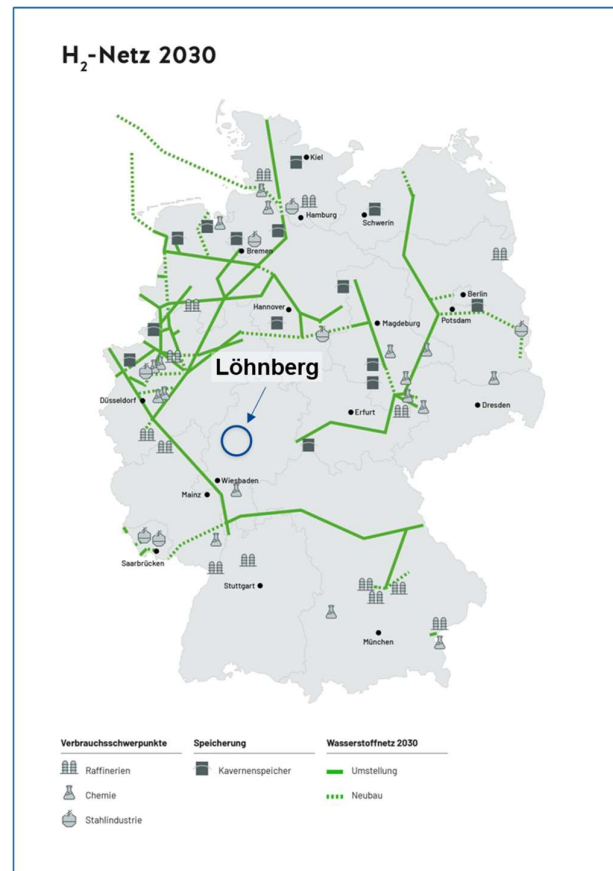


Abbildung 25: Wasserstoffnetz 2030 FNB GAS [13]

Die nächste Transportleitung ist jene des Projekts H2ercules von der Open Grid Europe GmbH. Dieses liegt circa 28 km von Löhnberg entfernt.

Der Einsatz von grünen Gasen hängt am Ende vor allem am Preis bzw. an der Wirtschaftlichkeit des grünen Gases. Breit diskutiert wird vor allem der Einsatz von grünem Wasserstoff. Die kürzlich durchgeführte Bottom-Up Studie des nationalen Wasserstoffrates zeigt die Notwendigkeit von Wasserstoff im Wärmesektor. Diese kommt allerdings zum Schluss, dass Wasserstoff im Wärmesektor vor allem für die Bereitstellung von Prozesswärme und zur Wärmeerzeugung für Fernwärmenetze eingesetzt werden sollte. Ökonomisch attraktiv

⁹ Dezentrale Gaseinzelheizungen

ist der Einsatz von Wasserstoff bei dezentralen Heizungsanlagen laut der Studie nur, wenn der Preis des Wasserstoffes 50 % des Stromendkundenpreises entspricht. Deshalb wurde Wasserstoff im Rahmen des Technology-Mix Szenarios in dieser Studie als Alternative betrachtet (vgl. Abbildung 17). [14] In diesem Szenario wurde die Annahme getroffen, dass Wasserstoff in ausreichender Menge zur Verfügung steht, über das Verteilnetz an die Haushalte verteilt werden kann und zu einem wirtschaftlich vertretbaren Preis zur Verfügung steht. Die Ergebnisse dieser Betrachtung zeigen, dass selbst unter diesen optimistischen Annahmen, die durch das Gasnetz zur Verfügung gestellte Wärme von aktuell 28 GWh über Erdgas auf zukünftig 9 GWh in 2045 sinken würde. Die Auslastung des Gasnetzes würde also um 68 % sinken.

Eine validierbare Aussage kann allerdings basierend auf der aktuellen Literatur nicht getroffen werden. Der zukünftige Wasserstoffendkundenpreis, also inklusive Kosten für Erzeugung, Import sowie Transport durch Transport- und Verteilnetz wird über die Zukunft der Gasnetze entscheiden.

Über die Zukunft des Gasnetzes in der Gemeinde Löhnberg kann seitens der Syna GmbH noch keine konkrete Aussage getroffen werden, da aktuell keine interne Gasnetzstrategie zur Planung von Wasserstoff-Verteilnetzen oder dem Rückbau der Gasnetze vorliegt.

8 Wärmewendestrategie: Maßnahmenkatalog

Die Wärmeplanung sieht einen ausgearbeiteten Maßnahmenkatalog vor. Die Auswahl der einzelnen Maßnahmen orientiert sich dabei an den Erkenntnissen, die während der Erstellung des Wärmeplans für die unterschiedlichen Analysegebiete gesammelt wurden.

8.1 Maßnahmenkatalog

8.1.1 Machbarkeitsstudie Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes

Die Gemeinde Löhnberg ist größtenteils nicht geeignet für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes. Die einzige Ausnahme bildet das Gebiet um das bestehende Wärmenetz im Osten des Ortsteils Löhnberg.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung vorgenommen. Hier sollte im Rahmen einer Studie die Nachverdichtung überprüft werden. Die Abschätzungen haben zu einem Endkundenpreis von circa 23 ctEUR/kWh geführt. Als Erzeugungstechnologien wurden Wärmespeicher, Solarthermie, Restholz, Luft-Wärmepumpe, Power-to-Heat und Blockheizkraftwerke identifiziert. Diese Maßnahme wird im Rahmen der empfohlenen BEW¹⁰-Studien mit der Priorität A bewertet.

Im nächsten Schritt sollte eine Studie nach BEW durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

8.1.2 Gebäudeeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen steigern

Um die Klimaneutralität im Jahr 2045 zu erreichen, ist eine hohe Sanierungsrate von 2 %/a notwendig. Diese liegt deutlich über der in der Literatur üblichen Annahme von 1,8 %, [14] was mit der derzeit geringen Sanierungsrate begründet ist. Um diese zu erhöhen, müssten entsprechende Angebote geschaffen werden. Optionen wären beispielsweise eine kostenlose Energieberatung im Rathaus Löhnberg oder öffentliche Informationsveranstaltungen. Diese Maßnahme wird mit der Priorität C bewertet.

