



Kommunale Wärmeplanung

für die Stadt Langen



Abschlussbericht

Auftraggeber

Magistrat der Stadt Langen

Auftragnehmerin / Gutachterin

PRO ENERGY CONSULT GmbH & Qoncept Energy GmbH

Logos PEC & Qoncept

20.01.2026



Impressum

Dieser Bericht wurde erstellt von

PRO ENERGY CONSULT GmbH
Landgrafenstr. 72-74
50931 Köln
www.proenergyconsult.com
info@proenergyconsult.com

Qoncept Energy GmbH
Universitätsplatz 12
34127 Kassel
www.qoncept-energy.de
info@qoncept-energy.de

Autoren

Stadt Langen

Heike Gollnow

Steven Gancarz

PRO ENERGY CONSULT GmbH

Dr. Alexander Pagnia

Carolin Valenti

Qoncept Energy GmbH

Niklas Hoffmann

Dr. Oleg Kusyy

Dr. Janybek Orozaliev

Im Auftrag von

Magistrat der Stadt Langen

Langen/Köln/Kassel, 20.01.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Eignungsprüfung	7
2.1	Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz.....	7
2.2	Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz	8
3	Bestandsanalyse	10
3.1	Datenerhebung.....	10
3.2	Aktueller Wärmebedarf oder Wärmeverbrauch einschließlich der eingesetzten Energieträger	11
3.3	Vorhandene Wärmeerzeugungsanlagen	16
3.4	Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen	17
3.5	Wärmedichten - kartografische Darstellungen gemäß Anlage 2 zu § 23 WPG	26
4	Potenzialanalyse	30
4.1	Wärmebedarfsentwicklung: 2025 – 2045.....	30
4.2	Potenziale zu erneuerbaren Energien.....	31
4.2.1	Oberflächennahe Geothermie.....	32
4.2.2	Tiefe Geothermie	35
4.2.3	Grundwasser	36
4.2.4	Oberflächengewässer	36
4.2.5	Abwasser	37
4.2.6	Umgebungsluft.....	37
4.2.7	Solarthermie und Photovoltaik.....	38
4.2.8	Biomasse	43
4.2.9	Unvermeidbare Abwärme	44
4.2.10	Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase	49
4.2.11	Großwärmespeicher	50
4.3	Zusammenfassung der Potenziale	52
5	Einteilung des betrachteten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete	55
5.1	Bewertung der Eignung für Wärmenetzgebiete	55
5.2	Erzeugersimulation und Wirtschaftlichkeitsberechnung für das Wärmenetzgebiet .	58
5.3	Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung	59
5.4	Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG	67
5.5	Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung	69
5.5.1	Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung.....	69
5.5.2	Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung.....	73
5.5.3	Vergleich Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung	78
5.5.4	Fazit zur Eignung mit dezentralen Wärmepumpen	78
5.6	Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG.....	79



6 Zielszenario	82
6.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete-	82
6.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen	85
6.3 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial.....	87
6.4 Auswirkungen auf das Stromnetz	89
6.5 Kennzahlen für das Zielszenario	90
7 Umsetzungsstrategie.....	93
7.1 Übersicht über die Umsetzungsstrategie.....	93
8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung bei der Erstellung der Wärmeplanung	105
8.1 Akteursbeteiligung zu Projektbeginn	105
8.2 Beteiligung in den Projektphasen	106
8.3 Öffentlichkeitsinformation und -beteiligung	106
9 Wärmewendestrategie.....	107
9.1 Verstetigungsstrategie.....	107
9.2 Controllingkonzept	109
10 Zusammenfassung	113
Abkürzungsverzeichnis.....	116
Abbildungsverzeichnis.....	119
Tabellenverzeichnis.....	122
Literaturverzeichnis	123
Anhang.....	124
Erläuterung des Wärmeatlas.....	124
Fragebogen Abwärmepotenzial	126



1 Einleitung

Die Wärmeversorgung in Deutschland befindet sich in einem grundlegenden Transformationsprozess. Während im Stromsektor in den vergangenen Jahren deutliche Fortschritte bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen erzielt wurden, ist die Wärmeversorgung nach wie vor überwiegend von fossilen Energieträgern abhängig. Rund 80 % des heutigen Wärmebedarfs werden durch Gas und Öl gedeckt mit spürbaren Auswirkungen auf Klimabilanz, Versorgungssicherheit und Kostenstabilität. Zugleich verdeutlichen steigende Energiepreise, geopolitische Entwicklungen und die zunehmenden Folgen des Klimawandels die Dringlichkeit eines nachhaltigen und widerstandsfähigen Wärmesystems.

Um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen, kommt der kommunalen Ebene eine zentrale Rolle zu. Mit dem Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) am 1. Januar 2024 hat der Bund erstmals einen verbindlichen Rahmen geschaffen, der eine flächendeckend koordinierte, langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung sicherstellen soll. Alle Kommunen über 10.000 Einwohner sind verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen und diesen im Fünfjahresrhythmus fortzuschreiben. Für Städte unter 100.000 Einwohner, und damit auch für Langen, ist die Fertigstellung bis Mitte 2028 vorgesehen.

Die kommunale Wärmeplanung ist dabei kein technisches Detailinstrument, sondern ein strategisches Planungswerkzeug, das Kommunen in die Lage versetzt, die lokale Wärmewende aktiv zu gestalten. Ziel ist es, einen optimalen, wirtschaftlichen und lokal angepassten Transformationspfad zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu entwickeln. Hierzu werden der aktuelle Wärmebedarf, die bestehende Infrastruktur und die verfügbaren Energiequellen analysiert, Potenziale für Effizienz und erneuerbare Energien identifiziert sowie Szenarien und Umsetzungsstrategien für die zukünftige Versorgung erarbeitet.

Auch die Stadt Langen stellt sich dieser Aufgabe. Sie folgt damit nicht nur der gesetzlichen Verpflichtung, sondern trägt dazu bei, die globalen und nationalen Klimaschutzziele auf lokaler Ebene konkret umzusetzen. Die wachsenden Auswirkungen des Klimawandels unterstreichen die Notwendigkeit entschlossenen Handelns. Gleichzeitig bieten technologische Entwicklungen, digitale Planungsmethoden und der Ausbau erneuerbarer Energien neue Chancen für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung.

Die PRO ENERGY CONSULT GmbH wurde gemeinsam mit der Qoncept Energy GmbH durch die Stadt Langen beauftragt eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen.

Die Wärmeplanung stellt die Basis einer Strategie für die klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 dar. Sie zeigt dafür den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung und verschiedene Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen und unvermeidbarer Abwärme dar. Ebenfalls berücksichtigt werden Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen. Über einen Zwischenstand für die Jahre 2030, 2035 und 2040 wird das klimaneutrale Zielszenario 2045 entwickelt.

Im Wesentlichen gliedert sich die Erstellung des kommunalen Wärmeplans in folgende Hauptphasen:

- Eignungsprüfung
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2045
- Festlegung der Umsetzungsstrategie und des Maßnahmenkatalogs

Die Gliederung dieses Berichts orientiert sich dabei an den Vorgaben des „Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)“ vom 22.12.2023 und hierbei insbesondere am § 13 Ablauf der Wärmeplanung.

Ein besonderer Fokus liegt auf der aktiven Einbindung relevanter Akteure von lokalen Energieversorgern über Wohnungswirtschaft und Gewerbe bis hin zur Bevölkerung. Ein Erfolg der Wärmewende gewährleistet, wenn technologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Faktoren gemeinsam betrachtet werden und die erarbeiteten Maßnahmen breite Akzeptanz finden.

Mit der Erstellung des kommunalen Wärmeplans legt die Stadt Langen die Grundlage für eine nachhaltige, sichere und bezahlbare Wärmeversorgung. Der Wärmeplan dient künftig als strategisches Steuerungsinstrument, das Investitionen lenkt, Planungs- und Rechtssicherheit schafft und die langfristige Transformation hin zur Klimaneutralität unterstützt.



2 Eignungsprüfung

Im Rahmen der Eignungsprüfung gemäß § 14 WPG wird das in der Kommunale Wärmeplanung (KWP) betrachtete Gebiet auf Teilgebiete untersucht, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Die Prüfungskriterien werden in § 14 Absätze 2 und 3 definiert. Da es nur um eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine fehlende Eignung geht, kann sich im weiteren Verlauf des Verfahrens oder auch bei zukünftigen Aktualisierungen der Wärmeplanung ergeben, dass sich dennoch eine Wärmenetzeignung ergibt. Umgekehrt ist zu beachten, dass die dort nicht genannten Teilgebiete nicht zwingend für ein Wärme- oder ein Wasserstoffnetz geeignet sind.

2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz

Ein in der KWP betrachtetes Gebiet oder Teilgebiet eignet sich gemäß § 14 Abs. 2 WPG in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz, wenn

- in dem betrachteten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Wärmenetz besteht und keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorliegen, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können, und
- aufgrund der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmebedarfs davon auszugehen ist, dass eine künftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich sein wird.

Zu prüfen sind somit die drei Kriterien:

- vorhandenes Wärmenetz,
- konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme und
- Wärmebedarf, der eine wirtschaftliche Erschließbarkeit durch ein Wärmenetz ermöglicht.

§ 14 Abs. 2 WPG enthält dabei eine „und-Verknüpfung“. Dementsprechend müssten eigentlich alle drei Kriterien kumulativ gelten. Schon das Kriterium „nutzbare Potenziale aus erneuerbaren Energien“ wird sich aber nur in sehr seltenen Fällen ausschließen lassen, da z. B. große Luftwärmepumpen nahezu überall installiert werden können. Auch die Nutzung von Biomassepotenzialen in Heizkesseln wird nahezu überall möglich sein. In diesem Wärmeplan wird daher vor allem auf das Kriterium der wirtschaftlichen Erschließbarkeit abgestellt. Diese wird wiederum aus den im Rahmen der Eignungsprüfung vorliegenden Erkenntnissen zur Wärmebedarfsdichte abgeleitet. Als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht geeignet“ werden Gebiete eingestuft, die in der Eignungsprüfung oder nach Vorliegen des Wärmeatlasses einen Wärmebedarf von

- weniger 175 MWh/ha*a in Bestandsgebieten oder
- weniger als 70 MWh/ha*a in Neubaugebieten aufweisen.

Diese Kategorisierung wird aus den Hinweisen des Leitfadens zum WPG abgeleitet. Dort werden folgende Indikatoren genannt:



Wärmedicht [MWh/ha*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 – 415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Tabelle 1: *Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliendichte. (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019) Wärmelinien*

Auf Basis der Prüfung dieser Kriterien können Stadtteile vollständig ausgeschlossen werden. Daher müssen alle Stadtteile im Detail geprüft werden, ob diese für ein Wärmenetz geeignet sind.

2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz

Das Wärmeplanungsgesetz gibt in § 14 Abs. 3 vor, dass die Eignung als Wasserstoffnetzgebiet fehlt, wenn

- in dem betrachteten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Gasnetz besteht und entweder keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen oder die Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes über darüberliegende Netzebenen nicht sichergestellt erscheint im Sinne des § 71k Abs. 3 Nr. 1 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) oder
- in dem betrachteten Gebiet oder Teilgebiet ein Gasnetz besteht, aber insbesondere aufgrund der räumlichen Lage, der Abnehmerstruktur des betrachteten Gebiets oder Teilgebiets und des voraussichtlichen Wärmebedarfs davon ausgegangen werden kann, dass die künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein wird.“

Auf dieser Grundlage wurde zunächst überprüft, ob im Planungsgebiet

- ein Gasnetz existiert ist, das eine wirtschaftliche Wasserstoffversorgung ermöglicht
- Planungen für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff auf dem Gemeindegebiet/Stadtgebiet vorliegen.
- eine Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes durch übergeordnete/darüberliegende Netzebenen möglich ist (z. B. Anschluss der Gemeinde an das Wasserstoffkernnetz)

Ein vorhandenes Gasnetz wäre noch keine hinreichende Bedingung für die Eignung eines Teilgebiets als Wasserstoffnetzgebiet, solange die beiden anderen Kriterien nicht erfüllt sind. Zu beachten ist da-



bei, dass der Betreiber eines Gasverteilnetzes, an das eine Gasheizung nach dem 30.6.2028 angeschlossen werden soll, die zukünftig auf Wasserstoff umgestellt werden kann, nach § 71k Abs. 1 Nr. 2 GEG verpflichtet ist, sein Vorhaben zur Umstellung auf Wasserstoff bis zum 30.06.2028 mit der zuständigen Landesbehörde detailliert abgestimmt und veröffentlicht zu haben. Liegt ein solcher Plan nicht vor, kann die entsprechende Gasheizung nicht angeschlossen werden. Im Ergebnis würde der Gasnetzbetreiber mit diesem Umstellungsplan und dem Anschluss einer solchen H₂-Ready-Heizung auch die Verpflichtung übernehmen, das Gasnetz rechtzeitig auf Wasserstoff umzustellen. Das birgt ein hohes wirtschaftliches Risiko für den Gasnetzbetreiber. Daher kann davon ausgegangen werden, dass solche Umstellungspläne eine Ausnahme bleiben werden.

Laut „Anlage 1: Projektübersicht für das Szenario zum Wasserstoff-Kernnetz“ (Stand: 15.11.2023) ist der Kreis Offenbach, in dem die Stadt Langen liegt, nicht für eine Ein- oder Ausspeisung von Wasserstoff vorgesehen. Im benachbarten Kreis Groß-Gerau hingegen soll eine Leitungsstrasse durch die Stadt Rüsselsheim verlaufen. Rüsselsheim liegt in relativer Nähe zu Langen; aufgrund der derzeit unscharfen Anbindungen und fehlenden Planungsdetails ist jedoch nicht abschließend zu bewerten, inwieweit sich hieraus künftig ein konkretes Potenzial für die Wasserstoffversorgung Langens ergeben könnte.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass das Planungsgebiet keine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet zur Versorgung von Raumwärmebedarfen aufweist.



3 Bestandsanalyse

Wesentliche Ziele der Bestandsanalyse gemäß § 15 Abs. 1 WPG sind die Ermittlung

- des derzeitigen Wärmebedarfs oder Wärmeverbrauchs innerhalb des betrachteten Gebiets einschließlich der hierfür eingesetzten Energieträger,
- der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen und
- der für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen

Ausgangspunkt der Bestandsanalyse war eine Erhebung der für die Wärmeplanung relevanten Informationen und erforderlichen Daten zur aktuellen Versorgung des betrachteten Gebiets mit Wärme.

3.1 Datenerhebung

Die Daten wurden auf der Grundlage der Anlage 1 (zu § 15) WPG erhoben. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Daten und die zugehörigen Datenquellen:

Erhobene Daten	Datenquelle
Gasverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Langen
Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre	Wärmeatlas, Stadtwerke Langen SÜWAG insoweit Daten übermittelt wurden
Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik	Bezirksschornsteinfeger/Kehrbuchdaten
Gebäudedaten (Lage, Nutzung, Nutzfläche, Baujahr)	ALKIS, 3D-LoD2 Gebäudedaten
Prozesswärmeverbrauch der letzten drei Jahre	Industrieabfrage
Eingesetzte Energieträger für Prozesswärme	Industrieabfrage
Unvermeidbare Abwärmemenge	Plattform für Abwärme bei der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE)
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Wärmenetzen	Stadtwerke Langen
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Wärmeerzeugern	Stadtwerke Langen
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Gasnetzen	Stadtwerke Langen
Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen	Übertragungsnetzbetreiber über Stadtwerke Langen



zen auf Hoch- und Mittelspannungsebene einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung

Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz	Stadtwerke Langen
Informationen zu Kläranlagen, die für die Abwasserwärmenutzung relevant sind, mindestens die Kapazität in Einwohnergleichwerten	Abwasserverband Langen, Egelsbach, Erzhausen
Informationen zu Abwassernetzen mit einer Mindestnennweite von DN 800	Stadt Langen
Informationen zu Bauleitplänen, die bereits wirksam sind oder die aufgestellt werden, anderen städtebaulichen Planungen und Konzepten sowie zu Planungen anderer öffentlicher Planungsträger, die Auswirkungen auf die Wärmeplanung haben können.	Stadt Langen

Tabelle 2: Erhobene Daten unter Bezug zu Anlage 1 zu § 15 WPG

3.2 Aktueller Wärmebedarf oder Wärmeverbrauch einschließlich der eingesetzten Energieträger

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden die Verbrauchsdaten zugrunde gelegt. Wo diese nicht vorlagen, wurde der absolute und spezifische Wärmebedarf der Gebäude anhand benachbarter Gebäude ähnlichen Bautyps geschätzt. Der absolute Wert zeigt den Wärmebedarf pro Jahr und der spezifische Wert den Wärmebedarf pro m² beheizter Fläche. Die Ergebnisdarstellung folgt der Anlage 2 WPG (zu § 23). Sie liefert einen Überblick über den Jahreswärmeverbrauch und die eingesetzten Energieträger. Zudem werden die anteiligen Wärmeverbräuche getrennt nach den Sektoren Haushalte (HH), Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD), öffentliche Gebäude und Industrie betrachtet.

1. Jährlicher Endenergieverbrauch

Die Wärmeversorgung in der Stadt Langen ist bisher – wie in den meisten Städten Deutschlands – überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Wie sich der Endenergieverbrauch für Wärme in den einzelnen Sektoren aktuell darstellt und welche Energieträger dafür eingesetzt werden, zeigt die folgende Tabelle.

	HH	GHD	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas (netzgebunden)	159,7	38,7	17,4	215,8	77%
Heizöl	20,2	-	-	20,2	7%
Strom	5,1	-	-	5,1	2%



ggf. weitere so- fern bekannt ¹	4,8	-	-	4,8	2%
Wärmenetz	27,4	8,3	-	35,7	13%
Summe	217,2	46,9	17,4		
<i>Anteil in %</i>	77%	17%	6%		

Tabelle 3: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Gigawattstunden (GWh/a) im Jahr 2022

Wie hoch der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbare Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme ist, weist die folgende Tabelle aus. Sie ermöglicht gleichzeitig, die Wärmeversorgungsarten genauer zu betrachten. Die Ergebnisse sind differenziert nach dezentraler und netzgebundener Wärmeversorgung verzeichnet.

Endenergieverbrauch in GWh	Gesamt	Fossil	Unbekannt	Erneuerbar und unver- meidbare Abwärme
Dezentrale Versor- gung	246	216	20	10
Wärmenetz	36	36	-	-
Summe	282	252	20	10
<i>Anteil in %</i>	-	89%	7%	4%

Tabelle 4: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent

In der baublockbezogenen Darstellung stellen sich die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch wie folgt dar:

¹ Biomasse, Solar-thermie, Kohle, Flüssiggas. Aufzählung in § 3 Abs. 1 Ziff. 5 WPG

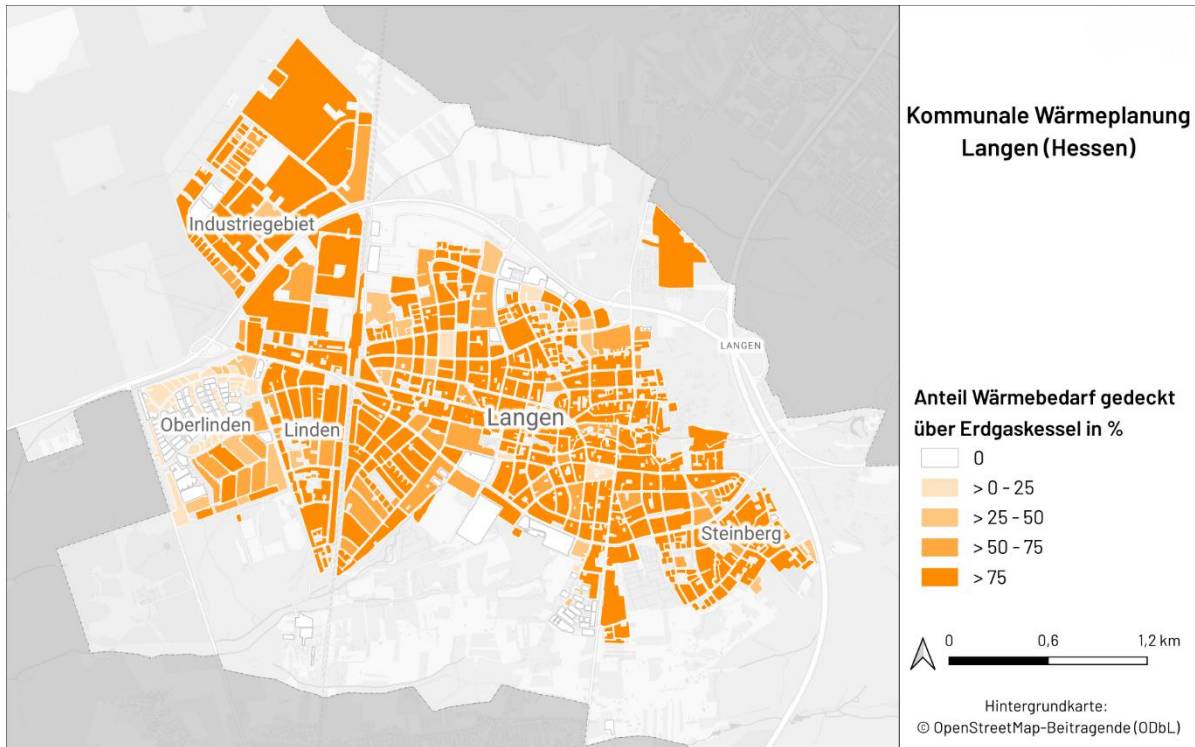


Abbildung 1: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

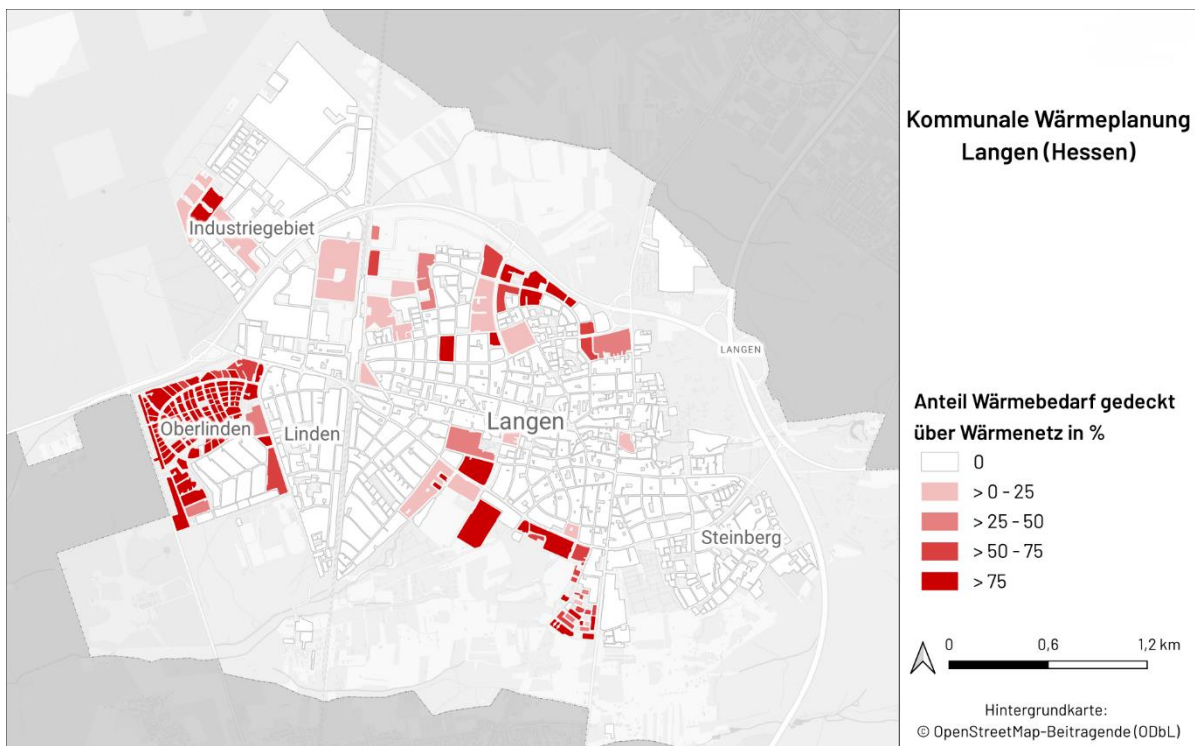


Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

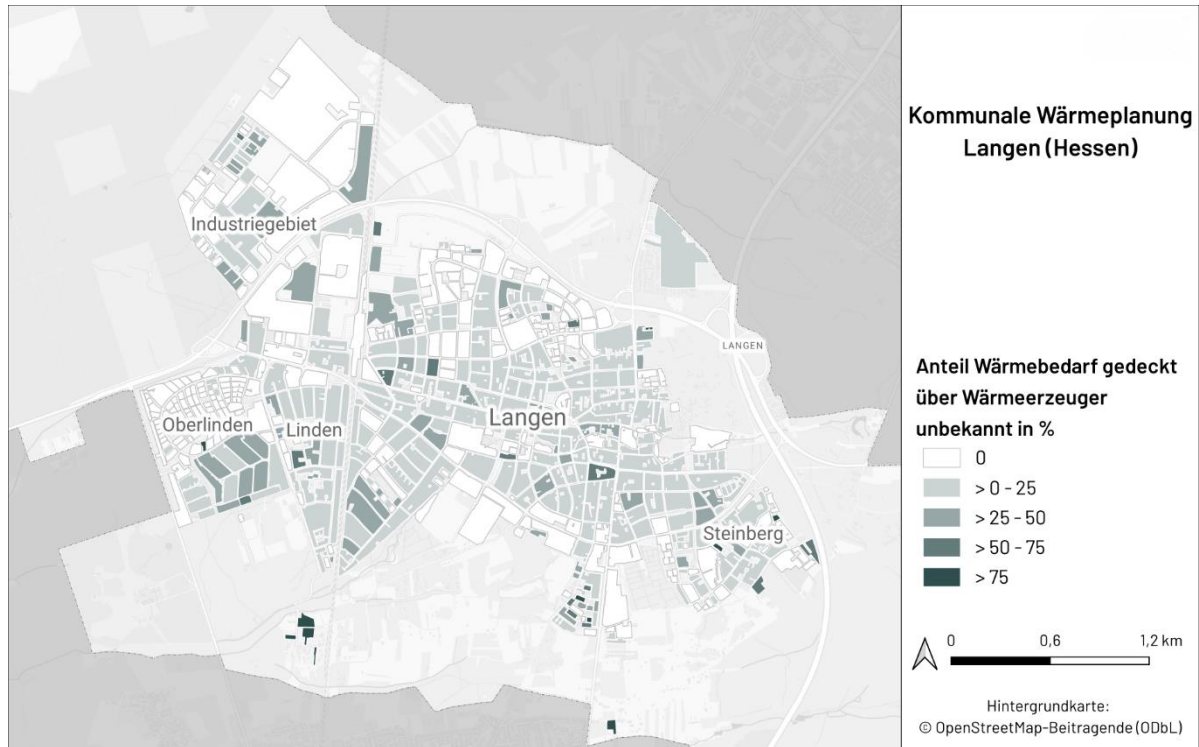


Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über unbekannte Energieträger (vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme

2. Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasbilanz wurde basierend auf der Endenergieträgerbilanz und mit den CO₂-Emissionswerten (inklusive Vorkette) gemäß der aktuellen Fassung des Technikcatalogs zum WPG berechnet. Da rund 7 % der Energieträgerbilanz nicht bekannt sind, wurde angenommen, dass davon 16 % des Endenergieverbrauchs aus der Verbrennung von Biomasse resultiert, 17 % von Wärmepumpen und der Rest auf die Verbrennung von Heizöl zurückgeht. Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde für die Verbrennung von Öl und Erdgas ein Nutzungsgrad von 0,93 angesetzt und für Biomasse ein Nutzungsgrad von 85 %. Dies bedeutet, dass nach Stand 2022 rund 70.386 t CO₂-Äquivalente pro Jahr in der Stadt Langen freigesetzt werden.

Energieträger	CO ₂ -Emissionswerte in g/kWh
Heizöl	310
Erdgas	240
Braunkohle	430
Steinkohle	400
Holz	20
Biogas	139
Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0
Erdkälte, Umgebungskälte	0
Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen	20
Abwärme aus Prozessen	40

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022

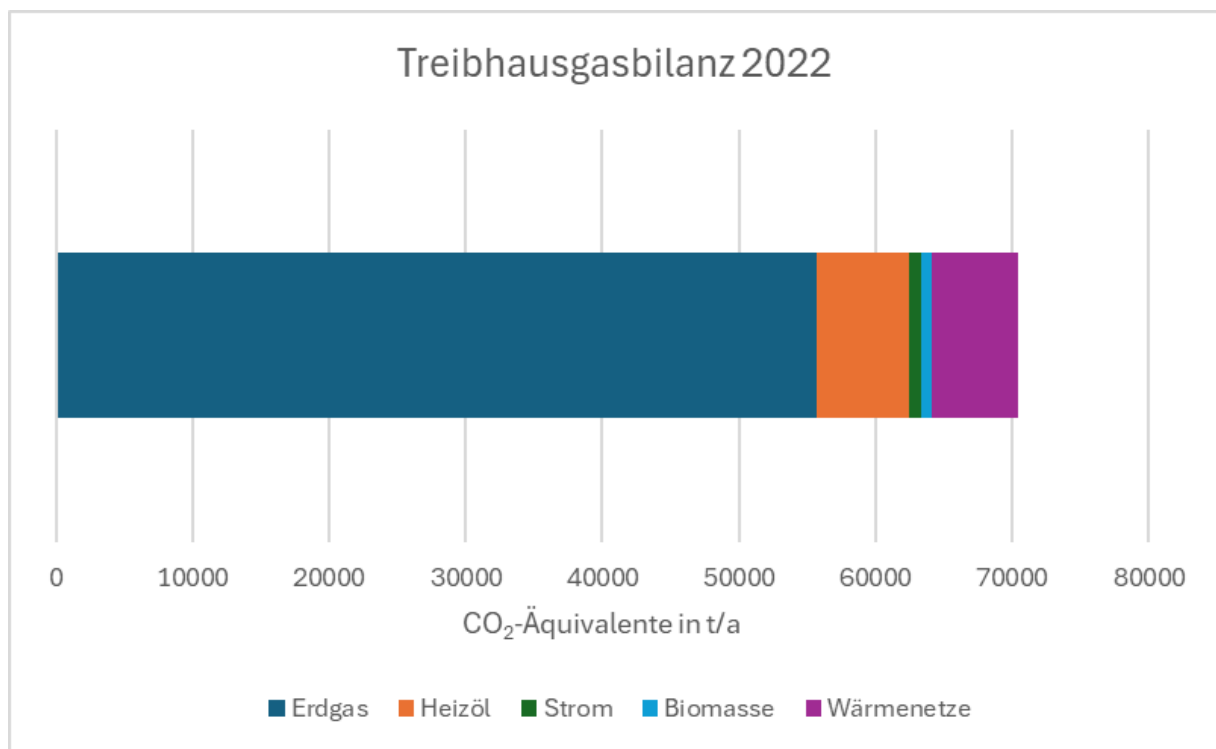


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022

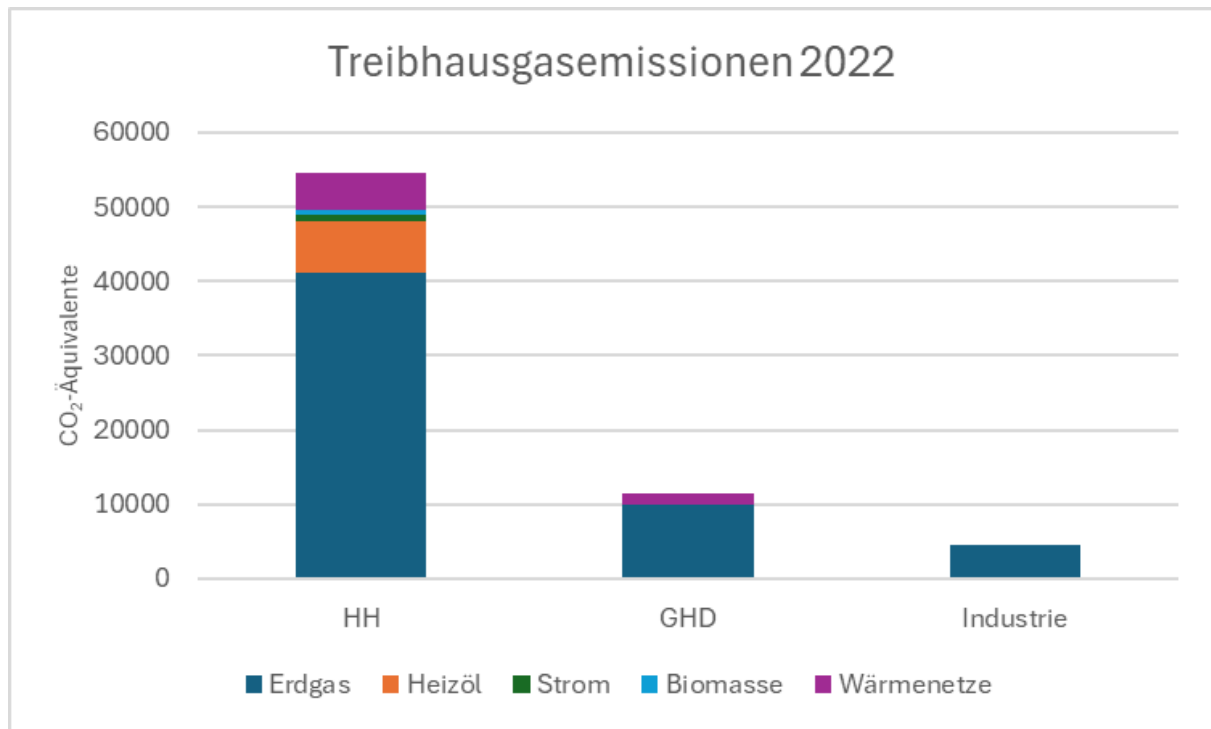


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022

3.3 Vorhandene Wärmeerzeugungsanlagen

Die folgende Tabelle zeigt die vorhandenen dezentralen Erzeugungsanlagen in Langen. Die zentralen Erzeugungsanlagen des vorhandenen Wärmenetzes werden im folgenden Kapitel dargestellt.

	HH	GHD	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas (netzgebunden)	4.699	263	4	4.966	72%
Strom	-	-	-	-	-
Ggf. weitere sofern bekannt ²	-	-	-	-	-
Wärmenetz	828	60	-	888	13%
Unbekannt	805	196	-	1.001	15%
Summe	6.332	519	4	6.855	
<i>Anteil in %</i>	<i>92%</i>	<i>8%</i>	<i>0%</i>		

Tabelle 6: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen im Jahr 2022

² Heizöl, Biomasse, Solarthermie, Kohle, Flüssiggas. Aufzählung in § 3 Abs. 1 Ziff. 5 WPG

3.4 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen

Die folgenden kartografischen Abbildungen stellen Auszüge aus dem Wärmeatlas bzw. dem erstellten digitalen Zwilling für die Infrastrukturanlagen der Wärmeversorgung dar. Beide Instrumente liegen auf Basis eines Geoinformationssystems in digital nutzbaren Formaten in der Stadt-/Gemeindeverwaltung vor.

1. Dezentrale Wärmeerzeuger

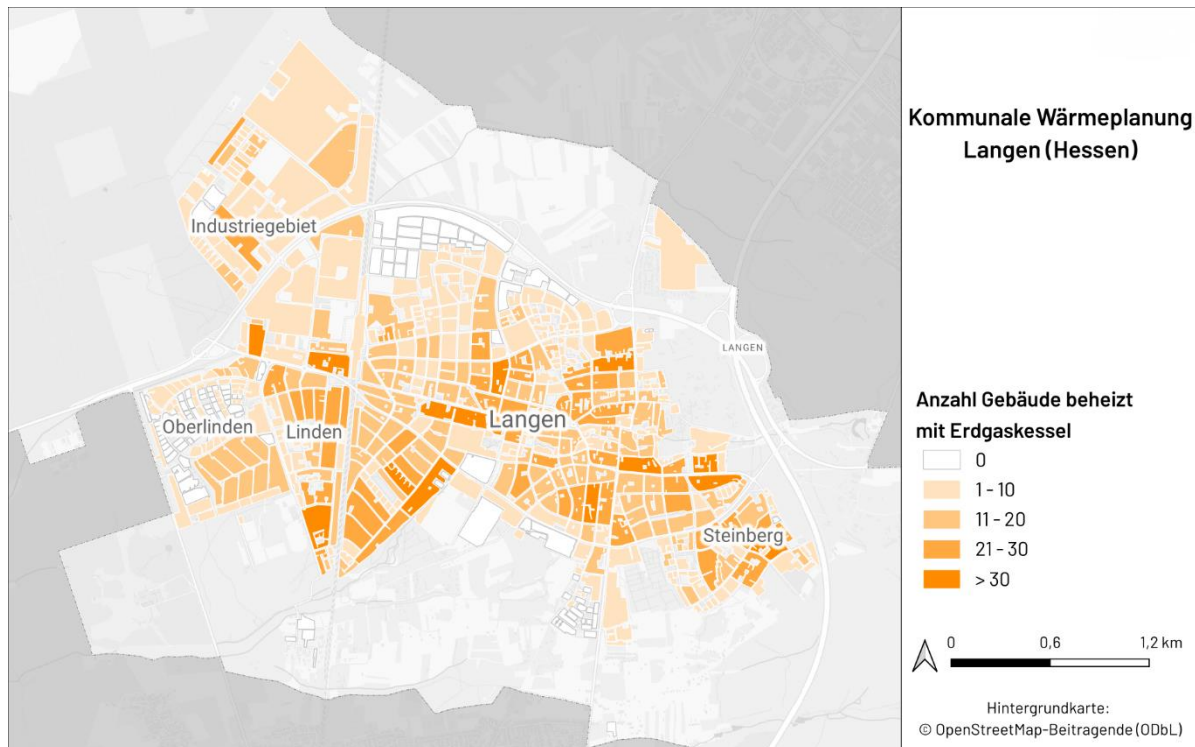


Abbildung 6: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel)

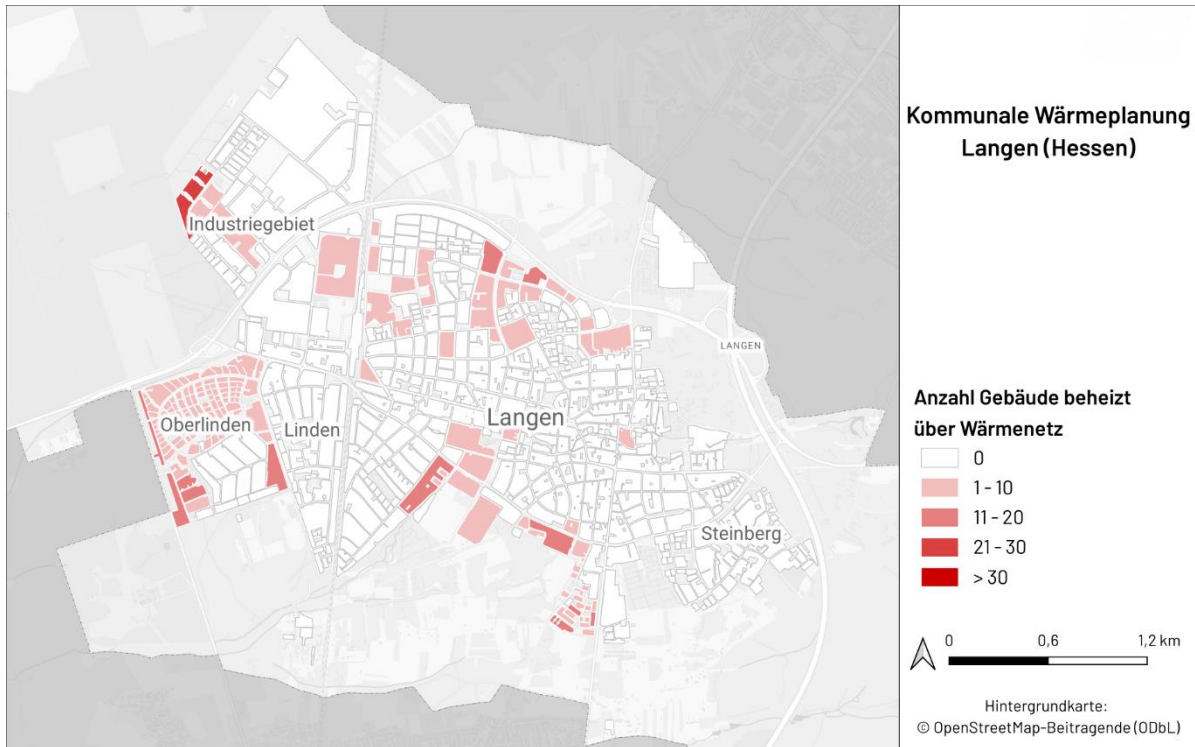


Abbildung 7: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen)

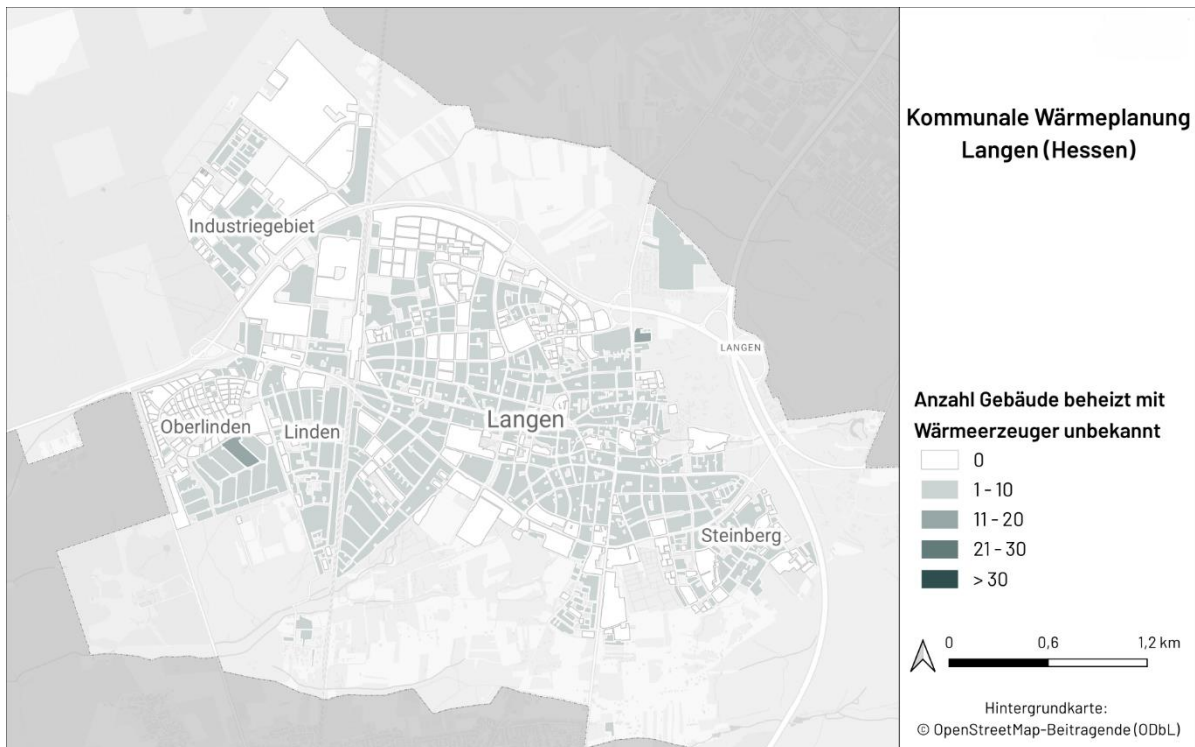


Abbildung 8: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen)

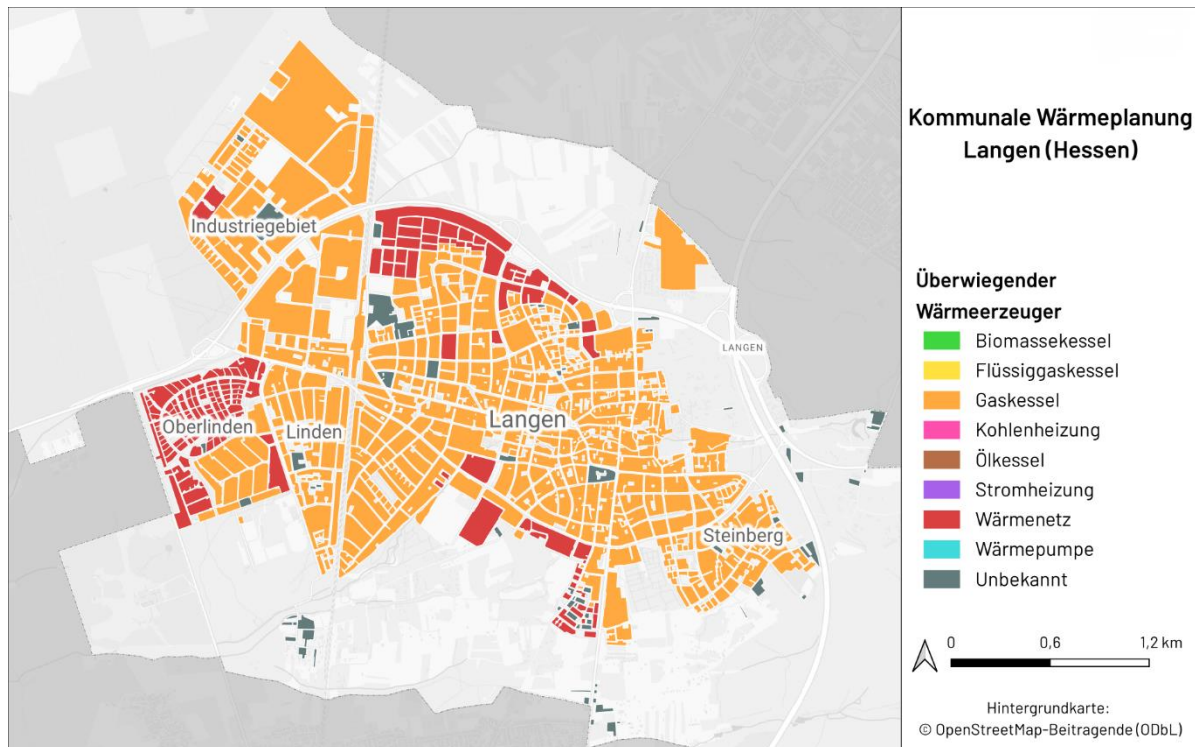


Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger nach Anzahl

Die Karten verdeutlichen die nahezu flächendeckende Versorgung mit Gasnetzen. Die Wärmenetzgebiete sind auch in dieser Darstellung gut erkennbar (vgl. Abbildung 7). Die hohe Anzahl unbekannter Wärmeerzeuger dürfte überwiegend aus Ölkesseln, zum Teil aber auch aus Biomassekesseln und anderen Erzeugern bestehen. Unbekannt sind die Erzeuger insbesondere in den Gebäuden, für die keine Zählerdaten vorliegen.

