

# Kommunale Wärmeplanung Salem

im Auftrag der Gemeinde Salem



Quelle: Gemeinde Salem [www.salem-baden.de](http://www.salem-baden.de)

## Abschlussbericht

Projektleitung: Tobias Nusser M.Sc.

Bearbeitung: Matthias Zeile M.Sc.

Stand: 12.07.2023

**EGS-plan** Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH  
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart  
Tel. +49 711 99 007 - 5 . Fax +49 711 99 007 - 99  
[info@egs-plan.de](mailto:info@egs-plan.de) . [www.egs-plan.de](http://www.egs-plan.de)

IBAN-Nr. DE48 2505 0000 0002 0740 60 . BIC: NOLADE 2HXXX  
Ust.-IdNr. DE218431901 . Registergericht Stuttgart HRB 22434

Geschäftsführung:  
Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner  
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Böwe  
Dr.-Ing. Boris Mahler

Generalbevollmächtigter:  
Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch  
230707 KWP Salem Bericht E22336.docx

**Auftraggeber / Bauherr** Gemeinde Salem

**Auftragnehmer** EGS-Plan Ingenieurgesellschaft für  
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH  
Gropiusplatz 10  
70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5  
Fax +49 711 99 007 - 99  
www.egs-plan.de  
info@egs-plan.de

**Projektleitung** Tobias Nusser M.Sc.

**Bearbeitung** Matthias Zeile M.Sc.

**Förderung** Finanziert aus Landesmitteln,  
die der Landtag  
Baden-Württemberg  
beschlossen hat.

GEFÖRDERT DURCH



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Kommunale Wärmeplanung</b>	<b>7</b>
2.1	Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung	7
2.2	Vorgehensweise und Methodik	7
2.3	Organisatorischer Rahmen	9
<b>3</b>	<b>Beteiligungs- und Kommunikationskonzept</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Bestandsanalyse</b>	<b>13</b>
4.1	Ziele und Vorgehensweise	13
4.2	Datengrundlagen	13
4.2.1	Daten der Kommunalverwaltung	14
4.2.2	Daten der Schornsteinfeger	14
4.2.3	Daten der Energieunternehmen	15
4.2.4	Großverbraucher	15
4.3	Ergebnisse der Bestandsanalyse	16
4.3.1	Definition der Cluster	16
4.3.2	Kommunalstruktur	17
4.3.3	Energieinfrastruktur	19
4.3.4	Wärmebedarf	20
4.3.5	Endenergie- und Treibhausgasbilanz	21
4.3.6	Großverbraucheranalyse	25
<b>5</b>	<b>Potenzialanalyse</b>	<b>26</b>
5.1	Ziele und Vorgehensweise	26
5.2	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs	26
5.2.1	Potenziale energetischer Gebäudesanierung	26
5.2.2	Potenziale durch Verbesserung von Prozesseffizienzen	27
5.2.3	Gesamtpotenzial zur Senkung des Wärmebedarfs	27
5.3	Potenziale für klimaneutrale Wärme	28
5.3.1	Abwärme – Industrie und Gewerbe	29
5.3.2	Abwasser - Kanal	30
5.3.3	Abwasser – Kläranlage	31
5.3.4	Flusswasser	32
5.3.5	Geothermie – Kollektoren zentral	34
5.3.6	Geothermie – Sonden dezentral	36
5.3.7	Geothermie – Sonden zentral	38
5.3.8	Grundwasser	39

5.3.9	Seewasser	40
5.3.10	Solarthermie - dezentral	41
5.3.11	Solarthermie - zentral	42
5.3.12	Tiefengeothermie	45
5.3.13	Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme	47
5.4	Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung	50
5.4.1	Photovoltaik – dezentral	50
5.4.2	Photovoltaik – zentral	52
5.4.3	Windkraft	54
5.4.4	Wasserkraft	55
5.5	Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse	56
<b>6</b>	<b>Zielfoto</b>	<b>59</b>
6.1	Ziele und Vorgehensweise	59
6.2	Zielfoto 2040	60
6.3	Zielfoto 2030	62
<b>7</b>	<b>Wärmewendestrategie &amp; Maßnahmenkatalog</b>	<b>64</b>
7.1	Ziele und Vorgehensweise	64
7.2	Maßnahmen auf Meta-Ebene	64
7.3	Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation	68
7.3.1	Wärmenetzeignungsgebiete	68
7.3.2	Kommunale Fokusgebiete	69
7.3.3	Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf	71
7.4	Clustersteckbriefe	73
7.5	Fünf Maßnahmen gemäß Klimaschutzgesetz	75
7.5.1	Stromnetzcheck	76
7.5.2	Erschließung Potenzial dez. Erdwärmesonden	78
7.5.3	Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung	80
7.5.4	BEW Studie Neue Mitte (Transformationsplan)	83
7.5.5	Energieversorgung Gemeindezentrum Beuren	86
7.5.6	Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge	89
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>90</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>91</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	<b>92</b>
10.1	Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen	92
10.2	Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung	93

## 1 Zusammenfassung

Das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verpflichtet alle großen Kommunen zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung bis zum Ende des Jahres 2023. Die kommunale Wärmeplanung als strategisches Planungsinstrument soll dabei Erkenntnisse liefern, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2040 erreicht werden kann. Die Gemeinde Salem hat im Jahr 2022 die Erarbeitung der Wärmeplanung begonnen und analysiert darin die Möglichkeiten einer klimaneutralen Wärmeversorgung bereits für das kommunalpolitisch gesetzte Zieljahr 2040.

Die kommunale Wärmeplanung weist grundlegend vier zentrale Arbeitsphasen auf: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielfoto und Maßnahmenkatalog.

### Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse hat das Ziel den aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen (THG) für die gesamte Kommune zu bestimmen. Durch die Datenerhebungsermächtigung im Klimaschutzgesetz liegen hierfür reale Daten zum Energieverbrauch als auch Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen sowie der dezentralen Wärmeversorgungsstruktur der Wohn- und Nicht-Wohngebäude vor.

Im Rahmen der Bestandsanalyse ist die Kommune in 51 Cluster eingeteilt worden, um auf diese Ebene jeweils passende Lösungsansätze zu ermitteln und die Ergebnisse datenschutzkonform weiternutzen zu können. Insgesamt sind im Rahmen der Analyse rund 7.400 Gebäude mit mehr als 1.700.000 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche ausgewertet worden.

Der Endenergiebedarf für Wärme lag im Jahr 2020 bei ca. 122 GWh. Der größte Anteil des Wärmebedarfs wird heute durch fossile Energieträger Erdgas und Heizöl (rund 76 %) gedeckt, der Anteil der Fernwärme an der gesamten Wärmebereitstellung beträgt ca. 2 %. Rund 60 % des Endenergiebedarfs sind dabei auf die Nutzungskategorie Wohnen zurückzuführen. Der Anteil der dezentralen erneuerbaren Energien liegt bei ca. 20 %.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 26.200 Tonnen. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 2,2 t pro Einwohner für den Sektor Wärme.

### Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse beinhaltet die Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung durch Gebäudesanierungen und Effizienzmaßnahmen im Bereich der Prozesswärme sowie die Erhebung der lokal nutzbaren Potenziale klimaneutraler Energiequellen und Abwärme. Das Leitszenario zur Ermittlung der Einsparpotenziale zeigt auf, dass durch die Verbesserung des Wärmeschutzes von Gebäuden ca. 37 % des Gesamtwärmebedarfs eingespart werden kann. Dabei ist eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen sowie ein Sanierungsniveau, das dem heutigen gesetzlichen Mindeststandard entspricht. Durch Prozesseffizienzmaßnahmen in Industrie und Gewerbe resultiert in dem Szenario eine Wärmebedarfsreduktion um ca. 6 % bis 2040. Gegenüber dem Basisjahr 2020 resultiert für das Zielfoto insgesamt ein um rund 43 % reduzierter Wärmebedarf.

Die Analyse der lokal verfügbaren emissionsfreien Wärmequellen ergibt, dass die größten Potenziale im Bereich der Erdwärme, Solarthermie und Abwasserwärme liegen. Darüber hinaus sind für eine vollständige Bedarfsdeckung die Nutzung von im Wesentlichen räumlich unabhängigen Energieträgern wie Außenluftwärme, Biomasse und „grüne Gase“ erforderlich und einsetzbar.

### **Zielfoto 2040**

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Klimaschutzgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung vor. Gemäß Gesetzesbegründung bedeutet dies, dass durch die Wärmeversorgung im Zieljahr keine Treibhausgas-Emissionen mehr verursacht werden dürfen. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse wird dieses „Zielfoto“ ausgearbeitet, das aufzeigen soll, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann.

Der Wärmebedarf in Salem beträgt im Zieljahr 2040 rund 65 GWh, dieser Bedarf ist durch emissionsfreie Wärmequellen zu decken. Ausgehend von rund 80 % fossiler Endenergie im Basisjahr zeigt die Dimension des fortzuführenden Transformationsprozesses.

Zentrales Element der Wärmeerzeugung im Zielfoto sind die Wärmepumpen in Heizzentralen und Gebäuden. Wärmepumpen stellen hierbei rund drei Viertel der Wärme im Zielfoto bereit. Wesentliche Umweltwärmequellen sind Außenluft und Geothermie. Ein weiterer Bestandteil des Zielfotos ist der Ausbau und Dekarbonisierung des Bestands Wärmenetz sowie der Neubau von weiteren zentralen Versorgungsstrukturen.

Im Rahmen des Zielfoto-Prozesses sind auf der Ebene von 51 Clustern räumlich zugeordnete Empfehlungen in den Cluster-Steckbriefen ausgearbeitet, die Aufschluss darüber geben, welche Energieversorgungssysteme (Wärmenetze, dezentrale Heizungsanlagen) und Energieträger für die Erreichung der Klimaneutralitätsziele eine Option darstellen.

### **Handlungsstrategie/Maßnahmenkatalog**

Auf Basis der Ergebnisse des Zielfotos sind Handlungsstrategien und ein Katalog mit fünf Maßnahmen erarbeitet worden, deren verpflichtende Umsetzung laut Klimaschutzgesetz in den nächsten fünf Jahren begonnen werden soll. Darüber hinaus sind grundlegende strukturelle und unterstützende Maßnahmen bei der Kommunalverwaltung für die Umsetzung dieses Transformationsprozesses ausformuliert.

Die fünf Maßnahmen sind in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung entwickelt und ausführlich in Steckbriefen in Kapitel 7.5 beschrieben. Hierbei handelt es sich um folgende Maßnahmen.

1. *Stromnetzcheck – Ist das Stromnetz bereit für den Ausbau der Wärmepumpen?*
2. *Erschließung Potenzial dez. Erdwärmesonden – Schaffung eines kommunalen Organisationsrahmen zu Erschließung des Potenzials.*
3. *Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung – Ausarbeitung eines Gesamtkonzepts zur Erschließung des Potenzials.*
4. *BEW-Studie Neue Mitte – Ausbau, Nachverdichtung und klimaneutrale Erzeugung*
5. *Energieversorgung Gemeindezentrum Beuren – Umsetzung Energieversorgungskonzept*



## 2 Kommunale Wärmeplanung

### 2.1 Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Planungswerkzeug, um das Handlungsfeld Wärme innerhalb der nachhaltigen Stadtentwicklung gestalten zu können. Die Kommunen entwickeln dabei eine Strategie zum langfristigen Umbau der Wärmeversorgung hin zur Klimaneutralität, die die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Sie enthält eine Analyse des Wärmebedarfs vor Ort und Maßnahmen, wie dieser mit erneuerbaren und emissionsfreien Energien perspektivisch gedeckt werden kann.

Durch die Wärmeplanung verfügen Kommunen über einen starken Hebel, um die Wärmewende sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der ganzheitlich und konsequent auf die Klimaneutralität ausgerichtete Ansatz eröffnet der Verwaltung und kommunalen Entscheidungsebene einen strategischen Fahrplan, der ihre Arbeit in den Folgejahren Orientierung geben kann. Ein Wärmeplan ersetzt dabei niemals eine ortsgenaue Planung eines Wärmenetzes oder detailliertere Betrachtungen in einem Quartier.

„Umfang, Inhalt und mit der kommunalen Wärmeplanung verbundene Befugnisse werden im Klimaschutzgesetz für alle Kommunen geregelt - unabhängig von Einwohnerzahl und Status. Die großen Kreisstädte und Stadtkreise sind durch das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans verpflichtet (siehe § 27 Nr.3). Die übrigen Kommunen werden ab Oktober 2021 durch ein Förderprogramm bei dieser wichtigen Aufgabe finanziell unterstützt.“ (KEA-BW, KEA-BW Die Landesenergieagentur, 2023)

### 2.2 Vorgehensweise und Methodik

Die Kommunale Wärmeplanung besteht aus vier Arbeitsphasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielfoto und Maßnahmenkatalog.

#### Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden Daten zur Gebäude-, Siedlungs- und Energieinfrastruktur erhoben und analysiert. Das digitale Liegenschaftskataster liefert Informationen zur Nutzungsart und Kubatur der Gebäude, den Flurstücken und Straßen. Im Anschluss wird der aktuelle Wärmebedarf/-verbrauch erhoben und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen ermittelt. Zusätzlich werden Informationen zur Energieinfrastruktur, wie z.B. Gas- und Wärmenetze, zur dezentralen Wärmeerzeugung in Gebäuden und zum Gebäudebestand allgemein analysiert.

Die Grundlagen für die Bestandsanalyse sind gebäudescharfe Schornstiefegerdaten, Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger (Gas, Strom, Wärme), das digitale Liegenschaftskataster. Ergänzend fließen lokale Informationen zu Bebauungsplänen, kommunalen Gebäuden und denkmalgeschützten Gebäuden mit ein. (siehe Kapitel 4.2)

#### Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse dient der Berechnung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-

Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme.

### Zielfoto

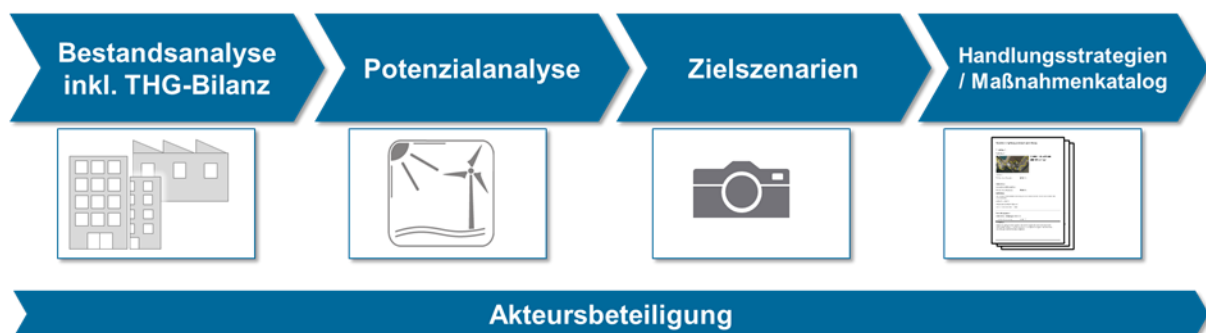
Das Zielfoto steht für die Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dazu gehört eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2040 mit einem Zwischenziel für 2030. Dies erfolgt durch die Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und dezentral versorgte Gebiete.

### Handlungsstrategie und Maßnahmenkatalog

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung führt Potenziale und Bedarf systematisch zusammen. Auf diese Weise lassen sich Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem klimaneutralen Wärmesystem definieren und lokal umsetzen. Aufbauend auf dem Zielfoto werden sowohl grundlegende als auch konkrete Maßnahmen und Strategien formuliert, die für die erfolgreiche Umsetzung dieses Transformationsprozesses empfohlen werden.

Die Maßnahmen beziehen sich spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere sowie auf strukturelle und prozesshafte Aspekte auf Seiten der Kommunalverwaltung. Gemäß dem Klimaschutzgesetz sind fünf prioritäre Maßnahmen zur Umsetzung in den nächsten fünf Jahren möglichst detailliert zu beschreiben. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll helfen, die erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.

Der kommunale Wärmeplan soll in der anschließenden Umsetzungsphase Orientierung geben. Seine Ergebnisse und Handlungsvorschläge dienen der Verwaltung und dem Gemeinderat als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Während des gesamten Prozesses gilt es, die Inhalte anderer Vorhaben der Kommune, etwa die der Bauleit- oder Regionalplanung, zu berücksichtigen.



**Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP**



## 2.3 Organisatorischer Rahmen

Das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verpflichtet Stadtkreise und große Kreisstädte in Baden-Württemberg, bis spätestens 31. Dezember 2023 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen und alle sieben Jahre an künftige Entwicklungen anzupassen. Die kommunale Wärmeplanung ist für Kommunen der zentrale strategische Prozess, um Maßnahmen für das Erreichen der Klimaschutzziele im Wärmebereich zu identifizieren. Dabei folgt sie dem Leitspruch: Energiewende durch Wärmewende. Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Klimaschutzgesetz in Baden-Württemberg das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 vor. Gemäß Gesetzesbegründung bedeutet dies, dass durch die Wärmeversorgung spätestens im Jahr 2040 keine Treibhausgas-Emissionen mehr verursacht werden dürfen. [Im Internet unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/klimaschutzgesetz-kommunale-waermeplanung#c3047-content-3> ]

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden an zentraler Stelle durch die Regierungspräsidien dokumentiert. Spätestens alle sieben Jahre muss die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg fortgeschrieben werden. Damit wird gewährleistet, dass die Ergebnisse geprüft und die Umsetzung weitervorangetrieben werden. Die Kommunen erhalten auch zukünftig zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung Konnexitätszahlungen.

Bei der Gemeinde Salem handelt es sich um eine Flächengemeinde mit 11 Teilorten und insgesamt 11.812 Einwohnern im südlichen Baden-Württemberg im Bodenseekreis. Durch den Zusammenschluss der 11 ehemals selbstständigen Gemeinden zur Gesamtgemeinde Salem 1972 besitzt die Gemeinde Salem über 60 gemeindeeigene Gebäude. Die Gemeinde ist ein staatlich anerkannter Erholungsort sowie ein beliebtes Ferienziel im Umland des Bodensees.

Die kommunale Wärmeplanung ist in der Verwaltung im Amt Hochbau angesiedelt und wird auf freiwilliger Basis angefertigt. Eine Herausforderung der Wärmewende ist es alle Gebäude mit einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung auszustatten und Lösungen für die vielen Teilorte im eher ländlichen Umfeld aufzuzeigen. Besonders zu erwähnen sind hierbei die kulturhistorisch bedeutsamen Bauten wie das Schloss und das Kloster Salem.

### 3 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept

Für den Erfolg und die Akzeptanz einer kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer aktiven Beteiligung und Information der lokalen Akteure und der Öffentlichkeit. Zu Beginn sind daher im Rahmen einer Akteursanalyse die relevanten Akteure identifiziert und deren Erwartungen an die KWP erfasst worden. Darauf aufbauend wurde ein Kommunikationskonzept frühzeitig entwickelt, um eine Mitwirkung und zielgruppenspezifische Einbindung der lokalen Akteure zu erreichen.

Bei der Akteursanalyse sind zunächst alle relevanten Akteure in Gruppen eingeteilt und für diese ein Beteiligungs- und Kommunikationskonzept erstellt worden. Die identifizierten Akteursgruppen sind in Tabelle 1 aufgelistet. In der Liste ist zusätzlich aufgeführt, ob für die Akteursgruppe eine informative oder partizipative Beteiligung angesetzt wurde. In Abhängigkeit von den Gruppen und Kommunikationsformaten sind mit der Kommunalverwaltung entsprechende Beteiligungsformate festgelegt worden.

**Tabelle 1: Akteursgruppen**

Gruppe		
A1	Gemeinderat	informativ
A2	Verwaltung	partizipativ
A3	Energieunternehmen	partizipativ
A4	Handwerker, Schornsteinfeger	informativ
A5	Großverbraucher	partizipativ
A6	Immobilienbestandshalter	informativ
A7	Landwirtschaft	informativ
A8	Öffentlichkeit	informativ

#### Partizipative Beteiligung

Der partizipative Beteiligungsprozess hat das Ziel, mit den an der späteren Umsetzung zuständigen Akteuren, akzeptierte Ergebnisse und Maßnahmen zu finden. Dazu zählen konkret die Gemeindeverwaltung als auch die Energieunternehmen.

Das zentrale Format für die Kommunikation waren hierbei regelmäßig stattfindende Besprechungstermine mit der Gemeindeverwaltung (Hochbauamt). Hier wurden je nach Projektphase in regelmäßigen Abständen Zwischenstände vorgestellt und aktuelle Projektthemen diskutiert.

Im Rahmen eines Besprechungstermins am 05.05.2023 wurden die tätigen Energieunternehmen in der Gemeinde Salem (Gas, Wärme und Strom) über den aufgestellten Wärmeplan, die Entwicklung der Wärmeversorgung nach dem aufgestellten Zielfoto und die daraus resultierende Bedeutung für die Netzbetreiber informiert sowie die aufgestellten Maßnahmen abgestimmt. An der Besprechung waren Netze BW GmbH als Stromnetzbetreiber sowie die Seeallianz als Halter des Stromverteilnetzes in Salem

anwesend. Als Gasnetz- und Wärmenetzbetreiber waren Thüga Energienetze GmbH und Thüga Energie GmbH vertreten. Die beteiligten Energieunternehmen sind an einer weiteren Zusammenarbeit in Hinblick auf die ausgearbeiteten Maßnahmen interessiert und zeigen eine Bereitschaft für weitere Gespräche.

Die Öffentlichkeit wurde im Rahmen von mehreren Bekanntmachungen über die kommunale Wärmeplanung sowie den aktuellen Arbeitsstand informiert. Weiterführend wurde eine Online-Umfrage in Salem im Vorfeld der KWP durchgeführt, um die Erwartungen und Befürchtungen der Bürger sowie der Unternehmen abzufragen und die Ergebnisse mit in die Wärmeplanung einfließen zu lassen. Mit der Befragung wurden im wesentlichen folgenden Ziele erreicht:

- Aufmerksamkeit für das Thema Wärmewende schaffen
- Akzeptanz für mögliche Maßnahmen prüfen
- Partizipationsmöglichkeiten und -erwartungen eruieren
- Gewinnung von lokalspezifischen fachlichen Erkenntnissen für die KWP

### Zentrale Umfrageergebnisse

Die kommunale Wärmeplanung ist bei knapp 60 % der 118 Teilnehmer:innen (vollständig abgeschlossene Umfrage) unbekannt. Unter der kommunalen Wärmeplanung werden teils konkrete Planungen und Umsetzungen von Maßnahmen wie z.B. der Neubau eines Wärmenetzes verstanden. Es zeigt sich, wie wichtig die Information der Bürgerschaft ist, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Salem zu erreichen.

Die Notwendigkeit der Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien unter Berücksichtigung der Sozialverträglichkeit und Regionalität wird bei den Umfrageteilnehmer als sehr hoch eingestuft. Als geeigneter und akzeptierter Energieträger wird aus der Umfrage die Nutzung von Umweltwärme in Kombination mit Wärmepumpen hervorgehoben. Allerdings sinkt die Akzeptanz an erneuerbaren Energien bei einer Errichtung der Anlagen in direkter Nachbarschaft. Kontrovers betrachtet werden Biogasanalgen sowie der Einsatz von Erdwärme in tiefen Erdschichten (Tiefengeothermie).

Als zentrales Ergebnis aus der Umfrage ging hervor, dass die Notwendigkeit einer weiteren Information der Bürgerschaft in Salem besteht, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis ins Jahr 2040 zu erreichen. Viele der Teilnehmer möchten einen Beitrag zur Wärmewende leisten und zeigen großes Interesse an einer Energieberatung sowie an einer Beteiligung an einem Bürgerprojekt.

### **Informative Beteiligung**

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung im örtlichen Mitteilungsblatt über den Start und die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert. Darüber hinaus sind Inhalte und Meilensteine der kommunalen Wärmeplanung auf der Webseite der Kommune veröffentlicht.

Nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung ist geplant in einer Öffentlichkeitsveranstaltung die Ergebnisse den Bürger:innen vorzustellen. Nach einer Präsentation der Ergebnisse sollen an Thementischen relevante Bereiche des anstehenden Transformationsprozesses der Öffentlichkeit nähergebracht werden.

Neben der Information der Öffentlichkeit kommt der Information des Gemeinderats und der relevanten kommunalpolitischen Gremien und Ausschüssen eine zentrale Rolle zu. Die Zwischenergebnisse wurden am 13.03.2022 sowie am 11.10.2023 im Gemeinderat vorgestellt. Dabei wurden die Ergebnisse der Bestands-, der Potenzialanalyse und des Zielfotos präsentiert. Ebenfalls wurde der Ausblick auf die letzte Projektphase vorgestellt. Ziel der Vorstellungen war es über die Relevanz der kommunalen Wärmeplanung und den aktuellen Stand zu informieren sowie das weitere Vorgehen zu erläutern. Dadurch konnten regelmäßig Fragen und Anmerkungen aus der Kommunalpolitik abgeholt und in die weitere Bearbeitung integriert werden.

Besonders im Hinblick auf den Abschluss der kommunalen Wärmeplanung, der ein Beschluss im Gemeinderat von fünf zur Umsetzung bestimmten Maßnahmen vorsieht, ist die frühzeitige und regelmäßige Information im Gemeinderat essenziell, um die Akzeptanz und Mitwirkung zu optimieren. Die Beschlussfassung der Maßnahmen im Gemeinderat ist am 20. Juni 2023 geplant.

## 4 Bestandsanalyse

### 4.1 Ziele und Vorgehensweise

Die Bestandsanalyse basiert auf der Erhebung von Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypologien, der Versorgungsstrukturen von Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie der Ermittlung der Wärmeversorgungsstruktur in den Wohn- und Nicht-Wohngebäuden. Darauf aufbauend werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden THG-Emissionen im Bereich Wärme bestimmt.

In den folgenden Abschnitten werden die grundlegend erhobenen Daten und die Datenherkunft näher beschrieben. Exemplarisch wird jeweils aufgezeigt, wie Analysen für die weitere Nutzung der Daten in der KWP eingesetzt werden.

Ein wesentliches Ziel der Bestandsanalyse ist die Ermittlung des Energiebedarfs und der THG-Emissionen, die auf den Wärmesektor zurückzuführen sind. Mit diesen Ergebnissen kann eine erste verursacherorientierte und räumliche Zuordnung der Bedarfe und Umweltwirkungen in der Kommune vorgenommen werden. Für die anschließende Potenzialanalyse stellen diese Ergebnisse die wesentliche Grundlage dar, um Abschätzungen des zukünftigen Wärmebedarfs und der potenziellen Wärmedeckungsanteile ableiten zu können.

Die Aufbereitung und Bearbeitung der Daten erfolgt mit Hilfe des Open-Source-Geographischen-Informationssystems QGIS.

Neben den nachfolgend aufbereiteten Ergebnissen der Bestandsanalyse sind im Anhang 10 weitere Kennzahlen und Abgabebestandteile gemäß des Leistungsverzeichnisses der KEA-BW dokumentiert.

### 4.2 Datengrundlagen

Um eine hohe Qualität der kommunalen Wärmeplanung zu gewährleisten, werden mit dem Klimaschutzgesetz die Kommunen zur Datenerhebung relevanter Daten ermächtigt. Gemäß § 33 des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg sind alle Kommunen „... zum Zweck der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ermächtigt, gebäudescharfe Daten bei Energieunternehmen und Bezirksschornsteinfegermeistern zu beschaffen.“ (KEA-BW, KEA-BW die Landesenergieagentur, 2023) Darüber hinaus können auch Daten von Gewerbe- und Industriebetrieben im Rahmen der KWP erhoben werden. Diese Daten dürfen lediglich zum Zweck der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung verwendet werden.

Eine weitere Datenquelle sind verwaltungsinterne Informationen, Karten und Fachplanungen, die von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern bereitgestellt werden. Im Folgenden sind die Datengrundlagen bezüglich Herkunft und Inhalt erläutert.

#### 4.2.1 Daten der Kommunalverwaltung

Allgemeine Daten der Kommunalverwaltung werden zu Beginn der Bearbeitung von den jeweiligen Fachbereichen und Ämtern angefordert. Wesentlicher Baustein ist das digitale Liegenschaftskataster als auch weitere Fachplanungen. Das digitale Liegenschaftskataster beinhaltet beispielsweise Gebäudeinformationen wie die Gebäudegrundfläche, die Gebädefunktion und die Lagebezeichnung mit Adresse sowie weiteren Angaben zu Flurstücken und Flächennutzungen auf dem Kommunalgebiet.

Ergänzend werden bei der Kommunalverwaltung folgende Informationen abgefragt:

- Bebauungspläne
- Energiebericht kommunale Liegenschaften
- Erarbeitete Quartierskonzepte
- Geplante Neubaugebiete
- Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte
- Liste denkmalgeschützter Gebäude
- Liste kommunaler Liegenschaften

#### 4.2.2 Daten der Schornsteinfeger

Wichtige Daten im Bereich der Heizungsanlagen in Gebäuden werden grundsätzlich schon von den Bezirksschornsteinfegern erfasst, verarbeitet und dokumentiert. Aus diesem Grunde ermächtigt das Klimaschutzgesetz Kommunen zur Abfrage der Daten aus den einzelnen Kehrbezirken von den Schornsteinfegern. Der Landesinnungsverband der Schornsteinfeger hat zusammen mit Softwareanbietern für den automatisierten Export der benötigten Daten eine Ausgabefunktion implementiert und unterstützt damit maßgeblich die Erstellung der KWP. Dies ermöglicht den einfachen Datenexport für die Weiternutzung in den Analysetools der Dienstleister.

Folgende Angaben und Daten werden unter anderem für die kommunale Wärmeplanung von den Bezirksschornsteinfegern bereitgestellt:

- Adresse (Kommune, Straße und Hausnummer)
- Feuerstättenart
- Feuerstättennummer
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Heizwert/ Brennwert
- Art der Heizung: Zentralheizung/ Einzelraumheizung



### 4.2.3 Daten der Energieunternehmen

Die Ermittlung des kommunalen Energiebedarfs im Bereich Wärme kann über Bedarfskennzahlen oder über die Erfassung von Verbrauchsdaten geschehen. Verbrauchsdaten haben den Vorteil, dass diese der Realität entsprechen und die konkreten Nutzungsanforderungen dadurch besser wiedergegeben werden als bei pauschalen Bedarfskennzahlen. Den Energieunternehmen liegen für leitungsgebundene Energieträger die gebäudescharfen Verbrauchsdaten im Bereich Strom (Heizstrom, Wärmepumpenstrom), Wärme (Wärmeabsatz über Wärmenetze) und Gas vor. Für eine qualitativ hochwertige und belastbare Bedarfsanalyse, ist im § 27 Nr. 3 des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg die Kommune zur Erhebung der erforderlichen Daten bei den Energieunternehmen ermächtigt.

Neben den Verbrauchsdaten können Energieunternehmen als Betreiber von Energienetzen und Erzeugungsanlagen weitere relevante Informationen zur vorliegenden Infrastruktur in der Kommune liefern. Speziell für größere Wärmenetze ist die Information über die verbaute Technik in den Heizzentralen von großer Bedeutung, um konkrete Transformationspotenziale bewerten zu können.

Folgende Daten umfassen aktuell die Abfrage und Übermittlung:

- Energieanlagen und -infrastrukturen
  - Energienetze
    - Abwassernetz
    - Gasnetz
    - Wärmenetze
  - Installierte KWK-Leistung
  - Installierte elektrische Speicherkapazität
  - Installierte thermische Speicherkapazität
  - PV-Anlagen (Anzahl und Leistung)
  - Wärmezentralen inklusive Angaben zu Temperaturniveaus und Art der Wärmeerzeugung, Leistung der Erzeuger und Netzabnahme, Wärmemenge
- Verbrauchsdaten
  - Gasverbrauch
  - Wärmeverbrauch (an Wärmenetzen)
  - Wärmestromverbrauch aufgeschlüsselt in Direktstrom und WP-Strom

### 4.2.4 Großverbraucher

Im Zuge der ersten Berechnung der Wärmebedarfszahlen können Großverbraucher mit einem hohen Wärme- und Energieverbrauch identifiziert werden. Um Abwärme- und Energieeffizienzpotenziale zu erkennen, besteht für Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die öffentliche Hand die Verpflichtung, unter anderem Angaben über Höhe und Art ihres Endenergiebedarfs, Wärmeenergiebedarfs und -verbrauchs zu machen. Hierzu werden die identifizierten Großverbraucher im Rahmen einer Befragung angeschrieben und bei Bedarf über qualifizierende Interviews detaillierter analysiert.

