Kommunaler Wärmeplan für die Stadt Leonberg

Endbericht

Leonberg/Lampertheim, 23.05.2024

Impressum

Auftraggeberin:

Stadtverwaltung Leonberg
Belforter Platz 1
71229 Leonberg
Telefon 07152 990-3000
www.leonberg.de

Ansprechpartner:
Klaus Brenner
Bürgermeister

Auftragnehmerin:

EnergyEffizienz GmbH
Gaußstraße 29a
68623 Lampertheim
Telefon: 06206/5803581
E-Mail: m.wenzel@e-eff.de
Web: www.e-eff.de

Projektleitung:
Maren Wenzel, M.Eng.

Projektteam:
Leonie Bremer M.Sc.
Silvia Drohner B.Sc.
Johanna Müggenborg, M.Sc.
Sophie Weisenbach, B.Eng.

greenventory GmbH
(im Unterauftrag)
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau
Telefon: 0761/76994160
E-Mail: info@greenventory.de
Web: www.greenventory.de

Projektteam:
Maria Enders, M.Sc.
Linus Nett, M.Sc.

Inhalt

1. Einleitung und Zusammenfassung 6
1.1 Hintergrund 6
1.2 Aufbau des Wärmeplans 6
1.3 Zentrale Ergebnisse 7
1.4 Nächste Schritte zur Wärmewende in Leonberg 8
1.5 Alle Fakten zu Leonberg in der Übersicht 10
2. Grundlagen 11
2.1 Methodik und Aufbau des Wärmeplans 11
2.2 Datenerfassung / Methodik 12
2.2.1 Bestandsanalyse 12
2.2.2 Potenzialanalyse 12
2.2.3 Zielszenario 13
2.2.4 Wärmewendestrategie 13
2.3 Datenschutz 13
3 Bestandsanalyse 14
3.1 Datenerhebung 14
3.2 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug 15
3.3 Gebäudebestand 15
3.4 Wärmebedarf 20
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger 23
3.6 Eingesetzte Energieträger 26
3.7 Erdgasinfrastruktur 28
3.8 Stromnetze 28
3.9 Wärmenetze 29
3.10 Wärmeerzeuger der Nahwärme 29
3.11 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung 30
3.12 Zusammenfassung Bestandsanalyse 33
4 Potenzialanalyse 34

4.1 Potenzialanalyse im Kontext der kommunalen Wärmeplanung 34
4.2 Erfasste Potenziale 34
4.3 Methode: Indikatorenmodell 35
4.3.1 Ziele der Potenzialerhebung und Limitationen 39
4.3.2 Potenziale zur Stromerzeugung 39
4.3.3 Windkraft 41
4.3.4 Thermische Potenziale 42
4.3.5 Geothermie 44
4.3.6 Biomasse 48
4.3.7 See- und Flusswärme 48
4.3.8 Solarthermie (Freifläche) 49
4.3.9 Photovoltaik (Freifläche) 50
4.3.10 Dachflächenpotenziale 51
4.3.11 Solarthermie (Dachflächen) 52
4.3.12 Photovoltaik (Dachflächen) 52
4.3.13 Luftwärmepumpen 53
4.3.14 Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen 54
4.3.15 Tiefengeothermie 54
4.3.16 Abwärme aus Abwasser 54
4.4 Potenziale für Sanierung 55
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstofferzeugung 56
4.6 Eignungsgebiete für Wärmenetze 56
4.7 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete: 57
4.8 Eignungsgebiete für Wärmenetze 58
4.9 Geplante Neubaugebiete 69
4.10 Zusammenfassung und Fazit für die Versorgung von Leonberg mit erneuerbarer Wärme 69
5 Simulation des Zielszenarios 71
5.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs 72
5.2 Ermittlung zukünftiger Wärmeerzeuger 73

5.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung ... 75
5.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger ... 76
5.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen ... 77
5.6 Zusammenfassung des Zielszenarios ... 79
5.7 Perspektiven der Gasversorgung und des Gasnetzes in Leonberg ... 81
6 Wärmewendestrategie ... 83
6.1 Prioritäre Maßnahmen ... 83
6.2 Ergänzende Maßnahmen ... 96
6.2.1 Technische Maßnahmen ... 97
6.2.2 Maßnahmen Einzelgebäude ... 99
6.2.3 Maßnahmen für kommunale Gebäude ... 101
6.2.4 Zentrale Strom- und Wärmeversorgung ... 102
6.2.5 Strukturelle Maßnahmen ... 104
6.2.6 Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit ... 106
7 Kommunikation und Beteiligung ... 107
Literaturverzeichnis ... 110
Tabellenverzeichnis ... 112
Abbildungsverzeichnis ... 113
Abkürzungsverzeichnis ... 115

1. Einleitung und Zusammenfassung

1.1 Hintergrund

Eine umfassende Wärmewende in Deutschland ist von großer Bedeutung und Dringlichkeit, da der Wärmesektor hierzulande einen Großteil des Endenergieverbrauchs ausmacht, dieser bislang aber nur in unzureichendem Maße klimaverträglich durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Damit im Wärmesektor die übergeordneten Klimaschutzziele erfüllt werden, sind weitreichende Maßnahmen zur Sicherstellung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Versorgung erforderlich.

Als wegweisende Maßnahme für die Wärmewende verpflichtet das Land Baden-Württemberg mit seinem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW) Große Kreisstädte und Stadtkreise zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung. So soll das Landesziel einer Klimaneutralität bis 2040 entscheidend unterstützt werden. Inzwischen sind weitere Bundesländer dem Vorbild Baden-Württembergs gefolgt, und auch die Bundesregierung hat ein Wärmeplanungsgesetz in den Bundestag eingebracht, das zum Jahresbeginn 2024 in Kraft getreten ist.

Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Leonberg die vorliegende Wärmeplanung erarbeiten lassen. Auf Basis einer Ausschreibung hat die Stadtverwaltung Leonberg die EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim mit der Erarbeitung der Wärmeplanung beauftragt. Im Unterauftrag war zudem die greenventory GmbH an der Konzepterstellung beteiligt. Das jeweilige Firmenlogo in der Kopfzeile kennzeichnet die schwerpunktmäßig erarbeiteten Inhalte der Projektpartner. Die Wärmeplanung bildet die strategische Grundlage für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt. Zugleich erfüllt die Stadt Leonberg mit der vorliegenden Wärmeplanung die Verpflichtung gemäß KlimaG BW.

1.2 Aufbau des Wärmeplans

Der vorliegende Wärmeplan ist im Anschluss an dieses einleitende Kapitel wie folgt aufgebaut:

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeitung dar. Dies sind insbesondere die Projektphasen und der organisatorische Rahmen, Grundbegriffe und Definitionen sowie die angewendete Methodik.
- Kapitel 3 widmet sich dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung in Leonberg (Bestandsanalyse).
- Kapitel 4 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme in Leonberg bestehen (Potenzialanalyse).
- Kapitel 5 entwickelt ein Zielszenario für das Jahr 2040 sowie – als Zwischenetappe – für das Jahr 2030.

- Kapitel 6 basiert auf den vorherigen Arbeitsschritte eine Wärmewendestrategie mit konkreten Maßnahmen für die nächsten fünf Jahre im Fokus.
- Kapitel 7 zeigt den partizipativen Charakter der Planerarbeitung für Leonberg auf. Für die Erarbeitung des Wärmeplans bildete die Beteiligung und Einbindung lokaler und regionaler Akteurinnen und Akteure eine wesentliche Basis.

Der Aufbau folgt damit den Vorgaben des Leitfadens der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zur kommunalen Wärmeplanung.

1.3 Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in Leonberg basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe ist, die dringenden Handlungsbedarf offenbart. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa 85 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen und Gebäudeanzahl ausmacht. Mit 1.570 Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, sowie insgesamt 4.287 Anlagen, die mindestens 20 Jahre alt sind, besteht absehbar ein erheblicher Sanierungsdruck. Dies verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, bietet jedoch auch eine wertvolle Gelegenheit, um nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungslösungen zu implementieren.

Die **Potenzialanalyse** hat ein großes Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen und Luftwärmepumpen identifiziert. Diese Potenziale sollten genutzt und geeignete Flächen definiert werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Ausbau von Photovoltaik auf Freiflächen und dem Dach, das den Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung signifikant steigern kann. In der Analyse identifizierte Abwärmequellen sollten möglichst weiter untersucht und erschlossen werden. Ein weiteres Kosten- und Emissionssenkungspotenzial besteht insbesondere durch die Möglichkeit, über Wärmenetze Teile des Stadtgebiets zu versorgen. Aufgrund verschiedener Kriterien wie insbesondere der Wärmeliniendichte wurden hierfür Teilgebiete identifiziert.

Im **Zielszenario** wird dementsprechend anvisiert, die ermittelten Potenziale möglichst weitgehend zu realisieren, mit besonderem Fokus auf Wärmenetze, Wärmepumpen, Photovoltaik und Solarthermie, Windkraft, oberflächennahe Geothermie sowie Energieeinsparung. Im Zieljahr 2040 resultiert dies plangemäß in einem Energiemix zur Wärmeversorgung, der durch regenerative Energienutzung zur Wärmebereitstellung und einen reduzierten Wärmebedarf geprägt ist. Das Ziel der Klimaneutralität wird somit erreicht.

Die **Wärmewendestrategie** stellt dar, welche kommunalen Maßnahmen zur Erreichung des zuvor dargestellten Zielszenarios beitragen können. Mit höchster Priorität aus gesamtstädtischer Perspektive werden folgende Maßnahmen empfohlen:

1) Machbarkeitsstudien für eine mögliche Umsetzung von Wärmenetzen und zur Erschließung von verfügbaren, erneuerbaren Energien in den Untersuchungsgebieten

1- 9. Auf dem Gebiet der Altstadt liegt auf Grund der dort vorherrschenden Siedlungsstruktur eine hohe Priorität. Eine Umrüstung der Einzelversorgung mit einem entsprechenden Anteil an erneuerbaren Energien kann hier nur bedingt erfolgen.

2) Informationskampagne zu Wärmepumpen und Photovoltaik zur flächendeckenden Unterstützung der Realisierung der hierbei identifizierten Potenziale.

3) Realisierung des Windkraft-Potenzials mit dem Ziel einer klimafreundlichen lokalen Stromerzeugung, die im Jahresverlauf zeitlich zum erhöhtem Strombedarf für Wärmepumpen passt.

4) Kommunale Energieberatungen

5) Netzwerk Unternehmen - Gewerbegebietsmanagement

Darüber hinaus werden weitere Maßnahmen vorgeschlagen, die ergänzend und unterstützend zu den prioritären Maßnahmen wirken können.

1.4 Nächste Schritte zur Wärmewende in Leonberg

Als nächster Schritt für die Wärmewende in Leonberg bietet sich die **Umsetzung der genannten fünf prioritären Maßnahmen** an. Hierbei können auch **Fördermittel des Bundes** genutzt werden:

- So sind Machbarkeitsstudien zu einer geplanten Wärmenetzversorgung mit 50 % im Rahmen des Programms „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) förderfähig. Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie dauert ca. 12 Monate. Erst danach können weitere Schritte zur Planung folgen.
- Der Ausbau von Windkraft und Photovoltaik wird in der novellierten Fassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG 2023) mit deutlich erhöhten Zielen und damit verbundenen Einspeisevergütungssätzen gefördert.
- Der Ausbau von Wärmepumpen wiederum wird in den nächsten Jahren im Zuge der erneuerten „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) ab 2024 mit bis zu 70 % der Kosten gefördert.

Durch die Umsetzung der prioritären Maßnahmen kann für Leonberg gleich ein dreifacher Nutzen erzielt werden: 1) Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit, 2) Kostensenkung durch die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, 3) Nutzung von Fördermitteln des Bundes zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung.

In regelmäßigen Abständen wird zudem zukünftig eine **Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans** notwendig sein. Aktuell gibt das KlimaG BW vor, die Wärmeplanung alle sieben Jahre zu aktualisieren. Das Wärmeplanungsgesetz des Bundes, das zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, sieht eine Fortschreibung alle fünf Jahre vor.

Ein weiterer wichtiger Einfluss auf die Wärmewende in Leonberg besteht außerdem in der **Novelle des Gebäudeenergiegesetzes** (GEG) zum 01.01.2024. Hierin ist festgelegt, dass zukünftig neue Heizungen grundsätzlich zu mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Hierfür kommt eine breite Palette an Technologien in Betracht, von Wärmenetzen und Wärmepumpen über Solarthermie, Hybridheizungen und Stromdirektheizungen bis hin zu grünen Gasen und grünen Ölen. Für Neubaugebiete gilt diese Regelung unmittelbar ab 2024, für Bestandsgebiete in Kommunen unter 100.000 Einwohner*innen ab 01.07.2028.

Wichtig ist hierbei zu wissen, dass die 65-%-Regelung in Leonberg in Bezug auf Bestandsgebiete durch die (im Unterschied zu vielen anderen Kommunen) nun bereits vorliegende Wärmeplanung grundsätzlich nicht früher in Kraft tritt.[1] Da es sich gerade bei Wärmenetzen und Wärmepumpen gemäß der vorliegenden Wärmeplanung allerdings ohnehin bei den meisten Leonberger Gebäuden um die wirtschaftlichsten Heizungsoptionen handelt, kommt insbesondere einer aufklärenden Informations- und Beratungsarbeit zu den gesetzlichen Vorgaben und Fördermöglichkeiten eine hohe Bedeutung zu.

Insgesamt hängen eine erfolgreiche Umsetzung und Weiterentwicklung des vorliegenden Wärmeplans maßgeblich von einer **zielführenden und konstruktiven Zusammenarbeit aller relevanten Akteur*innen in der Stadt Leonberg** ab. Dies betrifft sowohl die Verwaltung und den Gemeinderat als auch Gewerbe und Bürgerschaft sowie Facheinrichtungen wie das Handwerk und die Energieagentur Kreis Böblingen.

[1] Eine Ausnahme hiervon kann lediglich für Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebiete eintreten, soweit diese durch den Gemeinderat gesondert als kommunale Satzung ausgewiesen werden.

1.5 Alle Fakten zu Leonberg in der Übersicht

Kategorie	Fakten
Gebäude	10.956
Altersklassen	56% aus den Baujahren 1949-1978
Sanierungsbedarf	70% vor WSV, davon 32% Sanierungsfall
Wärmebedarf	438 GWh/a
Energieträger	85% Erdgas/Heizöl
Anteil Wohngebäude	79%
Heizungssystem	> 50% > 20 Jahre; > 20% > 30 Jahre (Sanierung §79)
Treibhausgase	110.560 t/a CO_2 = 79% Wohnen = 95% Öl/Gas
Strompotenzial in GWh/a	93 Wind, 162 PV-Dach, 19 Biomasse, 213 PV-Land
Wärmepotenzial in GWh/a	202 Solarthermie (Dach), 418 Luftwärmepumpe, 247 Geothermie (Kollektoren), 326 Geothermie (Sonden), 389 Solarthermie (Freiflächen)
Ziel 2030	346 GWh/a (Wärme), 50.000 t/a CO_2
Ziel 2040	286 GWh/a; 3.683 t/a CO_2; Fernwärme und Wärmpumpe
Sanierungsrate	2% Gebäudebestand pro Jahr (aktuell Bund 0,8%)
Fernwärme	52% Großwärmepumpen; 32% Solarthermie
Maßnahmen	M 1-5

2. Grundlagen

2.1 Methodik und Aufbau des Wärmeplans

Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung gemäß Leitfaden der KEA-BW in **vier Hauptphasen**:

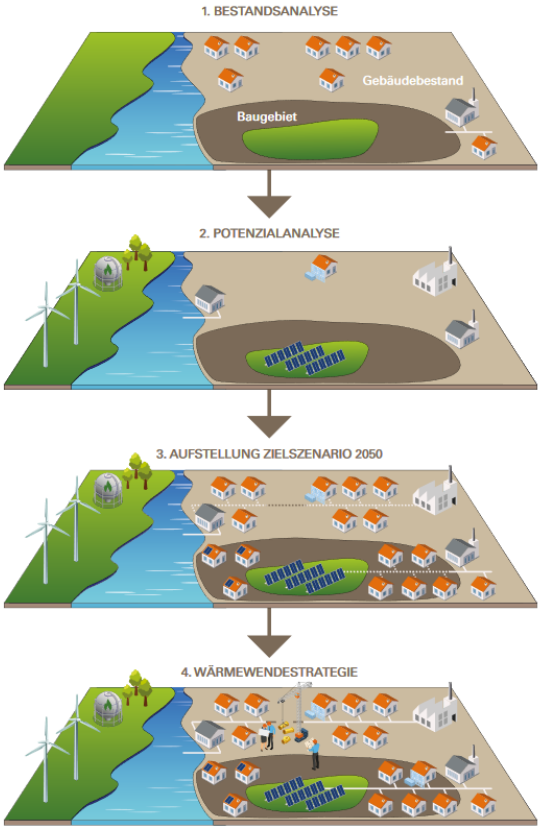


Abbildung 1: Hauptphasen des Wärmeplans

1. **Bestandsanalyse**
   Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude. Erstellung einer Energie und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren.

2. **Potenzialanalyse**
   Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und

Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie Erhebung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und der Abwärmepotenziale.

3. **Zielszenario**
   Entwicklung eines Szenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der in Phase 2 ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030 und 2040 dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2040 mit einem Zwischenziel für 2030. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung erfolgen.
4. **Wärmewendestrategie**
   Formulierung eines Transformationspfads zum Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen sollen spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere eingehen. Insbesondere sollen der Pfad und der Endzustand der Infrastruktur für Wärme- und Gasnetze festgelegt werden. Prioritäre Maßnahmen zur Umsetzung in den nächsten fünf bis sieben Jahren sollen dabei möglichst detailliert beschrieben werden. Für mittel- und langfristige Maßnahmen sind ausführliche Skizzen ausreichend. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll zu den erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung führen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft) soll am Entwurf des Wärmeplans beteiligt werden.

2.2 Datenerfassung / Methodik

2.2.1 Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse besteht darin, ein genaues Bild des aktuellen Zustands der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs und der vorhandenen Wärmeinfrastruktur zu erlangen. Hierfür ist zunächst eine umfängliche Datenerhebung erforderlich, die im weiteren Projektverlauf die Basis für die Identifikation konkreter Handlungsbedarfe und die Ausarbeitung von Szenarien zur Dekarbonisierung, inklusive der darauf aufbauenden strategischen Maßnahmen bildet.

2.2.2 Potenzialanalyse

Die zu erhebenden Potenziale sind aufgeteilt in flächenbezogene sowie Gebäudepotenziale. Die Analyse von Potenzialen unterscheidet sich je nach Energiequelle erheblich. Die Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung beruht auf der SaaS-Lösung (Software as a Service) von der greenventory GmbH, die eine integrierte und sektorübergreifende Energieplanung ermöglicht. SaaS ist ein cloudbasiertes Modell, bei dem

der Anbieter eine Software entwickelt, wartet und Updates automatisch bereitstellt. Diese Plattform nutzt fortschrittliche KI-Algorithmen für die digitale Inventarisierung des Energiesystems auf Gebäudeebene und moderne Simulationsverfahren zur Ermittlung repräsentativer Last- und Erzeugungsprofile. Die Methoden für die einzelnen Potenziale werden im Anhang ausführlich beschrieben.

2.2.3 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt den anzustrebenden Zustand im Zieljahr 2040 mit dem Zwischenjahr 2030. Aufgezeigt wird eine Lösung, die realisierbar ist und Klimaneutralität im Jahr 2040 ermöglicht. Diese Lösung setzt sich zusammen aus Heizungsumstellung, der Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik sowie Hüllsanierungen auf Einzelgebäudeebene, sowie aus dem Aufbau von Wärmenetzen. Die Nutzung weiterer ermittelter Potenziale wie Solar-Freiflächenanlagen, die Nutzung von Umweltwärme und Biomasse in der Spitzenlast flankieren die energetische Transformation im Wärme- und Stromsektor. Im Zielszenario werden sämtliche zuvor ermittelten Datensätze und Karten kombiniert.

2.2.4 Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie das Zielszenario erreicht werden kann. Die wichtigsten Maßnahmen werden ausgearbeitet, um einen sofortigen Einstieg in die Umsetzung zu ermöglichen. Es werden Eignungsgebiete für die Einzelversorgung und für Wärmenetze empfohlen.

2.3 Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung der zu sammelnden Daten sind die Vorgaben an den Datenschutz eingehalten worden (gemäß § 27 Absatz 5 und § 33 KlimaG BW). Veröffentlichtes Material lässt zudem keine Rückschlüsse auf personenbezogene Daten zu.

3 Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse besteht darin, ein genaues Bild des aktuellen Zustands der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs und der vorhandenen Wärmeinfrastruktur zu erlangen. Die umfassende Datengrundlage ermöglicht die Identifikation konkreter Handlungsbedarfe und die Ausarbeitung von Szenarien zur Dekarbonisierung, inklusive der darauf aufbauenden strategischen Maßnahmen.

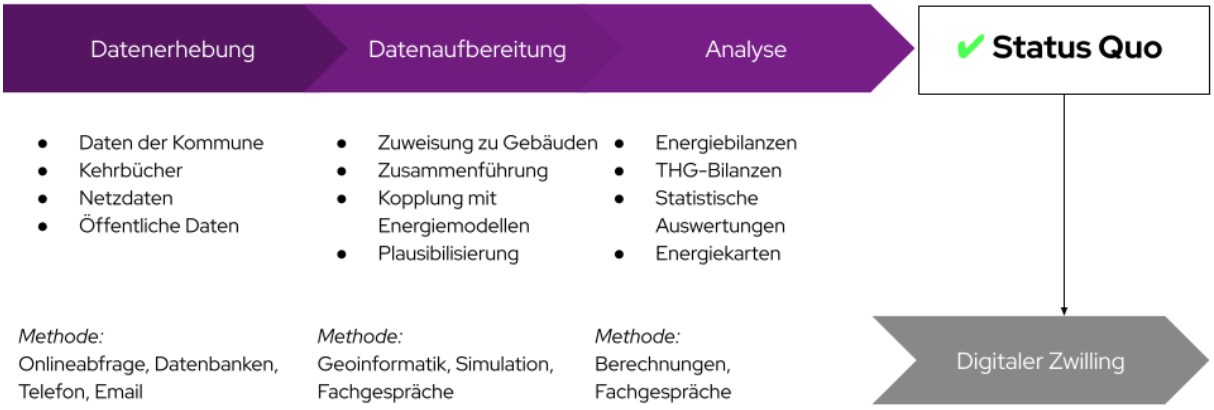


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgt die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch für Heizzwecke, sowie der Abnahmemengen aus den bestehenden Wärmenetzen. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des Paragraphen 33 (früher §7e) des KlimaG BW autorisiert, der die Weitergabe solch sensibler, personenbezogener Daten für die Wärmeplanung obligatorisch macht. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom-, Gas- und Nahwärmeverbräuchen, die von den jeweiligen Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus den elektronischen Kehrbüchern mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Infrastruktur der Strom-, Gas-, und Wärmenetze
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben und öffentlichen Institutionen ermittelt wurden.

Die vor Ort gesammelten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung

und Harmonisierung der Datensätze notwendig. Zusätzlich erfolgte eine gründliche Plausibilitätsprüfung, um die Daten als valide Berechnungsgrundlagen zu etablieren.

3.2 Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug

Der digitale Zwilling dient in der kommunalen Wärmeplanung als zentrales Arbeitswerkzeug und erleichtert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Dabei handelt es sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool der Firma greenventory. Auf dieser Karte ist ein virtuelles, gebäudescharfes Abbild der Stadt Leonberg dargestellt - ein digitaler Zwilling der Stadt. Dieser zeigt zunächst den Ist-Zustand der Stadt auf und bildet die Grundlagen für die Analysen. Alle erhobenen Daten, einschließlich Informationen zum Wärmeverbrauch, den Heizsystemtypen und der Energieinfrastruktur wurden in den digitalen Zwilling integriert. Die Arbeit mit diesem Tool bietet mehrere signifikante Vorteile: Erstens garantiert es eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Zweitens ermöglicht es ein gemeinschaftliches Arbeiten an den Datensätzen und somit eine effizientere Prozessgestaltung. Drittens sind energetische Analysen direkt im Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird. Des Weiteren können die Daten gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Dies alles trägt zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und erleichtert die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

3.3 Gebäudebestand

Der Gebäudebestand wurde durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial, Zensus, ALKIS- Daten, Daten der Gemeinde und weiteren Datenquellen analysiert.

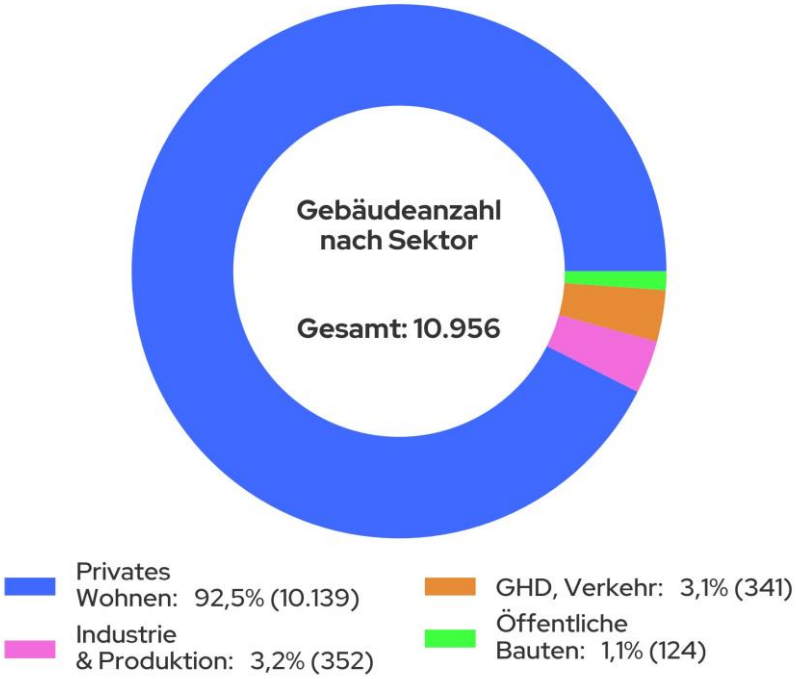


Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Leonberg

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Gebäude auf die verschiedenen Sektoren. Der Anteil der Wohngebäude beträgt 92,5 %, während dem Sektor Industrie 3,2 % und dem Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) 3,1 % der Gebäude zuzuordnen sind. Öffentliche Bauten machen 1,1 % der Gebäude aus.

Der Wohnsektor dominiert also den Gebäudebestand, weshalb er als Schlüssel der Wärmewende gesehen werden kann. In Abbildung 4 sind die Sektoren der Gebäude auf Baublockebene aggregiert dargestellt.

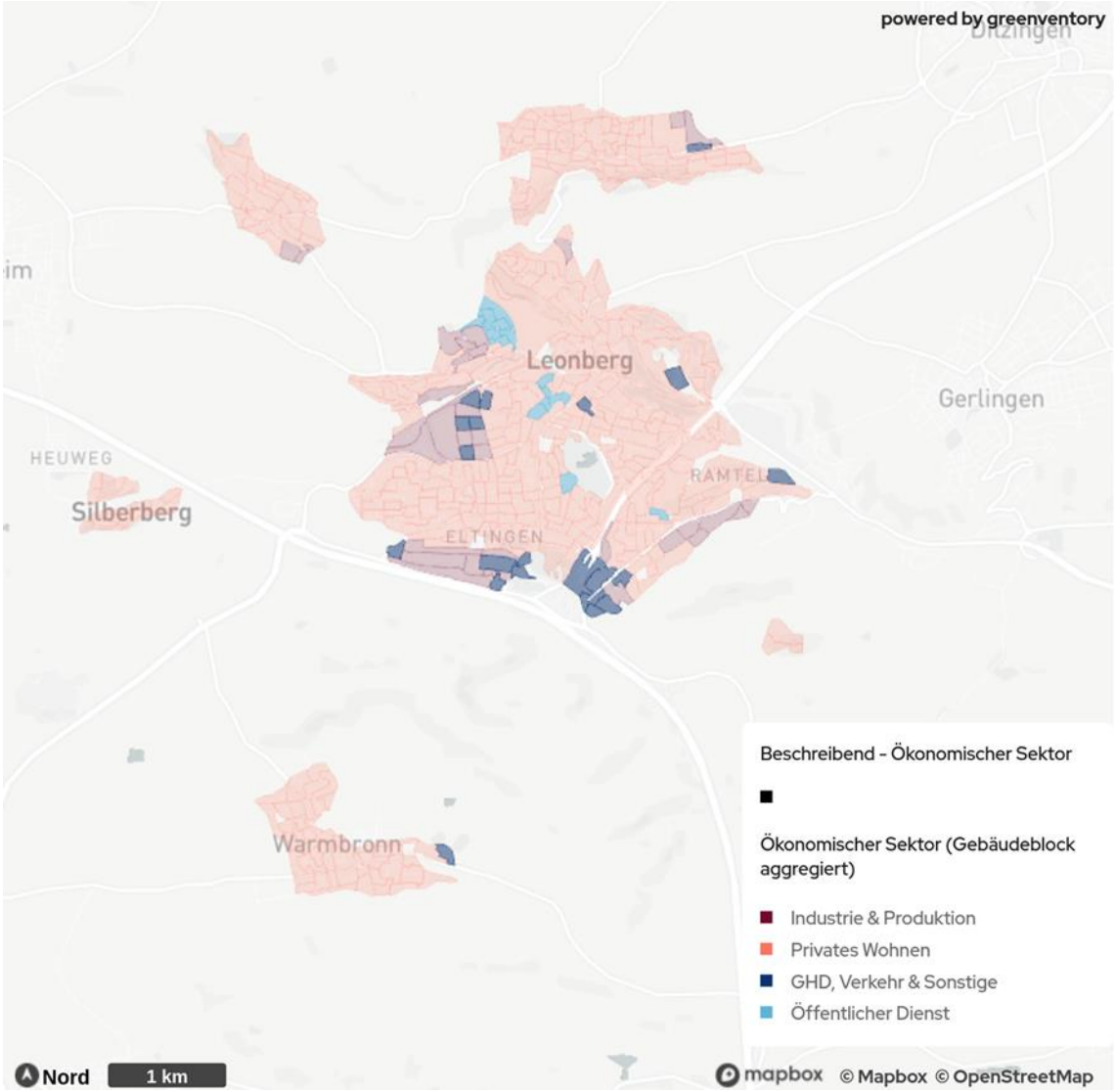


Abbildung 4: Verteilung der Gebäudeanzahl nach Sektor in Leonberg

Die Gebäude des Industrie- und GHD-Sektors dominieren in Industrie- und Gewerbevierteln. Im Großteil der Stadt, sowie in den Ortschaften, sind jedoch überwiegend Wohngebäude zu finden.