Die baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Erzeuger (vgl. Abbildung 9) zeigt, dass in vielen Wärmenetzgebieten, die Wärmenetze zwar die Gaskessel als überwiegende Erzeuger ablösen, andererseits aber in einigen Wärmenetzgebieten weiterhin Gas die dominierende Versorgungsart ist.

2. Überwiegender Gebäudetyp

Hier wurden Erkenntnisse über den dominierenden Gebäudetyp in den Teilgebieten gewonnen, um daraus später die Eignung für bestimmte Versorgungsarten ableiten zu können. Die Darstellung erfolgt baublockbezogen. Datengrundlage waren die Zensus-Daten von 2022.

Mehrfamilienhausgebiete eignen sich tendenziell eher für die Versorgung über Wärmenetze. Zu beachten ist, dass die Karte nur den überwiegenden Gebäudetyp abbildet. Insofern ist nicht ausgeschlossen, dass es auch für die ebenso dort vorhandenen Einfamilienhausareale wirtschaftliche Wärmenetzlösungen geben kann. Voraussetzung wäre eine relevante Zahl von Mehrfamilienhäusern oder Ankerkunden aus den Sektoren GHD und Industrie. Besonders sehr dicht bebaute Einfamilienhausgebiete mit Reihenhausanteilen könnten je nach Baualter und -standard für die Wärmenetzversorgung geeignet sein.

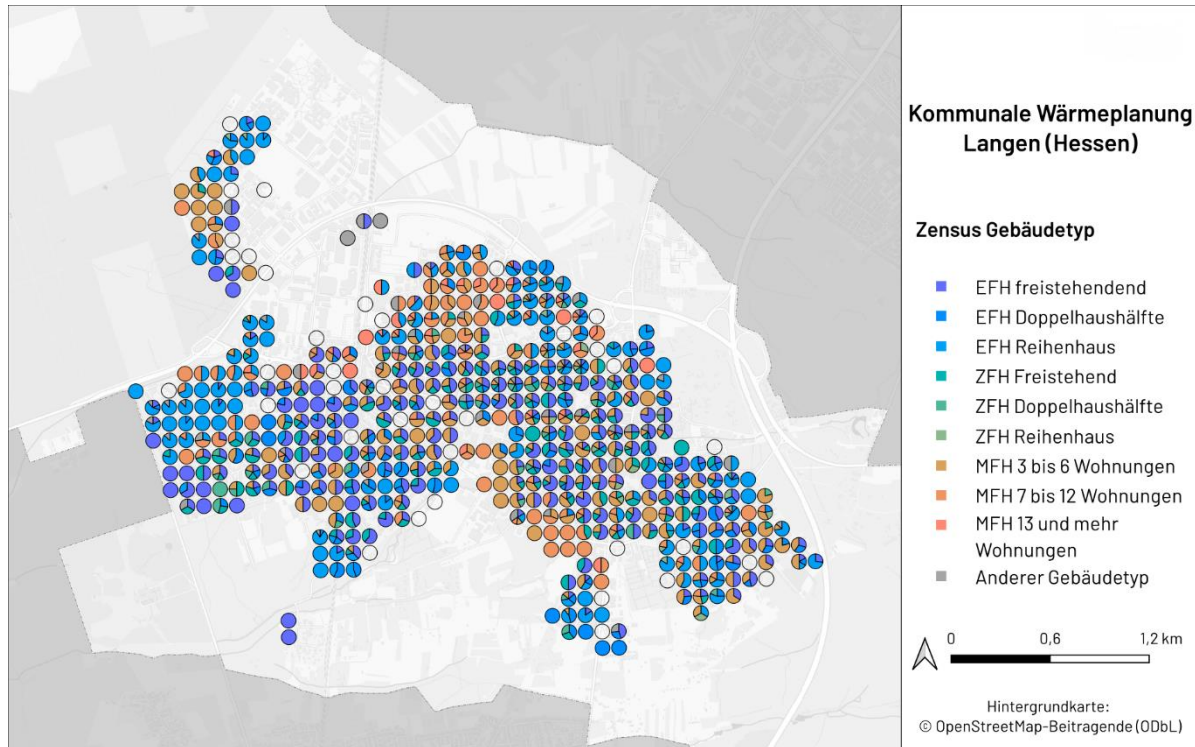


Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung des Überwiegenden Gebäudetyps

3. Überwiegende Baualtersklassen

Die Baualtersklassen werden in der Wärmeplanung erfasst, um daraus den energetischen Baustandard entsprechender Baujahre (vor Sanierung) und damit den Wärmebedarf ableiten zu können. Außerdem können energetische Gebäudesanierungsbedarfe abgeschätzt werden. Das ist relevant, um Teilgebiete mit einem erhöhten Energieeinsparpotenzial gemäß § 18 Abs. 5 WPG zu ermitteln.

Die folgende Abbildung macht die überwiegenden Baualtersklassen in Stadt Langen sichtbar.

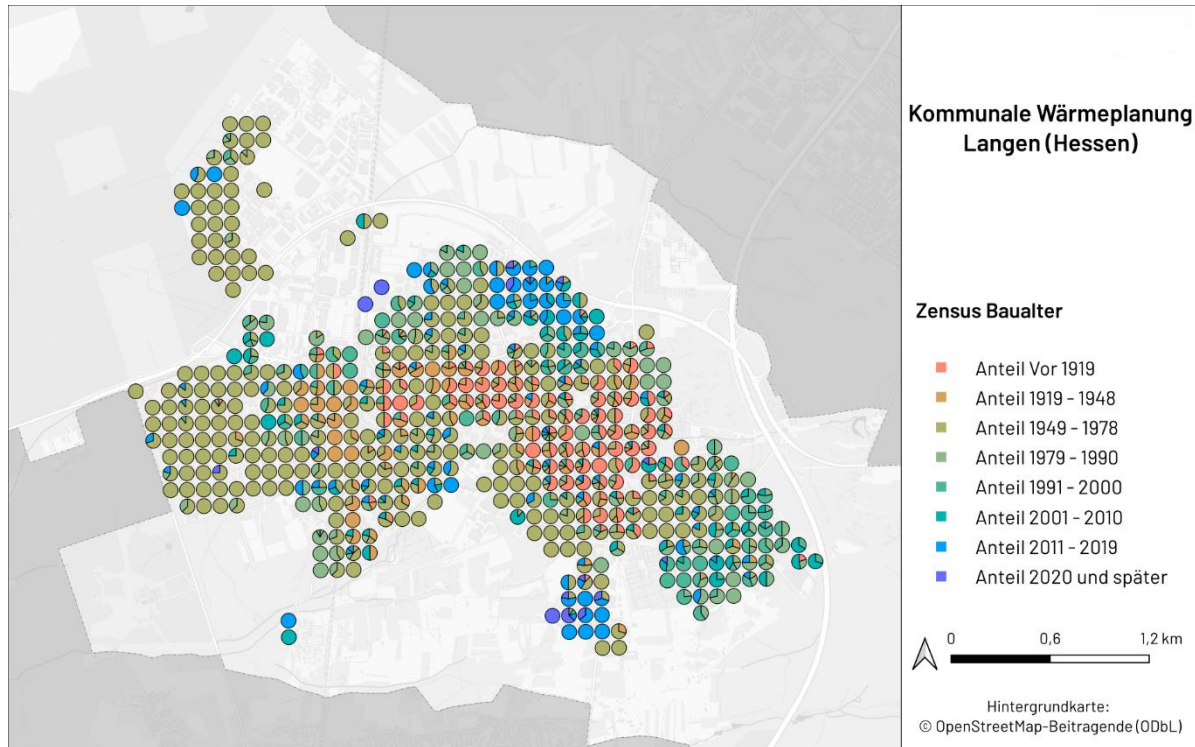


Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude

4. Großverbraucher

Für die Entwicklung von Wärmenetzen ist die Identifizierung von Großverbrauchern und deren Standorten ein wichtiger Schritt. Großverbraucher gelten als besonders vielversprechend für eine Erschließung durch Wärmenetze. Es sei denn, sie befinden sich sehr weit entfernt von anderen Erschließungsbereichen von Wärmenetzen. Dann könnte eine Anbindung an ein Wärmenetz unwirtschaftlich sein. Ebenso entscheidend ist, ob es sich bei dem Großverbraucher um einen Erzeuger von Strom oder Prozesswärme mit hohen Temperaturen handelt. Spätestens bei einem benötigten Temperaturniveau von mehr als 100 °C ist eine Anbindung an ein Wärmenetz in der Regel nicht sinnvoll. Diese Anwendungsfälle wurden in der Untersuchung zum Ausbau eines Wärmenetzes (vgl. Kapitel 5) berücksichtigt, soweit sie bekannt waren.



Abbildung 12: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Absatz 3 Nummer 3)

5. Wärmenetze

Folgende Abbildung enthält eine kartografische Darstellung bestehender Wärmenetze. Baublöcke gelten darin als durch ein Wärmenetz erschlossen, wenn der Wärmebedarf in diesem Baublock mindestens zu 50 % über Wärmenetze gedeckt wird.



Abbildung 13: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung

Bei dieser Darstellung wurde nur dann die Wärmeversorgung durch Wärmenetze berücksichtigt, wenn die Hausadressen der versorgten Gebäude vorlagen. Ansonsten konnte die notwendige Zuordnung zu einem Baublock nicht vorgenommen werden. Das traf auch auf die im Folgenden dargestellten Wärmenetze zum Teil zu. Berücksichtigt wurden dementsprechend die Versorgungsbereiche folgender Netze:

- Stadwerke Langen: Mehrere Netze verteilt über das Stadtgebiet
- Süwag Energie AG: Oberlinden

6. Gasnetze

In der Bestandsanalyse sind gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 lit. B alle bestehenden, geplanten oder genehmigten Gasnetze und -leitungen zu erheben und baublockbezogen kartografisch darzustellen. Die folgende Abbildung macht die Erschließung Stadt Langen durch Gasnetze anschaulich. Baublöcke gelten darin als durch Gasnetz erschlossen, wenn der Wärmbedarf in diesem Baublock mindestens zu 50 % durch Gas gedeckt wird.

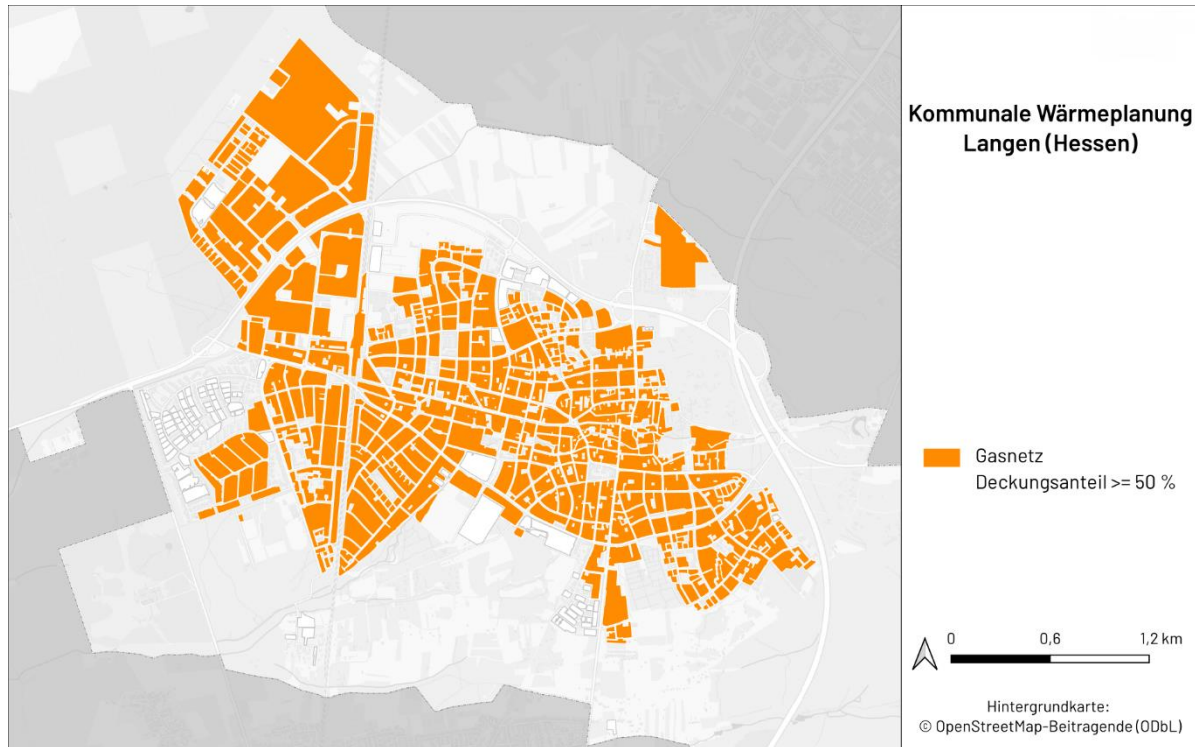


Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung bestehender sowie geplanter und genehmigter Gasnetze und -leitungen

Das Gasnetz in Langen wird durch die Stadtwerke Langen mit methanhaltigem Erdgas betrieben. Teilnetze existieren dort nicht.

7. Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz

Die Wärmeleistung in den Fernwärmenetzen der Stadtwerke Langen wird derzeit über mehrere dezentrale Erzeuger bereitgestellt. Ein Überblick über die aktuellen Erzeugungsanlagen ist in Tabelle 3 dargestellt.



Wärme- netz	Erzeugungsanlage Name	Erzeugungsan- lage	Energie- träger	Erzeugung in MWh	Anteil an Gesamt- wärmemenge ⁴
	105_Sportzentrum Nord	BHKW und Kessel	Erdgas	1.766,1	24 %
Nord ⁵	108_ESA-Nord	BHKW und Kessel	Erdgas	4.199,6	56 %
	112_ Weserstr.	BHKW und Kessel	Erdgas	1.532,5	20 %
Nord- An- nastr. ⁶	104_Annastr.	BHKW und Kessel	Erdgas	829,4	100 %
Süd- West ⁸	101_Südliche Ringstr.	Kessel	Erdgas	4.670,6	100 %
Süd-Ost ⁷	107_Feuerwehr	BHKW und Kessel	Erdgas	4.453,4	100 %
Neurott	106_Steubenstr.	BHKW und Kessel	Erdgas	2.300,8	100 %

Tabelle 7: Erzeugerpark (2022); seit ca. Herbst 2024 ist ein Zusammenschluss von Netz Süd-West und Süd-Ost erfolgt

Zurzeit werden 100 % der Wärmeenergie in den Wärmenetzen der Stadtwerke Langen aus Erdgas gewonnen.

Für die Wärmenetze der SÜWAG in Oberlinden liegen keine vergleichbaren Daten und Informationen zu den Bestandsanlagen vor.

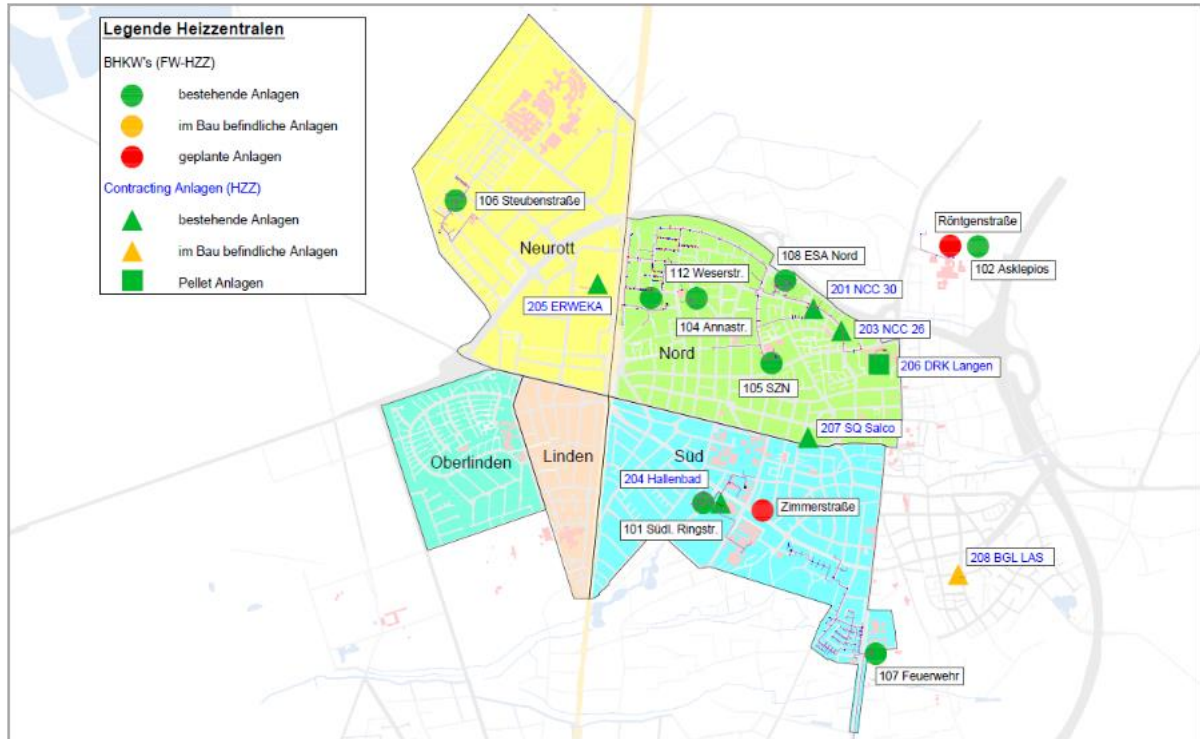


Abbildung 15: Standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz

8. Wärme- und Gasspeicher

In dem Gemeindegebiet Langen sind derzeit keine Wärme- und Gasspeicher vorhanden.

9. Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

In dem Gemeindegebiet Langen sind derzeit keine Erzeugungsanlagen für Wasserstoff oder synthetische Gase vorhanden und aktuell auch nicht geplant.

10. Stromnetze

Auf der Grundlage von Anlage 1 (zu § 15) WPG wurden Informationen und Daten zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung erhoben. Zusätzlich erfasst wurden Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz. Diese Daten liegen in der Verwaltung vor, werden auf der Grundlage des WPG jedoch nicht im Wärmeplan veröffentlicht. Netzausbaupläne können zudem über VNBdigital (VNBdigital, 2025) abgerufen werden.

3.5 Wärmedichten - kartografische Darstellungen gemäß Anlage 2 zu § 23 WPG

Als wesentliches Planungsinstrument wurde ein aktualisierter gebäudescharfer Wärmeatlas erstellt. Der Wärmeatlas ermöglicht räumlich aufgelöste Analysen. Wesentliche Grundlage des Wärmeatlas waren die Zählerdaten (Gas, Wärme, Strom zu Heizzwecken), die Schornsteinfegerdaten und die AL-KIS-Daten. Die Verbrauchsdaten wurden mit den GIS-Daten der Gebäude verschnitten.



Auf Basis der erhobenen Daten ist die Erfassung und Beschreibung der Gebäude- und Verbraucherstruktur erfolgt. Die Verschneidung von bekannten Wärmebedarfen aus Zählerdaten mit den jeweiligen Gebäuden ist über Hausadressen bzw. Hauskoordinaten erfolgt. Zur Bestimmung von spezifischen Wärmebedarfsdaten wurden neben den Endenergieverbrauchsdaten Wohnflächen bzw. Energiebezugsflächen verwendet. Die dafür benötigten Energiebezugsflächen wurden angelehnt an den gängigen Ansatz der Energieeinsparverordnung auf Basis der 3D-Gebäudedaten ermittelt.

Für die aggregierte Darstellung von Wärmebedarfen bzw. Wärmebedarfsdichten sind angrenzende bebaute Flurstücke zu „Quartieren“ (Baublöcken), die durch Straßen voneinander getrennt sind – zusammengefasst. Auf dieser Ebene sind die relevanten Werte einfacher zu erfassen und zu deuten.

Es wurden räumliche Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten erstellt, wie z. B. das Gebäude hat eine oder mehrere Hausadressen, grenzt an Gebäude „X“, liegt auf einem Flurstück „Y“, gehört zu einem Stadtteil „Z“ bzw. Quartier und besitzt einen Gasanschluss. Das hat eine Aggregation der Daten ermöglicht, um Maßnahmen, wie z. B. eine mögliche Nahwärmeversorgung, bewerten zu können.

Nach der Datenverschneidung und Charakterisierung der Gebäude wurde eine umfangreiche Plausibilitätskontrolle durchgeführt, um die Qualität des Wärmeetlas zu erhöhen. Dabei wurde geprüft, ob alle Verbrauchsdaten zu den Gebäuden zugeordnet werden konnten. Fehler können sich durch nicht korrekte Adressangaben in den Datensätzen ergeben. Diese wurden manuell nachgebessert. Weiterhin wurden die flächenspezifischen Verbräuche aller Gebäude überprüft. Hier lag der Fokus darauf, sehr auffällige Werte wie z. B. sehr geringe (z. B. $< 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) und sehr hohe Werte ($> 400 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) zu identifizieren und ggf. anzupassen. Häufig handelt es sich bei den niedrigen Verbräuchen um einen Gasverbrauch ausschließlich für Kochzwecke (also nicht für Heizung). Bei sehr hohen spezifischen Verbräuchen handelt es sich häufig um Fälle, wo der angegebene (abgerechnete) Verbrauch einer Adresse mehrere weitere Gebäude mitversorgt (z. B. ein Reihenhaus mit fünf Einheiten und einem Gasanschluss oder mehrere Verwaltungsgebäude auf einem oder mehreren Flurstücken mit nur einem Wärmeerzeuger). Mit Hilfe verschiedener mathematischer Algorithmen werden solche Situationen automatisiert erkannt und mehrere Gebäude zu Versorgungsverbänden zusammengefasst. Somit mussten für die mitversorgten Gebäude keine eigenen Wärmebedarfsabschätzungen erfolgen.

Im nächsten Schritt wurde der Wärmebedarf für Gebäude ohne Verbrauchsdaten geschätzt. Hierzu wurde der flächenspezifische Wärmebedarf für das zu untersuchende Gebäude aus den benachbarten Gebäuden (für die Zählerdaten vorliegen) abgeschätzt. Hierbei wird unterstellt, dass der Sanierungsstand und die Nutzung den umliegenden Gebäuden in etwa entsprechen. Direkte Nachbarn und ähnlich große Gebäude wurden dabei höher gewichtet. In Sonderfällen, dort wo es keine Daten zu umliegenden Gebäuden gibt, wurden diese Gebäude nicht berücksichtigt, somit der Wärmebedarf der Gebäude auch nicht im Wärmeetlas dargestellt. In solchen Fällen ist es für die weitere Prüfung und Auslegung von Wärmeversorgungssystemen unabdingbar, weitere Daten einzuholen. Dies kann über eine Befragung mittels Fragebogen geschehen. So können die im Wärmeetlas vorhandenen Daten nachgebessert und plausibilisiert bzw. detailliertere Informationen wie z. B. zusätzliche Wärmeerzeuger, installierte Leistungen zum Abnehmer, Alter der Heizungsanlage etc. eingeholt werden.

Im Ergebnis liegt ein gebäudescharfer Wärmeetlas mit Informationen zu den Gebäuden (Gebäudetyp, Nutzungsart, Größe, beheizte Fläche etc.), Energieträgern und zum Wärmebedarf mit Projektion für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 vor. Die Daten wurden in einer Datenbank gespeichert.

Der Wärmeetlas visualisiert die Daten auf drei Ebenen:

- Gebäude
- Quartier (auch Gebäudeblock genannt, Gruppe von Gebäuden, die sich auf angrenzenden Flurstücken befinden und durch Straßen abgegrenzt werden können)
- Potenzielle Wärmenetzgebiete

Aus den vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten des erstellten digitalen Wärmetlas, werden an dieser Stelle die gemäß Anlage 2 (zu § 23) Abs. 2 Ziff. 1 und 2 WPG vorgegebenen Karten dargestellt:

1. Aktuelle Wärmeverbrauchsichten

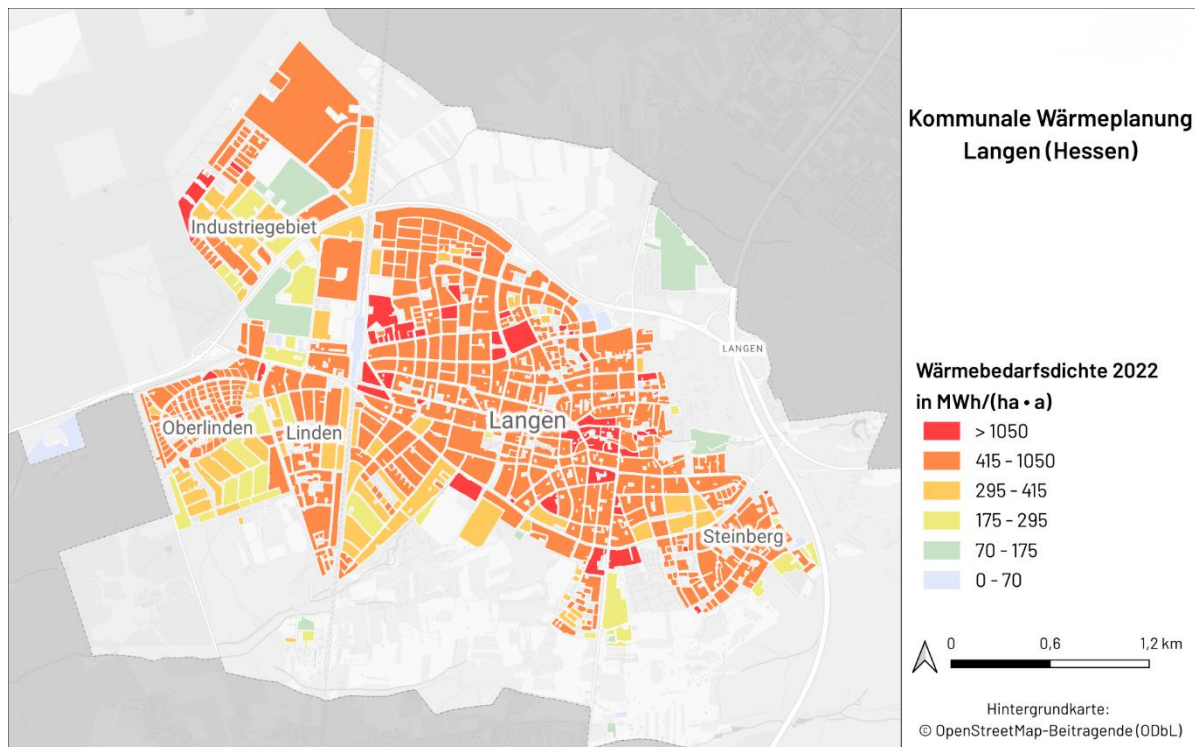


Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr

2. Aktuelle Wärmelinienichten

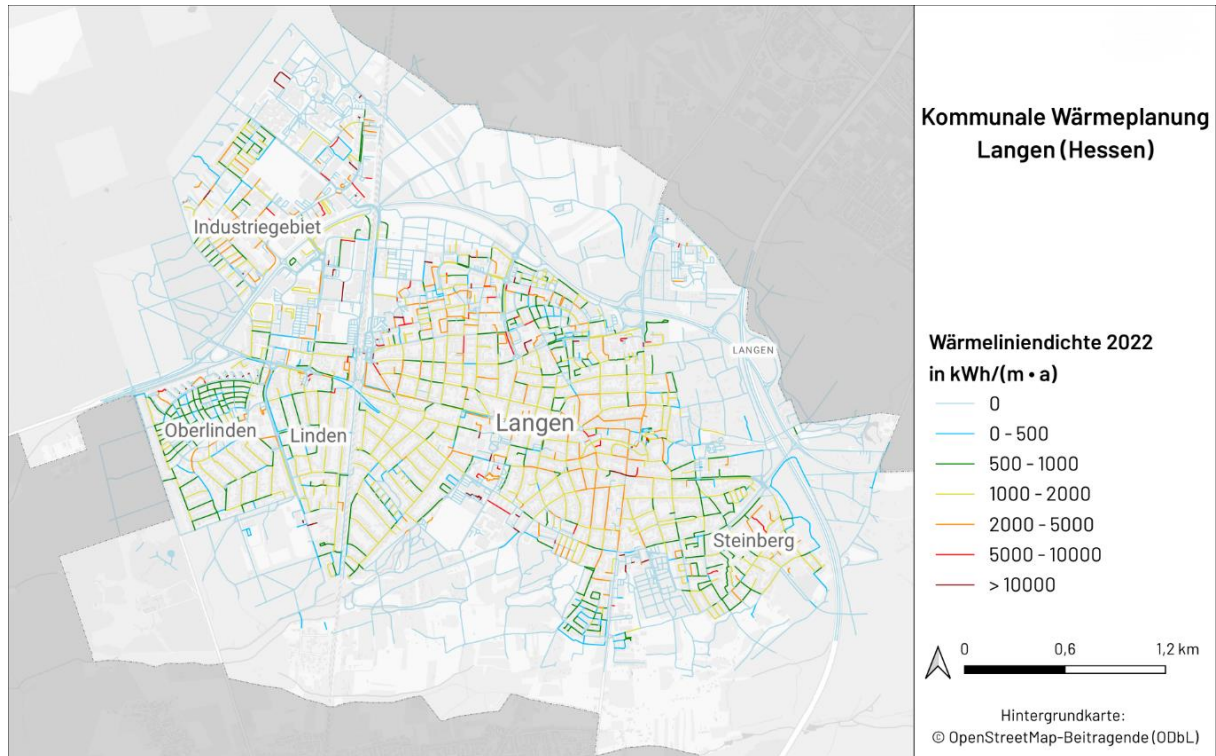


Abbildung 17: Straßenabschnittbezogene Darstellung der Wärmeliniendichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr

Die Auswertung zeigt, dass gerade das Zentrum von Stadt Langen, einen mittleren bis hohen bis sehr hohen Wärmebedarf aufweist. Vor allem im Randgebiet ist die Wärmeliniendichte niedriger. Oberlinden weist eine geringere Wärmeliniendichte auf. Zudem ist die Wärmeliniendichte im Nord-Osten und Süden sowie Steinberg geringer. Ein größeres Gebiet mit einer sehr hohen spezifischen Wärmeliniendichte zeigt sich nicht.

4 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden quantitativ und räumlich differenziert die im in der KWP betrachteten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung ermittelt. Bekannte räumliche, technische, rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen wurden berücksichtigt.

Die ermittelten Potenziale werden quantitativ und nach Energieträgern sowie räumlich differenziert kartografisch ausgewiesen. Die Darstellung der Potenziale im Wärmeplan erfolgt mit dem Ziel, Wärmeversorgern und -verbrauchern möglichst konkrete Anhaltspunkte zu geben, welche Energiequellen sie in vertiefenden Analysen und Planungen genauer untersuchen sollten. Ausschlussgebiete wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete werden räumlich differenziert ausgewiesen.

Zudem wurden die Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden sowie in industriellen oder gewerblichen Prozessen abgeschätzt.

4.1 Wärmebedarfsentwicklung: 2025 – 2045

Zur Berechnung und Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde ein Treibermodell angewendet, welches lokalspezifische Randbedingungen berücksichtigt. Dazu gehören bspw. die Bevölkerungs- und Erwerbstätigenentwicklung oder die Wohnflächenentwicklung. Soweit sektorspezifische Unterscheidungen möglich waren, wurden für die Wärmeanwendungen Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme individuelle Treiber für die Änderung des Wärmebedarfs definiert und quantifiziert. Die folgende Abbildung stellt das Treibermodell für jeden Sektor schematisch dar.

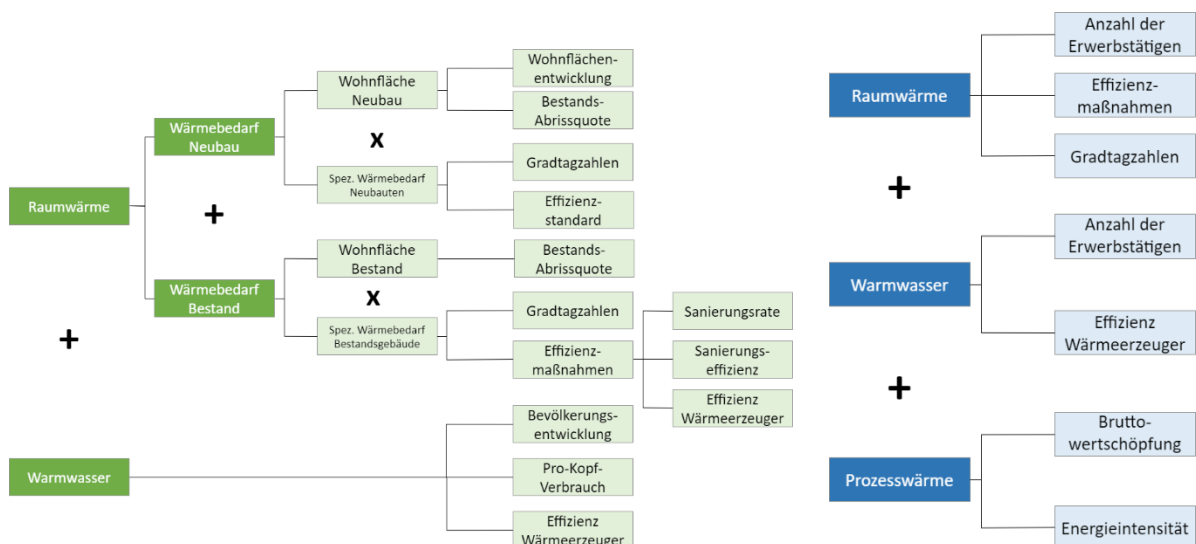


Abbildung 18: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), Wärmeanwendungen und Treiber der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts).

Im Folgenden werden die wichtigsten Annahmen der Wärmebedarfsentwicklung erläutert:

- Differenzierung Altstadtgebiet (Fachwerkhäuser) und übriges Stadtgebiet

- Im Altstadtgebiet geringere Sanierungstätigkeit und moderate Maßnahmen: 0,8 %/a Sanierungsrate, 25 % Sanierungseffizienz
- Für Wohngebäude und übriges Stadtgebiet wird das Szenario „Business-as-usual (BAU)“ angenommen: 1,5 % Sanierungsrate / 50 % Sanierungseffizienz; entspricht der in der Vergangenheit (2010–2016) ermittelten durchschnittlichen Sanierungsrate für Altbauten (vor 1980)

Die Entwicklung des Wärmebedarfs zeigen die folgenden Darstellungen

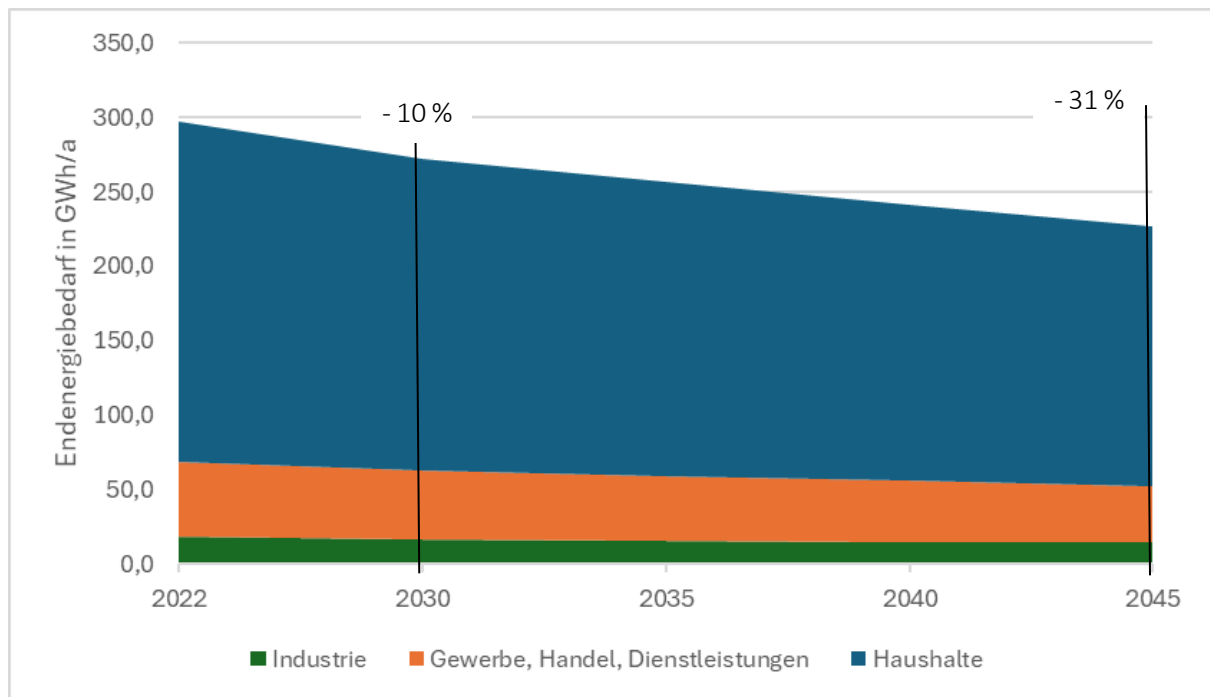


Abbildung 19: Wärmebedarfsreduktion von 2022 bis 2045 differenziert nach Sektoren

Alle Angaben in %	Reduktion bis 2030	Reduktion bis 2035	Reduktion bis 2040	Reduktion bis 2045
Haushalte	10	16	24	31
Gebäude, Handel und Dienstleistungen	9	16	23	30
Industrie	9	16	23	30
Summe	10	16	24	31

Tabelle 8: Wärmebedarfsreduktion bis zum jeweiligen Stützjahr nach Sektoren

4.2 Potenziale zu erneuerbaren Energien

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, reicht es nicht aus, den Stromsektor zu dekarbonisieren und erneuerbare Stromquellen auszubauen. Ebenso müssen die vorhandenen Potenziale lokaler Wärmequellen umfassend genutzt werden. Zu diesen lokalen Quellen zählen unter anderem Solarenergie,

Geothermie, Grundwasser, Oberflächengewässer, unvermeidbare Abwärme sowie Biomasse. Sie können sowohl auf einzelnen Grundstücken als auch auf Ebene ganzer Quartiere über entsprechende Wärmenetze oder Quartiersansätze erschlossen werden. Neben der Erzeugung und Verteilung von Wärme spielt künftig auch die Speicherung thermischer Energie eine zentrale Rolle.

In der Potenzialanalyse werden unterschiedliche Stufen der Potenziale unterschieden. Das theoretische Potenzial beschreibt das physikalisch verfügbare Angebot einer Energieressource oder eines nachwachsenden Rohstoffs in einem bestimmten Gebiet. Das technische Potenzial umfasst jenen Anteil, der unter Berücksichtigung begrenzender Faktoren tatsächlich und dauerhaft, insbesondere bei Biomasse ohne Übernutzung, genutzt werden kann. Das wirtschaftliche Potenzial bezieht sich auf den Teil, der unter aktuellen oder angenommenen Rahmenbedingungen finanziell tragfähig ist; es verändert sich unter anderem mit dem CO₂-Preis. Das umsetzbare Potenzial berücksichtigt darüber hinaus weitere hemmende Faktoren wie das Verhalten wirtschaftlicher Akteure sowie rechtliche und administrative Einschränkungen.



Abbildung 20: Darstellung zur Abgrenzung der Potenzialbegriffe

Im Rahmen der Analyse werden die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen bewertet. Die daraus abgeleiteten Werte bilden die Grundlage für die entwickelten Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Langen. Sie stellen das technisch erschließbare Potenzial dar, dessen tatsächliche Umsetzung jeweils im Einzelfall geprüft und weiter konkretisiert werden muss. Die ermittelten Potenziale werden in den folgenden Abschnitten detailliert erläutert.

4.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie kann sowohl für die Wärmeeinspeisung in ein Wärmenetz als auch für Nutzung über dezentrale Wärmepumpen an den Gebäuden geeignet sei. Oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf Bohrtiefen von bis zu 400 Meter. Maßgeblich für die Eignung sind die möglichen Wärmeentzugsleistungen des Bodens und die Flächenverfügbarkeit. Als Randbedingungen für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie ist die Aufstellung außerhalb von wasserwirtschaftlichen unzulässigen Gebieten zu nennen. Wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch ungünstige Gebiete sind demgegenüber nicht direkt ein Ausschlusskriterium. Dort bedarf es einer gesonderten Beurteilung des Vorhabens im Rahmen einer Einzelfallprüfung durch die zuständige Behörde. Mögliche Auflagen in diesen Bereichen sind die Beschränkung der Bohrtiefe oder bohrtechnische Auflagen. Auf dieser Grundlage wurde nach geeigneten Flächen gesucht und das Potenzial für die Stadt Langen berechnet.

4.2.1.1 Nutzung der oberflächennahen Geothermie zur zentralen Wärmeversorgung

Zur Identifikation potenziell geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmesondenfelder für Nahwärmenetze wurden verfügbare Geodaten systematisch ausgewertet. Als Datengrundlage für die Eignung von Geothermie in Langen dient das Geoportal des Landes Hessen "Geoviewer". Für die oberflächennahe Geothermie stehen zwei Beurteilungsebenen zur Verfügung: Die Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen und die Punktuelle Beschreibung der Wärmeleitfähigkeit (WLF) für den oberflächennahen Untergrund für verschiedene Tiefenbereiche.

4.2.1.1.1 Flächenfindung

Im Genehmigungsverfahren für Erdwärmesonden wird zwischen verschiedenen Standorttypen unterschieden, die vom HLNUG im Hinblick auf den Grundwasserschutz als günstig, ungünstig oder unzulässig eingestuft werden.

Die wasserwirtschaftliche Einstufung berücksichtigt dabei insbesondere die Lage innerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten.

