

KOMMUNALER WÄRMEPLAN

STADT ELLWANGEN | 16.10.2023



Zusammenfassung

Datenerhebung

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ermöglichte den Zugriff auf gebäudescharfe Angaben zur Energie- und Brennstoffverbräuchen, welche durch die Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber auf Anfrage der Kommune bereitgestellt wurden. Diese Daten wurden durch Angaben aus dem elektronischen Kkehrbuch der Bezirksschornsteinfeger zu den bestehenden Heizungen ergänzt. Mithilfe dieser Daten lässt sich ein detailliertes Bild der Beheizungsstruktur in Ellwangen zeichnen. Für die Ermittlung der Abwärmepotenziale aus Industrie und Gewerbe wurde eine Unternehmensumfrage durchgeführt. In dieser wurde gezielt nach möglichen Abwärmequellen aus Produktionsprozessen und der Bereitschaft zur Auskopplung von Abwärme gefragt.

Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wurde die Gemeinde- und Gebäudestruktur der Stadt Ellwangen näher untersucht. Das Gebiet um den Stadtkern Ellwangens herum ist durch eine eher lockerere Bebauung geprägt. Ein Großteil der Flächen wird hier land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Der Stadtkern weist dagegen eine deutlich höhere Bebauungsdichte auf. Bei den Gebäuden in Ellwangen handelt es sich größtenteils um Wohngebäude – hierbei sind Einfamilienhäuser der dominierende Gebäudetyp. Die Beheizungsstruktur ist vorwiegend durch fossile Einzelheizungen geprägt. 50 % der Heizungen wurden im Referenzjahr 2020 primär durch Erdgas befeuert. Mit 32 % machten Ölheizungen den zweitgrößten Anteil aller Heizungen in Ellwangen aus. Bei 9 % der Heizungen wird Strom zur Beheizung genutzt – hierbei handelt es sich um Nachtspeicheröfen oder Wärmepumpen. Die Endenergie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Ellwangen zeigt, dass im Basisjahr über 90 % der Emissionen im Wärmesektor durch fossile Einzelheizungen verursacht wurden. Weiterhin ließen sich 2 % des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Emissionen direkt auf Liegenschaften in kommunaler Hand zurückführen. Hier kann die Gemeinde die Wärmeversorgung ihrer Gebäude direkt beeinflussen und ggf. den Bau von Wärmenetzen initiieren.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Potenziale zur Wärme- und Stromerzeugung betrachtet. Da künftig mit einer stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors zu rechnen ist, müssen diese Potenziale gemeinsam betrachtet werden.

Zur Erzeugung von grünem Strom eignen sich in Ellwangen Photovoltaikanlagen auf Dachflächen, Windenergieanlagen und Photovoltaik auf Freiflächen. PV-Aufdachanlagen stellen in diesem Zusammenhang eine gute Möglichkeit dar, den Eigenbedarf an Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe in einem Gebäude anteilig zu decken. Photovoltaikanlagen auf der Freifläche oder die Windkraft eignen sich dagegen zur Netzeinspeisung erneuerbaren Stroms. Herauszustellen ist ein überdurchschnittlich hoher Anteil des bereits genutzten Potenzials der PV-Dachflächen zu 17%, sowie der Windkraft zu 33%.

Die Abwärme industrieller Unternehmen kann innerhalb oder in direkter Nähe zu einem Wärmeabnehmer genutzt werden, ein Potenzial diesbezüglich ist im Industriegebiet Neunheim vorhanden. Die Nutzung von Abwasserwärme bietet sich im Kanal selbst an. Bei

der direkten Wärmeerzeugung aus regenerativen Quellen kann potenziell Waldrestholz aus dem Ellwanger Forst oder Grüngut von Häckselplätzen genutzt werden. Im Vergleich zum Gesamtwärmebedarf ist dieses Potenzial gering. Im Vergleich dazu stellt die Biomassevergärung von Grasschnitt und Gülle ein Potenzial im einstelligen Prozentbereich des Gesamtwärmebedarfes dar. Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist im gesamten Gemarkungsgebiet vorhanden und liegt eher punktuell auf einzelnen Flurstücken vor. Eignungsgebiete für konventionelle und Niedertemperatur-Wärmenetze können in Ellwangen u.a. für die Gebiete Innenstadt, Klosterfeld und Pfahlheim benannt werden.

Die erzeugungsseitigen Potenziale durch Strom und Wärmeerzeugung werden durch Wärmeenergieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden ergänzt. Bei einer angenommenen Sanierungsquote von 2 % der Wohnflächen lassen sich bis zu 8 % des Gesamtwärmebedarfes bis 2040 einsparen. Gebäudesanierungen stellen damit einen wichtigen, aber schwer zu hebenden Baustein der Wärmewende dar.

Klimaneutrales Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Ellwangen wurde das Stadtgebiet in 30 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2040 keine fossilen Einzelheizungen mehr in Betrieb sind und Wärmenetze ohne fossile Brennstoffe betrieben werden. Im nächsten Schritt wurden Eingangsparameter zur Simulation verschiedener Zukunftsszenarien für den Wärmesektor Ellwangens bis zum Jahr 2040 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Als Zielszenario wurde das Szenario KLIM I mit Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit festgelegt. Dieses beinhaltet den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wodurch bei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 % ein Wärmenetzanteil von rund 42 % an den installierten Heizungen resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- und Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermie-Unterstützung. Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2020, 2030 und 2040 wurden nach Sektoren und Energieträgern bilanziert. Des Weiteren wurden die Ergebnisse des Zielszenarios auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung sowie die verfügbaren regenerativen Potenziale in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Für jedes Gebiet wurden Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen abgeschätzt und gegenübergestellt. Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Ellwangen auswirken würden.

Wärmewendestrategie

Im Rahmen der Wärmewendestrategie wird der Transformationspfad erläutert an dessen Ende das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040 steht. Hierfür wurden zunächst Maßnahmen definiert, deren Umsetzung zu Treibhausgasreduzierungen im Wärmesektor führen soll. Fünf dieser Maßnahmen wurden mit einer hohen Priorität versehen. Mit ihrer Umsetzung soll im Laufe der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung begonnen werden. Hierbei handelt es sich schwerpunktmäßig um Maßnahmen, die auf die technische Umsetzung der Transformation abzielen, wie beispielsweise die Planung des

Wärmenetzes in der Ellwanger Innenstadt sowie die Integration von verschiedenen erneuerbaren Energien in einem Energiewendekraftwerk. Sie werden durch übergeordnete und organisatorische Maßnahmen begleitet, die die Kommunale Wärmeplanung im Bewusstsein sämtlicher Akteure, wie z. B. Verwaltung und Bürgerschaft, tiefer verankern soll. Um den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung zu überwachen, wird die Einführung eines Monitoring- und Controlling-Konzepts empfohlen. So kann schnell auf sich ändernde Rahmenbedingungen, politischer, wirtschaftlicher oder technologischer Art, reagiert und die Wärmewendestrategie entsprechend angepasst werden. Der kontinuierliche Verbesserungsprozess, der hinter diesem Konzept steckt, soll die Erreichung des übergeordneten Ziels, der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040, sicherstellen.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	1
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
1. EINLEITUNG	6
2. DATENERHEBUNG	8
2.1 Vorgehensweise und Datenschutz	8
2.2 Aufbereitung der Daten	9
2.3 Datenqualität	10
3. BESTANDSANALYSE	11
3.1 Stadtgebiet	11
3.2 Gebäudestruktur	12
3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur	15
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2020	22
3.5 Wärmebedarf	25
3.6 Fazit Bestandsanalyse	27
4. POTENZIALANALYSE	28
4.1 Energetische Sanierung	28
4.2 Wärmenetzpotenziale	33
4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmeerzeugung	35
4.4 Fazit Potenzialanalyse	55
5. ZIELSZENARIO	57
5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs	57
5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040	59
5.3 Eignungsgebiete	60
5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040	63
5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario	80
5.6 Fazit Zielszenario	86
6. WÄRMEWENDESTRATEGIE	87
6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen	87
6.2 Begleitende Maßnahmen	95
6.3 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans	97
6.4 Fazit Wärmewendestrategie	100
7. AKTEURSBETEILIGUNG	101
8. SCHLUSSBETRACHTUNG	104
9. QUELLENVERZEICHNIS	106
ANHANG	108

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS.....	<i>Allgemeines Liegenschaftskataster</i>
BAU.....	<i>Business as usual</i>
BEW.....	<i>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze</i>
BHKW.....	<i>Blockheizkraftwerk</i>
CSV.....	<i>comma-separated-values</i>
DH_RH.....	<i>Doppel-/Reihenhaus</i>
DWA.....	<i>Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall</i>
EFH.....	<i>Einfamilienhaus</i>
EL_NSP.....	<i>Nachtspeicheröfen</i>
EWärmeG.....	<i>Erneuerbare-Wärme-Gesetz</i>
GAS_ALT.....	<i>Bestehende Gasheizungen</i>
GAS_BG.....	<i>Gasheizungen mit beigemischten Biomethan</i>
GAS_PV.....	<i>Gasheizungen mit Photovoltaikanlage</i>
GAS_STH.....	<i>Gasheizungen mit Solarthermie</i>
GHD.....	<i>Gewerbe, Handel & Dienstleistungen</i>
GIS.....	<i>geographisches Informationssystem</i>
GMFH.....	<i>großes Mehrfamilienhaus</i>
H2_IND.....	<i>Wasserstoff für industrielle Prozesse</i>
HOLZ.....	<i>Holzbeheizte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel)</i>
HOLZ_STH ...	<i>Holzbeheizte Heizungen (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel) mit Solarthermie</i>
KEA BW.....	<i>Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg</i>
KlimaG BW.....	<i>Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg</i>
KSG BW.....	<i>Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg</i>
kW.....	<i>Kilowatt</i>
kWh.....	<i>Kilowattstunde</i>
KWK.....	<i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>
KWP.....	<i>Kommunale Wärmeplanung</i>
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.....	<i>LUBW</i>
LWWP.....	<i>Luft-Wasser-Wärmepumpen</i>
LWWP_PV.....	<i>Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Photovoltaik</i>
m ²	<i>Quadratmeter</i>
MAX.....	<i>Maximum, maximal</i>
MFH.....	<i>Mehrfamilienhaus</i>
MIN.....	<i>Minimum, minimal</i>
OEL_ALT.....	<i>Bestehende Ölheizungen</i>
PDCA.....	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PV.....	<i>Photovoltaik</i>
QR.....	<i>Quick Response</i>
SWWP.....	<i>Sole-Wasser-Wärmepumpe</i>
SWWP_PV.....	<i>Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik</i>
WN.....	<i>Wärmenetz</i>

1. Einleitung

Für das Gelingen der Wärmewende ist es erforderlich, begleitend zu den Aktivitäten auf Bundes- und Landesebene auch lokale Umsetzungsstrategien zu entwickeln. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes des Landes Baden-Württemberg (KSG BW) im Oktober 2020 wurde daher die kommunale Wärmeplanung (KWP) als Planungsinstrument auf kommunaler Ebene auf den Weg gebracht. Stadtkreise und Große Kreisstädte sind gem. § 27 KlimaG BW verpflichtet, bis Ende 2023 einen kommunalen Wärmeplan aufzustellen und diesen spätestens alle sieben Jahre fortzuschreiben. Mit 24.634 Einwohnenden (Stand 30.09.2021) zählt Ellwangen zu den verpflichteten Städten.

Der kommunale Wärmeplan hat dabei zum Ziel, eine flächendeckende Daten- und Informationsbasis für das gesamte Stadtgebiet zu schaffen, welche die Ausgangssituation der Wärmeversorgung im Basisjahr darstellt und den Transformationsprozess zu einer langfristig CO₂-neutralen Wärmeversorgung des Stadtgebiets bis zum Jahr 2040 beschreibt. Dabei geht es einerseits darum, den Wärmeenergiebedarf sukzessive zu reduzieren und andererseits die Wärmeerzeugung bzw. -bereitstellung auf erneuerbare Energien und Abwärme umzustellen. Für Ellwangen wurde das Jahr 2020 als Basisjahr festgelegt.

Um die kommunale Wärmeplanung auf möglichst verlässliche Zahlen aufzubauen, werden Gemeinden und Städte in Baden-Württemberg über den § 33 des KlimaG BW ermächtigt, bei der Verwaltung, Energieunternehmen, Gewerbe- und Industriebetrieben und Schornsteinfegern vorhandene Verbrauchsdaten einzuholen. Die Regelungen im § 33 des KlimaG BW schaffen dabei einerseits die nach allgemeinem Datenschutzrecht erforderliche Rechtsgrundlage für die Datenübermittlung und legen zudem fest, welche Daten zum Zweck der Wärmeplanung übermittelt werden dürfen und wie damit zu verfahren ist.

Um ein koordiniertes Vorgehen aller lokalen/regionalen Akteure zu forcieren, ist eine enge Verzahnung des kommunalen Wärmeplans mit anderen kommunalen Planungsinstrumenten (z. B. integrierte Stadtentwicklung, Bauleitplanung) erforderlich. In Ellwangen wurde im Jahr 2010 im Rahmen einer Auftaktveranstaltung des Energieforums ein Energieleitbild veröffentlicht. Das ehrgeizige Ziel der Senkung des Energieverbrauchs der Ellwanger Bürger bis zum Jahr 2030 um 50 % des damaligen CO₂- Ausstoßes. Den Bürgerinnen und Bürgern steht eine kostenlose Energieberatung durch die „EKO- EnergiekompetenzOstalb e.V.“ zur Seite. Weiterhin werden einzelne Projekte, wie bspw. die energetische Modernisierung der Rundsporthalle oder die Heizungserneuerung im Rathaus auf der Homepage der Stadt informiert und berichtet. Eine aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger entstand durch den Ellwanger Energiepreis.

Für die fachliche Begleitung bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans hat die Stadt Ellwangen als zuständige Stelle den regionalen Energieversorger EnBW ODR als lokalen Akteur, in gemeinsamer Bearbeitung mit der RBS wave GmbH als Ingenieurdienstleister, beauftragt. Im Rahmen einer Akteursbeteiligung wurden Ellwanger Unternehmen mit einer Unternehmensumfrage zu Abwärmepotenzialen am kommunalen Wärmeplan in Ellwangen beteiligt.

Im vorliegenden Erläuterungsbericht wird auf die vier Hauptbestandteile des kommunalen Wärmeplans gem. KlimaG BW näher eingegangen:

- Bestandsanalyse (Kapitel 3)
- Potenzialanalyse (Kapitel 4)
- Zielszenario 2040 (Kapitel 5)
- Wärmewendestrategie (Kapitel 6)

Für das methodische Vorgehen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurde der Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg in der Fassung vom Dezember 2021 genutzt [1]. Der Leitfaden enthält neben konkreten Hinweisen für die Erarbeitung auch detaillierte Informationen zu den Hintergründen und zur Einordnung der kommunalen Wärmeplanung.

2. Datenerhebung

Die Datenerhebung und -verarbeitung erfüllt stets alle Anforderungen des Datenschutzes. Der Umfang der Datenerhebung ist im §33 des KlimaG Baden-Württemberg geregelt.

Grundlage für eine praxisnahe und umsetzungsorientierte kommunale Wärmeplanung ist eine solide und umfassende Datenlage. Dazu zählen nicht nur die derzeit benötigten Wärmemengen und Energieträger. Darüber hinaus ist ebenso wichtig zu wissen, wie heute die Wärme erzeugt wird und welche Voraussetzungen damit für eine zukünftige Wärmeversorgung einhergehen.

2.1 Vorgehensweise und Datenschutz

Zur Erhebung der Daten wurden vom Auftraggeber Netzbetreiber, Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger, Unternehmen und weitere relevante Akteure für die Kommunale Wärmeplanung kontaktiert. Die Datenanfrage sowie -übermittlung erfolgte stets über die Ansprechpersonen der Ellwanger Stadtverwaltung und Stadtwerke, welche die Informationen den Bearbeitenden über eine passwortgeschützte Cloud zur Verfügung stellten.

Online-Umfrage industrielle Abwärme

Zur Identifizierung möglicher Abwärmequellen bei Betrieben der Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wurde ein Online-Fragebogen, basierend auf der KEA BW-Vorlage „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“ [2] erstellt. Die relevanten Unternehmen wurden vom Auftraggeber per Postbrief sowie E-Mail mit QR-Code zur Teilnahme an der Fragebogenaktion eingeladen. Neben firmenspezifischen Daten wurden Brennstoffverbräuche und Abwärmeaufkommen nach Art und zeitlicher Verfügbarkeit sowie die Bereitschaft, Abwärme an Dritte abzugeben, abgefragt.

Energieversorger & Netzbetreiber

Zur Datenabfrage bei den Energieversorgern und Verteilnetzbetreibern wurden jeweils tabellarische Vorlagen mit den benötigten Daten zur Verfügung gestellt. Hier erfolgte die Abfrage bei den Akteuren über die Ansprechpersonen der Stadtwerke Ellwangen und der EnBW ODR. Intern konnte so eine tabellarische Auflistung der adressscharfen Jahresverbräuche der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Strom für Wärmeanwendungen bereitgestellt werden. Weiterhin wurde eine Auflistung sämtlicher zentraler Wärmeerzeuger für die Bestandswärmenetze sowie die gebäudescharfen Mengen an abgenommener Wärme zur Verfügung gestellt. Für sämtliche Daten wurde das Basisjahr 2020 festgelegt.

Schornsteinfeger

Das elektronische Kkehrbuch der Bezirksschornsteinfeger wurde eigens für die Datenlieferung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit einer Schnittstelle zum Export von passwortgeschützten CSV-Dateien ausgestattet. Diese wurden über die Stadt Ellwangen abgefragt und den Bearbeitenden weitergeleitet. Der Umfang des Exports aus dem elektronischen Kkehrbuch umfasst die adressscharfen Feuerstätten nach Art, Brennstoff, Nennwärmeleistung, Baujahr sowie weiteren Informationen zu Brenn- bzw. Heizwert und Zentral- bzw. Einzelraumheizung.

2.2 Aufbereitung der Daten

Bei der Aufbereitung der gelieferten Energiedaten wurden folgende Schritte durchgeführt:

1. Vollständigkeitsprüfung

Generell wurde davon ausgegangen, dass die gelieferten Datensätze vollständig sind. Insofern bezog sich die Vollständigkeitsprüfung auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Objekts. Fehlende Daten führten, je nach Relevanz, entweder zur Löschung des betreffenden Objekts oder zur Ergänzung, beispielsweise durch den Mittel- oder Medianwert der anderen Attributausprägungen.

2. Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung

Hierbei wurde geprüft, ob Wertebereich und Verteilung der gegebenen Werte plausibel sind und ob Ausreißer vorlagen.

3. Fehleranalyse und Datenbereinigung

Hierbei wurden fehlerhafte, unvollständige oder doppelte Objekte identifiziert, bewertet und bei Bedarf gelöscht oder ergänzt.

4. Datentransformation und -anreicherung

In diesem Schritt wurde sichergestellt, dass in den Datensätzen dieselben Dimensionen vorliegen. Dies sind bei Energiedaten insbesondere Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Leistungen in Kilowatt (kW), Flächen in Quadratmetern (m²) sowie CO₂-Emissionen in Kilogramm pro Kilowattstunden (kg/kWh). Aufbauend auf den vorangegangenen Schritten wurden die Datensätze um weitere sinnvolle Attribute für die nachfolgenden Analysen angereichert. Dies sind zum Beispiel gebäudetyp-spezifische Anteile an Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme oder flächenbezogene Energieverbräuche (siehe Anhang 2 und Anhang 3).

2.3 Datenqualität

Zur Weiterverarbeitung der Energiedaten im geographischen Informationssystem (GIS) wurden jeweils adressscharfe Informationen abgefragt. Diese Anforderung wurde bei sämtlichen Datensätzen erfüllt, wobei je nach Datenquelle verschiedene Fehlerarten aufgetreten sind, z. B. Adressen ohne Hausnummer, Energieverbräuche ohne Straßenzuordnung, doppelte Hausnummern. Insgesamt bewegte sich die Quote dieser Fehler im geringen einstelligen Prozentbereich, sodass bei den vorliegenden Datensätzen eine sehr guten Datenqualität festgestellt werden konnte. Die Leitungsdaten der Gas- und Wärmenetze wurden im Shape-Dateiformat übermittelt und konnten so direkt ins GIS übertragen werden.

3. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse erfolgt eine systematische und qualifizierte Erhebung des aktuellen Wärmeverbrauchs (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme), einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualterklassen, sowie der aktuellen Versorgungsstruktur. Anschließend werden aus dem aktuellen Wärmeverbrauch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die kommunale Wärmeplanung bezieht sich auf die gesamte Gemarkung der Stadt Ellwangen und schließt damit Gewerbe- und Industriegebiete ein.

3.1 Stadtgebiet

Die Flächennutzung der Stadt Ellwangen ist in Tabelle 1 im zahlenmäßigen Überblick und in Abbildung 1 räumlich aufgelöst dargestellt. Das Gemarkungsgebiet ist überwiegend durch landwirtschaftlich genutzte Flächen und Waldflächen geprägt. Flächen mit Wohnnutzung machen knapp 4 %, Industrie- und Gewerbeflächen knapp 3 % des Gemarkungsgebietes aus.

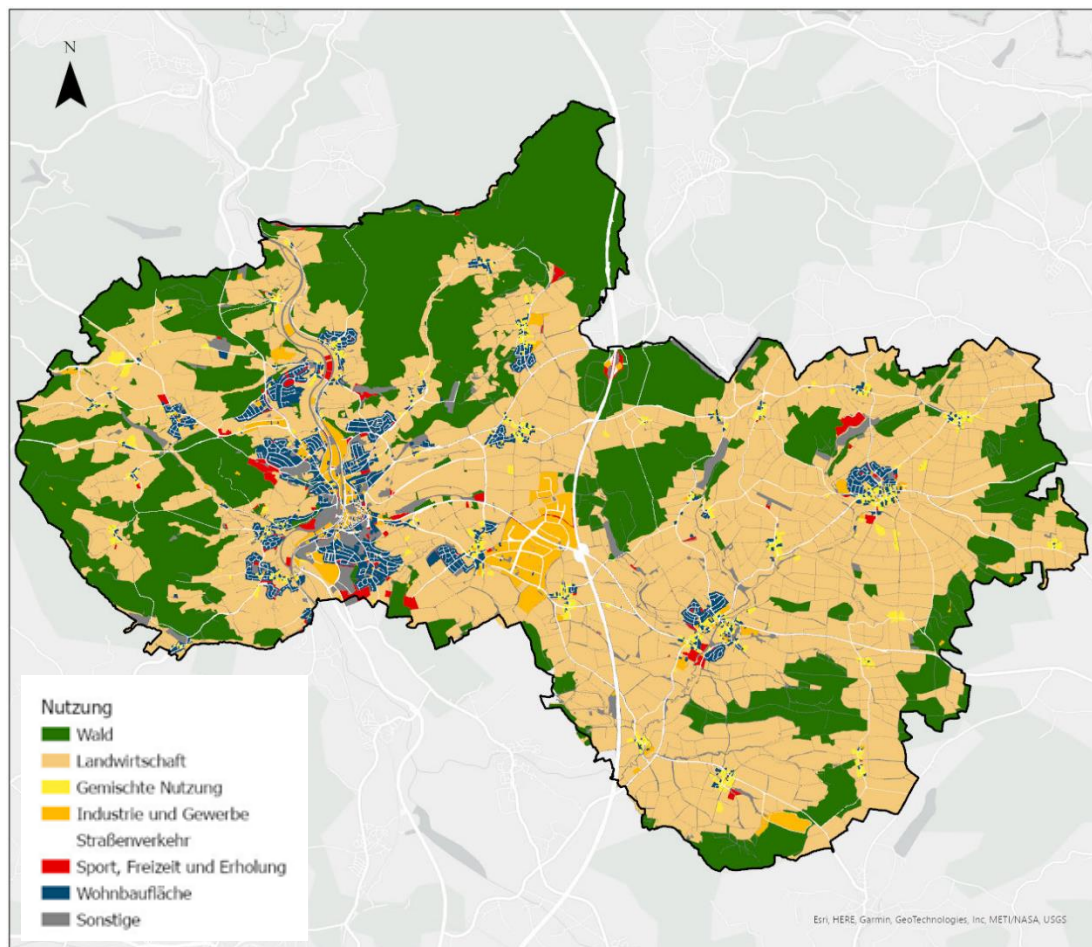


Abbildung 1: Flächennutzung Stadt Ellwangen [3]

Tabelle 1: Relative Anteile der Flächennutzung in Ellwangen [3]

Nutzung	Relativer Anteil
Landwirtschaft	50 %
Wald	32 %
Wohnbebauung	4 %
Industrie- & Gewerbe	3 %
Straßenverkehr	3 %
Gemischte Nutzung	2 %
Sport, Freizeit & Erholung	1 %
Sonstiges	6 %

3.2 Gebäudestruktur

In der Stadt Ellwangen wurden 6.920 beheizte Gebäude identifiziert, welche zu 87 % dem Sektor Wohnen und zu 12 % dem Sektor Gewerbe, Handel & Dienstleitungen (GHD) & Sonstiges zugewiesen werden können (siehe Tabelle 2). Im Gemarkungsgebiet liegen insgesamt 73 wärmebedarfsrelevante kommunale Gebäude, was einem Anteil von 1 % an den beheizten Gebäuden entspricht.

Tabelle 2: Aufteilung der Gebäudenutzung Stadt Ellwangen [3], [4]

Gebäudenutzung	Gebäudeanzahl	Relativer Anteil der beheizten Gebäude an der Gesamtzahl
Wohnen	6.031	87 %
GHD, Sonstige	795	12 %
Kommunale Gebäude	73	1 %
Verarbeitendes Gewerbe	21	0,3 %
Beheizte Gebäude gesamt	6.920	100 %
Nicht klassifizierte Gebäude *	7.898	

* Gebäude i.d.R. ohne Wärmebedarf, z.B. Garage, Scheune, Stall etc.

Die Struktur der Wohnbebauung in Ellwangen wird aus Abbildung 2 ersichtlich, welche zu großen Teilen durch Einfamilienhäuser (EFH) und Doppel- bzw. Reihenhäuser (DH_RH) geprägt ist. Bei 14 % der Wohngebäude handelt es sich um (große) Mehrfamilienhäuser (MFH bzw. GMFH). Mit Blick auf die Verteilung der Baualtersklassen lassen sich die historischen Gebäude in Ellwangen wiederfinden – insgesamt 11 % der Wohngebäude wurden vor 1918 erbaut.

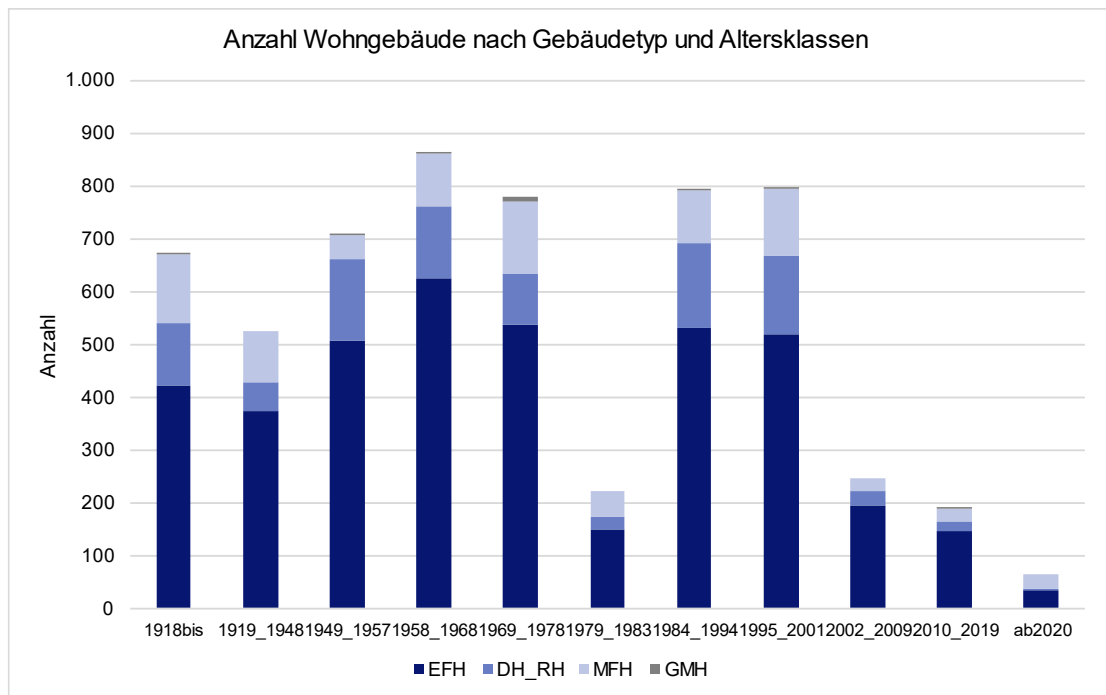


Abbildung 2: Wohngebäude in Ellwangen nach Gebäudetyp und Altersklasse [5]

Kommunale Gebäude spielen in der lokalen Wärmewende eine wichtige Rolle, da ihnen einerseits eine Vorreiterrolle zukommt und diese andererseits als Keimzelle für Wärmenetze fungieren können. Kommunale Gebäude werden im Wärmeplan daher gesondert ausgewiesen, wie Abbildung 3 beispielhaft zeigt. Bei den kommunalen Gebäuden handelt es sich nicht zwangsläufig um öffentlich zugängliche Gebäude – auch Wohngebäude können in kommunaler Hand sein.



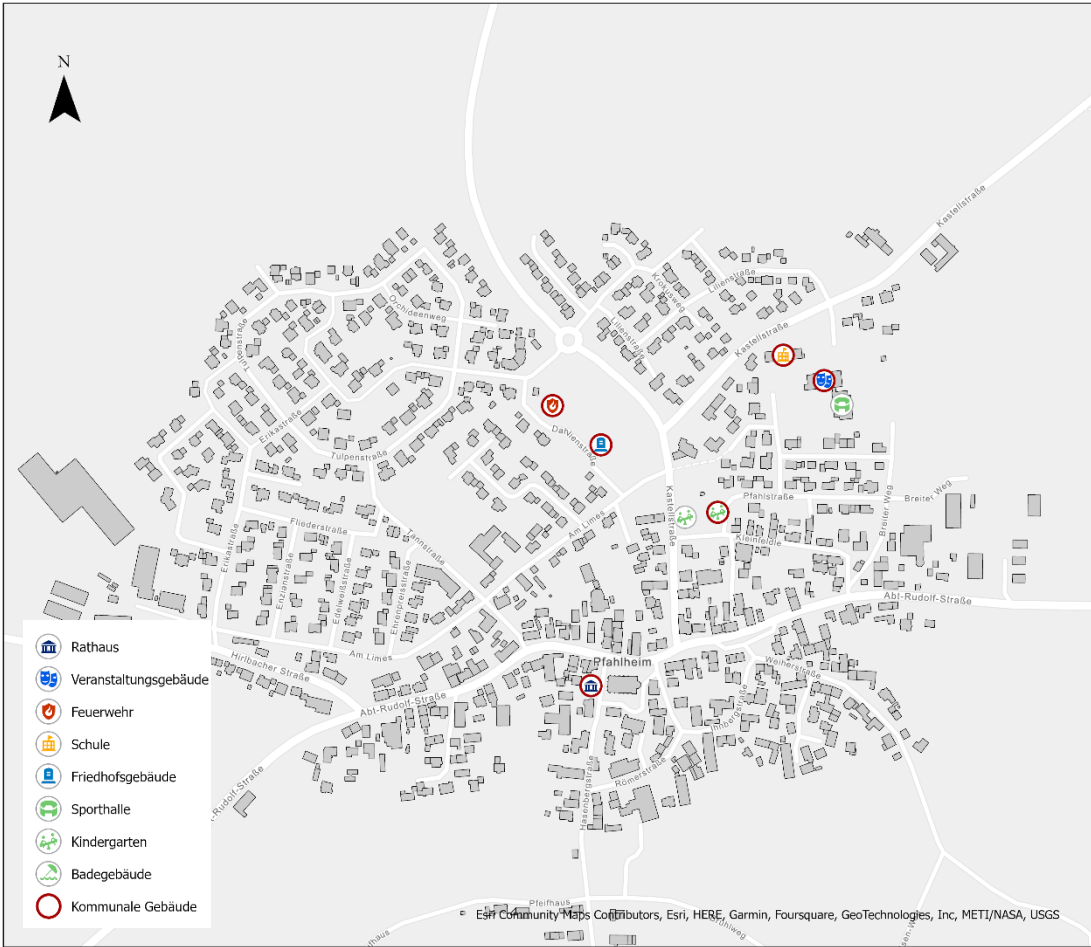


Abbildung 3: Ausschnitt öffentlicher Gebäude in Pfahlheim mit Kennzeichnung der kommunalen Gebäude [4]

3.3 Beheizungs- und Versorgungsstruktur

3.3.1 Heizungen nach Energieträgern

Die Unterteilung der Heizungen nach Energieträgern wurde anhand von gebäudescharfen Verbräuchen sowie den Anlagendaten der Bezirksschornsteinfeger vorgenommen. Lagen für ein Gebäude, das aufgrund seiner Nutzung gemäß des Allgemeinen Liegenschaftskatasters (ALKIS) als „beheizt“ einzustufen ist, keinerlei Verbrauchs- oder Anlageninformationen vor, wurde angenommen, dass dieses mit Heizöl beheizt wird. Für jüngere Gebäude, die nach 2010 erbaut wurden, wurde davon ausgegangen, dass diese mit Pellets beheizt werden. Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden abhängig von Baualterklasse und Gebäudetyp unterschiedliche flächenspezifische Bedarfswerte verwendet und mit der beheizten Fläche multipliziert. Aus Tabelle 3 ist abzulesen, dass die Wärmeversorgung in Ellwangen im Basisjahr 2020 noch stark fossil geprägt war und ca. 82 % der Heizungen mit Erdgas oder Heizöl betrieben wurden. Zu den fossil beheizten Gebäuden lassen sich darüber hinaus noch jene zählen, die an ein zumindest teilweise fossil befeuertes Wärmenetz angeschlossen sind, da diese im Basisjahr 2020 zumindest anteilig mit Erdgas beheizt wurden. 9 % der Heizungen in Ellwangen wurden elektrisch betrieben – hierbei waren Nachtspeicheröfen häufiger vertreten als Wärmepumpen.

Tabelle 3: Eingesetzte Heizungen unterteilt nach Primärbrennstoffen [6]–[9]

Heizungen nach Primärbrennstoff	Anzahl Heizungen	Relativer Anteil
Erdgas	3.435	50 %
Heizöl	2.208	32 %
Nachtspeicher	383	6 %
Wärmepumpe	210	3 %
Wärmenetze	51	0,7 %
Holz	639	9 %

Da in Tabelle 3 die Heizungen nach ihrem Primärbrennstoff ausgewiesen werden, werden kleinere Holzöfen oder Solarthermieanlagen zur Heizungsunterstützung an dieser Stelle nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 4 und Abbildung 5. zeigen die Altersstrukturen der fossilen Heizungen in Ellwangen im Vergleich zu Deutschland – hierfür wurden sämtliche verfügbare Datensätze der Bezirksschornsteinfeger ausgewertet [6].

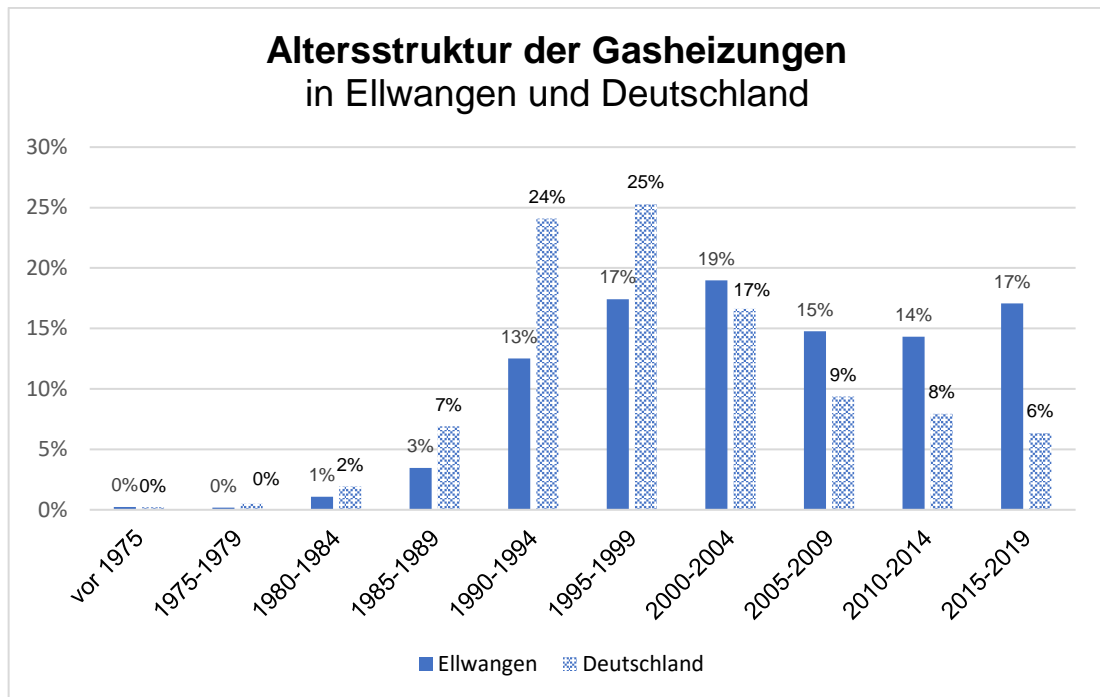


Abbildung 4: Altersstruktur der Gasheizungen in Ellwangen und Deutschland

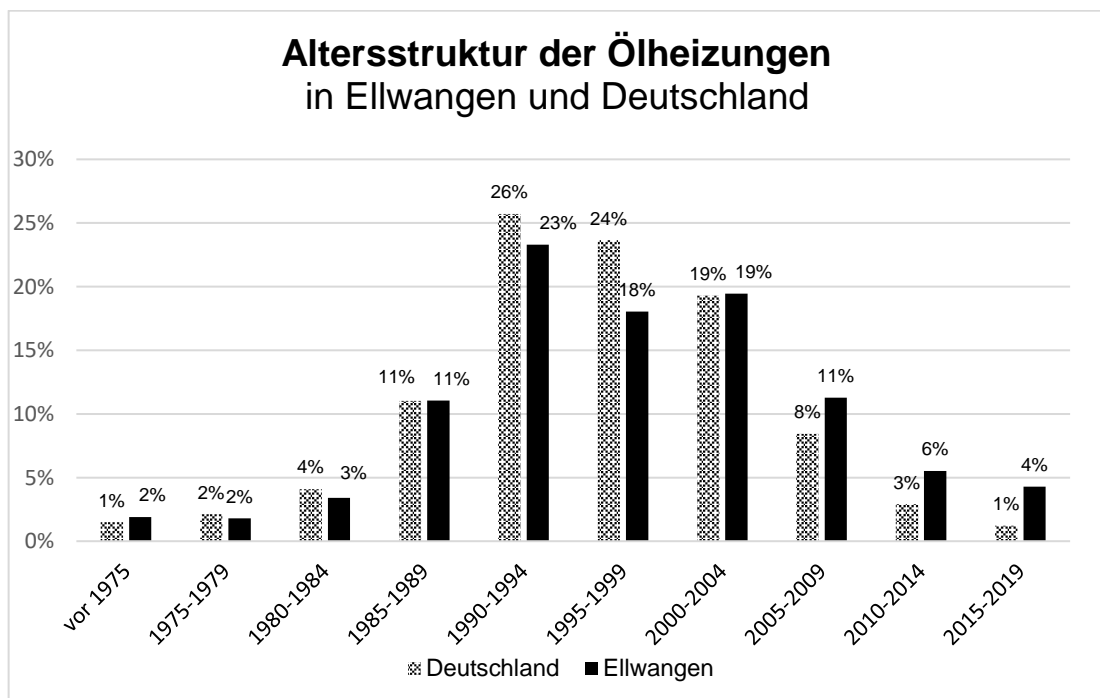


Abbildung 5: Altersstruktur der Ölheizungen in Ellwangen und Deutschland

Es lässt sich ablesen, dass die Ölheizungen in Ellwangen tendenziell älter sind als die Gasheizungen. Im Basisjahr 2020 waren insgesamt knapp 41 % der Ölheizungen in Ellwangen vor 1995 eingebaut worden und waren damit älter als 25 Jahre (Abbildung 5). Die Altersstruktur ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil diese älteren Heizungen spätestens nach 30 Jahren ausgewechselt werden müssen – hier bietet sich die Chance fossile Heizungssysteme durch regenerative zu ersetzen.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Ellwanger Gasheizungen verglichen mit dem Bundesschnitt deutlich jünger sind. Ca. ein Drittel der lokalen Gasheizungen sind nach 2010 installiert worden und waren somit im Basisjahr 2020 maximal 10 Jahre alt. Hier zeigt sich die Herausforderung für die Stadt Ellwangen – die Gasheizungen sind so jung, dass nicht mit einem zeitnahen Wechsel hin zu erneuerbaren Wärmequellen oder dem Anschluss an ein potenzielles Wärmenetz zu rechnen ist.

3.3.2 Gasversorgung

Im Stadtgebiet existiert, mit Ausnahme der am Rande der Ellwanger Gemarkung liegenden Teilorte, eine weitreichende Erdgasversorgung. Diese wird in Abbildung 6, aus Gründen des Datenschutzes in einer Aggregation von 100 x 100 Metern mit mindestens fünf Gebäuden, dargestellt. Die Rasterkacheln sind blau markiert, wenn mehr als 30 % der örtlichen Heizungen mit Erdgas befeuert werden. Im Jahr 2020 wurden fast 3.500 Gebäude in Ellwangen mit rund 187 GWh Gas versorgt. Tabelle 4 schlüsselt die Gasabnahme nach Sektoren auf. Nicht berücksichtigt wurden hierbei die Gas-mengen, welche in den Heizzentralen für den Betrieb der drei Wärmenetze verfeuert wurden. Die daraus resultierenden Wärmemengen wurden den angeschlossenen Verbrauchern zugeordnet (siehe Kapitel 3.3.3).