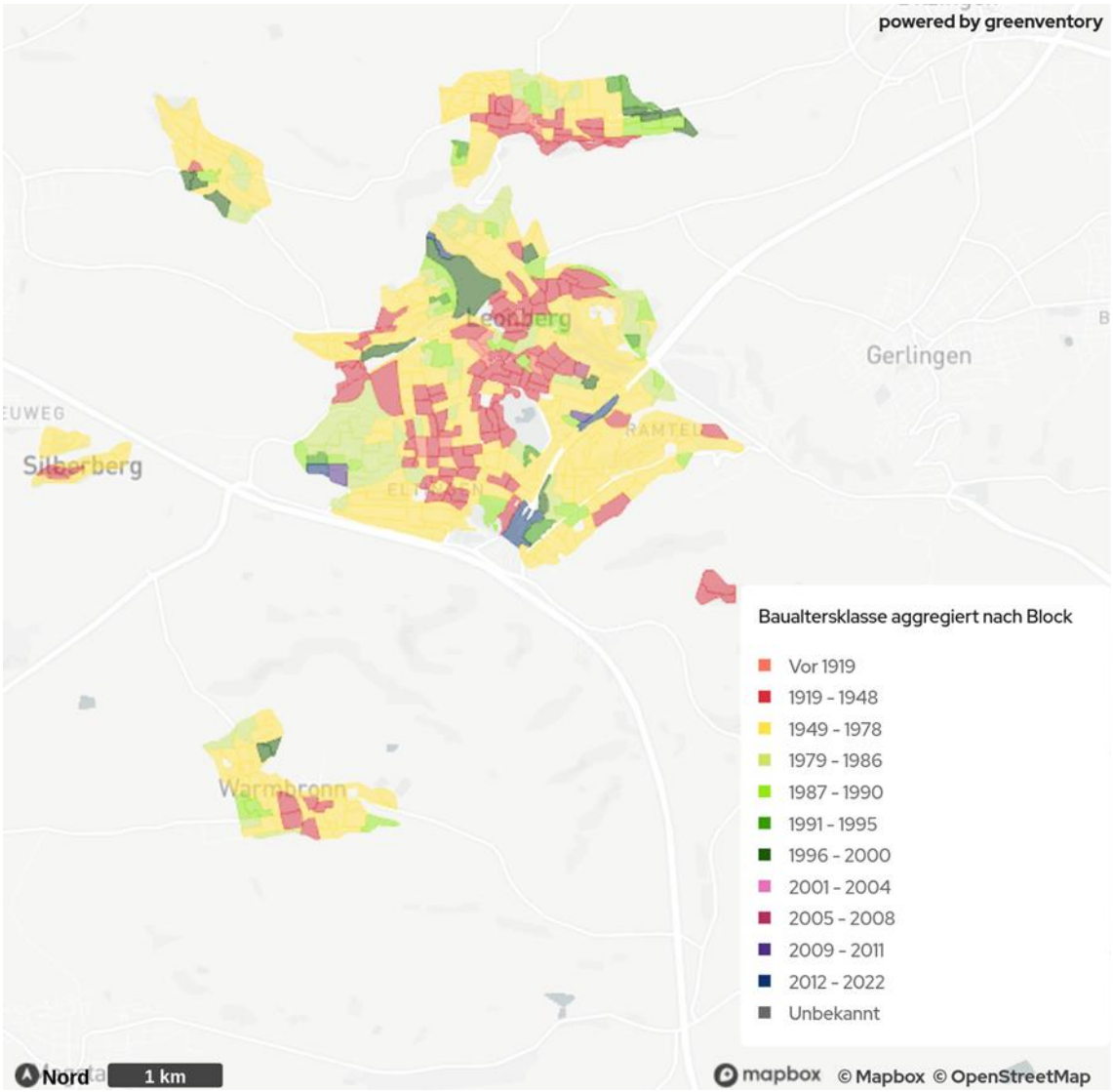


Abbildung 5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude in Leonberg

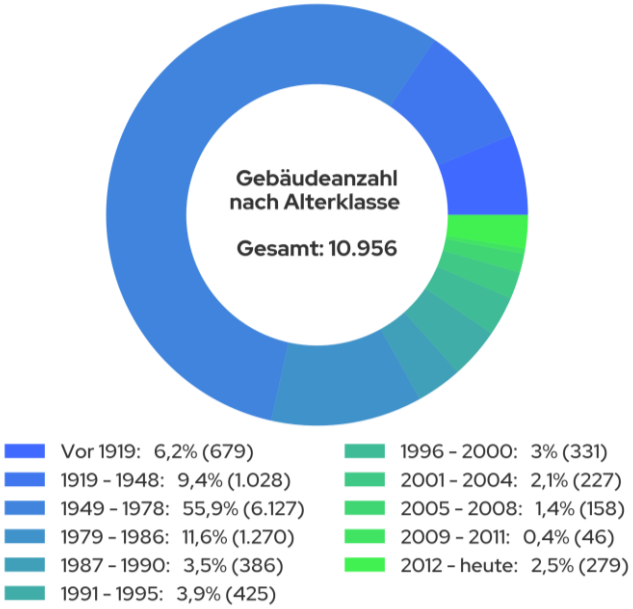


Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Leonberg

Aus der Verteilung dieser Gebäude auf die Baualtersklassen (Abbildung 6) geht hervor, dass über 70 % der Gebäude vor 1979 gebaut wurden. Sie wurden somit vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut, die ein Mindestmaß an Dämmung vorschrieb. Gebäude aus dem Zeitraum 1949-1978 haben mit 55,9 % den mit Abstand größten Anteil am Gebäudebestand und in Summe das größte Sanierungspotenzial. Den höchsten spezifischen Wärmebedarf weisen Altbauten auf, die vor 1919 gebaut worden sind, sofern diese bisher wenig oder gar nicht saniert worden sind. Für die Sanierung sind diese Gebäude attraktiv, jedoch können hier Einschränkungen durch den Denkmalschutz vorliegen. Gezielte Energieberatungen und Sanierungskonzepte für alle Baualtersklassen sind nötig, um pro Gebäude das volle Sanierungspotenzial erschließen zu können.

Eine aggregierte Darstellung der Baualtersklassen der Gebäude Leonbergs auf Baublockebene ist der Abbildung 5 zu entnehmen. Hier wird deutlich, dass die Gebäude mit Baujahr bis 1948 im Zentrum von Leonberg, Eltingen und Hoefingen überwiegen. Die Ausweisung von Sanierungsgebieten ist in diesen Bereichen besonders sinnvoll. Auch für die Ausweisung von Wärmenetzen ist die Verteilung der Gebäudealtersklassen hinzuzuziehen.

Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen der Gebäude, bezogen auf Verbrauchswerte, fällt auf, dass die Stadt vergleichsweise viele Gebäude aufweist, die vollumfänglich saniert werden müssen (siehe Abbildung 7). Ganze 33,2 % der Gebäude sind demnach den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. Die 19,7 % der Gebäude in Effizienzklasse F sind überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

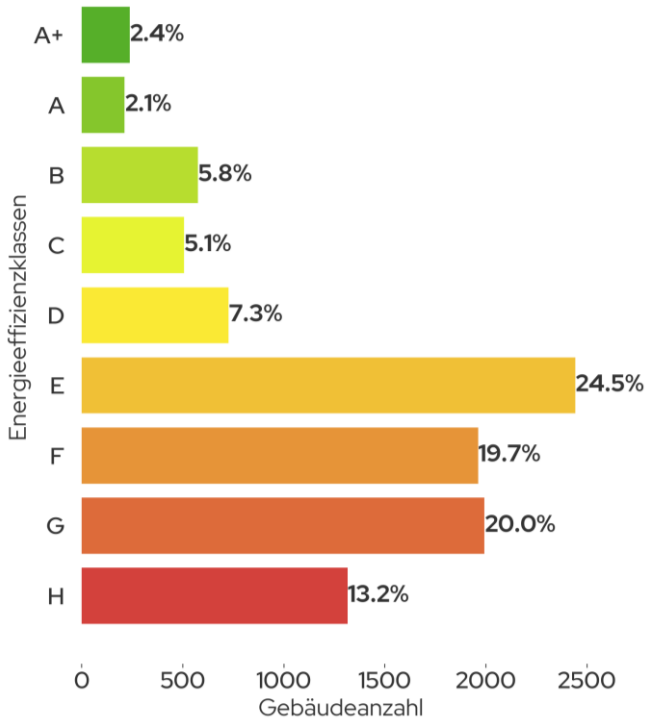


Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Erdgas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche), sofern diese verfügbar waren. Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie, siehe 3.4) ermittelt werden. Bei nicht leitungsgebundenen Heizsystemen (Heizöl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiterer gebäudespezifischer Datenpunkte berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Leonberg 438 GWh jährlich (siehe Abbildung 8). Mit 78,6 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf die Industrie nur 7,5 % des Gesamtwärmebedarfs Wärmebedarfs entfällt. Auf den GHD-Sektor entfällt ein Anteil von 9,8 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 4,1 %.

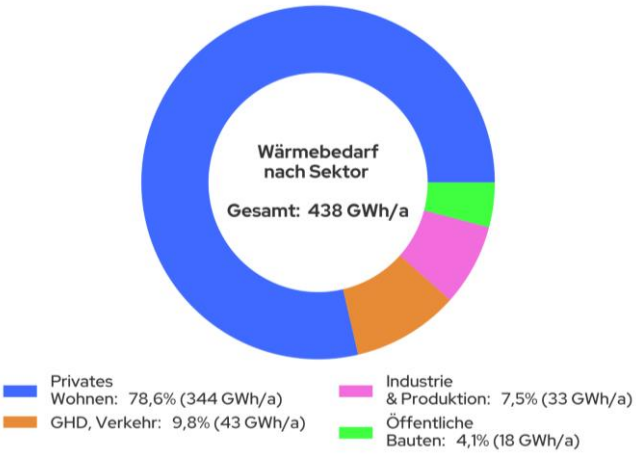


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektoren in Leonberg

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 9 zu sehen. Die Gebiete, die in der Karte einen geringen spezifischen Wärmebedarf aufweisen, sind überwiegend Gebiete mit einem hohen Anteil von Gebäuden des GHD-, bzw. Industriesektors. Als Grund hierfür ist ein geringer Raumwärmebedarf in Kombination mit einem unterdurchschnittlichen Prozesswärmebedarf anzunehmen.

Der Wärmebedarf ist auch als Wärmeliniendichte darstellbar, die den Wärmebedarf eines Gebäudes dem nächstliegenden Straßenabschnitt zuordnet. Im Stadtzentrum ist die Wärmeliniendichte am höchsten. Dies ist mit Blick auf die Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten relevant, da eine hohe Wärmeliniendichte auf eine Wärmenetzeignung hinweist.

Infobox: Wärmeliniendichte
Die Wärmeliniendichte ist ein wichtiger Indikator für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärme- netzen. Sie wird in Kilowattstunden pro Jahr und Meter Trassenlänge ausgedrückt. Da bei der Aus- arbeitung des Zielszenarios noch kein Trassenverlauf zukünftiger Wärmenetze vorhanden ist, wird das existierende Straßennetz als potenzieller Trassenverlauf herangezogen. Für die Berechnung der Wärmeliniendichte wird der Wärmebedarf jedes Gebäudes dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet, summiert und durch die Straßenlänge geteilt.

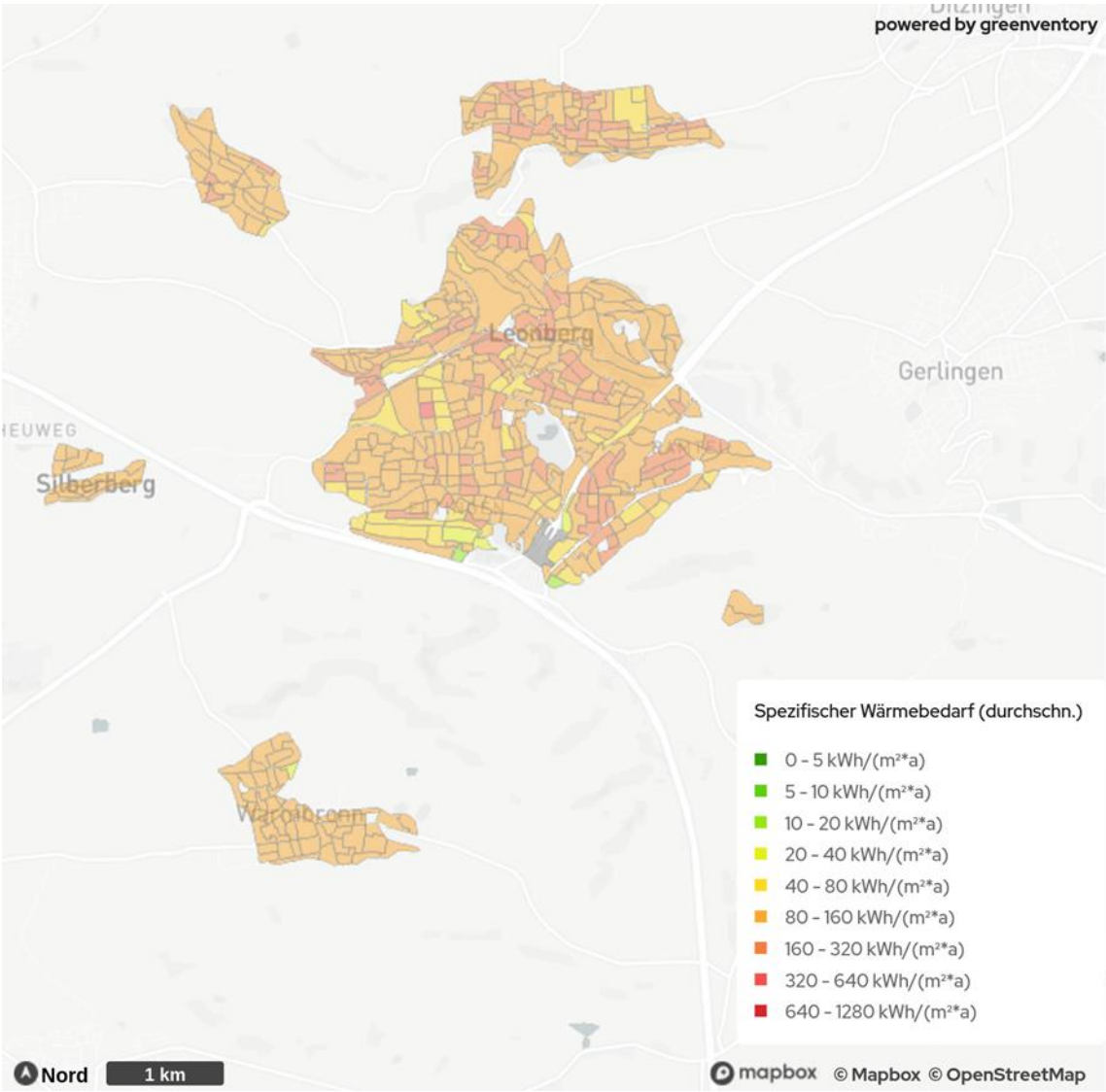


Abbildung 9: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in Leonberg

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Der Ermittlung des Wärmebedarfs ging eine Analyse der bestehenden Wärmeinfrastruktur voran, in der das primäre Heizsystem je Gebäude identifiziert wurde.

Als Datengrundlage dienten die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, welche Informationen zum verwendeten Brennstoff, sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthalten. Insgesamt wurden 8.144 Anlagen ausgewertet. Ergänzt wurden diese Informationen durch Verbrauchs- und Netzdaten. Für einige Gebäude liegen keine Informationen zum Heizungssystem vor. Die Diskrepanz zwischen der Anzahl der Heizungsanlagen und des Gebäudebestands ist zum einen darauf zurückzuführen, dass auch Scheunen, Ställe, Hallen und weitere Gebäude ohne vorhandene Heizsysteme erfasst wurden. Zum Anderen sind die mit Wärmenetzen versorgten Gebäude in den Kehrbüchern nicht erfasst. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Wärmeversorgung einiger Gebäude mit zwei oder mehr Heizsystemen (bspw. Erdgastherme und Holz- Einzelofen) erfolgt und die Kehrbücher nicht vollständig sind.

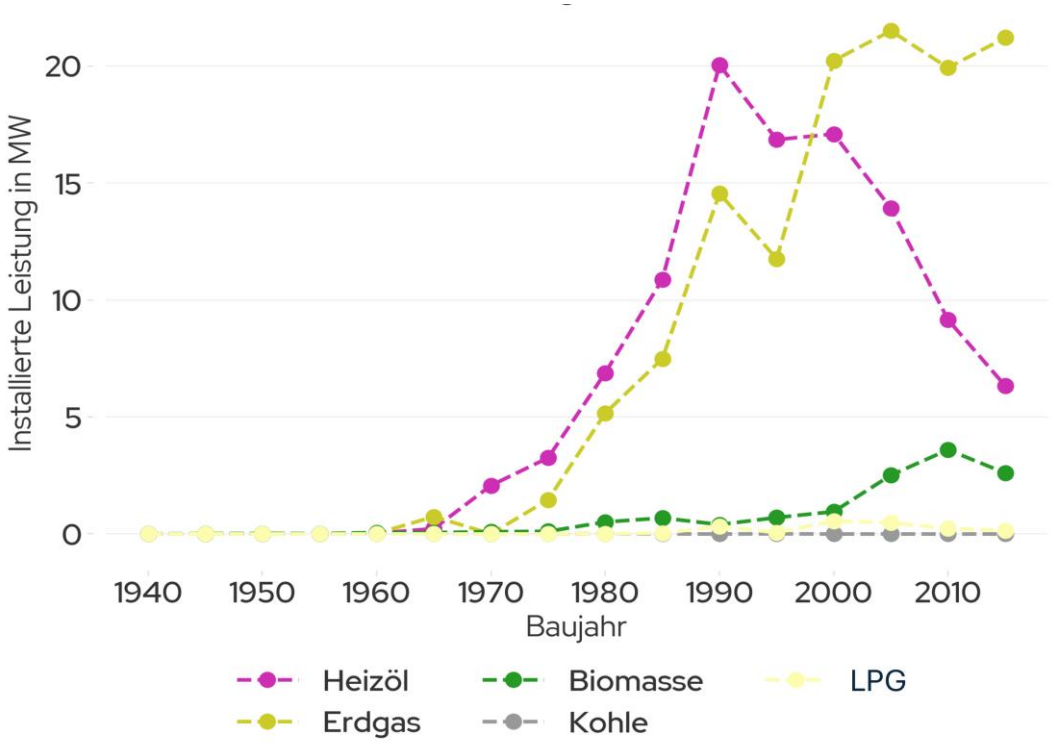


Abbildung 10: Verteilung der jährlichen installierten Leistung der Heizsysteme nach Baujahr und Energieträger in Leonberg

Abbildung 10 zeigt die Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme je Energieträger, die den Kehrbüchern entnommen wurden. Die Leistung der installierten Ölheizungen ist in den letzten drei Jahrzehnten zugunsten von Erdgas und Liquefied Petroleum Gas (LPG), zu deutsch: [Flüssiggas) zurückgegangen. Im Bereich der Biomasse ist

ein steigender Anteil von Holzfeuerungen zu beobachten. Diese werden jedoch häufig nicht als primäre, sondern als zusätzliche Heizsysteme in Form von Kaminöfen genutzt. Diese dienen neben der Wärmebereitstellung im Wesentlichen zur Steigerung des Wohnkomforts.

Um in Zukunft die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor erreichen zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Analyse des Alters der aktuell verbauten Heizsysteme kann einer Priorisierung des Austauschs der Heizsysteme dienen.

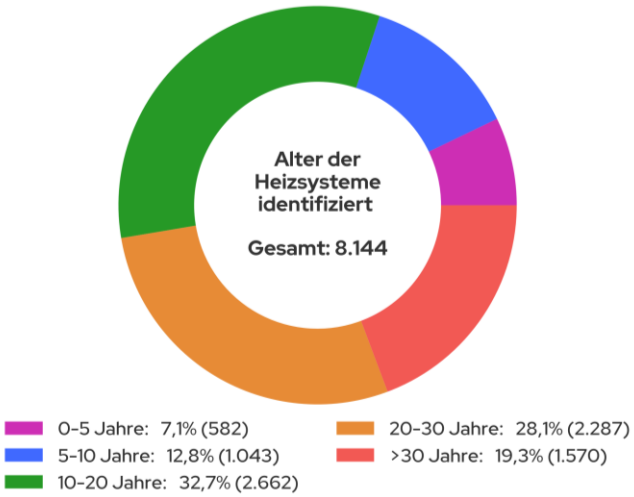


Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Alter der Heizsysteme in Leonberg (Stand 2022)

Die Altersverteilung der Heizsysteme pro Gebäude (siehe Abbildung 11) zeigt einen hohen Anteil alter bzw. sehr alter Heizsysteme, wenn von einer technischen Nutzungsdauer von 20 Jahren ausgegangen wird:

- Alter 0-5 Jahre: 7,1 % (582 Systeme)
- Alter >5-10 Jahre: 12,8 % (1.043 Systeme)
- Alter >10-20 Jahre: 32,7 % (2.662 Systeme)
- Alter >20-30 Jahre: 28,1 % (2.287 Systeme)
- Älter als 30 Jahre: 19,3 % (1.570 Systeme)

Unter Berücksichtigung einer üblichen Nutzungsdauer von 20 bis 25 Jahren für Heizsysteme ergibt sich ein deutlicher Handlungsdruck:

- Über die Hälfte (52,6 %) aller Heizsysteme sind bereits mindestens 20 Jahre alt.
- Fast ein Fünftel (19,3 %) der Systeme hat die 30-Jahres-Marke überschritten, was im Kontext des § 72 GEG besonders relevant ist

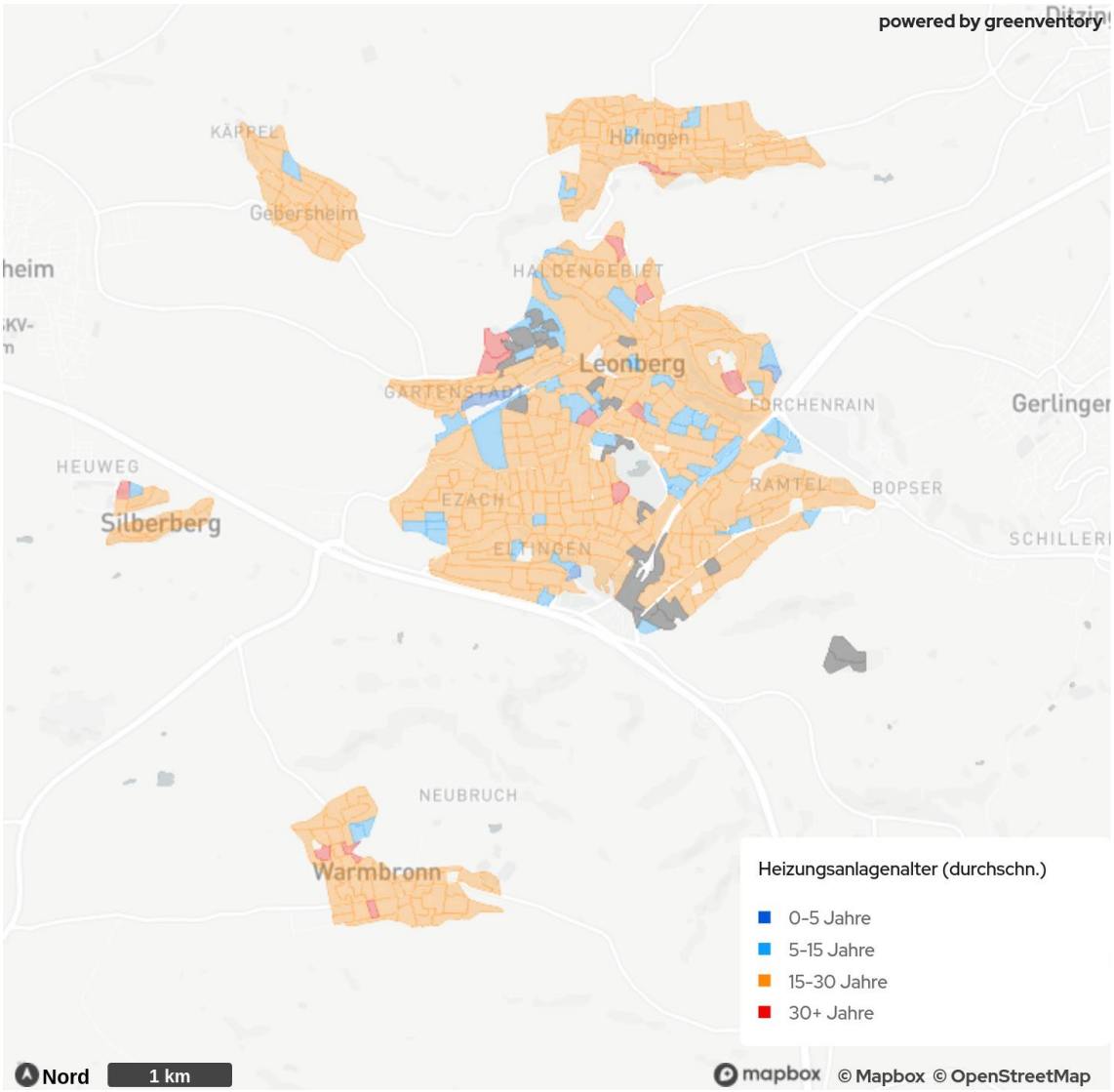


Abbildung 12: Verteilung nach Alter der Heizsysteme pro Gebäude in Leonberg (Stand: 2022)

Die örtliche Verteilung des Heizsystemalters auf Baublockebene kann Abbildung 12 entnommen werden. Man kann sehr deutlich sehen, dass in den meisten Gebieten das Durchschnittsalter der Heizsysteme mindestens 15 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar mindestens 30 Jahre.

Gemäß § 72 des GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur- Heizkessel und Brennwertkessel sowie Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt (GEG, 2020). Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben.

In der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen die Heizsysteme nach dem Austausch zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. Dafür gilt für Kommunen bis zu 100.000 Einwohner*innen der 01.07.2028 als Frist, für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner*innen bereits der 01.07.2026.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzer*innen zukommt. Dies betrifft v. a. die Punkte eines Systemaustausches gemäß § 72 GEG. Für 17,7 % der Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der 48,2 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 15 und 30 Jahren erfolgen oder zumindest wird eine technische Überprüfung empfohlen. Diese könnte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 479 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Endenergie ist die Menge an Energie, die vor Ort eingesetzt wird, um den Wärmebedarf (Nutzenergie) zu decken. Vereinfacht gesagt ist die Endenergie die Menge an Energie, die ins Haus geliefert wird. Im Unterschied hierzu wird mit Primärenergie die Energie bezeichnet, die der Umwelt entnommen wird. Die Primärenergie entspricht der Endenergie zzgl. aller Verluste bei Produktion, Umwandlung und Transport zum Endkunden.

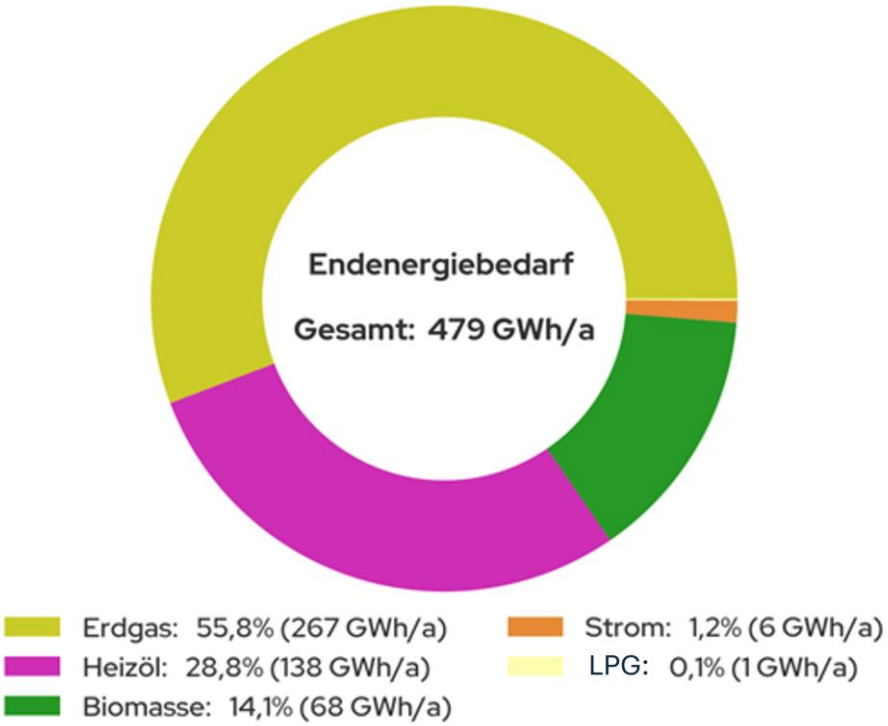


Abbildung 13: Endenergiebedarf nach Energieträger in Leonberg

Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die dominante Präsenz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 13). Erdgas trägt mit 267 GWh (ca. 55,8 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 138 GWh (ca. 28,8 %). Der Einsatz von Biomasse für die Wärmeerzeugung mit 68 GWh (ca. 14,1 %) ist ein erster Schritt zur Dekarbonisierung. Die effiziente Nutzung und die Sicherstellung einer nachhaltigen Biomassebereitstellung sind dabei technische Schlüsselfaktoren. Ein Anteil von 6 GWh des Endenergiebedarfs (ca. 1,2 %) entfällt auf Strom, der für die Wärmeerzeugung durch Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen benötigt wird, und ein sehr kleiner Anteil von 1 GWh (0,1 %) entfällt auf LPG. Das kleine Nahwärmenetz im Zentrum von Leonberg wird momentan fast vollständig durch Erdgas versorgt. Trotz der aktuell fossilen Versorgung des Netzes bietet diese Infrastruktur bereits das Potenzial, die fossilen Anteile im Energiemix erheblich zu reduzieren, indem erneuerbare Energien wie Abwärme oder Biomasse integriert werden und die Wärmenetzinfrastruktur weiter ausgebaut wird. Auf diese Art können Wärmenetze einen bedeutenden Beitrag zur technischen Transformation der Wärmeversorgung leisten.

In Abbildung 14 ist die örtliche Verteilung der Energieträger auf Baublockebene zu sehen. In den rot markierten Gebieten liegt das bestehende Nahwärmenetz. Die dominierenden Farben sind jedoch gelb und violett, die eine primär gas- und ölbasierte Versorgung markieren. In diesen Gebieten besteht in Zukunft ein großer Handlungsbedarf, was den Austausch dieser fossilen Heizsysteme mit erneuerbaren Systemen betrifft. Die aktuelle Zusammensetzung der Endenergie verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, Ausbau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

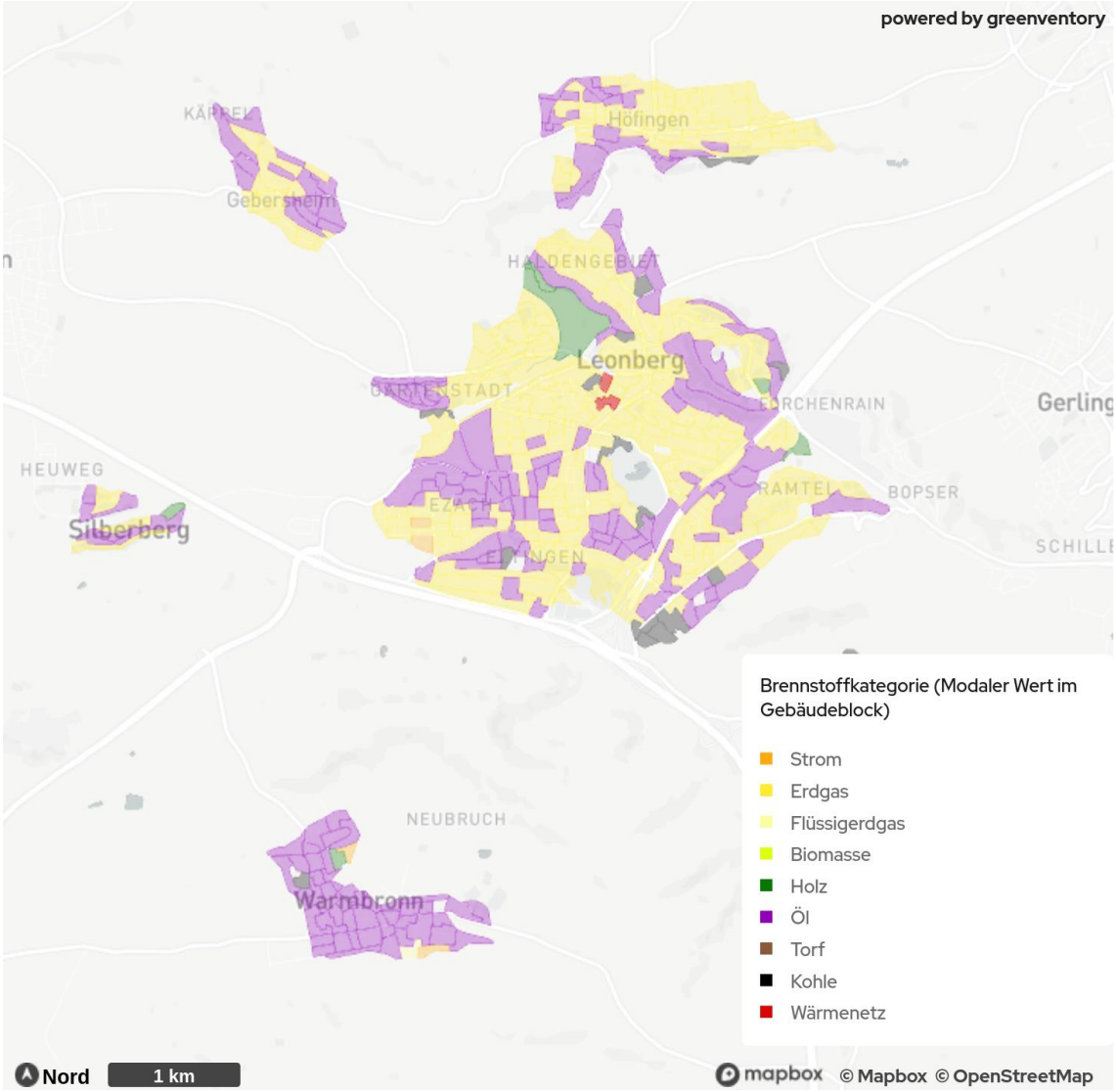


Abbildung 14: Verteilung der Energieträger in Leonberg

3.7 Erdgasinfrastruktur

In Leonberg ist die Erdgasinfrastruktur im Stadtgebiet fast flächendeckend etabliert, lediglich Warmbronn ist nicht ans Gasnetz angeschlossen. Die Eignung für die Nutzung von Wasserstoff im Gasnetz wird in Kapitel 5.7 behandelt.