Die hydrogeologische Einstufung bezieht sich hingegen auf geologische Gegebenheiten wie etwa artesische Druckverhältnisse, ausgeprägte Grundwasserstocktrennung, Aufstiege von Mineralwasser oder CO₂, hohe Durchlässigkeiten, Karsterscheinungen sowie quellfähige oder wasserlösliche Gesteine. Solche Bedingungen erfordern bei Bohrungen und beim Ausbau von Erdwärmesonden besondere Aufmerksamkeit und Vorsichtsmaßnahmen

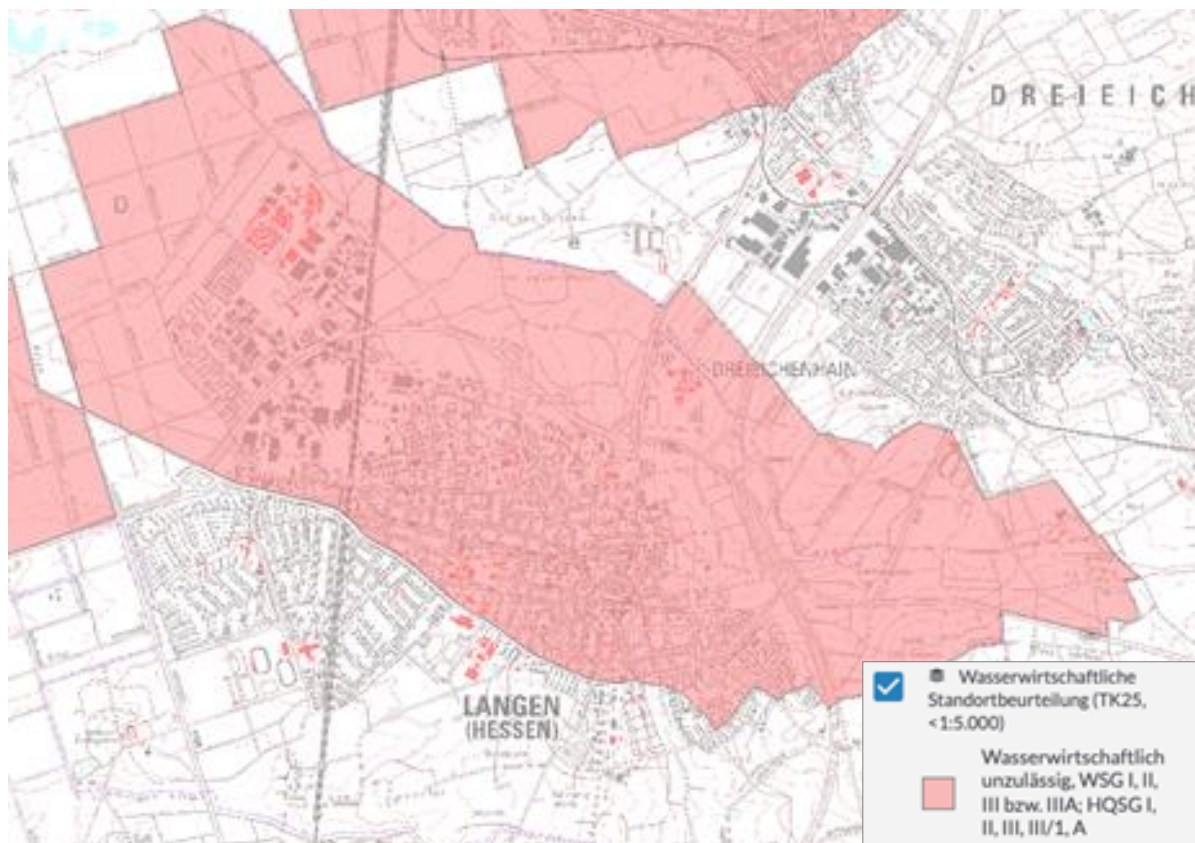


Abbildung 21: Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung



Die wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung schließt den Großteil der der Gemeindefläche von Langen aus und identifiziert dieses Gebiet (rot) als wasserwirtschaftlich unzulässig. Eine oberflächennahe Geothermie wird hingegen im restlichen Gemeindegebiet als sensibel eingeordnet.

Die für Langen verfügbaren Quellen (Geoviewer Hessen) stufen die hydrologische Standortbeurteilung für das gesamte Gemeindegebiet von Langen als günstig.

4.2.1.1.2 Potenzialermittlung

Für die Potenzialermittlung der oberflächennahen Geothermie wurden allen Gesteinstypen der hessischen Petrographieliste auf Basis von Literaturdaten und Messungen der hessischen Landesregierung Minimal-, Median- und Maximalwerte der Wärmeleitfähigkeit (WLF) zugeordnet. Anschließend wurde für jede Bohrung der hessischen Bohrdatenbank das Produkt aus WLF und Mächtigkeit der jeweiligen Schichten berechnet. Daraus erfolgte die Ermittlung der mittleren Wärmeleitfähigkeit von der Geländeoberfläche bis zu den vorgegebenen Tiefenbereichen.

Die so bestimmten Werte beziehen sich auf trockenes Gestein mit luftgefüllten Poren und Klüften. Da jedoch mit zunehmender Wassersättigung die Wärmeleitfähigkeit steigt und Erdwärmesonden in der Regel Gesteinsschichten mit wassergefüllten Poren, Rissen und Klüften erschließen, stellen die ermittelten WLF im Allgemeinen konservative Schätzungen dar.

Nicht ausgeschlossen werden kann, dass in Einzelfällen die tatsächliche Wärmeleitfähigkeit noch geringer ausfällt.

Die endgültige Prüfung und Festlegung der WLF, die für Planung und Auslegung einer Erdwärmesondenanlage maßgeblich ist, obliegt daher der Verantwortung des Planers.

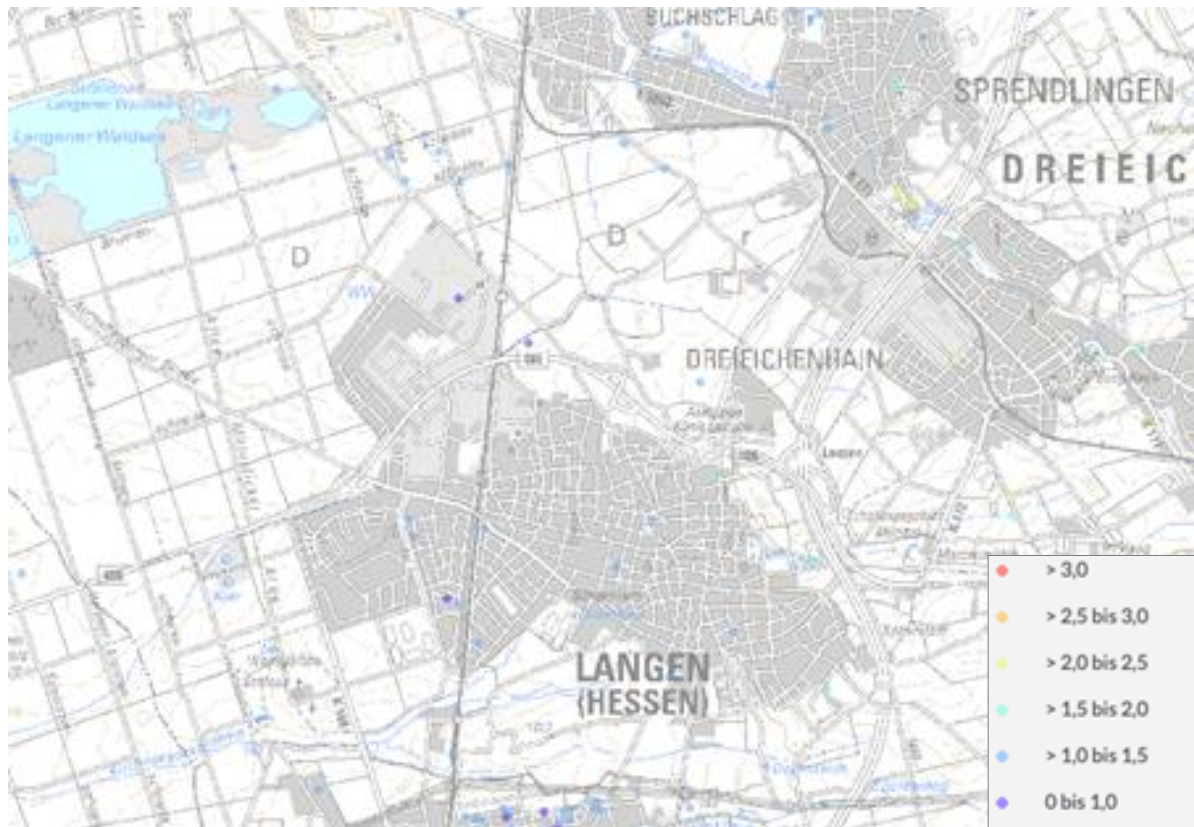


Abbildung 22: Oberflächennahe Geothermie Bohrungsstellen

Im Gemeindegebiet Langen wurden 24 Bohrungen durchgeführt mit einer Bohrtiefe bis 140 Meter ohne Berücksichtigung des Grundwassers. Innerhalb des wasserwirtschaftlich zulässigen Gebietes überschreitet die mittlere Leitfähigkeit des trockenen Gesteins nicht 1,4 W/mK auf allen Bohrungstiefen. Dabei handelt es sich um eine Leitfähigkeit, die schwach, bis mittel einzuordnen ist. Vor dem Hintergrund dieser eingeschränkten Leitfähigkeit sowie die sensible und teils unzulässigen wasserwirtschaftlichen Nutzbarkeit wird die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in der Stadt Langen derzeit nicht als umsetzungsrelevantes Element der kommunalen Wärmeplanung bewertet.

4.2.2 Tiefe Geothermie

Tiefe Geothermie nutzt Gesteinsschichten in Tiefen von über 1.500 Metern und kann dadurch Wärme auf einem hohen Temperaturniveau bereitstellen. Im Gegensatz zur mitteltiefen Geothermie ermöglicht sie oftmals eine direkte Einspeisung in Fernwärmenetze, ohne dass zuvor eine Temperaturerhebung durch Großwärmepumpen erforderlich ist.

Die Erschließung tiefer geothermischer Ressourcen ist jedoch mit hohen Investitionskosten und geologischen Unsicherheiten verbunden. Nicht jede Tiefenbohrung führt zu einer wirtschaftlich nutzbaren Förderrate, weshalb eine präzise geologische Erkundung, eine sorgfältige Planung sowie eine fachgerechte Durchführung und Überwachung der Bohrungen unerlässlich sind.

Für die Stadt Langen und das Gebiet des Kreises Offenbach liegt derzeit keine ausreichende Datengrundlage zur Beurteilung der Erschließbarkeit tiefer geothermischer Potenziale vor. Entsprechende Informationen aus regionalen Tiefenbohrungen oder seismischen Untersuchungen stehen aktuell



nicht zur Verfügung, sodass das Fündigkeitsrisiko nicht verlässlich eingeschätzt werden kann. Zusätzlich befinden sich große Teil der Gemeinde Langen innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes oder eines geplanten Wasserschutzgebietes, was die Nutzungsmöglichkeit von Erdwärmesonden einschränkt und unmöglich macht. Des Weiteren liegen derzeit keine Temperaturniveaus für die Gesteinsschichten ab 1.500m vor.

Aufgrund dieser unzureichenden Datenlage kann das Potenzial der tiefen Geothermie für Langen zum jetzigen Zeitpunkt nicht bewertet werden. Eine weiterführende Untersuchung erfolgt daher in dieser Wärmeplanung nicht. Sobald künftig belastbare geologische Daten oder überregionale Studien vorliegen, sollte das Thema im Rahmen einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung erneut betrachtet werden.

4.2.3 Grundwasser

Grundwasser stellt aufgrund seiner ganzjährigen, relativ konstanten Temperatur ein verlässlich nutzbares Reservoir an thermischer Energie dar und bietet damit ein Potenzial für die Wärmeversorgung im Kontext der kommunalen Wärmeplanung. Als Form der Umweltwärme kann Grundwasser über Förder- und Schluckbrunnen sowie geeignete Wärmetauscher erschlossen und mithilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Dadurch eignet sich die Technologie sowohl für die Versorgung einzelner Gebäude als auch für die Einspeisung in quartiersbezogene oder zentrale Wärmenetze. Die tatsächliche Nutzungsmöglichkeit hängt maßgeblich von der hydrologischen Situation, der Grundwasserneubildung, der Wasserqualität sowie rechtlichen und ökologischen Rahmenbedingungen ab.

Wie bereits in der Flächenfindung für oberflächennahe Geothermie (siehe 4.2.1.1.1.) identifiziert, befindet sich die Stadt Langen größtenteils in einem Wasserschutzgebiet, welches den Entzug von Grundwasser verhindert. Aufgrund des mangelnden flächendeckenden Potenzials wird Grundwasser nicht als umsetzbares Potenzial betrachtet.

4.2.4 Oberflächengewässer

Flüsse, Seen und andere oberirdische Gewässer speichern aufgrund ihrer hohen Wärmekapazität und ihres Volumens erhebliche Mengen thermischer Energie, die ganzjährig für die Wärmeversorgung nutzbar sind. Diese Form der Umweltwärme wird über Wärmetauscher gewonnen, die dem Wasser thermische Energie entziehen. Wärmepumpen heben diese anschließend auf ein nutzbares Temperaturniveau an und ermöglichen so die Versorgung einzelner Gebäude ebenso wie die Einspeisung in zentrale Wärmenetze.

Die Wärmeentnahme erfolgt üblicherweise über direkt im Gewässer installierte Wärmetauscher oder über Wasserentnahme- und Rückleitungsbauwerke, sodass der Technikstandort, insbesondere bei einer Netzanbindung, auch in einiger Entfernung zum Gewässer liegen kann. Die Einsatzmöglichkeiten hängen maßgeblich von der ganzjährigen Wasserführung bzw. Wasserverfügbarkeit, der Nähe zu Siedlungsstrukturen sowie ökologischen und wasserrechtlichen Rahmenbedingungen ab.

Im Rahmen der Wärmeplanung für die Stadt Langen wurden die Fließ- und Stillgewässer im Gemeindegebiet untersucht. Das Gemeindegebiet Langen verfügt lediglich über kleine Bäche wie den Ge-

rätsbach, Sterzbach oder Kirchnerseckgraben (Gewässer dritter Ordnung). Diese bieten jedoch aufgrund ihrer Größe und Durchflussmenge ein zu geringes Entzugspotenzial. In Bezug auf Stillgewässer stellt der Waldsee ein größeres Stillgewässer vor. Jedoch haben die Prüfungen im Rahmen der vorliegenden KWP ergeben, dass dieses zum einen zu weit von Siedlungsstrukturen entfernt liegt und zum anderen ein zu geringes Entzugspotenzial aufweist. Aus diesen Gründen stellen Oberflächengewässer kein umsetzungsrelevantes Element der Wärmeplanung für die Stadt Langen dar.

4.2.5 Abwasser

Die Nutzung der Abwärme aus dem Abwasser wurde in den vergangenen Jahren in verschiedenen Projekten untersucht und bei Vorliegen der notwendigen Voraussetzungen umgesetzt. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Abwasserkanälen mit einem Durchmesser größer DN 800 oder von größeren Abwassersammlern, da die nutzbaren Abwassermengen sonst zu gering sind. Die Lage dieser großvolumigen Kanäle oder Sammler sollte in der Nähe der Nutzer der Wärme liegen. Dies sind in der Regel Betreiber von Fern- und Nahwärmenetze. Darüber hinaus wird die Entnahmemenge und die nutzbare Temperatur durch die Vorgaben des Kläranlagenbetreibers, dem Abwasserverband Langen, Eberbach und Erzhausen begrenzt. Die Temperaturentnahme ist so zu begrenzen, dass die Eingangstemperatur im Klärwerk zu keinem Zeitpunkt im Jahr unter 12 °C liegen. Insbesondere im Winter wäre daher für die Nutzung der Abwärme eine Erhöhung der Temperatur durch eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe erforderlich.

Von den 60.000 Einwohnern im Einzugsgebiet der Kläranlage des Abwasserverbands fallen jährlich 3.910.245 m³ Abwasser an. Die Analyse der Voraussetzungen für deren Nutzung in Langen im Rahmen der Erstellung der vorliegenden KWP hat ergeben, dass weder in der räumlichen Nähe der bestehenden Wärmenetze noch von Gebieten mit hoher Wärmedichte geeignete großvolumige Abwasserkanäle noch entsprechenden Sammler vorhanden sind. Somit ist die Nutzung von Abwärme aus den Abwasserkanälen auf Basis des heutigen Erkenntnisstandes auszuschließen.

4.2.6 Umgebungsluft

Umweltwärme, insbesondere in Form von Umgebungsluft, stellt eine nahezu überall verfügbare erneuerbare Energiequelle dar und gewinnt im Zuge der Wärmewende zunehmend an Bedeutung. Die wichtigste Technologie zur Nutzung dieser Energiequelle ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-Wärmepumpe). Sie ermöglicht die Gewinnung von Wärme aus der Umgebungsluft und kann damit grundsätzlich einen Beitrag zur nachhaltigen und klimafreundlichen Wärmeversorgung leisten.

Der effiziente Betrieb von Luftwärmepumpen hängt maßgeblich von der energetischen Qualität der Gebäudehülle sowie den Temperaturniveaus der Heizsysteme ab. Gebäude mit reduzierter Heizlast und Niedertemperaturheizsystemen – wie Fußbodenheizungen oder großflächigen Heizkörpern – ermöglichen besonders hohe Wirkungsgrade. Mit dem fortschreitenden Ausbau erneuerbarer Energien verbessert sich zudem der Emissionsfaktor des Strommixes, wodurch sich die Klimabilanz von Wärmepumpen perspektivisch weiter verbessert.

Rechtlich wurde der Einsatz von Luftwärmepumpen in Hessen durch die Änderung der Hessischen Bauordnung (HBO) vom 22. November 2022 (GVBl. Hessen 2022, S. 571) erleichtert. So entfielen die bisherigen Mindestabstände zu Nachbargrundstücken, sofern die Anlage eine Höhe von 2 m und eine



Gesamtlänge von 3 m nicht überschreitet. Dies stellt insbesondere in verdichteten Siedlungsstrukturen eine wichtige Vereinfachung für die Installation dar.

Für den praktischen Einsatz sind jedoch Schallimmissionsgrenzwerte maßgeblich, die bei der Planung zu berücksichtigen sind. Der zulässige Schalleistungs- und Beurteilungspegel kann nach dem „Leitfaden Schall“ des Bundesverbands Wärmepumpe (bwp, 2016) für jedes Gebäude individuell berechnet werden. Diese Werte bilden eine Grundlage für die Beurteilung, an welchen Standorten der Betrieb von Luftwärmepumpen unter Einhaltung gesetzlicher Vorgaben möglich ist.

Eine eigene Potenzialanalyse zur Nutzung von Umweltwärme wurde für die Stadt Langen nicht durchgeführt. Die vorliegenden Einschätzungen basieren daher auf allgemeinen technischen, rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen sowie auf Erfahrungen aus vergleichbaren Kommunen. Grundsätzlich ist anzunehmen, dass insbesondere in locker bebauten Wohngebieten mit ausreichend Abstand zwischen den Gebäuden Potenziale für die Nutzung von Luftwärmepumpen bestehen. In dicht bebauten Bereichen können jedoch Schall- und Platzrestriktionen den Einsatz erheblich einschränken.

Vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen wird die Nutzung von Luftwärme in der Stadt Langen derzeit nicht als umsetzungsrelevantes Element der kommunalen Wärmeplanung bewertet. Eine zukünftige Neubewertung kann erfolgen, sobald sich die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen weiterentwickeln und belastbare standortspezifische Analysen vorliegen.

4.2.7 Solarthermie und Photovoltaik

Laut Marktdatenstammregister sind in Eschwege mit Stand Januar 2026 1.247 PV-Anlagen mit einer Gesamt-Netto-Leistung von ca. 9,6 MWel installiert. Dabei handelt es sich überwiegend um Anlagen mit einer Leistung unter 30 kW, da nur 29 der Anlagen eine höhere Leistung haben. Es kann davon ausgegangen werden, dass es sich dabei um Anlagen auf Dächern von Privathäusern handelt.

4.2.7.1 Freiflächen

Die Stadt Langen verfügt über potenzielle Nutzungsflächen für Freiflächen-Photovoltaik und Freiflächen-Solarthermie (hervorgehoben, basierend auf der Potenzialstudie für die Stadtwerke Langen der cupasol GmbH vom 12.04.2024). Die potenziellen Flächen für Photovoltaik und Solarthermie teilen sich auf zwei große Gebiete auf:



Abbildung 23: Potenzielle Nutzflächen für Solarthermie und PV

Beide Flächen sind mit ihrer quadratischen Ausprägung und ebener Geländestruktur auf den ersten Blick sehr geeignet für den Aufbau eines Solarthermiefeldes. Nach genauerer Überprüfung lassen sich folgende Besonderheiten feststellen, die zugleich für beide Flächen gelten:

- Hochspannungsleitungen innerhalb der Flächen (in ca. 70m Höhe) > Genehmigungsfähigkeit muss geprüft werden
- Keine Verschattung zu erwarten
- Ca. 20-50m Abstand bis zu den Wohnhäusern > Blendgutachten höchstwahrscheinlich notwendig
- Fläche befindet sich im Außenbereich, es gibt kein Bebauungsplan > privilegiertes Vorhaben nach § 35 Absatz 1 BauGB möglich
- Heilquellenschutzgebiet Zone 3 > stellt kein Problem dar, Glykol erlaubt
- Die Lage inmitten des Rhein-Main-Gebiet erfordert Untersuchung auf Kampfmittel
- Aufgrund Baumbestands und Wildwuchs sind Rodungsarbeiten notwendig
- Östliche Fläche: Bestehende Artenschutzrestriktionen, Standort von Ersatzbiotopen von Zauneidechsen, Umsiedlung ggf. notwendig
- Keine störenden Versorgungsleitungen im Boden
- Keine Hinweise zu finden, dass es sich um ein altes Deponiegelände handelt
- Laut der Bodenübersichtskarte von Hessen handelt es sich um lehmig- bis sandigen Boden > stellt kein Problem für Rammpfosten und unterirdische Rohrtrassierung dar.
- Östliche Fläche: Gesicherter Altlastenstandort, Sicherung durch Abdeckung, Überprüfung der Zulässigkeit von Bodeneingriffen notwendig

Die folgende Karte zeigt mögliche Flächen für Solarthermie auf dem Gebiet der Stadt Langen. Zur Identifikation wurden im Rahmen der Untersuchungen zur Erstellung der vorliegenden KWP Flächen anhand von Gunst-, Abwägungs- & Ausschlusskriterien unter Verwendung der verfügbaren Geodaten (ATKIS, ALKIS, Schutzgebiete, Bodenbewertung, ...) genutzt und anschließend verschnitten. Dadurch können mögliche Flächen identifiziert werden, welche jedoch im Detail geprüft werden müssen, wie in der "Potentialstudie Langen" von der cupasol GmbH.

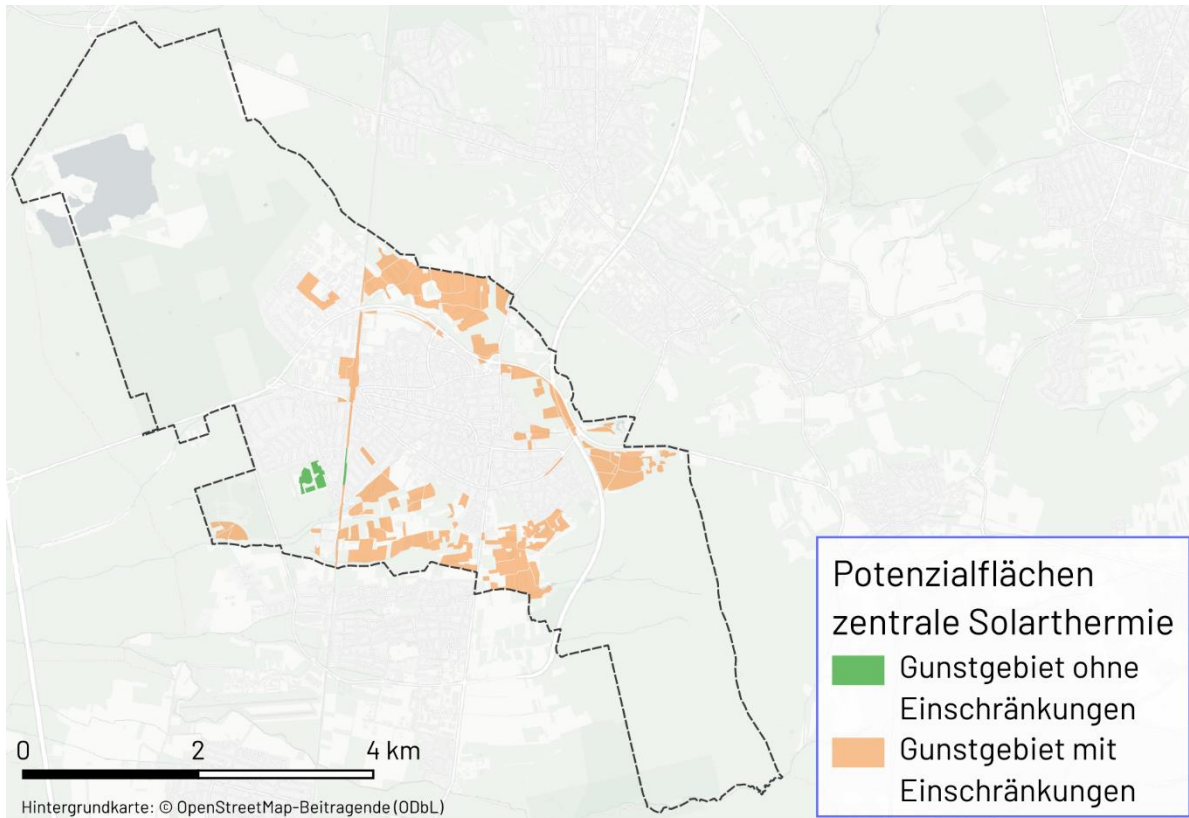


Abbildung 24: Potenzielle Flächen für Freiflächen-Solarthermieranlagen

Insgesamt kann bei Nutzung der gesamten Flächen ein sehr hohes solarthermisches Potenzial identifiziert werden, welches die sommerliche Last der Stadt Langen trotz der in der Folge beschriebenen Nutzungseinschränkungen übersteigt. Einzelne Eignungsflächen in den ausgewiesenen Gunstgebieten liegen innerhalb in ausgewiesenen Naturschutzgebieten. Hier kann es zu Nutzungseinschränkungen kommen. Zudem handelt es sich bei einzelnen ausgewiesenen Gunstgebieten um Flächen mit Streuobstpflanzungen. Hier führen die Verschattung und die Begrenzung der nutzbaren Freiflächen durch die Obstbäume zu Einschränkungen in der Flächennutzung durch Solarthermie.

Die benötigte Installationsfläche kann das 1,5- bis 3-Fache der Kollektorfläche betragen. Mit größeren Abständen zwischen den Kollektorreihen, dies entspricht einer Vermeidung von gegenseitiger Verschattung, nimmt die benötigte Installationsfläche zu. Das Verhältnis zwischen Installationsfläche und Kollektorfläche wird je nach Flächenverfügbarkeit, tolerierter gegenseitiger Verschattung und Konkurrenz mit anderen Nutzungsarten (z. B. Wohnraum, Landwirtschaft) gewählt.

Wenn eine Solarthermieanlage auf die Sommerlast ausgelegt wird, sollte sie so dimensioniert werden, dass Wärmeüberschüsse an einstrahlungsreichen Tagen im Sommer geringgehalten oder vermieden



werden. Damit die Wärme der Sonne auch in der Nacht zur Verfügung steht, werden i. d. R. Tagesspeicher eingesetzt. Aufgrund der geringen Wärmeüberschüsse und der vergleichsweise kurzen Speicherdauer erreichen die Anlagen hohe spezifische Erträge und entsprechend geringe solare Wärmegestehungskosten. Allerdings sind in diesen Systemen die solaren Deckungsraten je nach saisonaler Lastverteilung auf 5 % bis etwa 15 % begrenzt, sodass der größte Teil der Wärme von weiteren Wärmeerzeugern bereitgestellt werden muss.

Um die im Sommer produzierte Wärme auch im Winter zu nutzen, sind saisonale Wärmespeicher notwendig. Diese unterscheiden sich deutlich in Konstruktion und Speichervolumen von Kurzzeitspeichern. Aufgrund der längeren Speicherdauer liegen je nach Bauweise des Speichers und Anzahl der Speicherzyklen die Speicherverluste zwischen 10 % und 30 %. Durch Betriebsoptimierungen sind die Speichertemperaturen möglichst gering zu halten, wodurch sowohl die Wärmeverluste reduziert als auch höhere spezifische Erträge der Solarthermieanlage erreicht werden. Die solaren Deckungsraten sind größer als 30 %. Unter passenden Voraussetzungen sind auch erheblich höhere Deckungsraten von deutlich über 50 % möglich. Die anzustrebende Deckungsrate unterliegt stets einer individuellen Optimierung nach ökologischen und ökonomischen Kriterien.

Durch eine zentrale Installation von großen solarthermischen Freiflächenanlagen können Skaleneffekte genutzt werden: Geringere spezifische Installationskosten und deutlich einfachere Installation auf Freiflächen verringern die spezifischen Investitionskosten für die Solarthermieanlage (Universität Kassel, 2022).

Das theoretische und technische Potenzial ist in den folgenden Tabellen dargestellt:

Kollektor	Fläche 1	Fläche 2
Flächengröße	6.481m ²	3.313m ²
Verteilung		
Flachkollektor/Vakuumröhrenkollektor	50:50	50:50
Neigung	30°	30°
Transfermedium	Wasser-Glykol	Wasser-Glykol
Anzahl Kollektoren	434	210
Gesamtkollektorfläche	5.208m ²	2.520m ²
Flächenausnutzungsgrad	80%	76%
Pufferspeichergöße	750 m ³	500 m ³
Kollektorfeldertrag	412 kWh/m ²	432 kWh/m ²
Solarer Jahresertrag	2.146 MWh	1.089 MWh
Solarer Deckungsanteil	6 %	3 %

Tabelle 9: Theoretisches Potenzial Solarthermie

Angegebene spezifische solare Erträge können in Abhängigkeit der mittleren Wärmenetztemperaturen schwanken. Es ist auf eine niedrige Rücklauftemperatur im Wärmenetz zu achten. Ziel sollte eine



jährliche mittlere Rücklaufftemperatur unter 60 °C im Wärmenetz sein. Mit steigender mittlerer Kollektortemperatur (abhängig von den Rücklaufftemperaturen im Wärmenetz und im Speicher) nehmen die spezifischen Solarerträge ab.

Zudem sollten die Solarthermieflächen in der räumlichen Nähe zu den (tatsächlichen und potenziellen) Wärmenetzen liegen, da ansonsten die Investitionen der Leitungslegung die Wärmegestehungskosten zusätzlich belasten. Für die Wärmenetze der Stadtwerke Langen ist die Nutzung der Solarthermie für die Erzeugung der Fernwärme wirtschaftlich nicht möglich. Somit handelt es sich, wenn überhaupt um Potenziale für dezentrale Nahwärmenetze.

4.2.7.2 Dachflächen

Neben Freiflächen kommt auch die Installation von Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen in Frage. Bei der Photovoltaik ist das Potenzial vor allem durch die Größe geeigneter Dachflächen begrenzt, da die Anlagen in der Regel in das Stromnetz einspeisen und somit nicht abhängig vom Eigenverbrauch sind. Für solarthermische Anlagen, die auf Dächern installiert werden, ist die Einspeisung in ein Wärmenetz hingegen in der Regel nicht wirtschaftlich. Dementsprechend leitet sich der Flächenbedarf für solarthermische Anlagen vorrangig aus dem Potenzial des durch Solarthermie deckbaren Anteils am Wärmebedarf ab. Die sich daraus ergebenden Flächen sind i. d. R. kleiner als die verfügbare Dachfläche.

Unter der Annahme, dass i. d. R. 15 % des Wärmebedarfs von Gebäuden wirtschaftlich durch Aufdachanlagen gedeckt werden können, und dass diese thermischen Solaranlagen im Mittel spezifische Erträge von $400 \text{ kWh/m}^2_{\text{Bruttokollektorfläche}}$ erzielen, ergibt sich für den aktuellen Wärmebedarf ein Potenzial von ca. $111.600 \text{ m}^2_{\text{Bruttokollektorfläche}}$. Daraus würde ein Wärmeertrag von ca. 45 GWh/a resultieren. Unter der Annahme, dass für solarthermische Anlagen bezüglich Neigung und Ausrichtung geeignete Dachflächen 25 % der Gebäudegrundflächen betragen, reicht die Dachfläche stets aus, um in nahezu allen Fällen (98 %) 15 % des Wärmebedarfs zu decken. Bei diesem Potenzial sind mögliche Begrenzungen durch Denkmalschutz oder unzureichende Dachlastreserven der Dächer nicht berücksichtigt.

Basierend auf dem Solarkataster des Landes Hessen wurden die gesamten Gebäudedachflächen der Stadt Langen entnommen und summiert. Die Quadratsumme der Dachflächen mit einer Globalstrahlung über 850 kWh/a/m^2 beläuft sich inklusive 10% Flächenabzug auf 1.127 km^2 . Davon sind anteilig 64% Wohngebäude, 24% Gewerbliche Gebäude und 12% öffentliche Gebäude. Der Rest unterteilt sich in religiöse oder historische sowie nicht spezifizierbare Gebäude, welche in dieser Analyse nicht berücksichtigt wurden. Unter der Annahme, dass 25% dieser Dachflächen nutzbar gemacht werden können, ergibt sich eine Gesamtleistung von 44,7 MWp auf einer Fläche von $279,3 \text{ km}^2$, die sich aus einem Modulwirkungsgrad von 20% und einer Performance Ratio von 80% ergibt. Folglich beträgt der Gesamtstromertrag 46,1 GWh/a, der sich aus der bestimmten Anlagenleistung und der durchschnittlichen Globalstrahlung auf der Fläche berechnet.



Abbildung 25: Solarkataster Darstellung der Dach- und Freiflächenpotenziale in Langen

4.2.8 Biomasse

Die Nutzung von Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen sowie organischen Rest- und Abfallstoffen kann einen wichtigen Beitrag zur lokalen Versorgung mit erneuerbarer Wärme leisten und somit zur Umsetzung der Wärmewende auf kommunaler Ebene beitragen. Dabei ist zu beachten, dass Untersuchungen im Rahmen der erfolgten Erstellung der Transformationsplanung der Wärmenetze durch die Stadtwerke Langen viele der potenziell nutzbaren Flächen bereits anderweitig in Anspruch genommen werden. Die folgenden Betrachtungen stellen daher ein theoretisches Maximalpotenzial dar.

Im Mittelpunkt der Analyse steht die Bewertung der verfügbaren Biomassequellen, die in fester Form (z. B. Holz, Grünschnitt) oder gasförmiger Form (Biomethan) zur Energieerzeugung eingesetzt werden können.

Die Stadt Langen liegt in einem stark besiedelten Raum zwischen Frankfurt und Mannheim, was die regionale Verfügbarkeit fester Biomasse – etwa in Form von Grünschnitt, Alt- und Restholz – deutlich einschränkt. Dieses Potenzial wurden ebenfalls im Rahmen der Erstellung der Transformationsplanung für die Wärmenetze untersucht und ist für eine Nutzung in einer Biomasseanlage zur Wärmeversorgung für das Wärmenetz nicht ausreichend. Zudem existieren im Stadtgebiet keine Holzverarbeitenden Betriebe, die eine lokale Versorgung mit Holzhackschnitzeln oder Pellets ermöglichen könnten.

Zudem werden in der Region bereits zwei Biomasseanlagen betrieben, die zusammen eine jährliche Stromproduktion von rund 4.230 MWh erzielen. Das nutzbare Potenzial fester Biomasse beschränkt sich daher weitgehend auf den überregionalen Bezug von Holzhackschnitzeln und Pellets.



Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die Verfügbarkeit, Preisentwicklung und Beschaffungsmöglichkeiten von Holzhackschnitzeln untersucht. Der Einsatz fester Biomasse wird vor allem als Option zur Spitzenlastabdeckung betrachtet, beispielsweise über den Betrieb eines Holzheizkessels im Wärmeerzeugungsportfolio. Ein Bezug aus dem erweiterten Umland erscheint dabei – abhängig vom tatsächlichen Bedarf – realistisch.

Darüber hinaus wurde im Rahmen der Potenzialanalyse für die vorliegende KWP auch das Potenzial von Biomethan bewertet. Aufgrund der begrenzten regionalen Verfügbarkeit von Biogas wurde ein überregionaler Bezug zugrunde gelegt. Hierbei wurden sowohl die aktuellen Marktpreise als auch Prognosen zur künftigen Preisentwicklung berücksichtigt. Biomethan kann analog zu Holzhackschnitzeln einen Beitrag zur flexiblen Deckung von Spitzenlasten leisten und stellt damit eine sinnvolle Ergänzung im künftigen Wärmeerzeugungssystem der Stadt Langen dar.

4.2.9 Unvermeidbare Abwärme

In dem Kapitel werden nachfolgend unvermeidbare Abwärme über die Plattform für Abwärme und das Marktstammdatenregister ausgewertet.

4.2.9.1 Auswertung Plattform für Abwärme

Am 15.1.2025 wurden die Daten der Plattform für Abwärme erstmals veröffentlicht und am 18.06.2025 als Version 1.2 aktualisiert. Die im Rahmen der Erstellung der KWP genutzten Daten aus der Plattform sind öffentlich zugänglich. Auf dieser Grundlage wurden die Daten für den Bericht ausgewertet (Ausfuhrkontrolle, Plattform für Abwärme, 2025). Überschneidungen mit den Ergebnissen der in Kapitel 4.2.9.2 beschriebenen Analyse der industriellen Abwärme sind daher möglich. Auf der Plattform sind über 20.000 Abwärmepotenziale von mehr als 2.600 Firmen verzeichnet. Nachfolgend werden diese Daten für Langen ausgewertet.

In der folgenden Abbildung sind die Standorte der Abwärmepotenziale nach Energiemenge pro Jahr und Medium dargestellt.

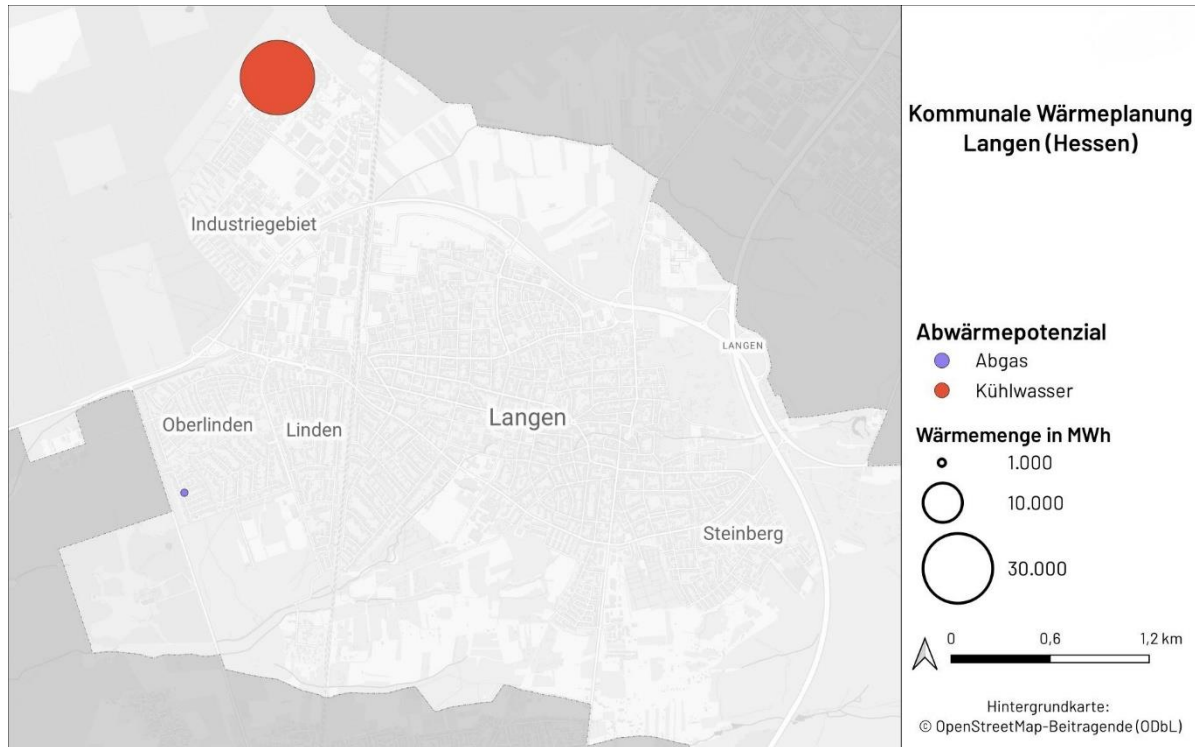


Abbildung 26: Standorte der Anlagen mit Abwärme nach Energiemenge pro Jahr

Das größere Potenzial mit 34,1 GWh pro Jahr und einer maximalen thermischen Leistung von 6,96 GW ist von der DFS Energy GmbH und befindet sich im Nordwesten von Langen. Die Angabe der Leistung ist etwas hoch und sollte geprüft werden. Die Abwärme würde als Kühlwasser durchgängig auf einem Temperaturniveau von 25- 60 °C vorliegen. Das zweite Abwärmepotenzial mit 1,1 GWh pro Jahr und einer maximalen thermischen Leistung von 328 kW wird von der enercity Contracting Nord GmbH im Westen von Langen betrieben. Die Abwärme steht als Abgas nicht durchgängig zur Verfügung. Das Temperaturniveau liegt bei 60- 90 °.

4.2.9.2 Abwärme erneuerbarer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

Für die Untersuchung des Abwärmepotenzials aus erneuerbaren Energieträgern (Biogas, Biomasse, Reststoffe) sowie der potenziell umrüstbaren Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK), wurde das Marktstammregister herangezogen (Erfassung am 15.1.2025). Das Ergebnis zeigt, dass auf der Fläche der Stadt 23 Erzeugungsanlagen mit einer thermischen Leistung von insgesamt 18,6 MW installiert sind. Die elektrische Leistung liegt bei 15,5 MW. Im Marktstammdatenregister liegen keine Informationen über ungenutzte Potenziale.

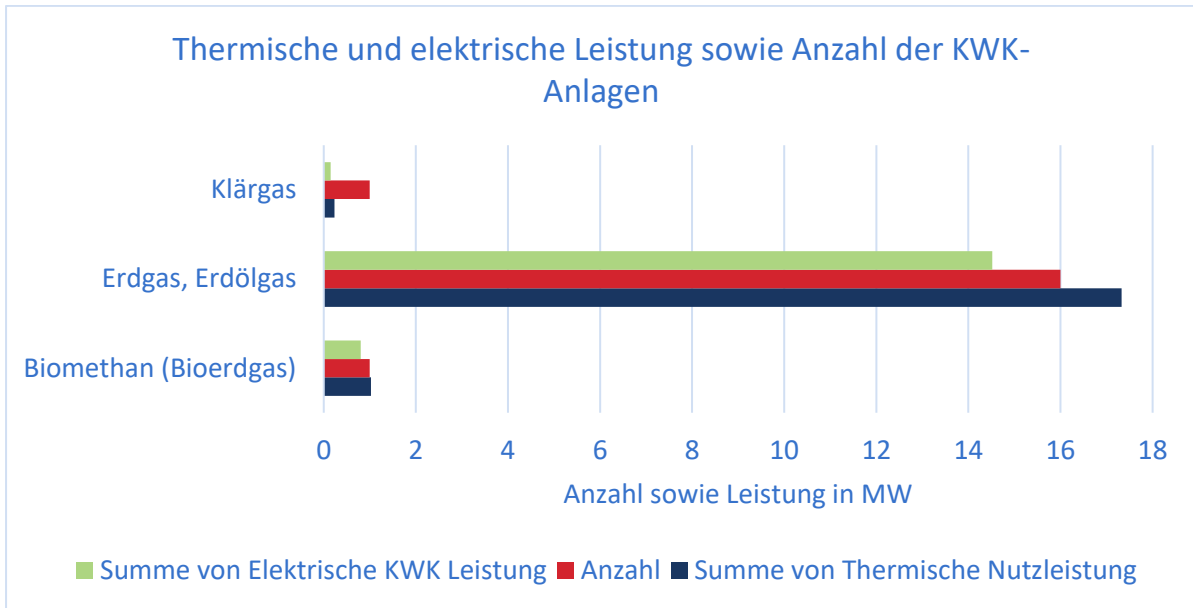


Abbildung 27: Thermische und elektrische Leistung sowie Anzahl der KWK-Anlagen nach Marktstammdatenregister

Von den insgesamt 23 Anlagen werden 16 Anlagen überwiegend mit Erdgas betrieben und erzeugen zusammen eine thermische Leistung von 17,3 MW_{th} und elektrischen Leistung von 14,5 MW_{el.} Mit 1 MW_{th} und 0,8 MW_{el.} stellt Biomethan die zweitgrößte Gruppe der Energieträger mit einer Anlage dar. Mit Klärgas wird in einer Anlage eingesetzt, welche eine thermische Leistung von 0,2 MW_{th} und eine elektrische Leistung von 0,15 MW_{el.} hat.

In folgender Abbildung sind die KWK-Anlagen in Langen nach Größe der thermischen Leistung dargestellt.