Tabelle 4: Erdgasverbrauch nach Sektoren [7]

Sektor	Erdgasverbrauch 2020 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	87.600	47 %
Kommunale Gebäude	11.700	6 %
GHD & Sonstiges	74.500	40 %
Verarbeitendes Gewerbe	13.600	7 %

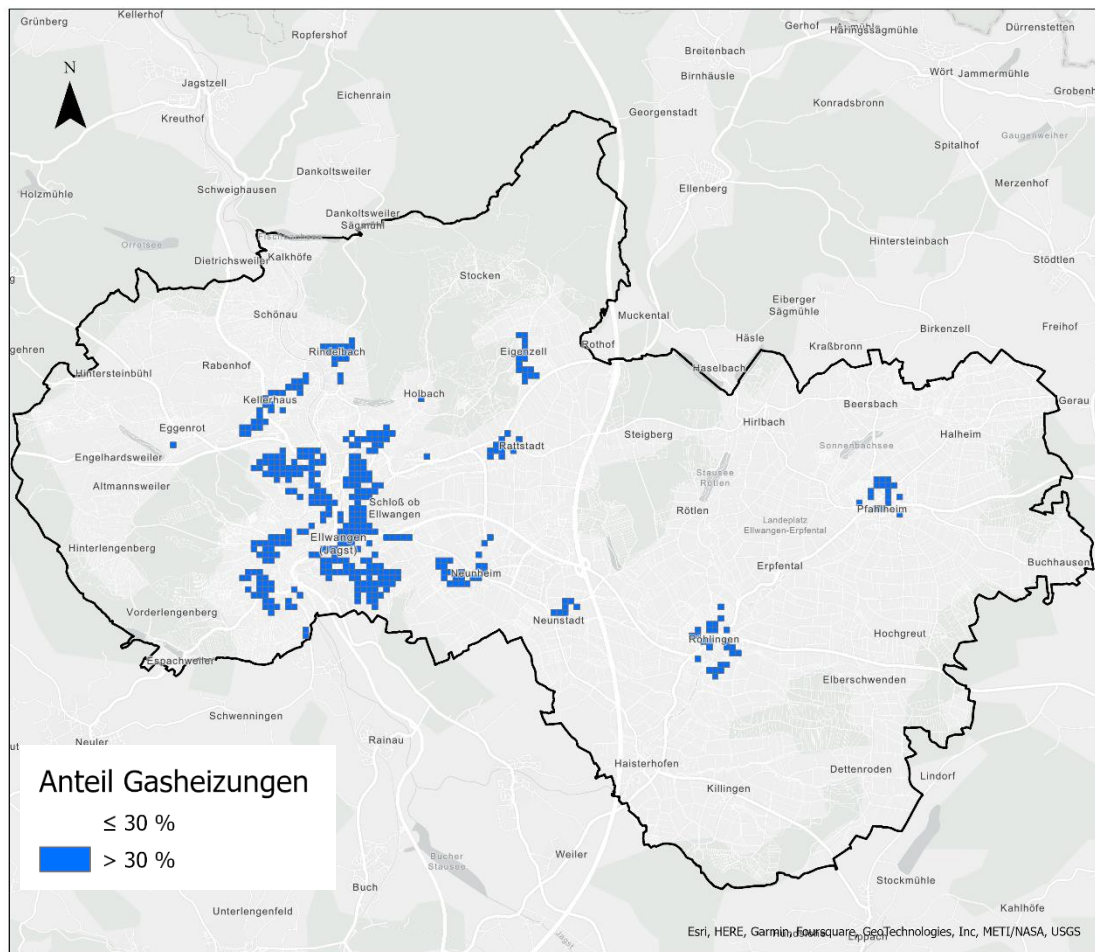


Abbildung 6: Darstellung der mit Gas versorgten Schwerpunktgebiete in Ellwangen

3.3.3 Wärmenetze

In Ellwangen gibt es drei Wärmenetze, an welche über 50 Gebäude angeschlossen sind. Die Wärmenetze befinden sich auf dem Gelände der ehemaligen Reinhardt-Kaserne, im Industriegebiet Neunheim und in der Schillerstraße. Im Basisjahr 2020 wurden in den Netzen insgesamt 8,7 GWh Wärme verteilt. In Tabelle 5 wird die Wärmeabnahme nach Sektoren aufgeschlüsselt.

Tabelle 5: Wärmeverbrauch Wärmenetze nach Sektoren [9]

Sektor	Wärmeverbrauch 2020 in MWh	Relativer Anteil
Wohnen	300	3 %
Kommunale Gebäude	0	0 %
GHD & Sonstiges	8.500	9 %
Verarbeitendes Gewerbe	0	0 %

Abbildung 7 zeigt die Lage der Heizzentralen, in welchen die Wärme für die Netze erzeugt wird. Im Basisjahr wurde die Wärme durch unterschiedliche Erzeuger bereitgestellt. So wurde das Wärmenetz in der Schillerstraße beispielsweise mit Holzpellets befeuert, während das Wärmenetz im Industriegebiet Neunheim durch Erdgaskessel und Blockheizkraftwerke (BHKW) versorgt wird. Das ehemalige Kasernengebiet wird momentan durch einen Energiemix aus Holzhackschnitzeln und Erdgas sowie wasserstofffähigem BHKW versorgt – hier steht aber perspektivisch eine Konversion des Geländes an und es soll ein Wohngebiet entstehen. In diesem Zuge soll auch das neue Energiewende-Kraftwerk in Betrieb genommen werden, in welchem verschiedene erneuerbare Wärmequellen miteinander kombiniert werden. Darüber hinaus ist ein Wärmenetz für die Ellwanger Innenstadt geplant, welches vom neuen Kraftwerk aus mit Wärme versorgt werden soll (siehe Kapitel 6).

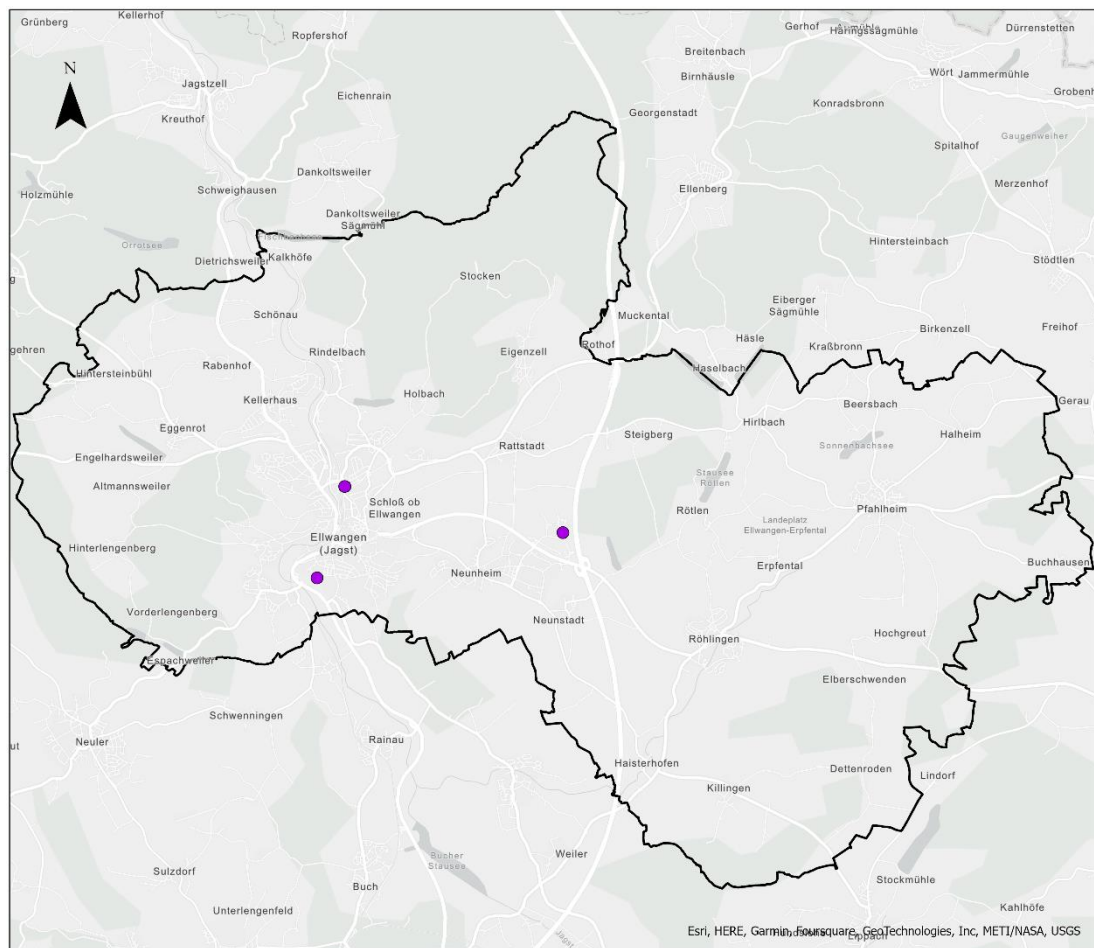


Abbildung 7: Heizzentralen in Ellwangen

3.3.4 Schwerpunktgebiete Wärmepumpe

Auf Basis der Stromverbrauchsdaten für Wärmeanwendungen lassen sich Schwerpunktgebiete für Wärmepumpen ausweisen [8]. In diesen Gebieten machen Wärmepumpen mehr als 30 % der Heizungen je Hektar aus. In Abbildung 8 sind diese Gebiete rot eingefärbt. Es handelt sich hierbei meist um Wohngebiete mit jüngerer Bebauung wie z. B. im Teilort Rattstadt im Wohngebiet um die Marienwiesen oder in Kellerhaus rund um den Panoramarings.

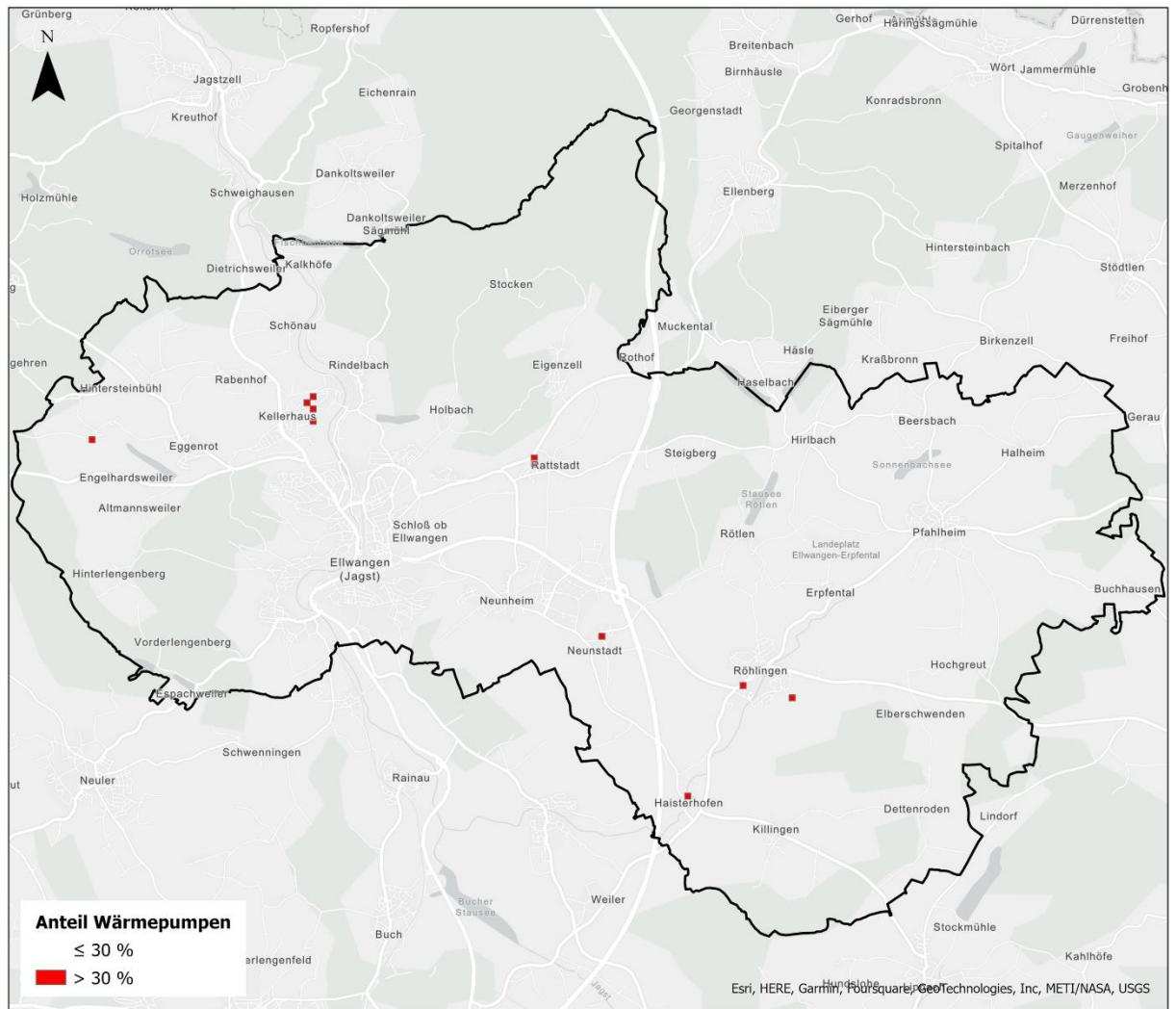


Abbildung 8: Markierte Schwerpunktgebiete mit Wärmepumpen

3.3.5 Schwerpunktgebiete Nachtspeicherheizungen

Schwerpunktgebiete, in denen vor allem Nachtspeicheröfen installiert sind, lassen sich ebenfalls auf Basis der Verbrauchsdaten für Wärmestrom verorten [8]. Diese sind in Abbildung 9 pink markiert und lassen sich vereinzelt in Wohngebieten mit älterer Bebauung, wie z. B. Altmannsweiler verorten.

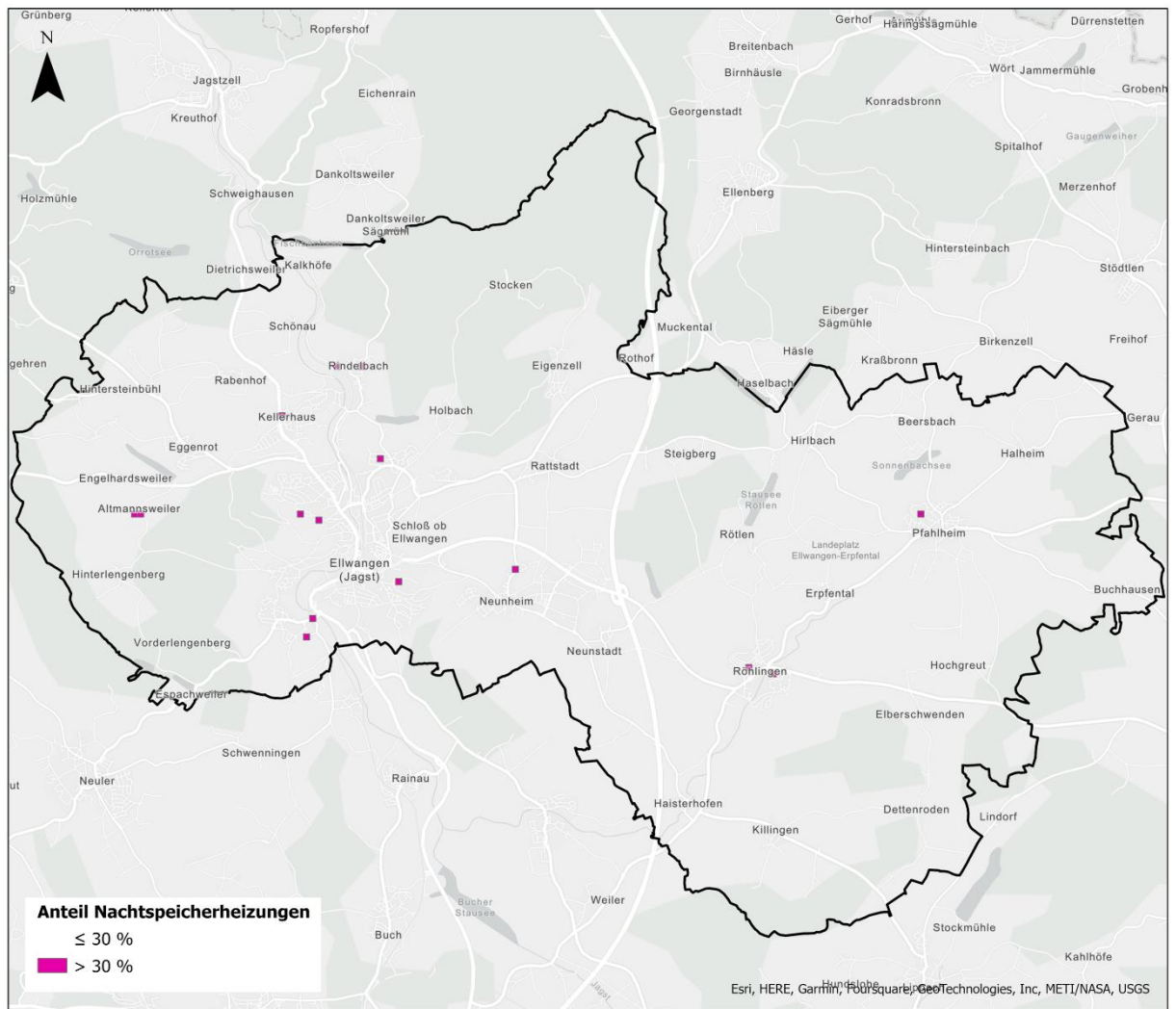


Abbildung 9: Markierte Schwerpunktgebiete mit Nachtspeicheröfen

3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors 2020

Auf Basis der bereitgestellten Verbrauchsdaten sowie der Anlagendaten aus den elektronischen Kehrbüchern lassen sich sämtliche Endenergiebedarfe für die Ellwanger Wärmeversorgung im Basisjahr 2020 bilanzieren. Durch Multiplikation der Energiemengen mit den entsprechenden Emissionsfaktoren (siehe Anhang 1) ergeben sich die dadurch verursachten Treibhausgasemissionen.

3.4.1 Aufschlüsselung nach eingesetzten Brennstoffen

Abbildung 10 zeigt den Endenergiebedarf im Basisjahr und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Ellwangen, aufgeteilt nach eingesetzten Brennstoffen. Es konnte ein Gesamtendenergiebedarf von 318 GWh ermittelt werden. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wurde ein Großteil der Gebäude im Basisjahr 2020 fossil beheizt. Das spiegelt sich auch in der Endenergiebilanz wider – 86 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf Gas- und Ölheizungen zurückführen. Hinzu kommen noch die Gebäude, die an eines der zumindest teilweise fossil befeuerten Wärmenetze angeschlossen sind – 3 % des Endenergiebedarfs lassen sich auf die Beheizung dieser Gebäude zurückführen. Holzbefeuerte Heizungen, also Scheitholz-, Hackschnitzel oder Pelletheizungen, haben mit 9 % einen vergleichsweise hohen Anteil am Endenergiebedarf. Die verbleibenden 2 % des Endenergiebedarfs können den strombetriebenen Heizungen, also Nachtspeicheröfen und Wärmepumpen, zugeordnet werden.

Die fossilen Brennstoffe Erdgas und Heizöl verursachen mit 92 % den Großteil der 70.000 Tonnen CO₂, die im Basisjahr 2020 im Wärmesektor in Ellwangen anfallen. 33 % der Emissionen werden durch Heizöl, 59 % durch Erdgas verursacht. Holz wird mit einem niedrigen Emissionsfaktor bewertet, da es sich hierbei um einen nachwachsenden Rohstoff handelt. Deshalb trägt die Verfeuerung von Holz mit nur 1 % an den Gesamtemissionen bei. Allerdings kann Holz, je nach Herkunft, mit einem deutlich höheren Emissionsfaktor bewertet werden, beispielsweise dann, wenn dem Wald mehr Holz entnommen wird, als nachwächst.

Die auf Strom basierende Wärmeversorgung verursacht knapp 4 % der CO₂-Emissionen, obwohl nur 2 % des Endenergiebedarfes durch sie bereitgestellt wird. Die Ursache hierfür ist der hohe Emissionsfaktor für den deutschen Strommix im Basisjahr 2020 von 0,409 kg/kWh – da von einem stetigen Ausbau erneuerbarer Energien auszugehen ist, wird sich auch der Emissionsfaktor des eingesetzten Stroms in den kommenden Jahren deutlich reduzieren. So geht beispielsweise die KEA BW davon aus, dass dieser im Jahr 2030 auf 0,270 kg/kWh und im Jahr 2040 auf 0,151 kg/kWh sinken wird [10].

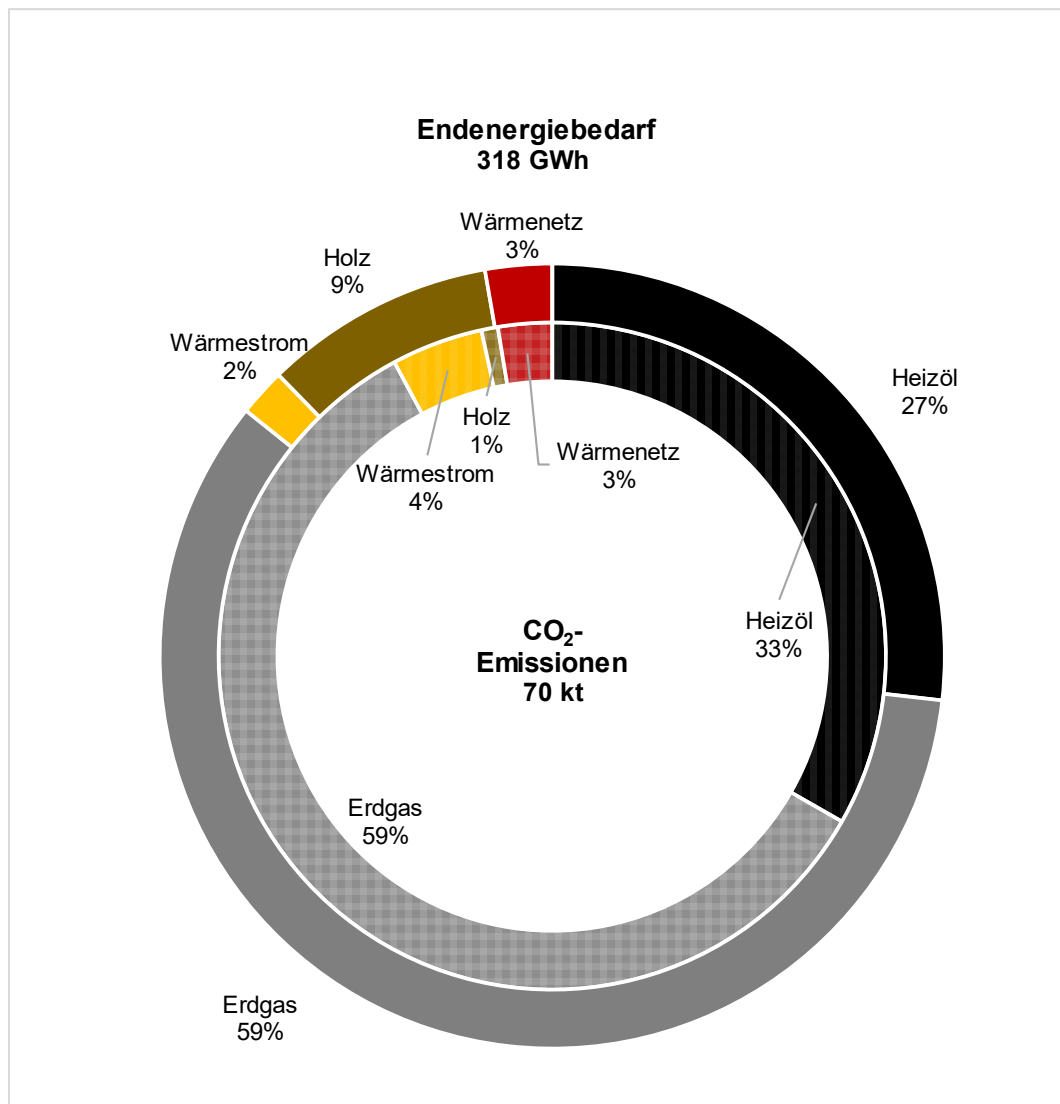


Abbildung 10: Energie- & Treibhausgasbilanz nach eingesetzten Brennstoffen

3.4.2 Aufschlüsselung nach Sektoren

Abbildung 11 zeigt die nach Sektoren aufgeteilten Endenergiebedarfe und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung in Ellwangen. Mit 58 % fällt über die Hälfte des Endenergiebedarfs im Sektor Wohnen an. Rund 33 % lassen sich dem Sektor GHD & Sonstiges und 5 % dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes zuordnen. Auf die kommunalen Liegenschaften lassen sich 4 % des gesamten Endenergiebedarfes in Ellwangen zurückführen – hier wird deutlich, weshalb diese in der kommunalen Wärmeplanung eine Sonderstellung einnehmen. Angesichts der Tatsache, dass die Kommune Eigentümerin ist, kann sie selbst einen Brennstoff- bzw. Heizungswechsel beschließen und realisieren. Sie hat damit ein Vorbildfunktion gegenüber allen anderen Akteuren und Akteurinnen in der Kommune.

In Abbildung 11 werden die 70.000 Tonnen CO₂, welche durch die Wärmeversorgung in Ellwangen verursacht werden, auf die einzelnen Gebäudesektoren verteilt. Mit 65 % wird über die Hälfte der Emissionen dem Sektor „Wohnen“ zugeordnet. Die Sektoren „GHD & Sonstiges“ und „Verarbeitendes Gewerbe“ emittierten im Basisjahr 28 % bzw. 5 %. Die kommunalen Liegenschaften verursachten ca. 2 % der CO₂-Emissionen.

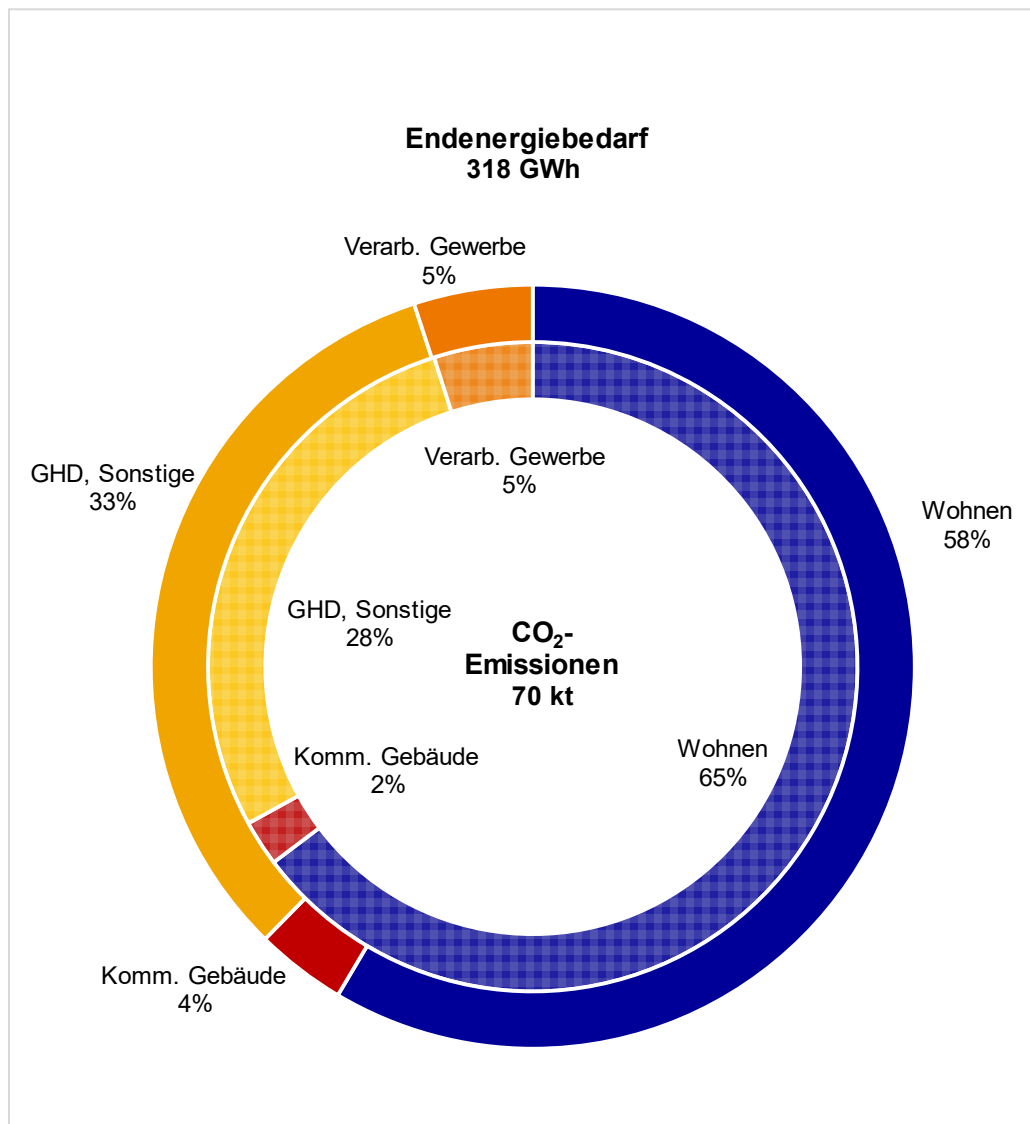


Abbildung 11: Energie- & Treibhausgasbilanz nach Sektoren

3.5 Wärmebedarf

Auf Basis der in Kapitel 3.4 ermittelten Endenergieverbräuche lassen sich die gebäudescharfen Wärmebedarfe (WB) gemäß Formel (1) ermitteln. Um die Effizienz der unterschiedlichen Heizungstechnologien abzubilden, wurden für die jeweiligen Bestandsheizungen entsprechende Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen ($\eta_{Heizung}$) angenommen (siehe Tabelle 6) und mit den Endenergieverbräuchen (EEV_{2020}) multipliziert. Insgesamt lässt sich somit für das Basisjahr 2020 ein gesamter Wärmebedarf von knapp 259 GWh in Ellwangen feststellen.

$$WB_{2020} = EEV_{2020} \times \eta_{Heizung} \quad (1)$$

Tabelle 6: Angenommene Jahresnutzungsgrade bzw. -arbeitszahlen für Bestandsheizungen

Bestandsheizungen	Jahresnutzungsgrad / -arbeitszahl
Erdgas	0,90
Heizöl	0,80
Wärmenetz	1,00
Wärmepumpe	3,00
Nachtspeicher	0,98
Pelletkessel	0,80

Der gebäudescharfe Wärmebedarf lässt sich auf den Raumwärme-, Warmwasser- und Prozesswärmebedarf aufteilen. Die Anteile hierfür unterscheiden sich je nach Gebäudenutzung, -typ und Baualtersklasse. So hat beispielsweise ein Bürogebäude einen geringeren Anteil an Warmwasser als ein Wohngebäude. Die Aufteilung des Bedarfs nach Verwendung ist deshalb von Bedeutung, da insbesondere der Raumwärmebedarf stark von der Außentemperatur abhängig ist und deshalb je nach Witterung unterschiedlich hoch ist. Die Annahmen, die für die Aufteilung der Wärmebedarfe getroffen worden sind, sind im Anhang 2 und Anhang 3 aufgelistet.

Da für die Kommunale Wärmeplanung in Ellwangen das Basisjahr 2020 betrachtet wurde, musste im nächsten Schritt dargestellt werden, inwiefern die Witterung den Raumwärmeverbrauch in diesem beispielhaften Jahr beeinflusst hat. Als Berechnungsgrundlage wurde hierfür die vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Klimafaktoren (KF) genutzt [11]. Der Klimafaktor für das Jahr 2020 am Standort Ellwangen beträgt 1,09, was bedeutet, dass es in diesem Jahr etwas wärmer war als im gleichen Jahr am Referenzort Potsdam. Um darüber hinaus abzubilden, ob es im Vergleich zu den anderen Jahren ein besonders warmes oder kaltes Jahr in Ellwangen war, wurde der Klimafaktor des Jahres 2020 ins Verhältnis zum Mittelwert der Klimafaktoren der

letzten 10 Jahre gesetzt. Schlussendlich ergibt sich damit für die Wärmebedarfsermittlung ein anzusetzender Klimafaktor von 1,09, was bedeutet, dass 2020 ein vergleichsweise warmes Jahr in Ellwangen war und darauf schließen lässt, dass der Raumwärmeverbrauch in diesem Jahr entsprechend geringer gewesen ist als in einem durchschnittlichen Jahr.

Für die Berechnung des witterungsbereinigten Wärmebedarfs (WB_{kb}) ergibt sich somit in Abhängigkeit von den gebäudespezifischen Anteilen für Raumwärme (RW), Warmwasser (WW) und Prozesswärme (PW) folgende Formel:

$$WB_{kb} = WB_{2020} \times (RW \times \frac{KF_{2020}}{\bar{KF}_{2009-2019}} + WW + PW) \quad (2)$$

Nach Witterungsbereinigung des Raumwärmebedarfs lässt sich somit ein Gesamtwärmebedarf von durchschnittlich 276 GWh pro Jahr in Ellwangen ermitteln.

3.6 Fazit Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurde sowohl die Gemeinde- als auch die Gebäudestruktur in Ellwangen betrachtet. Die Flächen außerhalb des Stadtkerns werden vorwiegend land- oder forstwirtschaftlich genutzt und sind deshalb auch lockerer bebaut. Flächen, welche durch Wohngebäude belegt werden, machen 4 % der Gesamtfläche aus und befinden sich vor allem im Stadtkern und in den Zentren der Teilorte Ellwangens. Die Wohnbebauung wird durch Einfamilien- und Doppel- bzw. Reihenhäuser dominiert, wovon der Großteil im letzten Jahrhundert erbaut worden ist.

Mit Blick auf die Beheizungsstruktur lässt sich bilanzieren, dass im Basisjahr 2020 der Anteil der fossilen Einzelheizungen bei knapp 82 % lag. Mit Erdgas befeuerte Kessel stellten dabei die dominierende Technologie dar.

Zusammenfassend lassen sich über 90 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden können, auf fossile Einzelheizungen zurückführen. Mit Blick auf die Sektoren, entfällt mit 58 % mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor – ihm lassen sich auch knapp 87 % der Gebäude zuordnen. Der Sektor des verarbeitenden Gewerbes macht ca. 5 % des Endenergiebedarfs und ebenfalls 5 % der wärmebedingten Emissionen aus.

Grundsätzlich hat die Stadt Ellwangen eine Vorbildfunktion und kann als Eigentümerin zahlreicher Gebäude ca. 4 % des Endenergieverbrauchs und die damit einhergehenden Emissionen im Wärmesektor direkt beeinflussen. Hinzu kommen noch weitere öffentliche Gebäude, die sich jedoch nicht im Eigentum der Kommune befinden. Kommunale und öffentliche Gebäude können als Keimzellen für Wärmenetze dienen, da die Kommune hier in der Position ist über ihre Wärmeversorgung selbst zu entscheiden.

4. Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse werden einzelne Potenziale der Gebäudesanierung und der regenerative Strom- und Wärmeerzeugung im Gemarkungsgebiet Ellwagens untersucht. Bedarfsseitig wird eine Senkung des Wärmebedarfes durch energetische Sanierung der Gebäudehülle berücksichtigt. Erzeugerseitig spielt der Einsatz erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung eine wichtige Rolle. Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung sind Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen, Windkraft und Wasserkraft. Potenziale zur Auskopplung Abwärme sind in industriellen Prozessen oft schwierig zu identifizieren und abzuleiten. Eine Unternehmensumfrage zur Auskopplung industrieller Abwärme sorgte für positive Rückmeldungen seitens der Unternehmen. Potenziale zur Wärmeerzeugung stellen z. B. Energieholz zur thermischen Verwertung, Abwasserwärme oder Geothermie dar. Eine kombinierte Form der Strom- und Wärmeerzeugung sind Kraft-Wärmekopplungsanlagen (KWK) regenerativer Brennstoffe, wie z. B. Biomethan oder Wasserstoff. Im Folgenden wird auf diese Potenziale eingegangen.

4.1 Energetische Sanierung

Gemäß dem KEA-Leitfaden wird bei der Ermittlung der Einsparpotenziale der Gebäudeenergieeffizienz durch Sanierung zwischen Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. Das Sanierungspotenzial von Wohngebäuden wird in Kapitel 4.1.1 Sanierungspotenzial Wohngebäude erläutert. Zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden wird über einen pauschalen Minderungsfaktor der Energieeinsparung in den Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und GHD abgebildet.

Der Wärmebedarf kann für Wohngebäude und Gewerbe in Heizwärme und Warmwasser untergliedert werden. In den Sektoren GHD und verarbeitenden Gewerbe und besteht häufig ein Bedarf an Prozesswärme. Die Einsparpotenziale durch Sanierung beziehen sich auf die Reduktion der Heizwärme.

Das Sanierungspotenzial bezieht sich ausschließlich auf die Bestandsgebäude. Für Neubauten, mit einem Baujahr ab 2020, wird kein Einsparpotenzial durch Sanierung angenommen, da diese den neusten energetischen Sanierungsstandards entsprechen. Die Neuansiedelung und Abriss von Wohngebäuden werden im Zielszenario unter Kapitel 5.5.2 Entwicklung der Gasversorgung berücksichtigt.

4.1.1 Sanierungspotenzial Wohngebäude

Um die Klimaschutzziele Deutschlands und des Landes Baden-Württemberg zu erreichen, sind umfassende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudesektor zur Reduktion des Wärmebedarfs nötig. Derzeit beträgt die Sanierungsquote bundesweit ca. 1 %, ein Wert, der als deutlich zu niedrig angesehen wird [12].

Problematisch bei der Betrachtung einer Sanierungsquote ist insbesondere die Tatsache, dass es keine einheitliche Definition dieses Terminus gibt. So kann z.B. sowohl eine Teil- als auch eine Vollsanierung zu gleichem Anteil in diese Quote eingehen. Des Weiteren wird teilweise auch der Heizungstausch als Sanierungsmaßnahme hinzugerechnet.

Im Folgenden wird der Begriff Sanierungsquote ausschließlich in Bezug auf Maßnahmen an der Gebäudehülle (Fassadendämmung, Fenstertausch, Dach-/Geschossdeckendämmung), die den Wärmebedarf in einem Gebäude senken, verwendet.

Um abzuschätzen, in welchen Bereichen des Ellwanger Stadtgebiets im Sektor Wohnen ein besonders hohes Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen vorliegt, werden basierend auf den Baualtersklassen sowie den erhobenen bzw. berechneten Endenergieverbräuchen gebäudescharfe Einsparpotenziale errechnet. Diese Potenziale ergeben sich aus dem Abgleich des Ist-Wertes mit den bestmöglich erreichbaren spezifischen Kennwerten nach dem KEA-Technikkatalog.

Für die Ermittlung des maximalen Einsparpotenzials an Wärme, im Weiteren Sanierungspotenzial genannt, wird die im KEA-Leitfaden vorgeschlagene, vereinfachte Bilanzierungsmethode angewendet. Das maximale Sanierungspotenzial eines Gebäudes ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen dem Wärmeverbrauchs- bzw. -bedarfswert im Basisjahr und dem Wärmebedarfs-Zielwert, welcher aus der beheizten Fläche des Gebäudes und dem je Gebäudealtersklasse zu Grunde gelegten minimalen Verbrauchswert (in der Abbildung 12 durch den grauen Balken symbolisiert) gebildet wird.

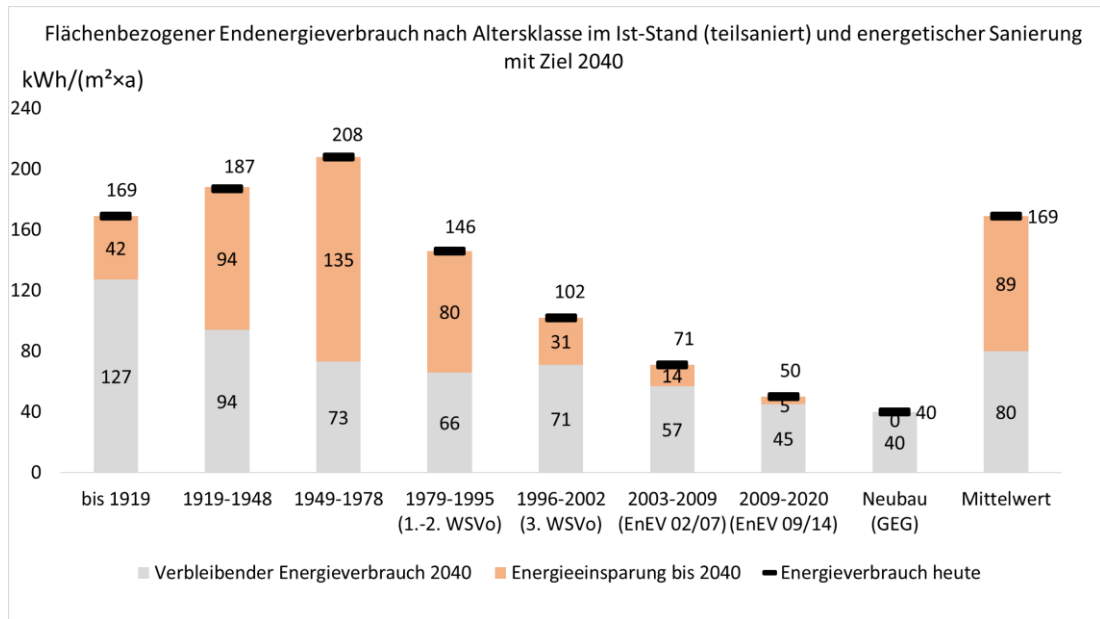


Abbildung 12: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklasse im Ist-Stand (teilsaniert) und energetischer Sanierung mit Ziel 2040 [1]

Das maximale Sanierungspotenzial für Wohngebäude im Stadtgebiet Ellwangens ist in der folgenden Abbildung 13 dargestellt. Es können nun Stadtgebiete identifiziert werden, in denen ein hohes Sanierungspotenzial vorliegt. Im Westen des Stadtgebietes Ellwangens entlang der Einsteinstraße befindet sich ein zusammenhängendes Gebiet mit hohem Sanierungspotenzial, weiterhin im nordwestlichen Stadtgebiet Klosterfeld und teilweise im südlichen Stadtgebiet. Sanierungspotenziale einzelner großer Gebäudekomplexe sind im Stadtgebiet Buchenberg auszumachen. Beispielhafte Straßenzüge für ein mittleres Sanierungspotenzial sind im Osten Ellwangens die Schillerstraße und die Umlandstraße. In den kleineren Ortsteilen ist kein zusammenhängendes Gebiet hohen Sanierungspotenzials vorhanden, sondern beschränkt sich auf kleinere Straßenabschnitte oder einzelne Gebäude.