3.8 Stromnetze

Die Stromnetz-Infrastruktur wurde im Rahmen der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt.

3.9 Wärmenetze

In der Bearbeitungszeit wurden ausführlichen Informationen zu zwei Wärmenetzen in Leonberg übermittelt. Dies sind zwei kleine Netze (siehe Abbildung 15). Die Wärmenetze werden in einem Temperaturbereich bis zu 85 °C betrieben. Weiteren Informationen hierzu sind im folgenden Kapitel beschrieben.

Aus administrativen Gründen wurden erst zum Ende der Konzepterstellung noch weitere Wärmenetze übermittelt. Die Detailinformationen konnten aus Zeitgründen nicht mehr im Konzept verarbeitet werden, jedoch wurden diese für die Bestimmung von Wärmenetzeignungsgebieten bzw. Erweiterung von Nahwärmenetzen berücksichtigt.

Abbildung 15: Wärmenetze in Leonberg (1 Rathaus, 2 Leobad)

3.10 Wärmeerzeuger der Nahwärme

Die Nahwärmeerzeugung in Leonberg wird derzeit durch zwei Heizzentralen realisiert (siehe Tabelle 1). Die Anlagen werden auf der Basis von Erdgas betrieben.

Tabelle 1: Überblick über die Heizzentralen der Nahwärmeversorgung in Leonberg (Stand 2022)

Adresse Heizzentrale	Leistung (Wärme)	Brennstoff
Gerhart-Hauptman-Straße 7, 71229 Leonberg	4.049 kW_{th}	Erdgas
Badstraße 18, 71229 Leonberg	1.120 kW_{th}	Erdgas

3.11 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Ziel der Wärmeplanung ist es, einen Weg zur Treibhausgasneutralität aufzuzeigen. Ein wichtiger Teil der Bestandsanalyse liegt daher in der Erhebung der Treibhausgasemissionen.

In Leonberg betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich aktuell 110.560 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu 78,7 % auf den Wohnsektor, zu 10,3 % auf den GHD-Sektor, zu 7,7 % auf die Industrie und zu 3,4 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 16). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (Abbildung 6). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

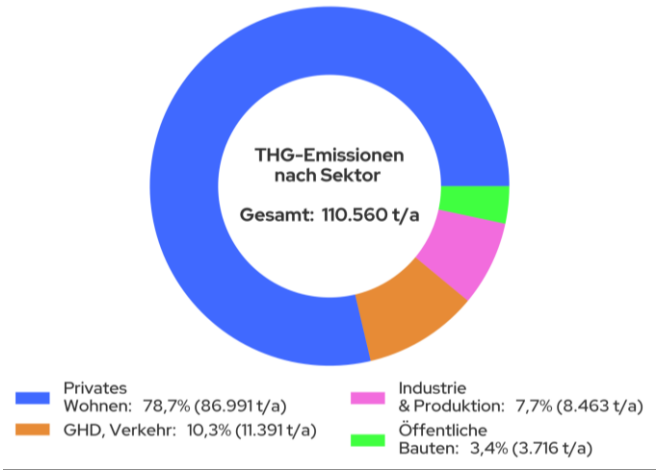


Abbildung 16: Treibhausgas-Emissionen nach Sektor in Leonberg

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 17 dargestellt. Aufgrund der dichten Bebauung sind diese im innerstädtischen Bereich besonders hoch.

Weitere Gründe für hohe lokale Treibhausgasemissionen können große Industriebetriebe oder auch eine Häufung besonders schlecht sanierter Gebäude sein

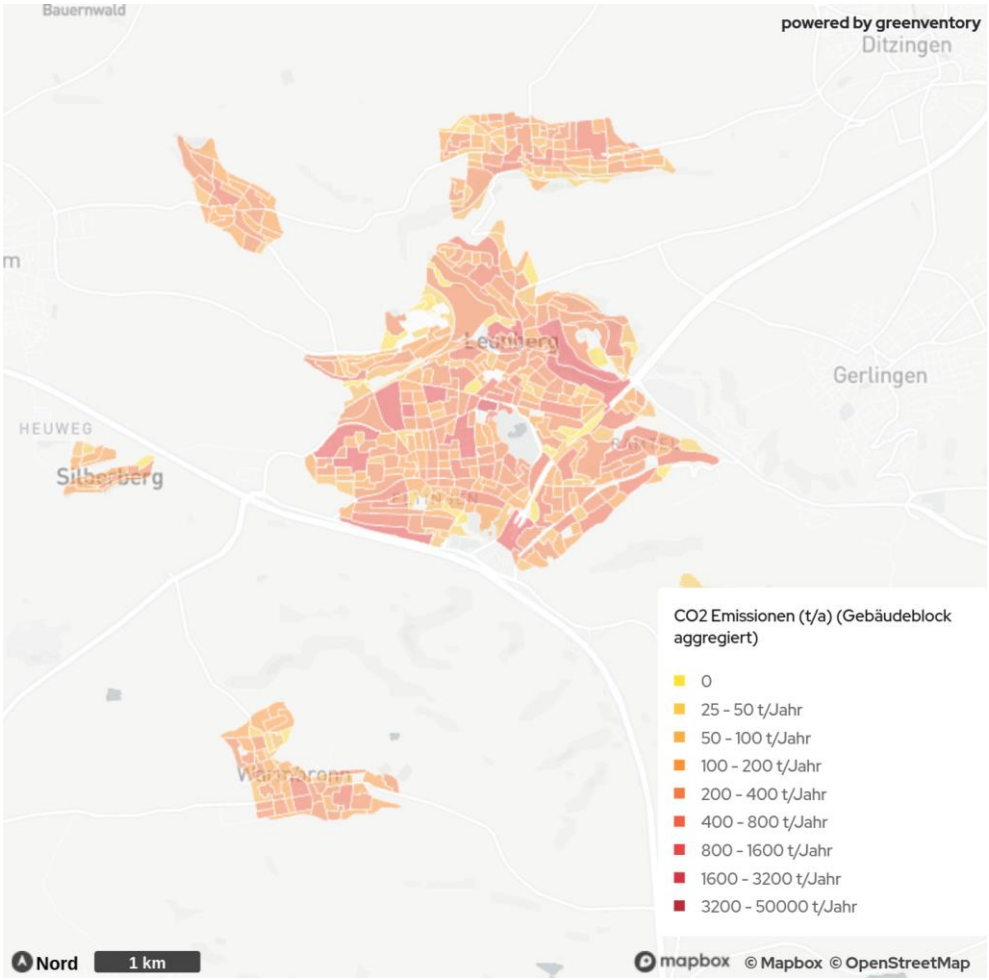


Abbildung 17: Verteilung der Treibhausgas-Emissionen in Leonberg

Erdgas ist mit 57,0 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 39,2 %. Der Anteil von Strom ist mit 2,3 % deutlich geringer. Biomasse (1,4 %) und LPG (0,1 %) machen nur einen Bruchteil der Treibhausgasemissionen aus (siehe Abbildung 18).

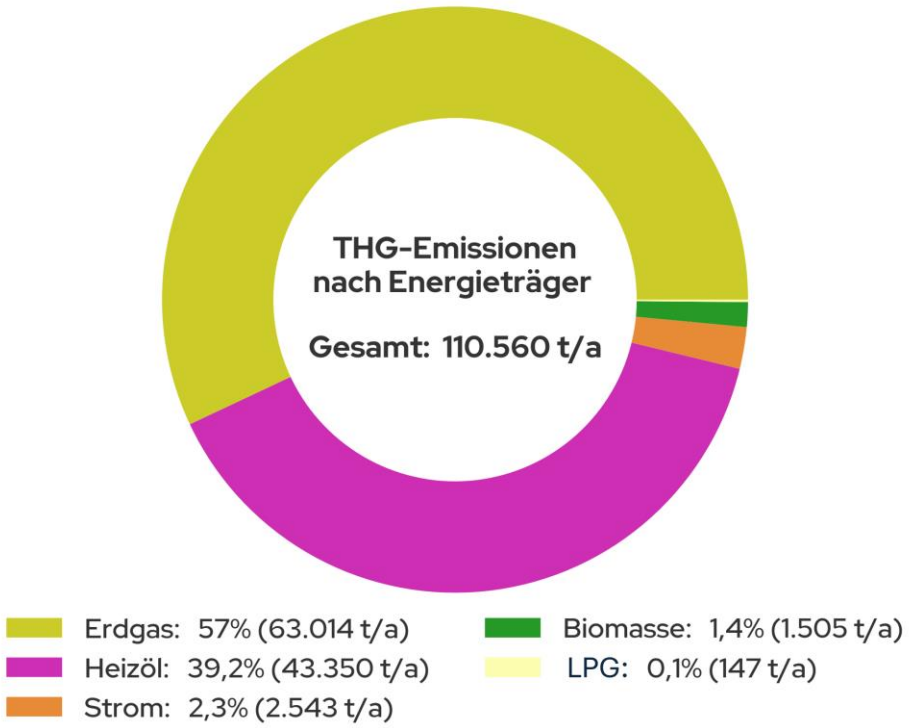


Abbildung 18: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger in Leonberg

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich Tabelle 2: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2022) entnehmen. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich im Szenario der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) bei Strom von heute 0,485 t CO_2e/MWh auf zukünftig 0,032 t CO_2e/MWh. Ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2022)

Energie- träger	**Emissionsfaktoren** (t CO_2e/MWh)		
	2021	**2030**	**2040**
Strom	0,485	0,270	0,032

Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Steinkohle	0,431	0,431	0,431
Biogas	0,090	0,086	0,081
Biomasse (Holz)	0,022	0,022	0,022
Solarthermie	0,013	0,013	0,013

3.12 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse in Leonberg basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten.

Diese Bestandsanalyse macht deutlich, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe ist, die dringenden Handlungsbedarf offenbart. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa 85 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen und Gebäudeanzahl ausmacht. Mit 1.570 Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, sowie insgesamt 4.287 Anlagen, die mindestens 20 Jahre alt sind, besteht absehbar ein erheblicher Sanierungsdruck. Dies verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, bietet jedoch auch eine wertvolle Gelegenheit, um nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungslösungen zu implementieren.

Die Bestandsanalyse zeigt auch Chancen auf: Bestehende Wärmenetze könnten ausgebaut und erneuerbare Energien können integriert werden, so dass der Anteil von Heizöl und Erdgas, der derzeit 84,6 % des gesamten Endenergiebedarfs ausmacht, durch erneuerbare Energien ersetzt werden könnte. Für eine erfolgreiche Wärmewende sind breit angelegte Sanierungen und Modernisierungen von Heizsystemen unerlässlich, um den Einsatz fossiler Brennstoffe zu reduzieren und somit die Treibhausgasemissionen zu senken. Trotz der Herausforderungen bieten sich Chancen durch die vorhandene Infrastruktur und die Beteiligung lokaler Energieversorger und Stadtwerke.

4 Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse erfolgt die strukturierte Erfassung von Energiequellen für die erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung auf der Gemarkung von Leonberg. Die Potenziale zeigen die Möglichkeiten für zukünftige Versorgungsszenarien auf. Potenziale außerhalb der Gemarkung können in der zukünftigen Wärmeversorgung ebenfalls eine Rolle spielen, sind jedoch kein Bestandteil der Potenzialanalyse.

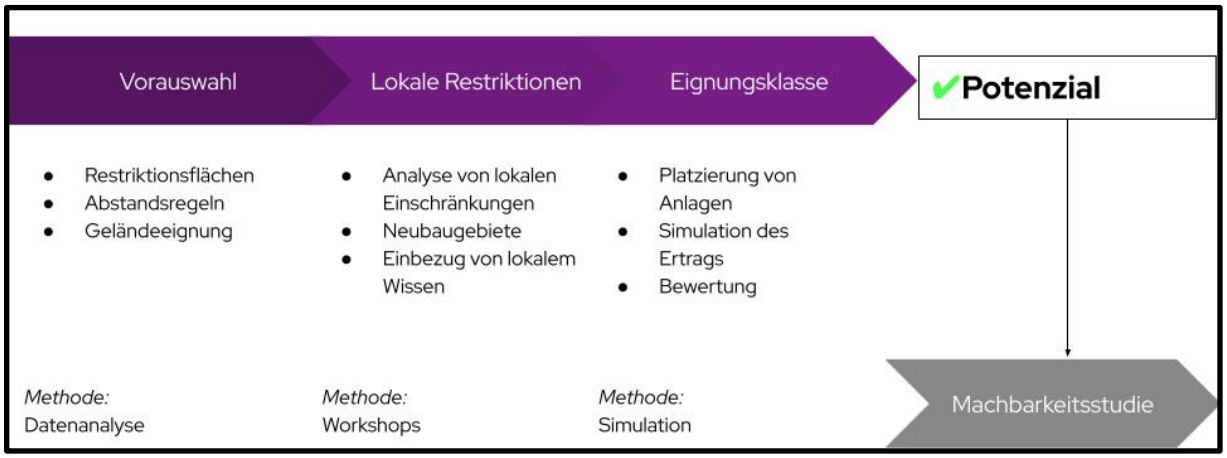


Abbildung 19: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

4.1 Potenzialanalyse im Kontext der kommunalen Wärmeplanung

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung dient die Potenzialanalyse dazu, zukunftsfähige Strategien unter Einbindung relevanter Akteure zu entwickeln. In Anlehnung an die Empfehlungen des „Leitfadens Kommunale Wärmeplanung" der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2020) liegt der Schwerpunkt dieser Analyse auf der Ermittlung des technischen Potenzials.

Neben der technologischen Machbarkeit sind insbesondere wirtschaftliche Aspekte von Relevanz. Wo es nachvollziehbar und sinnvoll ist, werden daher ökonomische Beschränkungen in die Analyse einbezogen und entsprechend gekennzeichnet. Dies ermöglicht eine zielorientierte Diskussion und die Entwicklung praxisnaher Maßnahmen.

Es sei hervorgehoben, dass die in diesem Bericht dargestellten Potenziale als technische Potenziale definiert sind. Diese wurden, sofern die Datenlage es zuließ, im Rahmen des partizipativen Prozesses und in Konsultation mit Expert*innen weiter eingegrenzt.

4.2 Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Visualisierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls

das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- Tiefengeothermie: Nutzung des Wärmepotenzials aus tieferen Erdschichten
- Luftwärmepumpe: Energetische Nutzung der Umgebungsluft
- Fluss- und Seewasserwärmepumpen: Nutzung der Wasserwärme
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen

Diese detaillierte Erfassung ist eine Basis für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.

Abbildung 20: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.3 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen.

Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In einem Indikatorenmodell werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen)
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien.

In Tabelle 3 ist eine Auswahl der wichtigsten, für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der angewandten Methodik zur Bestimmung der verschiedenen Potentiale zur Energiegewinnung folgt im Weiteren.

Tabelle 3: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Wichtigste Kriterien (Auswahl)
Windkraft	Siedlungsflächen (z. B. Wohngebiete), Flächeneignung (z .B. Gewässer), Infrastruktur (z. B. Hochspannungsleitungen), Naturschutz (z. B. FFH-Gebiete), Flächengüte (z. B. Windgeschwindigkeiten)
PV (Freiflächen)	Siedlungsflächen (z. B. Wohngebiete), Flächeneignung (z. B. Hochwassergebiete), Infrastruktur (z. B. Bahnstrecken), Naturschutz (z. B. Biosphärenreservate), Flächengüte (z. B. Hangneigung)
PV (Dachflächen)	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Solarthermie (Freiflächen)	Siedlungsflächen (z. B. Wohngebiete), Flächeneignung (z. B. Hochwassergebiete), Infrastruktur (z. B. Bahnstrecken), Naturschutz (z. B. Biosphärenreservate), Flächengüte (z. B. Nähe zu Wärmeverbrauchern)
Solarthermie (Dachflächen)	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Biomasse	Landnutzung (z. B. Acker- und Waldflächen), Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen (z. B. Wohngebiete), Flächeneignung (z .B. Hangneigung), Infrastruktur (z. B. Straßen), Naturschutz (z. B. Naturschutzgebiete), Flächen mit erwiesenem oder vermutetem Potenzial (GEOTIS), Temperaturschichtung im Untergrund, Gesteinstypen, Wärmeleitfähigkeit
Tiefengeothermie	Siedlungsflächen (z. B. Wohngebiete), Flächeneignung (z. B. Gewässer), Infrastruktur (z. B. Straßen), Naturschutz (z. B. Naturschutzgebiete), Flächen mit erwiesenem oder vermutetem Potenzial (GEOTIS), Temperaturschichtung im Untergrund, Gesteinstypen, Wärmeleitfähigkeit
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, techno-ökonomische Anlagenparameter (z. B. spezifische Lärmemissionen, COP), gesetzliche Vorgaben (z. B. TA Lärm)
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Fluss- und Seewasserwärme-pumpen	Landnutzung (freie Flächen um Gewässer), Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. Differenzierung in:

→ *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

→ *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

→ Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. “praktisch nutzbaren Potenzial”.

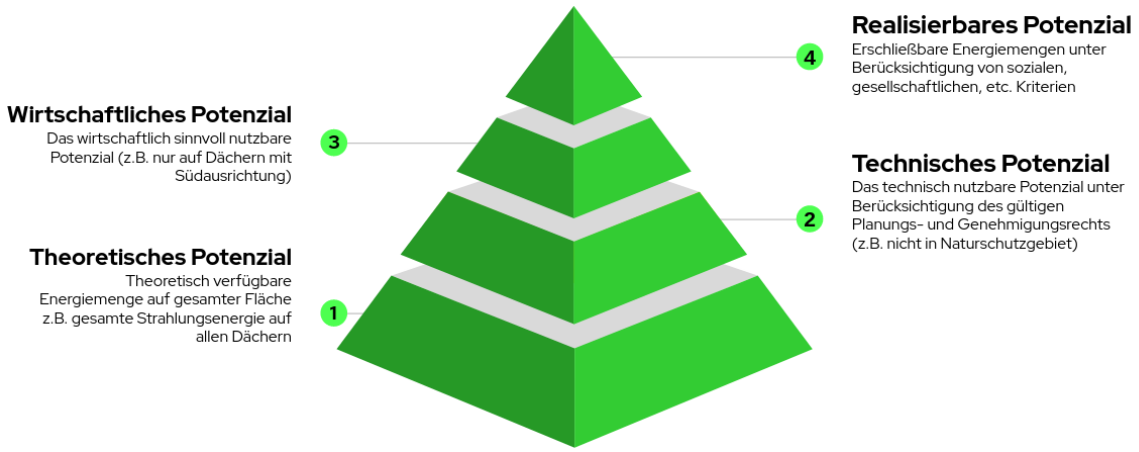


Abbildung 21: Definitionen von Potenzialen

4.3.1 Ziele der Potenzialerhebung und Limitationen

Die kommunale Wärmeplanung dient als strategisches Instrument, um breite Möglichkeiten im Bereich der erneuerbaren Wärmeversorgung aufzuzeigen und diskursive Szenarien für die Zukunft zu erörtern. Hierbei spielt eine konsistente und homogene Methodik eine entscheidende Rolle, um verschiedene Potenziale auf einer neutralen Vergleichsbasis erheben und bewerten zu können. Anpassungen von rechtlichen Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel sich ändernde Abstandsregelungen, erfordern zudem eine fortlaufende Aktualisierung der erhobenen Daten. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich zu realisierende Potenziale werden in ausgelagerten sowie nachfolgenden, spezifischen kommunalen Prozessen ermittelt. Zudem hat auch die Nutzung öffentlicher Kataster ihre Grenzen, da diese teilweise ungenau oder veraltet sind. Folglich können Abweichungen zu bereits bestehenden Potenzialstudien auftreten. Diese Differenzen sollten jedoch nicht zu eng betrachtet werden, da der Schwerpunkt der KWP auf der Identifizierung von Möglichkeiten und Folgeprojekten zur Erreichung der Treibhausgasneutralität im Jahr 2040 liegt. Durch die Berücksichtigung aktueller Kriterien schafft die KWP eine Datengrundlage, welche in weiteren Prozessen vertieft und verfeinert werden kann.

4.3.2 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale in Leonberg zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 22). Die quantitativen Ergebnisse sind wie folgt:

- Biomasse: 19 GWh/a
- Photovoltaik (Auf Dach): 162 GWh/a
- Windkraft: 93 GWh/a
- Photovoltaik (Freifläche): 212 GWh/a
- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen: 3 GWh/a

Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Stadtgebiet vorhandener Biomasse einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Für die Stromerzeugung eignet sich diese Technologie eher als ergänzende Maßnahme und sollte in diesem Fall eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden. Zudem stehen außerhalb der Gemarkungsgrenzen weitere Potentiale zur Verfügung.

Mit 93 GWh/a bietet die Windkraft zwar ein Potenzial, allerdings sind hier Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen.

Photovoltaik (Freifläche) stellt mit 212 GWh/a das größte erneuerbare Potenzial dar. Einschränkungen bestehen beispielsweise durch Flächenkonkurrenz aufgrund landwirtschaftlicher Nutzung oder die vorhandene Infrastruktur des Stromnetzes. Photovoltaik-Anlagen bieten aufgrund ihrer schnelleren Auf- und Abbauzeit im Vergleich zu Windkraftanlagen eine effiziente Lösung, wobei die Auswahl geeigneter Flächen, wie

beispielsweise die ehemalige Deponie "Rübenloch", unter Berücksichtigung von Umwelt- und Ressourcenschutzkriterien erfolgen sollte.

Obwohl das Potenzial mit 162 GWh/a geringer ausfällt als bei der Freiflächen-PV, bietet die gebäudeintegrierte Photovoltaik den Vorteil, dass sie relativ unkompliziert und ohne zusätzlichen Flächenbedarf umgesetzt werden kann. Die spezifischen Kosten sind jedoch im Vergleich zu Freiflächenanlagen höher. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

Auch wenn durch den Zubau von Wärmepumpen und den Ausbau der Elektromobilität eine starke Zunahme des Strombedarfs zu erwarten ist, zeigt die Analyse, dass das Potenzial an erneuerbaren Energien den Bedarf deutlich übersteigt.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme, wodurch sie einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % erreichen und somit eine besonders effiziente Energieversorgung ermöglichen. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30-60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Im Projektgebiet sind nach Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) KWK-Anlagen in unterschiedlichen Größenordnungen vertreten – von Kleinanlagen ab 50 kWel bis zu großen Einheiten mit einer Leistung bis zu 260 KWel. Basierend auf den vorhandenen Anlagen liegt das KWK-Potenzial zur Stromerzeugung bei ca. 3 GWh Strom pro Jahr. Diese Analyse zeigt das elektrische Potenzial der bestehenden Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Es ist deutlich, dass die Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung in Leonberg, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden.

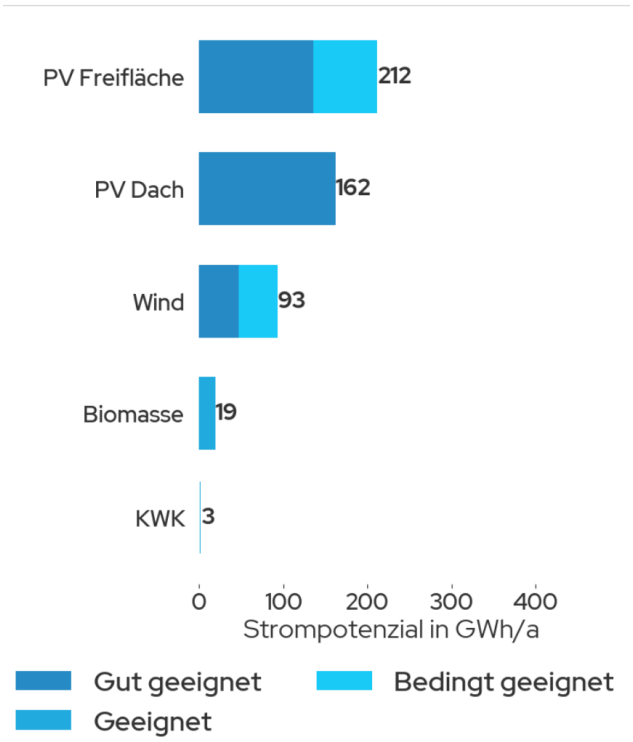


Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale der Stadt Leonberg

4.3.3 Windkraft

Windkraftanlagen machen sich die Strömungen des Windes zunutze, welche die Rotorblätter in Bewegung setzen. Mittels eines Generators erzeugen diese aus der Bewegungsenergie elektrischen Strom, der anschließend ins Netz eingespeist wird. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Windenergienutzung. Die mit großem Abstand dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

Abbildung 23: Standortpotenzial für Windenergieanlagen

Gebietsbestimmung: Zur Bestimmung des Windkraftpotenzials, wurden die im aktuell in der Überarbeitung befindlichen Regionalplan (Region Stuttgart Stand Oktober 2023) ausgewiesenen Flächen herangezogen.

Potenzialberechnung: Auf Basis von Klimadaten und der Oberflächenbeschaffenheit der betrachteten Gebiete werden die Windverhältnisse in unterschiedlichen Höhen berechnet.

Auf den potenziellen Flächen werden unter Berücksichtigung bereits existierender Windkraftanlagen, Turbinen platziert und zu Windparks zusammengefasst. Hierbei wird aus einer Vielzahl am Markt erhältlichen Anlagentypen jeweils das für den Standort mit seinen lokalen Windverhältnissen am besten geeignete Modell gewählt (z. B. Stark- / Schwachwindanlage, charakterisiert nach Leistungskurve). Inzwischen kommen Turbinen mit mehr als 6,0 MW Nennleistung und 160 m Rotordurchmesser zum Einsatz.

Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage und ein jährlicher Energieertrag berechnet.

4.3.4 Thermische Potenziale

Die Untersuchung der thermischen Potenziale für Leonberg zeigt ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 24). Die quantitativen Potenziale in GWh/a sind wie folgt:

- Industrielle Abwärme: 1 GWh/a
- Biomasse: 32 GWh/a
- Solarthermie (Auf Dach): 202 GWh/a
- Luftwärmepumpe: 418 GWh/a
- Oberflächennahe Geothermie (Sonden): 326 GWh/a
- Oberflächennahe Geothermie (Kollektoren): 247 GWh/a
- Solarthermie (Freifläche): 389 GWh/a
- Abwasser: 38 GWh/a
- KWK: 5 GWh/a

Die Potenziale sind heterogen verteilt. Im Stadtgebiet dominieren vor allem die Dachflächenpotenziale für Solarthermie sowie das Potenzial für Abwärmenutzung. Die Potenziale der oberflächennahen Geothermie sind in und um die Siedlungsgebiete zu finden. In den Stadtrandlagen bestehen zudem Möglichkeiten zur Errichtung von Solar-Kollektorfeldern.

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen.

Luftwärmepumpen haben mit 418 GWh/a das größte Potenzial für die dezentrale Energieversorgung. Solarthermie (Freifläche) stellt mit einem Potenzial von 389 GWh/a die zweitgrößte einzelne Ressource dar. Dabei sind jedoch Flächenverfügbarkeit und die Anbindung an potenzielle Wärmenetze zu berücksichtigen.

Die Nutzung von industrieller Abwärme bietet ein zwar begrenztes, aber hoch effizientes Potenzial, insbesondere in Kombination mit anderen Technologien. Insgesamt wurden sieben Betriebe mit Abwärmequellen identifiziert. Allerdings konnten die meisten Betriebe das vorhandene Abwärmepotenzial nicht selbst quantifizieren. Für die Abschätzung der konkreten Nutzung und die Erschließung dieser Abwärmequellen gilt es daher weiterführende Studien durchzuführen.

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung und können vielseitig im Gemeindegebiet genutzt werden. Die Herausforderungen an die Implementierung und die Betriebsparameter der einzelnen Energieträger (Luft, Gewässer, Geothermie) sind sehr unterschiedlich. Die Investitionen in Luftwärmepumpen sind vergleichsweise kostengünstig und eignen sich gut für freistehende Häuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser. Voraussetzung für einen effizienten Betrieb ist jedoch ein niedriges Temperaturniveau (Vorlauftemperatur max. 55 °C) zur Wärmeversorgung des Gebäudes.

Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen, die im Marktstammdatenregister (MaStR) für Anlagen mit Inbetriebnahme bis einschließlich 2022 gelistet sind, liegt das thermische KWK-Potenzial im Projektgebiet bei ca. 5 GWh Wärme pro Jahr. Wie auch bei Strom, zeigt die Analyse das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen im Projektgebiet ist das Wärmepotenzial eher gering einzuordnen. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

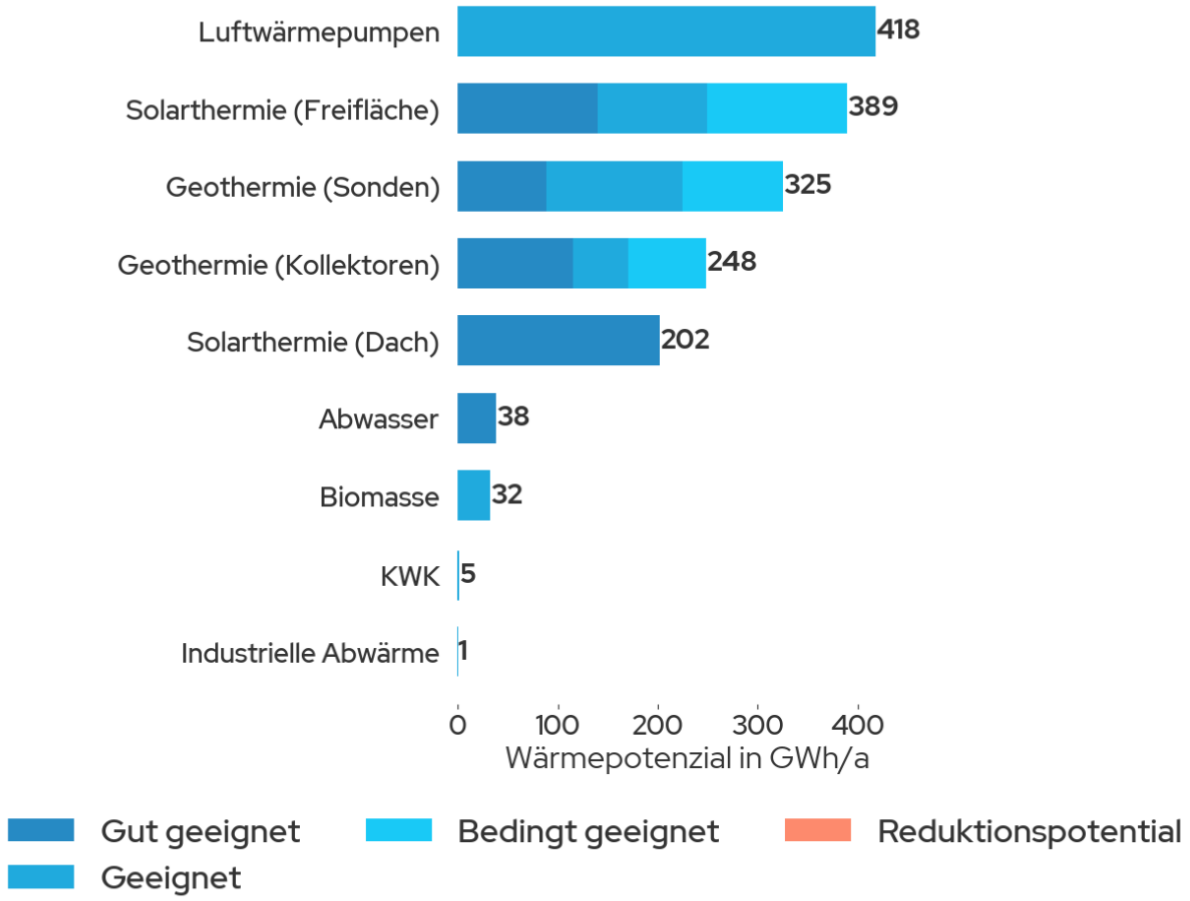


Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale der Stadt Leonberg

4.3.5 Geothermie

Geothermie bezeichnet die unter der Erdoberfläche vorhandene Wärmeenergie, die der Mensch durch verschiedene Verfahren erschließen und für sich nutzbar machen kann. Unterschieden wird nach VDI 4640 zwischen der oberflächennahen Geothermie (< 400 m) und der Tiefengeothermie (> 400 m). Im Mitteleuropäischen Durchschnitt beträgt die vertikale Temperaturzunahme, der geothermische Gradient, ca. 3 °C pro 100 m Tiefe. In Abhängigkeit der Nutz d.h. Gewinnung thermischer Energie und/oder Stromerzeugung, des

Reservoirs, der Schüttung und der Größe der Endabnehmer, muss dementsprechend tief gebohrt werden.