### **4.3 Ergebnisse der Bestandsanalyse**

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse gelten für das gewählte Basisjahr 2020. Im Rahmen der Ergebnisvorstellung wird zunächst auf die Clusterbildung eingegangen, da Cluster eine geeignete Aggregationsebene bilden, um datenschutzkonform die Energiebedarfe und THG-Emissionen darstellen zu können. Im Anschluss werden die grundsätzliche Gemeindestruktur und die aktuellen relevanten Energieinfrastrukturen erläutert. Den Abschluss der Ergebnisdokumentation bildet die Wärme- und THG-Bilanz, die Grundlage für die weitere Bearbeitung im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielfotoprozesses ist.

#### **4.3.1 Definition der Cluster**

Gemäß der in Kapitel 4.2 beschriebenen Datenerhebungsermächtigung werden im Rahmen der KWP zum Teil personenbezogene bzw. schützenswerte Daten auf Einzelgebäude-Ebene erhoben und verarbeitet. Für eine datenschutzkonforme Weiternutzung und Veröffentlichung werden diese Einzeldaten in Clustern aggregiert.

Insgesamt wird die Kommune in 51 Cluster eingeteilt. Kriterien für die Abgrenzung der Cluster sind die Siedlungsstruktur, Gebäudenutzungstypen, Baualter sowie Energieträger und -infrastrukturen zur Wärmeversorgung. Ziel ist es neben der Einhaltung des Datenschutzes möglichst sinnvolle homogene Versorgungsbereiche für eine potenzielle zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung abzugrenzen. Räumliche trennende bzw. verbindende Elemente wie Straßen sind bei der Wahl der Clustergrenzen ebenfalls mitberücksichtigt. Die finale Auswahl der einzelnen Cluster ist im engen Austausch mit der Kommunalverwaltung geschehen.

Im Rahmen der KWP werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse als auch des Zielfotos auf Ebene der Cluster ausgewiesen und dokumentiert.

### 4.3.2 Kommunalstruktur

Die Gemeinde Salem setzt sich aus elf Teilorten zusammen, die hauptsächlich durch Wohnnutzung geprägt sind. Das gesamte Gemarkungsgebiet der Kommune umfasst eine Fläche von knapp 6.300 ha. Darunter befinden sich rund 1.900 ha Wald sowie 2.150 ha Ackerland. Damit ist der Großteil der nicht bebauten Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung zuzuordnen.

#### Gebäudeinfrastruktur

Im Zuge der Bestandsanalyse werden in der Kommune insgesamt rund 7.400 Gebäude erfasst und analysiert. Die Kategorisierungen und Verteilungen der Gebäudetypen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Den größten Anteil der Gebäude mit einem Anteil von rund 40 % an der Gebäudezahl und rund 36 % an der Fläche nehmen die Wohngebäude ein.

Bei einer Gesamtwohnfläche<sup>1</sup> von 536.800 m<sup>2</sup> in der Kommune resultiert eine einwohnerbezogene Wohnflächeninanspruchnahme von 58 m<sup>2</sup>/EW.

**Tabelle 2: Gebäudestatistik**

	Gebäudeanzahl	Rel. Anteil in %	Fläche im m <sup>2</sup> (BGF)	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	2	0,03%	5.012	0,29%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	541	6,94%	277.038	13,61%
Hotel	4	0,05%	3.700	0,22%
Industrie	148	2,00%	131.360	7,66%
Mischnutzung	139	1,89%	131.855	7,68%
Öffentliche Verwaltung	24	0,33%	36.898	2,15%
Sondernutzung	133	1,80%	82.836	4,83%
Wohnnutzung	2.973	40,22%	622.246	36,26%
Sonstige	3.428	46,76%	444.195	27,31%
<b>Gesamt</b>	<b>7.392</b>		<b>1.716.063</b>	

<sup>1</sup> Berechnet aus der BGF der Wohnnutzung in Gebäuden

## Clusterstruktur

In Tabelle 3 und Abbildung 2 sind die Hauptnutzungsarten der Cluster dargestellt. Die Hauptnutzungsarten werden auf Basis der einzelnen Gebäudenutzungen innerhalb der Cluster bestimmt. Sofern eine dominierende Nutzungsart vorliegt, entspricht diese der Hauptnutzungsart des Clusters. Falls keine eindeutige Nutzung für das Cluster identifiziert werden kann, wird dieses als „Mischnutzung“ definiert. Durch den hohen Flächenanteil der Nutzungsgruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ auf Gebäudeebene dominiert die Hauptnutzungsart „Mischnutzung“ auf Clusterebene.

Die Cluster der Kategorien Mischnutzung und Wohnnutzung nehmen sowohl absolut als auch bezogen auf die Clusterfläche den größten Anteil ein.

**Tabelle 3: Clusterstatistik**

	Clusteranzahl	Rel. Anteil in %	Clusterfläche in ha	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	0	0%	0	0%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	4	8%	29	5%
Hotel	0	0%	0	0%
Industrie	2	4%	52	9%
Mischnutzung	27	53%	304	52%
Mischnutzung GHD & Industrie	1	2%	13	2%
Öffentliche Verwaltung	0	0%	0	0%
Sondernutzung	0	0%	0	0%
Wohnnutzung	17	33%	191	32%
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>		<b>591</b>	

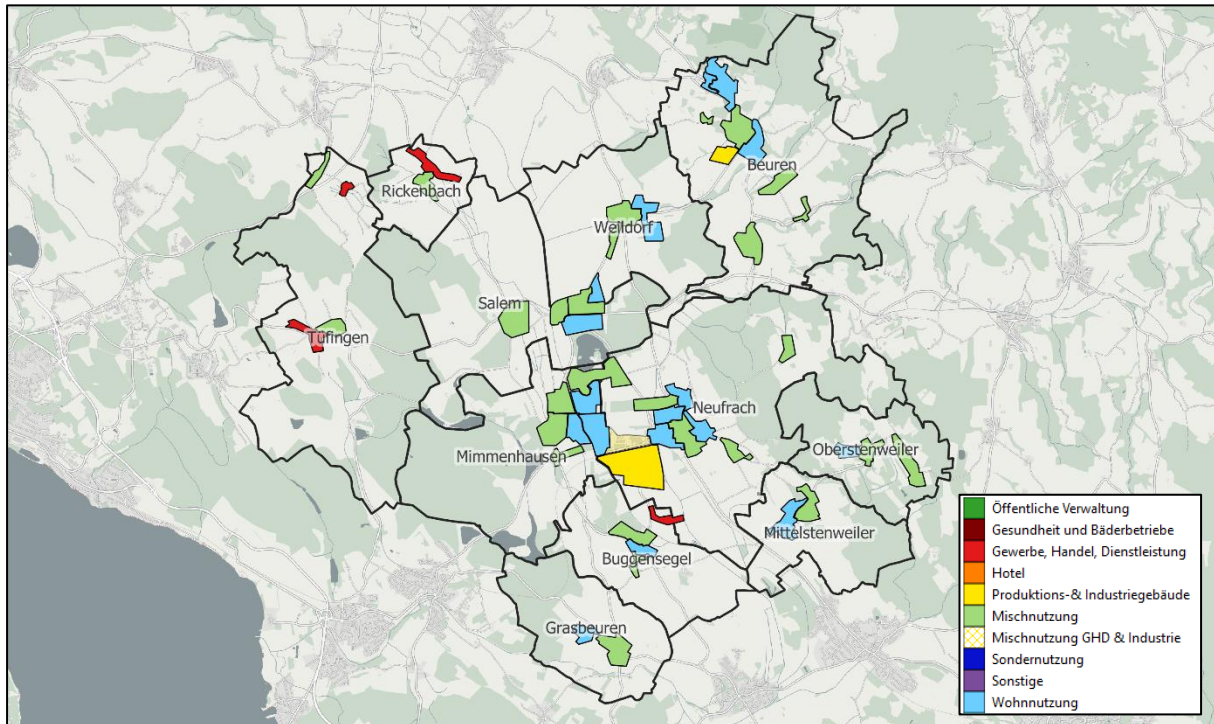


Abbildung 2: Hauptnutzungsarten der Cluster

### 4.3.3 Energieinfrastruktur

Die Dokumentation der Energieinfrastruktur im Abschlussbericht beschränkt sich neben den im Anhang aufgeführten Kennzahlen auf die Beschreibung der Gas- und Wärmenetze. Diese sind in Abbildung 3 dargestellt.

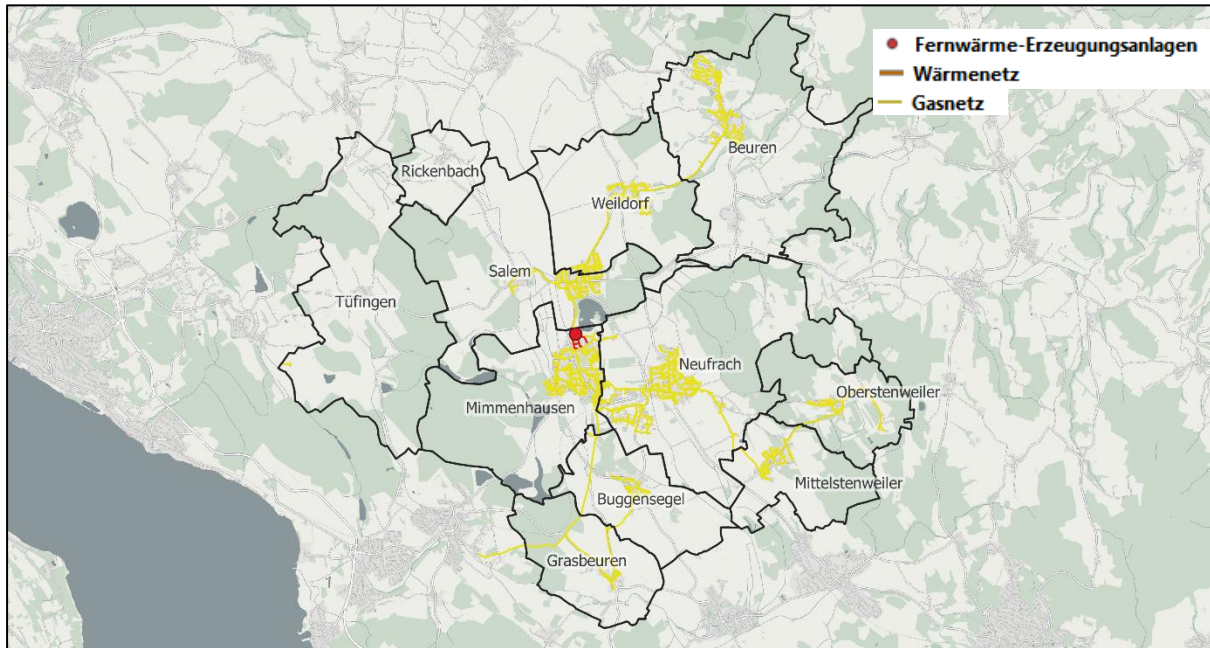
#### Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses liegt flächendeckend in der Kommune vor. Die Ortschaften Tüfingen und Rickenbach sind nicht erschlossen. Der Gasnetzbetreiber ist Thüga Energienetze GmbH. Bei einer gesamten Leitungslänge von über 92 km resultiert im Basisjahr ein Anschlussgrad von rund 35 %.

#### Wärmenetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung über Wärmenetze spielt bisher eine untergeordnete Rolle in der Gemeinde Salem. Im Jahr 2019 wurde die Heizzentrale Neue Mitte in Salem in Betrieb genommen. Thüga Energie GmbH betreibt das ca. 1,2 km lange Versorgungsnetz mit aktuell 8 angeschlossenen Gebäude. Die Wärmebereitstellung erfolgt zu 100 % über Erdgas.





**Abbildung 3: Übersichtskarte der Gas- und Wärmenetze**

#### 4.3.4 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf des Basisjahres für das gesamte kommunale Gebiet wird auf Basis von Verbrauchsdaten und flächenbezogenen Bedarfskennzahlen hochgerechnet. Die Verbrauchsdaten stammen aus der Datenerhebung der Energieunternehmen. Die zusätzlichen berechneten Bedarfe werden in Abhängigkeit von den Gebäudenutzungen und den ermittelten Gebäudegrundflächen kalkuliert. Dieses Verfahren schafft durch die priorisierte Verwendung der realen Verbrauchsdaten eine hohe Güte der kommunalen Wärmebedarfswerte. Bei der Betrachtung dieser Bewertungsgröße spielt die Art der Energiebereitstellung (Energieträger, Versorgungssystem) keine Rolle, dies wird im Folgekapitel behandelt.

Insgesamt resultiert in Salem ein Wärmebedarf<sup>2</sup> von 113.000 MWh/a. In Abbildung 4 und Abbildung 5 sind die räumlichen Verteilungen der Wärmebedarfe auf dem Kommunalgebiet ersichtlich. Neben dem absoluten Bedarf sind dort auch Wärmedichteangaben enthalten, die erste Schlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete zulassen. Eine hohe Wärmedichte impliziert hierbei eine bessere Eignung.

Der Wärmebedarf pro Einwohner beträgt im Basisjahr rund 9,5 MWh/(EW·a).

---

<sup>2</sup> Wärme = Erzeugernutzenergieabgabe



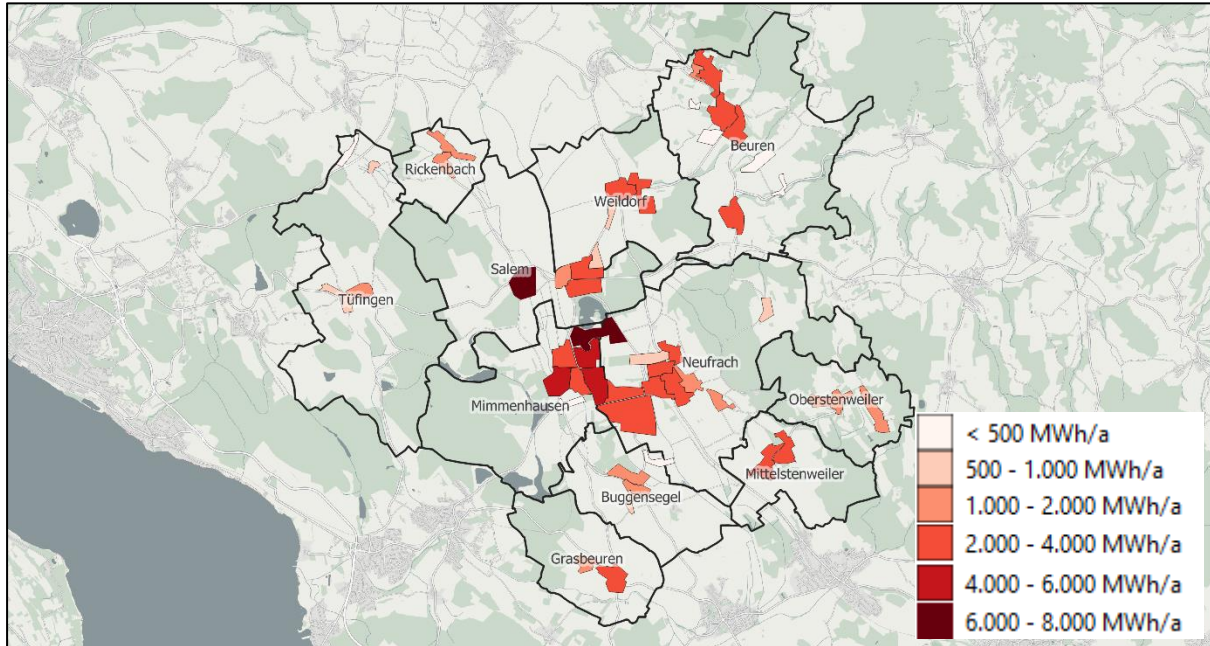


Abbildung 4: Wärmebedarf je Cluster

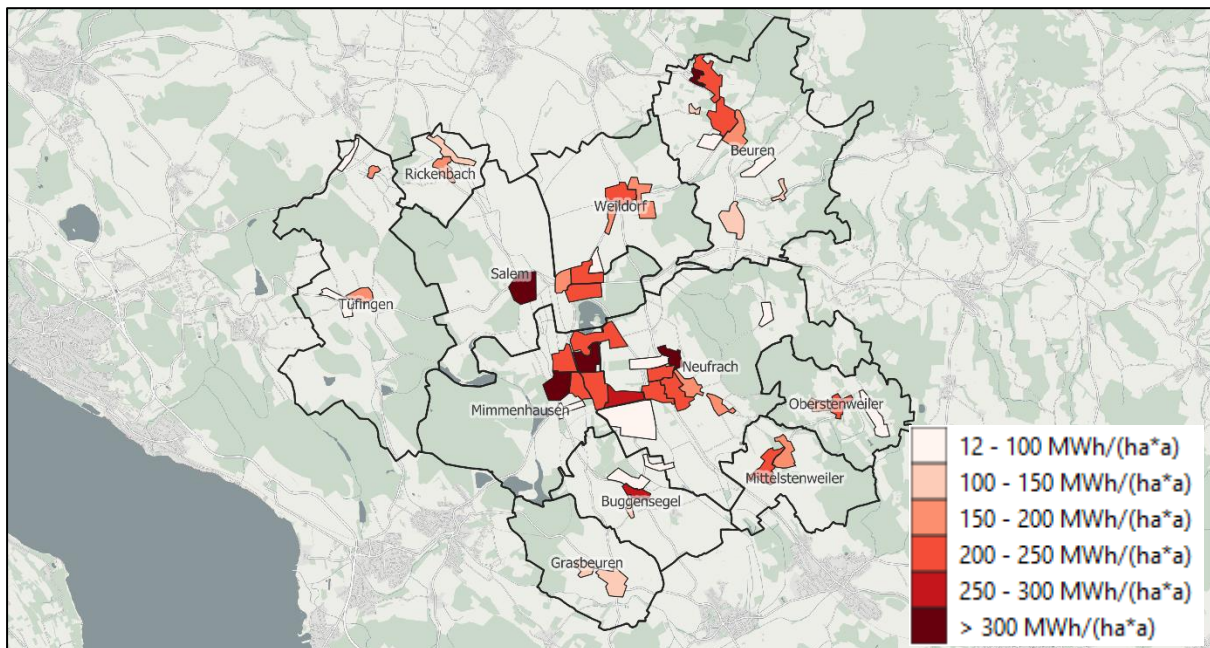


Abbildung 5: Wärmedichte je Cluster

#### 4.3.5 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

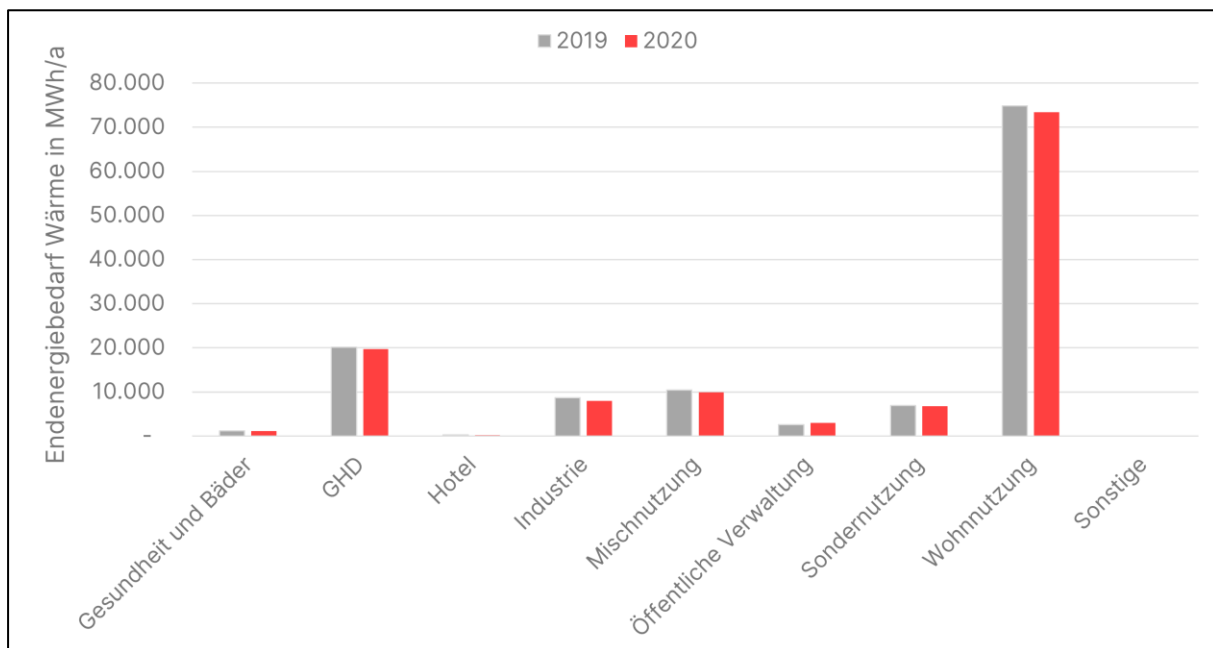
Für die Bewertung der Ausgangssituation auf dem Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sind die im Bereich Wärme eingesetzten Endenergieträger entscheidend. Denn das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedeutet, dass fossile und damit

nennenswert emissionsbehaftete Energieträger durch perspektivisch emissionsfreie Energieträger zu ersetzen sind.

Für diese große Transformationsaufgabe ist es wichtig zu verstehen, wie im Basisjahr die Energieträgerzusammenstellung aussieht, sowohl nach Einsatz in den Nutzungssektoren als auch nach Energieträgern.

### Endenergiebilanz

In Abbildung 6 sind die Endenergiebedarfe im Bereich Wärme nach Verbrauchssektoren dargestellt. Bei einem Gesamtbedarf von rund 122 GWh/a nimmt die Wohnnutzung den deutlich höchsten Anteil mit knapp über 60 % ein. Die Kategorie öffentliche Verwaltung ist mit einem Anteil von lediglich rund 2,5 % als untergeordnet einzustufen. Aufgrund der direkten Einflussmöglichkeit der Kommunalverwaltung und der Vorbildfunktion dennoch von besonderer Relevanz. Die detaillierte Auflistung des Energieeinsatzes nach Nutzungssektoren ist in Tabelle 4 enthalten.



**Abbildung 6: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren**

Die Analyse des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern verdeutlicht die große Dominanz fossiler Energieträger im Bereich der Wärmeversorgung. Durch einen Anteil von rund 50 % durch Erdgas und 30 % durch Heizöl ist die aktuelle Versorgung durch fossile Strukturen geprägt. In Tabelle 5 sind die jeweiligen Anteile der Energieträger an der Gesamtversorgung im Bereich Wärme detailliert aufgelistet.

**Tabelle 4: Endenergie- und THG-Bilanz nach Nutzungssektoren**

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäder	1.173	1,0%	273	1,0%
GHD	19.697	16,1%	3.021	11,5%
Hotel	237	0,2%	55	0,2%
Industrie	7.961	6,5%	1.900	7,3%
Mischnutzung	9.948	8,1%	1.919	7,3%
Öffentliche Verwaltung	2.992	2,4%	664	2,5%
Sondernutzung	6.764	5,5%	1.609	6,2%
Wohnnutzung	73.366	60,1%	16.722	63,9%
<b>Gesamt</b>	<b>122.137</b>		<b>26.163</b>	

**Tabelle 5: Endenergie- und THG-Bilanz nach Energieträgern**

	Endenergie Wärme in MWh/a	Rel. Anteil in %	THG-Emissionen in t/a	Rel. Anteil in %
Kohle	51	<0,1 %	2	<0,1%
Biomasse	25.565	21%	559	2%
Heizöl	35.617	29%	10.971	42%
Erdgas	58.186	49%	13.469	53%
Biogas	-	-	-	-
Wärmestrom direkt	2.718	2%	1.087	4%
Solarthermie*	-	-	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>122.137</b>		<b>25.417</b>	

\* Für die Gemeinde Salem liegen keine Daten nach dem Solaratlas (BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.) vor



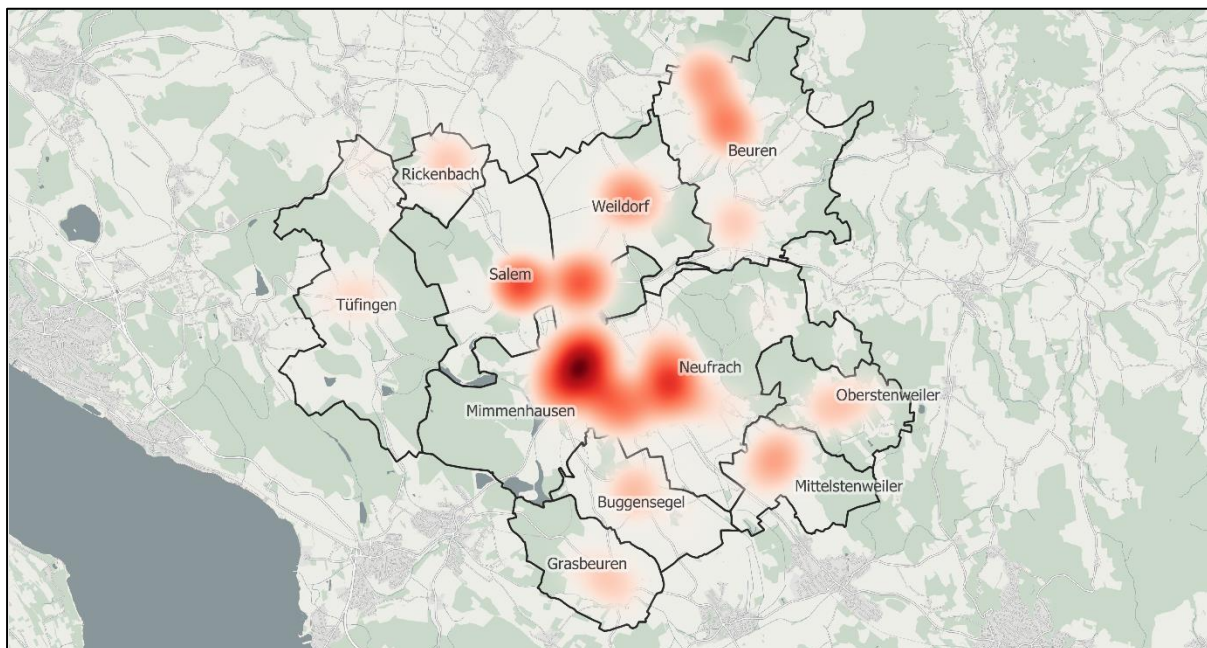
## Treibhausgasbilanz

Die Berechnung der Treibhausgasbilanz basiert auf den zuvor ermittelten Endenergiebedarfen. Die Energiebedarfe je Energieträger werden hierzu mit den jeweiligen Emissionsfaktoren multipliziert, um die resultierenden Treibhausgasemissionen bestimmen zu können. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Bilanzen werden die Emissionsfaktoren angelehnt an den Technikkatalog der KEA-BW genutzt, die sowohl CO<sub>2</sub>-Äquivalente als auch Vorketten beinhalten. Die konkreten Emissionsfaktoren sind im Anhang 10.2 aufgeführt. Die mit diesem Verfahren ermittelte Menge repräsentiert die Treibhausgas-Emissionen, die im Basisjahr im Bereich der Wärmeversorgung anfallen.

Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bedingt, dass diese Emissionen auf ein Niveau nahe Null gesenkt werden.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 26.163 Tonnen. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 2,2 t pro Einwohner für den Sektor Wärme.

In Abbildung 7 ist eine Heatmap-Darstellung gewählt, um die räumliche Verteilung der Emissionen im Kommunalgebiet zu visualisieren. Die Karte zeigt auf, dass sich speziell im Zentrum von Mimmenhausen sowie am Schloss Salem aufgrund der höheren Wärmedichte und der Verortung von größeren Verbrauchern Emissionsschwerpunkte herausbilden.



**Abbildung 7: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune**

#### **4.3.6 Großverbraucheranalyse**

Ziel der Großverbraucheranalyse ist eine Quantifizierung von Potenzial vorzunehmen hinsichtlich Effizienzsteigerung und Abwärmepotenzial.

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind daher die größten Verbraucher in der Kommune analysiert worden. Mithilfe von einer Online-Umfrage konnten die größten Verbraucher kontaktiert werden, um Wissen über die Hintergründe zu den Prozessen zu generieren und Abwärmepotenziale zu ermitteln. Insofern aus den Fragebögen hervorgeht, dass Prozesse vorliegen, die die Nutzung von Abwärme begünstigen, wird im Rahmen von Interviews das Potenzial verifiziert und die Möglichkeiten einer Auskopplung der Abwärme kommuniziert.

#### **Ergebnis der Großverbraucherbefragung**

Die Analyse der 25 größten Verbraucher im Bereich Wärme zeigt auf, dass diese für rund 18 % des gesamten kommunalen Wärmebedarfs verantwortlich sind und damit als relevant eingestuft werden. Die Befragung der Großverbraucher hat jedoch nicht zur Identifikation relevanter Abwärmemengen beigetragen, die im Zuge der KWP weiter genutzt werden könnten. Die analysierte räumliche Verteilung zeigt auch keinen expliziten Schwerpunktbereich. Die Großverbraucher sind über das gesamte kommunale Gebiet verteilt.

## 5 Potenzialanalyse

### 5.1 Ziele und Vorgehensweise

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale hinsichtlich der Senkung des Wärmebedarfs betrachtet sowie die Potenziale zur Bereitstellung emissionsfreier Wärme und erneuerbaren Stroms. Es wird analysiert, wie sich der Wärmebedarf in der Kommune in Zukunft entwickeln kann und mit welchen Wärmequellen sich der zukünftige Wärmebedarf potenziell decken lässt. Die nachfolgenden Kapitel orientieren sich daher an den beschriebenen Inhalten und sind wie folgt geordnet:

- Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs
- Potenziale für klimaneutrale Wärme
- Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung

### 5.2 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs

Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs werden zum einen durch **energetische Gebäudesanierungen** realisiert und zum anderen durch höhere **Energieeffizienz** bei Prozessen in der Industrie und im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistung.

#### 5.2.1 Potenziale energetischer Gebäudesanierung

Für die Ermittlung des Einsparpotenzials durch Sanierungen an der Gebäudehülle werden nur die Gebäudenutzungen analysiert, bei denen eine Verbesserung der Gebäudehülle, einen wesentlichen Einfluss auf den Wärmebedarf haben. Dazu gehören die Wohnnutzung, Mischnutzung, Öffentliche Verwaltung und Hotelnutzung. Es werden drei unterschiedliche Szenarien betrachtet. Die Randbedingungen der Szenarien sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Bei den Sanierungsszenarien wird jeweils von einer idealtypischen Vorgehensweise ausgegangen, bei der zuerst die Gebäude mit dem höchsten flächenspezifischen Wärmebedarf auf das Zielniveau saniert werden. Im Rahmen der weiteren Erstellung der KWP ist das Szenario 1 als Leitszenario für die Berechnungen in der Potenzialanalyse und für die Zielfoto-Erstellung verwendet worden.

**Tabelle 6: Sanierungsszenarien im Rahmen der KWP**

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
<b>Sanierungsrate</b>	2%/a	1%/a	2%/a
<b>Reihenfolge</b>	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Cluster mit höchster spezifischen Wärmedichte
<b>Zielzustand nach Sanierung</b>	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70



### 5.2.2 Potenziale durch Verbesserung von Prozesseffizienzen

Bei der Senkung des Energiebedarfs durch Steigerung der Prozesseffizienz wird mit einem Szenario basierend auf dem Leitfaden für die kommunale Wärmeplanung der KEA gerechnet (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Hierbei werden für die Industrie- und Gewerbenutzung Reduktionspfade zur Beschreibung der Effizienzpotenziale angenommen. Diese sind in nachfolgenden Diagrammen abgebildet.