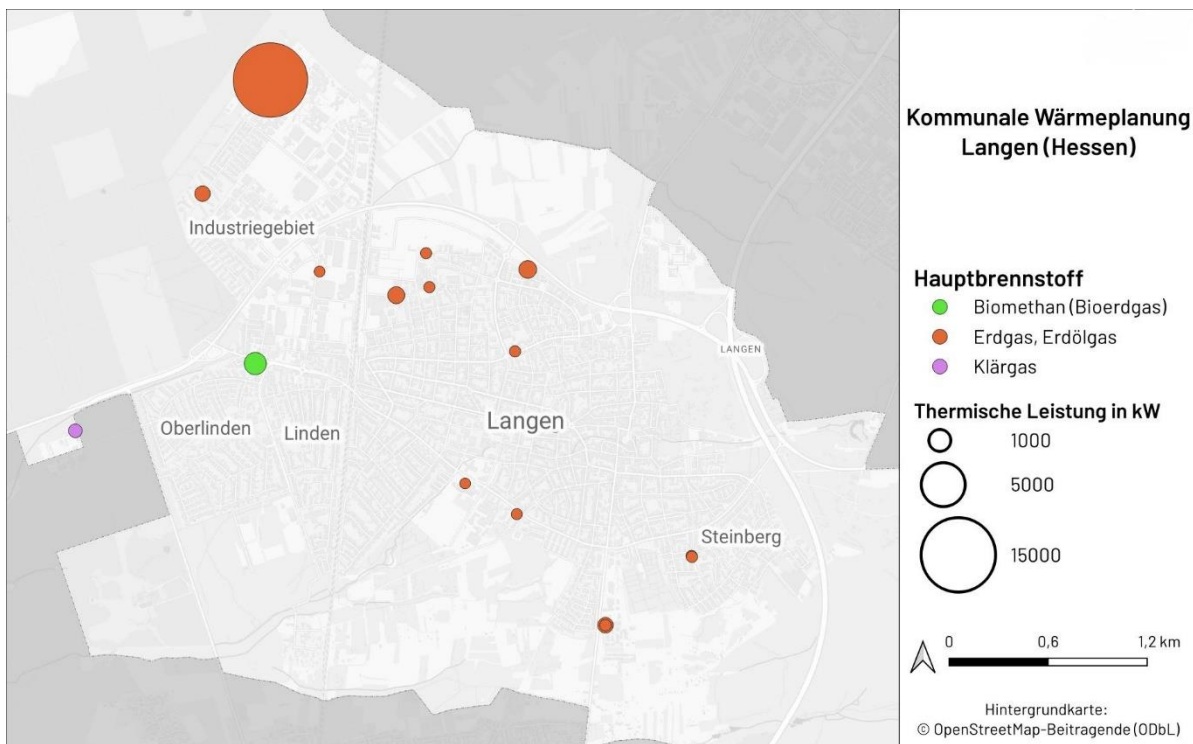


Abbildung 28: KWK-Anlagen aus dem Marktstammdatenregister für Langen nach thermischer Leistung

In der folgenden Abbildung ist eine zusätzliche Anlage in Langen aufgeführt, die nur Strom erzeugt und bei denen keine Wärme ausgekoppelt wird. Daher gibt es keine Überschneidungen mit den Anlagen in der Abbildung 28.



Abbildung 29: Stromerzeugende Anlagen ohne Wärmeauskopplung aus dem Marktstammdatenregister für Langen

In Abbildung 29 ist die stromerzeugende Anlage zu sehen, welche aus drei Einheiten besteht und eine gesamte elektrische Nettonennleistung von 4 MW haben. Der Hauptbrennstoff ist leichtes Heizöl. Inwiefern sich Wärme auskoppeln lässt, geht nicht aus dem Marktstammdatenregister hervor und müsste gegebenenfalls näher untersucht werden.

4.2.9.3 Industrielle Abwärme

In Industrie- und Gewerbebetrieben sowie bei technischen Anlagen fallen häufig erhebliche Mengen unvermeidbarer Abwärme an, die potenziell zur Wärmeversorgung genutzt werden können. Gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 13 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) wird unvermeidbare Abwärme als Wärme definiert, die als Nebenprodukt in Industrieanlagen, Stromerzeugungsanlagen, Elektrolyseuren oder im tertiären Sektor entsteht und ohne Wärmenetzzugang ungenutzt an die Umgebung abgegeben würde. Nach § 3 Absatz 4 WPG gilt auch Wärme aus thermischer Abfallbehandlung oder der Behandlung von Klärschlamm als unvermeidbare Abwärme.

Die Temperaturniveaus dieser Abwärmequellen variieren je nach Prozess stark – sie können zwischen 20 °C und über 600 °C liegen. Nach internen Optimierungen verbleibt der überwiegende Teil des extern nutzbaren Potenzials im Bereich von 20 bis 120 °C (BAFA, 2025). In diesem Temperaturbereich ist für eine Netzeinspeisung in der Regel eine Temperaturerhöhung durch Wärmepumpen erforderlich.



Für die Stadt Langen wurden mehrere potenzielle Abwärmequellen identifiziert, die sich hinsichtlich technischer Nutzbarkeit, räumlicher Lage und zeitlicher Verfügbarkeit unterscheiden:

- Rechenzentrum (geplant)

Die Stadtwerke Langen sind aktiv an der Erschließung und Projektierung eines Rechenzentrums beteiligt, das künftig das zentrale Abwärmepotenzial für die CO₂-freie Fernwärmeversorgung der Stadt darstellen wird. Der Standort befindet sich an der Ecke Robert-Bosch-Straße / Paul-Ehrlich-Straße.

Das Rechenzentrum soll aus drei Wärmepumpenblöcken mit Leistungen von 4 MW, 4 MW und 8 MW bestehen, die sukzessive bis zum Jahr 2045 in Betrieb gehen. Bereits mit dem ersten Block ist ab 2030 eine Abwärmebereitstellung von 4 MW vorgesehen. Im Endausbau wird ein Gesamtpotenzial von rund 65,7 GWh pro Jahr erwartet, das sich aus einer durchgehenden Abwärmebereitstellung von 12 MW über 24 Stunden an 365 Tagen ergibt (bei 5.476 Vollbenutzungsstunden).

Die Abwärme wird über eine Großwärmepumpe mit einer Leistung von 12 + 4 MW auf Fernwärmemetemperatur angehoben und künftig vollständig in das Fernwärmenetz der Stadtwerke eingespeist. Eine Verbindungsleitung zum bestehenden Fernwärmenetz ist derzeit in Planung. Die vertraglichen und technischen Grundlagen zur Abnahme und dauerhaften Bereitstellung der Abwärme sind bereits gesichert. Damit stellt das Rechenzentrum das wesentliche zukünftige Dekarbonisierungspotenzial im Langener Wärmenetz dar.

- Paul-Ehrlich-Institut

Am Standort des Paul-Ehrlich-Instituts wurde die potenzielle Nutzung von Abwärme aus Kühl- und Klimaanlage sowie von Abwasserwärme geprüft. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Abwärme dezentral über verschiedene Anlagenteile an die Umgebung abgegeben wird und nicht wirtschaftlich in ein Wärmenetz integriert werden kann. Auch die Untersuchung der Abwassermengen und -temperaturen ergab, dass die Bedingungen für eine wirtschaftliche Wärmerückgewinnung derzeit nicht geeignet sind.

- Deutsche Flugsicherung (DFS)

Bei der Deutschen Flugsicherung (bereits in 4.2.9.1. beschrieben) fällt betriebsbedingt ebenfalls Abwärme an. Aufgrund der Einstufung als kritische Infrastruktur ist eine externe Nutzung dieser Wärmequelle nicht zulässig. Sie bleibt daher unberücksichtigt.

- Abwärme aus Abwasserkanälen

Grundsätzlich besteht in Langen Potenzial zur Abwärmenutzung aus Abwasserkanälen, insbesondere in großen Hauptsammlern mit hohen Durchflussmengen. In kleineren Leitungen sind die Volumenströme und Temperaturdifferenzen jedoch zu gering, um eine wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Eine detaillierte hydraulische und thermische Untersuchung wäre notwendig, um nutzbare Abschnitte zu identifizieren.

- Kläranlage Langen

Die Kläranlage bietet ein grundsätzlich nutzbares Abwärmepotenzial über das gereinigte Abwasser, das mit einer Wärmepumpe auf ein für Wärmenetze geeignetes Temperaturniveau gebracht

werden könnte. Aufgrund der konstanten Durchflussmengen und Temperaturen sowie der Nähe zu potenziellen Netzerweiterungsgebieten stellt die Kläranlage eine interessante Option zur schrittweisen Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung dar.

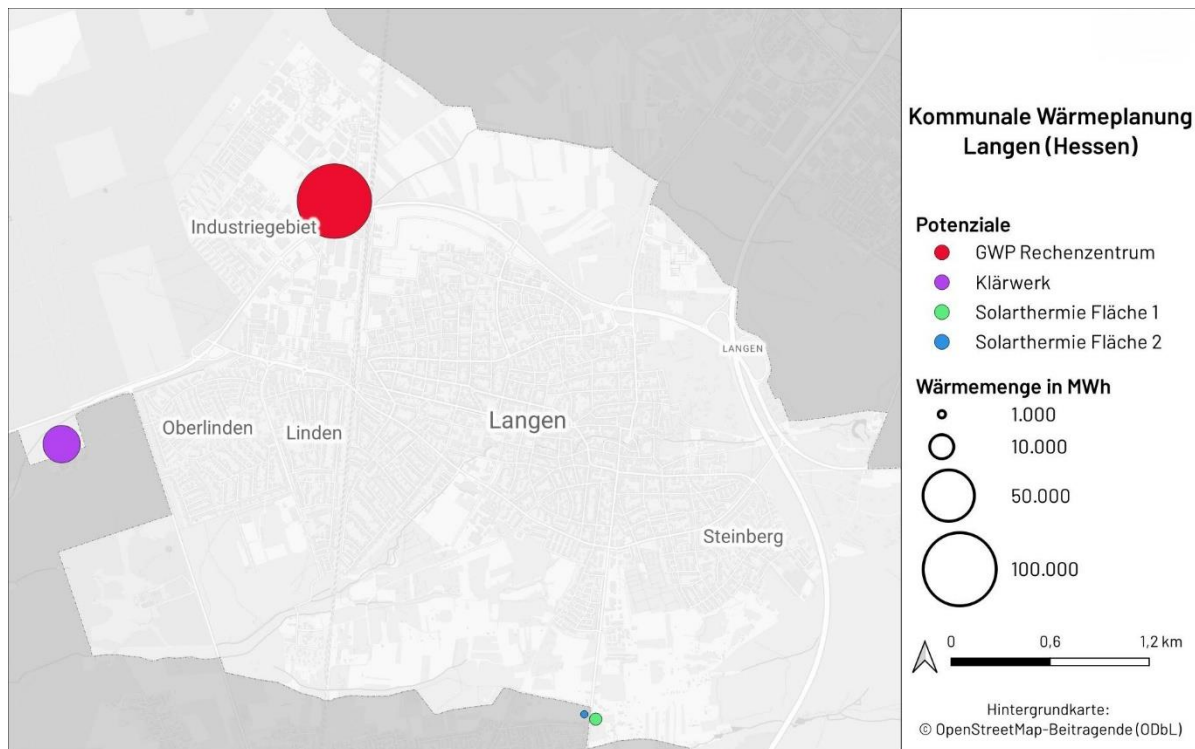


Abbildung 30: Industrielle Abwärme und Solarthermie Flächen

Die im Rahmen der Abfrage bei Industrie- und Gewerbebetrieben ermittelten Daten bestätigen, dass keine weiteren relevanten Abwärmepotenziale in Langen bestehen. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Vor-Ort-Erkenntnissen der Stadtwerke Langen.

Insgesamt zeigt sich, dass insbesondere das geplante Rechenzentrum das mit Abstand bedeutendste Abwärmepotenzial für die zukünftige Wärmeversorgung der Stadt darstellt. Die übrigen Quellen sind aufgrund technischer, wirtschaftlicher oder infrastruktureller Einschränkungen derzeit nur begrenzt nutzbar. Eine weiterführende Betrachtung einzelner Standorte, insbesondere der Kläranlage, sollte im Zuge künftiger Detailuntersuchungen und Netzplanungen erfolgen, um die langfristige Integration erneuerbarer und unvermeidbarer Abwärme in die Wärmeversorgung der Stadt Langen weiter voranzutreiben.

4.2.10 Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase

Regenerativ erzeugter Wasserstoff stellt langfristig eine mögliche Option für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Kommunen dar. Kurz- bis mittelfristig kann Wasserstoff insbesondere in Bereichen relevant werden, in denen alternative Lösungen technisch schwer umsetzbar oder wirtschaftlich ungünstig sind. Aktuell bestehen jedoch noch erhebliche Unsicherheiten, die einer zeitnahen Integration von Wasserstoff in die kommunale Wärmeplanung entgegenstehen. Diese betreffen vor allem die Verfügbarkeit, die infrastrukturellen Rahmenbedingungen sowie die wirtschaftliche Entwicklung.



Die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff ist gegenwärtig noch nicht gesichert. Nach heutigem Kenntnisstand übersteigt der prognostizierte Bedarf der Industrie – insbesondere in energieintensiven Branchen wie der Stahl- und Chemieproduktion – die geplanten nationalen Produktionskapazitäten deutlich. Dadurch ist kurzfristig nicht davon auszugehen, dass nennenswerte Mengen grünen Wasserstoffs für den Wärmesektor bereitgestellt werden können.

Auch die infrastrukturellen Rahmenbedingungen sind derzeit noch unzureichend entwickelt. Der Aufbau eines bundesweiten Wasserstoffnetzes befindet sich in der ersten Ausbauphase. Das von der Bundesnetzagentur veröffentlichte „Wasserstoff-Kernnetz“ (geplant rund 9.000 km bis 2032) soll zentrale Erzeugungsstandorte, Speicher, Industriezentren und Importkorridore verbinden.

Laut „Anlage 1: Projektübersicht für das Szenario zum Wasserstoff-Kernnetz“ (Stand: 15.11.2023) ist der Kreis Offenbach, in dem die Stadt Langen liegt, nicht für eine Ein- oder Ausspeisung von Wasserstoff vorgesehen. Im benachbarten Kreis Groß-Gerau hingegen soll eine Leitungstrasse durch die Stadt Rüsselsheim verlaufen. Rüsselsheim liegt in relativer Nähe zu Langen; aufgrund der derzeit unscharfen Anbindungen und fehlenden Planungsdetails ist jedoch nicht abschließend zu bewerten, inwieweit sich hieraus künftig ein konkretes Potenzial für die Wasserstoffversorgung Langens ergeben könnte.

Darüber hinaus bleibt die Kostenentwicklung von Wasserstoff derzeit unklar. Sowohl Produktionskosten als auch Transportinfrastruktur, regulatorische Vorgaben und die Preisentwicklung alternativer Energieträger beeinflussen die zukünftige Wirtschaftlichkeit erheblich. Verlässliche betriebswirtschaftliche Szenarien, die eine belastbare Grundlage für Investitionen bilden könnten, liegen momentan nicht vor.

Vor diesem Hintergrund kann Wasserstoff derzeit nicht als umsetzungsrelevantes Element der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Langen berücksichtigt werden. Diese Einschätzung stellt keine grundsätzliche Ablehnung des Energieträgers dar, sondern beruht auf einer pragmatischen Bewertung der aktuellen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Es wird empfohlen, die weiteren Entwicklungen im Bereich des grünen Wasserstoffs – insbesondere hinsichtlich Verfügbarkeit, Netzinfrastruktur, Kostenentwicklung und regulatorischer Vorgaben – fortlaufend zu beobachten. Sobald belastbare Daten und tragfähige wirtschaftliche Rahmenbedingungen vorliegen, sollte der mögliche Einsatz von Wasserstoff im Wärmesektor erneut geprüft werden. Spätestens im Zuge einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung sollte hierzu eine erneute und vertiefte Bewertung erfolgen.

4.2.11 Großwärmespeicher

Großwärmespeicher können eine wichtige Rolle in zukünftigen Wärmenetzen spielen, da sie die zeitliche Verzögerung zwischen Wärmeangebot und -nachfrage überbrücken können. Der zeitliche Versatz kann durch die Einbindung von erneuerbaren Energien und Abwärme auftreten, wenn diese weitgehend losgelöst vom zeitlichen Verlauf des Wärmebedarfs bereitstehen. Großwärmespeicher werden in langfristige (saisonale), mittelfristige (mehrere Wochen) und kurzfristige (mehrere Stunden oder Tage) Speicher unterschieden.

Neben der zeitlichen Komponente unterscheiden sich Wärmespeicher in ihrer Bauform. Die Bauformen sind in vier Typen unterteilt: Behälter-, Erdbecken-, Aquifer- und Erdsonden-Wärmespeicher. Die Behälter-Wärmespeicher bestehen meistens aus einem Stahlbetonbehälter, welcher mit Wasser ge-



füllt wird und entweder über oder unter Grund aufgestellt wird. Um die Wärmeverluste zu minimieren, sind die Behälter von außen gedämmt und haben eine zylindrische Form. Die Wärme wird in Wasser gespeichert. Das Wasser ist im Speicher nach Temperaturen geschichtet, indem dieser von oben be- und entladen wird und dabei unten kaltes Wasser entnommen beziehungsweise eingelassen wird. Um höhere Temperaturen zu speichern, werden sogenannte Druckspeicher eingesetzt - in Unterscheidung zu den drucklosen Speichern. Druckspeicher können für größere Volumina in Speicherkaskaden aufgebaut werden. Im Gegensatz zu den anderen Speichertypen wird weniger Fläche benötigt, und die Speicher können in der Nähe der Heizzentralen errichtet werden. Bei Behälter-Wärmespeichern handelt es sich um eine weitbekannte Technologie mit hoher Lade- und Entladekapazität und geringen Verlusten.

Erdbecken-Wärmespeicher werden entweder als große Erdbecken mit geringer Bautiefe oder als flächensparende Stahl-Beton-Tanks mit größerer Bautiefe ausgeführt. Nach oben sind die Erdbecken-Wärmespeicher mit einem schwimmenden, freitragenden oder aufliegenden, meist gedämmten Deckel abgeschlossen. Als Speichermedium dienen Wasser, Wasser-Kies-Gemisch oder Wasser-Erdreich-Gemisch. Die Wärme wird bis zu 95 °C drucklos gespeichert. Erdbecken-Wärmespeicher zeichnen sich durch signifikante Skaleneffekte und hohe Lade- und Entladekapazitäten aus. Der Flächenbedarf von Erdbecken-Wärmespeichern ist von der Beschaffenheit des Untergrunds abhängig, da dieser den möglichen Böschungswinkel beeinflusst. Bei Betrachtung von bereits gebauten Speichern kann für kleinere Speicher grob mit einem Speichervolumen von 2 m³/m² Fläche und bei großen mit circa 6,5 m³/m² Fläche für die reine Speicherfläche gerechnet werden. Unter der Annahme einer maximalen Temperaturdifferenz im Speicher von 80 K können so theoretisch etwa 185 bis 555 kWh/m² Speicherkapazität errichtet werden. Erdbecken-Wärmespeicher werden in der Regel mit Wärmepumpen verbunden, welche die Entladung des Speichers unterstützen. Dadurch kann das untere Temperaturniveau abgesenkt und die Speicherkapazität dadurch angehoben werden.

Aquifer-Speicher nutzen vorhandene wassergefüllte Hohlräume im Gestein oder Grundwasserschichten, um Wärme meist saisonal zu speichern. Sie können nicht gebaut, sondern nur erschlossen werden (vgl. Kapitel 4.2.1). Da Aquifer-Speicher nicht gedämmt werden können, muss eine große Tiefe gewählt werden, um eine effiziente und eine verlustarme Speicherung zu gewährleisten. Grundsätzlich nimmt die Temperatur im Untergrund mit der Tiefe zu. Im Gegensatz zu den Erdbecken-Speichern ist der Flächenbedarf zwar geringer, aber die Kosten der Errichtung sind höher und mit dem Risiko verbunden, möglicherweise keine geeignete geologische Formation im Untergrund zu finden.

Erdsonden-Wärmespeicher speichern Wärme wie Aquifer-Speicher im Untergrund, jedoch nicht in so großen Tiefen und auf einem geringeren Temperaturniveau. Daher eignen sich Erdsonden-Wärmespeicher entweder für Netze mit niedrigeren Vorlauftemperaturen oder in Verbindung mit einer Anhebung der Temperatur, zum Beispiel durch eine Großwärmepumpe. Die Speicher bestehen aus Erdwärmesonden, die in Feldern angeordnet werden, nach oben gedämmt und mit einer Abdichtung sowie Überdeckung versehen sind. Erdwärmesonden sind vertikal oder schräg positionierte Wärmeleitungen im Untergrund, um diesen thermisch zu nutzen. Dort darf kein Grundwasser verlaufen, damit Wärmeverluste vermieden werden. Die Fläche über den Erdsondenfeldern kann weiter genutzt werden. Auf diese Weise kann eine große Speicherkapazität bei geringeren Kosten installiert werden. Potenzialflächen für Erdsondenfelder sind in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben.



Eine Bewertung der Potenziale ist jeweils im Zusammenhang mit der kompletten netzgebundenen Wärmeerzeugung für ein betrachtetes Gebiet vorzunehmen, da sich die technischen und wirtschaftlichen Einsatzbedingungen eines Speichers aus dem jeweiligen Gesamtsystem ergeben. Hier spielt vor allem das gewählte Erzeugerportfolio eine maßgebliche Rolle. Insbesondere wenn die Erzeugung auf stark schwankenden Wärmequellen aufbaut (das kann z. B. bei industrieller Abwärme der Fall sein) oder der saisonale Erzeugungslastgang stark vom Wärmebedarfslastgang abweicht (z. B. bei der Solarthermie), können Großwärmespeicher eine maßgebliche Rolle im Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit oder der Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung spielen.

Die mengenmäßigen Potenziale von Speichern hängen unter anderem von der Flächenverfügbarkeit oder der Nutzbarkeit des Untergrunds ab. Die Varianten Aquifer- und Erdsonden-Wärmespeicher sollten zusammen mit konkret geplanten Anlagen für tiefe oder oberflächennahe Geothermie geprüft werden, weil die technischen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen vergleichbar sind. Behälterspeicher benötigen dagegen weniger Grundfläche, aber es müssen baurechtliche Rahmenbedingungen bei der Standortwahl und idealerweise die Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen berücksichtigt werden.

4.3 Zusammenfassung der Potenziale

Die Analyse hat diverse umsetzbare Potenziale für die Stadt Langen identifiziert. Tabelle 10: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher fasst die Ergebnisse aller betrachteten Potenziale für den Ausbau von erneuerbaren Energiequellen zusammen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mögliche Überschneidungen zwischen den Potenzialquellen, aufgrund von bspw. dem Bezug aus gleichen Potenzialflächen, kommen kann. Darüber hinaus ist das Potenzial des geplanten Rechenzentrums erst absehbar ab 2030 verfügbar.

Potenziale	Potenzial in GWh/a	Anteil am Gesamtpotenzial	Potenzial 2045 in % des Wärmebedarfs
Oberflächennahe Geothermie		Kein umsetzbares Potenzial	
Tiefe Geothermie		Kein umsetzbares Potenzial	
Grundwasser		Kein umsetzbares Potenzial	
Oberflächengewässer		Kein umsetzbares Potenzial	
Umgebungsluft		Kein umsetzbares Potenzial	
Abwasser		Kein umsetzbares Potenzial	
Solarthermie			
<i>Freiflächen: Fall 1</i>	9,6	5%	4%
<i>Freiflächen: Fall 2</i>	12,0	7%	5%



Dachflächen	46,1	25%	20%
Biomasse	4,2	2%	2%
Unvermeidbare Abwärme			
KWK-Anlagen	19,8	11%	9%
Rechenzentrum (2030)	65,7	36%	29%
DFS	Aufgrund von kritischer Infrastruktur kein Potenzial		
Kläranlage	26	14%	11%
Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase	Kein umsetzbares Potenzial		
Großwärmespeicher	Potenzialermittlung bei Bedarf In Folgeprojekt		
Summe	183,4	100%	81%

Tabelle 10: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher

Insgesamt zeigt die Potenzialanalyse, dass in Langen viele erneuerbare Wärmequellen zwar theoretisch oder technisch vorhanden sind, aber nur ein Teil davon als tatsächlich umsetzbares Potenzial in Frage kommt. Oberflächennahe und tiefe Geothermie, Grundwasser sowie Oberflächengewässer scheiden aufgrund wasserwirtschaftlicher Restriktionen, geringer Leistungsfähigkeit oder fehlender Datengrundlage derzeit weitgehend aus, wodurch diese nicht als umsetzungsrelevanter Baustein für die KWP bewertet werden. Gleiches gilt für Abwasserwärme aus dem Kanalnetz und die Nutzung von Umgebungsluft über Luft-Wärmepumpen, die zwar technisch möglich, unter den aktuellen Rahmenbedingungen in Langen aber nur eingeschränkt und ohne standortscharfe Analysen nicht als tragende Säulen der Wärmewende eingeordnet werden. Grüner Wasserstoff ist wegen fehlender Infrastruktur, unklarer Verfügbarkeit und Kostenentwicklung derzeit nur eine theoretische Option, welche in den kommenden Jahren erst identifiziert werden kann.

Demgegenüber stehen sehr große und grundsätzlich gut erschließbare Potenziale im Bereich Solarenergie und unvermeidbarer Abwärme. Die Freiflächen-Solarthermieflächen bieten ein technisches Potenzial, das selbst bei Nutzung nur eines Bruchteils der verfügbaren Flächen relevante Anteile des kommunalen Wärmebedarfs decken kann, insbesondere in Kombination mit Großwärmespeichern. Ergänzend dazu weisen Dachflächen ein erhebliches Potenzial für Solarthermie (ca. 20 GWh/a) und Photovoltaik (zusätzliche rund 46 GWh/a Stromertrag) auf, das schrittweise und weitgehend dezentral erschlossen werden kann. Biomasse steht vor Ort nur in begrenztem Umfang zur Verfügung und wird eher als zugekaufte Spitzenlastoption realistisch sein. Das mit Abstand größte lokal gebundene, gut umsetzbare Einzelpotenzial liegt in der unvermeidbaren Abwärme des geplanten Rechenzentrums und der Kläranlage. Großwärmespeicher spielen dabei als Schlüsseltechnologie eine wichtige Rolle, um die erheblichen, aber zeitlich schwankenden Potenziale aus Solarthermie und Abwärme systemdienlich nutzbar zu machen.



Die identifizierten Potenziale sind dabei mit 183 GWh/a nicht ausreichenden, um den kompletten Wärmebedarf der Stadt Langen zu decken.

5 Einteilung des betrachteten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete

Ziel der Einteilung des betrachteten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete ist es, die Erkenntnisse aller vorangegangenen Schritte der Wärmeplanung zu einem konsistenten Zielbild für das gesamte beplante Gebiet zusammenzufassen. Dabei werden insbesondere die Bereiche identifiziert, die eher für eine zentrale leitungsgebundene Wärmeversorgung oder eher für eine dezentrale Wärmeversorgung infrage kommen. Als Auswahlkriterien werden zunächst die Wärmedichte (flächenbezogen) und Wärmelinien-dichte (auf Trassenlänge bezogen) herangezogen. Anschließend werden mögliche zentrale Wärmenetzvarianten mit Wärmeerzeugungspotenzialen abgeglichen und technisch und wirtschaftlich untersucht. Wärmenetzgebiete können auch in Form leitungsgebundener Inselösungen („Nahwärmenetze“) definiert werden.

Ergebnisse sind

- die Bewertung der Eignung jedes Teilgebiets für die Versorgung über ein Wärmenetz, ein Wasserstoffnetz und die dezentrale Wärmeerzeugung
- die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete
- die kartografische Darstellung der Eignung aller Teilgebiete für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten im Zieljahr sowie die erwartete zeitliche Entwicklung der Versorgung der Teilgebiete
- die kartografische Darstellung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (bezogen auf die Raumwärme)

Die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete basiert dabei u. a. auf der Wärmebedarfsentwicklung gemäß Kapitel 4.1

Grundlagen für die Gebietseinteilung sind die Bestandsanalyse nach § 15 WPG und die Potenzialanalyse nach § 16 WPG. Die planungsverantwortliche Stelle stellt dabei für jedes beplante Teilgebiet dar, für welche Versorgungsart sich das jeweilige Gebiet besonders eignet. Ziel ist eine möglichst kosteneffiziente Versorgung der jeweiligen Teilgebiete. Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete können gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 14 WPG sein:

- Ein Wärmenetzgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 18 WPG),
- ein Wasserstoffnetzgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 23 WPG),
- ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (§ 3 Absatz 1 Nummer 6 WPG) oder
- ein Prüfgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 10 WPG).

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt dabei gemäß § 18 Absatz 3 WPG für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040.

5.1 Bewertung der Eignung für Wärmenetzgebiete

Die Detailbetrachtung für die zentrale Wärmeversorgung wurde von der Qoncept Energy GmbH und Pro Energy GmbH für die Stadtwerke Langen im Rahmen von einem BEW-Transformationsplan durchgeführt. Für das Netz der Süwag Energie AG liegen keine Angaben zu einem möglichen Ausbau oder



zur Dekarbonisierung der Erzeugung vor. Da dieses Netz für ein bestimmtes Versorgungsgebiet geplant und dort bereits flächendeckend ausgebaut wurde, wird nicht von einem weiteren Ausbau ausgegangen.

Zunächst wurden verschiedene Ausbauszenarien für Wärmenetze in Langen entwickelt, die auf den bestehenden Netzinfrastrukturen der Stadtwerke Langen aufbauen. Dabei wurden angestrebte Wärmelinienindichten als Indikatoren für eine wirtschaftliche Erschließbarkeit zugrunde gelegt. Die Auswahl der Straßenzüge für einen potenziellen Wärmenetzausbau basiert auf einem numerischen Optimierungsalgorithmus auf Basis der Graphentheorie. Der Algorithmus bewertet alle Straßenzüge nach einer vorgegebenen minimalen Wärmelinienindichte (Grenzwärmelinienindichte) und maximiert den potenziellen Wärmeabsatz bei möglichst minimalen Leitungslängen. Die Straßenzüge werden dazu nicht einfach über die Grenzwärmelinienindichte ausgewählt, sondern der Algorithmus ermittelt direkt ein zusammenhängendes Wärmenetz.

Dabei wurden je nach Gebäudetyp und Wärmebedarf unterschiedliche Anschlussraten angenommen:

- Öffentliche Gebäude: 100 % Anschlussquote. Bei Gebäuden im Eigentum der Stadt/ Gemeinde wird vermutet, dass dort ein besonderes Anschlussinteresse besteht, um den Wärmenetzausbau zu fördern.
- Gebäude mit weniger als 100 MWh/a: 60 % Anschlussquote
- Gebäude ab 100 MWh/a: 80 % Anschlussquote. Es ist anzunehmen, dass Eigentümer von Gebäuden mit geringem Wärmebedarf mehr Optionen für die Einzelversorgung durch Wärmepumpen haben, und sich dies auf die Anschlussraten auswirken kann.

Im nächsten Schritt wurden für das vorläufig priorisierte Netzausbauszenario mehrere Erzeugerkonzeptionen entwickelt. Aus der Kombination der Netzausbauszenarien mit den verschiedenen Erzeugerkonzepten, entstanden mehrere mögliche Zielszenarien für das zukünftige Wärmenetz. Entscheidend war dabei neben der Wärmelinienindichte als wichtigster wirtschaftlicher Indikator das begrenzte Abwärmepotenzial des Rechenzentrums.

Nachdem das Netzausbauszenario und verschiedene Erzeugervarianten entwickelt waren, wurden diese Erzeugervarianten auf Basis der Bewertungskriterien aus § 18 Absatz 1 WPG miteinander verglichen. Als Ergebnis lag ein priorisiertes Erzeugerkonzept für das Ziel-Wärmenetz vor.

Für die präferierten Wärmenetzkonzepte erfolgte eine detaillierte Kostenkalkulation nach der LCOH-Methode (Levelized Cost of Heat=durchschnittliche Wärmegestehungskosten über 20 Jahre). Die resultierenden Wärmegestehungskosten wurden untereinander, aber auch mit den aktuellen Tarifen der bestehenden Wärmenetze der Stadtwerke Langen und den Kosten potenzieller dezentraler Wärmeerzeugungsalternativen verglichen. Der Netzausbau wurde entsprechend § 18 Absatz 1 WPG auf die Stützjahre und nach Gebieten spezifiziert unter der Beachtung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten der Stadtwerke Langen und der Erzeuger. Dies ist in der Abbildung 50 in Kapitel 6.1 dargestellt.

Für die KWP wurde das im Rahmen der BEW erarbeitete Konzept der Stadtwerke Langen geprüft und übernommen. Es entspricht den maßgeblichen Kriterien bei der Entwicklung des Zielszenarios gemäß § 18 Absatz 1 WPG die voraussichtlichen Wärmegestehungskosten, die Realisierungsrisiken, die Versorgungssicherheit und die kumulierten Treibhausgasemissionen.

Indikator	Wert
Trassenlänge (ohne Hausanschlüsse)	22 km
Wärmebedarf 2045	50 GWh/a
Durchschnittliche Wärmelinien-dichte	3.167 kWh/(m·a)

Tabelle 11: Kenngrößen für den Ausbau des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Langen

Die nachfolgend dargestellten Anteile am Wärmebedarf beziehen sich immer auf den Wärmebedarf ohne Industrie innerhalb eines Baublocks. Auch die herangezogene Wärmebedarfsdichte wurde ohne Industrie berechnet.

Die Ergebnisse aus dem BEW-Transformationsplans wurden in der Kommunalen Wärmeplanung aufgegriffen. Es wurde zudem geprüft ob die Ergebnisse mit dem WPG übereinstimmen. Als Resultat ist in der folgenden Abbildung 31 die Wärmenetzzeignung auf Quartiersebene dargestellt. Für die Stadt Langen wird in der Kernstadt eine hohe Wärmenetzzeignung und in den Wärmenetzbestandsgebiete sowie dem Neubaugebiete im Langener Norden gesehen. In diesen Bereichen wird empfohlen, den Ausbau und Verdichtung der beiden bestehenden Wärmenetze voranzutreiben

Auch in den weiteren Stadtteilen bestehen einzelne Baublöcke, die aufgrund ihrer hohen Wärmebedarfsdichte eine Einstufung als wahrscheinlich geeignet erhalten. Allerdings ist zurzeit nicht in allen dieser Gebiete eine vollständige Erschließung mit dem Wärmenetzen vorgesehen.

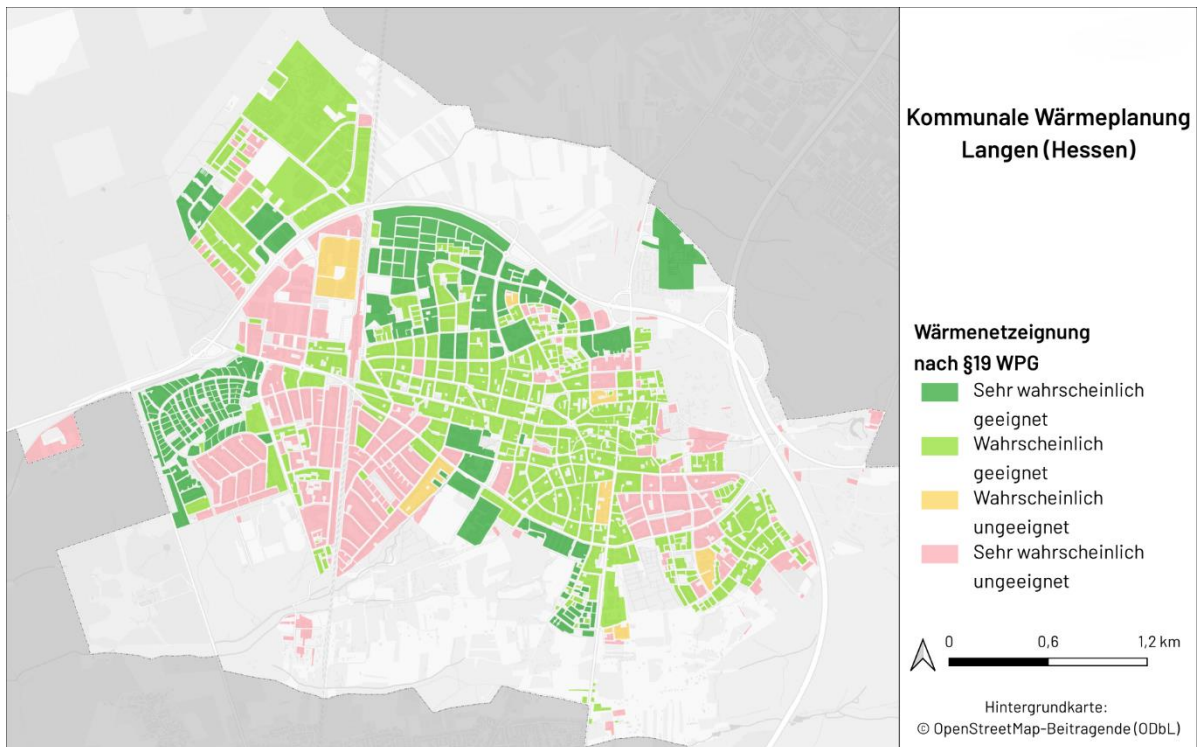


Abbildung 31: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG



5.2 Erzeugersimulation und Wirtschaftlichkeitsberechnung für das Wärmenetzgebiet

Es wurden aufbauend auf die Potenzialanalyse verschiedene Erzeugerkonzepte für eine netzgebundene Wärmeversorgung im Rahmen der BEW im Detail betrachtet. Der wesentliche Unterschied zwischen den Varianten ist die Auslegung der Mittel- und Spitzenlast, da der Grundlasterzeuger mit der Abwärme des Rechenzentrums feststeht. Die Abwärme des Rechenzentrums stellt sowohl mengenmäßig als auch wirtschaftlich die größte Wärmequelle dar. Die thermische Leistung der Großwärmepumpe der Abwärme des Rechenzentrums beträgt 12 MW, welche in drei Stufen gebaut wird. Zudem wurde für die Redundanz Spitzenlasterzeuger vorgesehen und die Grundlasterzeuger mit mehreren Wärmepumpen geplant, um einen möglichen Ausfall von einem Erzeuger ausgleichen zu können. Für die Mittellast wurde ein Holzkessel als Erzeuger mit einer Leistung von 3 MW vorgesehen. Ein Wärmespeicher mit 500 m³ ist als Tagesspeicher vorgesehen, um den Bedarf von der Erzeugung zu entkoppeln. Die Spitzenlast wird spätestens im Jahr 2044 auf einen biogenen oder synthetischen Energieträger umgestellt.

Jede Variante wurde ausgehend von einem Zielszenario, was einem vollständigen dekarbonisierten Erzeugerportfolio im Jahr 2045 entspricht, entwickelt. Da die bisherige Erzeugung vollständig über mit Erdgas betriebene BHKWs und Spitzenlastkessel erfolgt, wurden die erneuerbaren Erzeugungskapazitäten so über die Jahre verteilt, sodass das Konzept einerseits dem ambitionierten Ausbau und der Verdichtung des Wärmenetzes gerecht werden kann und andererseits die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes einhält. Dies betrifft insbesondere den Anteil von mindestens 30 % der Nettowärmeerzeugung zum Jahr 2030 aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination daraus und den Anteil von 80 % zum Jahr 2040.

In der folgenden Abbildung 32 ist das Ergebnis der Erzeugersimulation für das Jahr 2045 dargestellt. Über das Jahr werden 84 % der Wärme von den Großwärmepumpen (GWP) des Rechenzentrums gedeckt. Der Holzkessel deckt 9 % des Wärmebedarfs und die übrigen 7 % werden von dem Spitzenlastkessel gedeckt.

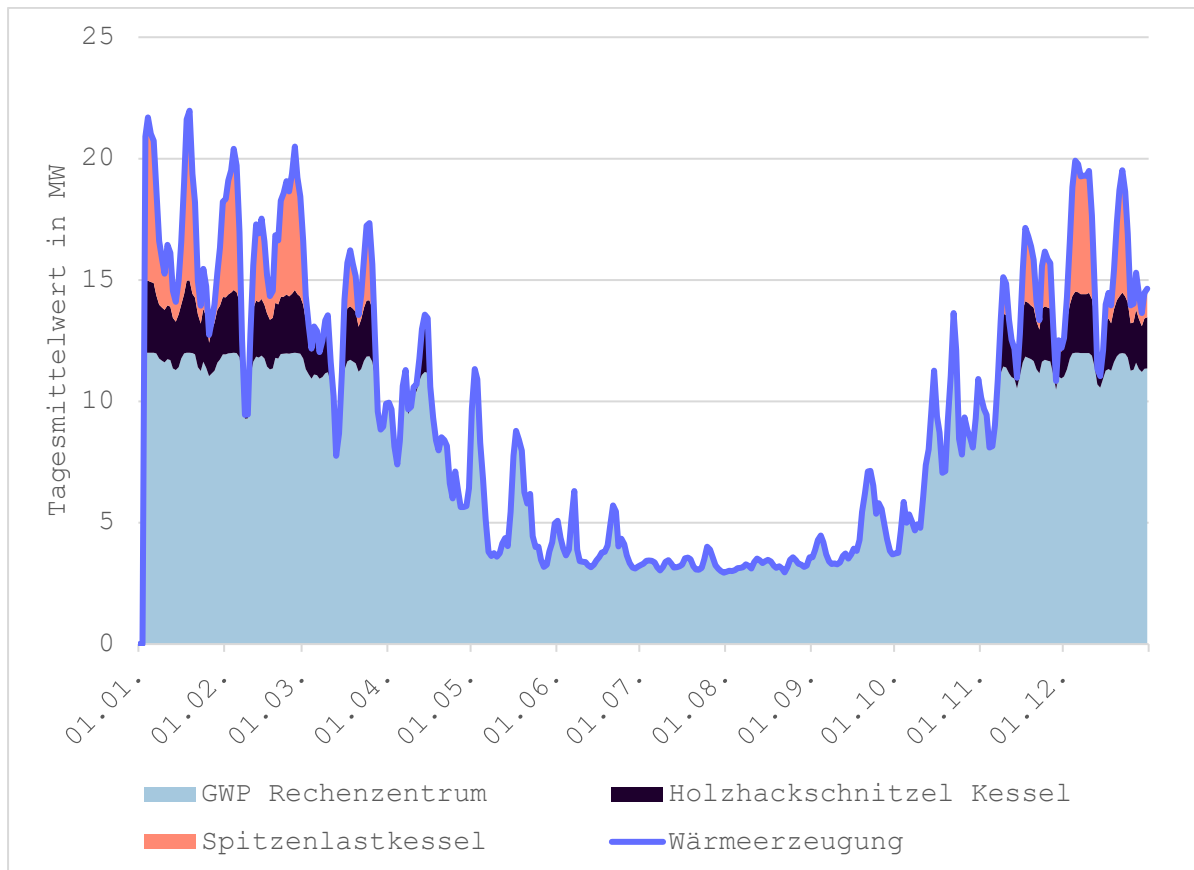


Abbildung 32: Lastgang mit Erzeugersimulation für das Jahr 2045

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde im Rahmen des BEW-Transformationsplans für den zuvor beschriebenen Netzausbau der Stadtwerke Langen und der Erweiterung und Umstellung der Erzeugung kalkuliert. Dabei wurde ebenfalls die LCOH-Methode verwendet, wie im nachfolgenden Kapitel für die dezentrale Wärmeversorgung (vgl. Kapitel 5.3). Das Ergebnis ist ein wettbewerbsfähiges Ergebnis für die Fernwärme im Vergleich zu den Kosten einer dezentralen Wärmeversorgung mit einem minimalen Medianwert von etwa 19 Ct/kWh (netto) (vgl. Kapitel 5.3)

5.3 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung

Bevor im weiteren Verlauf die Berechnung der Wärmegestehungskosten für dezentrale Wärmeerzeugung dargestellt wird, sollen zunächst einige grundlegende Aspekte und Rahmenbedingungen erläutert werden. Für potenzielle Kundinnen und Kunden ist ein Wärmenetz vor allem dann attraktiv, wenn dessen Wärmepreise nicht über den Kosten einer eigenen dezentralen Wärmeerzeugung liegen. Wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten sind daher entscheidend, um ausreichende Anschlusszahlen und damit die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Wärmenetzen sicherzustellen.

Der Anreiz für einen Netzanschluss ergibt sich jedoch nicht allein aus günstigen Wärmepreisen, sondern auch aus weiteren Vorteilen gegenüber individuellen Heizlösungen. (LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.) 2025). Dazu zählen unter anderem der Wegfall von Schallemissionen, ein geringerer Platzbedarf, Entlastung bei den Anschaffungskosten, ein geringerer Aufwand für Wartung und Instandhaltung und eine höhere Versorgungssicherheit durch das Wärmenetz.



Für die dezentrale Wärmeversorgung stehen in Kommunen mit bis zu 100.000 Einwohner gemäß § 71 GEG ab 1.7.2028 nur noch bestimmte Optionen zur Verfügung. Nach dem Gesetz dürfen Heizungsanlagen in Gebäuden „zum Zweck der Inbetriebnahme“ nur dann eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens **65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme** erzeugen. Diese Vorgabe gilt gleichermaßen für Heizungsanlagen, die Wärme in ein sogenanntes Gebäudenetz einspeisen. Die maßgeblichen dezentralen Technologien sind zukünftig:

- Luft-/Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP)
- Holzpelletkessel

Diese Heizsysteme werden bereits heute häufig in Kombination mit PV-Anlagen oder Solarthermieanlagen betrieben. Das zentrale Förderprogramm für den Einbau solcher Anlagen ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Die derzeit geltenden Förderbedingungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	
Grundförderung	30 % Investitionskostenzuschuss
	Nur bei selbstgenutzten Gebäuden bzw. Wohneinheiten und bei Austausch einer bestehenden Öl-, Kohle-, Gas-Etagen-, Nachtspeicherheizung oder einer mindestens 20 Jahre alten Gasheizung
Klimageschwindigkeitsbonus	Bis Ende 2028 = 20 %
	2029 – 2030 = 17 %
	2031 – 2032 = 14 %
	2033 – 2034 = 11 %
	2035 – 2036 = 8 %
Wärmepumpen-Effizienzbonus	5 % bei S/W-Wärmepumpen, Wasser-Wasser-Wärmepumpen, sowie Wärmepumpen mit natürlichem Kältemittel
Einkommensbonus	30 %. Nur bei selbstgenutzten Wohneinheiten und einem Haushaltsjahreseinkommen von maximal 40.000 €
Emissionsminderungs-Zuschlag	2.500 € pauschal für besonders effiziente Biomasseheizungen (Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m ³)
Maximale förderfähige Kosten	30.000 € für die 1. Wohneinheit
	15.000 € für die 2. bis 6. Wohneinheit

8.000 € ab der 7. Wohneinheit

Tabelle 12: Förderhöhe beim Heizungstausch nach BEG, Stand 1.1.2025

Der Einsatz von Wasserstoff im Haushaltsbereich für Raumwärme und Trinkwarmwasser wird derzeit als wirtschaftlich nicht tragfähig eingeschätzt. Im Zuge der Dekarbonisierung ist davon auszugehen, dass Wasserstoff vor allem in stark konkurrierenden Anwendungen – etwa in der Industrie, der Stahlproduktion oder dem Schwerlastverkehr – benötigt wird.