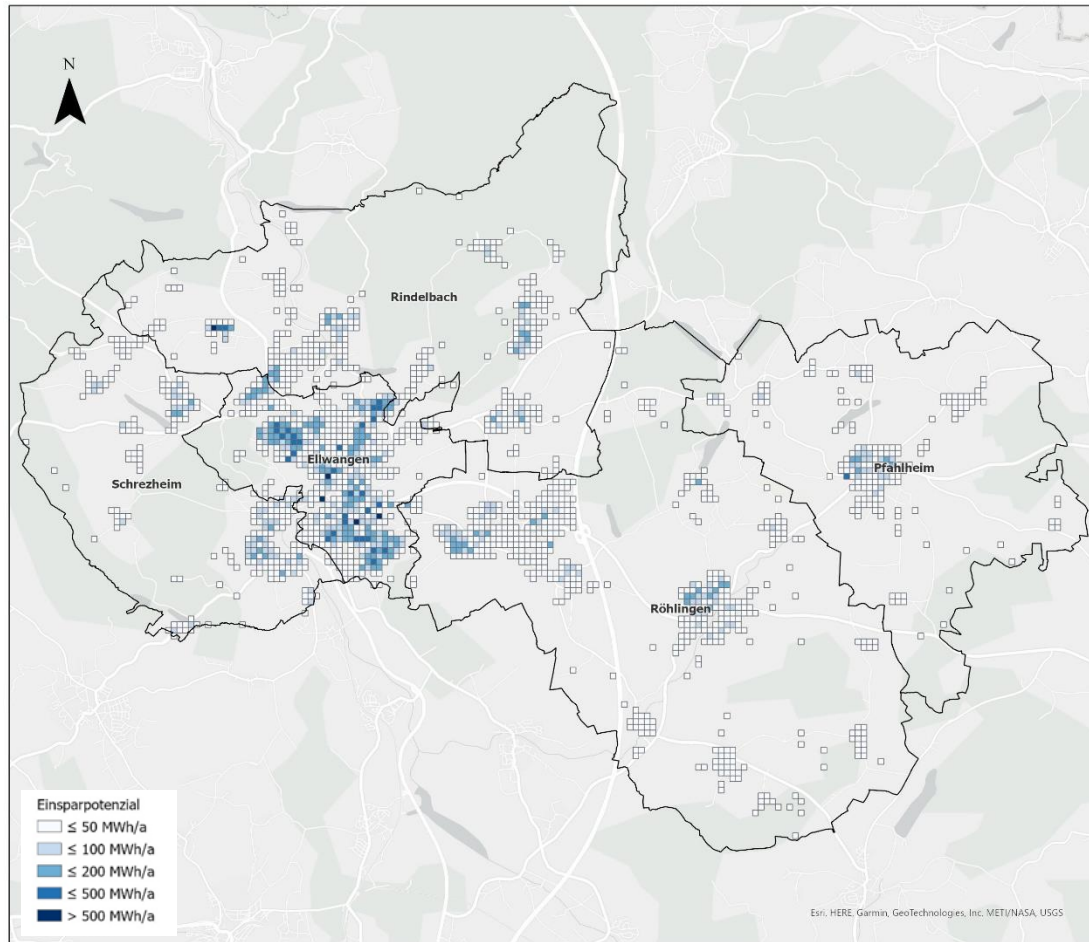


Abbildung 13: Darstellung des maximalen Sanierungspotenzials für Wohngebäude

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das maximale Sanierungspotenzial bis zum Jahr 2040 voll ausgeschöpft werden kann. Gründe hierfür sind z. B. fehlende Kapazitäten im Handwerk und hohe Investitionen der Sanierungsmaßnahmen. Ausgehend von einer Sanierungsrate von derzeit 1 % wurde das Sanierungspotenzial für die Sanierungsraten von 2 % und 3 % für die Wohngebäude ermittelt. Die sich ergebende Reduktion des Wärmebedarfes ist in der folgenden Abbildung 14 dargestellt. Bei einer Sanierungsquote von 2 % wird angenommen, dass in jedem Jahr des Betrachtungszeitraumes zwei Prozent der beheizten Flächen in Wohngebäuden ausgehend von ihrem jeweiligen aktuellen energetischen Zustand, mittels Energetischer Sanierung in den minimal möglichen Zustand, siehe Abbildung 12, überführt wird. Dieser Ansatz impliziert bei der Betrachtung von Einzelgebäuden einen gleitenden Verlauf des Sanierungsprozesses, der in der Realität stufenweise durch Einzelmaßnahmen verlaufen würde.

Eine gleichmäßige Reduktion des Wärmebedarfes für die Sanierungsquoten von 1 – 3 % ist in Abbildung 14 zu erkennen, maximal kann der Wärmebedarf um 20 % reduziert werden.

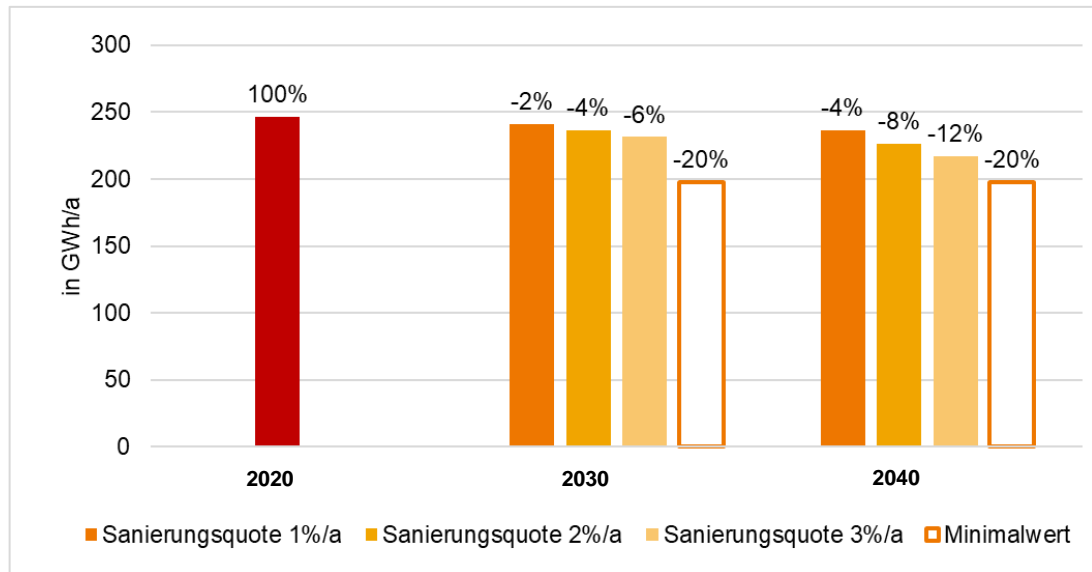


Abbildung 14: Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung Wohnen

Unterstellt man weiterhin, dass die im Basisjahr installierten Heizungssysteme bis 2040 gleichbleiben, so ergeben sich daraus bei 1 % (2 %) Sanierungsrate CO₂-Emissionsreduktionen von jährlich 8 % (10 %) im Jahr 2030 und 10 % (15 %) im Jahr 2040 (siehe Abbildung 14). Die maximal mögliche jährliche CO₂-Einsparung unter sonst gleichen Bedingungen beträgt für das Jahr 2030 25 % und für das Jahr 2040 26 %. Die Gesamtemissionen für das Jahr 2040 sind aufgrund der sinkenden CO₂-Emissionen im deutschen Strommix niedriger als für das Jahr 2030 (vgl. Anhang 1).

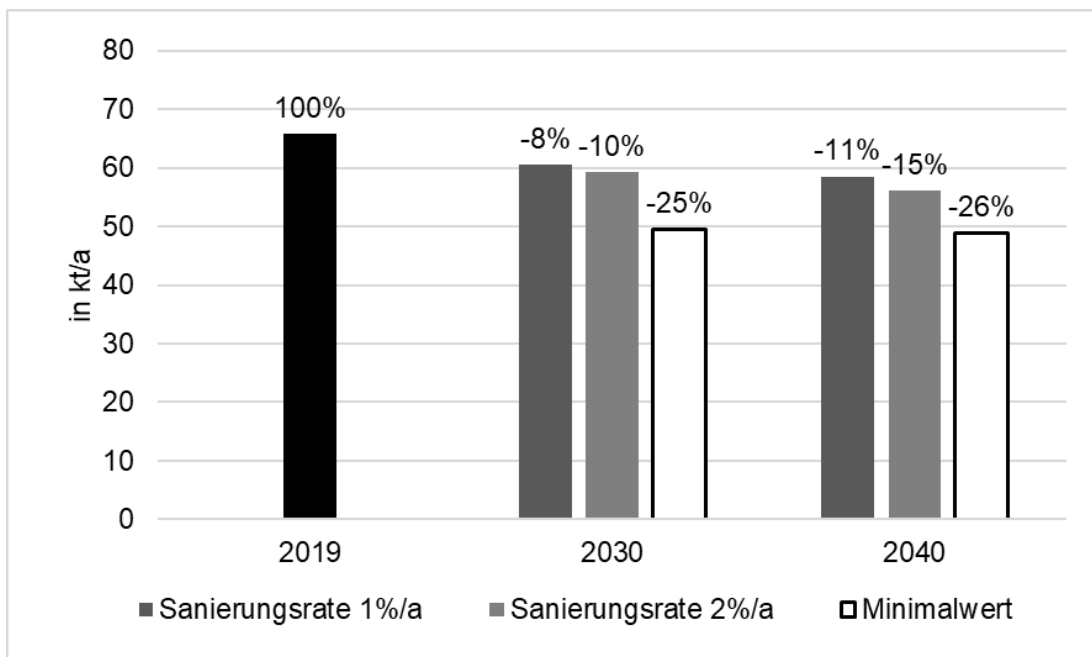


Abbildung 15: Entwicklungspfade der CO₂-Emissionen bis 2040 bei verschiedenen Sanierungs-raten im Sektor Wohnen

4.2 Wärmenetzpotenziale

Um das Potenzial für den weiteren Ausbau von Wärmenetzen in Ellwangen zu bewerten, wurden die zuvor ermittelten gebäudescharfen Wärmebedarfe als Grundlage verwendet. Die im GIS verorteten Wärmebedarfe wurden innerhalb eines Rasters von je einem Hektar aggregiert und in Abbildung 16 dargestellt. Für die Bewertung hinsichtlich der lokalen Wärmenetzsignung wurde die Skala der KEA BW aus Tabelle 7 verwendet.

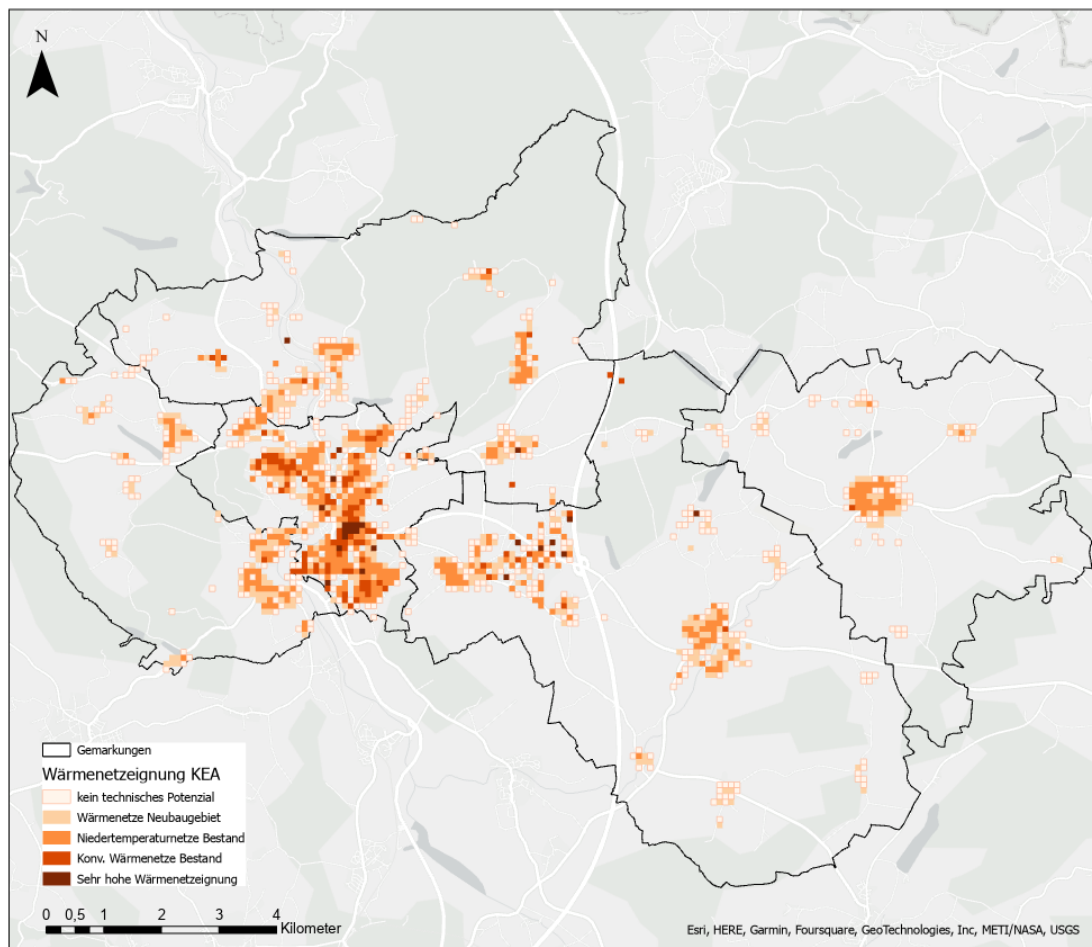


Abbildung 16: Wärmenetzsignung 2020 nach KEA BW

Der Einschätzung der KEA für potenzielle Wärmenetze anhand der Grenzwerte für die Wärmenetzsignung lassen sich für Ellwangen folgende Schlüsse ziehen:

Aufgrund der hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Ellwangens flächendeckend eine Wärmenetzsignung vor. Eine hohe Wärmebedarfsdichte ist in der Innenstadt, im Nord-Westen Ellwangens zu erkennen. Diese Gebiete eignen sich deshalb für konventionelle Wärmenetze im Bestand und es kann ein ausreichend hohes Temperaturniveau für Gebäudebeheizung, Trinkwassererwärmung und ggf. Prozesswärme bereitgestellt werden. In der Regel kann hier von Vorlauftemperaturen von bis zu 90 °C ausgegangen werden.

Eine entsprechende Eignung für Niedertemperaturnetze im Bestand liegt aufgrund einer mittleren Wärmebedarfsdichte in Angrenzung an die Gebiete Innenstadt und Klosterfeld sowie in nord-südlicher Erstreckung des Stadtgebietes Ellwangens vor. Ein weiteres zusammenhängendes Gebiet für Niedertemperaturnetze im Bestand findet sich im Teilort Pfahlheim. In diesen Gebieten kann ebenfalls ein ausreichend hohes Temperaturniveau von bis zu 55 °C zur Gebäudebeheizung bereitgestellt werden. Höhere Temperaturen zur Trinkwassererwärmung müssen dezentral erzeugt werden.

Tabelle 7: Klassifizierung der Wärmebedarfsdichte nach potenzieller Eignung für Wärmenetze [1]

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

4.3 Lokale Potenziale zur Strom- & Wärmeerzeugung

In den folgenden Abschnitten werden die betrachteten regenerativen Energiepotenziale und das Vorgehen bei der Potenzialermittlung kurz beschrieben. Dabei werden neben den Potenzialen zur Wärmeerzeugung auch Potenziale zur Stromerzeugung betrachtet. Da zukünftig mit einer weiteren Verbreitung von Wärmepumpen und anderer strombasierter Heizanwendungen (z. B. Warmwasserbereitung) zu rechnen ist, besteht ein entsprechend ansteigender Strombedarf.

In Abbildung 17 ist eine Abstufung unterschiedlicher Potenzialbegriffe dargestellt. Diese Potenziale bilden untereinander Schnittmengen. Erläutert werden die Potenzialbegriffe in Tabelle 8.

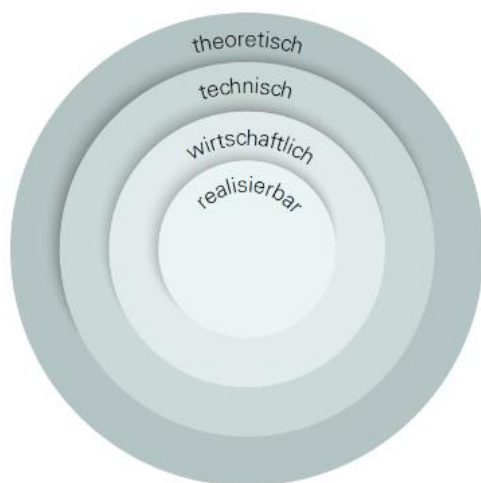


Abbildung 17: Definition der Potenzialbegriffe [1]

Tabelle 8: Definition Potenzialbegriffe [13]

Potenzialbegriff	Beschreibung
Theoretisches Potenzial	„Das in einem bestimmten geographischen Raum in einer bestimmten Zeitspanne theoretisch nutzbare physikalische Energieangebot (z.B. Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres)“
Technisches Potenzial	„Teil des theoretischen Potenzials, das unter Beachtung technischer Restriktionen nutzbar ist“
Wirtschaftliches Potenzial	„Teil des technischen Potenzials, das wirtschaftlich genutzt werden kann und unter volks- oder betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet wurde“
Realisierbares Potenzial	„Potenzial das unter dem Einfluss verschiedener Restriktionen und Hemmnissen (z.B. Flächenrestriktionen) oder Anreizen (z.B. Fördermaßnahmen) tatsächlich erschlossen wird.“

4.3.1 Abwärme von Industrie und Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde im Frühjahr 2022 eine Unternehmensumfrage unter den Unternehmen in Ellwangen durchgeführt. Diese hatte vor allem das Ziel, lokale Akteure aus Industrie und Gewerbe in das Projekt miteinzubinden und stellte deshalb ein wichtiges Element der Akteursbeteiligung dar. Neben Energieverbrauchsdaten der Unternehmen wurden mögliche Abwärmepotenziale aus Produktionsprozessen ermittelt. Hierfür wurden gezielt Abwärmequellen und ihre zeitlichen Verfügbarkeiten abgefragt. Zudem gab es in der Umfrage die Möglichkeit, die jährlichen Abwärmemengen und -leistung näher zu quantifizieren, sofern diese Werte den Unternehmen bekannt waren.

An der Umfrage haben 51 Unternehmen aus Ellwangen teilgenommen, von denen fünf angaben, dass in ihren Produktionsprozessen Abwärme anfalle. Zur Bereitschaft eben diese Abwärme auszukoppeln bzw. zu verkaufen, äußerten sich zwei Unternehmen unentschieden und drei negativ. Räumlich verortet werden kann das Industriegebiet Neunheim als Schwerpunktgebiete potenzieller industrieller Abwärme. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird an dieser Stelle nicht weiterdarauf eingegangen, um welche Unternehmen es sich hierbei genau handelte.

Für eine weiterführende Potenzialermittlung wird der Stadt Ellwangen empfohlen, weiterführende Gespräche mit den Unternehmen zu führen, welche eine unentschiedene Bereitschaft zur möglichen Auskopplung von Abwärme geäußert haben. Nach Abbildung 16 ist die Wärmenetzeignung im Industriegebiet Neuheim nicht flächendeckend, weshalb sich eine kleinräumige Versorgung von direkten Nachbargebäuden anbieten könnte. Gemeinsam kann dann erörtert werden, inwiefern überschüssige Abwärme in einem potenziellen Wärmeverbund integriert werden kann. Für weitere Informationen und einer Erstberatung der Unternehmen zum industriellen Abwärmepotenzial kann der Kontakt zu einer unabhängigen Beratungsstelle gewinnbringend sein. Für Abwärme-Checks vor Ort und weitere Beratungsschritte zur Auskopplung der Abwärme können Fördergelder über das Klimaschutz-Plus-Programm beantragt werden.

Den Hinweis zu diesen Fördermöglichkeiten hat die Stadt Ellwangen mit dem Dankeschreiben für die Teilnahme an die Teilnehmenden der Umfrage gesendet. Hier wurde auf den kostenlosen Abwärmecheck unter Nennung der Kontaktdaten der Effizienzmoderatoren der KEFF+ Ostwürttemberg hingewiesen. So ist sichergestellt, dass die Unternehmen über die bereits möglichen Förder- und Informationsmöglichkeiten informiert sind und können die eigene Prozesswärme ggf. optimieren.

4.3.2 Abwasserwärme

Eine weitere wichtige Wärmequelle stellt das kommunale Abwasser dar. Durch den Einbau spezieller Abwasserwärmetauscher kann dem Abwasser entlang der Fließrichtung Wärme entzogen werden. Eine Temperaturerhöhung geschieht mittels einer Wärmepumpe und kann so Wärmeabnehmern zur Verfügung gestellt werden. Laut KEA-Leitfaden sind Abwasserkanäle mit einer Nennweite von mindestens DN 400 grundsätzlich hinsichtlich einer möglichen Abwärmenutzung relevant. Des Weiteren sollte der Trockenwetterabfluss dort mindestens 10 - 15 Liter pro Sekunde im Tagesmittel betragen, eine Mindesttemperatur von 10°C auch im Winter nicht unterschritten werden und ein Gefälle von mindestens 1 Promille aufweisen [1].

Im Gemarkungsgebiet Ellwagens gibt es zwei Klärwerke. Das Klärwerk in Schönau mit 23.000 Einwohnerwerten und das Klärwerk in Haisterhofen mit 20.000 Einwohnerwerten. Die Abbildung 18 zeigt geeignete Abwasserkanäle in Ellwangen und eine eingezeichnete Pufferzone mit 100 m – 300 m. In diesen Zonen liegen Gebäude, die sich für eine Versorgung mit Abwasserwärme eignen. Nach Auskunft des Klärmeisters kann am Klärwerk Schönau ein Trockenwetterabfluss von 30 – 100 l/s und eine Mindesttemperatur von 13 °C angegeben werden. Entsprechende Werte für das Klärwerk in Haisterhofen sind ein Trockenwetterabfluss von 10 l/s und eine Mindesttemperatur von 12 °C.

Eine Potenzialstudie der DWA, der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, untersuchte die Potenziale der Abwasserwärmenutzung am Auslauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg. Eine Angabe zum Potenzial lag für die Abwasserwärmenutzung am Auslauf der Kläranlagen in Ellwangen, seitens der DWA, nicht vor.

Zusammenfassend ist ein Potenzial in den Abwassersammlern zum Klärwerk in Schönau vorhanden. Die Mindestparameter für die Durchflussmenge, mit 15 l/s, und der Temperatur von 10 °C werden am Klärwerk überschritten, somit kann von einem Potenzial im Abwassersammler ausgegangen werden. Das Potenzial im Auslauf der Kläranlage kann im Klärwerk Schönau, nicht genutzt werden, da das Klärwerk, mit einer Entfernung > 480 m, nicht in unmittelbarer Nähe zur nächstgelegenen Wohnbebauung in Schönau/ Rindelbach liegt. Für das Klärwerk in Haisterhofen kann, aufgrund der Entfernung von > 300 m zur nächsten Wohnbebauung und knapp über den Mindestwerten liegenden Durchfluss- und Temperaturwerten, eine Nutzung des Potenzials in einem möglichen Wärmenetz ausgeschlossen werden.

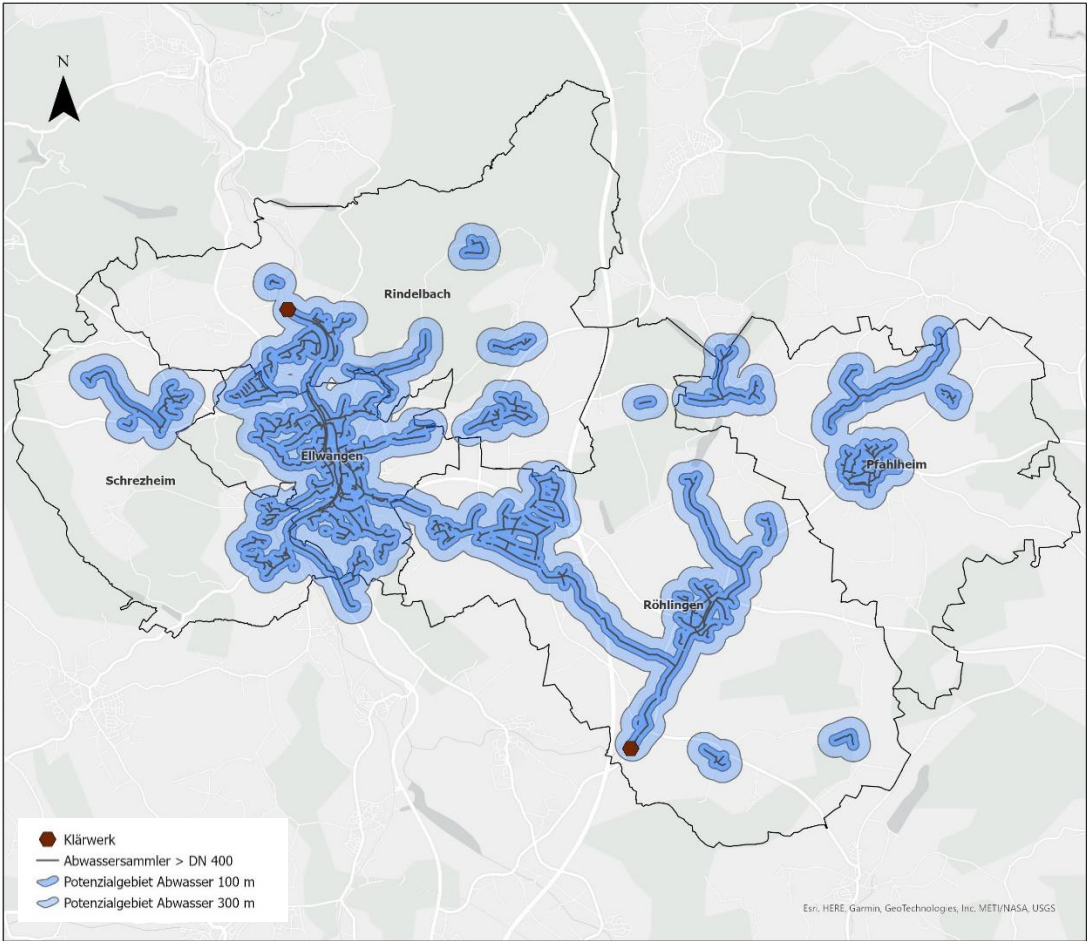


Abbildung 18: Geeignete Abwassersammler zur Nutzung von Abwasserwärme in Ellwangen

4.3.3 Solarenergie

Solarenergie kann in Form von Photovoltaikanlagen zu Strom gewandelt und in Form von Solarthermieanlagen als Wärme nutzbar gemacht werden. Im Folgenden wird die Photovoltaik (PV) als Potenzial der Solarenergie dargestellt. Unterschieden werden kann das PV-Potenzial auf Dachflächen oder auf Freiflächen. Als Datengrundlage für die Potenzialanalyse dient der Energieatlas der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Neben dem LUBW-Energieatlas gibt es weitere Potenzialkarten, wie z.B. die Planhinweiskarten der Regionalverbände Baden-Württembergs. Die folgende Abbildung 19 zeigt einen Ausschnitt der Dachflächenpotenziale in Ellwangen, unterteilt nach unterschiedlicher Eignung anhand der Einstrahlung. Das theoretische Potenzial weist 8 Eignungsklassen aus, berücksichtigt wurden für das technische Potenzial die Eignungsklassen 1 - 3.

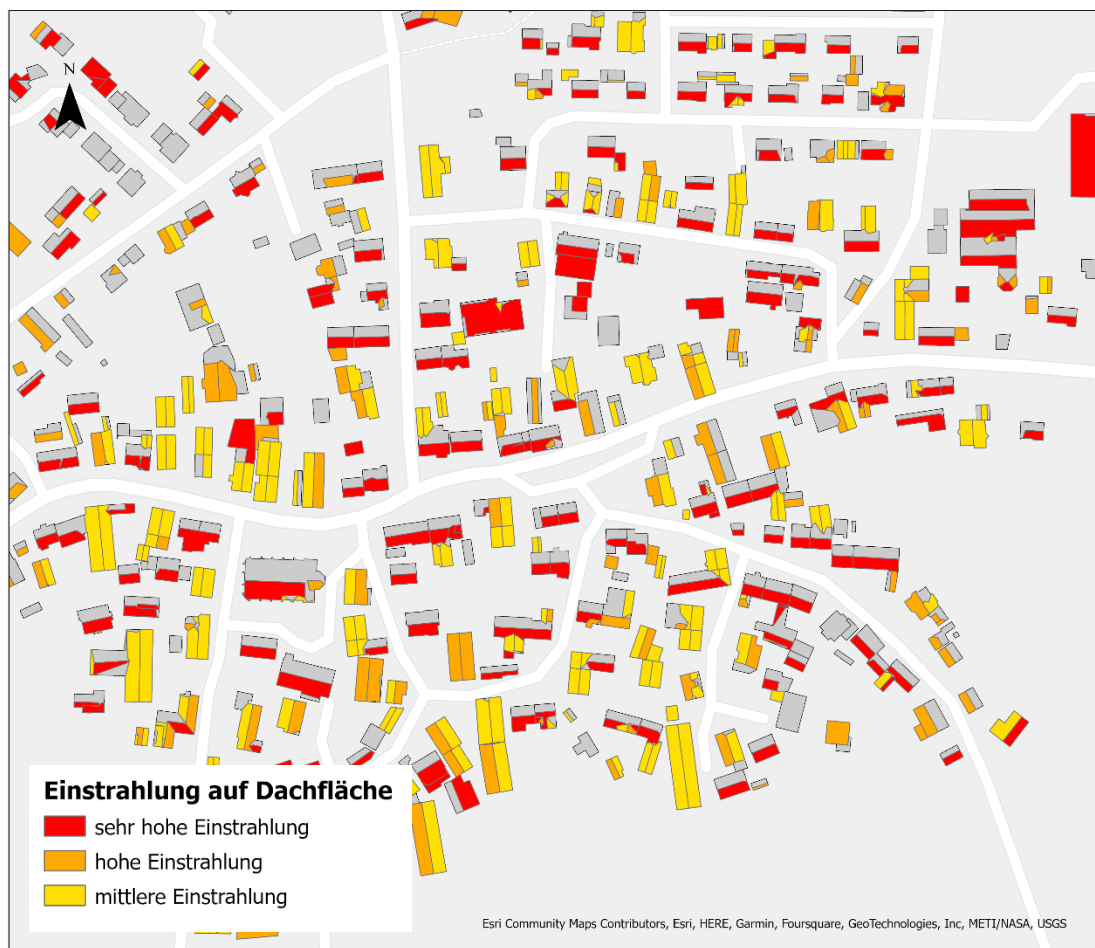


Abbildung 19: PV-Potenzial auf Dachflächen gemäß LUBW-Energieatlas [14]

Die installierte Leistung PV-Anlagen beläuft sich nach Abfrage des Marktstammdatenregisters (Stand 05/2022) auf 34 MW. Dies sind 17 % des technischen Potenzials, welches im Energieatlas der LUBW ausgewiesen wird. Durch vollständige Ausnutzung könnten jährlich 182 GWh Strom auf den geeigneten Dachflächen in Ellwangen erzeugt werden. Dies entspricht 158 % des Gesamtstrombedarfes im Jahr 2020.

Gemäß des 2 % Flächenziels für Windkraftanlagen und Freiflächen-Photovoltaik des KlimaG BW, besteht für die Regionen Baden-Württembergs die Pflicht geeignete Flächen in den jeweiligen Regionalplänen, bis Ende 2025, auszuweisen [15]. Insbesondere für die Freiflächen-Photovoltaik, nach § 21 des KlimaG BW, sind mindestens 0,2 % der Regionalfläche festzulegen. In diesem Zusammenhang steht die Planungsoffensive der Regionalverbände, welche eine harmonisierte Planung und verlässliche Planungsleitplanken, hinsichtlich exklusiver Flächen für Freiflächen-Photovoltaik und Windenergieanlagen, schaffen soll.

In der folgenden Abbildung 20 sind Potenzialflächen für die Photovoltaik auf der Freifläche dargestellt. Unterschieden werden kann hier zwischen Flächen auf Seitenrandstreifen entlang von Bahnlinien oder Bundesstraßen. Des Weiteren sind Flächen der sog. benachteiligten Gebiete dargestellt - diese unterteilen sich in Ackerland und Grünland. Diese jeweiligen Flächentypen können weiter in Flächen mit oder ohne weiche Restriktionen eingeteilt werden. Weiche Restriktionen sind z. B. der in FFH-, Natura2000- und Biosphärengebieten vorhanden. In der Abbildung 20 sind benachteiligte Gebiete mit weicher Restriktion auf der Gemarkung Ellwangers nicht dargestellt. PV-Freiflächenanlagen stehen generell in Nutzungskonkurrenz zur Grünflächen- und landwirtschaftlicher Nutzung. Eine Ausnutzung des Potenzials ist deshalb nur teilweise möglich.

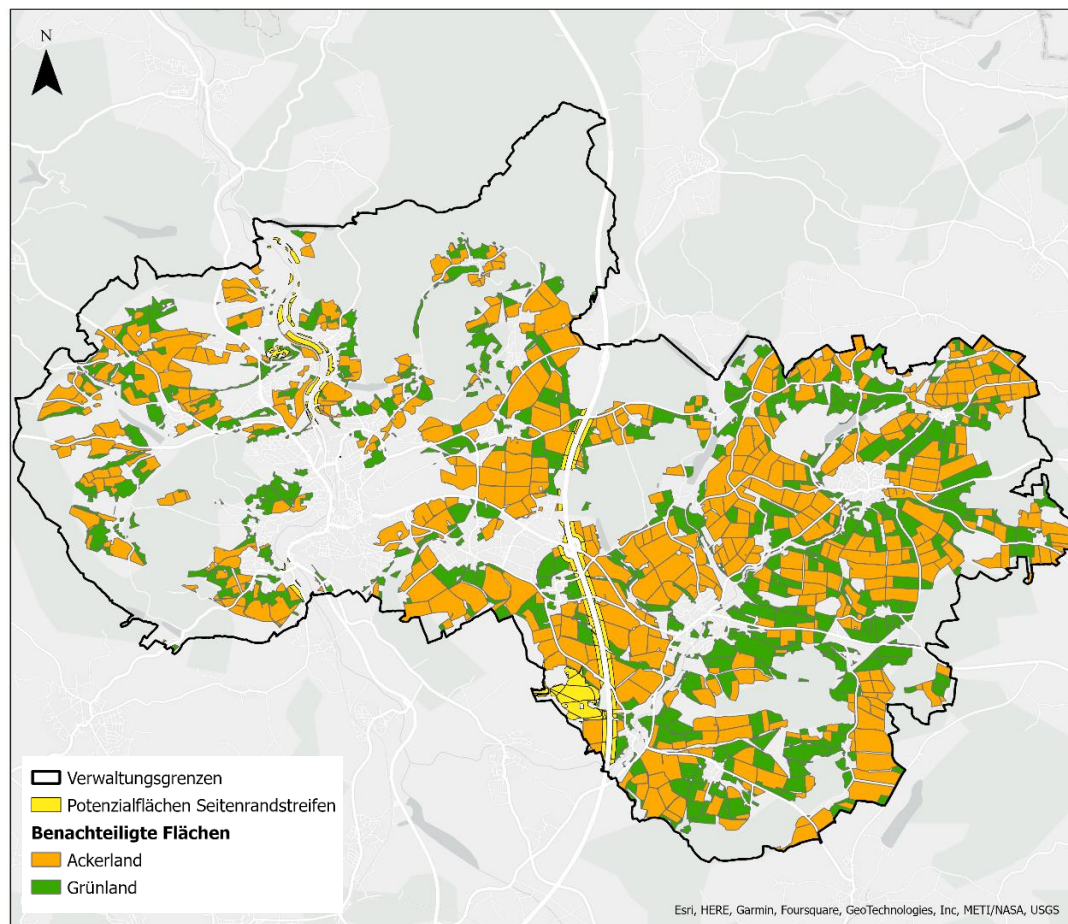


Abbildung 20: PV-Potenzialflächen Seitenrandstreifen und benachteiligte Gebiete [14]

Aus den Potenzialen zur Freiflächen Photovoltaik wurden folgende Flächen abgeleitet. Benachteiligte Flächen ohne Restriktion wurden in der Potenzialbetrachtung berücksichtigt, Flächen weicher Restriktion nicht. Aufgrund der weichen Restriktionen ist eine Belegung mit Photovoltaik unwahrscheinlich, da naturschutzrechtliche Hürden überwunden werden müssten.

In der Tabelle 9 sind die Potenziale der Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen zusammengefasst.

Tabelle 9: Installierte PV-Leistung und verfügbares PV-Potenzial

	Bestand	Potenzial gem. LUBW	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
PV-Dachflächen	34	198	182
PV-Freiflächen (Seitenrand)	-	75	74
PV-Freiflächen (ben. Gebiete)	-	2.561	2.517
		2.755	2.708

4.3.4 Windkraft

Zur Erreichung des 2 % Flächenziels, siehe KlimaG BW § 20, sind die Regionen Baden-Württembergs, bis Ende 2025, verpflichtet 1,8 % der Regionalfläche für Windkraftanlagen auszuweisen [15]. Das Verfahren des Regionalverbandes Ost-Württemberg nimmt sich dieser Aufgabe an. Im Rahmen der regionalen Planungsoffensive werden Teilfortschreibungen für die Nutzung von erneuerbaren Energien bis Q4/2023 erarbeitet [16].

Zur Ermittlung des Windkraftpotenzials wurden die bereits für Windkraft ausgewiesenen Flächen des Regionalverbandes innerhalb der Gemarkung Ellwangers herangezogen [17]. Die Flächen sind in der nachfolgenden Abbildung in grün dargestellt. Aufbauend auf diesen Flächen wurde eine Potenzialberechnung vorgenommen. Die installierte Windkraftleistung und das verfügbare Windkraftpotenzial sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

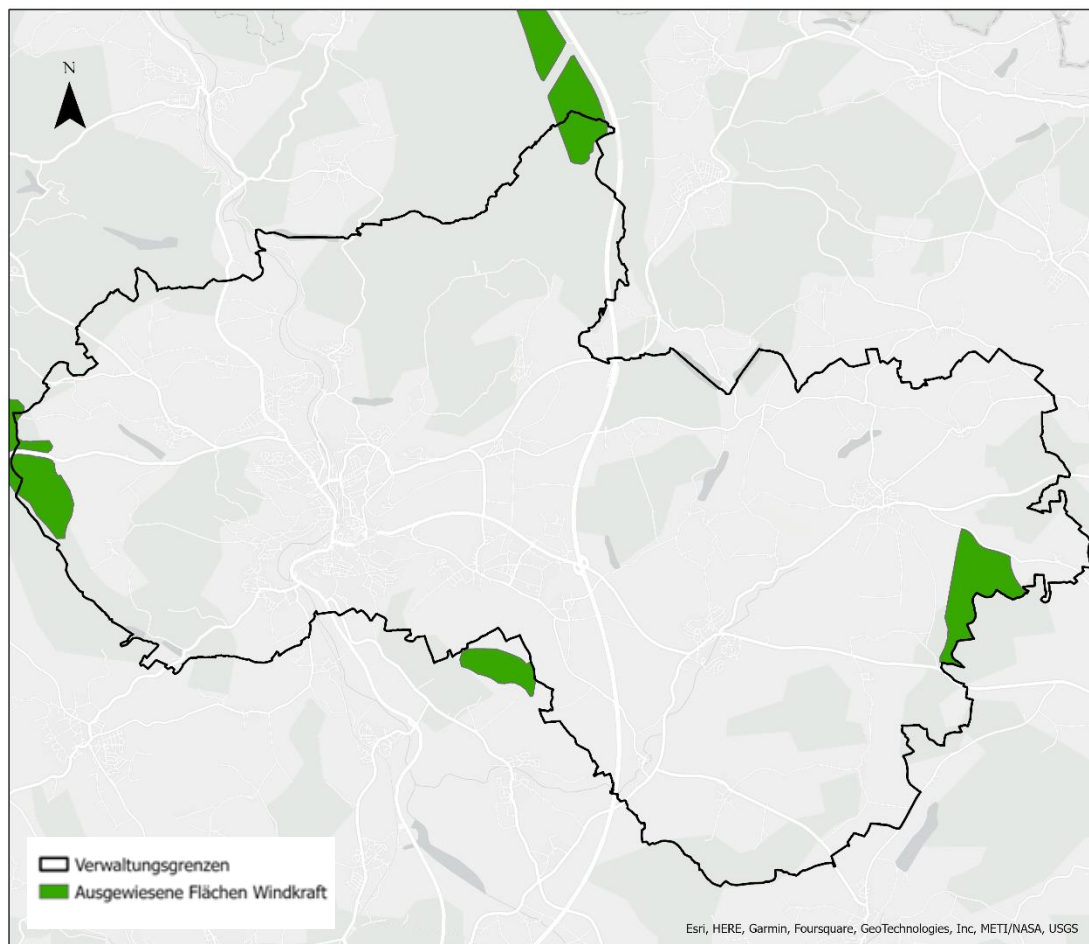


Abbildung 21: Ausgewiesene Flächen für Windkraftanlagen [17]

Die bereits installierte Leistung von Windkraftanlagen beläuft sich, nach Marktstammdatenregister (Stand 05/22), mit 28 MW auf knapp 33 % des technischen Potenzials. Eine mögliche Erzeugung von 129 GWh/a des technischen Potenzials würde einem Anteil des Gesamtstrombedarfes des Jahres 2020 von 112 % entsprechen.

