



Kommunaler Wärmeplan

Energiestadt Lichtenau 2026

Wege zu einer nachhaltigen Transformation des Wärmesektors



Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger der Energiestadt Lichtenau,

mit dem nun vorliegenden Abschlussbericht zur kommunalen Wärmeplanung hat die Energiestadt Lichtenau eine Basis und einen weiteren wichtigen

Baustein gesetzt die Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen und bis 2045 treibhausgasneutral zu werden.

Dieser erste Schritt ist bedeutsam, jedoch liegt der eigentliche Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung noch weit vor uns. Ich hebe deshalb deutlich hervor, dass die kommunale Wärmeplanung der Energiestadt Lichtenau zunächst einmal als Wegweiser dient, welche Heizungsoptionen in Ihrem Wohngebiet künftig wahrscheinlich sind. Dies kann nur gelingen, wenn die Wärmewende als gemeinschaftliche Aufgabe der Stadtgesellschaft, der Energieversorger und des lokalen Handwerks angegangen wird.

Aus zahlreichen persönlichen Gesprächen weiß ich, dass mit dem Bericht große Erwartungen verbunden sind. Viele Bürgerinnen und Bürger hoffen auf konkrete Antworten: „Wann wird in meiner Straße ein Wärmenetz verlegt – und was wird es kosten?“ Diese Fragen sind absolut nachvollziehbar. Und doch muss ich an dieser Stelle deutlich sagen: Diese Art von Detailplanung ist nicht Gegenstand der kommunalen Wärmeplanung. Der Bericht zeigt Möglichkeiten auf, er gibt Orientierung – aber keine verbindlichen Ausbaupläne oder individuelle Zeitachsen.

In diesem Zusammenhang ist der zentrale Begriff eine hohe Wärmebedarfsdichte. Diese deutet auf eine gute Eignung für Wärmenetze hin, da hier die spezifischen Kosten pro Anschluss geringer sind. Als große Flächenkommune erreichen wir in unseren Ortsteilen leider diese geeignete Wärmebedarfsdichte nicht.

Einzige Ausnahme bildet die Kernstadt Lichtenau im Zusammenhang mit dem genehmigten Wasserstoffprojekt und dem Bau eines Elektrolyseurs. Hier wurde ein Zielszenario entwickelt, das aber erst durch eine weitere Machbarkeitsstudie und konkrete, zeitnahe Wirtschaftlichkeitsberechnungen unterbaut werden wird.

Daher bleibt das vorläufige Ergebnis: In vielen Fällen kann die zukünftige Wärmeversorgung der Energiestadt Lichtenau nur dezentral mit frei gewählten individuellen Lösungen erfolgen.

Ihre Ute Dülfer



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	iii
Abkürzungsverzeichnis	v
Glossar.....	vi
Kurzer Überblick und Leseorientierung	8
1 Gute Gründe für die Wärmewende in Lichtenau.....	9
2 Zielsetzung und Hintergrund.....	11
3 Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung	14
4 Bestandsanalyse.....	16
4.1 Charakterisierung der Energiestadt Lichtenau.....	17
4.2 Versorgungsinfrastruktur	20
4.3 THG-Bilanzierung.....	24
4.4 Einteilung der Energiestadt in Teilgebiete	26
4.5 Fazit Bestandsanalyse.....	30
5 Potenzialanalyse	32
5.1 Gesamtübersicht	34
5.2 Umweltwärme.....	35
5.2.1 Umgebungsluft	36
5.2.2 Oberflächengewässer	37
5.3 Biomasse	38
5.3.1 Feste Biomasse	38
5.3.2 Gasförmige Biomasse	39
5.4 Geothermie	40
5.4.1 Tiefe Geothermie	40
5.4.2 Erdwärmekollektoren.....	43
5.4.3 Erdwärmesonden	45
5.5 Industrielle Abwärme	46
5.6 Solarthermie	47
5.7 Photovoltaik	48
5.8 Windenergieanlagen	50
5.9 Fazit Potenzialanalyse	51
6 Verbrauchs- und Versorgungsszenarien	54

6.1	Definition und Modellierung der Szenarien	55
6.2	Entwicklung des energetischen Gebäudebestandes.....	57
6.3	Entwicklung der Versorgungsstrukturen.....	62
6.4	Entwicklung der Heizungstechnologien	65
6.5	Entwicklung der Energieträger in Wärmenetzen	68
6.6	Energie- & THG-Bilanzierung.....	70
6.7	Kostenschätzungen des Transformationsprozesses	76
6.8	Fazit Verbrauchs- und Versorgungsszenarien.....	78
7	Wärmewendestrategie.....	81
7.1	Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete	81
7.2	Zentralen Maßnahmen.....	83
7.3	Eignungsgebiete Einzelversorgung.....	84
	Übergeordnete Maßnahmen	86
7.4	Transformation der Energieinfrastruktur.....	87
7.5	Roadmap für die Wärmewende	89
7.6	Wirkung der Maßnahmen	90
8	Literaturverzeichnis.....	92
	Abbildungsverzeichnis	- 96 -
	Tabellenverzeichnis	- 98 -
	Anhang 1 – Zentrale Maßnahmen	- 99 -
	Anhang 2 – Übergeordnete Maßnahmen	- 102 -
	Anhang 3 – Gebietssteckbriefe	- 113 -
	Anhang 4 – Detailinformationen Heizungstechnologien.....	- 162 -
	Anhang 5 – Emissionsfaktoren und Energieträgerpreise	- 172 -

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BHKW	Blockheiz-Kraftwerk
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
BLB NRW	Bau- und Liegenschaftsbetrieb Nordrhein-Westfalen
ESW	Energieservice Westfalen Weser GmbH
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gebäude, Handel & Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KSG	Klimaschutzgesetz
KAP	Klima Aktionsplan
kWh	Kilowattstunden
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LANUK	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima des Landes Nordrhein-Westfalen
MWh	Megawattstunden
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgase (z.B. CO ₂ , CH ₄)
TÖB	Träger öffentlicher Belange
WEA	Windenergieanlage
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WWN	Westfalen Weser Netz GmbH

Glossar

Baublock	Ein Baublock umfasst ein oder mehrere Gebäude bzw. Liegenschaften, die von Straßen, Schienen oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen vollständig umschlossen sind und für die Wärmeplanung als zusammengehörige Einheit betrachtet werden.
Beplantes Gebiet	Der räumlich abgegrenzte Bereich, für den ein kommunaler Wärmeplan erstellt wird.
Erneuerbare Energien	Erneuerbare Energien sind Energiequellen, die auf natürlichen Prozessen beruhen oder aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden, etwa Wind, Sonne, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz, fördern die Versorgungssicherheit und verringern geopolitische Abhängigkeiten (Umweltbundesamt 2020).
Kommunale Wärmeplanung	Strategische, rechtlich unverbindliche Fachplanung, die Möglichkeiten für den Ausbau von Wärmeinfrastrukturen, Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme sowie Wärmeeinsparung aufzeigt und die mittel- und langfristige Wärmeversorgung innerhalb der Kommune beschreibt.
Planungsverantwortliche Stelle	Der nach Landesrecht zuständige Rechtsträger, der für die Erfüllung der Aufgaben der kommunalen Wärmeplanung verantwortlich ist.
Quartier	Ein Quartier ist ein abgegrenzter Teil eines Stadt- oder Gemeindegebiets mit ähnlichen baulichen oder funktionalen Strukturen.
Teilgebiet	Ein Teilgebiet ist ein räumlich abgegrenzter Bereich innerhalb des beplanten Gebiets, der aus mehreren Grundstücken oder Baublöcken besteht. Es wird von der planungsverantwortlichen Stelle zusammengefasst, um mögliche Wärmeversorgungsarten zu untersuchen und die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete vorzunehmen.
Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet	Ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet ist ein räumlich abgegrenzter Bereich, für den eine bevorzugte zukünftige Wärmeversorgungsform Wärme angenommen wird. Dazu zählen Gebiete, die voraussichtlich über ein Wärmenetz, ein Wasserstoffnetz oder überwiegend dezentral versorgt werden sollen, sowie Bereiche, in denen die geeignete Versorgungsoption noch weiter geprüft werden muss (Prüfgebiete).
Wärmeliniendichte	Die Wärmeliniendichte ist das Verhältnis zwischen der jährlich abgegebenen Wärmemenge (in kWh) an angeschlossene Verbraucher*innen und der Länge des entsprechenden Leitungsabschnitts (in Metern).
Wärmenetz	Ein Wärmenetz ist eine leitungsgebundene Einrichtung zur Versorgung mit Wärme.

Wärmenetzgebiet	Ein Wärmenetzgebiet ist ein festgelegtes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz bereits besteht oder geplant ist und in dem ein wesentlicher Teil der Verbraucher*innen künftig über dieses Netz mit Wärme versorgt werden soll.
Wärmenetzverdichtungsgebiet	Ein beplantes Teilgebiet, in dem Letztverbraucher*innen in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz an dieses angeschlossen werden sollen.
Wärmeplan	Der Wärmeplan ist das veröffentlichte Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung
Wärmeversorgungsart	Die Wärmeversorgungsart beschreibt die grundlegende technische Lösung zur Bereitstellung von Wärme in einem beplanten Teilgebiet. Sie legt fest, ob die Versorgung zentral über ein Wärmenetz oder dezentral über individuelle Anlagen erfolgt.
Wärmevollkosten	Die Wärmevollkosten sind die durchschnittlichen Kosten der Wärmeerzeugung über die gesamte Lebensdauer einer Technologie, inklusive Investitions-, Betriebs-, Energie- und CO ₂ -Kosten.

Kurzer Überblick und Leseorientierung

Der kommunale Wärmeplan orientiert sich an den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes und ist in folgende Kapitel gegliedert:

Gute Gründe für die Wärmeplanung

Weshalb ist die Wärmewende wichtig für Lichtenau?

Zielsetzung und Hintergrund

Darstellung der Ziele, rechtlichen Grundlagen und Motivation des kommunalen Wärmeplans

Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung

Einbindung relevanter Akteure und der Öffentlichkeit im Planungsprozess

Bestandsanalyse

Analyse zur aktuellen Ausgangslage der Wärmeversorgung in Lichtenau

Potenzialanalyse

Untersuchung der verfügbaren erneuerbaren und klimafreundlichen Energiepotenziale

Verbrauchs- und Versorgungsszenarien

Entwicklung zukünftiger Wärmebedarfe und Versorgungsoptionen

Wärmewendestrategie

Langfristige Strategie zur klimaneutralen Wärmeversorgung

Ausblick

Die nächsten Schritte in der Umsetzung des kommunalen Wärmeplans

Da der Wärmeplan teilweise sehr tief ins Detail geht, wird für jedes Kapitel ein kompakter Überblick erstellt, welcher im Kasten („Kurz erklärt“) zu Beginn jedes Kapitels zu finden ist. Dort wird einfach und verständlich erläutert, worum es in dem jeweiligen Kapitel geht, was untersucht wird und welche wichtigen Ergebnisse vorliegen. Dieses Angebot richtet sich besonders an Leser*innen, die einen schnellen Überblick bevorzugen oder keine technischen Details lesen wollen. So können Leser*innen selbst entscheiden, wie tief sie einsteigen möchten.

Im anschließenden Hauptteil der Kapitel werden die Themen ausführlicher und fachlich vertieft dargestellt. Hier werden die Hintergründe, Annahmen und Ergebnisse genauer erläutert und mit Grafiken, Abbildungen und Karten anschaulich unterstützt. Der Hauptteil bietet damit eine fundierte Grundlage für alle, die sich intensiver mit der kommunalen Wärmeplanung beschäftigen oder weiterführende Entscheidungen nachvollziehen möchten.

Insgesamt bietet der Bericht damit sowohl einen leicht verständlichen Einstieg als auch die notwendige inhaltliche Tiefe und ausreichend Hintergrundwissen für fachliche Entscheidungen.

1 Gute Gründe für die Wärmewende in Lichtenau

Kurz erklärt

Die Wärmewende ist für die Energiestadt Lichtenau ein wichtiger Schritt in die Zukunft. Ein großer Teil der Treibhausgasemissionen entsteht durch das Heizen von Gebäuden. Um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, spielt eine klimafreundliche Wärmeversorgung deshalb eine zentrale Rolle.

Derzeit ist die Wärmeversorgung noch stark von fossilen Energieträgern aus dem Ausland abhängig. Das macht die Energiepreise unsicher und wirkt sich direkt auf Haushalte, Unternehmen und den städtischen Haushalt aus. Eine stärkere Nutzung regionaler und lokaler Wärmequellen kann diese Abhängigkeit verringern und die Versorgung sicherer machen.

Wärmenetze sind dabei ein wichtiger Baustein. Sie ermöglichen eine effiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung ganzer Quartiere – besonders in dicht bebauten Stadtteilen. Wenn viele Haushalte angeschlossen sind, können die Kosten langfristig stabil und bezahlbar bleiben.

Gleichzeitig stärkt die Wärmewende die regionale Wirtschaft: Investitionen, Arbeitsplätze und laufende Ausgaben bleiben in Lichtenau und der Region. Die Stadt kann zudem stärker Einfluss auf Kosten, Qualität und Gestaltung der Wärmeversorgung nehmen.

Wärmenetze ermöglichen Haushalten in geeigneten Gebieten den Zugang zu einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung – auch denen, die keine eigene Heizungsanlage finanzieren können. Eine breite Beteiligung der Bevölkerung ist dabei wichtig, damit die Wärmeversorgung langfristig bezahlbar bleibt.

Insgesamt ist die Wärmewende eine Voraussetzung dafür, dass Lichtenau seine Klimaziele erreicht, unabhängiger von Energieimporten wird und Fördermittel von Bund und Land nutzen kann.

Die Wärmewende ist für die Energiestadt Lichtenau von zentraler strategischer Bedeutung. Der Wärmesektor verursacht einen erheblichen Anteil der lokalen Treibhausgasemissionen und ist zugleich eng mit Fragen der kommunalen Daseinsvorsorge, der nachhaltigen Stadtentwicklung, der sozialen Ausgewogenheit sowie der langfristigen finanziellen Stabilität der Stadt verbunden. Vor dem Hintergrund des Ziels der Treibhausgasneutralität bis 2045 kommt der Transformation der Wärmeversorgung eine Schlüsselrolle zu.

Zugleich ist die Wärmeversorgung in Lichtenau – wie in vielen Kommunen – derzeit in hohem Maße von importierten fossilen Energieträgern abhängig. Internationale energiepolitische Entwicklungen und geopolitische Entscheidungen wirken sich zunehmend auf Energiepreise und Versorgungssicherheit aus. Diese externen Einflussfaktoren entziehen sich der kommunalen Steuerung, betreffen jedoch unmittelbar private Haushalte, Unternehmen und den städtischen Haushalt. Eine stärkere lokale und regionale Wärmeversorgung kann diese Abhängigkeiten reduzieren und die Resilienz der Energiestadt Lichtenau gegenüber Preis- und Versorgungsschwankungen erhöhen.

Wärmenetze stellen in diesem Zusammenhang ein zentrales Instrument dar. Sie ermöglichen eine integrierte, quartiersbezogene Entwicklung der Wärmeversorgung, die Nutzung regional verfügbarer Wärmequellen sowie eine langfristig besser kalkulierbare Kostenstruktur. Insbesondere in dicht besiedelten Quartieren Lichtenaus können Wärmenetze einen wesentlichen Beitrag zu einer effizienten,

klimafreundlichen und sozial ausgewogenen Wärmeversorgung leisten. Mit steigender Anschlussdichte entstehen Skaleneffekte, die perspektivisch zu niedrigeren spezifischen Wärmepreisen für die angeschlossenen Nutzer*innen führen können.

Ein wesentlicher Aspekt der Wärmewende ist die regionale Wertschöpfung. Ein großer Teil der zukünftigen Kosten im Wärmesektor entfällt auf laufende Betriebskosten. Werden diese durch importierte Energieträger gedeckt, verlassen entsprechende Mittel dauerhaft das Stadtgebiet. Durch den Aufbau lokaler Wärmeinfrastruktur verbleiben Investitionen, Betriebsausgaben und Arbeitsplätze hingegen in Lichtenau und der Region. Dies stärkt die lokale Wirtschaft und kann langfristig zur Stabilisierung kommunaler Haushaltsstrukturen beitragen.

Darüber hinaus eröffnet die Wärmewende der Energiestadt Lichtenau wirtschaftliche Handlungsspielräume. Durch die Einbindung kommunaler Unternehmen, oder durch Kooperationen und Beteiligungen an Wärmenetzprojekten kann die Stadt langfristig Einfluss auf Kosten, Qualität und Ausgestaltung der Wärmeversorgung nehmen. Die Kommune kann damit nicht nur ordnend tätig werden, sondern auch Mitverantwortung für eine zentrale Infrastruktur der Daseinsvorsorge übernehmen.

Die Wärmewende hat auch eine soziale Komponente. Wärmenetze in geeigneten Gebieten ermöglichen auch Haushalten, die keine eigenen Investitionen in individuelle Heizsysteme leisten können, den Zugang zu einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung. Eine breite Beteiligung der Bevölkerung ist zudem Voraussetzung für wirtschaftlich tragfähige Netze und dauerhaft bezahlbare Wärmepreise.

Aus politisch-strategischer Sicht stärkt eine aktive Rolle der Energiestadt Lichtenau in der Wärmewende ihre Steuerungsfähigkeit. Frühzeitige Entscheidungen über Prioritäten, Versorgungsgebiete und Infrastruktur ermöglichen es, die Entwicklung der Wärmeversorgung gezielt zu beeinflussen. Ohne eine solche Positionierung werden zentrale Entscheidungen über Ausbau, Preise und Versorgungssicherheit faktisch an externe Akteure und Marktmechanismen delegiert.

Nicht zuletzt ist die Transformation der Wärmeversorgung Voraussetzung für die Erreichung der Klimaschutzziele. Ohne eine konsequente Wärmewende sind die angestrebte Treibhausgasneutralität bis 2045 nicht erreichbar. Gleichzeitig eröffnet eine strategisch angelegte Wärmewende der Energiestadt Lichtenau den Zugang zu umfangreichen Förderprogrammen von Bund und Land, mit denen kommunale Eigenmittel gehebelt und finanzielle Risiken reduziert werden können.

2 Zielsetzung und Hintergrund

Kurz erklärt

Die kommunale Wärmeplanung zeigt, wie die Energiestadt Lichtenau ihre Gebäude langfristig klimafreundlich mit Wärme versorgen kann. Ziel ist eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045. Dafür wird untersucht, wo Energie eingespart werden kann, welche erneuerbaren Wärmequellen vor Ort genutzt werden können und welche Lösungen – etwa Wärmenetze oder dezentrale Heizsysteme – in den einzelnen Stadtteilen sinnvoll sind.

Da das Heizen einen großen Teil des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen ausmacht und Wärme nur über kurze Strecken effizient transportiert werden kann, spielt die Energiestadt eine zentrale Rolle bei der Wärmewende. Mit der Wärmeplanung schafft Lichtenau Orientierung für zukünftige Investitionen und für die Stadtentwicklung.

Die kommunale Wärmeplanung ist zunächst nicht verpflichtend. Das heißt, sie schreibt niemandem vor, seine Heizung umzubauen oder sich an ein Wärmenetz anzuschließen. Vorgaben ergeben sich erst aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) – und auch nur dann, wenn eine Heizung ausgetauscht wird. Bestehende Heizungen dürfen weiterhin genutzt und bei Bedarf repariert werden. Rechtliche Wirkung entsteht erst durch gesonderte, gebietsbezogene Beschlüsse der Kommune, zum Beispiel wenn ein Gebiet offiziell als Wärmenetzausbaubereich festgelegt wird. Solche Entscheidungen werden förmlich beschlossen und öffentlich bekannt gemacht und können dann Auswirkungen im Zusammenspiel mit dem GEG haben. Diese konkreten Festlegungen werden jedoch noch nicht in der ersten Wärmeplanung getroffen, sondern erst später ggf. in der Umsetzungsphase. Die Wärmeplanung hilft insgesamt dabei, frühzeitig einzuschätzen, welche Formen der Wärmeversorgung in einem Gebiet künftig möglich oder wahrscheinlich sind.

Zielsetzung

Die kommunale Wärmeplanung zeigt, wie die Energiestadt Lichtenau ihre Gebäude künftig klimafreundlich mit Wärme versorgen kann. Ziel ist es, langfristig und treibhausgasneutral zu heizen und dabei Lösungen zu finden, die gut zu den örtlichen Gegebenheiten passen.

Dafür wird untersucht, wie viel Wärme vor Ort gebraucht wird und welche Möglichkeiten es gibt, Energie zu sparen und erneuerbare Energien zu nutzen. Auf dieser Grundlage entsteht ein Plan, der zeigt, welche Stadtteile zentral (zum Beispiel über Wärmenetze) und welche eher dezentral versorgt werden können.

Das Ergebnis dieser Planung dient als Orientierung für zukünftige Investitionen und stadtplanerische Entscheidungen. Dabei ist die kommunale Wärmeplanung zunächst ein unverbindliches Instrument, das erst im Hinblick auf die anschließende Durchführung und Umsetzung verbindlichen Charakter erhält.

Hintergrund

Die angestrebte Klimaneutralität Deutschlands bis 2045 erfordert eine tiefgreifende Umgestaltung des Wärmesektors, der rund die Hälfte des Endenergieverbrauchs in Deutschland ausmacht und zu etwa 80 % auf fossilen Energieträgern basiert [1]. Besonders relevant ist der Gebäudebereich, in dem etwa

70 % des Energieverbrauchs privater Haushalte auf Raumwärme entfallen [2]. Um die Wärmewende auf lokaler Ebene wirksam voranzutreiben, kommt den Kommunen eine Schlüsselrolle zu. Da sich Wärme wegen hoher Transportverluste nur über kurze Strecken übertragen lässt, müssen Erzeugung, Verteilung und Nutzung räumlich gebündelt erfolgen. Somit kann die Wärmewende nur lokal umgesetzt werden [3]. Lichtenau hat sich zum Ziel gesetzt, bereits bis 2040 klimaneutral zu sein.

Rechtlicher Rahmen und Einordnung der kommunalen Wärmeplanung

Das **Wärmeplanungsgesetz (WPG)** und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bilden den rechtlichen Rahmen der Wärmewende. Das WPG (seit 01.01.2024 in Kraft) verpflichtet die Länder, die Aufstellung strategischer kommunaler Wärmepläne zu organisieren. Ein Wärmeplan wird politisch beschlossen und veröffentlicht, entfaltet jedoch keine rechtliche Außenwirkung. Aus ihm entstehen weder unmittelbare Pflichten noch Ansprüche für Eigentümer*innen (§ 23 Abs. 4 WPG). Vorgeschrieben ist zudem eine Überprüfung und Fortschreibung mindestens alle fünf Jahre (§ 25 WPG). Erst gesonderte gebietsbezogene Beschlüsse nach § 26 WPG, etwa die Bestimmung eines Bereichs als Wärmenetzausbaubereich haben rechtliche Folgen im Zusammenspiel mit dem GEG. Sie werden förmlich beschlossen und bekannt gemacht und können damit vorzeitig GEG-Wirkungen auslösen. In vielen Erstaufstellungen werden solche Entscheidungen noch nicht getroffen und folgen erst in der Umsetzungsphase.

Das **Gebäudeenergiegesetz (GEG)** mit dem aktuellen Stand vom ersten Quartal 2026 regelt die Anforderungen auf Gebäudeebene. Seit dem 01.01.2024 müssen neu eingebaute Heizungen grundsätzlich mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Für Neubauten in Neubaugebieten gilt dies sofort; für Bestandsgebäude und Neubauten in Baulücken greifen Übergangsfristen, die eng mit der Wärmeplanung verknüpft sind. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern greift die 65-%-Pflicht spätestens ab 30.06.2026 und in kleineren Kommunen spätestens ab 30.06.2028. Kommt eine Gebietsentscheidung nach § 26 WPG früher und wird sie bekannt gemacht, gilt die 65-%-Pflicht bereits einen Monat nach dieser Bekanntgabe.

Was bedeutet das für Bürger*innen?

Die kommunale Wärmeplanung ist in erster Linie ein strategisches Planungsinstrument. Die darin ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder dezentrale Wärmeversorgung sowie die vorgeschlagenen Maßnahmen dienen der Orientierung für die zukünftige Wärmeversorgung im Stadtgebiet. Sie stellen keine verbindlichen Vorgaben dar. Daraus folgt, dass kein unmittelbarer Anschlusszwang an ein Wärmenetz besteht und die Kommune nicht verpflichtet ist, in als geeignet dargestellten Gebieten tatsächlich ein Wärmenetz zu errichten. Gleichzeitig besitzt die kommunale Wärmeplanung eine wichtige rechtliche Bedeutung: Mit ihrer Veröffentlichung werden die gesetzlichen Regelungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) wirksam. Das bedeutet, dass beim Einbau neuer Heizungsanlagen die geltenden Anforderungen einzuhalten sind, insbesondere die Vorgabe, dass neue Heizungen mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Bestehende Heizungen genießen weiterhin Bestandschutz und können betrieben sowie repariert werden. Für Öl-/Gasheizungen, die ab 01.01.2024 vor Ablauf der kommunalen Frist eingebaut wurden, gelten gestaffelte EE-Mindestanteile: ab 2029 → 15 %, ab 2035 → 30 %, ab 2040 → 60 %. Erst beim Austausch einer Heizungsanlage greifen die neuen gesetzlichen Anforderungen.

Für Gebäudeeigentümer*innen ist es daher wichtig zu prüfen, ob sich ihr Gebäude in einem Bereich befindet, der grundsätzlich für einen Wärmenetzanschluss geeignet ist. Die Stadtverwaltung Lichtenau informiert über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung sowie über mögliche Ausbauperspektiven. Liegt ein Gebäude außerhalb dieser Bereiche, ist ein Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. In diesem Fall liegt die Verantwortung für den Umstieg auf erneuerbare Energien und für energetische Verbesserungen überwiegend bei den Eigentümer*innen selbst.

Auch Vermieter*innen sollten die Empfehlungen der kommunalen Wärmeplanung frühzeitig in ihre Entscheidungen einbeziehen, etwa bei anstehenden Sanierungen oder Neubauten. Dabei ist die Wirtschaftlichkeit verschiedener Wärmeversorgungslösungen, wie Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder ein möglicher Wärmenetzanschluss, stets im Zusammenhang mit der langfristigen Wertentwicklung der Immobilie zu betrachten. Gleichzeitig ist eine transparente Kommunikation mit Vermieter*innen wichtig, da Sanierungsmaßnahmen vorübergehende Einschränkungen oder Kostenveränderungen mit sich bringen können.

Für Mieter*innen empfiehlt es sich, sich frühzeitig über mögliche Veränderungen der Wärmeversorgung zu informieren und das Gespräch mit den Eigentümer*innen zu suchen. Ein frühzeitiger Austausch kann dazu beitragen, geplante Maßnahmen besser einzuordnen und gemeinsam tragfähige Lösungen zu finden.

Vorgehen und Aufbau des kommunalen Wärmeplans

Der Prozess umfasst mehrere Schritte (Abbildung 1). Zunächst wird eine Bestandsanalyse durchgeführt, um die Ausgangslage der Kommune zu erfassen. Dabei stehen die bestehende Wärmeversorgung, der aktuelle Wärmeverbrauch sowie der absehbare zukünftige Wärmebedarf im Fokus. Darauf aufbauend folgt die Potenzialanalyse, in der nutzbare Potenziale zur Erzeugung und Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien sowie unvermeidbarer Abwärme identifiziert und bewertet werden. Die Ergebnisse beider Analysen bilden die Grundlage für das Zielszenario. Dieses beschreibt die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung im beplanten Gebiet und zeigt auf, wie die Transformation unter den gegebenen Rahmenbedingungen erfolgen kann. Hierbei werden auch die Einteilung des beplanten Gebietes in Teilgebiete sowie die Festlegung geeigneter Wärmeversorgungsarten berücksichtigt. Es wird geprüft, ob eine Versorgung über ein Wärmenetz oder dezentrale Lösungen sinnvoll ist. Auf dieser Grundlage wird die Wärmewendestrategie entwickelt. Mit der Fertigstellung dieser Strategie ist die Erstellung des kommunalen Wärmeplans abgeschlossen.

Der Wärmeplan fasst die Ergebnisse des Prozesses zusammen und spricht Empfehlungen aus. Je nach Gebiet können daraus vertiefende Planungen, bspw. Machbarkeitsstudien, folgen. Ergänzend wird ein regelmäßiges Monitoring etabliert, das der Fortschrittskontrolle, Anpassung von Maßnahmen und kontinuierlichen Fortschreibung dient.

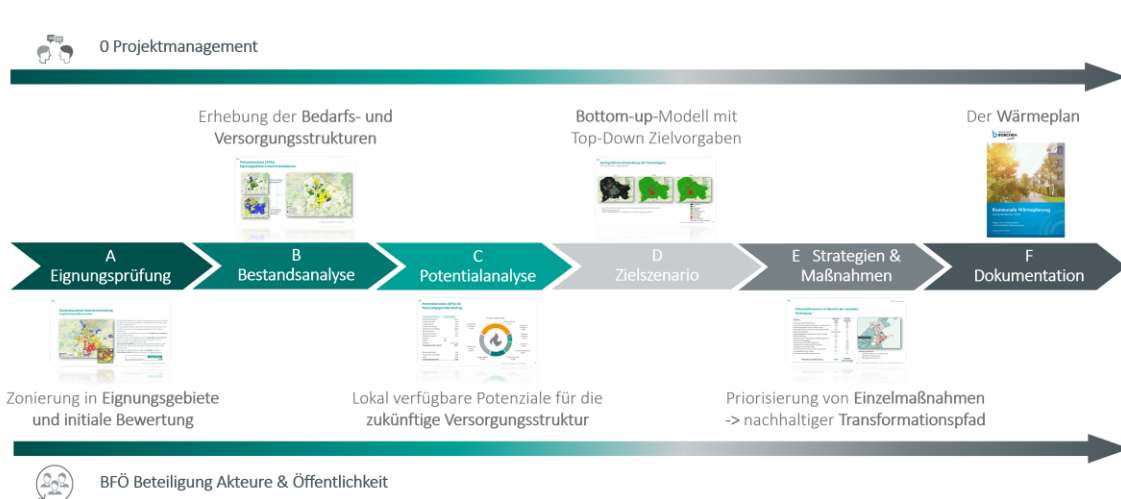


Abbildung 1: Vorgehen der KWP

3 Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung

Die kommunale Wärmeplanung wird in einem mehrstufigen Verfahren unter Einhaltung der gesetzlichen Beteiligungspflichten durchgeführt. Relevante Behörden, Träger öffentlicher Belange (TÖB) sowie Betreiber von Energie- und Wärmenetzen stellen Daten bereit. Die fachlich zuständigen Ämter der Stadtverwaltung begleiten den Prozess kontinuierlich. Ihre Rückmeldungen werden transparent und nachvollziehbar in die Bestands- und Potenzialanalyse, die Annahmen des Zielszenarios sowie in die Entwicklung der Maßnahmen integriert. Ergänzend wird eine Öffentlichkeitsarbeit aufgebaut. Zum Projektstart informierte die Stadt über Pressebeiträge in lokalen Medien und Beiträge auf der städtischen Website über Ziele, Inhalte und Bedeutung der Wärmeplanung.

Ausblick:

Im März 2026 werden Ergebnisse des Wärmeplans im Ausschuss für Stadtentwicklung, Bauen, Wohnen und Digitalisierung vorgestellt. Ergänzend ist eine öffentliche Informationsveranstaltung vorgesehen, die umfassend über die Wärmewende, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung sowie mögliche Handlungsoptionen informiert.



Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse gibt einen strukturierten Überblick über die aktuelle Wärmeversorgung der Energiestadt Lichtenau. Sie umfasst die Charakterisierung der Energiestadt, die Darstellung der Versorgungsstrukturen, die Einteilung in Teilgebiete sowie Energie- und THG-Bilanzierung.

4 Bestandsanalyse

KURZ ERKLÄRT!

Die Bestandsanalyse ist der erste Schritt der kommunalen Wärmeplanung. Sie zeigt, wie die Wärmeversorgung in Lichtenau heute aufgebaut ist, welche Strukturen sie prägen und wo besondere Herausforderungen für die Wärmewende bestehen. Nur wenn die Ausgangslage detailliert verstanden wird, können im weiteren Prozess geeignete Maßnahmen entwickelt und eine realistische Transformation des Wärmesektors geplant werden.

Grundlage der Bestandsanalyse sind umfangreiche Daten zum Gebäudebestand, zur vorhandenen Energie- und Versorgungsinfrastruktur sowie zum tatsächlichen Energieverbrauch im gesamten Stadtgebiet. Dazu gehören Informationen zu Baualtersklassen, Gebäudetypen, energetischem Zustand und Heiztechnologien. Zusätzlich fließen Verbrauchsdaten aus Gas- und Wärmenetzen sowie Daten der Schornsteinfeger*innen in die Analyse ein, um ein präzises Bild des heutigen Wärmebedarfs zu erstellen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Lichtenau einen jährlichen Wärmebedarf von rund 93 GWh hat, der aktuell zu 41,4 % durch Erdgas und 24,3 % gedeckt wird. Diese starke Abhängigkeit von fossilen Energien führt zu erheblichen Treibhausgasemissionen und zeigt, wie dringend eine Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen erforderlich ist.

Auch der Gebäudebestand macht den Handlungsdruck deutlich, denn mehr als 68,5 % der Wohngebäude in Lichtenau wurden vor 1980 errichtet, also zu einer Zeit, in der Energieeffizienz kaum eine Rolle spielte. Viele dieser Häuser entsprechen daher nicht mehr heutigen Standards, sind schlecht gedämmt und verbrauchen entsprechend viel Heizenergie, was das Sanierungspotenzial im Stadtgebiet hervorhebt. Um die Vielfalt der Gebäude- und Versorgungsstruktur erfassen und gezielt berücksichtigen zu können, wird das gesamte Stadtgebiet in 24 Teilgebiete unterteilt. Diese Gliederung macht die unterschiedlichen Strukturen innerhalb Lichtenaus sichtbar und erleichtert es, für jedes Gebiet eine passende Strategie zu entwickeln. Auf diese Weise bildet die Einteilung eine wichtige Grundlage für die weiteren Schritte der Wärmeplanung und hilft dabei, die Wärmewende vor Ort nachvollziehbar, effizient und gebietsbezogen umzusetzen.

Insgesamt zeigt die Bestandsanalyse nicht nur die aktuelle Versorgungssituation, sondern macht auch die größten Hebel für die zukünftige Transformation sichtbar: energetische Sanierungen im Gebäudebestand, der Ausstieg aus fossilen Energieträgern und der systematische Ausbau erneuerbarer Wärmequellen. Sie bildet damit die fachliche Grundlage für alle nächsten Schritte der kommunalen Wärmeplanung und schafft die Transparenz, die für eine klimafreundliche, sichere und langfristig bezahlbare Wärmeversorgung notwendig ist.

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die relevanten Daten gemäß den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) erhoben und ausgewertet. Dabei stehen insbesondere folgende Aspekte im Fokus:

- Gebäudebestand & Bedarfsstruktur: Art, Alter und energetischer Zustand der Gebäude sowie deren Nutzung
- Versorgungsinfrastruktur: Vorhandene Wärmenetze, Heizsysteme und Energiequellen

Aufbauend auf einer Analyse der Bedarfs- und Versorgungsstrukturen werden die Energiemengen und THG-Emissionen bilanziert. Die ermittelten Kennzahlen geben Aufschluss über den aktuellen Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen je Sektor und Energieträger. Die Auswertung erfolgt in Baublöcken oder Teilgebieten damit Ausreißer geglättet, strukturelle Verbrauchsmuster erkennbar und belastbare Durchschnittswerte je Gebiet gebildet werden können.

Die Bestandsanalyse schließt mit einer Einteilung des Stadtgebietes in Teilgebiete, die hinsichtlich ihrer Wärmebedarfe und Versorgungsstrukturen bewertet werden. Diese Auswertung bildet die Grundlage für die weitere Planung und die Entwicklung von Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die entscheidenden Punkte sind die hohe Wärmeliniendichte in bestimmten Bereichen, die Potenziale für den Ausbau von Wärmenetzen sowie die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen.

4.1 Charakterisierung der Energiestadt Lichtenau

Die Energiestadt Lichtenau zählt zu einen der größten Flächengemeinden in Nordrhein-Westfalen mit rund 11.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Sie ist geprägt durch eine kleinstädtische und ländliche Siedlungsstruktur mit mehreren Ortsteilen, die sich über ein vergleichsweise großes Stadtgebiet verteilen. Die Bebauung ist überwiegend durch Ein- und Zweifamilienhäuser gekennzeichnet, ergänzt durch vereinzelte Mehrfamilienhäuser, öffentliche Gebäude sowie kleinere Gewerbebetriebe.

Diese Struktur wirkt sich unmittelbar auf die Wärmebedarfe und die Versorgungsmöglichkeiten aus. Aufgrund der eher geringen Bebauungsdichte und der räumlichen Verteilung der Ortsteile bestehen andere infrastrukturelle Voraussetzungen als in größeren, verdichteten Städten. Gleichzeitig bieten sich Potenziale für dezentrale Versorgungslösungen sowie quartiersbezogene Ansätze. Um die Bedarfsstrukturen in Lichtenau zu verdeutlichen, wird nachfolgend auf den Gebäudebestand in Lichtenau eingegangen.

Gebäudebestand

Für die Einschätzung der Ausgangslage ist eine Analyse der bestehenden Gebäude in der Energiestadt Lichtenau wichtig. Neben der Gebäudestruktur (wie Typ, Nutzung oder Sektor) hat insbesondere das Baujahr der Bestandsgebäude einen entscheidenden Einfluss auf den Wärmebedarf der Stadt. In Abbildung 2 wird dazu die Verteilung der Baujahrklassen der Wohngebäude in Lichtenau dargestellt. Zu sehen sind zwölf Baujahrklassen von „vor 1900“ bis „nach 2016“ sowie dessen prozentualer Anteil an den Wohngebäuden. Viele der Gebäude stammen aus der Nachkriegszeit und der darauffolgenden Bauperioden (1946-1980). Etwa 11 % der Gebäude wurden bereits zwischen 1900 und 1945 errichtet. Daneben gab es zwischen 1986-95 einen weiteren Bauboom (13 %). Insgesamt zeigt sich, dass fast die Hälfte der Wohngebäude bereits vor den ersten Energieeinsparverordnungen in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – 1976) erbaut wurden.

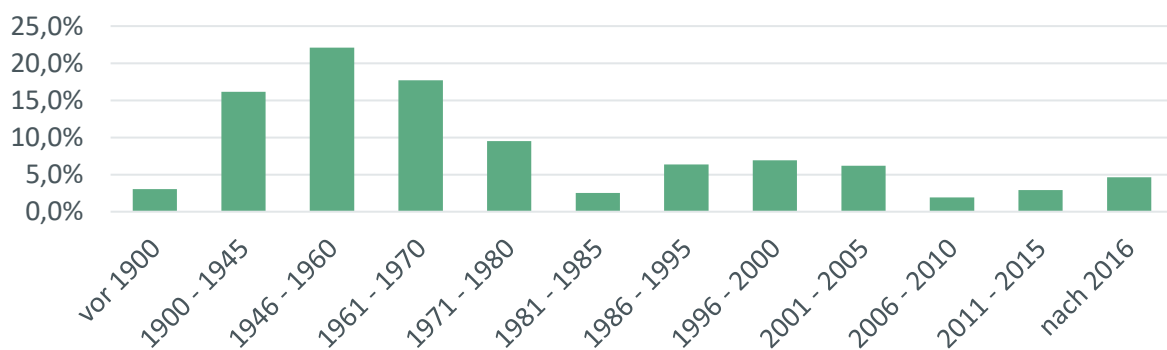


Abbildung 2 Verteilung der Baujahrklassen (Datengrundlage: LANUK, ergänzt mit Daten aus ALKIS, Stand 16.07.2025)

Die Ergebnisse zu den Baujahrklassen sind in Abbildung 3 kartografisch aufbereitet. Dargestellt ist die überwiegende Baujahrklasse des jeweiligen Baublocks. Ein Baublock ist eine zusammenhängende Gruppe von Gebäuden oder Grundstücken, die durch Straßen oder andere Begrenzungen räumlich abgegrenzt ist. Je nach Baujahrklasse sind die Baublöcke unterschiedlich farblich gekennzeichnet. In Abbildung 3 sind, abgesehen von wenigen Ausreißern, die bereits erwähnten dominanten Baujahrklassen (1900-1970) deutlich zu sehen.

Insgesamt weist Lichtenau im bundesweiten Vergleich eine weitgehend durchschnittliche Bestandsstruktur auf. Der Anteil der Wohngebäude mit Baujahr vor 1980 liegt in Lichtenau bei 68,5 % und damit über dem Bundesdurchschnitt von 61,3 %. Gebäude aus den Jahren 1981 bis 2010 machen in Lichtenau rund 23,9 % des Bestandes aus und liegen damit unter dem bundesweiten Anteil von 31,2 %. Der Anteil, der nach 2010 errichteten Gebäude, beträgt 7,6 % und entspricht damit dem Bundeswert von 7,6 % [4]

Neben dem Gebäudealter spielt auch die Art der Gebäude eine zentrale Rolle für die Wärmebedarfsstruktur. Abbildung 4 zeigt den überwiegenden Gebäudesektor der Baublöcke im Lichtenauer Stadtgebiet. Die Gebäudesektoren sind eingeteilt in die vier Kategorien Haushalte, öffentliche Gebäude, Industrie und GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) & Sonstige. In Lichtenau verteilen sich Haushalte und Gewerbe weitgehend homogen über die einzelnen Ortsteile. Wesentliche industrielle Schwerpunkte sind nur an zwei Standorten zu finden: Auf dem Hohenloh und am Leihbühl.

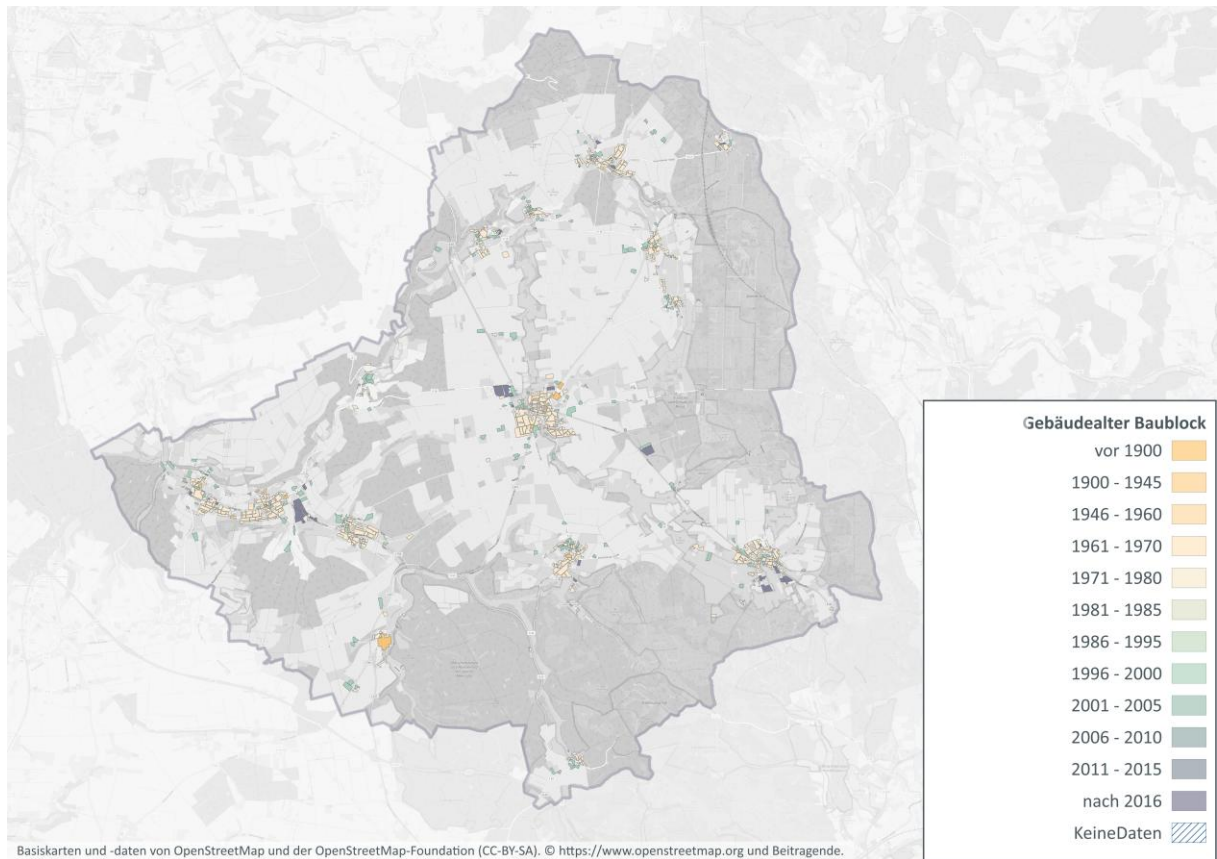


Abbildung 3: Überwiegende Baujahrsklassen Baublöcken in Lichtenau (Datengrundlage: LANUK)

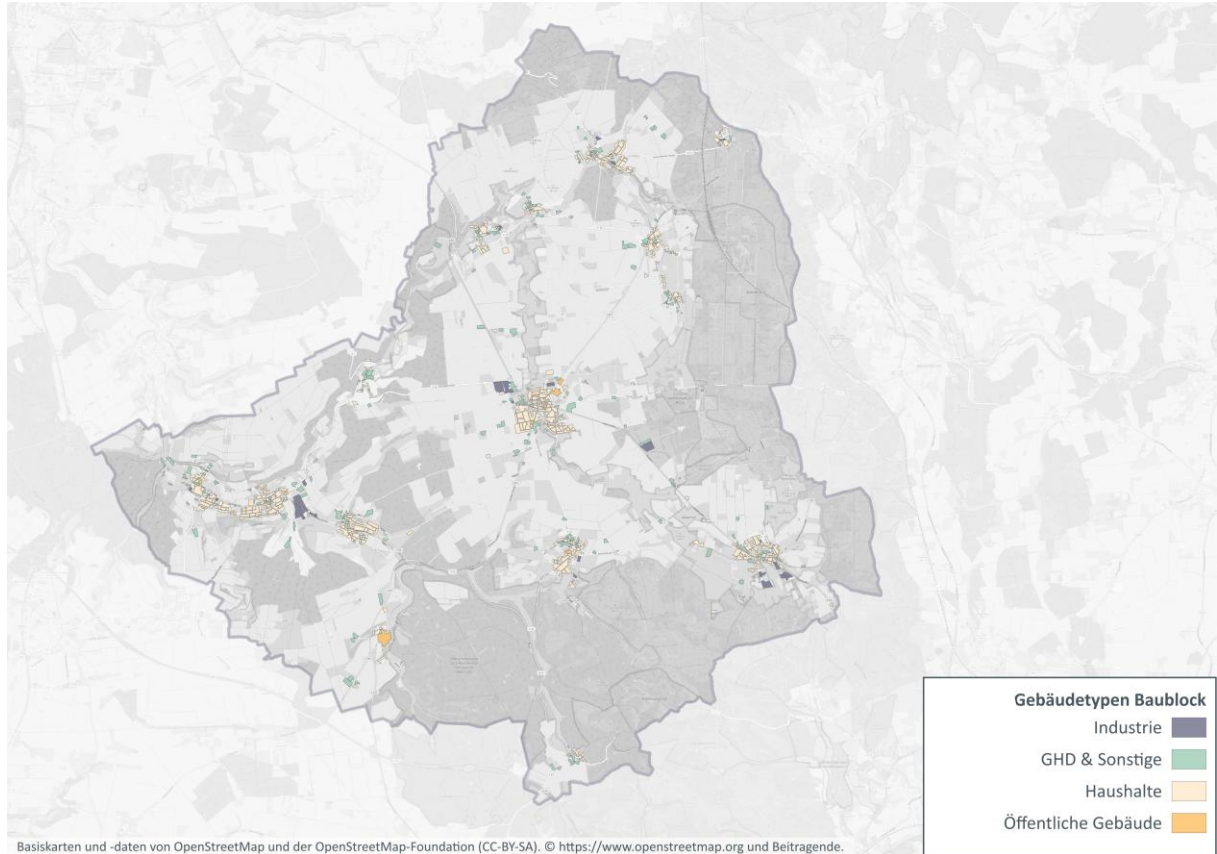


Abbildung 4: Überwiegender Gebäudesektor (Datengrundlage: LANUK)

Da die Baujahrsklassen und Gebäudeart allein keinen Rückschluss auf den energetischen Zustand eines Gebäudes zulassen, ist in Abbildung 5 die prozentuale Verteilung der Energieeffizienzklassen der Wohngebäude in Lichtenau dargestellt. Die meisten Wohngebäude (35 %) befinden sich in der Energieeffizienzklasse D, gefolgt von C (33 %), B (13 %) und E (beide 9 %). Die wenigsten Gebäude befinden sich in der Energieeffizienzklasse A+ (1 %) und G (1,5 %), gefolgt von A (2,7 %) und F (3 %). In der Energieeffizienzklasse H befinden sich 3,3 % der Wohngebäude. Insgesamt besitzen mehr als 51 % der Gebäude eine Energieeffizienzklasse von D oder schlechter. Dies zeigt, dass durch Sanierungsaktivitäten die Energieeffizienz im Wohngebäudesektor noch deutlich gesteigert werden kann.



Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Energieeffizienzklassen der Wohngebäude in Lichtenau

4.2 Versorgungsinfrastruktur

Nachdem im vorherigen Kapitel der Baubestand analysiert wurde, richtet sich der Fokus nun auf die eingesetzten Energieträger und die Versorgungsstruktur. Dieses Kapitel zeigt, wo die Wärmeversorgung in Lichtenau aktuell steht und welche Schritte den Einstieg in eine nachhaltige Versorgung ermöglichen. Dazu wird die aktuelle Infrastruktur der Wärmeversorgung aufgezeigt sowie welche Energieträger in welchen Sektoren eine besonders große Rolle für die Wärmeversorgung spielen. Die Dringlichkeit für Transformationen in der Wärmeversorgung zeigt sich schließlich in der Treibhausgas (THG) -Bilanzierung.

Gasnetz

Das Erdgasnetz in Lichtenau erschließt den Großteil der bebauten Siedlungsbereiche. Abgesehen von sechs Teilgebieten und der Streubebauung besteht eine Anbindung an das Gasnetz. Die Gesamtlänge des Netzes beträgt rund 119,2 km

	Länge ¹
Erdgasnetz	119,2 km

Tabelle 1: Länge des Gasnetzes in Lichtenau

Stromnetz

Das Stromnetz der Energiestadt Lichtenau erstreckt sich über rund 437,8 Kilometer, davon 253,8 Kilometer im Niederspannungsbereich und 148 Kilometer im Mittelspannungsbereich. Für die kommunale Wärmeplanung gewinnt das Stromnetz an Bedeutung: Ein großer Teil der zukünftigen Wärmeversorgung wird elektrifiziert, insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen. Auch der Ausbau der

erneuerbaren Energien und die Elektrifizierung des Verkehrs erfordern zukunftsfähige Stromnetze. Für das Gelingen der Energiewende ist somit eine sektorenübergreifende Planung und Herangehensweise von entscheidender Bedeutung.

	Länge ¹
Stromnetz	437,8 km
Niederspannung	253,8 km
Mittelspannung	184 km
¹ Angaben ohne Anschluss- oder Rückleitungen	

Tabelle 2: Länge des Stromnetzes in Lichtenau nach Spannungsebene

Wärmenetz

Im Ortsteil Herbram-Wald besteht ein rund 1,9 km langes Nahwärmenetz. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine zentrale Holzhackschnitzelanlage und basiert damit auf einem erneuerbaren Energieträger. Betreiber des Netzes ist die Energiedorf Herbram-Wald eG.

Energiebilanzierung

Die Energiebilanzierung ist an die Methode „Bilanzierungs-Systematik kommunal“ (BISKO) angelehnt. In diesem Kontext wird ein territorialer Ansatz gewählt [5], der alle Emissionen innerhalb des betrachteten Territoriums (Stadtgebiet Lichtenau) berücksichtigt. Hierfür werden zunächst die Rohdaten einzelner Gebäude der Energiestadt Lichtenau erhoben, um mithilfe eines Bottom-Up Ansatzes die gesammelten Informationen auf kommunaler Ebene zusammenzufassen.

Als Grundlage der Energiebilanzierung dienen die Verbrauchsdaten für Strom und Gas aus den Jahren 2020 bis 2022. Um witterungsbedingte sowie außergewöhnliche Schwankungen auszugleichen, wird ein Dreijahresmittel gebildet. Ergänzend werden Daten der Schornsteinfeger*innen sowie ermittelte Wärmebedarfe herangezogen. Die dezentralen Heizungsanlagen werden den entsprechenden Wärmebedarfen zugeordnet, sodass sich daraus die zugehörigen Wärmemengen ableiten lassen.

Abbildung 6 veranschaulicht die Verteilung der Energieträger in der Wärmeversorgung Lichtenaus (inklusive Industrie). Mit einem Anteil von 41,4 % dominiert Erdgas weiterhin das Versorgungssystem und stellt damit den wichtigsten Energieträger dar. Einen ebenfalls hohen Anteil weist Heizöl mit 24,3 % auf.

Holzbasierte Heizsysteme erreichen 14,0 % und stellen damit einen relevanten erneuerbaren Energieträger dar. Wärmepumpen haben einen Anteil von 8,4 %, wobei sowohl der für den Betrieb erforderliche Strom als auch die genutzte Umweltwärme berücksichtigt wurden. Direktstromanwendungen („Strom-Wärme“) machen 6,9 % aus, während Flüssiggas einen Anteil von 3,1 % erreicht.

Unter den sonstigen Energieträgern (1,9 %) sind unter anderem Wärmenetze, Kohle, Biogas sowie Erdwärme zusammengefasst. Insgesamt zeigt sich damit eine weiterhin starke Prägung durch fossile Energieträger, wenngleich erneuerbare Wärmequellen, insbesondere Holz und Umweltwärme, bereits einen spürbaren Beitrag leisten.

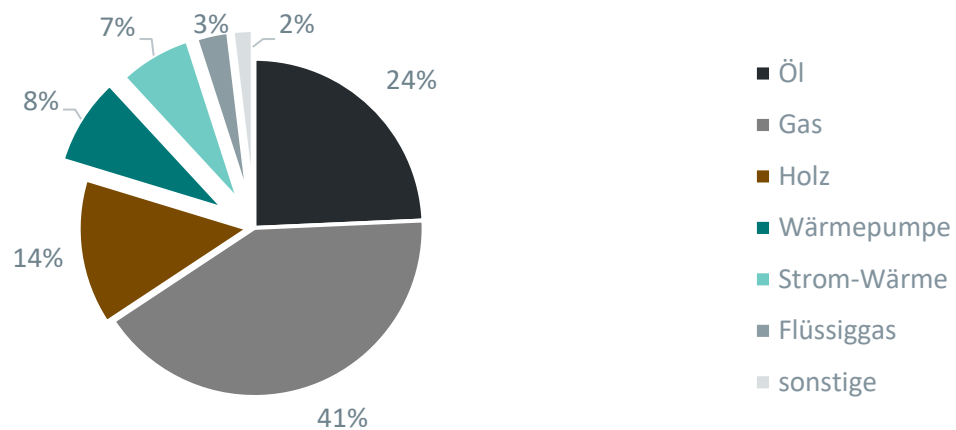


Abbildung 6 Anteil der Energieträger an der Wärmerversorgung in Lichtenau (inkl. Industrie)

Vor dem Hintergrund der Energiewende und der langfristigen Klimaschutzziele ergibt sich daraus ein deutlicher Handlungsbedarf zur Diversifizierung der Wärmeversorgung. Insbesondere der Ausbau erneuerbarer Wärmequellen sowie effizienter Versorgungssysteme kann dazu beitragen, die Abhängigkeit von fossilen Importenergieträgern zu reduzieren und die Versorgungssicherheit zu stärken.

Insgesamt zeigt sich, dass die Wärmeversorgung in Lichtenau trotz erster erneuerbarer Ansätze noch stark fossil geprägt ist und eine strategische Weiterentwicklung erforderlich ist, um langfristig eine klimaneutrale und resiliente Wärmeinfrastruktur zu etablieren.

Abbildung 7 zeigt die Energiebilanzierung aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren. Die sektorale Betrachtung der Wärmemengen in Lichtenau zeigt eine deutliche Dominanz der Privathaushalte. Mit einem Anteil von 64 % entfällt nahezu zwei Drittel des gesamten Wärmebedarfs auf diesen Bereich. Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) & Sonstige folgt mit 24 %. Die Industrie trägt 7 % zum Gesamtwärmebedarf bei, während öffentliche Gebäude einen Anteil von 5 % ausmachen.

Die hohe Bedeutung der Haushalte verdeutlicht, dass Maßnahmen zur energetischen Sanierung, zum Heizungstausch und zur Integration erneuerbarer Energien in diesem Sektor einen besonders großen Hebel für die Wärmewende in Lichtenau darstellen. Gleichzeitig zeigt sich, dass Industrie und öffentliche Gebäude aufgrund ihrer meist größeren Einzelverbräuche ebenfalls relevante Ansatzpunkte für Effizienzmaßnahmen und Dekarbonisierung bieten.

Insgesamt wird deutlich, dass die Wärmestruktur Lichtenaus stark durch kleinteilige, wohngebäudebezogene Verbrauchsstrukturen geprägt ist. Eine erfolgreiche Transformationsstrategie sollte daher insbesondere den Gebäudebestand im Haushaltssektor in den Fokus rücken.

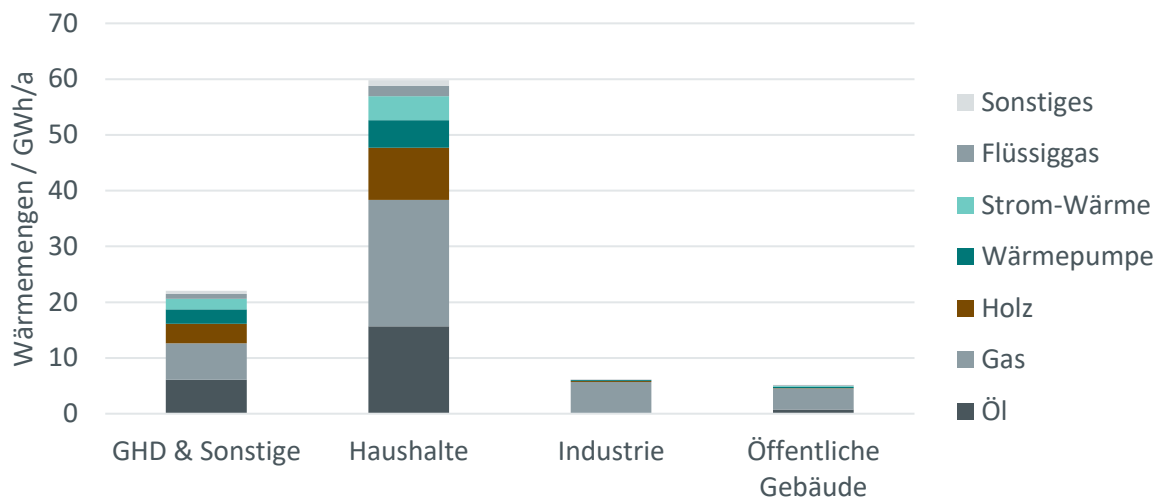


Abbildung 7 Energiebilanzierung nach Energieträgern & Sektoren

In der kartografischen Darstellung als auch in der Datenauswertung wird der dominante Anteil von Erdgas in der Energieversorgung deutlich sichtbar. Abbildung 8 zeigt die hauptsächlich genutzten Energieträger der einzelnen Baublöcke in Lichtenau. Die kartografische Darstellung zeigt, dass Erdgas in vielen Teilgebieten ein bedeutender Energieträger ist. Allerdings verfügt nicht jeder Ortsteil über einen Zugang zum Gasnetz, was sich auch in der Energieträgerverteilung widerspiegelt.

Gleichzeitig wird auf der Karte deutlich, dass selbst in gasversorgten Gebieten nicht ausschließlich auf Erdgas gesetzt wird. Vielmehr ist eine parallele Nutzung unterschiedlicher Heiztechnologien erkennbar. Neben Heizöl sind insbesondere Holz, Wärmepumpen und Strom-Wärme-Anwendungen in verschiedenen Baublöcken vertreten.

Die dargestellte Struktur verdeutlicht somit einerseits die weiterhin hohe Bedeutung der leitungsgebundenen Gasinfrastruktur, andererseits aber auch eine zunehmende technologische Durchmischung. Die Wärmeversorgung in Lichtenau ist damit weniger homogen ausgeprägt als in stark gasdominierten Kommunen und weist bereits Ansätze einer diversifizierten Versorgungsstruktur auf.

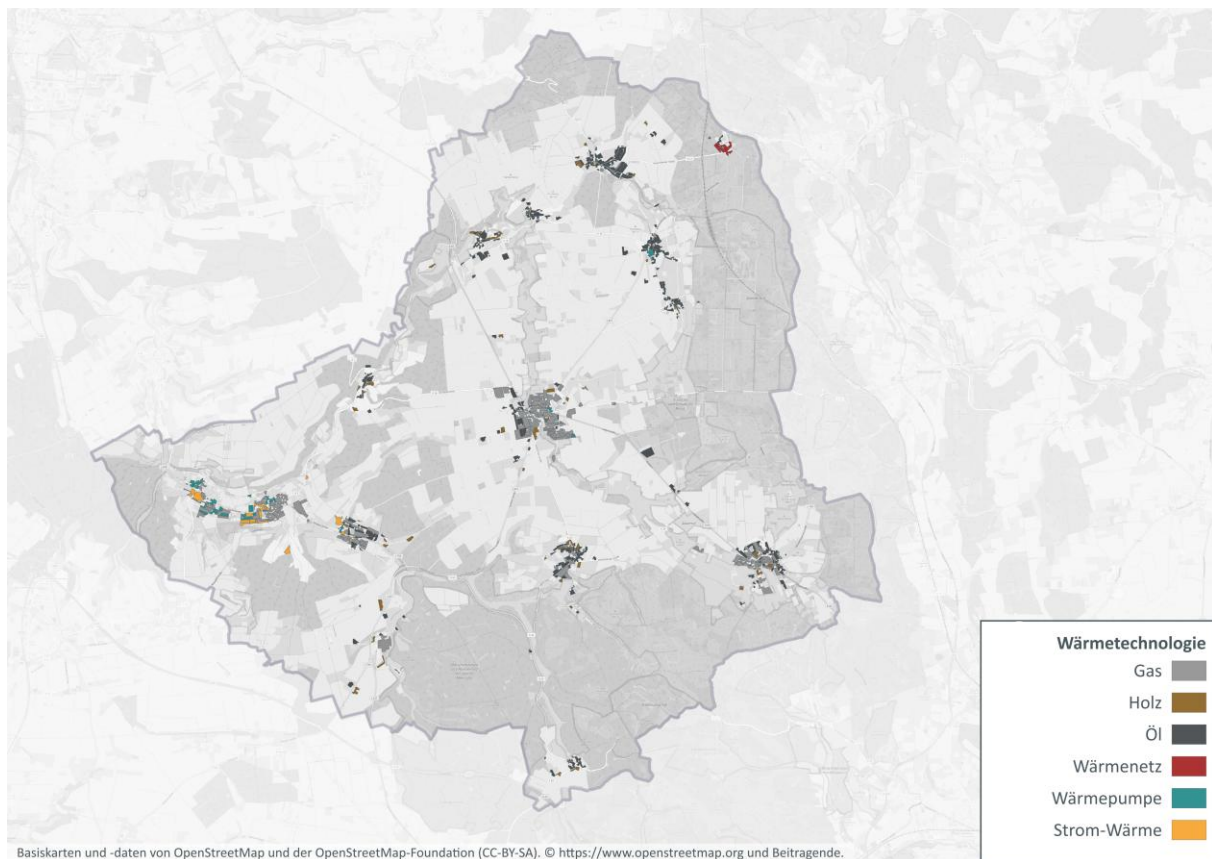


Abbildung 8: Mengenmäßig dominantester Energieträger

4.3 THG-Bilanzierung

Aufbauend auf der ermittelten Energiebilanzierung wird die Treibhausgasbilanzierung (THG-Bilanzierung) erstellt, da die Menge und Art der eingesetzten Energieträger maßgeblich die Höhe der energiebedingten Emissionen bestimmen. Eine Übersicht der THG-Bilanzierung wird in Tabelle 3 gezeigt. Dort sind die THG-Ausstöße in Tonnen CO₂-Äquivalenten sowie die spezifischen THG-Emissionen nach Energieträger abgebildet. Die Treibhausgasbilanz zeigt, dass der größte Teil der energiebedingten Emissionen in der Energiestadt Lichtenau auf die Nutzung fossiler Energieträger zurückzuführen ist.

Mit 8.427 Tonnen CO₂-Äquivalenten verursacht Erdgas die höchsten absoluten Emissionen in der Wärmeversorgung Lichtenau, gefolgt von Heizöl mit 7.548 Tonnen und Strom mit 3.952 Tonnen. Insgesamt entstehen durch die Wärmeversorgung rund 21.033 Tonnen CO₂-Äquivalente.

Obwohl Erdgas mit einem Emissionsfaktor von 240 g CO₂/kWh vergleichsweise niedrigere spezifische Emissionen aufweist als Heizöl (310 g/kWh) oder Strom (427 g/kWh), führt seine dominante Nutzung zu den höchsten absoluten Emissionsmengen. Heizöl trägt aufgrund seines höheren spezifischen Emissionsfaktors ebenfalls erheblich zur Treibhausgasbilanz bei. Besonders hohe spezifische Emissionen weist Kohle mit 430 g/kWh auf, spielt jedoch mengenmäßig nur eine untergeordnete Rolle.

Erneuerbare Energieträger wie Holz (20 g/kWh), Wärmenetze (20 g/kWh) sowie Biogas (139 g/kWh) verursachen demgegenüber deutlich geringere spezifische Emissionen und tragen nur in begrenztem Umfang zu den Gesamtemissionen bei.

Insgesamt zeigt sich, dass die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung in Lichtenau maßgeblich durch fossile Energieträger geprägt sind. Eine Substitution von Erdgas und Heizöl durch erneuerbare Wärmequellen und effiziente Versorgungssysteme bietet daher ein erhebliches Potenzial zur Emissionsminderung und stellt einen zentralen Hebel für die Erreichung der Klimaschutzziele dar.

	THG-Ausstoß in t _{CO₂} -Äquivalent	Spezifische THG-Emissionen ¹ in g/kWh
Gas	8427	240
Heizöl	7548	310
Stromdirektheizungen, Strom der Wärmepumpen	3952	427
Biomasse (Holz)	290	20
Wärmenetz	24	20 ²
Flüssiggas	738	240
Kohle	51	430
Biogas	3	139
Gesamt	21033	-

¹ Quelle: BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal [6]
² Basierend auf der eingesetzten Hackschnitzelanlage

Tabelle 3: THG-Ausstoß und spezifische THG-Emissionen

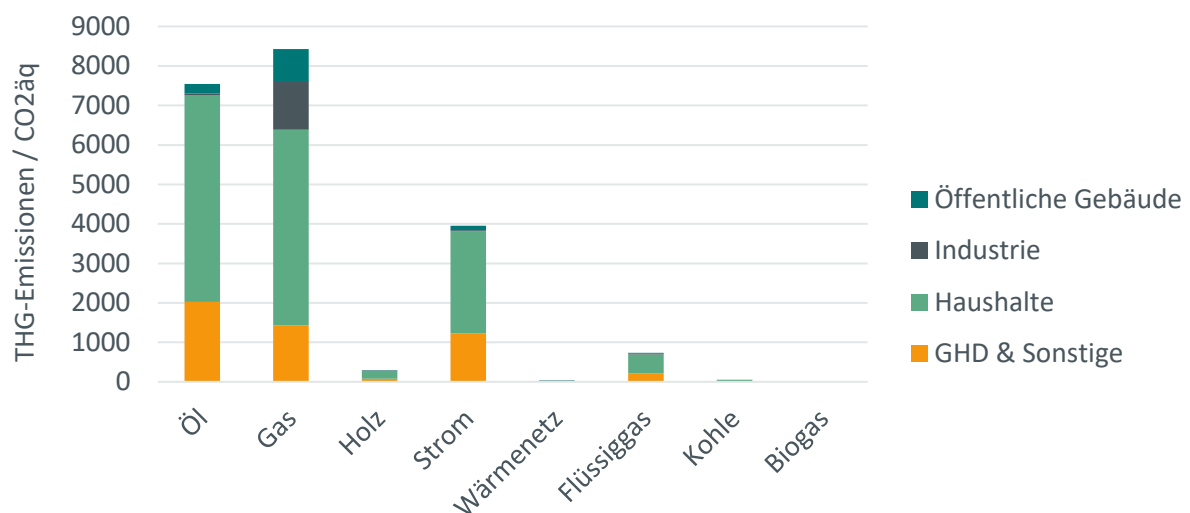


Abbildung 9: Energiebilanzierung nach Sektoren und Energieträgern

4.4 Einteilung der Energiestadt in Teilgebiete

Die Einteilung des Stadtgebiets in Teilgebiete bildet eine wesentliche Grundlage der kommunalen Wärmeplanung. Sie ermöglicht eine strategische Betrachtung, die über die rein gebäudescharfe oder baublockbasierte Analyse hinausgeht. Detailinformationen auf diesen Ebenen sind zwar wichtig, reichen jedoch nicht aus, um wirtschaftliche, infrastrukturelle und planerische Zusammenhänge angemessen abzubilden. Die Transformation der Wärmeversorgung erfordert räumliche Bündelungen und abgestimmte Konzepte, die sich nicht isoliert für einzelne Gebäude umsetzen lassen.