8.1.3 Machbarkeitsstudie Erweiterung Fernwärme Richtung Grundschule auf dem Falkenflug

Die Wärmelinien und die Wärmedichten weisen im Süd-Westen des Ortsteils Löhnberg kein eindeutiges Fernwärmeeignungsgebiet aus, allerdings ist der Sanierungsstand der Gebäude sehr schlecht. Hierdurch könnte eine zentrale Versorgung mit einem Wärmenetz eventuell wirtschaftlich sein. Des Weiteren existieren Freiflächen in Richtung Lahn und in Richtung Westen, welche an ein Wärmenetz angeschlossen werden könnten. Eine eventuelle Versorgung via Wärmenetz sollte im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht werden. Diese kann über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (50 % Förderung) oder ein

¹⁰ BEW: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

gefördertes Quartierskonzept (75 % Förderung) finanziert werden. Diese Maßnahme wird mit der Priorität A bewertet

8.1.4 Konzept für die Versorgung von denkmalgeschützten Gebäuden

Im Osten des Ortsteils Löhnberg, in Selters und in Niedershausen existieren zahlreiche denkmalgeschützte Gebäude. Jene im Ortsteil Löhnberg können über ein Wärmenetz versorgt werden. Für die denkmalgeschützten Gebäude in Selters und Niedershausen muss ein alternatives Versorgungskonzept geschaffen werden. Diese Maßnahme wird mit der Priorität C bewertet.

8.1.5 Abschätzung der Nutzung von Oberflächengeothermie

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial der Oberflächengeothermie quantifiziert. Aufgrund der durchweg hydrogeologisch günstigen Flächen in den Ortsteilen Obershausen, Niedershausen, Selters und teilweise in Löhnberg und dem hohen technischen Geothermiefpotenzial, sollte die Nutzung dieser Flächen für den de- und zentralen Einsatz von Erdwärmepumpen geprüft werden. Die Einbindung von Oberflächengeothermie zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung kann im Rahmen einer BEW-Studie geprüft werden. Diese Maßnahme wird im Rahmen der empfohlenen BEW-Studien mit der Priorität B bewertet.

Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

8.1.6 Machbarkeitsstudie Wärmenetz-Erschließung Niedershausen

Der Ortsteil Niedershausen wurde als Eignungsgebiet für die Erschließung eines Inselwärmenetzes identifiziert. In der Innenstadt befinden sich viele denkmalgeschützte Gebäude, welche für eine Wärmenetzeignung sprechen. Außerdem kann der Kindergarten mit der angrenzenden Sporthalle als Wärmeabnehmer mit eingebunden werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine initiale Wirtschaftlichkeitsabschätzung für die Erschließung des Ortsteils Niedershausen durchgeführt. Die Abschätzungen haben zu einem Endkundenpreis von circa 33 ctEUR/kWh geführt. Als Erzeugungstechnologien wurden Wärmespeicher, oberflächennahe Geothermie, Restholz, Luft-Wärmepumpen, Power-to-Heat und Blockheizkraftwerke identifiziert. Diese Maßnahme wird im Rahmen der empfohlenen BEW-Studien mit der Priorität B bewertet. Der hohe Endkundenpreis liegt der Betrachtung des gesamten Gebiets Niedershausen zugrunde. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollte auch die im Rahmen dieses Wärmeplans empfohlene Variante eines Wärmenetzes ausschließlich im Gebiet um den Kindergarten untersucht werden. Diese führt voraussichtlich zu einem deutlich niedrigerem Endkundenpreis.

Im nächsten Schritt sollte eine Studie nach BEW durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden konkrete Erzeugerkombinationen und Dimensionierungen technisch bewertet und wirtschaftlich weiter konkretisiert. Die wirtschaftliche Abschätzung im Rahmen der BEW-Studie sollte unter anderem durch das Einholen von Richtpreisangeboten umgesetzt werden. Des Weiteren sollten im Rahmen dieser Studie Gutachten zur Flächenverfügbarkeit und zum Genehmigungsrecht erstellt werden.

Die aufgeführten Machbarkeitsstudien nach BEW können gesammelt als eine BEW-Studie für das gesamte Gemeindegebiet durchgeführt werden. Damit wird der Bürokratieaufwand bei der Förderantragsstellung für die Gemeinde Löhnberg reduziert.

9 Fazit und begleitende Maßnahmen

Aus der Pilotstudie sind als zentrale Ergebnisse vier Handlungsmaßnahmen und eine Einteilung in Eignungsgebiete entstanden. Das Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung ist aufgrund der geringen Bebauungsdichte niedrig. Ein wichtiges Ergebnis dieser Studie ist allerdings die überdurchschnittlich hohe Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, welche für das Erreichen der Klimaneutralität im Jahr 2045 notwendig ist. Die fortlaufende Sanierung und die dafür erforderlichen Kapazitäten an Handwerkern und Monteuren werden eine zentrale Herausforderung für die Gemeinde sein. Die nächsten konkreten Schritte sind die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen in Kapitel 8.

Zusätzlich werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Löhnberg begleitend weitere Maßnahmen durchgeführt, die den Erfolg langfristig sichern sollen. Diese umfassen die Kommunikationsstrategie und die Akteursbeteiligung, die parallel zur kommunalen Wärmeplanung umgesetzt wurden, sowie das Konzept zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung und das zugehörige Controllingkonzept. Bei Letzteren handelt es sich um Prozesse, die im Anschluss der kommunalen Wärmeplanung umgesetzt werden. Durch den frühen Start der kommunalen Wärmeplanung und das Fertigstellen der kommunalen Wärmeplanung Ende 2023 konnten später veröffentlichte Verordnungen im Rahmen der Kommunikationsstrategie und Akteursbeteiligung erst später berücksichtigt werden. Konkrete Verantwortlichkeiten und Aufgaben im Rahmen der Verstetigung und des Controllings werden in Absprache mit der Stadt festgelegt.

Die begleitenden Maßnahmen werden im Folgenden erläutert:

9.1 Organisation und Durchführung von Akteursbeteiligung

Ziel der Akteursbeteiligung ist das Einbinden von für die Wärmewende relevanter Akteure. Zu diesen gehören unter anderem Ankerkunden für ein Wärmenetz, Unternehmen aus der Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Energieinfrastrukturbetreiber, Energieanbieter, Schornsteinfeger, relevante Vereine und Energieberater.