Vor diesem Hintergrund ist es äußerst unwahrscheinlich, dass in Langen in absehbarer Zeit Wasserstoff für die flächendeckende Versorgung der Gebäude mit Wärme bereitstehen wird. Ebenso gilt eine umfassende Umstellung der bestehenden Gasverteilnetze auf Wasserstoff als nicht realistisch. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Aus diesen Gründen wird Wasserstoff als Option zur dezentralen Wärmeversorgung im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung nicht weiter betrachtet.

Zur Berechnung der Kosten dezentraler Wärmeerzeugungssysteme wurden der Technikkatalog Wärmeplanung (Ortner, et al. 2024) sowie die Ariadne-Analyse (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, & Kost, 2024) als Grundlage für die zugrunde gelegten Kostenannahmen herangezogen. Die Wärmegestehungskosten wurden anschließend mithilfe der Levelized Cost of Heat (LCoH)-Methode ermittelt. Für die Berechnung kam folgende Formel zum Einsatz:

$$LCoH = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(CapEx_t - SE_t) + (OpEx_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Heat_t}{(1+r)^t}}$$

- LCoH = Levelized Cost of Heat in €/kWh
- CapEx_t = Investitionskosten im Jahr t in €
- SE_t = Investitionskostenförderung im Jahr t in €
- T = Betrachtungszeitraum in Jahren (a)
- OpEx_t = Wartungs- und Betriebskosten im Jahr t in €
- Heat_t = Erzeugte Wärme im Jahr t in kWh
- r = Diskontierungssatz in %

Die grundlegenden Parameter für die Referenzszenarien wurden wie folgt festgelegt:

- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Diskontierungssatz: 4 %/a
- Inflationsrate: 2 %/a (für Preissteigerung)
- Heizwärmebedarf: 20 MWh für ein Einfamilienhaus; 160 MWh für ein Mehrfamilienhaus
- Leistung des Wärmeerzeugers:



- 2.500 Vollbenutzungsstunden für Wärmepumpen, sodass mit 8 kW im Einfamilienhaus und mit 64 kW im Mehrfamilienhaus gerechnet wird
- 1.600 Vollbenutzungsstunden für andere Wärmeerzeuger, sodass ein 12,5 kW Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus und ein 100 kW Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus angenommen wurde

Die Investitionskosten wurden aus dem Technikkatalog Wärmeplanung übernommen. Dabei wurden alle dort aufgeführten Zusatzkosten berücksichtigt, einschließlich geringinvestiver Maßnahmen sowie der Kosten für erforderliche Pufferspeicher.

In den Berechnungen wurde zudem die BEG-Förderung einbezogen. Der Klimageschwindigkeitsbonus sowie der Einkommensbonus blieben in den Referenzszenarien jedoch unberücksichtigt. Für Wärmepumpen wurde daher von einem Gesamtfördersatz von 35 % ausgegangen. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Förderung im Einfamilienhaus auf maximal 30.000 € und im Mehrfamilienhaus (Annahme: 12 Wohneinheiten) auf maximal 153.000 € förderfähige Kosten begrenzt ist.

Die Lebensdauer der untersuchten Wärmeerzeuger sowie die jeweiligen Betriebskosten wurden gemäß VDI 2067 festgelegt:

- Wärmepumpen: 18 Jahre Lebensdauer und 2,5 %/a Betriebskosten
- Gas-Brennwert: 20 Jahre Lebensdauer und 3,0 %/a Betriebskosten
- Heizöl: 20 Jahre Lebensdauer und 3,5 %/a Betriebskosten
- Pellets: 15 Jahre Lebensdauer und 6,0 %/a Betriebskosten

Der Jahresnutzungsgrad der Wärmeerzeuger wurde wie folgt angesetzt:

- Wärmepumpen: 3,0 im Einfamilienhaus; 2,5 im Mehrfamilienhaus
- Gas-Brennwert: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Heizöl: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pellets: 90 %

Die Energiepreise und ihre zukünftige Entwicklung sowie die CO₂-Preisannahmen wurden anhand der Ariadne-Analyse festgelegt. Zwischen den dort aufgeführten Stützjahren erfolgte eine lineare Interpolation. Für die Berechnung der Wärmepumpen wurde der reguläre Haushaltsstromtarif verwendet, ein spezieller Wärmepumpenstromtarif blieb unberücksichtigt. Die CO₂-Preise wurden der in der Kategorie „Standard“ ausgewiesenen Preisentwicklung für Erdgas bzw. Heizöl angesetzt. Diese sieht einen Anstieg auf 116 €₂₀₂₄/t im Jahr 2030 und auf 175 €₂₀₂₄/t im Jahr 2040 vor. Die Werte zwischen diesen Jahren wurden ebenfalls linear interpoliert. Für die Emissionsberechnung kamen die brennwertbezogenen Emissionsfaktoren gemäß Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) von 181 g_{CO2}/kWh_{th} für Erdgas und 249 g_{CO2}/kWh_{th} für Heizöl zum Einsatz. Eine Übersicht der Preisentwicklungen findet sich in der folgenden Abbildung.

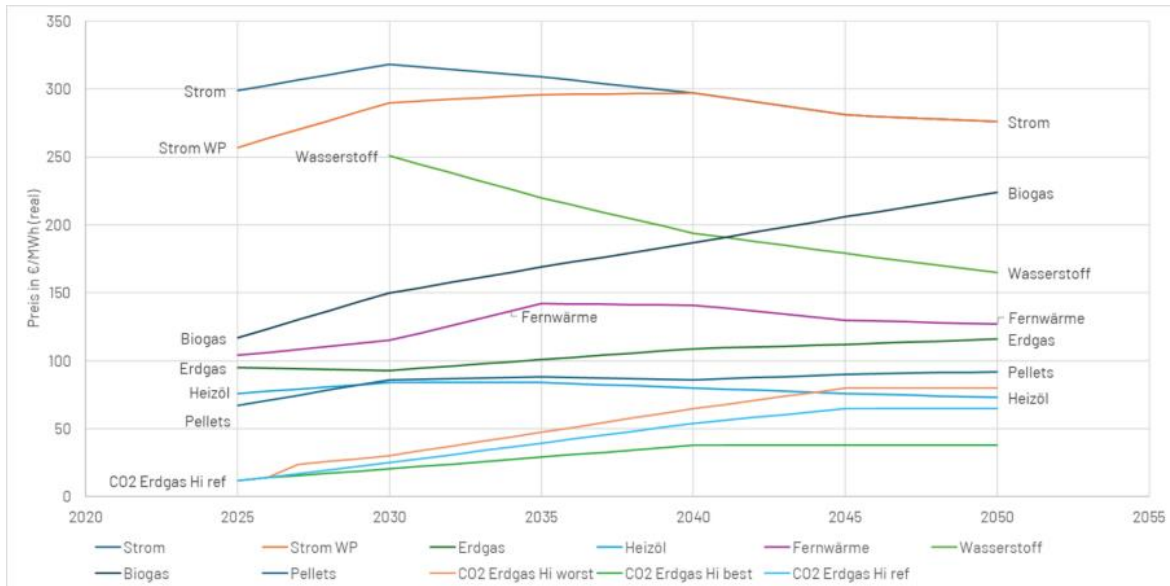


Abbildung 33: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse

Die in der Abbildung dargestellten Werte beziehen sich auf reale Preisniveaus des Jahres 2024. Für die Berechnung der zukünftigen jährlichen Kosten erfolgte anschließend eine Anpassung anhand der unterstellten Inflationsrate von 2%.

Die bisher dargestellten Randbedingungen bilden die Grundlage für die sogenannten Referenzszenarien. Die daraus abgeleiteten Wärmegestehungskosten (LCoH) der untersuchten Wärmeerzeuger ist in Abbildung 34 für Einfamilienhäuser und in Abbildung 35 für Mehrfamilienhäuser dargestellt.

Im Einfamilienhaus zeigt sich, dass die Luft-Wärmepumpe den günstigsten LCoH von knapp 22 ct/kWh aufweist, während der Pelletkessel mit rund 33 Ct/kWh am teuersten ist. Weiterhin ist zu erkennen, dass Öl- und Gasheizungen zwar vergleichsweise geringe Investitions- und Betriebskosten aufweisen, die Bedarfskosten bzw. Energieträgerkosten jedoch deutlich höher ausfallen als bei Wärmepumpen oder Pellets. Bei Pellets hingegen sind die variablen Brennstoffkosten relativ niedrig, dem stehen jedoch hohe Investitionskosten und insbesondere hohe laufende Betriebskosten gegenüber.

Im Mehrfamilienhaus bleibt die Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante mit LCoH von etwa 18,6 ct/kWh. Die übrigen Heizsysteme liegen mit rund 19 - 20 ct/kWh in einem ähnlichen Bereich. Der im Vergleich zum Einfamilienhaus geringere Unterschied beim Pelletkessel ist vor allem auf die zugrunde gelegten Kostenfunktionen zurückzuführen: Bei geringen Anlagengrößen steigen die spezifischen Investitionskosten für Pelletkessel deutlich stärker an als bei anderen Wärmeerzeugern, was ihre Kostenposition im Einfamilienhaus relativ verschlechtert.

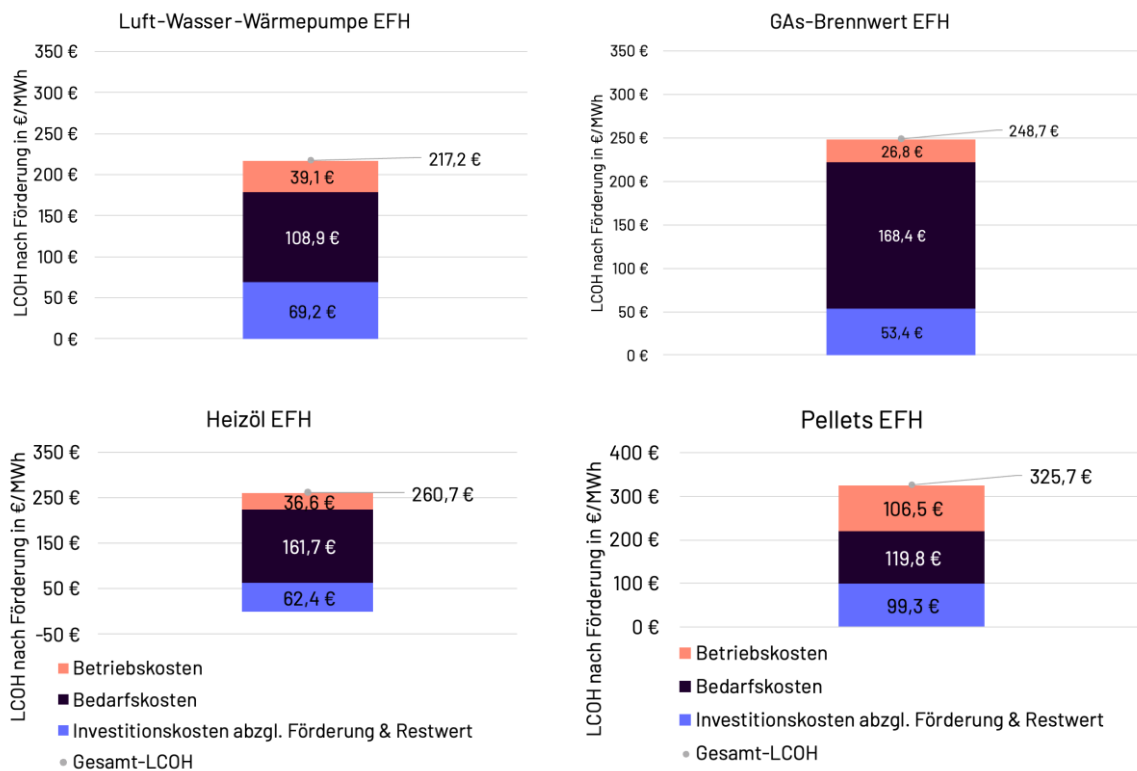


Abbildung 34: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoHnetto für verschiedene Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

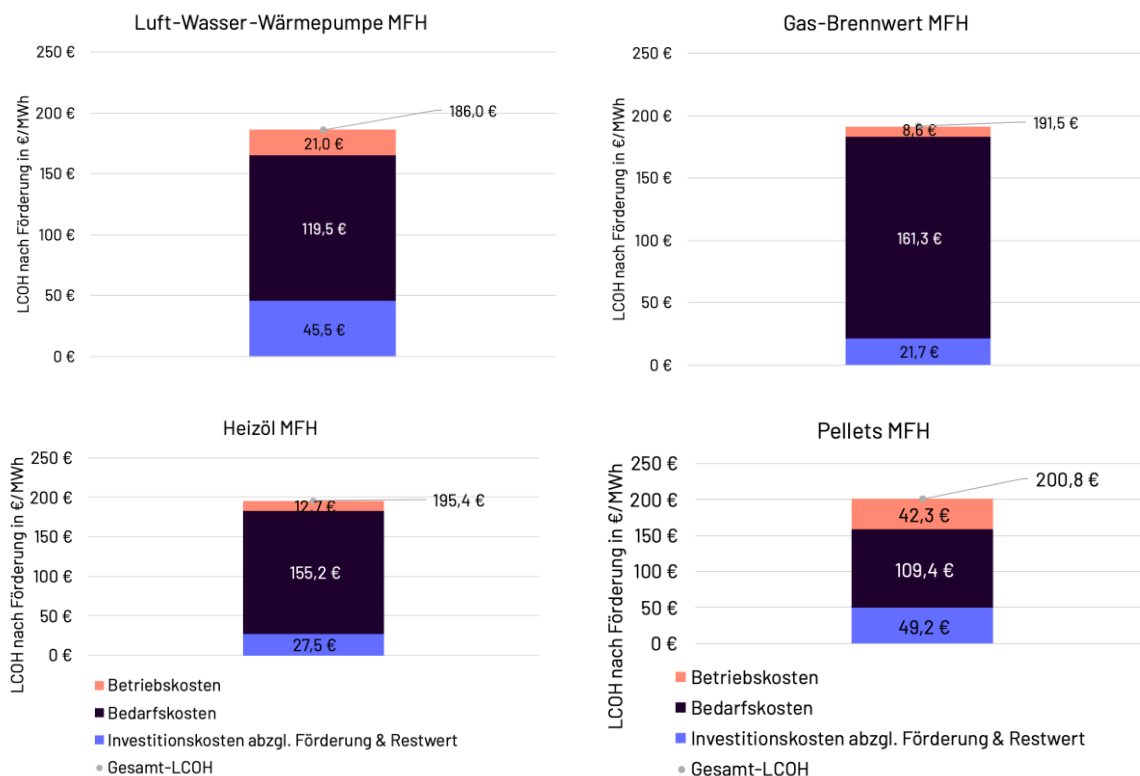


Abbildung 35: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoHnetto für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus



Insgesamt ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der Vielzahl der in dieser Kalkulation berücksichtigten Parameter in der Praxis mit einer größeren Bandbreite der tatsächlichen Wärmegestehungskosten zu rechnen ist. Einen großen Einfluss haben die Preisunterschiede bei den Investitionskosten je nach Anbieter sowie die zukünftige Entwicklung der Strompreise. Entsprechend wird es sowohl Gebäude geben, die je nach Sanierungsstand zu niedrigeren als auch solche, die zu höheren Kosten versorgt werden können. Der hier dargestellte Kostenvergleich der Referenzszenarien ist daher als grobe Orientierung zu verstehen.

Vor diesem Hintergrund wurde eine tiefergehende Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der die folgenden Parameter gegenüber dem Referenzszenario variiert wurden:

- Diskontierungsfaktor: 3 - 6 %/a
- Investitionskosten: 90 – 120 % der Referenz-Investitionskosten
- Förderung der Investition:
 - 30 – 35 % WP im MFH (gedeckelt auf 12 WE)
 - 30 – 55 % WP im EFH (gedeckelt auf 1 WE)
 - 0 – 30 % Pelletkessel
- Lebensdauer: 16 Jahre bis 20 Jahre
- Nutzungsgrad: 85 – 95 % für Gas und Heizöl; 80 – 90 % für Pellets; 2,5 bis 3,5 bei WP EFH; 2,0 bis 3,5 bei WP MFH
- Betriebskosten: 2,0% - 3,0%/a für WP; 2,5% bis 3,5% für Gas und Heizöl; 4% - 8% für Pellets
- Energiepreisentwicklung nach Ariadne-Analyse, jedoch Variation des Wertes im Jahr 2025 sowie Skalierung mit konstantem Faktor:
 - Strompreis 2025: 250 €/MWh – 350 €/MWh; Skalierung 99% - 101 %
 - Gaspreis 2025: 90 €/MWh – 110 €/MWh; Skalierung 99% - 102%
 - Ölpreis 2025: 70 €/MWh – 90 €/MWh; Skalierung 99% - 102%
 - Pelletpreis 2025: 60 €/MWh – 80 €/MWh; Skalierung 99%- 102%

Für die Sensitivitätsanalyse wurden für jede der zu variierenden Größen 10 Werte berechnet. Dabei wurde die jeweilige Variable zwischen den oben aufgeführten Extremwerten verändert, während alle übrigen Parameter auf den Werten des Referenzszenarios verblieben. Insgesamt entstanden so 90 LCoH-Berechnungen, die anschließend statistisch ausgewertet wurden. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden im Folgenden anhand eines Kastendiagramms in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt.

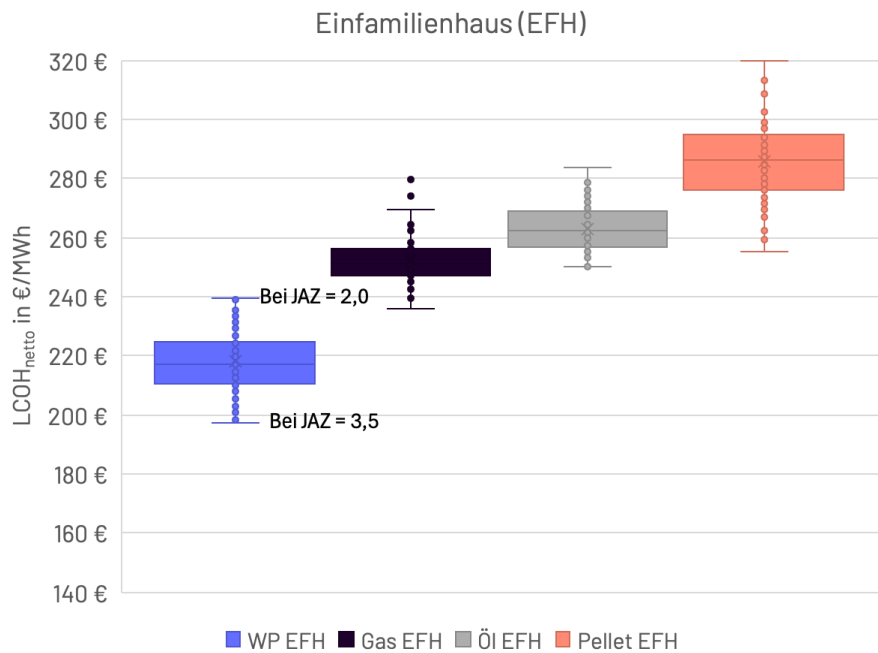


Abbildung 36: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Einfamilienhaus

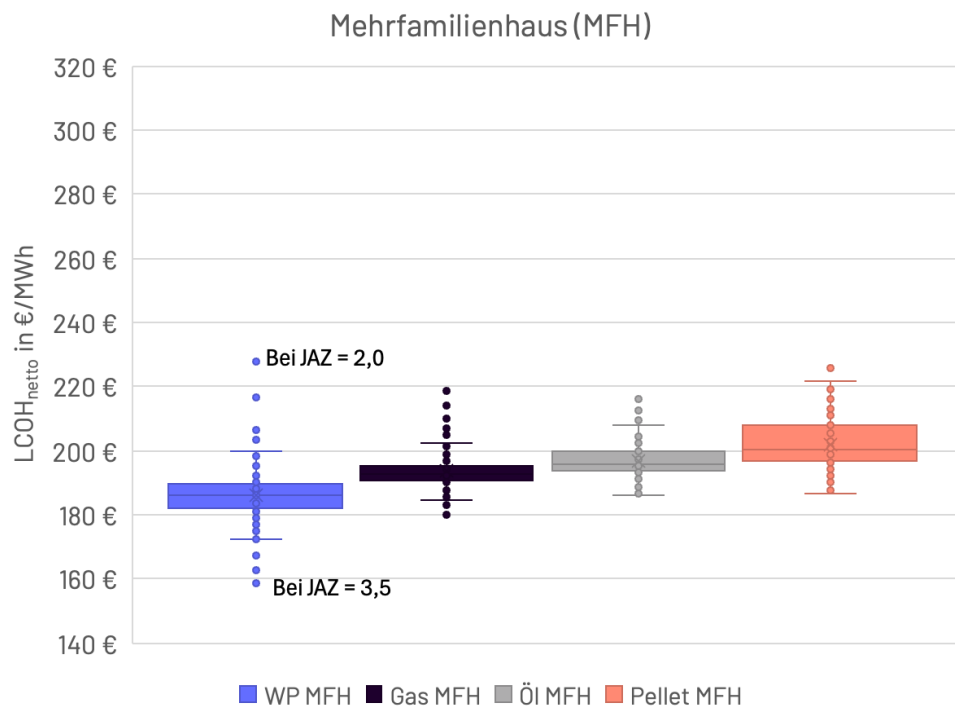


Abbildung 37: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Mehrfamilienhaus

In den Ergebnissen ist eine Bandbreite zu erkennen, innerhalb derer die Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Varianten mit hoher Wahrscheinlichkeit liegen. Gleichzeitig zeigt sich, dass in einzelnen Fällen deutliche Abweichungen nach oben oder unten auftreten können. Besonders sensitiv



wirkt sich die Entwicklung der Energiepreise aus, die bei Gas- und Ölheizungen maßgeblich zu den oberen Ausreißern führt. Bei Wärmepumpen ist zudem die Jahresarbeitszahl (JAZ) entscheidend.

Der minimale Medianwert von etwa 19 Ct/kWh (netto) sollte als Orientierung für einen konkurrenzfähigen Wärmepreis aus Fernwärme genutzt werden. Die Wärmegestehungskosten des priorisierten Wärmenetzes sollten folglich unter diesem Wert oder zumindest nicht wesentlich darüber liegen.

Da die Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgungsanlagen aufgrund der Vielzahl relevanter Einflussfaktoren beträchtlichen Unsicherheiten unterliegen, sollten die konkreten lokalen Rahmenbedingungen vor einer endgültigen Investitionsentscheidung für einen Wärmenetzausbau nochmal ortsspezifisch geprüft werden.

5.4 Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Absatz 1 WPG

Wie bei der Eignung für Wärmenetze sind auch die dezentralen Versorgungsoptionen hinsichtlich der vier in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG definierten Kriterien zu bewerten. Dabei geht es sowohl um den Vergleich dezentraler Versorgungsoptionen untereinander als auch mit der Versorgung über ein Wärmenetz.

Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung

Der Vergleich erfolgte bereits in Kapitel 5.3 Ein Wärmenetz wurde dementsprechend nur in den Gebieten entwickelt, in denen das Wärmenetz zu niedrigeren Wärmegestehungskosten bei den Kunden führen kann als eine dezentrale Wärmeversorgung (insbesondere zu L-/W-Wärmepumpen, da diese als die tendenziell günstige dezentrale Versorgungsoption gesehen wird). Somit wäre das Wärmenetz, sofern allein auf die Kosten abgestellt würde, in diesen Gebieten der Vorzug einzuräumen.

Auch hinsichtlich der Versorgungssicherheit bietet ein Wärmenetz Vorteile, da es in der Erzeugung in der Regel über eine Redundanz verfügt, die dazu führt, dass selbst beim Ausfall des größten Wärmerezeugers noch eine vollständige Versorgung auch an sehr kalten Tagen erfolgen kann. Eine dezentrale Versorgung mittels eines Erzeugers am oder im Gebäude hat diese Redundanz üblicherweise nicht, so dass beim Ausfall des Erzeugers keine Wärme zur Verfügung steht.

Bezüglich des vorgeschlagenen Wärmenetzes werden keine besonderen Realisierungsrisiken gesehen. Gleiches gilt für dezentrale Wärmepumpen, sofern es sich um Gebiete handelt, für die in den vorangegangenen Kapiteln eine überwiegende Eignung nachgewiesen werden konnte (gebietsbezogener Wärmeversorgungsanteil von mehr als 50 %). In den Gebieten mit stärker verdichteter Bebauung bestehen demgegenüber größere Realisierungsrisiken bzw. ist häufig aufgrund des Platzmangels auf dem jeweiligen Grundstück keine Versorgung mittels Wärmepumpen möglich. Eine Alternative können in diesen Fällen Pelletkessel sein. Diese benötigen aber Platz entweder im Keller oder einer geeigneten Aufstellfläche auf dem Grundstück.

Im Ergebnis führt diese Beurteilung insgesamt zu der Empfehlung in den Gebieten, in denen eine Wärmenetzsignung in Kapitel 5.1 definiert wurde, auch das Wärmenetz als präferierte Versorgungsart vorzusehen. Das gilt dementsprechend auch dann, wenn in diesen Gebieten ebenfalls eine hohe Eignung für dezentrale Wärmepumpen in den Kapiteln 5.5.1 oder 5.5.2 nachgewiesen werden konnte.

Voraussichtliche Wärmegestehungskosten dezentraler Versorgungsoptionen



Der Kostenvergleich erfolgte ebenfalls bereits in Kapitel 5.3. Als kostengünstigste Option zeigt sich unter den getroffenen Annahmen die L-/W-Wärmepumpe. Im Vergleich zu erdwärmegekoppelten Wärmepumpen ist allerdings zu beachten, dass diese insbesondere aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen teurer sind. Dieser Kostennachteil wird über die Laufzeit zumindest teilweise durch geringere Bedarfskosten (des Strombezugs) kompensiert. Je nach angenommener Entwicklung des Strompreises kann sich somit auch eine andere Beurteilung ergeben. Zudem entsteht eine höhere Planungssicherheit, da stärker steigende Stromkosten aufgrund des besseren Wirkungsgrades dieser Wärmepumpen weniger die entstehenden Wärmeversorgungskosten beeinflussen. Bei Kesseln mit fester Biomasse besteht ebenfalls eine starke Abhängigkeit von der Preisentwicklung des Energieträgers.

Realisierungsrisiko

Hinsichtlich des Realisierungsrisikos werden zwischen den verschiedenen Varianten mit dezentralen Wärmepumpen keine Unterschiede gesehen, da die Eignung für beide 5.5.15.5.2 nur dort besteht (vgl. Folgende Kapitel 5.5.1 bzw. 5.5.2), wo die dort durchgeführten Analysen eine entsprechende technische Umsetzbarkeit nachweisen. Ähnliches gilt für Kessel mit fester Biomasse. Sofern auf dem Grundstück bzw. im Keller hinreichender Platz verfügbar ist, sind keine besonderen Realisierungsrisiken zu beachten.

Versorgungssicherheit

Für alle dezentralen Anlagen gilt, dass beim Ausfall der jeweiligen Anlage für das jeweilige Gebäude auch keine Wärmeversorgung besteht, solange die Reparatur andauert. Mit einer zweiten Erzeugungsanlage lässt sich dieses Problem zwar lösen, allerdings ergäben sich daraus erhebliche Zusatzkosten. Ein systematischer Unterschied hinsichtlich der Versorgungssicherheit wird zwischen den verschiedenen dezentralen Anlagentypen nicht gesehen.

Kumulierte Treibhausgasemissionen

In Abbildung 38 sind die anlagenbezogenen spezifischen THG-Emissionen bis 2045 zu sehen. Bei den Wärmepumpen ergibt sich eine Reduzierung aufgrund des angenommenen steigenden Anteils erneuerbarer Energien im Strommix. Diese Werte wurden der Treibhausgasbilanz (vgl. Kapitel 6.2) zugrunde gelegt.

Ganz allgemein kann festgehalten werden, dass Zielszenarien, die zu einem schnelleren Wechsel von Heizungen mit fossilen Energieträgern auf GEG-konforme Heizungen führen, beim Kriterium „kumulierte Treibhausgasemissionen“ Vorteile aufweisen. Das spricht tendenziell für den Ausbau von Wärmenetzen, da diese häufig das Potenzial haben, den Umstieg von Öl- oder Gaskesseln zu beschleunigen. Das gilt jedenfalls dann, wenn es gelingt über Wärmenetze einerseits einen konkurrenzfähigen Wärmeversorgungspreis zu bieten und andererseits über geeignete Kommunikationsmaßnahmen die Anschlussbereitschaft an ein Wärmenetz zu erhöhen und zu beschleunigen. Zur Berechnung der Emissionen wird für die L-/W-Wärmepumpen ein COP von 2,9 und für die Geothermie-Wärmepumpe ein COP von 4 angesetzt. Der Nutzungsgrad für die übrigen Wärmeerzeuger wird mit 85 % angenommen. Die größten Emissionen bis 2045 hat die Nutzung von Heizöl gefolgt von Gas.

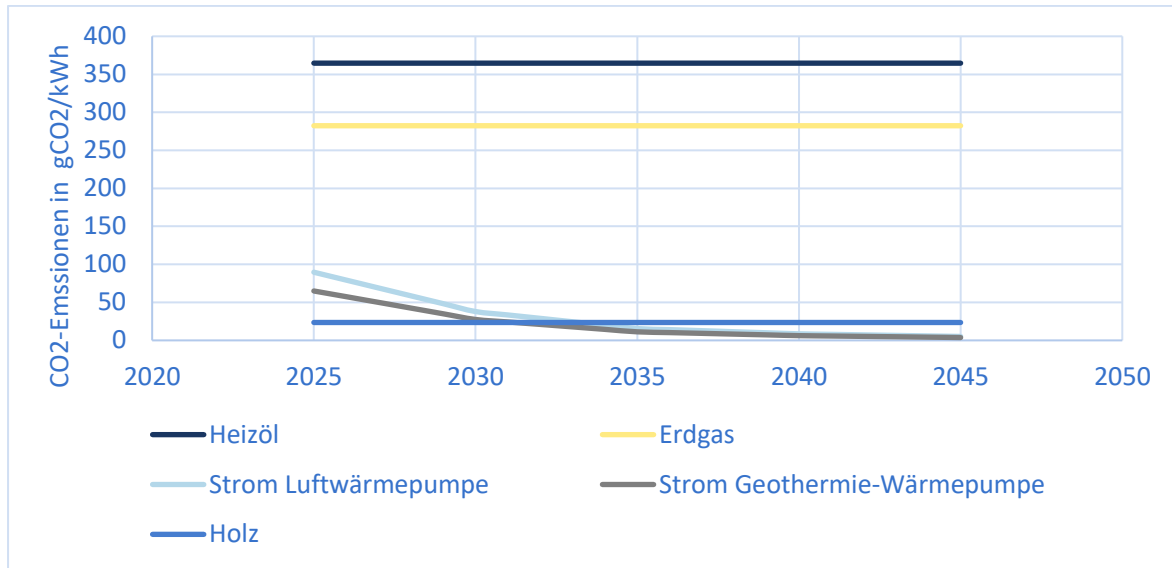


Abbildung 38: Spezifischen THG-Emissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung

5.5 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung

Um Gebiete zu ermitteln, in denen dezentrale Wärmeversorgungskonzepte für eine zukünftige dekarbonisierte Wärmeversorgung umsetzbar sind, wurden mögliche Wärmequellen zur Versorgung von Einzelgebäuden untersucht. Zu diesen gehören Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS). Die Analysen erfolgten dabei gebäudescharf.

5.5.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung

Als einschränkender Faktor für den Einsatz von L/W-WP wurde die Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben berücksichtigt. Die Methodik orientiert sich dabei an Greif (2023). Nachfolgend werden das Verfahren und die Resultate beschrieben.

5.5.1.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die Heizleistung wird anhand der im Wärmeetlas angegebenen Wärmebedarfe über die typischen Vollaststunden des jeweiligen Gebäudetyps berechnet. Der Schallleistungspegel $L_{w,aeq}$ der L/W-WP lässt sich über den in Abbildung 39 gezeigten Zusammenhang bestimmen. Die dort angesetzte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.

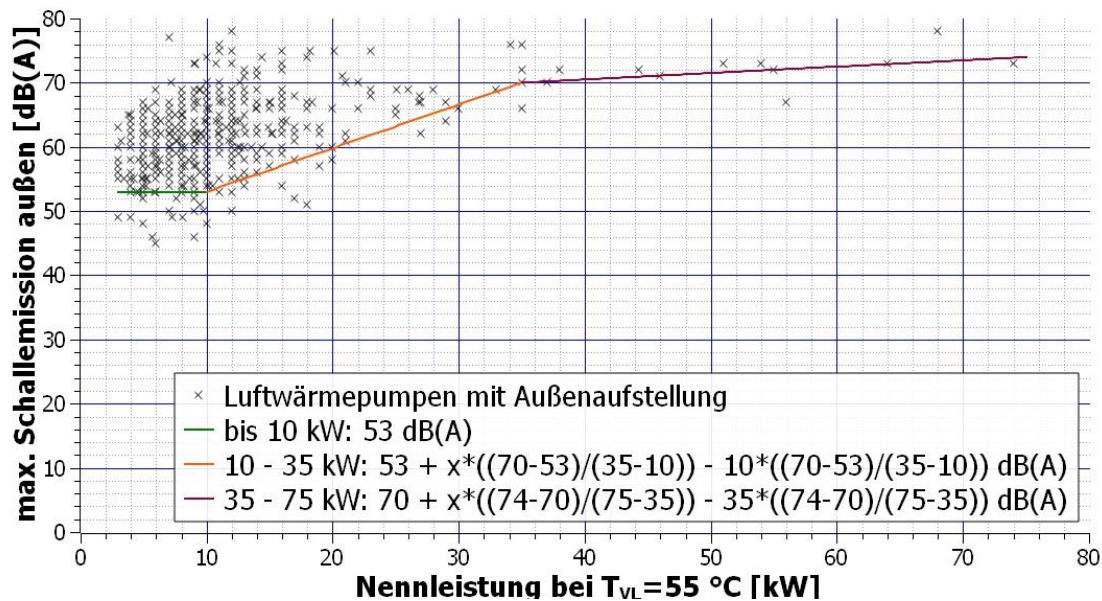


Abbildung 39: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung - Lebensgrundlagen und Energie, 2023). Die angenetzte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.

Nach dem Leitfaden Schall des BWP gilt für den Mindestabstand s_m zum Nachbargebäude unter Einhaltung der Schallimmissionsschutzvorgaben:

$$s_m = 10^{\frac{L_{w,aeq} - L_r + K_T + K_0 - 11 \text{ dB(A)} + K_R + K_{\text{Nacht}} + K_{\text{Irrelevanz}}}{20}}$$

Die verwendeten Parameter sind in Tabelle 13 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt:

Parameter	Beschreibung
$L_{w,aeq}$	Schalleistungspegel der L/W-WP nach Herstellerangabe
L_r	Grenzwert für Schalleistungspegel; Annahme: 35 dB(A). Entspricht dem Grenzwert für reine Wohngebiete im Nachtbetrieb.
K_T	Zuschlag für die Ton- und Informationshaltigkeit nach Herstellerangabe; Annahme: 0 dB(A)
K_0	Raumwinkelmaß aus der Aufstellsituation; Annahme: 6 dB(A). Entspricht Aufstellung an einer Wand
K_R	Zuschlag für Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Tagbetrieb); Annahme: 0 dB(A)
K_{Nacht}	Annahme für Leistungsabsenkung von Wärmepumpen im Nachtmodus; Annahme: -2 dB(A)

K_{Irrelevanz} Der Nachweis für die Gesamtbelastung entfällt, wenn die Wärmepumpe den maßgeblichen Immissionsrichtwert der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschreitet (sog. Irrelevanz-Wert); Annahme: 6 dB(A)

Tabelle 13: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung des Immissionsschutzes

In Abbildung 40 ist der Zusammenhang zwischen Mindestabstand und Schallleistungsdruck der L/W-WP mit den vorher genannten Annahmen dargestellt.

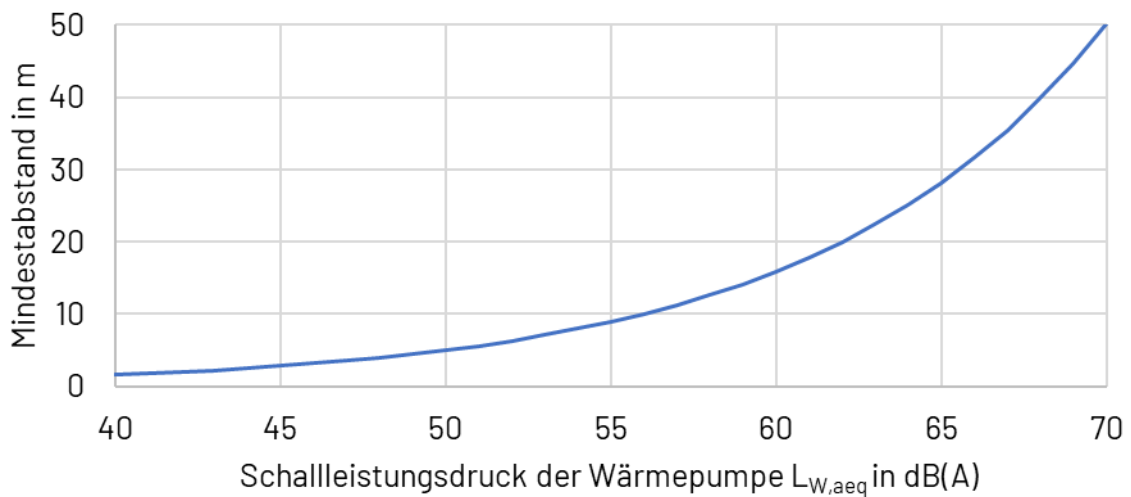


Abbildung 40: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe

Als möglicher Aufstellbereich für L/W-WP wird ein Ring mit mindestens 1 m und höchstens 3 m Abstand um das Gebäude und innerhalb des zugehörigen Flurstücks festgelegt. Wie in Abbildung 41 (links) gezeigt, wird ein Puffer mit dem vorher ermittelten Mindestabstand s_m um die benachbarten Gebäude gelegt. Wenn eine ausreichend große Fläche des Aufstellbereichs nach Abzug der Puffer zur Verfügung steht, gilt das betreffende Gebäude als für die L/W-WP-Versorgung geeignet.

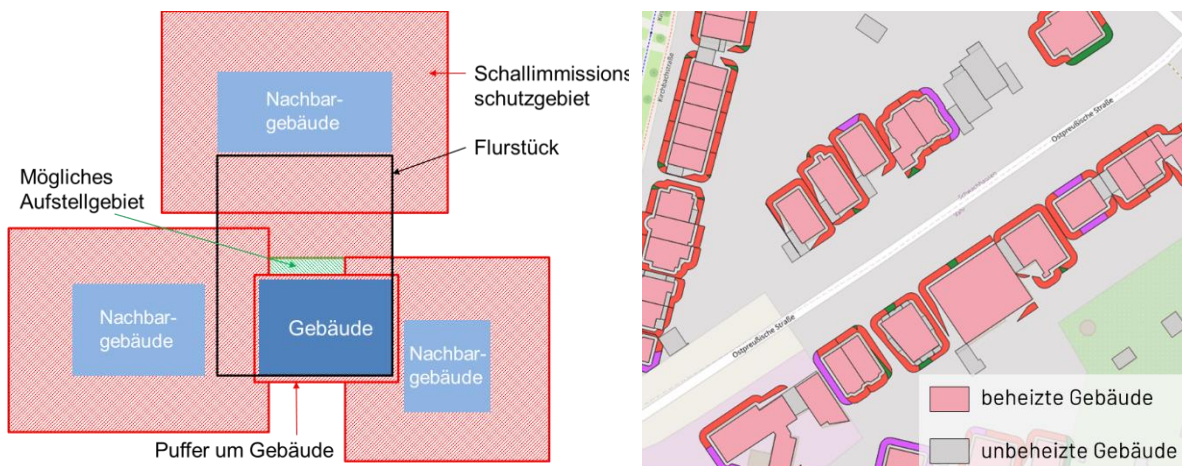


Abbildung 41: (links) Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; (rechts) Ausschnitt aus dem Wärmeatlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün)

Bleibt von dem Aufstellbereich bei Berechnung der aktuellen Heizleistung keine ausreichend große Fläche nutzbar, wird die Wärmepumpenleistung iterativ so lange reduziert, bis ein geeigneter Aufstellbereich entsteht (bis zu einem minimalen Wert von 50 % der aktuellen Heizleistung). Das Resultat ist in Abbildung 41 (rechts) beispielhaft dargestellt. Die Methode vernachlässigt die Abschattung des Schalls durch das Gebäude selbst. Letzteres ist individuell zu prüfen.

5.5.1.2 Ergebnisse

In Abbildung 42 ist der mit der zuvor beschriebenen Methode ermittelte, über L/W-WP versorgbare Anteil des Wärmebedarfs der Stadt Langen dargestellt. Industrie- und große GHD-Unternehmen (Wärmebedarf > 5 GWh/a) sind bei dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt, weil hier hohe Prozesswärmebedarfe vermutet werden, die möglicherweise nicht mit WP bereitgestellt werden können. Ohne Sanierung können 32 % und mit Sanierung (Reduktion des jeweiligen Wärmebedarfs der Gebäude auf minimal 50 %) können 51 % des Wärmebedarfs mit dezentralen L/W-Wärmepumpen gedeckt werden.

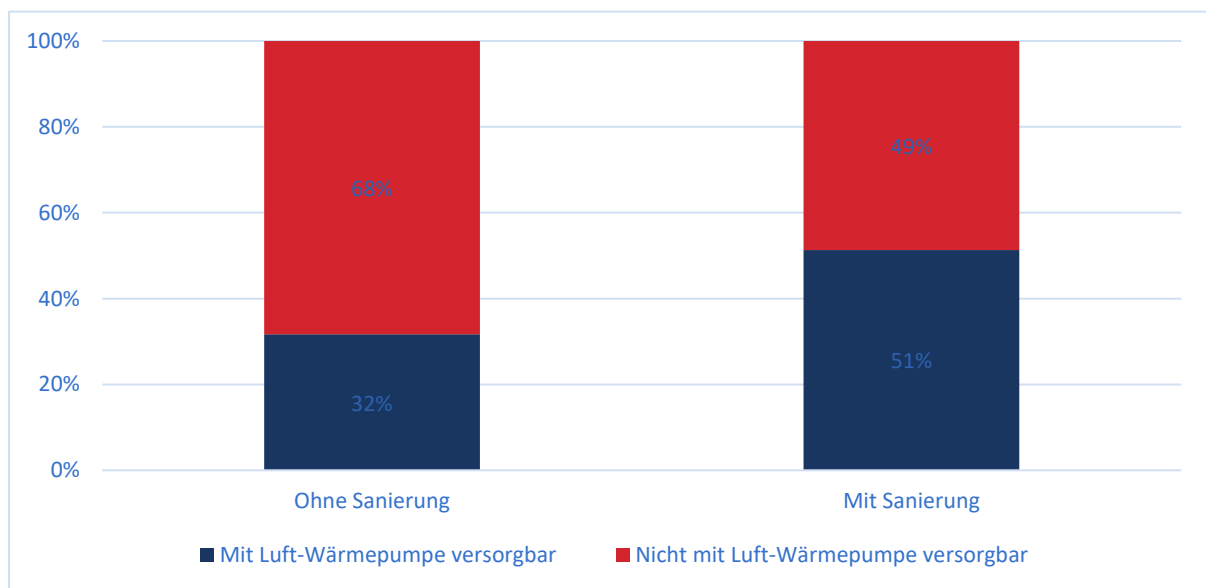


Abbildung 42: Ergebnisse für die Stadt Langen – Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann.

In Abbildung 43 ist die mögliche Deckung für die Ortsteile Langens dargestellt, bezogen auf den Wärmebedarf. In den äußeren Stadtteilen können große Anteile des Wärmebedarfs über dezentrale L/W-WP versorgt werden. In den dicht bebauten Ortsteilen im Stadtzentrum ist das Potenzial für dezentrale L/W-WP geringer (blaue und grüne Bereiche). Hier ist der Bedarf größer, diese Ortsteile über Wärmenetze zu versorgen.