Tiefengeothermie

Aufgrund der geologischen Gegebenheit stellt Tiefengeothermie keine geeignete Möglichkeit für die zukünftige Wärmeversorgung Leonbergs dar. Daher wurde diese Technologie im Rahmen der Konzepterstellung nicht näher untersucht.

Oberflächennahe Geothermie

In der Potenzialanalyse fanden Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden Betrachtung. Erstere werden horizontal in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m eingebracht. Erdwärmesonden hingegen werden bis zu einer Tiefe von mehreren hundert Metern vertikal verbohrt. Beide Technologien nutzen die konstanten Erdtemperaturen durch ein geschlossenes System, in dem ein zirkulierendes Wärmeträgermedium in Verbindung mit einer Wärmepumpe die Erdwärme erschließt.

Die vorab erwähnten ungünstigen geologischen Gegebenheiten grenzen nicht nur die tiefengeothermische Gewinnung von Wärme, sondern auch die Erschließung des oberflächennahen geothermischen Potenzials in hohem Maße ein. Gips- bzw. Anhydritvorkommen können sich bei Kontakt mit Wasser in ihrem Volumen verändern, was Schäden, beispielsweise an Gebäuden, zu Folge haben kann. Da es in der Vergangenheit zu mehreren Schadensfällen dieser Art kam, wurde durch das Landratsamt Böblingen eine sogenannte Ampelkarte (siehe Abbildung 25) entwickelt, welche über die Zulassungsfähigkeit von Erdwärmesonden informiert.

Im Zuge der Erstellung des kommunalen Wärmeplans erfolgte hinsichtlich der Ausweisung des technischen oberflächennahen geothermischen Potenzials eine Absprache mit dem Landratsamt Böblingen, welches die bestehende Gültigkeit der Ampelkarte bestätigte. Daraus geht hervor, dass innerhalb von roten Bereichen gegenwärtig keine Erdwärmesonden genehmigt werden. In gelben Bereichen sind Erdwärmesonden im Einzelfall zulässig. In diesen Gebieten bestehen unterschiedliche Bohrtiefenbegrenzung. Diese dienen in Teilen dem Schutze des Grundwassers im Einzugsgebiet der Stuttgarter Heil- und Mineralquellen und zum anderen darf nur bis auf die Haßmersheimer Schichten gebohrt werden, welche in Tiefen von 40 – 80 m anzutreffen sind. Als weitere Schutzmaßnahme darf als Wärmeträger nur Wasser verwendet werden.

Erdwärmekollektoren müssen innerhalb von Wasserschutzgebieten angezeigt werden. Da weite Teile Leonbergs innerhalb des Stuttgarter Heil- und Mineralquellschutz Gebietes liegen, sind Erdwärmekollektoren im Einzelfall ggf. unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen erlaubt, z.B. der Verwendung von Wasser als Wärmeträger. Die Nutzung von Erdwärmekollektoren kann mitunter in manchen Bereichen Leonbergs verboten sein, daher ist vor der Entscheidung für diese Technologie eine Rücksprache mit der verantwortlichen Behörde notwendig.

Das technische Potenzial für die Nutzung von Erdwärmesonden ist in Leonberg daher stark eingeschränkt und bedarf immer einer Abstimmung bzw. Einzelfallprüfung der zuständigen Behörde, dem Landratsamt Böblingen. Das technische Potenzial für Erdwärmesonden in Leonberg beträgt von 326 GWh/a und für Erdwärmekollektoren 247 GWh/a.

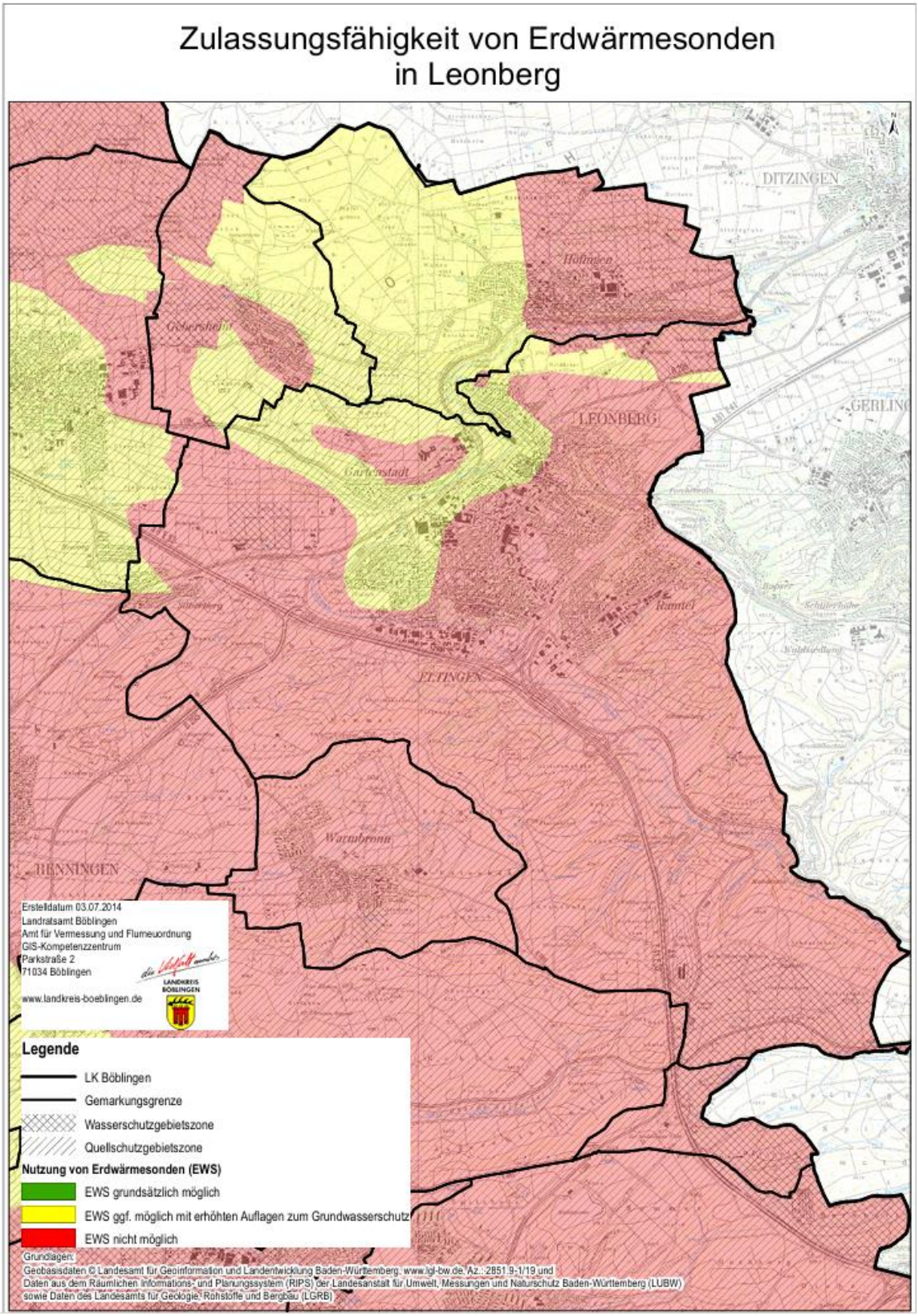


Abbildung 25: Zulässigkeiten von Erdwärmesonden im Landkreis Böblingen (Quelle: Landratsamt Böblingen)

4.3.6 Biomasse

Zur energetischen Nutzung von Biomasse können die Stoffe entweder direkt verbrannt oder zuvor mittels anaerober Vergärung in Biogas umgewandelt werden. Die energetische Nutzung kann vollständig der Wärmebereitstellung dienen oder auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

Gebietsbestimmung: Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Substraten als geeignete Gebiete für die anschließende Potenzialberechnung herangezogen:

- Landwirtschaftliche Flächen: Mais, Stroh
- Waldflächen: Waldrestholz
- Reben: Rebschnitt
- Gras: Grünschnitt
- Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll

Potenzialberechnung: Für die Zuordnung der Substrate zu den Gebietstypen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze auf Ackerflächen angebaut wird. Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird mit einem durchschnittlichen Ertrag pro Fläche gerechnet.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als Merkmal herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Die Bestimmung der Personenanzahl pro Gebiet erfolgt durch deren prozentualen Anteil am betrachteten Gesamtgebiet und dessen Einwohnerzahl.

Wirtschaftliche Eingrenzung: Um eine realistische Einschätzung der durch oben beschriebene Vorgehensweise erzielten Werte zu erreichen, werden folgende wirtschaftliche Einschränkungen verwendet:

- Gras (unrentabel), Stroh (Flächenkonkurrenz Mais) und Müll (in der Regel bereits vollkommen verwertet) wurden ausgenommen
- Mais: nur 10 % verwendet (nachhaltige Fruchtfolge)

4.3.7 See- und Flusswärme

Die nachfolgende Beschreibung befasst sich mit der Berechnung der Potenziale für Wärmepumpen, die Oberflächenwasser (Flüsse und Seen) als Wärmequelle nutzen. Diese Art der Wärmeerzeugung nutzt Groß- Wärmepumpen, die in ein Wärmenetz zur Versorgung einer Vielzahl von Gebäuden einspeisen. Hierfür sollen mögliche Standorte, Leistungen und Jahreserzeugungsmengen bestimmt werden.

Gebietsbestimmung: In einem ersten Schritt werden alle relevanten Flüsse und Seen in der untersuchten Region ermittelt. Diese bilden die potenziellen Wärmequellen für die Wärmepumpen.

Daraufhin werden mögliche Aufstellflächen für die Wärmepumpen ermittelt. Dazu wird eine potenzielle Fläche von 50 Metern rund um die identifizierten Gewässer definiert. Ausschlusskriterien sind dabei unter anderem Siedlungsflächen, Naturschutzgebiete und andere ungeeignete Areale.

Potenzialberechnung: Innerhalb der identifizierten Aufstellflächen werden mögliche Standorte für die Wärmepumpen festgelegt, wobei ein Mindestabstand zwischen den Standorten eingehalten wird. In diesen Abständen werden nun fiktive Wärmepumpen mit der jeweils vorgegebenen thermischen Leistung in den geeigneten Flächen platziert.

Ausgehend von dieser Auslegung für den jeweils einzelnen Standort wird anschließend berechnet, welche Wärmemengen den Gewässern jeweils insgesamt und gleichzeitig entzogen werden könnten. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass maximal 5% des mittleren Niedrigwasserabflusses aus Flüssen und maximal 0,5 K aus dem gesamten Seevolumen entnommen werden können.

Auf der Gemarkung von Leonberg wurden keine für die Wärmegewinnung geeigneten Oberflächengewässer identifiziert.

4.3.8 Solarthermie (Freifläche)

Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese mittels Sonnenkollektoren (z. B. Röhrenkollektoren oder Flachbettkollektoren) in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80 °C und 150 °C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

Gebietsbestimmung: Für die ausgewiesenen Flächen wurden, die von der Stadt Leonberg bereits ausgewiesen und vorgeprüfte Flächen übernommen.

Potenzialberechnung: Zur Potenzialberechnung werden die identifizierten Flächen mit Modulen belegt. Für die Leistungsdichte werden 3.000 kW/ha zugrunde gelegt (basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° angenommen. Aus Einstrahlungsdaten und der Verschattung werden die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet bestimmt werden. Dafür wird der Unterschied zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielter Wärmemenge mit einem Reduktionsfaktor von 0,61 berücksichtigt.

Wirtschaftliche Abgrenzung: Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, deren Entfernung zur Siedlungsfläche einen Maximalabstand von 1.000 m unterschreitet. Zudem wird das Ergebnis in "gut geeignete" (< 200 m) und "bedingt geeignete" (< 1000 m) Flächen eingeteilt.

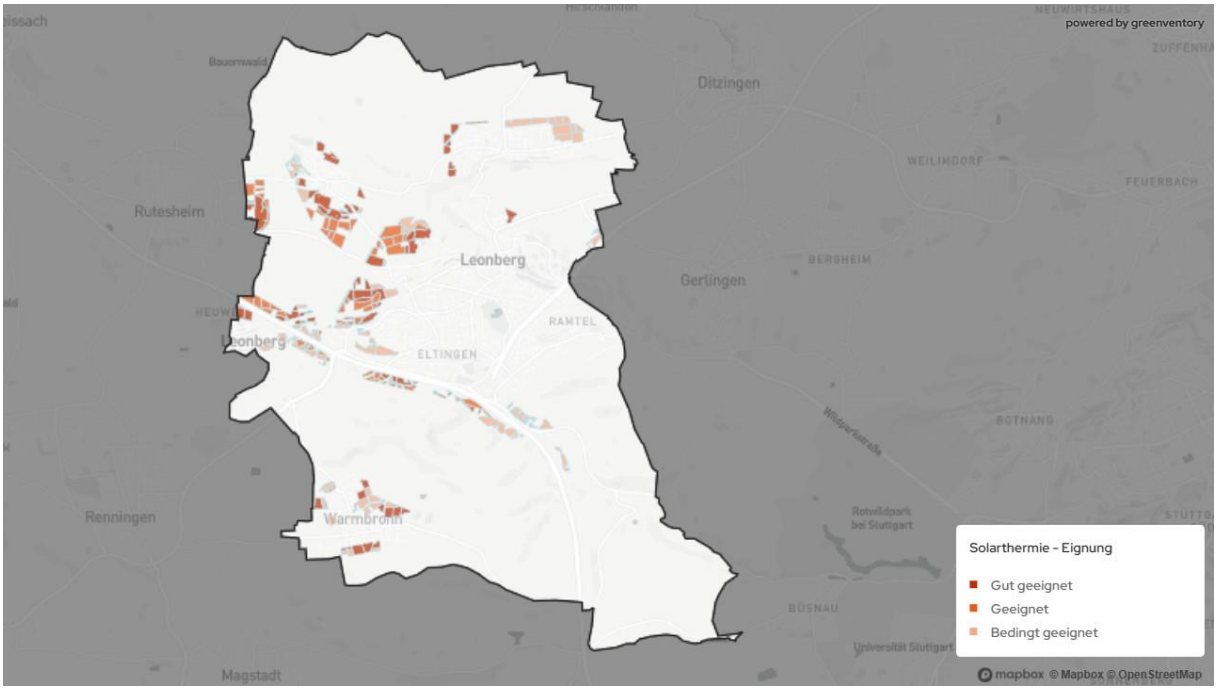


Abbildung 26: Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung

4.3.9 Photovoltaik (Freifläche)

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

Gebietsbestimmung: Für die ausgewiesenen Flächen wurden, die von der Stadt Leonberg bereits ausgewiesen und vorgeprüfte Flächen übernommen. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen. Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 30 m² pro Fläche.

Potenzialberechnung: Im nächsten Schritt werden auf diesen Flächen Module platziert. Dabei werden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° vorgesehen. Die auf die Module treffende Sonneneinstrahlung setzt sich aus direkter, diffuser und reflektierter Strahlung zusammen. Mit Modellen, die auf Satelliten- und Atmosphärendaten basieren und mit Messungen kalibriert werden, können Wolken berücksichtigt und die Globalstrahlung pro Ort und Höhe bestimmt werden. Pro Gebiet werden dann die durchschnittliche Höhe und das Gefälle ermittelt. Verschattungen durch das Terrain werden in den Modellen berücksichtigt. Aus den Strahlungsdaten und der Verschattung werden dann die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands und der Leistung der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet werden.

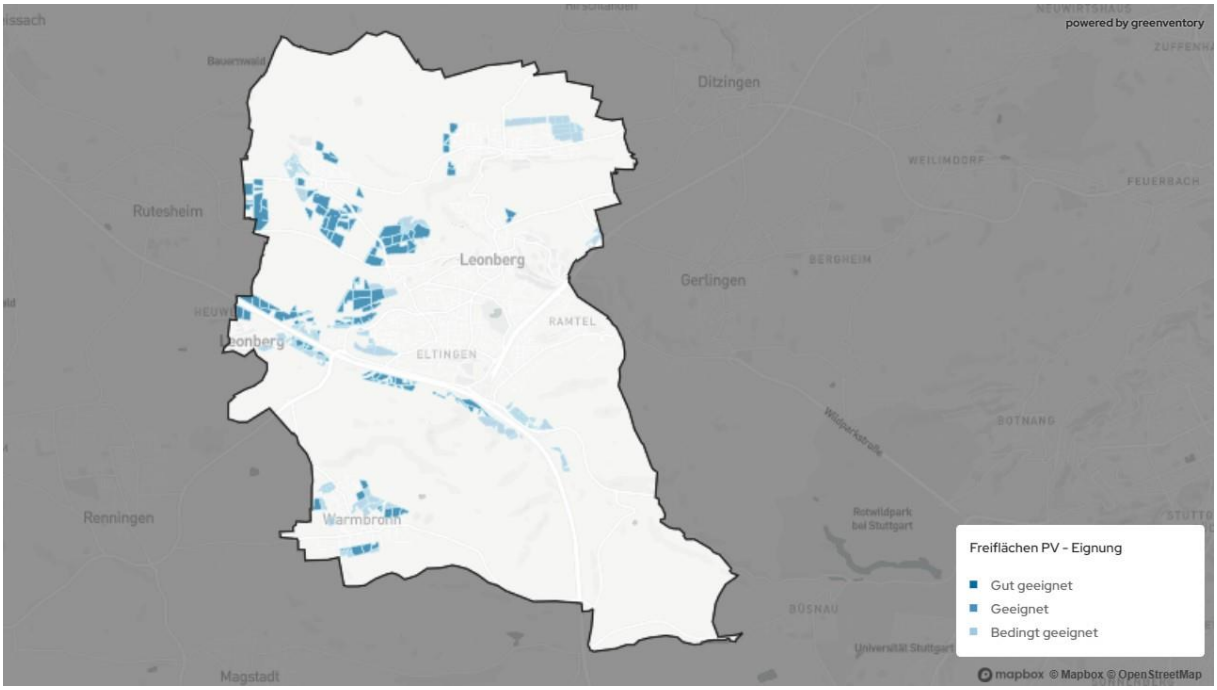


Abbildung 27: Elektrische Energiegewinnung durch Sonnenstrahlung

Wirtschaftliche Abgrenzung: Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1.125 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal 5° beträgt, bzw. zwischen 5° und 30°, solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschreitet.

4.3.10 Dachflächenpotenziale

Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude.

Hierbei handelt es sich um das technische Potenzial (siehe Definition von Potenzialen), das gebäudebezogene Einschränkungen aufgrund des Denkmalschutzes nicht berücksichtigt.

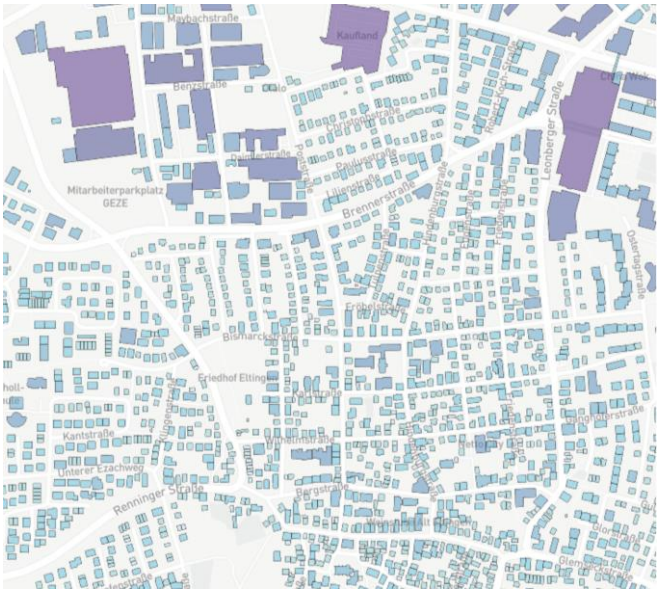


Abbildung 28: Solares Potenzial durch PV-Installation auf Dächern

4.3.11 Solarthermie (Dachflächen)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Solarthermieleistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet.

Folgender Wert kommt zum Einsatz:

- Flächenspezifische jährliche Wärmeerzeugung: 400 kWh/m²

4.3.12 Photovoltaik (Dachflächen)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² Dachfläche für Photovoltaik genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgender Wert kommt zum Einsatz für die Modulfläche:

- Flächenspezifische jährliche Stromerzeugung: 160 kWh/m²

4.3.13 Luftwärmepumpen

Die Installation von Luft-Wasser-Wärmepumpen hat das Potenzial, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle genutzt wird.

Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen und lärmschutzrechtliche Aspekte.

Gebietsbestimmung: Die Methode fußt auf der Erstellung einer Flächenberechnung für jedes Gebäude, wobei die Außeneinheit der Wärmepumpe innerhalb eines Abstands von maximal 8 Metern zum Gebäude installiert werden sollte. Dies ist notwendig, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten und Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig muss jedoch stets sichergestellt sein, dass genügend Abstand zu anderen Gebäuden vorhanden ist, um Probleme mit den Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohngebiet, Industrie, Krankenhaus etc.) wird die maximal zulässige Lautstärke ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung ergeben sich daraus die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu den Nachbargrundstücken und die entsprechenden Verbotsflächen.

Abbildung 29: Energetische Nutzung der Umgebungsluft

Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Verbotsflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Verbotsflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Verbotsflächen unberührt bleiben.

Potenzialberechnung: Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Durch einen Vergleich mit den Verbrauchsdaten, den Volllaststunden des Jahres und der jahreszeitenbedingten Leistungszahl wird der (mittlere) Strombedarf der Wärmepumpe und die erzeugte Wärmemenge pro Jahr berechnet.

4.3.14 Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen

Industriebetriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können.

Gebietsbestimmung: Industriebetriebe fungieren als Punktquellen. Die relevanten Betriebe wurden durch eine Analyse von Gewerbedaten sowie in Zusammenarbeit mit der Kommune bzw. Stadtwerke und lokale Energieversorger identifiziert und angeschrieben.

Potenzialberechnung: Zur Erfassung der Potenziale wurden Fragebögen nach den Anforderungen der KEA-BW an die Unternehmen verschickt und von diesen dann Informationen zum jeweiligen Abwärmepotenzial sowie dessen Verfügbarkeit und des Temperaturniveaus angegeben. Teilweise handelt es sich dabei nur um Erfahrungswerte.

4.3.15 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische Konsens. Jedoch kann aufgrund der geologischen Gegebenheiten innerhalb und außerhalb der Gemarkung Leonberg eine zentrale Wärmeversorgung durch hydrothermale Tiefengeothermie nicht in Betracht gezogen werden.

4.3.16 Abwärme aus Abwasser

Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser ist von großer Bedeutung. Insbesondere in den Untersuchungsgebieten 1, 5, 7, 8 und 9, wo durch eine umfangreiche Anzahl an DN800-Leitungen günstige Bedingungen herrschen. Dennoch sind auch in den anderen Untersuchungsgebieten 2, 3, 4 und 6 Untersuchungen in Form einer Machbarkeitsstudie sinnvoll, auch wenn dort weniger DN800-Leitungen vorhanden sind.

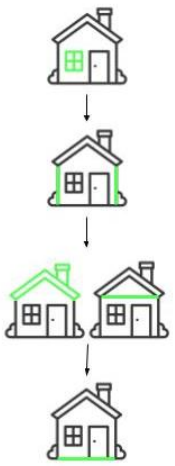
Neben Abwasserkanälen sollte auch die Kläranlage in Höfingen in Betracht gezogen werden. Um die Abwärme aus der Kläranlage in Höfingen zu gewinnen, wurden Annahmen zu Durchflussraten und Temperaturen und Temperaturspreizung für die Wärmeentnahme angenommen. Das Potenzial für die Wärmegewinnung aus dem Kläranlagenablauf wurde mit einer Leistung von 5,8 MW ermittelt.

4.4 Potenziale für Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen insgesamt ca. 267 GWh/a eingespart werden könnten, was etwa 40 % des aktuellen Wärmebedarfs der Stadt entspricht. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden, sowie bei Gebäuden aus den Neunzigern. Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf.

Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox Abbildung 30 dargestellt.

Infobox: Energetische Gebäudesanierung



Fenster	• 3-fach Verglasung • Zugluft / hohe Wärmeverluste durch Glas vermeiden	800 €/m²
Fassade	• Wärmedämmverbundsystem ~ 15 cm • Wärmebrücken (Rollladenkästen, Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren	200 €/m²
Dach	• (teil-)beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten / Zwischensparrendämmung • Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschossdecke dämmen • Oft: verhältnismäßig gutes Dach in älteren Gebäuden	400 €/m² 100 €/m²
Kellerdecke	• Bei unbeheiztem Keller	100 €/m²

Abbildung 30: Infobox - Energetische Gebäudesanierung

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstofferzeugung

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Verwendung als Energieträger für die Wärmeerzeugung wird aufgrund bis auf Weiteres nicht absehbarer wirtschaftlicher Umsetzbarkeit als unwahrscheinlich angenommen und daher in diesem Bericht nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung muss deshalb in einer Fortschreibung des KWP in die Planungen aufgenommen werden.

4.6 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Die Ausweisung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen. Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage zur finalen Festlegung von Wärmenetzversorgungsgebieten sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, insbesondere die Durchführung von Machbarkeitsanalysen für die im vorliegenden Wärmeplan identifizierten Eignungsgebiete.

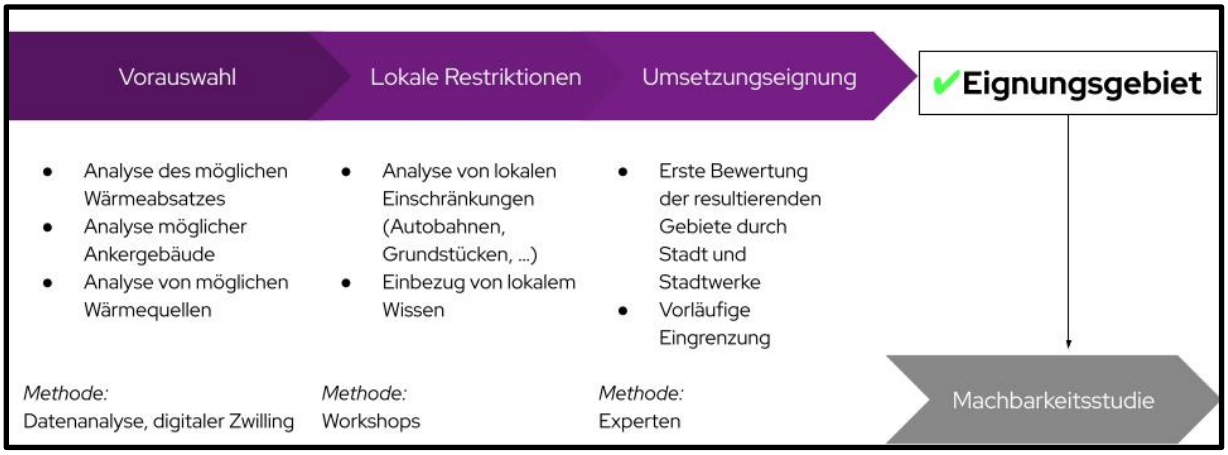


Abbildung 31: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

Wärmenetze ermöglichen die zentrale Nutzung klimafreundlicher Wärmequellen und sind deshalb eine der Schlüsseltechnologien für die zukünftige Wärmeversorgung in Leonberg. Nah- und Fernwärme können eine effiziente Lösung zur Erschließung größerer Versorgungsgebiete und zur zentralen Versorgung von Wärmesenken mit erneuerbaren Energiequellen darstellen. Da der Aufbau von Wärmenetzen sehr hohe Investitionen erfordert und mit einem erheblichen Aufwand bei Planung, Erschließung und Bau verbunden ist, gilt es, diese Gebiete sorgfältig auszuwählen und in weiteren Analysen detaillierter zu untersuchen. Bei der Aufstellung des Zielszenarios ist es dementsprechend von großer Bedeutung, sogenannte Eignungsgebiete für Wärmenetze aufzuzeigen, in denen deren Nutzung und Betrieb als effizient und wirtschaftlich erwartet werden. Grundsätzlich werden im Rahmen dieses Berichtes vier Kategorien von Gebieten unterschieden:

- Eignungsgebiete: Gebiete, die grundsätzlich auf Basis der vorgegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze geeignet sind
- Wärmenetzausbaugebiete: Gebiete, in denen der Wärmnetzausbau perspektivisch geplant ist
- Fernwärmevorranggebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang: Gebiete, in denen die Bewohner*innen zum Anschluss an das Wärmenetz verpflichtet werden
- Einzelversorgungsgebiete: Gebiete ohne Erschließung mit Fernwärme und Wärmeerzeugung individuell im Einzelgebäude

Im Rahmen der Wärmeplanung liegt der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten, welche dann in Folgeschritten, wie Machbarkeitsstudien, genauer untersucht werden müssen, um so zu einem Wärmenetzausbaugebiet zu werden. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgt in zwei Stufen:

1. **Vorauswahl**: In einem ersten Schritt werden mögliche Eignungsgebiete automatisiert ermittelt. Hierzu werden folgende Kriterien berücksichtigt: Ausreichender Wärmeabsatz, vorhandene Ankergebäude und gut erschließbare Wärmepotenziale innerhalb oder nahe des Gebiets (z. B. Abwärmequellen). Zudem werden Versorgungsgebiete von Bestandswärmenetzen sowie bereits beschlossene Vorranggebiete für Wärmenetze berücksichtigt.
2. **Lokale Restriktionen**: Im zweiten Schritt werden diese automatisiert erzeugten Gebiete im Rahmen von Expertenworkshops genauer betrachtet. Dabei werden sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse miteinbezogen. Es wird vor allem analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmeliniendichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erscheint. Jene Gebiete, die als geeignet bewertet werden, können im nächsten Kapitel der Zielszenarien bei der Bestimmung des Energieträgermixes berücksichtigt werden.

4.7 Einordnung der Verbindlichkeit der identifizierten Eignungsgebiete:

In diesem Wärmeplan, der nach den Vorgaben des KlimaG BW erstellt wurde, werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die in den Maßnahmen erläuterten und dargestellten Untersuchungsgebiete dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der lokalen Energieversorger und Stadtwerke in den nächsten zehn Jahren.

Zudem hat die Kommune grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet als Fernwärmevorranggebiet auszuweisen. Gebäudeeigentümer innerhalb eines Fernwärmevorranggebietes mit Anschluss- und Benutzungszwang sind verpflichtet, sich an das Fernwärmenetz anzuschließen. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im

Bestand besteht die Verpflichtung erst ab dem Zeitpunkt, an dem eine grundlegende Änderung an der bestehenden Wärmeversorgung vorgenommen wird.

In einem (der Wärmeplanung) nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der Eignungsgebiete von den Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien wie die wirtschaftliche, technische und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit mit einbeziehen.