Tabelle 10: Verfügbares Windkraftpotenzial Grundlage Teilfortschreibung Regionalplan [17]

	Bestand	Potenzial	
	Ist-Leistung in MW	Leistung in MW	Erzeugung in GWh/a
Windkraft	28	86	129

4.3.5 Wasserkraft

Zur Ermittlung des Wasserkraftpotenzials wurden die Potenzialdaten LUBW-Energieatlas herangezogen. Die einzige bestehende Wasserkraftanlage, die derzeit laut Marktstammdatenregister (Stand 05/22) zur Stromerzeugung genutzt wird, ist die Steingrubenmühle an der Jagst und ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die installierte Wasserkraftleistung und das noch verfügbare Wasserkraftpotenzial sind in der Tabelle 11 zusammengefasst.

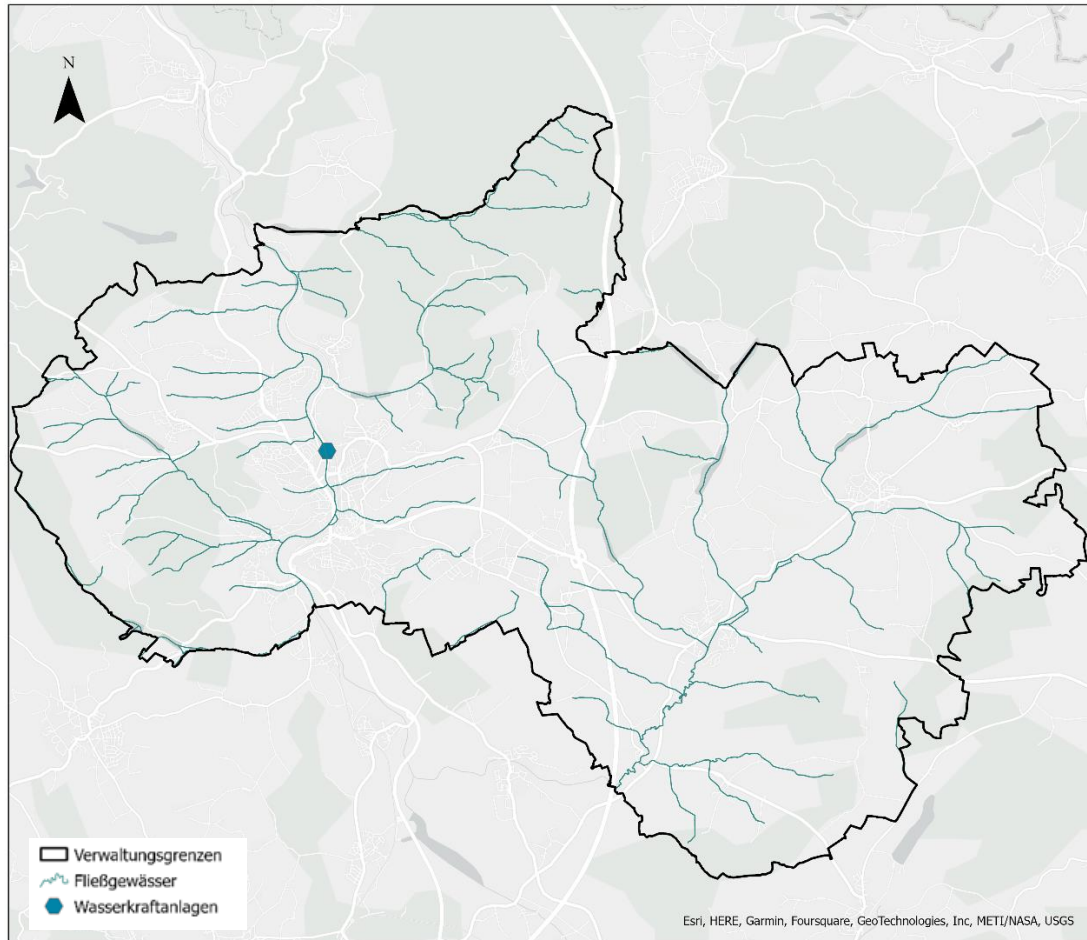


Abbildung 22: Potenzial Wasserkraftanlagen in Ellwangen [14]

Tabelle 11: Installierte Wasserkraftleistung und verfügbares Wasserkraftpotenzial [14]

	Ist-Leistung in kW	Potenzial gem. LUBW	
		Leistung in kW	Erzeugung in MWh/a
Wasserkraft	50	72	204

Das Potenzial an der Steingrubenmühle ist gem. LUBW-Energieatlas ausgeschöpft, daher besteht für diese Wasserkraftanlage kein weiteres erschließbares Potenzial. Es wurde jedoch noch die Stadtmühle als möglicher Energieerzeuger ausgewiesen – hier besteht ein installierbares Potenzial von 22 kW, sodass theoretisch insgesamt 204 MWh Strom pro Jahr durch Wasserkraft erzeugt werden könnten.

4.3.6 Biomasse

Gemäß KEA-Leitfaden werden unter dem Begriff Biomasse verschiedene Formen von fester Biomasse sowie organische Abfallstoffe, Klärgas und Biogas verstanden. Die Wärmebereitstellung durch feste Biomasse, thermische Verwertung, ist von der kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom mittels KWK zu unterscheiden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Potenziale der Biomasse erläutert.

Feste Biomasse

Unter fester Biomasse können Potenziale des lokalen Energieholzaufkommens und Restholzaufkommens, beispielsweise aus Industrie oder Grüngutabfälle an Häckselplätzen zusammengefasst werden.

Die derzeitige thermische Nutzung von Energieholz kann in Ellwangen mit der Energiemenge von 30 GWh/a, vgl. Treibhausgasbilanz Kapitel 3.4.1. angegeben werden. Thermisch verwertet werden können ebenfalls Grüngutabfälle der Häckselplätze. Die seitens der Stadt Ellwangen anfallenden Abfallströme belaufen sich auf jährlich 120 t Baumschnitt und 1.070 t Grünschnitt. Für das Potenzial des Baumschnitts wurde eine reine thermische Verwertung angenommen. Für die Zusammensetzung des Grünschnittes wurde pauschal zu 30 % holziges Material, welches thermisch verwertet werden kann, angenommen.

Das Potenzial des Waldrestholzes im Ellwanger Forst kann anhand der Waldfläche überschlägig berechnet werden. Mittels eines Faktors kann eine theoretisch anfallende und ökologisch zu entnehmende Menge Waldrestholz pro Hektar und Jahr angenommen werden. Die Waldfläche Ellwangens beträgt 4.140 ha, dies entspricht einer berechneten Wärmemenge von 5.980 MWh/a.

Die Potenziale der erwähnten festen Biomasse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Thermische Verwertung fester Biomasse und Potenzialabschätzung

	Potenzial
	Thermische Verwertung in MWh/a
Baumschnitt	520
Grüngutabfälle	3.130
Waldrestholznutzung	5.980
	9.630

In Summe entspricht das Potenzial, der Nutzung des Wald- und Restholzes, mit 9,6 GWh/a etwa 3 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2020. Bei gezieltem Einsatz des lokal begrenzten Energieholzaufkommens, aus dem Ellwanger Forst und von den Häckselplätzen, in Heizzentralen und Kamineinzelöfen, kann die Wärmeversorgung zum Teil dekarbonisiert werden.

Organische Abfälle

Unter organischen Abfällen fallen biogene Abfälle, wie sie beispielsweise in der Haushaltsbiotonne anfallen, und biologische Grünabfälle, wie Strauch- oder Grasschnitt. In einer Biomassevergärungsanlage kann aus organischen Abfällen Biogas erzeugt und in einem BHKW zu Wärme und Strom umgewandelt werden.

Die jährlich anfallende Menge an biogenen Abfällen beläuft sich auf 900 t. Weiterhin fallen pro Jahr 240 t biologische Grünabfälle bspw. der Gartentonne an [18]. Die entsprechenden Potenzialmengen an Strom- und Wärmeerzeugung sind in der folgenden Tabelle 13 aufgeführt. Mit diesem Potenzial können ca. 0,1 % des Wärmebedarfes und 0,3 % des Gesamtstrombedarfes des Basisjahres 2020 gedeckt werden. Das Potenzial der lokalen Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen ist demnach gering, da keine großen Mengen an organischen Abfallstoffen lokal in Ellwangen anfallen. Gegebenenfalls kann dieses Potenzial in einer Biomassevergärungsanlage überregional verwertet werden.

Tabelle 13: Potenzial organischer Abfälle zur Biomassevergärung

Potenzial	Menge in t/a	Wärmeertrag in MWh/a	Stromertrag in MWh/a
Biogener Abfall (Biotonne)	900	290	240
Grüngutabfälle	240	100	90
	1.140	390	330

Biogas und Klärgas

Biogas und Klärgas eignen sich zum Einsatz in KWK-Anlagen und können daher zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Im Klärwerk Schönau wird derzeit ein Blockheizkraftwerk mit Klärgas zur teilweisen Deckung des Eigenwärmebedarfes und zur Deckung des Stromeigenbedarfes betrieben. Weiterhin wird das im Klärwerk anfallende Faulgas zur Trocknung des Klärschlammes und zur weiteren Deckung des Wärmebedarfes genutzt. Die Klärgasnutzung ist in der folgenden Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Klärgasnutzung Klärwerk Schönau

	Anzahl	Bestand Wärmeerzeugung in MWh/a	Bestand Stromerzeugung in MWh/a
Klärgas BHKW	1	610	390

Biogas aus lokaler landwirtschaftlicher Herkunft wird in Ellwangen bereits zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt. Für die Stromerzeugung aus Biomasse kann beispielsweise ein Wert von 13,6 MWh für das Basisjahr 2020 angegeben werden, das entspricht knapp 12 % des Gesamtstrombedarfes.

Das Potenzial für die Biogasproduktion mit anschließender Verwertung in einem Blockheizkraftwerk kann anhand der Fläche des Dauergrünlandes und Viehbeständen abgeschätzt werden. In Ellwangen gibt es 2.630 ha Fläche Dauergrünland [19]. Das theoretische Potenzial der Biogasproduktion aus Gülle kann über den Viehbestand an ca. 7.240 Rindern, 2.670 Milchkühen, 5.470 Schweinen und knapp 170.000 Hühnern berechnet werden, siehe Tabelle 15 [20]. Einberechnet ist hier ein Erschließungsfaktor von 30%.

Tabelle 15: Potenzialabschätzung Biogas- Energieerzeugung mittels BHKW

Potenzial	Methanertrag in Nm ³	Wärmeerzeugung in GWh/a	Stromerzeugung in GWh/a
Dauergrünland	2.291.000	10,0	8,6
Gülle	749.000	3,0	2,5
		13,0	11,1

Das theoretische Erzeugungspotenzial im Vergleich zum Gesamtstrom- und Wärmebedarf Ellwangens beläuft sich auf knapp 10 % des jährlichen Gesamtstrombedarfes und 4 % des Gesamtwärmebedarfes des Jahres 2020.

Zusammenfassend stellt die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung mittels eines Biogas-BHKW, energiemengenmäßig das größte Potenzial dar. Hier gilt es zunächst eine Nutzungskonkurrenz des Grasschnittes zu prüfen und auszuschließen. Darauf folgen die thermisch verwertbaren Grüngutmengen der Häckselplätze und des Waldrestholzes. Hier gilt es diese Potenziale gezielt zu nutzen. Potenziale zur Biomassevergärung von Abfallstoffen und der anschließenden Verbrennung in einem BHKW sind im Vergleich sehr gering und spielen keine nennenswerte Rolle in der lokalen Wärmeerzeugung innerhalb der Gemarkungsgrenzen Ellwangens.

4.3.7 Oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt in Ellwangen großflächig vor. Von oberflächennaher Geothermie spricht man in der Regel bis zu einer Tiefe von 150 Metern. Durch Erdwärmekollektoren, in bis zu 1,5 m Tiefe, oder Erdwärmesonden, in bis zu 150 m Tiefe, lässt sich dieses Potenzial mittels einer Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung nutzen.

Erdwärmesonden

Auf der Gemarkung Ellwangens gibt es aktuell 132 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von bis zu 142 m [21]. Das geothermische Potenzial wird im Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) im Gemarkungsgebiet zum größten Teil als „effizient“ eingestuft [22]. Eine spezifische Wärmeentzugsleistung von 45 – 55 W/m in 100 m Tiefe und 1.800 Volllaststunden kann flächendeckend im Gemarkungsgebiet Ellwangens angegeben werden, wie Abbildung 23 zeigt.

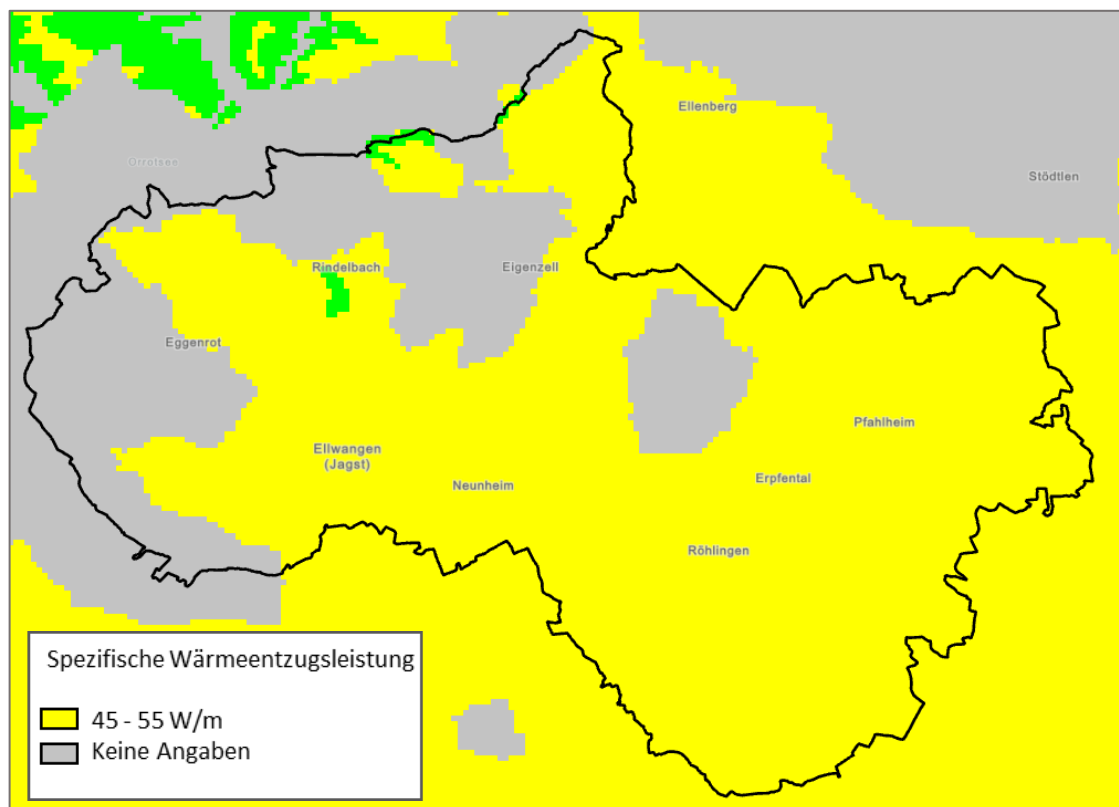


Abbildung 23: Darstellung der spezifischen Wärmeentzugsleistung in 100 m und 2.400 h/a [22]

Die KEA BW weist in ihrer Analyse des Erdwärmesonden-Potenzials einen möglichen jährlichen Wärmeentzug von 38 bis 137 GWh in Ellwangen aus [23]. Die Angaben beziehen sich dabei auf die Installation von einer bzw. der maximal möglichen Anzahl von Erdwärmesonden je Flurstück. Durch den Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen könnten so jährlich 12 – 43 % des Gesamtwärmebedarfes des Basisjahres bereitgestellt werden.

Die Abbildung 24 zeigt, die Verteilung der maximal möglichen Wärmeentzugsmenge pro Jahr von Erdwärmesonden an unterschiedlichen Orten im Gemarkungsgebiet. Einzelne „Hotspots“ lassen sich hierbei nicht ausmachen. Die Potenziale liegen eher flächig verteilt in den einzelnen Flurstücken im Stadtgebiet Ellwangens und in den Teilorten vor.

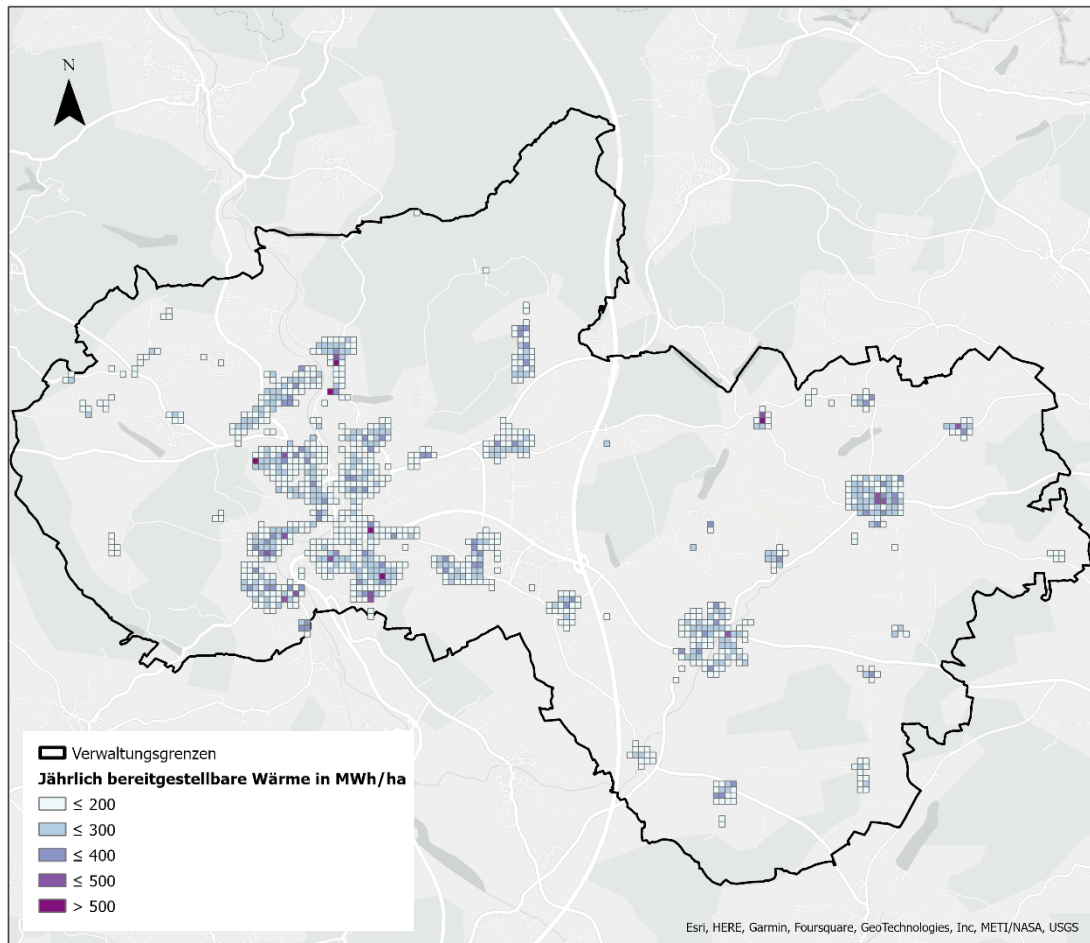


Abbildung 24: Potenzial oberflächennaher Geothermie – max. Wärmebereitstellung in MWh/ha [23]

Die Stadtwerke Ellwangen planen die Nutzung geothermischer Energie im Rahmen eines Energiekonzeptes für das Projekt „Erneuerungsbereich Mühlberg“ mit Erdwärmesonden. Zur Dimensionierung der möglicher Erdwärmesondenfelder wurden zunächst zwei Test-Erdwärmesonden, mit einer Tiefe bis zu 95 m, mit Durchführung von Thermal-Response-Tests durchgeführt. Eine vergleichsweise hohe Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes wurde an beiden Testbohrungsstandorten festgestellt. Dieses Ergebnis deutet auf ein konkretes geothermisches Potenzial im Kasernen-Areal hin [24].

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren stellen eine Alternative zu Erdwärmesonden dar – sie werden typischerweise als horizontaler Wärmeübertrager in Tiefen von 1 – 1,5 m, und damit unterhalb der Frostgrenze, im Erdreich installiert. Diese Fläche darf im Anschluss nicht bebaut oder anderweitig versiegelt werden. Aufgrund der geringeren

Bodentemperaturen bedarf es einer größeren Fläche für mehrere Erdwärmekollektoren, um den Wärmebedarf eines Gebäudes zu decken. Diese variiert je nach Bodentyp und seiner Beschaffenheit [13]. Das Potenzial von Erdwärmekollektoren lässt sich deshalb nicht genau beziffern und erfordert eine Einzelfallprüfung.

Grundwasser

Grundwasser stellt aufgrund seines ganzjährig gleichbleibenden Temperaturniveaus ein effizientes Potenzial zur Gebäudebeheizung dar. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kann dieses aber nicht gesamtheitlich für die Kommune Ellwangen betrachtet werden. Stattdessen bedarf es punktueller Untersuchungen und hydrogeologischer Gutachten, in welchen die möglichen Auswirkungen von zu erbauenden Grundwasserbrunnen auf das umgebende Ökosystem oder bestehende Anlagen erörtert werden.

4.3.8 Umweltwärme

Die Umgebungsluft stellt eine grundsätzlich überall verfügbare Quelle für Umweltwärme dar, welche mittels einer Wärmepumpe einfach genutzt werden kann. Die KEA BW weist im Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung darauf hin, dass andere Quellen der Umweltwärme, wie z. B. Sole oder Wasser, deutlich effizienter zu nutzen sind. Luftwärmepumpen sollten also nur dort installiert werden, wo „keine netzgebundene Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien technisch-wirtschaftlich realisierbar ist (Einzelversorgungsgebiete) und [...] keine oberflächennahe geothermische Wärmequelle erschlossen werden kann“ [1]. Weiterhin ist ein ausreichender Platzbedarf für die Aufstellung der Außeneinheit einer Split-Wärmepumpe notwendig. Für Einfamilienhäuser kann von einem Platzbedarf von etwa 2 x 2 Meter ausgegangen werden. Ebenso spielen Anforderungen an den Lärmschutz und der Abstandhaltung zum Nachbargrundstücks bei der Aufstellung der Außeneinheit eine große Rolle.

4.3.9 Oberflächengewässerswärme

Für die Potenzialanalyse wurden sowohl Flüsse als auch Seen in Ellwangen betrachtet. Hier kann mittels Großwärmepumpe die ganzjährig bestehende Umweltwärme des Wassers genutzt und in einem Wärmenetz gespeist werden. Gemäß Handlungsleitfaden für die Kommunale Wärmeplanung der KEA BW können „bei geeigneten Durchflussmengen/ Reservoirgrößen und Tiefe der Entnahme/ Rückgabe in Seen erhebliche technische Potenziale bestehen“ [1].

Auf der Gemarkung Ellwangen wurde das Potenzial zur Flusswasserwärmenutzung der Jagst untersucht. Hierzu wurden Pegel- und Temperaturaufzeichnungen der Erms näher betrachtet. Es wurden öffentlich zugängliche Daten der Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg sowie des interaktiven Diensts UDO der LUBW verwendet [14], [25]. Ausgewertet wurden jeweils die niedrigsten gemessenen Abflusskennwerte der letzten 40 Jahre. Auf Basis der monatlichen Durchschnittstemperaturen der Jagst und unter der Annahme, dass 10 % des Abflusses für die Wärmeerzeugung entnommen werden, kann eine Wärmeentzugsleistung angegeben werden. Eine Abschätzung des Potenzials der Fließgewässernutzung ist in der Abbildung 25 dargestellt. Hier wurden Messwerte der nächstgelegenen Messstelle Ellwangens in Schwabsberg herangezogen. Eine minimale Entzugsleistung kann im Monat Februar mit $0,09 \text{ MW}_{\text{th}}$ angegeben werden. In den Monaten Dezember bis Januar fällt die Temperatur der Jagst auf durchschnittlich $\leq 4 \text{ °C}$ und ist somit zu niedrig für einen effizienten Wärmeentzug durch eine Wärmepumpe, da die Abkühlung des Fließgewässers nahe des Gefrierpunktes läge [14]. In diesem Zeitraum kann deshalb keine Wärmeleistung genutzt werden. In den Sommermonaten steigt das theoretische Potenzial der minimalen Wärmeleistung der Jagst auf $0,9 \text{ MW}_{\text{th}}$. Unter Berücksichtigung der Zuflüsse, bspw. Mittelbach, Sixenbach und weitere kleine Zuflüsse in die Jagst könnte sich das Potenzial leicht erhöhen. In den Monaten Mai bis September ist nach erster Abschätzung, orientiert an Minimalwerten der Flusswärmeleistung, prinzipiell ein geringes Potenzial vorhanden. Da dieses Potenzial aber nicht ganzjährig genutzt werden kann und gerade in Monaten November bis März, während der Heizperiode,

geringe Entzugsleistungen möglich sind, werden weitere Untersuchungen der Nutzung der Flusswasserwärme nicht empfohlen.

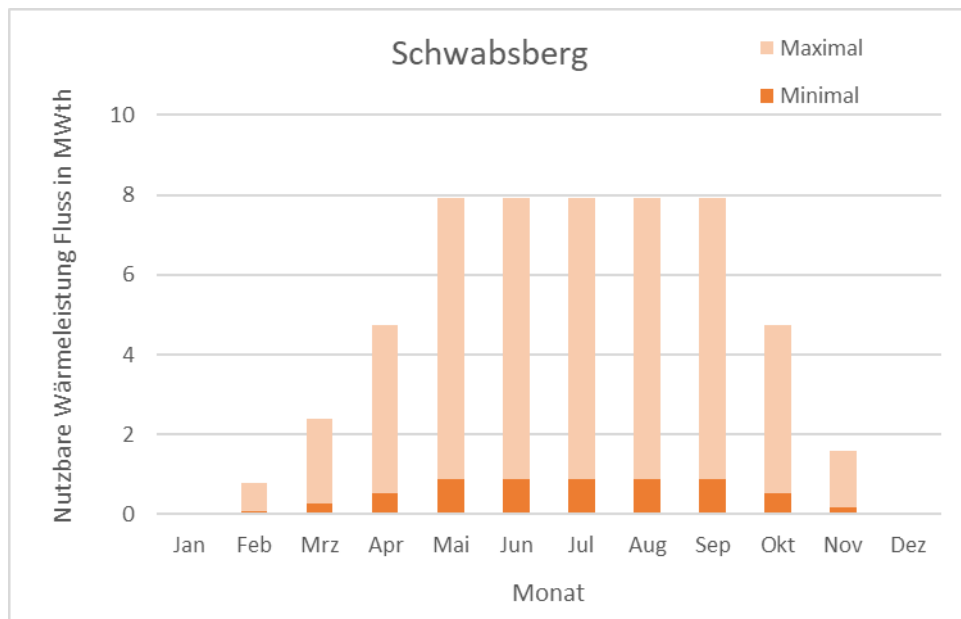


Abbildung 25: Potenzialabschätzung nutzbare Wärmeleistung Fließgewässer Jagst, Messstelle Schwabsberg

Für die Wärmenutzung von Seen gibt es in Ellwangen kein relevantes Potenzial, da hierfür grundsätzlich nur Oberflächengewässer mit einer Größe von über 50 ha und einer Tiefe von mind. 20 m in Frage kommen [26].

4.3.10 Standorte KWK

Kraft-Wärmekopplungsanlagen stellen eine effiziente Erzeugung von Wärme und Strom dar. Meist werden diese KWK-Anlagen mit Erdgas betrieben. Empfohlen wird die auf fossilen Energieträgern bestehenden KWK-Anlagen durch Formen der klimaneutralen Energieträger, wie z. B. Biogas oder Klärgas, zu ersetzen. Sind KWK-Anlagen in einem Wärmenetz als Erzeuger eingebunden, kann im Rahmen eines Transformationsplanes innerhalb der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), eine technische und wirtschaftliche Untersuchung klimaneutraler Wärmeerzeugung, erfolgen.

Bei stromgeführten KWK-Anlagen bietet sich eine Prüfung der Abwärmenutzung an, um so die Effizienz der Anlage zu steigern. Die Stromerzeugung von KWK-Anlagen betrug, mit rund 1 GWh, knapp 0,9 % des Gesamtstromverbrauches im Basisjahr 2020. Die Standorte der bestehenden KWK-Anlagen sind in der folgenden Abbildung 26 dargestellt.

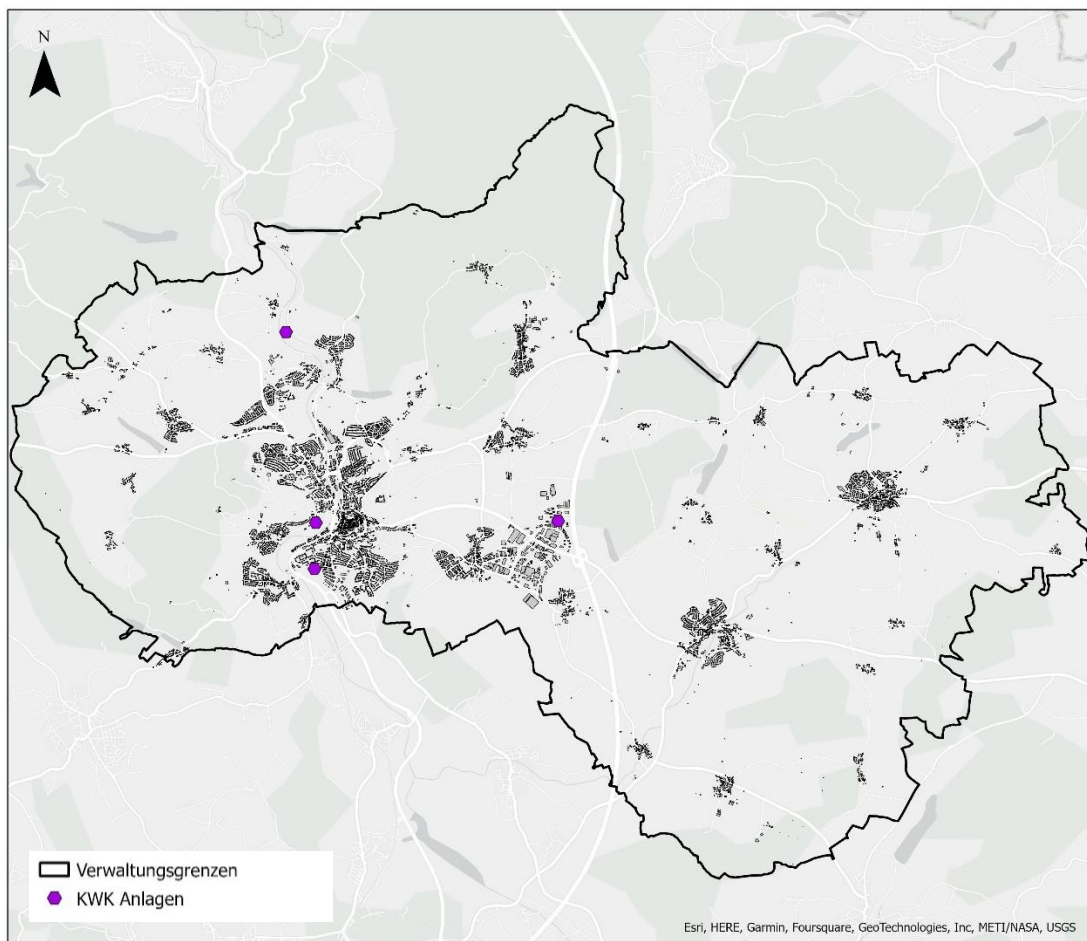


Abbildung 26: bestehende KWK-Anlagen

4.3.11 Wasserstoffpotenziale

Im Folgenden stellen die Stadtwerke Ellwangen ihre Erwartungen bzgl. der Wasserstoffpotenziale in Ellwangen dar:

„Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft erfolgt schrittweise. In den ersten Jahren bis 2030 werden insbesondere lokale Ökosysteme wie das Klimaschutzmodellprojekt „Energiewendekraft“, mit lokaler Produktion von grünem Wasserstoff, wichtige Impulse zur Dekarbonisierung Ellwangens im Bereich Wärme setzen.

Im Rahmen von Förderprogrammen des Bundes (z. B. Hy-Expert) sollen Wasserstoffprojekte benachbarter Stadtwerke vernetzt werden, sodass ein Landkreisweites Verbundsystem auch im Ostalbkreis entstehen wird. Diese lokalen Wasserstoffinseln werden über das bestehende Erdgasnetz oder über den Neubau der sogenannten „T-Leitung“ vernetzt und über die noch zu erstellende süddeutsche Erdgasleitung ans „Europäische Wasserstoff Backbone-Netz“ angeschlossen.

Neben diesen lokalen Projekten wird strategisch, entsprechend den Nachfrage- und Angebotsprofilen, das „European Hydrogen Backbone-Netz“ erstellt, unter der Prämisse, dass überwiegend das bestehende Erdgaspipelinennetz sukzessiv mit Wasserstoff beaufschlagt werden kann.

Mit dem Bau der süddeutschen Erdgasleitung beginnend von Esslingen bis zur bayerischen Grenze wird Wasserstoff vom europäischen Backbone-Netz in die Region Ostwürttemberg transportiert. Mit den regionalen Ankerprojekten und über die bestehende Gasinfrastruktur und den vorig beschriebenen Neubauten wird der Hochlauf der Wasserstoff-Wirtschaft in Ostwürttemberg und damit auch in Ellwangen ermöglicht.

Das übergeordnete strategische Ziel ist es, durch die Kombination lokaler grüner Wasserstoffproduktion und dem Bezug von Wasserstoff über das europäische Backbone-Netz bis 2040 fossiles Methan komplett durch grünen Wasserstoff auch in Ellwangen zu ersetzen. Für den vorliegenden Wärmeplan wurde eine konservative Zielvorgabe mit Beimischung von bis zu 30% Wasserstoff angenommen – ohne jedoch das übergeordnete Ziel aus dem Auge zu verlieren.

Im vorliegenden kommunalen Wärmeplan wurde technologieoffen stets die beste Variante der Wärmeversorgung in den entsprechenden Versorgungszonen empfohlen. Auch zukünftig gibt es ein erhebliches Potenzial an Wärmeerzeugung mittels grünen Gases in Haushalts- und Gewerbebereich.

Durch Umrüstung der vorhandenen Erdgasbrenner und auch der Neuinstallation von wasserstofftauglichen Brennern (H₂-ready) kann zukünftig klimaneutral mit Wasserstoff Heiz- und Prozesswärme in Ellwangen erzeugt werden.“

4.4 Fazit Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurden verschiedene Potenziale zur Strom- und Wärmeversorgung untersucht. Beide Potenziale wurden gemeinsam betrachtet, da künftig mit einer stärkeren Elektrifizierung des Wärmesektors zu rechnen ist.

Das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfes durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle senkt den Wärmebedarf. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 kann, bei einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % des Wohngebäudebestands, der Wärmebedarf bis zu 8 % gesenkt werden. Die energetische Sanierung stellt somit einen wichtigen Baustein der Wärmewende dar.

Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Stadtgebiet Ellwangens flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Eine Eignung konventioneller Wärmenetze liegt im Innenstadtbereich, nord-westlichem und südlichem Stadtgebiet vor. In Gebieten geringerer Wärmebedarfsdichte, bspw. Klosterfeld oder im Teilort Pfahlheim eignen sich Niedertemperatur-Wärmenetze. Die Nutzung der Abwärme industrieller Betriebe kann in einem Wärmeverbund genutzt werden. Im Industriegebiet Neunheim können kleinräumige Wärmeverbünde entstehen, aufgrund punktuell hoher Wärmebedarfe. Die durchgeführte Unternehmensumfrage mit positiven Rückläufern legt die Grundlage für Folgeschritte zur Quantifizierung des Abwärmepotenzials durch Beratung. Die Abwasserwärmenutzung birgt in Ellwangen ein geringeres Potenzial. Ein Potenzial im Abwassersammler hin zu den Klärwerken liegt vor, dies muss jedoch durch Durchfluss- und Temperaturmessungen an geeigneten Sammlern, > DN 800, quantifiziert werden. Das Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme, mittels Wärmepumpe, am Auslauf der Kläranlagen, Schönberg und Haisterhofen, besteht nicht, aufgrund von zu großer Entfernung, > 380 m, zur nächstgelegenen Wohnbebauung.

Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung auf Dachflächen, durch Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen. Zur regenerativen Deckung des künftig steigenden Strombedarfes, u. a. für Wärmeanwendungen, ist ein Ausbau dieses PV-Potenzials und der Windenergieanlagen zu verfolgen.

Das lokale Potenzial der Verwertung des Waldrestholzes und holzartige Biomasse der Häckselplätze kann, wenn es gezielt eingesetzt wird, zur Dekarbonisierung der Wärmeherzeugung im unteren einstelligen Prozentbereich beitragen. Eine Biomassevergärung organischer Abfallstoffe spielt wärmemengenmäßig eine untergeordnete Rolle. Eine größere Rolle hingegen kann die Biomassevergärung von Grasschnitt des Dauergrünlandes und Verbrennung des Biogases in einem BHKW einnehmen, bis zu 4 % des Gesamtwärmebedarfes im Basisjahr könnten gedeckt werden.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie liegt auf der Gemarkung Ellwangens, nach Auswertung des Informationssystems oberflächennaher Geothermie mit einer mittleren Wärmeentzugsleistung großflächig vor. Eine flurstückscharfe Potenzialermittlung der KEA verortet hingegen hohe Potenziale verteilt in einzelnen Flurstücken.

Das Potenzial der Fließgewässernutzung in der Jagst ist während der Heizperiode von November bis März, nach derzeitiger Abschätzung, nicht ausreichend vorhanden, weshalb eine Vertiefung dieses Potenzials nicht empfohlen wird.

Im Bereich des Einsatzes von Wasserstoff wird seitens der Stadtwerke Ellwangen Folgendes erwartet: Zunächst werden kleine lokale Projekte einen Hochlauf der Wasserstoffproduktion durch kleine Wasserstoffinseln bis zum Jahr 2030 dominieren. Nach Vernetzung der Wasserstoffinseln, durch das bestehende Erdgasnetz oder neu zu bauende Leitungen, wird langfristig ein Anschluss an das entstehende „European Hydrogen Backbone-Netz“ erfolgen und eine Versorgung Ost-Württembergs mit grünem Wasserstoff ermöglichen

Schlussendlich ist das Zusammenführen der unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen, erzeugerseitig, und des Wärmebedarfes, bedarfsseitig, entscheidend für eine effiziente Gestaltung des Wärmesektors.

5. Zielszenario

5.1 Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs

In Kapitel 4.1 wurde erläutert, wie die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung in Ellwangen unter Berücksichtigung einer prozentualen jährlichen Sanierungsquote im Sektor Wohnen abgebildet werden kann. Da die Gebäude in den Sektoren kommunale Gebäude, verarbeitendes Gewerbe sowie GHD & Sonstiges bezüglich ihrer typischen Größe, Nutzung und Wärmearten eine sehr inhomogene Zusammensetzung aufweisen und der KEA-Technikkatalog für diese Sektoren keine spezifischen Vorgaben enthält, wurden in Zusammenarbeit mit der Stadt und den Stadtwerken Ellwangen plausible Reduktionsraten des Gesamtwärmebedarfs diskutiert und gemeinsam für das Zielszenario festgelegt. Tabelle 16 gibt einen Überblick über die festgelegten Wertebereiche der Sanierungs- bzw. Reduktionsraten in den betrachteten Sektoren.

Tabelle 16: Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten der Sektoren bis zum Jahr 2040

Parameter	Wertebereich
Jährliche Sanierungsrate Wohngebäude	1 – 2 %
Jährliche Reduktionsrate kommunale Gebäude	1 – 2 %
Jährliche Reduktionsrate GHD & Sonstiges	0 – 1 %
Jährliche Reduktionsrate verarbeitendes Gewerbe	0 – 1 %

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 16 definierten Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten ergibt sich ein minimaler (MIN) sowie ein maximal (MAX) möglicher Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs bis zum Jahr 2040.

Im MIN-Fall ergibt sich eine Reduktion des Gesamtwärmebedarf von 4 % bis zum Jahr 2040, im MAX-Fall beträgt die Reduktion über alle Sektoren 15 %. In letzterem Fall tragen die kommunalen Gebäude mit 40 %, Industrie und GHD & Sonstiges mit je 20 % und der Sektor Wohnen mit 12 % zur Wärmebedarfsreduktion bei (vgl. Abbildung 27).

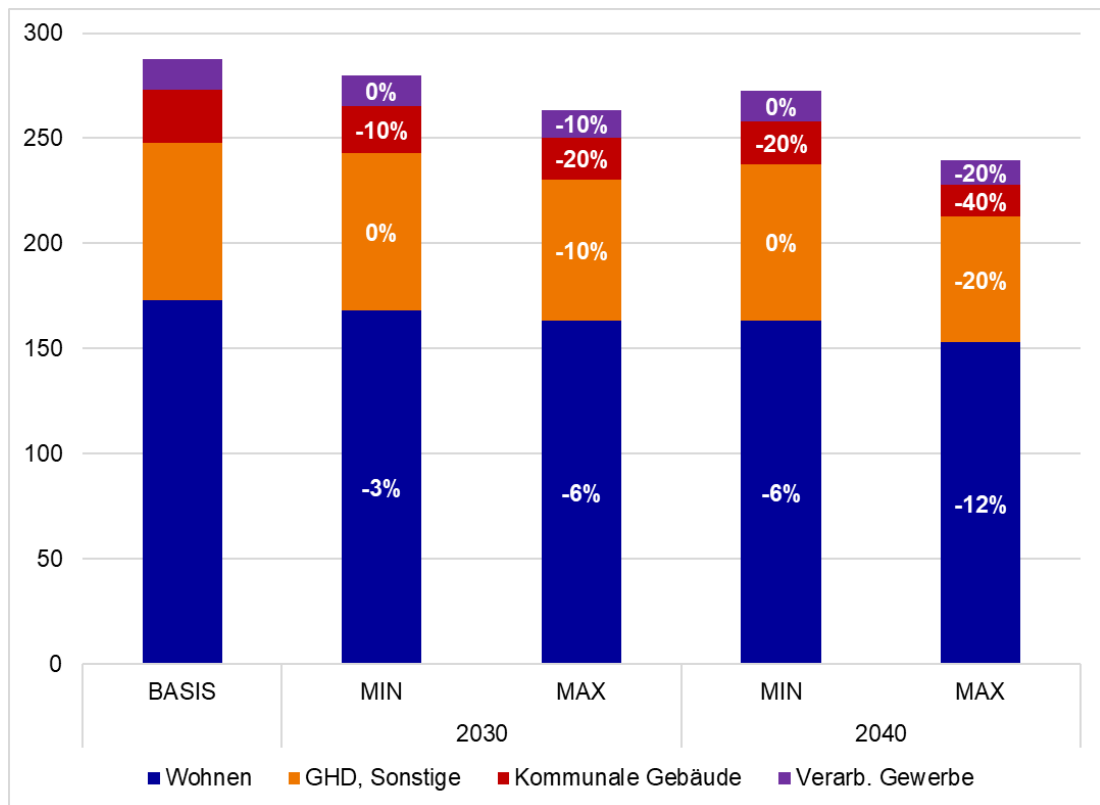


Abbildung 27: Minimaler und maximaler Entwicklungspfad des Gesamtwärmebedarfs

Für das Zielszenario 2040 wurde in Absprache mit der Stadtverwaltung und den Stadtwerken angenommen, dass die Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten des Maximalfalls durch forcierte Anstrengungen in allen Sektoren erreicht werden. Damit ergeben sich die in dargestellten Wärmebedarfswerte.