Durch ein langfristiges Beteiligungskonzept, das im Rahmen des Verstetigungskonzept über den Abschluss der kommunalen Wärmeplanung hinaus geht, wird die Grundlage für die Erreichung der Ziele gelegt. Das Konzept kann folgende Punkte beinhalten:

1. **Gemeinsame Entwicklung von Lösungen:** Moderierte Diskussionen und Pilotprojekte zur Erprobung aufbauender Wärmeversorgungskonzept berücksichtigt unterschiedliche Interessen. Die Einbindung externer Experten liefert zusätzliches technisches Know-how.
2. **Informationsaustausch und Diskussion:** Austauschtreffen und beispielsweise eine Online-Plattform können dem Informationsaustausch dienen. Öffentliche Informationsveranstaltungen und Workshops im regelmäßigen Turnus oder bei Projektmeilensteinen bieten zusätzlichen Informationsaustausch und Diskussionsmöglichkeiten.
3. **Umsetzung und Evaluation:** Planung und Umsetzung von Maßnahmen basierend auf erarbeiteten Lösungen. Eine kontinuierliche Überprüfung und Anpassung der Maßnahmen ist wichtig. Die Fortführung der Kommunikation und Zusammenarbeit für langfristigen Erfolg.
4. **Transparenz und Feedback:** Regelmäßige Updates zu Entwicklungen und Feedbackmöglichkeiten für die Öffentlichkeit schaffen Transparenz im Entwicklungsprozess, legen Ergebnissen offen und lassen die Interessen einzelner Akteure einfließen.

Ein erstes Treffen zur Identifizierung von Akteuren hat im Rahmen der Pilotstudie am 30.3.2023 mit Vertretern der Kommune stattgefunden. Als Auftraggeber der Studie hat die Syna GmbH ebenfalls teilgenommen. Dabei wurden die Verwaltungseinheiten der Gemeinde und der Energieversorger als die wichtigsten Akteure im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung identifiziert. Lokale Unternehmen und Ankerkunden wurden über einen Abwärmefragebogen mit einbezogen. Inhalt des Fragebogens waren lokale Energiebedarfe und Abwärmeangebote, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplan berücksichtigt wurden. Vervollständigend wurden in einem folgenden Termin am 12.03.2024 Schornsteinfeger und Architekten als Akteure in die kommunale Wärmeplanung mit aufgenommen, die die Wärmewende vor Ort beratend mitgestalten können. Mit den Schornsteinfegern und Architekten ist der Abschlussbericht besprochen und abgestimmt.

9.2 Kommunikationsstrategie

Ziel der Kommunikationsstrategie ist es, den Fortschritt und das Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung verständlich zu kommunizieren. Auf diese Weise wird für das Thema Wärmewende in Löhnberg sensibilisiert und informiert. Darüber hinaus werden Fragen der Bürger und Akteure aufgenommen und beantwortet. Teil der Kommunikationsstrategie ist die Festlegung von Kommunikationszielen, Zielgruppen und Kommunikationsmaßnahmen mit Inhalten und verwendeten Kommunikationskanälen. Mit den Kommunikationsmaßnahmen wurde erst am Ende der eigentlichen kommunalen Wärmeplanung begonnen.

In Löhnberg wurden im Rahmen der Gespräche rund um die Akteursbeteiligung und einem separaten Termin am 08.04.24 gemeinsam mit Vertretern der Gemeinde verschiedene Zielgruppen identifiziert. Dazu gehören regionale Unternehmen, Ankerkunden, Politik, Architekten, Schornsteinfeger und Bürger. Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurde bereits ein Großteil der relevanten Zielgruppen eingebunden.

Eine wichtige Aufgabe der Kommunikationsstrategie in Löhnberg bleibt daher die Information der Bürger und weiterer interessierter Gruppen. Inhaltlich konzentriert sich die Kommunikation vor allem auf die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung, die Konsequenzen für die einzelnen Akteure inklusive einer zeitlichen Einordnung sowie Informationen rund um notwendige Sanierungsmaßnahmen.

Um die Bürger zu erreichen und über die kommunale Wärmeplanung zu informieren, wurden verschiedene Kommunikationskanäle identifiziert. Lokale Medien und Social Media weisen auf die kommunale Wärmeplanung hin und informieren über allgemeine Ergebnisse. Konkrete Informationen und Wissen rund um die kommunale Wärmeplanung werden über die Website der Stadt kommuniziert. Informationsveranstaltungen vor Ort sprechen die Bürger zum Thema an und schaffen Raum für direkten Austausch. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Löhnberg finden zwei Vor-Ort-Termine statt. Ein Termin im Mai 2024 zum Thema „Wärmenetz“, der von der Syna GmbH durchgeführt wird. Im September 2024 findet zudem eine Bürgerversammlung statt, um die Ergebnisse und weiteren Schritte der kommunalen Wärmeplanung zu diskutieren. Die Vor-Ort-Termine bieten zudem die Möglichkeit für wichtige Fragen der Bürger.

Nach dem offiziellen Abschluss der kommunalen Wärmeplanung muss die Kommunikation im Rahmen der Verstetigung fortgesetzt werden. Einen Ansprechpartner für weitere Rückfragen stellt die Stadt zur Verfügung.

9.3 Verstetigungsstrategie

Im Rahmen der Verstetigungsstrategie wird die Weiterführung der Wärmeplanung definiert. Ein zentrales Ziel ist der Aufbau einer Organisationsstruktur. Im Rahmen dieser werden Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten in der Verwaltung sowie ein Zeitplan für die konkrete Umsetzung von Maßnahmen benannt.

Um die Klimaschutzziele schnellstmöglich zu erreichen, ist eine konsequente und zeitnahe Umsetzung, Weiterverfolgung und gegebenenfalls Aktualisierung der Maßnahmen für alle Beteiligten von Interesse. Das Ziel der Verstetigungsstrategie ist daher, die Verbindlichkeit der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung sicherzustellen, mit dem Ziel die Umsetzung technischer Maßnahmen zu ermöglichen. Dafür müssen relevante Rahmenbedingungen, wie finanzielle und personelle Ausgangsbedingungen sowie Arbeitsgrundlagen geschaffen werden. Die Verstetigungsstrategie definiert Leitlinien für die weitere Entwicklung und Umsetzung und ermöglicht die Etablierung effektiver Arbeitsabläufe. Einen wichtigen Beitrag werden hierfür insbesondere regelmäßige, mindestens quartalsweise, stattfindende Austauschtreffen aller relevanten Akteure im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung leisten. Alle fünf Jahre ist zudem die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung vorgesehen.

9.3.1 Aufgabenverteilung

Aufgrund der Fülle an Aufgaben empfiehlt es sich, die Aufgaben der Verstetigung unter mehreren Personen aufzuteilen und Arbeitsgruppen mit klaren Verantwortlichkeiten zu etablieren. Wichtig hierbei ist, dass ein zentraler Ansprechpartner bei der Kommune, z.B. der Klimaschutzmanager, zur Verfügung steht und den Prozess eigenverantwortlich vorantreibt und steuert.