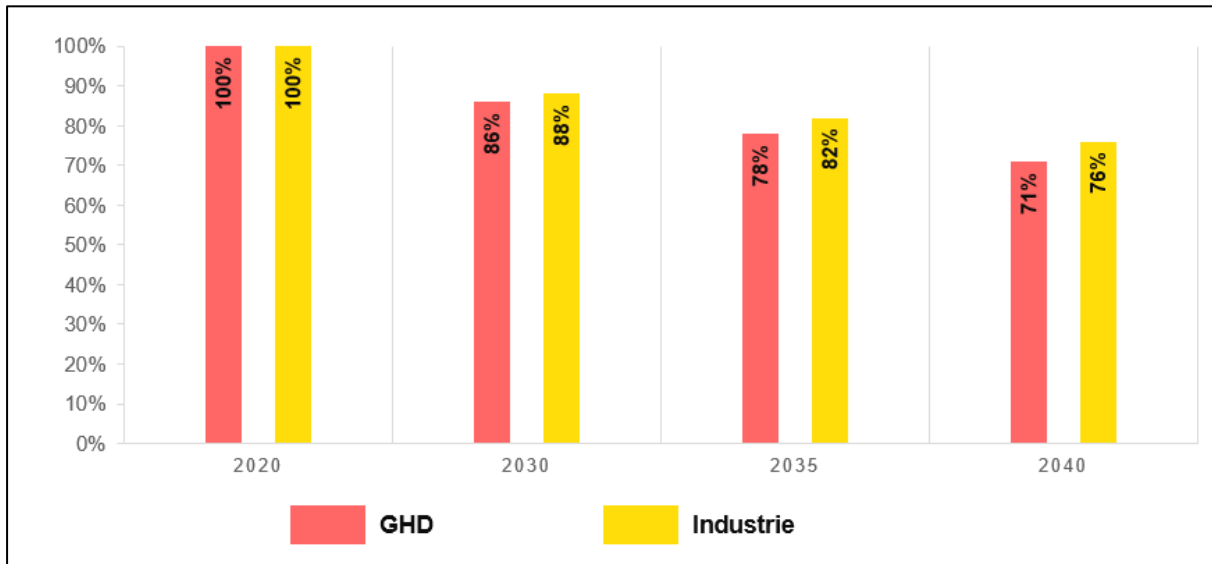


Abbildung 8: Szenario - Entwicklung Prozesseffizienz GHD und Industrie

### 5.2.3 Gesamtpotenzial zur Senkung des Wärmebedarfs

In Summe resultiert für das Zieljahr ein Einsparpotenzial durch Gebäudesanierungen und Erhöhung von Prozesseffizienzen in Höhe von rund 50 GWh/a. Dies entspricht einer relativen Einsparung in Höhe von 43 %. Für das Zielfoto ergibt sich daher ein potenziell zu deckender Wärmebedarf von 65 GWh/a. Abbildung 9 zeigt für das Leitszenario die zeitliche Entwicklung des Energiebedarfs im Bereich Wärme auf. Ergänzend sind in Tabelle 7 die Ergebnisse für die jeweiligen Zeitschritte nach Nutzungssektoren aufgeschlüsselt.

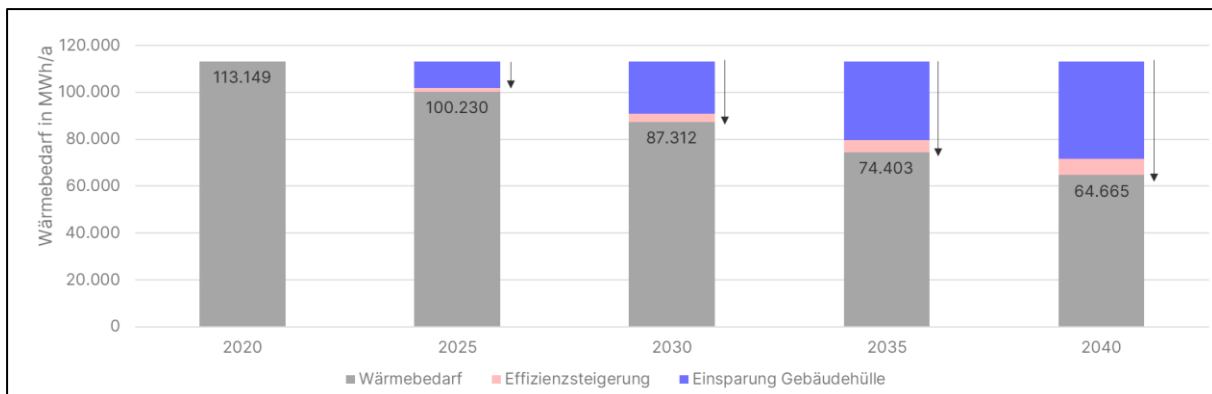


Abbildung 9: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1

**Tabelle 7: Energiebedarfsentwicklung nach Sektoren – Szenario 1**

Sektor	2020	2030	2035	2040
Gesundheit und Bäder	1.061	1.061	1.061	1.061
GHD	18.368	15.736	14.419	13.103
Hotel	214	214	214	185
Industrie	7.730	6.802	6.338	5.874
Mischnutzung	10.829	6.935	6.799	6.392
Öffentliche Verwaltung	2.663	1.980	1.953	1.717
Sondernutzung	4.551	4.551	4.551	4.551
Wohnnutzung	67.733	50.034	39.067	31.781
<b>Gesamt</b>	<b>113.149</b>	<b>87.312</b>	<b>74.403</b>	<b>64.665</b>

### 5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wird im Rahmen der Potenzialanalyse aufgezeigt, welche Nutzungspotenziale erneuerbarer Energieträger und klimaneutraler Wärmequellen aus heutiger Sicht bis zum Zieljahr erschlossen werden können.

Bedingt durch die besseren Treibhausgas-Emissionswerte sinken bei der Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien die spezifischen, treibhausrelevanten Emissionen. Regional betrachtet, resultiert eine erhöhte Wertschöpfung in Form von positiven Beschäftigungseffekten durch die Nutzung lokal verfügbarer Ressourcen wie zum Beispiel Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und Erdwärme. Zudem reduziert die Nutzung regenerativer Energieträger die Importabhängigkeit und sichert die fossilen Ressourcen für die immer wichtiger werdende stoffliche Verwertung in der Industrie.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Einzelpotenziale zur Nutzung klimaneutraler Wärme für die Kommune analysiert und im Kontext der kommunalen Wärmeplanung bewertet. Die Karten je Potenzial zeigen die prozentuale Deckung des Wärmebedarfs durch das entsprechende Potenzial.

Die Ausarbeitung enthält folgende, lokal zuordenbare Potenziale:

- Abwärme – Industrie und Gewerbe
- Abwasser – Kanal
- Abwasser – Kläranlage
- Biomasse
- Flusswasser
- Geothermie – Kollektoren
- Geothermie – Sonden dezentral
- Geothermie – Sonden zentral
- Grundwasser
- Seewasser
- Solarthermie – dezentral
- Solarthermie – zentral
- Tiefengeothermie

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Diese sind in Kapitel 5.3.13 beschrieben.

### **5.3.1 Abwärme – Industrie und Gewerbe**

Abwärme aus Prozessen von Industrie- und Gewerbebetrieben, die in Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen als Nebenprodukt anfällt und aktuell ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, gilt als klimaneutrale Wärmeversorgungsoption. Ziel der Abwärmennutzung ist es, die verfügbare Abwärme sinnvoll für Wärmeversorgungen außerhalb der eigenen Unternehmensgrenzen zu aktivieren.

Abhängig vom Temperaturniveau, der Wärmemenge und dem Wärmeträgermedium wird bei der kommunalen Wärmeplanung analysiert, wie die Abwärme in der Nähe des Unternehmens oder über ein Wärmenetz für externe Nutzungen verwendet werden kann.

In Abgrenzung zur allgemein gültigen Definition der Abwärmennutzung liegt die betriebs- und prozessinterne Abwärmennutzung in der Regel nicht im Bewertungsrahmen der kommunalen Wärmeplanung.

#### ***Datengrundlage***

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die größten Wärmeverbraucher auf dem Kommunalgebiet näher betrachtet. Im Klimaschutzgesetz ist dazu eine rechtliche Grundlage zur Datenerhebung mit aufgenommen. Die Befragung dieser Großverbraucher gemäß Kapitel 4.3.6 liefert unter anderem Informationen zum Abwärmeeufkommen dieser Unternehmen und der Bereitschaft, sich an kommunalen Wärmeversorgungskonzepten zu beteiligen.

#### ***Ergebnis***

Als Ergebnis der Großverbraucheranalyse liegen Angaben zu Abwärmemengen, Temperaturniveaus und zeitlicher Verfügbarkeit vor. Diese Informationen werden mit den Wärmebedarfsprognosen für das Zieljahr im eigenen Cluster und den umliegenden Clustern abgeglichen. Der Abgleich erfolgt dabei auf monatlicher Basis, um zeitliche Abhängigkeiten bei der Verfügbarkeit der Abwärme und beim Wärmebedarf adäquat berücksichtigen zu können.

Mit der vorliegenden Analyse zur „Abwärme – Industrie und Gewerbe“ resultiert kein Potenzial in der Kommune.

### 5.3.2 Abwasser - Kanal

Die kommunale Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist in Siedlungsgebieten flächendeckend vorhanden. In den Abwasserkanälen wird Abwasser und meist auch Regenwasser gesammelt und zu den kommunalen Kläranlagen geleitet. Das Abwasser befindet sich dabei auf einem Temperaturniveau, das für eine energetische Nutzung durch eine Wärmepumpe gut geeignet ist (in der Regel  $> 10\text{ °C}$ ).

Mit Wärmetauschern wird dem Abwasser Wärme entzogen und als Wärmequelle für elektrische Wärmepumpen nutzbar. Für das Entzugssystem können verschiedene Bauformen zum Einsatz kommen:

- Doppelrohr-Wärmetauscher als im Abwasserrohr integrierte Lösungen (Neubau/Ersatz)
- Kanalwärmetauscher für den Einbau in bestehende Kanäle
- Rohrbündelwärmetauscher im Bypass; die sich in einem separaten Bauwerk befinden

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung sind für ausgewählte Kanalabschnitte die Wärmenutzungspotenziale abgeschätzt worden. Unter anderem finden folgende Datengrundlagen in der Ermittlung Verwendung.

#### **Datengrundlage**

Informationen zu den Kanaldimensionen und -querschnitten stammen in der Regel vom kommunalen Amt für Entwässerung als auch von den Stadtwerken. Die Durchflussmenge und Temperatur des Abwassers hängen davon ab, ob der Kanal als Schmutz-, Misch- oder Regenwassersystem betrieben wird. Für die Abwasserwärmenutzung mit einer Wärmepumpe ist ein kontinuierliches Abwasseraufkommen erforderlich. Belastbare Aussagen zum Abwasseraufkommen liegen zum Teil durch temporäre Messungen im Kanal vor.

#### **Ergebnis**

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 2,5 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kanälen rund 1.570 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. In der nachfolgenden Abbildung 10 ist die räumliche Verteilung der Potenziale dargestellt.

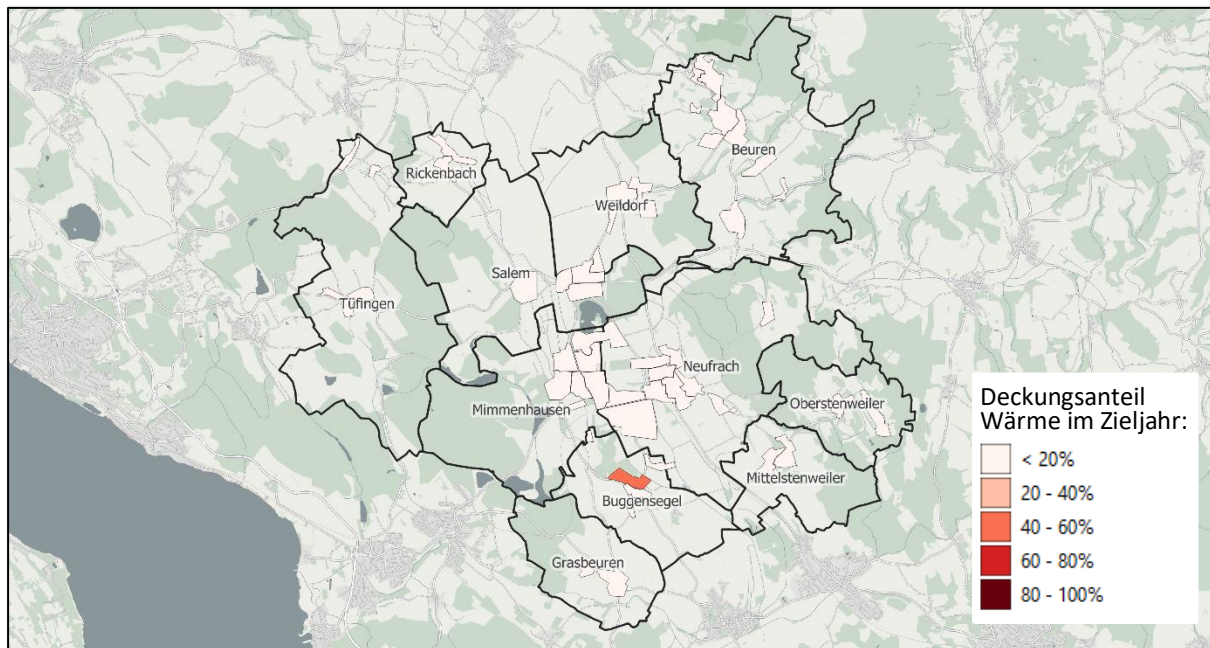


Abbildung 10: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Clusterebene

### 5.3.3 Abwasser – Kläranlage

In Abgrenzung zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen steht das Potenzial „Abwasser – Kläranlage“ für ein zentral erschließbares, urbanes Umweltwärmepotenzial. Im Gegensatz zu der Abwasserwärmenutzung im Zulauf der Kläranlagen wird hierbei eine thermische Nutzung des geklärten Abwassers im Auslauf der Kläranlage betrachtet. Der wesentliche Vorteil dieses Konzeptes besteht darin, dass die Abwasserwärmenutzung die biologischen Prozesse in der Kläranlage nicht mehr negativ beeinflussen kann. Vielmehr kann durch das abgekühlte Abwasser ein weiterer positiver Effekt speziell in den Sommermonaten für die Gewässer entstehen, in denen das geklärte Wasser eingeleitet wird.

Dem Abwasser an Kläranlagen wird über Wärmetauscher Wärme entzogen. Diese zentral erschlossene Abwasserwärme kann im Anschluss direkt über Großwärmepumpen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen für externe Wärmeanwendungen nutzbar gemacht werden. Im Vergleich zur Abwasserwärmenutzung in den Kanälen resultieren am Auslauf der Kläranlage höhere Potenziale durch die größeren Durchflussmengen und die höhere mögliche Temperaturspreizung. Dadurch können auch Cluster, die nicht in direkte Nähe sind für eine Abwasserwärmenutzung in Frage kommen. In der Regel sind Cluster in einer Entfernung von bis zu mehreren hundert Metern hierfür geeignet.

#### Datengrundlage

Die erforderlichen Daten zu Durchflussmengen und Temperaturen am Auslauf der Kläranlagen stammen von den Anlagenbetreibern (z.B. Abwasserwirtschaftsbetriebe der Kommune) und stellen damit eine hohe Datengüte für die Berechnung des Wärmepotenzials dar.



Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die Kläranlagen Buggensegel und Grasbeuren betrachtet und ausgewertet. Weitestgehend wird das Abwasser aller Teilorte der Gemeinde Salem in die Kläranlage Grasbeuren entwässert und diese ebenfalls von der Gemeinde Salem betrieben. Die Kläranlage Grasbeuren liegt in der Gemarkung der Gemeinde Salem, wird allerdings durch die Gemeinde Bermatingen betrieben. Lediglich das Abwasser der Ortschaft Grasbeuren wird aus der Gemeinde Salem in die Kläranlage entwässert.

Für die Quantifizierung des Wärmepotenzials wurden die Durchflussmengen und Temperaturen über 3 Jahre analysiert und ergaben für die Kläranlage Buggensegel eine Abwassertemperatur am Auslauf zwischen 9-21 °C und einen mittleren Trockenwetterabfluss von ca. 28 l/s. Der mittlere Trockenwetterabfluss der Kläranlage Grasbeuren liegt bei 20 l/s bei einer Abwassertemperatur von 5-23 °C.

### Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 5,1 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kläranlagen rund 3.070 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

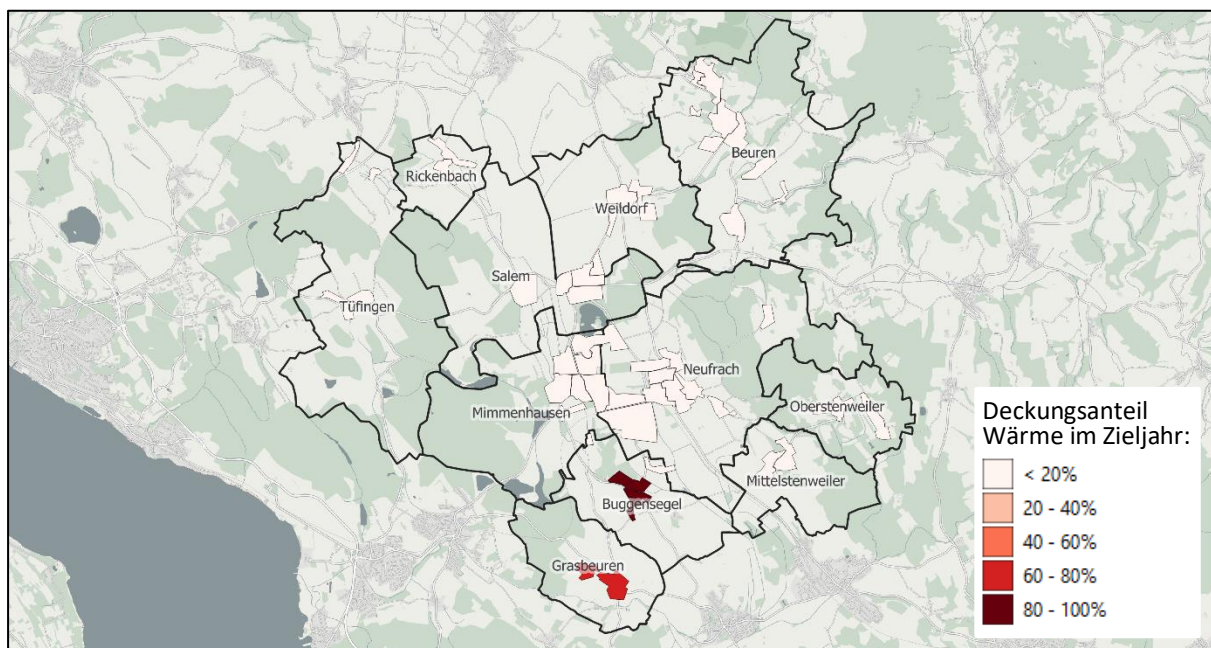


Abbildung 11: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Clusterebene

### 5.3.4 Flusswasser

Die Potenzialanalyse zur Wärmenutzung aus Flusswasser beinhaltet die Betrachtung fließender Oberflächengewässer. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen beschränkt sich die Betrachtung auf größere Fließgewässer wie Flüsse. Kleinere Bäche und Bachläufe sind nicht Teil der Analyse.



Aufbauend auf der Bestandsanalyse (Lage von potenziell zu versorgenden Clustern) und einer manuellen Sichtung und Bewertung von Flurstücken in Gewässernähe werden potenziell geeignete Standorte für eine Flusswasserwärmenutzung identifiziert.

Die Analyse des Flusswasserpotenzials basiert auf der Annahme, dass dem Fließgewässer Wasser entnommen wird und diesem über einen externen Wärmetauscher Wärme entzogen wird. Für die Wärmeversorgung wird die entzogene Wärme über Großwärmepumpen in Kombination mit Wärmenetzen oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Das abgekühlte Wasser wird im Anschluss dem Fluss wieder zugeführt. Die potenziell nutzbare Wärmemenge aus dem Flusswasser hängt vom Temperatur-Jahresverlauf des Gewässers, der Wassermenge und der möglichen Temperatur-Spreizung ab.

### Datengrundlage

Die Datengrundlage für die Berechnung des Flusswasserpotenzials ist die Durchflussmenge sowie die Wassertemperatur im Jahresverlauf. Diese können zum Teil dem Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/?highlightglobalid=gewaesserguetedaten>) entnommen werden.

### Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass in der Gemeinde Salem keine nutzbaren Fließgewässer für eine kommunale Wärmeversorgung vorhanden sind.

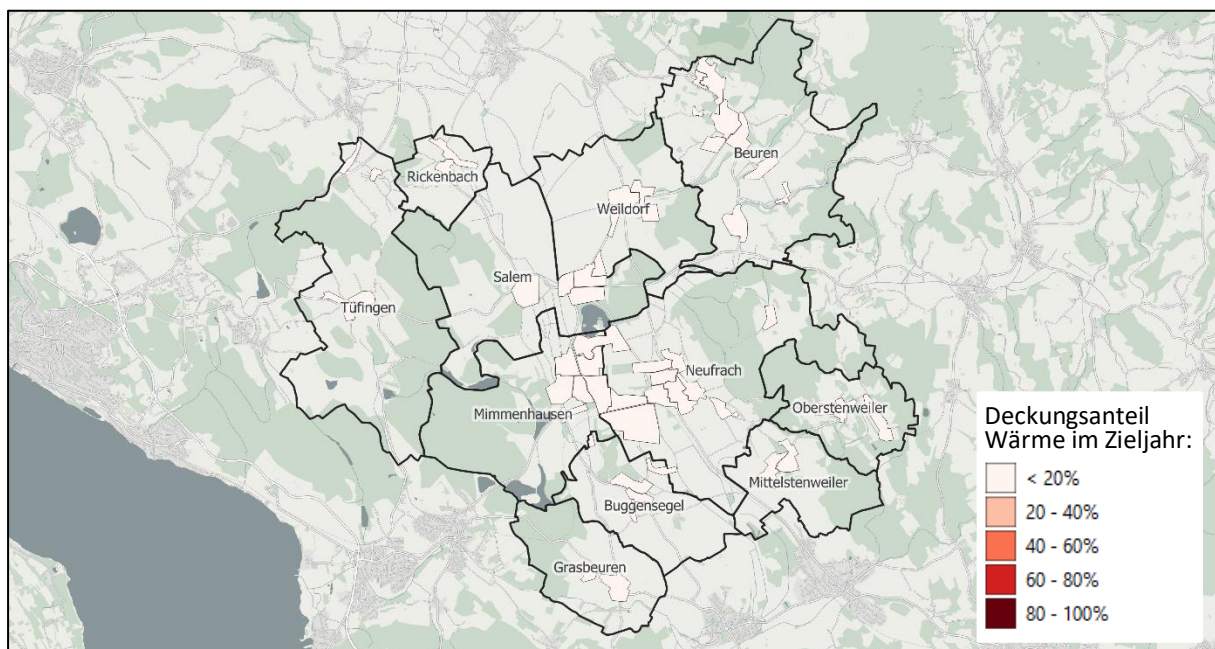


Abbildung 12: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Clusterebene

### 5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral

Geothermie ist die unterhalb der festen Erdoberfläche gespeicherte Energie in Form von Wärme und kann als klimafreundliche, alternative Energiequelle auf dem Kommunalgebiet genutzt werden. Verschiedene Technologien werden zum Heizen, Kühlen oder zur Stromerzeugung mittels Erdwärme eingesetzt. Oberflächennahe Wärmereservoirs dienen zum Beispiel den Wärmepumpensystemen als Wärmequelle. Tiefengeothermie bietet ein Potenzial zur Nutzung höherer Temperaturniveaus im Erdinneren für die Stromerzeugung.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Geothermie – Kollektoren zentral“ wird die Erdwärme-Erschließung über Flächenkollektoren auf Freiflächen im Außenraum betrachtet. Im Gegensatz zu Erdwärmesonden befinden sich die Flächenkollektoren im Erdreich lediglich in einer Tiefe zwischen 1 bis 3 Metern. Dem Erdreich wird mit den Flächenkollektoren als Wärmetauscher Wärme entzogen und über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben.

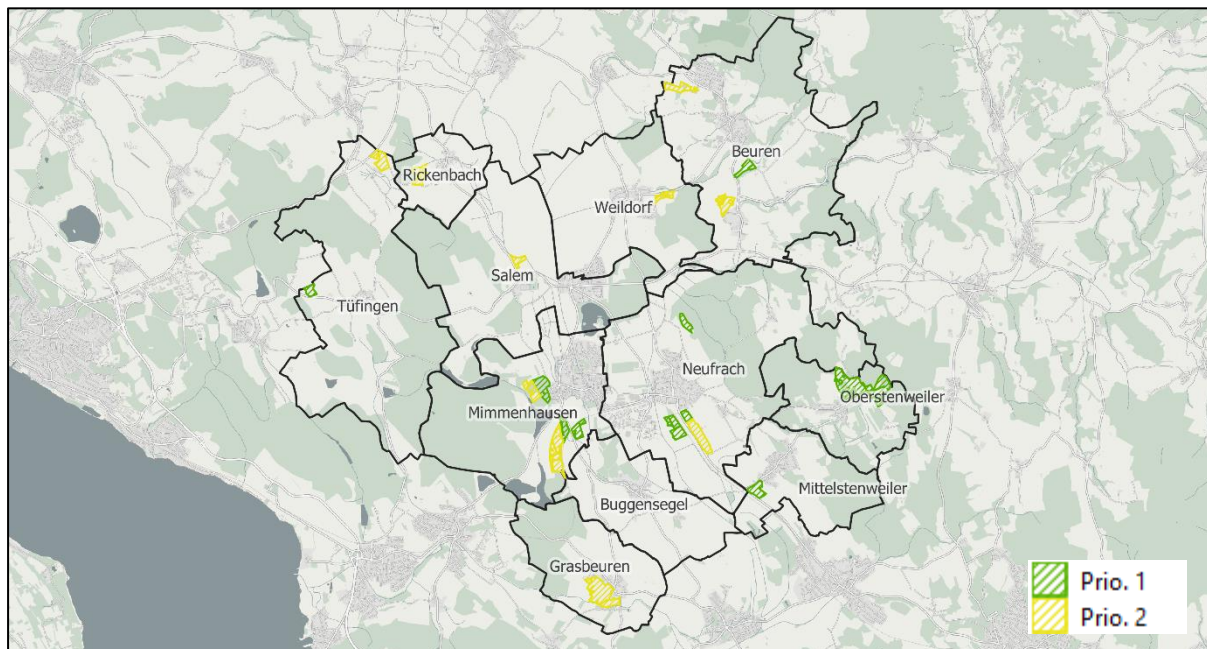
#### **Datengrundlage**

Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Erdwärmekollektoren vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland (hier nur schwach ertragfähige landwirtschaftliche Flächen). Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete) und Wasserschutzgebietszonen I und II. Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Clustern mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luffotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann in Anhang 10.1 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 13 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.



**Abbildung 13: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“**

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfläche sind in Tabelle 8 enthalten.

1. Gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, keine Einschränkungen bekannt
2. In Schutzzonen oder Ackernutzung ersichtlich, Nutzung unter Aufwand möglich (leichter Bewuchs vorhanden)
3. In Schutzzonen und Ackernutzung ersichtlich, Nutzung offen (starker Bewuchs, Streuobstwiesen), keine räumliche Nähe zu Clustern mit einem Wärmebedarf

**Tabelle 8: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Geothermie – Kollektoren zentral“**

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	61 ha	1 %
2	66 ha	1 %
3	724 ha	11,5 %
<b>Summe</b>	<b>851 ha</b>	<b>13,5 %</b>



## Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial für die Priorisierungsgruppen 1 und 2 in Höhe von 50 % resultiert. Es werden nur Freiflächen für die Ermittlung des Potenzials herangezogen, welche sinnvoll für eine geothermische Nutzung unter Berücksichtigung des lokal auftretenden Wärmebedarfs geeignet sind. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 25 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für die Versorgung der angrenzenden Cluster über Wärmepumpen. Hierbei werden die absolute Höhe und die jahreszeitliche Verteilung des zukünftigen Wärmebedarfs der Cluster mitberücksichtigt. Theoretisch ergeben sich damit aus dem Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ insgesamt rund 32 GWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.

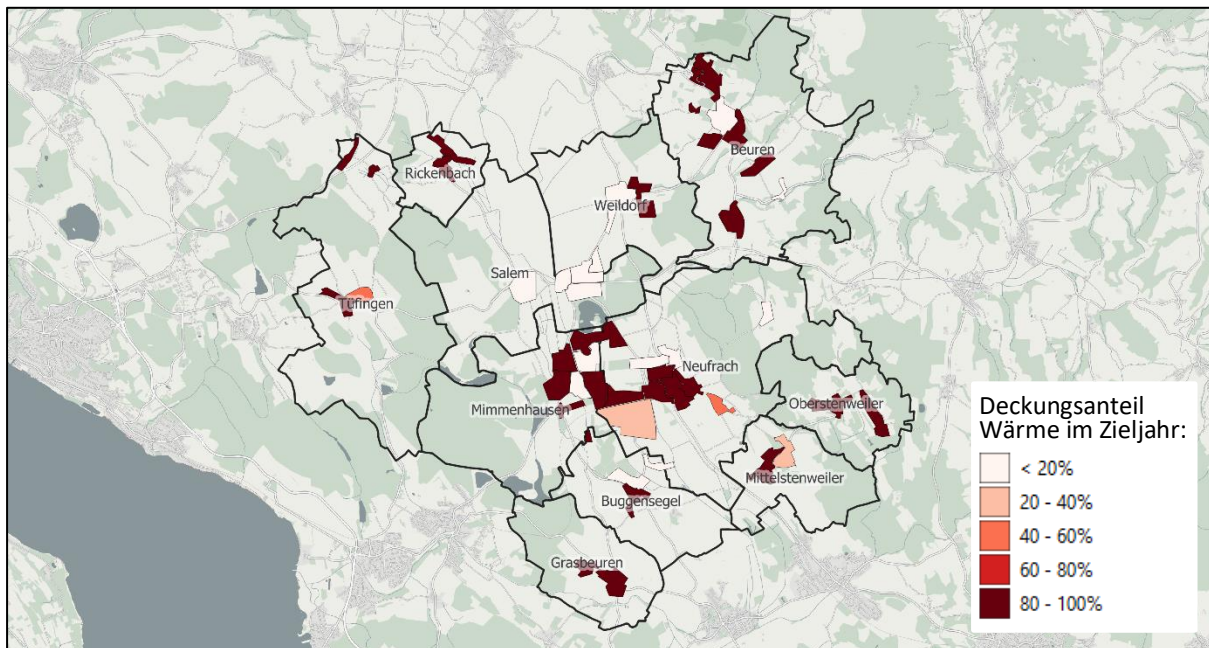


Abbildung 14: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Clusterebene

### 5.3.6 Geothermie – Sonden dezentral

Die Potenzialkategorie „Geothermie – Sonden dezentral“ betrachtet die Nutzung der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden. Der Zusatz „dezentral“ beschränkt die Potenzialanalyse auf Flurstücke von Gebäuden mit Wärmebedarf für die eigene Erdwärmennutzung. Die Potenzialkategorie „Geothermie – Sonden zentral“ analysiert die Nutzungsmöglichkeiten auf Freiflächen im Außenraum auch für Wärmenetze.

Grundsätzlich gilt auch bei Erdwärmesonden, dass die erschließbare Umweltwärme mittels Wärmepumpen in den Gebäuden nutzbar gemacht wird.