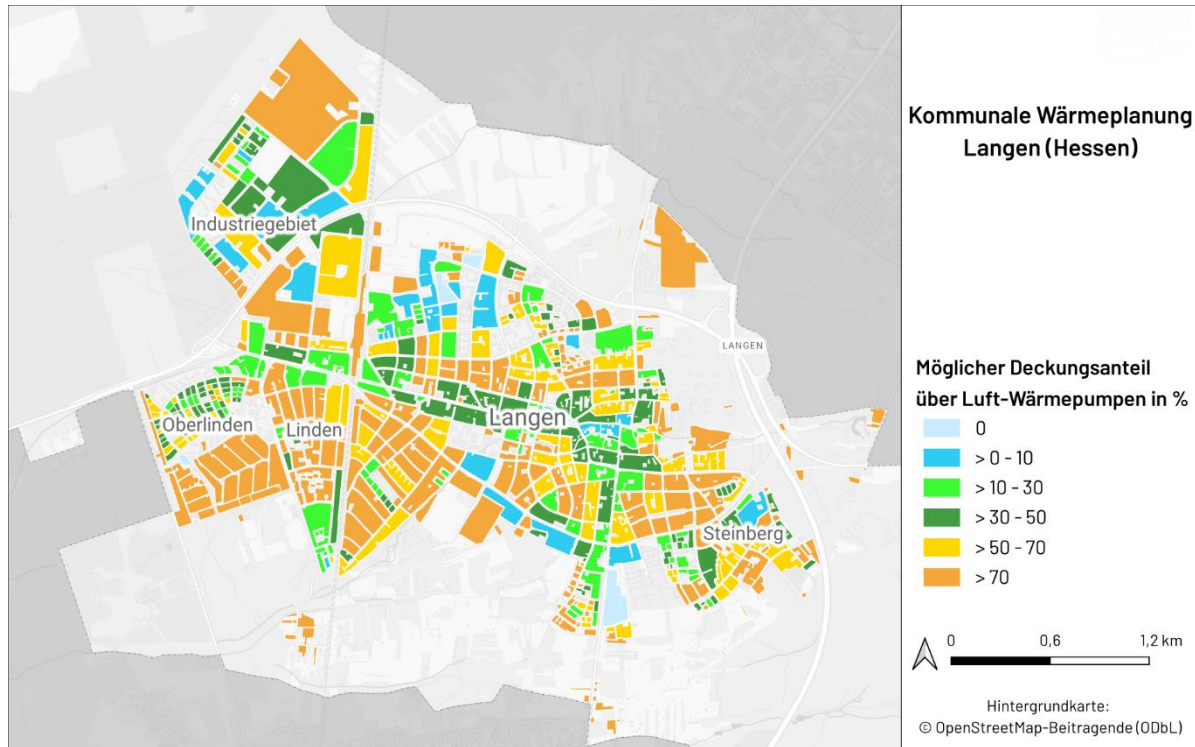


Abbildung 43: Mögliche Deckungsanteile mit dezentralen L/W-Wärmepumpen in den Baublöcken von Langen mit heutigem Wärmebedarf oder Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs.

5.5.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

Neben den L/W-WP wurden auch Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) als Wärmequelle als Option für die dezentrale Wärmeversorgung betrachtet. Dazu wurden die Untergrundeigenschaften und das Platzangebot auf den jeweiligen Grundstücken berücksichtigt. Die Methode und die Ergebnisse werden im Folgenden beschrieben.

5.5.2.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die Schritte der angewendeten Methode zur Ermittlung des Potenzials von S/W-WP mit EWS sind in Abbildung 44 dargestellt. Grundlagen für die Auslegung kleiner Erdwärmesondenanlagen (bis 30 kW Heizleistung) finden sich in der VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrunds – Blatt 2“ (2019).

Schritt 1: Anzahl möglicher Sonden pro Grundstück

Datengrundlage waren die Gebäude und Grundstücke aus dem Wärmeatlas. Es wurde einen Mindestabstand von 2 m zum Gebäude (inkl. unbeheizter Nebengebäude) und von 5 m zur Grundstücksgrenze (Empfehlung VDI 4640: min. 10 m Abstand zwischen Nachbaranlagen) berücksichtigt. Mit einem Algorithmus wurden automatisiert möglichst viele Sonden auf der restlichen Grundstücksfläche platziert (siehe Abbildung 45). Dabei wurde ein Mindestabstand von 6 m zwischen den Sonden angesetzt. Die ermittelte Sondenanzahl wurde um 50 % reduziert, um zu berücksichtigen, dass aufgrund von nicht erfassten Hindernissen (Bäume, Teiche, Pools etc.) nicht die gesamte Fläche genutzt werden kann (stichprobenweise anhand von Luftbildern ermittelt).

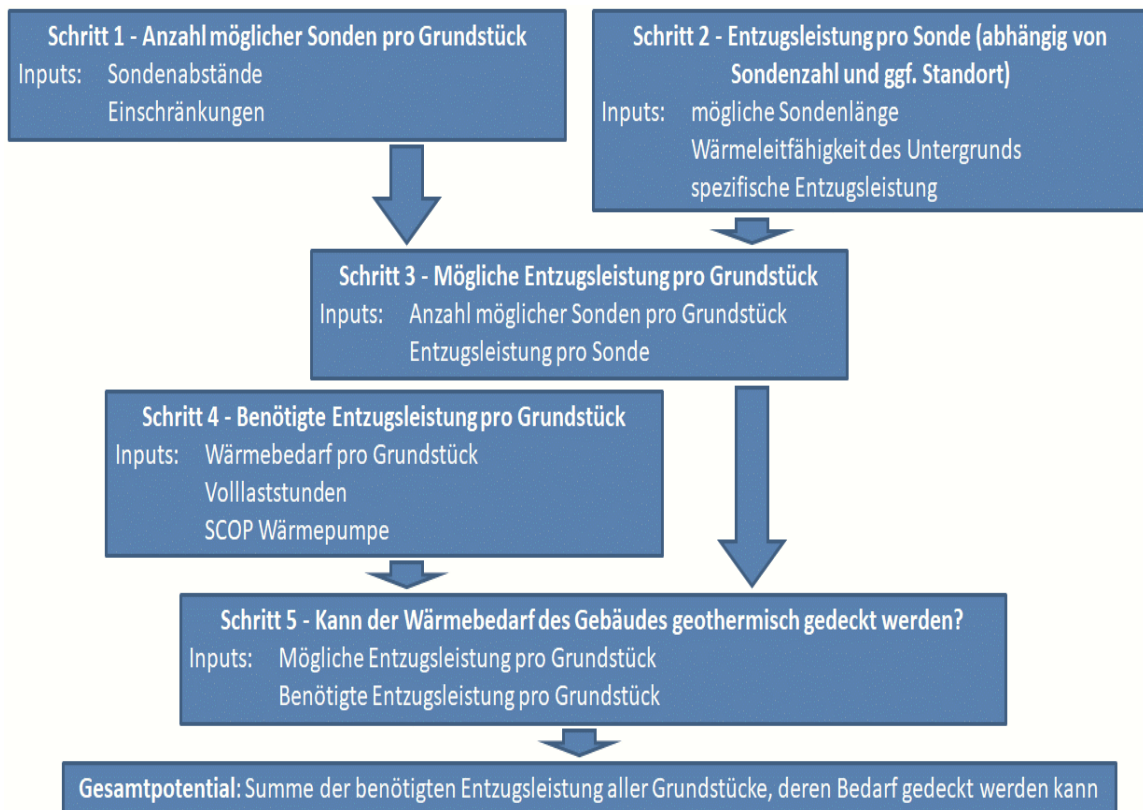


Abbildung 44: Fließschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude



Abbildung 45: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte)

Schritt 2: Entzugsleistung pro Sonde

Die mögliche Entzugsleistung pro Sonde hängt primär von der Sondenlänge und der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds ab. Das Potenzial wird hier für eine Sondenlänge von 100 m berechnet.

Eine Randbedingung für den Betrieb von Erdwärmesonden ist eine minimale Fluidtemperatur von 3 °C. In der VDI 4640 sind Tabellenwerte für die spezifische Entzugsleistung pro Sondenmeter für Anlagen bis 5 Sonden und 30 kW Heizleistung enthalten. Um auch größere Anlagen berücksichtigen zu können, wurde mit dem Tool GEO-HANDlight (Hochschule Biberach, 2022) in einer Standardanordnung die mögliche Entzugsleistung unter Berücksichtigung der Untergrundbedingungen in Langen berechnet. In Abbildung 46 ist die spezifische Entzugsleistung für bis zu 25 Sonden, abhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds, dargestellt.

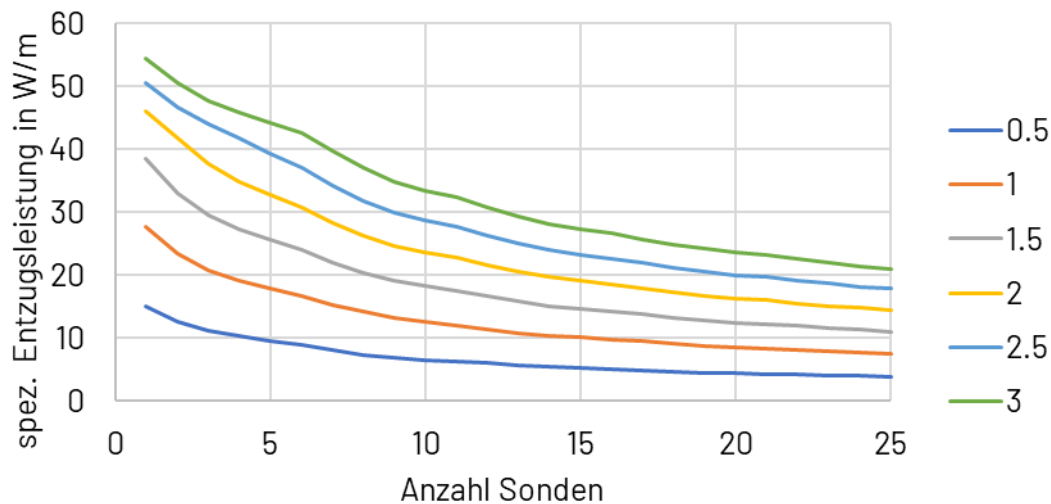


Abbildung 46: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Untergrundeigenschaften in Langen mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid

Im überwiegenden Teil des Stadtgebiets befinden sich Wasserschutzgebiete (s. Abbildung 47, links). In Wasserschutzgebieten der Kategorie II ist die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen nicht zulässig.

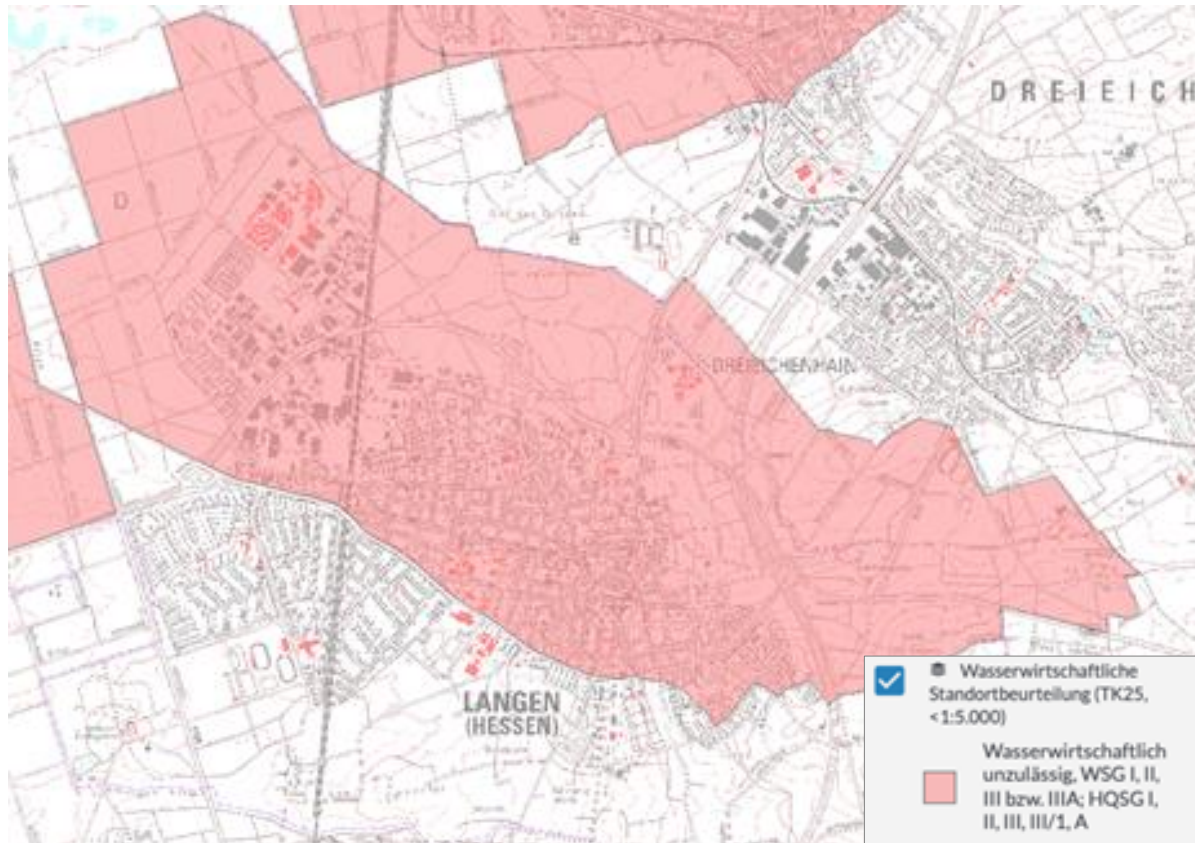


Abbildung 47: Lage der Wasserschutzgebiete in Langen.

Schritt 3: Mögliche Entzugsleistung pro Grundstück

Die mögliche Entzugsleistung pro Grundstück berechnet sich aus der zuvor ermittelten maximalen Sondenanzahl und der spezifischen Entzugsleistung.

Schritt 4: Benötigte Entzugsleistung pro Grundstück

Die benötigte Entzugsleistung des Grundstücks ergibt sich aus der benötigten Heizleistung, die im Wärmeatlas angegeben ist, und der Jahresarbeitszahl der S/W-WP. Diese wird mit 4 angesetzt.

Schritt 5: Kann der Wärmebedarf des Grundstücks geothermisch gedeckt werden?

Durch Vergleich der benötigten Entzugsleistung mit der möglichen Entzugsleistung wird festgestellt, ob die Gebäude auf dem Grundstück bei ihrem aktuellen Wärmebedarf versorgt werden können. Außerdem wird eine Sanierung mit Absenkung des Wärmebedarfs um bis zu 50 % berücksichtigt.

5.5.2.2 Ergebnisse

In Abbildung 48 (links) ist der über S/W-WP mit EWS versorgbare Anteil des Wärmebedarfs der Stadt Langen dargestellt, der mithilfe der zuvor beschriebenen Methode ermittelt wurde. Industrie- und große GHD-Unternehmen (Wärmebedarf > 5 GWh/a) sind in dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt. Denn dort werden hohe Prozesswärmebedarfe vermutet, die möglicherweise nicht durch Wärmepumpen gedeckt werden können. Von den Gebäuden sind ohne Sanierung 8 %, und mit Sanierung (bei Reduktion des Wärmebedarfs je Gebäude auf mindestens 50 %) können 23 %

des Wärmebedarfs gedeckt werden. Die niedrigen Zahlen sind auf die Restriktion durch festgesetzte Wasserschutzgebiete zurückzuführen.

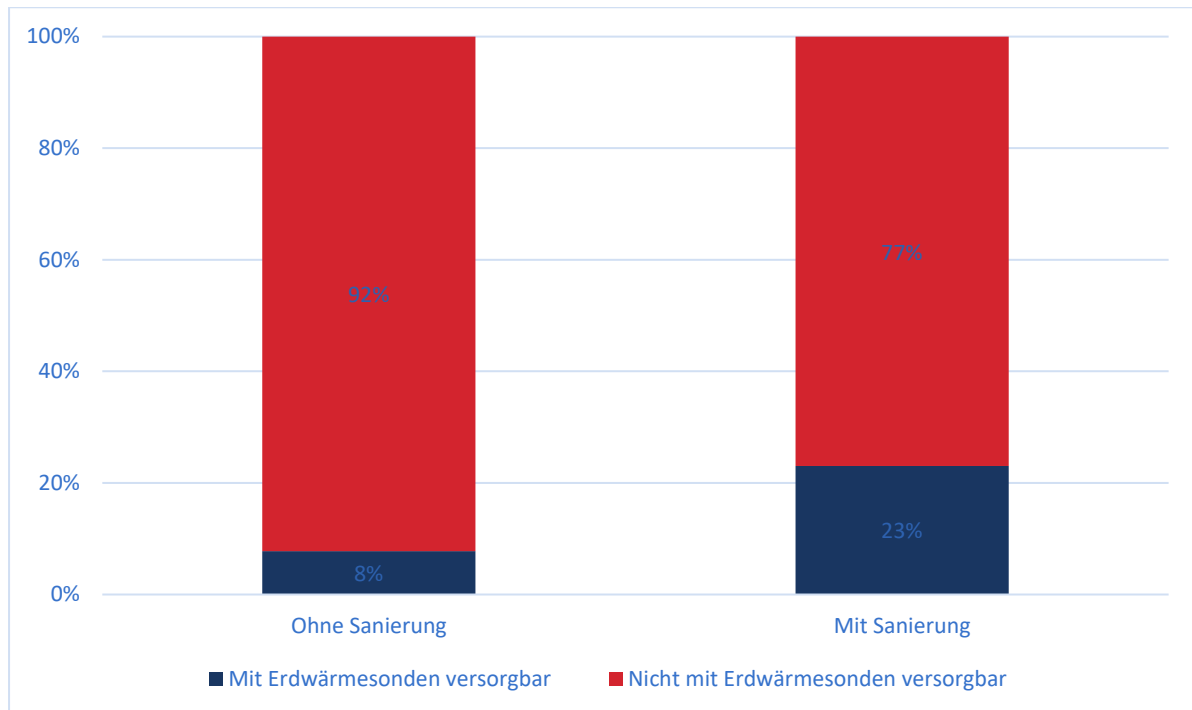


Abbildung 48: Ergebnisse für die Stadt Langen als Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-WP mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann

Abbildung 49 zeigt die mögliche Deckung für die einzelnen Ortsteile Langens, bezogen auf den Wärmebedarf. In den äußeren Stadtteilen können allgemein größere Anteile des Wärmebedarfs über dezentrale S/W-WP versorgt werden, da dort tendenziell Gebäude mit größeren Grundstücksflächen sowie Einfamilien- und Reihenhäuser mit geringerem Wärmebedarf zu finden sind. In den dicht bebauten Ortsteilen im Zentrum der Stadt ist das Potenzial für dezentrale S/W-WP mit EWS geringer (blaue bis grüne Bereiche). Hier ist der Bedarf größer, diese Ortsteile über Wärmenetze zu versorgen.

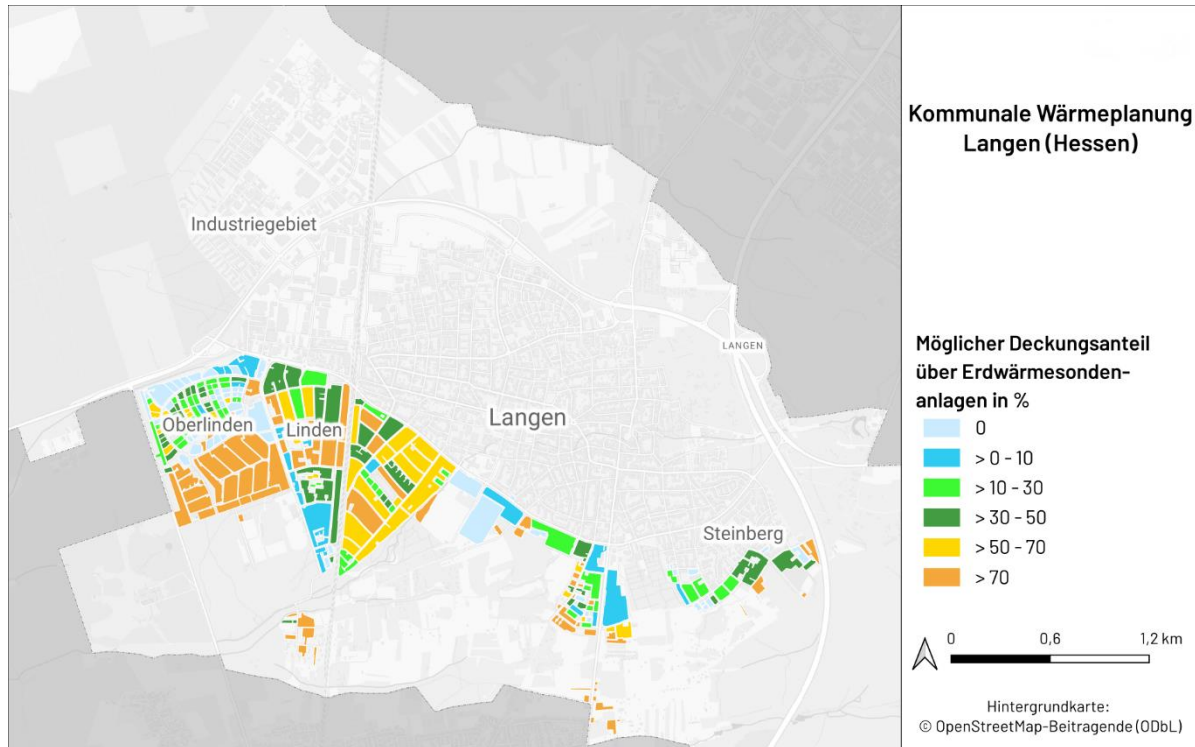


Abbildung 49: Deckung mit dezentralen S/W-WP mit Erdwärmesonden in den Ortsteilen von Langen nach energetischer Sanierung mit Reduktion des heutigen Bedarfs auf 50 % bezogen auf den Wärmebedarf.

5.5.3 Vergleich Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

Im Vergleich der Ergebnisse für L/W-WP und S/W-WP mit EWS zeigt sich, dass in Langen mehr Gebäude über L/W-WP versorgt werden können. Beide Technologien eignen sich vor allem besonders für die äußeren Bereiche der Stadt.

Bei den S/W-WP wurde die Möglichkeit der thermischen Regeneration des Untergrunds im Sommer durch Einleitung von Wärme, zum Beispiel aus Solarthermie, nicht berücksichtigt. Dadurch lässt sich die Anzahl benötigter Sonden deutlich reduzieren. Ein Vorteil von Erdwärmesondenanlagen ist die Möglichkeit zur passiven Kühlung eines Gebäudes im Sommer. Und damit verbunden die Regeneration des Untergrunds. In der Stadt Langen ist das Potenzial jedoch aufgrund des Wasserschutzgebietes gering.

Bei den L/W-WP ist durch die Verwendung von Schallschutzgehäusen eine Absenkung der Schallemissionen möglich. Dadurch könnten weitere Gebäude mit L/W-WP versorgt werden. Aus Sicht des Stromnetzes sind S/W-WP mit Erdwärmesonden vorteilhaft, da besonders bei sehr kalten Umgebungstemperaturen die Spitzenlast geringer ist als bei L/W-WP.

5.5.4 Fazit zur Eignung mit dezentralen Wärmepumpen

Voraussetzung für die Eignung von Einzelgebäuden für eine Wärmebedarfsdeckung durch dezentrale Wärmepumpen sind

- die Einhaltung der Vorgaben zu Schallemissionen bei L/W-WP oder



- eine ausreichend große Grundstücksfläche, um eine hinreichend große Anzahl von Erdwärmesonden für S/W-WP einzubringen

Die dafür notwendigen Analysen wurden auf Basis des Wärmeatlases gebäudescharf durchgeführt. In der Betrachtung wurde zusätzlich gebäudescharf ermittelt, inwieweit sich die Möglichkeit zur Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen verbessert, wenn von einer Wärmebedarfsreduktion um bis zu 50 % ausgegangen wird. Dabei wurde nicht geprüft, ob diese Bedarfsreduktion in den Gebäuden jeweils möglich ist.

Bei den S/W-WP wurde die Möglichkeit der thermischen Regeneration des Untergrunds im Sommer durch Einleitung von Wärme, zum Beispiel aus Solarthermie, nicht berücksichtigt. Dadurch lässt sich die Anzahl benötigter Sonden deutlich reduzieren. Ein Vorteil von Erdwärmesondenanlagen ist die Möglichkeit zur passiven Kühlung eines Gebäudes im Sommer. Und damit verbunden die Regeneration des Untergrunds.

Es lässt sich feststellen, dass das Potenzial für dezentrale L/W-WP bezogen auf den aktuellen Wärmebedarf und ohne den Einsatz von Schallschutzhauben aufgrund der dichten Bebauung in Langen begrenzt ist, sodass die Voraussetzungen für eine unmittelbare flächendeckende Umstellung der Wärmeversorgung in Langen auf dezentrale L/W-WP nicht gegeben sind. Unter Berücksichtigung der zukünftig zu erwartenden Wärmebedarfsrückgänge und unter Einbindung von Schallschutzhauben würde sich das Bild deutlich verändern. Allerdings ist zu beachten, dass dadurch Zusatzkosten für die Gebäudeeigentümer entstehen. Dementsprechend steigt in diesen Fällen die Konkurrenzfähigkeit eines Wärmenetzes, sofern es zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten ausgebaut werden kann.

Das Potenzial zur Versorgung des Wärmebedarfs mit S/W-WP ist gegenüber dem Potenzial der L/W-WP deutlich geringer. Wesentlicher begrenzender Faktor sind die häufig zu geringen Grundstücksgrößen, um eine hinreichende Anzahl von EWS in das Grundstück einzubringen und das Wasserschutzgebiet.

Besonders Gebiete, in denen L/W-WP nur mit dem Einsatz aufwändiger Schallschutzmaßnahmen möglich und auch S/W-WP nur wenig geeignet sind, weisen eine grundsätzlich hohe Attraktivität für wärmenetzbasierte Lösungen auf.

5.6 Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG

Zur Ermittlung Eignungsstufen der dezentralen Wärmeversorgung und der damit verbundenen Karte werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln genutzt. Die Bewertung bezieht sich somit ausschließlich auf die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen. Für die weiteren dezentralen Wärmeversorgungsoptionen erfolgt keine vergleichsweise differenzierte Analyse. Pelletkessel sind grundsätzlich immer dann möglich, wenn ein ausreichend großer Keller für die Heizung, das Pelletlager und die zugehörigen Nebenanlage oder eine ausreichend große alternative Aufstellfläche auf dem Grundstück vorhanden ist.

Die Kategorien „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich geeignet“ für die dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen wurden für Baublöcke gewählt, deren Wärmebedarf zu mindestens 50 % über Wärmepumpen versorgt werden kann. Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zielszenario zu weniger als 50 % über ein Wärmenetz versorgt werden kann, wurden als „wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet“ kategorisiert.

Die Kategorisierung folgt den Grenzwerten aus Tabelle 14. Hierbei wird insbesondere die Möglichkeit einer Aufstellung auf dem Grundstück nach den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Methodiken ausgewertet. Die individuelle Eignung der gebäudeinternen Hydraulik und der Vorlauftemperaturen muss von einem Fachunternehmen geprüft werden.

Baublöcke	Anteil der Wärmeversorgung durch dezentrale Wärmepumpen in %
Sehr wahrscheinlich geeignet (SWG)	≥ 75
Wahrscheinlich geeignet (WG)	≥ 50 und < 75
Wahrscheinlich ungeeignet (WU)	≥ 25 und < 50
Sehr wahrscheinlich ungeeignet (SWU)	≥ 0 und < 25

Tabelle 14: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG

Insgesamt besteht für sehr viele Gebiete eine hohe Eignung für dezentrale Versorgung mit L/W-Wärmepumpen (vgl. Abbildung 43). Anders sieht es bei der Eignung der dezentralen Versorgung mit S/W-Wärmepumpen (vgl. Abbildung 49) aufgrund des Wasserschutzgebietes aus, in dem keine Sole/Wasserpumpen möglich sind. Viele dieser Gebiete verfügen oft gleichzeitig über eine hohe Wärmenetzeignung (vgl. Abbildung 50).

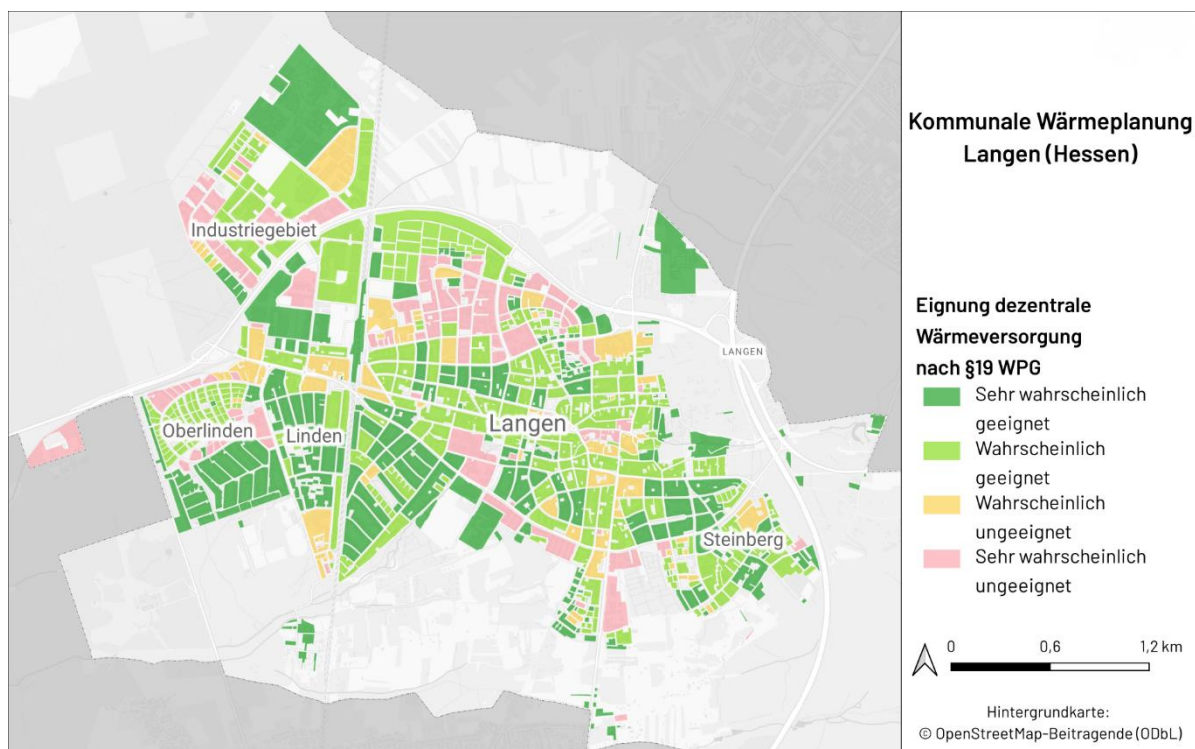


Abbildung 50: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG



Anzumerken ist, dass in Gebieten, in denen die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen eher schwierig ist, grundsätzlich die Möglichkeit besteht über den Einsatz von Schallschutzmaßnahmen die Verwendung von Luftwärmepumpen dennoch zu ermöglichen.



6 Zielszenario

Mit der Erstellung des Zielszenarios wird das beplante Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Ziel dieser Einteilung ist es, die Erkenntnisse aller vorangegangenen Schritte der Wärmeplanung zu einem konsistenten Zielbild zusammenzufassen.

Die planungsverantwortliche Stelle mithin die Stadt Langen stellt dabei für jedes beplante Teilgebiet dar, für welche Versorgungsart sich das jeweilige Gebiet besonders eignet. Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete können gemäß § 3 Absatz 1 Nummer 14 WPG sein:

- Ein Wärmenetzgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 18 WPG),
- ein Wasserstoffnetzgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 23 WPG),
- ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (§ 3 Absatz 1 Nummer 6 WPG) oder
- ein Prüfgebiet (§ 3 Absatz 1 Nummer 10 WPG).

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt dabei gemäß § 18 Absatz 3 WPG für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040. Ergebnisse sind insbesondere

- die Zuordnung aller Teilgebiete zu einer priorisierten Wärmeversorgungsart,
- die erwartete zeitliche Entwicklung des Ausbaus der zentralen (leitungsgebundenen) Wärmeversorgung,
- die Identifikation von Prüfgebieten, für die noch keine priorisierte Wärmeversorgungsart definiert wird und
- die Beschreibung für das beplante Gebiet als Ganzes anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III WPG

Zusätzlich erfolgt in diesem Kapitel die kartografische Darstellung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (bezogen auf die Raumwärme) gemäß § 18 Abs. 5 WPG.

6.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete-

Gemäß § 18 Abs. 1 Satz 2 stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035, 2040 und 2045 dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige Teilgebiet besonders eignet. Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweisen.

Die in Kapitel 5.1 beschriebenen Netzausbauszenarien wurden zunächst maßgeblich aus einer wirtschaftlichen Bewertung entwickelt. Zentrales wirtschaftliches Beurteilungskriterium war, inwieweit der Netzausbau zu Wärmegestehungskosten (in ct/kWh) möglich ist, die unterhalb eines definierten anlegbaren Preises liegen. Als anlegbarer Preis wurde, dabei ein Wert unter der dezentralen Versorgung definiert (s. Kapitel 5.5.3). Der Netzausbau wurde dementsprechend so entwickelt, dass die auf



Basis der Gesamtkosten der ausgebauten Netze umsetzbaren Wärmepreise für die Kunden unter dem anlegbaren Preis liegen.

Die weiteren Kriterien (geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen) wurden für die Kategorien zentrale Erzeugung, Wärmenetz und dezentrale Versorgung getrennt bewertet:

- In Kapitel 5.2 erfolgte eine Darstellung für die Erzeugung des Wärmenetzes
- Für das Wärmenetz der Stadtwerke Langen wurden die Realisierungsrisiken insbesondere durch die Annahme von realistisch umsetzbaren jährlichen Leitungsnetzkilometern minimiert. Dies erfolgte in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Langen und den Personen, die den Aus- bzw. Aufbau von Wärmenetzen konkret planen.
- Als Begrenzender Faktoren des Wärmenetzes wurden zudem die Quellen von Erneuerbaren Energien und Abwärme berücksichtigt
- Die Kriterien Realisierungsrisiken und damit implizit die Versorgungssicherheit bzgl. des Einsatzes dezentraler Wärmepumpen wurden in Kapitel 5.4 ausführlich berücksichtigt.

Auf Basis dieser Bewertungen wurde festgelegt, dass die als wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich für die Versorgung mit einem Wärmenetz klassifizierten Gebiete (vgl. Kapitel 5.1) als Wärmenetzgebiet definiert werden. Wärmenetze stellen dort die gemäß § 18 Abs. 1 WPG vorgegebene „möglichst kosteneffiziente Versorgung“ dar und sollten daher priorisiert werden. Die zeitliche Zuordnung der Wärmenetzgebiete zu den Betrachtungszeitpunkten (2030, 2035 und 2040) wurde aus der in Kapitel 5.2 beschriebenen Ausbaureihenfolge abgeleitet.

Als Prüfgebiete wurden die Gebiete definiert, die zu weniger als 25 % mit Wärmenetzen versorgt werden, deren Wärmebedarfsdichte aber gleichzeitig mindestens 415 MWh/ha·a beträgt. Der Hintergrund ist, dass bei einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 415 MWh/ha·a gemäß Leitfaden zum WPG von einer grundsätzlichen Wärmenetzeignung im Bestand ausgegangen wird, gleichzeitig aber die in dieser Wärmeplanung entwickelten Ausbauszenarien entweder keinen Wärmenetzausbau vorsehen oder lediglich einen, der zu einem Wärmebedarfsanteil mit Wärmenetzen von weniger als 25 % führt. In diesen Bereichen können zukünftig auch schon leicht veränderte Rahmenbedingungen dazu führen, dass sich eine deutlich höhere Wärmenetzeignung ergibt.

Zusätzlich wurden Baublöcke als Prüfgebiete definiert, die sowohl hinsichtlich der Wärmenetzeignung als auch hinsichtlich der Eignung für die dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen als wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet bewertet wurden. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über diese Systematik.

Baublöcke	Eignung Wärme- netz	Anteil Fern- wärme Bestand + Ver- dichtung	Anteil Fern- wärme Bestand + Ver- dichtung	Anteil Fern- wärme Bestand + Ver- dichtung	Anteil Fern- wärme Bestand + Ver- dichtung	Anteil Fern- wärme Bestand + Ver- dichtung	Eignung dezent- rale Wärme- versor- gung



		+ Ausbau bis 2030	+ Ausbau bis 2035	+ Aus- bau bis 2040	+ Aus- bau bis 2045	
Wärmenetzge- biet Bestand	SWG / WG	≥ 25 %				
Wärmenetz Aus- bau 2025-2030	SWG / WG	≥ 25 %				
Wärmenetz Aus- bau 2030-2035	SWG / WG	≥ 25 %				
Wärmenetz Aus- bau ab 2035	SWG / WG	≥ 25 %				
Wärmenetz Aus- bau ab 2035	SWG / WG	≥ 25 %				
Prüfgebiet	SWG / WG					WU / SWU
Gebiet dezentrale Wärmeversor- gung	NN / WU / SWU					SWG / WG
SWG	Sehr wahrscheinlich geeignet					
WG	Wahrscheinlich geeignet					
NN	Noch nicht klassifiziert					
WU	Wahrscheinlich ungeeignet					
SWU	Sehr wahrscheinlich ungeeignet					

Tabelle 15: Kriterien für die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG

Die sich daraus ergebende Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zeigt folgende Abbildung.

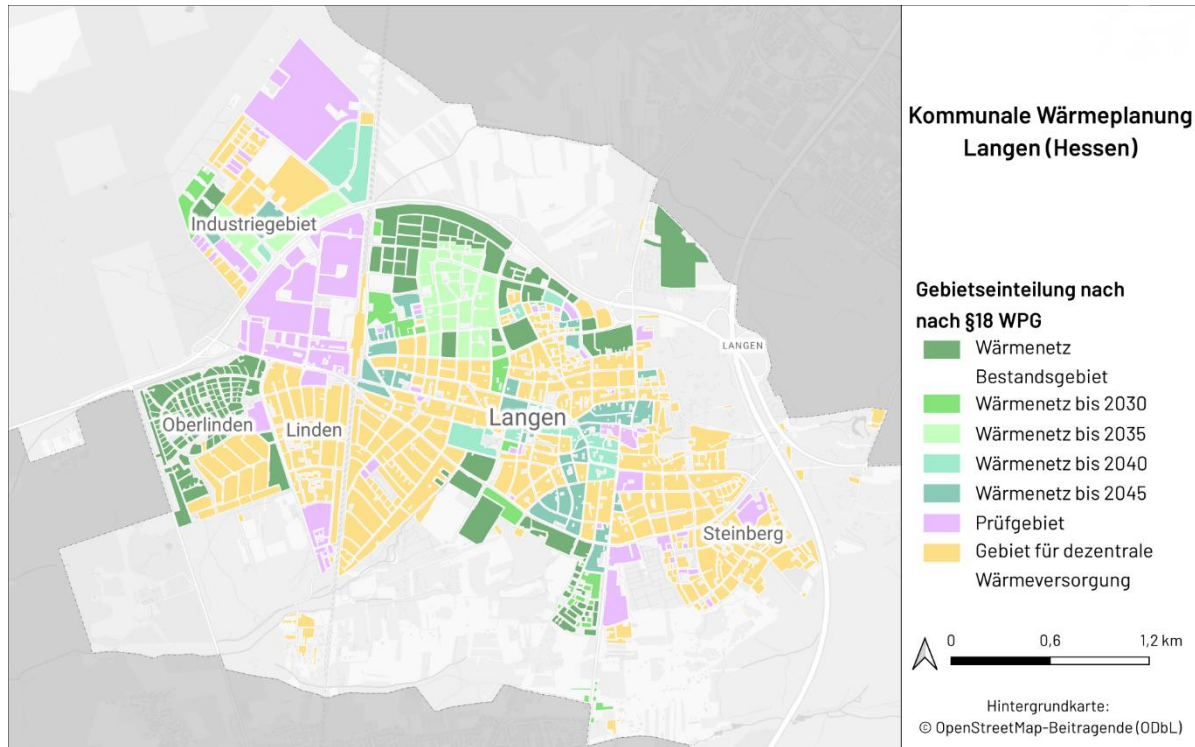


Abbildung 51: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG

6.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen

Für die Stadt Langen ist auf Basis des Zielszenarios eine klimaneutrale Wärmeversorgung möglich. Diese kann zu einem relevanten Anteil aus einer netzgebundenen Wärmeversorgung bestehen. Gleichzeitig wird der Anteil der L/W-Wärmepumpen an der Wärmeerzeugung als sehr hoch eingeschätzt, da das lokale Potenzial gegeben ist. Der Anteil der S/W-Wärmepumpen im Zielszenario wird als sehr gering eingeschätzt. Die Technologie erzielt zwar hohe Leistungszahlen und ist somit sehr effizient, jedoch deutlich teurer als die alternativen Technologien und in Langen überwiegend nicht möglich. Für den sCOP der dezentralen L/W-Wärmepumpen wurde 3,1 angesetzt.

Für das entwickelte Zielszenario und den zugrundeliegenden zeitlichen Umstellungspfad werden im Folgenden die Energieträgerbilanz und die THG-Emissionen dargestellt.

Für den Ausbau des Wärmenetzes wurde angenommen, dass bis zum Jahr 2030 die Wärmenetze der Stadtwerke Langen zu einem Netz verbunden werden. Ab dem Jahr 2030 ist der Ausbau und die Verdichtung ausgehend von den Gebieten mit der höchsten Wärmelinien-dichte angenommen. In den folgenden Jahren wird angenommen, dass die weiteren geplanten Gebiete des Wärmenetzes erschlossen werden.

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass durch dezentrale Wärmepumpen und Fernwärme die Energieträger Öl und Gas bis 2045 verdrängt werden. Der Wärmeerzeugerwechsel auf dezentrale Wärmepumpen und einhergehend der Zuwachs der klimaneutralen Wärmeversorgungseinheiten wurde vom Ausgangszustand 2022 bis zum Zielbild linear angenommen. Nicht bekannte Wärmeerzeuger werden zu Ölkesseln, Biomasse und Stromdirektheizungen gezählt (vgl Kapitel 3.2). Die Anzahl an Biomassekesseln wird bis 2045 als konstant angenommen. In der folgenden Tabelle sind die mengengewichteten Mittelwerte dargestellt.

Energieträger - THG- Emissionsfaktoren in g/kWh	Ist	2030	2035	2040	2045
Gas	240	240	240	240	240
Heizöl	310	310	310	310	310
Holz	20	20	20	20	20
Strom	499	110	45	30	15
Wärmenetz Stadtwerke Langen	168	80	46	26	7
Wärmenetz Süwag Energie AG ³	180	180	180	180	22

Tabelle 16: Angenommene THG-Emissionsfaktoren in g/kWh Endenergie (Hi)

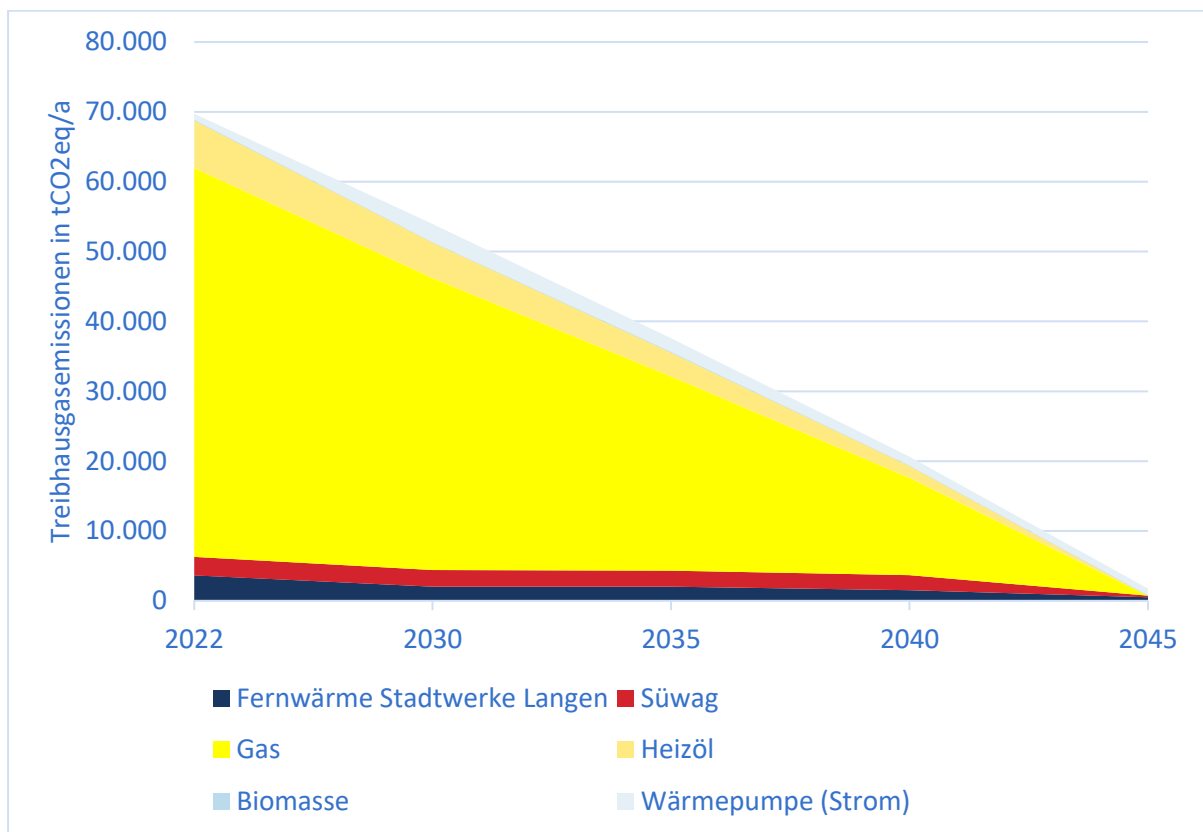


Abbildung 52: Treibhausgasbilanzentwicklung linear bis 2045

³ Für das Wärmenetz der Süwag Energie AG lagen keine Daten vor. Nach GEG Anlage 9 für Fernwärme mit mindestens 70 Prozent KWK an der Wärmeerzeugung, wurde ein Faktor von 180 g/kWh angenommen. In 2045 wurde ein Umstellung auf einen Wasserstoffkessel mit einem Wirkungsgrad von 93 % unterstellt.