Die Anforderungen an die Arbeitsgruppen sind breit gefächert:

- aktive Präsenz innerhalb der Verwaltung, aber auch in der Kommune
- zielorientierte Vernetzung und gezielte Nutzung externer Unterstützung
- Erarbeitung eines Verstetigungsmodells nach dem geförderten Zeitraum
- Projektmanagement inkl. Maßnahmenverfolgung und Berichterstattung

Ziel für die Arbeitsgruppen ist es, das Thema kommunale Wärmeplanung als Querschnittsthema zu implementieren und die erforderlichen kommunalen Entscheidungsprozesse herbeizuführen. Hierbei dient als Basis der erstellte Maßnahmenplan, der die Orientierung bei der weiteren Umsetzung geben soll. Die dort genannten Ziele und Maßnahmen werden verfolgt und zur Umsetzungsreife geführt. Dabei wird der Themenbereich Finanzierung mit Hilfe von Fördermitteln als wichtige Grundlage für die weitere Umsetzung beleuchtet. Zur Steuerung der Umsetzung ist die geeignete Organisation und Struktur zu schaffen.

9.3.2 Finalisierung des Verstetigungskonzepts

Entsprechend der Anforderungen wird für die Stadt ein passendes Konzept ausgearbeitet, welches den Rahmen für die Verstetigungsstrategie bildet und den Arbeitsgruppen Orientierung bietet. Dabei werden vier wesentliche Aspekte beleuchtet, sodass die Verstetigungsstrategie nach der kommunalen Wärmeplanung in die Verwaltungsstrukturen erfolgreich integriert werden kann.

- **(Inter-)kommunale Vernetzung:** Informelle Vernetzung innerhalb der Verwaltung bzw. der Stadt hilft den Arbeitsgruppen, dass relevante Entscheidungen nicht ohne ihr Wissen getroffen werden. Darüber hinaus ist auch eine Vernetzung mit anderen Städten für einen Austausch zielführend. Überregionale Entwicklungen und Informationen, Fort- und Weiterbildungen sowie Anregungen für erfolgreiche Verstetigung helfen Ideen für die eigene Stadt zu sammeln.
- **Präsenz und Öffentlichkeitsarbeit:** Die Kommunikation endet nicht mit der kommunalen Wärmeplanung, sondern ist insbesondere parallel zur Umsetzung von Maßnahmen weiterzuführen und zu konkretisieren. Dies geschieht in enger Abstimmung mit der Öffentlichkeitsabteilung der Verwaltung.
- **Expertise:** Eine erfolgreiche Verstetigung in einer Stadt setzt breites Wissen sowie Erfahrungen innerhalb der Verwaltung voraus. Kommunale Wärmeplanung als Querschnittsthema für die Wärmewende in der Region sollte mit den lokalen Akteuren weiter vorangetrieben werden.
- **Externe Unterstützung:** Die Arbeitsgruppe muss den Bedarf für externe Unterstützung identifizieren und sich diese einholen. Neben Ingenieurdienstleistungen sollte auch ein Fokus auf die Prozessbegleitung gelegt werden. Ein professionelles Projektmanagement oder die Erfahrungen aus Projekten anderer Kommunen, unterstützen das eigene Projekt in vielerlei Hinsicht.

9.3.3 Identifikation relevanter Akteure

Ein wichtiger Teil der Verstetigung ist die Beteiligung der relevanten Akteure. Die in Abbildung 26: Mögliche Akteure der Verstetigungsstrategie (Liste nicht abschließend und individuell abzustimmen) genannten Akteure könnten beispielhaft u.a. für die Umsetzung der Maßnahmenpläne relevant sein und sollten daher bei der Verstetigung involviert werden. Die Aufgaben werden durch die Stadt mit den individuellen Akteuren abgesprochen:

Akteure	Zuständigkeiten
Stadtwerke, Energieversorger und Wärmelieferanten sowie Netzbetreiber	Bau und Betrieb von PV-Anlagen sowie Windparks, Erschließung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme, Ausbau bzw. Aufbau Wärmenetze, Temperaturabsenkung in Bestandsnetzen, Transformationspläne und Machbarkeitsstudien Wärmenetze, Datenbereitstellung
Stadtverwaltung	Öffentlichkeitsarbeit, Stärkung Kooperation zwischen Unternehmen, passgenaue Unterstützungsangebote
Kommunale Entscheidungsträger	Weitere Beteiligungsmöglichkeiten der Bevölkerung an den Investitionen, Verpflichtung Photovoltaik und erneuerbare Wärmeerzeugung im Neubau, Schaffung zusätzlicher Anreize durch Förder-, Informations-, und Beratungsangebote für Altbausanierungen, Teilnahme an politischen Gremien
Klimamanagement	Monitoring, zentraler Ansprechpartner für alle Themen rund um kommunale Wärmeplanung, Organisation und Koordination der ämterübergreifenden Zusammenarbeit
Liegenschaftsamt	Berücksichtigung des Maßnahmenplans beim Bau und Unterhalt kommunaler Liegenschaften

Planungsamt & Bauamt	Berücksichtigung von Projekten, die eine Relevanz für kommunale Wärmeplanung haben
Jugendamt	Öffentlichkeitsarbeit, Zusammenarbeit mit Bildungseinrichtungen, altersgerechte Bereitstellung von Informationen zum Einstieg in grüne Ausbildungen und Berufe
Wohnungsbaugenossenschaften, Bauherren und Handwerker	Einbindungen und Austausch mit Bürgern zu allen Themen rund um erneuerbare Wärmeversorgung, Sicherstellung der Kapazitäten
Energieberater, Architekten, Planungsbüros	Sanierung Altbau: Fahrpläne zu energetischen Sanierungen des Altbaubestands, Erhalt & Förderung der Biodiversität inkl. Wärmeschutz
Handwerkskammer (HK)	Sanierung Altbau: Fahrpläne zu energetischen Sanierungen des Altbaubestands, Erhalt & Förderung der Biodiversität inkl. Wärmeschutz. Instandsetzung und Installation von Heizsystemen. Berücksichtigung von Projekten, die eine Relevanz für kommunale Wärmeplanung haben.
Industrie- und Handelskammer (IHK)	Unterstützung von Unternehmen bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und Investitionen in erneuerbare Energien. Beitrag zur Stärkung der regionalen Wirtschaft und Schaffung von Arbeitsplätzen.

Abbildung 26: Mögliche Akteure der Verstetigungsstrategie
(Liste nicht abschließend und individuell abzustimmen)

9.3.4 Fortschreibung der Wärmeplanung

Nach fünf Jahren ist gesetzlich eine Aktualisierung der Wärmeplanung vorgesehen. Die bestehende Arbeitsgruppe kann dann die Wärmeplanung mit fortschreiben.