Für die Ermittlung der maximal möglichen Erdwärmesonden auf einem Flurstück werden die Flächen um Gebäude mit Hilfe des Geoinformationssystems räumlich analysiert. Unter Berücksichtigung von Abständen zu Nachbargrundstücken, Gebäuden und Mindestabständen einzelner Sonden untereinander von z.B. 10 m bei 100 m Tiefe wird je Flurstück die maximal

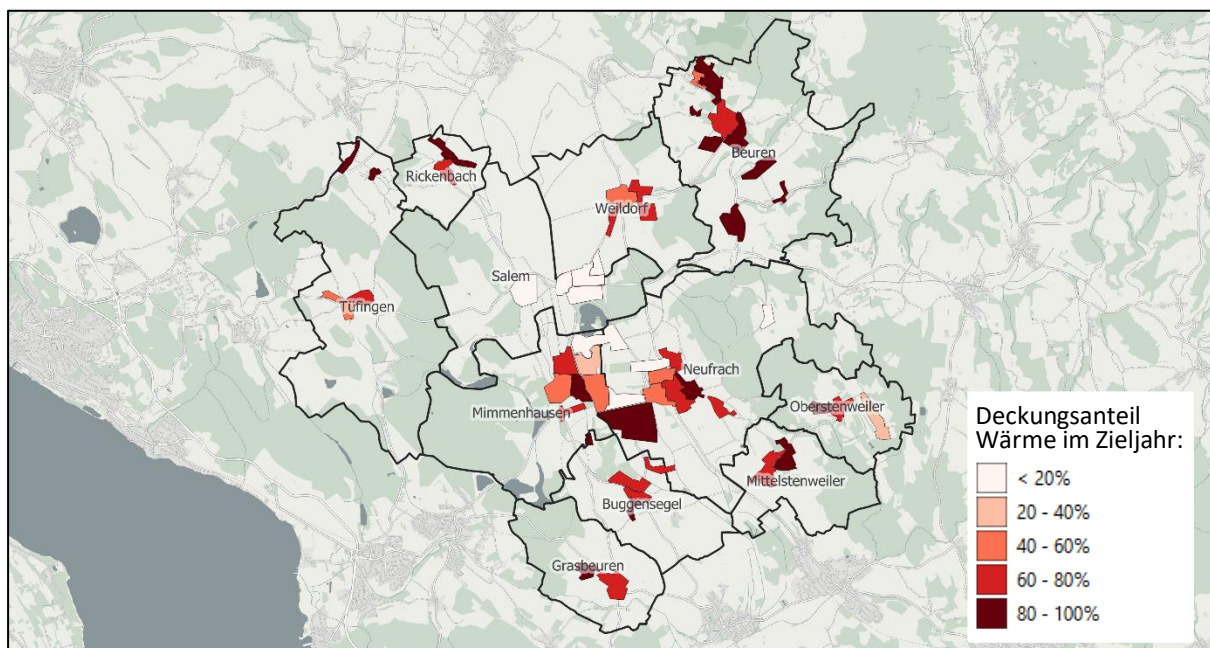
verortbare Sondenanzahl ermittelt. Diese bildet die Grundlage für die Berechnung des potenziellen Wärmedeckungsanteils je Gebäude. Die flurstücks- bzw. gebäudescharfen Daten sind im weiteren Verfahren auf Clusterebene aggregiert und dargestellt.

### **Datengrundlage**

Für die Kommune werden zunächst grundlegende geologische Informationen des Untergrunds gesammelt und ausgewertet. Das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) im Regierungspräsidium Freiburg stellt dazu umfassende Daten über das „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)“ zur Verfügung. Für die Potenzialabschätzung relevante Parameter sind hieraus unter anderem Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete, Bohrtiefenbegrenzungen und die geothermische Effizienz des Untergrunds.

### **Ergebnis**

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie – Sonden dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 57 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus dem Potenzial „Geothermie – Sonden dezentral“ rund 36.400 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angesetzt werden.



**Abbildung 15: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Clusterebene**



### 5.3.7 Geothermie – Sonden zentral

Analog zur Erschließung der oberflächennahen Geothermie für Erdwärmekollektoren erfolgt die Potenzialermittlung für die Kategorie „Geothermie – Sonden zentral“. Die Identifikation geeigneter Freiflächen erfolgt auf gleichem Wege.

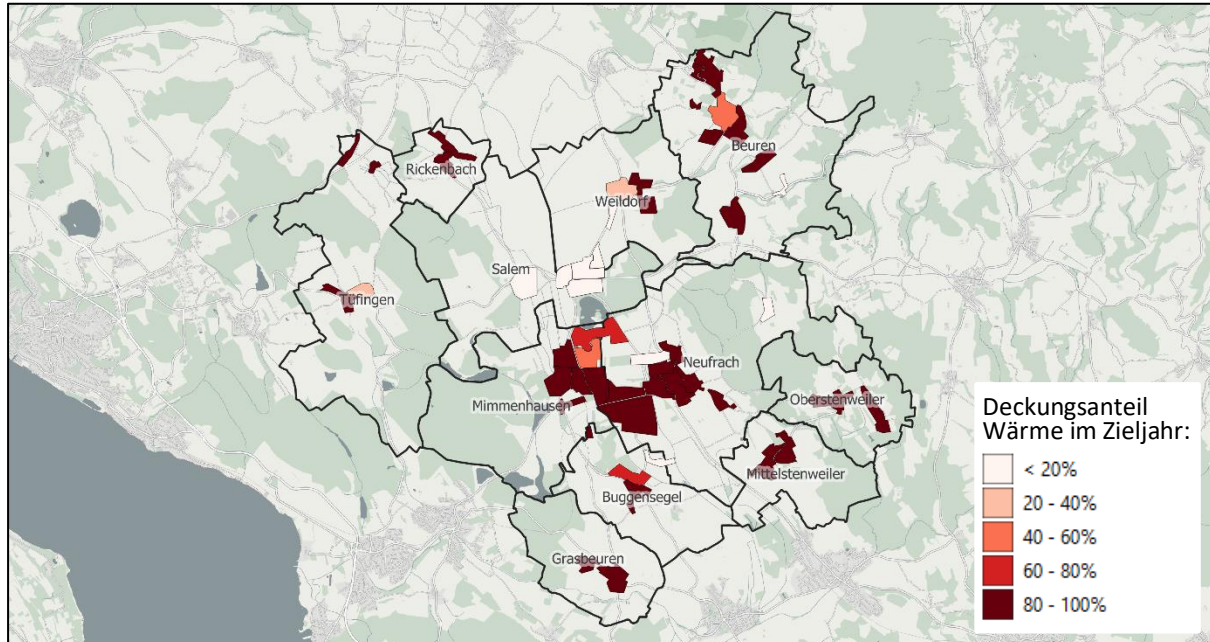
Technisch unterscheidet sich die Ermittlung des Wärmepotenzials darin, dass für die resultierenden Freiflächen im Folgeschritt die mögliche Anzahl von vertikalen Erdwärmesonden vorgenommen wird. Die Maximalanzahl ergibt sich aus der Geometrie der Freifläche und den Sondenabständen in Abhängigkeit von der Bohrtiefenbegrenzung. Für die resultierende Sondenanzahl wird dann das mögliche Entzugspotenzial ermittelt und mit dem perspektivischen Wärmebedarf angrenzender Cluster im Zieljahr abgeglichen. Aus dieser Berechnung resultiert der potenzielle Wärmedeckungsanteil auf Clusterebene.

#### **Datengrundlage**

Die Datengrundlage und Methodik zur Ermittlung potenzieller Freiflächen entspricht der Beschreibung aus Kapitel „5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral“.

#### **Ergebnis**

Die Analyse für das Potenzial „Geothermie – Sonden zentral“ ergibt für das Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 64 % resultiert. Theoretisch ergeben sich damit aus diesem Potenzial insgesamt rund 41.000 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.



**Abbildung 16: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Clusterebene**

### 5.3.8 Grundwasser

Die Grundwassernutzung in Kombination mit Wärmepumpen stellt bei entsprechender Ergiebigkeit in der Regel eine effiziente und wirtschaftliche Möglichkeit für eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020). Grundwasser wird hierbei über Brunnenanlagen gefördert und als Umweltwärmequelle für Wärmepumpen genutzt. Dies kann zentral über Großwärmepumpen in Wärmenetzen oder über dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden erfolgen. Das abgekühlte Grundwasser wird im Anschluss über Injektionsbrunnen dem Untergrund wieder zugeführt.

In Abhängigkeit von der Ergiebigkeit, der Tiefe und Temperatur der Grundwasserleiter variieren die Nutzungspotenziale für thermische Anwendungen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich einzelne Brunnenanlagen nicht gegenseitig negativ beeinflussen dürfen. Zur relativ komplexen Beurteilung dieser Frage sind detaillierte Angaben zu Entnahme- und Injektionsbrunnenstandorten, Grundwasser-Nutzungsmengen und Fließrichtungen im Rahmen von hydrogeologischen Simulationen erforderlich. Diese lassen sich in der Regel gegebenenfalls erst durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen mit Pumpversuchen bestimmen. Ergänzend können die unteren Wasserbehörden Erfahrungswerte aus z.B. bestehenden Brunnenanlagen zur Bewertung der Grundwassersituation in der Kommune und einzelnen Teilorten bereitstellen.

Aufgrund dieser Komplexität kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenzialerhebung nicht vorgenommen werden. Im Einzelfall sind projektspezifisch die oben genannten Eignungskriterien zu prüfen. Speziell die Fragestellung, ob durch eine geplante Grundwassernutzung bestehende Anlagen beeinträchtigt werden, ist hierbei zu prüfen.

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung werden daher lediglich die Gebiete dargestellt, die grundsätzlich für eine Grundwassernutzung nicht ausgeschlossen sind. Ausgeschlossen werden zum Beispiel sensible Grundwassernutzungen in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

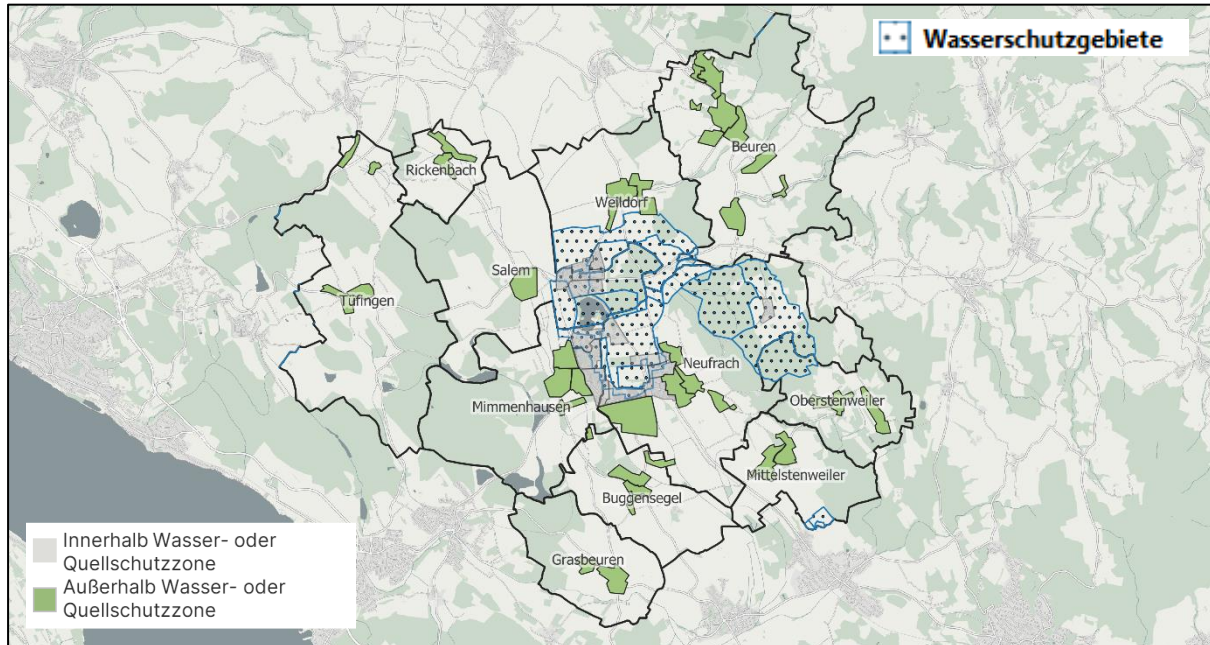
#### **Datengrundlage**

Informationen zur Lage grundwasserführenden Schichten sowie deren Mächtigkeiten, bekannten Altlasten und bestehenden Brunnenanlagen sind für eine projektspezifische Einzelfallbeurteilung erforderlich. Übergeordnet sind Schutzgebietseinordnungen (u.a. Wasserschutz, Heilquellen) hilfreich für die Identifikation von Ausschlussgebieten. Neben dem „Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)“ werden diese Daten über die zuständigen Wasserbehörden der Kommune und des Landkreises zur Verfügung gestellt.

#### **Ergebnis**

In der nachfolgenden Karte sind alle grundsätzlich geeigneten Gebiete für eine weitere Grundwassernutzung aufgeführt. Aufgrund der oben beschriebenen Komplexität und fehlenden Projektiefe der kommunalen Wärmeplanung wird kein Deckungspotenzial ausgewiesen. Eine Nutzung des Grundwassers ist in Teilen von Mimmehausen, Neufrach und Weildorf auf Grund eines Wasserschutzgebiets nur eingeschränkt möglich. In Abbildung 17 werden alle geeigneten Cluster außerhalb einer Wasser- und Quellschutzzone grün

dargestellt. Nach Aussage des Amtes für Wasser- und Bodenschutz im Bodenseekreis liegt in Salem ein hoher Grundwasserandrang vor, was sich bei mehreren Anlagen im Bestand erwiesen hat.



**Abbildung 17: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Clusterebene**

### 5.3.9 Seewasser

Das Wärmenutzungspotenzial von Oberflächengewässern wird separat für Fließgewässer und Seen ermittelt. Die Wärmenutzung aus Seewasser kann bei größeren Gewässern einen relevanten Beitrag für eine klimaneutrale Wärmenutzung einzelner Quartiere liefern.

Bei der Wärmenutzung aus Seewasser wird über eine zentrale Vorrichtung im oder am See Wasser entnommen und über Wärmetauschern für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht. Das abgekühlte Seewasser wird im Anschluss wieder in das Gewässer eingeleitet. Die erschlossene Seewasserwärme kann mittels Großwärmepumpen für Wärmenetze aufbereitet werden oder für die Regeneration von kalten Wärmenetzen eingesetzt werden. Auf Grund des relativ hohen Erschließungsaufwands und des bei technischer Machbarkeit hohen Potenzials wird die Seewassernutzung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung stets in Kombination mit den aufgeführten zentralen Wärmeinfrastrukturen betrachtet.

#### **Datengrundlage**

Für die Bewertung des Seewasserpotenzials sind die Belange des Natur- und Umweltschutzes sowie der weiteren Nutzungen des Gewässers relevant. Die zuständigen Genehmigungsbehörden können erste Einschätzungen zur Seewassernutzung abgeben. Bei positiver Einschätzung werden in der Regel weitere hydrologische Untersuchungen erforderlich, um die technische und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen beantworten



zu können. Zum Teil existieren für bestimmte Gewässer frei abrufbare Richtlinien, in denen die Seewassernutzung geregelt ist (z.B. Bodensee-Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)).

### **Ergebnis**

Auf dem Kommunalgebiet liegt kein Potenzial für die Nutzung von Seewasserwärme vor. Der Schlossee in Salem weist keine ausreichende Größe für eine thermische Nutzung auf kommunaler Ebene auf. Zudem ist vorrangig die Erholungs- und Aufenthaltsqualität des Gewässers und der Uferbereiche einzustufen.

Die Analyse für das Potenzial zeigt daher auf, dass im Zieljahr kein relevantes Wärmedeckungspotenzial resultiert.

### **5.3.10 Solarthermie - dezentral**

Mittels Solarkollektoren (Solarthermie) wird solare Strahlungsenergie in nutzbare Wärme für die Brauchwassererwärmung, Heizung und Prozesswärme gewandelt. Bei der Konzeptionierung von Gebäuden mit Solarthermieanlagen ist darauf zu achten, dass die Anlagen möglichst nach Süden ausgerichtet sind. Die Neigung der Solarkollektoren liegt je nach Art der Anwendung idealerweise zwischen 30 und 60 Grad. Je steiler der Anstellwinkel, desto höher ist der Ertrag in der Übergangszeit und in den Wintermonaten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Solarthermie - dezentral“ werden die für die Solarenergie in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst. Für die quantitative Ermittlung der geeigneten Dachflächen und des Wärmepotenzials wird auf das GIS-Angebot des Energieatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen.

Die Daten des Energieatlas beinhalten gebäudescharfe Einordnungen der Dachflächen für die Solarenergienutzung. Die Eignungsklassen sind in die Kategorien sehr gut, gut und bedingt geeignet unterteilt. Die Eignung berücksichtigt die Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. In Abhängigkeit von der Eignungsklasse wird den Dachflächen ein flächenspezifischer Wärmeertrag zwischen 300 und 420 kWh(m<sup>2</sup>·a) zugewiesen. Dieser wird mit der potenziell nutzbaren Dachfläche aus dem digitalen Liegenschaftskataster multipliziert, um das Solarthermiepotenzial zu berechnen.

Die Berechnung des resultierenden Wärmedeckungspotenzials je Gebäude im Zieljahr berücksichtigt die zeitliche Verfügbarkeit des Solarthermiepotenzials und die Verteilung des Wärmebedarfs auf Monatsebene.

### **Datengrundlage**

Das Solarthermiepotenzial auf Dachflächen wird auf Basis der Angaben des Solarkatasters des Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt. Der Energieatlas und die hinterlegten GIS-Dateien sind im Internet abrufbar unter <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/solarpotenzial-auf-dachflachen>.

## Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Solarthermie - dezentral“ zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungsanteil in Höhe von 12 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus rund 7.840 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

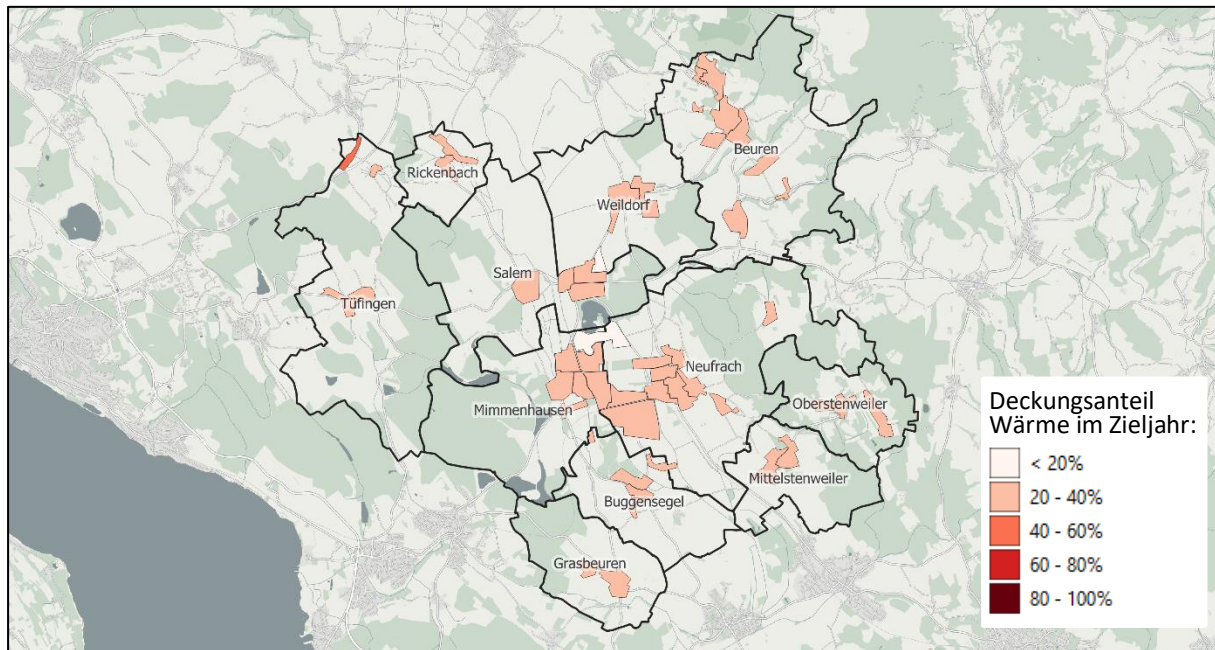


Abbildung 18: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Clusterebene

### 5.3.11 Solarthermie - zentral

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird zusätzlich zur Solarenergie auf Dachflächen das Potenzial von Freiflächenanlagen untersucht. Zentrale Solarthermieranlagen können relevante Wärmemengen für Wärmenetze bereitstellen. Neben der Einspeisung in klassische Wärmenetze können Solarthermieranlagen im Kontext der Regeneration von kalten Wärmenetzen oder zum Beispiel von Erdwärmesonden eine besonders hohe Effizienz vorweisen. Die in den Sommermonaten hauptsächlich anfallenden Wärmeerträge können für erhöhte Wärmedeckungsanteile in Großspeichern bzw. saisonalen Wärmespeichern nutzbar gemacht. Die gespeicherte Wärme kann entweder direkt genutzt werden oder über Wärmepumpen auf das erforderliche Temperaturniveau des Wärmeverteilnetzes gebracht werden.

Für die Berechnung des Wärmedeckungspotenzials werden die Wärmebedarfe mit dem Bereitstellungspotenzial der Cluster bilanziell abgeglichen, die sich in räumlicher Nähe zu den geeigneten Freiflächen befinden. Auf Basis von Monatsbilanzen kann so der jeweiligen zeitlichen Charakteristika von Erzeugung und Bedarf Rechnung getragen werden.



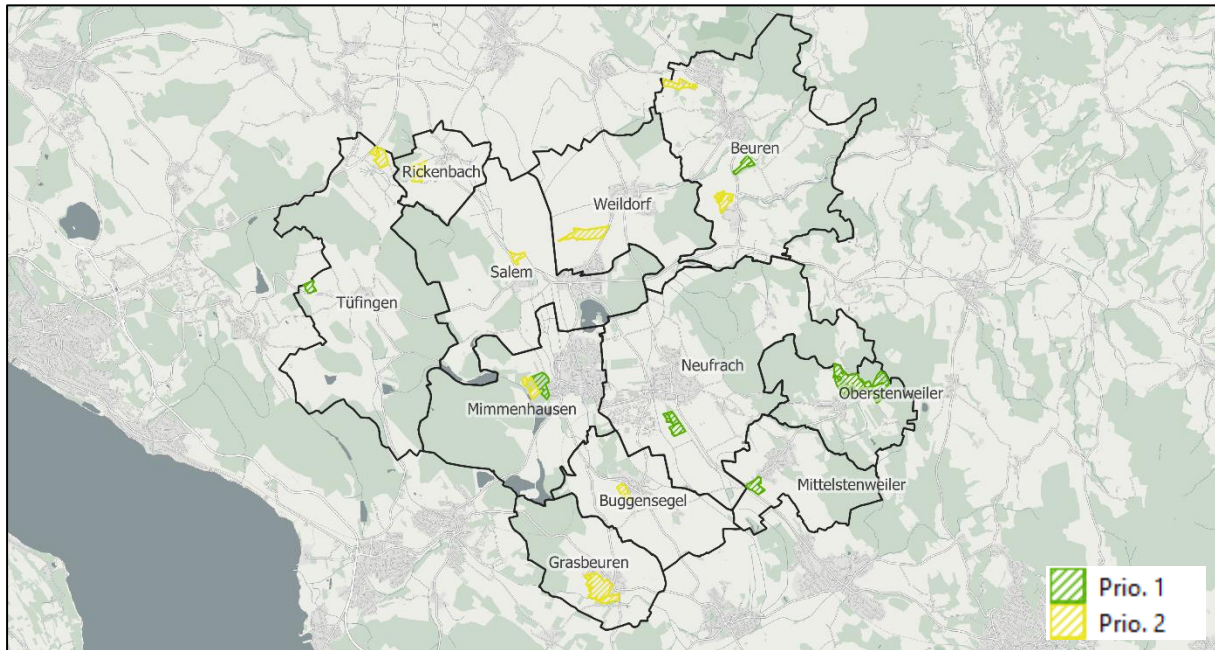
## **Datengrundlage**

Die Vorgehensweise zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie „Solarthermie - zentral“ wird nachfolgend beschrieben. Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Solarthermieanlagen vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland (hier nur schwach ertragfähige landwirtschaftliche Flächen). Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphäregebiete, Landschaftsschutzgebiete und Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete). Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass sich die Freiflächen in räumlicher Nähe zu Clustern mit Wärmebedarf befinden und eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Solarthermie - zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann in Anhang 10.1 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 19 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.



**Abbildung 19: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“**

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfäche sind in Tabelle 9 enthalten.

1. Gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, keine Einschränkungen bekannt
2. In Schutzzonen oder Ackernutzung ersichtlich, Nutzung unter Aufwand möglich (leichter Bewuchs vorhanden)
3. In Schutzzonen und Ackernutzung ersichtlich, Nutzung offen (starker Bewuchs, Streuobstwiesen), keine räumliche Nähe zu Clustern mit einem Wärmebedarf

**Tabelle 9: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Solarthermie - zentral“**

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	48 ha	0,8 %
2	56 ha	0,9 %
2	747 ha	11,8 %
<b>Summe</b>	<b>851 ha</b>	<b>13,5 %</b>

### Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 21 % resultiert. Es werden nur Freiflächen für die Ermittlung des Potenzials herangezogen,

welche sinnvoll unter Berücksichtigung des lokal auftretenden Wärmebedarfs genutzt werden können. Insgesamt resultieren aus dem Einzelpotenzial „Solarthermie - zentral“ theoretisch rund 13,7 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.

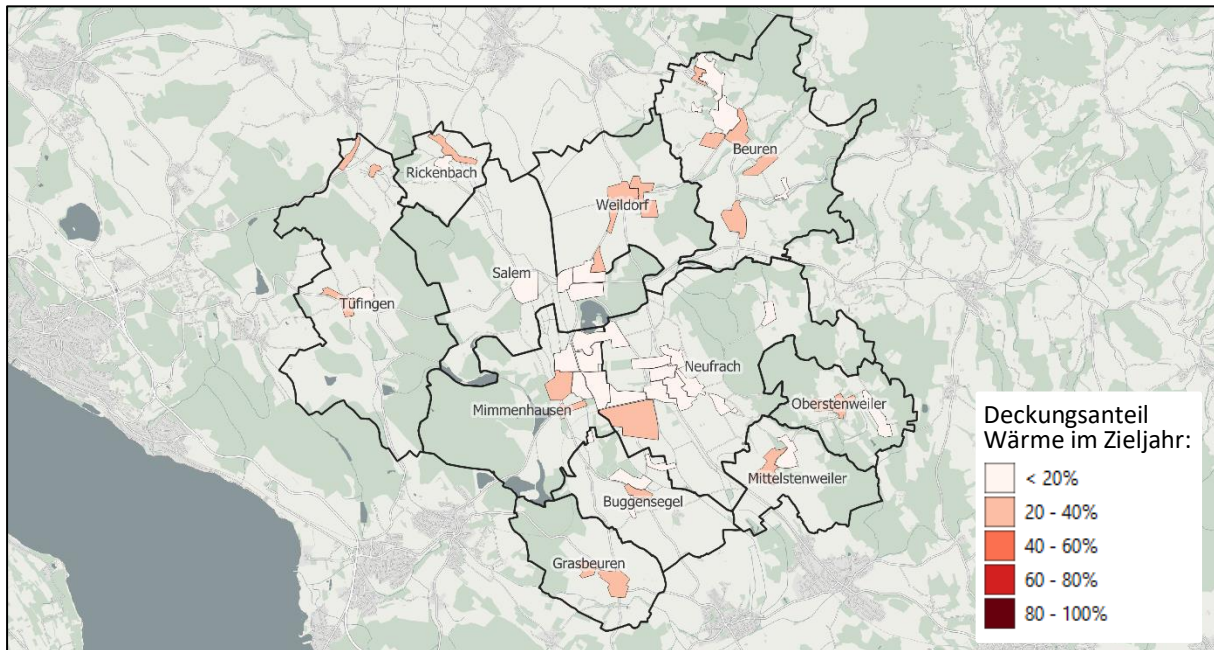


Abbildung 20: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Clusterebene

### 5.3.12 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Wärmereservoirs in mehreren tausend Metern Tiefe werden dabei erschlossen. Aufgrund des relativ hohen Temperaturniveaus gegenüber der oberflächennahen Geothermie kann die Wärme sowohl für größere Wärmenetze als auch für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg kann ein Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie ohne detaillierte Informationen zur thermodynamischen Leistungsfähigkeit des Untergrunds nur grob eingeordnet werden.

Grundsätzlich gilt die Einordnung des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) für Baden-Württemberg. „Für die Nutzung der tiefen Geothermie bieten sich in Baden-Württemberg vor allem der Oberrheingraben und das Molassebecken an. In diesen Gebieten liegen sogenannte positive Temperaturanomalien vor, d. h. in der Tiefe werden deutlich höhere Temperaturen angetroffen als im restlichen Baden-Württemberg. Daneben haben topografische Höhenunterschiede, wie zwischen Schwarzwald und Oberrheingraben, signifikante Auswirkungen auf die Temperaturverteilung im Untergrund. Dort führen aus größerer Tiefe aufsteigende Thermalwässer (z. B. Baden-Baden) zu erhöhten Temperaturen in ihrem weiteren Umfeld. Auch südöstlich von Stuttgart (Bereich Bad Urach–Bad Boll) sind



die Untergrundtemperaturen erhöht. Die äußerst vielfältige Geologie von Baden-Württemberg führt zu einer unterschiedlichen räumlichen Verteilung der Wärmeleitfähigkeit und damit der Temperatur im Untergrund des Landes.“ (Landesamt für Geologie, 2023)

### Datengrundlage

Die Bewertung des Tiefengeothermie-Potenzials beschränkt sich daher im Rahmen der vorliegenden Analyse auf Informationen des LGRB-Kartenviewers der großflächige Untergrundtemperaturverteilungen in Tiefen von 300 bis 2.000 m beinhaltet (Im Internet unter: [https://maps.lgrb-bw.de/?app=lgrbwissen&view=Geothermie\\_Uebersicht\\_BW\\_300\\_m](https://maps.lgrb-bw.de/?app=lgrbwissen&view=Geothermie_Uebersicht_BW_300_m)).

Liegen im räumlichen Kontext der Kommune Temperaturanomalien im Untergrund vor, so wird ein Potenzial als vorhanden eingestuft und eine weitere qualifizierende Erkundung und Bewertung des Nutzungspotenzials empfohlen.

### Ergebnis

Der LGRB-Kartenviewer weist für das Kommunalgebiet keine besonderen Temperaturanomalien im Untergrund aus. Die Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen die konkreten Untergrundtemperaturen im Vergleich zur überregionalen Verteilung.