6.3 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß § 18 Abs. 5 WPG soll die planungsverantwortliche Stelle geplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darstellen. Ziel der Erfassung ist es, Teilgebiete zu identifizieren, bei denen Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs besonders geeignet sind, eine zügige Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu unterstützen. Für diese Gebiete können im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG gezielt Projektskizzen erarbeitet werden.

Die Identifizierung dieser Gebiete erfolgte auf Basis der gebäudespezifischen und baublockbezogenen Wärmebedarfe aus dem Wärmetlas (vgl. Kapitel 3.5).

Aus diesen Daten ergeben sich zunächst Indikationen über die potenziellen gebäudespezifischen Einsparpotenziale beim Wärmebedarf. In Kombination mit dem absoluten baublockbezogenen Wärmebedarf im jeweiligen Gebiet lässt sich ableiten, ob dort ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial besteht. Gebiete, die zwar ein hohes gebäudespezifisches, aber gleichzeitig ein geringes absolutes Einsparpotenzial aufweisen (z. B. aufgrund geringer Bebauungsdichte), wurden nicht als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial identifiziert. Gleiches gilt für Gebiete mit hohem absolutem gebietsspezifischem Wärmebedarf aber gleichzeitig nur geringen gebäudespezifischen Einsparpotenzialen. Letzteres ist dann der Fall, wenn zwar eine hohe Bebauungsdichte besteht, gleichzeitig aber bereits ein hoher Anteil der Gebäude (weitgehend) energetisch saniert ist. Diese Systematik wird in folgender Abbildung 53 veranschaulicht.

Gebäudebezogenes Einsparpotenzial	Hoch	Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	
	Niedrig		
		Niedrig	hoch
Absoluter Wärmebedarf im Baublock			

Abbildung 53: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Das gebäudebezogene Einsparpotenzial wurde dabei als relative Differenz zum aktuellen Wärmebedarf ermittelt. Das Reduzierungspotenzial stellt die Differenz aus aktuellem Wärmebedarf und dem gemittelten Wärmebedarf über die Neubauten in unsaniertem Zustand des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU, 2015) dar. In Langen liegt keine Datengrundlage zur Kategorisierung von Gebäudetypen vor. Darum wurden die spezifischen Wärmebedarfe des IWU Neubauten in unsaniertem Zustand ($70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$).

Für jeden Baublock wurden die prozentualen Einsparpotenziale im Bezug zum gesamten Wärmebedarf ermittelt. Diese ergaben sich aus der Differenz zwischen dem gesamten Wärmebedarf eines Baublocks und dem Wärmebedarf aller Gebäude des Baublocks im zuvor definierten Zustand dividiert durch den gesamten Wärmebedarf. Dabei blieben Gebäude mit einem Wärmebedarf, der kleiner als der gebäudespezifische Wärmebedarf gemäß IWU war, unberücksichtigt. Anschließend wurden die Baublöcke nach diesen prozentualen Einsparpotenzialen absteigend sortiert.

Statistische Baublöcke mit niedriger Bebauungsdichte von weniger als 1,5 MWh/ha*a wurden im Ranking nach hinten gestellt und wegen ihrer geringen Relevanz für die absoluten Einsparpotenziale nicht auf der Karte dargestellt-

Die statistischen Blöcke wurden nach ihrem prozentualen Einsparpotenzial absteigend einsortiert, bis die kumulierte absolute Differenz dieser Blöcke einen Anteil von 1 % der gesamten absoluten Differenz aller Blöcke erreicht. Danach beginnt die nächste Klasse, bis die kumulierte absolute Differenz dieser Blöcke einen Anteil von 5 % der gesamten absoluten Differenz aller Blöcke erreicht. Diese und die weiteren Klassen von Sanierungsgebieten zeigt Abbildung 54.

Ziel dieses Vorgehens ist es, die Baublöcke in den Karten zu identifizieren, die ein ortsspezifisch außergewöhnlich hohes gebäudespezifisches und baublockbezogenes Energieeinsparpotenzial aufweisen.

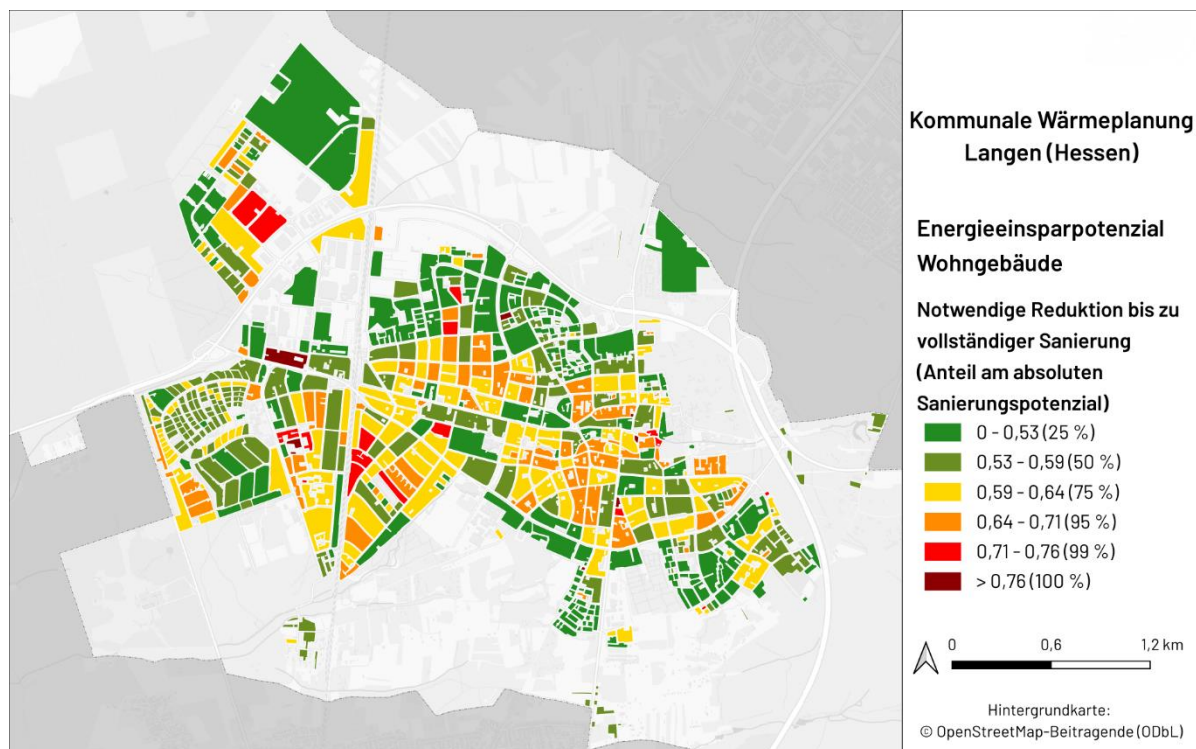


Abbildung 54: Räumlich Darstellung des Einsparpotenzials bis 2045

Die dargestellte Karte weist in verschiedenen Perzentilintervallen Gebiete nach ihrem Einsparpotenzial aus. Dunkelrot ist das 1 %-Perzentil und hellrot das 5 %-Perzentil markiert. Diese Gebietskategorien können als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial verstanden werden. Dem liegt das Verständnis zugrunde, dass diese Teilgebiete, die hinsichtlich des erzielbaren Einsparpotenzials besonders auffälligen Bereiche abbilden.

Grundsätzlich könnten auch die orangenen und gelben Gebiete als Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial verstanden werden, da sie in der oberen Hälfte hinsichtlich des Einsparpotenzial liegen. Die Festlegung auf das obere 5 %-Perzentil folgt aber der Einschätzung, dass sich gegebenenfalls besondere zu entwickelnde Maßnahmen zu Energieeinsparungen zunächst auf die Gebiete mit sehr hohem überdurchschnittlichen Einsparpotenzial konzentrieren sollten. In diesen Gebieten ist nicht nur auf kleinem Raum eine besonders hohe Einsparung erzielbar, sondern es ist auch wahrscheinlich, dass dort die eingesetzten Mittel (etwa zur energetischen Gebäudesanierung) einen besonders hohen Effekt erzielen.

6.4 Auswirkungen auf das Stromnetz

Um die Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz zu ermitteln, werden stündliche Lastgänge der zentralen und dezentralen Wärmepumpen sowie Approximationen der Großwärmepumpe- und Außenlufttemperatur-abhängigen Arbeitszahlen dieser herangezogen. Die resultierenden Stromlastgänge (für das vorgelagerte Übertragungsnetz) sind in Abbildung 55 dargestellt.

Der zusätzliche Strombedarf für die Wärmepumpen beläuft sich im Jahr 2030 auf 18 GWh/a. Er ist zu 35 % auf zentrale und 65 % auf dezentrale Wärmepumpen zurückzuführen. Die Lastspitze der Wärmepumpen in Summe im Jahr 2030 beträgt im Tagesmittel 5 MW und im Stundenmittel 7 MW.

Bis zum Jahr 2045 wird der Strombedarf auf 50 GWh/a mehr als verdoppelt. Dieser ist zu 37 % auf zentrale und 63 % auf dezentrale Wärmepumpen zurückzuführen. Die Lastspitze im Jahr 2045 nimmt ebenfalls deutlich zu auf im Tagesmittel 18 MW und im Stundenmittel 21 MW. Die Zahlen sind in Tabelle dargestellt.

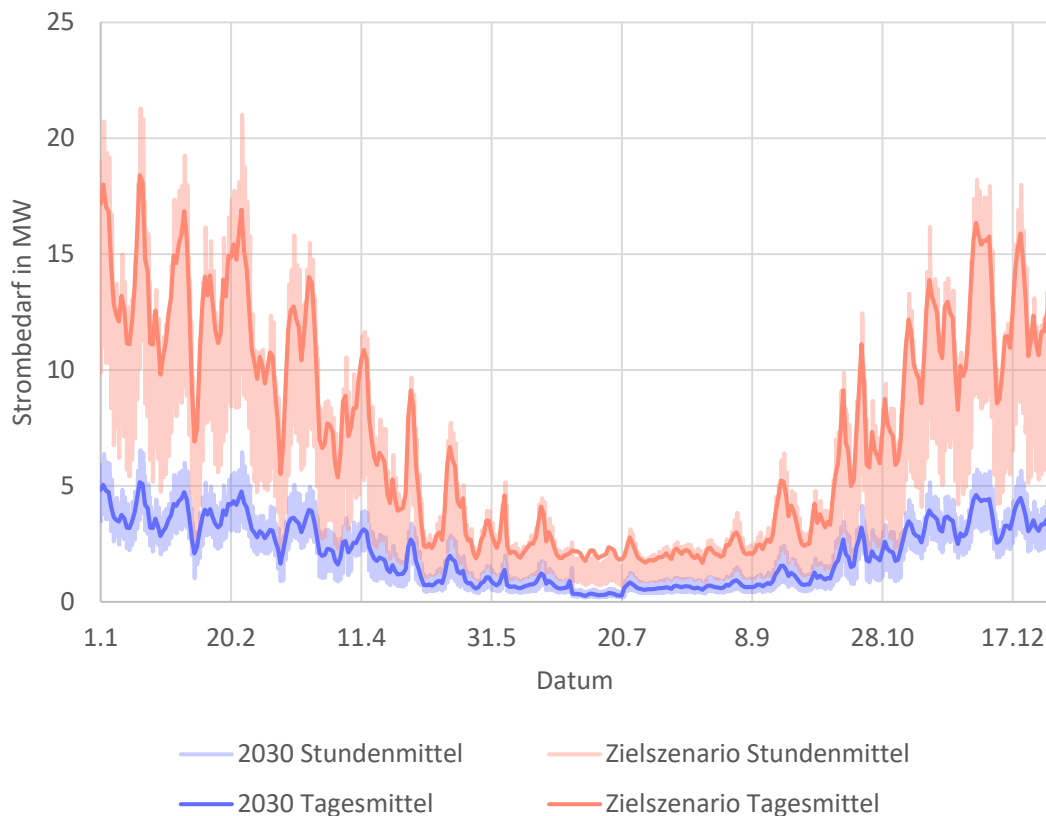


Abbildung 55: Stromlastgänge für die Jahre 2030 und 2045 im Zielszenario im Tages- und Stundenmittel.

Jahr	2030	2045
Strombedarf in GWh/a	18	50
Bedarfsanteil zentrale Wärmepumpen	35 %	37 %
Bedarfsanteil dezentrale Wärmepumpen	65 %	63 %
Lastspitze Tagesmittel in MW	5	18
Lastspitze Stundenmittel in MW	7	21

Tabelle 17: Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz, Zahlen für die Jahre 2030 und 2045

6.5 Kennzahlen für das Zielszenario

Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle gemäß § 17 Abs. 1 WPG für das beplante Gebiet als Ganzes anhand der Indikatoren nach Anlage 2 WPG (zu § 23) Abschnitt III die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung, die im Einklang mit der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG, der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG und mit den Zielen des WPG stehen muss.

Die Beschreibung erfolgt anhand der in der folgenden Tabelle dargestellten Indikatoren. Diese werden für das beplante Gebiet als Ganzes jeweils für die Jahre 2030, 2035, 2040 und das Zielszenario angegeben. Um vergleichbare Zahlen darstellen zu können, wird Endenergie hier so definiert, dass die Ener-



giemenge dargestellt wird, die in Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt wird. Für Wärmenetze ist somit nicht die an Hausübergabestationen abgegebene Wärmemenge dargestellt, sondern zum Beispiel im Fall von Großwärmepumpen der eingesetzte Strom.

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Zielszenario
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor HH in GWh/a	229,0	209,0	196,9	185,4	174,3
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor GHD & öff. Gebäude in GWh/a	50,0	45,3	43,3	40,8	38,4
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor Industrie in GWh/a	18,7	17,2	16,2	15,3	14,4
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas in GWh/a	232,0	174,0	116,0	58,0	0,0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom in GWh/a	1,7	18	29	39	50
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Heizöl in GWh/a	21,9	16,4	11,0	5,5	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Biomasse in GWh/a	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger synthetische Gase in GWh/a	0	0	0	0	11,2
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Abfall KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Klärschlamm KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmenetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme in %)	12	14	22	29	36
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Öl in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Erdgas in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	100	20	12	7	0



Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Strom in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0	80	88	93	84
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Biomasse in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0	0	0	0	9
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Kohle KWK in GWh/a (An- teil an Endenergieverbrauch Wärme- netze in %)	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger synthetische Gase in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0	0	0	0	7
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Abfall KWK in GWh/a (An- teil an Endenergieverbrauch Wärme- netze in %)	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Klärschlamm KWK in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0	0	0	0	0
Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzan- schluss (Anteil an der Gebäudegesamt- heit)	318	552	687	838	1.208
Endenergieverbrauch Gasnetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	78	58	39	19	0
Anzahl der Gebäude mit Gasnetzan- schluss (Anteil an der Gebäudegesamt- heit)	4.966	3.725	2.483	1.242	0
Treibhausgasemissionen Wärmeversor- gung in t _{CO2-eq} /a	69.723	53.966	37.607	20.629	1.767

Tabelle 18: Indikatoren für das Zielszenario, Bestand und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040

7 Umsetzungsstrategie

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Schritte der Umsetzungsstrategie und des Maßnahmenkatalogs zum Erreichen des Zielszenarios und damit einer klimaneutralen Wärmeversorgung dargestellt.

7.1 Übersicht über die Umsetzungsstrategie

Mit der hier vorliegenden kommunalen Wärmeplanung ergeben sich insgesamt folgende Maßnahmen für die Umsetzungsstrategie, welche nach Zuständigkeit sortiert sind:

1. Verdichtung Fernwärme im Bestandsnetz
2. Ausbau Fernwärme im übrigen Stadtgebiet
3. Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung im Fernwärmenetz der Stadtwerke Langen und SÜWAG
4. Dekarbonisierung durch Wärmespeicher
5. Bewertung der Perspektiven des Gasverteilnetzes
6. Energiemanagement in kommunalen Einrichtungen u.a. Teilnahme am Programm Klima Kommunen Hessen
7. Etablierung einer Fernwärme AG
8. Runder Tisch der Hausverwaltungen und Wohnungsbaugesellschaften
9. Umsetzung-Monitoring-Wärmewende
10. Umsetzungswebpage für die Wärmewende
11. Angebote Energieberatung
12. Begleitende Handwerkerinitiative
13. Machbarkeitsprüfung Nahwärmenetze/Quartierskonzepte
14. Wärmewende-Netzwerk Langen

Die Bewertung der Priorität und Wirksamkeit ergibt sich relative zu den Maßnahmen auf einer Skala von 1 (Sehr hoch) und 5 (Sehr niedrig) für Priorität und 1 (Sehr niedrig) und 5 (Sehr hoch) für die Wirksamkeitsabschätzung.

Projektskizze 1: Verdichtung Fernwärme im Bestandsnetz

<p>Verdichtung entlang der bestehenden FW-Trassen</p>	
<p>Situation im Gebiet</p>	<p>Die Stadtwerke Langen betreiben aktuell mehrere Fernwärmenetze in der Stadt Langen. Entlang der bestehenden Trassen wird eine größere Anzahl von Gebäude mit dezentral betriebenen, fossilen Wärmeerzeugern mit Wärme versorgt.</p>

	Durch die vorliegende Maßnahme sollen Gebäudeeigentümer bei bestehendem Ersatzbedarf von dem Anschluss an die dekarbonisierte Fernwärme überzeugt werden.
Eignungsgebiete	Alle Baublöcke/Gebäude entlang der bestehenden Fernwärmetrassen, die aktuell nicht angeschlossen sind.
Ziele / Planungen	Die Planung setzt auf qualifizierte Angebote und den Nachweis von Kostenneutralität, ergänzt durch Anreize wie eine Sprinterprämie. Informationsveranstaltungen und gezielte Ansprachen (mit Projektskizze 2 abgestimmt) sollen die Teilnehmer effektiv erreichen.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anschluss möglichst vieler weiterer Kunden an die Fernwärme an den bestehenden Trassen
Kosten und Finanzierung	Die Durchführung und Finanzierung laufen über die Stadtwerke Langen
Versorgung	Zentrale Versorgung
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadtwerke Langen
Priorität	Sehr hohe Priorität
Wirksamkeit	Sehr hohe Wirksamkeit

Projektskizze 2: Ausbau Fernwärme im übrigen Gebiet

Geplanter Ausbau der FW-Netze der Stadtwerke Langen	
Situation im Gebiet	Die Stadtwerke Langen betreiben mehrere FW-Netze in Langen. Diese sollen sukzessive bis 2045 ausgebaut werden.
Eignungsgebiete	Alle für den Ausbau geplanten Gebiete entsprechend des in der Karte skizzierten Netzausbaus
Ziele / Planungen	Die Ziele der Maßnahme umfassen auf der Basis des geplanten Netzausbaus die Bereitstellung wettbewerbsfähiger Angebote und die aktive Ansprache und Beratung von Kunden
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bau der geplanten Trassen ■ Anschluss möglichst vieler Kunden an die Wärmeleitung ■ Entwicklung und Angebot wettbewerbsfähiger Anschluss- und Versorgungsangebote



Kosten und Finanzierung	Die Durchführung und Finanzierung laufen über die Stadtwerke Langen
Versorgung	Zentrale Versorgung
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadtwerke Langen
Priorität	Hohe Priorität
Wirksamkeit	Hohe Wirksamkeit

Projektskizze 3: Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung im Fernwärmenetz der Stadtwerke Langen und der SÜWAG

	
<p>Dekarbonisierung der FW-Erzeugung durch Umstellung der Erzeugung</p>	
Situation im Gebiet	Die Stadtwerke Langen haben im Rahmen der parallel zur KWP erstellten Transformationsplanung den Pfad und alle Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung für ihre FW-Netze geplant. Für das Netz der SÜWAG in Oberlinden steht eine entsprechende Planung aus und wird im Rahmen einer Überarbeitung der KWP aufzunehmen sein.
Eignungsgebiete	Bestehende und geplante FW-Netzgebiete
Ziele / Planungen	Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Investitionen in Infrastruktur
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abwärme Rechenzentrum als Haupterzeuger ■ Einsatz von Grünem Gas und Biomasse ab 2044
Kosten und Finanzierung	Die Durchführung und Finanzierung laufen über die Stadtwerke Langen
Versorgung	Zentrale Versorgung
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadtwerke Langen
Priorität	Sehr hohe Priorität
Wirksamkeit	Sehr hohe Wirksamkeit



Projektskizze 4: Dekarbonisierung durch Wärmespeicher



Wärmespeicher zur Zwischenspeicherung überschüssig erzeugter Wärme

Situation im Gebiet	Die Stadtwerke Langen planen den Bau und Betrieb eines Kurzfristspeichers zur Speicherung von Wärmeüberschüssen aus der Abwärme des Rechenzentrums
Eignungsgebiete	Mögliche Standorte in der Nähe der Abwärme des Rechenzentrums bzw. der Wärmepumpe
Ziele / Planungen	Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Investitionen in Infrastruktur
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bau eines Wärmespeichers
Kosten und Finanzierung	Die Durchführung und Finanzierung laufen über die Stadtwerke Langen
Versorgung	Zentrale Versorgung
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadtwerke Langen
Priorität	Hohe Priorität
Wirksamkeit	Moderate Wirksamkeit

Projektskizze 5: Bewertung der Perspektiven des Gasverteilnetzes



Klärung über die weitere Nutzung und Entwicklung der Gasnetze

Situation im Gebiet	Die Stadt Langen verfügt über ein flächendeckendes Gasverteilnetz im gesamten Stadtgebiet. Betreiber dieses Netzes sind die Stadtwerke Langen. Im Rahmen der fortschreitenden Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist mit einer
---------------------	--



	<p>rückläufigen Zahl von Anschlussnehmern und mit steigenden Netznutzungsentgelten zu rechnen.</p> <p>Planungen für eine Stilllegung des Gasverteilnetzes gibt es nicht. Allerdings planen die Stadtwerke Langen Netzabschnitte, in denen es Anschlussmöglichkeiten an das Fernwärmenetz gibt, sukzessive stillzulegen. Diese Planung erfolgt mit einem Vorlauf von mindestens 10 Jahren.</p>
Ziele / Planungen	Klärung zu Stilllegung und möglicher Umnutzung des vorhandenen Gasnetz-Infrastruktur
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prüfung von Stilllegung, Umrüstung auf H2
Kosten und Finanzierung	Durchführung durch Stadtwerke Langen
Versorgung	Übergreifend
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadtwerke Langen
Priorität	Sehr niedrige Priorität
Wirksamkeit	Moderate Wirksamkeit


[Projektskizze 6: Energiemanagement in kommunalen Einrichtungen u.a. Teilnahme am Programm Klima Kommunen Hessen](#)

Situation im Gebiet	In den vergangenen Jahren wurden bereits verschiedene erste Maßnahmen zur Sanierung und energetischen Optimierung kommunaler Liegenschaften geplant und umgesetzt sowie Schulungen für den bewussten Umgang mit Ressourcen durchgeführt.
Ziele / Planungen	<p>Das Energiemanagement in kommunalen Einrichtungen fokussiert sich auf die Reduzierung des Energieverbrauchs</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verhaltensbedingt: Unterstützt Fördern durch energieeffizienter Verhaltensweisen aller Nutzungsgruppen, durch Anwenden sowie pädagogischer Konzepte für einen bewussten Ressourceneinsatz und Best-Practice-Beispielen, die verantwortungsvolles Handeln fördern sollen. 2. Identifizierung baulicher Einsparpotentiale von städtischen Liegenschaften zur Sicherstellung der zukünftigen Wärmeversorgung 3. Etablierung kommunales Energiemanagement
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Förderung energieeffizienter Verhaltensweisen, Energiesparmodel für KITAs ■ Effizienzsteigerung im Bestand ■ (Energetische) Sanierung kommunaler Gebäude



Kosten und Finanzierung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Organisation erfolgt durch städtisches Personal unter Nutzung bestehender Förderprogramme, u.a. Die Finanzierung des „Energiesparmodells für KITAs“ läuft über die Stadt Langen sowie Landes- & Bundesförderungen. 2. Die Maßnahme „Effizienzsteigerung“ wird mittels bestehenden Personals von der Stadt Langen sowie den Stadtwerken durchgeführt, bei Bedarf Sachmittel für Energiegutachten ca. 10.000 € pro Liegenschaft und finanziert von der Stadt Langen sowie den Stadtwerken erforderlich sowie Sanierungskosten. 3. Kostenermittlung durch Angebotseinholung erforderlich, Erwerb Software, Einstellung zusätzlichen Personals. Die „Sanierung kommunaler Gebäude“ obliegt der Stadt Langen.
Versorgung	Die Versorgung ist grundsätzlich übergreifend.
Gebäudetypen	Alle Maßnahmen betreffen ausschließlich kommunale Einrichtungen
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen sowie Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadt Langen, Stadtwerke Langen und teils Bundesförderung
Priorität	Sehr hohe Priorität fällt für „Energiesparmodell für KITAs“ und „Sanierung kommunaler Gebäude“ an. Eine hohe Priorität ist der „Effizienzsteigerung“ zugeordnet.
Wirksamkeit	Die Wirksamkeit des „Energiesparmodell für KITAs“ ist niedrig eingestuft, während die restlichen Maßnahmen moderat verordnet sind.


Projektskizze 7: Etablierung einer Fernwärme AG

	
Abgestimmte Bauplanungen zur Minimierung der Belastungen der Bürger	
Ziele / Planungen	Das Ziel der Maßnahme umfasst hauptsächlich die Koordination von Bauvorhaben des Wärmenetzausbaus
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Jour-Fix zu Wärmenetzentwicklung mit städtischen Baumaßnahmen

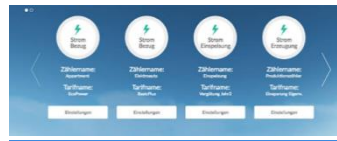


Kosten und Finanzierung	Die Finanzierung wird mittels bestehender Ressourcen gewährleistet
Versorgung	Fernwärme
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen und Stadtwerke Langen
Durchführung durch	Stadt Langen und Stadtwerke Langen
Priorität	Hohe Priorität
Wirksamkeit	Niedrige Wirksamkeit

Projektskizze 8: Runder Tisch der Hausverwaltungen und Wohnungsbaugesellschaften

	
Regelmäßiger Austausch zu Wärmeversorgungsthemen	
Situation im Gebiet	In der Stadt Langen werden eine größere Zahl von Mehrfamilienhäusern von Wohnungsbaugesellschaften und Hausverwaltungen betrieben und betreut. Im Rahmen der KWP wurden zwei Workshops mit WBGs, Verwaltungen und Eigentümern durchgeführt. Dieser Austausch soll im Rahmen der Umsetzung fortgeführt werden.
Ziele / Planungen	Austausch zu allen Aspekten und Lösungen zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regelmäßige organisierte und vorbereitete Sitzungen ■ 2 Sitzungen/Veranstaltungen pro Jahr
Kosten und Finanzierung	Die Finanzierung wird mittels bestehender Ressourcen gewährleistet
Gebäudetypen	Mehrfamilienhäuser
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen
Durchführung durch	Stadt Langen mit Stadtwerke Langen
Priorität	Hoch
Wirksamkeit	Hoch

Projektskizze 9: Umsetzung-Monitoring-Wärmewende



Messung und Bericht über Umsetzungsfortschritt

Ziele / Planungen	Die Maßnahme umfasst die regelmäßige Prüfung der Umsetzungsfortschritte über den alle 5 Jahre fortgeschriebenen Wärmeatlas sowie eine jährliche Stichprobenerhebung zum Gesamtwärmebedarf. Begleitende Kommunikation soll die Motivation stärken, während die kontinuierliche Aktualisierung eine hohe Planungs- und Umsetzungsqualität, flexible Anpassungen an Entwicklungen und eine verlässliche Entscheidungsgrundlage für weitere Maßnahmen sicherstellt.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung Wärmekataster durch Aktualisierung ■ Erhebung Wärmebedarf alle 2-3 Jahre
Kosten und Finanzierung	Für die Maßnahmen fallen 5.000€ alle fünf Jahre an
Versorgung	Allgemein
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen
Durchführung durch	Stadt Langen mit Unterstützung durch Stadtwerke, Wohnungsbaugesellschaften und weitere Interessensvertreter
Priorität	Moderate Priorität
Wirksamkeit	Moderate Wirksamkeit

Projektskizze 10: Umsetzungswebpage für die Wärmewende




Hauptzugang zu den zentralen Informationen zur Umsetzung der KWP

Ziele / Planungen	Informationen zur KWP sollen verständlich dargestellt werden, wobei wichtige Zielgruppen inkludiert und durch die Kommune zusätzlich motiviert werden sollen. Die Infos präsentieren u.a. die Wärmelösungstechnik und Kosten vor und verlinkt zu LEA mit dem Regionalverband und Stadtwerken. Zusätzlich soll ein Format zur Interessensanmeldung für FW
-------------------	--

	und NW angeboten werden. Die Webpage zur KWP sollte in die städtische Webpräsenz eingebunden werden.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Allgemeine Information zur KWP und Umsetzung <ul style="list-style-type: none"> - Texte zur KWP - Karten aus KWP - Zitate & Reaktionen aus Veranstaltungen ggfs. Video-Verlinkungen (s. Projektskizze 2) ■ Beispielprojekte für EE-Wärme ■ Online Seminare zu zentralen Umsetzungsthemen
Kosten und Finanzierung	Für die Maßnahme „Allgemeine Information zur KWP und Umsetzung“ werden aus eigenen Mitteln finanziert. Alle anderen Maßnahmen sind enthalten durch Verlinkung
Versorgung	Die Maßnahme „Beispielprojekte für EE-Wärme“ ist getrennt nach FW und WP. Die anderen Maßnahmen sind versorgungsübergreifend
Gebäudetypen	Während „Allgemeine Informationen zur KWP“ sich auf alle Gebäudetypen bezieht, unterscheiden die „Beispielprojekte“ zwischen Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH), ggfs. Auch Gewerbe. Die Online-Seminare fokussieren sich insbesondere auf EFH und MFH
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen
Durchführung durch	Stadt Langen. Die Online-Seminare werden über Verlinkung bereitgestellt
Priorität	Sehr hohe Priorität fällt für „Allgemeine Informationen zur KWP“ und „Beispielprojekte“ an. Mittlere Priorität erhält die Etablierung von „Online-Seminaren“
Wirksamkeit	Die Maßnahme stellt eine unverzichtbare „Grundausstattung“ dar

Projektskizze 11: Angebote Energieberatung

	
	Fachkundige Beratung zu der passenden Wärmeerzeugung ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Umsetzung
Ziele / Planungen	Die Maßnahme zielt darauf ab, passende Wärmeversorgungsoptionen aufzuzeigen, Hinweise zum Heizungstausch und zu sinnvollen bzw. notwendigen Sanierungen zu geben



	sowie verfügbare Fördermöglichkeiten verständlich darzustellen. Ergänzend werden Anschlussoptionen, Produkte mit Kosten sowie deren Vor- und Nachteile berücksichtigt.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufsuchende Energieberatung (Wiederaufnahme der Energiesparkarawane ■ Einstieg über LEA und Verbraucherzentrale (Programm der Landesenergieagentur Hessen) ■ Optional: Folgeförderung durch Stadt Langen ■ Beschreibungen, Hinweise und Links zu geförderter individuelle Energieberatung ■ Lösungsberatung für den Anschluss an das FW-Netz
Kosten und Finanzierung	Die „Geförderte individuelle Energieberatung“ wird über das Förderprogramm des Landes Hessen finanziert. Die Finanzierung und Durchführung der „Lösungsberatung für den Anschluss an das FW-Netz“ obliegt den Stadtwerken Langen. Für die Aufsuchende Energieberatung werden ab 2027 jährlich 25.000€ im Haushalt bis ca. 2032 bereitgestellt. Fördermöglichkeiten werden geprüft.
Versorgung	Wärmepumpe und Fernwärme
Gebäudetypen	Ein- und Mehrfamilienhäuser
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen und Verbraucherzentrale für Energieberatung und Stadtwerke Langen für Lösungsberatung
Durchführung durch	Verbraucherzentrale für Energieberatung und Stadtwerke Langen für Lösungsberatung
Priorität	Hohe Priorität für „Aufsuchende Energieberatung“ und „Lösungsberatung“ und moderate Priorität für „Geförderte individuelle Energieberatung“.
Wirksamkeit	Hohe Wirksamkeit für „Aufsuchende Energieberatung“, moderate Wirksamkeit für „Geförderte individuelle Energieberatung“ und hohe Wirksamkeit für „Lösungsberatung“.

Projektskizze 12: Begleitende Handwerkerinitiative

	
Fachkundige Beratung und Installation durch das lokale Handwerk	
Ziele / Planungen	Ziel dieser Maßnahme ist der Austausch zu Umsetzungsthemen, die Schaffung von Angeboten für Handwerkerschulungen (vgl. IHKs bzw. HKs in Hessen) und die Kooperationen zu Know-How und Ressourcenengpässen



Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gemeinsame Initiative mit den Innungsmeistern zur Umsetzung der Wärmewende ■ Austausch über Wärmelösungen ■ Schulungen/Best Practice zu WP und FW
Kosten und Finanzierung	Kosten entstehen durch den Personalbedarf für die Koordination sowie ggf Sachmittel für die Durchführung von Schulungen
Versorgung	WP
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Handwerksinnungen ggfls. unterstützt durch Stadt Langen
Durchführung durch	Handwerksinnungen
Priorität	Moderate Priorität
Wirksamkeit	Moderate Wirksamkeit

Projektskizze 13: Machbarkeitsprüfung Nahwärmenetze/Quartierskonzepte

<p>In Gebieten mit hoher Wärmedichte und ohne geplante Fernwärme bieten sich Nahwärmelösungen an, in dezentralen Gebieten können durch Kooperationen ebenfalls Wärmeversorgungs-lösungen entstehen</p>	
Situation im Gebiet	Im Zielszenario wurden Gebiete ausgewiesen, die ausreichend Wärmedichte für ein Wärmenetz ausweisen, von den Energieversorgern aber nicht zentral erschlossen werden. In diesen Gebieten besteht die Möglichkeit Nahwärme- oder Insellösungen im Rahmen von geförderten Machbarkeitsstudie zu prüfen. In dezentral zu versorgenden Gebieten sollen ebenfalls mögliche, kooperative Lösungen identifiziert werden.
Eignungsgebiete	Gebiete im Zielbild mit einer Eignung wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, in denen bis 2045 kein FW-Ausbau vorgesehen ist. Dezentral versorgte Gebiete
Ziele / Planungen	Das übergreifende Ziel der Planung ist die Beratung und Koordination für quartiersbezogene Nahwärmelösungen
Maßnahmenvorschläge	Hilfestellung, Beratung, Input, Analyse, Konzepterstellung und Förderung von Quartierskonzepten in Gebieten mit höheren Wärmedichten ohne Fernwärme



Kosten und Finanzierung	Personalkosten, Sachkosten für Konzepte sind einmalig förderfähig zwischen 20.000€ und 30.000€. Ein Förderungspotenzial gilt es zu prüfen über KfW Programm 432 mit mindestens 75 %
Versorgung	Nahwärme oder dezentrale Lösungen
Gebäudetypen	Übergreifend
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen und weitere (private) Initiatoren
Durchführung durch	Energieberater für die Förderung
Priorität	Moderate Priorität
Wirksamkeit	Moderate Wirksamkeit, hoher koordinatorischer Aufwand

Projektskizze 14: Wärmewende-Netzwerk Langen



Regelmäßiger Austausch zu Wärmeversorgungsthemen

Situation im Gebiet	In der Stadt Langen werden eine größere Zahl von Mehrfamilienhäusern von Wohnungsbaugesellschaften und Hausverwaltungen betrieben und betreut. Im Rahmen der KWP wurden zwei Workshops mit WBGs, Verwaltungen und Eigentümern durchgeführt. Dieser Austausch soll im Rahmen der Umsetzung fortgeführt werden.
Ziele / Planungen	Austausch zu allen Aspekten und Lösungen zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien.
Maßnahmenvorschläge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regelmäßige organisierte und vorbereitete Sitzungen ■ 2 Sitzungen/Veranstaltungen pro Jahr
Kosten und Finanzierung	Die Finanzierung wird mittels bestehender Ressourcen gewährleistet
Gebäudetypen	Mehrfamilienhäuser
Konzeption/Koordination durch	Stadt Langen
Durchführung durch	Stadt Langen mit Stadtwerke Langen
Priorität	Hoch
Wirksamkeit	Hoch



8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung bei der Erstellung der Wärmeplanung

Die Einbindung relevanter Akteure sowie der Öffentlichkeit ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und dient vor allem zur Sicherung der Akzeptanz und Realisierbarkeit der geplanten Maßnahmen. Ein offener Austausch mit lokalen Partnern, wie etwa Energieversorgern, Wohnungsunternehmen, der Industrie und den gewerblichen Betrieben, ermöglicht es, frühzeitig Informationen zu bündeln, Potenziale zu identifizieren und Umsetzungshürden realistisch einzuschätzen.

Auf der Grundlage einer eigenen Kommunikationsplanung wurde parallel zu der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung der offene Austausch mit zentralen Akteursgruppen gesucht. Neben der regelmäßigen Abstimmung mit der Verwaltung wurden Gespräche mit Interessengruppen, mit Immobilieneigentümern und Wohnungsbaugesellschaften bzw. deren Vertreter und mit potenziellen Abwärme Lieferanten geführt. Auch die Öffentlichkeit wurde über den öffentlichen Ausschuss für Umwelt, Bau und Mobilität sowie über entsprechende Öffentlichkeitsarbeit über den Projektstand informiert. Die Stadtwerke Langen waren an der Erarbeitung beteiligt. Die SÜWAG als weiterer Wärmereferenzbetreiber in Langen-Oberlinden wurde ebenfalls zur Beteiligung eingeladen, hatte allerdings kein Interesse an einem Austausch.

Ziel dieser Aktivitäten war es frühzeitig Erwartungen zu klären und die kommunalen Gegebenheiten und Interessen in die Planungsprozesse einzubeziehen – als Grundlage für eine umsetzbare, lokal abgestimmte Wärmewendestrategie.

8.1 Akteursbeteiligung zu Projektbeginn

Mit Beginn der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung wurde ein operatives Projektteam und Berichtswege aus dem Projekt in die Verwaltung eingerichtet, um den Rahmen für den gesamten Planungsprozess zu schaffen und bei Vorliegen von Ergebnissen Weichenstellungen für die weitere Arbeit vorzunehmen. Das Projektteam bestand aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadt sowie der Stadtwerke und der externen Projektpartner PRO ENEERG CONSULT und Qoncept Energy. In der Anfangsphase wurde das Team zudem durch verschiedene Abteilungen der Stadt Langen zur Ausgestaltung der Datenerhebung und Erstellung des Kommunikationskonzeptes unterstützt.

Im Rahmen regelmäßiger Projektsitzungen wurden die relevanten Datengrundlagen identifiziert sowie festgelegt, welche Akteure aus Verwaltung, Wirtschaft und Energiewirtschaft aktiv in den Prozess eingebunden werden sollten. Ziel war es, eine tragfähige Grundlage für die Bestandsanalyse und die spätere Entwicklung von Szenarien zu schaffen.

Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Einbindung der örtlichen Gewerbebetriebe. In enger Abstimmung mit der Kommune wurden Betriebe kontaktiert, bei denen ein relevantes Wärmepotenzial vermutet wurde und zu einer Teilnahme an einer strukturierten Befragung eingeladen. Dabei standen Informationen zu aktuellen Energieverbräuchen sowie potenziellen Abwärmequellen im Vordergrund.

Nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse wurden verschiedene Stellen in der Stadt Langen und deren Verwaltung über den Zwischenstand des Projekts informiert. In einer Sitzung im Ausschuss Umwelt-Bau-Verkehr wurden zentrale Ergebnisse vorgestellt und offene Fragen der verschiedenen Vertreterinnen und Vertreter beantwortet. Dieser Austausch diente nicht nur der Information, sondern auch der Einbindung kommunalpolitischer Perspektiven in die weiteren Planungen.



8.2 Beteiligung in den Projektphasen

Im Rahmen der Analyse potenzieller Wärmenetzeignungsgebiete wurden gezielte Gespräche mit relevanten Schlüsselakteuren geführt. Zentrale Gesprächspartner waren neben der Stadt Langen und den Stadtwerken Betriebe und gewerbliche Organisationen, die grundsätzlich für die Bereitstellung von Abwärme und den Betrieb dezentraler Wärmenetze in Betracht kommen.

Ebenfalls während der Erstellung der Bestands- und Potenzialanalyse wurde ein erster Workshop mit den Wohnungsbauunternehmern und Wohnungsverwaltern durchgeführt. Es wurden Sanierungsplanungen und Planungen zum Austausch von Heizungsanlagen ausgetauscht. Sämtliche Informationen sind in die Erstellung der Zielszenarien eingeflossen.

Zur Abstimmung der Zielszenarien wurden ebenfalls Sitzungen und Workshops mit allen relevanten Akteuren und Ausschüssen durchgeführt.

8.3 Öffentlichkeitsinformation und -beteiligung

Nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse wurde die Öffentlichkeit im Rahmen der Projektkommunikation über die Webpage der Stadt Langen über den Zwischenstand des Projekts sowie die wesentlichen Ergebnisse informiert.

Der finale Wärmeplan wird in einer Ratssitzung zur Beschlussfassung vorgelegt. Im Anschluss wird der beschlossene Wärmeplan über die Website der Stadt veröffentlicht und damit allgemein zugänglich gemacht.

Darüber hinaus ist nach Fertigstellung des Wärmeplans eine öffentliche Informationsveranstaltung geplant, auf der die zentralen Ergebnisse vorgestellt und erläutert werden. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen, die Öffentlichkeit einzubinden und Akzeptanz für die weiteren Schritte im Umsetzungsprozess zu fördern.

Neben der breiten Information von Bürgern, Stakeholdern und Verwaltung über die Webpage der Stadt Langen wurden für die Information und Vorstellung der Arbeiten und der Ergebnisse diverse Veranstaltungen durchgeführt. Im folgenden sind verschiedene Präsenzveranstaltungen in Langen aufgeführt.

17.12.2024 – Fachbereichskonferenz

19.03.2025 – 2. AG Klima

25.06.2025 – 1. Runder Tisch der Hausverwaltungen und Wohnungsbaugesellschaften

12.11.2025 – UBV

04.12.2025 – 2. Runder Tisch der Hausverwaltungen und Wohnungsbaugesellschaften

20.01.2026 – 3. AG Klima

9 Wärmewendestrategie

9.1 Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Langen ist als langfristiger, iterativer Prozess angelegt und stellt keinen einmaligen Planungsakt dar. Auf der Grundlage des WPG ist eine regelmäßige Aktualisierung zudem gesetzlich gefordert. Um ihre Wirksamkeit dauerhaft zu sichern und die Zielsetzung einer weitgehenden Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu erreichen, ist eine strukturelle und institutionelle Verstetigung erforderlich. Die im Rahmen der Wärmeplanung entwickelten Handlungsfelder und Maßnahmen entfalten ihre nachhaltige Wirkung nur dann, wenn sie kontinuierlich begleitet, regelmäßig überprüft und systematisch weiterentwickelt werden. Ziel der Verstetigungsstrategie ist es daher, die kommunale Wärmeplanung dauerhaft im Verwaltungshandeln der Stadt Langen zu verankern, ihre regelmäßige Fortschreibung sicherzustellen und eine belastbare Grundlage für Monitoring, Controlling sowie die Verzahnung mit weiteren kommunalen Strategien, insbesondere im Bereich Klimaschutz, Stadtentwicklung und Energieinfrastruktur, zu schaffen.

Mit dem Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes ist die kommunale Wärmeplanung eine gesetzlich geregelte Pflichtaufgabe. Die Stadt Langen verfolgt vor diesem Hintergrund das Ziel, den Wärmebedarf schrittweise zu reduzieren und die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 weitgehend treibhausgasneutral auszugestalten. Die Verstetigungsstrategie stellt sicher, dass die kommunale Wärmeplanung als strategischer Orientierungsrahmen dauerhaft wirksam bleibt und flexibel auf neue rechtliche, technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen reagieren kann.