Für den nach KlimaG BW erstellten Wärmeplan gilt in Bezug auf das GEG: „Wird in einer Kommune eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet auf der Grundlage eines Wärmeplans schon vor Mitte 2026 bzw. Mitte 2028 getroffen, wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent erneuerbaren Energien schon dann verbindlich. Der Wärmeplan allein löst diese frühere Geltung der Pflichten des GEG jedoch nicht aus. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die veröffentlicht sein muss." (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

Das bedeutet, wenn die Stadt Leonberg beschließt, vor Mitte 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlicht, gilt die 65%-EE-Pflicht für Bestandsgebäude innerhalb dieser Gebiete einen Monat nach Veröffentlichung.

4.8 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Für die Identifizierung von Eignungsgebieten wurden neben den erläuterten Prüfkriterien hinaus Expertenworkshops zur Einbindung von lokalem Fachwissen durchgeführt (siehe hierzu auch Kapitel 7). Die nachfolgende Abbildung zeigt zunächst eine Gesamtübersicht der Eignungsgebiete. Die einzelnen Gebiete für die Versorgung über Wärmenetze werden nochmals genauer erläutert.

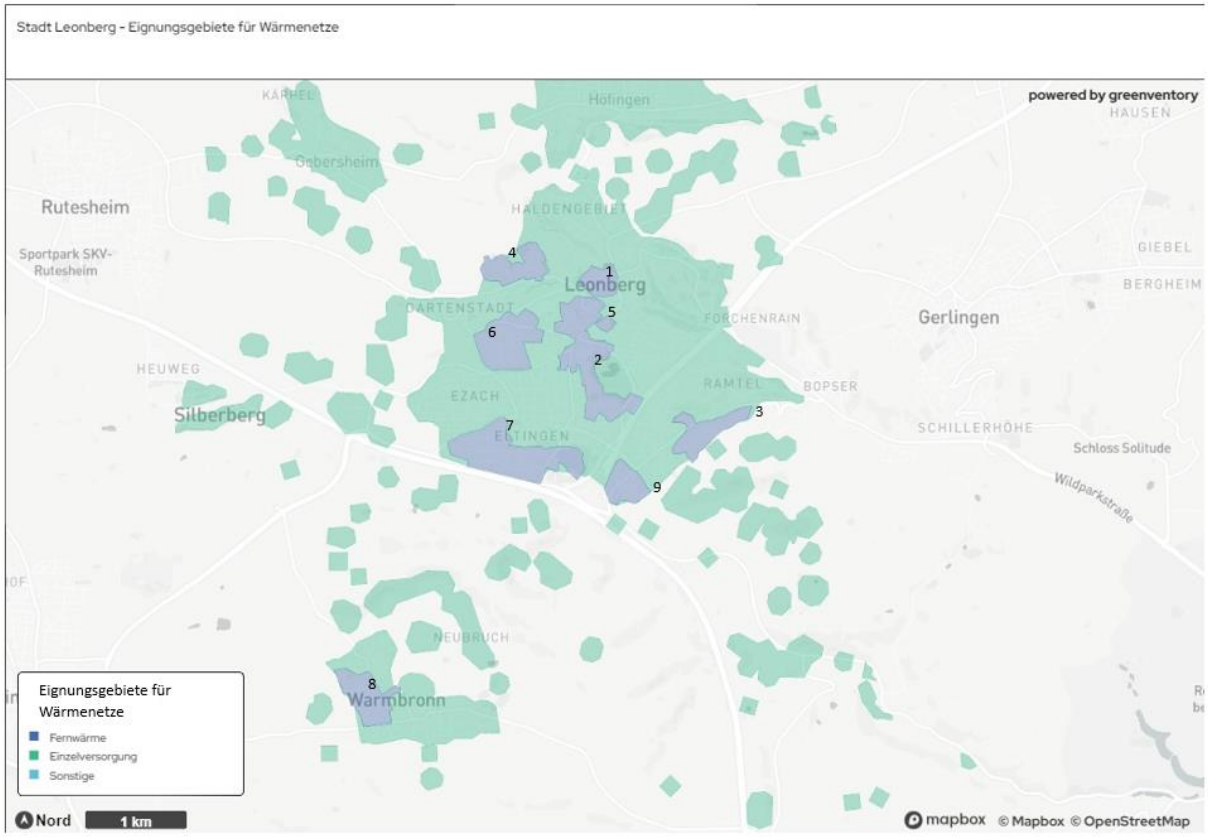


Abbildung 32: Gesamtübersicht - Eignungsgebiete für Wärmenetze Leonberg (1 Altstadt, 2 Neue Mitte, 3 Ramtel, 4 Krankenhaus, 5 Rathaus / Schulen, 6 GE Römerstraße, 7 GE Eltingen, 8 Warmbronn, 9 Neue Ramtel)

Untersuchungsgebiet 1 - Altstadt

Ein erstes Untersuchungsgebiet für ein mögliches Wärmenetz ergibt sich nach Prüfung der zuvor erläuterten Kriterien in der Altstadt. Hier besteht eine sehr hohe Wärmeliniendichte. Die enge Bebauung der Altstadt lässt zudem eine Installation von Wärmepumpen kaum zu. Das in der Altstadt vorhandene Schulzentrum bietet, insbesondere mit dem geplanten Anbau von Mensa und Betreuungsräumen, eine Möglichkeit für eine neue Energiezentrale und kann gleichzeitig als Ankerkunde fungieren.

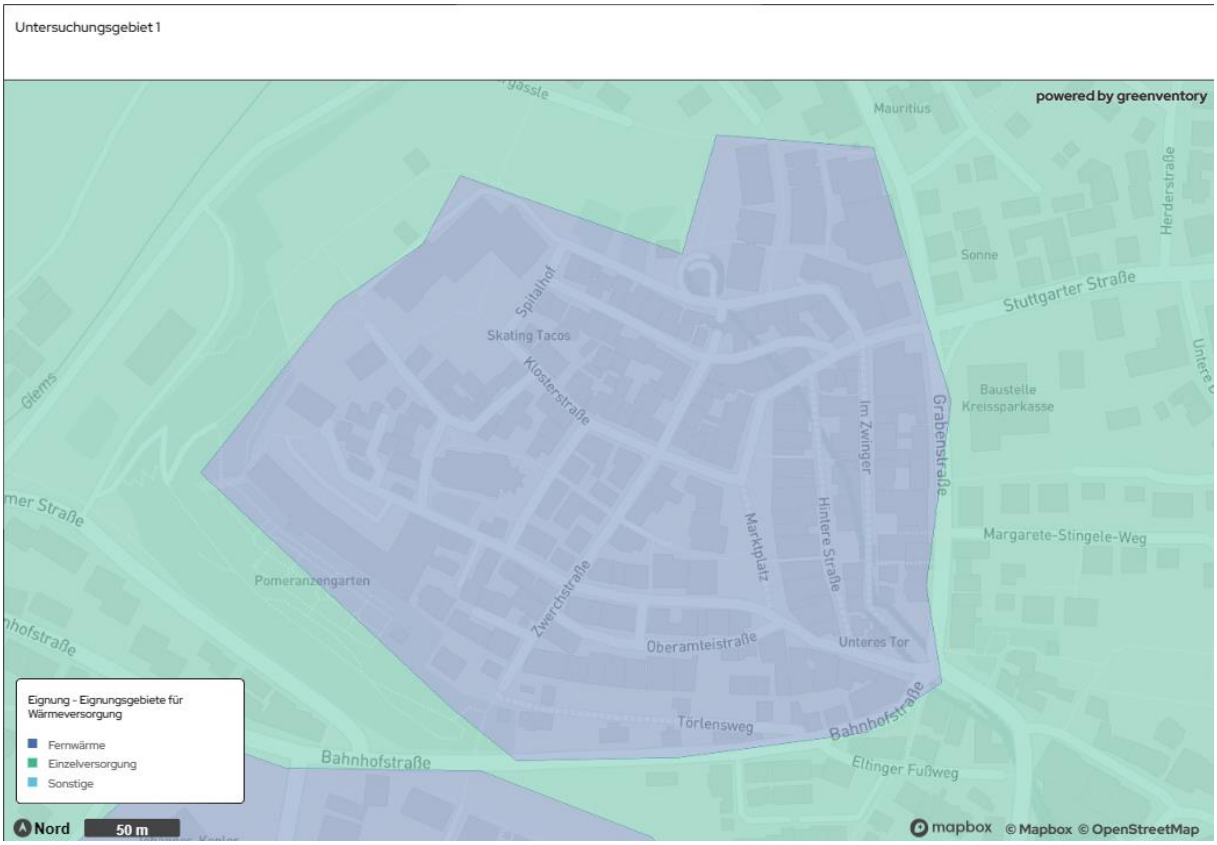


Abbildung 33: Untersuchungsgebiet 1

Untersuchungsgebiet 2 – Neue Mitte

Das zweite Untersuchungsgebiet verläuft vom Leocenter aus Richtung Süden westlich des Stadtparks. Die hohe Wärmeliniendichte in dem Gebiet bietet gute Voraussetzung für den Betrieb eines Wärmenetzes. Ebenfalls befinden sich in diesem Gebiet mehrere Hochhäuser, die, genauso wie das Leocenter, teilweise von einer Heizzentrale mit Wärme versorgt werden.

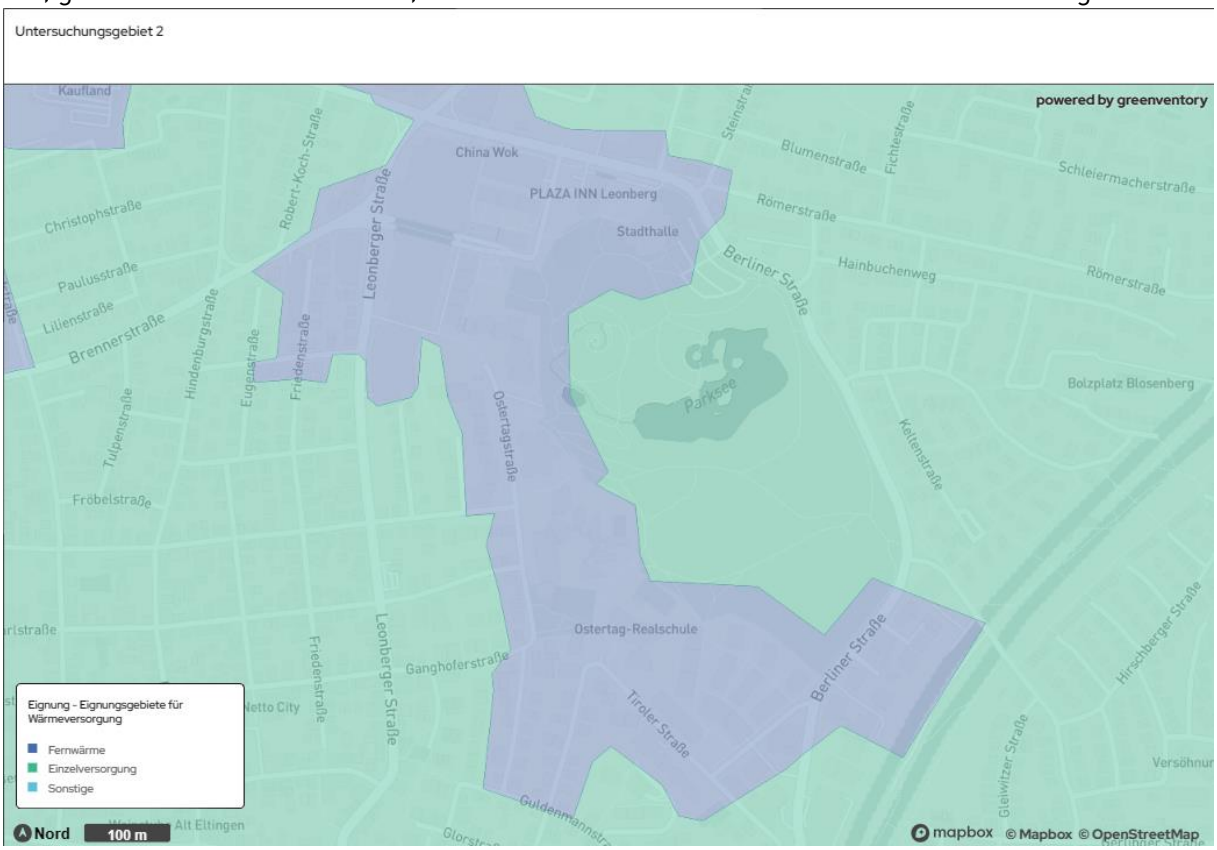


Abbildung 34: Untersuchungsgebiet 2

Untersuchungsgebiet 3 - Ramtel

Das dritte Untersuchungsgebiet liegt östlich der Kernstadt entlang der Ramtelstraße. Das Gebiet weist ebenfalls eine hohe Wärmeliniendichte und eine dichte Bebauung auf. Die Schulen und Kindertagesstätten auf der linken Seite der Ramtelstraße könnten perspektivische Ankerkunden darstellen und mögliche Flächen/Räumlichkeiten für die Aufstellung von Energiezentralen bieten.

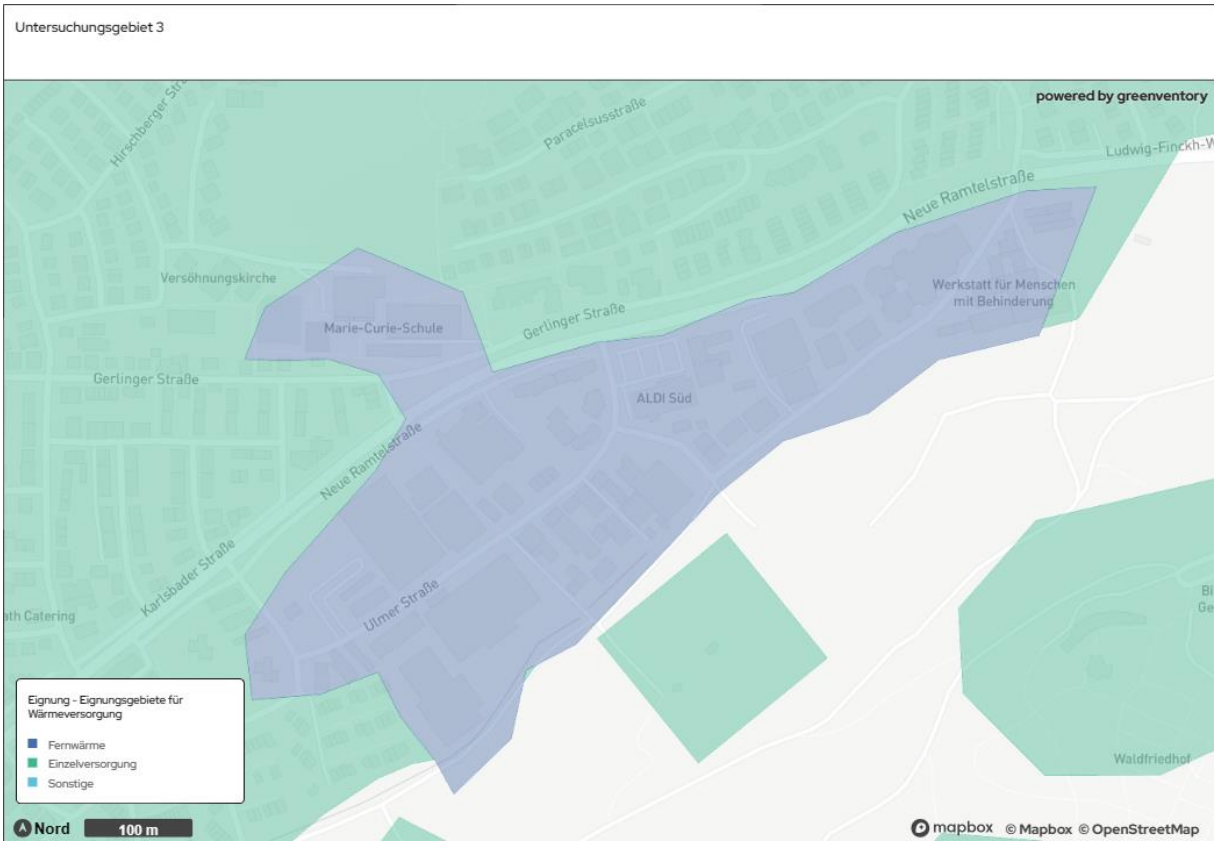


Abbildung 35: Untersuchungsgebiet 3

Untersuchungsgebiet 4 - Krankenhaus

Das vierte Untersuchungsgebiet für ein mögliches Wärmenetz besteht im Bereich des Krankenhauses Leonberg. Hier besteht bereits ein Nahwärmenetz, an das einige Gebäude mit angeschlossen sind. Entsprechend sollte geprüft werden, inwiefern sich weitere Gebäude aus dem Gebiet an das bestehende Netz anschließen können oder ob die Energiezentrale erweitert werden muss. Die Einbindung von vorhandenen erneuerbaren Energiepotenzialen im angrenzenden Umfeld (Solarthermie, Photovoltaik auf bereits versiegelten Parkplatzflächen) sollte mit geprüft werden.

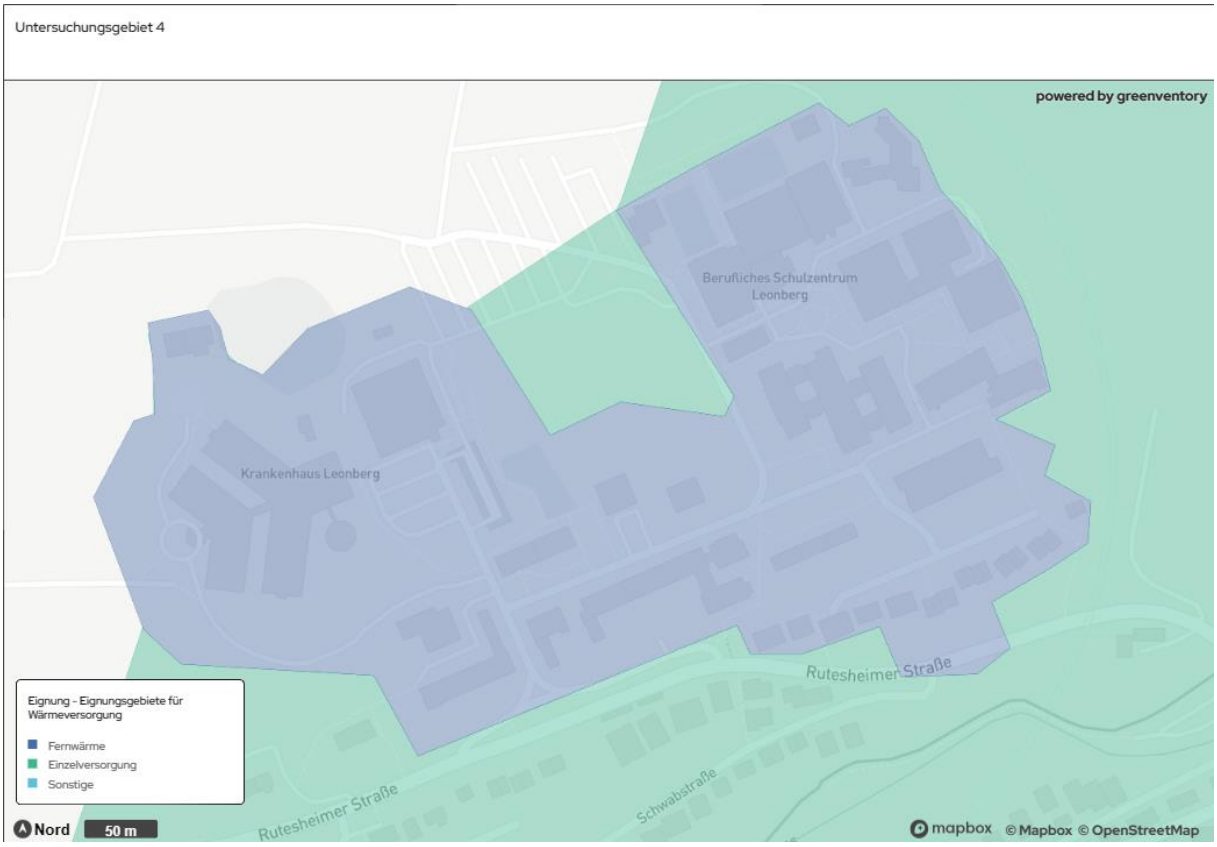


Abbildung 36: Untersuchungsgebiet 4

Untersuchungsgebiet 5 – Rathaus / Schulen

Das fünfte Untersuchungsgebiet für eine Wärmenetzversorgung ist die Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes entlang der Gerhart-Hauptmann-Straße. Dort besteht bereits ein Wärmenetzes, dass einige umliegende Gebäude versorgt. Eine Erweiterung bzw. auch Nachverdichtung wäre auf Grund der hohen Wärmeliniendichte und der bereits vorhandenen Ankerkunden in diesem Gebiet voraussichtlich gut möglich.

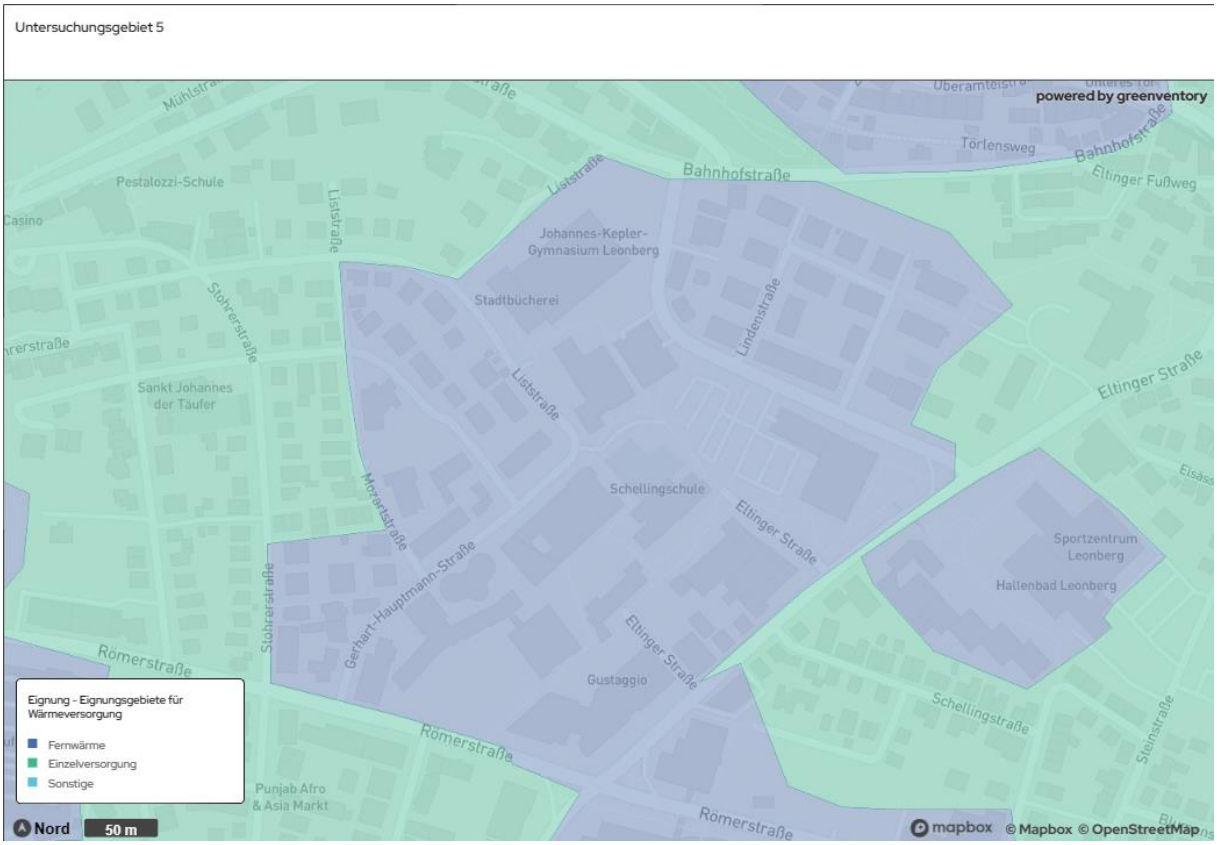


Abbildung 37: Untersuchungsgebiet 5

Untersuchungsgebiet 6 – GE Römerstraße

Ein weiteres Untersuchungsgebiet stellt das Gewerbegebiet westlich der Kernstadt dar. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden in diesem Gebiet mögliche Quellen für die Nutzung von Abwärme identifiziert. Mögliche Ankerkunden aus dem öffentlichen Bereich bestehen in diesem Gebiet nicht. Weitere Untersuchungen hinsichtlich einer Anschlussbereitschaft und Abwärmequellennutzung sowie benötigter Prozesswärme sollten folgen.

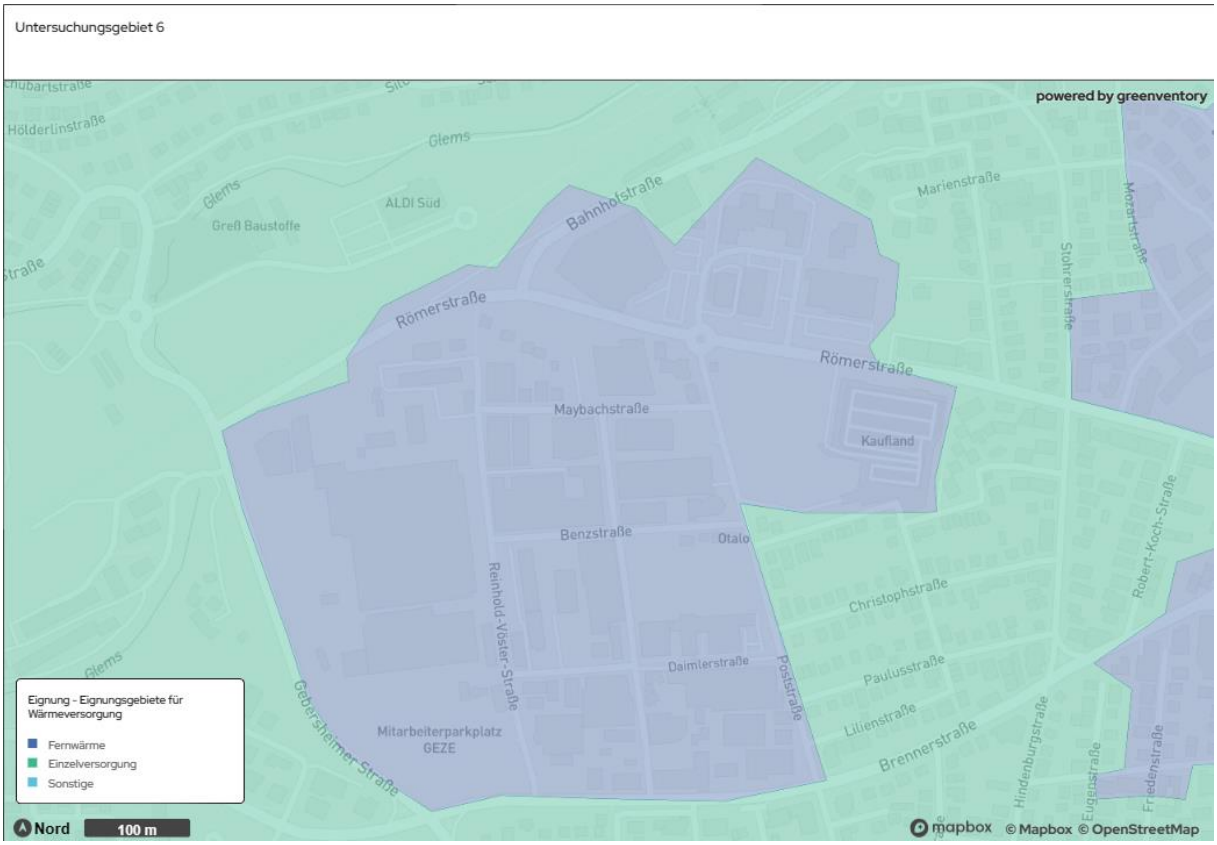


Abbildung 38: Untersuchungsgebiet 6

Untersuchungsgebiet 7 – GE Eltingen

Das siebte Untersuchungsgebiet stellt das Gewerbegebiet entlang der Südrandstraße dar. Es befindet sich in räumlicher Nähe zum Leobad, wo bereits ein Nahwärmenetz liegt. Die Einbindung anliegender erneuerbarer Energie Potenziale (Solarthermie) sollte in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

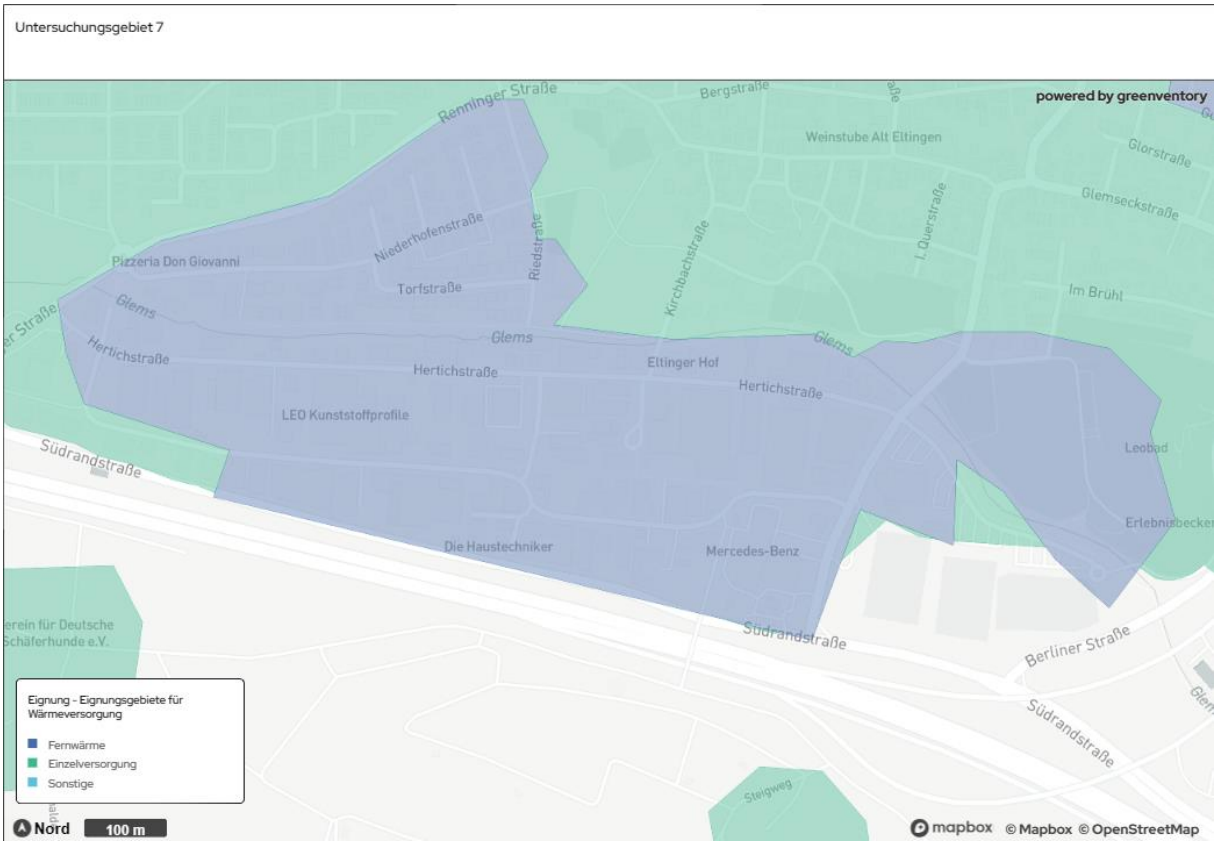


Abbildung 39: Untersuchungsgebiet 7

Untersuchungsgebiet 8 - Warmbronn

Ein weiteres Untersuchungsgebiet für ein mögliches Wärmenetz befindet sich im Stadtteil Warmbronn. Auch in diesem Gebiet besteht bereits in Teilen ein Nahwärmenetz. Die hohe Wärmeliniendichte sowie die verfügbaren erneuerbaren Energiepotenzialen in Form von Solarthermie und oberflächennaher Geothermie bestehen unmittelbar angrenzend.