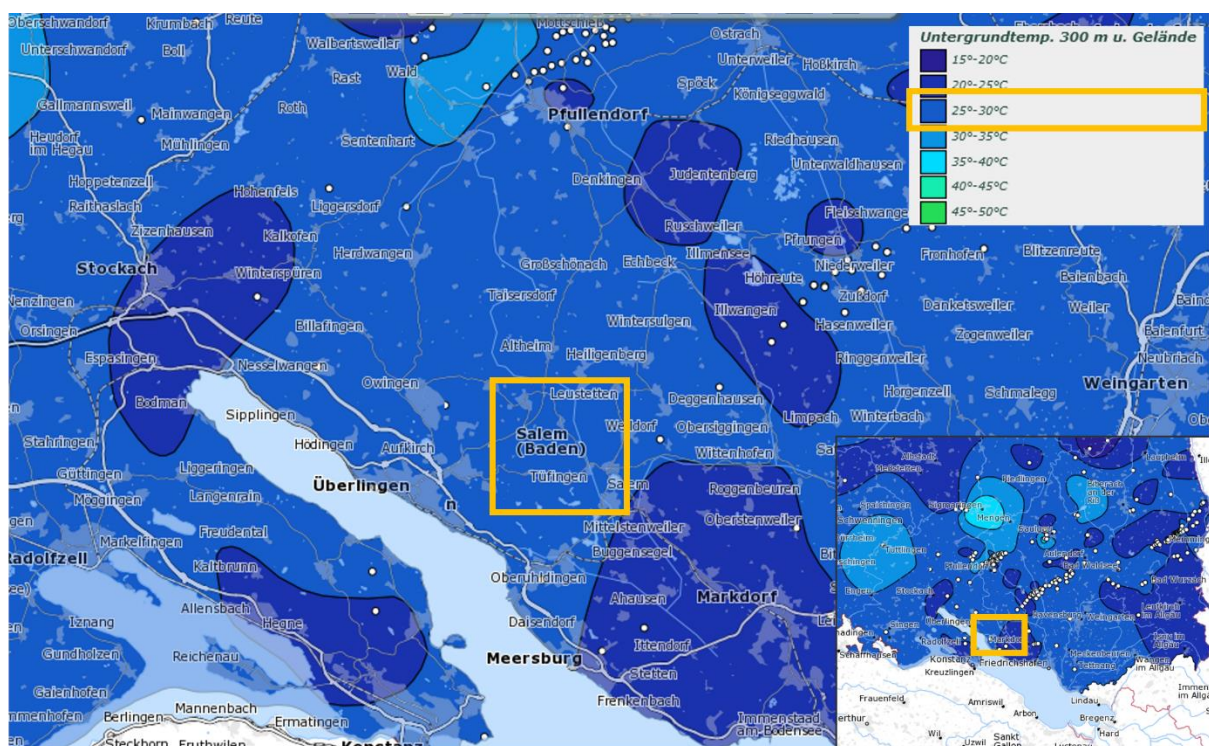


Abbildung 21: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 300 m

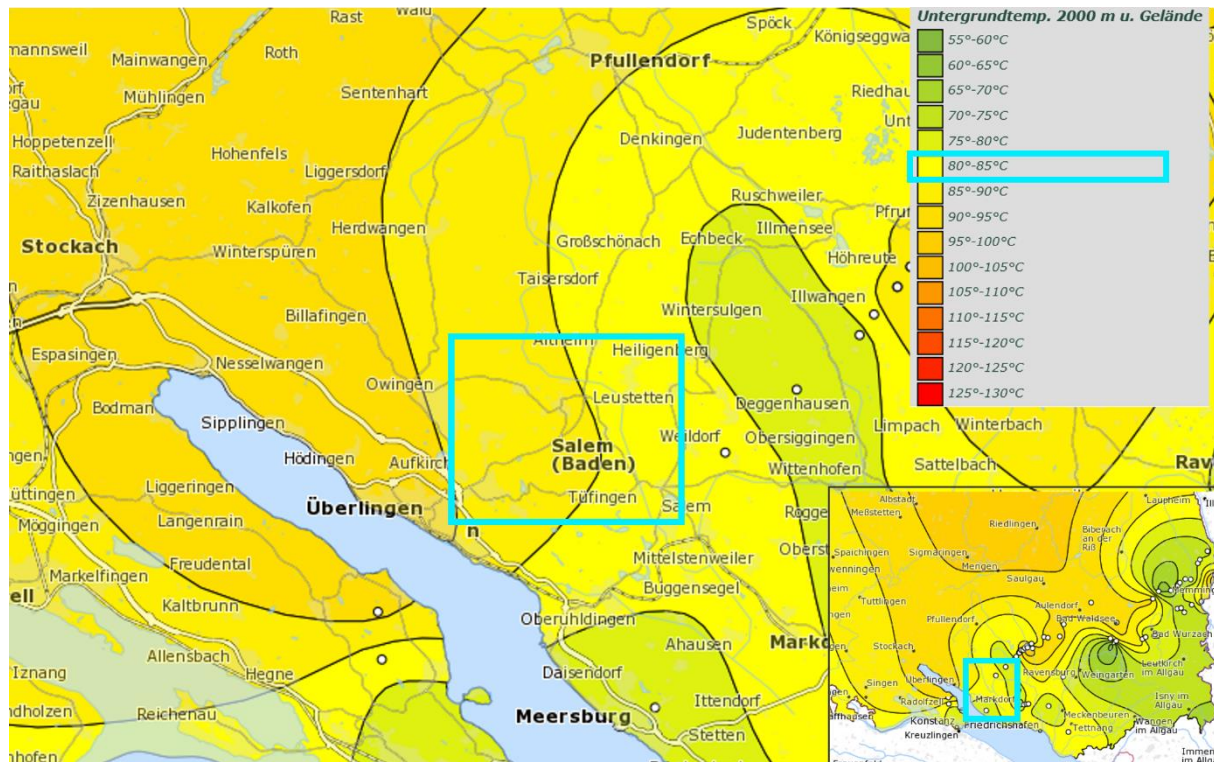


Abbildung 22: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 2.000 m

### 5.3.13 Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme

Ergänzend werden auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Nutzungspotenziale von Wärmequellen und Energieträgern betrachtet, die in der Regel ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden können. Darunter fallen im Wesentlichen die Außenluft, Biomasse sowie „Grüne Gase“. Der Umgang mit diesen Optionen wird in den folgenden Abschnitten näher beschrieben.

#### 5.3.13.1 Außenluft

Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft erfordern den geringsten technischen Aufwand und sind fast an jedem Standort einsetzbar. Die Außenluft-Wärmepumpen können dabei in Luft/Luft- und Luft/Wasser-Systeme unterteilt werden. Bei diesen Systemen wird der Außenluft Wärme entzogen. In einem thermodynamischen Kreisprozess wird die Wärme von einem niedrigen (Außenluft) auf ein höheres (Heizwärme) Temperaturniveau gehoben. Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen im Bestand liegt in Deutschland nach Auswertungen des Bundesverbands Wärmepumpe bei über 50 Prozent. (Fisch, et al., 2018)

Luft/Wasser-Wärmepumpen können Heizwärme bei Außenlufttemperaturen von bis zu  $-20$  Grad Celsius bereitstellen. Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz (d. h., die Arbeitszahl sinkt und der Strombedarf steigt). Speziell bei größeren Wärmebedarfen kommen bivalente Systeme zum Einsatz.

Im Rahmen der Potenzialermittlung und Zielfotoerstellung der kommunalen Wärmeplanung wird grundsätzlich von einer technischen Machbarkeit zur Nutzung von Außenluft als



Wärmequelle ausgegangen. Lediglich Cluster mit einer hohen baulichen Dichte, z.B. in einem hochverdichteten Innenstadtbereich, oder mit hohen Prozesstemperaturenanwendungen werden so kategorisiert, dass hier kein Potenzial zur Nutzung von Außenluft-Wärmepumpen berücksichtigt wird.

Der wesentliche Grund hierfür ist, dass für die Aufstellung der Geräte, Flächen auf Gebäuden oder im Außenraum erforderlich werden und bei der der Anordnung von Ansaug- und Ausblasöffnungen im Umfeld von Gebäuden die Geräuschentwicklungen zu berücksichtigen sind.

### **5.3.13.2 Biomasse**

Die Möglichkeiten zur Nutzung von pflanzlicher Biomasse zeigen eine große Bandbreite auf. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegen die pflanzlichen Biomassepotenziale im Fokus. Für die Land- und Forstwirtschaft werden nachfolgend die ermittelnden Potenziale auf den Acker-, Grünland- und Waldflächen dargestellt.

#### **Biomasse aus der Landwirtschaft**

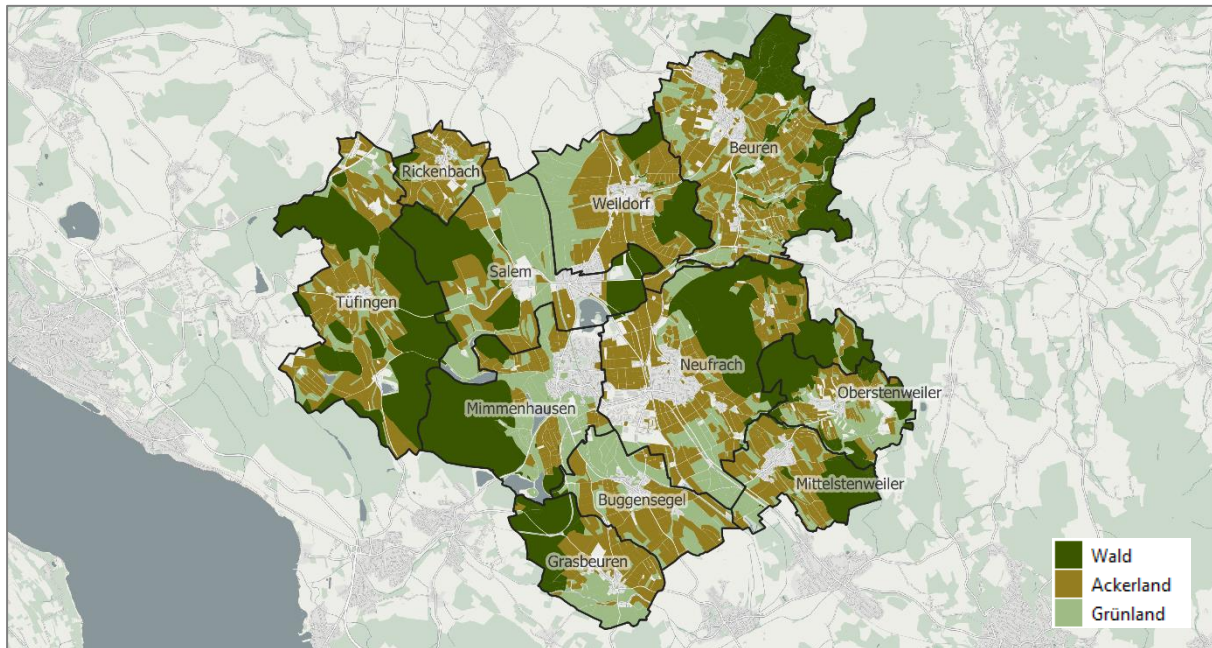
Auf dem Gemarkungsgebiet der Kommune existieren laut Flurstücks-Definition 2.150 ha Ackerland und 1.300 ha Grünland. Diese Flächen entsprechen rund 30 % bzw. 21 % des gesamten Gemarkungsgebiets. Für die Ermittlung des Energiepotenzials landwirtschaftlicher Biomasse wird davon ausgegangen, dass die angebaute Biomasse in einer Biogasanlage zu Biogas verarbeitet und anschließend in einem BHKW verstromt wird. In der Berechnung wird unter Berücksichtigung eines Flächen- und Biogasertrags in Abhängigkeit der Pflanzensorte und einem Stromfaktor von 20 % der potenzielle Wärme- und Stromenergieertrag ermittelt. Dabei wird berücksichtigt, dass nur ein Teil der landwirtschaftlich genutzten Flächen für den Anbau von Energiepflanzen mobilisiert werden kann. Für die analysierten Flächen resultiert dabei ein theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial in Höhe von 21.500 MWh/a und ein Stromerzeugungspotenzial von 6.800 MWh/a.

#### **Biomasse aus der Forstwirtschaft**

Auf dem Kommunalgebiet existieren Waldflächen von rund 1.900 ha. Im Rahmen der Wärmeplanung wird lediglich Waldrestholz für die Ermittlung des Energiepotenzials berücksichtigt. Unter der Annahme, dass der Flächenertrag an Waldrestholz 1,5 t/ha beträgt und ein Mobilisierungsfaktor von 80 % angenommen, resultiert ein Energiepotenzial des Holzes in Höhe von 7.840 MWh/a.

#### **Gesamtergebnis**

In Abbildung 23 sind die Flächen sowie deren räumliche Verteilung zur Mobilisierung des Biomassepotenzials aufgezeigt. Das gesamte Wärmenutzungspotenzial aus dieser Analyse beträgt rund 35.100 MWh/a. Bezogen auf den Biomassebedarf im Basisjahr von 25.565 MWh entspricht dies einem Anteil von rund 140 %.



**Abbildung 23: Karte der Biomasse Potenzialflächen**

### 5.3.13.3 Grüne Gase

Der Energieträger „Grüne Gase“ steht vereinfacht für klimaneutrale, gasförmige Energieträger, die in der Regel in Verbrennungsprozessen in Heizungsanlagen und bei Prozessanlagen zur Wärmebereitstellung zum Einsatz kommen können. Darunter fallen die Kategorien Biogas, Biomethan, grüner Wasserstoff oder auch generell synthetisch erzeugte Gase, welche auf Basis von erneuerbaren Energien hergestellt wurden.

„Grüne Gase“ können sowohl lokal auf dem Kommunalgebiet erzeugt oder perspektivisch über die vorgelagerte Gasinfrastruktur bezogen werden. Durch die Annahme, dass zukünftig grüne Gase überregional zur Verfügung stehen, kann dieser Energieträger grundsätzlich auch als nicht-lokale Ressource eingestuft werden.

Damit können grüne Gase per Definition ortsunabhängig für eine klimaneutrale Wärmeversorgung Verwendung finden. Für eine positive Berücksichtigung im Rahmen der Potenzialbetrachtung und Nutzungsbewertung für den Zielfotoprozess gilt lediglich die Einschränkung, dass eine bestehende Gasinfrastruktur im jeweiligen Cluster bereits vorliegen muss.

Gemäß dem technischen Annex der Kommunalrichtlinie<sup>3</sup> (Nationale Klimaschutzinitiative vom 18. Oktober 2022) sind grüne Gase effizient und ressourcenschonend nur dort in der Wärmeversorgung einzuplanen und einzusetzen, wo vertretbare Alternativen fehlen. Gemäß

<sup>3</sup>Im Internet unter: <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie> (02.03.2023)

dieser Logik finden im Zielfoto die grünen Gase unter folgenden Randbedingungen Berücksichtigung:

- Keine Verfügbarkeit ausreichender lokaler potenzieller erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale im Cluster
- Anforderungen von Clustern mit Hochtemperaturwärmeanwendungen oder Gasverbrennungsprozessen in der Industrie
- Spitzenlastbereitstellung bei größeren Verbrauchern und Heizzentralen erforderlich
- Gasnetzinfrastruktur liegt vor

Sind die obig aufgeführten Kriterien erfüllt wird im weiteren Zielfotoprozess abgewägt, ob eine Nutzung von grünen Gasen auf Ebene der Cluster als Nutzungsoption in Frage kommt.

## 5.4 Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung

Für die Ziele einer klimaneutralen Wärmeversorgung nimmt der Stromsektor in Zukunft eine zunehmend wichtigere Rolle ein. Zahlreiche Studien belegen den erforderlichen Ausbau von Wärmepumpen für eine flächendeckende, klimaneutrale Wärmeversorgung in zentralen und dezentralen Systemen. Wärme aus Wärmepumpen hat einen besonders hohen Klimaschutzbeitrag, wenn der dafür eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energien stammt. Ebenso erfordert der Ersatz gasförmiger Brennstoffe durch „... Wasserstoff und daraus gewonnene gasförmige und flüssige synthetische Energieträger ...“ (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020) signifikante Mengen erneuerbaren Stroms. Die Aufgabe im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung besteht darin, die erneuerbaren Stromerzeugungspotenziale zu bewerten, um auf dieser Basis die zukünftigen Ausbaupfade ableiten zu können.

Potenziale zur Nutzung von Photovoltaik, Wasserkraft und Windkraft sind daher Betrachtungsgegenstand der kommunalen Wärmeplanung. Diese sind in den nachfolgenden Abschnitten näher beschrieben.

### 5.4.1 Photovoltaik – dezentral

Die Photovoltaik-Nutzung auf einzelnen Gebäuden bietet eine sehr effiziente und einfache Möglichkeit zur Kopplung der Sektoren Wärme und Strom. Photovoltaik (PV) steht für die Erzeugung von Solarstrom durch Photovoltaik-Module. Klassischerweise werden hierzu PV-Module auf Dächern montiert. Der erzeugte Strom kann direkt im Gebäude genutzt werden oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Bei einer Direktnutzung des Stroms kann damit auch eine Wärmepumpe mitversorgt werden und damit aus erneuerbarem Strom klimaneutrale Wärme erzeugt werden. Aufgrund der tageszeitlichen und saisonalen Erzeugungscharakteristik der PV kann speziell in den Zeiten mit hohem Wärmebedarf im Winter in der Regel nur ein kleiner Teil des Wärmepumpenstroms über die eigene PV-Erzeugung bereitgestellt werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse „Photovoltaik – dezentral“ werden die für die Photovoltaik-Module in Frage kommenden Dachflächen untersucht und quantitativ erfasst. Für die

quantitative Ermittlung der geeigneten Dachflächen und des Strompotenzials wird auf das GIS-Angebot des Energieatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen.

Die Daten des Energieatlas beinhalten gebäudescharfe Einordnungen der Dachflächen für die Solarenergienutzung. Die Eignungsklassen sind in die Kategorien sehr gut, gut und bedingt geeignet unterteilt. Die Eignung berücksichtigt die Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. In Abhängigkeit von der Eignungsklasse wird den Dachflächen ein leistungsspezifischer Stromertrag zwischen 750 und 1.000 kWh/kW<sub>p</sub> zugewiesen.

Die maximal installierbare Leistung an Photovoltaik-Modulen wird anhand der potenziell nutzbaren Dachfläche aus dem digitalen Liegenschaftskataster und einem spezifischen Flächenbedarf (5 m<sup>2</sup>/kW<sub>p</sub>) der Photovoltaik-Module bestimmt.

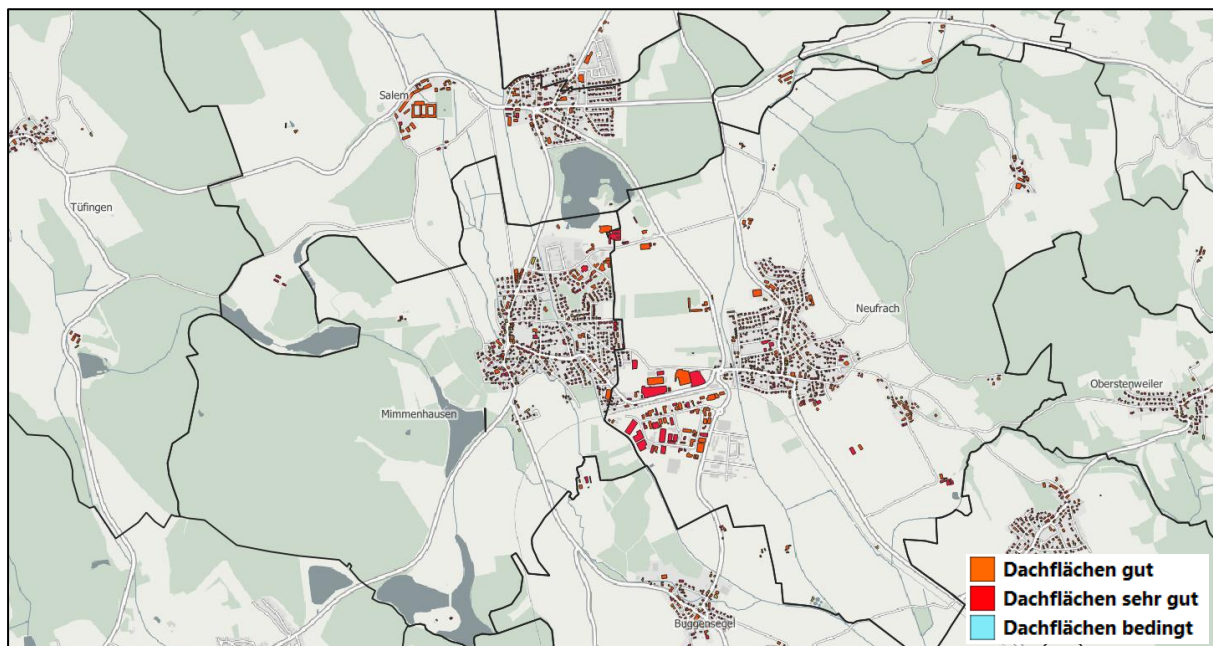
Das PV-Potenzial resultiert aus der Multiplikation der maximal installierbaren Leistung an Photovoltaik-Modulen und dem leistungsspezifischen Stromertrag.

### **Datengrundlage**

Das PV-Potenzial auf Dachflächen wird auf Basis der Angaben des Solarkatasters des Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt. Der Energieatlas und die hinterlegten GIS-Dateien sind im Internet abrufbar unter <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflaechen/solarpotenzial-auf-dachflaechen>.

### **Ergebnis**

Die Analyse für das Potenzial „Photovoltaik – dezentral“ zeigt auf, dass in Summe eine Leistung von 58 MW<sub>p</sub> an Photovoltaik-Modulen auf den Dachflächen installiert, werden können. Unter Berücksichtigung der Eignungsklasse der Dachflächen resultiert ein jährlicher Stromertrag von rund 51.000 MWh/a.



**Abbildung 24: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene (Einstufung nach Energieatlas BW)**



## 5.4.2 Photovoltaik – zentral

Neben der Photovoltaik-Nutzung auf Dachflächen, wird auch das Ertragspotenzial für PV auf Freiflächen untersucht. PV-Anlagen auf Freiflächen erreichen hohe Erzeugungsleistungen, deren Erträge üblicherweise direkt ins Stromnetz eingespeist werden. In räumlicher Nähe zu Heizzentralen für Wärmenetze kann eine PV-Freifläche auch zur direkten Versorgung einer zentralen Wärmepumpe genutzt werden.

Neben einer klassischen, ertragsoptimierten Aufständigung sind auch abweichende Variationen möglich, um kombinierte Flächennutzungen zu begünstigen. So kann auf Nutzungskonflikte speziell auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche eingegangen werden. Je nach Kultur (z.B. Beeren, Obst, Gemüse) können verschiedene Synergien erzeugt werden. Neben der überdachenden Bauweise sind auch vertikal aufgestellte, bifaziale PV-Wände eine Möglichkeit, Flächennutzungen zu vereinen.

### **Datengrundlage**

Die Vorgehensweise zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen für die Kategorie „Photovoltaik – zentral“ entspricht weitestgehend derer, für „Solarthermie - zentral“. Zu Beginn werden die potenziellen Freiflächen ermittelt, welche grundsätzlich eine Eignung für Solaranlagen vorweisen. Hierzu wird zunächst eine Positivauswahl aus dem digitalen Liegenschaftskataster getroffen. Die Auswahl erfolgt nach hinterlegten Nutzungen wie Brachland, Grünland, Unland und Ackerland (hier nur schwach ertragsfähige landwirtschaftliche Flächen). Ergänzend werden Konversionsflächen und Seitenrandstreifen (hier auch Ackerland unabhängig der Ertragsfähigkeit) aufgenommen. Anschließend werden Ausschlussflächen definiert und von der Positivauswahl abgezogen. Kriterien für die Definition von Ausschlussflächen sind u.a. Naturschutz und Landschaftsschutz, Bodendenkmäler, Grünzäsuren, Vorranggebiete für Siedlungsbau und Infrastruktur, Biosphärengebiete, Landschaftsschutzgebiete und Natura 2000 Gebiete (FFH-Gebiete). Die Grundlagen hierfür stammen aus den Flächennutzungsplänen, der Regionalplanung und kommunalen Bauleitplanungen. Zusätzlich wird als Bedingung gesetzt, dass die Freiflächen eine zusammenhängende Mindestgröße nicht unterschreiten.

In der anschließenden Priorisierung und Auswahl von Eignungsflächen werden bereits ackerbaulich genutzte Flächen oder die Lage innerhalb weicher Restriktionen (Naturschutzgebiete, die ggf. eine eingeschränkte Nutzung erlauben) niedriger priorisiert. Die resultierenden Flächen werden manuell geprüft und weitere Nutzungsmerkmale analysiert, die gegen eine Nutzung für das Potenzial „Photovoltaik – zentral“ sprechen. Zum Beispiel werden bei einer Analyse von Luftfotos Grünlandflächen identifiziert, auf denen sich erhaltenswerte Streuobstwiesen befinden. Diese Information ist in den genannten Planunterlagen nicht enthalten, führt aber aktuell zu einem Ausschlusskriterium bei diesem Anwendungsfall.

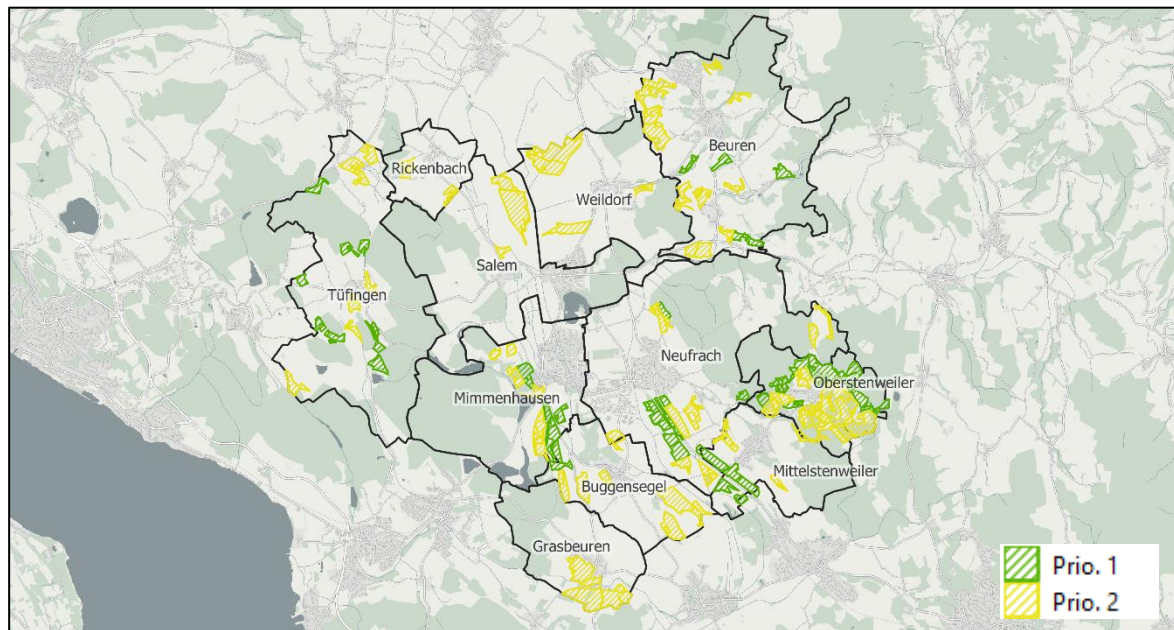
Eine detaillierte Auflistung der Flächennutzungskategorien und deren Einordnung als Ausschluss- und Eignungsflächen kann in Anhang 10.1 eingesehen werden.

Die verbliebenen Flächen werden in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung für die Nutzung als Energieinfrastruktur dokumentiert und priorisiert. In Abbildung 25 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.



## Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass ein Stromerzeugungspotenzial in Höhe von 686 GWh/a resultiert. Das entspricht einer Deckung um den Faktor 14 gegenüber dem Status-Quo.



**Abbildung 25: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“**

Die Ansätze für die Priorisierung der Freiflächen orientieren sich im Wesentlichen an der nachfolgenden Auflistung. Die Flächenangaben zu diesen Potenzialflächen und die Einordnung zur gesamten Kommunalfläche sind in Tabelle 10 enthalten.

1. Gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, keine Einschränkungen bekannt
2. In Schutzzonen oder Ackernutzung ersichtlich, Nutzung unter Aufwand möglich (leichter Bewuchs vorhanden)
3. In Schutzzonen und Ackernutzung ersichtlich, Nutzung offen (starker Bewuchs, Streuobstwiesen)

**Tabelle 10: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Photovoltaik – zentral“**

Priorisierung	Summe	Anteil an Fläche der Kommune
1	178 ha	2,8 %
2	435 ha	6,9 %
3	238 ha	3,7 %
<b>Summe</b>	<b>851 ha</b>	<b>13,5 %</b>

### 5.4.3 Windkraft

Die Bedeutung von Windkraft bei der Stromerzeugung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Heute stellt die Windkraft mit rund 58 GW installierter Leistung (Ende 2022), zusammen mit der Photovoltaik, den größten Teil der installierten Kraftwerkskapazität erneuerbarer Energien in Deutschland. Windenergie liefert bereits heute etwa 22 Prozent des erzeugten Stroms.<sup>4</sup>

Im Gegensatz zu den Photovoltaikanlagen erzeugen Windkraftanlagen auch während der Heizperiode nennenswerte Strommengen. Speziell im Hinblick auf die sektorenübergreifende Energiewende ist der flächendeckende Ausbau der Windkraft von besonderer Bedeutung.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg kann das Nutzungspotenzial der Windkraft, ohne auf weitere detaillierte Informationen zu den örtlichen Gegebenheiten einzugehen, grob evaluiert werden.

#### **Datengrundlage**

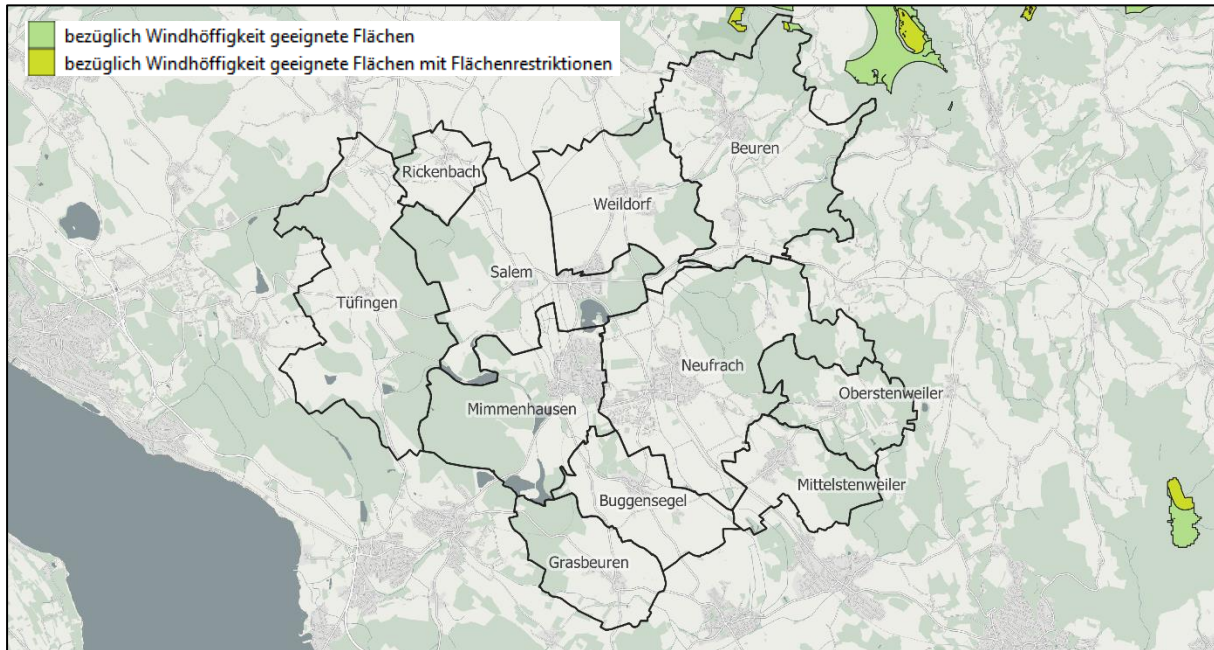
Maßgebend zur Einordnung potenziell geeigneter Freiflächen dienen die Daten- und Kartendienste der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Hier werden zum einen die Bestandswindenergieanlagen mit mehr als 50 Meter Gesamthöhe in Baden-Württemberg dargestellt. Zum anderen werden Informationen aus dem Windatlas Baden-Württemberg in Form von Windpotenzialflächen in Bezug auf die Windhöffigkeit geeigneter Flächen wiedergegeben. Der Windatlas wurde im Mai 2019 durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft veröffentlicht und stellt eine umfassende Datengrundlage, um die Planungen von Windkraftanlagen mit einer verbesserten Informationsgrundlage zu unterstützen. Die LUBW unterscheidet weiter zwischen geeigneten Flächen, mit und ohne Flächenrestriktionen. Die identifizierten Flächen werden im Rahmen der Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesen. Eine genaue Ermittlung des lokalen Windpotenzials und des daraus abgeleiteten Stromerzeugungspotenzials kann nur im Rahmen einer konkreten Projektprüfung bzw. -planung erfolgen.

#### **Ergebnis**

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass keine Freiflächen in der Gemarkung der Gemeinde Salem für die Windkraft als geeignet eingestuft sind. In Abbildung 26 sind die Ergebnisse der Flächenanalysen dargestellt.

---

<sup>4</sup> Im Internet unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html> (02.03.2023)



**Abbildung 26:** „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas BW

#### 5.4.4 Wasserkraft

Wasserkraft gehört mit einem Anteil von 9 % an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2021 zusammen mit der Windenergie und der Photovoltaik zu den bedeutendsten erneuerbaren Energiequellen in Baden-Württemberg.<sup>5</sup>

Die Erzeugung von Strom mittels Wasserkraft ist in Deutschland breit etabliert. An Fließgewässern oder aus höhergelegene Wasserreservoirs wird die Strömungsenergie von fließendem Wasser genutzt, um Turbinen anzutreiben und Strom zu generieren. Die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft ist sehr effizient und kann in der Regel ganzjährig erfolgen.