Tabelle 17: Wärmebedarfsentwicklung in Ellwangen nach Sektoren bis 2040

Wärmebedarf in GWh/a	2020	2030	2040	Einsparung
Wohnen	172	162	152	12 %
GHD & Sonstige	82	74	65	20 %
Kommunale Gebäude	6	5	4	40 %
Verarbeitendes Gewerbe	15	14	12	20 %
Gesamt	276	255	233	15 %

5.2 Wärmebedarfsdichte 2030 und 2040

Basierend auf der im vorangegangenen Kapitel dargestellten Wärmebedarfsentwicklungen bis zum Jahr 2040 für die Stadt Ellwangen lässt sich die in Abbildung 16 (Seite 33) dargestellte Wärmedichtekarte für die Jahre 2030 und 2040 fortschreiben. Dies dient in der nachfolgenden Festlegung der Eignungsgebiete dazu, bei der Empfehlung von Wärmenetzungsgebieten sicherzustellen, dass diese auch in Zukunft bei sinkendem Wärmeverbrauch wirtschaftlich betrieben werden können. Die Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigen die Wärmebedarfsdichten in Ellwangen für die Zieljahre 2030 und 2040. Es ist erkennbar, dass auch bei fortgeschriebener Wärmebedarfsminderung im Stadtgebiet eine flächendeckend hohe Wärmebedarfsdichte und damit Wärmenetzungsgebiete besteht.

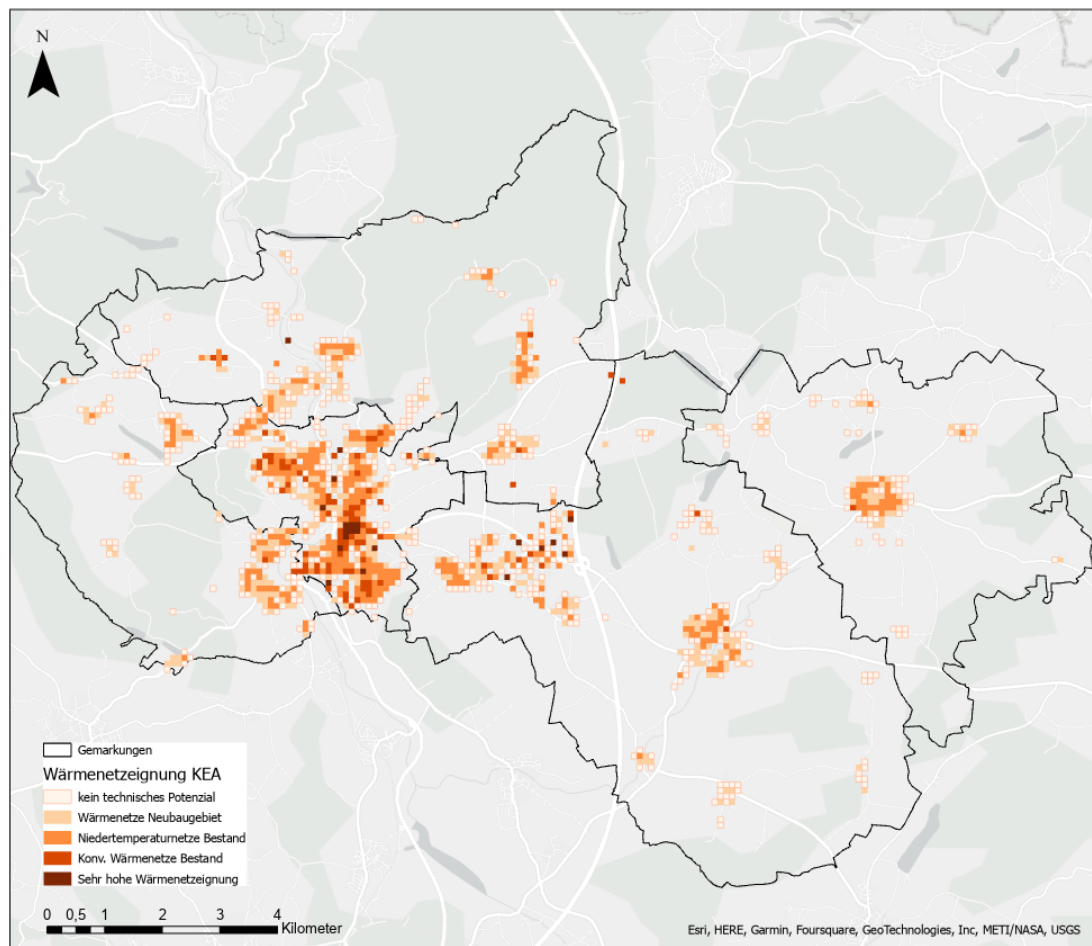


Abbildung 28: Wärmenetzungsgebiete nach KEA BW im Jahr 2030 im Zielszenario

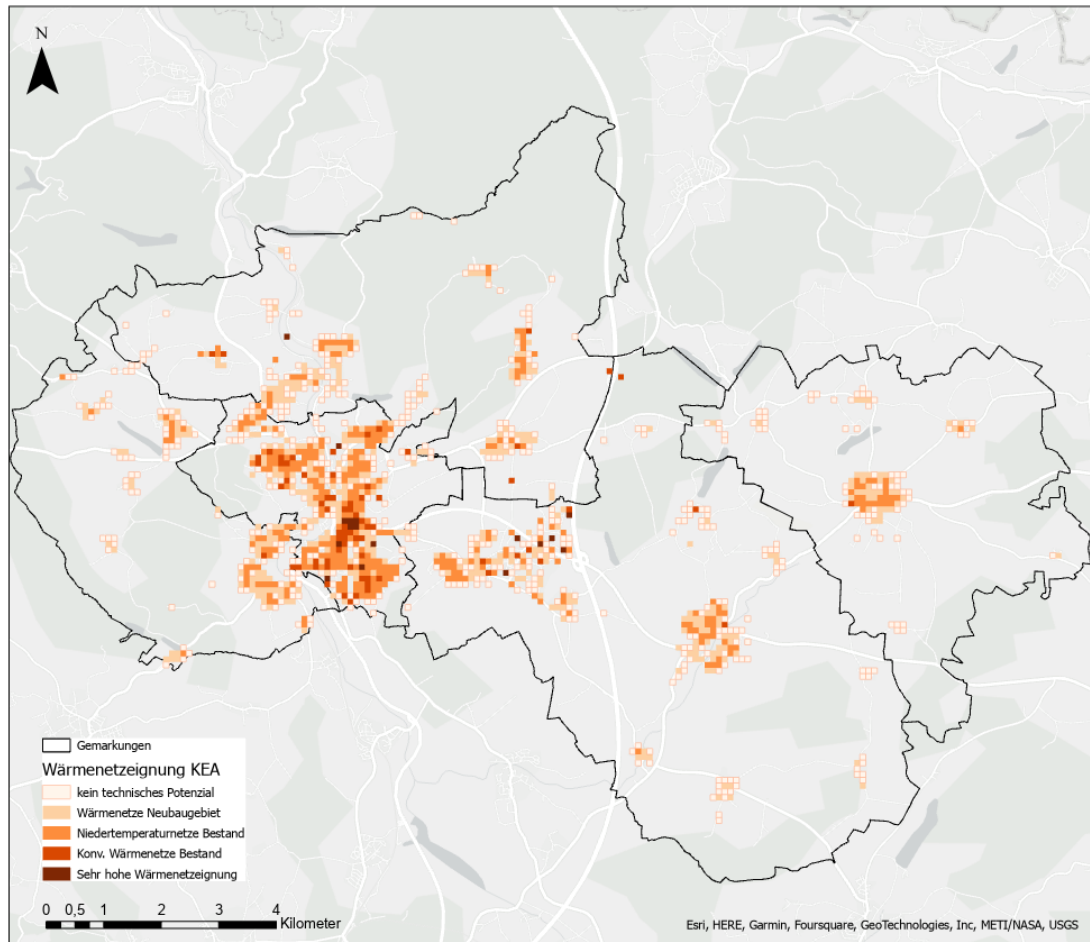


Abbildung 29: Wärmenetzzeignung nach KEA BW im Jahr 2040 im Zielszenario

5.3 Eignungsgebiete

Abgeleitet von den Wärmebedarfsdichten und unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen wie Flächennutzung und vorhandene Infrastruktur sowie natürlichen Grenzen wurden für Ellwangen 56 Gebiete definiert (siehe Abbildung 30). 14 dieser Gebiete wurde auf Basis ihrer Wärmedichte im Basisjahr 2020 – die Eignung als konventionelles Wärmenetzgebiet zugeordnet (*konventionelles Wärmenetzgebiet: nach KEA BW [1] mindestens 415 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote*). Weitere 14 Gebiete eignen sich nach der genannten Klassifikation mit mindesten 175 MWh/a und Hektar bei 50 % Anschlussquote als Niedertemperatur-Netzgebiet, und 28 Siedlungen im Stadtgebiet sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Anhand dieser Gebietseinteilung erfolgt im nächsten Schritt eine Analyse der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs im Basisjahr, möglicher Ankerkunden und der vorhandenen regenerativen Potenziale zur dezentralen und zentralen Wärmeerzeugung. Die Ergebnisse finden Eingang in die **Teilgebietssteckbriefe**, welche der Übersichtlichkeit halber **in einem separaten Dokument** aufgeführt werden.

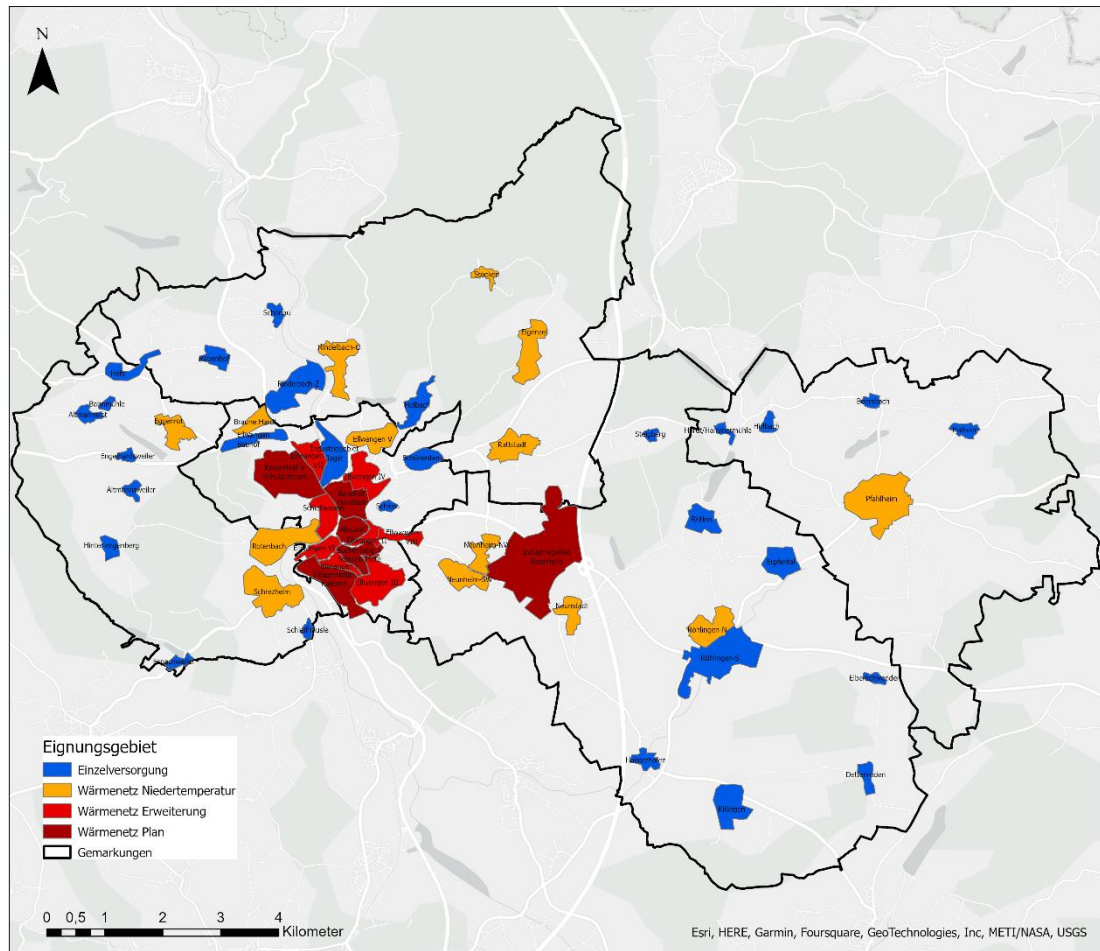


Abbildung 30: Eignungsgebiete in Ellwangen nach KEA BW-Klassifikation

Die Teilgebiete sind hinsichtlich ihrer Ist-Situation in der folgenden Tabelle 18 dargestellt. Mit Blick auf das zu entwickelnde Zielszenario dienen die festgelegten Eignungsgebiete dazu, unter den zukünftigen Technologieoptionen zur Wärmeerzeugung für jedes Gebäude die theoretische Verfügbarkeit von Wärmenetzen anzuzeigen. Im Bereich des Stadtgebiets Ellwangen wird hierbei angenommen, dass bis zum Jahr 2040 ein flächendeckender Ausbau von Wärmenetzen stattfindet und somit die überwiegende Mehrheit der Gebäude dort theoretisch angeschlossen werden könnte. Nach Berechnung des Zielszenarios und der Abschätzung der zukünftigen Wärmegestehungskosten für Einzelversorgung und Wärmenetze werden in einer weiteren Iteration die Eignungsgebiete überprüft und die Zuordnung gegebenenfalls angepasst.

Tabelle 18: Eignungsgebiete in Ellwangen mit Ist-Situation

Name	Gasnetz	Wärmenetz	Anzahl behaizte Gebäude	Vorwiegender Gebäudetyp	Hauptalter Wohngebäude	Vorwiegender Heizungstyp	Hauptalter Heizungen	Wärmebedarf 2020 in MWh	Sanierungspotenzial Wohnen	Eignung
Heizentrale Kaserne	x	x	136	WOHN	1919-1948	Erdgas	2000-2004	6.102	niedrig	Wärmenetz Plan
Buchenberg + Schulen Mitte	x		88	WOHN	1958-1968	Heizöl	2005-2009	23.198	hoch	Wärmenetz Plan
Altstadt	x		353	GHD, SONST	bis 1918	Erdgas	2005-2009	17.188	niedrig	Wärmenetz Plan
Bahnhof Ost-West	x		173	WOHN	bis 1918	Erdgas	2000-2004	10.195	mittel	Wärmenetz Plan
Industriegebiet Jagst	x		35	GHD, SONST	bis 1918	Erdgas	2010-2014	11.572	niedrig	Einzelversorgung
Kastelfeld + Schulzentrum	x		457	WOHN	1984-1994	Erdgas	1980-1994	18.456	hoch	Wärmenetz Plan
Schloss	x		5	WOHN	bis 1918	Heizöl	1975-1979	481	niedrig	Einzelversorgung
Schließvesen	x		107	WOHN	1958-1968	Erdgas	1990-1994	9.633	hoch	Wärmenetz Erweiterung
Industriegebiet Neunheim	x	x	151	GHD, SONST	bis 1918	Erdgas	2015-2019	26.055	niedrig	Wärmenetz Plan
Ellwangen I	x		112	WOHN	1958-1968	Erdgas	1990-1994	3.393	hoch	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen II	x		65	WOHN	bis 1918	Erdgas	1990-1994	3.499	niedrig	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen III	x		434	WOHN	1995-2001	Erdgas	1995-1999	13.789	hoch	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen IV	x		299	WOHN	1919-1948	Erdgas	2000-2004	8.478	mittel	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen V	x		275	WOHN	1969-1978	Erdgas	2000-2004	7.705	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Röhlingen-N	x		276	WOHN	1969-1978	Heizöl	2000-2004	7.574	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Rothenbach	x		289	WOHN	1995-2001	Erdgas	1995-1999	6.720	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Ellwangen VI	x		64	WOHN	bis 1918	Erdgas	2010-2014	3.155	niedrig	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen VII	x		150	WOHN	1958-1968	Erdgas	2000-2004	3.824	hoch	Wärmenetz Erweiterung
Ellwangen VIII	x		223	WOHN	1995-2001	Erdgas	2000-2004	5.154	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Neunheim-SW	x		224	WOHN	1984-1994	Erdgas	1995-1999	6.615	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Eigenzell	x		479	WOHN	1984-1994	Heizöl	2000-2004	11.725	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Rabenhof	x		18	WOHN	1969-1978	Heizöl	2010-2014	5.564	hoch	Einzelversorgung
Ellwangen Bauhof	x		24	GHD, SONST	1958-1968	Heizöl	1995-1999	1.717	niedrig	Einzelversorgung
Braune Hardt	x		149	WOHN	1949-1957	Heizöl	2000-2004	3.321	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Ellwangen VIII	x		50	WOHN	1984-1994	Erdgas	2010-2014	1.821	mittel	Wärmenetz Erweiterung
Schleithäuser	x		35	WOHN	bis 1918	Erdgas	2005-2009	680	mittel	Einzelversorgung
Röten	x		28	WOHN	1995-2001	Heizöl	1990-1994	1.610	hoch	Einzelversorgung
Stöcken	x		45	WOHN	1969-1978	Heizöl	1990-1994	1.638	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Eggenrot	x		174	WOHN	1984-1994	Heizöl	2000-2004	3.862	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Schrozheim	x		346	WOHN	1984-1994	Erdgas	2000-2004	8.597	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Raisach	x		167	WOHN	1984-1994	Erdgas	2015-2019	5.137	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Ründelbach-O	x		221	WOHN	1969-1978	Erdgas	1995-1999	5.198	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Neunheim-NW	x		97	WOHN	1958-1968	Erdgas	2010-2014	2.869	mittel	Wärmenetz Niedertemperatur
Espachweiler	x		46	WOHN	bis 1918	Heizöl	unbek.	933	mittel	Einzelversorgung
Ründelbach-Z	x		283	WOHN	2010-2019	Erdgas	2005-2009	5.714	hoch	Einzelversorgung
Neursbad	x		80	WOHN	1969-1978	Erdgas	1990-1994	2.038	hoch	Wärmenetz Niedertemperatur
Beersbach	x		31	WOHN	1995-2001	Heizöl	1995-1999	682	mittel	Einzelversorgung
Engelarsweiler			10	WOHN	1949-1957	Heizöl	2000-2004	510	hoch	Einzelversorgung
Röhlingen-S	x		243	WOHN	1995-2001	Erdgas	2000-2004	6.527	mittel	Einzelversorgung
Hallheim			29	WOHN	bis 1918	Heizöl	1995-1999	827	mittel	Einzelversorgung
Altmamsrot			29	WOHN	1919-1948	Heizöl	1990-1994	772	hoch	Einzelversorgung
Schönenberg	x		30	WOHN	1958-1968	Erdgas	1990-1994	1.488	mittel	Einzelversorgung
Halsenhofen	x		29	WOHN	bis 1918	Heizöl	2005-2009	934	mittel	Einzelversorgung
Hirfbach			20	WOHN	1984-1994	Heizöl	2000-2004	514	hoch	Einzelversorgung
Altmamsweiler			23	WOHN	bis 1918	Heizöl	1995-1999	414	mittel	Einzelversorgung
Schönau			18	WOHN	bis 1918	Heizöl	2010-2014	412	niedrig	Einzelversorgung
Sieberg			8	WOHN	bis 1918	Heizöl	1990-1994	247	hoch	Einzelversorgung
Hardt/Hammelmühle			15	WOHN	1995-2001	Heizöl	1990-1994	278	mittel	Einzelversorgung
Bahnühle			6	WOHN	bis 1918	Heizöl	2000-2004	202	mittel	Einzelversorgung
Hinterlangenberg			15	WOHN	1969-1978	Heizöl	2000-2004	427	hoch	Einzelversorgung
Hollbach	x		41	WOHN	1969-1978	Heizöl	2015-2019	933	mittel	Einzelversorgung
Deutenroden	x		20	WOHN	2002-2009	Heizöl	1990-1994	414	mittel	Einzelversorgung
Eberschwerden			8	WOHN	1984-1994	Heizöl	1995-1999	193	hoch	Einzelversorgung
Killingen	x		45	WOHN	1919-1948	Heizöl	2000-2004	1.094	mittel	Einzelversorgung
Erfental			28	WOHN	1984-1994	Heizöl	2000-2004	621	mittel	Einzelversorgung
Höfe			13	WOHN	1995-2001	Heizöl	2000-2004	248	mittel	Einzelversorgung
Sonstige			113	WOHN	bis 1918	Heizöl	2005-2009	14.402	niedrig	Einzelversorgung

5.4 Klimaneutrales Zielszenario 2040

5.4.1 Wirkungspfade zur Klimaneutralität

Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Ellwangen sind zwei grundlegende Wirkungspfade zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 31):

1) Nachfrageseite

Der Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung wird nachfrageseitig durch den energetischen Zustand der Gebäude bestimmt. Hier können Maßnahmen zur energetischen Sanierung an der Gebäudehülle (Austausch Fenster sowie Dämmung von Dach, Geschossdecken und Außenfassaden) zur Minderung des Wärme- und Kältebedarfs und dadurch zur Reduktion des Endenergieverbrauchs beitragen.¹

2) Erzeugungsseite

Bei der Bereitstellung der nachgefragten Wärme kann zum einen durch den technischen Fortschritt und daraus resultierend höheren Effizienzen bei den eingesetzten Wärmeerzeugern Endenergie eingespart werden. Zum anderen können durch einen Heizungstausch und damit einhergehenden Energieträgerwechsel die CO₂-Emissionen effektiv reduziert werden.

Um das Zusammenspiel dieser Wirkungspfade mit ihren diversen Einflussgrößen und unterschiedlichen Interventionszeitpunkten gesamthaft betrachten zu können, wurde ein Simulationsmodell zur Berechnung aussagekräftiger Szenarien entwickelt. Es ist dazu geeignet, die Kommunen in der Diskussion zum klimaneutralen Zielszenario durch die Berechnung verschiedener Varianten zu unterstützen.

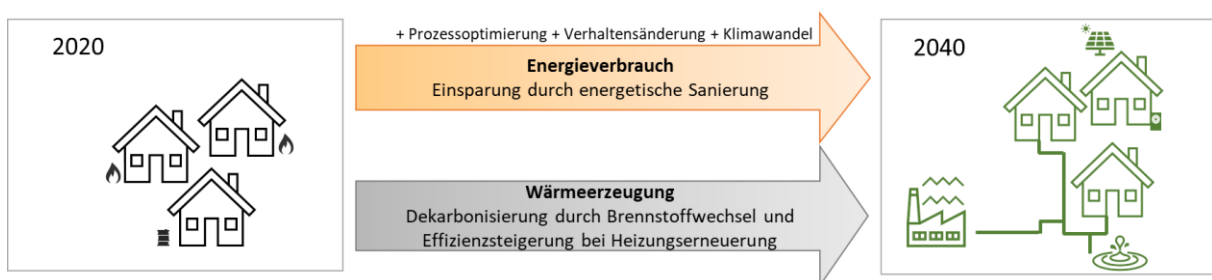


Abbildung 31: Einflusspfade zum klimaneutralen Zielszenario

¹ Zusätzlich können Prozessoptimierungen in der Industrie, Verhaltensänderungen bei den Menschen (z.B. Absenken der Raumtemperaturen) oder auch sich ändernde Witterungsbedingungen durch den fortschreitenden Klimawandel den Energieverbrauch im Wärmesektor beeinflussen. Diese Faktoren sind jedoch schwer zu quantifizieren und werden daher in der folgenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

5.4.2 Einflussparameter und Zielgröße Klimaneutralität

Auf dem Weg zur Klimaneutralität im Wärmesektor sind verschiedene Einflussgrößen in ihrem zeitlichen Verlauf bis 2040 zu berücksichtigen. Neben dem Bestand an Gebäuden und Heizungssystemen sind dies insbesondere:

- Sanierungs- und Wärmebedarfsreduktionsraten in den Sektoren
- (zulässige) Betriebsdauer der Bestandsheizungen
- Verfügbare Endenergieträger und deren Preise bis 2040
- Verfügbare Technologien zur Wärmeerzeugung und deren Kosten
- Politische Rahmenbedingungen wie Verbote, Förderungen, Grenzwerte oder CO₂-Abgaben
- Zubau an beheizten Flächen bis 2040
- Hauptentscheidungskriterium bei Heizungswechsel

Diese Parameter bzw. deren Wertebereiche wurden zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios mit den Akteuren der Stadt Ellwangen diskutiert und festgelegt. Dabei wurden für die nachfolgende Variantenrechnung die in Tabelle 19 aufgeführten Festlegungen getroffen:

Tabelle 19: Eingabeparameter zur Szenarioanalyse

Eingabeparameter Zielszenario	Wertebereich / Festlegung
Sanierungsrate / Reduktionsraten	
Wohnen	1 – 2 %/a
Kommunale Liegenschaften	1 – 2 %/a
Gewerbe und Industrie	0 – 1 %/a
Zubau Wohn- und Nutzflächen	
Wohnen	171.000 m ²
Kommunale Liegenschaften	9.000 m ²
Gewerbe	60.000 m ²
Heizungstausch	
Betriebsdauer Bestandsheizungen	technische Lebensdauer KEA-Technikkatalog (i.d.R. 20 Jahre)
Zulässige Folgeheizungen	Erfüllung EWärmeG / Vorgabe 65 % erneuerbare Energien ab 2024
Entscheidungskriterium Folgeheizung	Wirtschaftlichkeit ² oder Ökologie ³

² Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit: Nach Ablauf der vorgegebene Betriebsdauer wird unter den verfügbaren bzw. zulässigen neuen Heizungen diejenige mit den objektspezifisch niedrigsten Wärmegestehungskosten auf Basis einer Vollkostenrechnung ausgewählt.

³ Entscheidungskriterium Ökologie: Nach Ablauf der vorgegebene Betriebsdauer wird unter den verfügbaren bzw. zulässigen neuen Heizungen diejenige mit niedrigsten spezifischen CO₂-Emissionen ausgewählt.

Entwicklung leitungsgebundene Infrastruktur bis 2040			
Festlegungen Wärmenetze			
Eignungsgebiete	Grenzwerte Wärmebedarfsdichte KEA BW [1]		
Anschlussquote	50 %		
Festlegungen Gasnetz			
Anteil Wasserstoff	2030: 1 %	2040: 10 %	2050: 30 %
Anteil Biomethan	2030: 1 %	2040: 2 %	2050: 2 %

Der Begriff „**Klimaneutralität**“ ist zunächst nicht eindeutig definiert und wurde im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung mit den Akteuren erörtert und wie folgt festgelegt:

Bis zum Jahr 2040 sind in Ellwangen keine fossil befeuerten Einzelheizungen oder Wärmeerzeuger in Wärmenetzen mehr in Betrieb.

Dabei ist klar, dass die CO₂-Emissionsbilanz auch für das Jahr 2040 den Wert Null nicht erreichen kann, da z. B. der Netzstrom sowie regenerative Energieträger wie Holz auch im Jahr 2040 Emissionen aufweisen werden (siehe Anhang 1). Eine bilanzielle Verrechnung dieser Restemissionen mit vor Ort eingesparten Emissionen durch die Stromerzeugung mit erneuerbaren Quellen wird nicht vorgenommen.

5.4.3 Szenariomodell

Das entwickelte Szenariomodell verfolgt einen Bottom-Up-Ansatz, dessen Basis eine Gebäudedatenbank mit sämtlichen wärmerlevanten Gebäuden der Stadt Ellwangen im Basisjahr 2020 bildet. Unter Berücksichtigung zukünftig verfügbarer Wärmeerzeugungstechnologien, hinterlegt in einer Technologiesdatenbank, können auf Basis wirtschaftlicher, technischer und politischer Eingabewerte mögliche zukünftige Entwicklungen des Wärmesektors simuliert werden. Die Modellergebnisse werden zunächst kumuliert für das ganze Stadtgebiet ermittelt. In einem nachgelagerten Schritt werden Teilbilanzen für die festgelegten Eignungsgebiete ausgewiesen (siehe Kapitel 5.3). Die abgebildeten Eingabewerte wurden im vorangegangenen Kapitel erörtert.

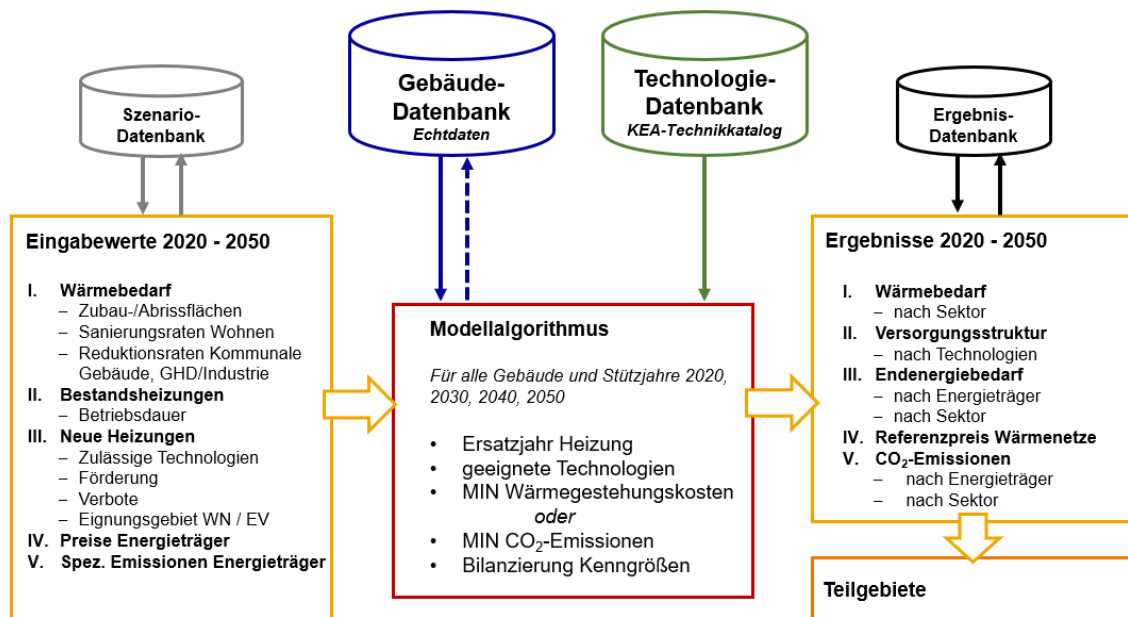


Abbildung 32: Modellstruktur

5.4.4 Szenarioanalyse und Zielszenario

Um ein besseres Verständnis für das abgebildete Energiesystem zu entwickeln und verschiedene Parametrierungen für das klimaneutrale Zielszenario hinsichtlich ihrer Wirkung vergleichen zu können, wurden für Ellwangen drei mögliche Zukunftsszenarien festgelegt und simuliert:

1) Business as usual (BAU)

- fortgesetzt niedrige Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- fossile Heizungen weiterhin zulässig, Verbot Ölkessel ab 2026
- hohe Betriebsdauer der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Kein Ausbau der Wärmenetze
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

2) Klimaneutralität Wirtschaftlichkeit (KLIM I)

- Hohe Sanierungs- und Bedarfsreduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauer der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten
- Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit

3) Klimaneutralität Ökologie (KLIM II)

- Hohe Sanierungs- und Reduktionsraten
- Verbot fossiler Heizungen ab 2024
- begrenzte Betriebsdauer der Bestandsheizungen
- Fortschreibung bestehender Förderungen
- Ausbau der Wärmenetze in den Eignungsgebieten
- Entscheidungskriterium Ökologie

Tabelle 20 fasst die Rahmenannahmen dieser drei Szenarien zusammen.

Tabelle 20: Definition der Szenarien

	Einheit	BAU	KLIM I	KLIM II
Sanierungsrate Wohnen	%/a	1	2	2
Reduktionsrate Kommunale Gebäude	%/a	1	2	2
Reduktionsrate Gewerbe & Industrie	%/a	0	1	1
Förderungen	-	gemäß BEW / BEG / BAFA		
Betriebsdauer fossiler Bestandsanlagen	a	25 - 30	20	20
Verbot fossiler Heizungen	-	Öl: 2026	2024	2024
Entscheidungskriterium	-	Wirtschaftlichkeit	Wirtschaftlichkeit	Ökologie
Eignungsgebiete Wärmenetze	-	Kein Ausbau	gemäß KEA-Eignung	gemäß KEA-Eignung
Anschlussquote Wärmenetze	%	-	50	50
Wasserstoff für Industrie & Wärmenetze		Verfügbar ab 2030 / 2035		
CO ₂ -Emissionen Wärmenetze	kg/kWh	2020: 0,140	2030: 0,095	2040: 0,004

Im **BAU**-Szenario ergibt sich unter obigen Annahmen die in Abbildung 33 dargestellte Entwicklung der Heizungssysteme in Ellwangen bis zum Jahr 2050⁴.

⁴ Neben den Zieljahren 2030 und 2040 wird in der Simulation die Entwicklung des kommunalen Wärmesektors bis 2050 abgebildet. Damit lassen sich die Effekte der Transformation über das Zieljahr hinaus analysieren.

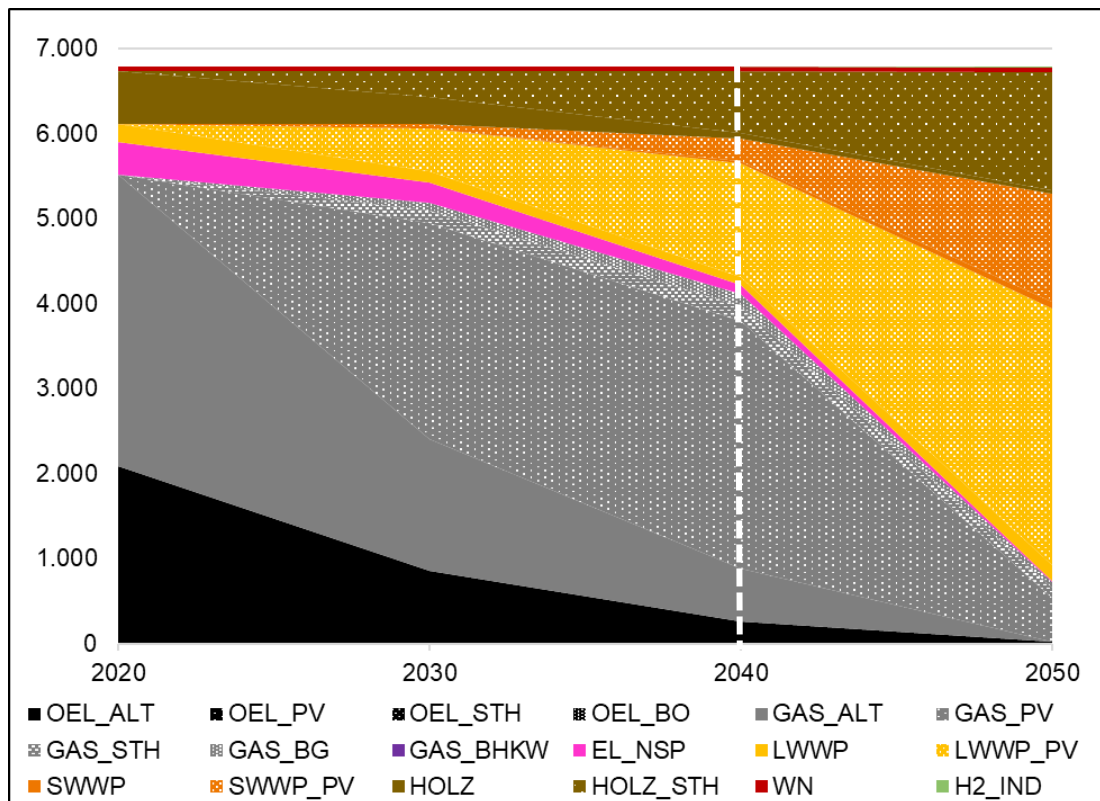


Abbildung 33: Transformation der Heizungssysteme in Ellwangen im BAU-Szenario⁵

Es ist ersichtlich, dass die Klimaneutralität bei Fortsetzung der bisherigen Situation im Wärmesektor im Jahr 2040 deutlich verfehlt wird; fossile Einzelheizungen machen mehr als 50 % der Wärmeerzeuger in Ellwangen aus. Zwar werden zunehmend gas- und ölbefeuerte Anlagen durch Luft-Wasser-Wärmepumpen mit PV-Unterstützung und Pelletkessel mit Solarkollektoren abgelöst, die Transformation hin zu einem CO₂-freien System dauert jedoch ohne weitere Intervention bis über das Jahr 2050 hinaus an. Haupttreiber sind dabei steigende Wärmegestehungskosten bei Gas- und Ölheizungen durch die CO₂-Abgabe sowie sinkende Gestehungskosten bei Wärmepumpen durch geringere Investitionen bei gleichzeitig steigender Effizienz bzw. Jahresarbeitszahl. Des Weiteren ist erkennbar, dass Sole-Wasser-Wärmepumpen beim Entscheidungskriterium Wirtschaftlichkeit flächendeckend erst ab dem Jahr 2040 konkurrenzfähig werden.

⁵ Die verwendeten Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis erläutert.

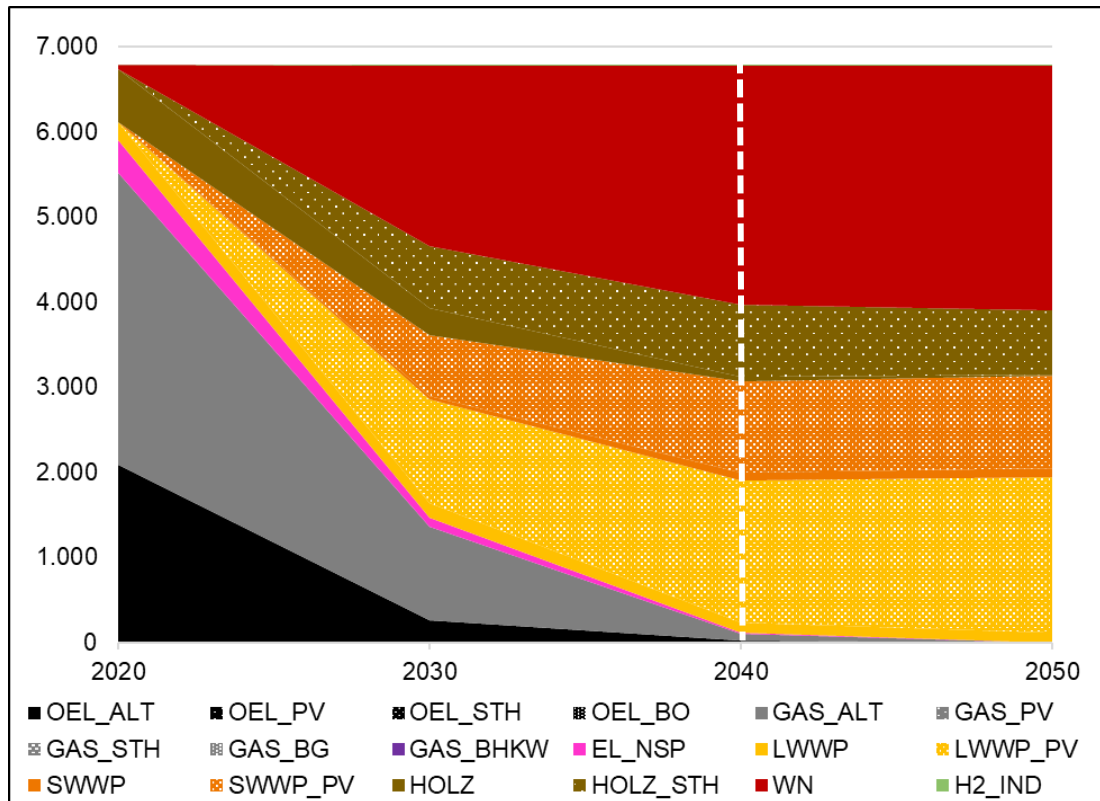


Abbildung 34: Transformation der Heizungssysteme in Ellwangen im KLIM I-Szenario

Geht man, wie im **KLIM I**-Szenario, von einem flächendeckenden Ausbau der Wärmenetze in Ellwangen, dem Verbot fossiler Heizungen sowie einer Begrenzung der Betriebsdauer von 20 Jahren aus, ergibt sich der in Abbildung 34 gezeigte Transformationspfad der Heizungssysteme. Hierbei wird die Klimaneutralität unter der Prämisse, dass die Wärmenetze dekarbonisiert sind, bis zum Jahr 2040 erreicht. Neben einem Wärmenetzanteil von ca. 42 % an den vorhandenen Heizungssystemen wird die klimaneutrale Wärme im Jahr 2040 durch Luft-Wasser-Wärmepumpen (26 %), Sole-Wasser-Wärmepumpen (17 %) sowie Pelletkessel mit Solarthermie (13 %) erzeugt. Ein Restbestand an Gaskesseln und Nachtspeicherheizungen wird im Verlauf des Zieljahres außer Betrieb genommen und ist daher vernachlässigbar.