Durch die Abgrenzung von Teilgebieten können lokale Unterschiede berücksichtigt und gleichzeitig übergeordnete Ziele verfolgt werden. Diese Struktur schafft die Basis für eine differenzierte Planung, die sowohl technische Machbarkeit als auch städtebauliche und wirtschaftliche Aspekte integriert. Darüber hinaus wird die Priorisierung von Maßnahmen, die Koordination zwischen relevanten Akteur*innen und die Nutzung von Synergien erleichtert.

Vorgehen bei der Teilgebietseinteilung

Die Grundlage für die Einteilung in Teilgebiete bilden die Baublöcke. Ein Baublock bezeichnet ein Gebiet, das aus einem oder mehreren Gebäuden sowie den zugehörigen Grundstücken besteht und vollständig von Straßen, Gleisen oder anderen natürlichen bzw. baulichen Grenzen umschlossen ist. Für die Wärmeplanung wird ein Baublock als eine zusammenhängende Einheit betrachtet, da seine Gebäude ähnliche räumliche und strukturelle Bedingungen aufweisen.

Für jeden Baublock werden zunächst die relevanten energetischen und städtebaulichen Indikatoren systematisch erhoben und bewertet. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Wärme-flächendichte, da sie maßgeblich die technische und wirtschaftliche Eignung möglicher Versorgungslösungen bestimmt. Sie beschreibt den Wärmebedarf pro Quadratmeter innerhalb eines Baublocks und ergibt sich aus dem Gesamtwärmebedarf aller enthaltenen Gebäude im Verhältnis zur Baublockfläche. Ergänzend werden Gebäudetypen und Baujahrsklassen berücksichtigt, um Teilgebiete mit möglichst homogenen städtebaulichen Strukturen zu definieren. Bei der Abgrenzung der Teilgebiete werden die örtlichen Gegebenheiten realitätsnah berücksichtigt. Große Brachflächen innerhalb eines Teilgebiets werden nach Möglichkeit vermieden, da sie die Wärmedichte deutlich reduzieren und damit die Aussagekraft weiterer Analysen verfälschen würden. Gleichzeitig werden unbebaute Flächen nicht vollständig ausgeschlossen, um keine künstlich erhöhten Wärmedichten zu erzeugen. Auf Grundlage dieser Kriterien wird das Stadtgebiet in 24 Teilgebiete gegliedert, wobei Gebiet 24 die Randbebauung darstellt und alle Gebäude innerhalb der Kommunalgrenze beinhaltet, die keinem anderen Gebiet angehören. Diese bilden die Grundlage für weitere Analysen und dienen als Basis für die Gebietssteckbriefe, die für jedes der Teilgebiete zentrale Informationen zum Bestand sowie zur aktuellen und zukünftigen Wärmeversorgung enthalten. Die Abbildung 10 zeigt die Einteilung des Stadtgebietes.

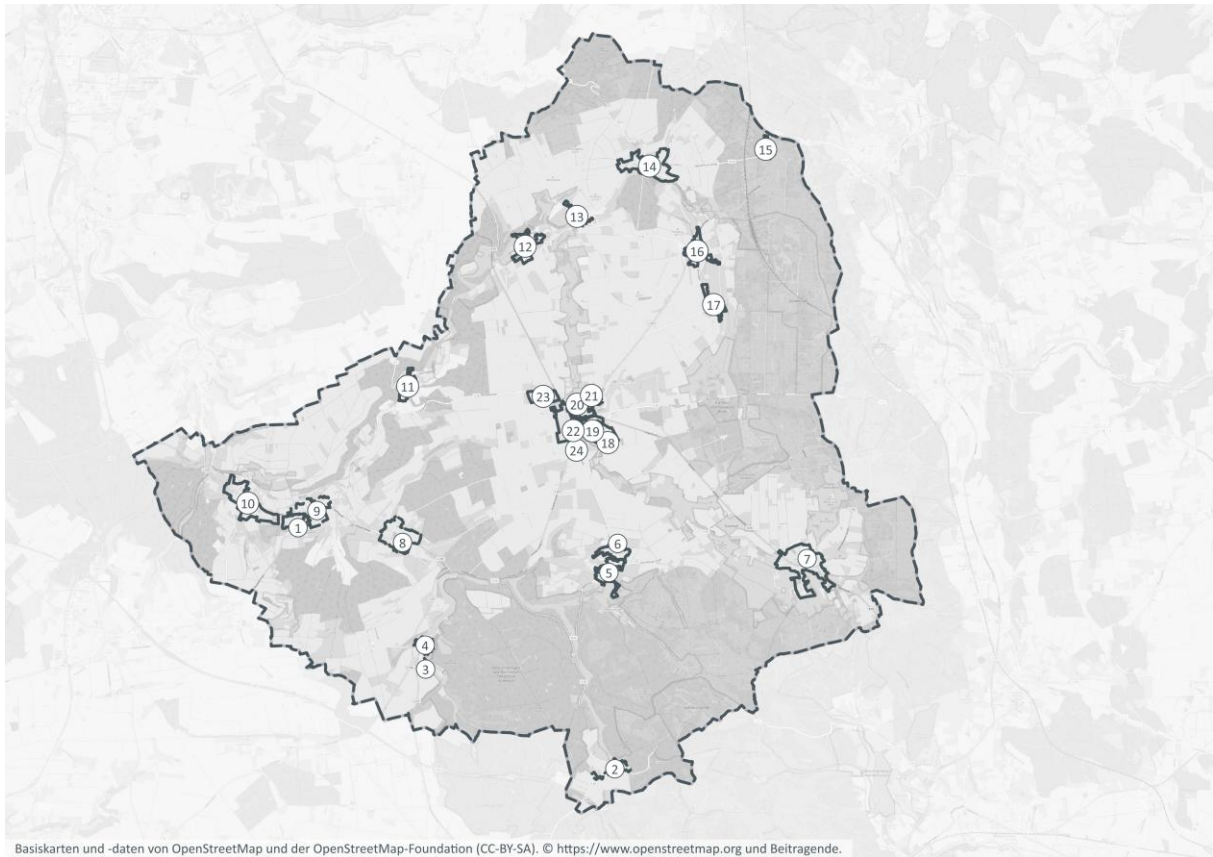


Abbildung 10: Einteilung in Teilgebiete

Charakterisierung der Teilgebiete

Aus der vorgenommenen Einteilung ergeben sich die nachfolgend dargestellten ersten Ergebnisse auf Teilgebietsebene. Sie geben einen ersten Einblick in die Auswertung und Deutung der Teilgebiete. In den folgenden Kapiteln und insbesondere in den Gebietssteckbriefen wird detaillierter auf die Einordnung der Teilgebiete eingegangen.

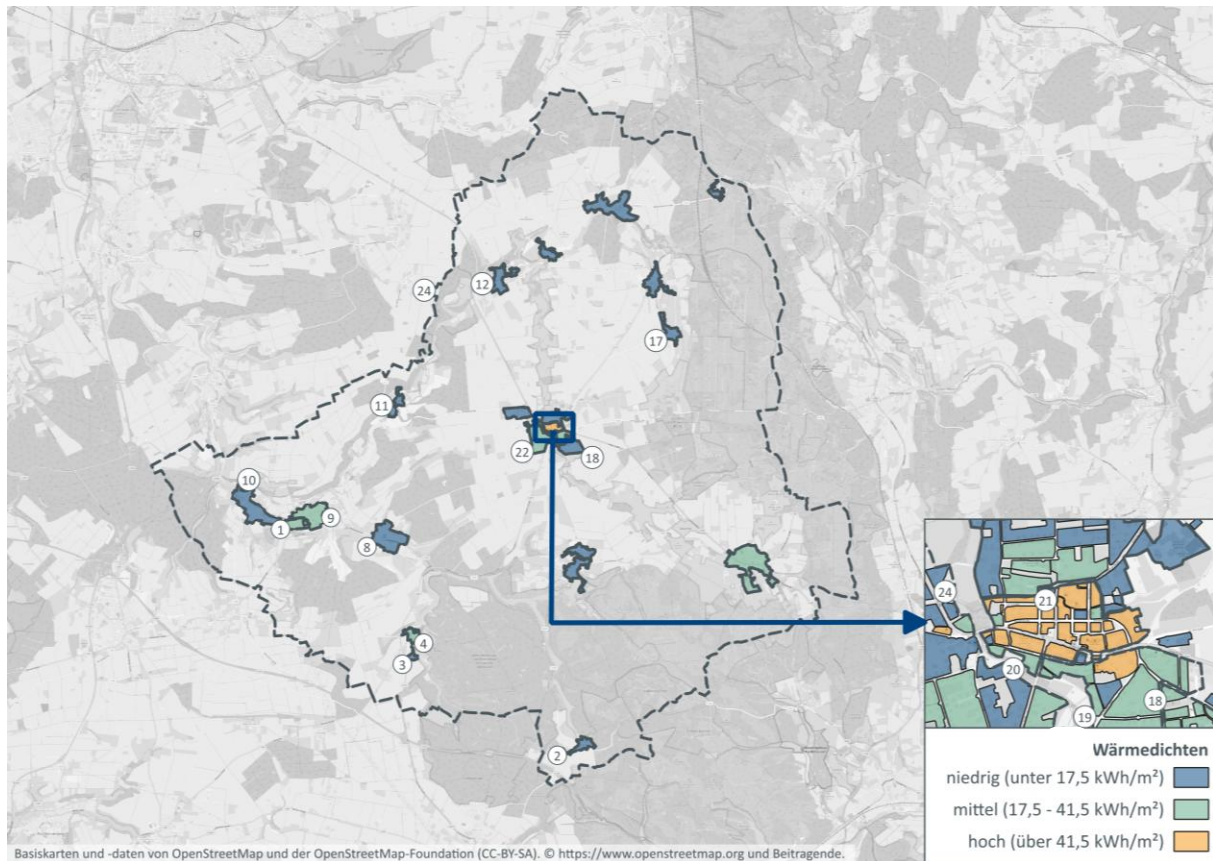


Abbildung 11: Wärmeflächendichte der Teilgebiete

Abbildung 11 zeigt die Wärmeflächendichte der Teilgebiete am Beispiel der Kernstadt. Die Klassifizierung erfolgt farblich: Teilgebiete mit einer Wärmeflächendichte unter 17,5 kWh/m² sind blau dargestellt, Teilgebiete mit Werten zwischen 17,5 und 41,5 kWh/m² erscheinen grün, und Teilgebiete mit mehr als 41,5 kWh/m² sind orange markiert. Die Wärmeflächendichte zählt zu den relevantesten Indikatoren für die Eignung von zentralen Wärmekonzepten wie Wärme- oder Wasserstoffnetzen. Auch wenn sie nicht allein ausschlaggebend ist, lässt sich bereits eine erste Einschätzung ableiten: Blaue Teilgebiete (< 17,5 kWh/m²) gelten als wenig geeignet für Wärmenetze, grüne Teilgebiete (17,5–41,5 kWh/m²) müssten genauer untersucht werden, und orangene Teilgebiete (> 41,5 kWh/m²) weisen auf eine erhöhte Eignung für zentrale Lösungen hin.

Die Darstellung der Wärmeflächendichten zeigt für Lichtenau insgesamt ein eher niedriges Niveau. Der überwiegende Teil der Teilgebiete ist blau gekennzeichnet und weist somit eine geringe Wärmedichte auf. Dies ist insbesondere auf eine lockere Bebauungsstruktur, einen hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern sowie auf Neubaugebiete mit energetisch verbessertem Gebäudestandard zurückzuführen. Neubauten verfügen aufgrund effizienter Bauweise und moderner Heiztechnik über geringere spezifische Wärmebedarfe, wodurch die Wärmedichte in diesen Bereichen entsprechend niedrig ausfällt. Lediglich Teilgebiet 20, die Kernstadt, hebt sich durch eine hohe Wärmedichte deutlich ab. Hier führen eine dichtere Bebauungsstruktur zu einem erhöhten Wärmebedarf pro Fläche. Sechs weitere Teilgebiete weisen eine mittlere Wärmedichte auf.

Tabelle 4 fasst die Ergebnisse zusammen: 17 Teilgebiete weisen nach Wärmeflächendichte kaum Eignung für zentrale Lösungen auf, sechs Teilgebiete liegen im mittleren Bereich und ein Teilgebiet zeigt eine erhöhte Eignung.

Anzahl Teilgebiete	Wärmeflächendichte	Eignung zentrale Lösung
17	Unter 17,5 kWh/m ²	Niedrig
6	17,5 – 41,5 kWh/m ²	Mittel
1	Über 41,5 kWh/m ²	Erhöht

Tabelle 4: Übersicht über die Wärmeflächendichten der Teilgebiete

Ein weiterer wichtiger Indikator für die Eignung von zentralen Wärmekonzepten ist die Wärmelinien-dichte. Die Wärmelinien-dichte gibt den Wärmebedarf pro Straßenabschnitt an. Bei einem Straßenabschnitt zwischen zwei Kreuzungen bedeutet das, dass die Wärmebedarfe aller Gebäude, die zwischen den Kreuzungen liegen, aufsummiert und durch die Länge des Straßenabschnitts geteilt werden. Abbildung 12 zeigt beispielhaft die Wärmelinien-dichte in der Kernstadt (Teilgebiet 20). Die Wärmelinien-dichte ist in vier Stufen eingeteilt und farblich kodiert: grau (< 750 kWh/m), blau (750-1.500 kWh/m), grün (1.500-2.000 kWh/m) und orange (> 2.000 kWh/m). Analog zur Wärmeflächendichte deuten graue Linien auf eine geringe Eignung für zentrale Lösungen. Blaue Linien können unter bestimmten Voraussetzungen auf eine Eignung deuten, grüne Linien weisen auf eine mittlere Eignung und orangene Linien, also Straßenabschnitte ab einer Wärmelinien-dichte von 2.000 kWh/m, gelten als Maßstab für zentrale Wärmelösungen. In Abbildung 12 sind einige der Wärmelinien-dichten orange, was auf ein Gebiet mit einer guten Ausgangslage für Wärmenetze deutet.

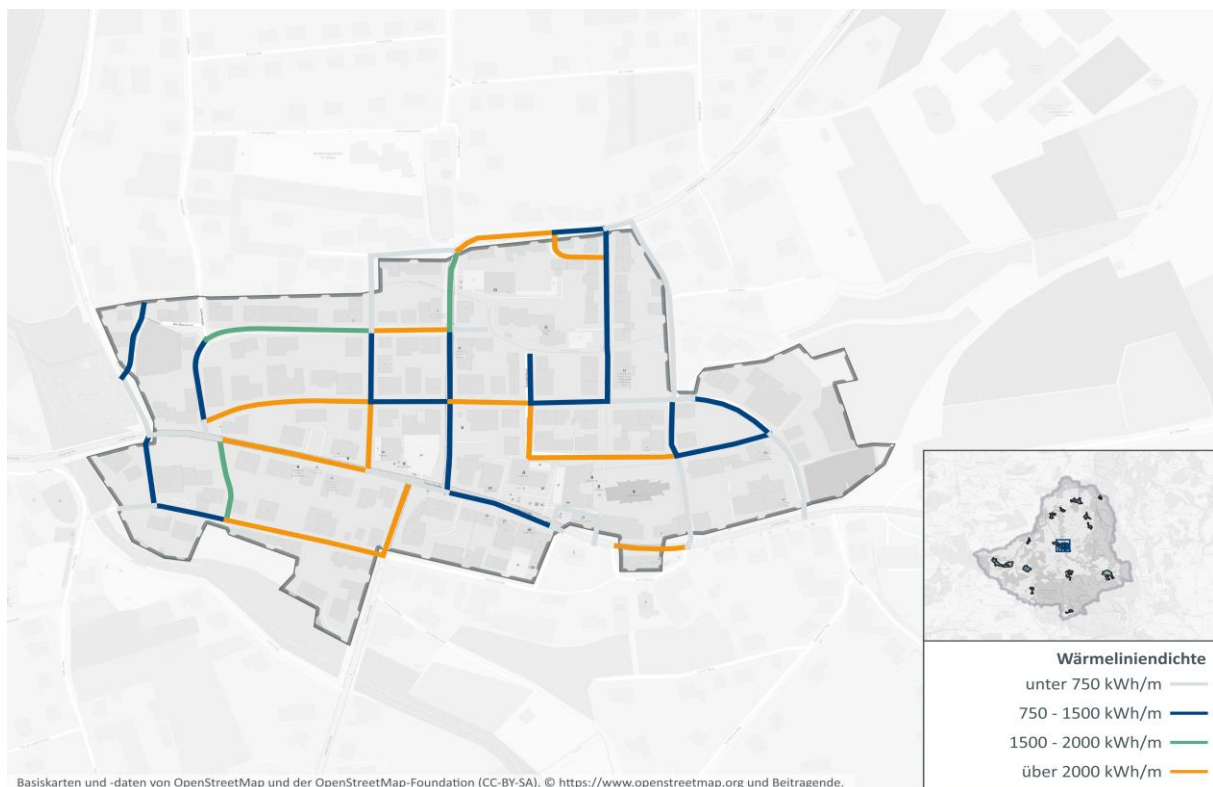


Abbildung 12: Wärmelinien-dichte in Teilgebiet 20 (Kernstadt)

4.5 Fazit Bestandsanalyse

Fossil geprägte Wärmeversorgung mit hohem Handlungsdruck

Der jährliche Wärmebedarf in Lichtenau beträgt rund 93,19 GWh und wird derzeit zu etwa 41,4 % durch Erdgas und 24,3 % durch Heizöl gedeckt. Daraus resultieren jährliche Treibhausgasemissionen von rund 15974,7 t CO₂-Äquivalenten. Die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern macht deutlich, dass eine strukturelle Transformation der Wärmeversorgung erforderlich ist.

Alter Gebäudebestand als zentraler Hebel der Wärmewende

Der Gebäudebestand ist überwiegend energetisch ungünstig: Rund 68,5 % der Wohngebäude wurden vor 1980 errichtet, über 51 % weisen eine Energieeffizienzklasse D oder schlechter auf. Damit besteht ein hohes Sanierungspotenzial, das sowohl zur Senkung des Wärmebedarfs als auch zur besseren Integration erneuerbarer Wärmetechnologien beiträgt.

Hohe Wärmenachfrage konzentriert sich auf wenige Stadtbereiche

Die Wärmebedarfe in Lichtenau sind räumlich überwiegend gering ausgeprägt. Von den untersuchten Teilgebieten weist lediglich die Kernstadt (Teilgebiet 20) eine erhöhte Wärmeflächendichte auf. Sechs weitere Teilgebiete liegen im mittleren Bereich, während der Großteil der Flächen eine niedrige Wärmedichte zeigt. Die räumliche Konzentration höherer Wärmenachfrage beschränkt sich somit im Wesentlichen auf einen zentralen Bereich. Entsprechend bestehen günstige Voraussetzungen für zentrale Versorgungslösungen wie Wärmenetze vorrangig in der Kernstadt.

Vielfalt der heutigen Wärmeversorgung

Neben Erdgas spielen alternative Heiztechnologien in Lichtenau bislang eine ergänzende, jedoch bereits sichtbare Rolle. Insbesondere holzbasierte Heizsysteme (14 %) sowie Wärmepumpen (8 %) tragen spürbar zur Wärmeversorgung bei. Wärmenetze und weitere erneuerbare Energieträger sind hingegen bislang nur in geringem Umfang vertreten. Trotz erster Ansätze einer technologischen Diversifizierung ist die Wärmeversorgung weiterhin überwiegend fossil geprägt, insbesondere durch Erdgas und Heizöl. Daraus ergibt sich zugleich ein Entwicklungspotenzial für den weiteren Ausbau erneuerbarer und effizienter Wärmeversorgungssysteme im Rahmen der kommunalen Wärmewende.

Teilgebietsbezogene Betrachtung als planerische Grundlage

Die Einteilung des Stadtgebiets in 24 Teilgebiete macht die unterschiedlichen baulichen, energetischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen sichtbar. Sie zeigt, dass zentrale Lösungen vor allem in dicht bebauten Gebieten sinnvoll sind, während in locker bebauten Bereichen dezentrale Versorgungskonzepte überwiegen werden. Die Einteilung bildet damit die Grundlage für alle weiteren Planungsschritte.

Klare Ausgangsbasis für die weiteren Schritte der Wärmeplanung

Die Bestandsanalyse verdeutlicht sowohl den Handlungsbedarf als auch die zentralen Ansatzpunkte der Wärmewende in Lichtenau: Sanierung des Gebäudebestands, Reduzierung der fossilen Abhängigkeit und räumlich differenzierte Versorgungslösungen. Sie schafft damit eine belastbare Grundlage für Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung und Wärmewendestrategie



Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse erfasst und bewertet bislang ungenutzte oder nicht ausgeschöpfte energetische Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung. Im Fokus stehen Energiemengen, die derzeit noch nicht genutzt wurden, jedoch perspektivisch zur Deckung des Wärmebedarfs beitragen kann.

5 Potenzialanalyse

KURZ ERKLÄRT!

Die Potenzialanalyse untersucht, welche erneuerbaren Energiequellen und lokalen Ressourcen Lichtenau künftig realistisch für die Wärmeversorgung nutzen kann und wie groß ihr Beitrag zur Transformation des Wärmesektors sein könnte.

Um diese Potenziale zu bestimmen, werden zunächst die physikalisch verfügbaren Energiemengen verschiedener Quellen wie Sonne, Wind, Umweltwärme, Geothermie, Biomasse oder industrieller Abwärme ermittelt. Anschließend wird geprüft, welcher Anteil davon technisch erschließbar ist. Dazu fließen unterschiedliche Ausschluss- und Eignungskriterien ein, etwa verfügbare Flächen, technische Machbarkeit, Schutzgebiete, Bodenverhältnisse oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Dieser Schritt reduziert das theoretische auf ein realistisch nutzbares Potenzial. Abschließend werden die ermittelten Potenziale räumlich den Stadtteilen zugeordnet, um zu erkennen, welche Energiequellen in welchen Bereichen besonders gut eingesetzt werden können. So entsteht ein belastbares Bild darüber, wo erneuerbare Wärmequellen verfügbar sind, welche Leistungsfähigkeit sie besitzen und wie sie sich strategisch verorten lassen.

Die Potenzialanalyse zeigt, dass Lichtenau über ein erneuerbares Wärmepotenzial von insgesamt 647,72 GWh pro Jahr verfügt. Den größten Anteil stellen Solarthermie auf Dachflächen (167,21 GWh) und Erdwärmesonden (143,18 GWh). Auch Solarthermie auf Freiflächen (92,6 GWh) und Erdwärmekollektoren (70,57 GWh) tragen wesentlich bei. Zusammen entfallen rund 73 % des Wärmepotenzials auf Solarthermie und oberflächennahe Geothermie. Biomasse, Umgebungsluft und tiefe Geothermie ergänzen das Spektrum, während Abwärme, Biogas und Oberflächengewässer nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Im Stromsektor ergibt sich ein Potenzial von 479 GWh pro Jahr, dominiert von dem Zubau von Windenergieanlagen (305 GWh). Ergänzend kommen Photovoltaikanlagen, insbesondere Dachanlagen, sowie Repowering von Windenergieanlagen hinzu. Insgesamt zeigt sich, dass Solarenergie in Kombination mit Wärmepumpen eine zentrale Rolle für die zukünftige Energieversorgung einnehmen kann.

Die Potenzialanalyse bildet damit die fachliche Grundlage für die weiteren Schritte der kommunalen Wärmeplanung in Lichtenau. Sie verdeutlicht, welche erneuerbaren Energiequellen grundsätzlich zur Verfügung stehen, in welchem Umfang sie erschlossen werden können und in welchen Teilräumen besonders günstige Voraussetzungen bestehen. Gleichzeitig werden Entwicklungsfelder sichtbar, in denen infrastrukturelle, technische oder planerische Rahmenbedingungen weiterentwickelt werden müssen, um die identifizierten Potenziale tatsächlich zu nutzen. Die Analyse dient somit als strategischer Orientierungsrahmen für zukünftige Entscheidungen in den Bereichen Planung, Netzausbau und Investitionen. Darüber hinaus zeigt sie auf, welche Teilgebiete frühzeitig in die Transformation eingebunden werden sollten, um vorhandene Synergien effizient zu nutzen und den Umbau der Wärmeversorgung schrittweise voranzubringen.

Unter dem Begriff „Potenzial“ wird die Gesamtheit von bisher nicht ausgeschöpften Möglichkeiten, Mitteln, Energien oder Fähigkeiten verstanden [4]. Der Fokus liegt auf den ungenutzten oder unausgeschöpften Energiereserven, die für die zukünftige Wärmeversorgung der Energiestadt Lichtenau in Betracht gezogen werden können. Das gesamte zur Verfügung stehende, physikalisch nutzbare

Energieangebot wird als theoretisches Potenzial bezeichnet, das über einen festgelegten Zeitraum genutzt werden kann. In der praktischen Anwendung kann das theoretische Potenzial jedoch wegen technischer, ökologischer, ökonomischer oder struktureller Einschränkungen nicht vollständig genutzt werden (Abbildung 13). Das technische Potenzial stellt den Teil des theoretischen Potenzials dar, der unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Ausschlusskriterien erschlossen werden kann. Zu diesen Ausschlusskriterien zählen beispielsweise die Flächenverfügbarkeit, die technische Machbarkeit oder regulatorische Einschränkungen.

Abgesehen von der technischen Bewertung der Potenziale ist auch der ökonomische Aspekt der einsetzbaren Technologien von entscheidender Relevanz. Im Rahmen der Gebietssteckbriefe erfolgt eine wirtschaftliche Betrachtung unterschiedlicher Wärmetechnologien. Somit lässt sich eine weitere Eingrenzung des Potenzialbegriffs zu einem wirtschaftlich nutzbaren Potenzial vornehmen.

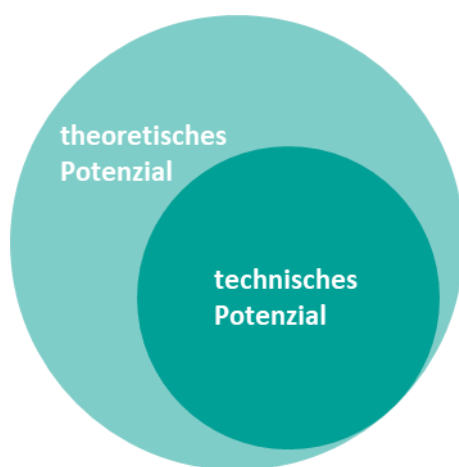


Abbildung 13: Visualisierung des theoretischen und technischen Potenzialbegriffs [7]

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das technisch erschließbare Potenzial verschiedener Energieträger systematisch ermittelt. Im Folgenden werden sowohl eine Gesamtübersicht als auch die einzelnen Potenziale dargestellt. Dabei wird jeweils das methodische Vorgehen zur Ermittlung transparent erläutert. Betrachtet werden insbesondere Umweltwärme, Biomasse, Geothermie, industrielle Abwärme sowie Solarthermie. Ergänzend werden auch diejenigen Energieträger analysiert, die eine klimaneutrale Strombereitstellung ermöglichen und damit mittelbar zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen. Hierzu zählen vor allem Photovoltaik- und Windenergieanlagen sowie Strom aus Biomasse.

5.1 Gesamtübersicht

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden die technisch erschließbaren Potenziale erneuerbarer Energiequellen zur jährlichen Wärmeversorgung ermittelt. Ziel ist es, die lokal verfügbaren Ressourcen systematisch zu erfassen, um den zukünftigen Wärmebedarf klimaneutral decken zu können. Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen Übersichten der im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Lichtenau betrachteten Potenziale. Aus dem Wärmepotenzial von 647,72 GWh und Strompotenzial von 479,3 GWh pro Jahr stechen drei Quellen besonders hervor:

- **Windenergie (67,7 %, 324,57 GWh/Jahr):**

Windenergie stellt das größte Strompotenzial dar. Der überwiegende Anteil entfällt auf den Zubau mit 304,89 GWh/Jahr, ergänzt durch Repowering bestehender Anlagen mit 19,68 GWh/Jahr. Damit bildet die Windenergie eine zentrale Grundlage für die Elektrifizierung des Wärmesektors, insbesondere für den Betrieb von Wärmepumpen und anderen strombasierten Versorgungslösungen.

- **Solarthermie (40,1 %, 259,81 GWh/Jahr):**

Solarthermie auf Dach- und Freiflächen (167,21 GWh Dach; 92,60 GWh Freifläche) liefert den größten Beitrag im Wärmesektor. Sie ermöglicht die direkte Umwandlung von Sonneneinstrahlung in Wärme und eignet sich sowohl zur dezentralen Versorgung einzelner Gebäude als auch zur Einbindung in Wärmenetze.

- **Erdwärmesonden (22,1 %, 143,18 GWh/Jahr):**

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden stellt eine ganzjährig verfügbare und konstante Wärmequelle dar. Sie ist eine bewährte Technologie für nachhaltige Einzel- und Quartierslösungen.

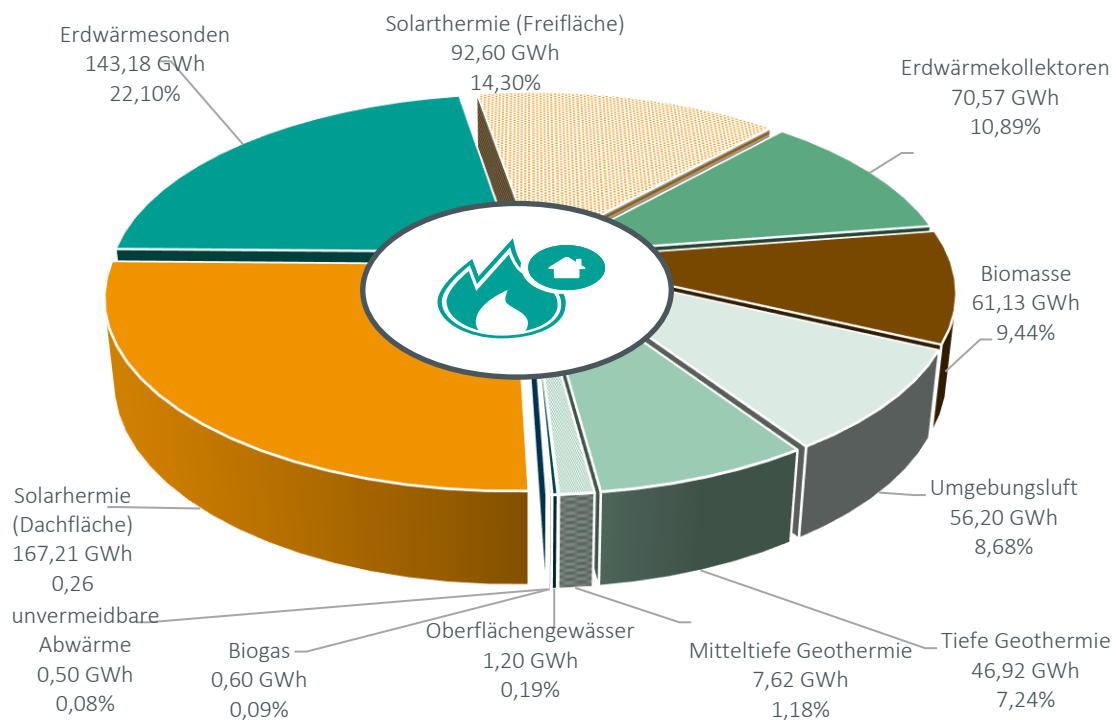


Abbildung 14: Relative und absolute Wärmepotenziale der Energiestadt Lichtenau

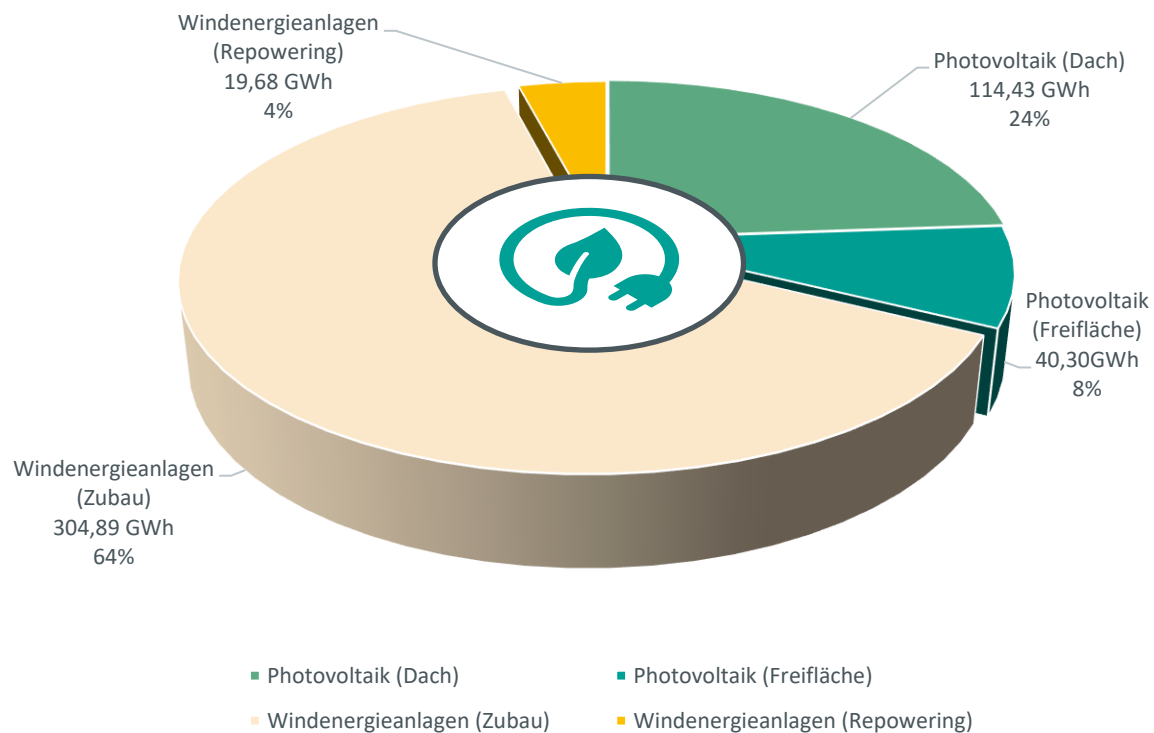


Abbildung 15 Relative und absolute Strompotenziale der Energiestadt Lichtenau

Den Kern des erneuerbaren Wärmepotenzials in Lichtenau bilden Solarthermie (Dach- und Freiflächen zusammen 40,1 %), oberflächennahe Geothermie über Erdwärmesonden (22,1 %) sowie Erdwärmekollektoren (10,9 %). Gemeinsam stellen diese drei Quellen rund 73 % des gesamten Wärmepotenzials dar und sind damit zentral für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Darüber hinaus tragen Biomasse (9,4 %), Umgebungsluft mittels Wärmepumpen (8,7 %) sowie tiefe Geothermie (7,2 %) in relevanter Größenordnung zur Diversifizierung des Energiemixes bei. Kleinere, aber ergänzende Beiträge liefern mitteltiefe Geothermie, Oberflächengewässer, Biogas und unvermeidbare Abwärme.

Im Strombereich dominiert die Windenergie: Windenergieanlagen aus Zubau und Repowering erreichen zusammen einen Anteil von rund 67,7 %, während Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen gemeinsam etwa 32,3 % beitragen. Das gesamte erneuerbare Potenzial beläuft sich rechnerisch auf rund 842,6 GWh pro Jahr (647,7 GWh Wärme und 194,9 GWh Strom).

Damit wird deutlich: Rein bilanziell verfügt Lichtenau über erhebliche erneuerbare Ressourcen. Entscheidend für die tatsächliche Umsetzung sind jedoch Flächenverfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz und der gezielte Ausbau von Infrastruktur. Gelingt es, diese Rahmenbedingungen weiterzuentwickeln, bietet sich die Chance, die lokale Energieversorgung schrittweise auf erneuerbare Quellen umzustellen und zugleich die regionale Wertschöpfung zu stärken.

5.2 Umweltwärme

Umweltwärme bezeichnet die Wärmeenergie, die aus natürlichen Umgebungsquellen wie Luft, Wasser, Boden oder Abwasser gewonnen wird. Diese Energie wird durch Sonneneinstrahlung, geothermische Prozesse oder die Wärmeabgabe von natürlichen und von den Menschen verursachten Kreisläufen erzeugt. Zu den typischen Quellen zählen die Umgebungsluft, die über Luft-Wärmepumpen

genutzt werden kann, der Boden, aus dem oberflächennahe Geothermie über Erdwärmesonden oder -kollektoren Wärme entzieht, sowie Oberflächengewässer wie Flüsse, Seen und Teiche.

Die Nutzung von Umweltwärme erfolgt in der Regel über Wärmepumpen, die dazu dienen, die niedrigen Temperaturen der Umweltquellen auf ein Niveau anzuheben, das für Heizzwecke geeignet ist. Umweltwärme ist eine erneuerbare Energieform, da sie kontinuierlich durch natürliche Prozesse erneuert wird. Sie ist ein wichtiger Grundpfeiler, die Wärmeversorgung umweltfreundlicher zu gestalten und kann sowohl in lokale und regionale Wärmeversorgungsnetze als auch in individuelle Heizsysteme integriert werden. Die Nutzung der Geothermie wird in einem separaten Kapitel behandelt, da sie eine besondere Bedeutung und technische Spezifikationen aufweist.

5.2.1 Umgebungsluft

Die Umgebungsluft enthält selbst bei Minusgraden nutzbare Wärmemengen, die mit Wärmepumpen erschlossen werden können. Trotz der stetigen Temperaturänderungen im Jahresverlauf ermöglichen moderne Systeme eine zuverlässige und wirtschaftliche Nutzung dieser Wärmequelle. Dabei entzieht die Wärmepumpe der Außenluft Energie und hebt deren Temperaturniveau so weit an, dass sie dem Heizkreislauf zugeführt werden kann. Für diesen Prozess benötigt die Wärmepumpe elektrische Energie. Luft-Wasser-Wärmepumpen, ermöglichen eine effektive Nutzung der Umgebungsluft als Wärmequelle. Die Umgebungsluft stellt dabei ein nahezu überall verfügbares Potenzial dar, das sich insbesondere für dezentral installierte Heizsysteme eignet. Der Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen ist insbesondere bei Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen geeignet, welche typischerweise nach energetischer Sanierung oder im Neubau vorzufinden sind. Durch die technische Weiterentwicklung moderner Geräte lässt sich dieses Einsatzspektrum jedoch zunehmend erweitern. Besonders Wärmepumpen, die mit dem natürlichen Kältemittel R290 arbeiten, können mittlerweile deutlich höhere Vorlauftemperaturen von bis zu 65 °C, teilweise bis zu 70 °C, bereitstellen. Damit bieten aktuelle Systeme auch in Bestands- und Altbauten eine leistungsfähige und effiziente Lösung, selbst wenn dort höhere Temperaturniveaus zur Wärmeversorgung benötigt werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird nicht das theoretische Gesamtpotential betrachtet. Stattdessen wird ein realitätsgetreues Nutzungsszenario zugrunde gelegt, bei dem alle beheizten Gebäude im Stadtgebiet, die bis dato nicht über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe verfügen, hypothetisch mit einer solchen ausgestattet werden. Die Ermittlung der substituierbaren Wärmemenge erfolgt auf Basis der durchschnittlich bereitgestellten Wärmeenergie pro Erzeugungseinheit. Die substituierbare Wärmemenge ist die Wärme, die durch den Einsatz von Luftwärmepumpen theoretisch bereitgestellt werden kann.

Auf der Basis des zuvor beschriebenen Vorgehens wird das technische Potenzial der Umgebungsluft bestimmt und lokal verortet. Die Ergebnisse dieser Potenzialermittlungen werden in Abbildung 16 dargestellt. Die Resultate sind auf der Ebene der einzelnen Gebiete visualisiert und in den entsprechenden Gebietssteckbriefen dargestellt. Das resultierende Gesamtpotenzial der Umgebungsluft im Stadtgebiet beläuft sich auf circa 56,2 GWh pro Jahr.

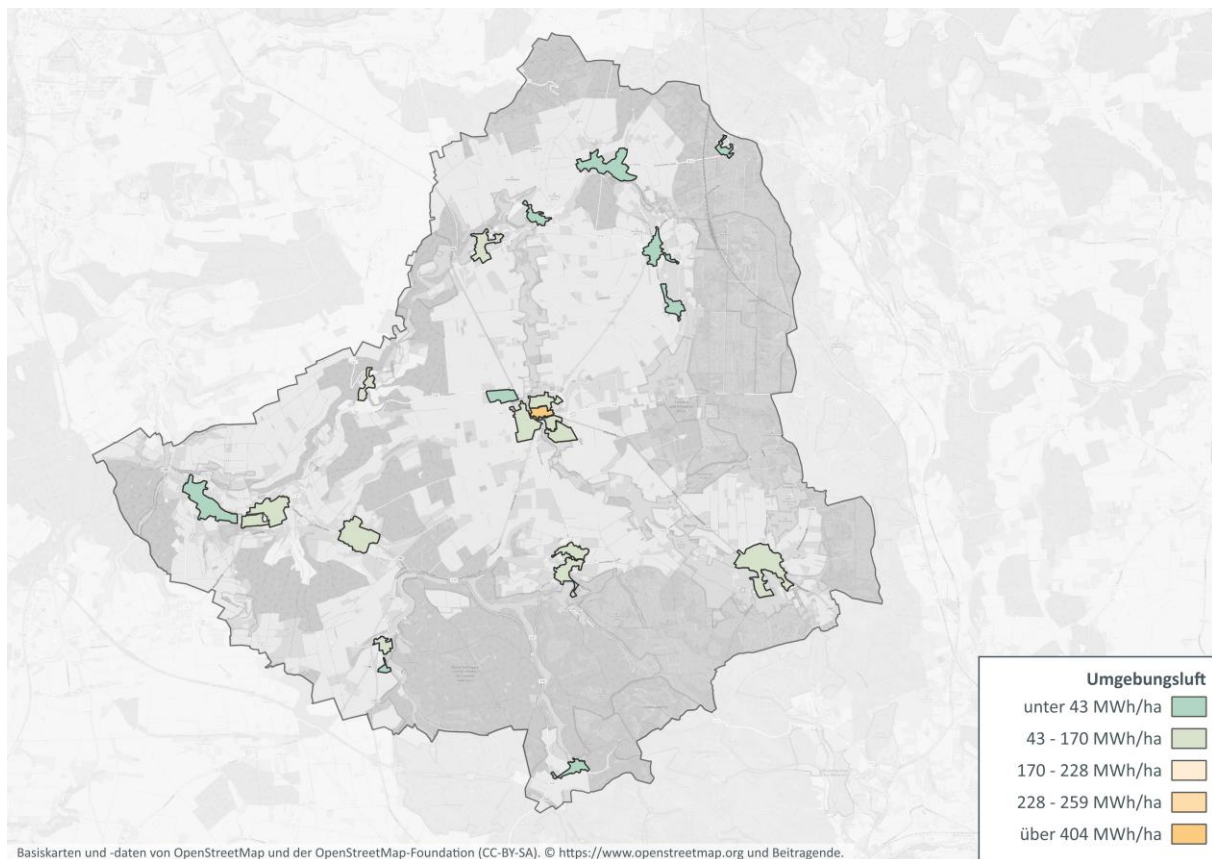


Abbildung 16: Wärmepotenzial für Umgebungsluft in MWh/ha

Zur Optimierung der Eignung von Gebäuden für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe können verschiedene geringinvestive bauliche und technische Maßnahmen umgesetzt werden. Zu den geeigneten Maßnahmen zählen die Optimierung der Gebäudedämmung, die Heizungsoptimierung sowie Anpassungen im Nutzerverhalten. Das Ziel dieser Maßnahmen besteht darin, die notwendige Vorlauftemperatur zu reduzieren und somit die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen und klimafreundlichen Wärmepumpenbetrieb zu schaffen.

5.2.2 Oberflächengewässer

Oberflächengewässer weisen ebenfalls ein Potenzial für die regenerative Wärmebereitstellung auf. Das Wärmepotenzial beläuft sich auf insgesamt 1,2 GWh (Glasebach: 0,2 GWh; Sauer: 1 GWh) pro Jahr. Die entstehende Wärme kann mittels geeigneter Wärmetauscher entzogen und für die Beheizung von Gebäuden genutzt werden. Zu den betrachteten Fließgewässern in Lichtenau zählen die Sauer und der Glasebach. Dieses Wärmepotenzial lässt sich jedoch nur durch den Einsatz einer Flusswärmepumpe erschließen, die die im Wasser vorhandene Umweltwärme effizient aufnimmt und für die Gebäudebeheizung nutzbar macht.

Zur Ermittlung des Wärmepotenzials der Fließgewässer in Lichtenau wird eine physikalisch basierte und zugleich ökologisch begrenzte Berechnungsmethodik angewendet. Grundlage bilden gemessene Abflussmengen sowie Wassertemperaturen der betrachteten Gewässer. Für die Potenzialabschätzung wird angenommen, dass maximal 10 % des jeweiligen Abflusses energetisch genutzt werden dürfen. Zudem wird eine Temperaturabsenkung des Wassers von höchstens 1,5 Grad angesetzt. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass die Wassertemperatur nach dem Wärmeentzug nicht unter 1 °C sinkt. Diese

Randbedingungen dienen dem Schutz der aquatischen Ökosysteme und stellen sicher, dass die Nutzung im Einklang mit wasserrechtlichen und ökologischen Anforderungen erfolgt. Auf Basis dieser Annahmen wird für jeden verfügbaren Zeitabschnitt die theoretisch entziehbare Wärmeleistung berechnet und anschließend in eine Wärmemenge umgerechnet. Durch die zeitliche Aufsummierung der einzelnen Werte ergibt sich das jährliche Wärmepotenzial des jeweiligen Gewässers. Das dargestellte Potenzial stellt somit ein technisch nutzbares, jedoch ökologisch begrenztes Energiepotenzial dar.

5.3 Biomasse

Biomasse kann sowohl zur Erzeugung thermischer als auch elektrischer Energie eingesetzt werden. Im Allgemeinen werden unter Biomasse kohlenstoffhaltige Materien wie Pflanzen, tierische und menschliche Rückstände, abgestorbene Phyto- und Zoomassen sowie bestimmte Abfälle bezeichnet, die energetisch verarbeitet werden können. Der Ursprung dieser Biomasse wird der Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und auch der Industrie zugeschrieben. Die energetische Nutzung von Biomasse steht in Konkurrenz zu anderen Nutzungsformen, wie z.B. der Nutzung als Baustoff. Für einen nachhaltigen Einsatz von Biomasse sollten alternative Nutzungsformen Berücksichtigung finden. Biomasse kann sowohl in festem, flüssigem als auch in gasförmigem Zustand vorkommen und wird oft als CO₂-neutraler Energieträger bezeichnet, was streng genommen nur dann zutrifft, wenn die Menge an nachwachsender Biomasse und die für die energetische Verwertung eingesetzte Menge sich im Gleichgewicht befinden. Dies bedeutet, dass für eine nachhaltige Nutzung das Ernten und das Nutzen ausgewogen sein müssen. Für eine vollständige Treibhausgasbilanzierung müssen zusätzlich die aufkommenden Ausstöße beim Transport und der Verarbeitung der Biomasse berücksichtigt werden, wodurch eine reale CO₂-Neutralität nicht immer gegeben ist. Unter der Einhaltung der genannten Bedingungen ist die Nutzung von Biomasse aus heutiger Sicht nicht auszuschließen, da sie die Möglichkeit bietet, eine sozialverträgliche Wärmewende zu unterstützen. Biomasse weist darüber hinaus eine gute Speicherefähigkeit und standortunabhängige Nutzung auf, wodurch sie Versorgungssicherheit beiträgt.

5.3.1 Feste Biomasse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird bei der festen Biomasse das forstwirtschaftliche Potenzial aus Waldflächen betrachtet. Genutzt werden kann der Energieträger sowohl in dezentralen Einzelversorgungsgebieten als auch zur zentralen Wärmeversorgung mithilfe von Wärmenetzen. Aufgrund der guten Transport- und Lagerfähigkeit kann feste Biomasse standortunabhängig verwendet werden. Deshalb wird für diesen Energieträger keine kartographische Darstellung erarbeitet.

Zur Berechnung des Potenzials fester Biomasse werden zunächst die Waldflächen innerhalb des Stadtgebiets identifiziert, wobei Schutzgebiete und nicht nutzbare Flächen ausgeschlossen werden. Damit beträgt die Gesamtwaldfläche im Stadtgebiet Lichtenau 105,8 ha. Unter der Annahme einer nachhaltigen Bewirtschaftung wird von diesen Flächen ein jährlicher Entnahmeanteil von 2 % zugrunde gelegt. Grundlage ist, dass nachhaltig etwa 80–82 % des jährlichen Holzzuwachses entnommen werden können; bei einem Zuwachs von ca. 2,8 % der Waldfläche entspricht dies ca. 2,24 %. Der Wert wird auf 2 % abgerundet [8]. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Laub-, Nadel- und Mischwald. Für die Ertragsberechnung wird ein durchschnittliches Holzvolumen pro Hektar und Jahr angenommen. Unter Berücksichtigung der Holzdichte und den jeweiligen Energiedichten von Laub- und Nadelholz wird das jährliche Energiepotenzial berechnet. Für Mischbestände wird ein Mischfaktor von 70 % Laub- und 30

% Nadelholz verwendet. Auf diese Weise ergibt sich bei einer Potenzialfläche von 105,8 ha eine Holzententnahme von 33861 Tonnen pro Jahr und ein energetisches Potenzial von 61,13 GWh/a. Das entnommene Holz steht jedoch in Konkurrenz zur stofflichen Nutzung, insbesondere für die Möbel- und Bauindustrie. Bei einer regulären und ordnungsgemäßen Waldbewirtschaftung beträgt der Anteil des reines Energieholz (Ausschussmaterial) etwa 10 % des anfallenden Holzvolumens. Es ist festzustellen, dass weitere Anteile minderwertiger Sortimente im weiteren Sinne ebenfalls energetisch genutzt werden können. Primär werden sie jedoch für die Herstellung von Holzwerkstoffen eingesetzt. Eine direkte Nutzung für die Wärmeerzeugung nach der Entnahme ist demnach nicht möglich. Damit beträgt das nutzbare energetische Potenzial ca. 6,1 GWh/a.

5.3.2 Gasförmige Biomasse

Für Biomasse in gasförmigem Zustand kommen in der Regel Block-Heiz-Kraftwerke (BHKW) zum Einsatz. Durch solche Anlagen wird das Biogas nicht nur in elektrische, sondern auch in thermische Energie umgewandelt. Biomasse-BHKWs werden bereits an wenigen Standorten in der Stadt zur Stromerzeugung genutzt. Laut Daten des Marktstammdatenregisters (MaStR) sind in Lichtenau fossil betriebene KWK-Anlagen mit einer thermischen Nennleistung von insgesamt 149,6 kW installiert. Für die Abschätzung des Umstellungspotenzials auf Biogas werden 4.000 Volllaststunden pro Jahr angesetzt. Aus dem Produkt von thermischer Nennleistung und Volllaststunden ergibt sich ein theoretisches Wärmepotenzial von rund 0,6 GWh pro Jahr, sofern diese Anlagen vollständig auf Biogasbetrieb umgestellt würden.

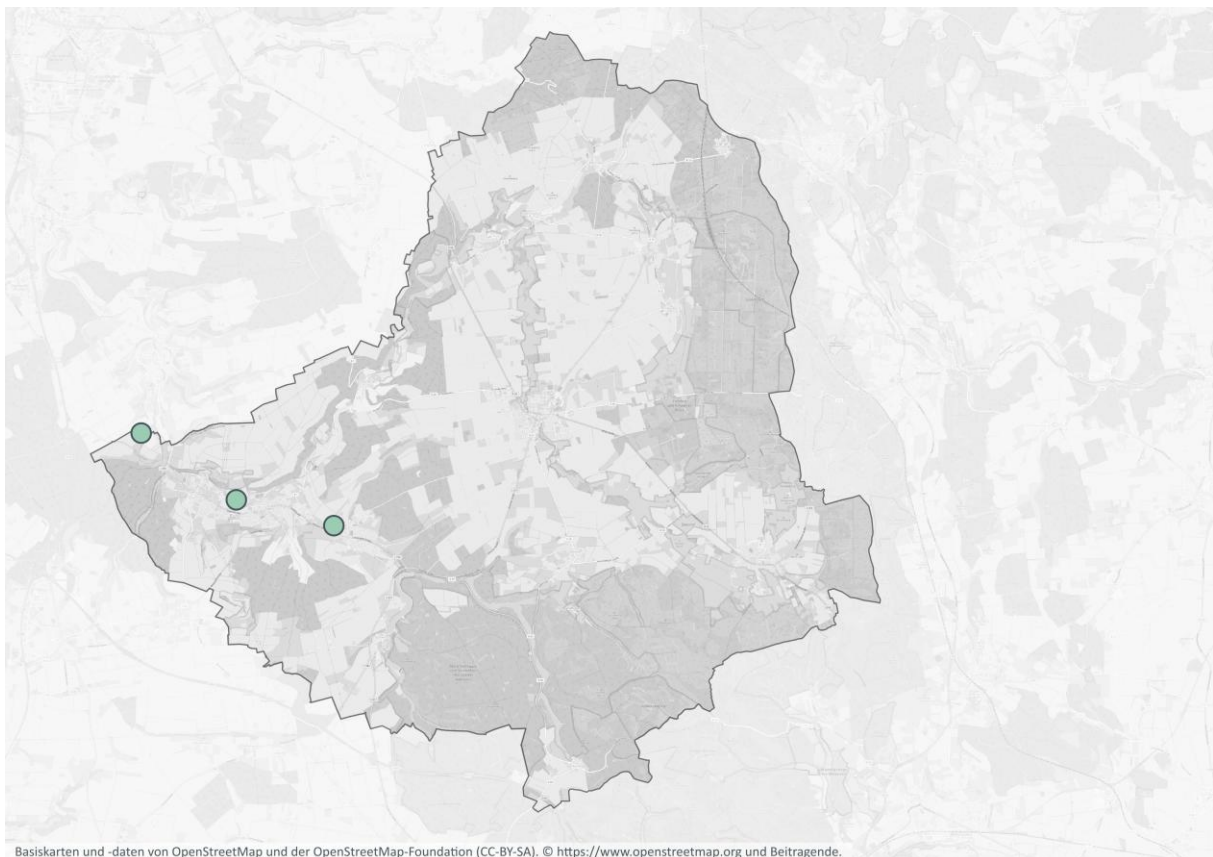


Abbildung 17: Standorte von Biomasse-BHKWs

5.4 Geothermie

Unter Geothermie versteht man die Nutzung der Wärme, die im Erdreich gespeichert ist. Diese entstammt dem Erdinneren, wo im Kern eine Temperatur von etwa 5.000°C herrschen. Vom Kern ausgehend fließt ein Wärmestrom kontinuierlich zur Erdoberfläche. Nahe der Oberfläche der Erde beträgt die mittlere Temperatur etwa 14°C. In der Erdkruste zwischen dem Erdkern und der Erdoberfläche nimmt folglich die Temperatur des Erdreichs pro 100 m um etwa 3°C zu. In oberflächennahen Schichten des Erdreichs dominieren der Einfluss der Sonneneinstrahlung sowie der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Sickerwassers, welches durch das Erdreich läuft. Mit zunehmender Tiefe übernimmt der Einfluss der Wärmeenergie des Erdkerns die dominierende Rolle [9]. Allgemein wird zwischen der oberflächennahen und der tiefen Geothermie unterschieden. Einige Verfahren zur Nutzung geothermischer Wärmeenergie und Angaben zur gängigen Einsatztiefe der Anlagentypen sind in Tabelle 5 angegeben.

	Oberflächennahe Geothermie			Tiefe Geothermie		
	Erdwärme- kollektoren	Brunnen- systeme	Erdwärme- sonden	Tiefe Erdwärme- sonden	Hydro-ther- male Dub- letten	Hot-Dry- Rock
Einsatz- tiefe in m	5	20	150	1000	3000	5000

Tabelle 5: Nutzungsarten von Geothermie mit Angaben ungefährender Einsatz Tiefen

Geothermische Anlagen können u.a. in oberflächennahe und tiefe Systeme unterteilt werden. Bei der tiefen Geothermie wird Wasser bei höheren Temperaturen aus dem tiefen Erdreich an die Oberfläche gefördert. Anschließend erfolgt die Wärmeübertragung an ein Heizungssystem oder an eine Turbine zur Gewinnung von elektrischer Energie. Welcher Anlagentyp genutzt werden kann, hängt stark vom Standort der Anlage ab. Dies hängt damit zusammen, dass große regionale Unterschiede bei der Ergiebigkeit der thermischen Energie vorhanden sind. Große positive Abweichungen des Wärmestroms vom globalen Mittelwert treten vornehmlich dort auf, wo ein Wärmestrom durch das Gestein mithilfe von aufsteigenden Thermalwasser transportiert wird. Je höher dabei die Wärmeenergie in einem betrachteten Gebiet, desto geringer ist die notwendige Bohrtiefe und desto kürzer ist die Amortisationszeit einer Anlage, da die Bohrung den Großteil der erforderlichen Investitionen ausmacht [10]. Da Bohrungen zur Nutzung der tiefen Geothermie mit hohen wirtschaftlichen Risiken verbunden sind, wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung eine erste Abschätzung des Potenzials zur tiefen Geothermie vorgenommen. Die Bewertung des wirtschaftlich nutzbaren Potenzials von tiefer Geothermie ist sehr individuell und aufwendig. Daher sind im Anschluss zur kommunalen Wärmeplanung Machbarkeitsstudien und ggfs. seismische Untersuchungen durchzuführen, falls auf eine Umsetzung abgezielt wird.

5.4.1 Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie nutzt geothermische Energie aus Tiefen von über 1.000 m. Dabei kommen in der Regel offene Systeme zum Einsatz, bei denen heißes Wasser aus tiefen geologischen Schichten gefördert, über Wärmetauscher zur Wärmebereitstellung genutzt und anschließend in einer weiteren

Bohrung wieder in den Untergrund zurückgeführt wird. Diese Technologien sind technisch anspruchsvoll und mit hohen Investitionskosten verbunden, bieten jedoch potenziell hohe Temperaturen und damit auch größere energetische Leistungen.

Im Rahmen des Masterplans Geothermie NRW initiierte der Geologische Dienst NRW im Auftrag des Landes im August 2024 eine umfassende seismische Messkampagne zur Erfassung des Potenzials für tiefe Geothermie in der Region Ostwestfalen-Lippe. Innerhalb der Untersuchung wurde die Vibrationsseismik eingesetzt, wobei Spezialfahrzeuge, sogenannte Vibro-Trucks, mehr als 350 km Messlinien abfuhren. Im Zeitraum vom 27. August bis zum 16. Oktober 2024 wurden an mehreren Messorten (ca. 9.750 Stück) Untersuchungen durchgeführt, wobei die Tiefen der Messungen schätzungsweise bei bis zu 5.000 m lagen. Die Messungen in Ostwestfalen-Lippe sind bereits abgeschlossen. Die Auswertung der Messungen wird gegenwärtig durchgeführt. Die im Rahmen des Masterplans Geothermie NRW erhobenen Daten haben vorraussichtlich eine höher Güte als die aktuell verfügbaren Daten. Daher sollte nach der Veröffentlichung der neuen Daten ein Abgleich mit den Abschätzungen aus der vorliegenden kommunalen Wärmeplanung durchgeführt werden, um eine bessere Bewertung des Potenzial zu ermöglichen.

Für die Bewertung der tiefen und mitteltiefen Geothermie werden öffentlich zugängliche Daten des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUK) herangezogen. Das LANUK stellt landesweit Potenzialdaten in einem 3×3 km Raster bereit und weist diesen unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten (10 %, 50 % und 90 %) zu. Zudem wird zwischen mitteltiefer Geothermie (ca. 400 m bis 1.500 m) und tiefer Geothermie (ca. 1.500 m bis 5.000 m) unterschieden. Grundlage der Bewertung sind geologische 3D-Modelle, Temperaturprognosen, Durchlässigkeitsanalysen sowie wirtschaftliche Rahmenannahmen.

Für die Potenzialabschätzung in Lichtenau wird ausschließlich das Szenario mit einer 90-prozentigen Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigt, um eine konservative und belastbare Einordnung zu gewährleisten. Auf dieser Basis ergibt sich ein Potenzial von 46,92 GWh pro Jahr für die tiefe Geothermie sowie 7,62 GWh pro Jahr für die mitteltiefe Geothermie.

Die dargestellten Werte sind als theoretische, standortbezogene Orientierungsgrößen zu verstehen. Eine konkrete Realisierung erfordert weiterführende geologische Untersuchungen sowie projektbezogene Wirtschaftlichkeitsprüfungen. Aufgrund der hohen Investitions- und Erschließungskosten tiefer und mitteltiefer Geothermieranlagen sowie der vergleichsweise geringen Bevölkerungs- und Wärmedichte im Untersuchungsgebiet erscheint die Umsetzung geothermischer Lösungen eher unwahrscheinlich.

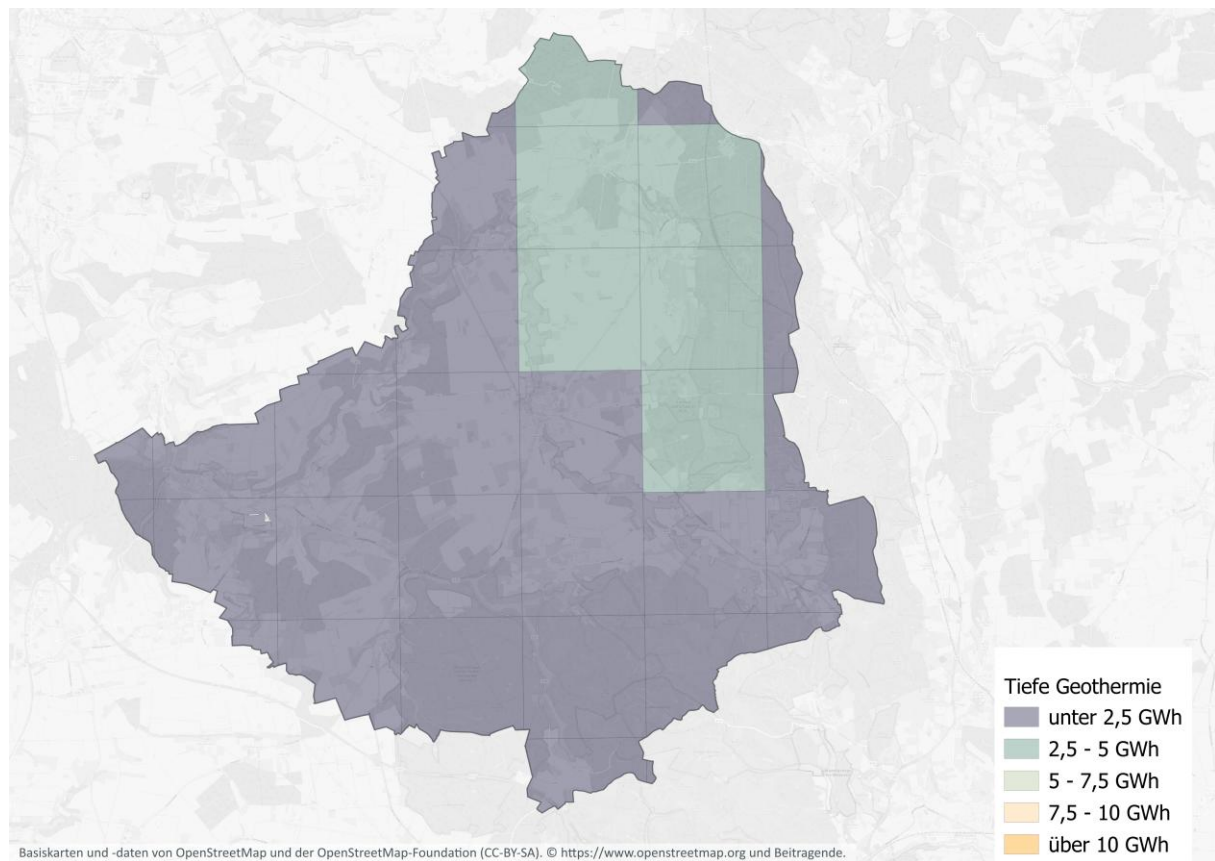


Abbildung 18: Theoretisches Wärmepotenzial tiefe Geothermie (90 % Eintrittswahrscheinlichkeit)

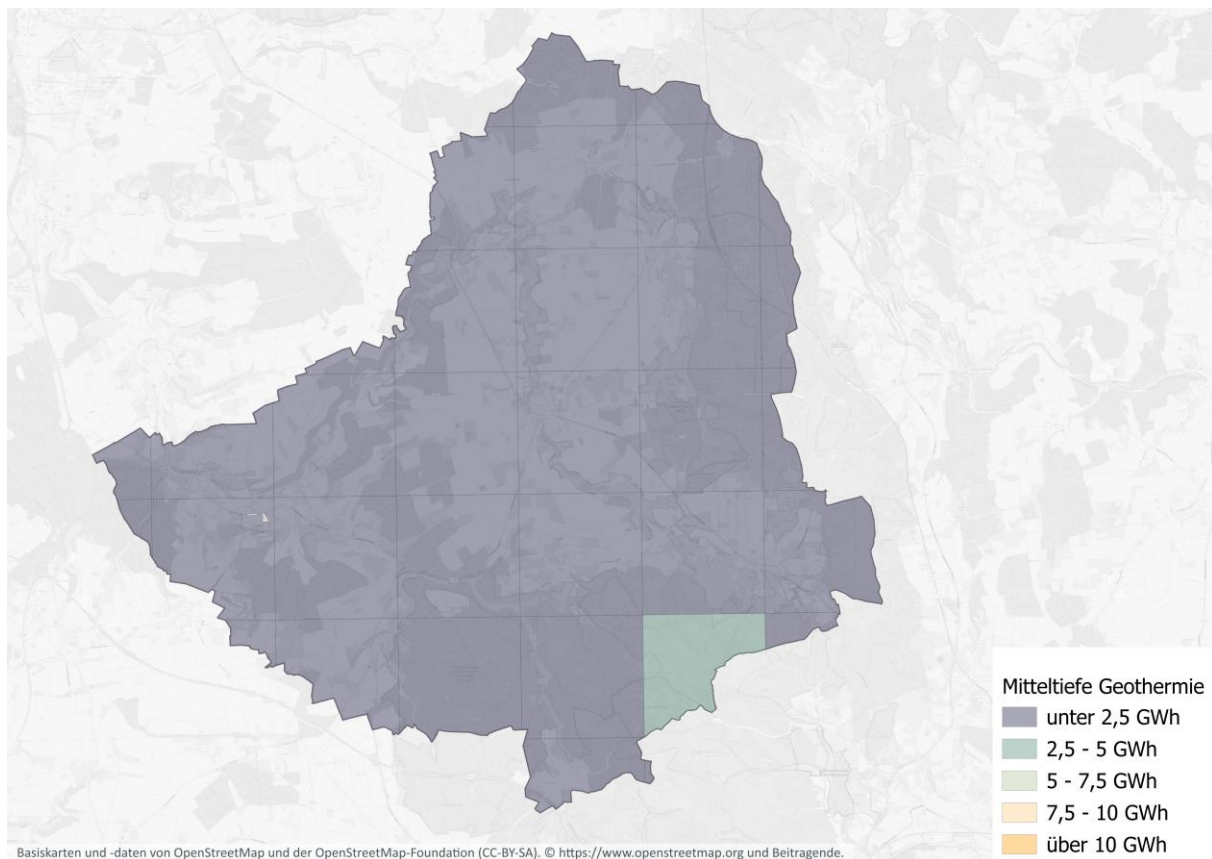


Abbildung 19 Theoretisches Wärmepotenzial mitteltiefe Geothermie (90 % Eintrittswahrscheinlichkeit)

5.4.2 Erdwärmekollektoren

Zur Potenzialbestimmung oberflächennaher Geothermie mittels Erdwärmekollektoren wird ein flächenspezifisches Wärmeenergiekataster des geologischen Dienstes NRW genutzt. Mithilfe der flächenspezifischen Energiemenge q_{Geo} kann anschließend durch die Multiplikation mit der Fläche A_{Geo} die gesamte zur Verfügung stehende Wärmemenge an einem Standort entsprechend der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$Q_{Geo} = q_{Geo} \cdot A_{Geo} \quad (1)$$

Im Rahmen der Potenzialanalyse für Erdwärmekollektoren werden verschiedene Annahmen und Ausschlusskriterien definiert, um eine realistische Bewertung der nutzbaren Flächen zu ermöglichen. Zunächst werden ausschließlich Gebäude aus dem gesamten Gebäudeset berücksichtigt, die bislang nicht über strombasierten Heiztechnologien wie Strom-Direktheizungen oder Wärmepumpen versorgt werden. Diese Objekte werden aus dem Gesamtbestand herausgefiltert, um Doppelzählungen und eine Verzerrung des zusätzlichen Potenzials zu vermeiden. Die Flächenverfügbarkeit wird auf Grundstücke beschränkt, die sich im Eigentum oder im direkten Einflussbereich der analysierten Gebäude befinden. Dabei werden nur solche Flurstücke einbezogen, auf denen sich auch tatsächlich ein Gebäude befindet, um die praktische Umsetzbarkeit einer Kollektorverlegung sicherzustellen. Zur Einhaltung baurechtlicher Vorgaben wird ein pauschaler Abstand von einem Meter zur Grundstücksgrenze eingehalten. Diese Vorgabe wird durch eine geometrische Verkleinerung der verfügbaren Flächen technisch umgesetzt und reduziert die rechnerisch nutzbare Fläche entsprechend. Ein weiterer Ausschlussgrund sind

naturschutzrechtlich geschützte Flächen. Hierzu zählten Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete und andere ökologisch sensible Zonen, die aus Gründen des Arten- und Umweltschutzes nicht für geothermische Erschließungen infrage kommen. Diese Flächen werden mithilfe der entsprechenden Geodaten des Geologischen Dienstes NRW identifiziert und aus der Analyse entfernt. Zusätzlich werden technische Infrastrukturen, insbesondere Verkehrsflächen wie Straßen, aus den potenziellen Nutzflächen ausgeschlossen. Um dies umzusetzen, werden Straßenbereiche durch geometrische Pufferung identifiziert und anschließend aus der Nutzfläche herausgeschnitten.