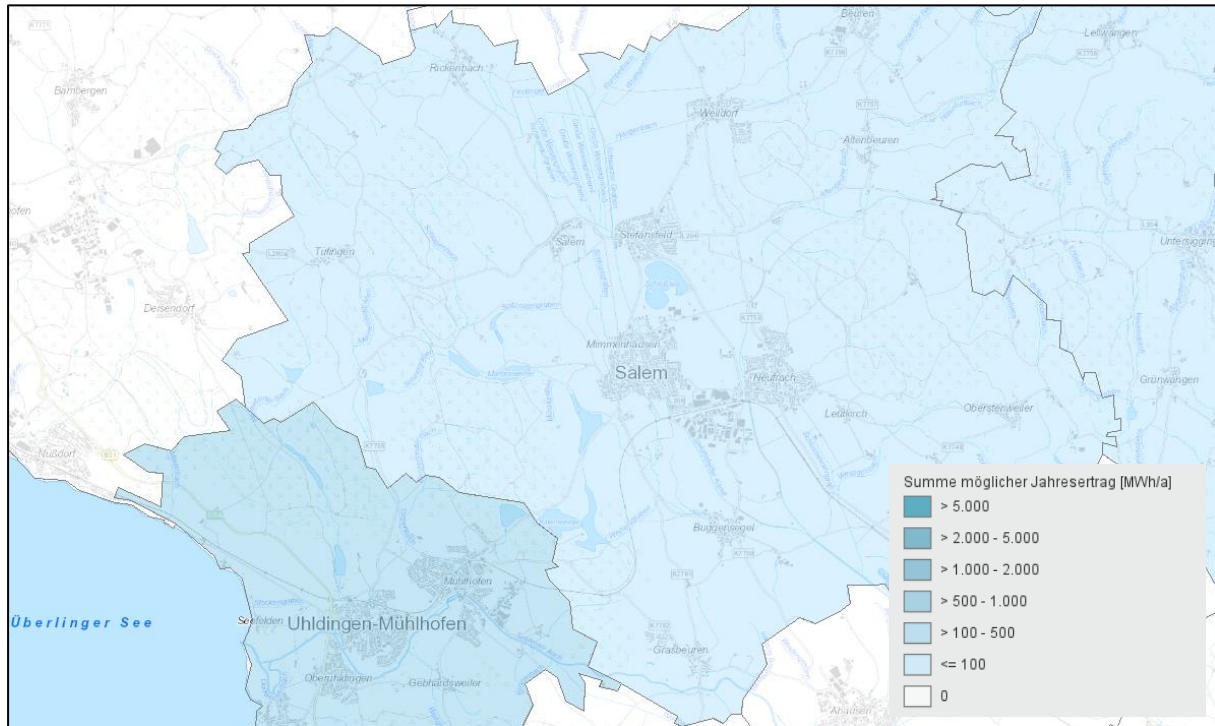
#### **Datengrundlage**

Die Bestimmung des technischen Potenzials basiert auf den Daten des Energieatlas Baden-Württemberg. Der Kartendienst beinhaltet das mögliche Aus- und Neubaupotenzial an bereits genutzten Wasserkraftstandorten mit einer Leistung zwischen 8 kW und 1 MW sowie das Wasserkraftpotenzial an bislang noch nicht für die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft genutzten Querverbauungen (Regelungs- und Sohlenbauwerke).<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Im Internet unter: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/hintergrundinformationen> (18.04.2023)

<sup>6</sup> Im Internet unter: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial> (18.04.2023)





**Abbildung 27: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas BW**

## Ergebnis

Auf dem Kommunalgebiet ist der Zubau von Laufwasserkraftanlagen und Pumpspeicherkraftwerken nur noch beschränkt möglich. Es ist ein jährliches Potenzial von rund 90 MWh/a vorhanden. Die Wirtschaftlichkeit der Wasserkraftanlagen werden nach dem Energieatlas als *grenzwertig* eingestuft.

## 5.5 Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Einzelpotenziale für die Bereitstellung klimaneutraler Wärme und erneuerbarer Stromerzeugung erläutert. Für das gesamte Kommunalgebiet liegt damit eine mengenmäßige und räumliche Aussage zur Verfügbarkeit der Einzelpotenziale vor.

### Hauptergebnisse

Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduziert sich der jährliche Wärmebedarf gemäß dem Leitzszenario um 44 % auf 64 GWh.

Die Wärmedeckungspotenziale liegen besonders im Bereich der Geothermie dezentral als auch zentral. Weitere Potenziale liegen im Bereich der dezentralen Solarthermieanlagen, wobei hier die Flächenkonkurrenz zur Dachflächennutzung für Photovoltaik besteht.



Die Übersicht in Abbildung 28 stellt die Potenziale im Bereich Wärme nochmals übersichtlich im Vergleich gegenüber. In Tabelle 11 sind die Ergebnisse ergänzend zusammengefasst.

**Tabelle 11: Übersicht Wärmepotenziale im Zieljahr**

	Wärmepotenzial in MWh/a	Potenzieller Deckungsanteil in %
Abwärme – Industrie und Gewerbe	0	0
Abwasser – Kanal	1.570	2,5
Abwasser – Kläranlage	3.070	5,1
Biomasse		
Flusswasser	0	0
Geothermie – Kollektoren	32.000	50
Geothermie – Sonden dezentral	36.400	57
Geothermie – Sonden zentral	41.000	64
Grundwasser		Einzelfallprüfung
Seewasser	0	0
Solarthermie – dezentral	7.480	12
Solarthermie – zentral	13.700	21
Tiefengeothermie		Keine besondere Eignung

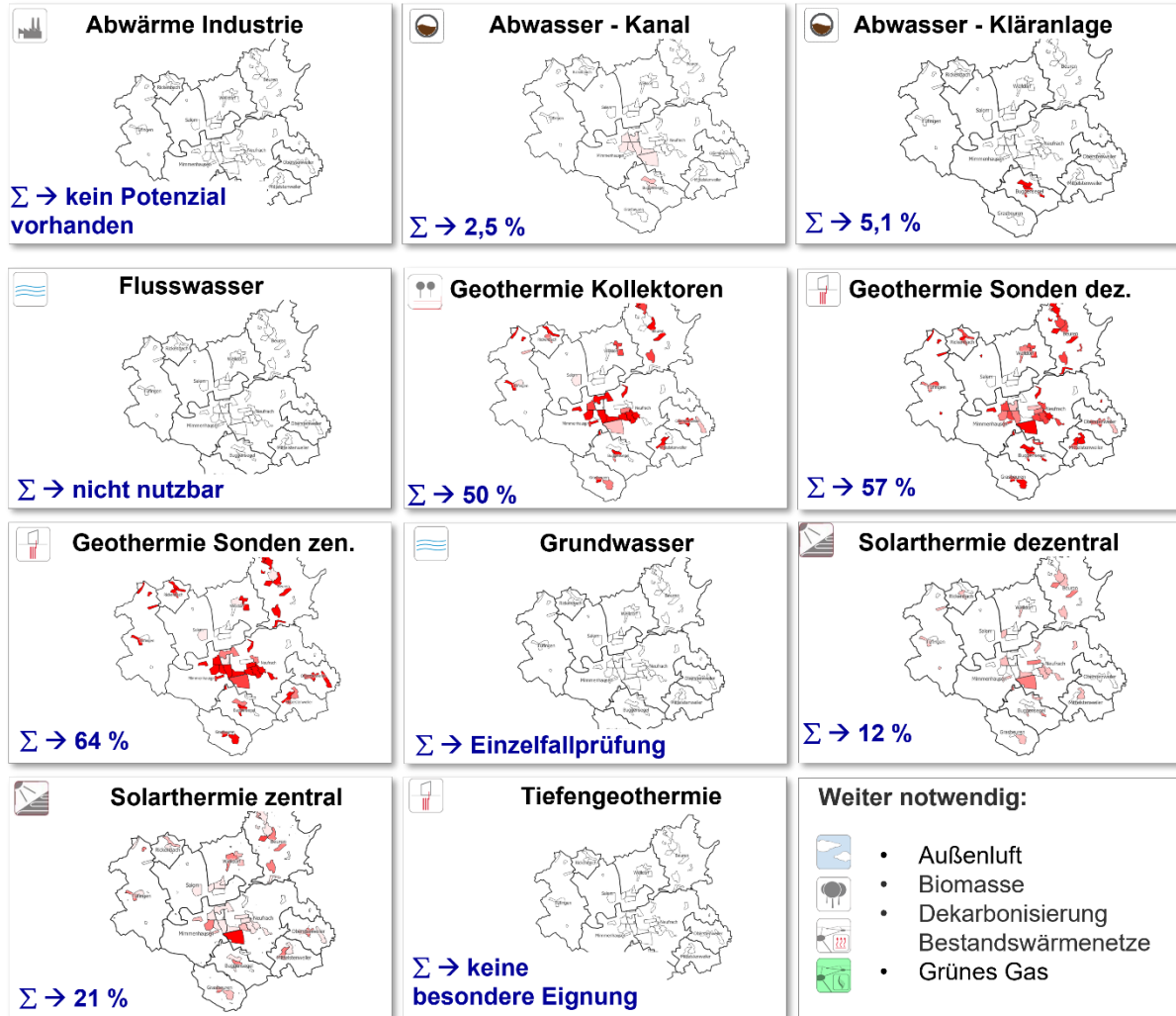


Abbildung 28: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme

## 6 Zielfoto

### 6.1 Ziele und Vorgehensweise

Für die kommunale Wärmeplanung gibt das Klimaschutzgesetz das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 vor. Gemäß Gesetzesbegründung bedeutet dies, dass durch die Wärmeversorgung, spätestens im Jahr 2040 keine Treibhausgas-Emissionen mehr verursacht werden dürfen. In dem Schritt der Zielfotoerstellung wird nun auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet, mit welchen Energieträgern und Versorgungssystemen eine klimaneutrale Wärmeversorgung erreicht werden kann.

Auf Clusterebene wird zunächst bewertet, welche Potenziale in welchem Umfang zur Verfügung stehen, welches Versorgungssystem aktuell vorhanden und potenziell möglich ist. Welches Versorgungssystem geeignet ist, ist abhängig von unterschiedlichen Kriterien. Grundsätzlich werden je Cluster die zur Verfügung stehenden Versorgungssysteme und Energiequellen mithilfe einer multikriteriellen Matrix bewertet. Die Priorisierung erfolgt in Abhängigkeit von den nachfolgenden Kriterien:

- Einzelpotenziale der Energieträger zur Bedarfsdeckung
- Erschließungsaufwand
- THG-Einsparpotenzial
- Wärmedichte
- Kühlbedarf im Cluster
- Flächenbedarf der Infrastruktur
- Hohe Temperatur in Gebäuden

Ausschlusskriterien für das Versorgungssystem Wärmenetz ist eine Wärmedichte  $< 300$  MWh/ha. Diese Größe wird ebenfalls im Leitfaden „Wärmenetze in Kommunen“ genannt.<sup>7</sup>

Nach der automatisierten Bepunktung und Ausgabe von Versorgungssystemen im Zielfoto erfolgt eine manuelle Prüfung jedes Clusters und ggf. eine Anpassung.

Bei der Definition der Versorgungssysteme ist dabei zu berücksichtigen, dass speziell bei der Empfehlung zu dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen denkbar und umsetzbar sind. Für die Erreichung der Klimaneutralität sind diese in der Regel als gleichwertig anzusetzen. So sind bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z.B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen für die Zielerreichung geeignet.

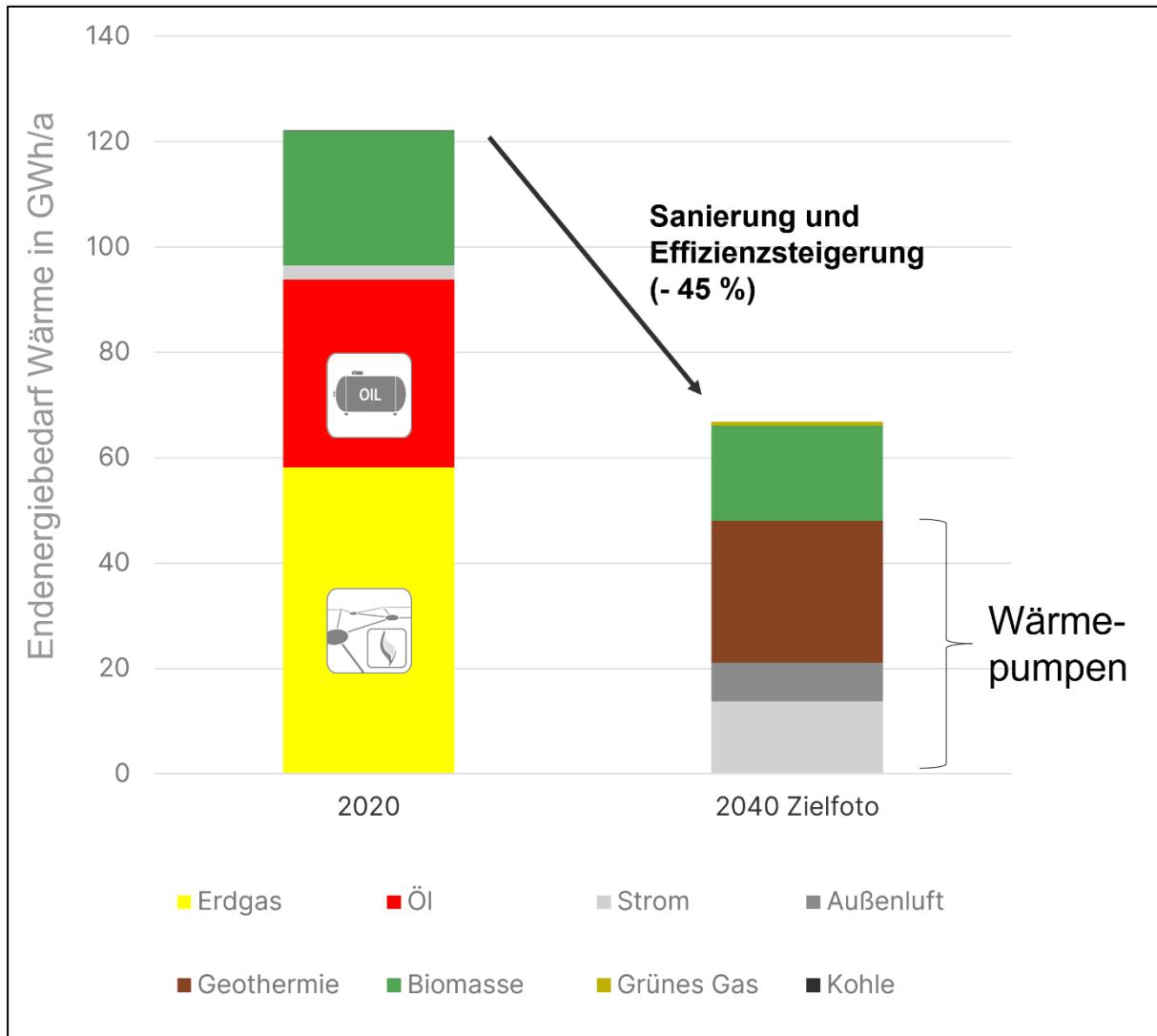
---

7

[https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:1325,AARTxNR:lfu\\_klima\\_00152,AARTxNODENR:351357,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG.AKATxNAME:StMUG.ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:1325,AARTxNR:lfu_klima_00152,AARTxNODENR:351357,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG.AKATxNAME:StMUG.ALLE:x)=X)

## 6.2 Zielfoto 2040

Das Zielfoto im Jahr 2040 zeigt die Energieträger und Versorgungssysteme, die im Jahr 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung ermöglichen. In nachfolgendem Diagramm ist die Entwicklung der Energieträger zur Wärmebedarfsdeckung zu sehen.



**Abbildung 29: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr**

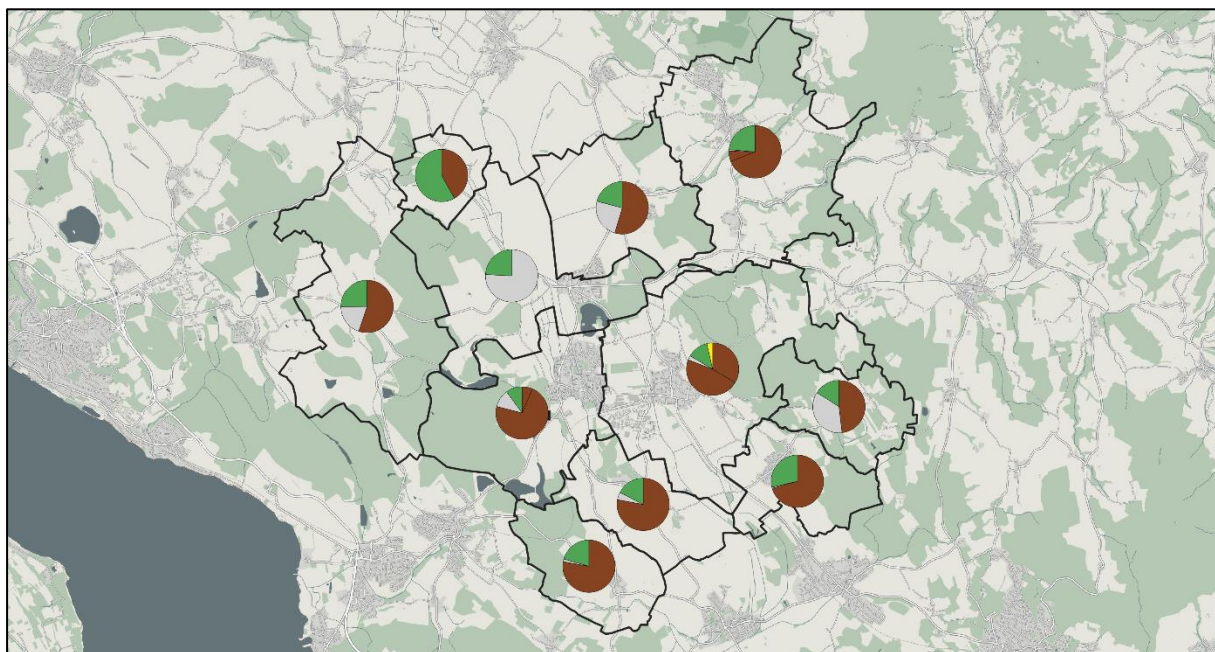
Abbildung 29 verdeutlicht, dass sich der Endenergiebedarf von knapp 122 GWh um ca. 45 % durch Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung reduziert. Die resultierenden 67 GWh werden zu 75 % durch Wärmepumpen erzeugt. Dabei ist die wesentliche Umwelt-Wärmequelle das Erdreich. Für die Geothermie sind sowohl dezentrale Sonden als auch zentrale Sondenfelder als Wärmequelle für die Wärmenetze angedacht. Eine weitere wichtige Wärmequelle stellt die Außenluft für das Zielfoto im Jahr 2040 dar. Die Nutzung von Außenluft als Wärmequelle ist grundsätzlich überall möglich und nicht an lokale Rahmenbedingungen



gebunden, solange die Schallemissionsgrenzen nicht überschritten werden und Aufstellorte für die Kühler vorhanden sind.

Biomasse und Grünes Gas bilden knapp 25 % der Wärmeversorgung des Zielfotos ab. Diese werden für die Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen als auch Anteilig für industrielle Prozesse mit einer Hochtemperaturanwendung berücksichtigt. Der Anteil des grünen Gases könnte grundsätzlich auch anteilig durch Biomasse ersetzt werden.

In Abbildung 30 sind die Teilorte sowie die zum Einsatz kommenden Energieträger aufgeführt.



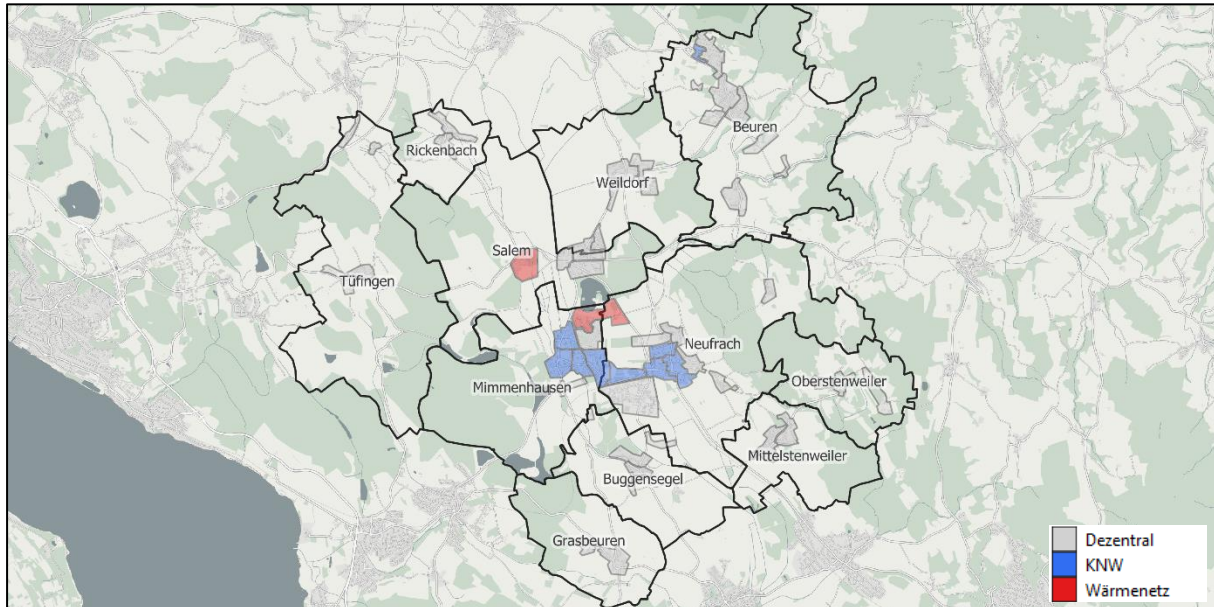
**Abbildung 30: Zielfoto 2040 Energieversorgung der Teilorte**

Entsprechend zu den Energieträgern werden auch die Versorgungssysteme ausgewiesen, die geeignet sind. Diese werden in nachfolgender Abbildung dargestellt. Dabei wird unterschieden zwischen dezentralen Versorgungssystemen, die die Wärme direkt im/am abnehmenden Gebäude erzeugen und zentralen Versorgungssystemen wie Wärmenetze. Bei den Wärmenetzen wird eine Differenzierung zwischen Wärmenetzen (verteilte Wärme direkt nutzbar) und kalten Wärmenetzen (dezentrale Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung) differenziert.

Die grundsätzlichen Cluster mit einer zentraler Versorgung im Jahr 2040 laut Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung sind mit der Gemeindeverwaltung abgestimmt.

Im Zielfoto werden 12 Cluster über zentrale Wärmenetze versorgt. 39 Cluster werden dezentral versorgt, die Wärmerezeugung erfolgt hier in den Gebäuden. Die Wärmemenge, die

über Wärmenetze im Jahr 2040 bereitgestellt werden soll, liegt bei etwa 20 GWh/a. Das entspricht einem Ausbau um den Faktor 10 gegenüber dem Status-Quo. Zugrunde liegt hier eine Anschlussquote von nahezu 100 % in den entsprechenden Clustern.



**Abbildung 31: Zielfoto 2040 Versorgungssysteme der Cluster**

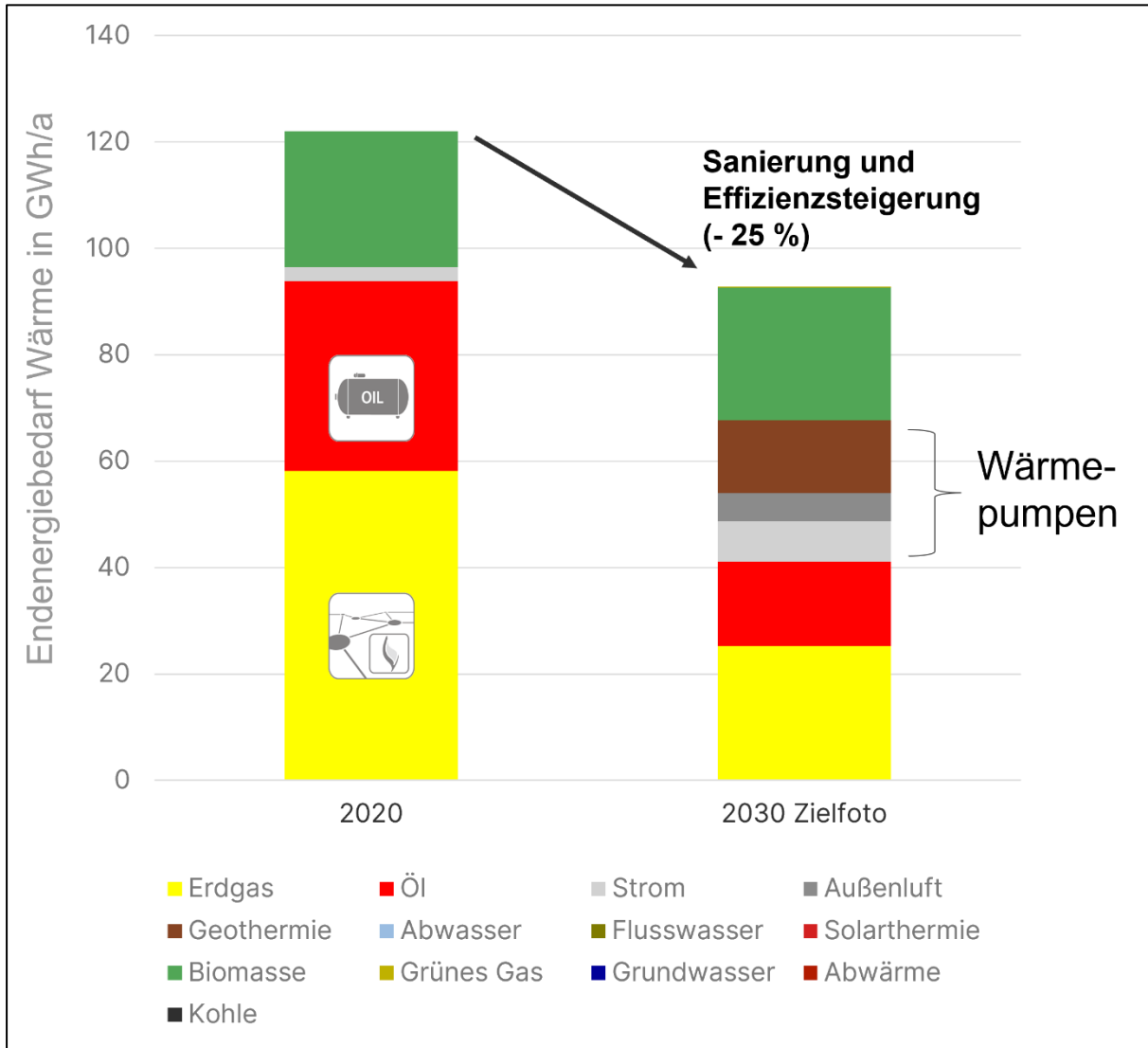
### 6.3 Zielfoto 2030

Im Jahr 2030 sehen wir im Vergleich zu 2040, dass die Sanierung und Effizienzsteigerung der Gebäude noch nicht so stark fortgeschritten ist und die Umstellung der Energieträger noch nicht in allen Gebieten erfolgt ist.

Die Priorisierung der Cluster, in denen zuerst eine Umstellung erfolgen soll, basiert auf den Baualtern der Wärmeerzeuger in den Gebäuden sowie der zukünftigen Versorgungsstruktur.

Cluster, in denen das durchschnittliche Alter der Erzeuger > 15 Jahre ist, werden bis 2030 priorisiert angegangen.

In nachfolgender Abbildung wird die Energieträgerverteilung 2030 dargestellt.



**Abbildung 32: Zielfoto 2030**

Der Wärmebedarf ist durch die angesetzte Sanierungsrate sowie der Effizienzsteigerung in der Industrie um ca. 25 % geringer als im Jahr 2020. Die fossilen Energien konnten um über die Hälfte reduziert werden.

## 7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog

### 7.1 Ziele und Vorgehensweise

Aufbauend auf dem Zielfoto-Entwurf werden eine übergeordnete Handlungsstrategie und konkrete Maßnahmen ausgearbeitet, die für die kommunale Verwaltung als Leitfaden für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in den nächsten Jahren dienen. Als zentrales Ergebnis werden konkret die fünf verpflichtenden Maßnahmen entwickelt, deren Umsetzung laut Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg in den nächsten fünf Jahren begonnen werden soll. Diese sind in Kapitel 7.5 ausformuliert.

Ergänzend werden in den nachfolgenden Kapiteln noch übergeordnete begleitende Maßnahmen beschrieben, die für einen erfolgreichen Transformationsprozess nach der erstmaligen Erstellung der kommunalen Wärmeplanung strukturell anzugehen sind. Diese sind in der sogenannten „Meta-Ebene“ angeordnet. Darüber hinaus werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung auch Wärmenetzeignungsgebiete und kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der Bestandssituation priorisiert zu betrachten sind.

Die Mindestanforderungen nach § 27 Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg beinhalten fünf Maßnahmen im Maßnahmenkatalog. Die Ausweitung des Maßnahmenkatalogs auf alle Cluster innerhalb der kommunalen Gemarkung wird als sinnvoll erachtet. Dies ist sinnvoll, um eine vollumfängliche Bewertungsgrundlage für die Fortschreibung der kommunalen Wärmewende-Strategie zu schaffen und Abhängigkeiten und Potenziale über die fünf Maßnahmenggebiete hinaus auch zukünftig dokumentiert und im Blick zu haben. In Kapitel 7.4 sind die Inhalte und Beispiele dieser Clustersteckbriefe beschrieben.

### 7.2 Maßnahmen auf Meta-Ebene

Um das Thema kommunale Wärmeplanung in der Kommune ausreichend berücksichtigen und etablieren zu können bedarf es entsprechender Personalressourcen und Haushaltsmittel. Zudem sollten klimaschutzrelevante Themen in der Kommune weiter zur Diskussion gebracht werden und notwendige Projekte mit externen und internen Partnern angeschoben werden.

Nachfolgend sind die Maßnahmenbereiche aufgeführt, die sich ergänzend zu den fünf verpflichteten Maßnahmen bei EGS-plan auf der Meta-Ebene ansiedeln. Darunter verstehen wir im Wesentlichen rahmenbildende, prozessuale Maßnahmen zur Verstetigung des Transformationsprozesses bei der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Kommunalverwaltung. Diese Prozesse sind auf einen längeren Zeitraum bis zur Vollendung der Wärmewende ausgerichtet. Zum Teil liegt dabei der Erfolg der späteren Umsetzung explizit nicht im direkten Wirk- und Entscheidungsbereich der Kommune.