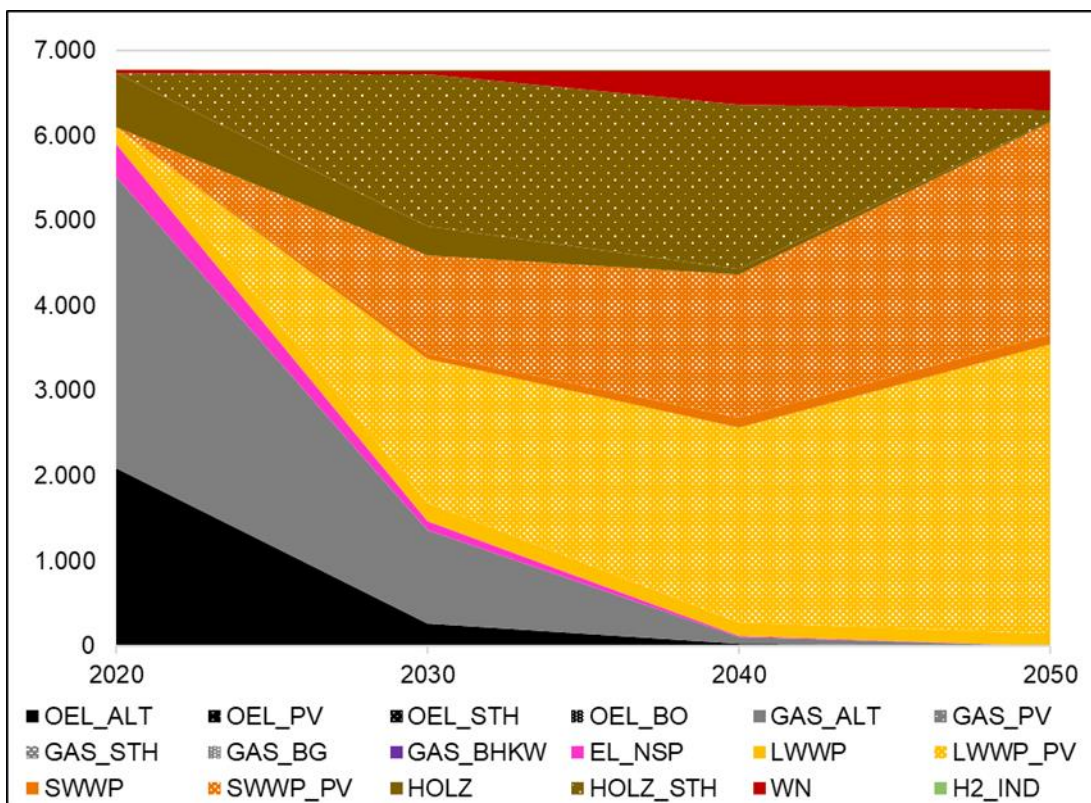


Abbildung 35: Transformation der Heizungssysteme in Ellwangen im KLIM II-Szenario

Im dritten betrachteten Szenario, **KLIM II**, wird die Klimaneutralität wie im KLIM I-Szenario im Jahr 2040 erreicht (siehe Abbildung 35). Da in diesem Szenario grundsätzlich diejenige Technologie mit den geringsten spezifischen CO₂-Emissionen beim Heizungsersatz gewählt wird, kommen im Vergleich zum KLIM I-Szenario mehr Pelletkessel⁶ zum Einsatz; diese machen rund 30 % der installierten Heizungen im Jahr 2040 aus. Der Anteil der Wärmepumpen beträgt im KLIM II-Szenario im Zieljahr rund 63 %. Da die vollständige Dekarbonisierung der Wärmenetze erst um das Jahr 2040 angenommen wird, beginnt der Ausbau in diesem Szenario spät und erreicht im Zieljahr einen Anteil von rund 6 % an den installierten Heizungssystemen.

⁶ Der Einbau eines neuen Pelletkessel ist im verwendeten Modell nur zulässig, wenn die Bestandsheizung ebenfalls ein Biomasse- oder Ölkessel war. Es wird davon ausgegangen, dass nur in solchen Gebäuden ausreichend Speicherraum für den Pellettank vorhanden ist. Des Weiteren wird angenommen, dass ein Pelletkessel immer mit einer Solarthermieanlage kombiniert wird, sofern eine ausreichend dimensionierte Dachfläche vorhanden ist.

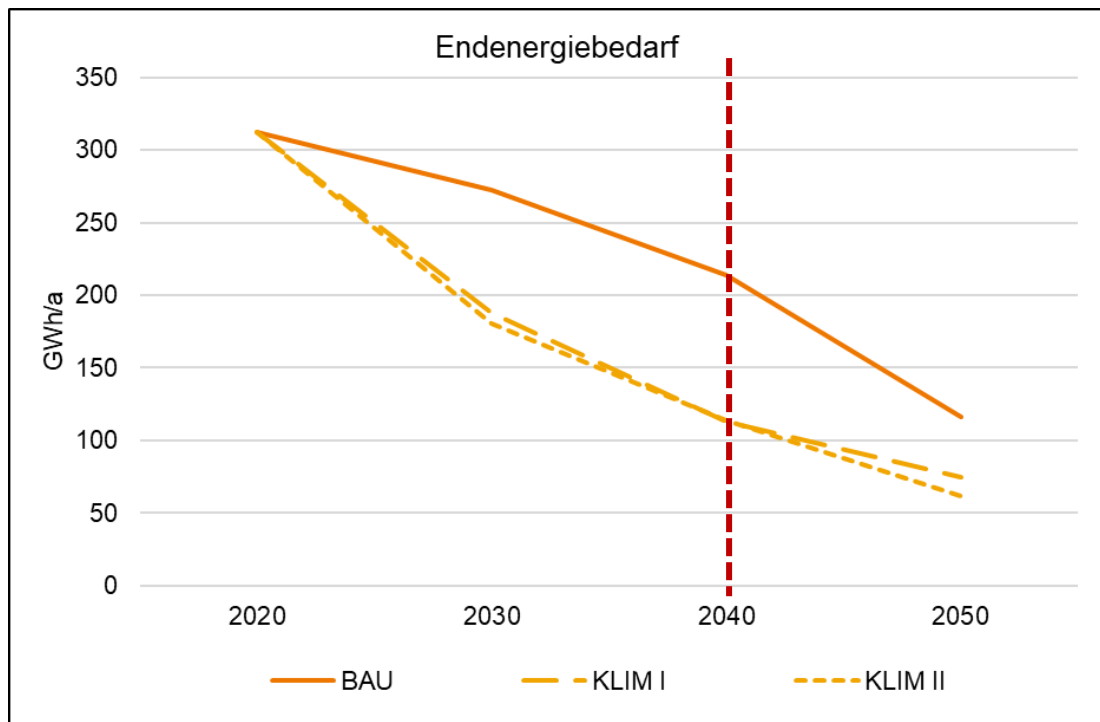


Abbildung 36: Entwicklung des Endenergiebedarfs in den berechneten Szenarien

Neben der Analyse der zukünftigen Beheizungsstruktur wurden die Szenarien auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Endenergiebedarf (Abbildung 36) sowie die Entwicklung der CO₂-Emissionen (Abbildung 37) gegenübergestellt. Es ist ersichtlich, dass im BAU-Szenario bis zum Jahr 2040 deutlich mehr Endenergie im Wärmesektor eingesetzt werden muss, und dass diese für deutlich höhere CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Erst danach findet mit Ausblick auf das Jahr 2050 eine klimaneutrale Transformation des Heizungsbestands statt. Die Verläufe des Endenergiebedarfs in den beiden KLIM-Szenarien sind bis zum Jahr 2040 annähernd gleich, die Kurve der CO₂-Emissionen verläuft im KLIM II-Szenario etwas niedriger als im KLIM I-Szenario. Bis zum Jahr 2040 beträgt die Reduktion des Endenergiebedarfs in den KLIM-Szenarien rund 64 %, die CO₂-Emissionen werden um rund 96 % reduziert.

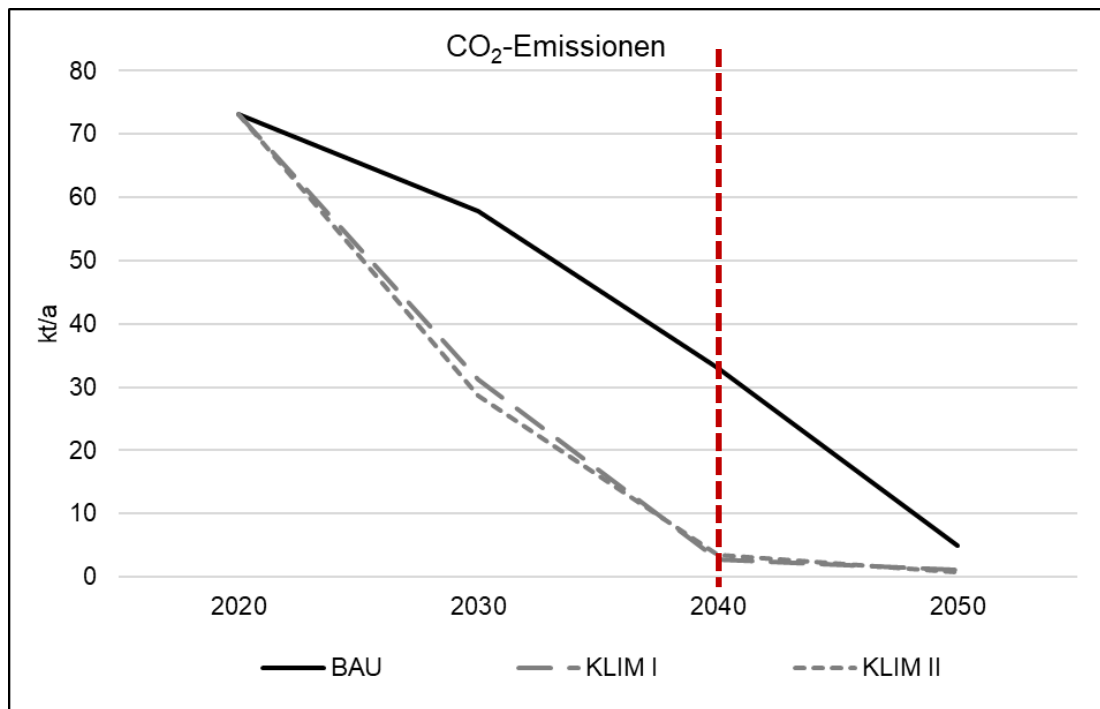


Abbildung 37: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den berechneten Szenarien

Die drei erarbeiteten Szenarien wurden hinsichtlich ihrer Prämissen und Ergebnisse mit den Ansprechpersonen der Stadt und Stadtwerke Ellwangen diskutiert und bezüglich ihrer Relevanz für das klimaneutrale Zielszenario bewertet. Dabei wurden folgende grundlegenden Rahmenannahmen festgelegt:

- Das Entscheidungskriterium „Wirtschaftlichkeit“ beim Heizungsersatz entspricht mehrheitlich den Handlungsansätzen der Akteure im Wärmesektor.
- Ein flächendeckender Ausbau der Wärmenetze in Ellwangen ist darstellbar und wird von den Stadtwerken angestrebt.
- Der Einsatz fester Biomasse sollte aufgrund alternativer Nutzungsmöglichkeiten, knapper Ressourcen und steigender Anforderungen an die Luftreinhaltung begrenzt sein.
- Eine Begrenzung der Betriebsdauer fossil befeuerter Bestandsanlagen ist zwingend nötig.

Auf Basis dieser Eckpunkte wurde für Ellwangen das Szenario **KLIM I als Zielszenario 2040** festgelegt.

5.4.5 Energie- und Treibhausgasbilanzen

Aus dem festgelegten Zielszenario ergibt sich für das Stadtgebiet Ellwangen für die Zieljahre 2030 und 2040 folgende Beheizungsstruktur:

Tabelle 21: Beheizungsstruktur 2030 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2030 in %	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Wasserstoff	Ergänzend: Solarthermie ⁷	Biomasse	Wärmepumpe	Direktstrom
Private Haushalte	4	15	31	0	12	17	31	2
GHD, Sonstige	2	23	33	0	2	5	36	1
Kommunale Gebäude	0	20	67	0	2	4	10	0
Verarbeitendes Gewerbe	0	32	21	5	5	5	37	0

Tabelle 22: Beheizungsstruktur 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Anteil 2040 in %	Heizöl	Erdgas	Wärmenetz	Wasserstoff	Ergänzend: Solarthermie ⁷	Biomasse	Wärmepumpe	Direktstrom
Private Haushalte	0	1	41	0	13	14	43	0
GHD, Sonstige	0	1	43	0	3	3	52	0
Kommunale Gebäude	0	2	82	0	2	2	14	0
Verarbeitendes Gewerbe	0	0	32	5	5	5	58	0

Unter der Annahme, dass kommunale Gebäude als Ankerkunden in den Wärmenetz-eignungsgebieten grundsätzlich beim Heizungstausch an ein Wärmenetz angeschlossen werden, ergibt sich in diesem Sektor ein Anschlussgrad von 82 % aller Gebäude bis zum Jahr 2040. Bei den privaten Haushalten wird ein Anschlussgrad von 41 % erreicht, im Sektor GHD & Sonstige und im verarbeitenden Gewerbe liegen die Anteile bei 43 % bzw. 32 %. Neben den Wärmenetzen kommen vor allem Wärmepumpen im zukünftigen Heizungssystem zum Einsatz, mit dem höchsten Anteil von 58 % im Sektor des verarbeitenden Gewerbes und dem geringsten Anteil bei den kommunalen Gebäuden mit ca. 14 %. Wasserstoff steht dem Sektor des

⁷ Wärmeerzeugung aus Solarthermie nur in Kombination mit Erdgas- oder Pelletkesseln; nicht in Summe aller Heizungen berücksichtigt.

verarbeitenden Gewerbes ab 2030 für Industrieprozesse zur Verfügung und erreicht dort einen Anteil von ca. 5 % in den Jahren 2030 und 2040.

Die folgende Abbildung 38 illustriert die Zusammensetzung des Wärmebedarfs in Ellwangen nach Sektoren und Endenergieträgern im Basisjahr 2020. In allen vier Sektoren dominiert Erdgas als Energieträger, wobei die sektorspezifischen Anteile zwischen 50 % (private Haushalte) und 95 % (kommunale Gebäude) liegen. Heizöl stellt mit 34 % bei den privaten Haushalten den zweithäufigsten Endenergieträger dar. Im Sektor GHD & Sonstige liefern Wärmenetze mit 12 % die zweitgrößte Energiemenge.

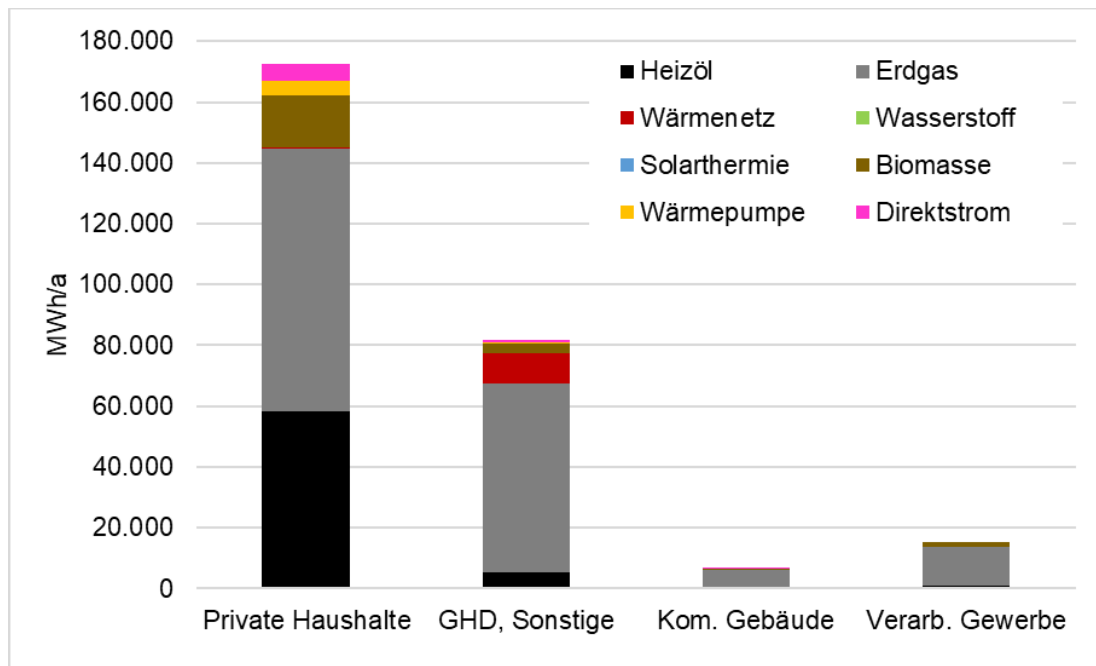


Abbildung 38: Wärmebedarf im Basisjahr 2020 nach Sektoren und Energieträgern

Nach der Transformation des Wärmesektors in Ellwangen stellt sich die Wärmebereitstellung im Jahr 2040 wie in Abbildung 39 ersichtlich dar. Als häufigster Endenergieträger kommen im Zieljahr Wärmepumpen zum Einsatz, wobei diese zu rund 60 % Luft-Wasser-Wärmepumpen und zu rund 40 % Sole-Wasser-Wärmepumpen sind. Der sektorspezifische Anteil beträgt zwischen 11 % bei den kommunalen Gebäuden und 88 % beim verarbeitenden Gewerbe. Diese Wärmepumpen werden jeweils mit PV-Dachflächenanlagen kombiniert, sodass sich durch Strom-Eigenverbrauch zum einen die Wirtschaftlichkeit erhöht, zum anderen die lokale Erzeugung erneuerbaren Stroms steigt. Durch den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen stellen diese den zweithäufigsten Energieträger bei der Wärmebereitstellung im Jahr 2040 dar. Im Sektor des verarbeitenden Gewerbes werden 5 % der Wärme über Netze bereitgestellt, 40 % im Sektor GHD & Sonstiges, 41 % im Sektor der Haushalte und 86 % bei den kommunalen Gebäuden. Wie bei der Analyse der Beheizungsstruktur erläutert, steht dem Sektor des verarbeitenden Gewerbes im Zieljahr grüner Wasserstoff zur Verfügung und liefert ca. 1 % der dort benötigten thermischen Energie.

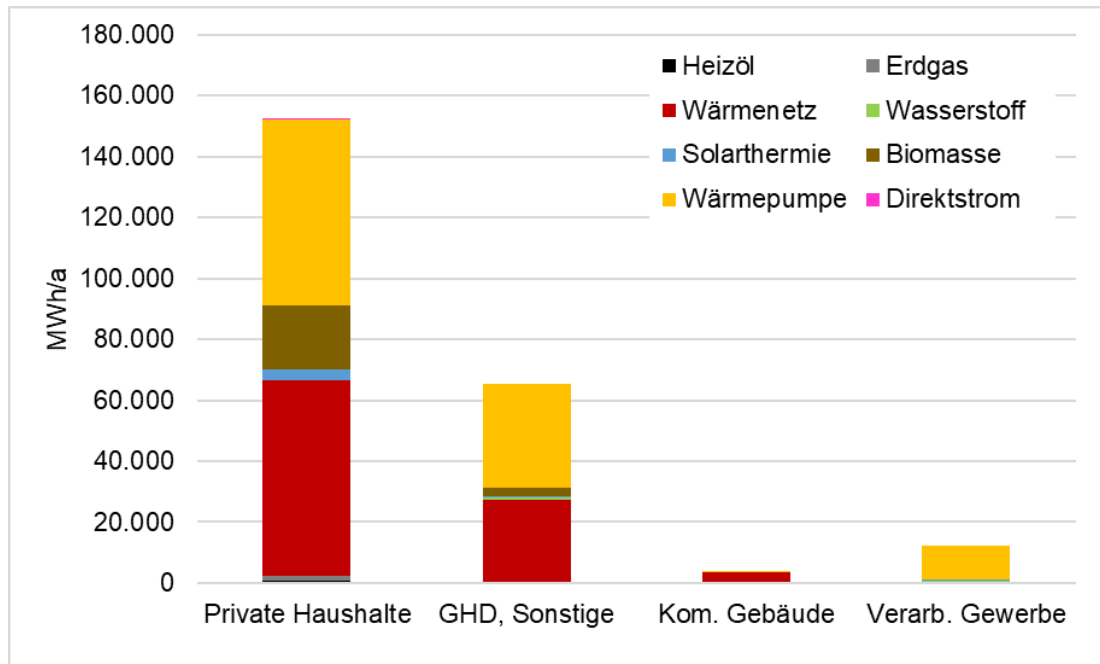


Abbildung 39: Wärmebedarf im Jahr 2040 nach Sektoren und Energieträgern

Die detaillierte Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Ellwangen in den Jahre 2020, 2030 und 2040 ist Tabelle 23 zu entnehmen.

Tabelle 23: Endenergiebilanz in MWh/a für die Jahre 2020, 2030 und 2040 nach Sektoren

2019	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärme-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT
Private Haushalte	300	72.634	96.299	0	0	1860	21.608	1.116	386	0	5.620	0	199.824
GHD, Sonstige	9.913	6.446	69.378	0	0	0	3.599	117	41	0	853	0	90.348
Kom. Gebäude	0	131	6.823	0	0	0	226	0	0	0	11	0	7.190
Verarb. Gewerbe	0	963	14.550	0	0	0	226	0	0	0	0	0	15.739
GESAMT	10.213	80.173	187.051	0	0	1.860	25.659	1.233	426	0	6.485	0	313.100
2030	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärme-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT
Private Haushalte	53.505	11.509	24.917	254	254	4079	31.818	11.011	3.279	0	1.211	0	141.838
GHD, Sonstige	23.251	680	17.126	1398	175	305	4.567	8.944	59	0	32	0	56.535
Kom. Gebäude	3.779	0	802	8	8	6	278	128	0	0	0	0	5.010
Verarb. Gewerbe	373	0	11.188	673	114	5	366	667	0	0	0	0	13.386
GESAMT	80.908	12.188	54.034	2.333	551	4.395	37.029	20.751	3.338	0	1.243	0	216.770
2040	Wärmenetze	Heizöl, fossil	Erdgas, fossil	Wasserstoff, inkl. Beimischung zu Erdgas	Synt. Brennstoffe (Synth. Methan im Erdgasnetz)	Solarthermie	Biomasse	Luft-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Erdwärme-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Gewässer-Wärmepumpe (inkl. WP-Strom)	Direktstrom	Feste fossile Brennstoffe	GESAMT
Private Haushalte	64.498	1.025	1.357	154	31	4964	25.677	13.101	4.597	0	143	0	115.548
GHD, Sonstige	26.795	0	449	1138	10	333	3.195	10.410	66	0	0	0	42.395
Kom. Gebäude	3.307	0	56	6	1	6	73	135	0	0	0	0	3.584
Verarb. Gewerbe	458	0	0	496	0	5	326	3.193	4.662	0	0	0	4.477
GESAMT	95.058	1.025	1.862	1.795	42	5.308	29.271	26.839	4.662	0	143	0	166.004

Im Jahr 2020 wurden die Ellwanger Wärmenetze fast ausschließlich durch Erdgas, teilweise in Blockheizkraftwerken, als Endenergieträger in den Erzeugungsanlagen gespeist. 1 % des Endenergieeinsatzes stammte aus Holzpellets (vgl. Abbildung 40).

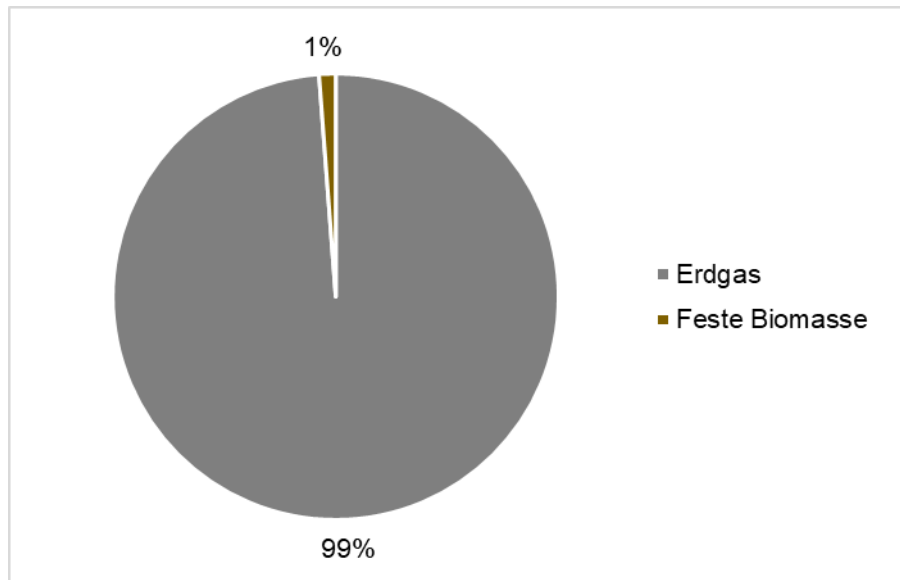


Abbildung 40: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Basisjahr 2020

Unter Berücksichtigung der lokal verfügbaren erneuerbaren Ressourcen wurde ein möglicher Erzeugungsmix für die Transformation des Bestandnetzes sowie die Wärmeerzeugung in neuen Wärmenetzen abgeschätzt. Dabei orientiert sich die Kombination der möglichen Energieträger an der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) [27], sowie den aus Praxisbeispielen abgeleiteten realisierbaren Anteilen der verschiedenen Wärmeerzeuger (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Annahmen zu Anteilen regenerativer Energieträger in klimaneutralen Wärmenetzen

	Anteil Wärmeerzeugung in %
Industrielle Abwärme	5
Abwärme aus Abwasserkanälen	15
Große Solarthermie	15
Oberflächennahe Geothermie	20
Tiefe Geothermie	30
Feste Biomasse	Begrenzt durch lokale Verfügbarkeit
Großwärmepumpe (Luft)	nach Einbindung aller sonstigen Quellen verbleibender Anteil
Grüne Kraft-Wärme-Kopplung	15
Grüner Spitzenlastkessel (synthetisches Methan oder Wasserstoff)	10

Nach Abgleich mit den in den festgelegten Teilgebieten vorhandenen Potenzialen ergibt sich für die zukünftigen Wärmenetze in Ellwangen der in Abbildung 41 dargestellte Energiemix zur Wärmebereitstellung. Nach Ausschöpfen der regenerativen Quellen aus Abwärme und erneuerbaren Energien werden 25 % der Wärme durch grüne Gase und 28 % durch große Luft-Wärmepumpen bereitgestellt.

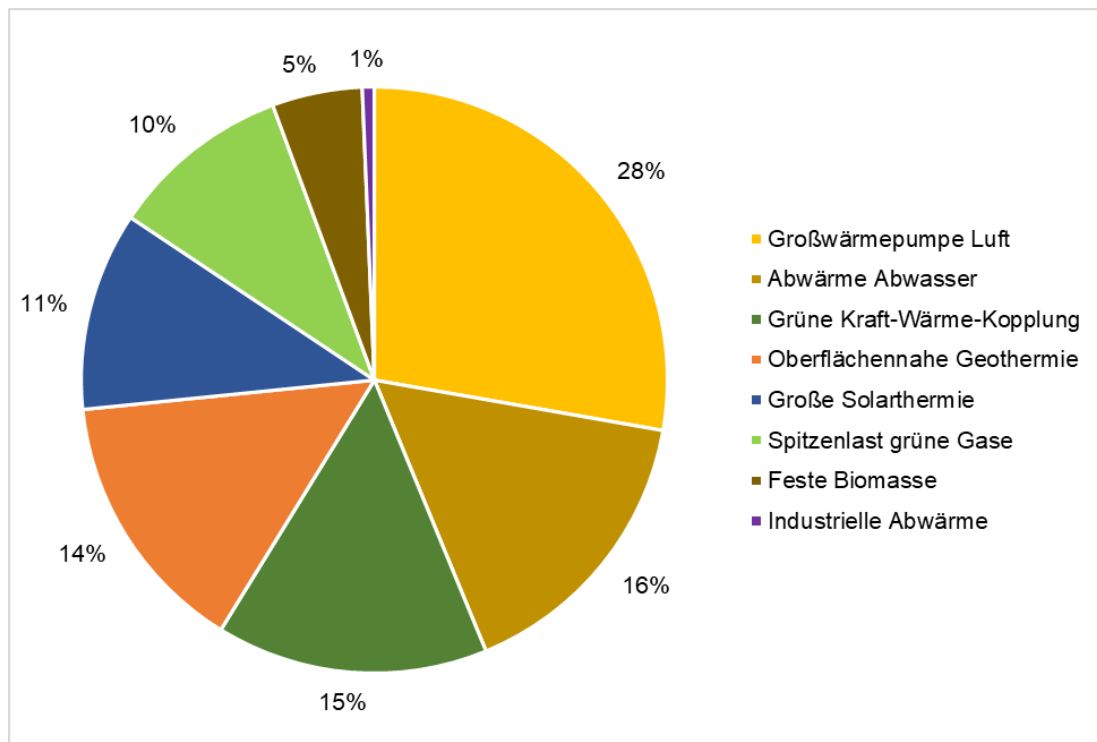


Abbildung 41: Wärmebereitstellung nach Energieträger in den Wärmenetzen im Zieljahr 2040

Der resultierenden Endenergiebedarf ergibt sich unter der Annahme typischer technologiespezifischer Nutzungsgrade, die in Tabelle 25 aufgeführt sind.

Tabelle 25: Technologiespezifische Nutzungsgrade und Endenergiebedarf in Wärmenetzen 2040 [10]

Endenergieträger	Nutzungsgrad	Endenergiebedarf 2040 in MWh/a
Strom Hochtemperaturwärmepumpe Abwärme	2,80	200
Strom Niedertemperaturwärmepumpe Abwasser	3,40	5.300
Strom Sole-Wasser-Wärmepumpe	4,60	3.900
Strom Luft-Wasser-Wärmepumpe	4,10	6.600
Grüne Kraft-Wärme-Kopplung	0,90	18.400
Spitzenlast grüne Gase	0,94	11.700
Biomasse	1,02	6.000
Solarthermie	1,00	13.400
Gesamt		65.500

Unter Berücksichtigung dieses Erzeugungsmix sowie der spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren lassen sich die Treibhausgasemissionen der Ellwanger Wärmenetze im Zeitverlauf ableiten. Es wird hierbei davon ausgegangen, dass der Emissionswert des Basisjahrs von 0,208 kg/kWh bis zum Jahr 2030 auf einen Wert von 0,095 kg/kWh sinkt. Die Stadtwerke Ellwangen streben hierbei eine Dekarbonisierung der Wärmenetze an, sodass die Emissionsfaktoren auf 0,095 kg/kWh im Jahr 2030 und 0,004 im Jahr 2040 sinken⁸.

Für das gesamte Stadtgebiet Ellwangen unter Einbeziehung sämtlicher Gebäude und der ermittelten Beheizungsstruktur ergeben sich schließlich die in Tabelle 26 aufgeführten jährliche CO₂-Emissionen bzw. Emissionsminderungen für die Jahre 2020, 2030 und 2040 in den vier Sektoren. Wie in Tabelle 26 ersichtlich, kann unter den angenommenen Rahmenbedingungen in allen Sektoren eine Minderung von ca. 96 % der ursprünglichen Emissionen erreicht werden, sodass die Gesamtemissionen des Wärmesektors im Jahr 2040 noch 2,7 Kilotonnen CO₂ betragen.

Tabelle 26: CO₂-Emissionen nach Sektor in den Jahre 2020, 2030, 2040

in t/a	2020	2030	2040	Minderung 2020 – 2040
Private Haushalte	49.000	19.000	2.000	-96 %
GHD, Sonstige	20.900	9.000	600	-97 %
Kommunale Gebäude	1.600	600	30	-98 %
Verarb Gewerbe	3.700	2.800	100	-97 %
GESAMT	75.200	31.400	2.730	-96 %

⁸ vgl. E-Mail Herr Engelhardt (Stadtwerke Ellwangen) vom 08.03.2023

5.5 Darstellung der Versorgungsstruktur im Zielszenario

5.5.1 Wärmeversorgung in den Teilgebieten

In Kapitel 5.1 wurde eine erste Einteilung der Stadt Ellwangen in Teilgebiete vorgestellt und eine grundsätzliche Wärmenetzeignung anhand der Wärmebedarfsdichten im Basisjahr 2020 ausgewiesen. Nach Festlegung der Rahmenbedingungen für das klimaneutrale Zielszenario kann nun die gebietsspezifische Entwicklung der Wärmeversorgung simuliert und dargestellt werden. Diese ist für sämtliche Gebiete den Teilgebietssteckbriefen in einem separaten Dokument zu entnehmen.

Unabhängig von der zugewiesenen Wärmenetzeignung werden für sämtliche Gebiete Wärmegestehungskosten der Einzelversorgung für die Jahre 2030 und 2040 abgeschätzt: Für jedes Gebäude wird unter den individuell verfügbaren Technologien diejenige mit den niedrigsten spezifischen Wärmegestehungskosten nach Vollkostenberechnung ausgewählt. Der Mittelwert dieser Wärmegestehungskosten aller Gebäude in einem Gebiet bestimmt den Referenzpreis der Einzelversorgung. Er kann als Anhaltspunkt für die Wettbewerbsfähigkeit eines geplanten Wärmenetzes dienen. Dem Referenzpreis der Einzelversorgung werden geschätzte Wärmegestehungskosten für Wärmenetze gegenübergestellt. Dabei werden die lokal verfügbaren regenerativen Potenziale mittels typischer Deckungsanteile in effizienten Wärmenetzen in den möglichen zukünftigen Erzeugungsmix integriert (vgl. Kapitel 0) und mit durchschnittlichen Wärmegestehungskosten auf Basis eines Vollkostenansatzes nach [10] bewertet⁹. Da die zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung geltenden Förderungen sowohl für Einzelheizungen als auch für Wärmenetze bzw. deren Komponenten in der Simulation des Zielszenarios fortgeschrieben wurden, sind diese auch in den ausgewiesenen Wärmekosten beinhaltet. Bei zukünftigen Änderungen der Förderschemata müssen die Gestehungskosten entsprechend neu berechnet werden.

Neben den Wärmeeerzeugungskosten wird bei der Grobkostenschätzung für Wärmenetze ein flächenbezogener Ansatz zur Abschätzung der Verteilkosten gewählt [28] und in die Kostenrechnung integriert. Es ergeben sich unter Berücksichtigung der historischen und prognostizierten Teuerungsraten die in nachfolgender Tabelle 27 dargestellten Verteilkosten für Wärmenetze in Abhängigkeit der Wärmedichten. Die Wärmegestehungskosten der Wärmenetze ergeben sich schließlich als Summe der Erzeugungskosten inkl. Planungskosten abzgl. Förderungen und der Wärmeverteilungskosten bezogen auf die erzeugte Wärmemenge inkl. 10 % Wärmeverlusten durch das Verteilnetz.

⁹ Eine detaillierte Berechnung der tatsächlichen, lokalen Deckungsanteile muss unter Berücksichtigung von unterjährigen Lastprofilen auf Nachfrage- und Erzeugungsseite und tatsächlich nutzbaren Flächen in nachfolgenden Machbarkeitsstudien oder Energiekonzepten bestimmt werden und ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung.

Tabelle 27: Abschätzung der Verteilkosten von Wärmenetzen nach [28]

Wärmedichte in MWh/ha	Wärmeverteilkosten 2020 in EUR/MWh	Wärmeverteilkosten 2030 in EUR/MWh	Wärmeverteilkosten 2040 in EUR/MWh
100	72,23	83,83	97,28
200	36,95	42,88	49,76
300	27,98	32,48	37,69
400	22,98	26,67	30,95
500	19,72	22,89	26,56
600	17,41	20,20	23,44
700	15,66	18,18	21,09
800	14,29	16,59	19,25
900	13,18	15,30	17,76
1000	12,27	14,24	16,52
1100	11,49	13,34	15,48
1200	10,83	12,56	14,58

Durch den Vergleich der abgeschätzten Wärmegestehungskosten von Einzelversorgung und Wärmenetzen sowie die aus der Szenariosimulation resultierende Marktdurchdringung der Wärmenetze kann die Festlegung der Eignungsgebiete angepasst werden. Aufgrund der großen Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wie Energiepreise, Emissionsabgaben oder Förderschemata wird empfohlen, eine ausgewiesene Wärmenetzeignung erst bei einer Abweichung von mehr als +50 % der Wärmegestehungskosten grundsätzlich auszuschließen.

In Tabelle 28 sind die abgeschätzten Wärmegestehungskosten der Einzelversorgung und Wärmenetze der Teilgebiete mit Wärmenetzeignung zu entnehmen. Es zeigt sich, dass die Kosten der Wärmenetze in einem Intervall von rund +/- 20 % der Kosten der Einzelversorgung liegen. Somit wird an dieser Stelle keine weitere Anpassung der Eignung vorgenommen.

Tabelle 28: Grobschätzung Wärmegestehungskosten Einzelversorgung und Wärmenetze in den Wärmenetzungsgebieten

Durchschnittliche Wärmegestehungskosten in Cent/kWh	Ø Einzelversorgung 2020	Ø Einzelversorgung 2030	Ø Einzelversorgung 2040	Ø Wärmenetze 2030	Ø Wärmenetze 2040	Abweichung 2030	Abweichung 2040
Heizzentrale Kaserne	5,8	12,7	12,3	12,3	13,2	-3%	7%
Buchenberg + Schulen Mitte	7,7	11,7	10,9	12,0	11,6	3%	6%
Altstadt	7,9	11,2	10,3	10,5	10,4	-6%	0%
Bahnhof Ost-West	6,9	11,9	11,3	12,2	12,0	3%	6%
Klosterfeld + Schulzentrum	8,2	13,0	12,6	12,8	12,6	-2%	0%
Schießwasen	7,3	14,2	13,5	14,0	13,7	-1%	1%
Industriegebiet Neunheim	6,3	13,1	12,2	12,7	12,6	-3%	3%
Ellwangen I	7,2	14,7	14,0	13,1	12,6	-11%	-10%
Ellwangen II	7,6	11,8	11,1	13,1	12,6	11%	13%
Ellwangen III	7,4	14,3	13,9	13,1	12,6	-8%	-9%
Ellwangen IV	8,4	14,1	13,6	12,9	12,6	-9%	-7%
Ellwangen V	9,4	13,1	12,6	12,3	12,1	-6%	-5%
Röhlingen-N	7,5	14,1	13,4	12,9	12,6	-9%	-6%
Rotenbach	7,8	15,6	15,2	13,9	13,7	-11%	-10%
Ellwangen VI	8,7	12,5	12,2	12,7	12,6	2%	4%
Ellwangen VII	7,9	14,0	13,5	12,8	12,6	-8%	-7%
Neunheim-SW	7,5	15,1	14,8	13,9	13,7	-8%	-8%
Eigenzell	8,3	15,0	14,6	12,8	12,6	-15%	-14%
Pfahlheim	8,1	16,2	15,6	13,8	13,7	-15%	-13%
Braune Hardt	8,0	14,0	13,7	12,9	12,6	-8%	-8%
Ellwangen VIII	7,2	14,5	14,2	13,9	13,7	-4%	-4%
Stocken	9,4	11,7	10,7	12,8	12,6	10%	18%
Eggenrot	8,4	11,8	10,7	12,8	12,6	9%	18%
Schrezheim	8,0	15,4	15,1	12,8	12,6	-17%	-16%
Rattstadt	8,3	16,8	16,5	13,8	13,7	-18%	-17%
Rindelbach-O	8,6	15,1	14,7	13,9	13,7	-8%	-7%
Neunheim-NW	8,7	16,3	16,1	14,0	13,7	-15%	-15%
Neunstadt	7,1	17,5	17,2	13,9	13,7	-21%	-20%

Eine vollständige Darstellung der Eignungsgebiete mit spezifischen Maßnahmenempfehlungen bieten die Teilgebietssteckbriefe im separaten Dokument. Eine Übersicht des Endenergiebedarfs im Jahr 2040 für alle Gebiete ist dem Zielfoto in Abbildung 42 zu entnehmen.