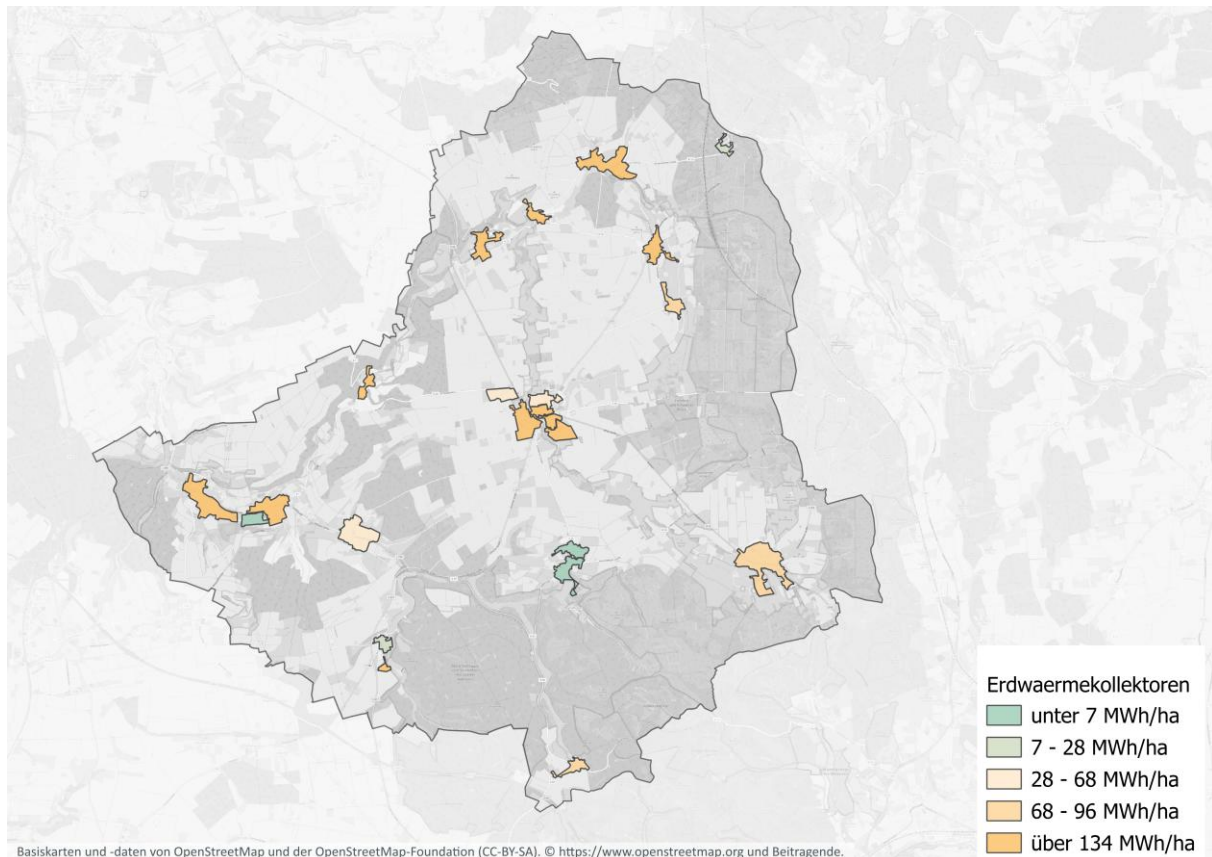


Abbildung 20: Wärmepotenzial für Erdwärmekollektoren in MWh/ha

Schließlich wird geprüft, ob pro Grundstück ein ausreichendes Verhältnis zwischen Gebäudenutzfläche und verfügbarer Fläche für Erdwärmekollektoren besteht. Nur wenn sich aus dieser Verhältnisbetrachtung eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Nutzung ergeben konnte, wird die Fläche als potenziell geeignet eingestuft. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die berechnete Wärmebereitstellung realistisch ist. Für die Auslegung wird ein Verdichterwirkungsgrad von 90 % sowie ein jährlicher Betriebswert von 2100 Volllaststunden auf Grundlage verfügbarer Erfahrungswerte zugrunde gelegt. Die Ergebnisse werden auf Gebietsebene aggregiert (Abbildung 20) und können in den jeweiligen Gebietssteckbriefen eingesehen werden. Das aufsummierte Wärmepotenzial für Erdwärmekollektoren beträgt 70,6 GWh/a.

5.4.3 Erdwärmesonden

Auch für Erdwärmesonden gibt der geologische Dienst ortsabhängige spezifische Wärmeentzugsenergiemengen an. Anders als bei den verfügbaren Daten der Erdwärmekollektoren wird hier eine spezifische Energiemenge q_{Geo} in Abhängigkeit von der Bohrtiefe s_{Sonde} angegeben. Mithilfe dieser Größe und unter Verwendung der folgenden Gleichung wird für die Erdwärmesonden das Wärmepotenzial Q_{Geo} berechnet:

$$Q_{Geo} = q_{Geo} \cdot s_{Sonde} \quad (2)$$

Für die Ermittlung des Potenzials zur Nutzung von Erdwärmesonden in der Energiestadt Lichtenau wird ein systematischer Ansatz gewählt, der sich in weiten Teilen an die bereits beschriebene Methodik zur Potenzialanalyse von Erdwärmekollektoren anlehnt. Auch hier stehen die tatsächliche Flächenverfügbarkeit, technische Machbarkeit und rechtliche Rahmenbedingungen im Mittelpunkt der Analyse.

Für die eigentliche Berechnung des geothermischen Potenzials wird ein praxisnahes Konzept zugrunde gelegt. Pro Gebäude wird die Installation von zwei Erdwärmesonden mit einer Tiefe von je 100 Metern angenommen. Der erforderliche Mindestabstand von zehn Metern zwischen den Sonden wird dabei berücksichtigt, um thermische Überlagerungseffekte zu vermeiden. Die potenzielle Wärmebereitstellung erfolgte unter der Annahme von 2000 Volllaststunden pro Jahr und einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3. Der zugrunde liegende Wirkungsgrad der Verdichter liegt bei 95 %. Zur Ableitung der durchschnittlichen Verdichterarbeit werden exemplarisch durchschnittliche Leistungsdaten aus bestehenden strombasierten Heizsystemen herangezogen.

Die final nutzbaren Flächen werden durch die Kombination der genannten Kriterien mittels geographischer Overlay-Operationen ermittelt. Nur wenn eine ausreichende Fläche für die Bohrung unter Einhaltung aller Randbedingungen vorhanden ist, wird das Grundstück als geeignet für die Nutzung von Erdwärmesonden klassifiziert. Die Ergebnisse werden auf Gebietsebene aggregiert (Abbildung 21) und können in den jeweiligen Gebietssteckbriefen eingesehen werden. Das aufsummierte Wärmepotenzial für Erdwärmesonden beträgt 143,2 GWh/a.

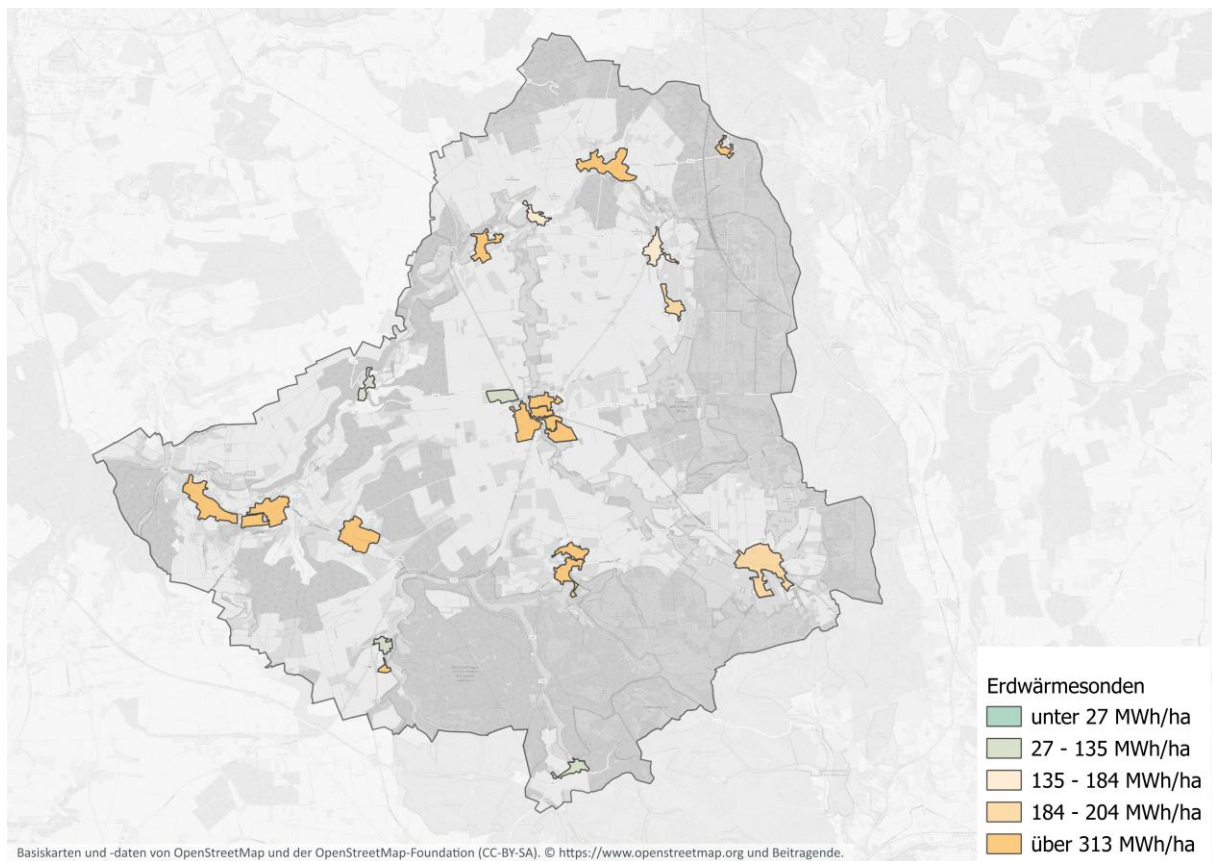


Abbildung 21 Wärmepotenzial für Erdwärmesonden in MWh/ha

5.5 Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme ist unvermeidbare Restwärme aus Produktionsprozessen, die nicht genutzt wird. Ihre Nutzung wird besonders attraktiv, wenn hohe Temperaturen anfallen und in unmittelbarer Nähe ein entsprechender Wärmebedarf besteht. Durch die Einspeisung in Wärmenetze können Betriebe ihre Energieeffizienz steigern und Kosten senken, Kommunen und Energieversorger den Ausbau moderner Netze voranbringen und politische Klimaziele unterstützt werden. Gleichzeitig profitieren Bürger*innen langfristig von stabilen, nachhaltigen Wärmepreisen.

Zur Abschätzung des Abwärmepotenzials in Lichtenau wurde eine Befragung von Unternehmen durchgeführt. Als Ergebnis der Datenmeldungen stellt sich ein jährliches Potenzial von etwa 0,5 GWh heraus. Zusätzlich wurde erhoben, ob die Unternehmen Interesse daran haben, Abwärme bereitzustellen oder Wärme über ein mögliches Wärmenetz zu beziehen. Die Auswertung in Abbildung 22 zeigt, dass rund 69 % kein Interesse haben. Etwa 26 % haben Interesse daran, Wärme aus einem Wärmenetz zu beziehen, während 5 % Abwärme an ein Wärmenetz verkaufen würden.

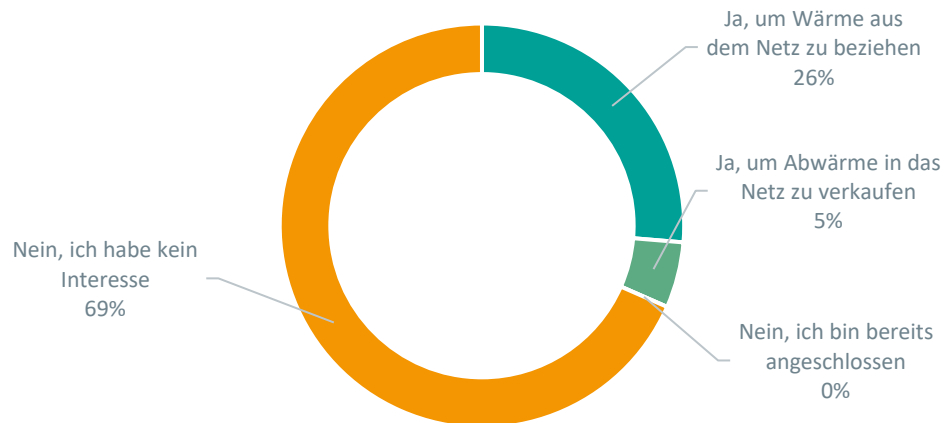


Abbildung 22: Auswertung der Frage: „Sind Sie an der Anbindung an ein Wärmenetz interessiert?“

5.6 Solarthermie

Solarthermie bedeutet, dass Sonnenlicht in Wärme umgewandelt wird – zum Beispiel mithilfe spezieller Sonnenkollektoren auf dem Dach. Die Sonne und die damit einhergehende Sonnenstrahlung liefern eine Wärmestrahlung von etwa 1000 W/m^2 am Erdboden [11]. Diese Leistungsdichte kann als das spezifische theoretische Wärmepotenzial der Solarstrahlung betrachtet werden. Bei ganzjähriger Betrachtung der Energiedichte (wie viel Energie pro Fläche, z. B. pro Quadratmeter, auf die Erde trifft) wird ersichtlich, dass diese keinen konstanten Wert annimmt, sondern einem zeitlichen Verlauf unterliegt (Abbildung 23). Dieser Verlauf entsteht insbesondere durch die saisonale Änderung des Einstrahlungswinkels der Sonne und der damit in Verbindung stehenden kürzeren Tageszeiten.

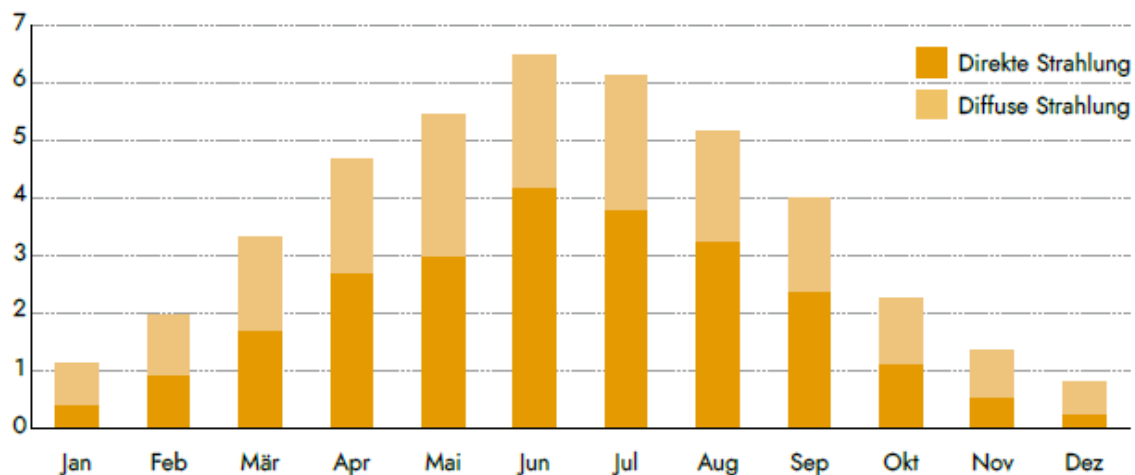


Abbildung 23: Verlauf der spezifischen Wärmedichte der Sonnenstrahlung in $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$

Weiterhin kann die insgesamt auf den Kollektor auftreffende Strahlung in direkte und diffuse Strahlung unterteilt werden. Der direkte Strahlungsanteil ist dadurch charakterisiert, dass das Sonnenlicht ungehindert auf die Sonnenkollektoren einer Solarthermieranlage auftrifft. Dagegen ist die diffuse Strahlung durch die Reflexion an Partikeln wie zum Beispiel bei starker Bewölkung charakterisiert.

Um den Anteil des technisch nutzbaren Wärmepotenzials der Solarstrahlung zu ermitteln, müssen weitere Aspekte berücksichtigt werden, welche das spezifische theoretische Wärmepotenzial vermindern. So hängt die insgesamt auf der Oberfläche auftreffende Strahlung von den Wetterbedingungen, insbesondere von der Wolkenbedeckung des Himmels, ab. Darüber hinaus entfällt die Sonneneinstrahlung vollständig während der Nachtstunden. Weitere anlagentechnische Einflussfaktoren sind [11]:

- die Dachneigung
- die Ausrichtung der Module
- der Grad der Verschattung (jahres- und tagesverlaufsabhängig)
- die Kollektorneigung

Abschließend weist der erreichbare Wirkungsgrad bei der Absorption der Wärmeenergie eine Abhängigkeit von der Differenz zwischen der mittleren Anlagentemperatur und der Umgebungstemperatur auf.

Die Berechnung des solarthermischen Wärmepotenzials für die Energiestadt Lichtenau erfolgt anhand von Daten vom LANUK (Solarkataster Regierungsbezirk Detmold) zu den flächenspezifischen Wärmepotenzialen. Neben den Dachflächen kommen auch Freiflächen zur Installation von Solarthermieanlagen in Frage. Bei der Ermittlung potenzieller Areale für Freiflächen-Solarthermie werden Waldbereiche, Flächen mit naturschutzrechtlicher Bedeutung sowie Überschwemmungsgebiete ausgeschlossen und ausschließlich solche Flächen berücksichtigt, die gemäß Landesentwicklungsplan (LEP) nach Grundsatz 10.2-17 als besonders geeignet eingestuft sind. Mittels der öffentlich zugänglichen Daten des Marktstammdatenregisters werden Dachflächen identifiziert, welche bereits durch PV-Anlagen belegt sind und werden von der Potenzialberechnung ausgeschlossen. Die Berechnung des Wärmepotenzials Q_{St} für Solarthermieanlagen erfolgt, indem der flächenspezifische Wärmeertrag (q_{St}) mit der entsprechenden Fläche A_{St} multipliziert wird [12]:

$$Q_{St} = q_{St} \cdot A_{St} \quad (3)$$

Werte für den spezifischen Wärmeertrag sowie für die dazugehörigen Flächen werden aus dem Datenbestand des Landes NRW bezogen. Diese Daten werden vom LANUK durch Laserscandaten für das gesamte Bundesland erhoben und auf dem Portal opengeodata.nrw.de zum Download bereitgestellt [12]. Das Wärmepotenzial für das Gebiet der Energiestadt Lichtenau beläuft sich auf einen Wert von 167 GWh/a für die Dachflächen und auf 93 GWh/a für die Freiflächenanlagen. Das Potenzial wird für jedes Teilgebiet ermittelt und ist in den Gebietssteckbriefen ausgewiesen.

5.7 Photovoltaik

Durch die einfallende Sonnenstrahlung wird in den Solarzellen eines PV-Moduls Strahlungsenergie in elektrische Energie umgewandelt und nutzbar gemacht. Der Vorteil einer PV-Anlage besteht in der direkt vor Ort verfügbaren elektrischen Energie, mit der eine Reduktion des Energiebezugs aus dem öffentlichen Stromnetz möglich ist. Unter Realbedingungen erreichen Solarmodule bei dem heutigen Stand der Technik Wirkungsgrade zwischen 7 % und 25 % der solaren Strahlungsenergie. Monokristalline Silizium-Module erreichen dabei die höchsten Wirkungsgrade und nehmen gleichzeitig den höchsten Anteil an verbauten Modulen im Weltmarkt ein [13].

Für die KWP wird das PV-Potenzial analog zum Solarthermiepotezial durch einen Bottom-Up Ansatz berechnet. In Anlehnung an die Methodik zur Ermittlung des Potenzials für Freiflächenanlagen werden

auch beim PV-Potenzial Flächen wie Waldgebiete, Schutzgebiete und Überschwemmungsbereiche ausgeschlossen. Berücksichtigt werden ausschließlich Standorte, die gemäß Grundsatz 10.2-17 des Landesentwicklungsplans (LEP) als besonders geeignet ausgewiesen sind. Notwendige Rohdaten für diesen Ansatz stellen flächenspezifische energetische Potenziale dar, welche vom LANUK bezogen werden. Anlagentechnische Faktoren, welche einen Einfluss auf die maximal absorbierbare Strahlungsenergie von PV-Anlagen haben, sind [13]:

- die Dachneigung
- die Ausrichtung der Module
- der Grad der Verschattung (jahres- und tagesverlaufsabhängig)
- die Kollektorneigung

Das energetische Potenzial für die Gebiete wird berechnet, indem das gesamte Potenzial an elektrischer Energie E_{PV} mithilfe der Rohdaten des LANUK durch Berechnung folgender Gleichung für jedes Gebäude bestimmt wird:

$$E_{PV} = q_{PV} \cdot A_{PV} \quad (4)$$

Das Erzeugungspotenzial der PV-Freiflächenanlagen beträgt 40 GWh/a und für Dachflächen 114 GWh/a.

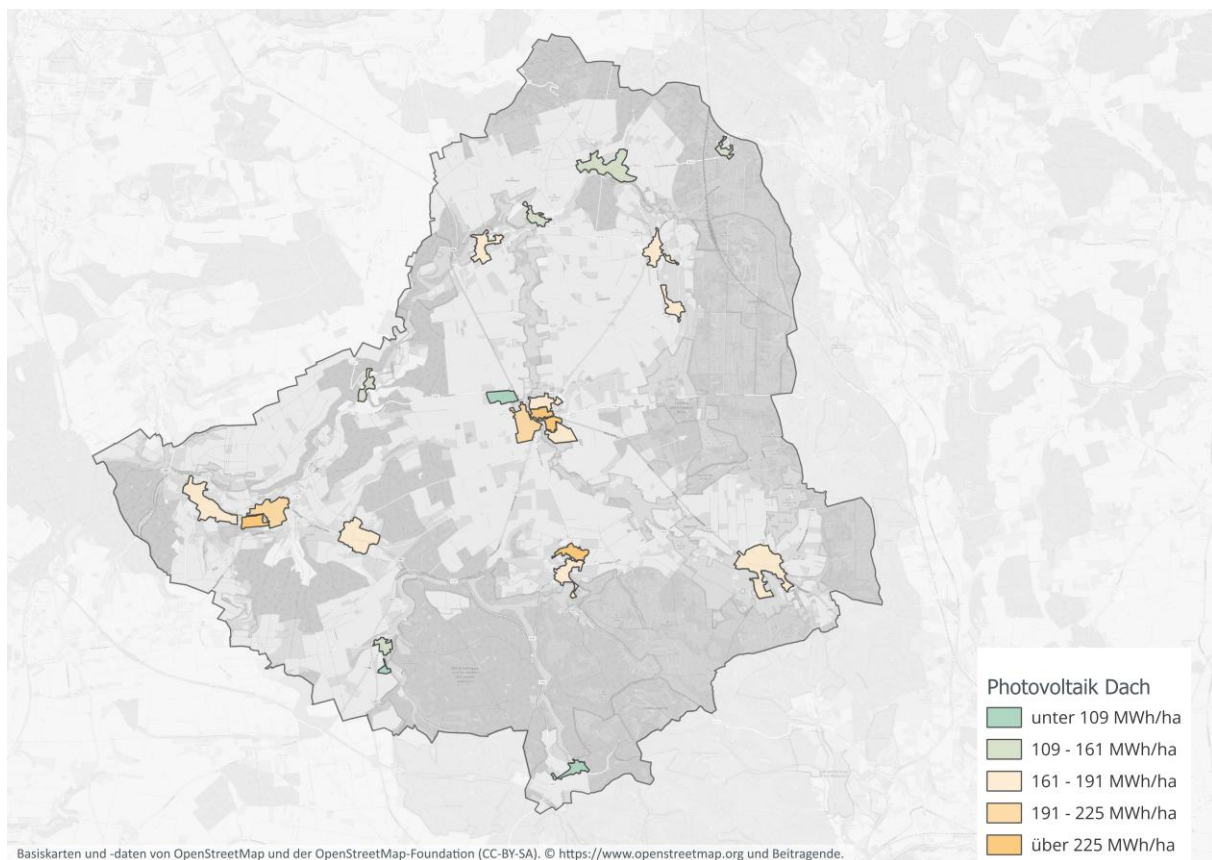


Abbildung 24: Potenzieller Energieertrag für Aufdach-Photovoltaikanlagen in MWh/ha

5.8 Windenergieanlagen

Windenergie zählt zu den erneuerbaren Energiequellen und nutzt die Bewegungsenergie des Windes zur Stromerzeugung. Wind entsteht infolge von Temperaturunterschieden, die hauptsächlich durch die Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche verursacht werden. Diese unterschiedlichen Temperaturen führen zu Luftdruckunterschieden und damit zur Entstehung von Wind. Windenergieanlagen (WEA) nutzen die Bewegungsenergie des Windes und machen daraus Strom.

Das technische Potenzial der Windenergie hängt maßgeblich von verschiedenen Faktoren ab – unter anderem von den lokalen Windverhältnissen, der Nabenhöhe, dem Rotordurchmesser sowie vom eingesetzten Anlagentyp. Bei der Potenzialanalyse wird zwischen zwei Ansätzen unterschieden: dem Neubau von Windenergieanlagen (inklusive bereits geplanter Anlagen) und dem sogenannten Repowering, also dem Austausch bestehender, älterer Anlagen durch moderne, leistungsstärkere WEA am selben Standort.

Abbildung 25 zeigt die Stromerzeugungspotenziale durch neue Windenergieanlagen und Repowering im Stadtgebiet. Für die Potenzialermittlung neuer WEA werden aus dem Regionalplan OWL Flächen für Windenergienutzung herangezogen. In einem weiteren Schritt wird analysiert, wie viele Anlagen auf diesen Flächen unter Berücksichtigung bereits vorhandener WEA errichtet werden können. Grundlage ist ein Referenzanlagenmodell mit einer Nennleistung von 6,8 MW sowie eine Abschätzung der vorherrschenden Windgeschwindigkeiten. Für den Neubau von Anlagen ergibt sich für Lichtenau ein technisch erschließbares Stromerzeugungspotenzial von 304,89 GWh pro Jahr.

Im Rahmen des Repowerings werden bestehende Anlagenstandorte daraufhin untersucht, inwieweit sie für eine Erneuerung geeignet sind. Neue Windenergieanlagen weisen in der Regel nicht nur eine deutlich höhere Leistung auf, sondern benötigen auch größere Abstände zueinander. Dies führt dazu, dass anstelle vieler kleiner Altanlagen meist weniger, aber leistungsstärkere neue Anlagen errichtet werden können. Aufgrund dieser Flächenanforderungen ist ein Repowering nicht an allen Bestandsstandorten möglich. Für die Energiestadt Lichtenau ergibt sich ein nutzbares Repowering-Potenzial von 19,68 GWh pro Jahr.

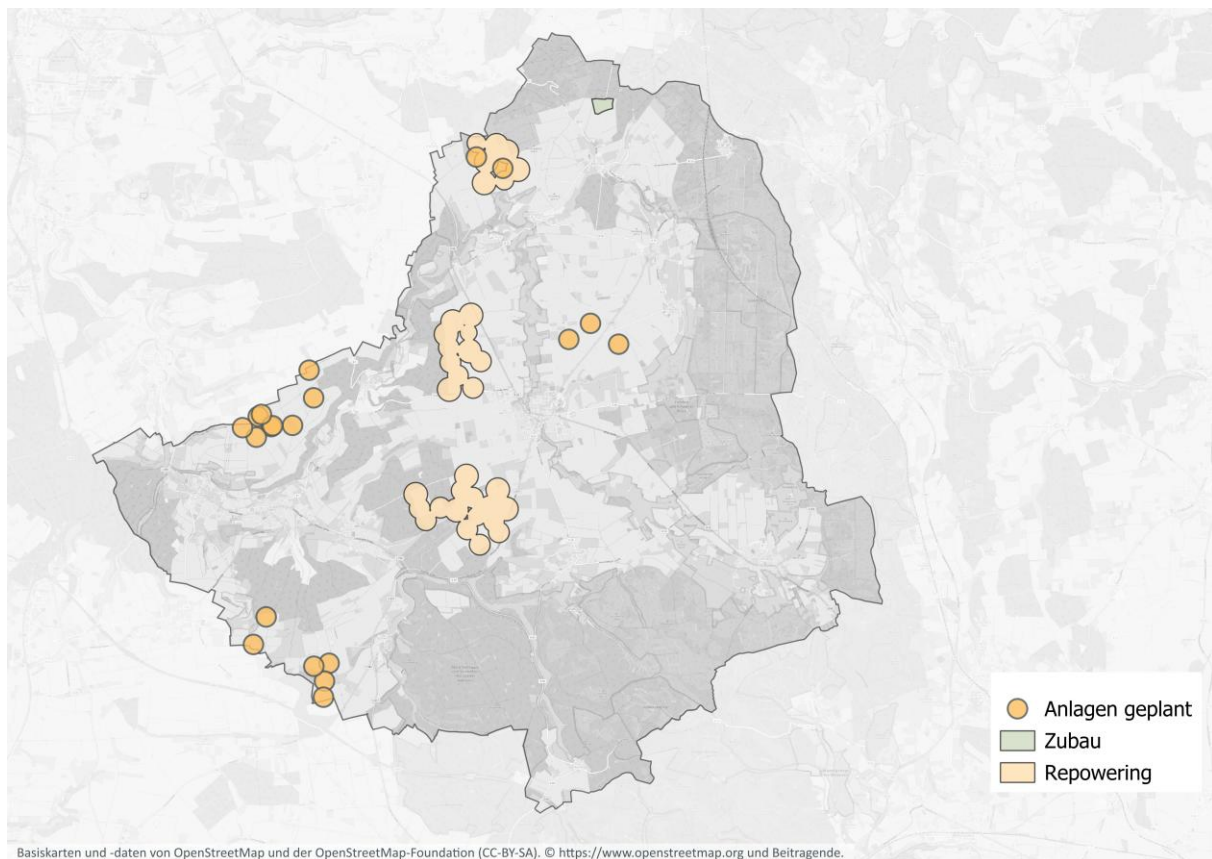


Abbildung 25: Potenzielle Zubau/Repowering Flächen für Windenergieanlagen

5.9 Fazit Potenzialanalyse

Erneuerbare Potenziale deutlich höher als der heutige Wärmebedarf

Die Potenzialanalyse zeigt, dass in Lichtenau umfangreiche lokale Potenziale erneuerbarer Energien verfügbar sind. Das technisch abschätzbare Wärmepotenzial beläuft sich auf rund 648 GWh pro Jahr und übersteigt damit den heutigen jährlichen Wärmebedarf von etwa 93 GWh deutlich. Rein rechnerisch könnten Wärme- und Strombedarf langfristig bilanziell vollständig aus lokalen erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Das technisch abschätzbare Strompotenzial beträgt 195 GWh pro Jahr.

Größenordnung der Potenziale (pro Jahr)

- Photovoltaik (Dach- und Freiflächen): ~155 GWh
- Umgebungsluft: ~56 GWh
- Oberflächennahe Geothermie – Erdwärmesonden: ~143 GWh
- Windenergie: ~325 GWh
- Solarthermie (Dach & Freifläche): ~130 GWh
- Oberflächennahe Geothermie – Erdwärmekollektoren: ~71 GWh
- Wärme aus Oberflächengewässern: ~1 GWh
- Industrielle Abwärme (gemeldet/abschätzbar): bis ~0,5 GWh
- Biogas (Umstellung BHKW): ~0,6 GWh
- Feste Biomasse (Holz, nachhaltig): ~61 GWh
- Tiefe Geothermie: ~47 GWh
- Mitteltiefe Geothermie: ~8 GWh

Strombasierte, dezentrale Potenziale als flächendeckende Basis der Wärmewende

Einen wesentlichen Anteil am erneuerbaren Gesamtpotenzial bilden strombasierte und dezentrale Lösungen. Insbesondere Photovoltaik, Umweltwärme über Wärmepumpen sowie oberflächennahe Geothermie stehen nahezu im gesamten Stadtgebiet zur Verfügung. Diese Technologien eignen sich besonders für eine dezentrale Wärmeversorgung, sowohl im Neubau als auch zunehmend im Gebäudebestand.

Tragfähige Basis und klare Umsetzungsrichtung

Die Potenzialanalyse betrachtet bewusst realistisch erschließbare Potenziale unter Berücksichtigung von Flächenverfügbarkeit, Umwelt- und Nutzungskonflikte sowie technische Rahmenbedingungen. Damit liefert sie eine belastbare Grundlage für die weiteren Schritte der Wärmeplanung.



Szenarien

Die Entwicklung von Verbrauchs- und Versorgungsszenarien bildet die Grundlage für eine klimafreundliche und zukunftsfähige Wärmeversorgung bis 2045 und zeigt deren Auswirkungen auf Energiebedarf und Treibhausgasbilanz

6 Verbrauchs- und Versorgungsszenarien

KURZ ERKLÄRT!

Die Verbrauchs- und Versorgungsszenarien zeigen, wie sich Lichtenaus Wärmeversorgung bis 2045 entwickeln kann und welche Wege verlässlich, klimafreundlich und bezahlbar sind. Sie verknüpfen den heutigen Ist-Stand aus der Bestandsanalyse mit den Möglichkeiten aus der Potenzialanalyse und übersetzen beides in realistische Zukunftsbilder. Ziel ist es, allen Akteur*innen Planungssicherheit zu geben: Welche Technik wird wo voraussichtlich sinnvoll sein? Wie schnell müssen Sanierungen erfolgen? Und wie verändern sich Energieverbrauch, Emissionen und Kosten über die Zeit? Methodisch basiert das Kapitel auf einem dreiteiligem Modellansatz. Ein Sanierungsmodell bildet ab, wie sich der Gebäudebestand schrittweise energetisch verbessert, ein Kostenmodell betrachtet die Gesamtkosten über die Lebensdauer und bezieht neben Investitionen und Betrieb auch CO₂-Kosten sowie mögliche Mehrkosten bei vorzeitigem Austausch alter Heizungen ein. Darauf aufbauend ermittelt ein Optimierungsmodell für jedes Gebäude die wirtschaftlichste Versorgungstechnik und den passenden Umstiegszeitpunkt. So entstehen vergleichbare „Was-wäre-wenn“-Pfadbilder, die den lokalen Kontext berücksichtigen und zugleich strategische Vorgaben abbilden.

Betrachtet werden drei Entwicklungspfade, die sich durch die Sanierungsraten unterscheiden: Agora (Sanierungsrate Agora – abgeleitet aus der Studie KNDE 2045 [14]), BDI (Sanierungsrate BDI – abgeleitet aus der Studie „Klimapfade 2.0“ [15]) und Klimaschutz (Sanierungsrate Ausgewogen – ein Sanierungspfad der zwischen den beiden Studien liegt). Die Kernergebnisse: Durch Sanierungen und effizientere Technik sinkt der Wärmebedarf bis 2045 um etwa 17–21 %, besonders im Wohnbestand mit vielen älteren Gebäuden. Ab circa 2030 beschleunigt der Technologiewechsel: Wärmepumpen werden in locker bebauten Lagen zur Standardlösung und senken Betriebskosten sowie Emissionen. Dafür braucht es einen koordinierten Ausbau von Photovoltaik und Wind, damit ausreichend erneuerbarer Strom bereitsteht. Insgesamt sinken die energiebedingten THG-Emissionen in den Klimaneutralitäts-Pfaden bis zum Jahr 2045 um rund 95 %. Räumliche Logik: Die Kernstadt könnte sich aufgrund der dichten Bebauung für ein Wärmenetz eignen; Randlagen und Neubaugebiete sind typische Wärmepumpen-Gebiete. Für die Umsetzung liefern die Szenarien klare Etappen: steigende Sanierungsraten bis 2045, wachsende Anteile erneuerbarer Energien in Netzen und Gebäuden, definierte Umstiegsfenster für Heizungen sowie Prioritäten in der Netz- und Infrastrukturplanung (Stromnetz ertüchtigen, Abwärmequellen erschließen, Großwärmepumpen und Speicher vorbereiten). Für Bürger*innen und Betriebe heißt das: In künftigen Wärmenetzgebieten frühzeitig mit einem Anschluss rechnen; außerhalb lohnt der Blick auf Wärmepumpen und Sanierungsfahrpläne. Für die Stadt schafft das Kapitel die Basis, Investitionen zu bündeln, Förderungen zu fokussieren und die Wärmewende koordiniert und verlässlich umzusetzen.

Nach der Bestands- und Potenzialanalyse bildet die Entwicklung von Verbrauchs- und Versorgungsszenarien den entscheidenden Übergang zur Maßnahmen- und Umsetzungsstrategie innerhalb der kommunalen Wärmeplanung. Dieser Schritt ist von zentraler Bedeutung, da er die Brücke zwischen der Analyse des Ist-Zustands und der strategischen Ausgestaltung einer klimaneutralen Wärmeversorgung schlägt.

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Entwicklungspfade der Wärmeversorgung für die Energiestadt Lichtenau transparent dargestellt und die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit, Klimaziele und Versorgungssicherheit beleuchtet. Zudem wird der Einfluss von verschiedenen Annahmen zu Sanierungsraten, Energieträgerpreisen, CO₂-Bepreisung und regulatorischen Vorgaben auf die Wärmeversorgung untersucht. Die Szenarien dienen dabei nicht als festgelegte Prognose, sondern als strategisches Instrument, um Handlungsoptionen unter klar definierten Rahmenbedingungen vergleichbar zu machen. Die Szenarien sind notwendig, um eine belastbare Grundlage für die spätere Maßnahmenplanung zu schaffen. Es soll gezeigt werden, welche technologischen und wirtschaftlichen Anpassungen erforderlich sind, um Klimaneutralität zu erreichen und gleichzeitig die Versorgungssicherheit sowie die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern langfristig zu gewährleisten. Damit dienen die Szenarien nicht nur als methodisches Instrument zur Entscheidungsfindung, sondern auch als Planungs- und Gesprächsgrundlage für die Abstimmung mit Stakeholdern.

Zur Entwicklung der Szenarien wird ein techno-ökonomisches Modell verwendet. Durch die Integration von Top-down-Rahmenvorgaben (politische Rahmenbedingungen) in den Bottom-Up-Ansatz (lokale Gegebenheiten) entsteht eine konsistente Methodik, die sowohl strategische Zielsetzungen als auch gebäudescharfe Wirtschaftlichkeitsanalysen berücksichtigt. Die zukünftig resultierenden THG-Emissionen stellen dabei eine zentrale Leistungskennzahl dar und bilden die Grundlage für das Controlling-Konzept, das die spätere Umsetzung der Maßnahmen begleitet.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden für die Entwicklung der Wärmeversorgung in Lichtenau drei Szenarien entwickelt:

- Agora – Annahmen abgeleitet aus der Studie „KNDE 2045“ [14]
- Durch die Anlehnung der Parameter an deutschlandweite Studien steht die energetische Sanierung im Einklang mit Bundesweiten Zielen
- BDI – Annahmen abgeleitet aus der Studie „Klimapfade 2.0“ [15]
- Höchste Sanierungsrate des BIG5-Studienvergleichs und somit das ambitionierteste Ziel.
- Klimaschutz – Ein Szenario, in dem die Annahmen zwischen Agora und BDI liegen.
- Zeigt einen Mittelweg zwischen Agora und BDI auf.

Die Ergebnisse der o. g. Szenarien ermöglichen es zu bewerten, welche Auswirkungen eine nachhaltige Transformation im Wärmesektor mit sich bringt. Für die Bürger*innen und Entscheidungsträger*innen bedeutet dies, eine verlässliche Perspektive mit planbaren Kosten für unterschiedliche Entwicklungspfade in der Wärmewende zu bekommen.

6.1 Definition und Modellierung der Szenarien

Die Szenarien beschreiben unterschiedliche Entwicklungspfade der Lichtenauer Wärmeversorgung. Für jedes Szenario werden individuelle Annahmen verwendet. Um die Ausgangssituation der Energiestadt Lichtenau zu berücksichtigen und die Plausibilität der Szenarien zu gewährleisten, werden die

Szenarienannahmen in enger Abstimmung mit der Verwaltung der Stadt erstellt. Bei dieser Annahmenabstimmung werden in die Entscheidungsfindung die aktuellen Studienlage zu Klimaneutralitätsszenarien einbezogen. So stammen Annahmen zur Entwicklung der CO₂- und Energieträgerpreise aus [16]. Die untersuchten Szenarien bilden modellierte Zustände ab, um zu analysieren, wie sich bestimmte Annahmen auf die Entwicklung der Versorgungsstruktur auswirken. Die Szenarien zeigen unterschiedliche Entwicklungspfade auf, die sowohl lokale Gegebenheiten als auch nationale Klimaziele berücksichtigen. Die Berechnung erfolgt mit einem technisch-ökonomischen Modell, das detaillierte Gebäudedaten mit politischen Rahmenbedingungen kombiniert. Dieses Modell besteht aus drei miteinander verknüpften Bausteinen:

- **Sanierungsmodell:** Dieses Modell bewertet den Gebäudebestand nach seinem jeweiligen Sanierungspotenzial und leitet daraus konkrete Sanierungen für einzelne Gebäude ab.
- **Vollkostenmodell:** In diesem Modell werden die Levelized Cost of Heat (LCOH in €/KWh) berechnet. Die LCOH sind die durchschnittlichen Wärmekosten je KWh über die gesamte Lebensdauer je Gebäude. Bei dieser Kostenrechnung werden alle relevanten Kosten berücksichtigt: Investitionskosten, laufende Betriebskosten, CO₂-Kosten und Kosten für Sanierungsmaßnahmen. Zusätzlich fließen sogenannte Strafkosten ein. Dies sind mögliche Zusatzkosten, die entstehen können, wenn eine Heiztechnologie vorzeitig (vor Ende der Lebensdauer) ausgetauscht wird. Diese Kostenkomponenten werden aufsummiert und durch die bereitgestellte Wärmemenge über die gesamte Lebensdauer der Technologie geteilt. Die LCOH werden für alle Gebäude berechnet, abhängig vom Zeitpunkt der Investition und der gewählten Wärmeversorgungs-technik.
- **Optimierungsmodell:** Dieses Modell ermittelt für jedes Gebäude die kostengünstigste Technologie und den optimalen Zeitpunkt für eine Investition. Dadurch wird die Kostenbelastung für alle Bürger*innen minimiert.

Die zugrunde liegenden Rahmenbedingungen und Annahmen für die betrachteten Szenarien sind in Tabelle 6 dargestellt. Die Annahmen zeigen auf, dass alle Szenarien die gesetzlichen Anforderungen des WPG erfüllen. Damit bilden diese Szenarien den verbindlichen Rahmen für die kommunale Wärmewende.

Die Energiestadt Lichtenau hat sich bei der Parameterauswahl darauf festgelegt, in allen Szenarien ausschließlich die Entwicklung der Sanierungsrate zu variieren. Daher ist das Klimaschutzszenario maßgeblich für die Ausarbeitung der Maßnahmenplanung. In den nachfolgenden Abschnitten wird aufgezeigt, wie die zeitliche Entwicklung dadurch im Vergleich zu den anderen Szenarien beeinflusst wird.

Annahme	Agora	BDI	Klimaschutz
Sanierungsrate	Anstieg auf 1,75 % p.a. bis 2045 [14]	Anstieg auf 2,1 % p.a. bis 2045 [15]	Anstieg auf 1,85 % p.a. bis 2045 [AG]
CO₂-Preise	Steigerung auf 175 €/t bis zum Jahr 2040 danach konstant (CO ₂ -Preis-pfad niedrig nach [16])	Steigerung auf 175 €/t bis zum Jahr 2040 danach konstant (CO ₂ -Preis-pfad niedrig nach [16])	Steigerung auf 175 €/t bis zum Jahr 2040 danach konstant (CO ₂ -Preis-pfad niedrig nach [16])

Energieträgerpreise	Tabelle 9 siehe Anhang	Tabelle 9 siehe Anhang	Tabelle 9 siehe Anhang
Emissionsfaktoren	Tabelle 8 siehe Anhang	Tabelle 8 siehe Anhang	Tabelle 8 siehe Anhang
GEG-Ziele (z.B. Verbot fossiler Heizungen ab 2030)	Zielvorgaben sind festgelegt	Zielvorgaben sind festgelegt	Zielvorgaben sind festgelegt
Versorgungsmöglichkeit mit Wasserstoff	Ab 2035	Ab 2035	Ab 2035
CO₂-Ziele	65 % CO ₂ -Reduktion bis 2030; 88 % CO ₂ -Reduktion bis 2040 ggü. 1990	65 % CO ₂ -Reduktion bis 2030; 88 % CO ₂ -Reduktion bis 2040 ggü. 1990	65 % CO ₂ -Reduktion bis 2030; 88 % CO ₂ -Reduktion bis 2040 ggü. 1990

Tabelle 6: Annahmen der verschiedenen Szenarien

6.2 Entwicklung des energetischen Gebäudebestandes

Bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ist es wichtig, nicht nur die zukünftige Wärmeerzeugung zu berücksichtigen, sondern auch, wie sich der Wärmebedarf im Laufe der Zeit verändern könnte. Die energetische Sanierung von Gebäuden ist hierbei der zentrale Hebel: Durch verbesserte Dämmung und effizientere Bauteile sinkt der Energieverbrauch erheblich, was die Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme erleichtert.

In den für Lichtenau entwickelten Szenarien wird die Sanierung des Gebäudebestands simuliert. Hierbei wird ein Bottom-up-Ansatz verwendet, wobei die energetische Ausgangssituation jedes Gebäudes Berücksichtigung findet. Ziel des Sanierungsmodells ist es folglich, die zeitliche Entwicklung der energetischen Situation aller Gebäude abzuschätzen. Dafür nutzt das Modell zwei zentrale Parameter: Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Die Sanierungsrate beschreibt, wie viele Gebäude pro Jahr energetisch verbessert werden. Die Sanierungsrate wird dem Modell als Top-Down-Ansatz (politische Rahmenbedingungen) vorgegeben. Die Sanierungstiefe gibt an, in welchem Umfang die energetische Qualität eines Gebäudes gesteigert wird. Diese Größen beeinflussen direkt die erforderlichen Vorlauftemperaturen der Heizsysteme, die Effizienz von Wärmepumpen (ausgedrückt in der Jahresarbeitszahl, JAZ) sowie den verbleibenden Wärmebedarf. Je höher die Sanierungsrate und je größer die Sanierungstiefe, desto geringer ist der zukünftige Energiebedarf und desto einfacher wird die Integration erneuerbarer Wärmequellen.

Die aus der Sanierung resultierende Reduktion des Wärmebedarfs einzelner Gebäude unterscheidet sich aufgrund unterschiedlicher Nutzungstypen, Baualtersklassen und Sanierungsständen. Zur Quantifizierung dieser Unterschiede wird die theoretisch erreichbare Sanierungstiefe auf Gebäudeebene bestimmt. Die Zuweisung des Sanierungsjahres erfolgt anhand einer übergeordneten Sanierungsrate. Zur Priorisierung der Sanierungen wird ein Worst-First-Ansatz verfolgt. Beim Worst-First-Ansatz werden zuerst diejenigen Gebäude mit der höchsten möglichen Sanierungstiefe saniert. Dieser Ansatz soll somit sicherstellen, dass mit begrenzten Ressourcen eine möglichst große Wärmeeinsparung erzielt wird.

Für die entwickelten Szenarien werden unterschiedliche Sanierungsraten implementiert. In den Szenarien Agora und BDI wird ein Anstieg der Sanierungsraten bis zum Jahr 2045 aus den Klimaneutralitätsstudien abgeleitet [14], [15]. Dabei steigt die Sanierungsrate im BDI Szenario auf bis zu 2,1 % und im BDI Szenario auf bis zu 1,75 % an (Abbildung 26). Im Klimaschutzszenario wird ein Anstieg der Sanierungsrate auf bis zu 1,85 % pro Jahr angenommen, welche sich zwischen den Bundesszenarien befindet.

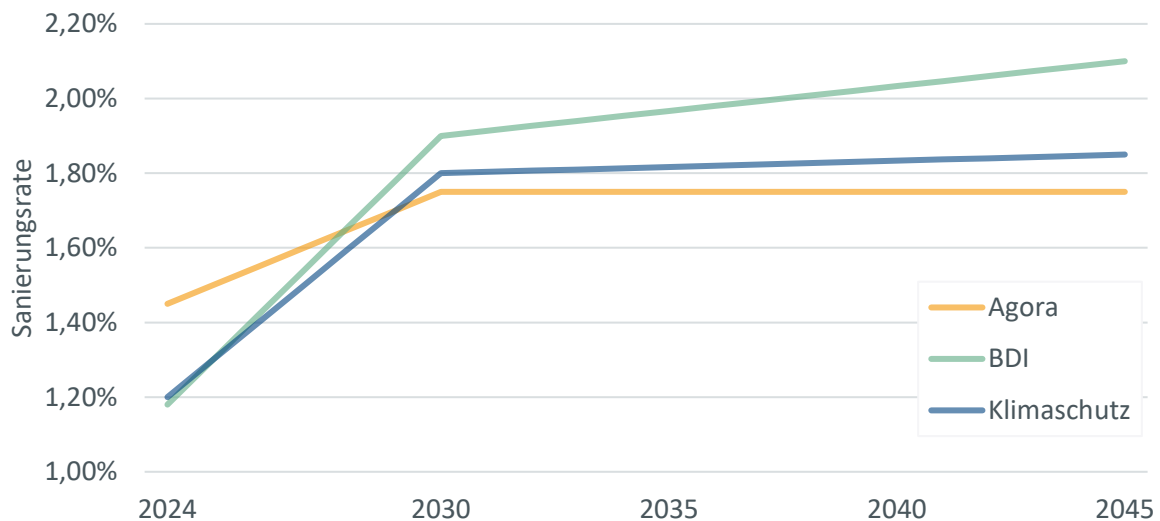


Abbildung 26: Entwicklung der Sanierungsraten

Um die zeitliche Entwicklung der Vorlauftemperaturen und JAZen zu ermitteln, werden Erkenntnisse der Studie „Wärmepumpensysteme in Bestandsgebäuden“ des UBA [17] verarbeitet. Wird ein Gebäude innerhalb der Szenarien saniert, wird angenommen, dass die Vorlauftemperatur absinkt. Durch die sinkende Vorlauftemperatur steigt die Wärmepumpeneffizienz und damit die JAZ. Daraus ergibt sich ein zeitlicher Verlauf für die mittlere JAZ der verschiedenen Gebäudetypen in der Energiestadt Lichtenau.

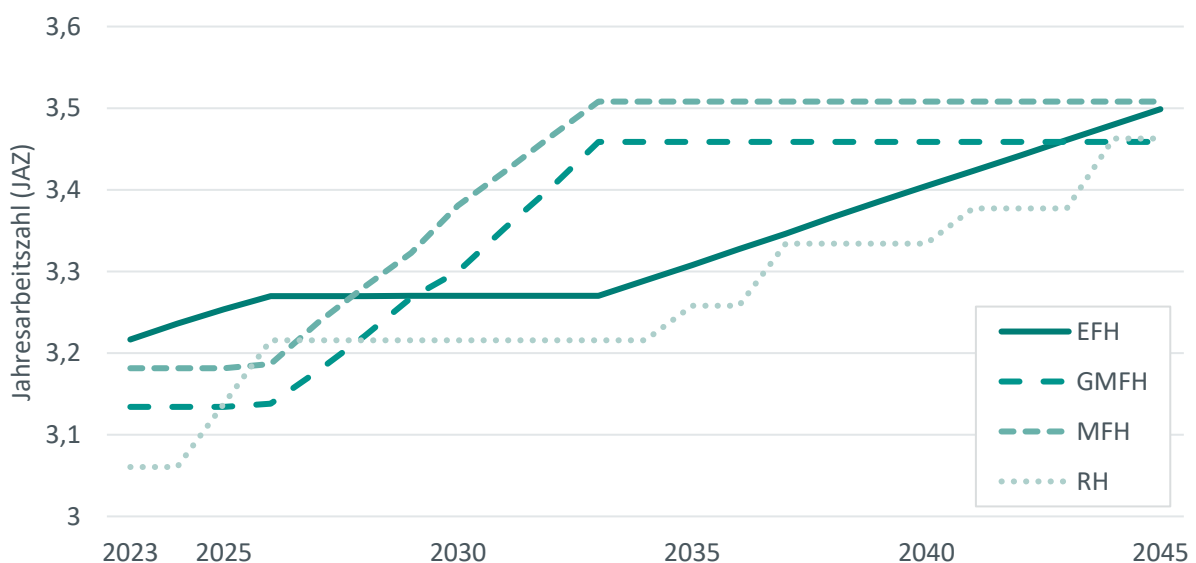


Abbildung 27: Entwicklung der JAZ im Klimaschutzszenario

Der zeitliche Verlauf der mittleren JAZ ist in Abbildung 27 dargestellt. Insgesamt zeigt die mittlere JAZ über alle Gebäudetypen hinweg einen ansteigenden Verlauf. Zwischenzeitlich treten jedoch Phasen auf, in denen der Wert konstant bleibt. Diese Plateau-Bereiche entstehen durch den Worst-First-Ansatz in der Sanierungslogik. Dabei werden Gebäude mit der höchsten Sanierungstiefe zuerst berücksichtigt. Da ähnliche Gebäude oft vergleichbare Sanierungstiefen aufweisen, ergibt sich dieser charakteristische Verlauf mit ansteigenden und konstanten Abschnitten.

Um die Sanierungstiefe zu bestimmen, werden Gebäude zunächst in „saniert“ und „unsaniert“ eingeteilt. Grundlage dafür sind sogenannte Referenzwärmebedarfe – typische Werte für den Energieverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche (in kWh/m²). Diese Werte stammen aus dem Technikkatalog zur Wärmeplanung [18] und sind nach Gebäudetyp (z. B. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Gewerbe, Industrie) und Baualtersklasse gegliedert. Liegt der tatsächliche Wärmebedarf eines Gebäudes deutlich über dem Referenzwert, gilt es als unsaniert; liegt er deutlich darunter, als saniert. Die mögliche Einsparung durch eine Sanierung (Sanierungstiefe) wird ebenfalls aus dem Technikkatalog abgeleitet [18]. Durch diese Modellierung entsteht ein detailliertes Bild zum Sanierungszustand aller Gebäude in Lichtenau. Gleichzeitig lassen sich energetische Standards für verschiedene Gebäudeklassen ableiten, um Sanierungsmaßnahmen gezielt zu priorisieren.

Die aus der Sanierung resultierende Reduktion des Wärmebedarfes ist für die einzelnen Szenarien in Abbildung 28 dargestellt. Je nach Szenario sinkt der gesamte Wärmebedarf in Lichtenau bis 2045 von heute rund 93 GWh pro Jahr auf 77,4 bis 74,2 GWh pro Jahr, was einer Reduktion um 17,5 bis 21 % entspricht. Die größte absolute Einsparung wird dabei im Haushaltssektor erwartet, da hier die meisten Gebäude und das größte Sanierungspotenzial liegen. Der zeitliche Verlauf sowie die tatsächliche Reduktion des Wärmebedarfs werden für die verschiedenen Szenarien in Abbildung 28 aufgezeigt.

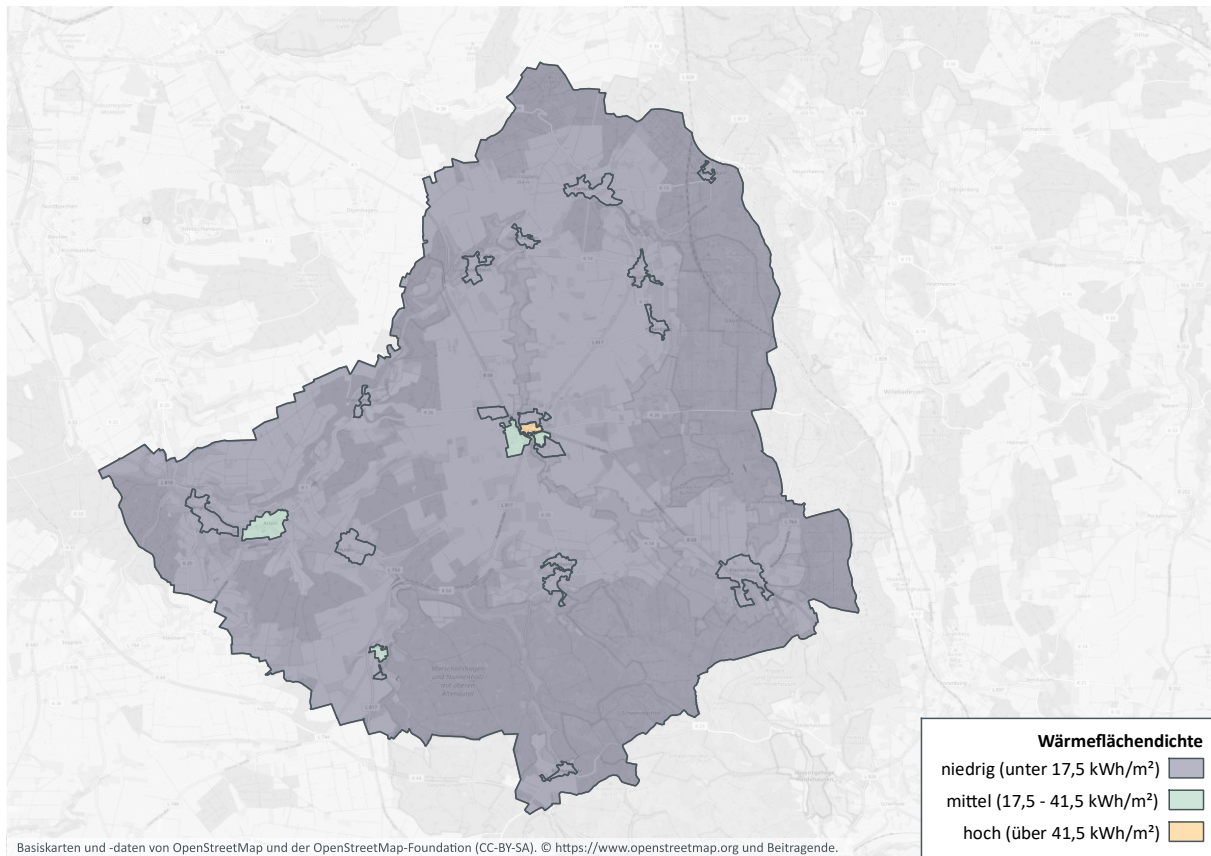


Abbildung 28: Wärmebedarfsentwicklung aufgeteilt nach Sektoren

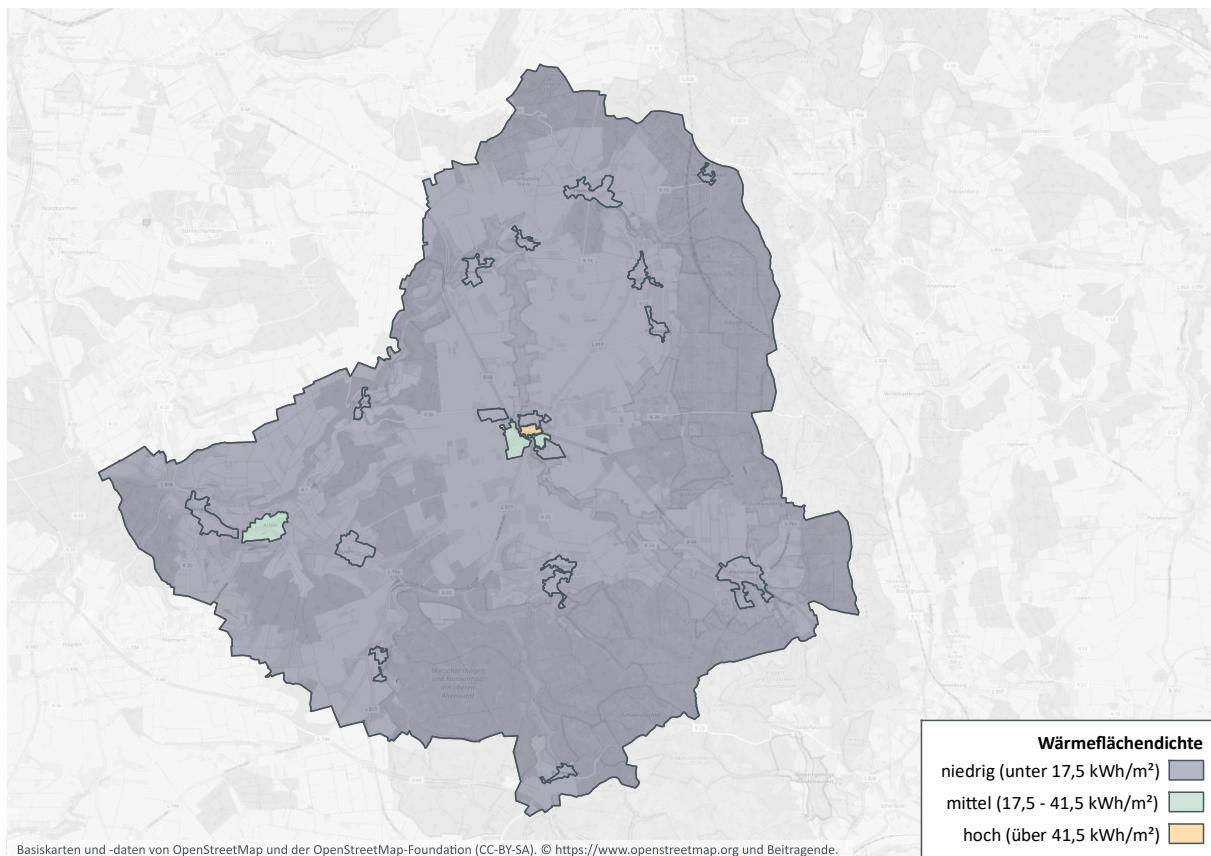
Durch den Bottom-Up-Ansatz in der Szenariensimulation können die erwarteten Energieeinsparungen durch Sanierungen nicht nur berechnet, sondern auch räumlich nachvollzogen werden. Die resultierende Wärmeflächendichte im Klimaschutzszenario (Abbildung 29) zeigt folgende Entwicklung: In der Kernstadt sinken die Bedarfswerte vom hohen Bereich langfristig in den mittleren Bereich. Diese Entwicklung zeigt, dass das Gebiet für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet sein könnte und weist somit eine Entscheidungsgrundlage für eine differenziertere Betrachtung auf.

In allen weiteren Gebieten sinkt die Wärmeflächendichte im zeitlichen Verlauf unterhalb des niedrigsten Schwellenwertes ab. Diese Entwicklung eröffnet die Möglichkeit für dezentrale Versorgungskonzepte, die eine flexible und bedarfsgerechte Energieversorgung sicherstellen. Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass eine räumliche Betrachtung der Wärmeflächendichten die Wärmewende effizienter macht und den Klimaschutz unterstützt.

2023



2030



2045

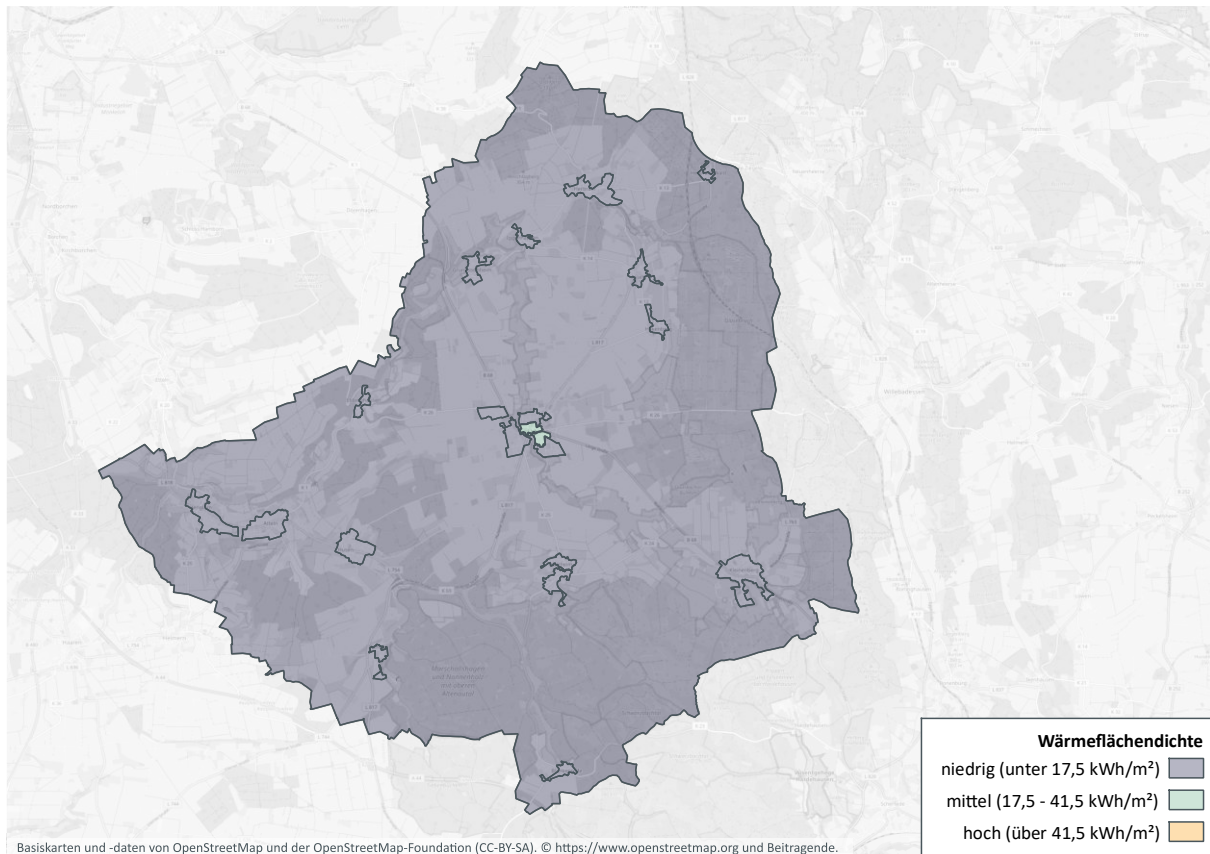


Abbildung 29: Entwicklung der Wärmeﬂächendichten

6.3 Entwicklung der Versorgungsstrukturen

Die Versorgung der aufgezeigten Strom- und Wärmebedarfe muss im Einklang mit den Klimaschutzziele der Bundesregierung durch nachhaltige und regenerative Energieträger sichergestellt werden. Konventionelle Energieträger müssen folglich schrittweise durch nachhaltige Alternativen ersetzt werden. Zu den nachhaltigen Versorgungsmöglichkeiten im Stromsektor zählen PV, Wind, Wasser, Biomasse und grüne Gase. Neben nachhaltigem Strom können zur Wärmeversorgung grüne Gase, Umwelt- und Abwärme, sowie Geo- und Solarthermie eingesetzt werden. Mit Ausnahme von Strom und grünen Gasen dienen die genannten Möglichkeiten der Wärmeversorgung hauptsächlich als ergänzende Technologien. Sie benötigen in der Regel eine weitere zentrale Haupttechnologie, um vollständig eingesetzt werden zu können. Um einschätzen zu können, wie viel erneuerbare Energie künftig in die Netze eingespeist wird, werden im Folgenden die für Lichtenau entwickelten Ausbauszenarien der EE-Anlagen vorgestellt. Danach folgen Prognosen zum Einsatz verschiedener Energieträger im Wärmesektor. Anschließend wird gezeigt, wie sich diese Energieträger in den Wärmenetzen voraussichtlich entwickeln.