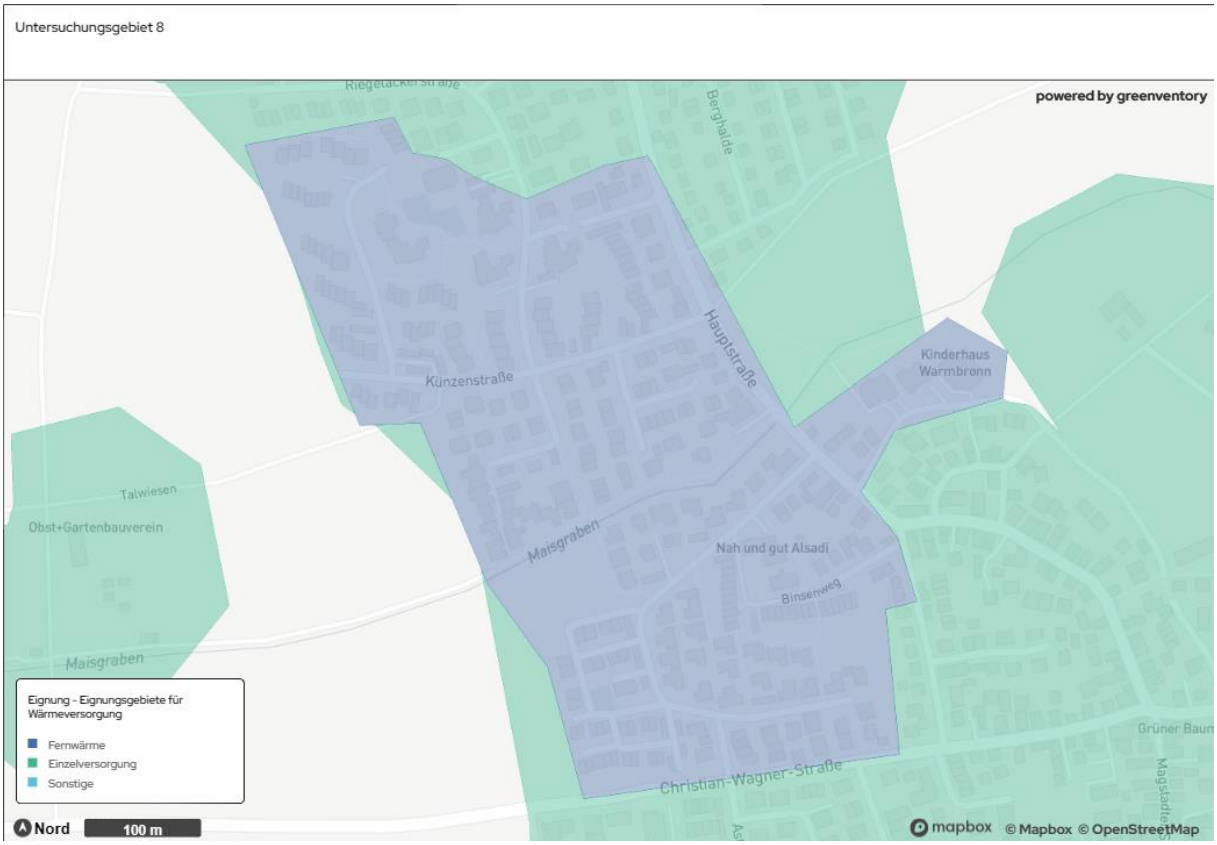


Abbildung 40: Untersuchungsgebiet 8

Untersuchungsgebiet 9 – Neue Ramtel

Ein weiteres Untersuchungsgebiet für ein Wärmenetz befindet sich nahe des Autobahnkreuzes A8/A81 im Gewerbegebiet Ramtel. Auch in diesem Gebiet besteht bereits in Teilen ein Nahwärmenetz im Bereich Breitwiesen/Riedwiesenstraße. Die hohe Wärmeliniendichte sowie die verfügbaren erneuerbaren Energiepotenzialen in Form von Solarthermie und oberflächennaher Geothermie bestehen unmittelbar angrenzend.

Abbildung 41: Untersuchungsgebiet 9

4.9 Geplante Neubaugebiete

Folgende Neubaugebiete befinden sich derzeit in Leonberg in der Planung:

- „Stadtumbau Leonberg - Mitte, Teil 2 - Postareal" (Einzelhandel, Gastronomie, Hotel, Büro, Wohnen) in Leonberg,
- „Wohnen - Hinter den Gärten" (Wohnen) in Leonberg-Warmbronn,
- „Unterer Schützenrain" (Wohnen + Kita) in Leonberg,
- „Stadtmitte Teil 4, Berliner Straße Wohnbaufläche" (Wohnen) in Leonberg,
- „Gewerbegebiet Carl-Zeiss-Straße, Erweiterung" (Gewerbe) in Leonberg-Gebersheim.

Für diese sollen die Bebauungspläne energetisch optimiert und eventuell verfügbare Erneuerbare-Energien-Potenziale gehoben werden. Es wird geprüft werden, ob eine Kopplung an eines der zukünftig vorhandenen Wärmenetze möglich und sinnvoll ist.

4.10 Zusammenfassung und Fazit für die Versorgung von Leonberg mit erneuerbarer Wärme

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es theoretisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf Leonbergs durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken.

Leonberg zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Öl- und Gasheizungen aus, was ein erhebliches Umrüstungspotenzial auf erneuerbare Energien impliziert. Trotz eines vergleichsweise guten Sanierungsstandes der Gebäude existieren nur wenige Wärmenetze, was die Frage nach deren Ausbau und Erweiterung aufwirft.

Die geografische Beschaffenheit der Stadt, insbesondere die kompakte Innenstadt, begünstigt den Ausbau von Wärmenetzen im Hinblick auf die Wärmedichte. Gleichzeitig ist dies im Bestand mit sehr hohen Investitionen verbunden. Die bauliche Umsetzung erfordert eine detaillierte Planung und ein hohes Maß an Koordination zwischen den Beteiligten.

Die Analyse identifiziert zudem ein großes Potenzial für Luftwärmepumpen und Solarthermie auf Freiflächen. Diese Potenziale sollten genutzt und für Solarthermie auf Freiflächen sollten geeignete Flächen definiert werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Ausbau von Photovoltaik auf Freiflächen und Dächern, der den Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung signifikant steigern kann.

Im Hinblick auf die dezentrale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Individuelle, räumlich angepasste Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sind Abwärmequellen den Flächenquellen gegenüber prioritär zu betrachten. Da diese kaum zusätzliche Flächen und -

im Falle von hoch temperierter Abwärme - auch keine zusätzlichen Wärmepumpen benötigen, sind diese unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten in der Regel zu bevorzugen.

In den ländlichen Gebieten empfiehlt sich die Implementierung von Luftwärmepumpen und Biomasseheizungen in einzelversorgten Gebäuden. Um den effizienten Betrieb von Wärmepumpen zu gewährleisten, ist in manchen Fällen eine (Teil-)Sanierung der Gebäude erforderlich.

Zusammenfassend verfügt Leonberg über erhebliche Ressourcen, um die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten.

5 Simulation des Zielszenarios

Das Zielszenario beschreibt den Endzustand einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Es wird auch Zielfoto oder Zielbild genannt. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios. Es basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den Eignungsgebieten.

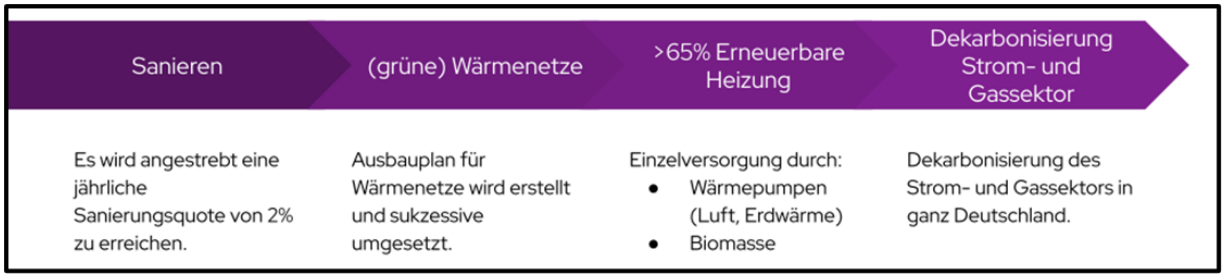


Abbildung 42: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung eines zukunftsorientierten Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans für Leonberg. Das Zielszenario dient als Blaupause und Orientierung für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen mehrere Kernfragen geklärt werden:

- Wo sind Wärmenetze sinnvoll und realisierbar?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie viele Gebäude benötigen bis zur Zielerreichung eine energetische Sanierung?
- Welche Alternativen zur Wärmeversorgung existieren für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Durch die Beantwortung dieser Fragen schafft das Zielszenario eine solide Grundlage für zukünftige Entscheidungen im Bereich der Wärmeversorgung der Stadt. Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung.
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze.
3. Evaluierung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden können.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient, etwa für den Ausbau von Wärmenetzen. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen weiteren Variablen, die im Rahmen dieser Szenarioanalyse nicht berücksichtigt werden können. Dazu gehören beispielsweise die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer*innen, treibhausgasneutrale Wärmeerzeugungstechnologien zu nutzen, politische Rahmenbedingungen, Schwankungen in Anlagen- und Brennstoffpreisen sowie der Erfolg bei der Kundenakquise für Wärmenetze. Infolgedessen stellt dieses Szenario keinen definitiven Leitfaden für Investitionsentscheidungen dar, sondern dient vielmehr einer Exploration der Zukunft. Um die technische Machbarkeit des Wärmenetzausbaus

festzustellen und daraufhin fundierte Entscheidungen zu treffen, sind detaillierte nachfolgende Untersuchungen erforderlich, etwa in Form von Machbarkeitsstudien.

5.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs ist eines der wichtigsten Ergebnisse des Zielszenarios. Es ist unerlässlich, den Wärmebedarf signifikant zu reduzieren, um eine realistische Chance zu haben, den zukünftig anfallenden Wärmebedarf erneuerbar decken zu können. Für Wohngebäude wird eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). Damit wird prognostiziert, dass jedes Jahr für 2 % dieser Gebäude eine Sanierung der Gebäudehülle (Dämmung) vorgenommen wird und sich dadurch der Wärmebedarf reduziert. Im Wohnsektor erfolgt die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs modellbasiert unter Nutzung von Gebäudetypen. Der Wärmebedarf im sanierten Zustand wird basierend auf TABULA bestimmt (IWU, 2012). Dabei wird für jedes Wohngebäude die entsprechende TABULA-Klasse ermittelt und damit der spezifische Wärmebedarf für den sanierten Zustand angenommen.

Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren angenommen. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend dem gewählten Zieljahr 2040 interpoliert (KEA, 2020):

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %[2]

Die Simulation der Wärmebedarfsreduktion erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Dabei werden jedes Jahr 2 % der Gebäude mit niedrigem Sanierungszustand bei der Sanierung priorisiert. Zukünftige Neubaugebiete werden nicht betrachtet. Abbildung 42 macht den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf deutlich. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich so ein prognostizierter Wärmebedarf von 346 GWh pro Jahr. Im Vergleich zum Basisjahr ergibt das ein Reduktionspotenzial des jährlichen Wärmebedarfs von 92 GWh, was einer Minderung von 21 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf in 2040 noch 286 GWh pro Jahr beträgt, was einem Reduktionspotenzial von 152 GWh bzw. 35 % gegenüber dem Basisjahr 2020 entspricht. Hier wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 bereits knapp 61 % des Reduktionspotenzials erschließen lassen.

[2] Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Leitfaden Klimaneutrale Verwaltung, 2023) nennt als anzustrebendes Ziel eine Halbierung des Endenergieverbrauchs für kommunale Liegenschaften. Die Annahme für die Berechnung erfolgte auf Basis der KEA 2020, da weiteres zu dem Zeitpunkt nicht bekannt war.

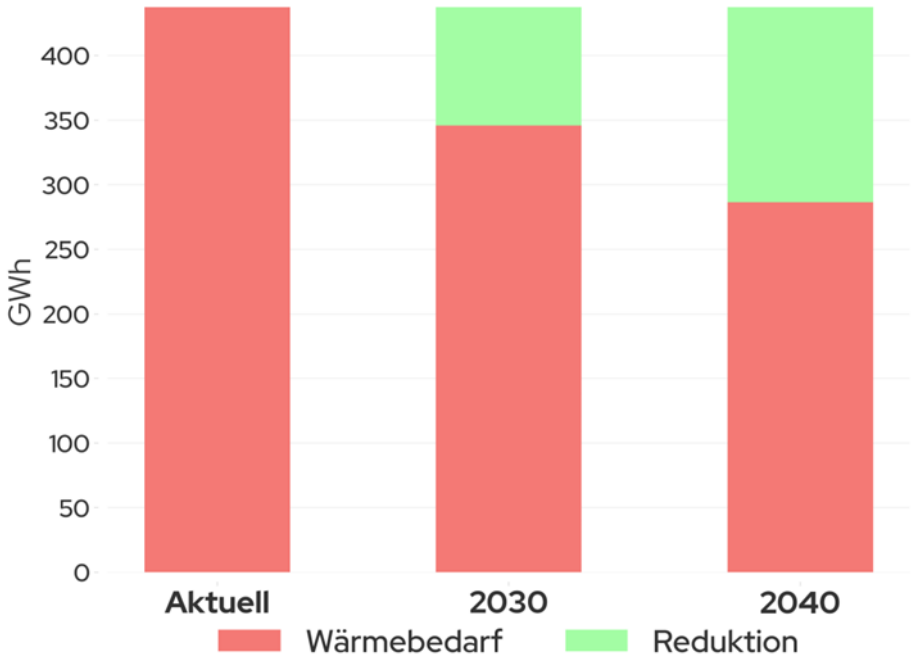


Abbildung 43: Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs

5.2 Ermittlung zukünftiger Wärmeerzeuger

Nach der Berechnung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt die Zuweisung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologien. Für jene Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, wird zunächst ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen.

Für Gebäude, die außerhalb eines solchen Gebietes liegen, wird eine Einzelversorgung angenommen. Dafür wird analysiert, ob ein ausreichendes Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs durch eine Wärmepumpe besteht. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luft-Wärmepumpe oder eine Erd-Wärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen.

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 44 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeuger macht deutlich, dass 11,4 % der Haushalte zukünftig an Wärmenetze angeschlossen werden können. Für die Gebäude mit Einzelversorgung ergibt sich folgendes Bild: Mit Luft-Wärmepumpen beheizt werden könnten 75,1%. Einzelheizungen mit Biomasse werden nach diesen Berechnungen eine untergeordnete Rolle spielen. Aus Zeitgründen konnte das Zielszenario für 2040 nicht neu berechnet werden. Daher kann angenommen werden, dass zukünftig deutlich weniger als 13,4 % der Haushalte mit Erdwärmepumpen versorgt werden können.

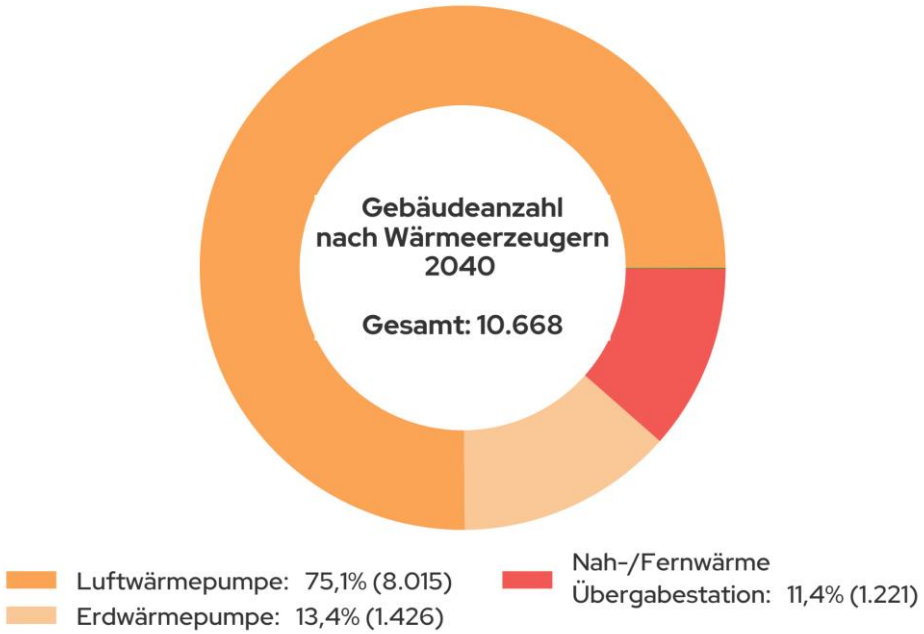


Abbildung 44: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeuger im Jahr 2040

5.3 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Die Zusammensetzung der Energieträger, die zukünftig für die Erzeugung der Fernwärme genutzt werden soll, wurde im Rahmen von Gesprächen diskutiert und anhand der lokal verfügbaren Potenziale bestimmt. Das Ergebnis stellt der Energieträgermix der Fernwärmeerzeugung 2040 in Abbildung 45 dar, der die Ergebnisse der Potenzialanalyse mit den Plänen der Stadt Leonberg bzw. dem Energieversorgungsunternehmen vereint. Die konkrete Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung wird jedoch in den nachgelagerten Machbarkeitsstudien für jedes Eignungsgebiet detaillierter zu prüfen sein. Der Großteil der Fernwärme wird mit Hilfe von Großwärmepumpen, idealerweise mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben, bereitgestellt. Ebenfalls einen großen Anteil an der Energieversorgung der Fernwärmenetze können Solarthermieanlagen auf Dach- und Freiflächen haben. Biomasse soll lediglich für die Deckung von Spitzenlasten zum Einsatz kommen. Die Nutzung von Wasserstoff in Wärmenetzen stellt langfristig ebenfalls eine Option dar und soll vor allem in der rollierenden Planung erneut betrachtet werden. Untergeordnet steht lokal industrielle Abwärme zur Einspeisung in Wärmenetze zur Verfügung.

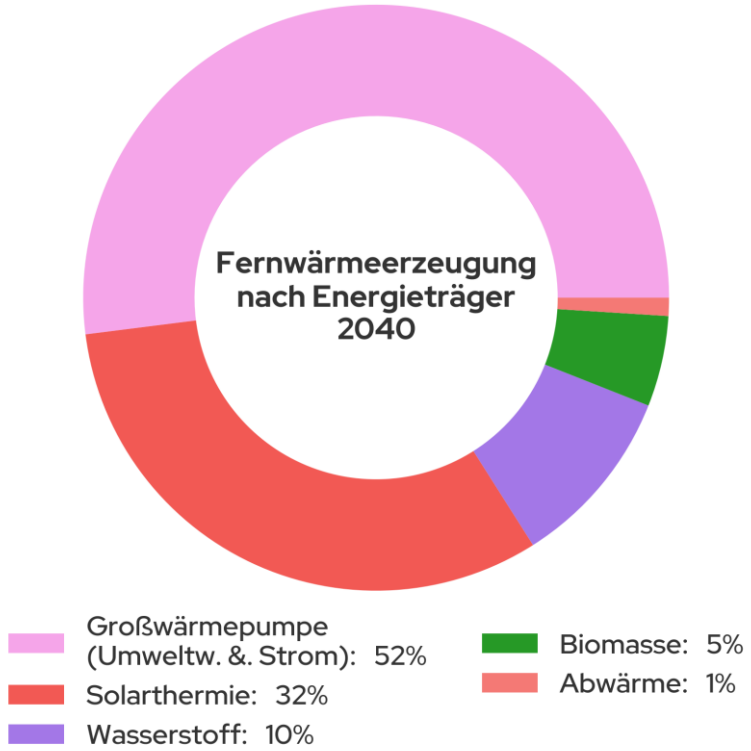


Abbildung 45: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Jahr 2040

5.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugern aller Gebäude wird der Energieträgermix der Stadt Leonberg für das Zieljahr 2040 berechnet.

Der Energieträgermix des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung für sämtliche Gebäude der Stadt zum Einsatz kommen.

Zuerst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers sowie des Wärmebedarfs berechnet. Basierend auf den Zuordnungen der Heizsysteme wird der Endenergiebedarf aller Gebäude berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeuger dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zwischenjahr 2030 sowie das Zieljahr 2040 ist in Abbildung 46 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu nachhaltigen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen.

Der Endenergiebedarf 2040 soll zum Großteil über Fernwärme und strombasierte Einzelversorgungssysteme (Luft- und Erdwärmepumpen) gedeckt werden.

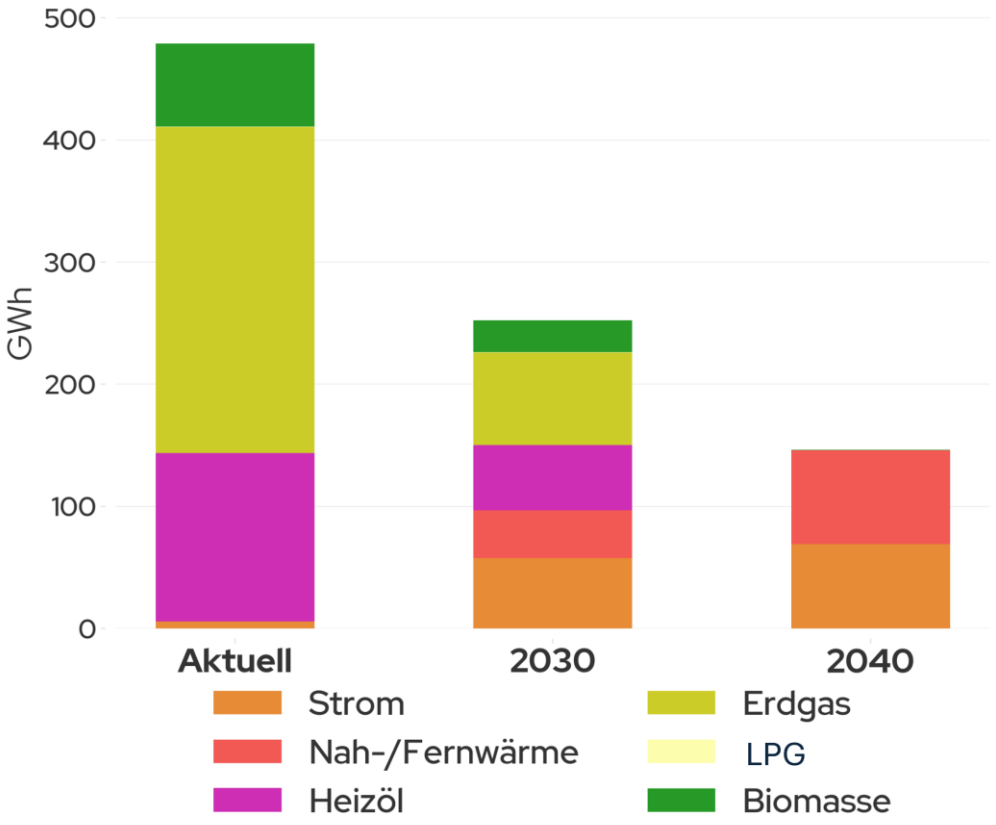


Abbildung 46: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

5.5 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die geplanten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger – einschließlich dem schrittweisen Rückgang von Erdgas und Heizöl zugunsten von Strom – werden, in Kombination mit der Anpassung der Energieträger, die für die Erzeugung der Fernwärme eingesetzt werden, zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen führen (siehe Abbildung 47). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario eine Reduktion um 96,7 % erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO_2 Restbudget im Wärmesektor von ca. 3.683 tCO_2 im Jahr 2040 benötigt wird. Dies müsste dann kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden. Eine Reduktion auf 0 tCO_2e ist durch den aktuellen Technologiestand auch bei ausschließlichem Einsatz erneuerbarer Energieträger im Jahr 2040 nicht möglich.

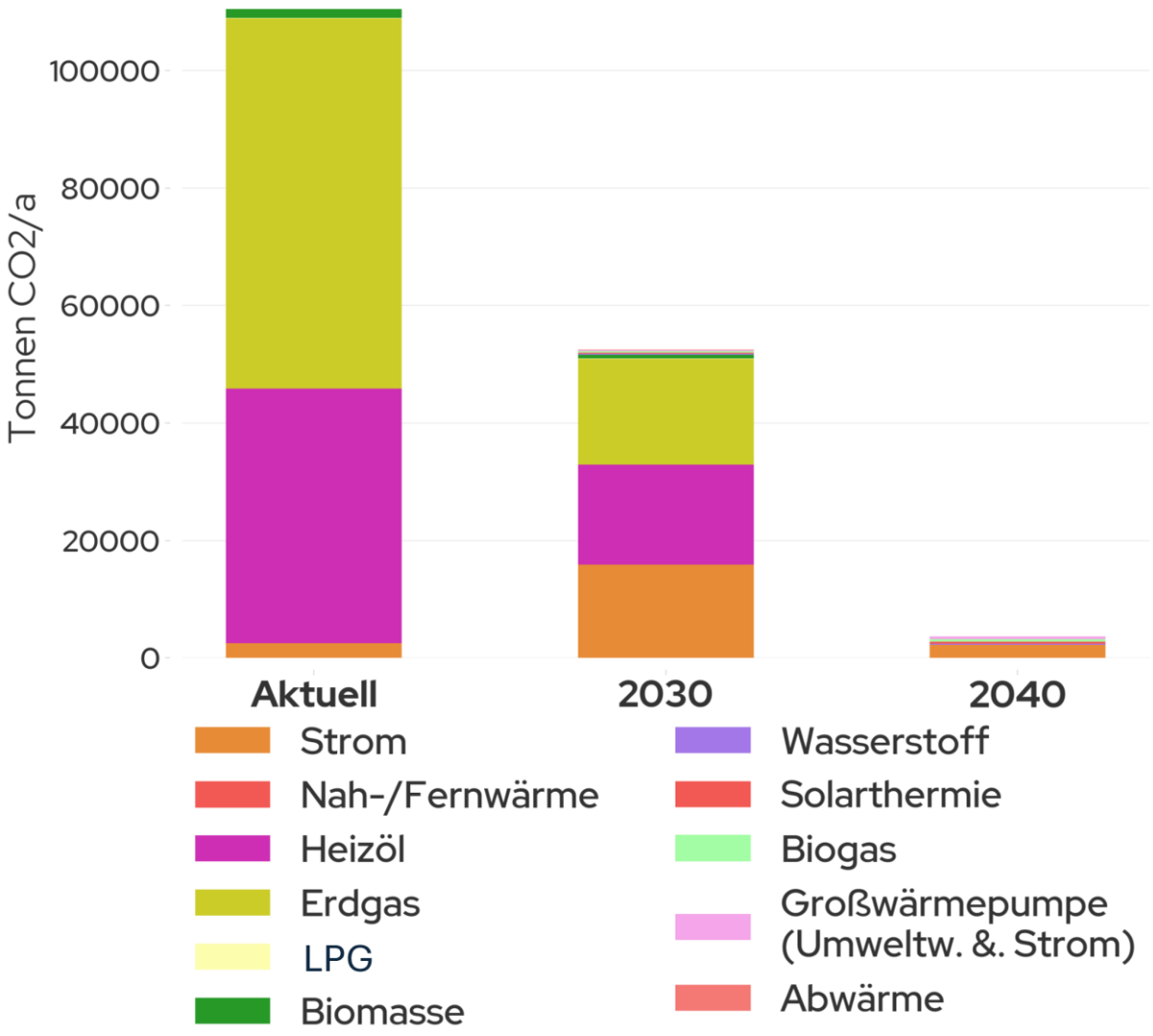


Abbildung 47: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 2 aufgeführten Faktoren angenommen.

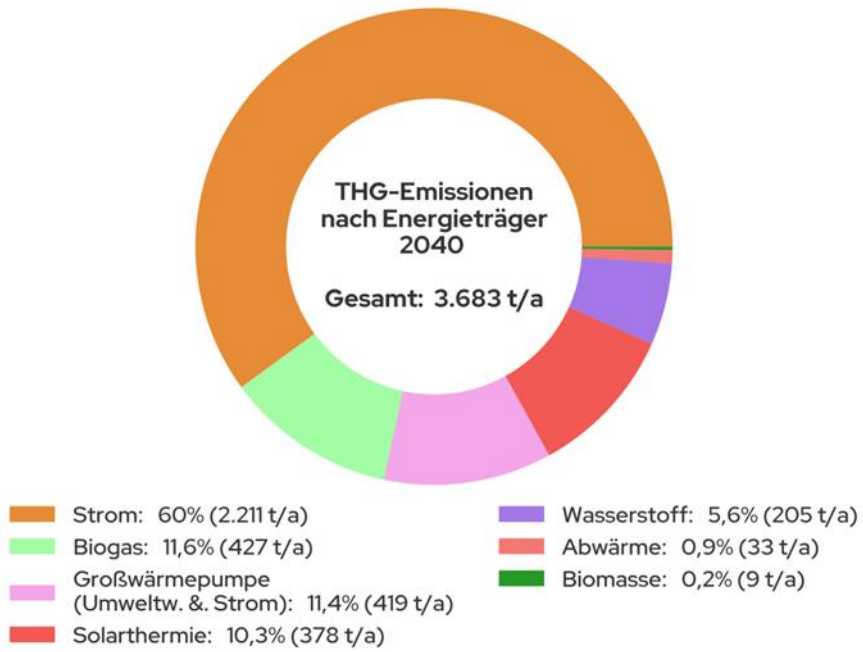


Abbildung 48: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Wie in Abbildung 48 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 Strom als Energieträger für Wärmepumpen in Einzelversorgungsgebieten den Großteil der Emissionen ausmachen. Zu ähnlichen Anteilen kommen Biogas, Strom für Großwärmepumpen und Solarthermie als Emissionsquellen hinzu. Im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung wird dem Aspekt der Kompensierung dieser Restemissionen sicherlich eine zentrale Bedeutung zukommen müssen.

5.6 Zusammenfassung des Zielszenarios

Zusammenfassend zeigt die Simulation des Zielszenarios, dass es bis 2040 einer ambitionierten Sanierungsquote von 2 % bedarf. Im Vergleich dazu liegt der aktuelle bundesweite Durchschnitt bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Zukünftig werden bestehende Wärmenetze dekarbonisiert, ausgebaut und nachverdichtet, besonders in den umliegenden Ortschaften Leonbergs werden jedoch die meisten Gebäude dezentral über Wärmepumpen beheizt, wobei insbesondere die Luft-Wärmepumpe eine zentrale Rolle spielt. Für die Dekarbonisierung müssen unterschiedliche erneuerbare Energiequellen konsequent erschlossen werden. Trotz dieser Bemühungen bleibt eine beachtliche Lücke von 3.683 tCO_2/a, die weiterhin im Wärmesektor emittiert wird, was die Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen und Strategien betont, um das CO_2-Reduktionsziel vollständig zu erreichen.

Abbildung 49 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetzversorgung sowie die größtenteils mit strombasierten Heizsystemen versorgten Einzelversorgungsgebiete abgebildet.