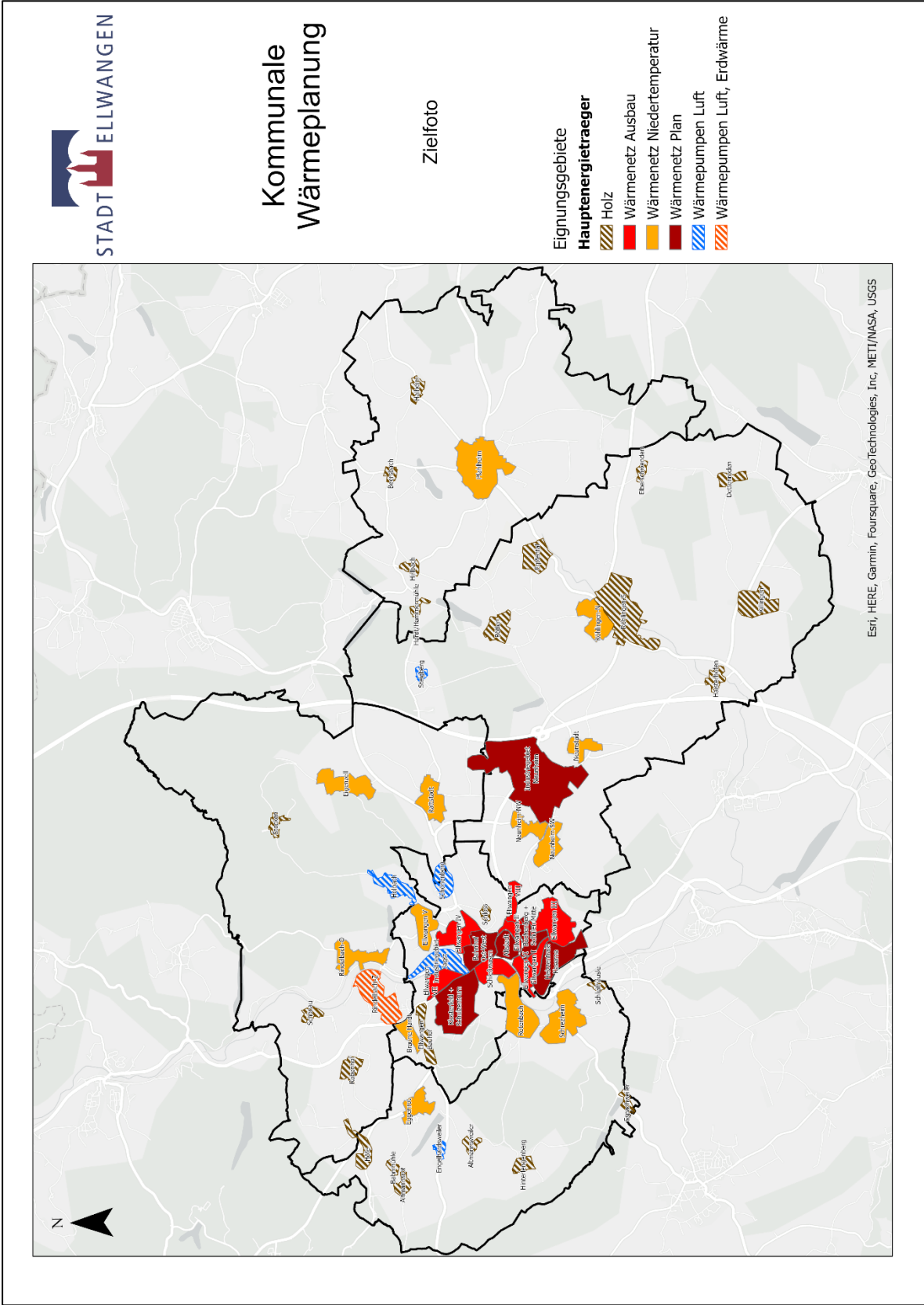


Abbildung 42: Zielfoto 2040

5.5.2 Entwicklung der Gasversorgung

Die Stadtwerke Ellwangen erwarten folgende zukünftige Entwicklung der Gasnetze: „Sowohl die Entwicklung der Gesetzgebung als auch die Umsetzung des Wärmeversorgungszenarios zur Erreichung der Klimaneutralität in Ellwangen wird einen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Gasnetze haben. Unabhängig von der Umsetzung des spezifisch erarbeiteten Wärmeplans werden die Gebäude sukzessiv saniert. Durch das Gebäude-Energie-Gesetz sowie Erneuerbare-Wärme-Gesetz wird zudem die Wärmeversorgung spätestens ab 2024 vermehrt auf regenerative Energien umgestellt werden. Die individuell für Ellwangen entwickelten Zielszenarien sehen dabei vor, dass die industrielle Wärmeerzeugung und die Wärmeversorgung der Haushalte zukünftig gesichert über grüne klimaneutrale Gase (Moleküle) erfolgen kann.

Bis spätestens zum Jahr 2040 soll verstärkt über die bis dahin neu erstellte Süddeutsche-Erdgas-Leitung Wasserstoff in der Region verteilt werden können. Die Umstellung der Gasverteilernetze auf Wasserstoff wird in enger Abstimmung mit dem Vorlieferanten in zwei Stufen erfolgen:

In der ersten Stufe erfolgt eine Beimischung des Wasserstoffs in einer Größenordnung von ca. 10 Vol.-%. Die ist entsprechend dem DVGW-Regelwerk schon derzeit möglich. Nach Anpassung des Regelwerkes sind sogar bis zu 20 Vol.-% möglich.

In der zweiten Stufe sollen die Verteilernetze zu 100% auf Wasserstoff umgestellt werden. Hierzu ist jedoch eine Anpassung des Regelwerkes erforderlich. Zonenweise wird dann das bestehende Erdgasnetz umgebaut und auf Wasserstoff umgestellt. Zeitlich dazu werden die vorhandenen Brenner H₂-ready ertüchtigt. Anschließend werden die Versorgungszonen Stück für Stück auf reinen Wasserstoffbetrieb umgestellt. Der Betrieb der Heiz- und Prozesswärmebrenner soll zukünftig klimaneutral erfolgen. Die Stadtwerke begleitet die Umsetzung für ihr Versorgungsgebiet und wird diese im engen Schulterschluss mit den Kunden umsetzen.“

5.5.3 Auswirkung der Wärmewende auf den Stromsektor

Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ geht davon aus, dass die Energiewende in Deutschland zu einem signifikanten Anstieg des Strombedarfs auch im Verkehrs- und Wärmesektor führen wird [29]. Neben dem im Zielszenario berechneten Pfad zum zukünftigen Strombedarf durch Wärmepumpen sind für eine Gesamtbeurteilung Annahmen zur Entwicklung des Haushalts- und Industriestroms sowie durch die Elektromobilität zu berücksichtigen. Abbildung 43 zeigt den zukünftig zu erwartenden zusätzlichen Strombedarf durch Wärmepumpen und Direktstrom in Ellwangen. Ausgehend von rund 6 GWh Strom für Wärmeerzeugung im Jahr 2020 könnte dieser Wert durch den zunehmenden Einsatz von dezentralen und Großwärmepumpen bis zum Jahr 2040 auf rund 47 GWh ansteigen. Je nach Verfügbarkeit grüner Gase könnte sich diese Energiemenge durch einen höheren Anteil von Wärmepumpen in den Wärmenetzen und Elektrokesseln zur Spitzenlastabdeckung noch weiter erhöhen.

Es wird ersichtlich, dass die Stromnetze in Ellwangen aufgrund des zunehmenden Strombedarfs einer steigenden Auslastung ausgesetzt sein werden. Neben den im Rahmen dieses Wärmeplans räumlich verorteten Strombedarfen für Haushaltsstrom durch Wärmepumpen können für eine weiterführende Analyse der Netzstabilität auch Untersuchungen zur zukünftigen Ladeinfrastruktur für Elektromobilität und dem Ausbau von Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet durchgeführt werden. Durch einen Abgleich mit den vorhandenen Stromnetzen können sich dann im Rahmen einer Stromnetzsimulation Strategien zu Ausbau und Ertüchtigung der vorhandenen Stromnetzinfrasturktur ergeben.

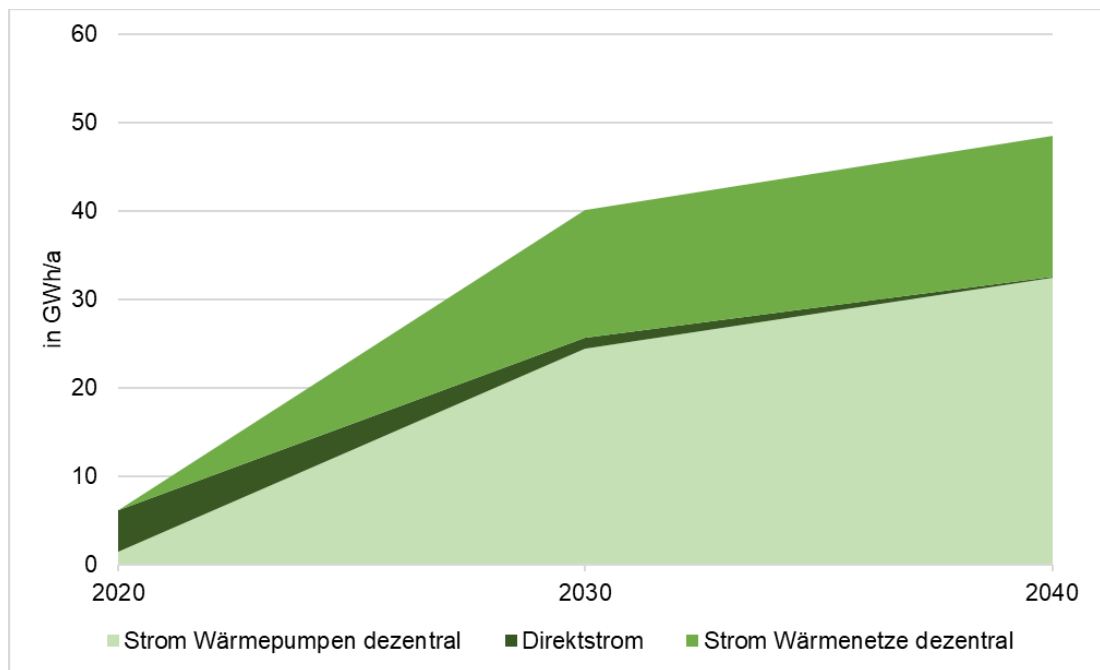


Abbildung 43: Zunahme des Strombedarfs durch Wärmerzeuger im Zielszenario

5.6 Fazit Zielszenario

Zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios für Ellwangen wurde das Stadtgebiet in 56 Teilgebiete aufgeteilt und diese auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdichten hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Der Begriff Klimaneutralität wurde dahingehend definiert, dass im Zieljahr 2040 keine fossilen Einzelheizungen mehr in Betrieb sind und Wärmenetze ohne fossile Brennstoffe betrieben werden.

Im nächsten Schritt wurden Eingangsparameter zur Simulation verschiedener Zukunftsszenarien für den Wärmesektor Ellwangens bis zum Jahr 2040 diskutiert und festgelegt. Insgesamt wurden drei Szenarien betrachtet. Das Business-As-Usual-Szenario (BAU) zeigte auf, dass unter Fortführung der bisherigen Rahmenbedingungen die definierte Klimaneutralität im Zieljahr nicht erreicht werden kann. Zwei weitere Szenarien (KLIM I und KLIM II) zeigten mögliche Pfade zur Zielerreichung auf. Die Transformation der Beheizungsstruktur basierte in KLIM I auf einer Wirtschaftlichkeitsentscheidung der Akteure, in KLIM II wurde ein rein ökologischer Handlungsansatz unterstellt. Als Zielszenario wurde nach eingehender Diskussion der Ergebnisse das Szenario KLIM I festgelegt. Dieses beinhaltet durch den flächendeckenden Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet, wobei einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 % ein Wärmenetzanteil von rund 42 % an den installierten Heizungen resultiert. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Einzelheizungen, davon ca. 44 % Luft- und Erdwärmepumpen und ca. 12 % Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung.

Die resultierenden Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Jahre 2020, 2030 und 2040 wurden nach Sektoren und Energieträgern bilanziert. Des Weiteren wurden die Ergebnisse des Zielszenarios auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung sowie die verfügbaren regenerativen Potenziale in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Für jedes Gebiet wurden Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen abgeschätzt und gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass der Wärmenetzausbau in Ellwangen grundsätzlich auch zu wettbewerbsfähigen Preisen im Vergleich zu den zukünftig zulässigen Einzelversorgungsoptionen möglich sein kann, sodass keine weitere Anpassung der Wärmenetzeignungen vorgenommen wurde.

Darüber hinaus wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Ellwangen auswirken würden. Die steigende Stromnachfrage durch Wärmepumpen kann zu einer ebenfalls steigenden Belastung des Stromnetzes führen, sodass hier weiterführenden Analysen empfohlen wurden. Ebenso sollten Wärmenetzausbau und Gasnetzstillegungen vorausschauend geplant und aufeinander abgestimmt werden.

6. Wärmewendestrategie

In der Wärmewendestrategie der Stadt Ellwangen wird der Pfad zur Erreichung des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Zielfotos erläutert. Hierfür wurden in Kapitel 6.1 Maßnahmen ausgearbeitet, die „die erforderlichen Treibhausgasminderungen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherstellen“ sollen [30]. Mit der Umsetzung der als prioritär eingestuften Maßnahmen soll gem. §27 KlimaG BW innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, weshalb diese bereits in einem hohen Detaillierungsgrad ausgearbeitet wurden. Für die begleitenden Maßnahmen wurde ein eher mittel- bis langfristigen Umsetzungshorizont gewählt, weshalb für sie lediglich Projektskizzen ausgearbeitet wurden.

Schlussendlich ist die kommunale Wärmeplanung nicht mit Veröffentlichung dieses Berichts abgeschlossen – die Stadt Ellwangen ist viel mehr dazu verpflichtet sie alle sieben Jahre fortzuschreiben. Um die Fortschritte der Zielerreichung in Hinblick auf die Umsetzung der Wärmewendestrategie zu überwachen, ist es sinnvoll, ein Monitoring und Controlling Konzept zu etablieren (siehe Kapitel 6.2 und 6.3). Bei Bedarf können auf Basis der Erkenntnisse aus diesem Prozess Maßnahmen angepasst oder neu entwickelt werden, sodass die Wärmeplanung weiterhin den aktuellen Rahmenbedingungen entspricht.

6.1 Beschreibung der prioritären Maßnahmen

In enger Abstimmung mit der Stadt und den Stadtwerken Ellwangen wurden fünf Maßnahmen erarbeitet, welche den Weg zum Zielfoto im Jahr 2040 ebnen sollen. Sie wurden als prioritär eingestuft und haben deshalb einen kurzen bis mittelfristigen Umsetzungshorizont. Der Fokus liegt dabei auf dem von den Stadtwerken geplanten Wärmenetz, welches die Innenstadt und angrenzende Gebiete perspektivisch mit klimaneutraler Wärme versorgen soll. Gerade im Bereich des Schulzentrums Buchenberg und im Gebiet der Innenstadt besteht Handlungsdruck, den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern eine Alternative zu fossilen Einzelheizungen anzubieten. Sollte bei einem anstehenden Heizungstausch keine andere wirtschaftlich darstellbare Möglichkeit gegeben sein, wird sich die Eigentümerin oder der Eigentümer zu diesem Zeitpunkt mit hoher Wahrscheinlichkeit erneut für eine fossile Einzelheizung entscheiden müssen. Gerade im urbanen Raum besteht häufig keine Alternative, da beispielsweise das Installieren einer Wärmepumpe aus Effizienzgründen, Platzmangel oder der Schallemissionen erschwert möglich ist.

Die aus diesen Gründen neu eingebauten fossilen Anlagen werden bei einer angenommenen technischen Lebensdauer von 20 Jahren bis über das Jahr 2040 hinaus im Ellwanger Heizungssystem verbleiben, was dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zu diesem Zeitpunkt entgegensteht. Deshalb ist es strategisch sinnvoll, den Bürgerinnen und Bürgern eine Alternative zu bieten, welche sich im urbanen Raum bei einer hohen Wärmebedarfsdichte, wie es in Ellwangen der Fall ist, durch ein Wärmenetz darstellen lässt. Wärmenetze haben den Vorteil, dass verschiedene

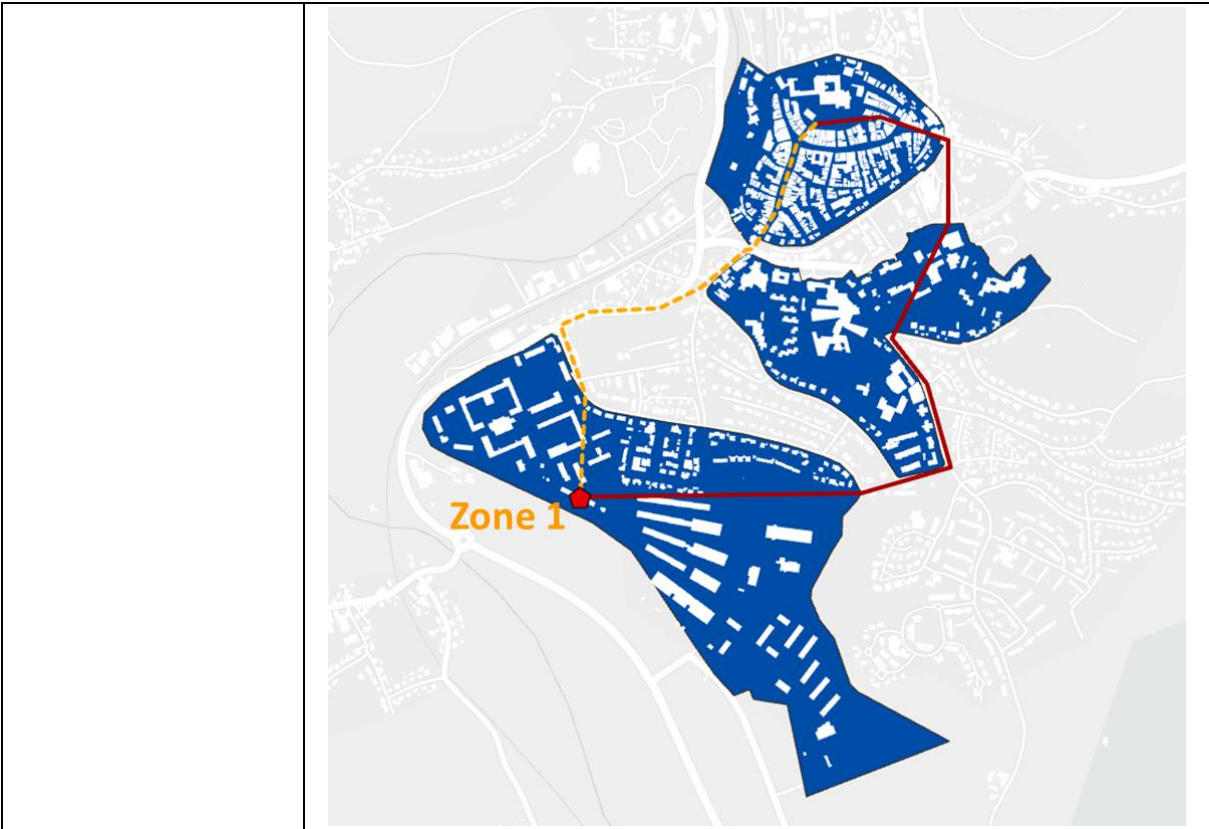
regenerative Energiequellen, wie beispielsweise Holz, Geothermie, Abwasserwärme, Solarthermie und ergänzend, wie beim Ellwanger Klimaschutz-Modellprojekt Innenstadt noch zusätzlich Wind- und PV-Energie flexibel miteinander kombiniert werden und so eine große Anzahl an Gebäuden mit erneuerbarer Wärme versorgen können. Weiterhin lassen sich die zentralen Wärmeerzeuger auch noch nach Inbetriebnahme dekarbonisieren, z.B. wenn die Spitzenlastdeckung zunächst noch durch den Einsatz von Erdgaskesseln als Brückentechnologie erfolgt.

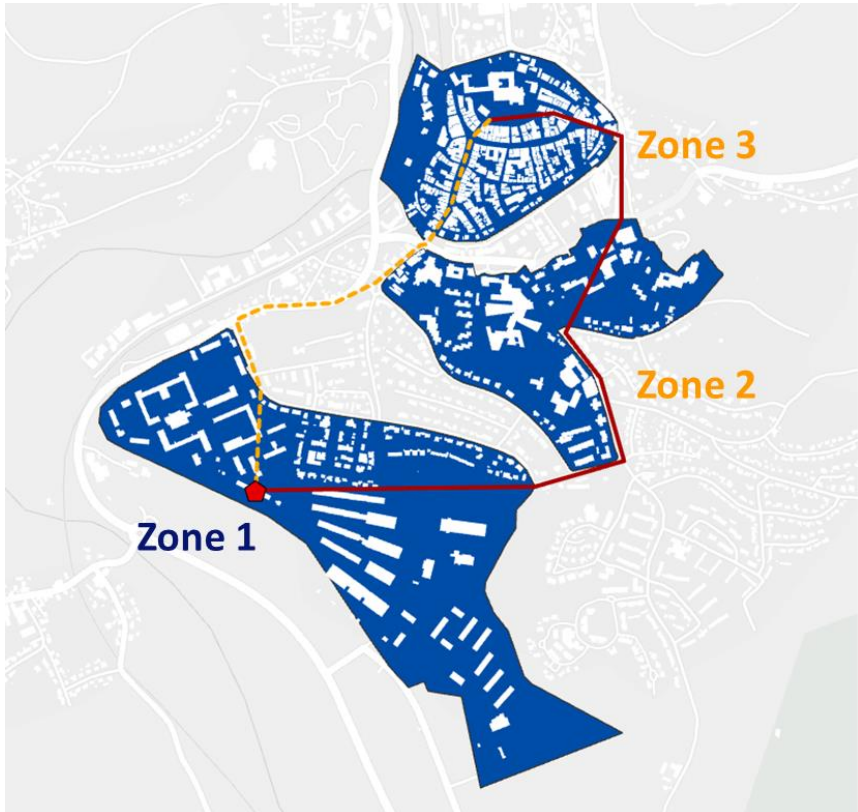
Aufgrund der Komplexität des Projekts, werden Wärmeerzeugung und -verteilung in der Innenstadt auf zwei Maßnahmen aufgeteilt, mit deren Umsetzung im Jahr 2024 begonnen werden soll. Weiterhin soll auch das Wärmenetzpotenzial im Klosterfeld neu evaluiert werden. Die Stadt Ellwangen betreibt dort mehrere Schulen und der Landkreis Ostalbkreis das Kreisberufsschulzentrum. Die derzeit noch getrennt geführten Heizsysteme sollen künftig zusammengeführt werden sodass ab dem Jahr 2024 dadurch die vorhandene Hackschnitzelanlage besser ausgelastet ist und der gemeinsame CO₂-Ausstoß stark reduziert und optimiert wird. Zudem soll die vorhandene Machbarkeitsstudie aktualisiert werden.


Bei den zwei verbleibenden Maßnahmen handelt es sich um die regenerative Energieversorgung von kommunalen Gebäuden – konkret geht es um die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern von denkmalgeschützten Gebäuden sowie um die Planung eines energieautarken Baubetriebshofes. Anhand dieser Maßnahmen wird die sektorübergreifende Vorgehensweise deutlich. Das in Kapitel 5 beschriebene Zielszenario sieht auf dem Weg zum Jahr 2040 neben dem neu zu erstellendem Nahwärmenetz einen kontinuierlich steigenden Anteil von Wärmepumpen im Heizungssystem vor. Damit der Einsatz von Wärmepumpen als „grün“ gewertet werden kann, ist allerdings auch ein kontinuierlich steigender Anteil an erneuerbaren Energien im deutschen Strommix notwendig. Mit der Installation von erneuerbaren Energieanlagen kann die Stadt Ellwangen ihrer Vorbildfunktion gerecht werden.

Im Folgenden werden die wichtigsten Rahmendaten der prioritären Maßnahmen im Steckbriefformat dargestellt.

Maßnahme 1:	
Wärmenetz Innenstadt – Erzeugung (Zone 1)	
Kurzbeschreibung der Maßnahme	Umbau der bestehenden Heizzentrale zum Energiewende-Kraftwerk für den Betrieb des kalten Nahwärmenetzes in der Südstadt, des Wärmenetzes Buchenberg und der historischen Innenstadt.
Detailbeschreibung	<p>Das neu ausgearbeitete Betriebsentwicklungskonzept des Energiewendekraftwerks (EWK) sieht den Umbau des ehemaligen Bundeswehrheizwerks, weg von den fossilen Energieträgern hin zum Einsatz regenerativer Energien, vor.</p> <p>Im ersten Schritt wird das EWK energetisch saniert und das bestehende Flachdach durch ein Pultdach einschließlich PV-Anlage ersetzt. Der so gewonnene Strom wird direkt zur Wärmeerzeugung mittels einer Wärmepumpe/Heizstäbe des Nahwärmesystems genutzt.</p> <p>Als weiterer Schritt wird derzeit der Bauantrag des Neubaus einer Hackschnitzelanlage mit einer Leistung von 2.000 kW vorbereitet. Ziel ist es, dass der Bauantrag sowie die dazu gehörende Blmsch-Genehmigung im Jahr 2024 abschließend genehmigt werden. Die Hackschnitzelheizung soll im Jahr 2025/2026 erstellt und Ende 2026 in Betrieb genommen werden.</p> <p>Parallel dazu werden der Einbau einer Großwärmepumpe (1 MW) sowie der Einbau von Großheizstäben (bis 10 MW) geplant und entsprechend der Inbetriebnahme der noch zu erstellenden Windenergieanlage (4) und Freiflächen PV-Anlagen montiert. Als Zielhorizont ist spätestens das Jahr 2028/2029 geplant.</p>
Handlungsempfehlung	<p>Aufbau klimaneutrales Kraftwerk, einschließlich Planung kaltes Nahwärmenetz Südstadt und Wärmenetz Buchenberg sowie Innenstadt.</p> <p>Gründung eines Kommunalen Netzwerkes Ellwangen Wärme.</p>
Geplantes Ergebnis	CO ₂ -reduzierte Wärmeversorgung der Ellwanger Innenstadt
Mögliche Akteure / Initiatoren	Stadt Ellwangen, Stadtwerke Ellwangen, kommunale und private Wärmeabnehmer
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	<p>Die Maßnahmen im Energiewendekraftwerk werden über Fördermittel des BMWK „Klimaschutz-Modellprojekt“ sowie über die Fördermittel „Wärmenetze“ und das Gebäude-Energie-Gesetz gefördert.</p> <p>Diese Maßnahmen sollen innerhalb der nächsten vier Jahre (einschließlich Möglichkeit der Verlängerung) im Bereich des Energiewendekraftwerks umgesetzt werden.</p>
Verantwortlichkeit	Stadtwerke Ellwangen



Maßnahme 2:	
Wärmenetz Innenstadt – Verteilung (Zone 2-3)	
Beschreibung der Maßnahme	Planung Wärmenetz Innenstadt sowie Aufbau Haupttrasse mit dem Schwerpunkt der Versorgung von kommunalen Gebäuden und weiteren Interessenten
Handlungsempfehlung	Planung und Aufbau Wärmenetz im historischen Stadtkern sowie Bereich Buchenberg
Geplantes Ergebnis	CO ₂ -neutrale Wärmeversorgung der Ellwanger Innenstadt
Mögliche Akteure / Initiatoren	Stadt Ellwangen & Stadtwerke Ellwangen kommunale und private Wärmeabnehmer
Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	<p>Die Maßnahmen werden über Fördermittel des BMWK „Klimaschutz-Modellprojekt“ sowie über die Fördermittel „Wärmenetze“ und das Gebäude-Energie-Gesetz gefördert.</p> <p>Derzeit werden die Bauabschnitte für die Zone 2 Buchenberg geplant. Für diesen Abschnitt sollen die Arbeiten bis Ende 2026 abgeschlossen sein. Auf Grund der Landesgartenschau sollen im Jahr 2026 keine Tiefbaumaßnahmen in der Innenstadt stattfinden.</p> <p>Die Bauarbeiten der Zone 3 Innenstadt sollen Anfang 2027 beginnen und Ende 2030 abgeschlossen sein.</p>
Verantwortlichkeit	Stadtwerke Ellwangen
	 <p>The map shows the layout of the district heating network in Ellwangen. It is divided into three zones: Zone 1 (blue), Zone 2 (orange), and Zone 3 (red). A red line indicates the main distribution line connecting the zones. The map also shows the city's street layout and green spaces.</p>

Maßnahme 3:	
PV-Installation auf kommunalen Gebäuden mit Denkmalschutz	
Beschreibung der Maßnahme	Planung und Realisierung von PV-Anlagen auf kommunalen Gebäuden mit Denkmalschutz zur Verbesserung der städtischen CO ₂ -Bilanz
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung von kommunalen und denkmalgeschützten Gebäuden hinsichtlich Dachstatik • Auswahl von Gebäuden auf denen eine PV-Anlage realisierbar ist • Installation der Module
Geplantes Ergebnis	mindestens eine PV-Anlage auf denkmalgeschütztem Dach, ggf. weitere nach erfolgreicher Gebäudeprüfung
Mögliche Akteure / Initiatoren	Stadt Ellwangen, Energiegenossenschaft Virngrund
Priorität	Hoch
Umsetzungszeitraum	2023/2024
Verantwortlichkeit	Stadtbauamt Ellwangen
	 <p>Rathaus Ellwangen [31]</p>

Maßnahme 4:	
Planung eines energieautarken Baubetriebshofs	
Beschreibung der Maßnahme	Planung eines energieautarken Baubetriebshofes zur Nutzung als Notfallstabelle im Krisenfall
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> • Planung einer regenerativen Wärmeversorgung mittels zentraler Hackschnitzelanlage • Integration von PV-Strom • Ersatzstromversorgung
Geplantes Ergebnis	Umsetzungskonzept
Mögliche Akteure / Initiatoren	Stadt Ellwangen & Stadtwerke Ellwangen
Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	Anfang 2024
Verantwortlichkeit	Stadtwerke Ellwangen und Eigenbetrieb Baubetriebshof

Maßnahme 5:	
Neuaufnahme Nahwärmenetz Klosterfeld	
Beschreibung der Maßnahme	Bestimmung des Wärmenetzpotenzials im Klosterfeld
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluierung Wärmenetzpotenzial - Einbindung von Schulzentren und Sportstätten • Enge Abstimmung mit Landkreis, da einige Gebäude im betrachteten in seinem Besitz sind • Ausweisung einer eigenen Wärmezentrale Klosterfeld (Stadtwerke)
Geplantes Ergebnis	<p>Die Stadt Ellwangen betreibt dort mehrere Schulen und der Landkreis Ostalbkreis das Kreisberufsschulzentrum. Die derzeit noch getrennt geführten Heizsysteme sollen künftig zusammengeführt werden sodass ab dem Jahr 2024 dadurch die vorhandene Hack-schnitzelanlage besser ausgelastet ist und der gemeinsame CO₂-Ausstoß stark reduziert und optimiert wird.</p> <p>Zudem soll die vorhandene Machbarkeitsstudie aktualisiert werden.</p>
Mögliche Akteure / Initiatoren	Stadtwerke Ellwangen & Stadt Ellwangen
Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	2025/2026
Verantwortlichkeit	Stadt Ellwangen, Stadtwerke und Kreis

6.2 Begleitende Maßnahmen

Im vergangenen Abschnitt wurden die fünf priorisierten Maßnahmen vorgestellt, mit deren Umsetzung innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung dieses Wärmeplans begonnen werden soll. Bei den begleitenden Maßnahmen handelt es sich eher um Projekte mit einem mittel- bis langfristigen Zeithorizont, welche aber in Hinblick auf ihre Bedeutung für die Ellwanger Wärmewende den prioritären Maßnahmen in nichts nachstehen.

Im Folgenden werden diese Maßnahmen in tabellarischer Form dargestellt:

6	(Erweiterung) Wärmenetz Baugebiet Unterer Lohbach & Peutinger Gymnasium
<p>Prüfung Wärmenetz im angegebenen Gebiet: Entweder Mitversorgung über neu installiertes Wärmenetz oder alternativ mittels Geothermie mit Großwärmepumpe.</p> <p>Verantwortlichkeit: Stadt Ellwangen & Stadtwerke Ellwangen</p>	
7	Ermittlung Potenzial Tiefengeothermie im Stadtgebiet Ellwangen
<p>Durch Probebohrungen soll das mögliche Potenzial für Tiefengeothermie ermittelt werden. Das ermittelte Potenzial soll um den Erdwärmepotenzialkatalog der KEA BW im digitalen Zwilling der Stadt Ellwangen ergänzt werden.</p> <p>Verantwortlichkeit: Stadt Ellwangen & Stadtwerke Ellwangen</p>	
8	Energieeinsparung durch Umrüstung Straßenbeleuchtung auf LED
<p>Die Straßenbeleuchtung der Stadt Ellwangen, die noch mit konventionellem Leuchtmittel ausgestattet ist, soll auf neue, effiziente LED-Leuchten umgerüstet werden, die den aktuellen gesetzlichen Vorgaben entsprechen.</p> <p>Verantwortlichkeit: Stadt Ellwangen in Zusammenarbeit mit Dienstleister</p>	
9	Ausbau Zusammenarbeit regionales Energiekompetenzzentrum
<p>Die Zusammenarbeit mit dem Energiekompetenzzentrum Ostalbkreis (EKO) soll weiter ausgebaut werden. Bisher wurde deren Beratungsangebot mittels dem Ellwanger Gemeindeblatt beworben. Künftig erfolgt die Bewerbung auch über die Homepage der Stadt Ellwangen.</p> <p>Auf Grund der Ergebnisse der Umfrage im Zuge der Bürgerbeteiligung sollen weitere Beratungsangebote durch das Energiekompetenzzentrum Ostalb und die Verbraucherzentrale vor Ort für die Bürgerschaft organisiert werden.</p> <p>Verantwortlichkeit: Stadt Ellwangen</p>	

Neben den zuvor beschriebenen prioritären Maßnahmen, welche die technische Umsetzung der Transformation im Hinblick auf (Bestands-) Quartiere und Baugebiete im Fokus haben, richten sich begleitende Maßnahmen gezielt an die Akteure und sind oftmals quartiersübergreifend. In der nachfolgenden Abbildung 44 sind die begleitenden Maßnahmen in den Kategorien Verwaltungskompetenz, Information und Akzeptanz und lokale Wertschöpfung zusammengefasst. Die kommunalen Liegenschaften ermöglichen der Stadt Ellwangen sowohl die technische Umsetzung der lokalen Wärmewende als auch begleitende Maßnahmen anzugehen. Die begleitenden Maßnahmen haben insgesamt das Ziel, Maßnahmen zur Energieeinsparung und die Umrüstung auf emissionsfreie bzw. -arme Technologien möglichst gezielt voranzutreiben.

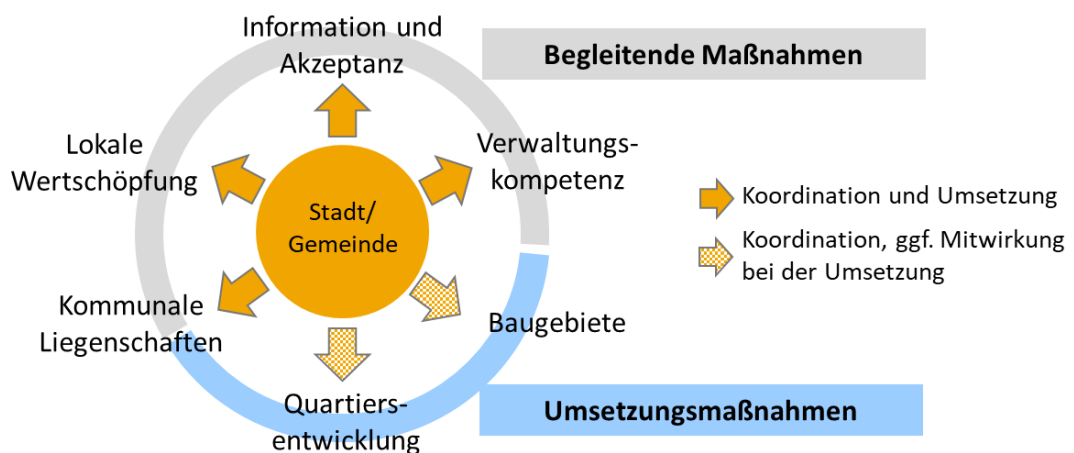


Abbildung 44: Schematische Darstellung der kommunalen Handlungsfelder

Im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden laufende und zukünftig zu intensivierende begleitende Maßnahmen besprochen. Neben den technischen Maßnahmen lassen sich dem kommunalen Wärmeplan noch Maßnahmen organisatorischer und übergeordneter Art zuordnen.

Für das Gelingen der Wärmewende gilt es, die Wärmeplanung auf breitere Beine zu stellen – nur so kann sichergestellt werden, „dass nach Erstellung des kommunalen Wärmeplans die zum Zielszenario 2040 ausgearbeiteten Maßnahmen mit der lokalen Wärmewendestrategie Einzug in die Fachplanung der Kommune finden“ [1].

Daher ist es geplant, die nötigen Strukturen innerhalb der Stadtverwaltung zu schaffen und Verantwortlichkeiten zu benennen, sodass die kommunale Wärmeplanung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen auf allen Ebenen der Stadtentwicklungsplanung verankert werden kann. Im ersten Schritt wird der Energiemanager der Stadt Ellwangen die zentrale Stelle für das Thema Wärmeplanung sein. Dieser wird den bereits vorhandenen Energiebericht um eine entsprechende Energiebilanz ergänzen. Im zweiten Schritt soll eine gesamtverantwortliche Stelle geschaffen werden, die den gesamten Prozess, das Monitoring als auch die Maßnahmenumsetzung im Blick hat.

Zudem wird ein regelmäßiger Informationsaustausch zwischen den beteiligten Fachabteilungen und den Stadtwerken etabliert (zu Beginn 1-mal pro Jahr für übergeordnete Themen und für konkrete Maßnahmen nach Bedarf weitere Termine). In diesem

Lenkungskreis der Ellwanger Wärmeplanung kann über die Umsetzungsfortschritte der definierten Maßnahmen und ggf. über notwendige Aktualisierungen beraten werden. Auch die Fortschreibung des Ellwanger Wärmeplans im Jahr 2030 wird dieser Lenkungsausschuss im Blick haben.

An dieser Stelle wird empfohlen, schon vorher eine Zwischenevaluation durchzuführen. In Anbetracht von politischen und technologischen Veränderungen muss die die Kommune dazu in der Lage sein, zeitnah darauf zu reagieren und ihre Wärmewendestrategie ggf. anzupassen. Daher wird die Stadt Ellwangen ein Monitoring- und Controlling-Konzept Wärmeplan einführen. Dessen Prinzip wird im folgenden Kapitel erläutert.

Im Maßnahmenbereich übergeordneter Art ist die enge Abstimmung der Stadt mit dem Regionalverband zur Definition und Ausweisung sinnvoller und notwendiger Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energien bereits heute schon wesentlicher Bestandteil im Rahmen der Stadtplanung der Stadt Ellwangen. Dies soll auch künftig beibehalten werden. Neben der planerischen Fakultät steht die Stadt auch mit dem regionalen Energieversorger als auch den Stadtwerken in engem Austausch, um alle notwendigen Akteure mit auf den Weg der Umsetzung der Wärmeplanung zu nehmen.

Letztlich zählen außer den "technischen Akteuren" auch das Energiekompetenzzentrum Ostalb (EKO) zu den wichtigen Partnern für das Gelingen der "Wärmewende". Hier wird man die jahrelange vertrauensvolle Zusammenarbeit fortsetzen und mit Hilfe der EKO verschiedene Beratungsangebote bzw. Informationsveranstaltungen für die Bürgerinnen und Bürger anbieten.

Im Rahmen der Wärmeplanung findet Stand heute die Elektro-Mobilität keine grundlegende Berücksichtigung. Jedoch ist der Bereich Mobilität sicherlich ein wichtiges Element für die Erreichung der Klimaschutzziele – aber nur dann, wenn die Energie aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Daher setzt die Stadt Ellwangen schon lange auf die Umsetzung ihres städtischen E-Mobilitätskonzeptes und hat die notwendigen Flächen zur Energieerzeugung im Rahmen der Stadtplanung im Blick.

6.3 Anwendung und Weiterentwicklung des kommunalen Wärmeplans

Die formulierten Maßnahmen, die elementarer Teil der Wärmeplanung sind, zeigen, dass die Wärmewende nicht von heute auf morgen erfolgen kann und wird. Ihre Umsetzung ist viel mehr in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess eingebettet und kann mit dem Demingkreis oder auch PDCA-Zyklus beschrieben werden. Dieser umfasst folgende vier Phasen, welche in Abbildung 45 abgebildet sind.

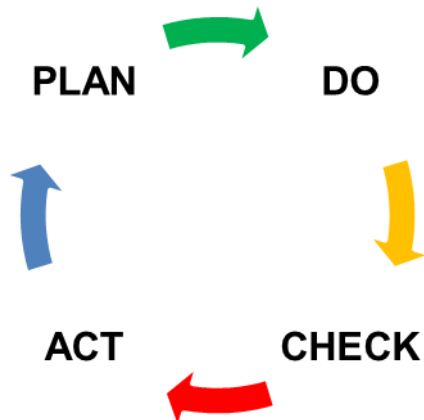


Abbildung 45: Schematische Darstellung des Demingkreises

Diese vier Phasen des Demingkreises werden im Folgenden in Hinblick auf die Kommunale Wärmeplanung der Stadt Ellwangen näher erläutert:

Plan – Planung:

Im kommunalen Wärmeplan der Stadt Ellwangen werden strategische Maßnahmen festgelegt, welche bis zum Jahr 2040 zum Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung führen sollen. Hierzu gehören z.B. der Ausbau von erneuerbaren Energien zur Bereitstellung von klimaneutraler Wärme oder der Bau von Wärmenetzen im Innenstadtbereich. Die erarbeiteten Maßnahmenskizzen stellen hierbei die Grundlage für folgende Detailplanungen zukünftiger Wärmewendeprojekte dar.

Do – Umsetzung:

In dieser Phase des Zyklus erfolgt die Umsetzung der geplanten Maßnahmen durch die genannten Akteure. Hierbei wird darauf geachtet, die vorgesehene Kosten- und Zeitplanung weitestgehend einzuhalten.

Check – Überprüfung:

Der Umsetzungsstatus der Maßnahmen wird anhand von vorher festgelegten Erfolgsindikatoren in regelmäßigen Abständen gemessen. Diese Indikatoren können sich je nach Maßnahme unterscheiden und können z.B. in Form von einer zu installierenden Leistung, einer zu erzielenden Sanierungsrate im Wohnsektor oder einer binären Abfrage, ob eine Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde oder nicht, dargestellt werden. Eine Bewertung des Umsetzungserfolges der Maßnahmen sollte neben den zu Beginn ausgewählten Erfolgsindikatoren auch noch die zum Zeitpunkt der Bewertung geltenden politischen und technologischen Rahmenbedingungen miteinbeziehen.

Act - Handlung

In der letzten Phase des Demingkreises werden die Erkenntnisse, die aus der Überprüfungsphase gewonnen werden konnten, auf die Weiterentwicklung des

Wärmeplans angewendet. So können bestehende Maßnahmen erweitert oder an neue Rahmenbedingungen, wie z.B. neue Gesetze und Förderrichtlinien oder Effizienzsteigerungen von einzusetzenden Technologien, angepasst werden. Ziel dieser Phase ist es den kommunalen Wärmeplan durch kontinuierliche Anpassungen an aktuelle Gegebenheiten zu verbessern und somit das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040 sicherzustellen.

Der hier beschriebene Zyklus sollte mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Ellwangen starten. Das Monitoring und Controlling des Wärmeplans sollten sinnhaft in einen Zuständigkeitsbereich der Stadt Ellwangen integriert und in einem regelmäßigen Turnus durchgeführt werden. Aufgrund des kurzen Zeithorizonts der kommunalen Wärmeplanung bis ins Zieljahr 2040 und der dynamischen politischen Entwicklung, empfiehlt es sich, diesen Abstand nicht zu groß zu wählen, um den Transformationspfad rechtzeitig an etwaige Änderungen von externen Faktoren anpassen zu können.