Diese sind unter anderem folgende Ansätze:

#### **a) Schaffung von verwaltungsinternen Strukturen für die Fortschreibung der KWP**

- Ziel: Etablierung der KWP als fortlaufende Aufgabe der Kommunalverwaltung
- Maßnahmen:
  - Schaffung, Qualifizierung und Etablierung von Personalkapazitäten in der Verwaltung (Klärung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Befugnissen)
  - Organisation und Koordination der Fortschreibung der KWP
    - Aktualisierung von Daten
    - Berichtswesen – Monitoring und Reporting
    - Evaluation von Maßnahmen und Strategien
  - Einrichtung eines regelmäßigen verwaltungsinternen „Wärmewende-Meetings“ mit den beteiligten Fachabteilungen (Fachabteilungsübergreifende Planungsabstimmungen im Kontext der KWP)
  - Koordination eines jährlichen KWP-Workshops unter Beteiligung von Fachexperten aus dem Bereich Energie und Stadtplanung (u.a. die Bereiche Stadtplanung und -entwicklung, Umwelt- und Klimaschutz, Energie (inkl. Stadtwerke und Eigenbetriebe), Wohnungsbau, Gebäude- und Energiemanagement, Kämmerei sowie weitere Abteilungen und Bereiche der Kommune)

#### **b) Wärmeplanung als Teil der kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung**

- Ziel: Einzug der lokalen Wärmewendestrategie in die Fachplanungen der Kommune
- Maßnahmen:
  - Prüfung laufender und neuer städtischer Projekte im Kontext der Energieversorgung auf die Kompatibilität mit den Zielsetzungen der KWP
  - Formulierung von Textbausteinen als Vorlage für Bauleitplanung und Bebauungspläne
  - → Ausrichtung auf Rahmensetzung für Ziel der klimaneutralen Wärme
  - Ausweisung von Wärmenetz-Vorrang/Ausbau-Gebieten
  - Prüfung von kommunalrechtlichen Ansätzen wie Verbrennungsverbote und Anschluss- und Benutzungspflichten in Wärmenetz-Gebieten
  - „Fernwärmesatzung“, § 11 GemO BW
  - Satzungsrechtliches Verbrennungsverbot geregelt über z.B. B-Plan
  - Aufnahme der Anforderungen der KWP als verbindliche Elemente in städtebaulichen Kaufverträgen und Konzeptvergabeverfahren
  - Prüfung der Konzessionsverträge auf Zielkonflikte der KWP sowie Berücksichtigung von Klimaaspekten und KWP-Ergebnissen im Auswahlverfahren und bei der Neuausschreibung
  - Standortplanung: Ansiedlung von Gewerbe mit Abwärme-Potenzialen in Fernwärmegebieten und Verbrauchern mit Gasbedarf in Gasversorgungsgebieten
  - Transfer der kommunalen Wärmeplanungsergebnisse in die Regionalplanung (Flächensicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten)

### c) Kommunikationskonzept zur kommunalen Wärmeplanung

- Ziel: Fortlaufende Information und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger sowie weiteren kommunalen Stakeholdern zur Akzeptanzsteigerung bei der Umsetzung der KWP
- Maßnahmen:
  - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie für die relevanten Akteursgruppen
  - Durchführung von Infokampagnen und -veranstaltungen zu Ergebnissen sowie anstehenden Prozessen und Maßnahmen
  - Aufbau Wissenspool und Infozentren

### d) Beschleunigung der Gebäudesanierung

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Gebäudesanierungsmaßnahmen im privaten Bereich
- Maßnahmen:
  - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
  - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
  - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
  - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
  - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften
  - Identifikation von Schwerpunktgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
  - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z.B. GEG, PV-Pflicht-BW durch die zuständige Behörde

### e) Beschleunigung der Nutzung erneuerbarer Energien

- Ziel: Schaffung von Anreizen für die Nutzung erneuerbarer Energien an Gebäuden und auf Freiflächen
- Maßnahmen:
  - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich Strom und Wärme
  - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
  - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für den Ausbau fossiler Wärmeerzeugungsanlagen
  - Organisation von Marktplätzen für Freiflächen für Energieinfrastrukturen; z.B. Freiflächen-PV, Agri-PV für das Vernetzen von Flächenbesitzern und Flächensuchenden

#### **f) Beschleunigung der Energieeinsparung durch Effizienzmaßnahmen in der Anlagentechnik**

- Ziel: Schaffung von Anreizen für Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Nicht-Wohnungsbereich und im Bereich Prozesswärme
- Maßnahmen:
  - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Hebung von Effizienzpotenzialen
  - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
  - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen für Effizienzmaßnahmen in relevanten Industrien in der Kommune mit konkreten fachlichen Schwerpunkten
  - Organisation und Vernetzung von Akteuren innerhalb eines kommunalen Abwärme-Katasters

#### **g) Suffizienzstrategien für die Wärmewende im Wohnbereich**

- Ziel: Entwicklung von Strategien zur Suffizienzsteigerung im Bereich Wohnen = Wärmeeinsparung durch z.B. Optimiertes Nutzerverhalten oder Erhöhung der Wohnflächendichte pro Kopf
- Maßnahmen:
  - Ausarbeitung von Konzepten für die Umsetzung von mehr Suffizienz im Wohnbestand
  - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten mit Nutzerinformationssystemen (Ziel: Sensibilisierung und zeitnahe Information der Bewohner über Wärmeverbrauch)
  - Organisation, Förderung und Kommunikation von Konzepten zur Reduzierung der pro Kopf zur Verfügung stehenden – und damit auch zu beheizenden – Wohnfläche durch Wohnungsbelegungs- und -vermittlungsstrategien oder veränderte Flächennutzungskonzepte

### 7.3 Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden vielfältige Datengrundlagen und Ergebnisdarstellungen analysiert. Ein für den Transformationsprozess wichtiges Element ist die Ausweisung räumlich abgegrenzter Bereiche, die mittelfristig im Zuge des Transformationsprozesses priorisiert zu berücksichtigen sind. Die Betrachtung dieser Gebiete erfolgt über zwei Wertungsmethoden, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Mit der Analyse werden diese Wärmenetzeignungsgebiete und kommunalen Fokusgebiete identifiziert und für den weiteren Prozess sichtbar gemacht. Zusätzlich sind in dem vorliegenden Kapitel abschließend die Cluster aufgeführt, die auch perspektivisch mit grünen Gasen über die vorhandene Infrastruktur im Zielfoto versorgt werden.

#### 7.3.1 Wärmenetzeignungsgebiete

Zentrale Wärmeversorgungsinfrastrukturen können eine wichtige Rolle in einem klimaneutralen Versorgungssystem einnehmen. Wichtige Systemdienstleistungen können auf der Ebenen von Wärmenetzen und zentralen Wärmeereugungen für ein zukunftsfähiges Energiesystem besser zur Verfügung gestellt werden. Unter anderem sind diese laut (Peters, Steidle, & Böhnisch, 2020):

- Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung zentral erschließbarer erneuerbarer Energien
- Bedarfsgerechter, stromnetzgeführter Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Groß-Wärmepumpen in Heizzentralen
- Erhöhung der Effizienz im Energiesystem durch die Möglichkeit zentrale Abwärmequellen zu nutzen
- Flexibilitätsgewinne durch Einbindung großer thermischer Speicher

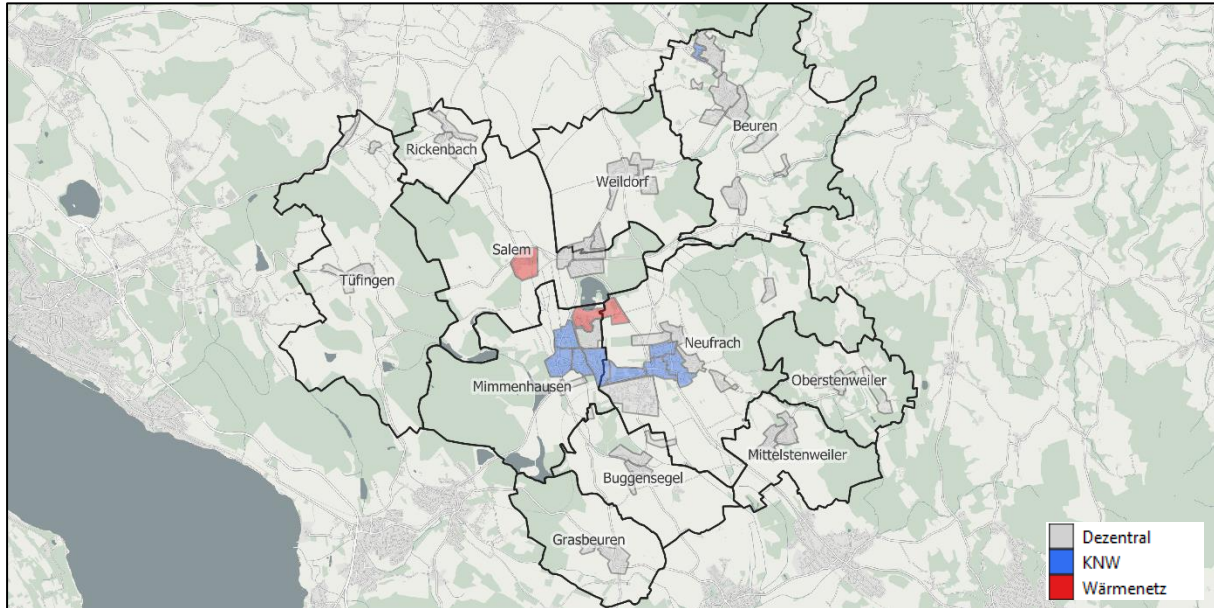
Wärmenetze können dabei unterschieden werden in Wärmenetze mit einem Temperaturniveau, die nutzbare Wärme liefern und kalten Wärmenetzen, die als Wärmequelle für dezentrale Wärmepumpen in Gebäuden dienen.

Für die Ausweisung der Wärmenetzeignungsgebiete werden unter anderem folgende Aspekte berücksichtigt:

- Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte im Cluster
- Verfügbarkeit von Energieträgern und Umweltwärmequellen für eine zentrale Wärmebereitstellung
- Vorhandensein bestehender Wärmenetze

In Abbildung 33 sind die Wärmenetzeignungsgebiete dargestellt, die im Zielfoto enthalten sind. Auf Basis dieser Ausarbeitung können, wie in Kapitel 7.2 beschrieben, Wärmenetzeausbauggebiete und -vorranggebiete definiert werden.





**Abbildung 33: Clusterkarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielfoto**

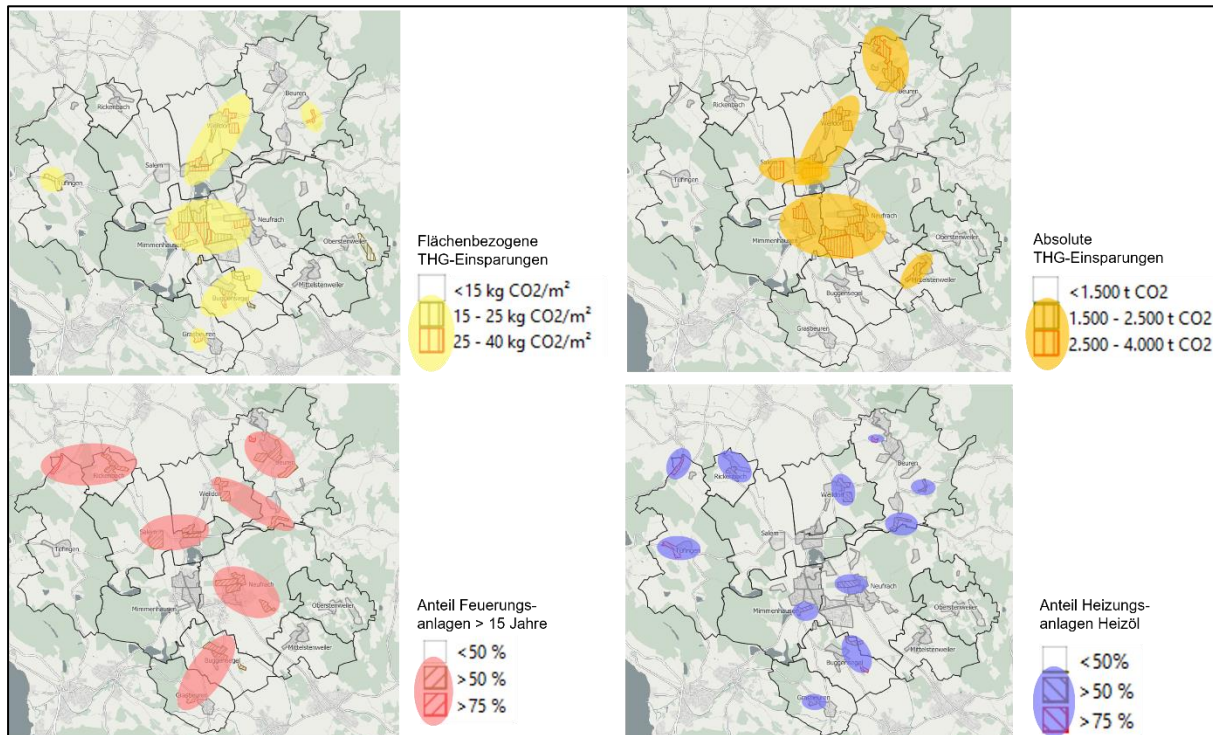
### 7.3.2 Kommunale Fokusgebiete

In Ergänzung zu den Wärmenetzgebieten werden kommunale Fokusgebiete definiert, die aufgrund der aktuellen Situation einem besonderen Handlungsdruck im Zuge des anstehenden Transformationsprozesses im Bereich Wärme unterliegen.

Um diese Fokusgebiete zu identifizieren, werden für den Transformationsprozess relevante Aspekte näher betrachtet. Im Rahmen einer manuellen Analyse werden alle Cluster im Kommunalgebiet hinsichtlich der nachfolgenden Kriterien aufbereitet und bewertet.

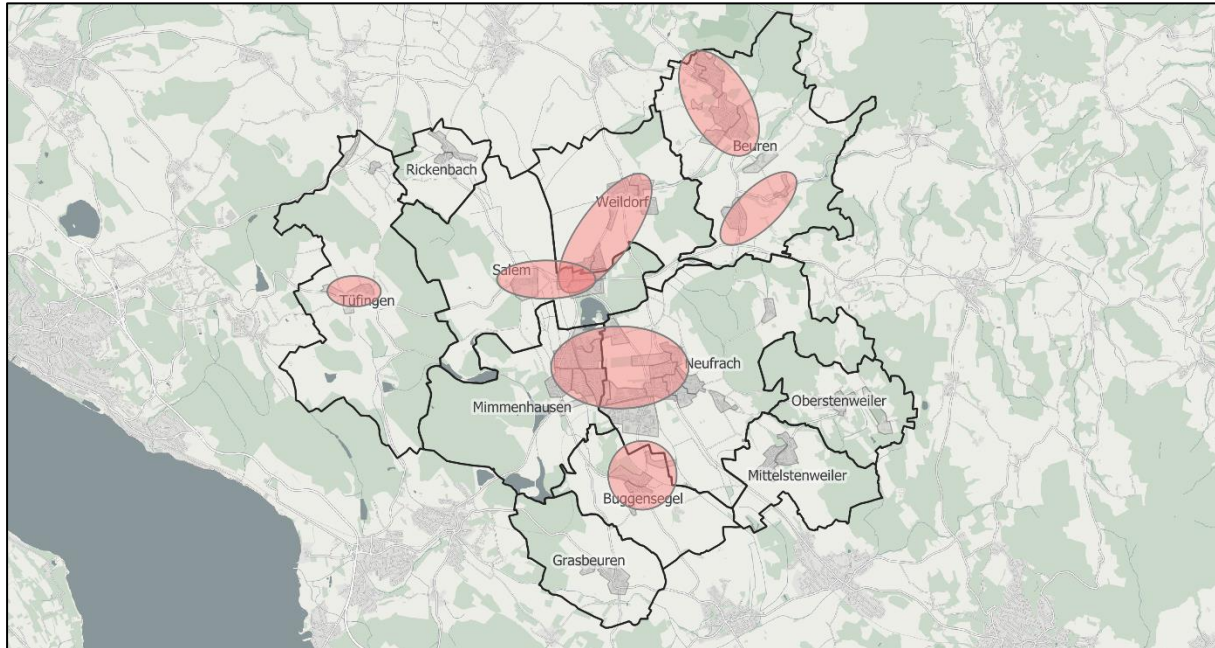
- **Alter der Heizungen im Cluster**  
Bei Heizungen steht in der Regel nach 20 Jahren eine Erneuerung an. Bei einem hohen Anteil älterer Heizungsanlagen im Cluster besteht daher ein erhöhter Handlungsdruck bezüglich einer Entscheidung für ein neues Heizungssystem.
- **Anteil Ölheizungen im Cluster**  
Fossile Energieträger sind für eine klimaneutrale Wärmeversorgung nicht geeignet. Speziell Ölheizungen sind daher konsequent und prioritär umzustellen auf klimaneutrale Wärmesysteme. Ein hoher Anteil von Ölheizungen wird daher als Kriterium erachtet, um einen definitiven Bedarf zur Umstellung der Wärmeerzeugungsanlage zu bestimmen zu können.
- **Absolute und flächenspezifische THG-Einsparpotenziale**  
Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist die Minimierung von Treibhausgasemissionen. Ausgehend von den Ergebnissen der Bestandsanalyse und des Zielfotos werden die Cluster mit relativ hohen Emissionen sowie Einsparpotenzialen identifiziert und als priorisierende Bereiche für die Transformation der Wärmeversorgung ausgewiesen.

In Abbildung 34 sind die oben aufgeführten Kriterien in räumlicher Darstellung auf die Cluster in der Kommune angewendet. Durch Überlagerung der Informationen aus den einzelnen Karten können die kommunalen Fokusgebiete mit besonderer Relevanz und Handlungsbedarf im Kontext des anstehenden Transformationsprozesses identifiziert werden. Die resultierenden kommunalen Fokusgebiete sind in Abbildung 35 dargestellt.



**Abbildung 34: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete**

Für die in Abbildung 35 herausgearbeiteten Fokusgebieten sind geeignete Verfahren und Maßnahmen zu entwickeln, die aufzeigen sollen, wie eine Unterstützung beim anstehenden Transformationsprozesse erfolgen kann. Neben der Berücksichtigung der Fokusgebiete bei den verpflichtenden Maßnahmen in Kapitel 7.5 ergibt sich auch die Möglichkeit hierfür Folgeprojekte wie Stadtanierungskonzepte im Rahmen des KfW-Programms 432 oder auch Machbarkeitsstudien im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) abzuleiten.



**Abbildung 35: Kommunale Fokusgebiete**

### 7.3.3 Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf

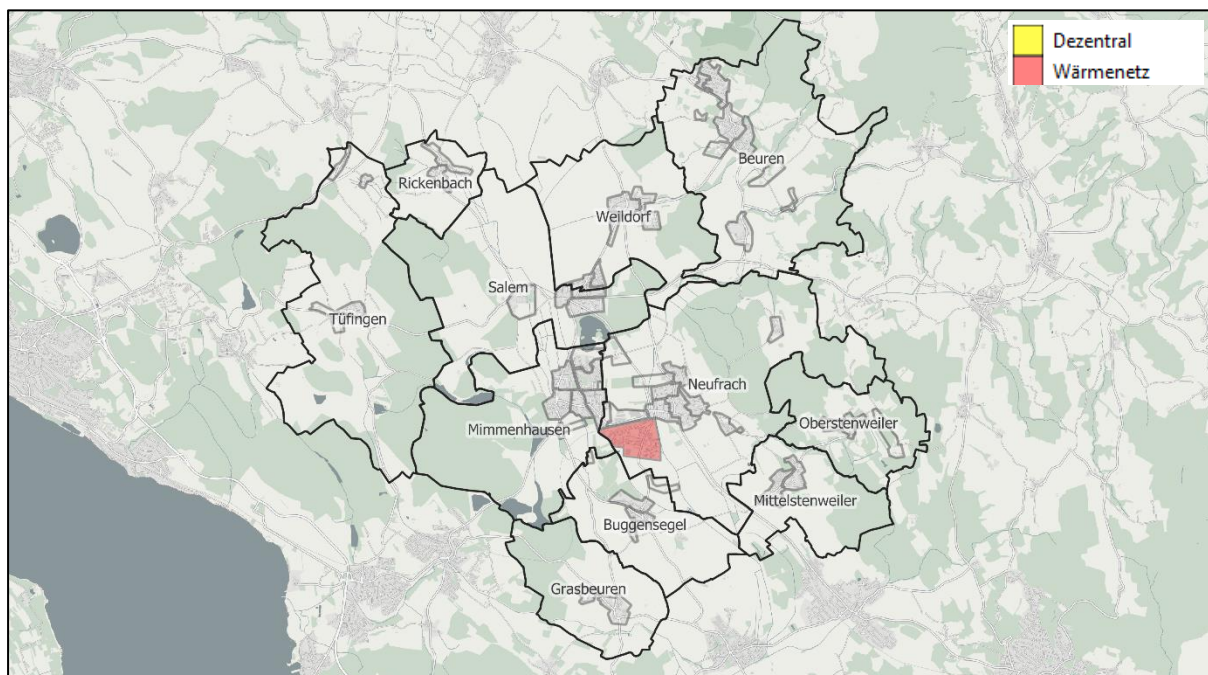
Bei der kommunalen Wärmeplanung stellt sich regelmäßig die Frage, in welcher Form die Gasnetzinfrastruktur im Zieljahr genutzt werden soll. Von Aussagen zur Stilllegung oder dem Rückbau von Gasnetzen wird hierbei abgesehen, da die mittelfristige Entwicklung der vorgelagerten Energieinfrastruktur in Deutschland aktuell einer starken, nicht klar prognostizierbaren Dynamik unterliegt.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung liegt der Schwerpunkt daher auf die Ausweisung der Cluster, die im Zielfoto mit grünen Gasen anteilig die Wärme bereitstellen. Die Methodik zur Bestimmung dieser Cluster ist in Kapitel 5.3.13.3 beschrieben. Die resultierenden Cluster sind in Abbildung 36 dargestellt.

Bei den Clustern mit Gasbedarf ist zu berücksichtigen, dass hier sowohl Cluster mit dezentralen Heizungsanlagen auf Gebäudeebene als auch Cluster mit Wärmenetzen enthalten sein können. Bei den Clustern mit Wärmenetzen findet die Nutzung der grünen Gase nicht im Versorgungsgebiet, sondern am Ort der Wärmebereitstellung an den potenziellen Heizzentralen-Standorten statt.

Insgesamt werden im Zielfoto noch 1.000 MWh/a an Wärme durch grüne Gase bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Endenergiebedarf Wärme von rund 1,5 %. Im Vergleich zum Gasverbrauch im Basisjahr reduziert sich die Menge an Gasen zur Wärmebereitstellung um rund 58.000 MWh/a, was einem Rückgang um 98 % entspricht.





**Abbildung 36: Cluster mit Gasbedarf im Zielfoto**



## 7.4 Clustersteckbriefe

Für die abschließende Dokumentation der kommunalen Wärmeplanung wird für jedes Cluster ein Steckbrief erstellt. Die Clustersteckbriefe sind der Anlage zum Abschlussbericht zusammengeführt und beinhalten die grundlegenden Informationen aus der kommunalen Wärmeplanung auf Clusterebene.

Die Struktur und Inhalt der Clustersteckbriefe orientieren sich dabei an den Arbeitsphasen der KWP. Im oberen Teil sind Informationen aus der Bestandsanalyse aufgelistet, die wesentlichen Kennzahlen, Nutzungsinformationen und einen Kartenausschnitt enthalten. Ergänzt um die Energie- und Treibhausgasbilanz sind alle wesentlichen Daten zur Beschreibung der Ausgangssituation prägnant enthalten.

Der Abschnitt "Potenziale" zeigt die angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs im Cluster auf und informiert über die ermittelten Potenziale zur Bedarfsdeckung im Zieljahr, die vor Ort am Cluster vorliegen.

Die abschließende Rubrik „Zielfoto“ bildet die Ergebnisse zum empfohlenen Versorgungssystem und Energieträgereinsatz ab. Hierbei sind zwei Versorgungsoptionen aufgeführt. Die Versorgungsoption 1 ist die Grundlage für das Zielfoto. Die Summe der Versorgungsoptionen der Kategorie 1 aller Cluster ergibt das Zielfoto, wie es in Abbildung 29 dargestellt ist. Ergänzend ist eine Versorgungsoption 2 aufgeführt, die ebenfalls zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Cluster geeignet wäre. Dies soll den Charakter der Zielfoto-Empfehlung unterstreichen und die weiteren optionalen Lösungsansätze benennen.

Bei der Nennung der Versorgungsoptionen ist dabei zu berücksichtigen, dass für die Erreichung der Klimaneutralität im Bereich Wärme speziell bei der Empfehlung von dezentralen Wärmepumpen auch alternative Wärmequellen als nahezu gleichwertig einzustufen sind. So können bei einer Empfehlung für dezentrale Erdwärme-Wärmepumpen auch grundsätzlich Wärmepumpen mit z.B. Umweltwärmequelle Außenluft, Grundwasser oder Eisspeicher-Systemen zum Einsatz kommen.

Die Clustersteckbriefe dienen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung als wichtige Dokumentation, um für Anfragen aus Verwaltungsbereichen und der Öffentlichkeit zielgerichtet Informationen bereitstellen zu können. So lassen sich andere kommunale Themen mit den Inhalten und Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung effizient und einfach abgleichen und ggf. kommunale Fragestellungen darauf basierend anpassen.

Auf nachfolgender Abbildung wird exemplarisch ein Clustersteckbrief dargestellt.

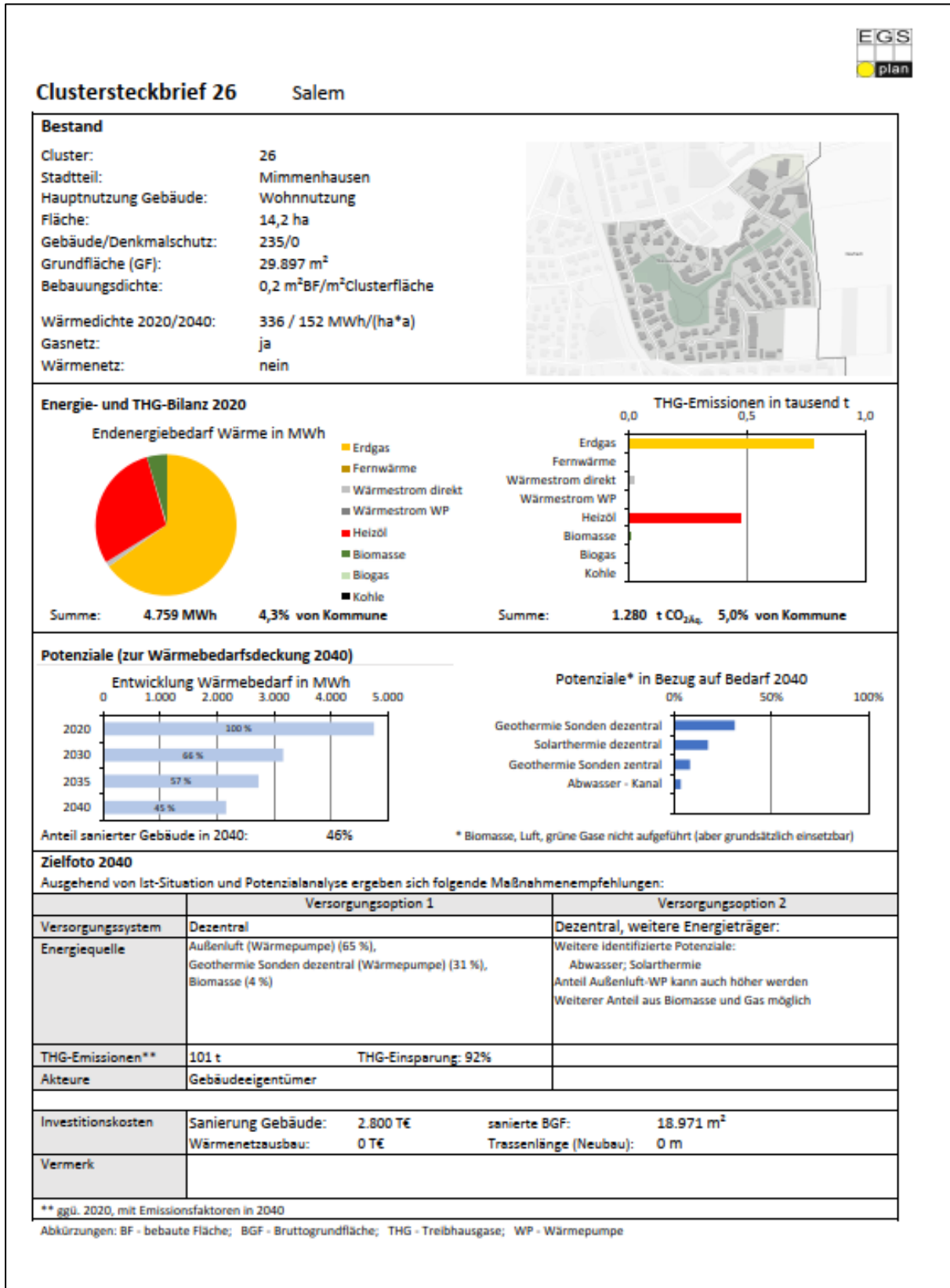


Abbildung 37: Beispiel Clustersteckbrief

## 7.5 Fünf Maßnahmen gemäß Klimaschutzgesetz

Im § 27 des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg ist die Verpflichtung zur Benennung von fünf Maßnahmen festgeschrieben: „Es sind mindestens fünf Maßnahmen zu benennen, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung folgenden fünf Jahre begonnen werden soll.“

Die Maßnahmen sind aus der Analyse des Zielfotos und in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung sowie den lokalen Akteuren entwickelt worden.

Es wurden auf Basis des Status Quo sowie des Zielfotos Vorschläge für Maßnahmen gemacht, die für die Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung notwendig sind.

Die Maßnahmen wurden in unterschiedliche Bearbeitungstiefen unterteilt,

- **Strategische Vertiefungen auf Kommunalebene**
- **Machbarkeitsstudien in Vorbereitung zur Umsetzungsförderung**
- **Umsetzungsorientierte Maßnahmen**

Diese Maßnahmen wurden dann mithilfe von folgenden Kriterien qualitativ bewertet:

- Kosten für Durchführung
- THG-Einsparung (CO<sub>2</sub>-Äq.)
- Synergien mit anderen Planungen der Kommunalverwaltung
- Beitrag für 100% klimaneutrale Versorgung
- Akteursbereitschaft zur Mitwirkung
- Reifegrad bis zur Umsetzung
- Mehrwert über Wärmesektor hinaus
- Projekterfolg steuerbar durch Kommunalverwaltung

Im Anschluss wurden die Maßnahmen mit dem Projektteam, der Gemeindeverwaltung sowie den Energieunternehmen durchgesprochen und gemeinsam die Entscheidung für fünf Maßnahmen getroffen.

In den nachfolgenden Abschnitten sind die finalen fünf Maßnahmen in Steckbriefen beschrieben. Die Steckbriefe weisen dabei eine einheitliche Struktur auf und beinhalten folgende Elemente:

- Beschreibung Ist-Situation
- Einordnung in Zielfoto der KWP
- Konkrete Auflistung der Leistungsbausteine
- THG-Einsparpotenzial
- Angaben zu den Akteuren
- Grober Zeitplan
- Kostenübersicht

## 7.5.1 Stromnetzcheck

### Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Stromnetz ist heute hauptsächlich durch den Strombezug für Produktionsprozesse bei Großverbrauchern und Gewerbe sowie den Nutzerstrom in Haushalten belastet. Zusätzlich speisen dezentrale Stromerzeugungsanlagen wie Photovoltaikanlagen und KWK-Anlagen in das kommunale Netz ein. Heutige Netzkomponenten wie die Stromleitungen, Umspannwerke und Netzkoppelstellen sind für diesen Betriebsfall ausgelegt. In der Gemeinde Salem sind folgende Parameter im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst:

- Aktueller Strombedarf (gesamt): ca. 49 GWh/a
- PV-Anlagen: ca. 14 MWp

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung und damit ein starker Ausbau von Wärmepumpen.

Ein Stromnetzcheck soll konkret prüfen, ob das lokale Stromnetz für die steigenden Anforderungen durch die Transformation des Wärmesystems, dezentraler Erzeugungsanlagen und Elektromobilität gerüstet ist.

### Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Für das Ziel der Dekarbonisierung aller Verbrauchssektoren wird zukünftig eine signifikante Zunahme des Stroms für Wärmepumpen, Elektromobilität und Power-to-X-Anwendungen erwartet. Zusätzlich bedeuten die politischen Klimaziele ein Ausbau der vorhandenen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten um den Faktor 5.

Das kommunale Zielfoto prognostiziert einen steigenden Strombedarf allein durch die Versorgung mit Wärmepumpen um ca. 14.000 MWh (+ 28 % gegenüber Status-Quo).