Ausbau Photovoltaik

Abbildung 30 zeigt die installierte Leistung der PV-Anlagen im Verlauf der Jahre bis 2045. Der Ausbau der Leistung wird mit Annahmen aus den Klimaneutralitätsstudien von Agora [14] und BDI [15] abgeglichen. Die Annahmen der Studien werden anhand des Gebäudeverhältnisses von Lichtenau zu

Deutschland auf das Gebiet der Stadt projiziert. Das Gebäudeverhältnis wird verwendet, da davon ausgegangen wird, dass ein Großteil der entstehenden PV-Kapazitäten Aufdachanlagen sein werden. Die Verläufe der auf den Studien Agora [14] und BDI [15] basierenden Szenarien zeigen auf, dass die aktuell installierte Leistung schon deutlich oberhalb dieser Szenarien liegt. Abhängig von den projizierten Szenarien wird angenommen, dass im Jahr 2045 ca. 116 bis 222 MW an PV-Leistung zur Verfügung stehen werden.

Um den zeitlichen Verlauf der Energieeinspeisung analysieren zu können und saisonale Effekte zu berücksichtigen, werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Standard-Einspeiseprofile für PV-Anlagen verwendet. Aus den Einspeiseprofilen ergibt sich eine Volllaststundenzahl von ca. 1.000 Stunden pro Jahr. Daraus folgt, dass in etwa 116 bis 222 GWh an elektrischer Energie aus PV-Anlagen im Jahr 2045 nach Stand der Bundesszenarien genutzt werden kann. Dabei beträgt das gesamte Aufdach-PV-Erzeugungspotenzial für Lichtenau 114 GWh/a (Abschnitt 5.7). Das bedeutet, dass gemäß den Szenarien etwa 52 bis 100 % des theoretischen Aufdach-Potenzials im Jahr 2045 genutzt wird. Wie viel Energie Freiflächen-PV-Anlagen bis 2045 tatsächlich liefern können, muss durch eine gezielte Maßnahmen- und Potenzialplanung genauer bestimmt werden.

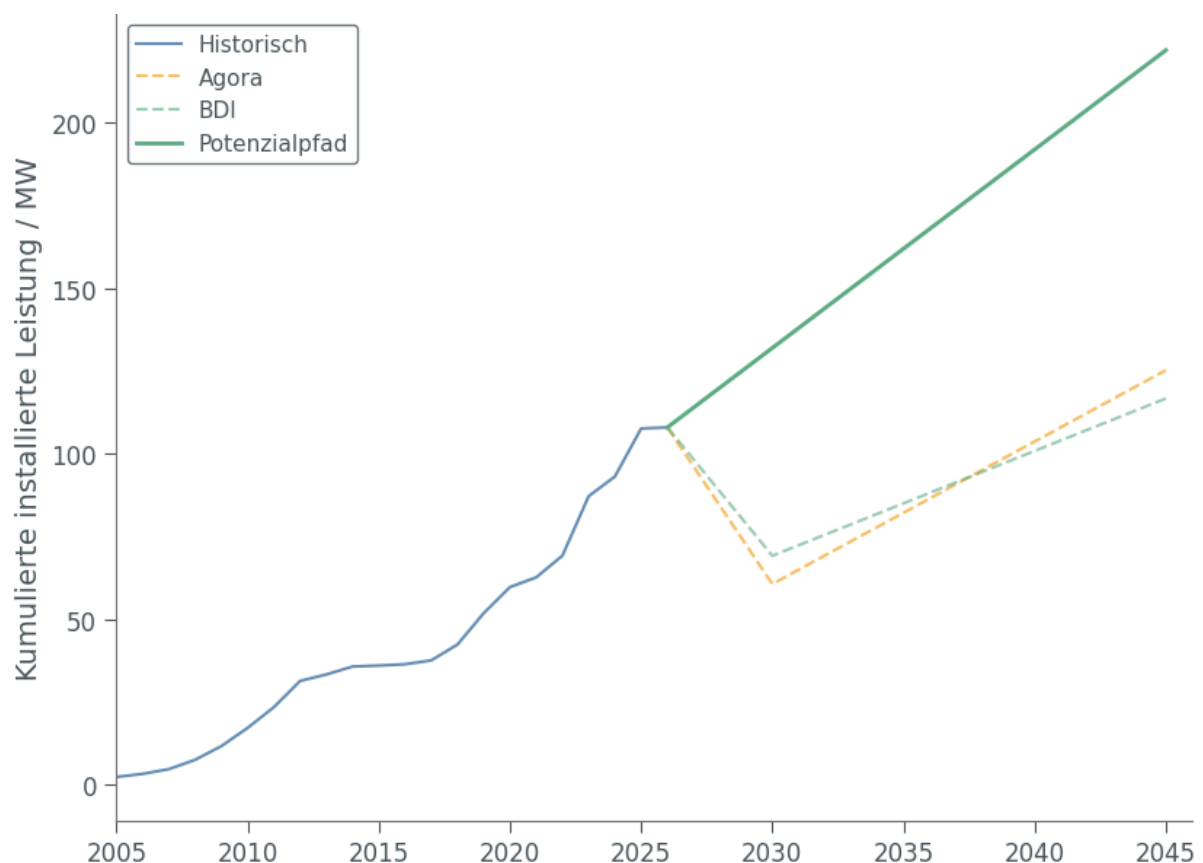


Abbildung 30: Entwicklung der installierten Leistung von Photovoltaikanlagen bis 2045

Ausbau Windkraft

Lichtenau verfügt über eine günstige Ausgangslage im Bereich der Windenergienutzung und hat bereits einen hohen Ausbaugrad der Windenergie erreicht. In Abbildung 31 wird der prognostizierte Verlauf der installierten Leistung der Windenergieanlagen bis zum Jahr 2045 dargestellt. Der

Leistungsausbau im Windsektor wird ebenfalls durch ein Potenzialpfad-Szenario ergänzt, da bereits die aktuell installierte Leistung den prognostizierten Ausbau der Klimaneutralitätsstudien übersteigt. Die prognostizierte Wachstumsrate des Potenzialpfad-Szenario wird aus dem Potenzial für Zubau, in Planung und dem Repowering Potenzial berechnet. Die Verläufe der auf den Studien Agora [14] und BDI [15] basierenden Szenarien zeigen auf, dass die aktuell installierte Leistung schon deutlich oberhalb dieser Szenarien liegt. Das liegt daran, dass die Energiestadt Lichtenau sich in einer außergewöhnlich guten geographischen Lage für Windkraftanlagen befindet. Daher wird im Potenzialpfad-Szenario angenommen, dass ab dem Jahr 2030 ca. 456 MW Windleistung zur Verfügung steht. Bis zum Jahr 2045 steigt die installierte Leistung auf 513 MW an. Um den zeitlichen Verlauf der Energieeinspeisung analysieren zu können und saisonale Effekte zu berücksichtigen, werden im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung Einspeiseprofile für Windenergieanlagen verwendet. Aus den Einspeiseprofilen ergibt sich eine Volllaststundenzahl von 2000 Stunden pro Jahr. Daraus folgt, dass nach dem Potenzialpfad-Szenario etwa 1026 GWh an elektrischer Energie im Jahr 2045 in das Stromnetz der Energiestadt Lichtenau durch Windkraftanlagen eingespeist wird. Bei diesem Ausbau wird im Potenzialpfad-Szenario des Gesamtzeitraums somit 100 % des berechneten Potenzials genutzt. (vgl. Abschnitt 5.8).

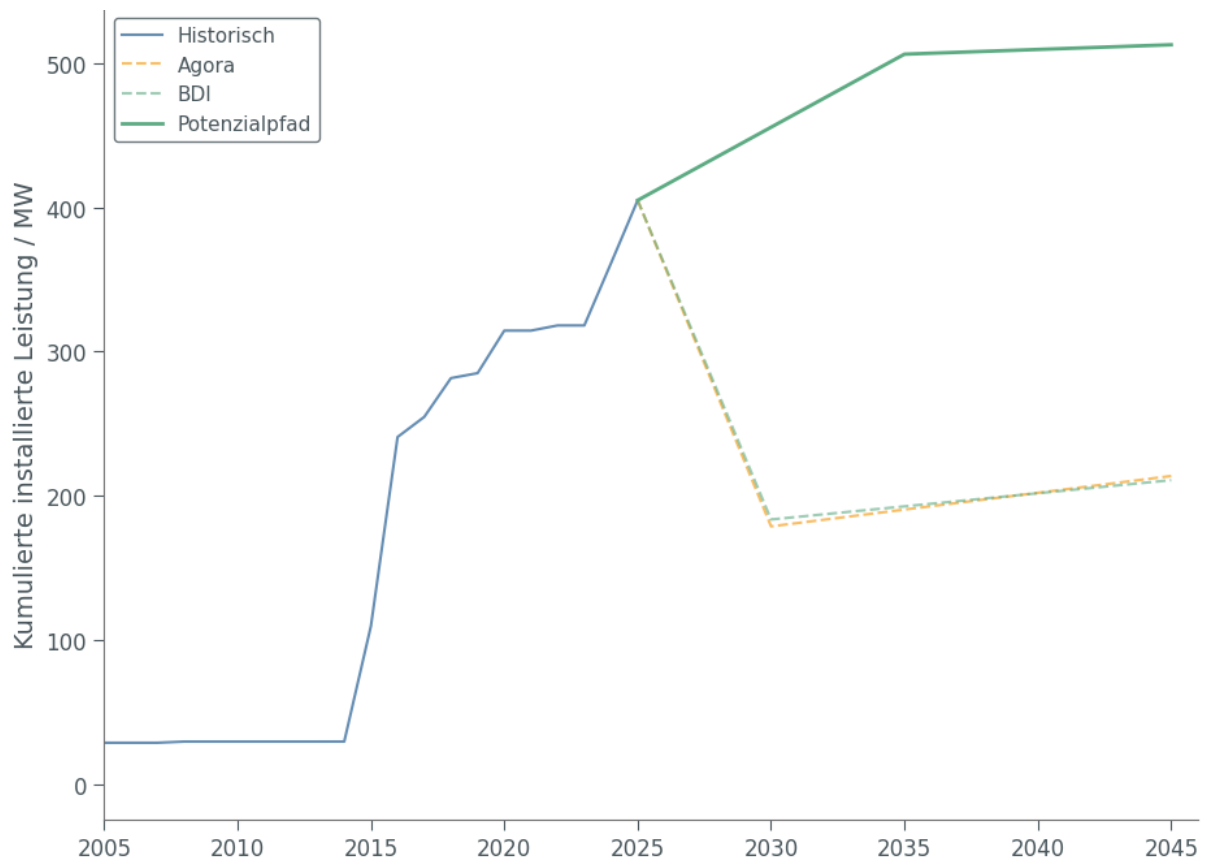


Abbildung 31: Entwicklung der installierten Leistung der Windkraftanlagen

Ausbau Biomasse

Neben PV- und Windleistung sind im Bestand 6.695 kW aus Biomasse installiert. Es wird im Rahmen der Wärmeplanung der Energiestadt Lichtenau angenommen, dass die Leistung aus Biomasse zur Stromerzeugung bis zum Jahr 2045 konstant bleibt. Hingegen ergeben sich weiterhin Potenziale aus fester Biomasse zur Bereitstellung von Wärme (z.B. durch Pelletkessel). In Abbildung 32 wird

aufgezeigt, wie sich die verschiedenen Energieträger zur Bereitstellung von Wärme in dem Klimaschutzszenario entwickelt. Es wird deutlich, dass bis zum Jahr 2030 eine mäßige und bis 2045 eine weitgehende Elektrifizierung des Wärmesektors erfolgt. Hauptsächlich kommt Strom für Wärmepumpen zum Einsatz. Für die Sektoren GHD und Industrie wird neben der Direktelektrifizierung auch Wasserstoff zur Wärmebereitstellung eingesetzt. Damit verbunden ist eine kontinuierliche Abnahme der fossilen Energieträger zu beobachten.

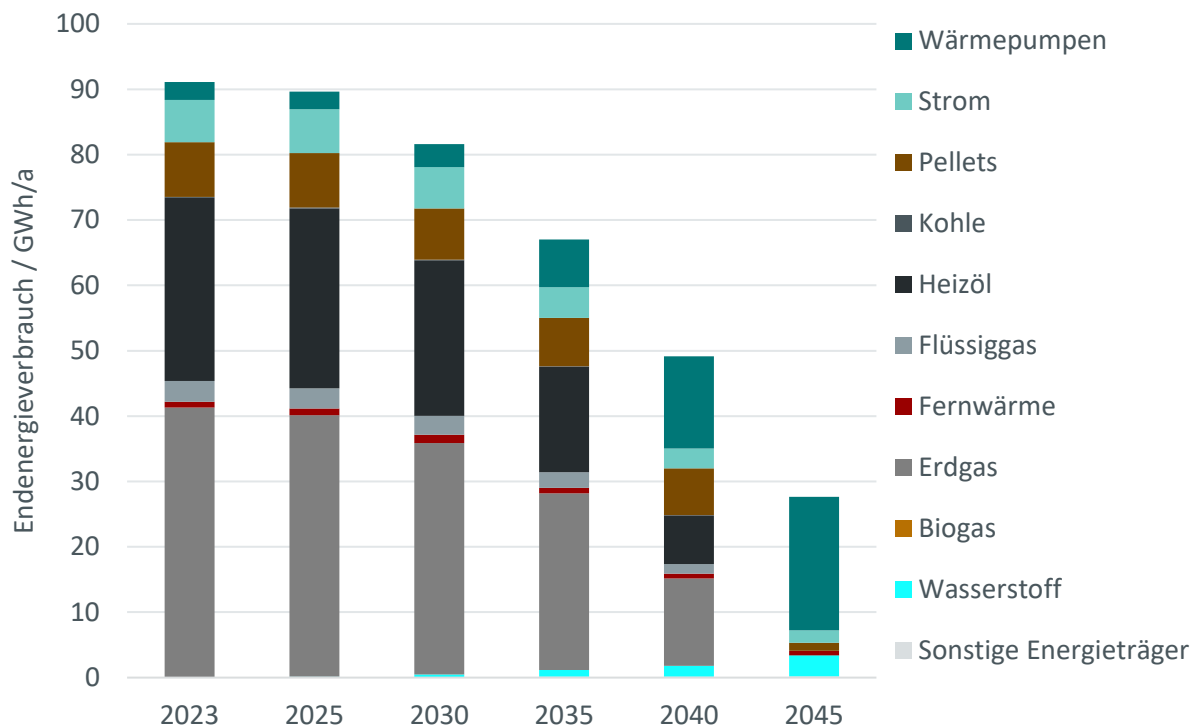


Abbildung 32: Entwicklung des Endenergieverbrauches für das Klimaschutzszenario

6.4 Entwicklung der Heizungstechnologien

Um die Transformation zur Klimaneutralität zu erreichen ist es notwendig alle fossilen Heizungstechnologien innerhalb der Energiestadt Lichtenau schrittweise mit erneuerbaren Energietechnologien zu ersetzen. Die Entwicklung der Heizungstechnologien für das Klimaschutzszenario ist in Abbildung 33 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass 70% der gesamte Energiestadt im Bestand mit Gas- und Ölheizungen versorgt wird. Die Entwicklung zeigt auf, dass ab dem Jahr 2030 eine starke Beschleunigung in der Austauschgeschwindigkeit der Heizungssysteme erfolgt. So zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Gebäude, die bis zum Jahr 2045 mit einer Wärmepumpe versorgt werden.

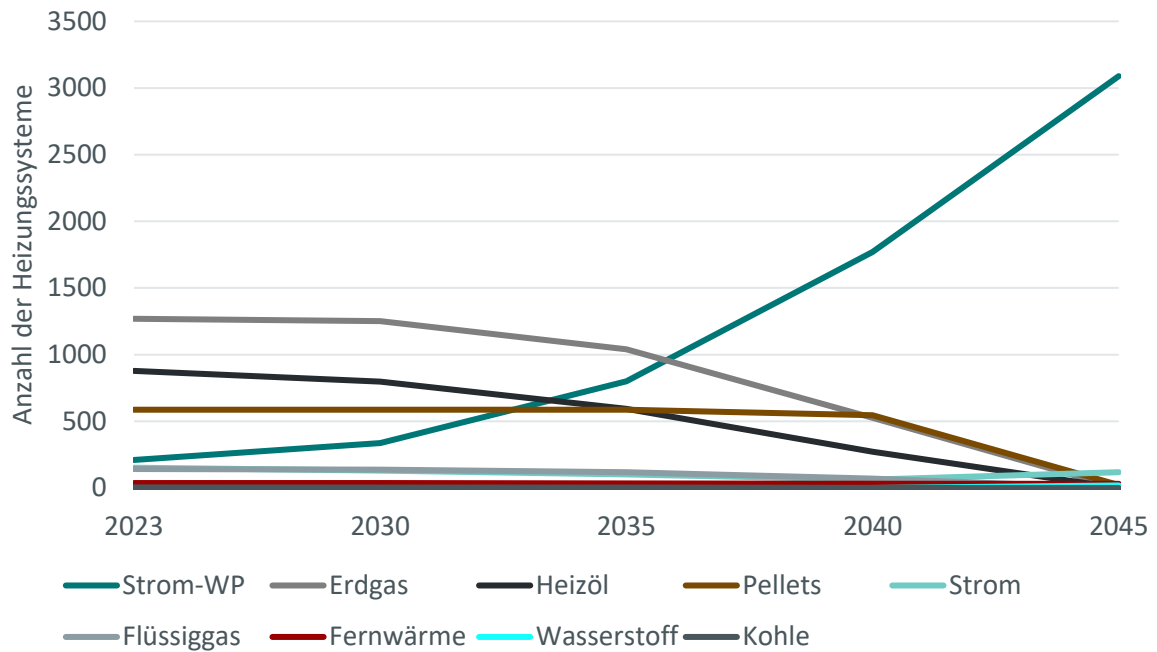


Abbildung 33: Entwicklung der Heizungstechnologien

Die kartografische Auswertung der Technologieentwicklung kann weitergehend als Indikator zur Ausweisung von Wärmeversorgungsgebieten verwendet werden. Für das Klimaschutzszenario wird diese Entwicklung in Abbildung 34, Abbildung 35, Abbildung 36 dargestellt. Insgesamt setzt sich in den meisten Teilen Lichtenaus eine Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen als häufigste Wärmeversorgungs-technologie durch. Das Wärmenetz im Nordwesten bleibt bis zum Jahr 2045 bestehen und wird nicht ausgebaut. Durch den Technologiewechsel nahezu aller anderen Gebäude auf eine Wärmepumpe ist auch in diesem Gebiet die häufigste Wärmeversorgungs-technologie eine Wärmepumpe.

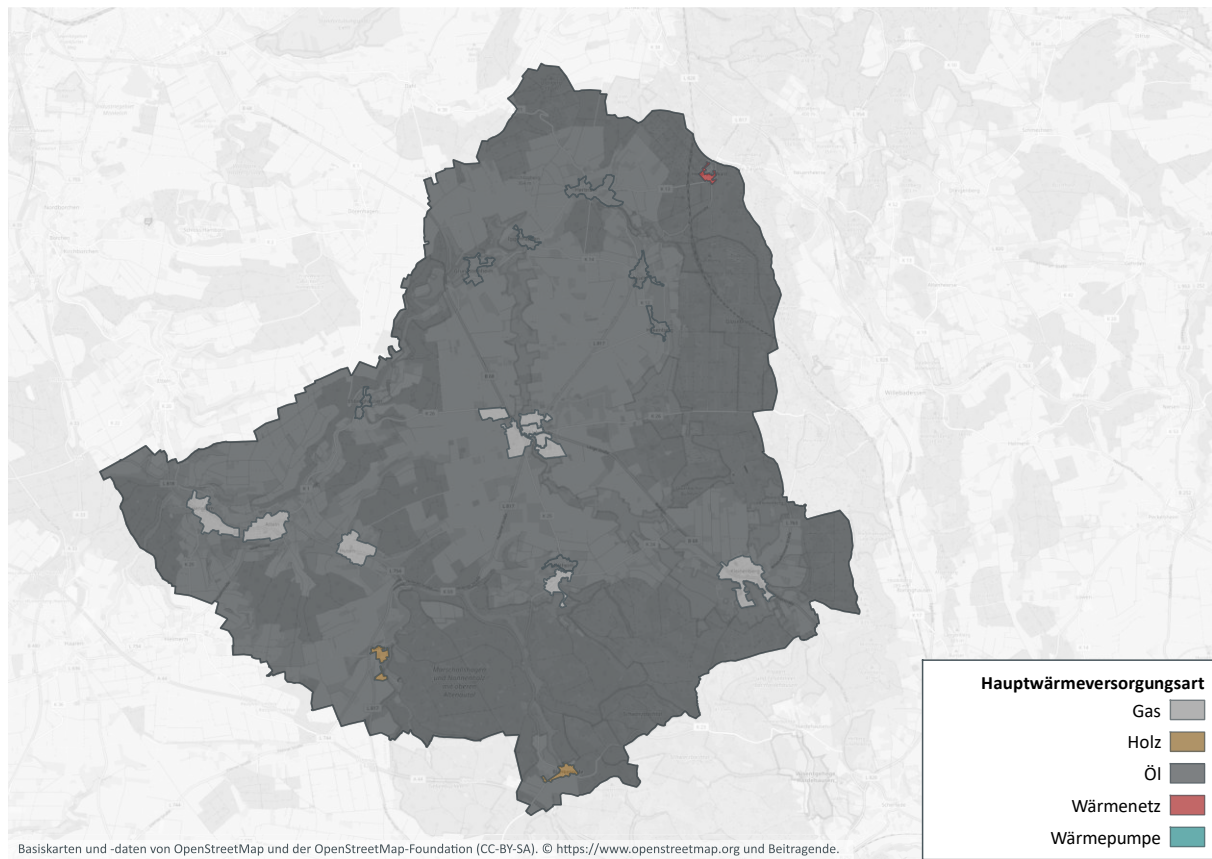


Abbildung 34: Technologieentwicklung 2030

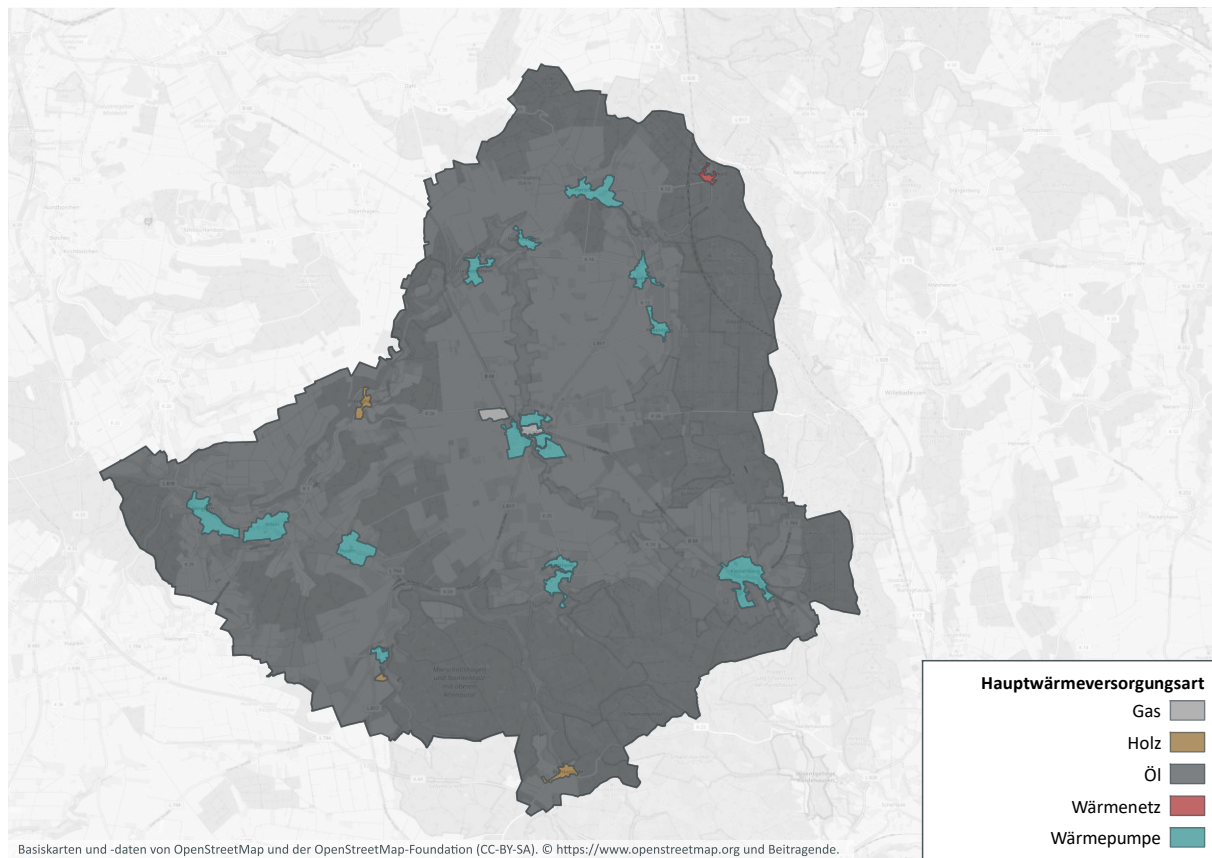


Abbildung 35: Technologieentwicklung 2040

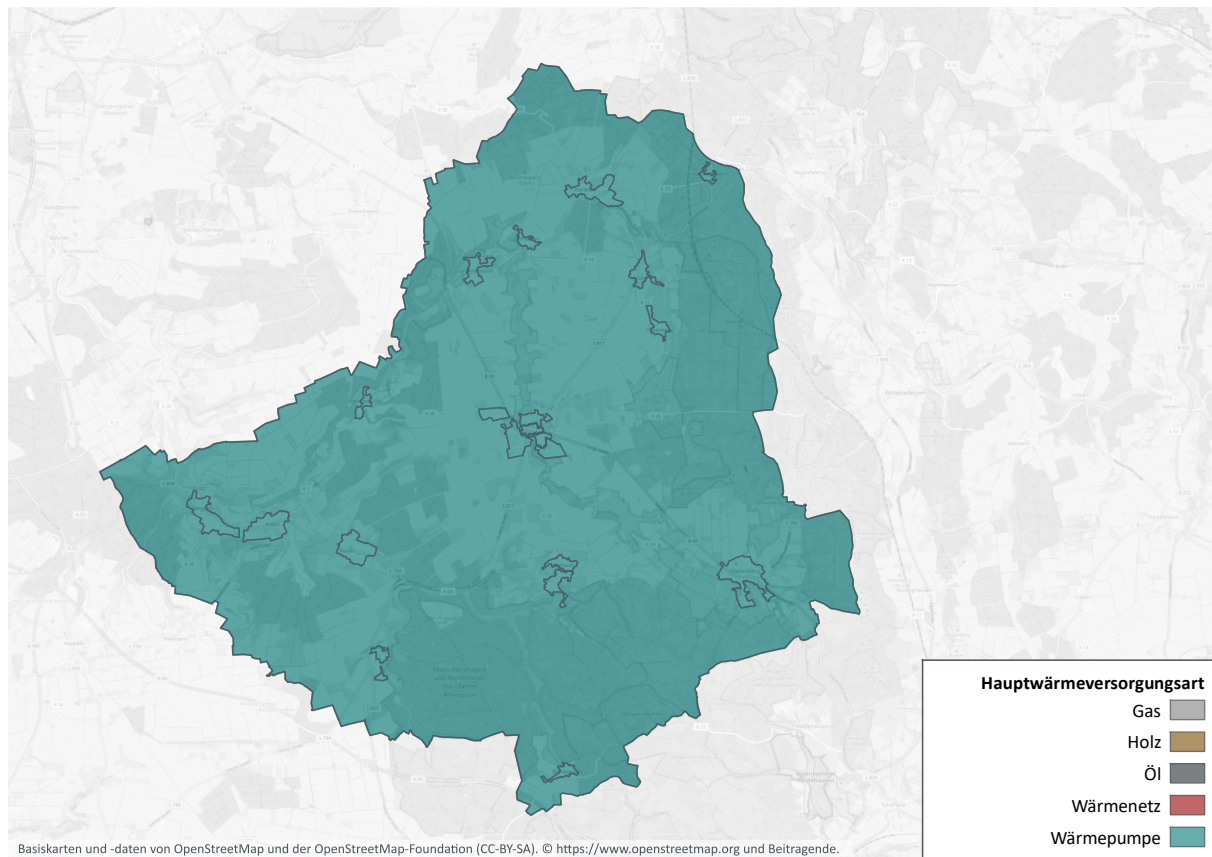


Abbildung 36: Technologieentwicklung 2045

6.5 Entwicklung der Energieträger in Wärmenetzen

Die angenommene Energieträgerverteilung in den Wärmenetzen ist für die verschiedenen Szenarien und für die nach WPG geforderten Stützjahre in Abbildung 37 illustriert. Für den prognostizierten Zubau von Wärmenetzen wird die nachhaltige Energieträgerverteilung des Jahres 2045 aus den Erkenntnissen der Studie Perspektive der Fernwärme der Prognos AG [19] angenommen. Dieser Energieträgermix wird im Top-Down-Verfahren auf potenziell durch Wärmenetz versorgte Gebäude verteilt.

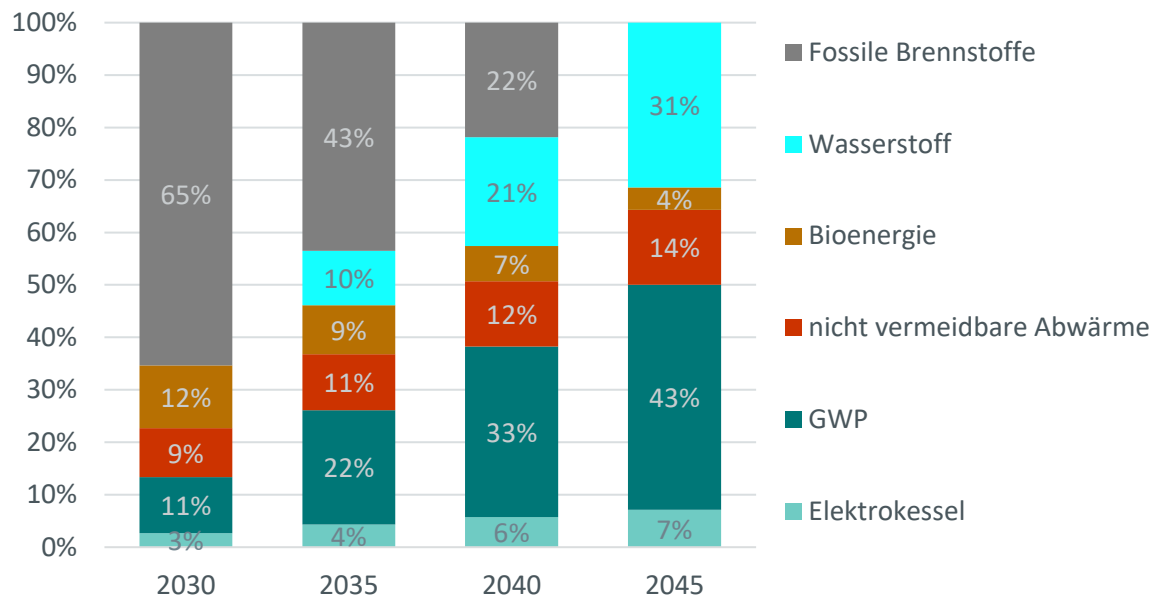


Abbildung 37: Energieträgerverteilung Wärmenetze Prozentual [19]

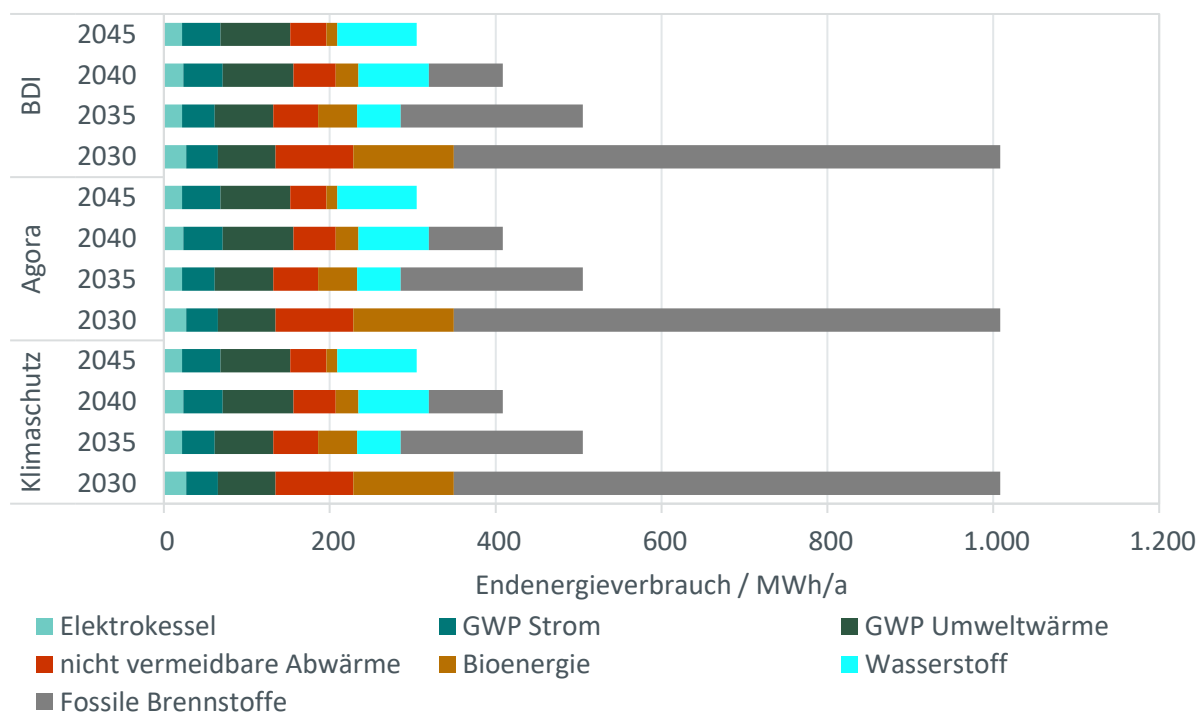


Abbildung 38: Prognostizierte Energieträgerverteilung in Wärmenetzen

Im Jahr 2030 wird die Wärmebereitstellung überwiegend noch über Fossile Brennstoffe erfolgen. Bis zum Jahr 2045 steigt die Wärmebereitstellung durch Strom in Form von Großwärmepumpen (GWP) und Elektrokesseln. Außerdem wird davon ausgegangen, dass Biomasse und Elektrokessel zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt werden. Der Anteil Wasserstoff gewinnt im gleichen Zeitraum an Bedeutung und steigt auf bis zu 31 % an. Solarthermie kommt als Sekundärtechnologie abhängig von der Verfügbarkeit zum Einsatz. Umweltwärme über Großwärmepumpen kann aus verschiedenen Quellen bereitgestellt werden. Aus den prognostizierten Energiemengen für Wärmenetze aus Abbildung 32 können mithilfe der prozentualen Verteilung aus Abbildung 37 die absoluten Energiemengen bestimmt

werden, die in der Wärmezentrale benötigt werden, um den Wärmebedarf in Wärmenetzen zu decken. Dazu werden die prognostizierten Energiemengen der Wärmeübergabestationen $Q_{WÜ}(t)$ durch den Netzwirkungsgrad $\eta_{\text{Verteilnetz}}$ geteilt, um die benötigte Endenergie zur Wärmebereitstellung $Q_{WN}(t)$ zu ermitteln. Diese Berechnung wird anhand von Gl. (5) durchgeführt. Die benötigte Endenergie zur Wärmebereitstellung wird abschließend mit der prozentualen Verteilung aus Abbildung 37 multipliziert um die absoluten Energiemengen in Abbildung 38 zu erhalten.

$$Q_{WN}(t) = \sum_{i=1}^n Q_{WÜ}(t) / \eta_{\text{Verteilnetz}} \quad (5)$$

$Q_{WN}(t)$	Wärmemenge die in der Wärmezentrale erzeugt werden muss [kWh]
$Q_{WÜ}(t)$	Endenergieverbrauch Wärmeübergabestationen im Jahr t [kWh]
$\eta_{\text{Verteilnetz}}$	Netzverluste des Verteilnetzes [-]

6.6 Energie- & THG-Bilanzierung

Das Ziel der Energie- und THG-Bilanzierung ist es, eine umfassende Bewertung der Energieverbräuche und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen (THG) in der Energiestadt Lichtenau durchzuführen. Die Bilanzierung ermöglicht es, den Energieverbrauch und die THG-Emissionen transparent zu erfassen sowie zu analysieren. Außerdem bildet die Bilanzierung eine fundierte Grundlage für die Planung, Umsetzung und Überwachung von Maßnahmen zur Emissionsreduzierung.

Aufbauend auf den eingesetzten Energiemengen im Wärmesektor, sind in Abbildung 39 bis Abbildung 41 die Endenergieverbräuche der eingesetzten Energieträger je Sektor für die verschiedenen Szenarien und die Jahre 2030 bis 2045 in fünfjährigen Intervallen dargestellt. Es zeigt sich, dass insbesondere Pellets, Heizöl und Gas den Energieträgermix im Jahr 2030 dominieren werden. Bis zum Jahr 2045 müssen zur Erreichung der Klimaschutzziele die fossilen Energieträger jedoch vollständig substituiert werden. Im Jahr 2045 wird Strom insbesondere in den Sektoren Haushalte, GHD und kommunale Liegenschaften sowie Wasserstoff für Prozesswärmeanwendungen in der Industrie eingesetzt. Diese Energieträger werden den Großteil der benötigten Energie für die Wärmeversorgung der Stadt einnehmen.

Die bilanzierten Energiemengen werden im Folgenden verwendet, um die zukünftigen THG-Emissionen abschätzen zu können. Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgt anhand von spezifischen CO₂-Äquivalenten (siehe Anhang). Das CO₂-Äquivalent ist eine Maßeinheit, um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase auf Basis ihres Beitrags zur globalen Erwärmung in Tonnen CO₂ vergleichbar zu machen. In Verbindung mit den prognostizierten Energiemengen werden in Abbildung 42 bis Abbildung 44 die resultierenden CO₂-Äquivalente für die jeweiligen Szenarien wiedergegeben. Während für das Jahr 2030 Treibhausgasemissionen von etwa 18.103 CO₂-Äquivalent prognostiziert werden, geht die Abschätzung für das Jahr 2045 von einer Reduktion um etwa 97 % auf etwa 660 Tonnen CO₂-Äquivalent aus. Die Reduktion der Treibhausgasemissionen ist neben der Substitution fossiler Energieträger

durch eine zunehmende Elektrifizierung maßgeblich auf die sinkenden Emissionsfaktoren zurückzuführen, die infolge des wachsenden Anteils erneuerbarer Energien im Stromsektor erzielt werden. Hervorzuheben ist, dass bei Energieträgern mit konstanten Emissionsfaktoren wie z.B. Erdgas oder Heizöl eine Reduzierung der THG-Emissionen nur durch die Verminderung der Energieverbräuche erreicht werden kann. Zur Erreichung der Ziele des KSG ist es daher notwendig, solche Energieträger durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen. Die Energieträger Erdgas, Heizöl und Strom sind die größten Emittenten von THG im Jahr 2030. Biomasse, Kohle und weitere Energieträger fallen in dieser Betrachtung aufgrund der im Jahr 2030 vergleichsweise geringeren prognostizierten Verbrauchsmengen weniger stark ins Gewicht. Im Jahr 2045 prognostizieren alle betrachteten Szenarien nahezu keine THG-Ausstöße fossiler Energieträger.

Die Ergebnisse zeigen, dass in Lichtenau auch bei nahezu vollständigem Ersatz fossiler Energieträger bis 2045 in allen Szenarien noch Restemissionen bei der Wärmeversorgung entstehen. Erforderliche Maßnahmen für das Erreichen der Netto-Null-Emissionen wären etwa eine noch intensivere Sanierung, eine vollständig THG-Neutrale Transformation der Energieträger oder der Aufbau von CCS-Einrichtungen¹. Es wird deutlich, dass die Voraussetzungen für die Einhaltung der Ziele im Jahr 2045 der grundlegende Wechsel der Wärmeversorgungsstruktur und die Nutzung bisher nicht beanspruchter Potenziale in der Wärmeversorgung der Energiestadt Lichtenau sind. Auch geht aus dem Kapitel 5 hervor, dass ein großer Teil der Wärme in Zukunft durch den Energieträger Strom abgedeckt werden muss, wobei der Ausbau erneuerbarer Energien maßgeblich für eine Senkung des spezifischen CO₂-Ausstoßes für den Energieträger Strom ist. Wasserstoff erhält in allen Klimaneutralitätsszenarien eine entscheidende Rolle für Prozesswärmeanwendungen und den Einsatz in Wärmenetzen.

¹ Carbon Capture and Storage (CCS) bezeichnet ein Prozess, bei dem CO₂ entweder aus der Atmosphäre oder an biogenen Punktquellen oder Punktquellen fossiler CO₂-Emissionen industrieller oder energiebezogener Art abgeschieden, aufbereitet, komprimiert und zu einer Speicherstätte transportiert und im geologischen Untergrund dauerhaft von der Atmosphäre isoliert wird.[[Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz](#), Glossareintrag zu *Carbon Capture and Storage (CCS)*, Dezember 2022, abgerufen am 10.01.2025]

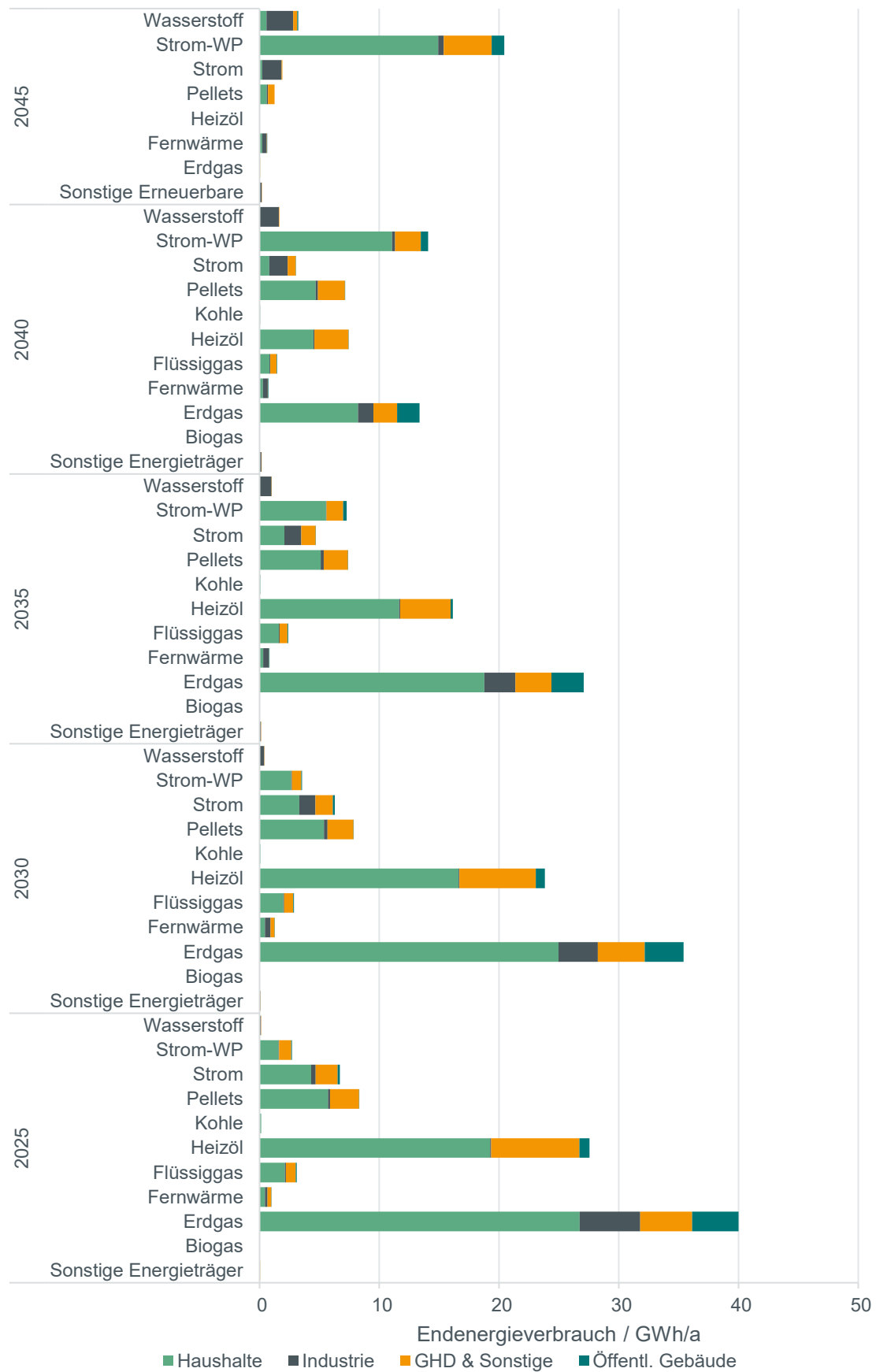


Abbildung 39: Energiebilanzierung Fortschreibung Klimaschuttszenario

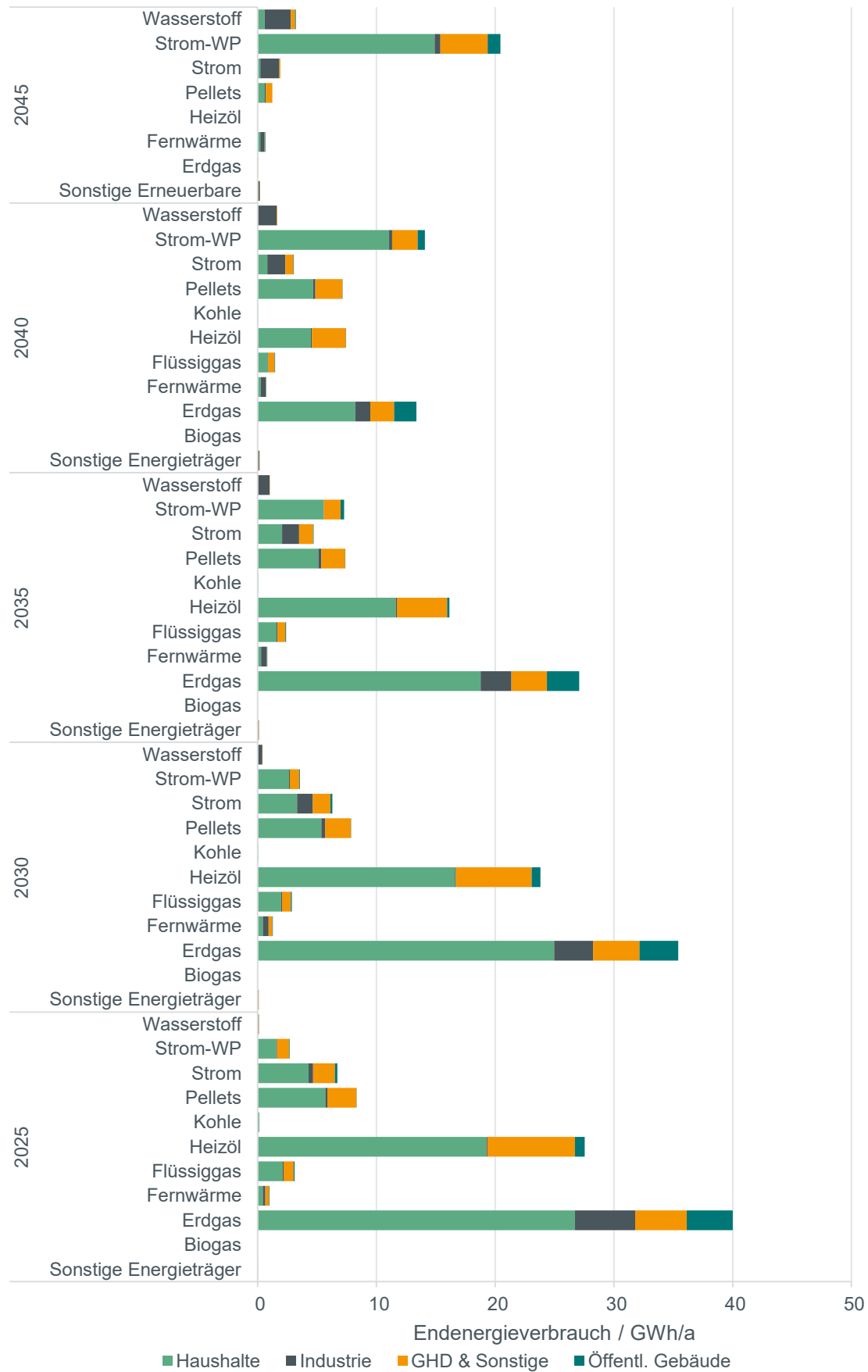


Abbildung 40: Energiebilanzierung Fortschreibung BDI

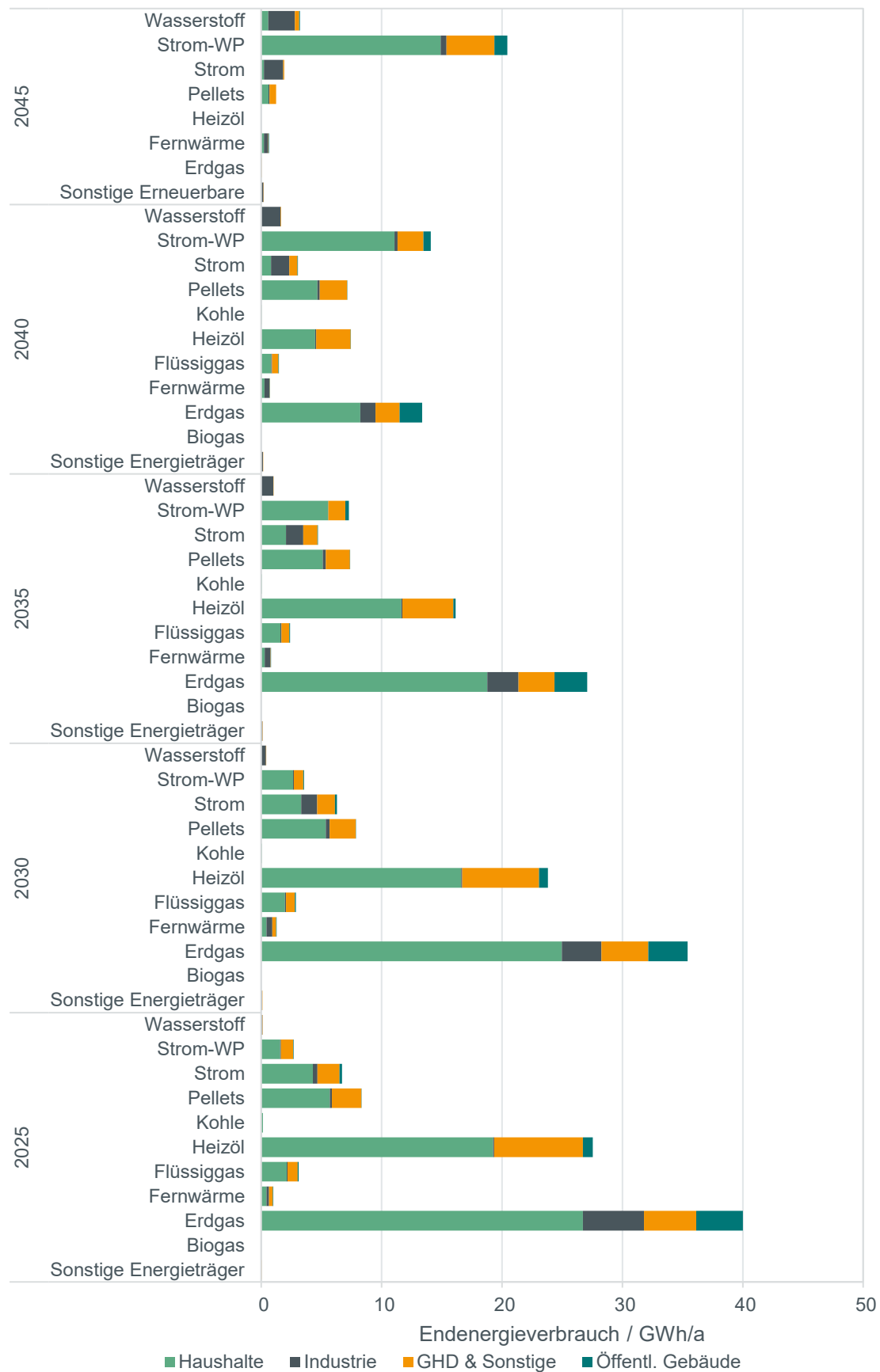


Abbildung 41: Energiebilanzierung Fortschreibung Agora

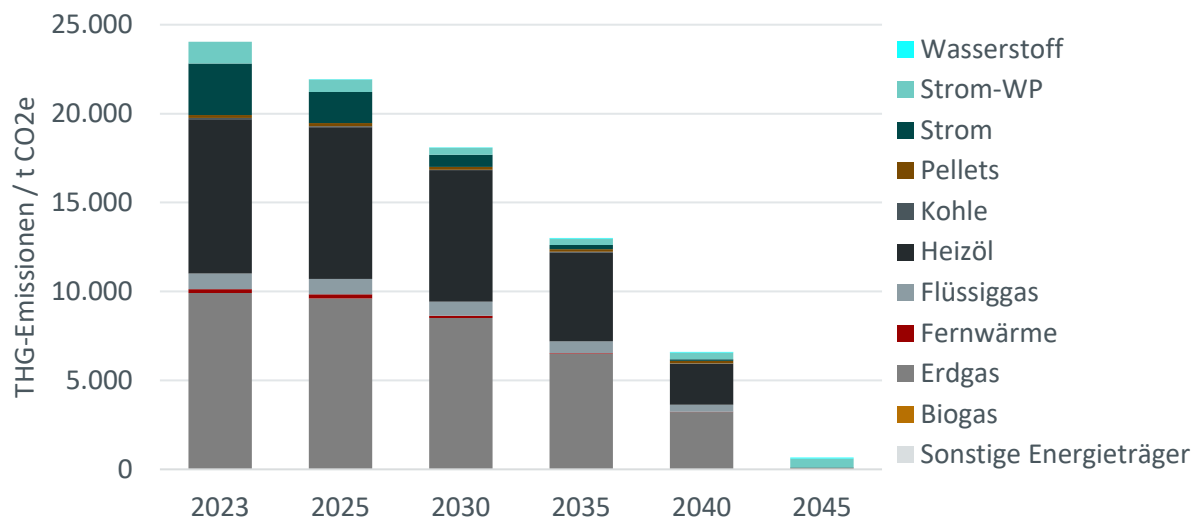


Abbildung 42: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario Klimaschutz

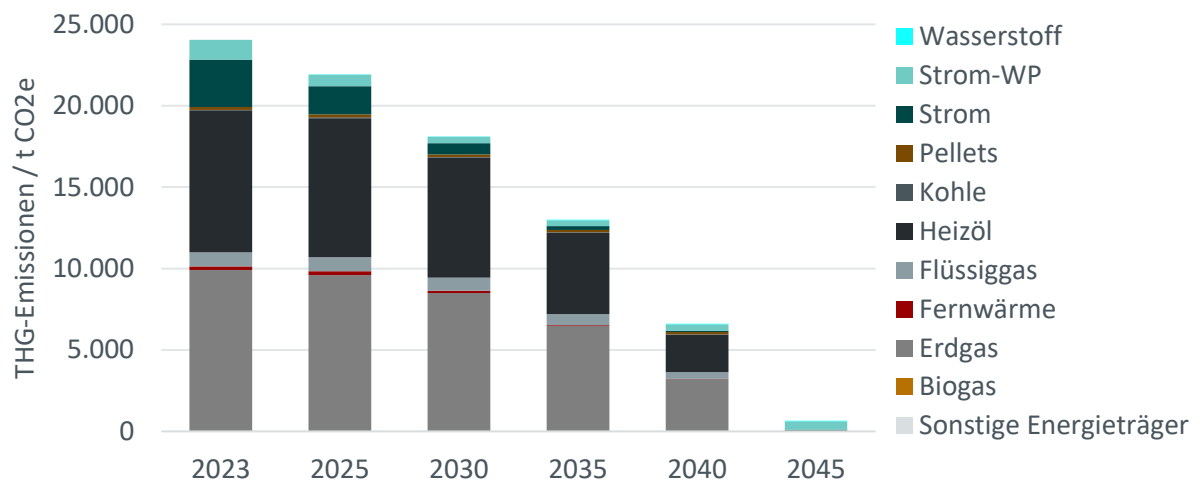


Abbildung 43: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario BDI

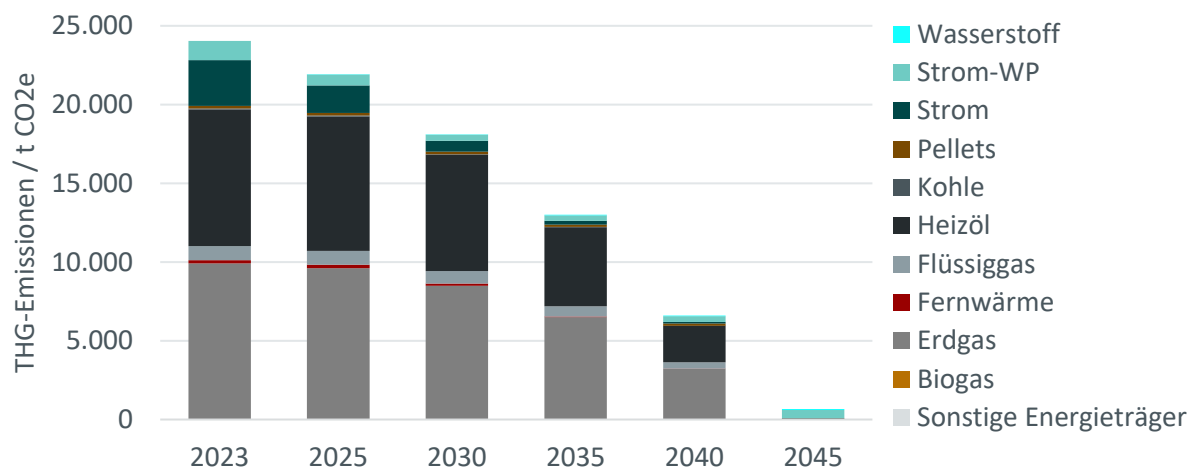


Abbildung 44: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario Agora

6.7 Kostenschätzungen des Transformationsprozesses

Im Zuge der Transformation spielt die wirtschaftliche Belastung eine entscheidende Rolle für die Umsetzbarkeit der Wärmewende. Das Szenarienmodell wählt durch eine wirtschaftliche Optimierung Versorgungstechnologien auf Einzelgebäudeebene. Diese Versorgungstechnologien werden durch die Optimierung für jedes Gebäude so gewählt, dass sie die individuell geringste wirtschaftliche Belastung unter den gewählten Annahmen und Rahmenbedingungen verursachen. Grundlage zur Ermittlung der Kosten sind aktuelle Rahmenbedingungen und Annahmen, wie die Entwicklung der Energieträgerpreise, die Entwicklung der Sanierungsraten, die Entwicklung der CO₂-Bepreisung, sowie regulatorische Eingriffe, die bestimmte Heizungstechnologien ausschließen (z.B. GEG, Emissionsziele etc.) (Tabelle 6).

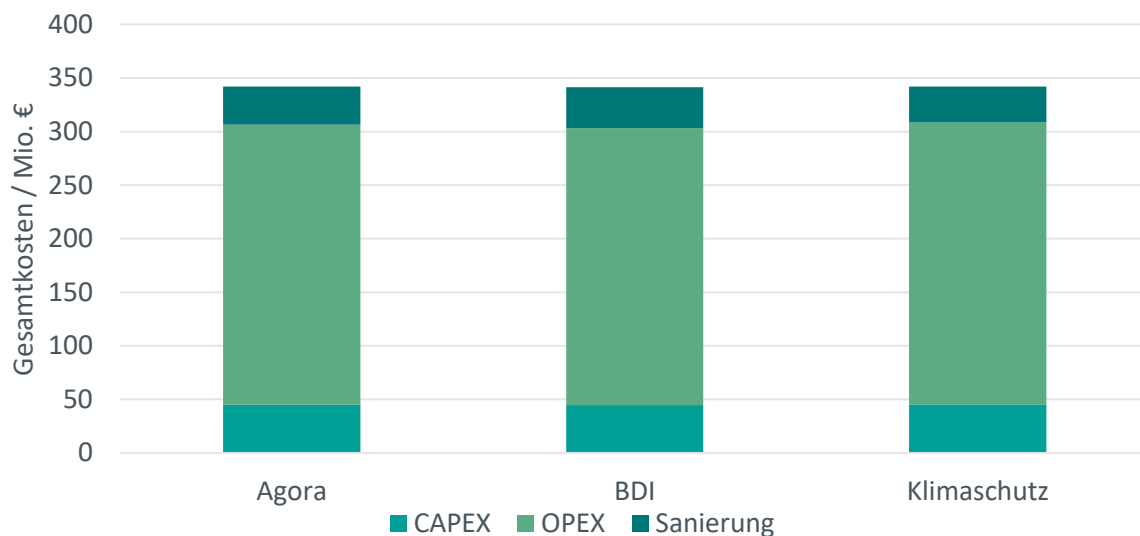


Abbildung 45: Gesamtkostenvergleich für den Sektor Haushalte

Für die Kostenschätzung werden die sogenannten Levelized Cost of Heat (LCOH) verwendet. Die LCOH werden eingesetzt, um verschiedene Wärmeversorgungsoptionen miteinander vergleichbar zu machen. Dabei werden alle während der Lebensdauer einer Heizung anfallenden Kosten durch die insgesamt bereitgestellte Wärmemenge in diesem Zeitraum geteilt. Zu den anfallenden Kosten zählen die Investitionskosten der Heizungstechnologien (CAPEX), sowie laufende Kosten (OPEX) zu denen Betriebs- und Wartungskosten, Energieträgerkosten, CO₂-Steuern und weitere Kostenkomponenten zählen.

In der Transformation ebenfalls relevant sind die Sanierungskosten der Gebäude. Während für die Berechnung der LCOH die Annahmen aus der Szenariendefinition individuell festgelegt sind, werden für die Sanierungskosten Erkenntnisse der Studie *The costs and potentials for heat savings in buildings: refurbishment costs and heatsaving cost curves for 6 countries in Europe* [20] verarbeitet. Mit einer Sanierung können Investitionskosten der Heizungstechnologien gesenkt werden, da die Heizungssysteme kleiner dimensioniert werden können. Ebenfalls positiv wirkt sich eine Sanierung auf die laufenden Kosten aus, da insgesamt weniger Wärmemenge für die Beheizung eines Gebäudes bereitgestellt werden muss.

Für die verschiedenen Szenarien für die Energiestadt Lichtenau ergeben sich bis zum Jahr 2045 die Gesamtkosten, die in Abbildung 45 dargestellt sind. Der Vergleich zwischen den Szenarien zeigt, dass die Gesamtkosten der Wärmeversorgung in Lichtenau bis zum Jahr 2045 sich nur geringfügig

unterscheiden. Abhängig vom Szenario fallen etwa 1243 bis 1245 € Heizkosten pro Jahr an. Pro Quadratmeter Wohnfläche entspricht das etwa 12,06 € bis 12,08 €.

Wichtig ist zu verstehen, dass sich sowohl die zukünftigen Heizungskosten als auch die Transformationskosten unmittelbar aus den zugrunde gelegten Szenarioannahmen ergeben. Diese Annahmen bestimmen, wie sich Energiepreise, CO₂-Bepreisung, technologische Entwicklungen und die Verfügbarkeit verschiedener Energieträger in den kommenden Jahrzehnten entwickeln.

Dabei zeigt sich klar, dass eine nachhaltige Ausrichtung des Wärmesektors nicht nur eine ökologische Notwendigkeit ist, sondern eine strategische Entscheidung für wirtschaftliche und politische Stabilität. Mit einer konsequenten Transformation hin zu erneuerbaren Energien wird die Energieerzeugung deutlich regionaler, was die Abhängigkeit von globalen Märkten und geopolitisch sensiblen fossilen Energieträgern erheblich reduziert. Gleichzeitig sinken langfristig Preisrisiken, die durch volatile internationale Handelsbeziehungen entstehen könnten.

Die in langfristigen Transformationsszenarien ausgewiesenen Kosten sind daher nicht als zusätzliche Belastung zu verstehen, sondern als Investition in ein widerstandsfähiges, regional verankertes und zukunftssicheres Energiesystem. Ein solches System schafft Planbarkeit, stärkt die Versorgungssicherheit und macht unabhängiger von äußeren politischen Einflüssen.

Die Analyse zeigt, dass die Heizkosten pro Einwohner überschaubar bleiben und verdeutlicht, dass die Transformation machbar ist. Sie ist nicht nur die einzige realistische Lösung für Klimaneutralität, sondern auch der Schlüssel zu einer sicheren und transparenten Energieversorgung. Förderungen werden bewusst nicht berücksichtigt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten – in der Praxis werden sie die Belastung zusätzlich senken.

6.8 Fazit Verbrauchs- und Versorgungsszenarien

Moderater Rückgang des Wärmebedarfs durch Sanierungseffekte

Die Szenarien zeigen einen spürbaren, aber insgesamt moderaten Rückgang des Wärmebedarfs um etwa 17,5-21 % bis Mitte der 2040er Jahre. Entscheidend hierfür sind steigende Sanierungsraten sowie die Verbesserung der energetischen Gebäudequalität. Vor allem ältere Wohngebäude leisten den größten Beitrag zur Verbrauchsreduktion.

Schrittweise Weiterentwicklung der Versorgungsstrukturen

Die heutigen, fossil dominierten Strukturen wandeln sich im Zeitverlauf zunehmend hin zu emissionsarmen Lösungen. Dieser Wandel erfolgt nicht abrupt, sondern durch kontinuierliche Anpassungen im Zuge regulärer Modernisierungs- und Austauschzyklen. Die Versorgungslandschaft wird dadurch diversifizierter, robuster und weniger preissensibel gegenüber fossilen Brennstoffen.

Technologischer Wandel innerhalb der Lebensdauern

Die Erneuerung der Heizungstechnologien erfolgt maßgeblich über die natürliche Gerätealterung. Dies führt langfristig zu einer Umstellung auf effizientere und klimafreundlichere Systeme, ohne dass Bestandsanlagen vorzeitig ersetzt werden müssen. Das Kostenmodell zeigt, dass spätere Investitionsentscheidungen zunehmend von CO₂-Kosten, Energieträgerpreisen und Effizienzgewinnen beeinflusst werden.

Verschiebung der Energieträger hin zu erneuerbaren Quellen

Die Energieträgerentwicklung zeigt in allen Zielpfaden eine deutliche Abnahme der Erdgasnutzung und einen kontinuierlichen Zuwachs erneuerbarer Energien. Treiber sind sinkende Emissionsfaktoren im Strommix, der Ausbau lokaler Potenziale sowie die regulatorischen Rahmenbedingungen. Dadurch entsteht mittelfristig ein nahezu treibhausgasfreier Energieträgermix.

THG-Reduktion um rund 95 % erreichbar

In Summe führen reduzierter Wärmebedarf, der steigende Anteil emissionsarmer Energieträger und die Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand dazu, dass die THG-Emissionen bis Mitte der 2040er Jahre um etwa 95 % zurückgehen können. Die verbleibenden Restemissionen sind vergleichsweise gering und vor allem strukturell bedingt.

Kostenentwicklung unterstreicht langfristige Wirtschaftlichkeit der Transformation

Die Szenarien zeigen, dass ambitionierte Transformationspfade zwar höhere Investitionen auslösen, langfristig jedoch stabile und kalkulierbare Wärmekosten ermöglichen. Verzögerte Umstiege erscheinen kurzfristig günstiger, verursachen aber höhere Folgekosten und höhere Abhängigkeiten. Förderprogramme können diese Belastungen zusätzlich reduzieren.

Orientierungsrahmen für die weitere Planung

Damit liefern die Verbrauchs- und Versorgungsszenarien eine klare Grundlage für die Wärmewendestrategie. Sie zeigen, wie sich Bedarf, Strukturen, Energieträger, Emissionen und Kosten entwickeln und welche Transformationspfade für Lichtenau realistisch und wirtschaftlich tragfähig sind.



Wärmewende- strategie

Die Wärmewendestrategie beschreibt den langfristigen Transformationspfad hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung und legt zentrale Handlungsfelder, Maßnahmen und Prioritäten fest.

7 Wärmewendestrategie

KURZ ERKLÄRT!

Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie Lichtenau den schrittweisen Übergang zu einer zukunftsfähigen, klimafreundlichen und verlässlichen Wärmeversorgung organisiert. Kern des Vorgehens ist die Einteilung der Energiestadt in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und die Bewertung, welche Versorgungsart dort langfristig am sinnvollsten ist: ein gemeinsames Wärmenetz oder eine dezentrale Lösung wie z. B. Wärmepumpen.