9.4 Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept regelt das fortlaufende Monitoring des Wärmeplans. Auf kommunaler Ebene werden Treibhausgas-Emissionen und die Minderung des Energiebedarfs verfolgt, während auf Maßnahmenebene die Meilensteine zur Erreichung der Maßnahmen definiert werden.

Das Controlling-Konzept innerhalb der kommunalen Wärmeplanung spielt eine entscheidende Rolle für die effiziente und zielgerichtete Umsetzung von Maßnahmen des Wärmeplans durch das Sicherstellen eines kontinuierlichen Monitorings. Es ermöglicht eine transparente Darstellung des Projektfortschritts, indem geeignete Indikatoren regelmäßig den Zielerreichungsgrad in verschiedenen Handlungsfeldern überprüfen können. Abbildung 27 gibt einen Einblick in die Prozessphasen des Controlling-Konzeptes.

 Phase 1: Definition der Indikatoren	→ Identifikation der notwendigen Daten und Indikatoren welche im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst werden müssen → Festlegen der für das Monitoring relevanten Indikatoren → Identifizierung der Verantwortlichkeiten für das Controlling und Monitoring
 Phase 2: Rechtlicher Rahmen	→ Einholen der rechtlichen Verankerungen für die Erfassung und Nutzung relevanter Daten → Einholen der Datenerhebungsermächtigung von Seiten der Stadt, um Daten bei entsprechenden Stellen einholen zu können
 Phase 3: Datenerfassung und -auswertung	→ Aufbau geeigneter Datenmanagement-Systeme → Erstellung passender Auswertungs- und Darstellungssysteme
 Phase 4: Kontinuierliches Monitoring	→ Gewährleisten eines kontinuierlichen Monitorings durch die Koordination des Informationsflusses von Verantwortlichen Personen an die Kommune und relevante Projektbeteiligten

Abbildung 27: Die Prozessphasen des Controlling-Konzepts im Überblick

9.4.1 Definition der Indikatoren

Wie in Abbildung 27 bereits dargestellt wurde, werden in dieser Phase geeignete Indikatoren definiert, um den Fortschritt in den verschiedenen Handlungsfeldern zu erfassen. Diese Indikatoren können beispielsweise den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, die Treibhausgas-Emissionen auf kommunaler Ebene oder die Effizienz der Wärmenetze umfassen. Ob die Maßnahmen die THG-Reduktionsziele in den jeweiligen Bereichen erreichen, erfolgt beispielsweise über die THG-Bilanzierung. Hierzu bilden die Energie- und THG-Bilanzen, welche im Projektverlauf der kommunalen Wärmeplanung erhoben wurden, eine solide Basis für das kontinuierliche Klimaschutzmanagement. Für die Erstellung dieser Bilanz werden zwei Herangehensweisen angewendet. Zum einen das Topdown- und zum anderen das Bottom-up-Verfahren. In einem Bottom-up-Verfahren wird zuerst der räumlich aufgelöste Wärmebedarf und daraus in einem folgenden Schritt die Verbrauchskennzahlen für das gesamte Gebiet der Kommune ermittelt. Dieses Verfahren eignet sich für die Bearbeitung der einzelnen Maßnahmen und konkreter Umsetzungsschritte zur Erreichung der Ziele. Dabei werden einzelne Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit überprüft. Die Summe der THG-Minderungseffekte aller Maßnahmen ist im Bottom-up-Verfahren in der Regel nur ein Teil des tatsächlich erreichten Minderungspotenzials aus dem Top-down-Verfahren. Einen schnelleren Gesamtüberblick wird durch Anwendung eines Top-down Verfahrens erreicht.

Dazu werden Verbrauchswerte für das gesamte Stadtgebiet erhoben, ohne dabei auf die räumliche Verteilung einzugehen. Dieses Verfahren wird herangezogen, um einen mittel- und langfristigen Rahmen zur Minderung des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen zu sichern.

9.4.2 Relevante Monitoring-Indikatoren

Um die relevanten Indikatoren zu identifizieren, sollten vorerst die Ziele für das Monitoring definiert werden. Die übergeordneten Monitoring-Ziele werden in fünf Gruppen untergliedert:

- Energieverbrauch
- Wärmeversorgungsanlagen
- Netze
- Erneuerbare Energien
- Sonstiges

Anhand der Ziele können im Anschluss Indikatoren für das Monitoring abgeleitet werden. Viele dieser Indikatoren wurden bereits im Prozess der Bestandsanalyse des vorliegenden Wärmeplans erhoben und sollten für das Monitoring zur weiteren Nachverfolgung sowie Steuerung herangezogen werden. Die folgende Abbildung 28 bietet eine Auswahl potenziellen Indikatoren.

Gruppe	Indikatoren
Energieverbrauch	- Energie- und THG-Bilanz, gegliedert nach Sektoren (Haushalte, Industrie, Gewerbe, kommunale Verwaltung und Verkehr) und Energieträgern - Endenergieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Einwohner - Stromverbrauch zur Wärmeversorgung - Gesamtwärmeverbrauch
Wärmeversorgungsanlagen	- Anzahl und Alter der Gas- und Ölanlagen - Anzahl installierter Wärmepumpen
Netze	- Anteil an erneuerbaren Energien - Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas- und Wärmenetzen - Anzahl der Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen
Erneuerbare Energien	- Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Strom- und Wärmeerzeugung nach Energieträgern - Anteil erneuerbarer Energien an lokalem Strom- und Wärmeverbrauch nach Energieträgern - installierte Speicherkapazität Strom und Wärme
Sonstige	- Sanierungsrate - Endenergiebedarf Wärme in Wohngebäuden pro m² Wohnfläche - Teilnehmerzahlen bei Veranstaltungen - Abruf von Fördermitteln oder Angebote zur Energieberatung

Abbildung 28: Übersicht potenzieller Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts
(Liste nicht abschließend und individuell abzustimmen)

Generell sollen sich die ausgewählten Indikatoren direkt an den Zielen der Szenarien- und Maßnahmenpakete von Löhnberg orientieren. Darüber hinaus sollten sie in einem für die Stadt sinnvollen Rahmen und ggf. ohnehin auf Bundes- oder Landesebene bestehenden Berichtspflichten erfassbar sein.