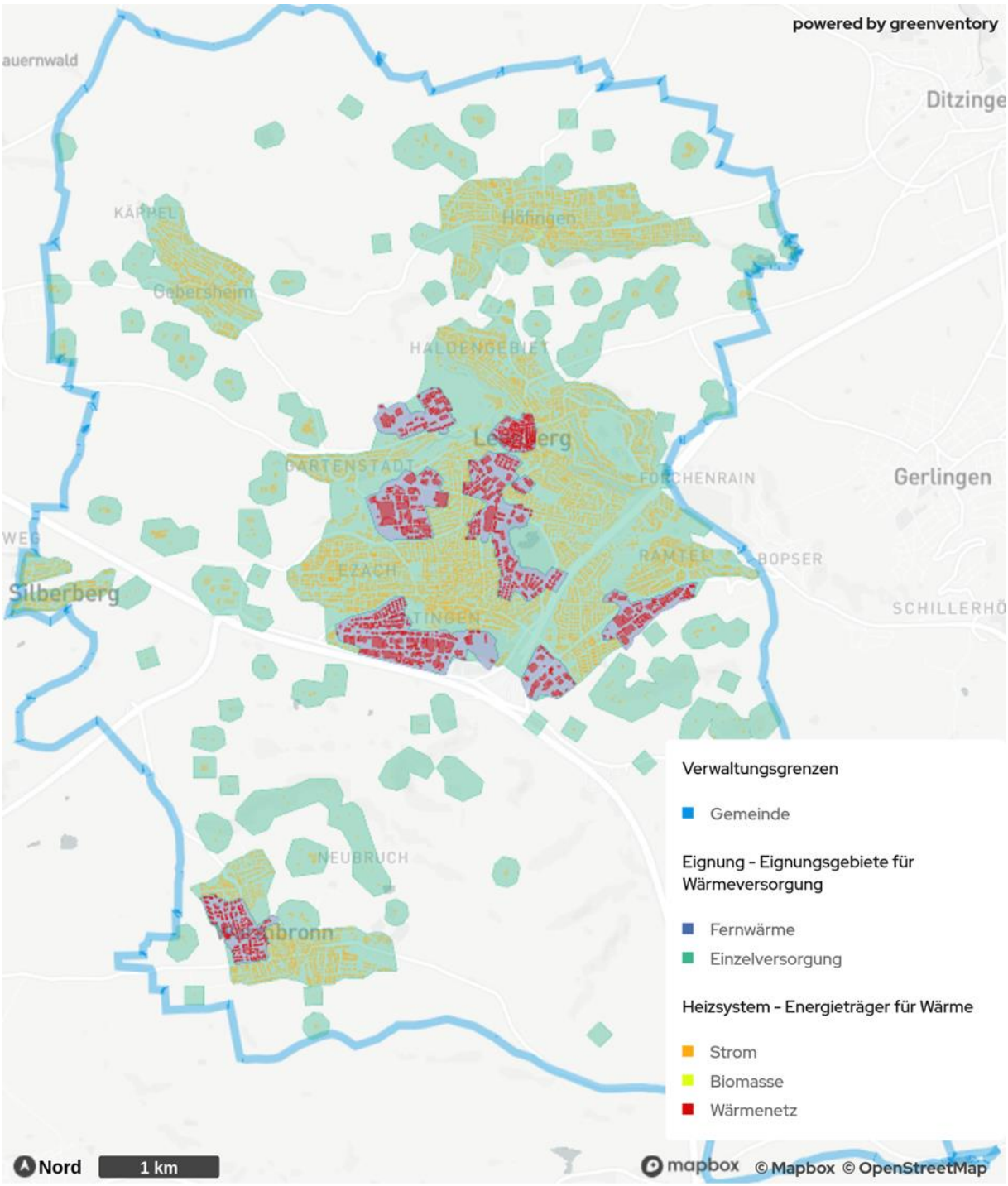


Abbildung 49: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

5.7 Perspektiven der Gasversorgung und des Gasnetzes in Leonberg

Die Gasinfrastruktur im Wandel

Erdgas macht ungefähr ein Viertel des Endenergiebedarfs Deutschlands aus. Transportiert wird dieser Energieträger über das Erdgasnetz bestehend aus Fernleitungs- und Verteilnetzen. Die Netze BW betreibt ein über 5.000 Kilometer langes Gasverteilnetz und versorgt somit direkt rund 250.000 Netzkund*innen sowie weitere nachgelagerte Netzbetreiber in Baden-Württemberg. Dabei machen zahlreiche Gewerbe- und Industriekunden ungefähr die Hälfte ihres Gasabsatzes aus. Doch welche Bedeutung hat das Gasnetz, wenn künftig auf fossile Energieträger verzichtet wird? Ist es dann überflüssig? Keinesfalls! Denn die bestehende Erdgasinfrastruktur kann künftig Wasserstoff transportieren.

Wasserstoff für Baden-Württemberg

Die Netze BW als Gasverteilnetzbetreiber bereitet sich darauf vor, in absehbarer Zeit Wasserstoff zu den Verbraucher*innen zu transportieren. Dabei sind vor allem die Pläne der terranets bw – dem vorgelagerten Fernleitungsnetzbetreiber – relevant. terranets bw plant eine stufenweise Umstellung vom Erdgastransport bis hin zum Wasserstofftransport. Bis 2040 können so weite Teile Baden-Württembergs mit Wasserstoff versorgt werden.

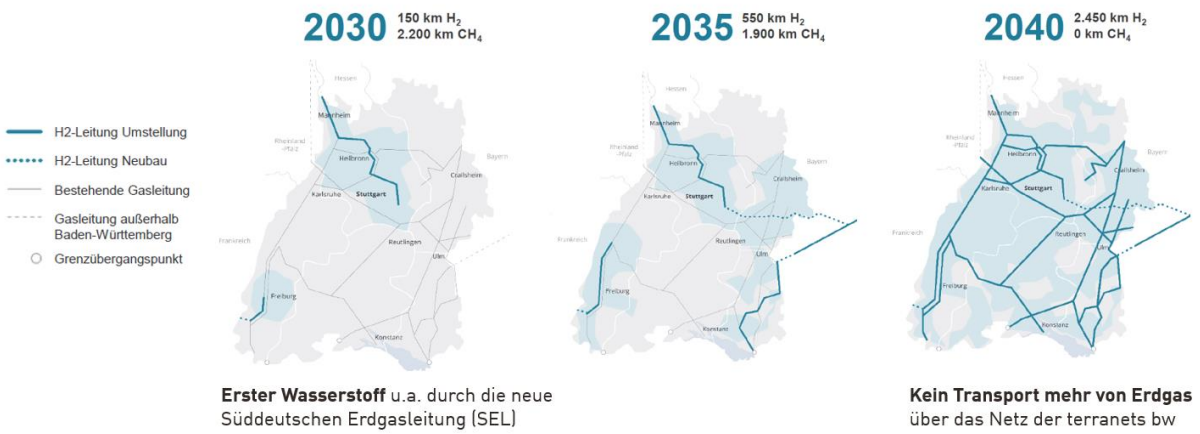


Abbildung 50: Gasverteilnetz (Quelle: terranets bw)

Ist das Gasverteilnetz fit für den Wasserstoff?

Die Netze BW hat sich schon früh mit dem Transport von Wasserstoff beschäftigt. Als Mitglied der Initiative H2vorOrt wird die Transformationen der Gasverteilnetze aktiv vorangetrieben. Die eigenen Leitungen und Anlagen wurden bezüglich der Eignung für Wasserstoff geprüft und ein Gasnetzgebietstransformationsplan aufgestellt. Dabei sind folgende Ergebnisse resultiert:

- Die Rohrleitungen der Netze BW bestehen prinzipiell zu mehr als 99 Prozent aus den wasserstofftauglichen Materialien Stahl und Kunststoff.

- Circa 95 Prozent der Gasnetze können bereits heute Wasserstoff netzhydraulisch transportieren. Das heißt der vorgegebene Druckbereich wird eingehalten.
- Die für Erdgas ausgelegten Gasdruckregel- und Messanlagen können mit den aktuellen Herstellerempfehlungen nicht gesichert mit reinem Wasserstoff betrieben werden und müssen (teil-) erneuert werden.

Wie H2-ready ist das Gasverteilnetz in Leonberg?

In Leonberg sind die Rohrleitungsmaterialien zu 100% für Wasserstoff geeignet. Sowohl die Stahl- als auch die Kunststoffleitungen können auf Wasserstoff umgestellt werden.

Auch die hydraulischen Netzverhältnisse sind für Wasserstoff ausreichend. Hierbei ist insbesondere der Druck ausschlaggebend, bei dem in Leonberg in allen Mittel- und Hochdrucknetzen auch für Wasserstoff sämtliche Grenzwerte eingehalten werden.

Im Niederdrucknetz in Leonberg kommt es aufgrund der topographischen Gegebenheiten und dem veränderten netzhydraulischen Verhalten von 100% Wasserstoff zu geringen Druckabweichungen. Der Soll-Zustand lässt sich ohne größeren technischen Aufwand wiederherstellen.

Wann kann man in Leonberg mit Wasserstoff rechnen?

In der Planung der Umstellung auf ein klimaneutrales Verteilnetz mit 100% Wasserstoff wurden die Leitungen und Anlagen der Netze BW auf die Eignung für Wasserstoff geprüft und einen Gasnetzgebietstransformationsplan aufgestellt. Darin werden unter anderem die konkreten Umstellzonen ermittelt und durch neue Erkenntnisse konstant weiterentwickelt. So können sich die Umstellzeitpunkte der einzelnen Zonen auch zukünftig noch verändern.

Laut aktuellem Planungsstand der Netze BW (Juli 2023) kann in Leonberg ab 2035 mit Wasserstoff gerechnet werden. Voraussetzung dafür ist die Umstellung der bestehenden Transportleitungen der terranets bw sowie der vorgelagerten Hochdrucknetze der Netze BW

Wo soll der Wasserstoff herkommen?

Zehn Gigawatt Elektrolyse-Kapazität will Deutschland bis 2030 aufbauen. Damit sollen rund 30 bis 50 Prozent des deutschen Wasserstoff-Bedarfs gedeckt werden. Der restliche Bedarf muss über Importe gedeckt werden. Dafür wird eine Wasserstoff-Importstrategie aufgesetzt. Bereits jetzt gibt es internationale Partnerschaften zwischen Deutschland und verschiedenen Partnerländern: Australien, Neuseeland, Namibia und Kanada. In Bezug auf Wasserstoff-Forschung kooperiert Deutschland mit den Niederlanden und Frankreich.

Hürden und Risiken

Für Leonberg kann aufgrund beschränkter regionaler Potentiale nicht von regionaler H_2-Erzeugung, sondern von überregionalen Wasserstofflieferungen durch die Fernleitungsnetzbetreiber ausgegangen werden. Zum jetzigen Zeitpunkt, Anfang 2024, ist der Einsatz von Wasserstoff hinsichtlich der Effizienz und Verfügbarkeit lediglich im Industrie-/Gewerbesektor zu sehen. Mit Blick auf eine technologieoffene Herangehensweise sollte

dieser Technologiepfad, trotz aktuell noch vorhandener Kostenrisiken, im Rahmen der rollierenden Planung und im Hinblick auf das Ziel der Klimaneutralität 2040 in Baden-Württemberg regelmäßig erneut geprüft werden.

6 Wärmewendestrategie

Das Zielbild einer klimaneutralen Wärmeversorgung wurde im vorhergehenden Abschnitt im Zielszenario dargestellt. Es basiert auf einem signifikanten Fernwärmeausbau mit gleichzeitiger Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung, aber gleichermaßen auf der Dekarbonisierung der dezentralen Heizungsanlagen. Aufbauend auf der Potenzialanalyse sollen mithilfe der Wärmewendestrategie Transformationspfade hin zum Zielszenario aufgezeigt werden und verfügbare erneuerbare Energiepotenziale genutzt werden.

Die nachfolgend formulierte Handlungsstrategie kann als Leitfaden zur weiteren Stadt- und Energieplanung sowie zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung dienen. Die Wärmewendestrategie umfasst ausgearbeitete Maßnahmen sowie deren Umsetzungspriorität. Fünf ausgewählte prioritäre Maßnahmen werden durch Maßnahmensteckbriefe ausführlich beschrieben (Kapitel 6.1). Diese Maßnahmen sollen, im Einklang mit den Vorgaben des Landes Baden-Württemberg, innerhalb der folgenden fünf Jahre begonnen werden. Ergänzt werden sie durch weitere Maßnahmen, die in verschiedene Teilbereiche gegliedert und durch eine kurze Beschreibung konkretisiert werden (Kapitel 6.2). Der Aufbau der zukünftigen Energieversorgungsstruktur wird durch die Empfehlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze bzw. für Einzelgebäudeversorgung in Kapitel 4.6 aufgezeigt.

6.1 Prioritäre Maßnahmen

Aus dem erarbeiteten Maßnahmenkatalog wurden im Bearbeitungs- und Beteiligungsprozess fünf prioritär umzusetzende Maßnahmen ausgewählt. Die Maßnahmen sollten zeitnah umgesetzt werden, sodass die Transformation hin zu einer zukunftsfähigen Versorgungsstruktur erfolgreich gestaltet kann. In den nachfolgend dargestellten Steckbriefen werden die prioritären Maßnahmen hinsichtlich der anfallenden Kosten, des benötigten Personalaufwands sowie weiteren Kriterien beschrieben und bewertet. Die qualitative und quantitative Einordnung in verschiedene Stufen ist in Tabelle 4 dargestellt. Die Ausgaben beziehen sich auf die für die Kommune anfallenden Kosten, um die jeweilige Maßnahme umzusetzen. Förderungen, die für die Umsetzung beantragt werden können, wurden bei der Darstellung bereits kostenmindernd berücksichtigt. Die zu erzielenden Gewinne, beispielsweise aufgrund von Einsparungen, wurden nicht eingerechnet. Der Personalbedarf beschreibt die notwendigen Personentage der Stadtverwaltung.

Tabelle 4: Darstellung der fünf prioritären Maßnahmen

Prioritäre Maßnahmen	
M-1	Machbarkeitsstudien für eine mögliche Umsetzung von Wärmenetzen und zur Erschließung von verfügbaren, erneuerbaren Energien in den Untersuchungsgebieten 1- 9
M-2	Informationskampagne zu Wärmepumpen und Photovoltaik
M-3	Realisierung des Windkraft-Potenzials
M-4	Kommunale Energieberatungen
M-5	Netzwerk Unternehmen - Gewerbegebietsmanagement

Tabelle 5: Legende Maßnahmen-Steckbriefe

Ausgaben

keine	niedrig	mittel	hoch
keine Kosten	< 80.000 Euro	80.000 – 200.000 Euro	> 200.000 Euro

Personalaufwand

keiner	niedrig	mittel	hoch
kein Personalaufwand	1-20 AT	21-40 AT	> 40 AT

Klimaschutzwirkung

indirekt: niedrig	indirekt: mittel	indirekt: hoch
Erreichung von Personengruppen zu Themen mit eher geringem Emissionsreduktionspotenzial	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit erhöhtem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. Sanierungen)	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. PV-Installationen, nachhaltige Heiztechnologien)

Direkte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die einen direkten Einfluss auf die verursachten Emissionen ausüben (z.B. Sanierungsmaßnahmen, Photovoltaik-Ausbau etc.)

direkt, niedrig	direkt, mittel	direkt, hoch
Einzelmaßnahmen, z.B. Sanierung kommunaler Gebäude	Umsetzung von Maßnahmen mit mittlerem Emissionsreduktionspotenzial (abhängig von Verbrauchergruppe und Höhe von Einsparungseffekten)	Umsetzung von Maßnahmen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (z.B. PV und Windkraft) in großem Stil

Lokale Wertschöpfung

keine	niedrig	Mittel	hoch
Keine Wertschöpfungseffekte	Einzelfälle an lokaler Wertschöpfung (z.B. Unterstützung ökologischer Initiativen)	Lokale Wertschöpfung in größerem Stil (z.B. Wirtschaftsförderung für nachhaltige Unternehmen)	Vergleichsweise viele Möglichkeiten intensiver lokaler Wertschöpfung

Machbarkeitsstudien für eine mögliche Umsetzung von Wärmenetzen und zur Erschließung von verfügbaren, erneuerbaren Energien in den Untersuchungsgebieten 1- 9

M-1

Beschreibung	Der Ausbau von Wärmenetzen kann einen bedeutenden Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in der Stadt Leonberg leisten. In diesem Zuge sollen die Eignungsgebiete für Wärmenetze (Untersuchungsgebiet 1-9) durch Machbarkeitsstudien auf ihre Umsetzbarkeit geprüft werden. Pro Wärmenetz muss eine eigene Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Durch eine Priorisierung wird festgelegt werden, welche Eignungsgebiete zuerst untersucht werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde hierfür eine entsprechende Datengrundlage geschaffen, die als Grundlage zur Festlegung der Eignungsgebiete für Wärmenetze herangezogen wird. Im Rahmen von Machbarkeitsstudien werden für die jeweiligen Untersuchungsgebiete die konkreten Netzbereiche und Ausbaustufen festgelegt. Zusätzlich sollte ein geeigneter Energieträgermix detailliert berechnet und in der Folge festgelegt werden. Dazu sollten alle lokal verfügbaren Potenziale, wie beispielsweise auch die Abwärme von dem Gewerbe, eingebunden und anschließend erschlossen werden. Auch das Potenzial der Solarthermie sollte in diesem Zusammenhang untersucht und ggf. als maßgebliche Energiequelle integriert werden. Die Nutzung von Wärme aus Abwasser ist darüber hinaus ein bislang kaum genutztes Potenzial, das untersucht werden sollte. Abwasser stellt ein beträchtliches Potenzial für nachhaltige Energieversorgung dar, da es sich hierbei um eine konstante und effizient rückgewinnbare Wärmequelle handelt. Für die Einbindungen der erneuerbaren Energien in die möglichen Wärmenetze der Untersuchungsgebiete sollten zusätzlich Machbarkeitsstudien für die identifizierten Flächenpotenziale erfolgen. Im Zuge dieser kann bereits die Planungssicherheit für Bürger*innen erhöht werden. Schließlich sollte im Anschluss (oder bereits im Rahmen der Studien) die konkrete Beteiligungsbereitschaft geprüft werden, da die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze maßgeblich von der Anschlussquote beeinflusst wird.
Laufzeit	Die Erstellung einer Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden. Die Machbarkeitsstudie ist Voraussetzung, um weitere Module der Förderung für Bau und Betriebskosten des Netzes in Anspruch zu nehmen.

Handlungsschritte & Verantwortliche	Priorisierung der Untersuchungsgebiete	Stadtverwaltung
	Beantragung der BEW-Förderung (Modul 1, 2 und 3) pro Untersuchungsgebiet	Stadtverwaltung
	Beauftragung der Machbarkeitsstudien	Stadtverwaltung
	Durchführung der Machbarkeitsstudien,	Externer Dienstleister
	Beteiligung der Öffentlichkeit Akquirierende Maßnahmen	Stadtverwaltung
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für eine Machbarkeitsstudie werden die Kosten grob auf circa 80.000 Euro geschätzt. Mit der BEW-Förderung werden 50% der förderfähigen Kosten gefördert.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Der Personalaufwand wird insgesamt auf 15 Arbeitstage geschätzt.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn für die Beauftragung der jeweiligen Machbarkeitsstudien ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und die Förderung bewilligt wird.	
Wirtschaftlichkeit	Die Maßnahme ist wirtschaftlich, sofern die Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit bestätigen und die Wärmenetze mit einer ausreichend hohen Anschlussquote gebaut werden können.	
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): - Gefördert werden u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und die Errichtung des Wärmenetzes - Förderquote: 50 % der förderfähigen Ausgaben - Maximale Fördersumme: 2 Mio. Euro - Machbarkeitsstudie nach BEW-Richtlinie ist Voraussetzung für eine spätere Investitionskostenförderung (40% Förderquote) Bundesförderung für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK[3]): - Gefördert werden u.a. die Erstellung einer Machbarkeitsstudie für Anlagen und Infrastrukturen - Der Zuschuss beträgt 50 % der förderfähigen Gesamtausgaben	
Klimaschutz	☒ direkt ☐ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die genaue Klimaschutzwirkung kann abgeschätzt werden, wenn konkrete Planungen vorliegen und bekannt ist welcher erneuerbare Energieträger in welchem Umfang genutzt wird.	
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für die Wärmenetze genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten	

[3] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Abgerufen am 11.01.2024 von https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerdergeber/B/bmwk-bundesministerium_wirtschaft_klimaschutz.html

	Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudien abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☒ direkt ☒ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann indirekt durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die Energieversorger, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird. Die Erschließung von erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung kann die Nutzung von fossilen Energieträgern mindern, sodass ein direkter Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtverwaltung

Informationskampagne zu Wärmepumpen und Photovoltaik

M-2

Beschreibung	Die Berechnungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung verdeutlichen, dass Sanierung, der Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Photovoltaik sowohl aus finanzieller als auch aus ökologischer Sicht für die meisten Gebäude sinnvoll sind. Im Rahmen der Informationskampagne sind bezüglich der privaten Gebäude folgende Maßnahmen empfehlenswert: **1) Bewerbung des Solarkatasters Baden-Württemberg:** Das Solarkataster des Landes Baden-Württemberg enthält für jedes Gebäude Informationen zur solarenergetischen Eignung. Hierauf sollten die Eigentümer*innen geeigneter Dächer gezielt hingewiesen werden, beispielsweise im Rahmen von Veranstaltungen oder Vor-Ort-Terminen. Da im Solarkataster auch die Eignung für Solarthermie erfasst ist, kann hierauf ergänzend hingewiesen werden. **2) Contracting-Modell mit Stromversorger:** Der örtliche Energieversorger könnte den Gebäudeeigentümer*innen und Mieter*innen ein Gesamtpaket aus Planung, Finanzierung und Umsetzung anbieten und dieses zusammen mit der Stadtverwaltung durch Informationsveranstaltungen bewerben. Dies kann helfen, Gebäudeeigentümer*innen und Mieter*innen zu erreichen, die entweder nicht über die nötigen finanziellen Mittel bzw. Kreditwürdigkeit verfügen, oder den Aufwand scheuen, der mit Installation und Betrieb der Anlage verbunden ist. Eine besondere Rolle können hierbei Contracting-Modelle spielen, bei denen die Stadtwerke, lokalen Energieversorger oder andere Anbieter die Anlage finanzieren und der*die Gebäudeeigentümer*in die Anlage pachtet und betreibt. So entfällt die hohe Anfangsinvestition und zugleich können die Vorteile des Photovoltaik-Eigenverbrauchs genutzt werden. Eine weitere unterstützende Möglichkeit ist z.B. die Verpachtung von Dachflächen. **3) Infoteams / Bürgersolarberatung:** Angestoßen von der Verwaltung werden von engagierten Bürgerinnen und Bürgern in der Kommune Teams gebildet, die im weiteren Verlauf eigenständig arbeiten. Ihre Aufgabe ist die Motivation, Information und Beratung von Bürger*innen für die Installation von Photovoltaikanlagen sowie insbesondere die Nutzung von regenerativen Heizungstechnologien. **4) Informationsmaterial erstellen und Beratungsangebote schaffen:** Durch die Bereitstellung von Informationen und Beratungsangeboten sollten Sanierungs- und Bauwillige gezielt auf die Nutzung von Wärmepumpen und Photovoltaik aufmerksam gemacht werden. Insbesondere bei anstehenden Sanierungen ist auf ein entsprechendes Beratungsangebot hinzuweisen und ggf. ein persönliches Gespräch anzubieten. Außerdem könnten Impulsberatungen zum Thema Wärmepumpe durchgeführt werden.

	5) Kommunales Förderprogramm Neben den staatlichen Förderprogrammen können kommunale Zuschüsse Anreize setzen und in Form eines kommunalen Förderprogramms einen deutlichen Beitrag für den Klimaschutz in der Region leisten. Ein Förderprogramm kann als deutliches Signal für mehr Klimaschutz verstanden und das Interesse für Klimaschutz dadurch geweckt werden. Somit werden wichtige Anregungen und Impulse für Sanierungen des Gebäudebestands im privaten Sektor gesendet.	
Laufzeit	Die Informationskampagne kann zunächst auf ein Jahr begrenzt und bei Bedarf verlängert oder wiederholt werden.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	Die vielfältigen Handlungsschritte ergeben sich aus der obigen Maßnahmenbeschreibung. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf das Thema Wärmepumpen gelegt werden, da es für den Ausbau von PV bereits eine vorhandene Akzeptanz gibt.	Stadtverwaltung Ggf. externer Dienstleister und/oder Sanierungs-managements
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Die Kosten sind abhängig von Art und Umfang der Informationskampagne und werden auf 25.000 bis 50.000 Euro geschätzt.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der Personalaufwand umfasst die Vorbereitung der Kampagne, die Durchführung von Veranstaltungen sowie die begleitende Öffentlichkeitsarbeit, sofern kein externer Dienstleister damit beauftragt wird. Je nach Umfang der Kampagne wird mit einem Personalaufwand von 20-50 Arbeitstagen gerechnet.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist einfach umsetzbar, sofern die finanziellen und personellen Ressourcen vorhanden sind.	
Wirtschaftlichkeit	Sofern Privatpersonen aufgrund der Kampagne ihre Gebäude vermehrt mit Photovoltaik und/oder Wärmepumpen ausstatten, trägt dies zu einer deutlichen Verringerung der CO_2-Emissionen bei.	

Förderung	• Garantierte Einspeisevergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz für Stromerzeugung aus Photovoltaik
	• KfW 270 Kredit Erneuerbare Energien [4]- Standard
	  - Förderung von Photovoltaik-Anlagen auf Dächern/Fassaden
	• BAFA: EBN Modul 3: Contracting-Orientierungsberatung
	  - Förderung der Vorbereitung eines Contracting-Modells inkl. Auswahl geeigneter Gebäude
	  - 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, jedoch max. 7.000 € (bei jährlichen Energiekosten des betrachteten Gebäudepools über 300.000 €: max. 10.000 €)	

[4] KfW. Abgerufen am 11.01.2024 von Erneuerbare Energien – Standard (270) | KfW

	• Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): - Förderfähig sind elektrisch betriebene Wärmepumpen - Förderquote: ab 2024 bis zu 70 oder 75% (Förderrichtlinie aktuell in Überarbeitung)
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Klimaschutzwirkung ist davon abhängig, wie viele Gebäudeeigentümer*innen aufgrund der Kampagne Photovoltaik-Anlagen installieren oder eine Wärmepumpe einbauen.
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist davon abhängig, wie viele Gebäude-eigentümer*innen aufgrund der Kampagne Photovoltaik-Anlagen installieren oder eine Wärmepumpe einbauen.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der Photovoltaik-Ausbau und der Einbau von Wärmepumpen trägt unmittelbar zu Handwerksaufträgen, Betreibergewinnen und Steuermehreinnahmen bei. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein direkter Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer*innen

Realisierung des Windkraft-Potenzials

M-3

Beschreibung	Als erneuerbare Energiequelle nimmt Windkraftenergie eine bedeutende Stellung für die Strom- und Wärmewende ein. Für Kommunen, die sich in einer Region mit einem erheblichen Potenzial für Windkraftanlagen befindet, könnte die mögliche Nutzung von Windenergie einen entscheidenden Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung / Dekarbonisierung von Wärmenetzen darstellen. Leonberg liegt günstig östlich des Schwarzwalds und kann von den vorherrschenden Windverhältnissen in dieser Region profitieren. Die geographische Lage begünstigt die Eignung von Leonberg für die Errichtung von Windkraftanlagen, um erneuerbare Energie lokal zu gewinnen und möglicherweise grünen Strom für Wärmepumpen bereitzustellen oder einen Beitrag zur strombasierten Wärmeerzeugung zu leisten.	
Laufzeit	Die Realisierung des gesamten Windkraftpotenzials wird mindestens 3 Jahre in Anspruch nehmen.	
Handlungsschritte & Verantwortliche	Gespräche mit potenziellen Betreibern Prüfung der Netzinfrastruktur	Stadtverwaltung Ggf. weitere Betreiber
	Ausweisung geeigneter Flächen zur Windenergienutzung im Flächennutzungsplan der Kommune	Stadtverwaltung Anlagenbetreiber
	Ausschreibung und Realisierung	Stadtverwaltung Anlagenbetreiber
Ausgaben	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Investitionen werden je zu realisierender Windkraftanlage und unter der Annahme einer Leistung von 4 MW und einer Gesamthöhe von 150 bis 200 m auf 6 Mio. Euro geschätzt.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der Personalaufwand seitens Stadtverwaltung/Energieversorger wird je nach Umsetzungsvariante (Betreiberfrage) auf mindestens rund 150 Arbeitstage geschätzt.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist machbar, wenn keine natur- und artenschutzrechtlichen Belange entgegenstehen und ein geeigneter Betreiber gefunden wird. Da diverse Restriktionen bereits bei der Auswahl der Potenzialflächen berücksichtigt wurden, ist von einer mittleren Umsetzungswahrscheinlichkeit auszugehen.	
Wirtschaftlichkeit	Die Windhöffigkeit wurde bereits bei der Potenzialanalyse der Flächen für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit herangezogen.	
Förderung	Garantierte Einspeisevergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz	
Klimaschutz	☒ direkt ☐ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die genaue Klimaschutzwirkung kann erst abgeschätzt werden, wenn konkrete Planungen vorliegen. Wird das gesamte Windkraftpotenzial	

	genutzt, kann eine Einsparung von 6.938 t CO_2/a erzielt werden. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Windstromerzeugung vom saisonalen Ertrag her (im Winter wird durchschnittlich mehr Windstrom produziert als im Sommer) ideal zum angestrebten massiven Ausbau von Wärmepumpen passt. Aktuell können bis auf Weiteres keine Anträge gestellt werden. Hintergrund ist die Mittelsperrung im Rahmen der vorläufigen Haushaltsführung.
Endenergieeinsparung	Durch die Realisierung des Windkraftpotenzials entsteht keine Endenergieeinsparung.
Lokale Wertschöpfung	☒ direkt ☐ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Der Ausbau der Windkraft kann zu Aufträgen für lokale Unternehmen und Betreibergewinnen beitragen. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein direkter Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, ggf. weitere Betreiber

Kommunale Energieberatung M-4

Beschreibung	Eine Energieberatung kann Bürger*innen und Unternehmen in der Kommune zu möglichen Sanierungsmaßen beraten und über bestehenden Fördermitteln für Energiespar- und Klimaschutzmaßnahmen informieren. Es bestehen verschiedene Förderungsmöglichkeiten, wie Zuschüsse oder Kredite mit günstigen Konditionen. Die Landesenergieagenturen stellen in der Regel Online-Tools zur Verfügung, um bestehende Fördermittel nach entsprechenden Vorhaben zu filtern. Die bundesweite Plattform foerderdatenbank.de eignet sich ebenfalls zum Heranziehen. Die Förderlandschaft ist stetig im Wandel und erfordert daher einen ständigen Abgleich, diese Funktion kann der/die Klimaschutzmanager*in übernehmen. Ergänzend kann die Verwaltung bestehende Strukturen nutzen, zum Beispiel durch Kooperation mit in der Region tätigen Energieberater*innen und Energieagenturen. Denkbar ist eine monatliche Energieberater*innen-Sprechstunde in den Räumlichkeiten der Kommune unter abwechselnder Beteiligung aller regional tätigen Energieberater*innen, die hieran Interesse haben. Eine Energieberatung ist nur in Kombination mit Energieberater*innen/Netzwerk möglich.	
Laufzeit	langfristig	
Handlungsschritte & Verantwortliche	Erstellung einer Liste mit kooperationsbereiten Energieberatern*innen und Prüfung von Kooperations- Möglichkeiten mit benachbarten Kommunen und Energieagenturen	Stadtverwaltung
	Etablierung eines Beratungsangebots	Stadtverwaltung
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Der Personalaufwand beträgt max. 5 Arbeitstage.	
Machbarkeit	Die Maßnahme ist technisch und wirtschaftlich umsetzbar.	
Wirtschaftlichkeit		
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Umsetzung von Vorschlägen der Beratung führt nachweislich zu erheblichen Emissionssenkungen.	
Endenergieeinsparung	Mittel bis groß, falls Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden.	
Lokale Wertschöpfung	☒ direkt ☐ indirekt | ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Beauftragung des lokalen Handwerks für die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen.	
Zielgruppe	Bürger*innen, Unternehmen, Energieberater*innen	

Netzwerk Unternehmen - Gewerbegebietsmanagement M-5

Beschreibung	Für die Transformation der Wärmeversorgung im Quartier oberhalb des Bahnhofes in Leonberg, wird die Einführung eines Netzwerktreffens für Unternehmen vorgeschlagen. Dieses Treffen soll Unternehmen die Möglichkeit bieten, aktiv an der Planung und Umsetzung von Lösungen teilzunehmen. Durch die Zusammenführung soll das Netzwerktreffen innovative Ansätze für eine nachhaltige Wärmeversorgung entwickeln. Diese Maßnahme zielt darauf ab, Unternehmen als strategische Partner in die Gestaltung der Wärmeversorgung des Quartiers einzubinden und langfristige Kooperationen zu fördern. Außerdem soll die Integration von Wasserstoff auf dem Netzwerktreffen für Unternehmen thematisiert werden. Die Rohrleitungen von Netze BW sind grundsätzlich für den Transport von Wasserstoff geeignet und bieten eine solide Basis für die Integration dieser Energiequelle.
Laufzeit	Die Netzwerktreffen sollten regelmäßig bis zur Umsetzung der Wärmenetze und Einzelversorgung stattfinden.
Handlungsschritte & Verantwortliche	Die Organisation eines Netzwerktreffens erfordert klare Ziele, eine definierte Zielgruppe, passende Location und Termin, rechtzeitige Einladungen, eine strukturierte Agenda, angemessene Logistik, effizientes Teilnehmermanagement sowie eine gezielte Kommunikation und Werbung. Während des Treffens sollte ein reibungsloser Ablauf gewährleistet und anschließend ein Follow-up durchgeführt werden, um Feedback zu erhalten und weitere Schritte zu planen.
	Die Maßnahme ist umsetzbar, hängt aber von Faktoren wie Zielen, verfügbaren Ressourcen, Teilnahmebereitschaft und effektiver Organisation ab.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch
Machbarkeit	☒ direkt ☐ indirekt | ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Zielgruppe	Unternehmen

6.2 Ergänzende Maßnahmen

Technische Maßnahmen
Machbarkeitsstudie Abwasserwärme
Kostenfreier Abwärme-Check für Unternehmen
Maßnahmen Einzelgebäude
Energetische Sanierungen / Praxisworkshops
Ringtausch von Heizungsanlagen
Förderung Oberflächennaher Geothermie
Quartierskonzepte und Sanierungsmanagements für Ortsteile mit Eignungsgebieten zur Einzelversorgung
Maßnahmen für kommunale Gebäude
Masterplan Klimaneutralität kommunale Gebäude und weiterer Aufbau des Energiemanagementsystems
Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden
Zentrale Strom- und Wärmeversorgung
Ausbau von Photovoltaik- und Solarthermie-Freiflächenanlagen
Monitoring Wärmenetzstrategie
Ausweitung von Pilotprojekten zur Blockversorgung
Vergärungsanlage als mögliches Potenzial
Strukturelle Maßnahmen
Bebauungspläne energetisch optimieren
Ausweisung von Sanierungsgebieten nach BauGB prüfen
Förderprogramm „Klimafreundliches Wohnen“
Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit
Aufbau Energieberatungsnetzwerk
Erstellung von Informationsmaterial

6.2.1 Technische Maßnahmen

Machbarkeitsstudie Abwasserwärme

Beschreibung	Für die Nutzung von Abwasserwärme wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Fokus auf Kanalnetze und ein Wärmetauscher am Ablauf der Abwasserreinigungsanlage betrachtet (siehe Kapitel 5.2.3.5). Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser ist von großer Bedeutung. Insbesondere in den Untersuchungsgebieten 1, 5, 7, 8 und 9, wo durch eine umfangreiche Anzahl an DN800-Leitungen günstige Bedingungen herrschen. Dennoch sind auch in den anderen Untersuchungsgebieten 2, 3, 4 und 6 Untersuchungen in Form einer Machbarkeitsstudie sinnvoll, trotz dass dort weniger DN800-Leitungen vorhanden sind. Nachdem in der Potenzialanalyse ebenfalls ein technisches Potenzial von 35,9 MWh ermittelt werden konnte, soll in einem weiteren Schritt eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. Diese kann unter anderem als Vorplanung einer zukünftigen Umsetzung dienen. Für die Studie sollten detaillierte Eingangsdaten erhoben und die Berechnungen unter Beachtung der naturschutzrechtlichen Restriktionen durchgeführt werden. In der Machbarkeitsstudie ist auch die geeignete Einbindung in ein Wärmenetz zu thematisieren.