Es wird ein Wärmenetz-Prüfgebiet identifiziert, also ein Gebiet, welches Potenzial für eine zentrale Wärmeversorgung aufweist, dessen Eignung jedoch noch genauer untersucht werden muss. Dabei handelt es sich um den Ortsteil Lichtenau. Alle übrigen Teilgebiete erfüllen die notwendigen Voraussetzungen hingegen nicht in ausreichendem Maße. In diesen Bereichen wird daher langfristig eine dezentrale Versorgung im Vordergrund stehen. Eine Übersicht über alle Gebiete mit den dazugehörigen Steckbriefen finden Sie im [Anhang](#).

Diese Einordnung schafft Klarheit für Anwohner*innen, Energieversorgungsunternehmen, Verwaltung und weitere zentrale Akteur*innen. Sie zeigt verständlich auf, welche Versorgungsart in welchem Teilgebiet langfristig am sinnvollsten ist, und bietet damit eine zuverlässige Orientierung für Investitionen und Planungsprozesse. Gleichzeitig ermöglicht sie der Energiestadt, die Wärmewende gezielt zu steuern: Dort, wo ein Wärmenetz besonders wirksam ist, können Planungen frühzeitig beginnen, während in dezentralen Teilgebieten Beratungs- und Unterstützungsangebote im Mittelpunkt stehen. Die Wärmewendestrategie bildet damit das strategische Fundament für alle folgenden Maßnahmen und sorgt dafür, dass die Transformation der Wärmeversorgung in Lichtenau Schritt für Schritt, gut vorbereitet und für alle Beteiligten nachvollziehbar umgesetzt werden kann.

Die Entwicklung der Wärmewendestrategie bildet das Herzstück der kommunalen Wärmeplanung. Sie führt die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie die gebäudescharfen Szenarien zu einem konsistenten Zukunftsbild der lokalen Wärmeversorgung zusammen und beantwortet die zentrale Frage, wie eine langfristig sichere, bezahlbare und klimafreundliche Wärmeversorgung in Lichtenau erreicht werden kann. Auf dieser Grundlage wird sichtbar, welche Technologien tragfähig sind, wie zentrale und dezentrale Lösungen ineinandergreifen und welche Schritte für das Erreichen der kommunalen Klimaziele erforderlich sind.

7.1 Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete

Ein wesentliches Fundament der Strategie ist die Einteilung des Stadtgebiets in 24 voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Alle Teilgebiete der Energiestadt werden systematisch hinsichtlich ihrer Eignung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung bewertet. Die Zuordnung erfolgt auf Basis mehrerer Kriterien. Dabei werden insbesondere die Wärmeflächendichten und Wärmeliniedichten analysiert, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Wärmenetzen zu bewerten. Ergänzend fließen vorhandene und potenziell nutzbare Wärmequellen sowie die räumliche Verteilung der Wärmesenken in die Betrachtung ein. Auf dieser Grundlage wird für jedes Teilgebiet eine geeignete Versorgungsoption abgeleitet. Die Analyse unterscheidet dabei zwischen Wärmenetz-Prüfgebieten (mit potenzieller,

jedoch noch zu prüfender Perspektive) sowie Einzelversorgungsgebieten (ohne realistische Wärmenetzoption) und hebt bestehende Wärmenetze gesondert hervor. So wird deutlich, wo eine zentrale Versorgung über Wärmenetze langfristig wirtschaftlich und effizient erscheint und in welchen Bereichen dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen, Biomasse oder Hybridheizungen besser geeignet sind. Die Einteilung schafft damit eine verlässliche Orientierung für Eigentümer*innen, Energieversorgungsunternehmen und die kommunale Planung, indem sie langfristige Investitions- und Entwicklungsentscheidungen unterstützt. Sie stellt jedoch keine Verpflichtung dar, sondern eine strategische Empfehlung, die als Kompass für die zukünftige Ausrichtung der lokalen Wärmeversorgung dient.

Im Ergebnis hat sich lediglich ein Teilgebiet, die Kernstadt, als Wärmenetz-Prüfgebiet herausgestellt (Abbildung 46) und wird entsprechend vertieft als Maßnahme betrachtet. Mit Ausnahme des bestehenden Wärmenetzes in Hebram-Wald werden alle übrigen Teilgebiete aufgrund ihrer geringen Eignung für eine netzgebundene Versorgung als Einzelversorgungsgebiete eingestuft.

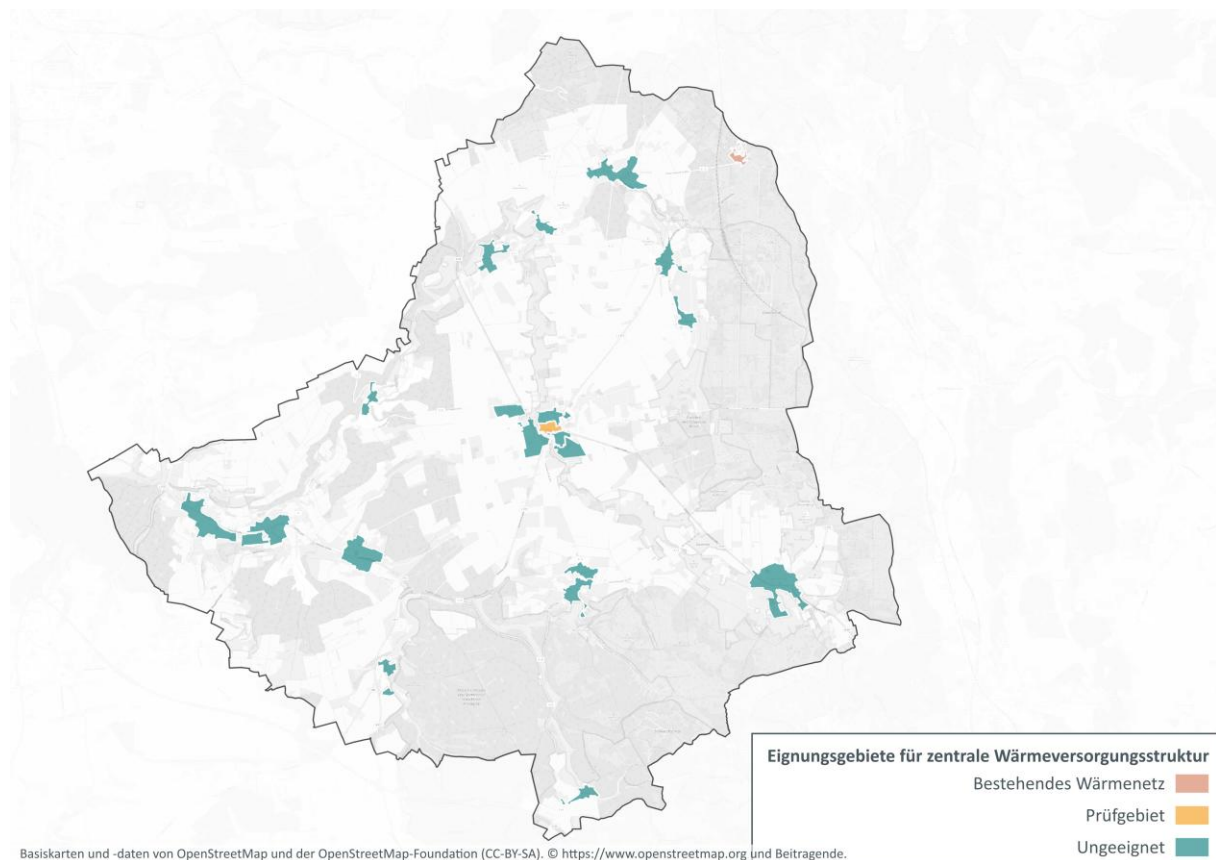


Abbildung 46: Einordnung der Teilgebiete in Wärmeversorgungsgebiete

Zur Vervollständigung des strategischen Gesamtbildes werden darüber hinaus übergeordnete, gesamtkommunale Maßnahmen formuliert. Die Wärmewendestrategie wird abschließend in eine zeitlich gestaffelte Roadmap überführt. Diese Roadmap bündelt alle Maßnahmen, priorisiert sie und ordnet sie realistischen Zeithorizonten und Meilensteinen zu. So entsteht ein schrittweiser Fahrplan für die Transformation des Gebäudesektors in Lichtenau, transparent in seinen Abhängigkeiten, belastbar in der Umsetzung und zugleich flexibel genug, um technologische Entwicklungen und veränderte Rahmenbedingungen fortlaufend zu berücksichtigen.

7.2 Zentralen Maßnahmen

Für Prüfgebiete werden Handlungsmöglichkeiten empfohlen, mit denen die Energiestadt Lichtenau den Ausbau von zentralen Wärmeversorgungskonzepten strategisch und organisatorisch unterstützen kann. Diese Maßnahmen schaffen die notwendigen Rahmenbedingungen, um gebietsbezogene Projekte wirksam vorzubereiten, zu koordinieren und schrittweise umzusetzen. Sie richten sich ausdrücklich an die Stadtverwaltung Lichtenau und ergänzen die gebietsbezogenen Ansätze um eine übergeordnete Steuerungs- und Umsetzungsebene. Maßnahmensteckbriefe für zentrale Maßnahmen sind in Anhang 1 – Zentrale Maßnahmen zu finden.

Ein wesentliches Instrument zur Vorbereitung solcher Projekte ist die Durchführung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze. Während die kommunale Wärmeplanung eine erste räumliche und strategische Einordnung liefert, ermöglichen Machbarkeitsstudien eine vertiefte Bewertung der technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Umsetzbarkeit. Sie analysieren unter anderem Wärmebedarfe, potenzielle Anschlussquoten, geeignete Netzkonzepte sowie Kostenstrukturen und beziehen relevante lokale Akteur*innen in den Planungsprozess ein. Auf diese Weise schaffen sie eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Politik und Verwaltung und reduzieren Investitionsrisiken. Die Durchführung kann dabei stufenweise erfolgen – beginnend mit einer Potenzialanalyse und optional gefolgt von einer vertieften Ausarbeitung.

Ergänzend hierzu werden für ausgewählte Gebiete bereits konkrete Vorüberlegungen zur Ausgestaltung möglicher Wärmenetzlösungen entwickelt. Am Beispiel der Kernstadt wird ein solches Konzept skizziert, das als Grundlage für weitere Prüfungen dient. Geprüft wird ein zentrales Wärmenetz mit einer primär erneuerbaren Wärmebereitstellung, etwa durch den Einsatz von Wärmepumpen zur Deckung der Grundlast, ergänzt durch konventionelle Erzeuger zur Absicherung von Spitzenlasten. Auch Aspekte wie mögliche Standorte für Energiezentralen, Systemkomponenten (z. B. Wärmespeicher) sowie unterschiedliche Ausbaustufen und Anschlussquoten werden berücksichtigt. Diese konzeptionellen Ansätze stellen keine Vorfestlegung auf eine Umsetzung dar, sondern dienen der frühzeitigen Strukturierung möglicher Projekte und der fachlichen Vorbereitung nachgelagerter Planungsschritte, insbesondere im Rahmen von Machbarkeitsstudien.

Für die konkrete Umsetzung von Wärmenetzen bietet die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) einen etablierten und praxisbewährten Rahmen. Sie strukturiert den gesamten Planungs- und Realisierungsprozess in aufeinander aufbauende Leistungsphasen von der Grundlagenermittlung über die Planung und Genehmigung bis hin zur Ausführung und Inbetriebnahme. Dadurch werden klare Zuständigkeiten, transparente Abläufe und eine verlässliche Projektsteuerung gewährleistet. In der Praxis erstreckt sich die Entwicklung und Umsetzung von Wärmenetzprojekten über mehrere Jahre und erfordert eine enge Abstimmung zwischen Kommune, Netzbetreibern, Planungsbüros und weiteren Akteur*innen.

Insgesamt tragen die zentralen Handlungsmaßnahmen dazu bei, die identifizierten Potenziale systematisch zu erschließen, konkrete Projekte anzustoßen und die Wärmewende auf lokaler Ebene schrittweise in die Umsetzung zu überführen. Sie schaffen die notwendige Verbindung zwischen strategischer Planung und praktischer Realisierung und bilden damit einen entscheidenden Baustein für eine erfolgreiche Transformation der Wärmeversorgung.

7.3 Eignungsgebiete Einzelversorgung

Das Gelingen der Wärmewende hängt nicht nur von zentralen Versorgungslösungen ab, sondern ebenso von zahlreichen individuellen Entscheidungen. In dezentral versorgten Gebieten kommt den Gebäudeeigentümer*innen eine besondere Schlüsselrolle bei der energetischen Transformation zu. Ihre Sanierungs- und Modernisierungsentscheidungen bestimmen maßgeblich den Fortschritt der Wärmewende.

Die Strategie für Einzelversorgungsgebiete setzt auf die energetische Verbesserung der Gebäudehülle sowie den Einsatz erneuerbarer Wärmequellen. Damit diese Maßnahmen wirksam umgesetzt werden können, müssen Kommunen neben technischen Lösungen insbesondere Motivation, Akzeptanz und Handlungskompetenz der Eigentümer*innen gezielt stärken.

Einzelversorgungsgebiete weisen eine geringe bis sehr geringe Eignung für die Entwicklung eines Wärmenetzes auf und werden daher nicht leitungsgebunden erschlossen. In diesen Teilräumen stehen dezentrale Versorgungslösungen im Vordergrund. Die energetische Transformation erfolgt primär durch individuelle Modernisierungsmaßnahmen der Eigentümer*innen.

Für jedes Teilgebiet wird ein gebietsbezogener Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Kennwerte aus Bestands-, Potenzial- und Szenarioanalyse bündelt und daraus Handlungsempfehlungen ableitet. Diese sind in Anhang 3 – Gebietssteckbriefe zu finden. Abbildung 47 zeigt eine Übersicht aller Teilgebiete mit zugehöriger Nummerierung und ermöglicht eine schnelle räumliche Orientierung. Im Folgenden werden die zentralen Elemente der Steckbriefe erläutert.

Die Steckbriefe stellen die räumliche Verortung der Gebiete sowie zentrale Kennwerte übersichtlich und grafisch dar. Sie basieren auf den Ergebnissen der Bestands-, Potenzial- und Szenarioanalyse und ermöglichen es interessierten Eigentümer*innen, die Ausgangssituation ihres jeweiligen Teilgebiets besser einzuordnen.

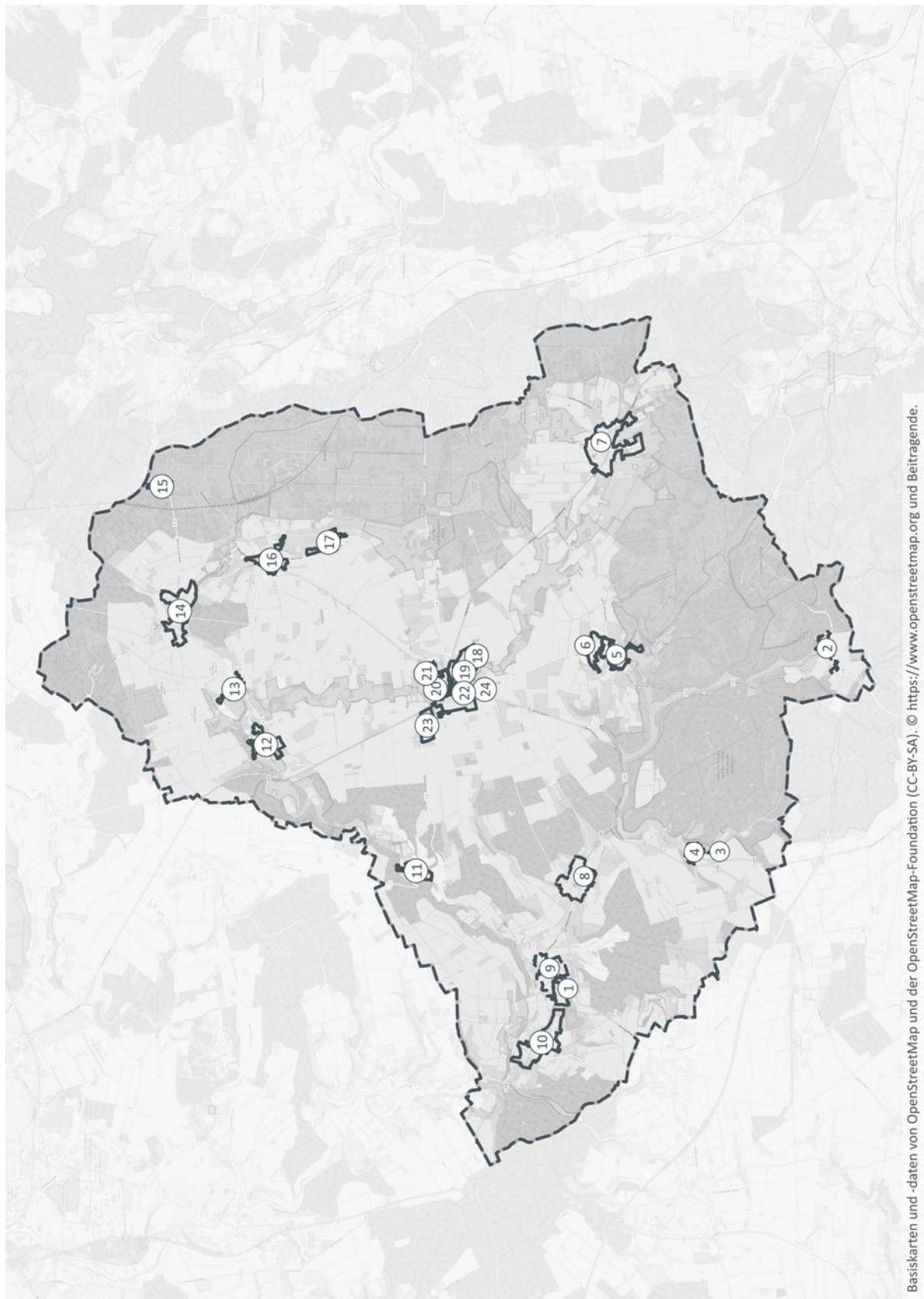


Abbildung 47 Verortung der Teilgebiete

Wärmeliniendichte

Ein Bestandteil dieser Steckbriefe ist die kategorisierte Darstellung der Wärmeliniendichte. Die Wärmeliniendichte beschreibt die jährlich benötigte Wärmemenge pro Leitungs- bzw. Trassenlänge (kWh/m) und dient als wesentlicher Indikator für die Eignung eines Gebiets für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung. Die farblichen Kategorien zeigen unterschiedliche Wertebereiche an, wie in der Legende der Abbildung 48 dargestellt. Hohe Wärmeliniendichten weisen auf eine hohe Wärmenachfrage bei kurzen Leitungslängen hin und gelten als besonders günstig für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes. Niedrige Wärmeliniendichten deuten hingegen auf eine geringere Eignung für Wärmenetze hin. Dadurch ermöglicht die Karte eine schnelle räumliche Einordnung und Bewertung der Ausbaupotenziale.

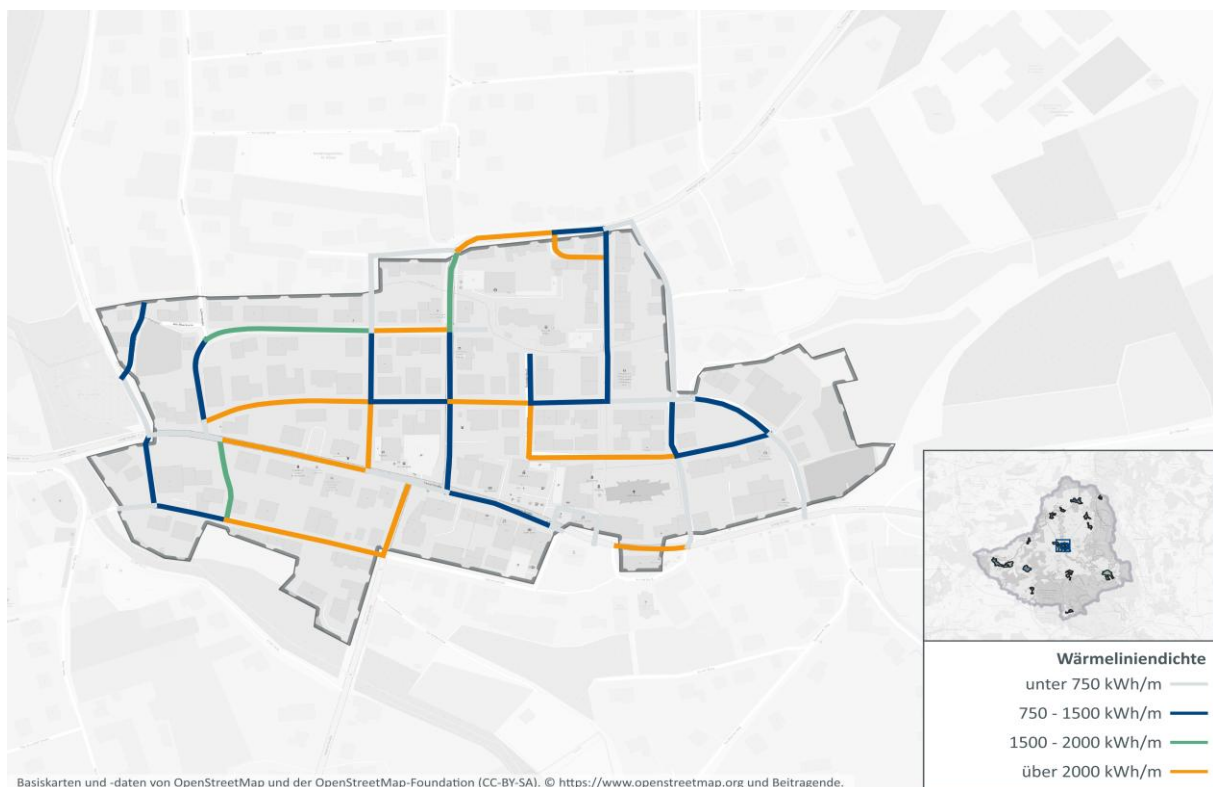


Abbildung 48 Darstellung der Wärmeliniendichte

Übergeordnete Maßnahmen

Die übergeordneten Maßnahmen beschreiben strategische Instrumente, mit denen die Kommune die Umsetzung der Wärmewende aktiv gestalten kann. Dabei adressieren die Maßnahmen sowohl die Information und Aktivierung der Bürgerschaft als auch strukturelle, planerische und organisatorische Rahmenbedingungen. Die Steckbriefe der übergeordneten Maßnahmen sind in Anhang 2 – Übergeordnete Maßnahmen zu finden.

Information, Beratung und Aktivierung:

Ein wesentlicher Baustein ist die Stärkung von Information, Beratung und Kommunikation. Durch den Aufbau eines digitalen Informationsportals sowie die Durchführung von Informations- und Beratungsveranstaltungen werden Bürger*innen zielgerichtet über Energieeffizienzmaßnahmen, Fördermöglichkeiten und klimaneutrale Heiztechnologien informiert. Ergänzend trägt eine niedrigschwellige

Energie- und Sanierungsberatung dazu bei, Hemmnisse abzubauen, individuelle Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen und die Umsetzung konkreter Maßnahmen, z. B. in Form individueller Sanierungsfahrpläne, zu unterstützen. Insgesamt wird so die Akzeptanz für die Wärmewende gestärkt und die Umsetzungsbereitschaft erhöht.

Energetische Modernisierung des Gebäudebestands:

Es werden konkrete Maßnahmen zur energetischen Modernisierung des Gebäudebestands adressiert. Hierzu zählt insbesondere die Prüfung serieller Sanierungslösungen, die durch standardisierte und vorgefertigte Bauelemente eine schnelle, qualitativ hochwertige und kosteneffiziente Sanierung ermöglichen. Ergänzend kann die Ausweisung neuer Sanierungsgebiete ein wirkungsvolles Instrument darstellen, um städtebauliche Missstände zu beheben, energetische Defizite gezielt anzugehen und durch Fördermittel sowie steuerliche Anreize zusätzliche Investitionen zu mobilisieren.

Kommunale Vorbildfunktion:

Eine besondere Vorbildfunktion kommt den kommunalen Liegenschaften zu. Durch deren schrittweise Dekarbonisierung mittels energetischer Sanierung, Optimierung des Gebäudebetriebs und Umstellung auf erneuerbare Wärmeversorgung kann die Kommune nicht nur ihre eigenen Emissionen reduzieren, sondern auch eine Signalwirkung für private Akteur*innen entfalten.

Integrierte Planung und Infrastrukturentwicklung:

Darüber hinaus sind integrierte planerische und infrastrukturelle Ansätze von zentraler Bedeutung. Die Verknüpfung der kommunalen Wärmeplanung mit der Zielnetzplanung für Strom und Gas ermöglicht es, zukünftige Anforderungen frühzeitig zu identifizieren und notwendige Netzausbaumaßnahmen strategisch zu steuern. Ergänzend unterstützt ein digitales Tiefbau- bzw. Aufbruchkataster die koordinierte Umsetzung von Baumaßnahmen, wodurch Synergien genutzt, Kosten gesenkt und Belastungen für die Bevölkerung reduziert werden können.

Organisation, Monitoring und Verstetigung:

Die organisatorische Verstetigung der Wärmewende ist ein entscheidender Erfolgsfaktor. Die Einrichtung eines kontinuierlich arbeitenden Arbeitskreises stellt den regelmäßigen Austausch zwischen relevanten Akteur*innen sicher, ermöglicht ein systematisches Monitoring und schafft die Grundlage für eine fortlaufende Anpassung und Weiterentwicklung der Maßnahmen.

7.4 Transformation der Energieinfrastruktur

Angesichts der dringenden Notwendigkeit, CO₂-Emissionen zu reduzieren und fossile Brennstoffe schrittweise durch nachhaltige Alternativen zu ersetzen, muss die bestehende Infrastruktur an neue Anforderungen angepasst werden. Die Transformation der Wärmeversorgung und Gasnetze ist dabei keine einmalige Maßnahme, sondern eine langfristige Daueraufgabe, die kontinuierliche Planung, Anpassung und Fortschreibung erfordert. Das Gasnetz, das heute überwiegend Erdgas transportiert, wird perspektivisch für klimaneutrale Gase wie Wasserstoff und Biomethan ertüchtigt. Diese Umstellung erfordert technische Anpassungen, strategische Planung und Investitionen, um Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit dauerhaft zu gewährleisten.

Parallel dazu zeigt das Klimaschutzszenario für 2045 eine deutliche Veränderung im Energiemix. Während der Erdgasbedarf kontinuierlich sinkt und schließlich nahezu vollständig verschwindet, steigt der Strombedarf für Wärme, vor allem durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen, deutlich an. Die

Elektrifizierung wird damit zur tragenden Säule der Wärmewende. Sie eröffnet neue Chancen für eine klimafreundliche Versorgung, stellt aber gleichzeitig auch hohe Anforderungen an den Ausbau der Stromnetze und die Integration erneuerbarer Energien. Das Ziel der Klimaneutralität prägt diese Entwicklung in allen Sektoren: von privaten Haushalten über Industrie bis hin zu Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie öffentlichen Gebäuden. Die Umstellung ist damit nicht nur eine technische Herausforderung, sondern ein grundlegender Wandel, der alle Bereiche betrifft und die Weichen für eine nachhaltige Zukunft stellt.

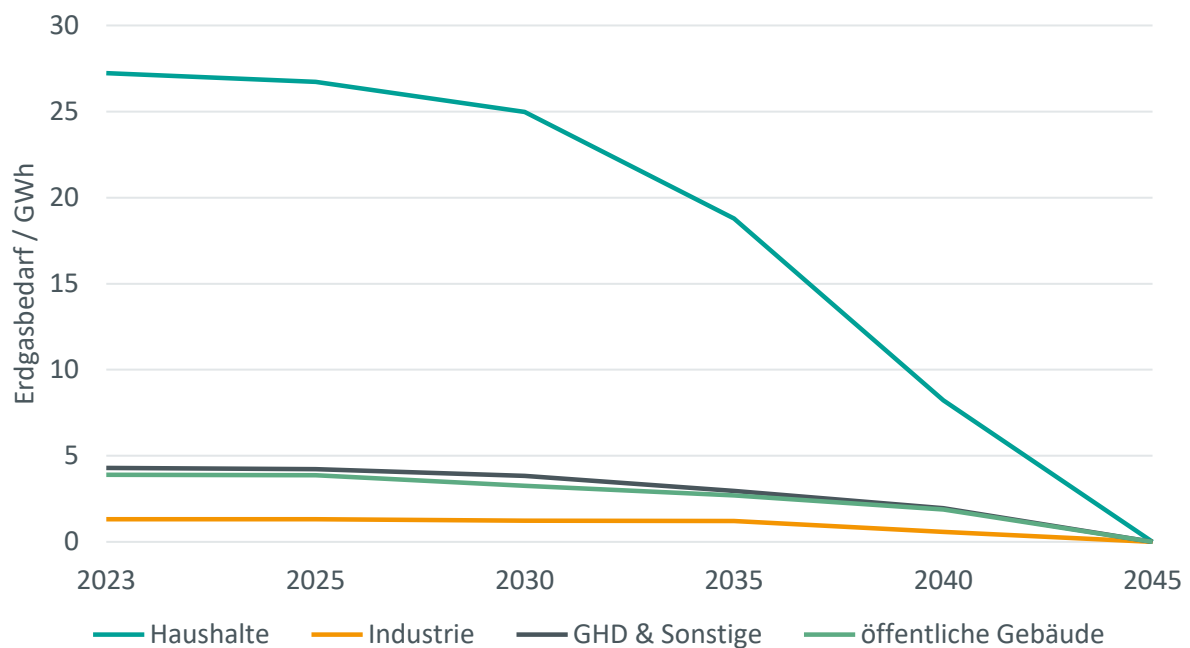


Abbildung 49: Prognostizierte Mengenentwicklung Erdgas nach Sektoren

Die Prognosen zeigen einen klaren und konsequenten Rückgang des Erdgasbedarfs. Abbildung 49 verdeutlicht diese Entwicklung und veranschaulicht die prognostizierte Mengenentwicklung von Erdgas nach Sektoren. Im Jahr 2023 liegt der Gesamtbedarf bei rund 37 GWh. Mehr als die Hälfte entfällt auf Haushalte (74 %), gefolgt von GHD & Sonstige (12 %) und öffentliche Gebäude (11 %). Der Sektor Industrie spielt mit etwa 3 % eine untergeordnete Rolle. Bis 2030 sinkt der Bedarf auf gut 33 GWh, ein Rückgang um rund 10 %. Haushalte bleiben in dieser Phase der größte Verbraucher mit über 73 %. Die damit verbundenen Netzentgelte müssen dann von weniger Kundinnen und Kunden getragen werden, was den Transformationsprozess der Gasnetze zusätzlich beschleunigt. Im weiteren Verlauf der Wärmewende beschleunigt sich die Reduktion deutlich. Der Erdgasbedarf sinkt erneut und liegt bei nur noch etwa 513 GWh. Haushalte, GHD und Sonstige und öffentliche Gebäude reduzieren ihren Bedarf massiv, während Industrie mit knapp 5 % an Bedeutung gewinnen. Der entscheidende Wendepunkt kommt 2045. Alle Sektoren sind vollständig aus Erdgas ausgestiegen.

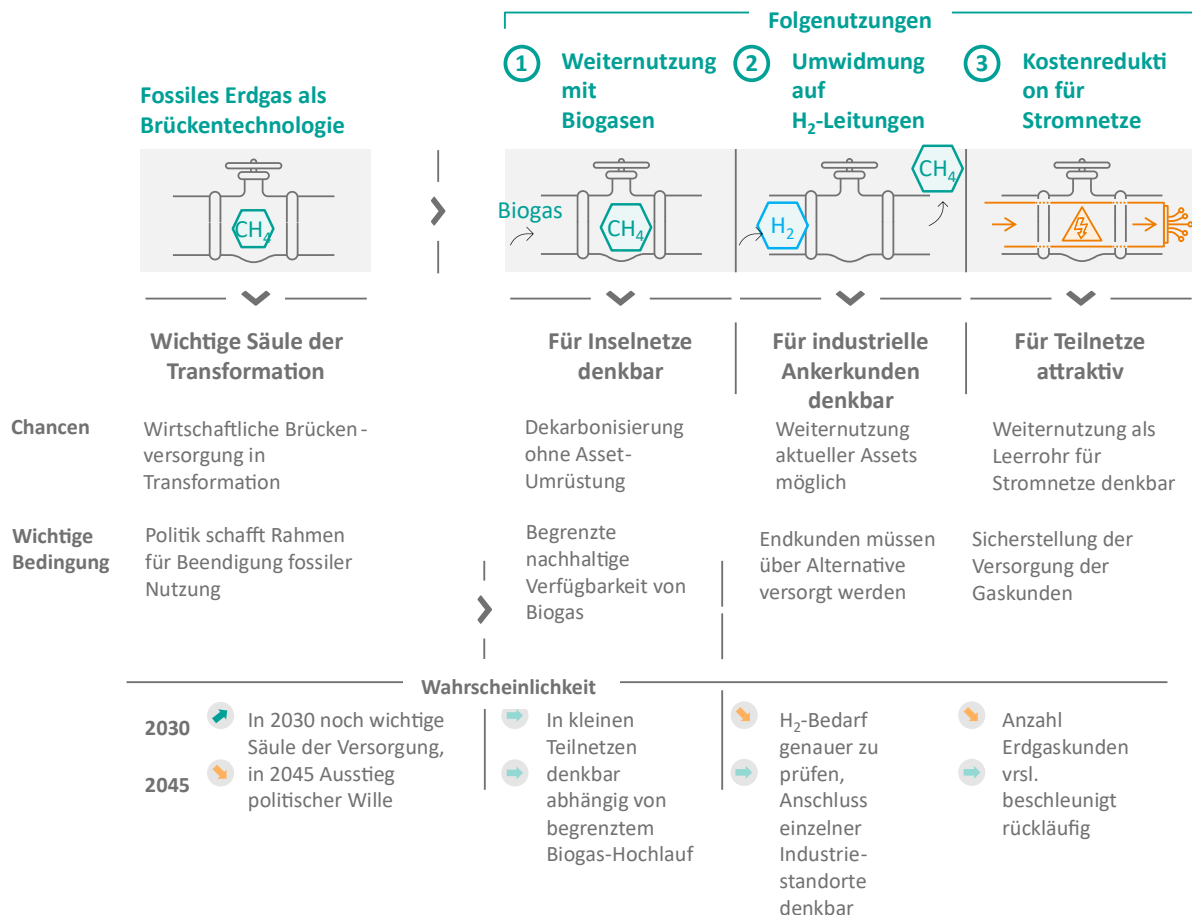


Abbildung 50: Transformation des Erdgases

Abbildung 50 zeigt schematisch Ansätze für die Transformation der Gasnetze. Während fossiles Erdgas derzeit noch eine wichtige Brückentechnologie darstellt, soll es künftig schrittweise ersetzt werden. Damit stellt sich auch die Frage nach der zukünftigen Nutzung der bestehenden Erdgasinfrastruktur. Grundsätzlich bieten sich drei Ansätze an: die Weiternutzung mit Biomethan, die Umwidmung zu Wasserstoffnetzen oder die Nutzung als Leerrohre für Stromleitungen. Für Wasserstoff zeichnet sich vorrangig eine industrielle Nutzung in ausgewählten Branchen ab. Die Umnutzung bestehender Erdgasleitungen als Leerrohre für Stromkabel ist nur dort möglich, wo die Versorgungssicherheit der Gasverbraucher*innen bis zum vollständigen Ausstieg aus der Gasnutzung nicht beeinträchtigt wird. In Regionen, in denen die Transformation des Gasnetzes sowie die Elektrifizierung von Wärme- und Mobilitätssektor besonders zügig voranschreiten, kann diese Maßnahme jedoch dazu beitragen, den lokalen Stromnetzausbau zu beschleunigen und die damit verbundenen Kosten zu senken.

7.5 Roadmap für die Wärmewende

Die Roadmap bildet eine zentrale Grundlage für die Verstetigung der Wärmewende in Lichtenau. Sie zeigt auf, wie die Transformation des Wärmesektors schrittweise umgesetzt werden kann. Die Roadmap greift die entwickelten Maßnahmen der Wärmewendestrategie auf und dient als struktureller Orientierungsrahmen. Damit schafft sie Transparenz, Planungssicherheit und eine belastbare Basis für die Koordination von Ressourcen und Verantwortlichkeiten. Ein wesentliches Prinzip der Roadmap ist, dass die Umsetzung der Maßnahmen durch ein kooperatives Zusammenspiel unterschiedlicher

Akteur*innen erfolgt. Welche Gruppen von Akteur*innen im Einzelnen verantwortlich sind, ergibt sich aus den Maßnahmensteckbriefen, die jedem Baustein der Roadmap zugeordnet und im Bericht ergänzt sind.

Die Roadmap unterscheidet zwischen zwei Handlungsfeldern: Maßnahmen für Prüfgebiete für zentrale Wärmeversorgungsgebiete und übergeordnete Maßnahmen. Die Abbildung 51 veranschaulicht die zeitliche Abfolge der Maßnahmen von 2026 bis 2030. Der Startpunkt liegt im dritten Quartal 2026. In der frühen Phase überwiegen vorbereitende, informative und konzeptionelle Bausteine. Sie dienen dazu, Akteur*innen zu vernetzen, Datenlagen zu konsolidieren und Entscheidungsvorlagen für spätere Investitionsschritte zu erarbeiten. Großtechnische Vorhaben (z. B. Wärmenetze, umfangreiche Sanierungen) folgen längeren Zeitachsen sowie internen/externen Genehmigungs- und Vergabeprozessen.

Zeitliche Einordnung der Maßnahmen – Roadmap



Abbildung 51: Roadmap

7.6 Wirkung der Maßnahmen

Für die Durchführung der Wärmewendestrategie ist eine regelmäßige Wirksamkeitsprüfung der Maßnahmen erforderlich. Der Wärmeplan wird dazu alle fünf Jahre fortgeschrieben und im Rahmen eines Controlling-Konzepts überprüft. Aus dem Klimaschutzszenario ergeben sich nach Umsetzung der Maßnahmen die erwarteten THG-Einsparungen, die direkt auf die Versorgungsstruktur wirken. Diese Effekte ergeben vor allem aus Gebäudesanierungen und dem Austausch bestehender Heiztechnologien. Die Maßnahmen werden in drei Kategorien unterschieden: Sanierung, dezentrale Maßnahmen (z. B. Umstieg von Gas- oder Ölheizung auf Wärmepumpe oder Pelletkessel) und zentrale Maßnahmen (z. B. Anschluss an ein mögliches oder vorhandenes Wärmenetz mit Substitution vorhandener Heizsysteme). Die Wirkung dieser Maßnahmen ist in Abbildung 52 als Wasserfalldiagramm dargestellt. Es zeigt sich, dass bei den dezentralen Maßnahmen der größte Anteil der THG-Einsparungen zu verorten ist. Danach folgt die energetische Gebäudesanierung, während zentrale Maßnahmen in Lichtenau nahezu keinen Einfluss auf die THG-Einsparungen haben. Das liegt daran, dass kein Wärmenetzausbau in den Szenarien prognostiziert wird (vgl. Kapitel 6). Diese Einsparungen aufgeteilt nach Maßnahmen können in den Fortschreibungen genutzt werden, um weitere Maßnahmen und Handlungsbedarfe zu evaluieren.

Damit dienen sie neben dem Monitoring der Gesamtemissionen als Grundlage, um in der Zukunft zielgerichtet und effizient agieren zu können.

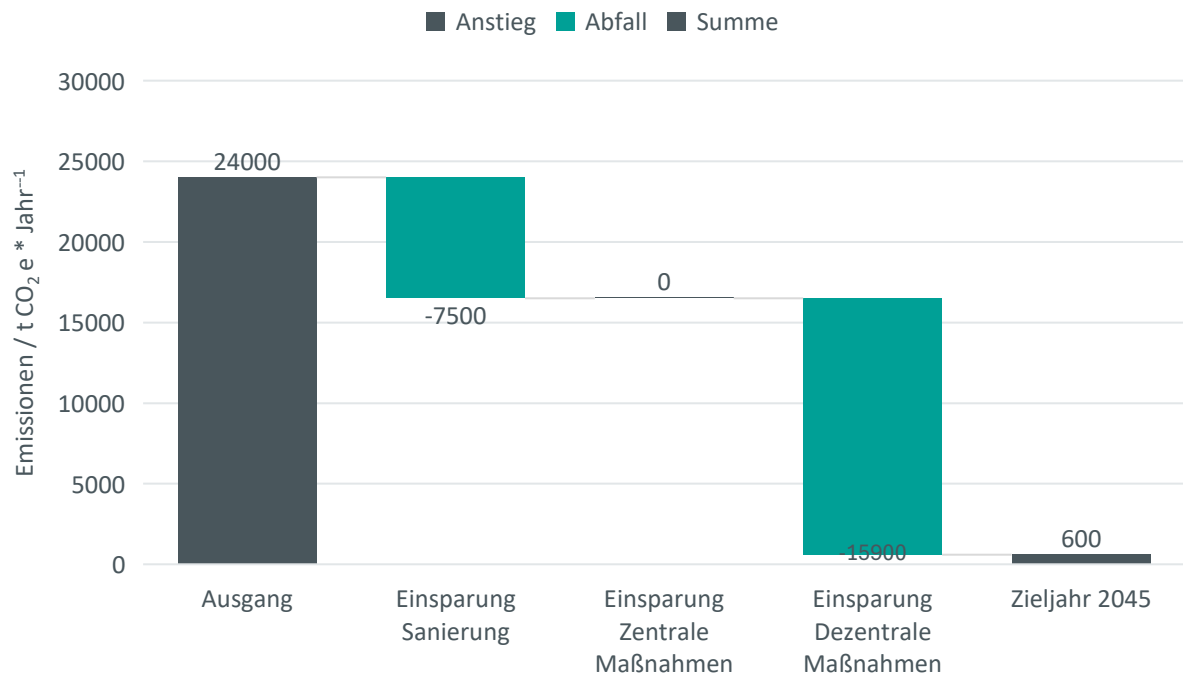


Abbildung 52: Monitoring Auswirkung Maßnahme

8 Literaturverzeichnis

- [1] S. u. B. Bundesministerium für Wohnen, Kommunale Wärmeplanung.
- [2] Umweltbundesamt, „Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren,“ 2025.
- [3] B. f. W. u. Klimaschutz, „Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinationsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung,“ 2022.
- [4] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland,, „Zensus 2022: Gebäude: Baujahr (Jahrzehnte),“ 2025.
- [5] H. Hertle, F. Dünnebeil, B. Gugel, E. Rechsteiner und C. Reinhard, Empfehlung zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Heidelberg, Deutschland: Institut für Energie- und Umweltforschung, 2019.
- [6] ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, „BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal (Juli 2025),“ Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Berlin, 2025.
- [7] M. Kaltschmitt, W. Streicher und A. Wiese, Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Hamburg: Springer Vieweg, 2020.
- [8] B. e. Schutzgemeinschaft Deutscher Wald.
- [9] V. d. Ingenieure, „VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrunds: Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte,“ VDI Verlag, Berlin, 2021.
- [10] A. Casasso und R. Sethi, „G.POT: A quantitative method for the assessment and mapping of the shallow geothermal potential,“ *Energy*, pp. 765 - 773, 01 Juli 2016.
- [11] „www.energieatlas-bw.de,“ [Online]. Available: <https://www.energieatlas-bw.de/>. [Zugriff am 10 Januar 2024].
- [12] G. Ludes, B. Siebers und T. Stock, „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW: Teil 2 - Solarenergie,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 2013.
- [13] K. Mertens, Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, München: Hanser Verlag, 2022.
- [14] Ö.-I. W.-I. Prognos, „Klimaneutrales Deutschland 2045,“ Agora Energiewende , Berlin, 2021.

- [15 J. Burchardt, K. Franke, P. Herhold, M. Hohaus, H. Humpert, J. Päivärinta, E. Richenhagen, D. Ritter, S. Schönberg, J. Schröder, S. Strobl, C. Tries und A. Türpitz, „Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft,“ Bundesverband der Deutschen Industrie e. V, Berlin, 2021.
- [16 N. F. J. T. S. H. C. K. Robert Meyer, Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandsgebäuden] - Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024, Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne, 2024.
- [17 B. v. M. M. O. B. K. V. B. S. B. S. K. K. Bettgenhäuser, „Wärmepumpensysteme in] Bestandsgebäuden,“ Berlin, 2024.
- [18 Nora Langreder, Frederik Lettow, Malek Sahnoun, Sven Kreidelmeyer, Aurel Wunsch, Saskia] Lengning, Sebastian Lübbers, Nils Thamling, Inka Ziegenhagen, Marco Wunsch, Dr. Sara Ortner, Angelika Paar, Lea Johannsen, Peter Mellwig, Benjamin Ott, Prof. Dr. Pete , „Technikkatalog Wärmeplanung,“ Prognos AG, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), 1 Juni 2024. [Online]. [Zugriff am 2024].
- [19 N. L. F. L. a. M. W. P. A. N. Thamling, Perspektive der Fernwärme – Aktualisierung des Gutachtens] „Perspektive der Fernwärme – Aus- und Umbau städtischer Fernwärme als Beitrag einer sozial-ökologischen Wärmepolitik, 2024.
- [20 R. B. A. M. E. E. J. S. L. K. A. T. S. F. M. Hummel, The cost and potentials for heat savings in buildings:] refurbishment costs and heatsaving cost curves for 6 countries in Europe, 2020.
- [21 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „energiewechsel.de,“ 07 08 2024. [Online].] Available: <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/FAQ/GEG/faq-geg.html>. [Zugriff am 09 09 2025].
- [22 „Heizungsweiser,“ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, [Online]. Available:] <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Module/Entscheidungsfinder/heizungswegweiser.html>. [Zugriff am 09 09 2025].
- [23 „Heizungstausch: Mehr Klimaschutz mit einer neuen Heizung,“ Umweltbundesamt, [Online].] Available: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizungstausch#hintergrund>. [Zugriff am 09 09 2025].
- [24 „Umweltbundesamt,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#waerme>. [Zugriff am 31 01 2024].
- [25 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, „Kommunale] Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ 2020.
- [26 „Potenzial - Wortbedeutung.info,“ [Online]. Available:] <https://www.wortbedeutung.info/Potenzial/>. [Zugriff am 26 08 2023].

- [27 „Umweltbundesamt,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen#umgebungsw%C3%A4rme>. [Zugriff am 10 01 2024].
- [28 Hagler Bailly Inc. , „Industrial Heat Pumps - Experiences, Potential and Global Environmental Benefits,“ IEA Heat Pump Centre, Sittard, 1995.
- [29 V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Klimaschutz, München: Carl Hanser Verlag, 2021.
- [30 „www.hackschnitzel-preisanfrage.de,“ [Online]. Available: <https://www.hackschnitzel-preisanfrage.de/seite/hackschnitzel-masseinheit-und-gewicht/#~:text=Als%20Anhaltspunkt%20bei%20handels%C3%BCblichen%20Hackschnitzel>. [Zugriff am 26 02 2024].
- [31 M. Hiebel, B. Dresen, A. Mrotzek und M. Jandewerth, „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 2014.
- [32 T. Begemann, I. Rieth-Menze, N. Schneider und P. Tluka, „Nachhaltiger Einsatz von Biomasse,“ NRW.Energy4Climate GmbH, Düsseldorf, 2023.
- [33 A. Dénarié, M. Muscherà, M. Calderoni und M. Motta, „Industrial excess heat recovery in district heating: Data assessment methodology and application to a real case study in Milano, Italy,“ *Energy*, pp. 170-182, 01 Januar 2016.
- [34 S. Brückner, Industrielle Abwärme in Deutschland - Bestimmung von gesichertem Aufkommen, München: Technische Universität München, 2016.
- [35 Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH, „Technologie der Abwärmenutzung,“ Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH, Dresden, 2016.
- [36 L. Quiquerez, J. Faessler, B. Marie Lachal, F. Mermoud und P. Hollmuller, „GIS methodology and case study regarding assessment of the solar potential at territorial level: PV or thermal?,“ *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, pp. 3-16, 23 September 2015.
- [37 „www.kba.de,“ [Online]. Available: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html. [Zugriff am 20 März 2024].
- [38 D. Günther und P. Gniffke, „Berechnung der Treibhausgasemissionsdaten,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2023.
- [39 C. Jugel, M. B. C. Albicker, M. Battaglia, E. Brunken, T. Bründlinger, P. Dorfner, A. Döring, J. Friese, D. Gründig, P. Hader, D. Horneber, K. Jankowska und A. Kuhlmann, „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität,“ Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin, 2021.

- [40 R. Stieglitz und V. Heinzel, Thermische Solarenergie, München: Springer Vieweg, 2012.
]
- [41 „www.energy-charts.info,“ [Online]. Available: <https://www.energy-charts.info/index.html?l=de&c=DE>. [Zugriff am 17.06.2024].
- [42 Deutsche WindGuard GmbH, „Volllaststunden von Windenergieanlagen an Land,“
] Bundesverband WindEnergie e.V., Varel, 2020.
- [43 I. Stober und K. Bucher, Geothermie, Heidelberg: Springer Spektrum Berlin, 2020.
]
- [44 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Informationsblatt - CO2 Faktoren,“
] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin, 2024.
- [45 F. L. M. S. S. K. A. W. S. L. S. L. N. T. I. Z. M. W. D. S. O. A. P. L. J. P. M. O. P. D. P. Nora Langreder,
] „Technikkatalog Wärmeplanung,“ Prognos AG, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), 1. Juni 2024. [Online]. [Zugriff am 2024].
- [46 KOWID, Transformation der kommunalen Energieversorgung, 2024.
]
- [47 Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Energieatlas.NRW,“ 31.10.2025.
] [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarte_waerme.
- [48 Bundesstelle für Energieeffizienz beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle,
] „Plattform für Abwärme,“ 31.10.2025. [Online]. Available: <http://www.bfee-online.de/pfa>.
- [49 Hauptstadtbüro Bioenergie, „Kurzstellungnahme zum Änderungsantrag zum Solarpaket 1,“
] Berlin, 2024.
- [50 „BuVEG,“ [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>. [Zugriff am 11. November
] 2025].
- [51 A. Arnold-Drmic, „Wärmewende in Deutschland: Status quo der Kommunalen Wärmeplanung,“
] 2024.
- [52 A. Kühl, D. Meinzinger, S. Riedel und V. Teichert, „Kommunale Wärmeplanung kompakt.
] Handbuch mit Handlungsempfehlungen, Planungshilfen und Praxisbeispielen für die Erstellung eines Wärmeplans,“ 2024.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehen der KWP	14
Abbildung 2 Verteilung der Baujahrsklassen (Datengrundlage: LANUK, ergänzt mit Daten aus ALKIS, Stand 16.07.2025)	18
Abbildung 3: Überwiegende Baujahrsklassen Baublöcken in Lichtenau (Datengrundlage: LANUK)	19
Abbildung 4: Überwiegender Gebäudesektor (Datengrundlage: LANUK)	19
Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Energieeffizienzklassen der Wohngebäude in Lichtenau	20
Abbildung 6 Anteil der Energieträger an der Wärmeversorgung in Lichtenau (inkl. Industrie)	22
Abbildung 7 Energiebilanzierung nach Energieträgern & Sektoren.....	23
Abbildung 8: Mengenmäßig dominantester Energieträger	24
Abbildung 9: Energiebilanzierung nach Sektoren und Energieträgern	25
Abbildung 10: Einteilung in Teilgebiete.....	27
Abbildung 11: Wärmeflächendichte der Teilgebiete	28
Abbildung 12: Wärmelinienendichte in Teilgebiet 20 (Kernstadt).....	29
Abbildung 13: Visualisierung des theoretischen und technischen Potenzialbegriffs [7]	33
Abbildung 14: Relative und absolute Wärmepotenziale der Energiestadt Lichtenau	34
Abbildung 15 Relative und absolute Strompotenziale der Energiestadt Lichtenau	35
Abbildung 16: Wärmepotenzial für Umgebungsluft in MWh/ha.....	37
Abbildung 17: Standorte von Biomasse-BHKWs	39
Abbildung 18: Theoretisches Wärmepotenzial tiefe Geothermie (90 % Eintrittswahrscheinlichkeit) .	42
Abbildung 19 Theoretisches Wärmepotenzial mitteltiefe Geothermie (90 % Eintrittswahrscheinlichkeit).....	43
Abbildung 20: Wärmepotenzial für Erdwärmekollektoren in MWh/ha	44
Abbildung 21 Wärmepotenzial für Erdwärmesonden in MWh/ha	46
Abbildung 22: Auswertung der Frage: „Sind Sie an der Anbindung an ein Wärmenetz interessiert?“	47
Abbildung 23: Verlauf der spezifischen Wärmedichte der Sonnenstrahlung in kWh/(m ² * day).....	47
Abbildung 24: Potenzieller Energieertrag für Aufdach-Photovoltaikanlagen in MWh/ha	49
Abbildung 25: Potenzielle Zubau/Repowering Flächen für Windenergieanlagen	51
Abbildung 26: Entwicklung der Sanierungsraten	58
Abbildung 27: Entwicklung der JAZ im Klimaschutzszenario	58
Abbildung 28: Wärmebedarfsentwicklung aufgeteilt nach Sektoren	60

Abbildung 29: Entwicklung der Wärme­flächendichten	62
Abbildung 30: Entwicklung der installierten Leistung von Photovoltaikanlagen bis 2045	63
Abbildung 31: Entwicklung der installierten Leistung der Windkraftanlagen	64
Abbildung 32: Entwicklung des Endenergieverbrauches für das Klimaschutzszenario	65
Abbildung 33: Entwicklung der Heizungstechnologien	66
Abbildung 34: Technologieentwicklung 2030	67
Abbildung 35: Technologieentwicklung 2040	67
Abbildung 36: Technologieentwicklung 2045	68
Abbildung 37: Energieträgerverteilung Wärmenetze Prozentual [19]	69
Abbildung 38: Prognostizierte Energieträgerverteilung in Wärmenetzen.....	69
Abbildung 39: Energiebilanzierung Fortschreibung Klimaschutzszenario	72
Abbildung 40: Energiebilanzierung Fortschreibung BDI.....	73
Abbildung 41: Energiebilanzierung Fortschreibung Agora.....	74
Abbildung 42: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario Klimaschutz	75
Abbildung 43: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario BDI.....	75
Abbildung 44: Entwicklung der THG-Emissionen für das Szenario Agora.....	75
Abbildung 45: Gesamtkostenvergleich für den Sektor Haushalte	76
Abbildung 46: Einordnung der Teilgebiete in Wärmeversorgungsgebiete	82
Abbildung 47 Verortung der Teilgebiete.....	85
Abbildung 48 Darstellung der Wärmelinien­dichte.....	86
Abbildung 49: Prognostizierte Mengenentwicklung Erdgas nach Sektoren	88
Abbildung 50: Transformation des Erdgases.....	89
Abbildung 51: Roadmap	90
Abbildung 52: Monitoring Auswirkung Maßnahme.....	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Länge des Gasnetzes in Lichtenau	20
Tabelle 2: Länge des Stromnetzes in Lichtenau nach Spannungsebene	21
Tabelle 3: THG-Ausstoß und spezifische THG-Emissionen	25
Tabelle 4: Übersicht über die Wärme-flächendichten der Teilgebiete	29
Tabelle 5: Nutzungsarten von Geothermie mit Angaben ungefäh- rer Einsatz-tiefen.....	40
Tabelle 6: Annahmen der verschiedenen Szenarien	57
Tabelle 7: Nachhaltige Heizungs-technologien und ihre Rahmen- bedingungen [21]	- 163 -
Tabelle 8 Emissions-faktoren der Szenarien.....	- 172 -
Tabelle 9 Energieträger-preise der Szenarien	- 172 -

Anhang 1 – Zentrale Maßnahmen

Machbarkeitsstudie für Wärmenetze

Beschreibung: Die kommunale Wärmeplanung liefert eine strategische Grundlage für die klimaneutrale Wärmeversorgung, zeigt jedoch nicht im Detail, ob sich ein Gebiet für den Aufbau eines Wärmenetzes eignet. Hier setzt die Machbarkeitsstudie an: Sie geht über die grobe Potenzialanalyse aus der kommunalen Wärmeplanung hinaus und prüft konkrete technische, wirtschaftliche und organisatorische Rahmenbedingungen. Dabei werden sowohl die Wärmebedarfe als auch die Interessen relevanter Akteur*innen berücksichtigt. Die Studie bewertet Netzkonzepte, Anschlussquoten und Kostenstrukturen und schafft belastbare Entscheidungsgrundlagen für Investitionen und Umsetzung. Es besteht außerdem die Möglichkeit, die Machbarkeitsstudie in zwei Phasen durchzuführen. Die erste Phase („Potenzialstudie“) dient der Ergänzung der Analysen des Wärmeplans und der Schaffung einer politischen Entscheidungsgrundlage. Im Anschluss kann über die vertiefte Durchführung der Machbarkeitsstudie entschieden werden.

Ziel: Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit von Wärmenetzen in den Prüfgebieten zur Unterstützung einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

Wirkungshorizont: **niedrig** **mittel** **hoch**

Kosten: **niedrig** **mittel** **hoch**

Priorität: **niedrig** **mittel** **hoch**

Potenzielle Akteur*innen: Kommune, Fachplanungsbüros für Wärmenetze, Netzbetreiber

Umsetzung:

Vorarbeiten

- Finanzierung sichern
- Förderantrag und Ausschreibung
- Beschluss einholen
- Förder- und Finanzierungsoptionen prüfen

Bestandsaufnahme

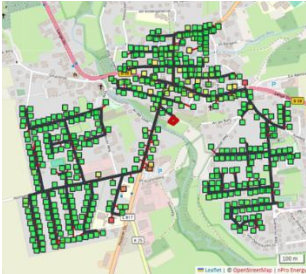
- Wärmebedarf und Wärmequellen erfassen
- Infrastruktur und Netzooptionen prüfen

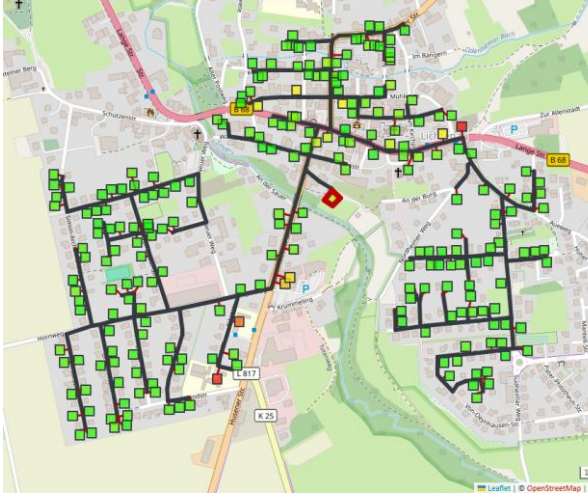
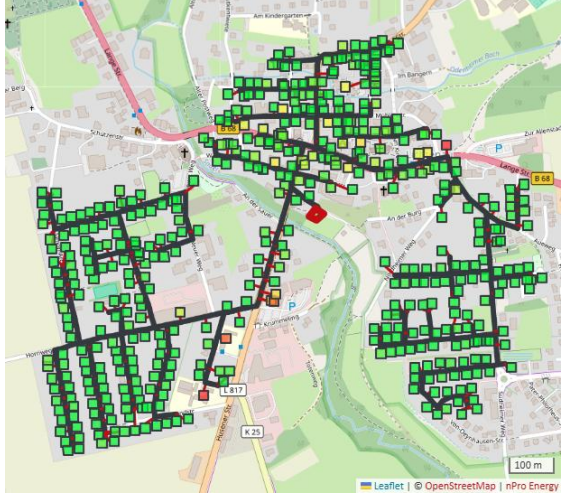
Planung

- Machbarkeitsstudie mit Szenarien erstellen
- Handlungsempfehlungen ableiten

Beschluss

- Ergebnisse in Gremien vorstellen
- Weiteres Vorgehen beschließen

Maßnahme – Wärmenetz zur zentralen Wärmeversorgung der Kernstadt			
Stadtbezirk:	Kernstadt		
Betroffene Gebiete:	18, 19, 20, 21, 22		
Beschreibung: 	In der Kernstadt Lichtenau wird der Aufbau eines zentralen Wärmenetzes untersucht. Die Wärmebereitstellung erfolgt primär über eine Luftwärmepumpe, die den Grundlastbetrieb abdeckt. Zur Abdeckung von Lastspitzen sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist ergänzend ein Erdgaskessel vorgesehen. Ein Wärmespeicher dient der Systemstabilisierung und ermöglicht eine verbesserte Lastverschiebung im Betrieb. Als möglicher Standort für die Energiezentrale wird der Bereich an der Straße „Zur Kuhlemühle“ betrachtet. Das Wärmenetz ist ohne Anbindung von Großabnehmern konzipiert. Es werden zwei Ausbaustufen betrachtet: Ausbaustufe 1 mit einer Anschlussquote von 50 %, Ausbaustufe 2 mit 100 %		
Ziel:	Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Bewertung eines zentralen Wärmenetzes für die Kernstadt Lichtenau, das eine klimafreundliche, sichere und langfristig wirtschaftliche Wärmeversorgung ermöglicht. Durch den Einsatz einer Luftwärmepumpe als primärem Wärmeerzeuger soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung deutlich erhöht und der Einsatz fossiler Energieträger schrittweise reduziert werden. Der ergänzende Erdgaskessel dient ausschließlich der Abdeckung von Lastspitzen und der Absicherung des Netzbetriebs.		
Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch
• Energiestadt Lichtenau, Stadtwerke Lichtenau • Energieerzeuger, Wärmenetzbetreiber • Planungsbüro, Bauunternehmen • Gebäudeeigentümer der Kernstadt			
Chancen - Erfüllung der Klimaschutzvorgaben - Versorgungssicherheit und schnelle Störungsbehebung durch dauerhaft verfügbaren Betreiber - Ausbaufähigkeit des Wärmenetzes und somit Skalierung erneuerbarer Wärmeerzeugung - Geringer technischer Aufwand für Anschlussnehmer - Planungssicherheit durch feste Wärmebezugspreise		Risiken - Lokale Betreiberstrukturen erfordern klare Zuständigkeiten und ggf. externe Unterstützung beim Know-how-Aufbau - Projektgefährdung durch Widerstand oder mangelnde Beteiligung (frühe und transparente Einbindung der Bevölkerung durch öffentliche Veranstaltungen) - Ohne Großabnehmer ist eine hohe Anschlussdichte im Wohnbestand für die Kostendeckung erforderlich.	

Ausbaustufe 1	Ausbaustufe 2
	
Anschlüsse 241 jährlicher Wärmebedarf 9,36 GWh geschätzte Wärmeleistung 4,132 MW Leitungslänge 8.600 m mittlere Wärmeliniedichte 870 kWh/m möglicher Umsetzungszeitraum: 2027 – 2030 Treibhausgasreduktion 541 t/Jahr Investitionskosten: 12,48 Mio. €	Anschlüsse 483 jährlicher Wärmebedarf 16,7 GWh geschätzte Wärmeleistung 7,871 MW Leitungslänge 10.600 m mittlere Wärmeliniedichte 1370 kWh/m möglicher Umsetzungszeitraum: 2030 – 2031 Treibhausgasreduktion 1229 t/Jahr Investitionskosten: 18,38 Mio. €
Energieerzeugung: Luftwärmepumpe Erdgaskessel Wärmespeicher (langfristig) Prognostizierte Speichergröße: 63 m³ Wärmegestehungskosten 0,19 €/kWh	Energieerzeugung: Luftwärmepumpe Erdgaskessel Wärmespeicher (langfristig) Prognostizierte Speichergröße: 80 m³ Wärmegestehungskosten 0,17 €/kWh

Anhang 2 – Übergeordnete Maßnahmen

Entwicklung eines Informationsportals

Beschreibung: Das Informationsportal ist eine umfassende Online-Plattform, die Bürger*innen über Energieeffizienzmaßnahmen und Klimaschutz informiert. Der Hauptzweck des Portals ist es, das Bewusstsein für klimaneutrale Praktiken zu schärfen und praktische Anleitungen zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bereitzustellen. Themen des Portals sollten sich auf Energieeffizienzmaßnahmen, Förderprogramme und Erfolgsgeschichten fokussieren. Hierfür sollten auch Maßnahmen zur Erhöhung der Sichtbarkeit erfolgen. Das Portal sollte durch die Stadtverwaltung mit Inhalt gefüllt werden. Hierzu ist eine regelmäßige Abstimmung mit Energieberater*innen und Umweltorganisationen sinnvoll. Zusätzlich kann im Informationsportal ein „Forum“ implementiert werden, in dem sich die Bevölkerung zu aktuellen Vorhaben austauschen kann.

Ziel: Das Informationsportal dient zur Aufklärung und Erhöhung eines Bewusstseins für Klimaschutz und Energieeffizienz bei der Bevölkerung. Durch Informationen sollen weiterhin die technische und finanzielle Umsetzung von Maßnahmen unterstützt werden.

Wirkungshorizont: **niedrig** **mittel** **hoch**

Kosten: **niedrig** **mittel** **hoch**

Priorität: **niedrig** **mittel** **hoch**

Akteur*innen: Stadtverwaltung, Energieberater*innen /Verbraucherzentrale, Umweltorganisationen

Realisierungszeitraum: Beginn: Q3 2027, Zeitraum Q3 2027 – Q4 2028

Umsetzung:

Initiierung	• Themenauswahl : z.B. Effizienzmaßnahmen, Förderungen • Sicherstellung notwendiger Personalkapazitäten • Sicherstellung notwendiger Personalkapazitäten
Umsetzung	• Auswahl einer Domain und eines Hosting-Anbieters • Entwickeln eines nutzerfreundlichen Designs
Inhaltserstellung	• Erstellen von Artikel, Infografiken oder Videos • Bereitstellung eines Forums zum Austausch für Bürger*innen

Durchführung von Informations- und Beratungsveranstaltungen			
Beschreibung:	Durchführung von Infoveranstaltungen zur dezentralen klimaneutralen Energieversorgung von Gebäuden		
	<u>Mögliche Themen:</u>		
	Sanierung z. B. aktuelle Förderprogramme (BEG)		
	Klimaneutrale Heiztechnologien z. B. individuelle Optionen beim Heizungstausch		
	Smartes Heizen z.B. Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion im Rahmen von Smart Home		
	Energiebewusstes Heizen z.B. Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion anhand des Heizverhaltens		
Ziel:	Mit Hilfe von Informationen Akzeptanz in der Bürgerschaft gewinnen und klimaneutrale Energieversorgungskonzepte sowie die Wärmebedarfsreduktion fördern		
Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch
Akteur*innen:	Kommune, Energieberater*innen, Handwerkskammer/Innung		
Realisierungszeitraum:	Zeitraum: Q4 2026 – 2030 (fortlaufend)		
Umsetzung:	Initiierung Organisation Nachbereitung - Akteur*innen kontaktieren - Themen erörtern - Regelmäßige Termine für Veranstaltungen organisieren - Ort und Art der Veranstaltung festlegen - Infomaterial aushändigen - Feedback integrieren		

Einführung eines quartiersbezogenen Sanierungsmanagements

Beschreibung:	Das quartiersbezogene Sanierungsmanagement ist ein strategisches Instrument zur Umsetzung der in der KWP identifizierten Sanierungspotenziale. Es koordiniert Maßnahmen in Gebieten mit hohem Wärmebedarf und geringerer Energieeffizienz, entwickelt integrierte Konzepte, organisiert Beratungsangebote und begleitet technische Maßnahmen wie Dämmung, Heizungsmodernisierung und die Integration erneuerbarer Wärmequellen. Zudem aktiviert es Eigentümer*innen, baut Hemmnisse ab und sichert die Verstetigung durch Monitoring. Rechtliche Grundlage bildet § 171a BauGB, der die Erstellung von Quartierskonzepten ermöglicht. Aktuell stehen für die Finanzierung des Sanierungsmanagements attraktive Fördermöglichkeiten zur Verfügung, insbesondere über das KfW-Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“. Dieses Programm wird im November 2025 neu aufgelegt und bietet Zuschüsse von bis zu 75 % der förderfähigen Kosten. Gefördert werden sowohl die Erstellung integrierter energetischer Quartierskonzepte als auch die Umsetzung durch ein Sanierungsmanagement. Darüber hinaus können ergänzende Programme wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) oder BAFA-Förderungen für Wärmenetze genutzt werden. Die Errichtung eines Sanierungsmanagements ergänzt bestehende Maßnahmen wie die Ausweisung von Sanierungsgebieten und die Bereitstellung von Beratungsangeboten, indem es die operative Umsetzung und die Koordination sicherstellt. Es schafft zudem organisatorische Voraussetzungen für die Realisierung technischer Lösungen. Die Maßnahme ist besonders relevant, wenn die Wärmeplanung mehrere Gebiete mit hohem Sanierungspotenzial identifiziert. Durch die Bündelung von Ressourcen und die professionelle Steuerung wird eine effiziente Umsetzung der Wärmewende ermöglicht. Die Kommune erhält Zugang zu Fördermitteln und erweitert ihre Handlungsmöglichkeiten.		
Ziel:	Schaffung einer Koordinationsstelle, um Sanierungsmaßnahmen zu steuern, Eigentümer*innen zu beraten und Fördermittel effizient einzusetzen.		
Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch
Potenzielle Akteur*innen:	Kommune, Eigentümer*innen, Energieberater*innen, Sanierungsträger*innen		
Realisierungszeitraum:	Beginn: Q2 2028, Zeitraum: Q2 2028 – Q4 2030		

Prüfung der Umsetzung serieller Sanierungslösungen

Beschreibung:	Die serielle Sanierung ist ein innovatives Verfahren zur energetischen Modernisierung von Gebäuden. Sie basiert auf dem Prinzip der Vorfertigung. Fassaden- und Dachelemente werden in Produktionsstätten maßgenau hergestellt und anschließend am Gebäude montiert. Ergänzend können Heizungssysteme integriert werden, sodass eine umfassende energetische Modernisierung erfolgt. Durch die industrielle Fertigung wird eine gleichbleibende hohe Qualität sichergestellt, die Bauzeit vor Ort erheblich verkürzt und die Belastung für Bewohner*innen minimiert. Besonders geeignet ist die Maßnahme für Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser und Geschosswohnungsbau mit standardisierten Grundrissen und hohem energetischem Sanierungsbedarf. Darüber hinaus empfiehlt sie sich für Quartiere mit älterem Gebäudebestand, niedrigem energetischem Standard und hohem Wärmeverbrauch. Insbesondere in Gebieten, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Einzelversorgungsgebiete identifiziert wurden.		
Ziel:	Schaffung standardisierter, industrieller Sanierungslösungen, um die energetische Modernisierung von Gebäuden kosteneffizient und schnell umzusetzen.		
Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch
Akteur*innen:	Kommune, Handwerksbetriebe, Wohnungsbauunternehmen, Eigentümer*innen, Bauwirtschaft		
Realisierungszeitraum:	Beginn: Q1 2029, Zeitraum: Q1 2029 – Q4 2031		

Umsetzung:

Sanierungskonzept	• Technische Planung der Vorfertigung • Abstimmung mit Industriepartnern und Handwerksbetrieben
Organisation	• Vergabe an Hersteller und Dienstleister • Zeit- und Budgetplanung festlegen
Umsetzung	• Montage der vorgefertigten Elemente vor Ort • Begleitende Informationskampagne

Prüfung der Ausweisung neuer Sanierungsgebiete

Beschreibung: Die Ausweisung von Sanierungsgebieten ist ein zentrales Instrument zur Behebung städtebaulicher Missstände und zur nachhaltigen Gebietsaufwertung im Interesse einer zukunftsfähigen Stadtstruktur. Nach § 142 BauGB erfolgt die förmliche Festlegung eines Sanierungsgebietes durch Satzungsbeschluss des Stadtrats. Voraussetzung ist, dass die Sanierung zur Behebung der Missstände erforderlich und im öffentlichen Interesse liegt. Die Kriterien für städtebauliche Missstände sind in § 136 BauGB definiert und umfassen bauliche und funktionale Defizite sowie die energetische Beschaffenheit und die Gesamtenergieeffizienz der Bebauung. Diese Aspekte sind unter Berücksichtigung von Klimaschutz und Klimaanpassung zu bewerten. Obwohl die energetische Qualität nicht alleiniger Grund für die Ausweisung ist, kann die Maßnahme einen wichtigen Beitrag zur Wärmewende leisten. Besonders relevant sind Gebiete mit älterem Gebäudebestand, niedrigem energetischen Standard und hohem Sanierungspotenzial, wie sie häufig in der kommunalen Wärmeplanung identifiziert werden. Durch Sanierungssatzungen erhalten Kommunen Zugang zu Städtebaufördermitteln und erweitern ihre Handlungsmöglichkeiten, etwa für Sanierungsberatungen, Machbarkeitsstudien oder die Umsetzung energetischer Maßnahmen.