Rollierende Fortschreibung der Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung wird in der Stadt Langen als rollierende Planung umgesetzt. Dies bedeutet, dass der bestehende Wärmeplan in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch im Fünfjahresrhythmus, überprüft, aktualisiert und fortgeschrieben wird. Neue Daten, Erkenntnisse aus der Umsetzung, technologische Entwicklungen sowie veränderte gesetzliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen werden dabei systematisch berücksichtigt. Der Planungshorizont erstreckt sich langfristig bis zum Zieljahr der Treibhausgasneutralität, wobei kurzfristige Zeiträume mit höherer Planungstiefe betrachtet werden und längerfristige Zielpfade sukzessive konkretisiert werden. Auf diese Weise bleibt die Wärmeplanung handlungsleitend und anpassungsfähig.

Organisatorische Verankerung in der Verwaltung

Die organisatorische Verantwortung für die kommunale Wärmeplanung wird dauerhaft innerhalb der Stadtverwaltung Langen verankert. Eine fachlich geeignete Organisationseinheit übernimmt die Federführung als planungsverantwortliche Stelle im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes und ist für die laufende Betreuung, Fortschreibung und Weiterentwicklung des Wärmeplans zuständig. Hierzu gehört insbesondere die Koordination der Maßnahmenumsetzung, die Schnittstelle zur Kommunalpolitik sowie die Abstimmung mit relevanten internen und externen Akteuren, insbesondere den Stadtwerken und weiteren Infrastrukturbetreibern.

Zur Sicherstellung eines effizienten und kohärenten Verwaltungshandelns wird eine kontinuierliche ämterübergreifende Abstimmung etabliert. Dadurch wird gewährleistet, dass die Ziele und Maßnahmen der Wärmeplanung frühzeitig in andere kommunale Planungs- und Entscheidungsprozesse, etwa in der Stadtentwicklung, der Bauleitplanung oder bei Infrastrukturmaßnahmen, integriert werden.



Datenmanagement, Monitoring und Controlling

Eine zentrale Voraussetzung für die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist die kontinuierliche Pflege, Aktualisierung und Auswertung relevanter Daten. Hierzu zählen insbesondere Energieverbrauchsdaten, Gebäudestruktur- und Nutzungsdaten, Informationen zu bestehenden Erzeugungsanlagen und Energieinfrastrukturen sowie Daten zu Potenzialen erneuerbarer Wärmequellen. Diese Daten werden regelmäßig aktualisiert und in geeigneten digitalen Systemen, insbesondere GIS-basiert, zusammengeführt.

Ergänzend wird ein strukturiertes Datenkataster aufgebaut, das die verwendeten Datenquellen, Zuständigkeiten, Aktualisierungszyklen und Qualitätsanforderungen dokumentiert. Die Ergebnisse des Monitorings und Controllings bilden die fachliche Grundlage für die regelmäßige Berichterstattung, die Fortschreibung der Wärmeplanung sowie die Priorisierung weiterer Maßnahmen.

Politische Rückkopplung und Beschlusswesen

Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung wird durch eine klare politische Anbindung abgesichert. Der Wärmeplan wird durch die politischen Gremien der Stadt Langen beschlossen und regelmäßig fortgeschrieben. In festgelegten Abständen wird über den Umsetzungsstand der Maßnahmen, neue Analysen, Veränderungen der Rahmenbedingungen sowie den daraus resultierenden Handlungsbedarf berichtet. Auf diese Weise wird die Wärmeplanung dauerhaft politisch legitimiert und als Bestandteil der kommunalen Entscheidungsfindung etabliert. Gleichzeitig wird geprüft, inwieweit politische Beschlüsse und kommunale Planungen mit den Zielen der Wärmeplanung in Einklang stehen.

Kommunikation und Beteiligung

Eine transparente und kontinuierliche Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil der Verstetigungsstrategie. Die Stadt Langen informiert die Öffentlichkeit regelmäßig über den Stand der kommunalen Wärmeplanung, geplante Maßnahmen sowie über konkrete Umsetzungsschritte. Hierfür werden bestehende Kommunikationskanäle genutzt und bei Bedarf durch weitere Beteiligungsformate ergänzt. Ziel ist es, das Verständnis für die Wärmewende zu stärken, Akzeptanz für notwendige Veränderungen zu schaffen und Investitionsentscheidungen von Bürgerinnen, Bürgern und Unternehmen zu unterstützen.

Ressourcensicherung und langfristige Handlungsfähigkeit

Die dauerhafte Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erfordert eine angemessene personelle und finanzielle Ausstattung. Die Stadt Langen stellt sicher, dass ausreichende personelle Ressourcen für Planung, Koordination, Monitoring und Kommunikation zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden Mittel für externe Fachgutachten, Machbarkeitsstudien und Beteiligungsprozesse eingeplant. Förderprogramme werden systematisch genutzt und durch kommunale Eigenmittel ergänzt, um die langfristige Handlungsfähigkeit der kommunalen Wärmeplanung sicherzustellen.

Mit dieser Verstetigungsstrategie stellt die Stadt Langen sicher, dass die kommunale Wärmeplanung dauerhaft als verbindlicher Bestandteil des kommunalen Verwaltungshandelns verankert wird. Die gezielte Fortschreibung, das systematische Monitoring sowie die politische Rückkopplung gewährleisten eine langfristige Wirksamkeit der Wärmeplanung und unterstützen die zielgerichtete Transformation der Wärmeversorgung.

9.2 Controllingkonzept

Das Controlling-Konzept der Stadt Langen stellt die systematische Überwachung, Bewertung und Steuerung der Zielerreichung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sicher. Es dient als zentrales Instrument zur Fortschrittskontrolle, Qualitätssicherung und strategischen Weiterentwicklung der Wärmeplanung und bildet zugleich die Grundlage für eine transparente Berichterstattung gegenüber Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit. Ziel ist es, die Umsetzung der definierten Strategien und Maßnahmen nachvollziehbar zu dokumentieren, Zielabweichungen frühzeitig zu erkennen und bei Bedarf geeignete Steuerungs- und Anpassungsmaßnahmen einzuleiten.

Das Controlling folgt einem integrierten Ansatz, der eine strategische Top-down-Perspektive mit einer operativen Bottom-up-Perspektive kombiniert. Auf diese Weise werden sowohl übergeordnete Zielpfade als auch die konkrete Umsetzung einzelner Maßnahmen ganzheitlich betrachtet. Die Federführung für das Controlling liegt bei der Stadt Langen, die die relevanten Prozesse zur Datenerhebung, -auswertung und Berichterstattung definiert, koordiniert und kontinuierlich weiterentwickelt.

Ziel des Controllings ist die Sicherstellung der kontinuierlichen Zielverfolgung und Nachsteuerung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Langen. Das Controlling unterstützt die regelmäßige Überprüfung der Zielerreichung, die Bewertung der Wirksamkeit umgesetzter Maßnahmen sowie die sachgerechte Fortschreibung des Wärmeplans. Organisatorisch wird das Controlling in die bestehende Verwaltungsstruktur der Stadt Langen eingebunden. Die verantwortliche Fachabteilung übernimmt die Gesamtkoordination, das Datenmanagement, die Entwicklung und Pflege der Indikatoren sowie die Erstellung der Controllingberichte. Zur Sicherstellung einer fachlich fundierten und abgestimmten Steuerung kann ein verwaltungsinternes Steuerungs- oder Kontrollgremium eingerichtet werden, gegebenenfalls unter Einbindung externer Akteure wie Energieversorger oder weiterer relevanter Stakeholder.

Die Ausgestaltung des Controllings erfolgt im Einklang mit den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes. Dieses schreibt eine Überprüfung des kommunalen Wärmeplans im Fünfjahresrhythmus vor und verpflichtet zur Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen. Bestandteil dieser Überprüfung ist die Festlegung und Fortschreibung geeigneter Indikatoren, die den Zielpfad hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung abbilden. Die Indikatoren sind für das gesamte Stadtgebiet zu definieren und bilden die Entwicklung des Endenergieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen, der leitungsgebundenen Wärmeversorgung sowie der angeschlossenen Gebäude ab. Sie dienen als zentrale Bewertungsgrundlage für die Fortschrittskontrolle und die rechts-sichere Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung.

Top-down-Verfolgung der Zielerreichung

Die strategische Top-down-Perspektive orientiert sich an den übergeordneten energie- und klimapolitischen Zielen der Stadt Langen sowie an den gesetzlichen Vorgaben. Diese Zielsetzungen werden in messbare Key Performance Indicators (KPIs) überführt, um eine objektive und nachvollziehbare Bewertung der Zielerreichung zu ermöglichen.

Zu den zentralen Zielgrößen zählen insbesondere die Reduktion der CO₂-Emissionen, der steigende Anteil erneuerbarer Wärme, die Senkung des Endenergieverbrauchs sowie die energetische Sanierungsquote im Gebäudebestand. Als Basisjahr dient das Jahr 2023. Die Zielwerte sind so definiert, dass sie einen realistischen, zugleich ambitionierten Zielpfad bis zum Jahr 2030 abbilden. Die Überprüfung dieser strategischen Kennzahlen erfolgt in einem regelmäßigen Fünfjahresintervall.



Bottom-up-Verfolgung der Maßnahmenumsetzung

Ergänzend zur strategischen Steuerung bewertet die Bottom-up-Perspektive die konkrete Umsetzung der Maßnahmen und Projekte der kommunalen Wärmeplanung. Grundlage hierfür sind regelmäßige Rückmeldungen der beteiligten Akteure, darunter Stadtwerke, Netzbetreiber, Quartiersakteure, Fördermittelgeber sowie weitere Projektbeteiligte.

Beobachtet werden unter anderem die Umsetzung und der Fortschritt von Quartierskonzepten, realisierte Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung, der Ausbau und die Verdichtung von Wärmenetzen, die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie bewilligte Fördermittel und eingesetzte Projektbudgets. Auch Aspekte der Bürgerbeteiligung, etwa die Teilnahme an Informations- und Beteiligungsformaten, fließen in die Bewertung ein.

Indikatoren und Monitoring

Zur Bewertung der Zielerreichung und der Maßnahmenumsetzung werden qualitative und quantitative Indikatoren herangezogen. Diese umfassen unter anderem die Entwicklung des Wärmebedarfs, die Treibhausgasemissionen, den Heizungstausch im dezentralen Bereich, die Anzahl der Anschlüsse an Wärmenetze, den Ausbau und die Dekarbonisierung der Wärmenetze sowie Beratungs- und Informationsangebote für Bürgerinnen und Bürger. Die Datenerhebung erfolgt möglichst regelmäßig, in der Regel jährlich, mindestens jedoch im Rahmen der gesetzlich vorgesehenen Fünfjahresüberprüfung. Als Datenquellen dienen unter anderem Energieversorger, Netzbetreiber, Schornsteinfeger, Fördermittelgeber sowie eigene kommunale Erhebungen. Soweit rechtlich und organisatorisch möglich, wird eine kontinuierliche Verbesserung der Datenqualität und -verfügbarkeit angestrebt.

Zielgrößen	KPI	Zielwert	Datenlieferant	Erhebungs- turnus
Reduktion der Treibhausgasemissionen	Jährliche CO ₂ -Emissionen der Wärmeversorgung (t CO ₂ e/Jahr)	-10 % bis 2030 (Basisjahr 2023)	Energieversorger, Netzbetreiber, kommunale THG-Bilanz	möglichst jährlich, mind. alle 5 Jahre
Senkung des Wärmebedarfs	Endenergieverbrauch Wärme gesamt (kWh/Jahr)	-15 % bis 2030 ggü. Referenz	Energieversorger, Netzbetreiber	möglichst jährlich, mind. alle 5 Jahre
Steigerung erneuerbarer Wärme	Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung (%)	≥ 30 % bis 2030	Netzbetreiber Wärme, Energieversorger	alle 5 Jahre
Ausbau leitungsgebundener Wärme	Anteil leitungsgebundener Wärme am Endenergieverbrauch (%)	Kontinuierliche Steigerung bis 2030	Netzbetreiber Wärme	alle 5 Jahre
Anschlussgrad Wärmenetze	Anteil angeschlossener Gebäude am Gebäudebestand (%)	Erhöhung in definierten Eignungsgebieten	Netzbetreiber Wärme	Jährlich



Ausbau Wärme- netzinfrastuktur	Länge neu errich- teter Wärme- netze (m/Jahr)	Bedarfsorientier- ter Ausbau ge- mäß Wärmeplan	Netzbetreiber Wärme	Jährlich
Dekarbonisierung Wärmenetze	Emissionsfaktor / Primärenergie- faktor Nahwärme	kontinuierliche Reduktion bis 2045	Netzbetreiber Wärme	Jährlich
Transformation fossiler Infra- struktur	Anzahl Gas-Haus- anschlüsse	deutliche Reduk- tion bis 2045	Gasnetzbetreiber	alle 5 Jahre
Reduktion fossi- ler Einzelheizun- gen	Anzahl fossiler Heizungsanlagen	kontinuierlicher Rückgang bis 2045	Schornsteinfeger	alle 5 Jahre
Heizungstausch dezentral	Anzahl installier- ter Wärmepum- pen	kontinuierlicher Anstieg	Schornsteinfeger, Netzbetreiber Strom	alle 5 Jahre
Energetische Sa- nierung	Sanierungsquote am Gebäudebe- stand (%)	1,5–2,0 % pro Jahr	Bauordnungsamt, Fördermittelge- ber	jährlich / aggre- giert alle 5 Jahre
Förderung und Fi- nanzierung	Abgerufene För- dermittel (€)	steigender Mit- te-labruf	BAFA, KfW u. a.	Jährlich
Beratung und In- formation	Anzahl Energie- beratungen	kontinuierliche Steigerung	Verbraucherzent- rale, Energiebera- ter	Jährlich
Öffentlichkeitsar- beit	Anzahl Veranstal- tungen / Teilneh- mende	mindestens jäh- rliche Informati- onsangebote	Stadtverwaltung	Jährlich
Bürgerbeteiligung	Beteiligungs- quote an Forma- ten (%)	kontinuierliche Erhöhung	Stadtverwaltung	Jährlich

Tabelle 19: Mögliche Zielgrößen des Controlling Konzepts

Prozesscontrolling und qualitative Bewertung

Neben der inhaltlichen Ziel- und Maßnahmenkontrolle ist das Prozesscontrolling ein wesentlicher Bestandteil des Controlling-Konzepts. In regelmäßigen Abständen wird bewertet, inwieweit die Umsetzungsprozesse effizient, transparent und zielgerichtet ausgestaltet sind. Dabei werden unter anderem der Stand der Zielerreichung, der Anpassungsbedarf der Wärmewendestrategie, die Qualität der Entscheidungsprozesse sowie die Einbindung relevanter Akteure und der Öffentlichkeit betrachtet. Diese qualitative Bewertung ermöglicht es, strukturelle Schwächen frühzeitig zu identifizieren, Arbeitsabläufe zu optimieren und die Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Politik und externen Akteuren weiter zu verbessern.

Datenmanagement und Berichterstattung

Die Datenerhebung, -verarbeitung und Berichterstattung erfolgt über möglichst standardisierte Prozesse. Zentrale Grundlage bildet ein kommunales Datenmanagement, das relevante Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenführt und konsolidiert. Die Nutzung eines städtischen GIS-Systems wird empfohlen, um räumliche Auswertungen zu ermöglichen und die Transparenz der Ergebnisse zu erhöhen. Ergänzend können einfache Auswertungsinstrumente eingesetzt werden, sofern eine



rechtssichere Datenbasis vorliegt. Die Ergebnisse des Controllings werden in regelmäßigen Controllingberichten zusammengefasst. Diese werden mindestens alle fünf Jahre den zuständigen politischen Gremien vorgestellt und bilden die Grundlage für die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans. Wesentliche Kennzahlen und Ergebnisse sollen zudem in geeigneter Form öffentlich zugänglich gemacht werden, um Transparenz und Akzeptanz für die Wärmewende in der Stadt Langen zu stärken.

Integration in die Fortschreibung der Wärmeplanung

Die im Controlling gewonnenen Erkenntnisse dienen als zentrale Grundlage für die kontinuierliche Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung. Auf Basis der Ergebnisse können Maßnahmen angepasst oder priorisiert, Zielabweichungen korrigiert und neue Handlungsbedarfe identifiziert werden. Damit stellt das Controlling ein zentrales Steuerungsinstrument dar, um die Wärmewende in der Stadt Langen langfristig wirksam, nachvollziehbar und rechtssicher umzusetzen.



10 Zusammenfassung

Die Wärmeplanung der Stadt Langen umfasst die Bereiche:

- Bestandsanalyse und Aktualisierung des bestehenden Wärmeatlases
- Potenzialanalyse
- Eignung leitungsgebundener Wärmeversorgung und Rückschlüsse auf dezentrale Wärmeversorgung
- Dezentrale Wärmeversorgung
- Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2045
- Entwicklung einer Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog inklusive Projektskizzen

Die Bestandsanalyse zeigt auf, dass der Wärmebedarf der Stadt Langen fast vollständig fossil gedeckt wird. Daraus resultieren Treibhausgasemissionen von rund 70.000 t CO₂-Äquivalente pro Jahr. Die Abnehmerstruktur ist durch rund 77 % Haushalte und 23 % GHD (inklusive Industrie) geprägt.

Der Wärmeatlas der Stadt Langen wurde mit den gemittelten Gasverbrauchsdaten der Jahre 2020-2023 erstellt und um weitere Darstellungen wie bspw. die der Quartiersebene, potenzieller Trassenverlauf eines Wärmenetzsystems, Darstellung des dezentralen Wärmeversorgungspotenzials etc. ergänzt.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde zunächst eine Wärmebedarfsentwicklung berechnet. Hierbei wurde zwischen Haushalten und dem Bereich GHD unterschieden. Insgesamt wird ein Wärmebedarfsrückgang von insgesamt rund 10 % bis 2030 und rund 31 % bis 2045 bei konservativen Annahmen der Gebäudemodernisierung prognostiziert.

Weiterhin wurde das Potenzial erneuerbarer Energien für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung ermittelt. Hier wurde deutlich, dass das Potenzial für lokale Biomasse und Solarthermie sehr begrenzt ist. Hingegen besteht ein erhebliches Potenzial zur Nutzung der Abwärme aus dem in Planung befindlichen Rechenzentrum im Langener Norden, die mittels von Großwärmepumpen in großem Umfang zur Wärmeversorgung des Fernwärmenetz beitragen kann. Hier kann nach ersten Berechnungen bei Jahresarbeitszahlen der Großwärmepumpe von 3,7 (bei 85 °C Vorlauftemperatur des Wärmenetzes) eine Heizleistung von bis zu 12 MW_{th} bereitgestellt werden. Das Potenzial Tiefengeothermie wird als gering eingeschätzt. Demgegenüber konnte gezeigt werden, dass bis zu 50 % der Gebäude mit dezentralen L/W-Wärmepumpen unter Einhaltung von aktuellen Abstands- und Schallemissionsregelungen ohne zusätzliche Schallschutzvorrichtungen mit Sanierungsmaßnahmen versorgt werden könnten. Zusätzlich wurde das Potenzial kartografisch auf Gebäudeebenen und Quartiersebene dargestellt. Das Potenzial zur Nutzung oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe von 100 m und S/W-Wärmepumpe ist hingegen aufgrund des Flächenbedarfs und der höheren Investitionskosten sowie Wasserschutzgebiete eingeschränkt.

Im Rahmen der Untersuchung der Eignung leitungsgebundene Wärmeversorgung“ wurden detaillierte Untersuchungen des Stadtgebiets durchgeführt. Neben der Auswertung der Wärmebedarfsdichten wurden potenzielle Trassenverläufe berechnet und Wärmelinien dichten für das Zielszenario 2045 ausgewertet sowie kartografisch dargestellt. Diese Untersuchungen und Darstellungen greifen auch auf die Ergebnisse der parallel durch die Stadtwerke Langen erstellte Transformationsplanung für deren



bestehende Wärmenetze zurück. So konnte ein konkreter gebietsbezogener Ausbauplan für die Fernwärme bis 2045 in die KWP aufgenommen werden. Für die Ausbaugebiete wurde die Wirtschaftlichkeit basierend auf der Wärmeerzeugung aus Großwärmepumpen am Rechenzentrum und Redundanz und Spitzenlast aus Biomasse und synthetischen Gasen (spätestens ab 2045 mit Biomethan oder Wasserstoff) nachgewiesen. Es zeigte sich, dass alle Ausbaugebiete des zentralen Wärmenetzsystems wirtschaftlich konkurrenzfähige Wärmegegostehungskosten im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung im Bereich von ca. 19 Cent/kWh (Durchschnitt über 20 Jahre netto mit Förderung) erzielen. Somit wurde im Zielszenario eine Verbindung der bestehenden Wärmenetze der Stadtwerke Langen und deren sukzessiver Ausbau bis 2045 bis empfohlen. Dieses Wärmenetz könnte rund 36 % des Gesamtwärmebedarfs der Stadt Langen decken.

Im Rahmen eines separaten Kapitels zu dezentralen Wärmeversorgungslosungen wurden zwei Technologien/Technologiekombinationen untersucht und mit den voraussichtlichen Wärmegegostehungskosten für Erdgas- oder Heizöl-betriebene Heizungen verglichen:

- L/W-Wärmepumpe
- Holzpelletkessel

Hierfür wurden die Wärmegegostehungskosten vor und nach BEG-Förderung berechnet. Die Wärmegegostehungskosten wurden für den in der Stadt Langen typischen Heizleistungsbereich angegeben und verglichen. Für eine Heizleistung von 10 kW thermisch entstehen Wärmegegostehungskosten im Bereich von 190 bis 280 €/MWh (Durchschnitt über 20 Jahre netto mit Förderung). Dabei stellt sich die L/W-Wärmepumpe am wirtschaftlichsten dar.

Schlussendlich wurde das Zielszenario beschrieben. Für die Stadt Langen ist bis zum Jahr 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung möglich. Diese kann zu einem relevanten Anteil aus einer netzgebundenen Wärmeversorgung bestehen. Gleichzeitig wird der Anteil der L/W-Wärmepumpen an der Wärmeerzeugung als sehr hoch eingeschätzt, da das lokale Potenzial gegeben ist. Mit der Umsetzung des geplanten Wärmenetzausbaus und der zugehörigen Verdichtung entlang der bestehenden Trassen können 36 % des Wärmebedarfs mit dem Wärmenetzsystem gedeckt werden. 50 % des Wärmebedarfs würden dezentral durch L/W-Wärmepumpen gedeckt, weitere 2 % dezentral mit S/W-Wärmepumpen und Erdwärmesonden bis 100 m Tiefe. Die restlichen 12 % würden mit Holzpelletkesseln gedeckt.

Wird ein solches Zielszenario verfolgt, werden die Treibhausgasemissionen bis 2045 um 98 % reduziert. Der Anteil des Gesamtwärmebedarfs, der durch die Verbrennung holziger Biomasse gedeckt wird, steigt nur geringfügig von aktuell rund 8 % (Schätzung) auf 9 % an. Dies bedeutet einen geringen Bedarf an Neuinstallationen von Holzpelletkesseln. Insgesamt reduzieren sich die Treibhausgasemissionen um 98 %, lediglich die Emissionen der Verbrennung von biogenen oder synthetischen Gasen, holziger Biomasse und der Stromerzeugung verbleiben im Jahr 2045.

Aufbauend auf dem Zielszenario wurde eine Wärmewendestrategie abgeleitet. Hier wurde ein übergeordneter Maßnahmenkatalog präsentiert, gefolgt von der separaten Betrachtung der dezentralen Wärmeversorgung und der zentralen leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Anschließend an den Maßnahmenkatalog wurden in 14 Projektskizzen einzelne Maßnahmen detailliert beschrieben. Diese befassen sich mit der

- Beratung der Gebäudeeigentümer zu Sanierung und Umstellung der Wärmeerzeugung,



- Erschließung der Ausbaugelände des zentralen Wärmenetzsystems,
- Umstellung auf eine klimaneutrale dezentrale Wärmeversorgung,
- Weiterführung und Intensivierung der Maßnahmen zur Steigerung der Gebäudeeffizienz in den kommunalen Liegenschaften
- Intensivierung des Austausches aller Interessengruppen zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende in Langen,
- Monitoring und Steuerung der Umsetzung der KWP

Insgesamt zeigt sich, dass eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Langen durch alle Beteiligten gemeinsam zu erreichen ist. Das Konzept basiert dabei maßgeblich auf dem Ausbau des Fernwärmenetzsystems, dezentralen L/W-Wärmepumpen und weiter intensivierten energetischen Gebäudesanierungen.



Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
bwp	Bundesverband Wärmepumpe e. V.
COP	Coefficient of Performance / Leistungskennzahl der Wärmepumpe
EWS	Erdwärmesonden
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GeotIS	Geothermisches Informationssystem
GHD	Gewerbe / Handel / Dienstleistungen
GIS	Grafisches Informationssystem
GrwV	Grundwasserverordnung
HAST	Hausanschlussstationen
HBO	Hessischen Bauordnung
HH	Haushalte
HEG	Hessisches Energiegesetz
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie



JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW(h) _{el}	Kilowatt(stunden) elektrisch
kW(h) _{th}	Kilowatt(stunden) thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
L/W(- WP)	Luft-Wasser(-Wärmepumpe)
LCoH	Levelized Cost of Heat, Deutsch: Wärmegestehungskosten
LEA Hes- sen	LandesEnergieAgentur Hessen
LOD	Level of Detail
MW(h) _{el}	Megawatt(stunden) elektrisch
MW(h) _{th}	Megawatt(stunden) thermisch
OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer
PV	Photovoltaik
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance / Leistungskennzahl der Wärmepumpe über eine gesamte Heizperiode
SRm	Schüttraummeter
S/W(- WP)	Sole-Wasser(-Wärmepumpe)
THG	Treibhausgase
TWW	Trinkwarmwasserunterstützung



UVP-V Bergbau	Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wärmepumpe
WPG-E	Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)
WRG	Wärmerückgewinnung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme.....	13
Abbildung 2: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über Wärmenetze am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	13
Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über unbekannte Energieträger (vermutlich überwiegend Öl, Flüssiggas und Biomasse) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme	14
Abbildung 4: Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022.....	15
Abbildung 5: Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022.....	16
Abbildung 6: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel)	17
Abbildung 7: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen)	18
Abbildung 8: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmenetz bzw. Hausübergabestationen)	18
Abbildung 9: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger nach Anzahl	19
Abbildung 10: Baublockbezogene Darstellung des Überwiegenden Gebäudetyps.....	20
Abbildung 11: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude	21
Abbildung 12: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Absatz 3 Nummer 3)	22
Abbildung 13: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Wärmenetze ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung.....	23
Abbildung 14: Baublockbezogene Darstellung bestehender sowie geplanter und genehmigter Gasnetze und -leitungen.....	24
Abbildung 15: Standortbezogene Darstellung der Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz	26
Abbildung 16: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in Megawattstunden pro Hektar und Jahr.....	28
Abbildung 17: Straßenabschnittbezogene Darstellung der Wärmelinienichten in Kilowattstunden pro Meter und Jahr.....	29
Abbildung 18: Wärmeanwendungen und Treiber des Sektors Haushalte (links), Wärmeanwendungen und Treiber der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, rechts) und Industrie (rechts).....	30
Abbildung 19: Wärmebedarfsreduktion von 2022 bis 2045 differenziert nach Sektoren	31
Abbildung 21: Darstellung zur Abgrenzung der Potenzialbegriffe.....	32
Abbildung 22: Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung	33
Abbildung 23: Oberflächennahe Geothermie Bohrungsstellen	35
Abbildung 24: Potenzielle Nutzflächen für Solarthermie und PV	39
Abbildung 25: Potenzielle Flächen für Freiflächen-Solarthermieanlagen	40
Abbildung 26: Solarkataster Darstellung der Dach- und Freiflächenpotenziale in Langen.....	43
Abbildung 27: Standorte der Anlagen mit Abwärme nach Energiemenge pro Jahr	45

Abbildung 28: Thermische und elektrische Leistung sowie Anzahl der KWK-Anlagen nach Marktstammdatenregister.....	46
Abbildung 29: KWK-Anlagen aus dem Marktstammdatenregister für Langen nach thermischer Leistung.....	47
Abbildung 30: Stromerzeugende Anlagen ohne Wärmeauskopplung aus dem Marktstammdatenregister für Langen.....	47
Abbildung 31: Industrielle Abwärme und Solarthermie Flächen.....	49
Abbildung 32: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG.....	57
Abbildung 33: Lastgang mit Erzeugersimulation für das Jahr 2045.....	59
Abbildung 34: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse.....	63
Abbildung 35: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoHnetto für verschiedene Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus.....	64
Abbildung 36: Vergleich der Wärmegestehungskosten LCoHnetto für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus.....	64
Abbildung 37: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Einfamilienhaus.....	66
Abbildung 38: Sensitivitätsanalyse der dezentralen Wärmeerzeugungsvarianten im Mehrfamilienhaus.....	66
Abbildung 39: Spezifischen THG-Emissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung.....	69
Abbildung 40: Zusammenhang zwischen der Schallleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten aus der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung - Lebensgrundlagen und Energie, 2023). Die angesetzte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.....	70
Abbildung 41: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schallleistungsdruck der Wärmepumpe.....	71
Abbildung 42: (links) Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; (rechts) Ausschnitt aus dem Wärmeetlas – möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei jetzigem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün).....	72
Abbildung 43: Ergebnisse für die Stadt Langen – Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann.....	72
Abbildung 44: Mögliche Deckungsanteile mit dezentralen L/W-Wärmepumpen in den Baublöcken von Langen mit heutigem Wärmebedarf oder Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs.....	73
Abbildung 45: Fließschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude.....	74
Abbildung 46: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte).....	74



Abbildung 47: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Untergrundeigenschaften in Langen mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid 75

Abbildung 48: Lage der Wasserschutzgebiete in Langen. 76

Abbildung 49: Ergebnisse für die Stadt Langen als Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-WP mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann 77

Abbildung 50: Deckung mit dezentralen S/W-WP mit Erdwärmesonden in den Ortsteilen von Langen nach energetischer Sanierung mit Reduktion des heutigen Bedarfs auf 50 % bezogen auf den Wärmebedarf..... 78

Abbildung 51: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG 80

Abbildung 52: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG..... 85

Abbildung 53: Treibhausgasbilanzentwicklung linear bis 2045 86

Abbildung 53: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial..... 87

Abbildung 54: Räumlich Darstellung des Einsparpotenzials bis 2045 88

Abbildung 54: Stromlastgänge für die Jahre 2030 und 2045 im Zielszenario im Tages- und Stundenmittel. 90



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinienichte. (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019) Wärmelinien	8
Tabelle 2:	Erhobene Daten unter Bezug zu Anlage 1 zu § 15 WPG	11
Tabelle 3:	Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Gigawattstunden (GWh/a) im Jahr 2022.....	12
Tabelle 4:	Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent.....	12
Tabelle 5:	Treibhausgasemissionen für die Wärmeerzeugung im Jahr 2022.....	15
Tabelle 6:	Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen im Jahr 2022	16
Tabelle 7:	Erzeugerpark (2022); seit ca. Herbst 2024 ist ein Zusammenschluss von Netz Süd-West und Süd-Ost erfolgt.....	25
Tabelle 8:	Wärmebedarfsreduktion bis zum jeweiligen Stützjahr nach Sektoren	31
Tabelle 9:	Theoretisches Potenzial Solarthermie.....	41
Tabelle 10:	Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher	53
Tabelle 11:	Kenngößen für den Ausbau des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Langen	57
Tabelle 12:	Förderhöhe beim Heizungstausch nach BEG, Stand 1.1.2025	61
Tabelle 13:	Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung des Immissionsschutzes.....	71
Tabelle 14:	Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG	80
Tabelle 15:	Kriterien für die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG	84
Tabelle 16:	Angenommene THG-Emissionsfaktoren in g/kWh Endenergie (Hi)	86
Tabelle 17:	Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz, Zahlen für die Jahre 2030 und 2045	90
Tabelle 18:	Indikatoren für das Zielszenario, Bestand und die Betrachtungsjahre 2030,2035 und 2040	92
Tabelle 19:	Mögliche Zielgrößen des Controlling Konzepts.....	111



Literaturverzeichnis

- Amt der Salzburger Landesregierung - Lebensgrundlagen und Energie. (2023). *get-Produktdatenbank*. Von www.produktdatenbank-get.at/#/ abgerufen
- Ausfuhrkontrolle, B. f. (10. 12 2025). *Plattform für Abwärme*. Von https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html abgerufen
- Greif, S. (2023). Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland. München: TUM. Von <https://mediatum.ub.tum.de/node?id=1702065> abgerufen
- Hochschule Biberach. (2022). *Auslegung von Erdwärmesondenanlagen - GEO-HANDlight V5.0*. Von <https://innosued.de/energie/geothermie-software-2/> abgerufen
- IWU. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden*. Darmstadt.
- LandesEnergieAgentur Hessen (Hrsg.). (2025). *Leitfaden zur Planung und Errichtung von Wärmenetze. Perspektiven für die Wärmewende*. Wiesbaden.
- Ortner, S., Paar, A., Johannsen, L., & Mellwig, P. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*.
- Universität Kassel. (2022). *Impulspapier Solarthermie - Solare Nahwärme*. LEA Hessen Landesenergieagentur.
- VNBdigital. (2. 4 2025). *VNBdigital*. Von VNBdigital: <https://www.vnbdigital.de/> abgerufen



Anhang

Erläuterung des Wärmeatlas

Potenzielle Wärmenetzgebiete

- Zu jeder Transportleitung wurden Hausanschlussleitungen automatisch erzeugt. Diese verbinden pro Grundstück ein Gebäude.
- Die Einfärbung der Wärmenetzgebiete 1–4 sowie der Wärmelinien-dichte ist auf Grundstücksebene vorgenommen.

Gebäude

id	Identifikationsnummer. Jedes Gebäude bekommt eine einmalig vergebene ID.
sektor	Zuordnung zu Sektor Haushalte oder GHD (aus ALKIS)
energeträger	Energieträger: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gas: Gasverbrauch bekannt ▪ gas&shz: Gas- und Strom-Direktheizung, Verbrauch bekannt ▪ nb_gesch: Energieträger und Verbrauch nicht bekannt. Wärmebedarf anhand Nachbargebäude mit bekanntem Wärmebedarf geschätzt. ▪ nb_n_gesch: Energieträger und Verbrauch nicht bekannt. Wärmebedarf nicht geschätzt. ▪ shz: Strom-Direktheizung, Verbrauch bekannt ▪ wp: Wärmepumpenstromverbrauch bekannt
volumen o. dach	Gebäudevolumen ohne Dachgeschoss
außen fl.	Äußere Gebäudeoberfläche
grund fl	Gebäudegrundfläche
beheizte fl.	EnEV Bezugsfläche
wohn fl.	Wohnfläche, berechnet über Faktor aus EnEV Bezugsfläche
wärmebedarf 2021	Jährlicher Wärmebedarf. Berechnet aus Verbrauchssumme für das Jahr 2021. Korrigiert um Faktoren für den Nutzungsgrad der Wärmeerzeugung und Witterungsbereinigung.
spez. wärmebedarf	Spezifischer auf die beheizte Fläche bezogener jährlicher Wärmebedarf

Quartier

id	Identifikationsnummer. Jedes Gebäude bekommt eine einmalig vergebene ID.
Fläche	Grundfläche des Quartiers



Wärmebedarf 2021	Summe der jährlichen Wärmebedarfe aller im Quartier stehenden Gebäude
spez. Wärmebedarf bezug: Gebäude	Durchschnittlicher jährlicher Wärmebedarf je m ² EnEV Bezugsfläche im Quartier
spez. Wärmebedarf bezug: fläche	Durchschnittlicher jährlicher Wärmebedarf je m ² Quartiersfläche
LWP ist	Jährlicher Wärmebedarf im Quartier, der beim aktuellen Gebäudebestand theoretisch mit Luft-Wärmepumpen gedeckt werden könnte
Anteil	Anteil von "LWP ist" bezogen auf "Wärmebedarf 2021"
LWP ist+saniert	Jährlicher Wärmebedarf im Quartier, der bei Sanierungen von bis zu 50 % Sanierungseffizienz theoretisch mit Luft-Wärmepumpen gedeckt werden könnte
Anteil	Anteil von "LWP ist+saniert" bezogen auf "Wärmebedarf 2021"
Sanierungsanteil	Anteil bezogen auf "Wärmebedarf 2021", um den Sanierungen den jährlichen Wärmebedarf reduzieren müssten, damit das Potenzial von "LWP ist+saniert" erreicht werden kann.
geo ist	Jährlicher Wärmebedarf im Quartier, der beim aktuellen Gebäudebestand theoretisch mit Erdwärmesonden gedeckt werden könnte
Anteil	Anteil von "geo ist" bezogen auf "Wärmebedarf 2021"
geo ist+saniert	Jährlicher Wärmebedarf im Quartier, der bei Sanierungen von bis zu 50 % Sanierungseffizienz theoretisch mit Erdwärmesonden gedeckt werden könnte
Anteil	Anteil von "geo ist+saniert" bezogen auf "Wärmebedarf 2021"
Sanierungsanteil	Anteil bezogen auf "Wärmebedarf 2021", um den Sanierungen den jährlichen Wärmebedarf reduzieren müssten, damit das Potenzial von "geo ist+saniert" erreicht werden kann.



Fragebogen Abwärmepotenzial

Fragebogen zur Ermittlung von Abwärmepotenzialen			
1. Allgemeine Angaben			
Firmenname			
Branche			
Straße			Hausnummer
PLZ, Ort			
Kontaktperson			
E-Mail			Telefon
Ausfülldatum			
2. Energieverbrauch und -erzeugung für Wärme			



2.1. Angaben zu Energieträgern	
Gasverbrauch in MWh/a	
Nah-/Fernwärmeverbrauch in MWh/a	
Stromverbrauch in MWh/a	
Heizölverbrauch in MWh/a	
Falls Sie keinen Wärmenetzanschluss haben: Haben Sie Interesse an einem Wärmenetzanschluss?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
2.2. Angaben zur eigenen Energieerzeugung	
Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in MWh/a	
Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in MWh/a (bitte den zugehörigen Energieträger angeben)	
2.3. Angaben zur Energieverwendung	
End-Energieverbrauch Raumwärme/Warmwasser in MWh/a	
<ul style="list-style-type: none"> • falls bekannt für beides getrennt angeben • falls MWh/a nicht bekannt, als geschätzten Prozentwert zum o. g. Energieträgereinsatz angeben 	
End-Energieverbrauch für Prozesswärme in MWh/a (falls MWh/a nicht bekannt, als Prozentwert zum o. g. Energieträgereinsatz angeben)	
Wird für Prozesswärme Dampf genutzt, und wenn ja, wofür?	
Mit welchem Temperaturniveau wird Prozesswärme eingesetzt? Falls mehrere Temperaturniveaus relevant sind, geben Sie bitte die beiden höchsten an.	

2.4. Informationen zu installierten Leistungen der Wärmeerzeugung	
2.4.1. Heizöl	
Zur Versorgung von	
Installierte Leistung in kW	
2.4.2. Erdgas-Kessel	
Zur Versorgung von	
Installierte Leistung in kW	
2.4.3. Elektrische Energie	
Zur Versorgung von	
Installierte Leistung in kW	
2.4.4. Erneuerbare Energien	Zur Versorgung von
<input type="checkbox"/> Solarthermie	
<input type="checkbox"/> Umweltwärme / Wärmepumpe	
<input type="checkbox"/> Biomasse	
<input type="checkbox"/> Sonstiges (PV etc.)	
Installierte thermische Leistung in kW	
2.4.5. Nah-/Fernwärme	
Zur Versorgung von	
Installierte Leistung in kW	
2.4.6. Kraft-Wärme-Kopplung	
Zur Versorgung von	
Installierte thermische Leistung in kW	

2.5. Abwärmequellen	
Nutzen Sie bereits Abwärme für eigene Zwecke oder speisen diese in ein Wärmenetz ein? Wenn ja, dann beschreiben Sie bitte kurz, aus welchem Prozess welche Mengen mit welcher Technologie (direkt über Wärmeübertrager oder indirekt über Wärmepumpe) für welchen Zweck bereitgestellt werden.	
Steht ungenutzte Abwärme intern oder extern in nutzbarer Menge zur Verfügung? Sollten Sie die u. g. Fragen dazu nicht im Detail beantworten können, bitten wir Sie darum, die bei Ihnen vorliegenden Informationen (z. B. in Form eines dazu bereits erstellten Gutachtens) bereitzustellen.	
<input type="checkbox"/> nein	
<input type="checkbox"/> ja, bisher ungenutzte Abwärmemenge in kWh/a:	
<input type="checkbox"/> unbekannt	
Wenn ja , geschätztes Temperaturniveau der Abwärmequelle in °C	

Haben Sie eine der folgenden Abwärmequellen? Wenn ja, kreuzen Sie diese an und geben Sie verfügbare Informationen zur Abwärmequelle an.

<input type="checkbox"/> (Ab-)Dampf	Temperatur in °C	Volumenstrom m ³ /h	in	Thermische Leistung in kW	Energie in kWh/a
	Verfügbarkeit	der	Abwärmequelle	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar	
<input type="checkbox"/> Abwasser	Temperatur in °C	Volumenstrom m ³ /h	in	Thermische Leistung in kW	Energie in kWh/a
	Verfügbarkeit	der	Abwärmequelle	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar	

Gasförmig (Abgas) Temperatur in °C Volumenstrom m³/h in Thermische Leistung in kW Energie in kWh/a

Verfügbarkeit der Abwärmequelle gleichbleibend
 tageszeitlich schwankend
 im Wochenverlauf schwankend
 saisonal schwankend
 nicht planbar

Feststoffe (z. B. Gießereisand) Temperatur in °C Volumenstrom m³/h in Thermische Leistung in kW Energie in kWh/a

Verfügbarkeit der Abwärmequelle gleichbleibend
 tageszeitlich schwankend
 im Wochenverlauf schwankend
 saisonal schwankend
 nicht planbar

Sonstiges Temperatur in °C Volumenstrom m³/h in Thermische Leistung in kW Energie in kWh/a

Verfügbarkeit der Abwärmequelle gleichbleibend
 tageszeitlich schwankend
 im Wochenverlauf schwankend
 saisonal schwankend
 nicht planbar

Betreibt Ihr Unternehmen Rückkühlanlagen?	
<input type="checkbox"/> Nein	
<input type="checkbox"/> Ja, einen oder mehrere Kühltürme	
Handelt es sich um einen <input type="checkbox"/> offenen oder <input type="checkbox"/> geschlossenen Prozess?	
Welchen Kühlwasservolumenstrom fahren Sie (in m ³ /h)?	
Wie hoch ist die thermische Leistung der Rückkühlanlagen (in kW thermisch)?	



Wie hoch sind die Vor- und Rücklauftemperaturen (in °C)?	
Wie lang sind die Laufzeiten in h/a?	
Sind Schwankungen in der Laufzeit zu erwarten?	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar
<input type="checkbox"/> Ja, eine oder mehrere Kälteanlagen	
Welches ist das Verdampfungstemperaturniveau?	
Wie hoch ist die thermische Leistung der Kälteanlage (in kW thermisch)?	
Wie hoch ist die elektrische Leistung der Kälteanlage (in kW elektrisch)?	
Wie erfolgt die Wärmeabgabe an die Umgebung?	
Wie lang sind die Laufzeiten (in h/a)?	
Sind Schwankungen in der Laufzeit zu erwarten?	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar
<input type="checkbox"/> Ja, einen oder mehrere Trockenkühler	
Welches ist die installierte Leistung der Trockenkühler (in kW)?	
Wie lang sind die Laufzeiten (in h/a)?	

Sind Schwankungen in der Laufzeit zu erwarten?		<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar
Betreibt Ihr Unternehmen eine Lüftungsanlage?		
<input type="checkbox"/> ein großes Rechenzentrum?		
<input type="checkbox"/> Nein		
<input type="checkbox"/> Ja, ohne Wärmerückgewinnung		
Welches ist die installierte thermische Leistung (in kW)?		
Alternativ: Wie groß ist der Luftvolumenstrom (in m ³ /h)?		
Sind Schwankungen in der Laufzeit zu erwarten?		<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar

<input type="checkbox"/> Ja, mit Wärmerückgewinnung		
Betreibt Ihr Unternehmen Kompressoren zur Druckluftzeugung?		
<input type="checkbox"/> Nein		
<input type="checkbox"/> Ja, ohne Wärmerückgewinnung		
Welches ist die installierte thermische Leistung (in kW)?		
Sind Schwankungen in der Laufzeit zu erwarten?	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> im Wochenverlauf schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend <input type="checkbox"/> nicht planbar	



3. Schicht-/Betriebsmodell

Für eine mögliche Abwärmenutzung ist es wichtig zu wissen, ob es geplante Schwankungen im Produktionsbetrieb gibt. Daher benötigen wir die folgenden Informationen.

- Schichtmodell (Ein-/Zwei-/Dreischichtbetrieb)
- Wöchentliche Betriebszeiten (z. B. Mo–Fr; Mo–Sa, durchgehend)
- Betriebsferien (von–bis)
- Saisonale Betriebskampagnen (bitte Dauer und Zweck kurz beschreiben)
- Regelmäßige geplante Betriebsunterbrechungen (bitte Dauer und Zweck kurz beschreiben)