9.4.3 Rechtlicher Rahmen

Bei der Datenerfassung und Veröffentlichung im Rahmen des Controlling-Konzepts ist es entscheidend, sicherzustellen, dass alle erfassten Daten den geltenden Datenschutzbestimmungen entsprechen, wie beispielsweise der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Das bedeutet, dass personenbezogene Daten nur mit ausdrücklicher Zustimmung der betroffenen Person erfasst und verarbeitet werden dürfen. Zusätzlich müssen die Daten sicher gespeichert und vor unbefugtem Zugriff geschützt werden.

9.4.4 Datenerfassung und Auswertung

Als dritte Phase des Controllingkonzeptes erfolgt die Erhebung und Auswertung der relevanten Daten, wobei sowohl quantitative als auch qualitative Daten berücksichtigt werden. Hierbei legt das Controllingkonzept auch die Rahmenbedingungen fest, unter denen der

Zielerreichungsgrad bewertet wird. Hierzu zählen beispielsweise die Zeitintervalle der Datenerhebung, Vergleichswerte und Schwellenwerte einzelner Indikatoren, um eine Grundlage für die Bewertung zu schaffen. Es ist daher notwendig diese Daten laufend zu dokumentieren, um die Umsetzung von Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans zu kontrollieren und den Umsetzungsprozess zu optimieren. Nur so lässt sich ein Erfolg der gesetzten Ziele erkennen und fördern. Grundsätzlich lässt sich anhand der folgenden Abbildung 29 feststellen, dass die Daten bei unterschiedlichen Datenlieferanten angefragt werden müssen, die jeweils ihre Daten ggf. aus unterschiedlichen Datenquellen zusammenstellen müssen.

Datenquelle	Datenerhebung
Schornsteinfeger	- gebäudescharfe Angaben der Energieanlagen liefern - Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung, Alter, Angaben über deren Betrieb, Standort und Zuweisung zur Abgasanlage, erforderlichen Daten für Katastererstellung
Netzbetreiber	- wesentliche Informationen zu den Netzen - Art, Alter, Nutzungsdauer, Lage, Leitungslänge, Temperaturniveaus, Wärmeleistung, jährliche Wärmemenge
Öffentliche Hand	- Angaben zu Energieverbräuchen - Höhe der Endenergieverbräuche, Wärmeenergiebedarf, die Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung einschließlich des Anteils erneuerbarer Energien und von Kraft-Wärme-Kopplung
Gewerbe- und Industriebetriebe	- Angaben zu Energieverbräuchen - Höhe der Endenergieverbräuche, Wärmeenergiebedarf, die Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung einschließlich des Anteils erneuerbarer Energien und von Kraft-Wärme-Kopplung, Informationen zu anfallender Abwärme
Stadtwerke, Energieversorge, Contractoren	- Informationen zu Energieverbräuchen und Energieanlagen - Höhe der Endenergieverbräuche, Wärmeenergiebedarf, die Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung einschließlich des Anteils erneuerbarer Energien und von Kraft-Wärme-Kopplung
Gebäudeeigentümer	- Angaben zu Energieverbräuchen
BAFA	- Angaben zu Strom- und KWK-Anlagen über das MaStR. - Art, Nennwärmeleistung, Alter, Angaben über Standort

Abbildung 29: Potenzielle Datenquellen für das Controlling-Konzept

9.4.5 Kontinuierliches Monitoring

Im Verlauf des Monitorings sollten je Kennzahl Ausgangs- und Zielwerte definiert werden, um zukünftig Abweichungen identifizieren zu können. Für Abweichungen von Kennzahlen wird beispielsweise ein Ampelsystem mit unterschiedlichen Eskalationspfaden empfohlen. Dieses Ampelsystem kann mit einer Risikomatrix verknüpft werden, um Gegenmaßnahmen zu definieren. Sollte beim Abgleich festgestellt werden, dass eine Kennzahl außerhalb des Toleranzbereichs liegt bzw. nicht erfüllt wurde, wird mit der verantwortlichen Person von der jeweiligen Kennzahl eine faktenbasierte Analyse in Bezug auf die Ursache durchgeführt und entsprechende Maßnahmen festgelegt. Falls eine Nicht-Erfüllung einer Kennzahl aus einem fehlenden Wert hervorgeht, kann ein Ersatzwert anhand einer Schätzung vorgenommen werden, da ein fehlender Wert die Aussagekraft der Gesamtbilanz unter Umständen verzerren kann. Bei der weiteren Skalierung sollten weitere Faktoren, wie beispielsweise die

Veränderung der Einwohnerzahlen, berücksichtigt werden. Eine Darstellung des Monitorings mit den jeweiligen Ausgangs- und Zielwerten kann beispielsweise nach dem Schema in Abbildung 30 erfolgen.

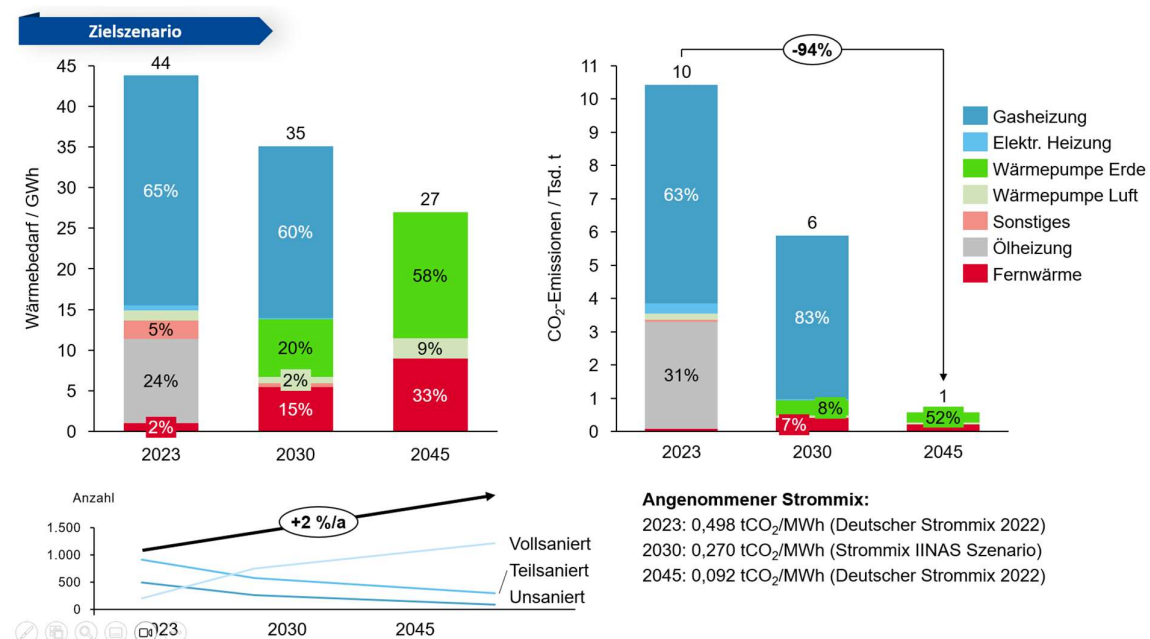


Abbildung 30: Mögliche Indikatoren und Schwellenwerte innerhalb des Controllingkonzeptes