Auch private Eigentümer*innen profitieren erheblich. Innerhalb eines förmlich festgelegten Sanierungsgebiets können sie steuerliche Vergünstigungen nach §§ 7h, 10f und 11a EStG nutzen. Dazu zählen erhöhte Abschreibungsmöglichkeiten für Modernisierungs-, Instandsetzungs- sowie Bau- und Planungskosten. Diese Regelungen reduzieren die finanzielle Belastung deutlich und schaffen Anreize für Investitionen in die energetische Erneuerung und die Verbesserung des Wohnumfelds.

Ziel: Behebung städtebaulicher Missstände und Gebietsaufwertung.

Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	
Priorität:	niedrig	mittel	hoch

Akteur*innen: Kommune, Private Eigentümer*innen, Bauherren, Beratungsstellen, Förderbanken, Sanierungsträger*innen

Zeitraum: Realisierungsbeginn: Q4 2027, Realisierungszeitraum: Q4 2027 – Q2 2029

Umsetzung:

Gebietsabgrenzung	• Räumliche Festlegung der Sanierungsgebiete nach § 142 BauGB festlegen
Begründung erstellen	• Prüfen der rechtlichen Voraussetzungen (§§ 136 – 142 BauGB) und Erarbeitung der Sanierungsziele
Beschlussvorlage	• Satzungsentwurf und Entscheidungsgrundlage für den Stadtrat inkl. Förderkulisse

Niederschwellige Energie- und Sanierungsberatung

Beschreibung:

Energie- und Sanierungsberatung ist ein zentrales Instrument zur energetischen Modernisierung des Gebäudebestands und unterstützt Kommunen bei der Umsetzung der Wärmewende. Sie schafft Bewusstsein für energetische Sanierungen, vermittelt praxisnahe Informationen und erleichtert den Zugang zu Fördermöglichkeiten.

Zunächst sind allgemeine Informations- und Beratungsangebote erforderlich, die sich an die breite Öffentlichkeit richten. Sie dienen dazu, grundlegende Fragen zu klären, Akzeptanz zu fördern und erste Orientierung zu geben. Formate wie Informationsveranstaltungen sind wichtige Bausteine, um Eigentümer*innen und Interessierte niedrighschwellig zu erreichen. Um gezielte Informationskampagnen und Beratungsangebote zu entwickeln, ist die Kenntnis der Eigentümer*innenstruktur in den Gebieten entscheidend. Die räumliche Zuordnung ermöglicht direkte Ansprache und erhöht die Bereitschaft zur Umsetzung energetischer Maßnahmen.

Ziel:

Schaffung eines niederschweligen Beratungsangebots, damit Bürger*innen motiviert werden sich einen individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) zu erstellen.

Wirkungshorizont:

niedrig

mittel

hoch

Kosten:

niedrig

mittel

hoch

Priorität:

niedrig

mittel

hoch

Akteur*innen:

Kommune, Energieberater*innen

Realisierungszeitraum:

Beginn: Q4 2026, Zeitraum: fortlaufend

Umsetzung:

Angebote

- Informationsveranstaltungen für breite Öffentlichkeit
- Digitale Plattformen mit Basisinformationen

Eigentümerstruktur

- Räumliche Zuordnung der Eigentümer*innengruppen
- Ableitung gezielter Kommunikations- und Beratungsstrategien

Individuelle Beratung

- Anpassung der Beratung an die Bedürfnisse der Eigentümer*innen und Interessierten

Dekarbonisierung der kommunalen Liegenschaften

Beschreibung:

Die Energiestadt Lichtenau hat mit Ihren kommunalen Liegenschaften (Verwaltung, Schulen, Kindergärten, etc.) als einer der größten Immobilienakteure im Stadtgebiet eine wichtige Vorbildfunktion bei der Dekarbonisierung des Gebäudebestandes.

Die wichtigsten Bausteine hierbei sind die energetische Gebäudesanierung, die Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energien und die Optimierung des Gebäudebetriebes.

Zur Wärmewende-Strategie kann der Einsatz von Wärmepumpen gehören. Hierzu könne verschiedene Wärmequellen für die Wärmepumpen, wie z.B. Luft, Erdkollektoren oder Erdsonden genutzt.

Für die mittelfristigen Transformation des Gebäudebestandes kommen in unsanierten Gebäuden bivalente Anlagen mit regenerativen Grundlast Wärmeerzeugern und fossil betriebenen Spitzenlastkessel zum Einsatz.

Ziel:

(Schrittweise) Reduzierung der CO₂-Emissionen und Präsentation der Kommune als Vorreiter/Vorbildfunktion

Wirkungshorizont:

niedrig

mittel

hoch

Kosten:

niedrig

mittel

hoch

Priorität:

niedrig

mittel

hoch

Akteur*innen:

Kommune, Energieberater*innen, Heizungsinstallateur*innen, Handwerksbetriebe

Realisierungszeitraum:

Beginn: Q3 2026, Zeitraum: fortlaufend

Umsetzung:

Bestandsaufnahme

- Erfassen des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen
- Identifizieren von Schwachstellen und Einsparpotentialen

Entwicklung/Planung

- Erarbeiten von Transformationsmaßnahmen
- Erstellung von Zeit-/Finanzierungsplänen für Umsetzung

Implementierung

- Durchführung mit lokalen Handwerksbetrieben
- Etablierung eines angemessenen Monitoringsystems

Verknüpfung der kommunalen Wärmeplanung mit der Zielnetzplanung Strom/Gas

Beschreibung: Durch die Elektrifizierung der Wärme- und Mobilitätssektoren verschieben sich erhebliche Energiemengen in das Stromnetz. Gleichzeitig wandelt sich das Energiesystem von zentralen Strukturen hin zu einem dezentralen Netz mit vielen Einspeise- und Verbrauchspunkten. Das Strom- und Gasnetz müssen daher frühzeitig auf die zukünftigen Anforderungen vorbereitet werden.

Um dies sicherzustellen, werden Wärmeplanung und Zielnetzplanung miteinander verknüpft. Hierbei werden Netzengpässe analysiert, zukünftige Last- und Einspeisesituationen modelliert, notwendige Verstärkungs- und Ausbaumaßnahmen identifiziert und Synergien mit anderen Tiefbau-Akteur*innen genutzt (z. B. Wasser, Telekommunikation), um Kosten zu reduzieren. Zusätzlich unterstützen Netzüberwachung und Lastflussanalysen die laufende Anpassung der Infrastruktur.

Ziel: Verknüpfung der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit der Zielnetzplanung Strom und Gas, um notwendige Netzausbaumaßnahmen frühzeitig zu identifizieren, Synergien im Tiefbau zu nutzen und das Verteilnetz auf die wachsenden Anforderungen durch Elektrifizierung und Dezentralisierung vorzubereiten.

Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch

Akteur*innen: Stromnetzbetreiber, EVU, Kommune

Realisierungszeitraum: Beginn: Q1 2027, Zeitraum: Q1 2027 – Q4 2029 (fortlaufend)

Umsetzung:	
Schwachstellen	• Zielnetzplanung • Netzüberwachung
Umsetzung	• Ausbau/Verstärkung • Synergien im Tiefbau sammeln
Überprüfung	• Zustand des Netztes überprüfen und ggf. weitere Ausbaumaßnahmen treffen

Arbeitskreis Verstetigung

Beschreibung: Die Verstetigung des Wärmeplans sichert eine nachhaltige Wärmeversorgung durch regelmäßigen Informationsaustausch mit relevanten Fachämtern, klare Verantwortlichkeiten, und systematisches Monitoring. Dies ermöglicht Anpassungen an dynamische Bedingungen, optimiert Ressourceneinsatz und Kostenkontrolle und fördert die Transparenz und Akzeptanz bei politischen Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit. Diese Informationen sollen in der Fortschreibung des Wärmeplans berücksichtigt werden.

Ziel: Initiierung, Kontrolle, Unterstützung und Steuerung von konkreten Maßnahmen

Wirkungshorizont: **niedrig** **mittel** **hoch**

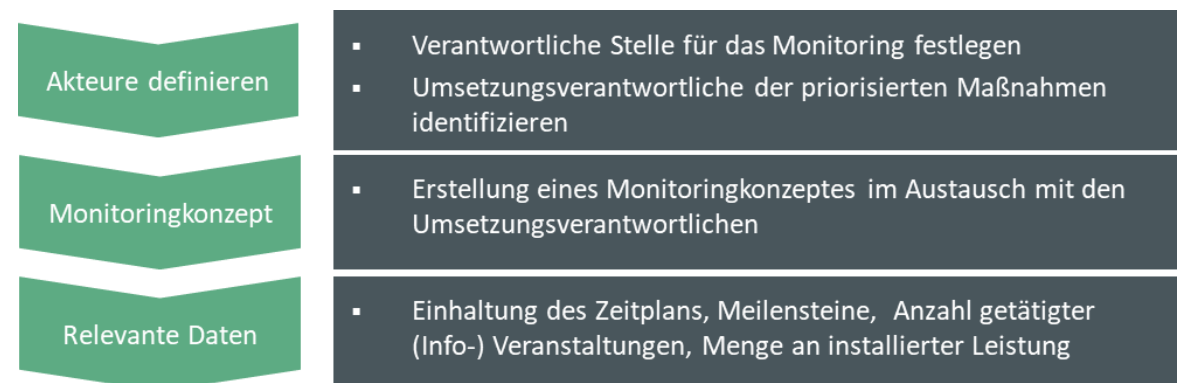
Kosten: **niedrig** **mittel** **hoch**

Priorität: **niedrig** **mittel** **hoch**

Akteur*innen: Kommune, Umsetzungsverantwortliche, Schornsteinfeger*innen

Realisierungszeitraum: Beginn: Q3 2026, Zeitraum: fortlaufend

Umsetzung:



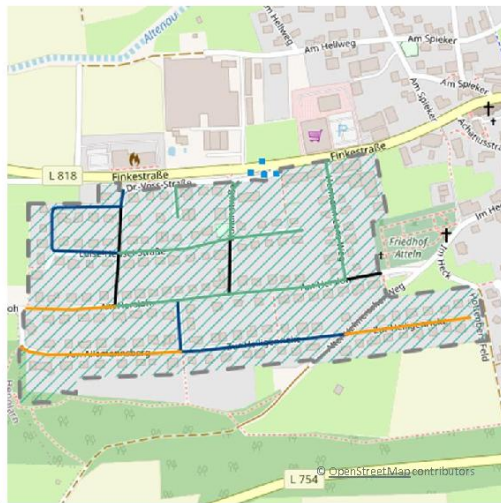
Digitales Tiefbau-/Aufbruchkataster			
Beschreibung:	Erstellung eines digitalen Tiefbau-/Aufbruchkataster, dass zur effizienten Koordinierung von Baumaßnahmen dient, insbesondere von Straßenaufbrüchen. Auf die digitale Plattform tragen Vertreter aus der Kommunikationstechnik, Netzbetreibern, Straßenbau, (Ab-)Wasserwerken sowie Bauamt ihre geplanten Maßnahmen ein, wobei die Plattform als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteur*innen agiert und sicherstellt, dass alle Maßnahmen optimal aufeinander abgestimmt sind. Durch diese koordinierte Herangehensweise wird nicht nur die Effizienz und Wirtschaftlichkeit gesteigert, sondern auch die Belastung für die Anwohner*innen minimiert und die Infrastruktur der Kommune nachhaltig verbessert.		
Ziel:	Ziel ist es, Kosten, Aufwand und Zeit bei Baumaßnahmen zu reduzieren, indem Synergieeffekte zwischen Tiefbaumaßnahmen genutzt werden. Gleichzeitig wird zu einer verstärkten Akzeptanz beigetragen.		
Wirkungshorizont:	niedrig	mittel	hoch
Kosten:	niedrig	mittel	hoch
Priorität:	niedrig	mittel	hoch
Akteur*innen:	Unternehmen: Kommunikationstechnik, Strom, Wärme, Gas, Wasser Ämter/Kommune: Bauamt, Verkehr/Straßenbau, Umwelt, Eigenbetriebe		
Realisierungszeitraum:	Beginn: Q1 2028, Zeitraum: fortlaufend		
Umsetzung:	Koordinieren Erweitern Nutzen ▪ Abstimmung der beteiligten Akteur*innen zur Nutzung ▪ Sicherstellen eines kontinuierlichen Informationsaustauschs ▪ Ergänzen um relevante Inhalte der KWP ▪ Integration zusätzlicher Datenebenen ▪ Laufende Pflege und Aktualisierung der Informationen ▪ Regelmäßige Anwendung zur Planung/Abstimmung von Maßnahmen		

Anhang 3 – Gebietssteckbriefe

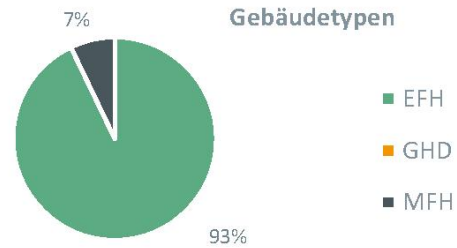
Gebietsnummer: 1

Ortsbeschreibung:

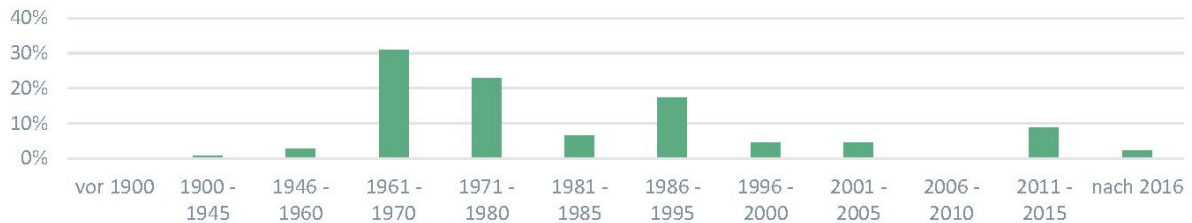
Atteln, Am Hersloh



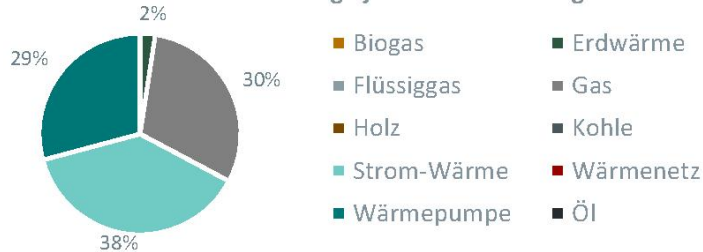
Anschlüsse:	141
Einwohner:	474
Wärmebedarf:	4,38 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	28,61 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



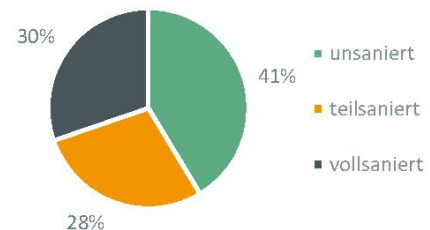
Baujahrsklassen



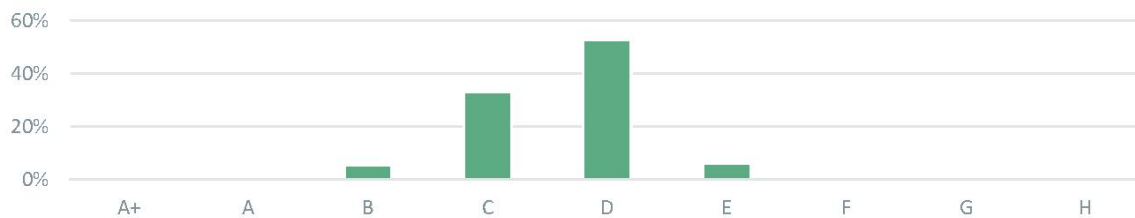
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

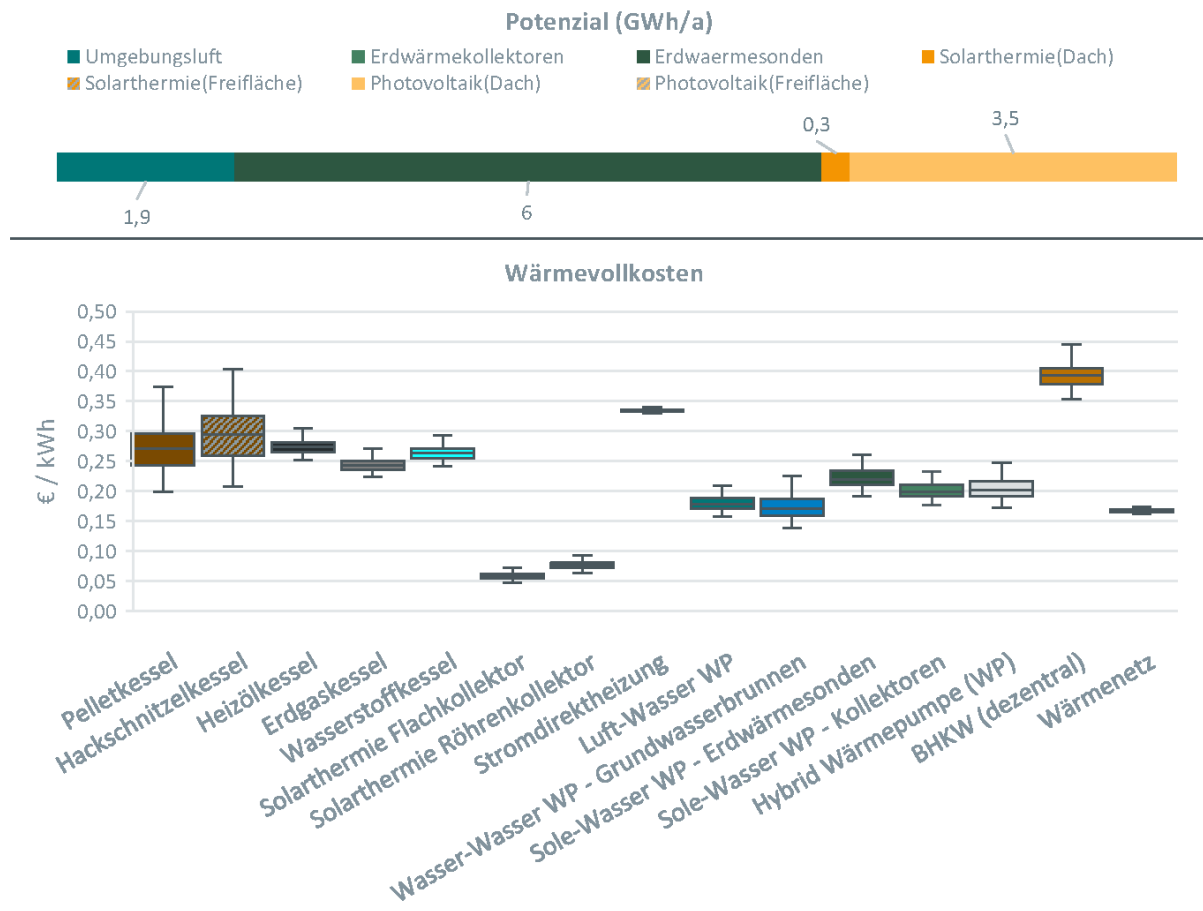


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 63% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 30% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

Gebietsnummer:

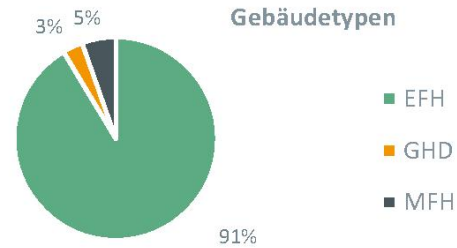
2

Ortsbeschreibung:

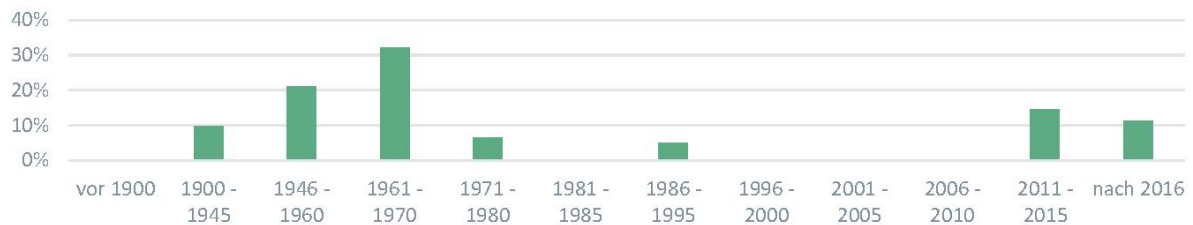
Blankenrode



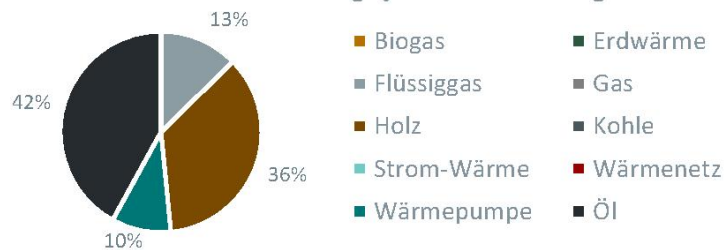
Anschlüsse:	68
Einwohner:	137
Wärmebedarf:	1,21 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	8,15 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



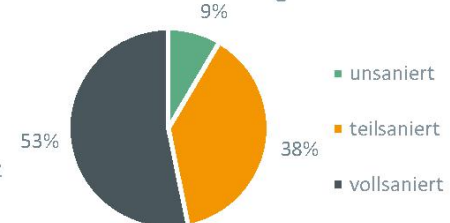
Baujahrsklassen



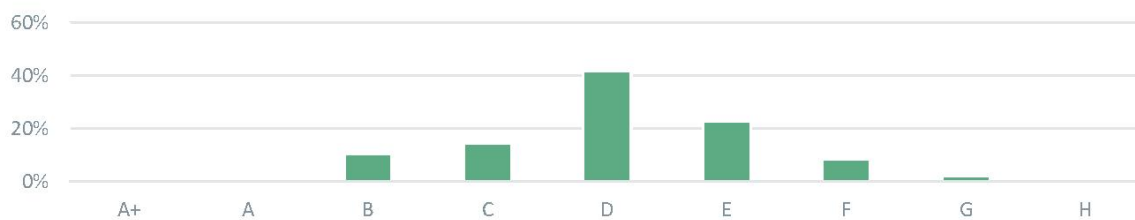
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

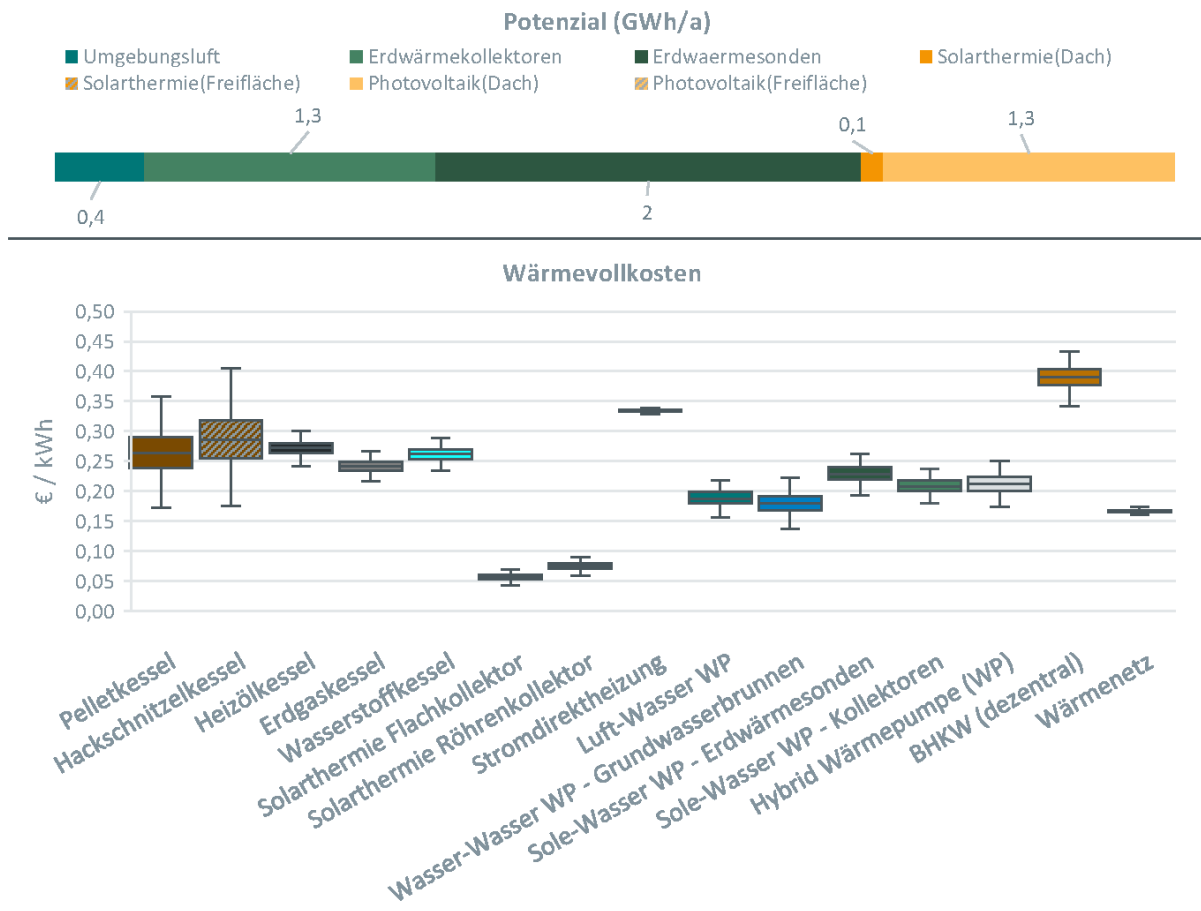


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 69% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 53% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

Gebietsnummer: 3

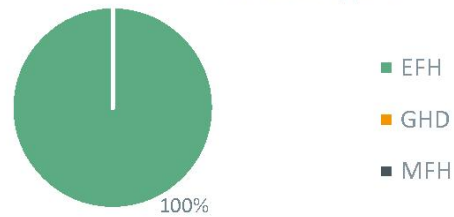
Ortsbeschreibung:

Dalheim, Am Nieder Kley

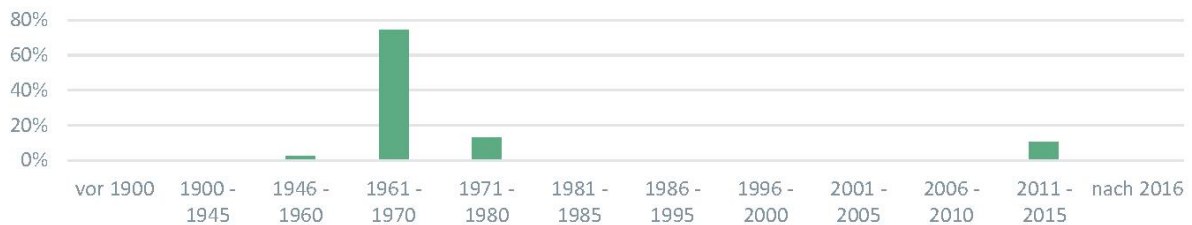


Anschlüsse:	36
Einwohner:	22
Wärmebedarf:	0,21 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	4,91 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich

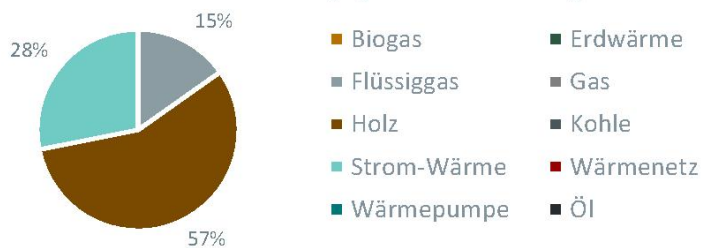
Gebäudetypen



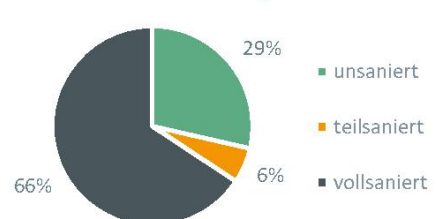
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

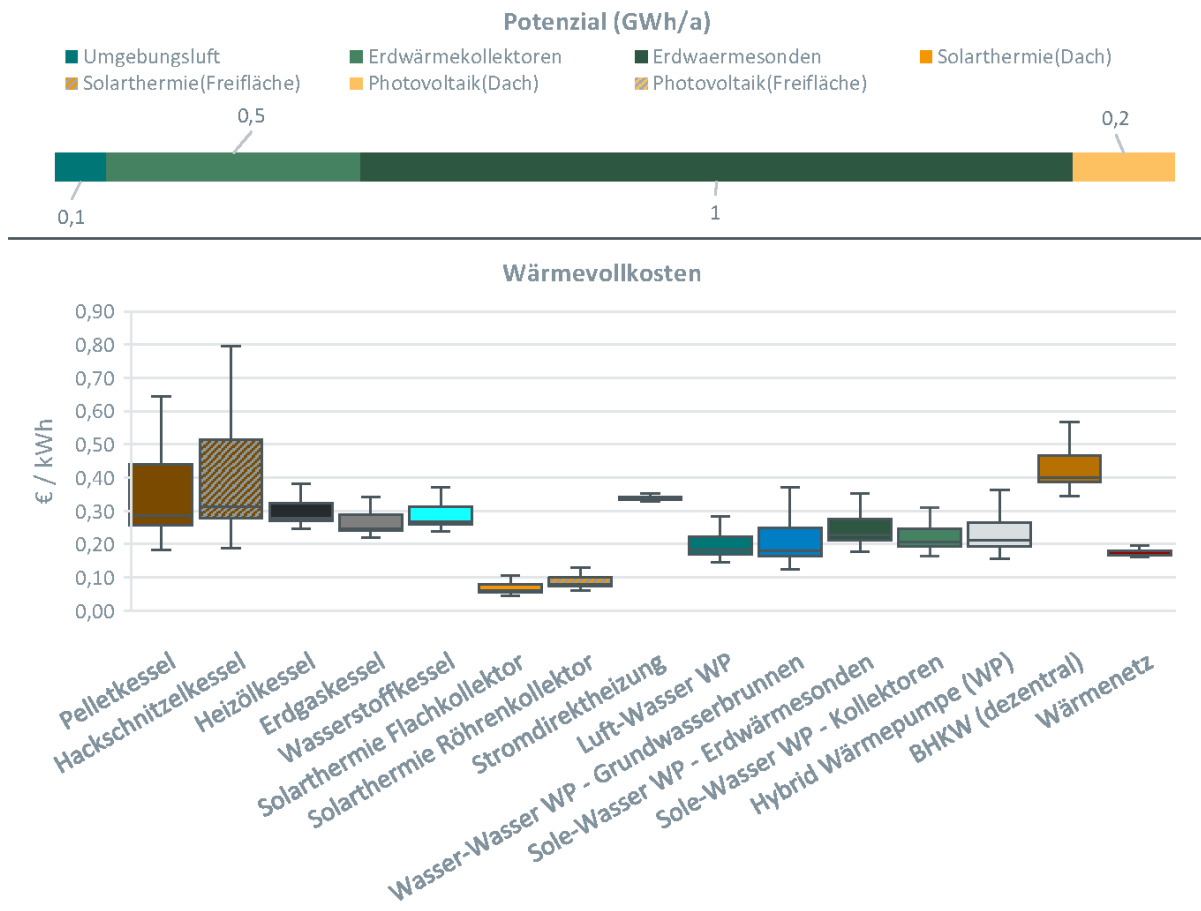


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

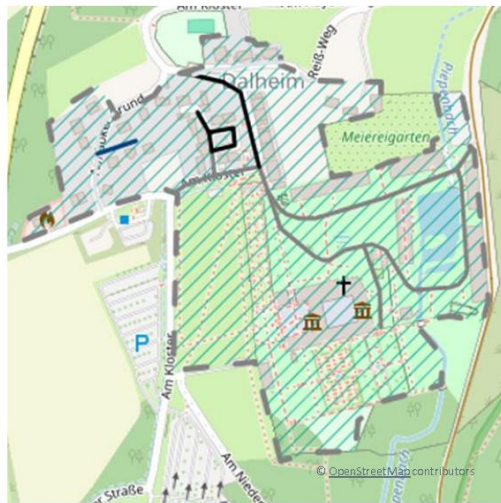
Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 90% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 66% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Im vorliegenden Gebiet besitzen über die Hälfte der Gebäude die Energieeffizienzklasse E oder schlechter, weshalb eine gezielte Gebäudesanierung zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung des Wärmebedarfs empfohlen wird. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

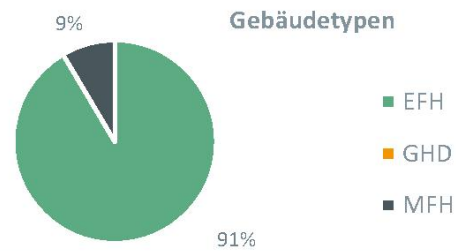
Gebietsnummer: 4

Ortsbeschreibung:

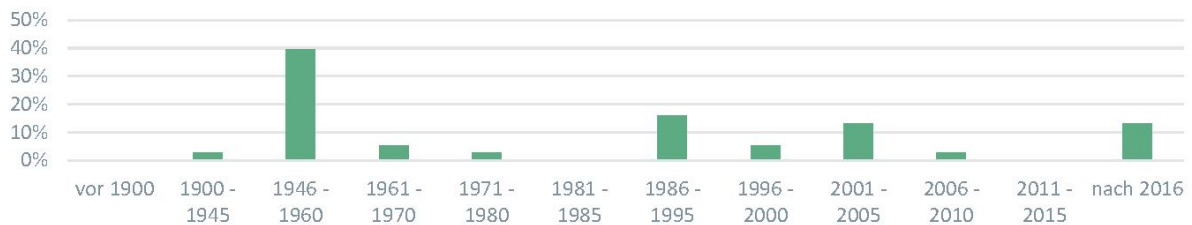
Dalheim



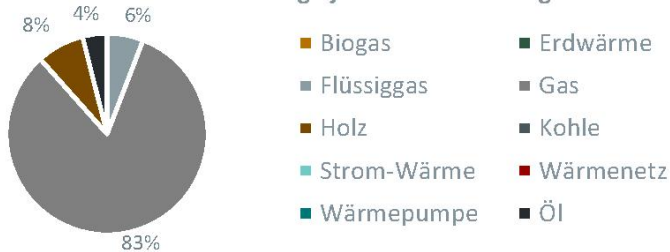
Anschlüsse:	42
Einwohner:	47
Wärmebedarf:	2,42 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	21,59 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



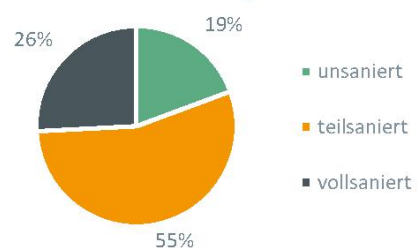
Baujahrsklassen



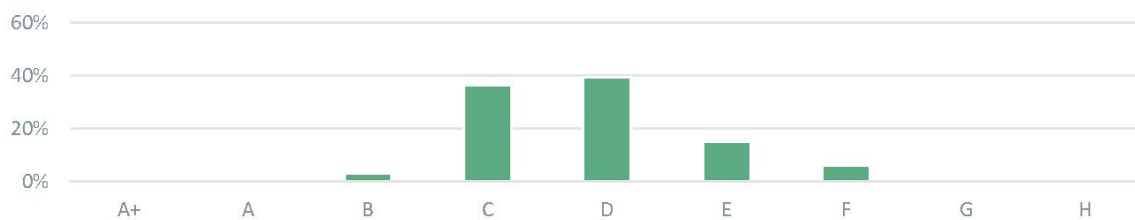
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

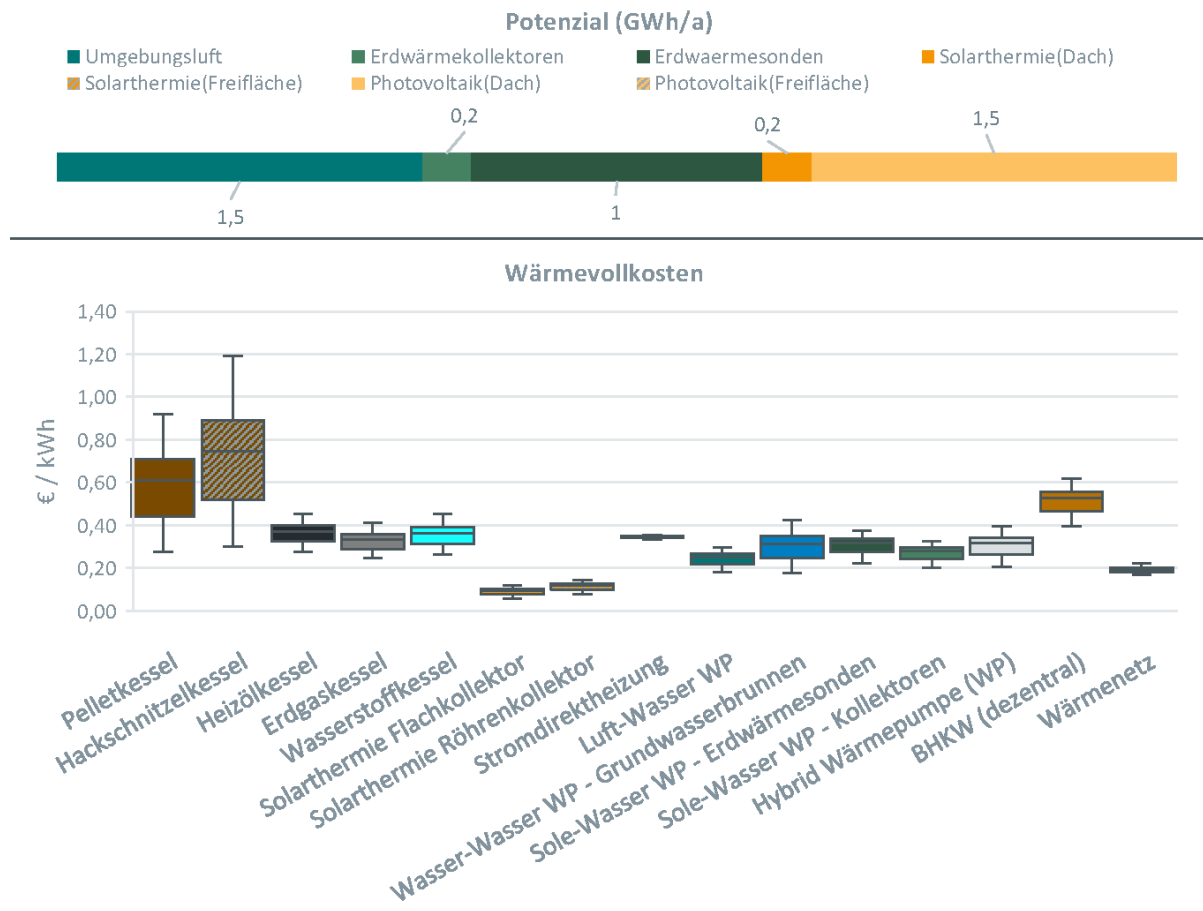


Sanierung



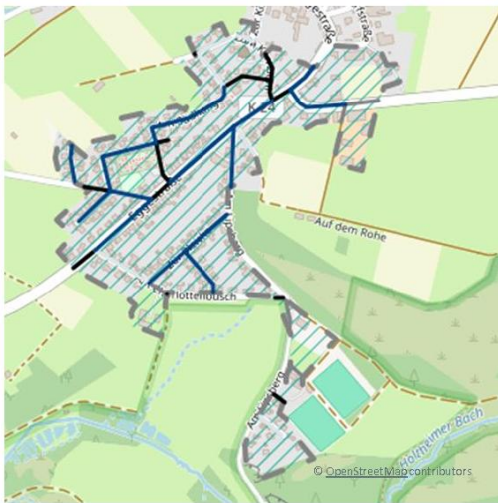
Energieeffizienzklassen



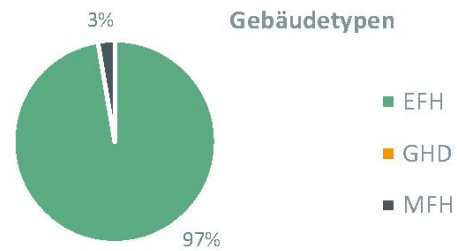


Gebietsnummer: 5

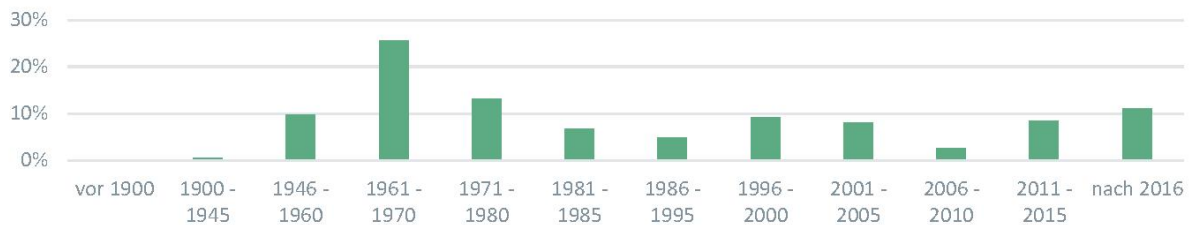
Ortsbeschreibung:
Holtheim, Am Südhang



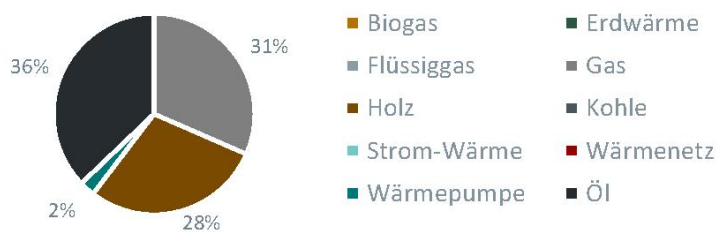
Anschlüsse:	288
Einwohner:	520
Wärmebedarf:	3,81 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	15,37 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



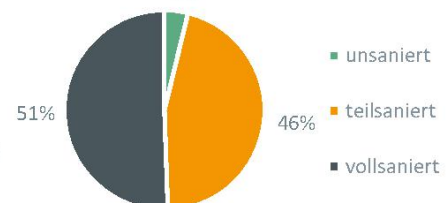
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

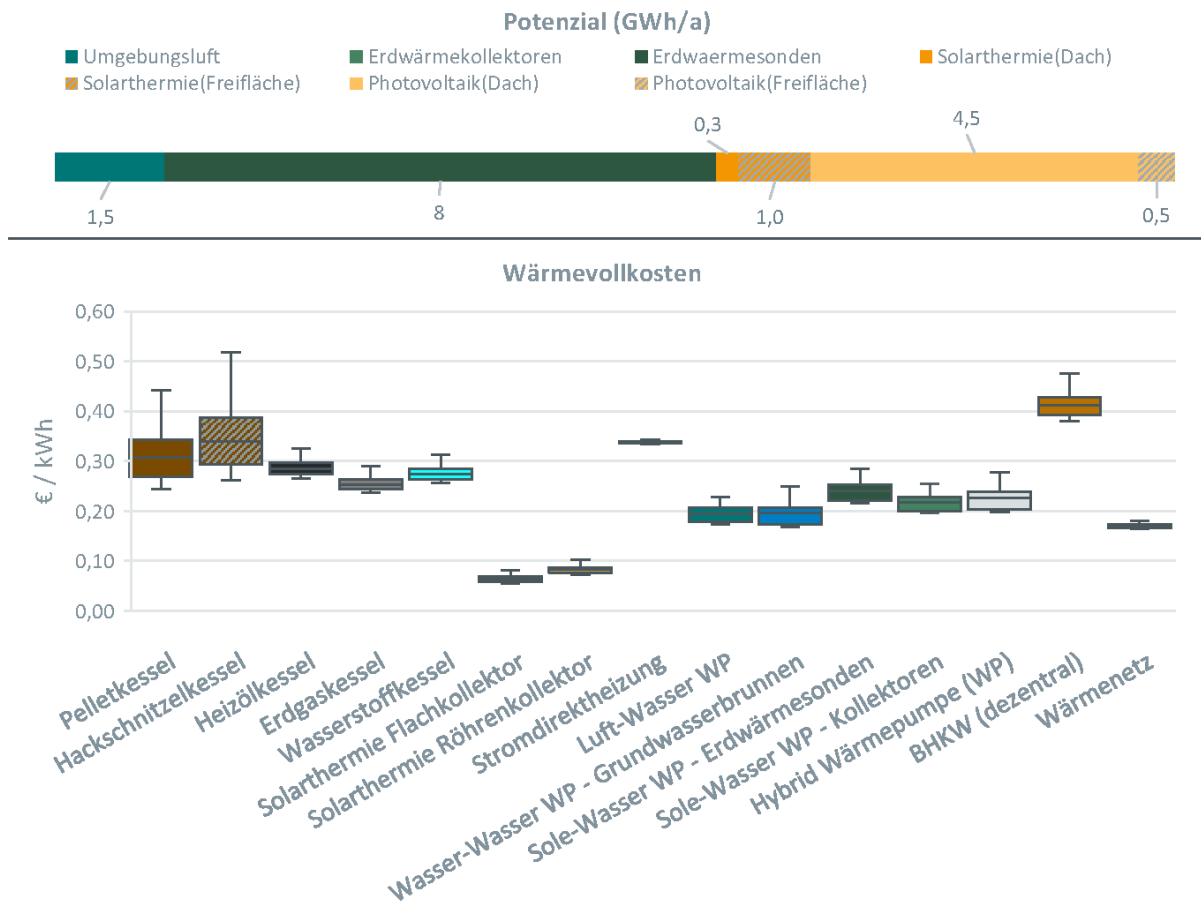


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet wurden 56% der Gebäude vor 1986 errichtet. Rund 50% aller Gebäude weisen ein Sanierungspotenzial auf. Für Gebäude, die nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen werden können, bietet es sich an, den Einsatz dezentraler Wärmeversorgungssysteme auf Basis effizienter Heizungstechnologien weiterzuentwickeln. Welche Lösung für Ihr Gebäude am besten geeignet ist, hängt von den spezifischen Gegebenheiten ab. Eine Beratung durch einen Fachbetrieb wird empfohlen. Zudem existieren Förderprogramme, die sowohl für die Erneuerung der Heiztechnologien als auch für energetische Sanierungen genutzt werden können, um die Energieeffizienzklasse eines Gebäudes anzuheben.

Gebietsnummer:

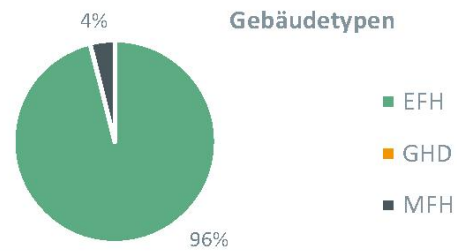
6

Ortsbeschreibung:

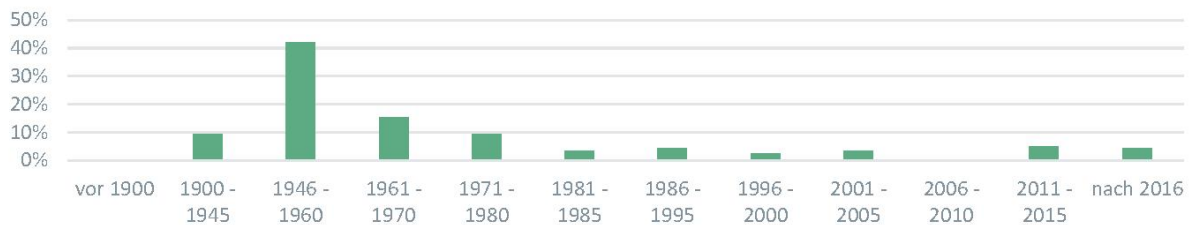
Holtheim



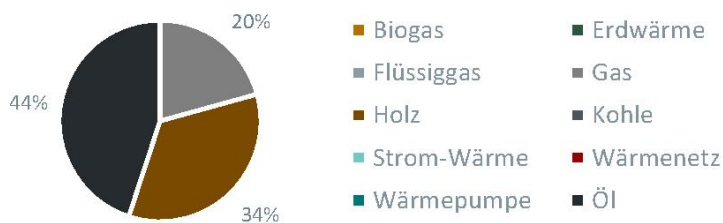
Anschlüsse:	153
Einwohner:	292
Wärmebedarf:	2,74 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	15,39 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



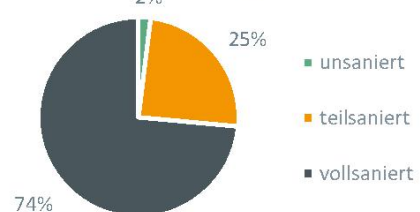
Baujahrsklassen



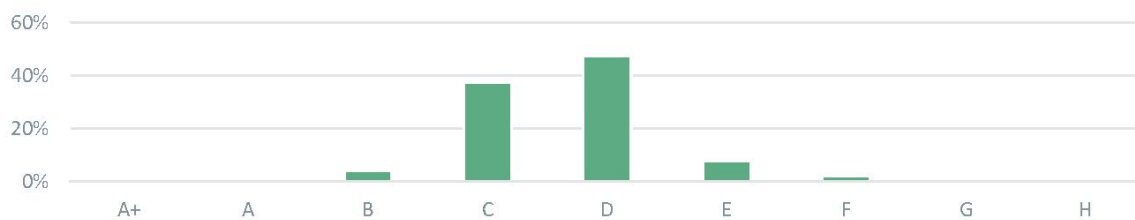
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

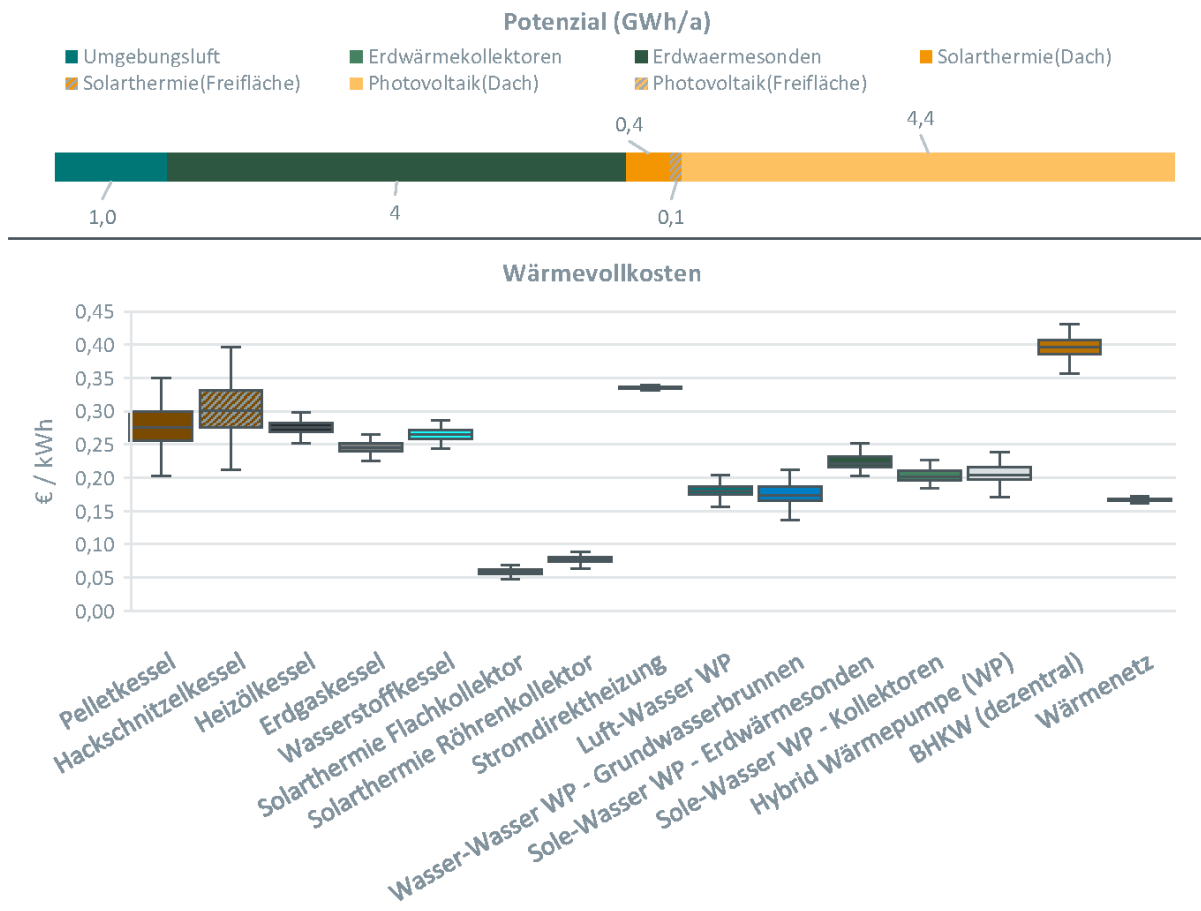


Sanierung



Energieeffizienzklassen





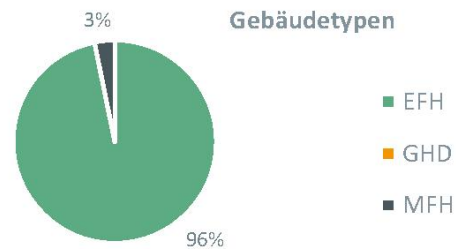
Gebietsnummer: 7

Ortsbeschreibung:

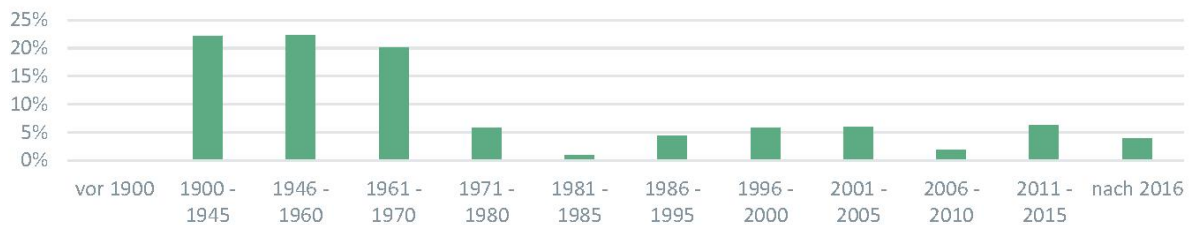
Kleinenberg



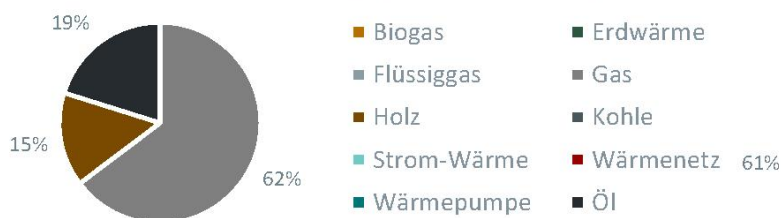
Anschlüsse:	649
Einwohner:	1.130
Wärmebedarf:	14,36 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	17,58 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



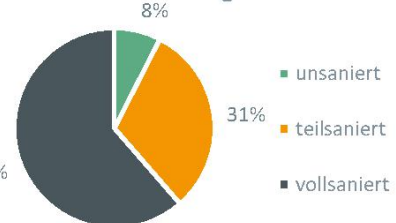
Baujahrsklassen



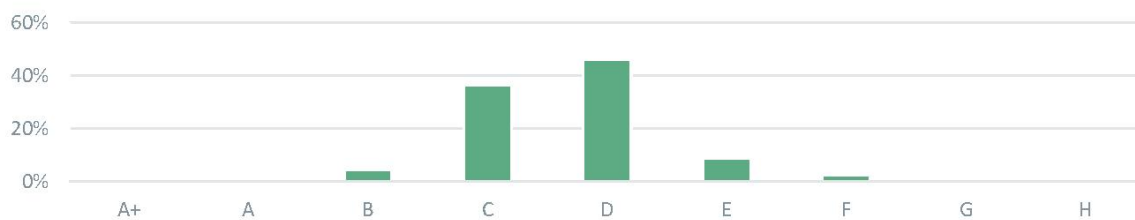
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

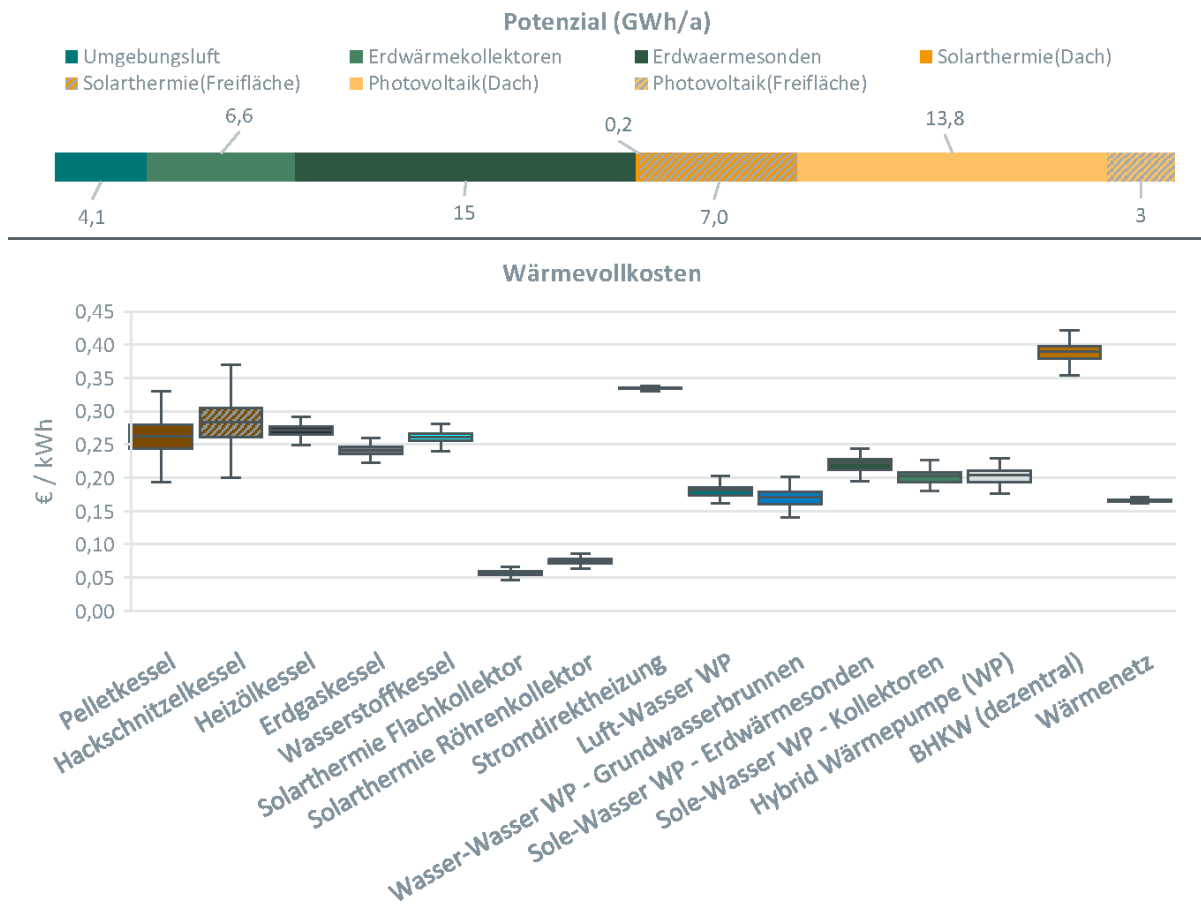


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 72% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 61% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

Gebietsnummer:

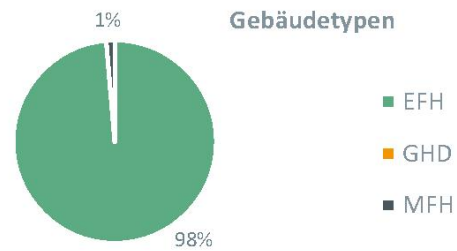
8

Ortsbeschreibung:

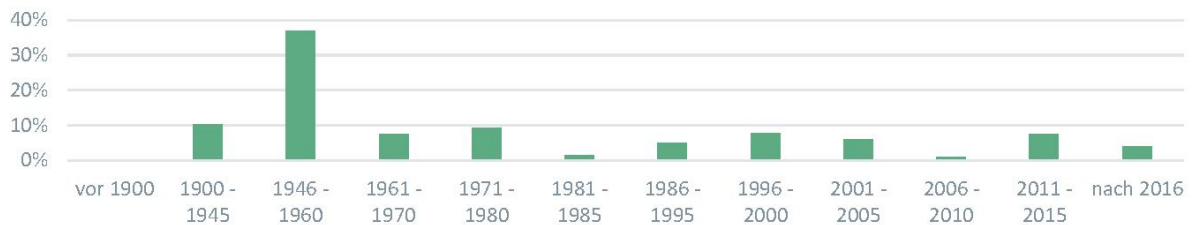
Husen



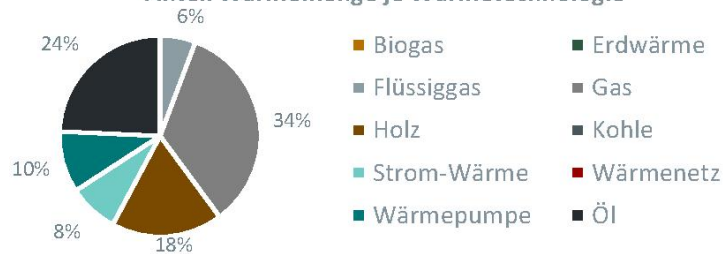
Anschlüsse:	502
Einwohner:	884
Wärmebedarf:	7,13 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	14,23 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



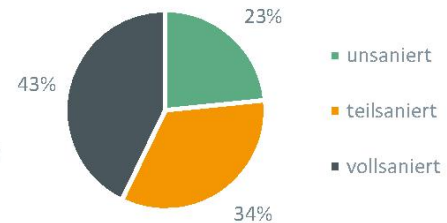
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

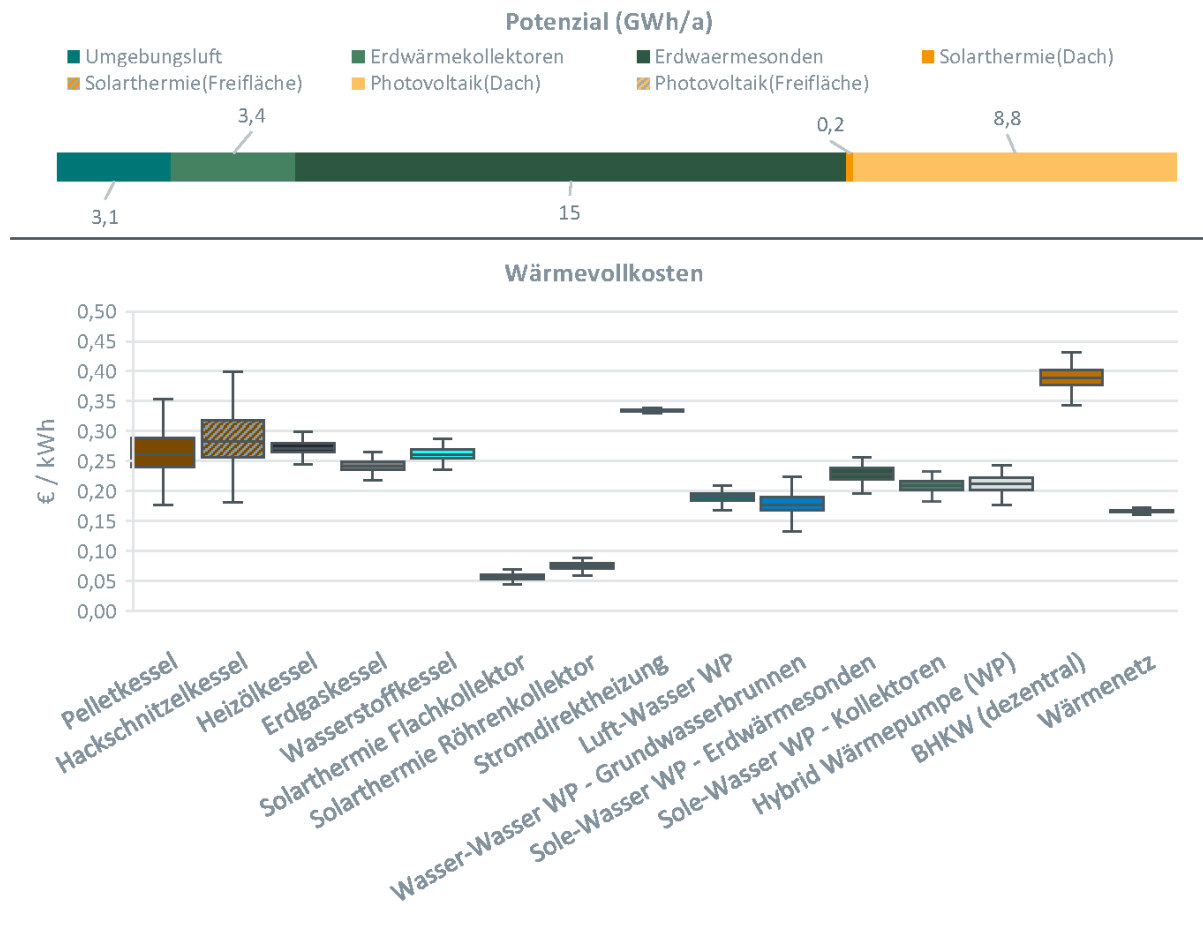


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet wurden 69% der Gebäude vor 1986 errichtet. Rund 57% aller Gebäude weisen ein Sanierungspotenzial auf. Für Gebäude, die nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen werden können, bietet es sich an, den Einsatz dezentraler Wärmeversorgungssysteme auf Basis effizienter Heizungstechnologien weiterzuentwickeln. Welche Lösung für Ihr Gebäude am besten geeignet ist, hängt von den spezifischen Gegebenheiten ab. Eine Beratung durch einen Fachbetrieb wird empfohlen. Zudem existieren Förderprogramme, die sowohl für die Erneuerung der Heiztechnologien als auch für energetische Sanierungen genutzt werden können, um die Energieeffizienzklasse eines Gebäudes anzuheben.