Schon vor der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 sollte eine Zwischenevaluation erfolgen. Diese kann beispielsweise durch die Erstellung einer aktuellen Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmesektors erfolgen (siehe Kapitel 3.4). So können die gesamtheitlichen Fortschritte des Wärmeplans auch mit ausschlaggebenden Zahlen, nämlich den verursachten Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauchsdaten, belegt werden und die Fortschritte der Wärmewende in Ellwangen verfolgt werden.

6.4 Fazit Wärmewendestrategie

Nachdem im Zielszenario definiert wurde, *was* bis 2040 in Ellwangen erreicht werden soll, wurde in der Wärmewendestrategie erörtert, *wie* es erreicht werden kann. Hierfür stellte die Findung von Maßnahmen und deren Priorisierung einen ersten Schritt dar. Es wurden Akteure benannt, die zu beteiligen sind und klares Ergebnis je Maßnahme definiert.

Bei den Maßnahmen wurde strategisch der Fokus auf die Wärmeerzeugung und -verteilung des geplanten Netzes in der Innenstadt gelegt. In Ellwangen gibt es durch eine flächendeckend hohe Wärmebedarfsdichte im Stadtkern eine gute Voraussetzung für deren Umsetzungserfolg und eine wirtschaftliche Darstellbarkeit. Die dichte Bebauung und der Sanierungszustand der Gebäude im Stadtkern erschwert den effizienten Einsatz von Wärmepumpen und es fehlt deshalb an Alternativen zur regenerativen Gebäudebeheizung. Deshalb ist es sinnvoll den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern jetzt schon eine Perspektive zu bieten, sich bei einem zukünftigen Austausch ihrer Heizung an ein Wärmenetz anzuschließen und damit eine stetig ansteigende Anschlussquote zu sichern.

Ein weiteres Fokusfeld der Maßnahmen stellt die Erzeugung von erneuerbarer Energie dar, welche für die Wärmewende notwendig sein wird. Die Stadt Ellwangen kommt ihrer Vorbildfunktion nach, indem sie PV-Anlagen auf den Dächern der eigenen Gebäude installiert.

Nach Anforderungen des KlimaG, soll mit der Umsetzung der prioritären Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, was die Zusammenarbeit sämtlicher Akteure in Ellwangen erfordert.

Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Ellwangen bis ins Jahr 2040 sicherzustellen, sollte der Fortschritt der Wärmewende fortlaufend evaluiert werden. Dies kann zum einen durch die regelmäßige Kontrolle der Maßnahmenumsetzungen anhand von ausgewählten Erfolgsindikatoren erfolgen. So kann schnell auf Änderungen der politischen, wirtschaftlichen oder technologischen Rahmenbedingungen reagiert werden und einzelne Maßnahmen können ggf. angepasst werden.

Gesamtheitlich kann der Erfolg der Wärmeplanung durch das Fortschreiben der Energie- und Treibhausgasbilanz aus Kapitel 3.4 bewertet werden. Hiermit sollte nicht erst zum Zeitpunkt der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Jahr 2030 begonnen werden, sondern schon früher, um den Transformationspfad ggf. durch das Hinzufügen von weiteren Maßnahmen in der Wärmewendestrategie zu beschleunigen.

7. Akteursbeteiligung

Die KEA BW empfiehlt in ihrem Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung eine frühzeitige Einbindung sämtlicher lokaler Akteure. Ihre „regionalen Kenntnisse und das Engagement“ seien „der Schlüssel zu einer erfolgreichen Wärmewendestrategie und Umsetzung in konkreten Projekten innerhalb der Kommune“ [1]. Für die Erstellung des kommunalen Wärmeplans wurden deshalb folgende Instrumente der Akteursbeteiligung ausgewählt und umgesetzt:

Regelmäßige Arbeitsgruppentreffen

Im Winter 2021 fand ein interner Auftakttermin mit Vertreterinnen und Vertretern der Stadt und den Stadtwerken Ellwangen, des regionalen Energieversorgers EnBW ODR und des beauftragten Ingenieurdienstleisters RBS wave statt. In diesem Termin wurden eine Arbeitsgruppe benannt und ein Rahmenterminplan für das Projekt festgelegt.

Im Anschluss daran, erfolgten über die gesamte Bearbeitungsphase regelmäßige Arbeitstreffen, die sowohl in Präsenz als auch per Videokonferenz stattfanden, in denen über den aktuellen Bearbeitungsstatus beraten wurde. Sämtliche Entscheidungen, die in diesen Arbeitstreffen getroffen wurden, wurden durch Präsentationsfolien oder Protokolle dokumentiert.

Unternehmensumfrage in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung

Im Frühjahr 2022 fand eine Unternehmensumfrage in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderung der Stadt Ellwangen statt. Diese Umfrage hatte zum einen das Ziel, Brennstoffverbräuche und Abwärmeaufkommen von Industrie und Gewerbe zu erfassen. Auf diese Art und Weise konnten Energieverbräuche aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern (z.B. Heizöl oder Pellets) erfasst werden, zu denen keinerlei Echt-daten von Versorgern vorliegen. Weiterhin konnte auf Basis der Umfrage eine Einordnung des Potenzials aus industrieller Abwärme in Ellwangen erfolgen. Die Umfrage hatte weiterhin das Ziel Akteure aus Industrie und Gewerbe über die Kommunale Wärmeplanung zu informieren und sie für das Projekt zu gewinnen. So wurde beispielsweise abgefragt, ob Interesse besteht, Firmengebäude an ein bestehendes Wärmenetz anzuschließen oder Abwärme ggf. in eines auszukoppeln. Die Daten wurden im Rahmen der Potenzialermittlung verwendet (siehe Kapitel 4.3.1) und können für weitere Detailplanungen von Wärmeverbänden in Ellwangen genutzt werden.

Wärmeplanungsmeetings

Während der Bearbeitungsphase der kommunalen Wärmeplanung erfolgten außerdem zwei Wärmeplanungsmeetings. Diese wurde in einem größeren Kreis und in Präsenz abgehalten, sodass auch Mitglieder der Stadtverwaltung, welche nicht Teil der Arbeitsgruppe waren, über die Zwischenergebnisse des Projekts informiert wurden.

Beteiligung Öffentlichkeit

Die Stadt Ellwangen hat bereits in 2021 mit der Erstellung ihres Kommunalen Wärmeplanes als Bestandteil der Kommunalen Wärmeplanung begonnen. Im Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes (KlimaG BW), das im Februar 2023 beschlossen wurde, wurde mit § 27 Abs. 3 Satz 3 KlimaG BW eine verpflichtende Öffentlichkeitsbeteiligung im Bereich der kommunalen Wärmeplanung ergänzt. Mit dieser Änderung werden im Zuge der verpflichtenden Öffentlichkeitsbeteiligung die wesentlichen Akteure der Beteiligung, die Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft sowie die Bürgerschaft, adressiert.

Zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Änderung des vorgenannten Gesetzes ist dieser Kommunale Wärmeplan weit fortgeschritten und wird im Herbst 2023 zum Abschluss gebracht. Daher erfolgt im August die Veröffentlichung des Entwurfs des Kommunalen Wärmeplans der Stadt Ellwangen auf der Internetpräsenz der Stadt zur Beteiligung der Öffentlichkeit. Flankiert wird der Bericht mit einer Umfrage zur Kommunalen Wärmeplanung (siehe Anhang 4) sowie dem Hinweis in der lokalen Tagespresse als auch im Stadtanzeiger, so dass jede Bürgerin und jeder Bürger über die Ellwanger Kommunale Wärmeplanung informiert ist. Die Detailergebnisse der Umfrage sind diesem Bericht unter Anhang 5 beigelegt.

Insgesamt haben 21 Bürgerinnen und Bürger an der Umfrage teilgenommen – 17 davon beim Online-Fragebogen und vier Personen vor Ort im Rathaus. Eine weitere Rückmeldung kam als Brief per Post. Zwei wesentliche Erkenntnisse kann man aus der Umfrage gewinnen: zum einen ist das Interesse an dem Anschluss an ein Fernwärmenetz sehr groß und zum anderen haben die Bürgerinnen und Bürger Beratungsbedarf in den Feldern Heizen und Sanieren. Aus diesem Grund wurde die Maßnahme 9 um die weiterführende Organisation von Beratungsmöglichkeiten durch das Energiekompetenzzentrum Ostalb und die Verbraucherzentrale vor Ort für die Bürgerschaft erweitert.

Öffentliche Gemeinderatssitzung

Zum Abschluss der Bearbeitungsphase im Herbst 2023 der kommunalen Wärmeplanung findet eine öffentliche Gemeinderatssitzung statt, an welcher die interessierte Bürgerschaft teilhaben kann. Hier soll noch einmal über alle vier Phasen, die Bestands- und Potenzialanalyse, das Zielszenario und die Wärmewendestrategie, berichtet werden und ein Ausblick auf Folgeprojekte geben, die sich durch die kommunale Wärmeplanung herauskristallisiert haben. Bei dieser Informationsveranstaltung gilt es, auf Fragen und Bedenken der Bürgerinnen und Bürger einzugehen, um sie für die Wärmewende in Ellwangen zu gewinnen. Nur durch das Mitwirken einer engagierten Bürgerschaft kann die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung gelingen, denn sie ist der Schlüsselakteur, wenn es um die notwendige Sanierung von Wohngebäuden oder den Austausch von fossilen hin zu regenerativen Brennstoffen geht.

Ausblick

Spätestens mit Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans beginnt der Umsetzungsprozess der definierten Maßnahmen aus der Wärmewendestrategie. Hierbei sollte eine kontinuierliche Kommunikation mit den relevanten Akteuren erfolgen. Ein erster Schritt stellt dabei die Veröffentlichung dieses Abschlussberichts und die Berichterstattung durch die Lokalpresse dar.

Weiterhin können sämtliche Daten, die in diesem Bericht in Kartenform abgedruckt werden, in einem sogenannten Bürger-GIS bzw. dem GeoPortal veröffentlicht werden und mit weiteren Informationen angereichert werden. Ziel ist es, dass sich Bürgerinnen und Bürger über die Versorgungsperspektiven in ihrem Viertel oder in ihrer Straße informieren können. Gerade beim Bau von Wärmenetzen, ist es unabdingbar eine entsprechend hohe Anschlussquote sicherzustellen. Nur so kann die wirtschaftliche Darstellbarkeit des Bauvorhabens und des zukünftigen Betriebs gewährleistet werden. Eine frühzeitige Information von Anwohnenden über Bauvorhaben dieser Art ist hierfür in jedem Fall förderlich, da sie ihnen eine Perspektive bietet und damit Einfluss auf den künftigen Heizungstausch nehmen kann.

Grundsätzlich wird empfohlen, sämtliche Akteure in Ellwangen stärker in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren, sie regelmäßig über Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und sie zur Mitarbeit zu animieren. Es gilt eine Aufbruchstimmung hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu vermitteln, denn der Erfolg der Wärmewende kann nicht ausschließlich durch die Stadtverwaltung und die Stadtwerke gewährleistet werden, sondern liegt mit in den Händen aller Bürgerinnen und Bürger der Stadt Ellwangen.

8. Schlussbetrachtung

Der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Ellwangen hat die vier Hauptbestandteile gemäß KlimaG BW – Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario 2040 und Wärmewendestrategie – hinsichtlich der verwendeten Daten und Methodiken sowie der erzielten Ergebnisse dargelegt. Darüber hinaus wurden die durchgeführten Maßnahmen im Bereich der Akteursbeteiligung skizziert.

In der **Bestandsanalyse** wurde die Gemeinde- und Gebäudestruktur in Ellwangen betrachtet. Die Beheizungsstruktur wies im Basisjahr 2020 einen Anteil fossiler Einzelheizungen von 82 % aus. 92 % der verursachten Emissionen, die dem Wärmesektor zugeordnet werden konnten, sind auf diese Heizungen zurückzuführen. Mit Blick auf die Sektoren entfiel mehr als die Hälfte des Endenergiebedarfs und der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen auf den Wohnsektor. Die Stadtverwaltung Ellwangen nimmt eine Vorbildfunktion ein und kann mit den kommunalen Gebäuden ca. 4 % des Endenergieverbrauchs und damit ca. 2 % der Emissionen im Wärmesektor direkt beeinflussen.

In der **Potenzialanalyse** wurden Potenziale zur Strom- und Wärmeversorgung untersucht. Im Zeithorizont bis zum Jahr 2040 könnte, bei einer Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate auf 2 % im Wohnsektor, der Wärmebedarf um bis zu 8 % gesenkt werden. Aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte liegt im Kernstadtgebiet Ellwangen flächendeckend eine Wärmenetzeignung vor. Des Weiteren wurden Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme im Industriegebiet Neunheim identifiziert. Großes Potenzial bietet die Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen sowie durch Windkraftanlagen. Das lokale Potenzial der Verwertung von Energie- und Restholz kann zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung im einstelligen Prozentbereich beitragen. Potenzial zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist in Ellwangen großflächig vorhanden und kann für die regenerative Wärmeversorgung des Konversionsareal in der Südstadt eine Rolle spielen. Es wird erwartet, dass die Wärmeerzeugung durch Wasserstoff bis 2030 nur eine untergeordnete Rolle spielen wird. Langfristig wird von den Stadtwerken Ellwangen aber ein Anschluss an das European-Hydrogen Backbone-Netz erwartet, welches eine flächendeckende Wasserstoffversorgung gewährleisten würde.

Zur Erarbeitung des klimaneutralen **Zielszenarios** für Ellwangen wurde das Stadtgebiet in 56 Teilgebiete aufgeteilt und diese hinsichtlich ihrer Wärmenetzeignung bewertet. Das festgelegte Zielszenario beinhaltet den Ausbau von Wärmenetzen im Stadtgebiet mit einer angestrebten Anschlussquote von mindestens 50 %. Daraus resultiert im Zielszenario 2040 ein Wärmenetzanteil von rund 42 % an den installierten Heizungen. Die verbleibenden Heizungssysteme sind Luft- oder Erdwärmepumpen und Pelletheizungen mit Solarthermieunterstützung sowie vereinzelt Wasserkessel für Industrieprozesse. Die Ergebnisse des Zielszenarios wurden auf die ausgewiesenen Teilgebiete heruntergebrochen und die zukünftige Entwicklung der Wärmeerzeugung, die verfügbaren regenerativen Potenziale und die geschätzten

Wärmepreise der Einzelversorgung und von klimaneutralen Wärmenetzen in Teilgebietssteckbriefen dokumentiert. Abschließend wurde dargestellt, wie sich die Entwicklungen des Zielszenarios auf die zukünftige Stromnachfrage und den Betrieb der Gasnetze in Ellwangen auswirken können.

Der Bestandteil **Wärmewendestrategie** erörterte die Festlegung von konkreten Umsetzungsmaßnahmen und deren Priorisierung. Bei den Maßnahmen wurde strategisch der Fokus auf die Wärmeerzeugung bzw. -verteilung des geplanten Netzes in der Innenstadt gelegt. Ein weiteres Feld der Maßnahmen stellt die Erschließung von erneuerbaren Energiepotenzialen dar. Hierbei bietet sich z.B. die Installation von PV-Anlagen auf kommunalen Gebäuden an. Nach Anforderungen des KlimaG BW, soll mit der Umsetzung der prioritären Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden, was die Zusammenarbeit sämtlicher Akteure in Ellwangen erfordert. Um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung in Ellwangen bis ins Jahr 2040 sicherzustellen, sollte der Fortschritt der Wärmewende fortlaufend evaluiert und die Planungen angepasst werden.

Die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans sollte durch eine kontinuierliche Kommunikation mit den relevanten **Akteuren** begleitet werden. Diese wurden bereits im Projektverlauf identifiziert und in verschiedenen Beteiligungsformaten in die Wärmeplanung miteinbezogen. Darüber hinaus wurde empfohlen, sämtliche Akteure in Ellwangen stärker in die Maßnahmenumsetzung zu involvieren, sie regelmäßig über die Fortschritte auf dem Transformationspfad zu informieren und zur Mitarbeit zu animieren.

9. Quellenverzeichnis

- [1] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, „Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publicationen/Energie/Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-barrierefrei.pdf
- [2] KEA BW, „Formular zur Erhebung der Abwärme in Unternehmen“. 2022.
- [3] LGL Baden-Württemberg, „ALKIS-Liegenschaftsdaten für die Stadt Ellwangen“. n.D.
- [4] Stadt Ellwangen, „Auflistung der kommunalen Liegenschaften“. 2022.
- [5] infas 360 GmbH, „Hauskoordinaten mit Gebäudeparametern (Baujahresklassen, Gebäudetyp)“. n.D.
- [6] Bezirksschornsteinfeger der Kehrbezirke in Ellwangen, „Auszüge aus dem elektronischen Kkehrbuch“. n.D.
- [7] Stadtwerke Ellwangen GmbH, „Erdgasverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [8] EnBW ODR AG, „Wärmestromverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [9] Stadtwerke Ellwangen GmbH, „Wärmeverbrauchsdaten 2020“. 2022.
- [10] Dr. Max Peters *u. a.*, „Technikkatalog kommunale Wärmeplanung - Version 1.0“, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 2022.
- [11] Deutscher Wetterdienst, „Klimafaktoren (Jan 2009 - Jul 2020)“. <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html> (zugegriffen 9. Januar 2023).
- [12] G. Luderer, C. Kost, und Dominika, „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich“, S. 359 pages, 2021, doi: 10.48485/PIK.2021.006.
- [13] Martin Kaltschmitt, Wiese Andreas, und Streicher Wolfgang, *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*, 3. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- [14] LUBW, „Daten- und Kartendienst der LUBW“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>
- [15] *Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW)*. 2023.
- [16] Regionalverband Ostwürttemberg, „Infoblatt 1: Ausbau der Erneuerbaren Energien - Teilfortschreibung des Regionalplans“. Juni 2023.
- [17] Regionalverband Ostwürttemberg, „Teilfortschreibung Erneuerbare Energien - Regionalplan Ostwürttemberg, Kapitel 4.2.3 Erneuerbare Energien“. Oktober 2021.
- [18] Stadt Ellwangen, „Datenlieferung Potenzialanalyse Abfallstoffe“. 2023.
- [19] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, „Landwirtschaftlich genutzte Fläche seit 1979 nach Hauptnutzungsarten Stadt Ellwangen“. 2021.
- [20] Viehbestandserhebung, „Viehhaltung der Landwirtschaftlichen Betriebe“. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2021.
- [21] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank“. 30. Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_adb
- [22] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>“, 2022.
- [23] Dr. Max Peters, Dr. Johannes Miocic, Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff, und Dr. Volker Armbruster, „Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg“. 2022.
- [24] Dipl.-Ing. G. Zeiser und Dipl.-Ing. (FH) K. Deis, „Ellwangen, Erneuerungsbereich Mühlberg: Erdwärmesonden - Dokumentation und Auswertung zweier Thermal-Response-Tests“. 29. Juni 2023.
- [25] Hochwasservorhersagezentrale Baden-Württemberg, „HVZ-Pegelkarten“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/map_peg.html

- [26]H. Kammer, *Thermische Seewassernutzung in Deutschland: Bestandsanalyse, Potential und Hemmnisse seewasserbetriebener Wärmepumpen*. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Vieweg, 2018. doi: 10.1007/978-3-658-20901-8.
- [27]Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“. 15. September 2022.
- [28]Erdmann, Georg & Dittmar, Lars, *Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland*. 2010.
- [29]prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut, „Klimaneutrales Deutschland 2045 - Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann“. 2021.
- [30]KEA BW, „Muster-Leistungsverzeichnis zur Vergabe und Ausschreibung von kommunalen Wärmeplänen“. 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/LV_KWP_KEA_BW.docx
- [31]Stadt Ellwangen, „Informationen zum Rathaus“, *Tourist-Information Ellwangen*, 27. Juni 2023. <https://www.ellwangen-tourismus.de/gaeste/entdecken-erleben/sehenswertes/haeuser-denkmaeler/rathaus>

Anhang

Anhang 1: Verwendete Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung [10]

Brennstoff	Emissionsfaktor in kg CO ₂ / kWh		
	2020	2030	2040
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Holz	0,022	0,022	0,022
Biogas	0,090	0,086	0,083
Abwärme	0,040	0,038	0,037
Wärmenetze Ellwangen	0,140		
Strommix	0,409	0,270	0,151

Anhang 2: Aufteilung Wärmebedarfe von Wohngebäuden

Gebäudetyp	Anteil Warmwasser	Anteil Raumwärme
EFH bis 1918	9%	91%
EFH 1919_1948	9%	91%
EFH 1949_1957	10%	90%
EFH 1958_1968	10%	90%
EFH 1969_1978	10%	90%
EFH 1979_1983	12%	88%
EFH 1984_1994	12%	88%
EFH 1995_2001	12%	88%
EFH 2002_2009	12%	88%
EFH 2010_2020	17%	83%
EFH ab 2020	53%	47%
DH_RH bis 1918	19%	81%
DH_RH 1919_1948	21%	79%
DH_RH 1949_1957	16%	84%
DH_RH 1958_1968	21%	79%
DH_RH 1969_1978	21%	79%
DH_RH 1979_1983	26%	74%
DH_RH 1984_1994	26%	74%
DH_RH 1995_2001	26%	74%
DH_RH 2002_2009	26%	74%
DH_RH 2010_2020	32%	68%
DH_RH ab2020	69%	31%
MFH bis 1918	13%	87%
MFH 1919_1948	8%	92%
MFH 1949_1957	13%	87%
MFH 1958_1968	17%	83%
MFH 1969_1978	19%	81%
MFH 1979_1983	22%	78%
MFH 1984_1994	22%	78%
MFH 1995_2001	22%	78%
MFH 2002_2009	22%	78%
MFH 2010_2020	33%	67%
MFH ab 2020	86%	14%
GMH bis 1918	13%	87%
GMH 1919_1948	12%	88%

GMH 1949_1957	15%	85%
GMH 1958_1968	17%	83%
GMH 1969_1978	17%	83%
GMH 1979_1983	23%	77%
GMH 1984_1994	23%	77%
GMH 1995_2001	30%	70%
GMH 2002_2009	30%	70%
GMH 2010_2020	35%	65%
GMH ab 2020	54%	46%
HH bis 1918	22%	78%
HH 1919_1948	22%	78%
HH 1949_1957	22%	78%
HH 1958_1968	22%	78%
HH 1969_1978	25%	75%
HH 1979_1983	26%	74%
HH 1984_1994	26%	74%
HH 1995_2001	33%	67%
HH 2002_2009	33%	67%
HH 2010_2020	34%	66%
HH ab 2020	72%	28%

Anhang 3: Aufteilung Wärmebedarfe von Industrie & GHD sowie von öffentlichen Gebäuden

Gebäudefunktion	Anteil Raumwärme	Anteil Warmwasser	Anteil Prozesswärme
Allgemeinbildende Schule	69%	31%	0%
Bauhof	83%	17%	0%
Bibliothek, Bücherei	91%	9%	0%
Feuerwehr	88%	12%	0%
Friedhofsgebäude	88%	12%	0%
Gebäude für Sportzwecke	71%	29%	0%
Gemeindehaus	86%	14%	0%
Gericht	88%	12%	0%
Hallenbad	72%	28%	0%
Hochschulgebäude	91%	9%	0%
Kapelle	88%	12%	0%
Kindergarten	74%	26%	0%
Kirche	88%	12%	0%
Krankenhaus	50%	32%	18%
Museum	88%	12%	0%
Polizei	88%	12%	0%
Rathaus	88%	12%	0%
Sanatorium	73%	27%	0%
Seniorenheim	73%	27%	0%
Sporthalle	76%	24%	0%
Veranstaltungsgebäude	87%	13%	0%
Verwaltungsgebäude	88%	12%	0%
Wohn- und Betriebsgebäude	75%	25%	0%

Wohn- und Bürogebäude	86%	14%	0%
Wohn- und Geschäftsgebäude	86%	14%	0%
Wohn- und Verwaltungsgebäude	88%	12%	0%
Wohn- und Wirtschaftsgebäude	75%	25%	0%
Betriebsgebäude	100%	0%	0%
Bürogebäude	86%	14%	0%
Fabrik	0%	0%	100%
Gaststätte	50%	50%	0%
Gebäude für Vorratshaltung	100%	0%	0%
Geschäftsgebäude	86%	14%	0%
Hotel	36%	64%	0%
Jugendherberge	55%	45%	0%
Kiosk	88%	12%	0%
Post	86%	14%	0%
Tankstelle	86%	14%	0%
Werkstatt	100%	0%	0%
Wirtschaftsgebäude	100%	0%	0%

Anhang 4: Fragebogen im Rahmen der Bürgerbeteiligung

Bürgerbeteiligung Kommunale Wärmeplanung Stadt Ellwangen



August 2023

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

Klimaneutralität und Nachhaltigkeit sind die Zukunftsthemen, die wir jetzt angehen müssen. Aber das geht nur gemeinsam - mit vereinten Kräften und mit Ihnen.

Gemeinsam mit unserem regionalen Energieversorger EnBW ODR AG und der Unterstützung der Stadtwerke Ellwangen haben wir uns dem Thema kommunale Wärmeplanung gestellt - mit dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung in Ellwangen.

Jetzt sind Sie als Bürger*in gefragt. Den Entwurf unseres Wärmeplans inklusive Anlage haben wir Ihnen auf unserer Homepage zur Verfügung gestellt und sind gespannt auf Ihr Feedback!

Bitte nehmen Sie sich doch fünf Minuten Zeit und beantworten Sie die folgenden Fragen bis 28. September 2023. Ihre Rückmeldung werden wir im finalen Wärmeplan berücksichtigen.

Besten Dank schon im Voraus für Ihre Beteiligung!

Ihr Oberbürgermeister
Michael Dambacher

War der kommunale Wärmeplan für Sie hilfreich als Entscheidungshilfe bei der Auswahl Ihrer künftigen Heizung?

ja

nein

weiß nicht

Wünschen Sie sich zu einem oder mehreren der folgenden Themen weiterführende Informationen?

Sanierungsmöglichkeiten und dazugehörige Förderprogramme

Photovoltaik - Möglichkeiten und Förderungen

Solarthermie - Möglichkeiten und Förderungen

Heizungstausch - welche Optionen und Förderungen gibt es?

Haben Sie Interesse an einem Anschluss ans Fernwärmenetz?

ja

nein

Wie viele Sterne vergeben Sie für den Wärmeplan der Stadt Ellwangen insgesamt?



Hier können Sie bei Bedarf noch Anmerkungen ergänzen.

1000

Senden

Anhang 5: Detailergebnisse Bürgerbeteiligung Entwurf Kommunale Wärmeplanung

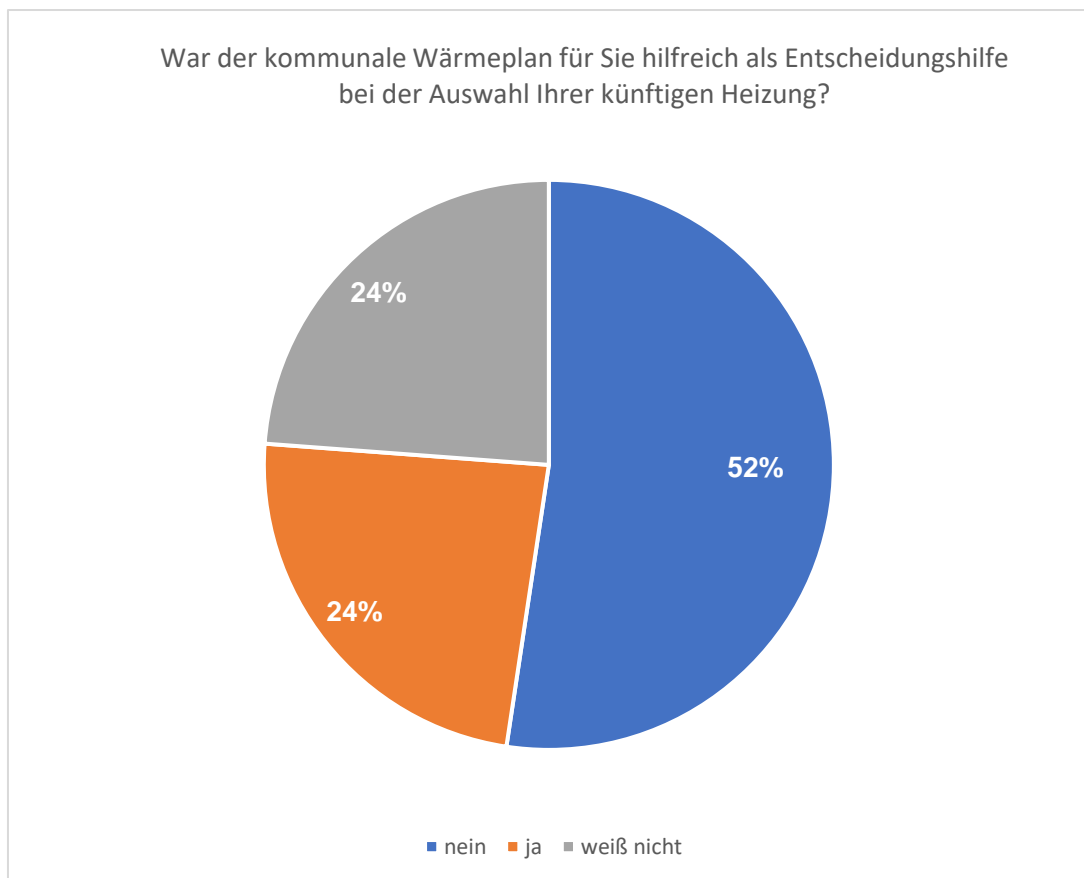
Im Folgenden sind die Ergebnisse der Umfrage zusammengefasst.

Zeitraum:	28. August bis 28. September 2023
Anzahl Teilnehmer gesamt:	21
<i>davon online</i>	17
<i>davon vor Ort</i>	3

War der kommunale Wärmeplan für Sie hilfreich als Entscheidungshilfe bei der Auswahl Ihrer künftigen Heizung?

Antworten	Anzahl	Prozentsatz
nein	11	52 %
ja	5	24 %
weiß nicht	5	24 %

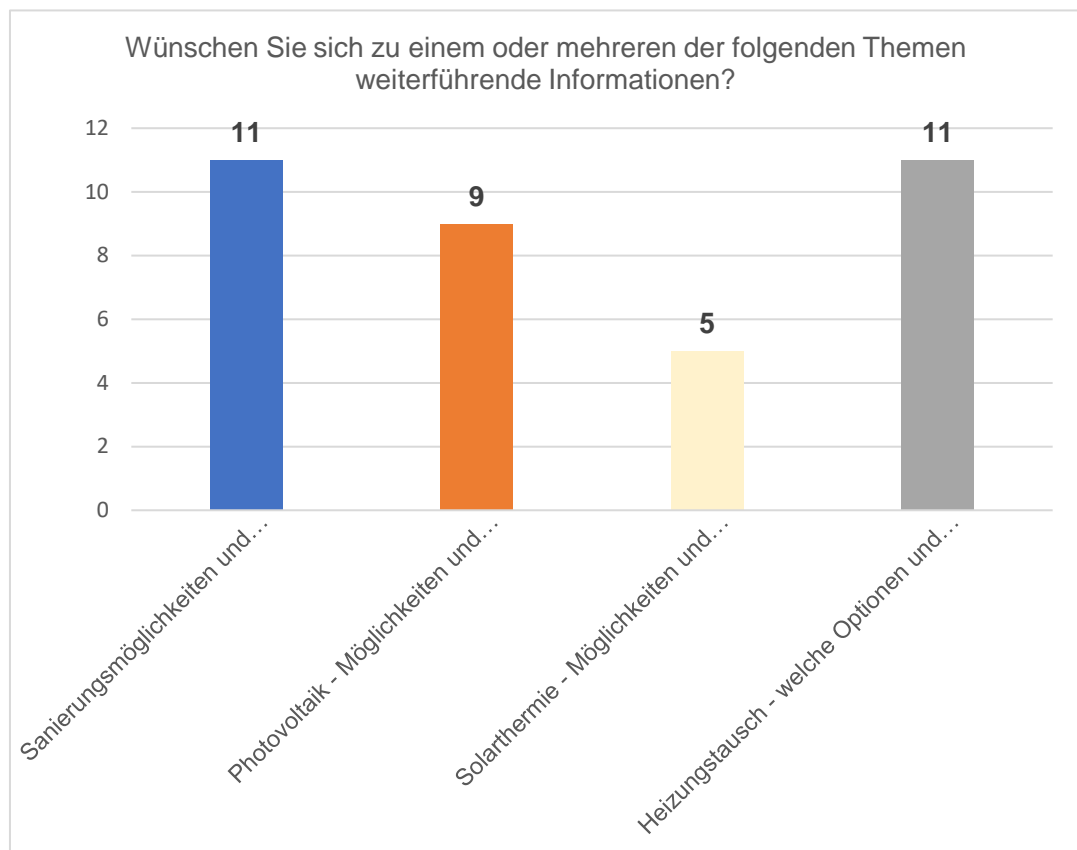
Beantwortet: 21 Übersprungen: 0



Wünschen Sie sich zu einem oder mehreren der folgenden Themen weiterführende Informationen?

Antworten	Anzahl
Sanierungsmöglichkeiten und dazugehörige Förderprogramme	11
Photovoltaik - Möglichkeiten und Förderungen	9
Solarthermie - Möglichkeiten und Förderungen	5
Heizungstausch - welche Optionen und Förderungen gibt es?	11

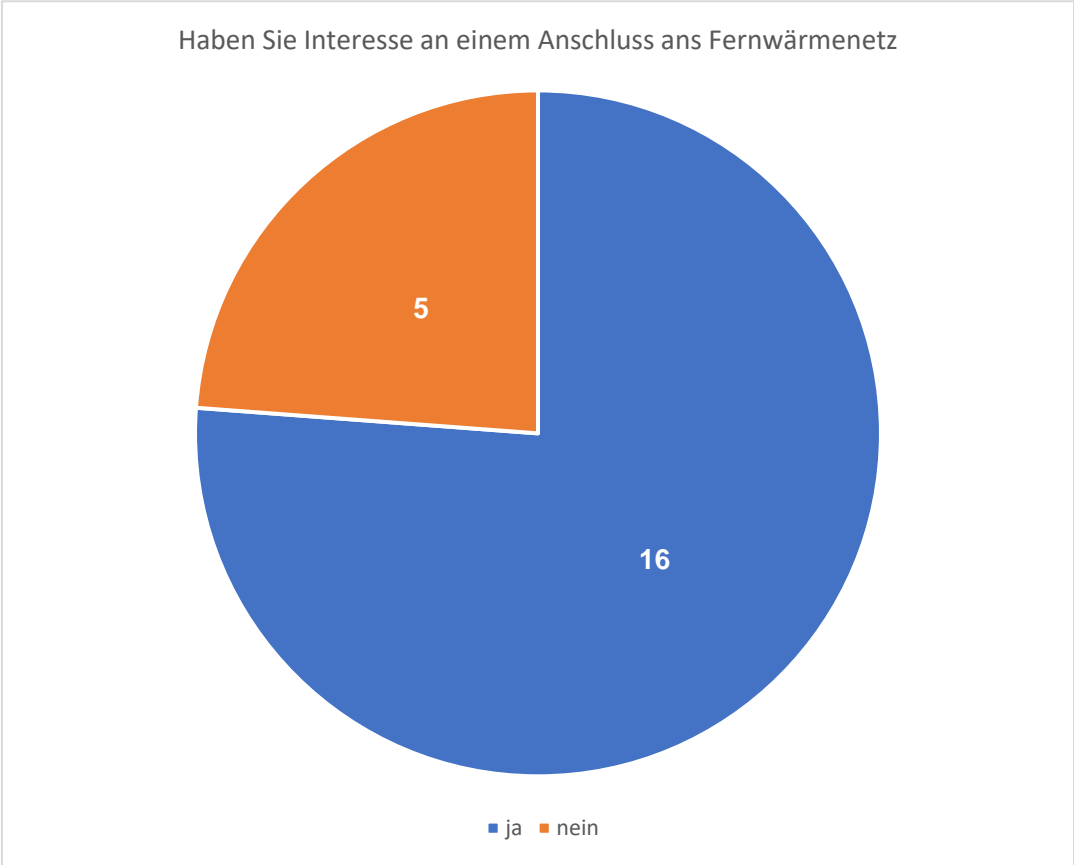
Beantwortet: 14 Übersprungen: 7



Haben Sie Interessen an einem Anschluss ans Fernwärmenetz?

Antworten	Anzahl	Prozentsatz
ja	16	76,2 %
nein	5	23,8 %

Beantwortet: 21 Übersprungen: 0

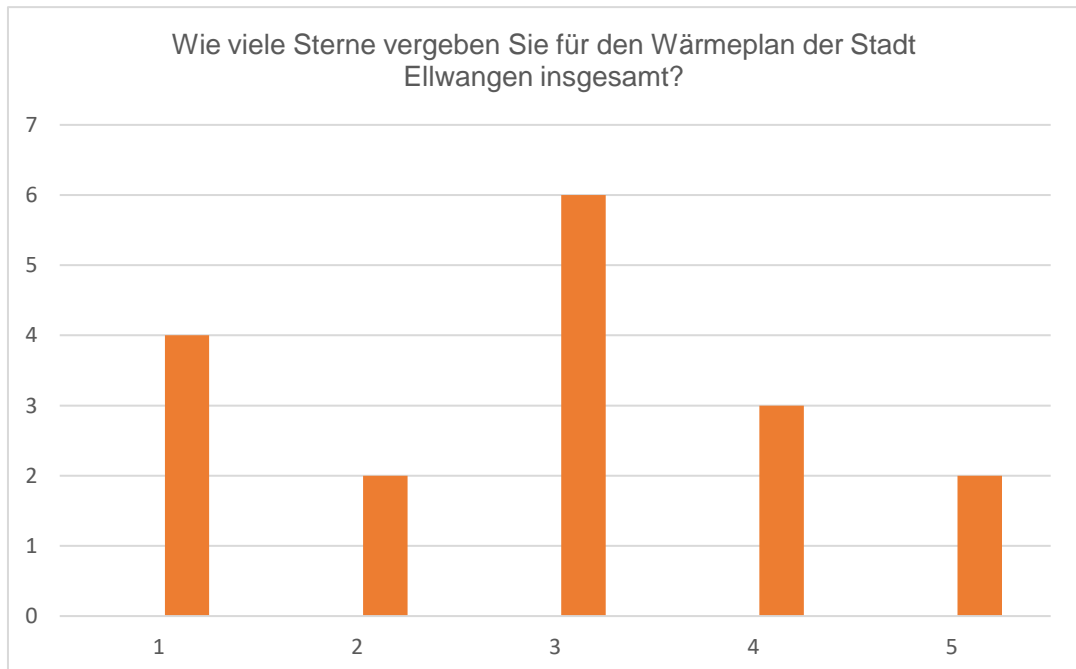


Wie viele Sterne vergeben Sie für den Wärmeplan der Stadt Ellwangen insgesamt?

Antworten	Anzahl
1 Stern	4
2 Sterne	2
3 Sterne	6
4 Sterne	3
5 Sterne	2

Beantwortet: 17 Übersprungen: 4

Durchschnitt 2,8



Hier können Sie bei Bedarf noch Anmerkungen ergänzen:

Antworten

Welche Möglichkeit zum Anschluss an ein Fernwärmenetz besteht für Privathaushalte im Stadtgebiet von Ellwangen?

Sehr geehrte Damen und Herren, unser Gebäude, errichtet in den 60er-Jahren., befindet sich im Bereich Ellwangen I - Erweiterung ist vorgesehen. Wir heizen derzeit mit Öl. Ich konnte dem Plan bei grober Durchsicht nicht entnehmen, welche Massnahmen im Bereich Fernwärme hier und zu welchem Zeitpunkt konkret vorgesehen sind. Unser grundsätzliches Interesse an Fernwärme ist vorhanden. Jedoch können wir ohne dass konkrete Zahlen vorliegen keine Entscheidung treffen. Wir wünschen uns vertiefende Infos dazu. Folgen Bürgerinfos? Bis wann gibt es konkrete Angebote?

Kartenbeschriftungen sind nicht/schlecht lesbar.

Ich plane den Abriss eines Gebäudes im Hinterhof - Marienstraße. Dort könnte ein Blockheizkraftwerk entstehen.

Es ist traurig, dass die größte Teilgemeinde im OT Röhlingen-S keine Fernwärme bekommen kann, das ist Nicht Zukunftsweisend

Es ist nicht ersichtlich, welche Investitionen Haushalte mit Gasversorgung aufgrund der Umstellung auf Niedrigwärme haben werden. Insgesamt ist der Bericht für Fachleute sehr gut... es wäre toll, wenn Sie diesen für die Bürger kürzer und verständlicher machen könnten... vor allem in Bezug auf die möglichen Kosten.

Daten veraltet Formelle Fehler Urheber nicht ersichtlich

Bitte erweitern bzw. planen sie doch den kombinierten Aufbau eines Kältenetzes. Dies ist bereits gängige Praxis in größeren Kommunen z.b. In der Schweiz oder Frankreich. Der Klimawandel macht auch vor Ellwangen nicht halt und der Kältebedarf wird auch hier massiv zunehmen. Also warum nicht gleich weiter denken und die nötige Infrastruktur gleich mitschaffen und Synergie- /Skaleneffekte bei der Kälteerzeugung nutzen.

Aalen betreibt Förderprogramme für Bäume, Photovoltaikanlagen und weitere Maßnahmen. Das sind doch auch Möglichkeiten für Ellwangen. Ähnlich wie Angebote im Supermarkt erfreut sich jeder Kunde an Vergünstigungen.

227 Seiten zu hoher und unverständlicher Umfang. Die Grafiken zu hoch gerastert, Wohngebiete im Detail nicht erkennbar; Und gerade das wäre interessant. Fazit: Für normal-Bürger nicht nachvollziehbar

Ich habe großes Interesse an der "Neuaufnahme Nahwärmenetz Klosterfeld", vor allem Hausanschluss Kottenwiesen

Wärmeplanung Rindelbach

Beantwortet: 12 Übersprungen: 7