Grundsätzlich sollte das Monitoring sowohl auf monatlicher als auch auf jährlicher Basis in jeweils unterschiedlichen Formaten erfolgen. Die Aufstellung einer Jahresbilanz ist das Kernstück eines effizienten Monitorings. Dieses ist bereits Bestand der Kernprozesse, so dass mit dem Monitoring zum Start des Projekts begonnen werden kann. Das Monitoring an sich sollte fortlaufend und in regelmäßigen Abständen erfolgen, so dass auch zwischen jährlichen Bilanzierungen gesteuert werden kann.

Für die geplanten Maßnahmen sollte ebenso ein Monitoring aufgebaut und auf monatlicher sowie jährlicher Basis berichtet werden. Da die meisten Maßnahmen erst nach dem Ablauf des Projekts angegangen werden, eignet es sich hier zwar das Monitoring frühzeitig aufzubauen, jedoch erst nach dem Projekt aktiv zu monitoren.

9.4.6 Zuständigkeiten für das Controlling

Das Klimaschutzmanagement der Stadt ist neben der Umsetzung und Weiterentwicklung des vorliegenden Wärmeplans auch für das Teilkonzept des Monitorings und Controllings verantwortlich. Der Klimaschutzmanager ist hierbei als zentrale Anlaufstelle zu betrachten. Seine Aufgaben umfasst das Einholen der relevanten Daten bei den relevanten Stellen, das Erstellen einer Übersicht über die zur Verfügung stehenden Daten und das Erkennen und aktive einfordern fehlender Daten. Des Weiteren sollte der Klimaschutzmanager diese Daten zentral verwalten und für den relevanten Personenkreis zur Verfügung stellen.

Des Weiteren wird durch die Zuweisung klar definierter Verantwortlichkeiten für die Datenerhebung, -auswertung und -berichterstattung gewährleistet, dass relevante

Informationen zeitnah kommuniziert werden. Dies hilft dabei, etwaige Fehlentwicklungen frühzeitig zu entdecken und geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

9.4.7 Ausblick

Um der Verpflichtung zur Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung nachzukommen und dem Wärmeplan die notwendige Aktualität einzuräumen, sollte der Wärmeplan auf seine zugrundeliegenden Annahmen jährlich überprüft werden. Grundsätzlich sollte auch im Abgleich mit der Entwicklung und den Möglichkeiten auf Bundesebene geprüft werden, ob eine Ausweitung, Anpassung und Verschärfung von einzelnen Instrumenten erforderlich werden. Getroffene Annahmen sind kontinuierlich zu reflektieren und bei Fehleinschätzungen oder veränderten Rahmenbedingungen zu korrigieren. Dies macht ein erneutes Durchlaufen der Planungsschritte erforderlich und kann eine Neuausrichtung des priorisierten Transformationspfads zur Folge haben. Daraus lassen sich Aktivitäten der lokalen Energiepolitik und des örtlichen Strukturwandels in der Energiewirtschaft abbilden.

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
CO ₂	Kohlendioxid
C	Celsius
ctEUR	cent in Euro
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EE	Erneuerbare Energien
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
GWh/m ² a	Gigawattstunden pro Quadratmeter und Jahr
ha	Hektar (1 ha = 10.000 Quadratmeter)
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
kWh	Kilowattstunde
kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
MWh	Megawattstunde
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
MWh/m ² a	Megawattstunden pro Quadratmeter und Jahr
PV	Photovoltaik
t	1 Tonne = 1.000 kg = 1 Mg = 1.000.000 g (Gramm)
THG	Treibhausgasemissionen
Tsd	Tausend
W	Watt

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einordnung der kommunalen Wärmeplanung in den Planungsprozess aus der Sicht der Gemeinde gemäß DVGW Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung [1]	3
Abbildung 2: Überblick der Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf Landesebene (Stand: 02/2024).....	4
Abbildung 3: Quellen der Datenerhebung.....	8
Abbildung 4: Siedlungstypologie und Eigentümerstruktur der Gebäude GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.	10
Abbildung 5: Baualter und Sanierungsstand der Gebäude	11
Abbildung 6: Heizungstechnologie und Alter der Gebäude.....	12
Abbildung 7: Hausanschlüsse und Erzeugungsanlagen des Fernwärmenetzes	13
Abbildung 8: Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren. GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	14
Abbildung 9: Potenzialanalyse - Definition der Begriffe.....	17
Abbildung 10: geologische Bewertung und Geothermiefpotenzial der Gemeinde Löhnberg	18
Abbildung 11: Hydrothermale und petrothermale Potenzial in einer Tiefe von 500-4000 m	20
Abbildung 12: Freiflächen Potenzial für Solarthermie oder Photovoltaik	22
Abbildung 13: Verschneidung der Flächen zur Ermittlung des Windenergiepotenzials	23
Abbildung 14: Vorranggebiete für Windenergie	24
Abbildung 15: Reduzierung des Wärmebedarfs durch Sanierungen.....	26
Abbildung 16: Höhe der technisch verfügbaren und bereits genutzten Potenziale.....	27
Abbildung 17: Die vier Basisszenarien mit unterschiedlichen Technologieschwerpunkten	28
Abbildung 18: Wärmeversorgung in 2030/2045 in den vier verschiedenen Basisszenarien	30
Abbildung 19: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Ortsteil Obershausen	36
Abbildung 20: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Ortsteil Niedershausen	37
Abbildung 21: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Ortsteil Selters	38
Abbildung 22: Detailansicht Wärmedichte, Wärmeliniedichte, Denkmalschutz Ortsteil Löhnberg	39
Abbildung 23: Berechnung von Fernwärmepreisen in den unterschiedlichen Ortsteilen der Gemeinde Löhnberg.....	40
Abbildung 24: Wärmebedarf und CO ₂ -Emissionen im Zielszenario 2030/2045.....	42
Abbildung 25: Wasserstoffnetz 2030 FNB GAS [13].....	45
Abbildung 26: Mögliche Akteure der Verstetigungsstrategie (Liste nicht abschließend und individuell abzustimmen).....	54
Abbildung 27: Die Prozessphasen des Controlling-Konzepts im Überblick.....	55