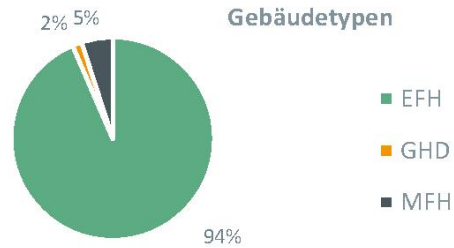
Gebietsnummer: 9

Ortsbeschreibung:

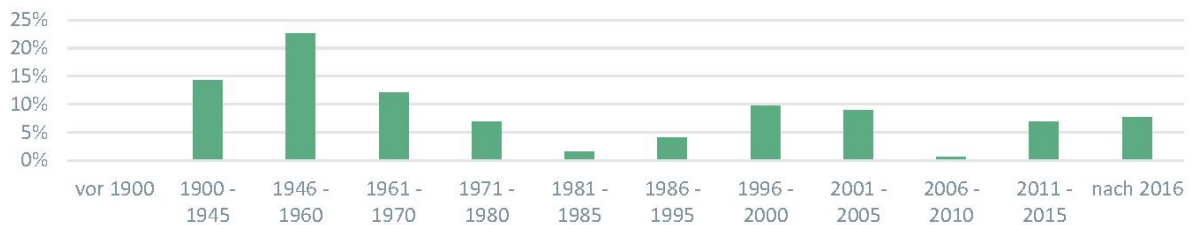
Atteln



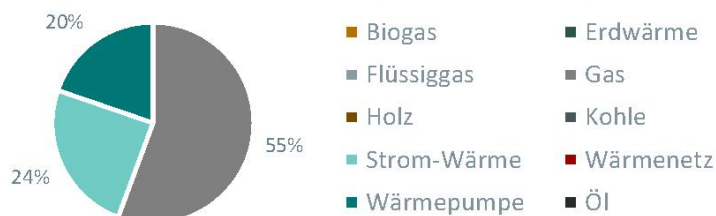
Anschlüsse:	194
Einwohner:	734
Wärmebedarf:	7,13 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	17,78 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



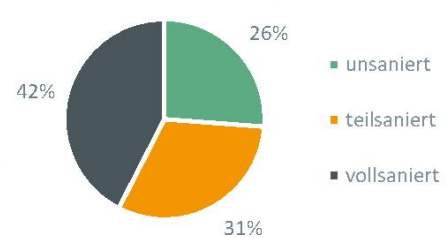
Baujahrsklassen



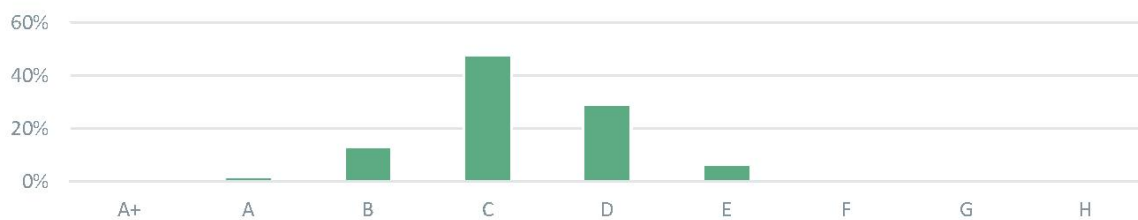
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

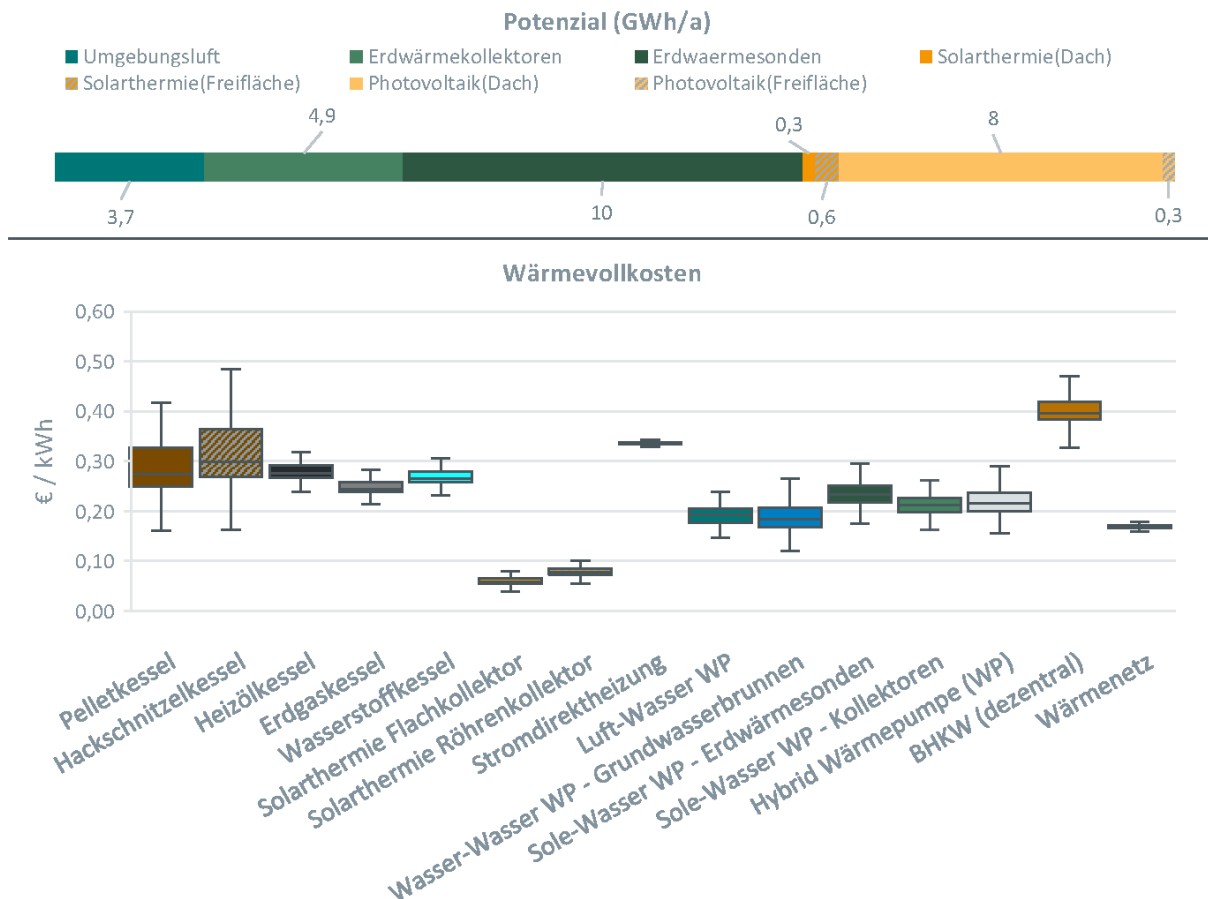


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

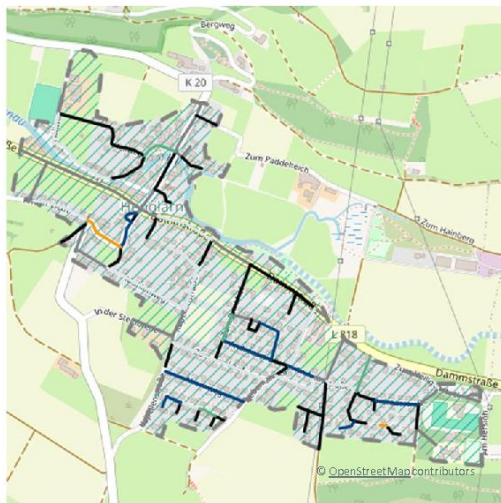
Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 62% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 42% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

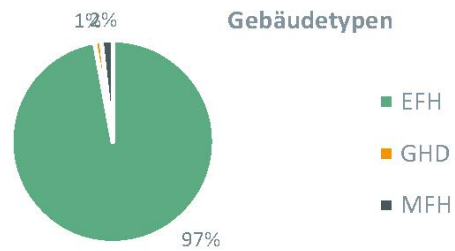
Gebietsnummer: 10

Ortsbeschreibung:

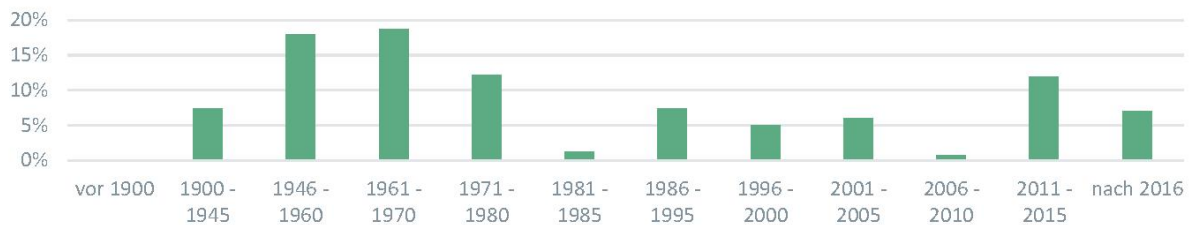
Henglar



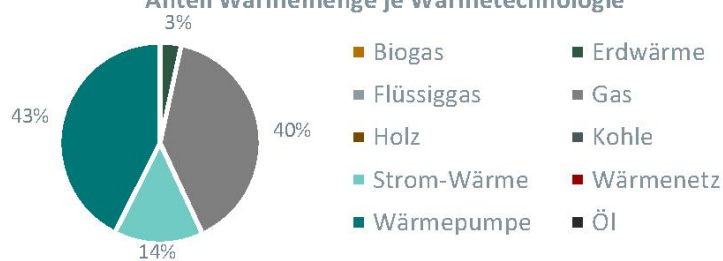
Anschlüsse:	185
Einwohner:	891
Wärmebedarf:	4,98 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	8,85 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



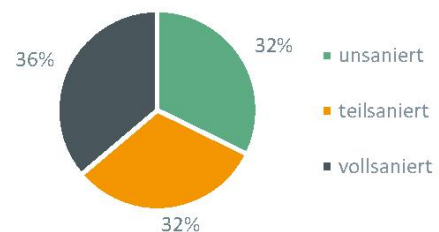
Baujahrsklassen



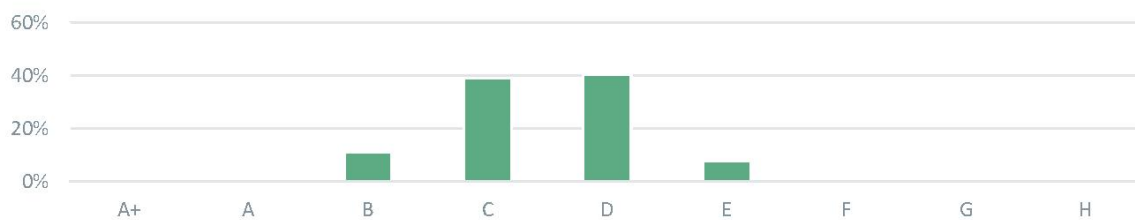
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

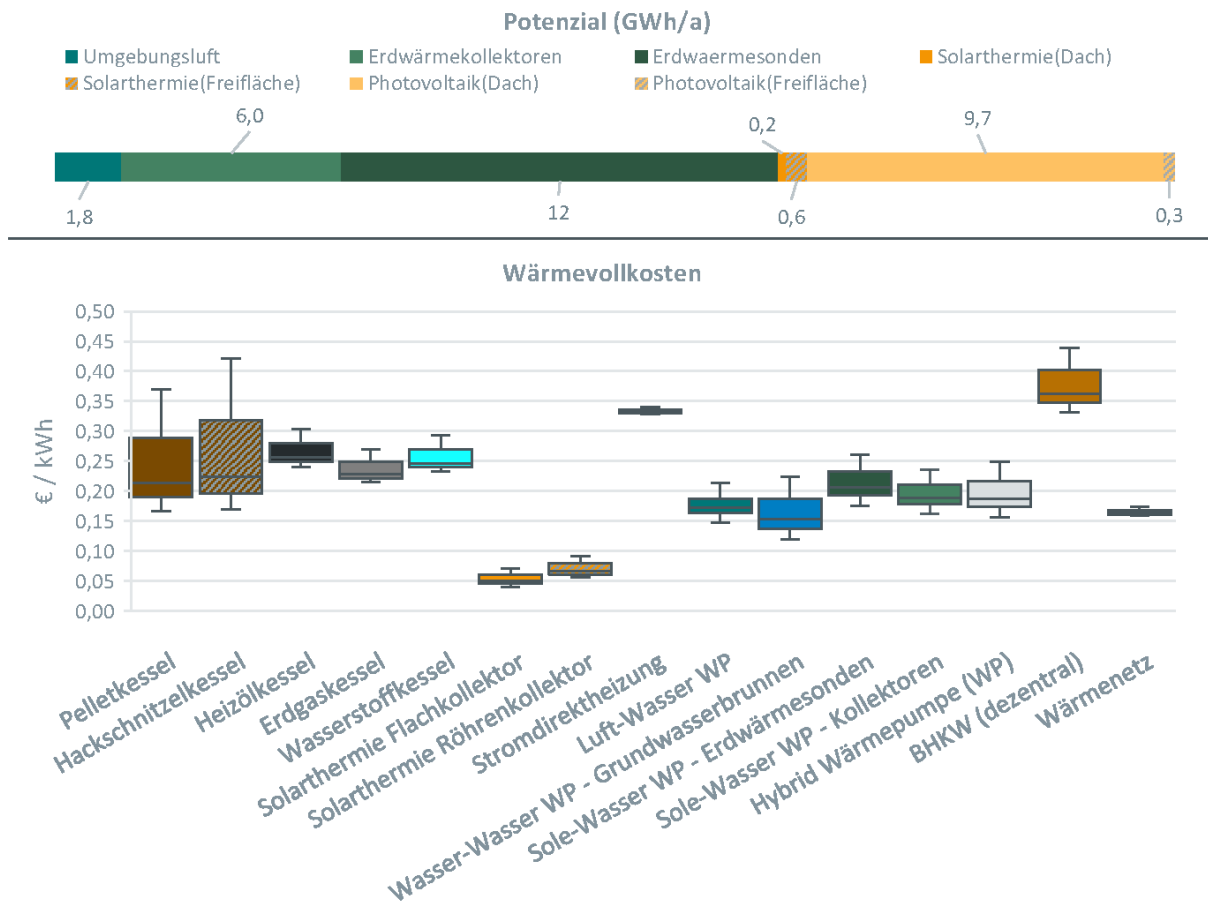


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet wurden 62% der Gebäude vor 1986 errichtet. Rund 64% aller Gebäude weisen ein Sanierungspotenzial auf. Für Gebäude, die nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen werden können, bietet es sich an, den Einsatz dezentraler Wärmeversorgungssysteme auf Basis effizienter Heizungstechnologien weiterzuentwickeln. Welche Lösung für Ihr Gebäude am besten geeignet ist, hängt von den spezifischen Gegebenheiten ab. Eine Beratung durch einen Fachbetrieb wird empfohlen. Zudem existieren Förderprogramme, die sowohl für die Erneuerung der Heiztechnologien als auch für energetische Sanierungen genutzt werden können, um die Energieeffizienzklasse eines Gebäudes anzuheben.

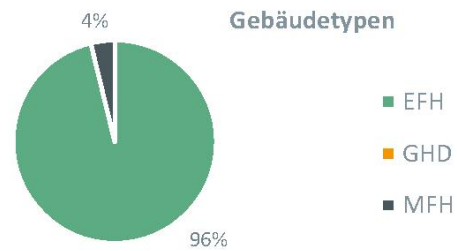
Gebietsnummer: 11

Ortsbeschreibung:

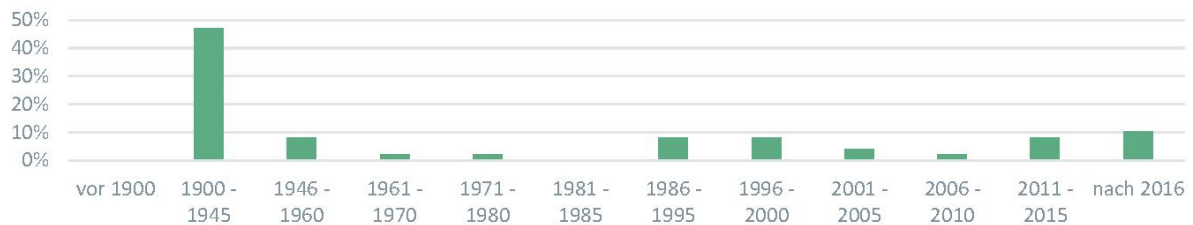
Ebbinghausen



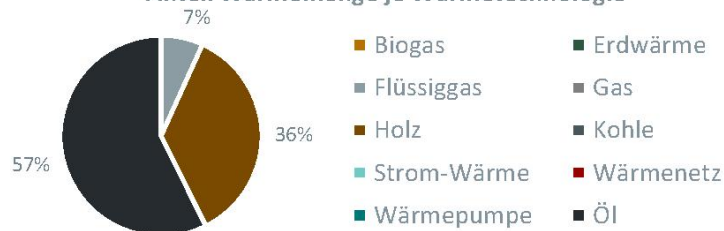
Anschlüsse:	58
Einwohner:	175
Wärmebedarf:	1,40 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	10,39 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



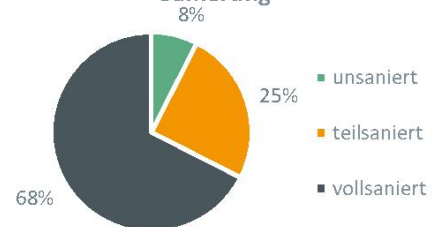
Baujahrsklassen



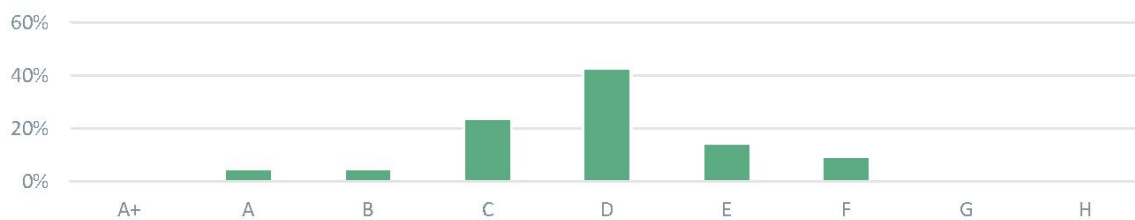
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

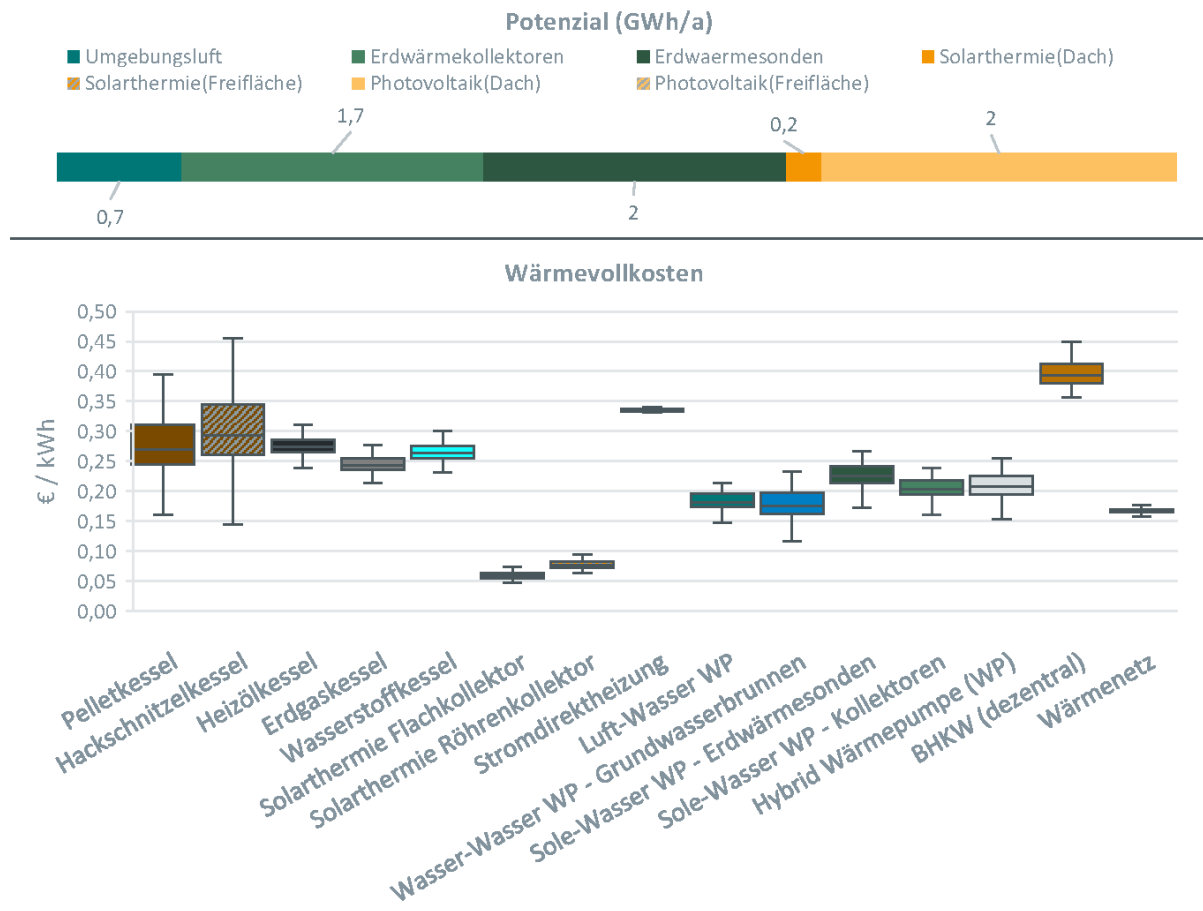


Sanierung



Energieeffizienzklassen

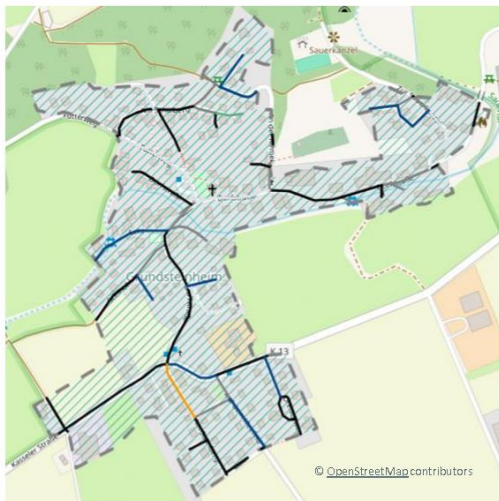




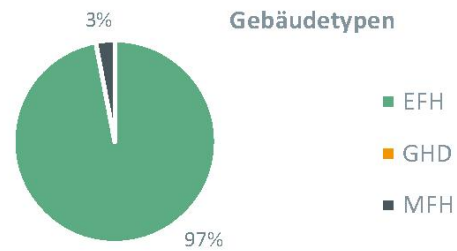
Gebietsnummer: 12

Ortsbeschreibung:

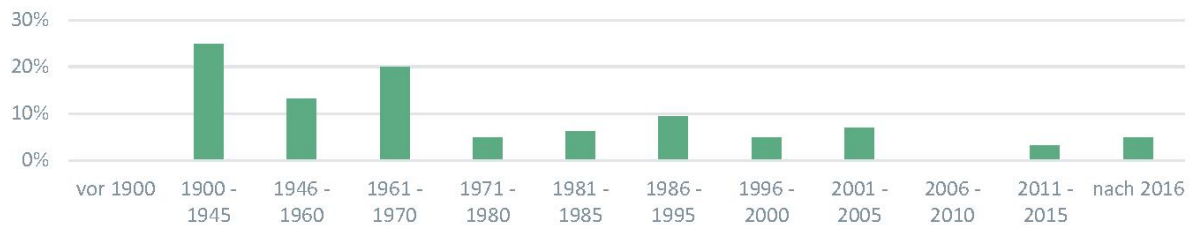
Grundsteinheim



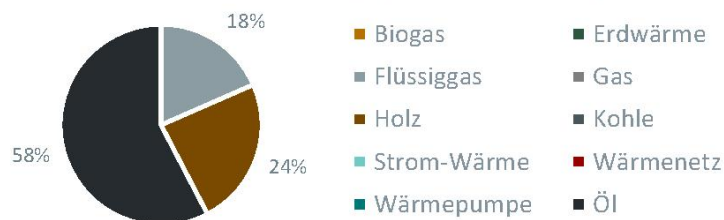
Anschlüsse:	216
Einwohner:	366
Wärmebedarf:	3,47 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	13,45 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



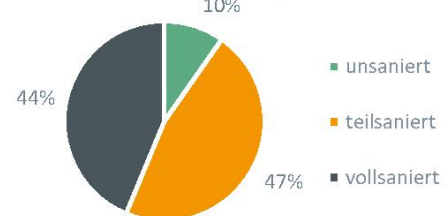
Baujahrsklassen



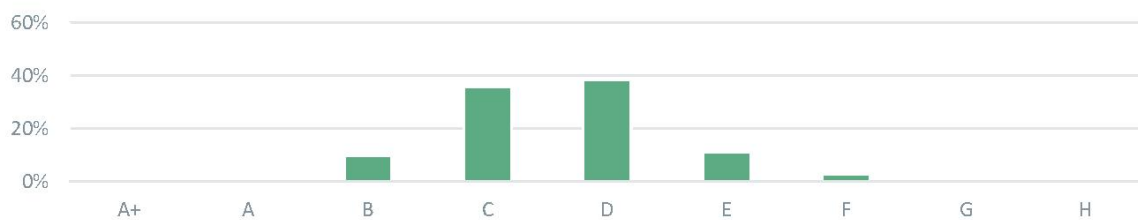
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

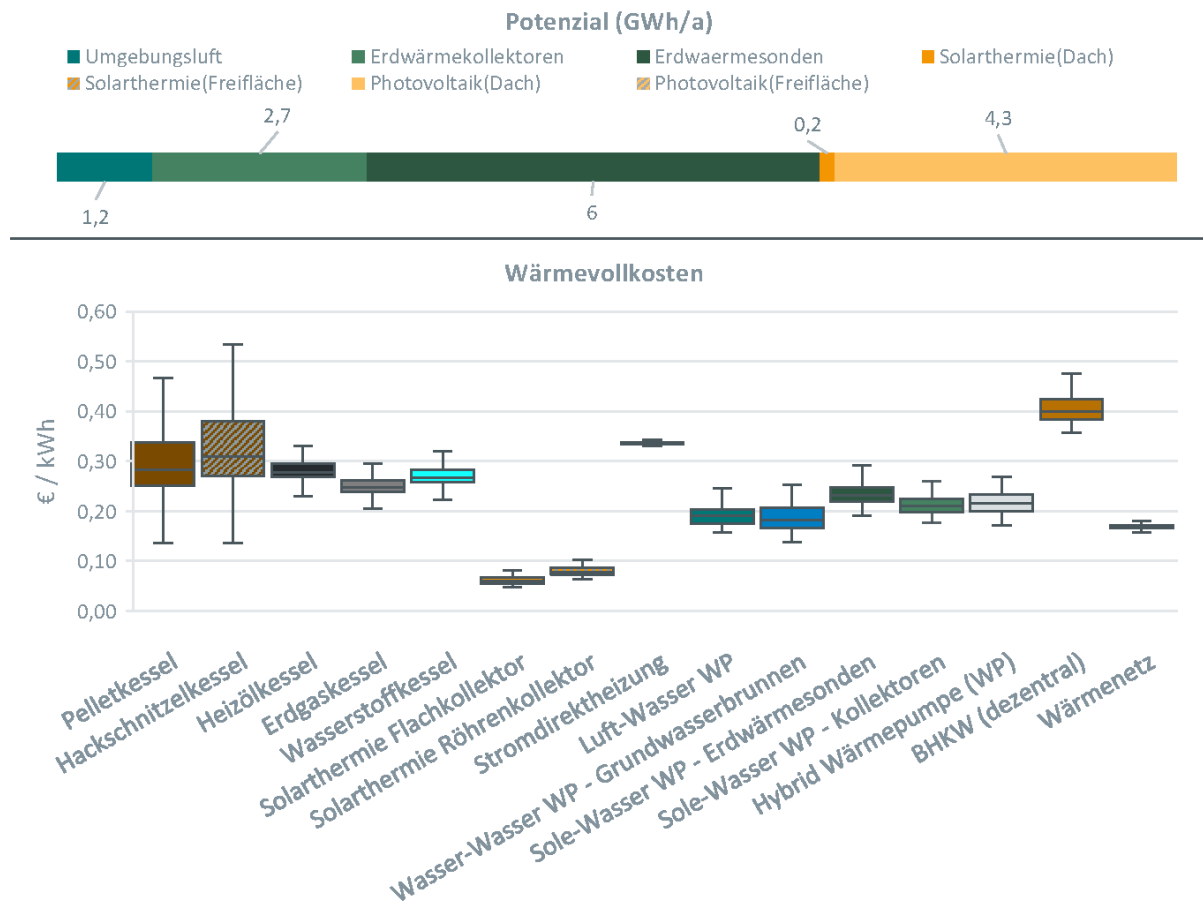


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 71% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 44% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

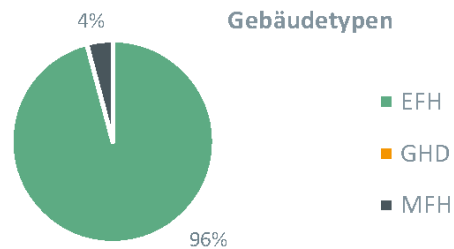
Gebietsnummer: 13

Ortsbeschreibung:

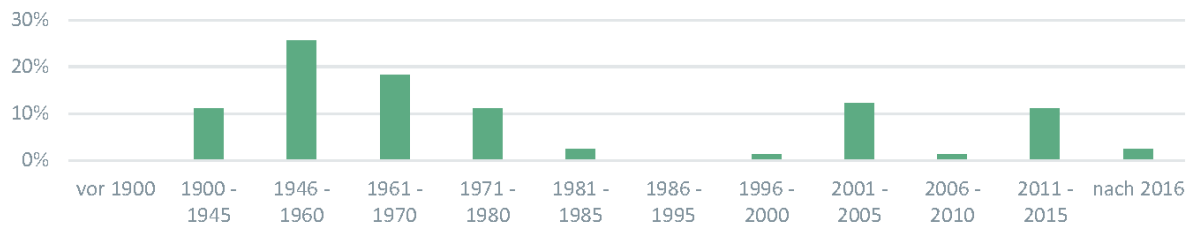
Igggenhausen



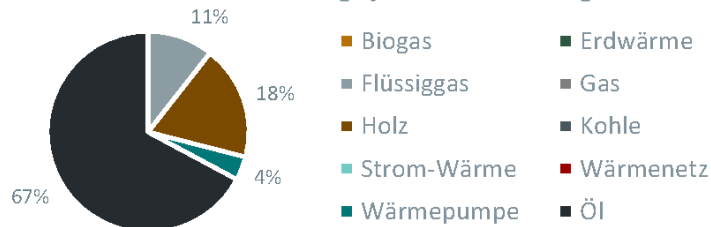
Anschlüsse:	86
Einwohner:	171
Wärmebedarf:	1,50 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	10,79 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



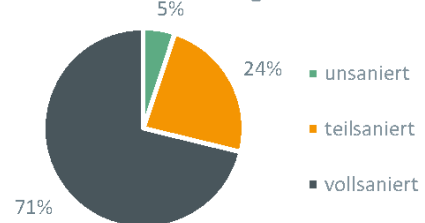
Baujahrsklassen



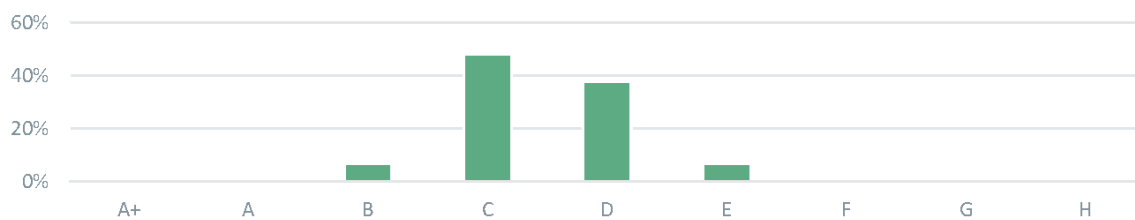
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

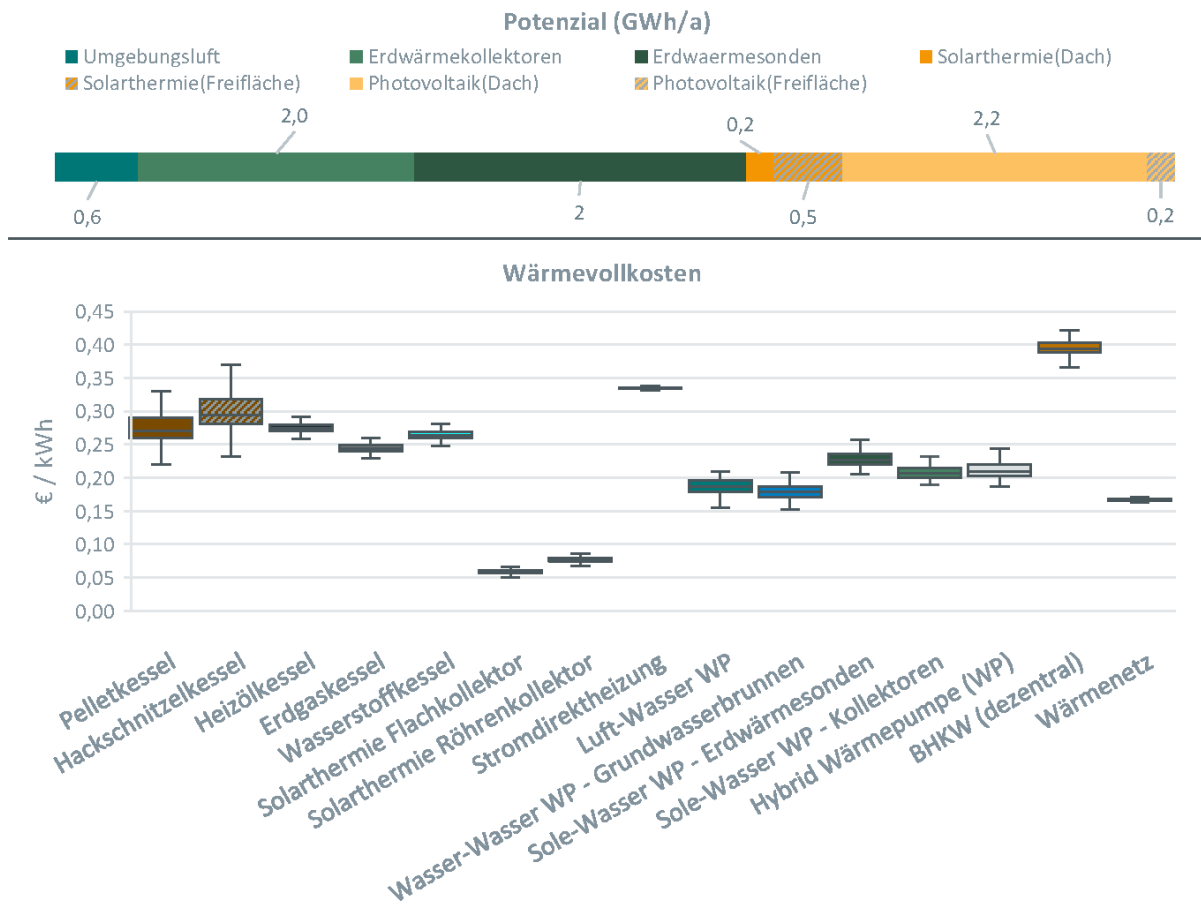


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 72% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 71% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

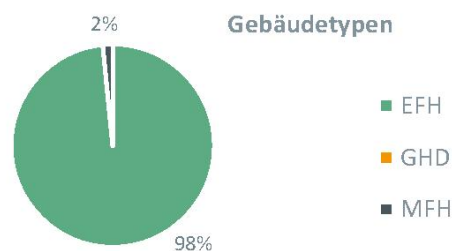
Gebietsnummer: 14

Ortsbeschreibung:

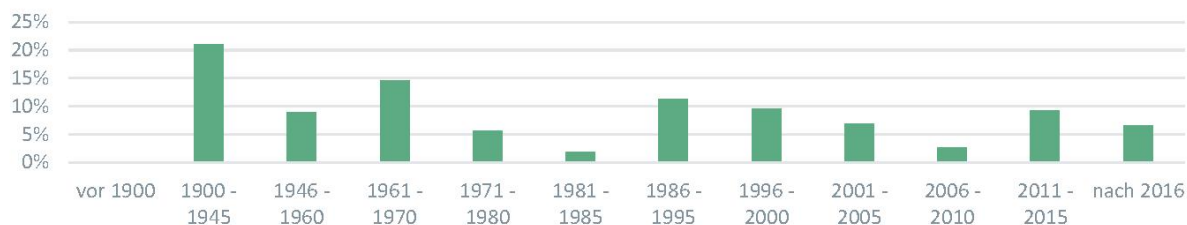
Herbram



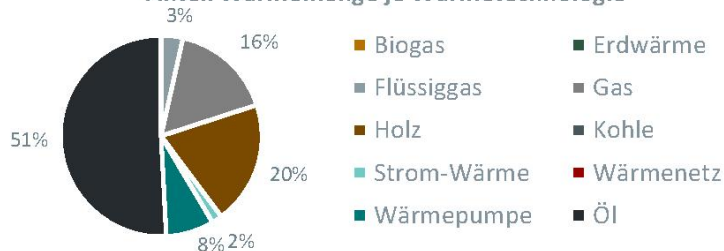
Anschlüsse:	427
Einwohner:	761
Wärmebedarf:	5,56 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	10,81 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



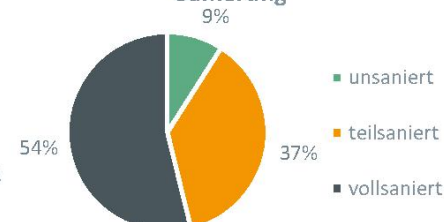
Baujahrsklassen



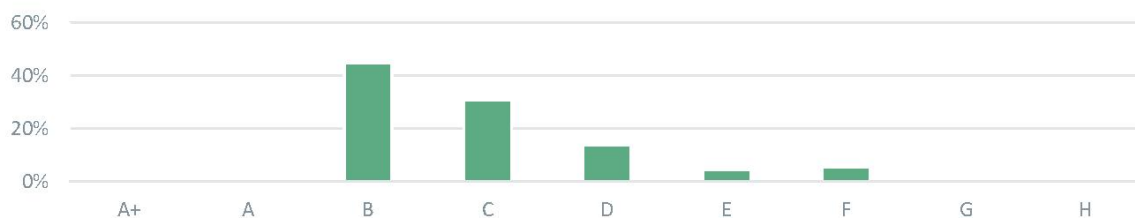
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

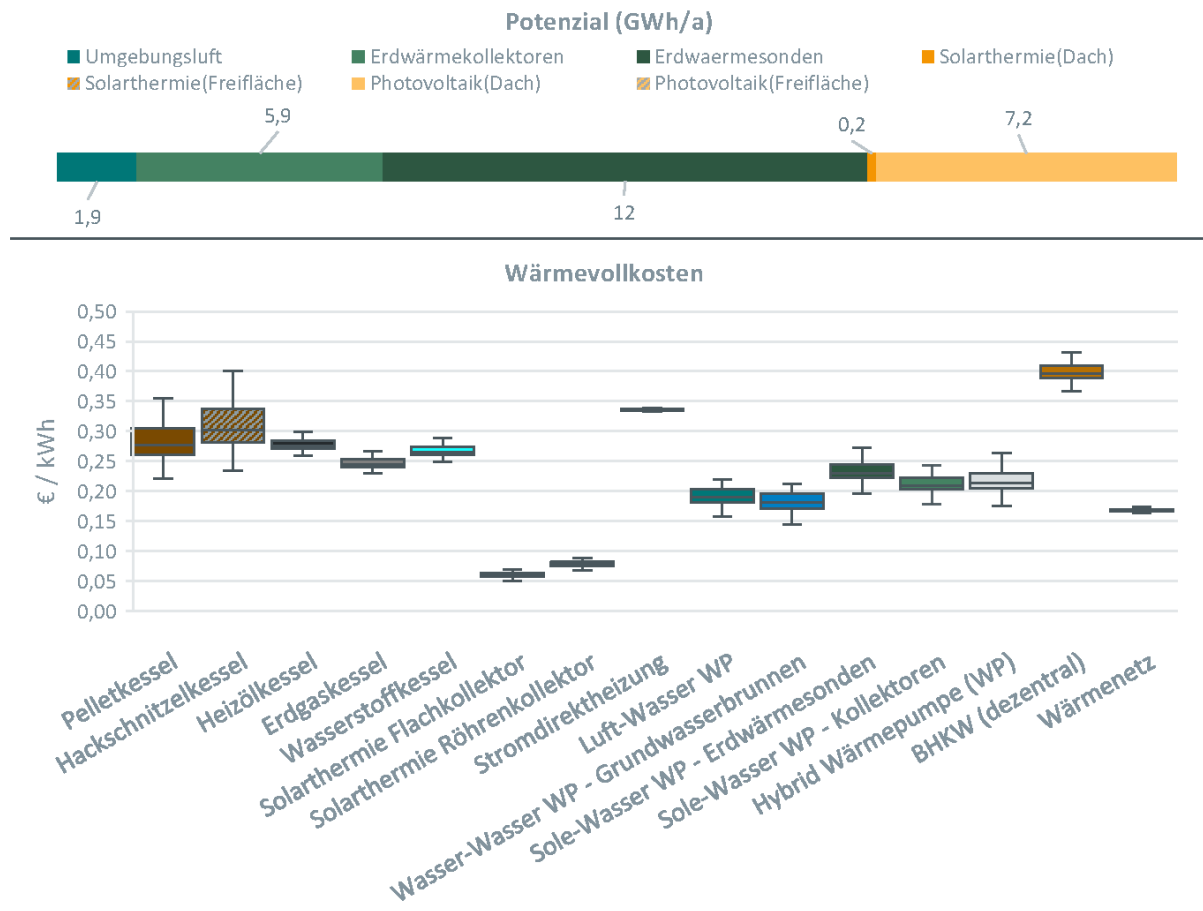


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 52% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 54% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

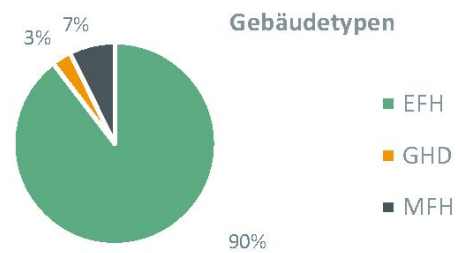
Gebietsnummer: 15

Ortsbeschreibung:

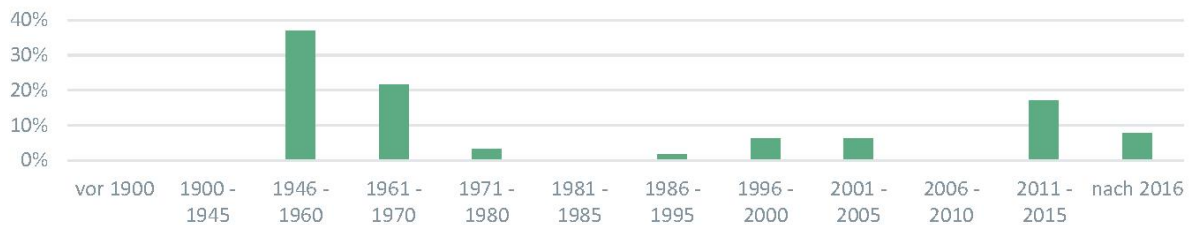
Herbram Wald



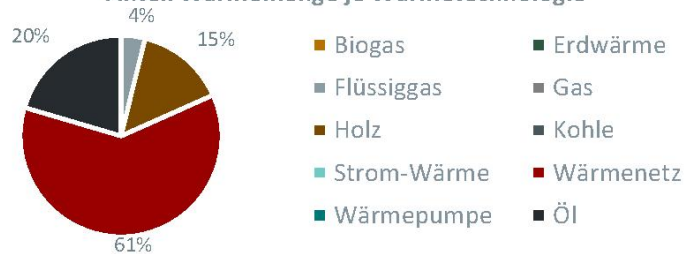
Anschlüsse:	94
Einwohner:	121
Wärmebedarf:	1,42 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	16,09 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Wärmenetzgebiet



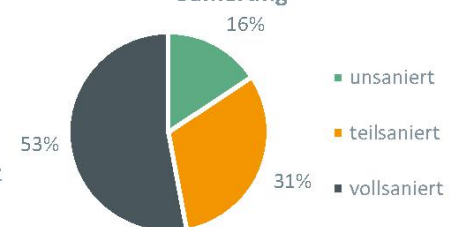
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

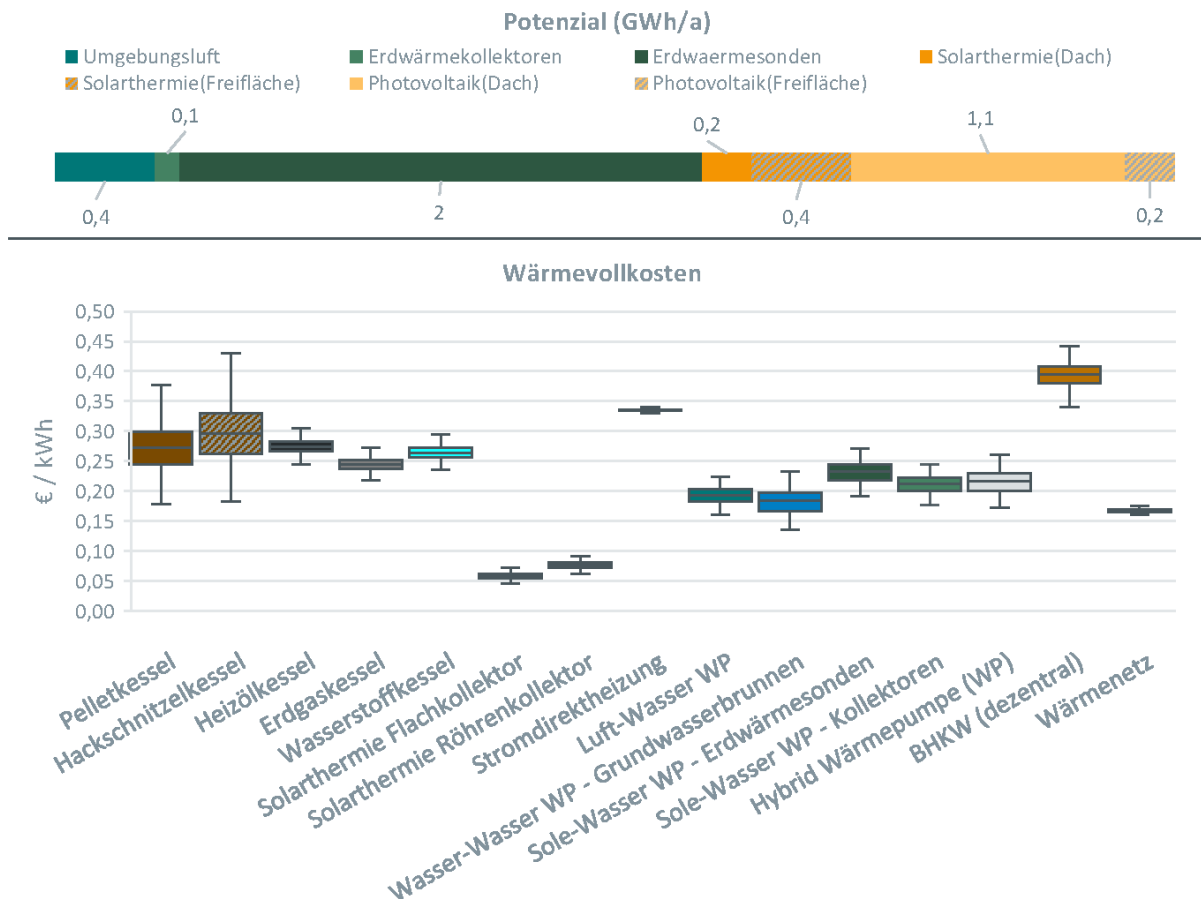


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In Herbram Wald ist bereits ein Wärmenetz vorhanden. Für angrenzende Gebäude bietet sich die Prüfung einer Anschlussmöglichkeit im Zuge einer punktuellen Erweiterung an.

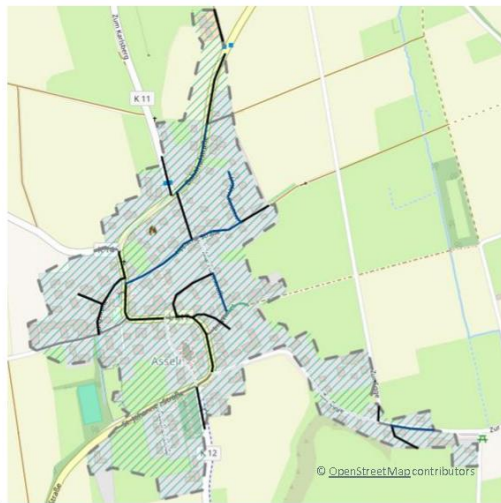
Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 62% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 53% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieranlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

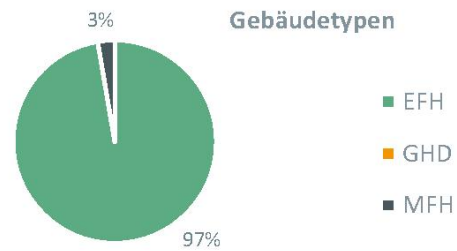
Gebietsnummer: 16

Ortsbeschreibung:

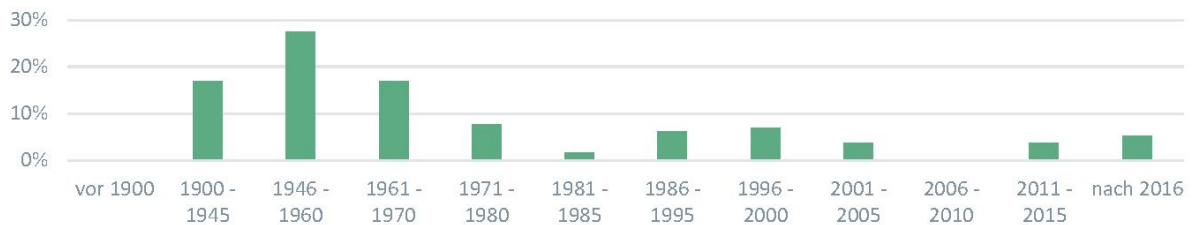
Asseln



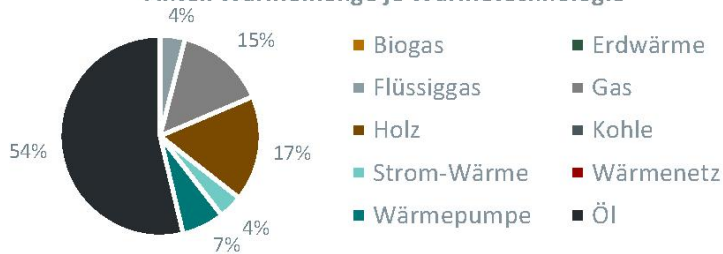
Anschlüsse:	172
Einwohner:	342
Wärmebedarf:	2,91 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	11,51 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



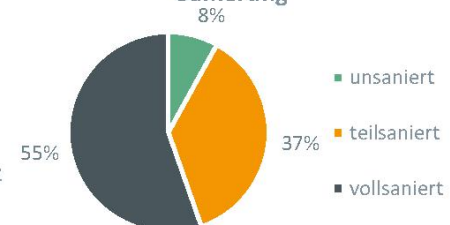
Baujahrsklassen



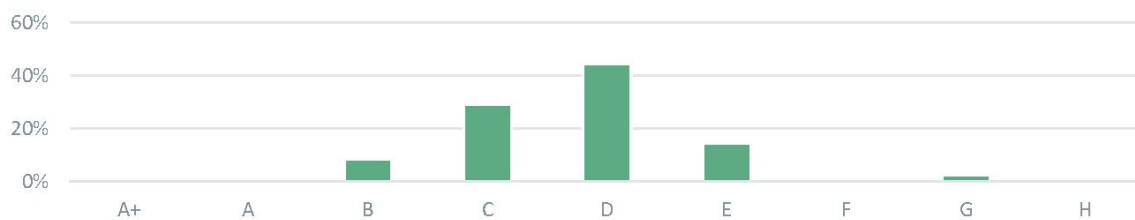
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

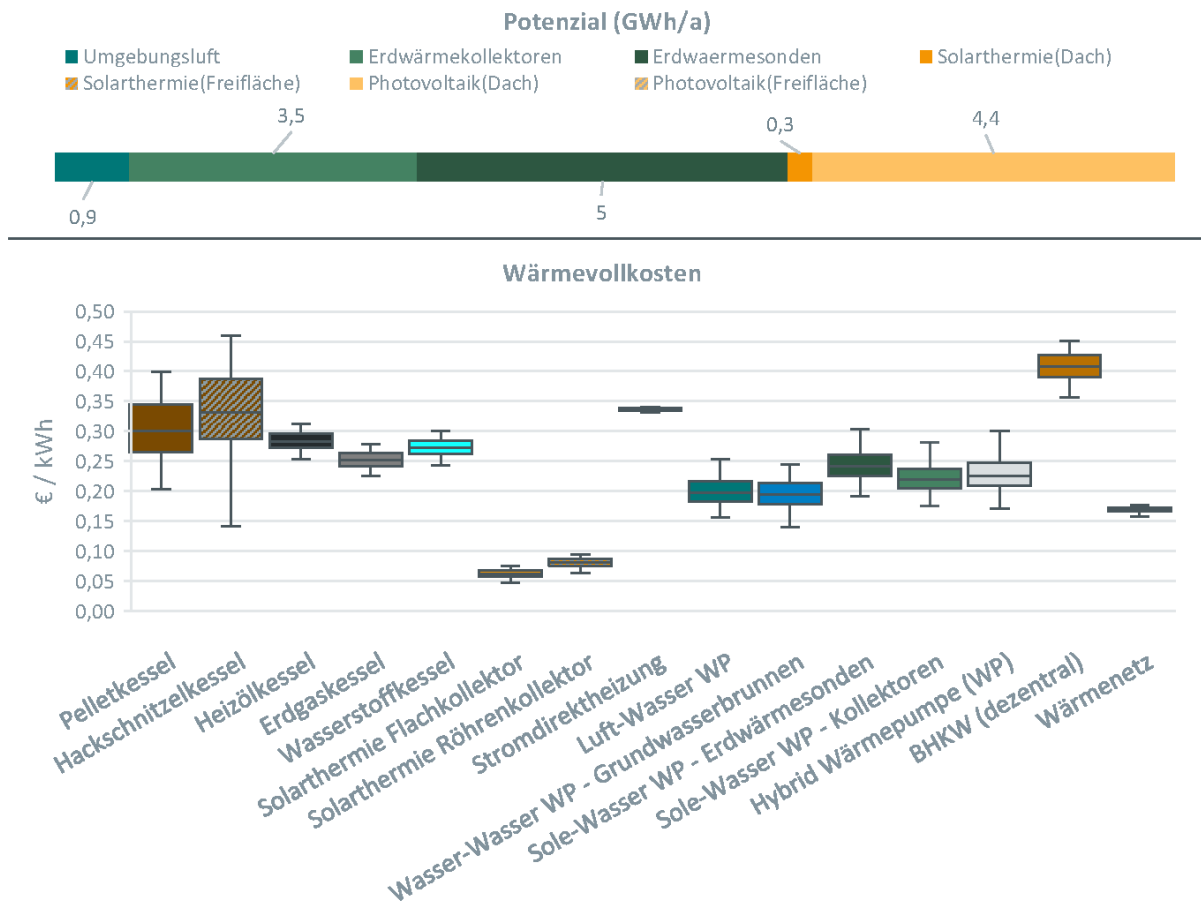


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Gebietsnummer: 17

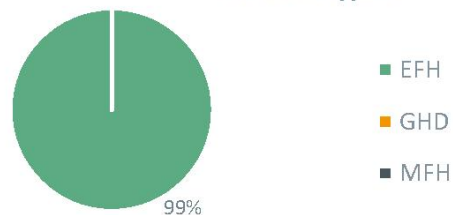
Ortsbeschreibung:

Hakenberg

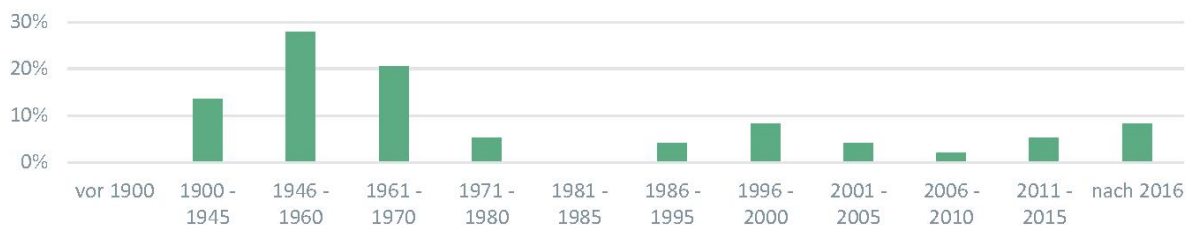


Anschlüsse:	127
Einwohner:	223
Wärmebedarf:	1,86 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	10,73 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich

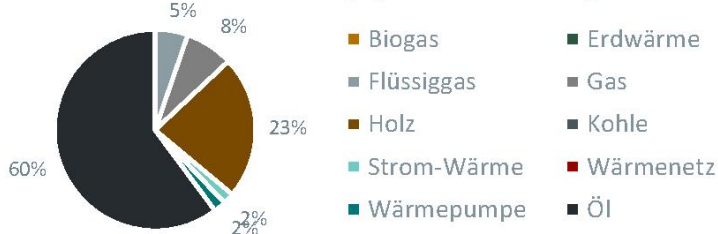
Gebäudetypen



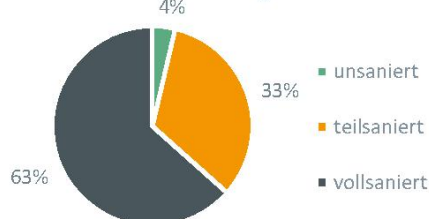
Baujahrsklassen



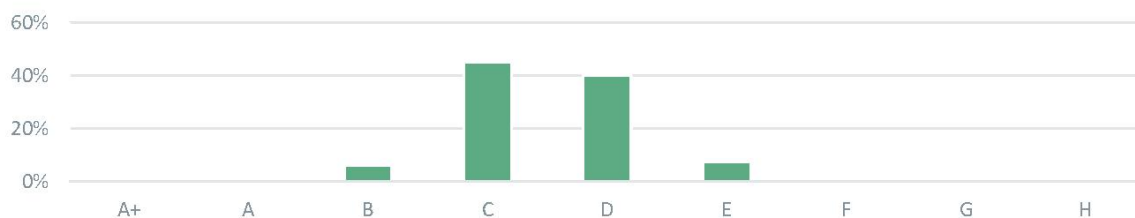
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

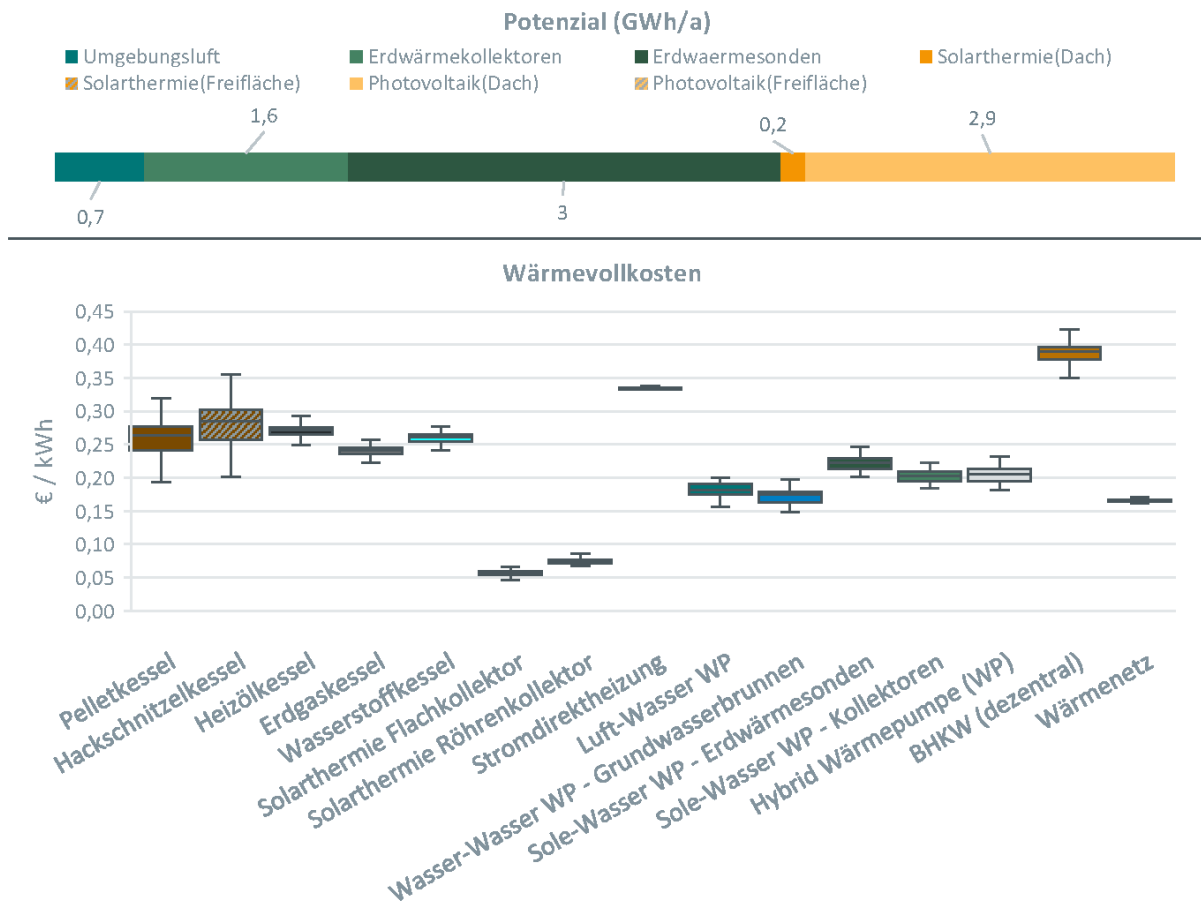


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 68% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 63% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

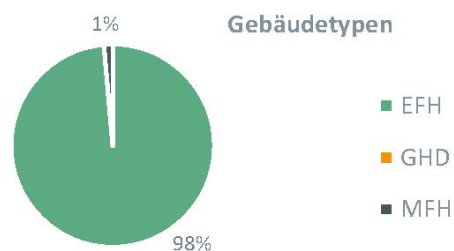
Gebietsnummer: 18

Ortsbeschreibung:

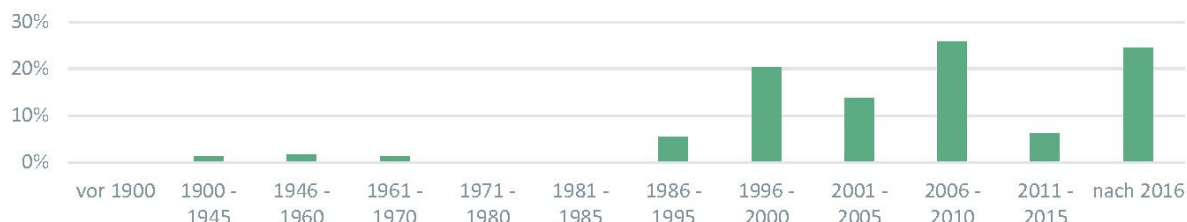
Lichtenau, Am Wiebusch



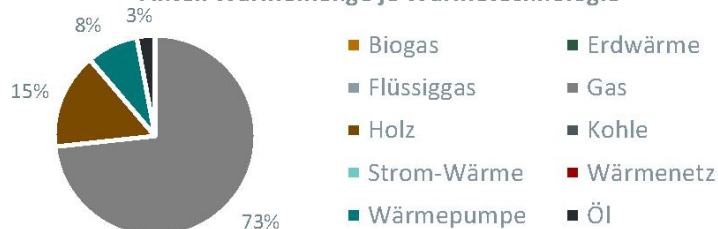
Anschlüsse:	304
Einwohner:	693
Wärmebedarf:	2,95 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	13,23 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



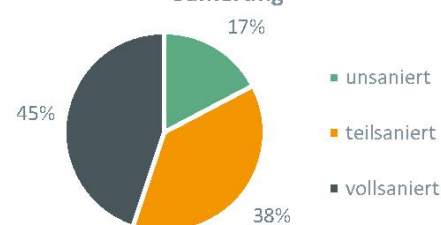
Baujahrsklassen



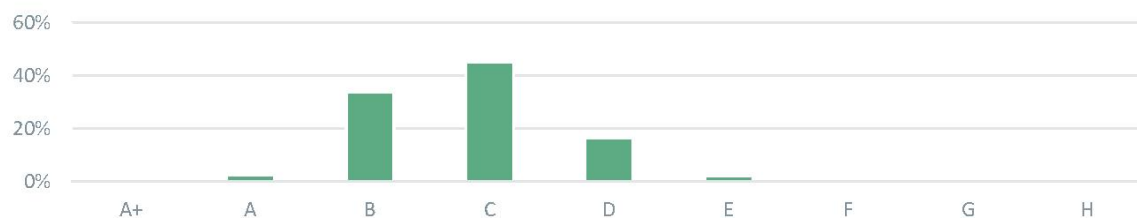
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

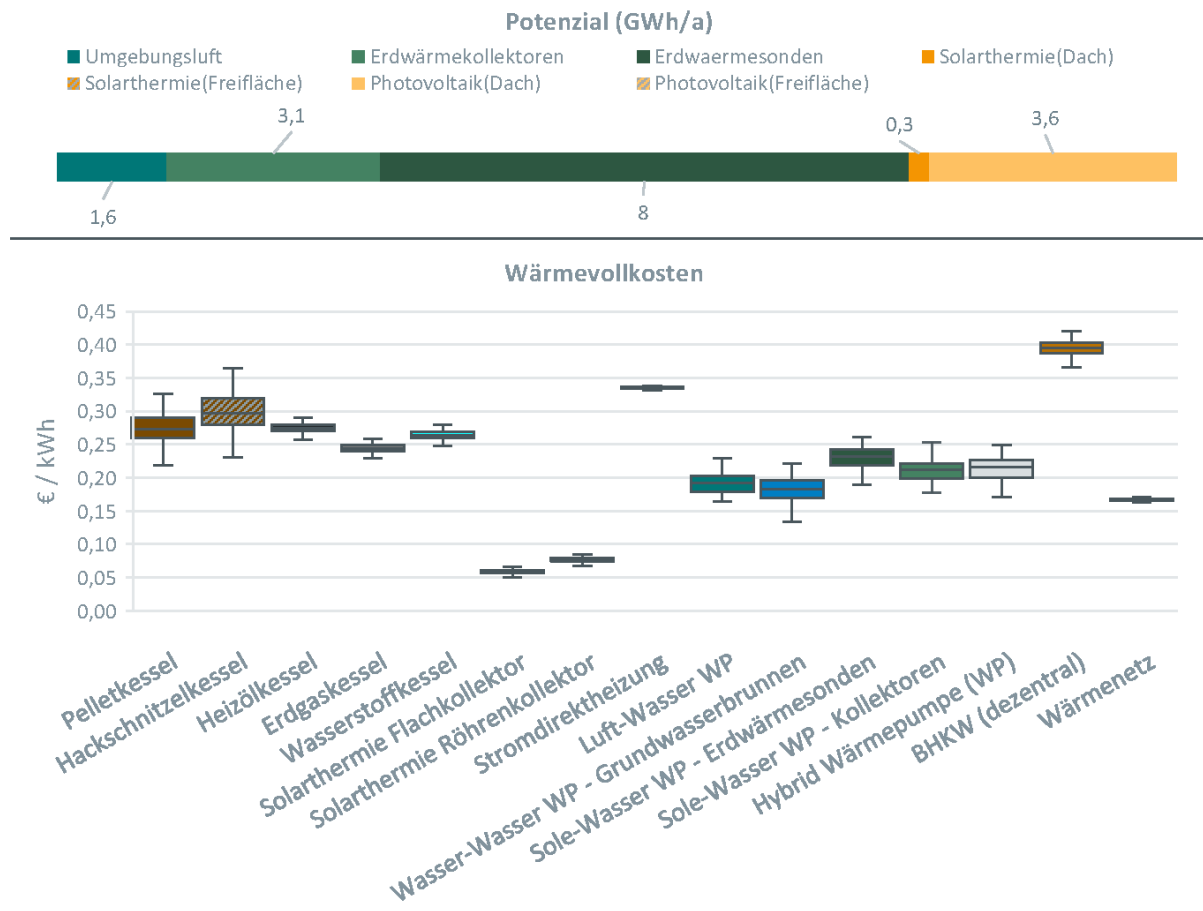


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

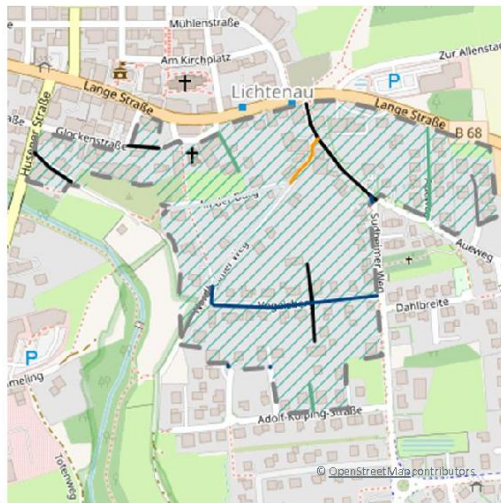
Teile des betrachteten Gebiets liegen im Wirkungsbereich der zentralen Maßnahme „Wärmenetz zur zentralen Wärmeversorgung der Kernstadt“.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