Kostenfreier Abwärme-Check für Unternehmen

Beschreibung	Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden im Gebiet Leonberg Unternehmen mit Abwärmepotenzial ermittelt. Um dieses quantifizieren zu können, soll ein kostenloser Abwärme-Check durchgeführt werden. Dazu sollen die Unternehmen gezielt kontaktiert und zu einer Teilnahme ermutigt werden. Es befindet sich außerdem gemäß der Datenerhebungen im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans ein Unternehmen im Stadtgebiet, das bereits entstehende Abwärme selbst nutzt und ggf. als öffentlich darstellbares Best-Practice-Beispiel dienen kann. Anhand der gewonnenen Informationen aus dem Abwärme-Check soll ein Abwärmekataster aufgebaut werden. Dazu können neben den Daten aus dem Abwärme-Check auch Informationen aus Quartierskonzepten genutzt werden. Die erhobenen Daten sollten in einer Datenbank gesammelt und als Karten aufbereitet werden. Eine Veröffentlichung der Daten kann nur bei Zustimmung der

	Unternehmen erfolgen. Eine stetige Fortführung und Aktualisierung ist für die Aussagekraft und Verwendbarkeit essenziell.

6.2.2 Maßnahmen Einzelgebäude

Energetische Sanierungen / Praxisworkshops

Beschreibung	Insbesondere in den Eignungsgebieten dezentraler Wärmeversorgung sollten verstärkt Praxisworkshops zu Sanierungen durchgeführt werden. Die Maßnahme kann ggf. auch in Kombination mit Energieberatungen und Infoabenden, z.B. zu seriellem Sanieren durchgeführt werden. Bei allen Veranstaltungen sollte auf entsprechende Fördermöglichkeiten hingewiesen werden. Um den Anreiz für Sanierungen zu erhöhen und ggf. höhere Investitionskosten leicht zu senken, können auch Sammelbestellungen von Materialien (z.B. Dämmmaterial, Türen, Fenster) organisiert werden. Diese bieten eine zusätzliche Motivation und stärken das Gemeinschaftsgefühl.

Ringtausch von Heizungsanlagen

Beschreibung	Im Zuge einer Umstellung von Gasversorgung auf Fernwärme kann ein Ringtausch von Heizungen helfen, die Anschlussquote zu erhöhen und die erneute Anschaffung von neuen Gasheizungen oder anderen dezentralen Lösungen zu verhindern. Nach § 71j des GEG 2024 kann bei der Umstellung der Heizung eine Übergangsfrist von bis zu 10 Jahren gewährt werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist. Dies gilt in den Eignungsgebieten für Wärmenetze. Sollte eine Heizung aufgrund einer Havarie ausgetauscht werden müssen, kann nach § 71i GEG 2024 ein Einbau einer gebrauchten Heizung für die Dauer von maximal 5 Jahren erfolgen. Hierbei ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit diese Maßnahme im Einklang mit dem baden-württembergischen EWärmeG umgesetzt werden kann. Der Ringtausch stellt eine kostengünstige Lösung für ein stark thematisiertes Problem dar. Um den Ringtausch bestmöglich zu organisieren, sollte eine Tauschbörse initiiert werden. Eine umfassende Kampagne zur Tauschbörse stellt sicher, dass ausreichend gebrauchte Heizungen angeboten und potenzielle Abnehmer auf diese Übergangslösung aufmerksam werden.

Förderung Oberflächennaher Geothermie

Beschreibung	Zur Erhöhung des Ausbaus der oberflächennahen Geothermie sollten in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Böblingen Informationen und Beratungsangebote zur Verfügung gestellt werden, aus denen klar hervorgeht in welchen Bereichen Erdwärmesonden im Einzelfall möglich sind. Diesen Information sollte deutlich gemacht machen, in welchen Gebieten Erdwärme-Kollektoren und unter welchen Vorrausetzungen dieser verlegt werden können. Da nach der Ampelkarte eine sehr geringe Zulassungsfähigkeit für EWS besteht sind EWK in der dezentralen Versorgung von deutlich größerem Interesse. Diese sollen die Bürger*innen umfassend über die lokalen Möglichkeiten der Vor- und Nachteile der verschiedenen Technologien aufklären. Da Geothermie weder in unserem Sichtfeld noch in den Medien sehr präsent ist, muss grundlegend für die Möglichkeit einer besonders effizienten, dezentralen Versorgung geworben werden. In Gebieten, in denen keine Erdwärmesonden installiert werden können, sollte außerdem auf Erdwärmekollektoren als mögliche Lösung hingewiesen werden. Das im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entwickelte Kartenmaterial kann zur weiterführenden Information der Gebäudeeigentümer*innen genutzt werden, um aufzuzeigen, wie groß das Potenzial der Technologie ist. Für die konkrete Bemessung einer Erdwärmesonde oder eines -kollektors sind allerdings weitere Berechnungen erforderlich. Um die Hemmschwelle zur Nutzung der Technologie zu reduzieren, sollte außerdem ein Expertenkatalog erstellt werden, in dem Berater*innen, Ingenieurbüros und ausführende Firmen gelistet werden können.

Quartierskonzepte und Sanierungsmanagements für Ortsteile mit Eignungsgebieten zur Einzelversorgung

Beschreibung	Zur Initiierung sowohl des Ausbaus von erneuerbaren Energien und Wärmenetzen als auch der energetischen Sanierungsmaßnahmen können integrierte energetische Quartierskonzepte dienen. Diese bieten die Möglichkeit, jeweils ein Teilgebiet der Kommune detailliert zu untersuchen. Im Rahmen eines Quartierskonzepts wird analysiert, welche Kombination von Sanierungsmaßnahmen, regenerativen Energien und Wärmenetzen jeweils unter Kosten- und Klimaschutzgesichtspunkten sinnvoll ist. Integraler Bestandteil der Konzepterstellung ist die aktive Beteiligung der Eigentümer*innen, der Bewohnerschaft und der Unternehmen im Quartier, was gerade mit Blick auf die anschließende Umsetzung der Empfehlungen von großer

	Bedeutung ist. Daher zielt diese Maßnahme auf die Aktivierung der Gebäudeeigentümer*innen und soll eine gemeinschaftliche Motivation befördern. Um die angedachten Maßnahmen aus den Quartierskonzepten wirkungsvoll und zielgerichtet umsetzen zu können, ist die zusätzliche Einrichtung eines Sanierungsmanagements sinnvoll. Denn sämtliche Umsetzungsmaßnahmen können durch das energetische Sanierungsmanagements initiiert, geplant und gesteuert werden. Das Aufgabengebiet umfasst die Initiierung, Koordination und Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen, Netzwerkarbeit und Informationsbereitstellung zu Fragen der Finanzierung und Förderung. Zudem soll das Sanierungsmanagement private und kommunale Gebäudeeigentümer*innen bei der Umsetzung von Maßnahmen unterstützen und beraten.

6.2.3 Maßnahmen für kommunale Gebäude

Masterplan Klimaneutralität kommunale Gebäude und weiterer Aufbau des Energiemanagementsystems

Beschreibung	Die Entwicklung eines Masterplans bewirkt eine strukturierte Vorgehensweise bei der Sanierung der kommunalen Gebäude. Sowohl personelle als auch finanzielle Ressourcen können auf diese Weise zielgerichtet eingesetzt werden. Der Masterplan sollte neben einer Bestandsanalyse Maßnahmen zur Transformation der Gebäude in den Bereichen Energieeffizienz (Gebäudehülle und -technik) und erneuerbare Energieversorgung umfassen. Außerdem sollten für Gebäude, bei denen der größten Sanierungsbedarf ermittelt wurde, Sanierungsfahrpläne erstellt werden. Das kommunale Energiemanagement wird derzeit durch die Einführung eines Systems unterstützt und optimiert. Auf diese Weise werden personelle Ressourcen weniger stark gebunden und können für andere Themenbereiche eingesetzt werden. Die Nutzung des Managementsystems sollte fortgeführt werden, um weiterhin ein qualitativ hochwertiges Monitoring zu ermöglichen und schnell auf Ausfälle reagieren bzw. Anpassungen vornehmen zu können.

Eignungsprüfung Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden

Beschreibung	Die Nutzung von Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden dient neben der Stromerzeugung auch der kommunalen Vorbildfunktion gegenüber Privatpersonen und Unternehmen. Hierbei sollte das Photovoltaik-Potenzial auf den kommunalen Dächern möglichst ausgeschöpft werden. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme sollten sowohl die Potenziale als auch die Strombedarfe für die konkreten Gebäude ermittelt werden. Dabei gilt es auch die Transformationsmaßnahmen im Rahmen des Masterplans zu beachten, da diese ggf. den künftigen Strombedarf beeinflussen. Nachdem umfassende Analysen und Berechnungen durchgeführt wurden, sollten Modelle und Zeitpläne zur Realisierung erstellt werden. Falls der Strom nicht (vollständig) durch die kommunalen Gebäude selbst genutzt werden kann, können auch alternative Betreibermodelle in Betracht gezogen werden. So kann auch die Nutzung für Wärmenetze geprüft werden. Darüber hinaus ist auch die Verbindung von Photovoltaik und Wärmepumpen bei den kommunalen Gebäuden zu prüfen.

6.2.4 Zentrale Strom- und Wärmeversorgung

Ausbau von Photovoltaik- und Solarthermie-Freiflächenanlagen

Beschreibung	Basierend auf den ermittelten Potenzialflächen sollen konkrete Untersuchungen durchgeführt werden, um eine Realisierung anzubahnen. In diesem Zuge ist auch eine Prüfung der weichen Restriktionen von Potenzialflächen erforderlich. Neben Gesprächen mit Grundstückseigentümer*innen sollten in einem weiteren Schritt Betreiber gesucht und Verträge geschlossen werden. Die Nutzung und Einbindung in das Netz sollte ebenfalls im Rahmen konkreter Untersuchungen geprüft werden. Da Photovoltaik und Solarthermie stets konkurrierende Energieträger sind, sollte außerdem festgelegt werden, welche Flächen vorrangig für welche Technologie zu nutzen sind.

Monitoring Wärmenetzstrategie

Beschreibung	Um den Fortschritt im Ausbau der verschiedenen, vorgeschlagenen Wärmenetze zu dokumentieren und ggf. auf weitere Maßnahmen hinweisen zu können, soll ein Arbeitskreis Wärme eingerichtet werden. Dieser kann den Ausbau auf fachlicher und organisatorischer Ebene begleiten. Auch ein Austausch über die Fortentwicklung der kommunalen Wärmeplanung kann in diesem Zusammenhang erfolgen. Ziele des Monitorings sind der Abgleich des Netzausbaus mit der kommunalen Wärmeplanung sowie die Koordination von weiteren Ausbaustufen bzw. Netzen, sodass günstige Bedingungen wie beispielsweise Straßensanierungen oder die Erschließung von Neubaugebieten genutzt werden können. Die Fortschritte im Ausbau der Wärmenetze sollten außerdem regelmäßig der Öffentlichkeit kommuniziert werden.

Ausweitung von Pilotprojekten zur Blockversorgung

Beschreibung	Bei der Umstellung auf eine erneuerbare Wärmeversorgung sollten insbesondere in Gebieten dichterer Bebauung auch Synergieeffekte genutzt werden. Dazu kann die Versorgung eines Blocks bzw. eines kleineren Gebietes innerhalb eines Quartiers auch mithilfe von kleinen Wärmenetzen erfolgen. Solche Netze versorgen ca. 2-10 Gebäude und können insbesondere in Gebieten eingesetzt werden, in denen eine dezentrale Versorgung nur schwer umzusetzen ist. Beispielsweise können auf einem einzelnen Grundstück so viele Erdwärmesonden installiert werden, dass über ein kleines Nahwärmenetz mehr als nur ein Gebäude versorgt werden kann. So kann ein größeres Grundstück voll ausgenutzt werden und den Gebäude-eigentümer*innen mit kleinen Grundstücken wird die Möglichkeit gegeben, ihr Gebäude dennoch mit Erdwärme zu versorgen. Insbesondere außerhalb der Eignungsgebiete für (größer dimensionierte) Wärmenetze sollten diese Insellösungen flächendeckend geprüft werden. Dazu können auch die Berechnungsergebnisse aus der kommunalen Wärmeplanung (u.a. Wärmedichtekarten und Einzelgebäudeoptimierung) als Grundlage für die Auswahl von geeigneten Gebieten dienen.

Bewertung der Perspektiven des Gasverteilnetzes

Beschreibung	Das Gasverteilnetz sollte hinsichtlich verschiedener Transformationsszenarien geprüft werden. Im Mittelpunkt der Untersuchung sollte eine zukünftige Dekarbonisierung stehen, sodass Möglichkeiten und Maßnahmen entwickelt werden, wie eine schrittweise Umstellung erfolgen kann. Der Bewertung des Weiterbetriebs der Gasnetze sollte gebiets- und zeitbezogen erfolgen. Bei der Bewertung sollten sowohl der Status quo als auch potenzielle Entwicklungen des Wärmemarktes berücksichtigt werden. Auf dieser Grundlage können zukunftsweisende Investitionsentscheidungen getroffen und Fehlinvestitionen vermieden werden.

Vergärungsanlage als mögliches Potenzial

Beschreibung	Eine Machbarkeitsstudie zum Potenzial einer Vergärungsanlage in Warmbronn ist aufgrund der fehlenden Anbindung an das Gasnetz von besonderer Relevanz. Die Vergärungsanlage, die sich etwa 3,5 km vom Ort entfernt befindet, bietet eine vielversprechende Option. Dort wird Biogas erzeugt, das durch die Aufbereitung zu Biomethan als alternative Energiequelle genutzt werden kann. Es ist daher empfehlenswert, Möglichkeiten zur Integration von aufbereitetem Biomethan als Energiequelle in den Bericht einzubeziehen.

6.2.5 Strukturelle Maßnahmen

Bebauungspläne energetisch optimieren

Beschreibung	Im Rahmen eines B-Plans bestehen vielfältige Möglichkeiten, eine energetisch günstige Bebauung sicherzustellen. So kann die Ausrichtung der Gebäude der optimalen Nutzung der Sonnenenergie angepasst und nachhaltige Mobilitätsformen bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Außerdem können begleitend Beratungen für Bauinteressierte angeboten werden. Zusätzlich sollten in Eignungsgebieten für Wärmenetze bei B-Plan-Verfahren auch frühzeitig Wärmenetze und Heizzentralen eingeplant

	werden. So kann sichergestellt werden, dass ausreichend Platz für die Errichtung von Wärmenetzen zur Verfügung steht.

Ausweisung von Sanierungsgebieten nach BauGB prüfen

Beschreibung	Durch die gezielte Ausweisung von Sanierungsgebieten nach § 136 BauGB besteht die Möglichkeit, die Sanierungsquote zu erhöhen und einen weiteren (finanziellen) Anreiz für die Gebäudeeigentümer*innen zu schaffen, Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Die Stadt Leonberg hat die Möglichkeit zur Festlegung eines Sanierungsgebiets, um in einem festgelegten Quartier städtebauliche Missstände wesentlich zu verbessern. Hiermit sind verbesserte Möglichkeiten für die betreffenden Gebäudeeigentümer*innen im Quartier zur steuerlichen Absetzbarkeit von Ausgaben zur energetischen Sanierung verbunden. Als Grundlage für die Ausweisung von Sanierungsgebieten bzw. vorbereitende Untersuchungen können auch bereits erstellte Quartierskonzepte dienen.

Förderprogramm „Klimafreundliches Wohnen“

Beschreibung	Mit einem städtischen Förderprogramm kann der Anreiz zum Heizungstausch oder zur energetischen Sanierung weiter erhöht werden. Es zeigt außerdem das Interesse der Stadt, die Gebäudeeigentümer*innen bei den Maßnahmen zu unterstützen und den Weg hin zur Klimaneutralität zu beschleunigen. Der Umfang und die Höhe der Förderungen müssen anhand des verfügbaren Budgets festgelegt werden. Außerdem sollte die Förderung umfassend beworben werden, sodass tatsächlich eine Wirkung eintreten kann. Zusätzlich sollte im Rahmen des Förderprogrammes eine Liste von Expert*innen erarbeitet werden, die zu einer erneuerbaren Energieversorgung beraten können. Diese Beratungen können neben einem Vor-Ort-Check der Heizung eine individuelle Berechnung von Heizungsvarianten beinhalten. Zusätzlich sollte auch die Zufriedenheit von Gebäudeeigentümer*innen mit bereits installierten Wärmepumpen maximiert werden, indem Beratungen zur Effizienzerhöhung von Bestandswärmepumpen förderfähig sind. Die Wirksamkeit des Programmes sollte in regelmäßigen Abständen geprüft werden, um ggf. strategische Anpassungen vorzunehmen.

6.2.6 Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit

Aufbau Energieberatungsnetzwerk

Beschreibung	Die Zusammenarbeit der Stadt mit lokalen Energieberater*innen sollte gestärkt und ausgebaut werden. In diesem Rahmen können ggf. kostenlose Einstiegsberatungen durch die Stadt angeboten werden. Auch ein regelmäßiger Beratungstag in den Räumlichkeiten der Stadt ist denkbar. Die Energieagentur Mittelbaden kann bei der Kontaktaufnahme mit geeigneten Energieberater*innen unterstützen oder ggf. selbst Einstiegsberatungen durchführen.

Erstellung von Informationsmaterial

Beschreibung	Um die Bürger*innen umfassend über alle Möglichkeiten hinsichtlich Sanierungen oder nachhaltiger Wärmeversorgung zu informieren, sollte digital und analog verfügbares Infomaterial geschaffen werden. Dabei sollte der Fokus auf Maßnahmen liegen, die im privaten Bereich umgesetzt werden müssen und bei denen die Stadt Leonberg auf die Mithilfe der Bürger*innen angewiesen ist. Auch die Akzeptanz und Anschlussquote bei Wärmenetzen kann durch qualitativ hochwertiges Informationsmaterial gesteigert werden.

7 Kommunikation und Beteiligung

Die **Erfassung und Analyse der relevanten Akteur*innen** sowie ihrer Rollen im lokalen Akteursgefüge sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung und Umsetzung eines Wärmeplans. Es ist wichtig zu betonen, dass jeder Wärmeplan einzigartig ist und daher die örtlichen Gegebenheiten und die spezifischen Akteurskonstellationen sorgfältig berücksichtigen muss. Die Durchführung einer Akteursanalyse markiert den ersten Schritt in einem umfassenden Beteiligungskonzept und dient der gründlichen Vorbereitung aller Akteure, die am Prozess beteiligt sind.

Im Rahmen eines Stakeholder Mappings konnten folgenden Akteur*innen als zentral für die Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende in Leonberg identifiziert werden:

- Bürgerschaft / Eigentümer*innen / Mieter*innen
- Gewerbe- und Industriebetriebe
- Handwerk
- Wohnungsbauunternehmen und Hausverwaltungen
- Gemeinderat
- Stadtverwaltung (insbesondere die Ämter/Abteilungen für Stadtplanung, Liegenschaften, Hochbau, Tiefbau und Wirtschaftsförderung)
- Eigenbetrieb Stadtwerke (LEO Energie)
- Energieagentur Kreis Böblingen

Die Stadtverwaltung ist als Auftraggeber mit allen Akteursgruppen verbunden und spielt daher die zentrale Rolle, um alle aufgeführten Akteur*innen sowie ihre jeweiligen Erfahrungen und Kenntnisse in den Projektprozess sowie in den ab 2024 anstehenden Umsetzungsprozess zur Wärmeplanung einzubinden.

Die wichtigsten **Kommunikations- und Beteiligungsschritte im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans** sind nachfolgend dargestellt. Neben der Beteiligung von Öffentlichkeit/Bürgerschaft, Gemeinderat und Gewerbe bildete im Projektverlauf die enge Abstimmung zwischen Stadtverwaltung, Stadtwerken und lokalen Energieversorgern, Energieagentur Kreis Böblingen und dem beauftragten Büro im Rahmen der Steuerungsgruppensitzungen ein wichtiges Element. Nachfolgend nicht aufgeführt sind zusätzliche bilaterale Kontakte zwischen dem beauftragten Büro und diversen Akteur*innen zur Abstimmung einzelner Sachverhalte.

Tabelle 6: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Leonberg

DATUM	INHALT	ADRESSIERTER AKTEURSKREIS
16.09.2022	Auftaktgespräch mit Stakeholder Mapping und Abstimmung zu den notwendigen Schritten im Projekt	Steuerungsgruppe
Oktober 2022	Öffentliche Bekanntmachung zur Datenerhebung zwecks Erstellung des Wärmeplans für Leonberg	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leonberg
Dez 22/Jan 23	Befragung zu Abwärme und Energieverbräuchen	Gewerbetreibende und Industriebetriebe in Leonberg
15.02.2023	Öffentlicher Vortrag zum Vorhaben Kommunale Wärmeplanung in Leonberg – im Rahmen des Fachforums / Möglichkeit zur Beteiligung (Informationsstand)	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leonberg
25.05.2023	Präsentation Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse	Steuerungsgruppe
23.10.2023	Zielszenario Workshop 1 Diskussion Eignungsgebiete Nahwärme/Einzelversorgung und Einbindung EE-Potenziale	Steuerungsgruppe, Energieversorger, Energieagentur
14.12.2023	Zielszenario Workshop 2 Diskussion Eignungsgebiete Nahwärme/Einzelversorgung und Einbindung EE-Potenziale	Steuerungsgruppe, Energieversorger, Energieagentur
05./06./07.02.24	Vorstellung und Diskussion des Stands der Wärmeplanung	Gemeinderat/Ortschaftsrat
Jan. 2024	Öffentliche Auslegung des Wärmeplan-Entwurfs	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leonberg
04.04.2024	Informationsveranstaltung zum Stand der Wärmeplanung	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Leonberg
06.06.2024	Feststellungsbeschluss über den Wärmeplan (mit Abwägung)	Planungsausschuss

Mit den erfolgten Beteiligungsschritten sind die Vorgaben des KlimaG BW zur ersten und zweiten Beteiligungsphase erfüllt.

Insgesamt legt der partizipative Erarbeitungsprozess der Wärmeplanung den Grundstein für die nun anschließende Umsetzungsphase, bei der wiederum eine gemeinsame engagierte Zusammenarbeit der örtlichen und regionalen Akteur*innen von entscheidender Bedeutung ist.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Abgerufen am 11.01.2024 von https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerdergeber/B/bmwk-bundesministerium_wirtschaft_klimaschutz.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Abgerufen am 18.04.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Abgerufen 19.04.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze. Abgerufen am 11.01.2024 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

BMWK. (2022). *Geothermie für die Wärmewende-Bundeswirtschaftsministerium startet Konsultationsprozess.* Von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/11/20221111-geothermie-fuer-die-waermewende.html abgerufen

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). (2007). *Bodenarten in Oberböden Deutschlands.*

Bundesverband Geothermie. (kein Datum). Abgerufen am 20. 09 2023 von https://www.geothermie.de/geothermie/einstieg-in-die-geothermie.html

Die Bundesregierung. (2022). *Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 08.. 11. 2022 von https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672.

Deutsche Energie-Agentur (dena, 2016). Abgerufen 11.01.2024 von https://www.dena.de/themen/energieeffizienz/gebaeude/

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023). Abgerufen am 18.04.2024 von EEG 2023 - Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (gesetze-im-internet.de)

HHP Raumentwicklung. (2022). *Überprüfung der Möglichkeit einer Steuerung der Windenergienutzung.*

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Leitfaden Klimaneutrale Verwaltung. Abgerufen am 24.05.2024 von Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg (ifeu.de)

Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Abgerufen 19.04.2024 von Institut Wohnen und Umwelt (IWU): TABULA

KEA-BW Erstellung einer kommunalen CO2-Bilanz mit BICO2BW. Abgerufen am 21.04.2024 von https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung

KfW. Abgerufen am 11.01.2024 von Erneuerbare Energien – Standard (270) | KfWAgora Energiewende, Prognos, Consentec. (2022). *Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann.*

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe.* (R. u. Landesamt für Geologie, Hrsg.) Abgerufen am 13. 06 2023 von https://isong.lgrb-bw.de/

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete.* Abgerufen am 13. 06 2023 von https://isong.lgrb-bw.de/

Lauf, T., Memmler, M., & Schneider, S. (2022). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Dessau-Roßlau.

LUBW. (2022). *Energieatlas: Sonne.* Von https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflachen abgerufen

Ministerium für Umwelt, K. u. (2012). *Windenergieerlass Baden-Württemberg.*

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW. (2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen.*

Netze BW, terranets. Abgerufen 12.05.2024 von https://www.netze-bw.de/unternehmen/magazin/gasinfrastruktur-im-wandel

Peters, M., Miocic, J., & Koenigsdorff, R. (2022). *Erdwärmesonden-Potenzial für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg.* (K. K.-u.-W. GmbH, Hrsg.) Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Erdwaermesonden/230918_Dokumentation_Potenzial_EWS-BW.pdf abgerufen

Schönberger, P., Dietrich, C., Falke, T., Fischer, M., Hensel, P., & Janssen, S. (2017). *EnEff:Stadt-Modellstadt25+/Lampertheim effizient - Innovative Konzepte zur Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen in Mittelstädten.* Aachen/Lampertheim: EnergyEffizienz GmbH.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über die Heizzentralen der Nahwärmeversorgung in Leonberg (Stand 2022) 30

Tabelle 2: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2022) 32

Tabelle 3: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien 36

Tabelle 4: Darstellung der fünf prioritären Maßnahmen 84

Tabelle 5: Legende Maßnahmen-Steckbriefe 85

Tabelle 6: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Leonberg.. 108

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptphasen des Wärmeplans 11
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse 14
Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektoren in Leonberg 16
Abbildung 4: Verteilung der Gebäudeanzahl nach Sektor in Leonberg 17
Abbildung 5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude in Leonberg 18
Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen in Leonberg 19
Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) 20
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektoren in Leonberg 21
Abbildung 9: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in Leonberg 22
Abbildung 10: Verteilung der jährlichen installierten Leistung der Heizsysteme nach Baujahr und Energieträger in Leonberg 23
Abbildung 11: Gebäudeanzahl nach Alter der Heizsysteme in Leonberg (Stand 2022) 24
Abbildung 12: Verteilung nach Alter der Heizsysteme pro Gebäude in Leonberg (Stand: 2022) 25
Abbildung 13: Endenergiebedarf nach Energieträger in Leonberg 26
Abbildung 14: Verteilung der Energieträger in Leonberg 28
Abbildung 15: Wärmenetze in Leonberg (1 Rathaus, 2 Leobad) 29
Abbildung 16: Treibhausgas-Emissionen nach Sektor in Leonberg 30
Abbildung 17: Verteilung der Treibhausgas-Emissionen in Leonberg 31
Abbildung 18: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträger in Leonberg 32
Abbildung 19: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen 34
Abbildung 20: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse 35
Abbildung 21: Definitionen von Potenzialen 38
Abbildung 22: Erneuerbare Strompotenziale der Stadt Leonberg 41
Abbildung 23: Standortpotenzial für Windenergieanlagen 42
Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale der Stadt Leonberg 44
Abbildung 25: Zulässigkeiten von Erdwärmesonden im Landkreis Böblingen (Quelle: Landratsamt Böblingen) 47
Abbildung 26: Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung 50

Abbildung 27: Elektrische Energiegewinnung durch Sonnenstrahlung 51
Abbildung 28: Solares Potenzial durch PV-Installation auf Dächern 52
Abbildung 29: Energetische Nutzung der Umgebungsluft 53
Abbildung 30: Infobox - Energetische Gebäudesanierung 55
Abbildung 31: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete 56
Abbildung 32: Gesamtübersicht - Eignungsgebiete für Wärmenetze Leonberg (1 Altstadt, 2 Neue Mitte, 3 Ramtel, 4 Krankenhaus, 5 Rathaus / Schulen, 6 GE Römerstraße, 7 GE Eltingen, 8 Warmbronn, 9 Neue Ramtel) 59
Abbildung 33: Untersuchungsgebiet 1 60
Abbildung 34: Untersuchungsgebiet 2 61
Abbildung 35: Untersuchungsgebiet 3 62
Abbildung 36: Untersuchungsgebiet 4 63
Abbildung 37: Untersuchungsgebiet 5 64
Abbildung 38: Untersuchungsgebiet 6 65
Abbildung 39: Untersuchungsgebiet 7 66
Abbildung 40: Untersuchungsgebiet 8 67
Abbildung 41: Untersuchungsgebiet 9 68
Abbildung 42: Simulation des Zielszenarios für 2040 71
Abbildung 43: Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs 73
Abbildung 44: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeuger im Jahr 2040 74
Abbildung 45: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Jahr 2040 75
Abbildung 46: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf. 77
Abbildung 47: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf..... 78
Abbildung 48: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf..... 79
Abbildung 49: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 80
Abbildung 50: Gasverteilnetz (Quelle: terranets bw) 81

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr (anno)
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
B-Plan	Bebauungsplan
bzgl.	Bezüglich
°C	Grad Celsius
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_2e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
d.h.	das heißt
DN	Nomineller Rohrdurchmesser
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg
etc.	et cetera
e.V.	eingetragener Verein
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
GEG	Gebäudeenergiegesetz (Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)
ggf.	Gegebenenfalls
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunde(n)
ha	Hektar
ID	Identifikation
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
inkl.	Inklusive
K	Kelvin

KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KlimaG BW	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
m	Meter
m^2	Quadratmeter
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunde(n)
MW	Megawatt
PV	Photovoltaik
t	Tonnen
u.a.	Unter anderem
vs.	Gegen (übergestellt)
z.B.	Zum Beispiel
zzgl.	Zuzüglich