Abbildung 28: Übersicht potenzieller Indikatoren innerhalb des Controlling-Konzepts (Liste nicht abschließend und individuell abzustimmen).....	56
Abbildung 29: Potenzielle Datenquellen für das Controlling-Konzept.....	57
Abbildung 30: Mögliche Indikatoren und Schwellenwerte innerhalb des Controllingkonzeptes	58

Literaturverzeichnis

- [1] T. W. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Harald Rapp, „Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung,“ AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V, DVGW Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches e. V., 2023.
- [2] „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze,“ Referentenentwurf der Bundesregierung, 2023.
- [3] F. N. T. K. Dr. Max Peters, Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden, Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020.
- [4] „Geologie Hessen,“ Hessisches Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie .
- [5] Potenzialstudie Warmes Grubenwasser, Recklinghausen: des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie , 2018.
- [6] „Teilregionalplan Energie Mittelhessen,“ Regierungspräsidium Gießen, Dezernat 31, Gießen, 2021.
- [7] „Windpark Leun-Löhnberg Alterric,“ Alterric GmbH, [Online]. Available: <https://windpark-leun-loehenberg.alterric.com/>.
- [8] H. S. K. A. Insa Lütkehus, „Potenzial der Windenergie an Land,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2013.
- [9] „sEEnergies,“ [Online]. Available: <https://s-eenergies-open-data-euf.hub.arcgis.com/>.
- [10] „Wärmeatlas Hessen,“ [Online]. Available: <https://www.waermeatlas-hessen.de/>.
- [11] D.-I. A. D.-I. H.-G. K.-I. P. M.-I. J. Dr. Ulrich Wendt, „Energieautarke Gemeinde Löhnberg 2020 - Machbarkeitsstudie,“ BISCHOFF & PARTNER, 2012.
- [12] F. Schmidt (BM), H. Lachnit, U. Steinebach, J. Landman, J. Breuer und H. Eckelt, Interviewees, *Austausch vor Ort zur kWP Löhnberg*. [Interview]. 12 03 2024.
- [13] „FNB Gas,“ [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz/h2-netz-2030/>.
- [14] M. L. Dr. Jessica Thomsen, „Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors,“ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, 2022.

Anhang

Allgemeine Annahmen		
	Einheit	Wert
Wirtschaftliche Nutzungsdauer der Technologie	a	20
Verzinsungsfaktor für die Heizungstechnologie	%	3
Heizungswechselkohorte*	%	3,5

* Anteil der Gebäude, bei denen die Technologie pro Jahr gewechselt werden soll; vordefinierter Anteil höchster Heizungswechselwahrscheinlichkeit um Heizungswechselnde Gebäude zu identifizieren

CO ₂ -Faktoren				
Energieträger	Einheit	2023	2030	2045
Gasheizung	tCO ₂ /MWh	0,23	0,23	0,23
Elektr. Heizung	tCO ₂ /MWh	0,50	0,27	0,09
Wärmepumpe Erde	tCO ₂ /MWh	0,13	0,06	0,02
Wärmepumpe Luft	tCO ₂ /MWh	0,15	0,08	0,02
Sonstiges	tCO ₂ /MWh	0,02	0,02	0,02
Ölheizung	tCO ₂ /MWh	0,31	0,31	0,31
Fernwärme	tCO ₂ /MWh	0,07	0,07	0,04
Holz	tCO ₂ /MWh	0,02	0,02	0,02
Strom-Mix	tCO ₂ /MWh	0,50	0,27	0,09

Brennstoffpreise				
Energieträger	Einheit	2023	2030	2045
Gasheizung	€/kWh	0,10 – 0,17	0,09 – 0,15	0,11 – 0,18
H ₂ -Heizung	€/kWh	0,14 – 0,23	0,12 – 0,19	0,08 – 0,14
Elektr. Heizung	€/kWh	0,21 – 0,35	0,14 – 0,24	0,13 – 0,22
Wärmepumpe	€/kWh	0,21 – 0,35	0,14 – 0,24	0,13 – 0,22
Sonstiges	€/kWh	0,04 – 0,06	0,04 – 0,06	0,04 – 0,06
Ölheizung	€/kWh	0,06 – 0,10	0,07 – 0,12	0,11 – 0,19
Fernwärme	€/kWh	0,12 – 0,21	0,10 – 0,16	0,10 – 0,17

Wirkungsgrade				
Energieträger	Einheit	2023	2030	2045
Gasheizung	%	98	98	98
H ₂ -Heizung	%	98	98	98
Elektr. Heizung	%	100	100	100
Sonstiges	%	100	100	100
Ölheizung	%	98	98	98
Fernwärme	%	91	91	91

<i>Jahresarbeitszahl Wärmepumpe</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	Keine Sanierung	Teilsanierung	Vollsanierung
<i>Wärmepumpe</i>	-	2,8	3,0	4,5

<i>OPEX pro Jahr und Anlage bzw. Gebäude (BDEW-Heizkostenvergleich Altbau)</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	€	182	182	182
<i>H₂-Heizung</i>	€	646	646	646
<i>Elektr. Heizung</i>	€	0	0	0
<i>Wärmepumpe</i>	€	171	171	171
<i>Sonstiges</i>	€	0	0	0
<i>Ölheizung</i>	€	228	228	228
<i>Fernwärme</i>	€	136	136	136

<i>Modernisierungskosten Heizung (CAPEX)</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	€			
<i>Hardware</i>		2204	2204	2204
<i>Installation</i>		1843	1843	1843
<i>Wärmepumpe</i>	€			
<i>Hardware</i>		4659	4659	4659
<i>Installation</i>		1243	1243	1243
<i>Ölheizung</i>	€			
<i>Hardware</i>		2548	2548	2548
<i>Installation</i>		1843	1843	1843
<i>Fernwärme</i>	€			
<i>Hardware</i>		15500	15500	15500
<i>Installation</i>		3500	3500	3500

<i>Förderung der Technologie aus öffentlichen Mitteln</i>				
<i>Energieträger</i>	Einheit	2023	2030	2045
<i>Gasheizung</i>	%	0	0	0
<i>Elektr. Heizung</i>	%	0	0	0
<i>Wärmepumpe</i>	%	35	35	35
<i>Ölheizung</i>	%	0	0	0
<i>Fernwärme</i>	%	35	35	35
<i>Teilsanierung</i>	%	20	20	20
<i>Vollsanierung</i>	%	35	35	35