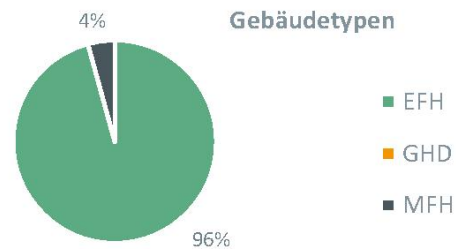
Rund 4% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 45% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieranlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

Gebietsnummer: 19

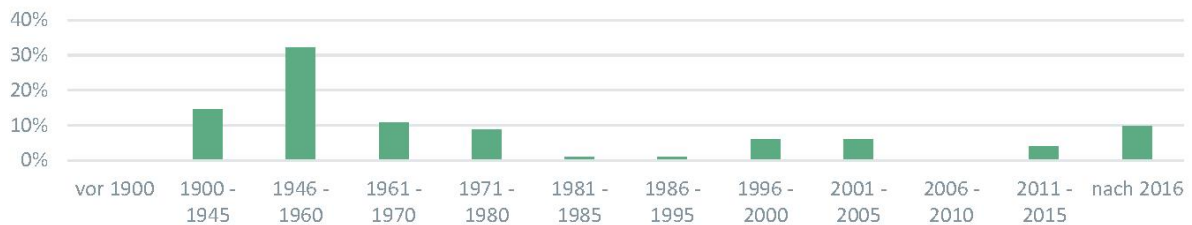
Ortsbeschreibung:
Lichtenau, Vogelsberg



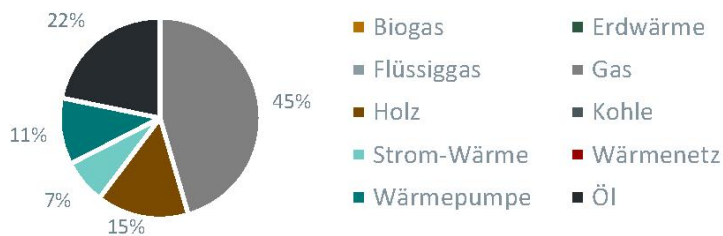
Anschlüsse:	133
Einwohner:	248
Wärmebedarf:	2,28 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	21,45 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



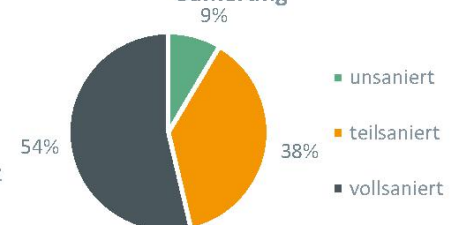
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

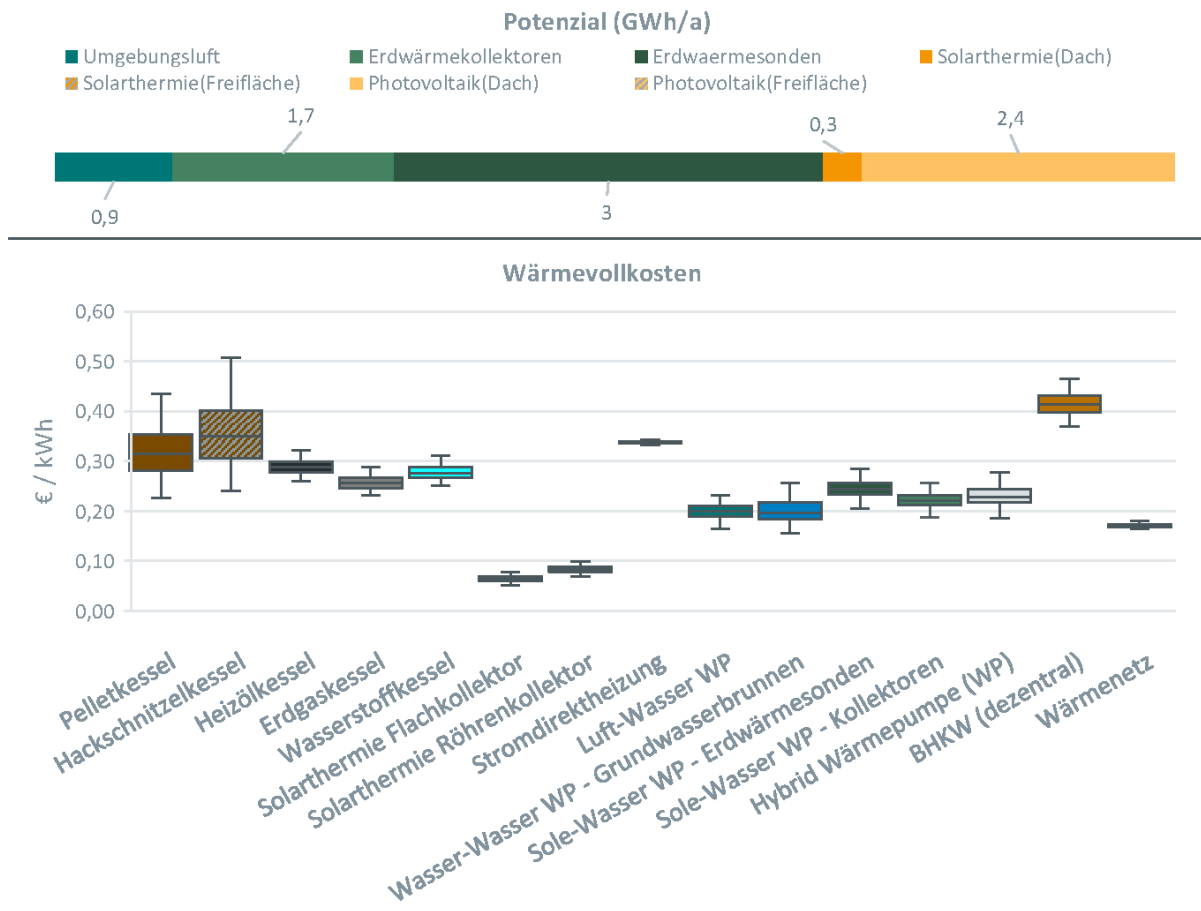


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

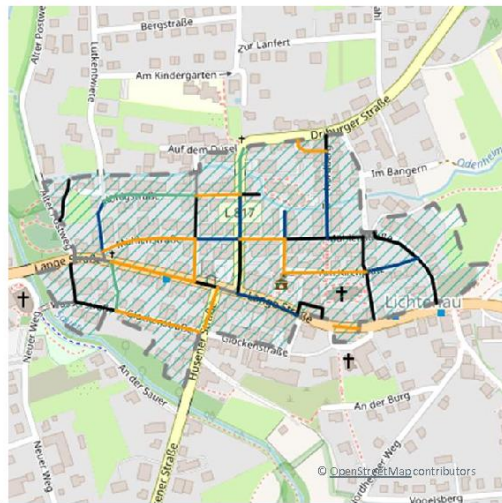
Teile des betrachteten Gebiets liegen im Wirkungsbereich der zentralen Maßnahme „Wärmenetz zur zentralen Wärmeversorgung der Kernstadt“.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 74% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 54% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieranlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

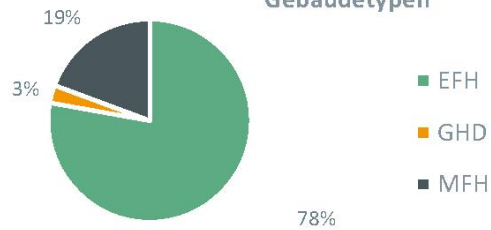
Gebietsnummer: 20

Ortsbeschreibung:
Lichtenau, Kernstadt

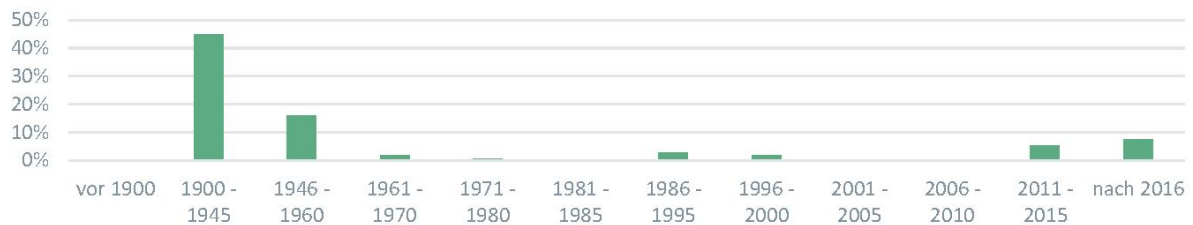


Anschlüsse:	206
Einwohner:	417
Wärmebedarf:	6,00 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	53,11 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Prüfgebiet

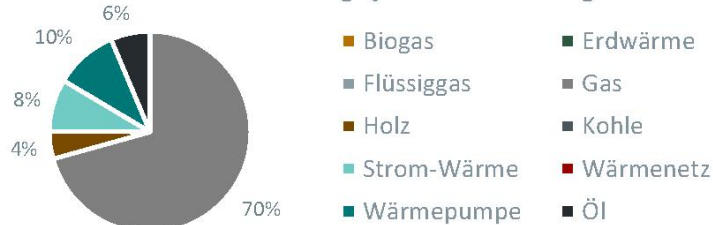
Gebäudetypen



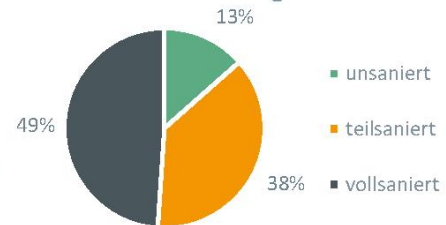
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

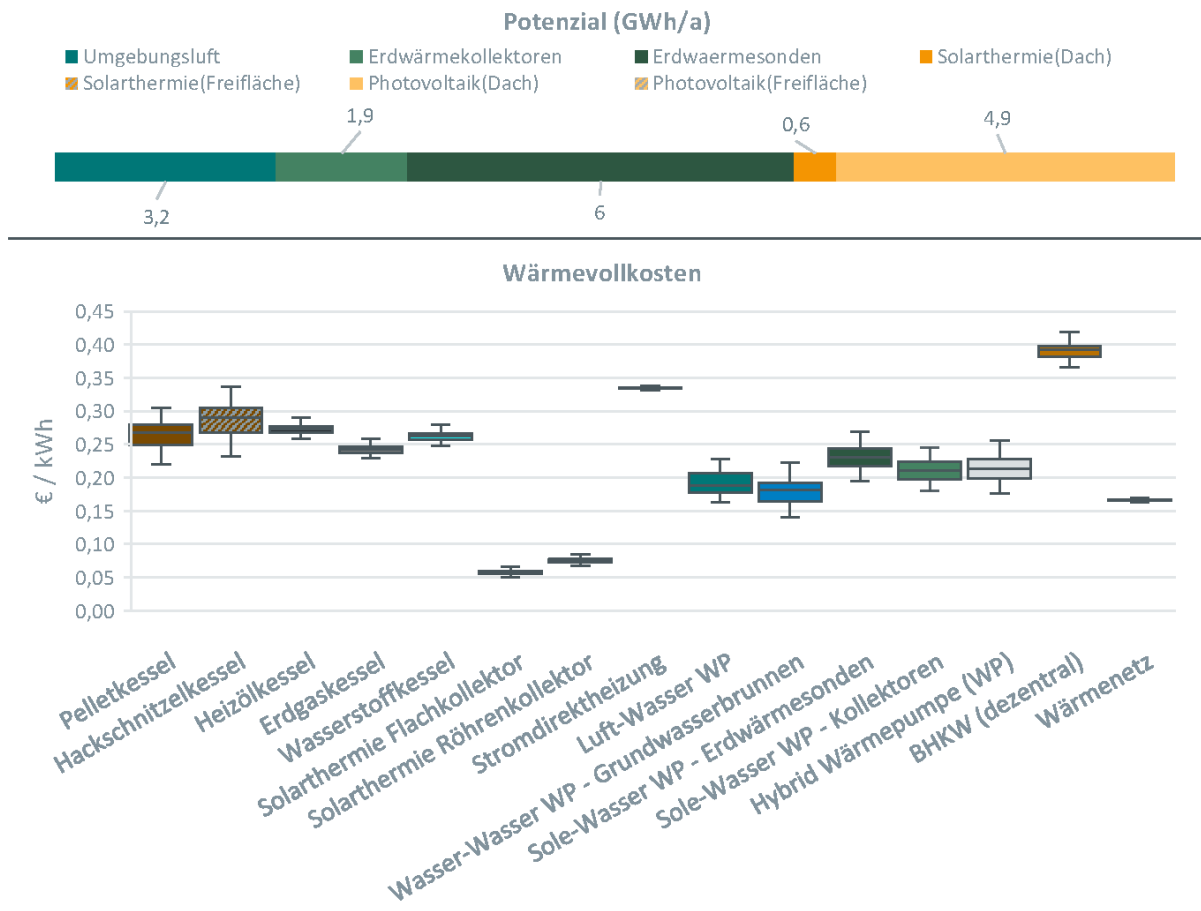


Sanierung



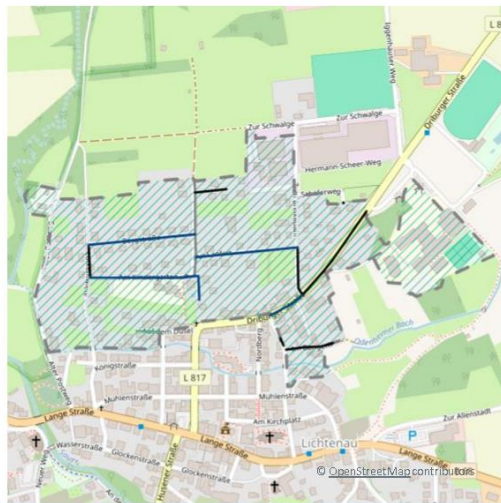
Energieeffizienzklassen



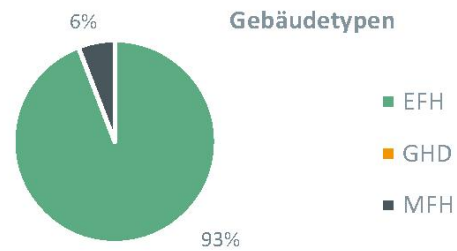


Gebietsnummer: 21

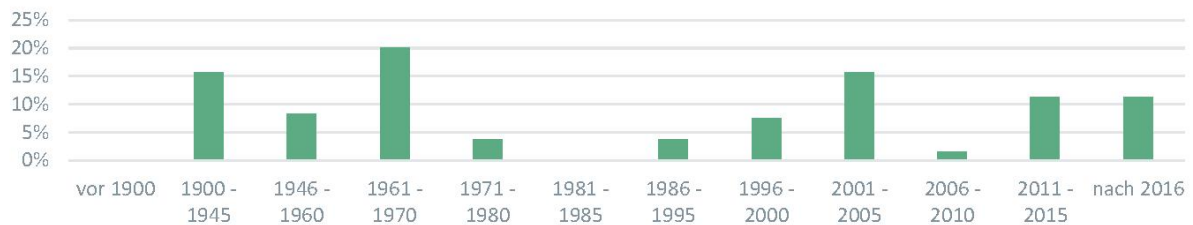
Ortsbeschreibung:
Lichtenau, Zur Lanfert



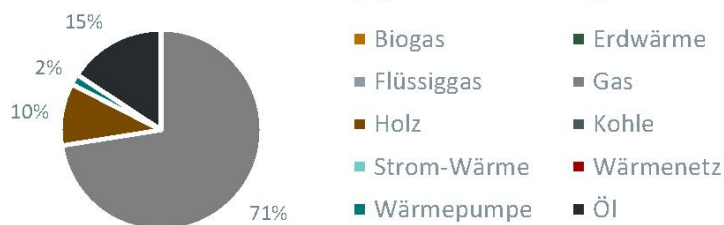
Anschlüsse:	149
Einwohner:	290
Wärmebedarf:	2,52 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	13,44 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



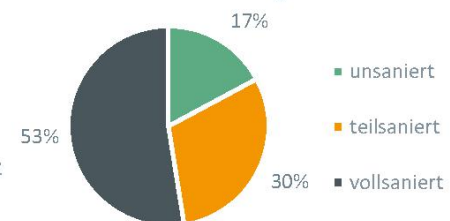
Baujahrsklassen



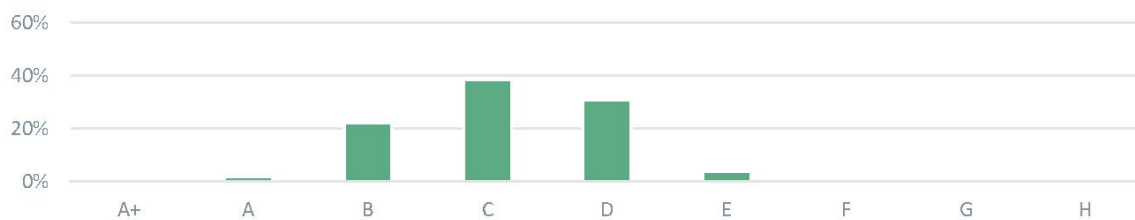
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

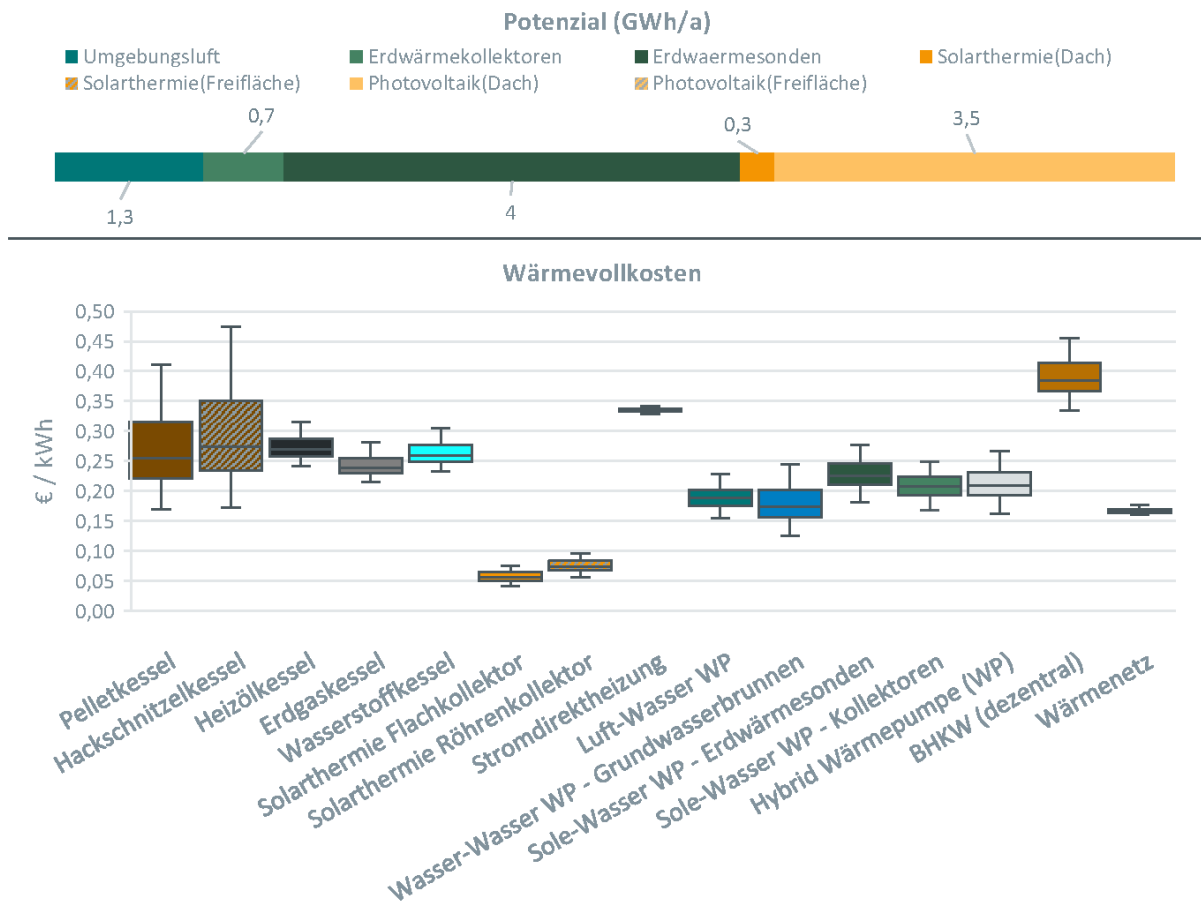


Sanierung



Energieeffizienzklassen



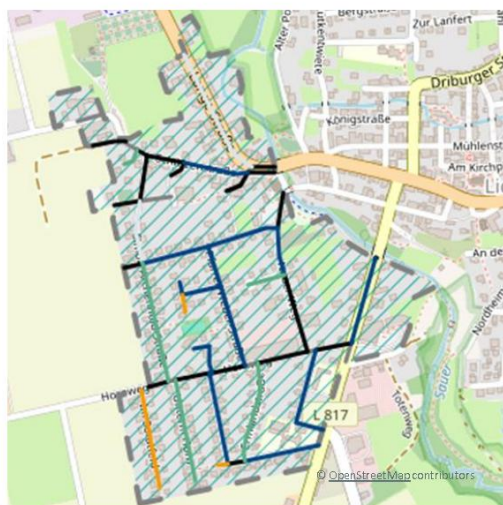


Gebietsnummer:

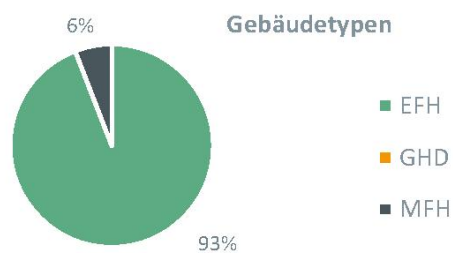
22

Ortsbeschreibung:

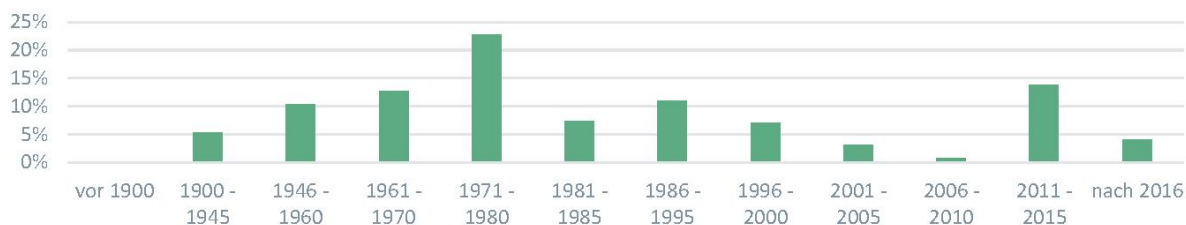
Lichtenau, Schützenhalle



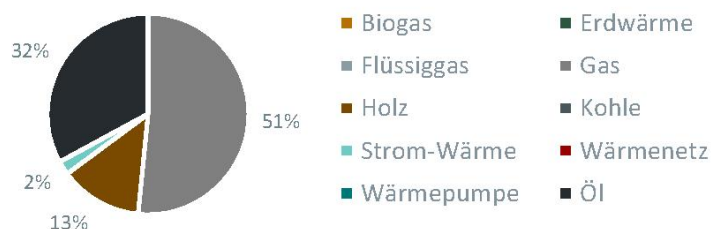
Anschlüsse:	381
Einwohner:	732
Wärmebedarf:	6,62 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	17,94 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



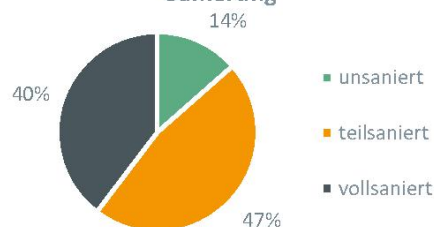
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

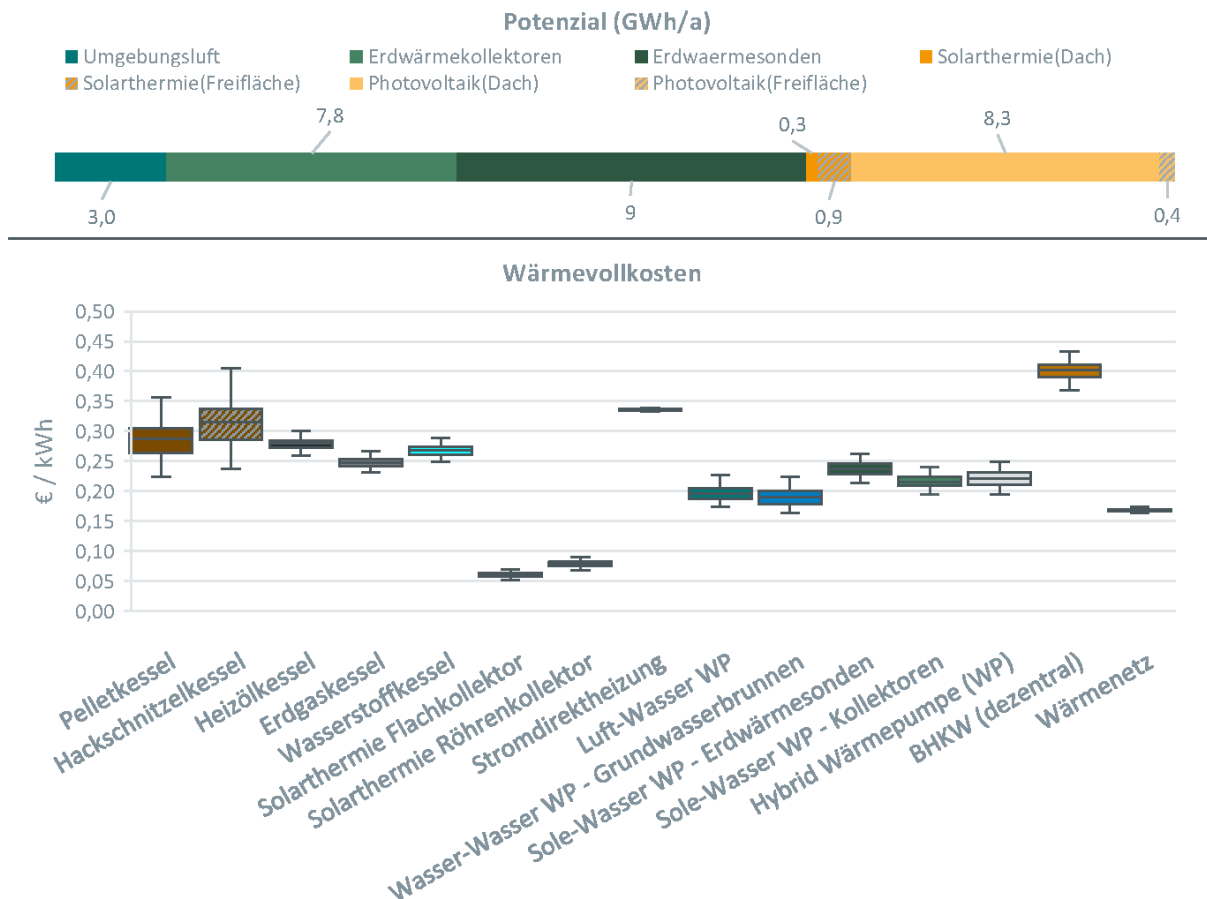


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

Teile des betrachteten Gebiets liegen im Wirkungsbereich der zentralen Maßnahme „Wärmenetz zur zentralen Wärmeversorgung der Kernstadt“.

Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

Rund 61% der Gebäude wurden vor 1986 errichtet und etwa 40% aller Gebäude gelten als vollständig saniert. Durch gezielte energetische Sanierungen könnte der Wärmebedarf der restlichen Gebäude weiter gesenkt werden. Besonders geeignet sind Solarthermieanlagen und Umweltwärme, eventuell in Kombination mit anderen Wärmetechnologien. Welche Lösung am besten passt, sollte individuell durch eine Fachberatung ermittelt werden. Die Nutzung von Förderprogrammen für Sanierungen und Heiztechnologien wird empfohlen, um die Energieeffizienz zu steigern.

Gebietsnummer: 23

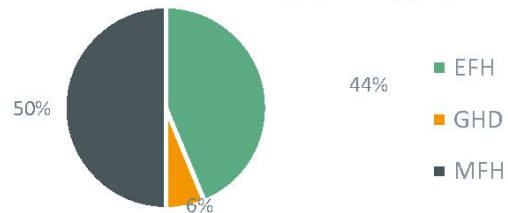
Ortsbeschreibung:

Lichtenau, Leihbühl

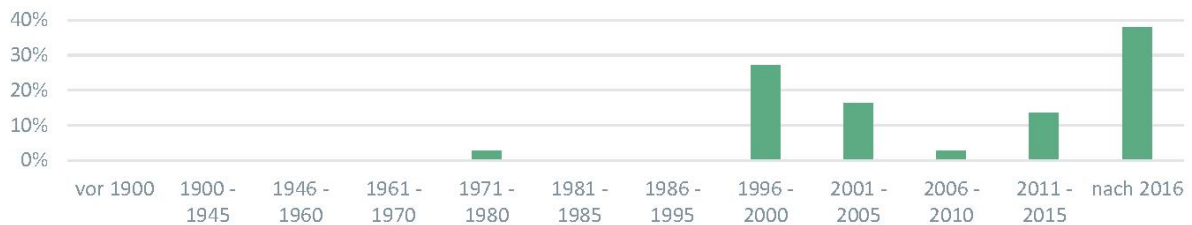


Anschlüsse:	23
Einwohner:	32
Wärmebedarf:	1,87 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	9,76 kWh/(m ² *a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich

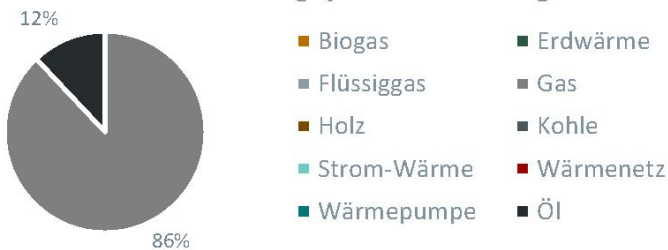
Gebäudetypen



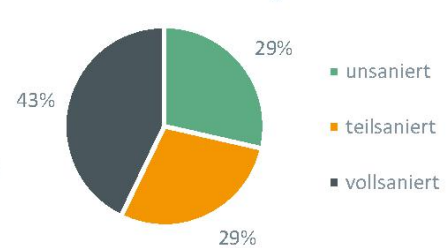
Baujahrsklassen



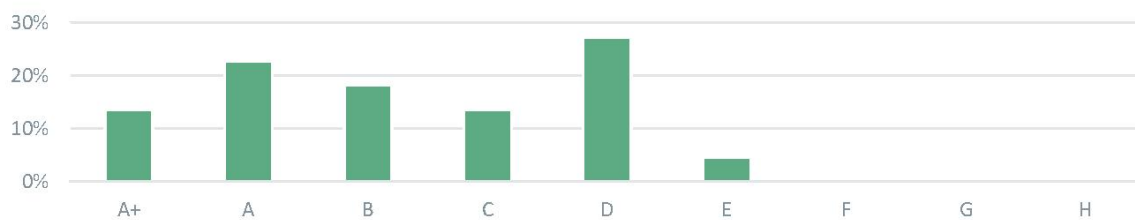
Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

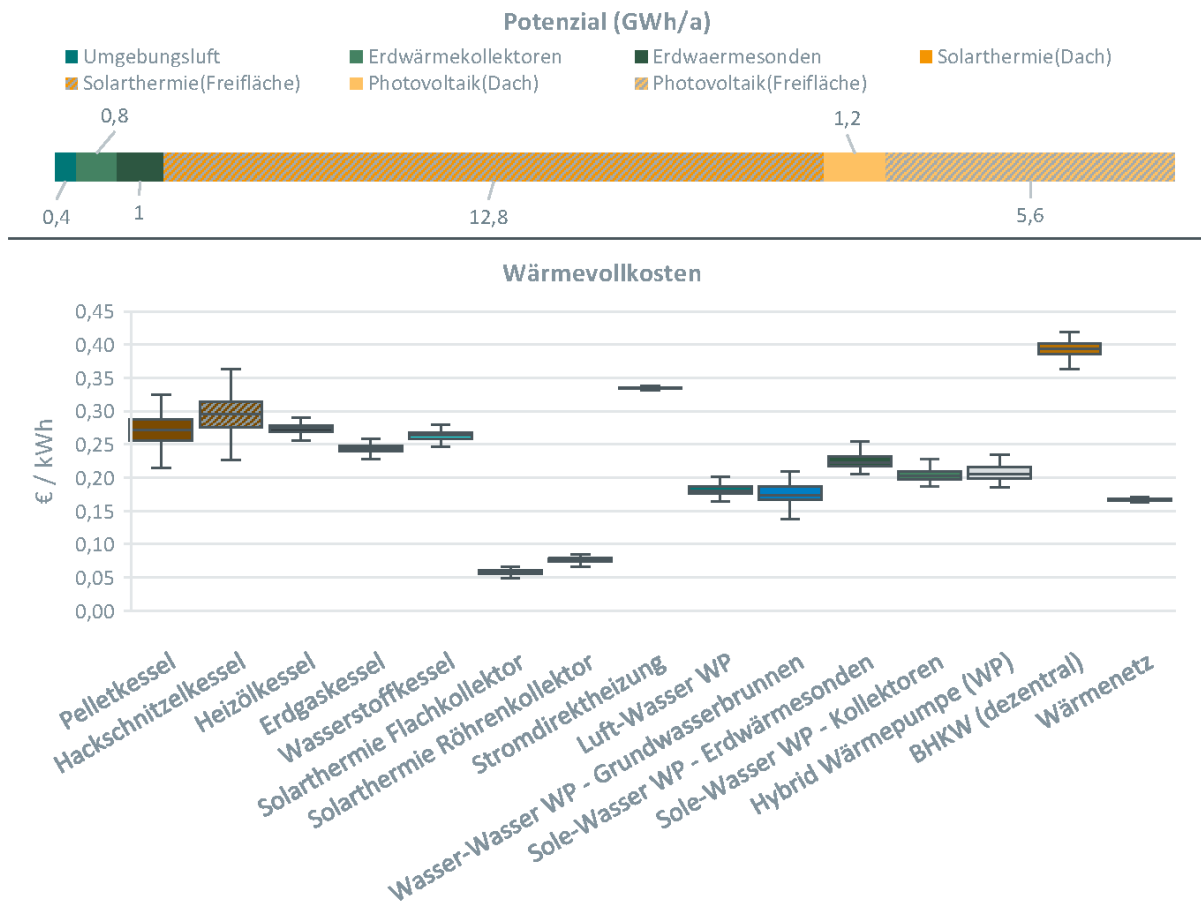


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Maßnahmen:

Handlungsempfehlung zur Förderung einer zentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet ist eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz sehr unwahrscheinlich.

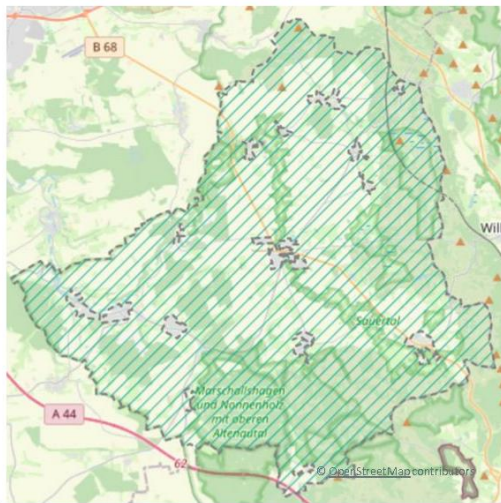
Handlungsempfehlung zur Förderung einer dezentralen Wärmeversorgung:

In diesem Gebiet wurden 3% der Gebäude vor 1986 errichtet. Rund 58% aller Gebäude weisen ein Sanierungspotenzial auf. Für Gebäude, die nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen werden können, bietet es sich an, den Einsatz dezentraler Wärmeversorgungssysteme auf Basis effizienter Heizungstechnologien weiterzuentwickeln. Welche Lösung für Ihr Gebäude am besten geeignet ist, hängt von den spezifischen Gegebenheiten ab. Eine Beratung durch einen Fachbetrieb wird empfohlen. Zudem existieren Förderprogramme, die sowohl für die Erneuerung der Heiztechnologien als auch für energetische Sanierungen genutzt werden können, um die Energieeffizienzklasse eines Gebäudes anzuheben.

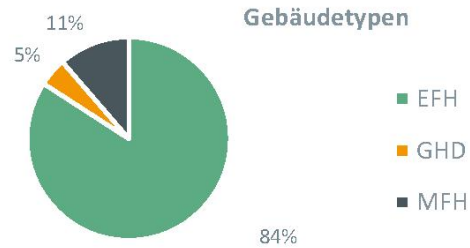
Gebietsnummer: 24

Ortsbeschreibung:

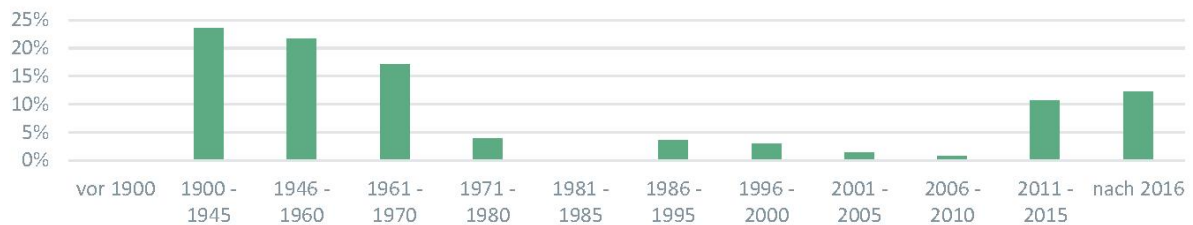
Randgebiet



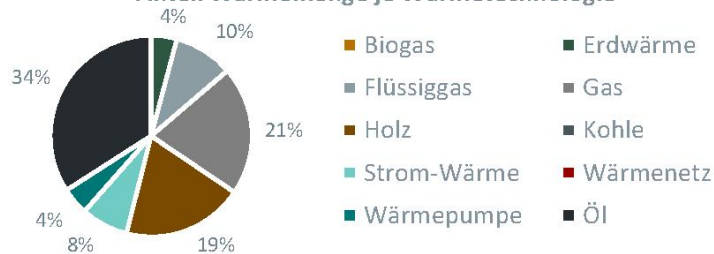
Anschlüsse:	187
Einwohner:	905
Wärmebedarf:	4,83 GWh/a
spez. Wärmebedarf:	0,03 kWh/(m²*a)
Versorgung durch Wärmenetz:	Sehr unwahrscheinlich



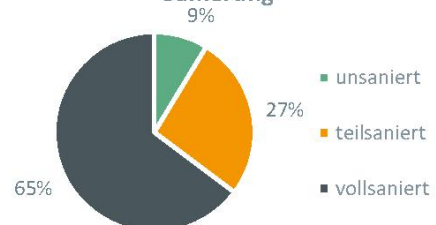
Baujahrsklassen



Anteil Wärmemenge je Wärmetechnologie

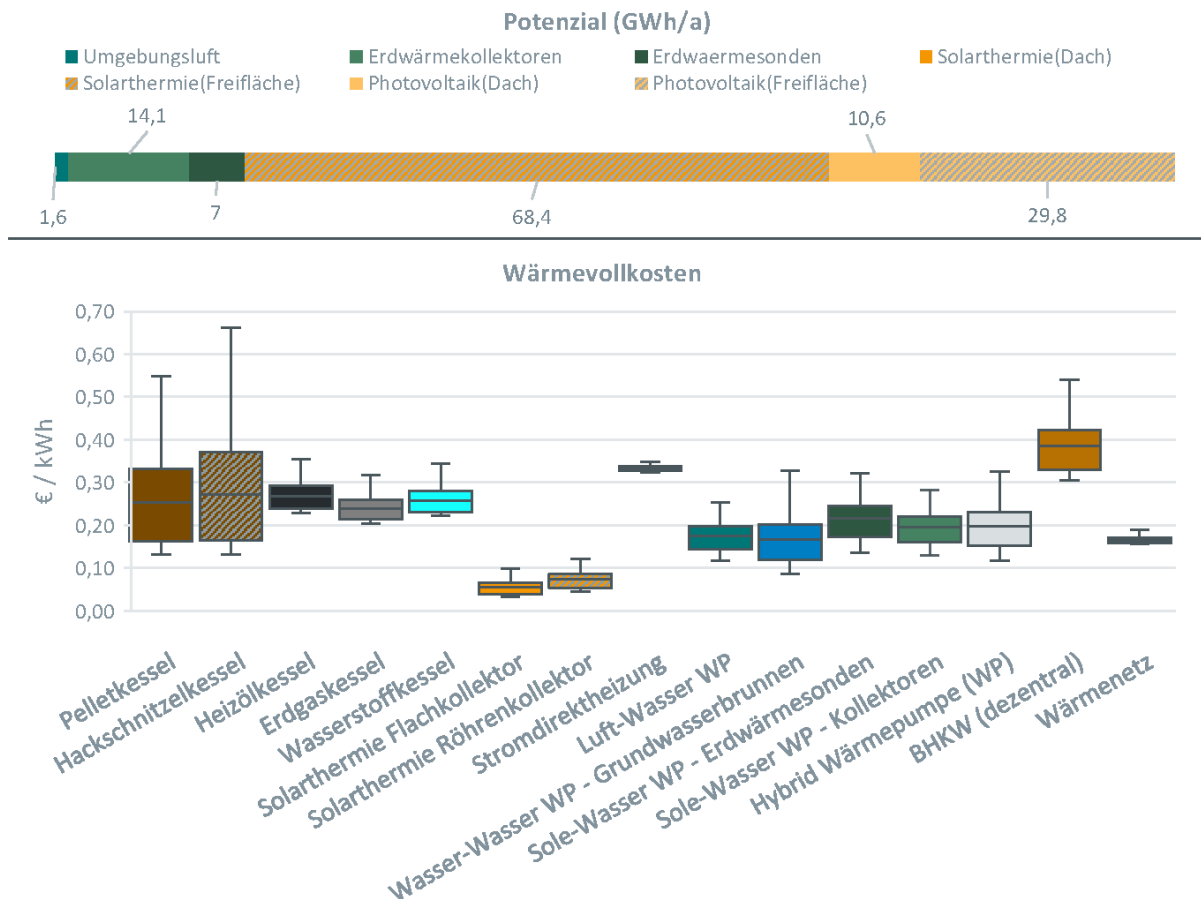


Sanierung



Energieeffizienzklassen





Anhang 4 – Detailinformationen Heizungstechnologien

Tabelle 7: Nachhaltige Heizungstechnologien und ihre Rahmenbedingungen bietet Bürgerinnen und Bürgern eine verständliche Übersicht zu verschiedenen Heiztechnologien, ihrer grundlegenden Funktionsweise und den Rahmenbedingungen, in denen sie besonders sinnvoll eingesetzt werden können. Sie macht deutlich, dass es keine pauschal beste Lösung gibt, sondern dass die passende Heizungsart von den eigenen Wohnverhältnissen, dem Gebäudezustand und den vorhandenen Möglichkeiten abhängt. Die Tabelle soll helfen, die eigenen Optionen besser einschätzen zu können und einen ersten Anhaltspunkt für die Auswahl einer klimafreundlichen Heizlösung zu geben. Zusätzlich bieten der Heizungsweiser vom BMWK [21] und das Umweltbundesamt [22] Hilfestellung bei der Wahl einer neuen Heizungsanlage.

Technologie	Funktionsweise	Wann sinnvoll?
Anschluss an ein Wärmenetz (Fern - / Nahwärme)	Wärme wird zentral erzeugt (z. B. durch Kraft-Wärme-Kopplung oder erneuerbare Wärmequellen) und über Rohrleitungen an mehrere Gebäude verteilt	In dicht bebauten Gebieten mit bestehender oder geplanter Netzinfrastruktur und wenn kombinierte Wärmequellen (inkl. Abwärme) verfügbar sind.
Elektrische Wärmepumpe	Nutzt Umgebungsluft, Erdreich oder Wasser als Wärmequelle und hebt diese mittels Strom auf ein nutzbares Temperaturniveau	Besonders geeignet für gut gedämmte Ein- und Mehrfamilienhäuser. Jedoch auch bei ungedämmten Gebäuden
Stromdirektheizung	Wandelt Strom über Widerstand direkt in Wärme (z. B. Infrarot, Nachtspeicher).	Nur bei sehr gut gedämmten Gebäuden mit geringem Heizbedarf.
Solarthermie (Heizung)	Nutzt Sonnenenergie über Kollektoren, um warmes Wasser für Heizung oder Warmwasser zu erzeugen	Als Ergänzung zu anderen Systemen (z. B. Wärmepumpe oder Pelletheizung). Häufig nicht allein ausreichend. Besonders effektiv bei ausreichender Dachfläche.
Hybridheizung (Wärmepumpe + Spitzenlastkessel)	Kombination aus effizienter erneuerbarer Grundlast (Wärmepumpe) und fossiler Spitzenlast für kalte Perioden	Wenn Dämmung unzureichend ist oder hohe Vorlauftemperaturen nötig sind. Wärmepumpe deckt Heizbedarf überwiegend ab, Kessel dient nur als Backup.
Hybridheizung (Solarthermie + Heizkessel)	Solarthermie unterstützt bei Teildeckung des Wärmebedarfs, restlicher Bedarf wird durch fossilen Kessel gedeckt	Wenn ausreichend Platz für Kollektoren vorhanden ist und die Solaranlage mindestens 15 % beiträgt. Heizkessel und Solarthermieanlage müssen zusammen 65 % des Heizbedarfs durch erneuerbare Energien decken.
Biomasseheizung (z. B. Pellet, Holz)	Verbrennung von Holzpellets oder Hackschnitzel für Wärme, CO ₂ - neutral im Betrieb, da CO ₂ im Wachstum gebunden wurde	Besonders geeignet für denkmalgeschützte oder schlecht sanierbare Bestandsgebäude, wenn andere Lösungen technisch nicht praktikabel sind.
Gasheizung mit erneuerbaren Gasen (z. B. Biomethan, Wasserstoff-ready)	Klassischer Gasbrennwertkessel betrieben zu mindestens 65 % mit nachhaltigem Biomethan, biogenem Flüssiggas oder zukünftig Wasserstoff	Solange kein Wärmenetz verfügbar ist, und wenn Gasnetz zukünftig H ₂ - bereit ist oder Biogas verfügbar ist. Übergangsweise nutzbar.

Tabelle 7: Nachhaltige Heizungstechnologien und ihre Rahmenbedingungen [21]

Holzpellet-Zentralheizungskessel

Beschreibung:



Die Pelletheizung erzeugt Wärme durch die Verbrennung von organischen Materialien wie Holzpellets, Strohpellets und ähnlichen Brennstoffen in gepressten Pellets. In der Praxis werden für Zentralheizungskessel in Gebäuden überwiegend Holzpellets genutzt. Einige Modelle sind mit Brennwerttechnik ausgestattet, was den Wirkungsgrad zusätzlich erhöht. Pelletkessel werden vornehmlich in Ein- und Zweifamilienhäusern installiert, sind jedoch auch für Mehrfamilienhäuser und kleinere Nichtwohngebäude geeignet. Die erzeugte Wärme wird über ein Heizsystem mit Heizkörpern und/oder Radiatoren verteilt. [BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Moderne Kleinf Feuerungsanlagen weisen eine hohe technologische Reife und Zuverlässigkeit auf. Dies zeigt sich in den fortschrittlichen Regelungssystemen für die Verbrennungsluft und den gemessenen Wirkungsgraden, die bei über 90 % liegen. Es besteht weiteres Entwicklungspotenzial in der verstärkten Nutzung der Brennwerttechnik (ähnlich wie bei Gas- und Ölheizkesseln) sowie in der Reduktion der Emissionen von Luftschadstoffen. [BMWi20]

Vorteile:

Nachhaltigkeit: Nutzung eines nachwachsenden Rohstoffes

Klimafreundlichkeit: Geringere CO₂-Emissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen

Kosten: Holzpellets sind oft günstiger als Öl oder Gas

Nachteile:

Emissionen: CO₂-Emissionen, Feinstaub und Stickoxide werden emittiert

Lagerung: Erfordert Platz für die Pellet Lagerung

Wartung: Regelmäßige Wartung und Reinigung des Brenners mit Entleerung des Aschebehälters notwendig

Anschaffungskosten: Höhere Anschaffungskosten im Vergleich zu herkömmlichen Heizsystemen

Anmerkung:

Eine Pelletheizung als Zentralheizung erfordert eine Lagerstätte für die Pellets. Dies kann entweder ein begrenzter Raum für lose Pellets oder eine trockene Abstellfläche für Pellets in Säcken sein. Beide Varianten benötigen zusätzlichen Platz über den Raum hinaus, in dem die Heizung aufgestellt wird. Die Lagerung sollte in einer feuchtigkeitsarmen Umgebung geschehen. Die losen Pellets können in einem Erdtank, Silo oder Gewebetank gelagert werden, oder in einem Raum, der zuvor für Heizöltanks genutzt wurde. Bei der Vorbereitung eines Raums für die Pelletlagerung ist es wichtig zu überlegen, wo Saugleitungen zur Heizungsanlage, sowie die Schrägen im Lagerraum als Rutschhilfen angebracht werden sollen.

Luft-Wärmepumpe

Beschreibung:



Luftwärmepumpen nutzen elektrische Energie, um Wärme aus der Umgebungsluft aufzunehmen und auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Dieser Temperaturhub wird durch Kompression erreicht. Die Wärme wird dann ins Gebäudeinnere oder in ein Heizungsnetz übertragen. Ein effizienter Betrieb wird bei niedrigen Vorlauftemperaturen von etwa 35°C erreicht, was besonders bei Fußboden- und Flächenheizsystemen in Neubauten und sanierten Altbauten realisierbar ist. In bestehenden Gebäuden empfiehlt sich der Einsatz von Wärmepumpen, wenn die Vorlauftemperatur unter 50°C gehalten werden kann. Hier kann eine Beratung durch einen Fachbetrieb weiterhelfen. Bei der Installation sollte die Positionierung der Geräte sorgfältig geplant werden, um akustische Emissionen zu minimieren. [BMW120]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Elektrisch betriebene Wärmepumpen haben ein hohes technisches Reifestadium erreicht. Aktuelle Weiterentwicklungen konzentrieren sich auf mehrere Bereiche:

Kältemittel: Die Anpassung und Entwicklung von Komponenten für die Einführung neuer Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial und ohne Ozonabbaupotenzial ist ein wichtiger Schwerpunkt.

Schallemissionen: Ein weiterer Fokus liegt auf der Reduzierung der Schallemissionen bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, insbesondere des Ventilators, einer der Hauptschallquellen.

Systemweiterentwicklung: Luft/Wasser-Wärmepumpen sind zunehmend leistungsgeregelte Systeme. Zudem wird an der Weiterentwicklung bivalenter Wärmepumpensysteme gearbeitet, die den Betrieb getrennter Geräte ermöglichen, sowie an Hybridgeräten. [BMW120] Damit ist der kombinierte Betrieb einer Wärmepumpe mit Heizstab oder im Zusammenspiel mit Verbrennungsheizungen gemeint, um bei Lastspitzen die Heizleistung zu erbringen.

Vorteile:

Einfachere Installation: Keine aufwendigen Erdarbeiten notwendig.

Kosten: Niedrigere Installationskosten im Vergleich zu Sole/Wasser-Wärmepumpen.

Flexibilität: Einfacher nachrüstbar in bestehenden Gebäuden.

Nachteile:

Effizienz: Geringere Effizienz bei niedrigen Außentemperaturen

Geräuschemission: Kann Lärm verursachen, besonders im Bereich des Verdichters.

Einsatzbereiche:

Privathaushalte: Vor allem für gut gedämmte Einfamilienhäuser geeignet.

Gewerbe: In Gebäuden, wo keine großen Außenarbeiten möglich sind.

Sole-Wärmepumpe

Beschreibung:



Solewärmepumpen nutzen elektrische Energie, um die Umweltwärme zum Heizen auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Der Temperaturhub wird durch Kompression erreicht. Bei erdgekoppelten Wärmepumpen zirkuliert eine Soleflüssigkeit durch Erdwärmekollektoren oder -sonden, wobei das Erdreich (oberflächennah – bis 400m) als Wärmequelle dient. Ein effizienter Betrieb wird bei Vorlauftemperaturen von etwa 35°C erzielt, was besonders für Fußboden- und Flächenheizsysteme in Neubauten und sanierten Altbauten realisierbar ist. In Bestandsgebäuden wird der Einsatz von Wärmepumpen empfohlen, wenn die Vorlauftemperatur unter 50°C bleibt. Hier kann eine Beratung durch einen Fachbetrieb weiterhelfen.

Solewärmepumpen werden typischerweise zur Warmwasserbereitung, Raumheizung und -kühlung in Wohn- und Nichtwohngebäuden eingesetzt. Der Einsatz dieser Technologie setzt ausreichende Fläche und baurechtliche, sowie wasserrechtliche und ggf. bergbaurechtliche Genehmigungen voraus.

[BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Wärmepumpen haben ein hohes technisches Reifestadium erreicht. Aktuelle Weiterentwicklungen konzentrieren sich auf mehrere Bereiche:

Kältemittel: Die Anpassung und Entwicklung von Komponenten für neue Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial und ohne Ozonabbaupotenzial ist ein wichtiger Schwerpunkt.

Einsatzgebiete: Ausarbeitung von Lösungen für Mehrfamilienhäuser, insbesondere zur Warmwasserbereitung. Der Fokus liegt auf der Bereitstellung höherer Vorlauftemperaturen. Zudem wird das Sortiment an Wärmepumpen mit größerer Leistung ausgebaut, beispielsweise für den Einsatz in Krankenhäusern oder zur Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie.

[BMWi20]

Vorteile:

Effizienz: Höhere Effizienz und konstante Leistung unabhängig von der Außentemperatur. Hohe Wirkungsgrade, insbesondere bei niedrigen Vorlauftemperaturen.

Langfristige Kosten: Geringere Betriebskosten durch konstantere Wärmequelle.

Nachhaltigkeit: Nutzung einer erneuerbaren Wärmequelle

Nachteile:

Installation: Hohe Investitionskosten und aufwendige Erdarbeiten

Kosten: Höhere Anfangsinvestitionen im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen.

Wartung: Regelmäßige Wartung und Pflege der technischen Geräte sind notwendig.

Einsatzbereiche:

Neubauten: Besonders geeignet für Neubauten mit ausreichendem Platz für Erdsonden oder -kollektoren.

Sanierungen: In Bestandsgebäuden mit ausreichender Fläche für die Sonden.

Solarthermie

Beschreibung:



Die Solarthermie nutzt die Wärme der Sonneneinstrahlung mithilfe eines Absorbers. Dieser Absorber, der im Kollektor eingebaut ist, wandelt die Sonnenenergie in Wärme um. Um Wärmeverluste zu minimieren, ist der Kollektor mit einer Wärmedämmung an der Rückseite und den Seitenflächen ausgestattet oder in vakuierten Röhren verbaut. Die Wärmeübertragung erfolgt über eine Fluid, normalerweise Wasser mit Frostschutzmittel. Vakuum-Röhrenkollektoren haben geringere Wärmeverluste als Flachkollektoren, da die Absorberfläche in mehreren Vakuumröhren liegt. Diese Röhren sind über ein Sammelrohr am Rahmen des Kollektors mit dem Wärmekreislauf verbunden.

Solarthermieanlagen finden typischerweise in Ein- und Zweifamilienhäusern im Neubau sowie im Gebäudebestand Anwendung. Auch Mehrfamilienhäuser mit ausreichender Dachfläche und Nichtwohngebäude mit entsprechendem Warmwasserbedarf können von dieser Technologie profitieren. Solarthermie ist eine etablierte und ausgereifte Technologie, die seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt wird. [BMWi20]

Arten von Solarkollektoren:

Flachkollektoren: Einfacher Aufbau, gut für moderate Temperaturen

Röhrenkollektoren: Höhere Effizienz, besonders bei niedrigen

Außentemperaturen, insgesamt sind höhere Temperaturen zu erzielen

Vorteile:

Nachhaltigkeit: Nutzung einer erneuerbaren Energiequelle

Kosteneinsparung: Reduziert den Bedarf an Brennstoffen und damit die Energiekosten

Umweltfreundlichkeit: Keine CO₂-Emissionen während des Betriebs

Nachteile:

Wetterabhängigkeit: Abhängig von Sonnenschein, daher schwankende Erträge

Investitionskosten: Hohe Anschaffungskosten für Kollektoren und Speicher

Flächenbedarf: Erfordert ausreichend Dachfläche

Einsatzbereiche:

Privathaushalte: Für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

Gewerbe: In Betrieben, die viel Warmwasser benötigen (z.B. Hotels, Schwimmbäder)

Stromdirektheizung

Beschreibung:



Stromdirektheizungen sind Heizsysteme, die elektrische Energie direkt in Wärme oder Wärmestrahlung umwandeln. Sie nutzen elektrische Widerstandsheizelemente, um Heizkörper oder -paneele zu erwärmen, die dann die Umgebungsluft oder andere Oberflächen beheizen. Die Infrarotheizung erwärmt nicht die Luft im Raum, sondern sendet Infrarotstrahlung aus, die direkt auf Objekte und Personen trifft. Diese Strahlung erzeugt eine angenehme Wärme, die ähnlich wie Sonnenstrahlen wirkt und für eine gleichmäßige Erwärmung sorgt, ohne die Luft auszutrocknen. Diese Systeme sind einfach zu installieren und zu bedienen. [BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Moderne Stromdirektheizungen sind dank fortschrittlicher Technologien wie Keramik-Heizelementen und smarten Thermostaten effizienter und umweltfreundlicher geworden, was eine präzisere Temperaturregelung und geringeren Energieverbrauch ermöglicht. Sie bieten eine Effizienz von 95-100%, wandeln nahezu die gesamte elektrische Energie in Wärme um, sind einfach zu installieren und zu warten, und ermöglichen schnelle Reaktionszeiten sowie flexible Temperaturkontrolle. Trotz der Abhängigkeit von Strom und hoher Betriebskosten durch steigende Strompreise sind sie besonders in gut isolierten, modernisierten Gebäuden eine attraktive Heizlösung. [BMWi20]

Vorteile:

Einfache Installation: Die Installation von Stromdirektheizungen ist unkompliziert und benötigt keine komplexen Heizsysteme oder Rohrleitungen.

Geringer Wartungsaufwand: Diese Systeme haben keine beweglichen Teile und erfordern kaum Wartung, was die Betriebskosten niedrig hält.

Schnelle Wärmebereitstellung: Direkte Umwandlung von Strom in Wärme führt zu einer schnellen Erhitzung des Raumes.

Nachteile:

Hohe Betriebskosten: Der Betrieb von Stromdirektheizungen kann teuer sein, da elektrische Energie oft teurer ist als andere Heizmethoden.

Geringe Energieeffizienz: Im Vergleich zu modernen Heizsystemen wie Wärmepumpen oder Brennwertkesseln kann die Effizienz geringer sein, da elektrische Energie direkt in Wärme umgewandelt wird.

Umweltbelastung: Abhängig vom Strommix kann die Nutzung von Stromdirektheizungen höhere CO₂-Emissionen verursachen, wenn der Strom aus fossilen Brennstoffen gewonnen wird.

Stromanschluss: Die vorhandene Anschlussleistung sollte geprüft werden; möglicherweise ist eine Erhöhung durch zusätzliche Leitungen erforderlich.

Einsatzbereiche:

Wohngebäude: Direktheizungen finden oft Anwendung in Einfamilienhäusern oder Wohnungen als primäre oder ergänzende Heizquelle.

Gewerbliche Nutzung: Auch in Büros, kleinen Gewerbebetrieben und Werkstätten werden sie eingesetzt, vor allem in Bereichen, wo nur gelegentlich Heizung benötigt wird.

Temporäre Lösungen: Ideal für temporäre oder saisonale Anwendungen wie in Ferienhäusern oder Baustellen.

Fernwärme Hausstation

Beschreibung:



Die Übergabestation fungiert als Schnittstelle zwischen der Gebäudeanschlussleitung und der Wärmezentrale in Gebäuden. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die Wärme entsprechend den vertraglichen Vorgaben bezüglich Druck, Temperatur und Volumenstrom an die Hauszentrale zu übertragen. Für kleinere Anwendungen werden Übergabestationen mit einer Leistung von 10 bis 500 kW als Standardprodukte angeboten. Diese können entweder für den direkten oder indirekten Anschluss mit einem oder mehreren Heizkreisen ausgelegt sein, abhängig von den Temperatur- und Druckbedingungen im Primärnetz. [BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Es sind keine bedeutenden technologischen Durchbrüche zu erwarten, die die genannten Eigenschaften beeinflussen würden. Da die Technologie bereits gut etabliert ist, wird davon ausgegangen, dass die Produktionskosten in Zukunft nur noch moderat sinken werden, bedingt durch Verbesserungen in der Produktion. [BMWi20]

Vorteile:

Energieeffizienz: Hoher Wirkungsgrad durch zentrale Wärmeerzeugung.
Platzersparnis: Kein Heizkessel oder Brennstofflager im Gebäude nötig.
Kosteneffizienz: Geringe Wartungs- und Betriebskosten.
Sicherheit: Kein Risiko durch Brennstofflagerung oder Verbrennungsprozesse im Haus.

Nachteile:

Abhängigkeit: Abhängigkeit vom Fernwärmeanbieter und dessen Preisgestaltung.
Flexibilität: Eingeschränkte Flexibilität bei der Wahl des Wärmelieferanten.
Verfügbarkeit: Nicht überall verfügbar, abhängig von der Infrastruktur des Fernwärmenetzes.

Einsatzbereiche:

Privathaushalte bis zum Gewerbe können Hausstationen einsetzen.

Blockheizkraftwerke

Beschreibung:



Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist eine modulare Anlage, die gleichzeitig elektrische Energie und Wärme erzeugt. Die Hauptkomponenten eines BHKW umfassen einen Verbrennungsmotor, einen Synchrongenerator und einen Wärmetauscher. BHKWs können mit verschiedenen Brennstoffen betrieben werden, darunter Gas, Heizöl und Biogas. Die Gasmotoren in BHKWs sind vielseitig und können mit unterschiedlichen Arten von Gas wie Erdgas, Schiefergas, Grubengas, Biogas, Deponiegas, Klärgas und Synthesegas betrieben werden. [BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Die Technologie des BHKW ist gut etabliert und es sind keine signifikanten Technologie-Sprünge zu erwarten. Die Produktionskosten dürften aufgrund fortschreitender Produktionsoptimierungen nur moderat sinken. [BMWi20]

Vorteile:

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme wird die Energieausbeute im Vergleich zur getrennten Strom- und Wärmeerzeugung verbessert.

Kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme: BHKWs nutzen die Abwärme des Motors zur Wärmeproduktion, was eine hohe Gesamteffizienz bei der Energieerzeugung ermöglicht.

Flexibilität bei Brennstoffen: BHKWs können je nach Bauweise mit einem der verschiedenen Brennstoffe wie Erdgas, Biogas, Heizöl und anderen Gasen betrieben werden, was ihre Anpassungsfähigkeit erhöht.

Reduzierte Energiekosten: Durch die eigene Strom- und Wärmeproduktion können Betriebs- und Energiekosten gesenkt werden, insbesondere bei hohen Wärmeanforderungen.

Nachteile:

Hohe Investitionskosten: Die Anfangsinvestitionen für BHKWs sind vergleichsweise hoch, insbesondere bei größeren Anlagen. Der Platzbedarf muss ebenso in der Planung berücksichtigt werden.

Wartungsaufwand: Regelmäßige Wartung und Instandhaltung sind notwendig.

Einsatzbereiche:

Gasmotoren finden sich oft in stationären Anwendungen wie KWK-Anlagen. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind breit gefächert.

Wasserstoff-Brennstoffzelle

Beschreibung:



Die Wasserstoff-Brennstoffzelle ist eine Technologie, die auf der Nutzung von Wasserstoff (H_2) als Energiequelle basiert. Bei der chemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff in der Brennstoffzelle entsteht Wärme, die für verschiedene Anwendungen genutzt werden kann. Gleichzeitig wird bei dieser Reaktion elektrische Energie erzeugt, die sowohl in Haushalts- als auch in Industrieanwendungen verwendet werden kann.

Die Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) ist eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle, die bei Temperaturen von 650 bis 1.000 °C arbeitet. Sie verwendet einen festen Elektrolyten aus Oxidkeramik, der bei hohen Temperaturen Wasserstoffionen leitet. SOFCs sind für die Erzeugung von Strom und Wärme geeignet und können zur Energieversorgung von Haushalten und Industrieanlagen eingesetzt werden. [BMWi20]

Technologische Entwicklung und Effizienz:

Die Wachstumsrate der Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen (PEM) wird für den Zeitraum 2020-2030 auf 57% geschätzt, während für 2030-2050 ein moderateres Wachstum von 8% erwartet wird. Die Internationale Energieagentur (IEA) prognostiziert eine Senkung der Investitionskosten um 60% bis 2050. [BMWi20]

Vorteile:

Umweltfreundlichkeit: Erzeugt keine schädlichen Emissionen, einziges Abfallprodukt ist Wasser.

Hohe Effizienz: Hoher Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Wasserstoff in Strom und Wärme, besonders in CHP-Anwendungen.

Flexibilität: Einsatz in vielfältigen Anwendungen, von kleinen Geräten bis zu industriellen Anlagen, und kombinierbar mit erneuerbaren Energien.

Nachteile:

Hohe Kosten: Hohe Investitions- und Betriebskosten für Brennstoffzellen und Wasserstoff.

Infrastruktur: Mangelnde Infrastruktur für Produktion, Lagerung und Verteilung von Wasserstoff.

Sicherheitsanforderungen: Hohe Entzündlichkeit von Wasserstoff erfordert spezielle Sicherheitsvorkehrungen.

Einsatzbereiche:

Demonstration und Forschung: Beide Brennstoffzellentechnologien werden derzeit in Deutschland in Demonstrationsprojekten, Pilotprojekten und Forschungsprojekten getestet.

Privathaushalte: Zur dezentralen Energieversorgung und als Ergänzung zu bestehenden Heizsystemen.

Anhang 5 – Emissionsfaktoren und Energieträgerpreise

	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Sonstige Energieträger	25	25	25	25	25	25	25
Biogas	139	137	133	130	127	126	123
Erdgas	240	240	240	240	240	240	240
Fernwärme	240	240	110	49	27	25	15
Flüssiggas	276	276	276	276	276	276	276
Heizöl	310	310	310	310	310	310	310
Kohle	430	430	430	430	430	430	430
Pellets	20	20	20	20	20	20	20
Strom	449	260	110	49	27	25	15
Strom-WP	449	260	110	49	27	25	15
Wasserstoff	43	43	43	35	23	15	15

Tabelle 8 Emissionsfaktoren der Szenarien

Energieträger	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	0,299	0,318	0,309	0,297	0,281
Strom-WP	0,257	0,29	0,296	0,297	0,281
Erdgas	0,107	0,123	0,148	0,173	0,189
Heizöl	0,092	0,121	0,144	0,161	0,173
Fernwärme	0,114	0,137	0,167	0,164	0,141
Wasserstoff	0,25	0,22	0,194	0,179	0,165
Biogas	0,117	0,15	0,169	0,187	0,206
Mischpreis Erdgas/Biogas	0,107	0,127	0,154	0,181	0,193
Mischpreis Erdgas/H2	0,107	0,142	0,17	0,186	0,183
Pellets	0,067	0,086	0,088	0,086	0,09

Tabelle 9 Energieträgerpreise der Szenarien