Der Stromnetzcheck soll die Eignung der einzelnen Netzkomponenten und deren Zusammenwirken für die beschriebenen zukünftigen Betriebszustände bewerten. Neben einer Simulation dieser Betriebszustände beinhaltet der Check auch die konkrete Ableitung von Maßnahmen, welche frühzeitig ergriffen werden müssen, um zukünftig einen sicheren Netzbetrieb gewährleisten zu können.

### Inhalte des Stromnetzchecks

1. Analyse Bestands-Stromnetz
  - a. Analyse der aktuellen Stromnetzinfrastruktur
  - b. Netzsimulation zur Bewertung der Kapazitätsauslastung einzelner Netzkomponenten
  - c. Identifikation kritischer Netzelemente für Status-Quo
2. Analyse Stromnetz für Zukunfts-Szenario
  - a. Entwicklung von Szenarien mit erhöhtem Strombedarf durch Wärmepumpen und Elektromobilität
  - b. Netzsimulation zur Bewertung der zukünftigen Kapazitätsauslastung einzelner Netzkomponenten
  - c. Identifikation kritischer Netzelemente für Zukunfts-Szenario



3. Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen für Stromnetz
  - a. Definition allgemeiner Anforderungen an zukunftsfähige Stromnetze
  - b. Entwicklung von Betriebsstrategien für Netzinfrastruktur
    - i. u.a. Einsatz von Flexibilitäten
  - c. Entwicklung von Betriebsstrategien für Verbrauchs- und Erzeugungseinheiten (u.a. Demand Side Management (DSM))
  - d. Identifikation von Ertüchtigungsbedarf für Netzkomponenten
4. Bewertung von Anforderungen und Schnittstellen zum vorgelagerten Übertragungsnetz
5. Entwicklung einer Anpassungsstrategie mit Zeitplan
6. Dokumentation und Berichterstellung

### Gepante THG-Einsparung

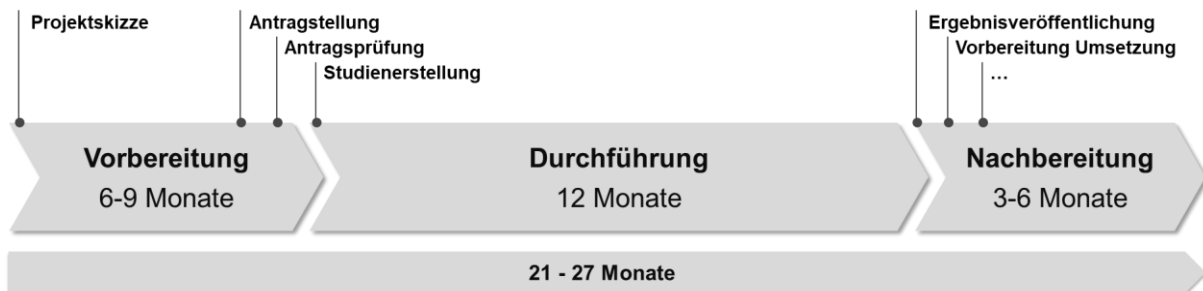
Ein versorgungssicheres Stromnetz ist die Grundlage für den anvisierten Ausbau der Wärmepumpen. Durch den Stromnetzcheck werden keine direkten THG-Einsparungen erzielt.

### Akteure

Die Seeallianz KG hält das Stromverteilnetz in der Gemeinde Salem. Netze BW ist Pächter der Infrastruktur und für den Betrieb, die laufende Instandhaltung, Inspektion und Wartung zuständig. Die Zuständigkeit der Netzgesellschaft Seeallianz beschränkt sich auf Neuinvestitionen und Ersatzinvestitionen. Die Seeallianz als auch die Netze BW nehmen eine zentrale Rolle bei der Koordination und Begleitung der Studie ein. Der Stromnetzcheck ist durch Gutachter mit entsprechender Fachexpertise zu erstellen. Die Ergebnisse sind in enger Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung zu erarbeiten.

### Zeitplanung

Die Machbarkeitsstudie erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie begonnen werden.



### Kosten

Für die Durchführung des Stromnetzchecks werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen. Fördermittel in Höhe von 50 % können gegebenenfalls im Rahmen von Vorreiterkonzepten der Kommunalrichtlinie gefördert werden.

## 7.5.2 Erschließung Potenzial dez. Erdwärmesonden

### Kurzbeschreibung der Ist-Situation

In der Gemeinde Salem wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein hohes geothermisches Potenzial mittels dezentralen Erdwärmesonden nachgewiesen. Aktuell ist der Anteil der zum Einsatz kommenden Erdwärmesonden nach dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) in Salem gering. Einschränkungen zur Nutzung des Potenzials bilden Wasser- und Quellschutzgebiete in den Ortschaften Mimmehausen, Neufrach und Weildorf. 39 der 51 Cluster befinden sich jedoch außerhalb der Schutzgebiete und sind grundsätzlich für eine Erdwärmenutzung geeignet. Die Bohrtiefenbegrenzung liegt nach Auskunft des ISONG zwischen 50 - 400 m wobei nur in Tüfingen und Weildorf die Bohrtiefe auf 50-100 m begrenzt wird.

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung und damit einen starken Ausbau von Wärmepumpen. Das Erdreich ist eine der effizientesten Umweltwärmequelle in Kombination mit einer Wärmepumpe.

### Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielfoto für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 spielt die dezentrale Erdwärmenutzung mittels Sonden eine zentrale Rolle. Der Wärmebedarf im Jahr 2040 wird zu 33 % über dezentrale Erdwärmesonden gedeckt, dies entspricht einer Wärmebereitstellung von rund 21 GWh/a.

Um den privaten Immobilieneigentümer die Erschließung des Erdwärme-Potenzials möglichst wirtschaftlich attraktiv und effizient zu gestalten, soll ein anreizstiftender Organisationsrahmen durch die Kommunalverwaltung geschaffen werden. Die Hürde der Immobilieneigentümer zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung mittels dezentralen Erdwärmesonden soll so gering wie möglich gehalten werden.

### Inhalte des Organisationsrahmens zur Erschließung des Potenzials an dezentralen Erdwärmesonden

1. Detailanalyse der Erdwärmepotenziale
  - a. Analyse der geologischen Rahmenbedingungen
  - b. Konzeption von technischen Maßnahmen zur Erschließung der Erdwärme
  - c. Analyse der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen
  - d. Aufbereitung der Ergebnisse in Informationsbroschüren
2. Aufzeigen von Eignungsgebieten in der Gemeinde Salem auf Basis der kommunalen Wärmeplanung
3. Entwicklung Kommunikations- und Informationskonzept
  - a. Akteursanalyse
  - b. Maßnahmen für Informationsbereitstellung (u.a. Veranstaltungen, Broschüren)
  - c. Auflistung ausführender Firmen
4. Vorabstimmung zu Rahmenverträgen mit den ausführenden Firmen
  - a. Attraktive Konditionen für Gebäudeeigentümer
  - b. Erhöhung der Verfügbarkeit von Planern und ausführenden Unternehmen

- c. Planungssicherheit bei den ausführenden Firmen
- 5. Zentrale Koordination des Erschließungs-Prozesses
  - a. Aufbau einer Web-Plattform als Marktplatz für Interessierte und ausführende Unternehmen
  - b. Bündelung der Maßnahmen und Angebote
  - c. Schnittstelle zwischen Immobilieneigentümer und ausführenden Firmen bilden
  - d. Betrieb der Plattform und Koordination des Gesamtprozesses

### **Geplante THG-Einsparung**

Bei einer vollständigen Erschließung des Potentials an dezentralen Erdwärmesonden in der Gemeinde Salem werden THG-Einsparungen in Höhe von rund 10.000 t CO<sub>2</sub> erzielt. Dies entspricht einer Einsparung von etwa 40 % im Zieljahr in Bezug auf den Status Quo. Die Emissionen, die noch bestehen resultieren lediglich aus dem Netzstrom für den Betrieb der Wärmepumpen.

### **Akteure**

Die Erarbeitung des Organisationsrahmens erfolgt durch die kommunale Verwaltung in enger Zusammenarbeit mit Planern und den ausführenden Unternehmen (z.B. Bohrfirmen). Für die Schaffung des Organisationsrahmens ist ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich der Kommunikation und der oberflächennahen Geothermie notwendig.

### **Zeitplanung**

Die Entwicklung des Organisationsrahmens erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 6 Monaten. Über einen Zeitraum von zunächst etwa 5 Jahren soll der Organisationsrahmen den privaten Immobilieneigentümer die Erschließung des Potentials an dezentralen Erdwärmesonden erleichtern und eine wirtschaftlich attraktive Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung bieten.

### **Kosten**

Für die Schaffung des Organisationsrahmens werden die laufenden Kosten über die Projektzeit von 5 Jahren auf 100 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten werden überwiegend in Form von Personalkosten innerhalb der Stadtverwaltung und für externe Dienstleistungen (Kommunikationsagentur) anfallen.

### 7.5.3 Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung

#### Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im Bezugsjahr der Datenerfassung beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung rund 120 GWh. Der Großteil von über 60 % entfällt dabei auf die Wohnnutzung. Der restliche Verbrauch verteilt sich nahezu gleichmäßig auf die Sektoren GHD, Mischnutzung, Gesundheit und Bäder sowie Industrie. Die Liegenschaften in kommunaler Hand verursachen rund 2,5 % des Endenergieverbrauchs

#### Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Das Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E) ist mit rund 50 GWh quantifiziert. Dies entspricht einer Senkung des jährlichen Wärmebedarfs um etwa 43 %, die bis zum Jahr 2040 erreicht sein soll. Rund 41 GWh/a werden im Zielfoto durch die Verbesserung der Gebäudehülle erreicht. Dies entspricht einer Sanierungsquote von 2 %/a auf das Niveau eines Effizienzhauses 70. Weitere 7 GWh/a sind durch die Verbesserung der Prozesseffizienz im Bereich GHD und Industrie angesetzt

#### Inhalte:

1. **Ausarbeitung eines Gesamtkonzept S&E** für den Gebäudebestand, z.B. mit:
  - Fragestellungen
    - Wie und wo könnten 43 % Einsparung bis 2040 realisiert werden?
    - Wie können die Gebäudeeigentümer:innen erreicht und überzeugt werden? Welche Kommunikationskanäle sind dafür zielführend?
    - Welche Maßnahmen, Ressourcen und Kooperationen sind nötig?
    - Wie können Dynamiken bei den Akteur:innen entfaltet und sich verstärkende Prozesse ausgelöst werden?
  - Auszuwertende und zu erarbeitende Grundlagen
    - Genauere, räumliche Feststellung der Effizienzpotenziale anhand der präzisen Datengrundlage der KWP (z.B. auf Baublockebene)
    - Ausarbeiten einer Priorisierung von Clustern und Quartieren für die Erschließung der kurz- und mittelfristigen Effizienzpotenziale
    - Einschätzung der benötigten Kapazitäten im Handwerk, bei Energieberatung und zur Finanzierung (mit Fördermöglichkeiten)
    - Identifikation der Handlungsfelder der verschiedenen Akteur:innen, sowie Darstellung möglicher Synergien durch Koordinations- und Kooperationssysteme zwischen Akteur:innen
  - Umsetzung
    - Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie im Kontext der Gebäudesanierung bzgl. Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben
    - Bereitstellung von Informationsmaterial und Organisation von Informationskampagnen in Kooperation mit den Energieagenturen
    - Qualifizierungskonzept für lokales Handwerk und Energieberater
    - Prüfung von kommunalen Förderprogrammen
    - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand durch forcierte Sanierung der eigenen Liegenschaften



- Identifikation von Schwerpunkt-/Fokusgebieten, Initiierung kollektiver Sanierungsmaßnahmen bei ähnlichen Gebäudetypologien → Ableitung von Quartierskonzepten, Aufgabe für kommunalen Sanierungsmanager
  - Kontrolle der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nach z.B. GEG, PV-Pflicht-BW durch die zuständige Behörde
2. Weiterführen bzw. ausweiten des kommunalen **Sanierungsmanagements**, entsprechend den Zielsetzungen des Gesamtkonzepts S&E (s.u.)
3. **Kommunikation des Gesamtkonzepts S&E** und Koordination mit beteiligten Akteur:innen:
- Aktive & passive Informationsangebote für Gebäudeeigentümer:innen (gesamte städtische Reichweite nutzen), insbesondere auch anhand von *Sanierungsanlässen* (z.B. Heizungstausch), entsprechend [IFEU-Studie](#)
  - Aufbau neuer Informations- und Beteiligungsangebote (z.B. in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Bodenseekreis)
  - Ausbilden von Multiplikator:innen und Bürgerschaftsgruppen /-experten, die das Thema anders zu den Menschen bringen und diese motivieren
  - Digitale Formate aufbauen (u.a.), → Inhalte jederzeit, überall, kostenlos, verfügbar (z.B. Info-Videos, Webinar-Aufzeichnungen, FAQs, u.ä.)
  - Diskurs gestalten, z.B. mit Kampagne über Ressourceneffizienz: „Wasserstoff für unsere Industrie sichern! Jedes Gebäude in LB wird Niedertemperatur-ready!“
  - Strategischen Austausch mit Handwerk und Energieberatung etablieren z.B. im Rahmen eines Qualitätsnetzwerk Bau:
    - Aus- und Weiterbildung von Fachkräften
    - Sanierungsstandard
    - Energieeffizienz-Anforderungen zur Versorgung mit Erneuerbaren Energien (vom Einzelhaus bis Gesamtsystem)

### **Geplante THG-Einsparung**

Durch die Sanierung der Gebäudehülle und Effizienzsteigerung in Industrie und Gewerbe ist Stand Heute eine Einsparung von ca. 10.000 t möglich. Die Maßnahme selbst ist nicht mit einer THG-Einsparung verbunden, ist aber als Voraussetzung für eine breite Umsetzung von Sanierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen zu verstehen.

### **Akteure**

Zentrale Akteur:in für die Entwicklung des Konzepts ist die Kommunalverwaltung. Ggf. ist eine fachliche Zuarbeit durch eine Kommunikationsagentur erforderlich. Ziel ist ein maßgeschneidertes Konzept für die entsprechenden Zielgruppen zu erarbeiten. Wichtige Multiplikatoren für die spätere Umsetzung sind Gebäudeeigentümer:innen (Privatpersonen,

WEGs, gewerbliche, kommunal,...) sowie Handwerk & Energieberatung. Diese sind im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung mit einzubinden.

### **Zeitplanung**

Die Entwicklung des Kommunikationskonzepts erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 6 Monaten. Die Durchführung der Position 2,3 und 4 sind stetige Aufgaben und dauerhaft zu verfolgen.

### **Kosten**

Für die Entwicklung und Durchführung des Konzepts werden Honorarkosten in Höhe von rund 50 T€ (netto) geschätzt. Die Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.

## 7.5.4 BEW Studie Neue Mitte (Transformationsplan)

### Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im Teilort Mimmenhausen wurde 2019 das Wärmenetz in der „Neuen Mitte“ Salems in Betrieb genommen. Die Energieversorgung erfolgt über ein 1.200 m langes Nahwärmenetz und eine in dem Anbau an das Schlossee-Lagergebäude untergebrachten Heizzentrale. Insgesamt werden 280 Wohneinheiten, das Rathaus sowie weitere Gewerbeeinheiten mit Wärme versorgt. Wärmenetzbetreiber ist Thüga Energie GmbH. Die jährliche Wärmelieferung beläuft sich auf rund 1,5 GWh/a (ca. 1,5 % der Gesamtwärme und THG-Emissionen in Salem) und wird zu 100 % aus Erdgas erzeugt. Diesem Bereich von Salem kommt daher im Rahmen der klimaneutralen Wärmeversorgung eine besondere Rolle zu.

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet, also auch für den Innenstadtbereich.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) oder KfW 432 „Energetische Stadtsanierung“ soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für die Neue Mitte in der Gemeinde Salem erreicht werden kann.

### Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielfoto für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist in den Bereichen der bestehenden Wärmenetze weiterhin eine Wärmeversorgung über eine zentrale Versorgungsstruktur basierend auf erneuerbaren Energieträgern vorgesehen. Dafür können die Bestandswärmenetze transformiert und erweitert werden. Als Energiequellen bieten unter anderem die Nutzung von Erdwärme mittels einem Erdwärmesondenfeld, Biomasse oder grünes Gas ein großes Potenzial. Um eine Ausbau- und Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Transformationsstudie notwendig.

Die Transformationsstudie soll durch die detaillierte Analyse der bestehenden Wärmenetze und Versorgungsgebiete sowie einer Potenzialermittlung zu erneuerbaren Energiequellen belastbare Aussagen zur Gestaltung der zukünftigen Versorgungsstrategie liefern. Hierbei wird auch ein Kostenrahmen erstellt. Des Weiteren gilt es die zentralen Akteure zu identifizieren und einen Umsetzungsplan mit Fokus auf die Treibhausgasneutralität zu entwickeln. Mit einer breit aufgestellten Kommunikationskampagne können Bürger frühzeitig partizipativ beteiligt werden.

Nach positivem Abschluss der Transformationsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Planungs- und Umsetzungsprozessen einfließen und für die Fördermittelakquise für Investitionsmaßnahmen herangezogen werden.

### Inhalte der Transformationsstudie:

1. Ist-Analyse und Erstellung der Ausbaustrategie
  - a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
  - b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
    - i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme)

2. Potenzialeermittlung klimaneutraler Energien
  - a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen
  - b. Analyse der Nutzungsoptionen für grüne Gase und Biomasse
3. Analyse von potenziellen Standorten für Wärmeerzeugung/-nutzung
  - a. Ermittlung Flächenbedarfe für Heizzentralen und Wärmespeicher
  - b. Flächenbedarfe für die Integration zusätzlicher Wärmequellen
  - c. Multikriterielle Bewertung der Standorte (u.a. Emissionen, Verkehrslast, ...)
4. Variantenentwicklung
  - a. Entwicklung von geeigneten Wärmeversorgungsvarianten
  - b. Betriebsstrategie
  - c. Sektorenkopplung und Strommarktdienlichkeit
  - d. Kostenaufstellung/ Wirtschaftlichkeitsberechnung
  - e. Prüfung der Genehmigungsfähigkeit
5. Terminplan für die Umsetzung der Zielvarianten
6. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
7. Dokumentation und Berichterstellung

### Geplante THG-Einsparung

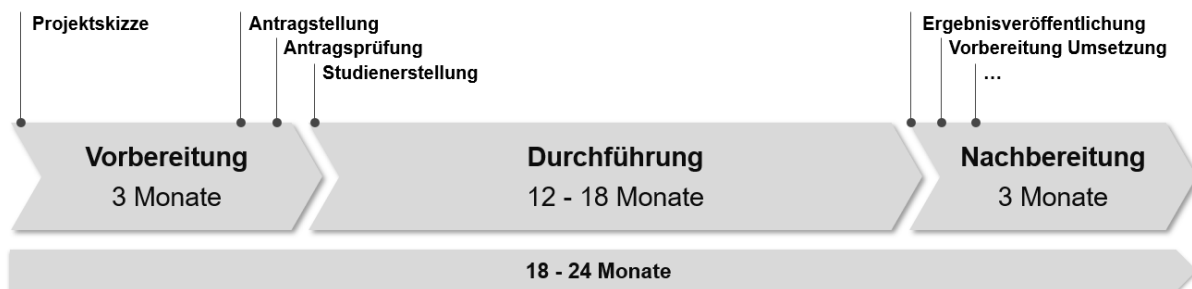
Sofern die Bestandswärmenetze in den betreffenden Gebieten erfolgreich erweitert und transformiert werden, folgt daraus eine THG-Einsparung von rund 1.200 t CO<sub>2</sub>. Bezogen auf die Gesamtkommune läge die Einsparung bei rund 5 % (ggü. den heutigen Emissionen im Bereich Wärme).

### Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit dem Betreiber der bestehenden Wärmenetzen, Thüga Energie GmbH. Für die Erstellung der Transformationsstudie ist ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich der zentralen Wärmeversorgung durch Wärmenetze notwendig.

### Zeitplanung

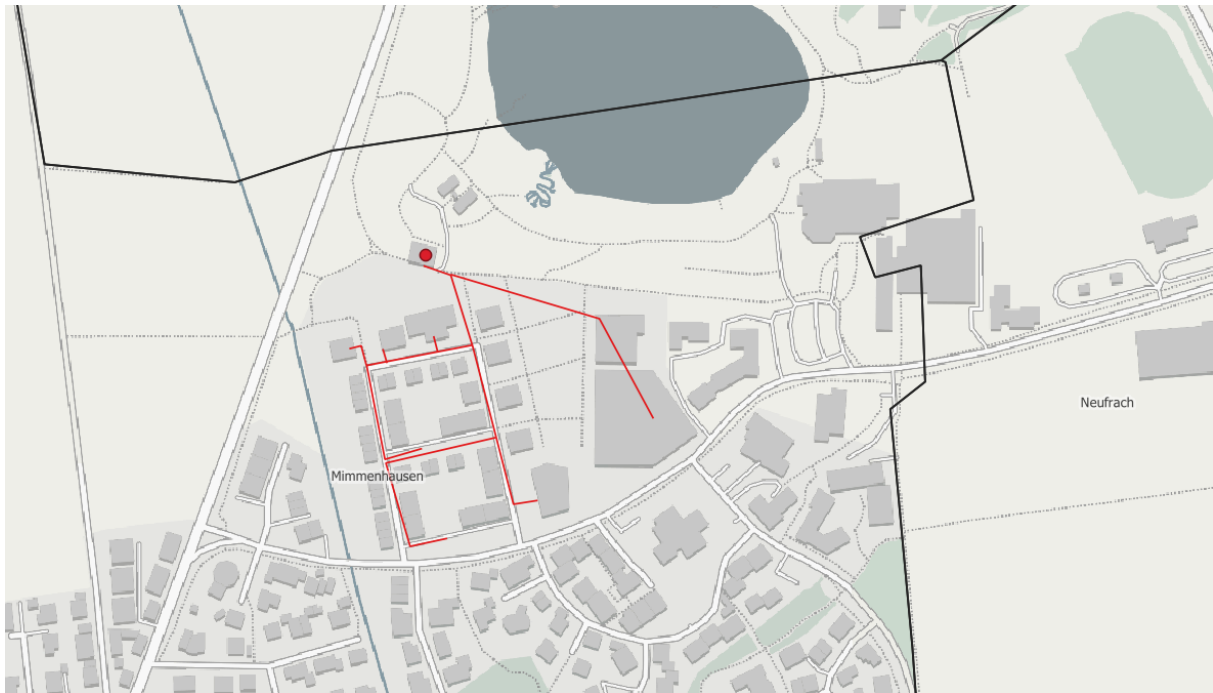
Die Transformationsstudie und ggf. erforderliche Erkundungsmaßnahmen erfordern eine Bearbeitungsdauer von rund 12 – 18 Monaten. Im Vorfeld ist eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Transformationsstudie begonnen werden. Im Nachgang zur Transformationsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.





## Kosten

Für die Durchführung der Transformationsstudie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt. Das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ bezuschusst eine Transformationsstudie mit einer Förderquote in Höhe von bis zu 50 %. Die verbleibenden Kosten sind durch den Auftraggeber oder Finanzierungsmittel Dritter zu erbringen.



**Abbildung 38: Bestandswärmenetze Neue Mitte Salem**

## 7.5.5 Energieversorgung Gemeindezentrum Beuren

### Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Für das Gemeindezentrum in Beuren liegt ein ausgearbeitetes Energiekonzept vor, welches aufzeigt wie die Liegenschaft klimaneutral mit Wärme versorgt werden kann. Bei dem Objekt handelt es sich um eine Grundschule (Baujahr 1997) sowie ein Gebäudekomplex (Baujahr 1980) mit Anbauten in dem sich Vereinsräume, ein Kindergarten, ein Dorfgemeinschaftshaus und ein Feuerwehrhaus befindet. Aktuell werden die Gebäude durch eine Gasheizung mit etwa 200 kW Feuerungsleistung beheizt. Die Heizzentrale befindet sich in der Grundschule und versorgt das Gemeinschaftshaus über eine Wärmeleitung mit.

Der Wärmebedarf beläuft sich aktuell auf 300 MWh/a, dies entspricht in Bezug auf die Gesamtkommune einen Anteil von < 0,1 %.

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet.

### Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Für das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung der gesamten Gemeinde Salem muss die Kommune mit einem guten Vorbild voran gehen und möglichst zeitnah eine klimaneutrale Wärmeversorgung der kommunalen Gebäude erreichen. Die Umsetzung des vorliegenden Energiekonzepts für das Gemeindezentrum Beuren ist ein wichtiger erster Schritt.

Im Rahmen des Konzepts wurden zwei Versorgungsvarianten ausgearbeitet:

#### Variante 1:



Variante 1 sieht eine Wärmebereitstellung über dezentrale Erdwärmesonden in Kombination mit einer Sole-Wasser Wärmepumpe vor. Die Bereitstellung von Warmwasser erfolgt in den Sommermonaten über eine separate Luft-Wasser Wärmepumpe, da die Bestandsanalyse einen sehr hohen Energieverbrauch im Sommer zur Warmwasserbereitung aufgezeigt hat. Der hohe Energieverbrauch entsteht durch sehr hohe Wärmeverluste der Erzeugung und Verteilung bis zum Warmwasser-Speicher.

#### Variante 2:



Die Variante 2 sieht eine Wärmeversorgung des Gemeindezentrums über einen Pelletkessel vor. In den Sommermonaten wird das Warmwasser ebenfalls über eine separate Luft-Wasser Wärmepumpe zur Reduzierung der hohen Wärmeverluste bereitgestellt.

Für beide Varianten wird eine Belegung der geeigneten Dachflächen mit PV-Modulen empfohlen.

### **Geplante THG-Einsparung**

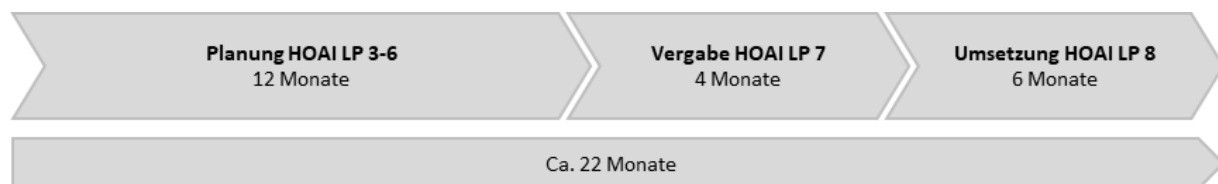
Die direkten THG-Einsparungen spielen in Bezug auf die Gesamtkommune eine untergeordnete Rolle (< 0,1 %). Die Außenwirkung der Maßnahme spielt eine wesentliche Rolle. Den Bürger:innen der Gemeinde Salem wird mit einem guten Vorbild vorangegangen und zeigt die Dringlichkeit zur Erreichung der Klimaschutzziele auf.

### **Akteure**

Für die Umsetzung des Energiekonzepts ist die Kommunalverwaltung verantwortlich. Die Ausschreibung und Auswahl von geeigneten ausführenden Unternehmen ist durch die Verwaltung vorzunehmen.

### **Zeitplanung**

Für die Umstellung der Wärmeversorgung, nach einer der zwei vorgeschlagenen Versorgungskonzepte, wird ein Umsetzungszeitraum von rund 2 Jahren angesetzt. Die Zeiträume sind stark von künftigen Gegebenheiten wie z.B. den Lieferzeiten abhängig und können aktuell nur grob angenommen werden.



### **Kosten**

Folgende Kosten gehen für die Umsetzung der Maßnahme aus dem Energiekonzept hervor:

Variante 1:	860.000 €
Variante 2:	410.000 €

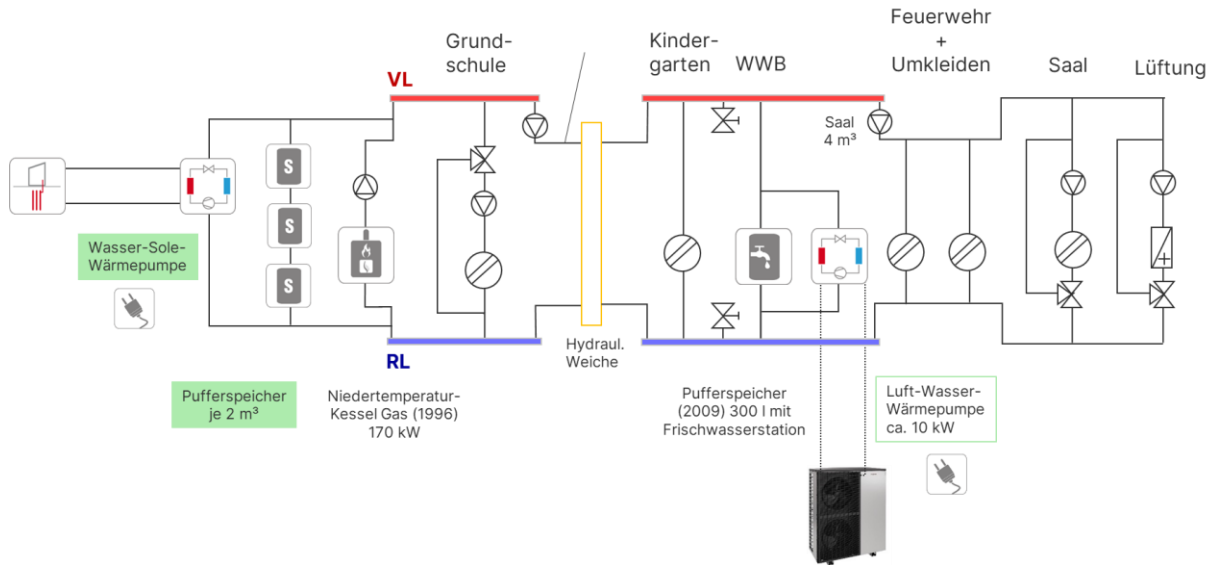


Abbildung 39 Energiekonzept Gemeindezentrum Beuren – Versorgungsvariante 1

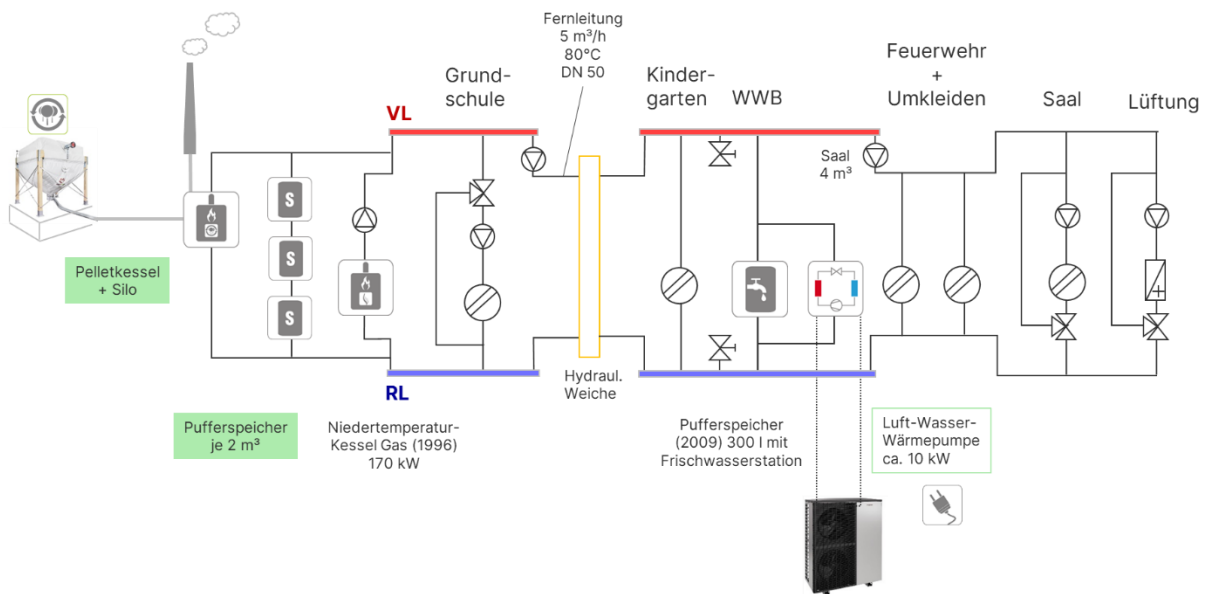


Abbildung 40 Energiekonzept Gemeindezentrum Beuren – Versorgungsvariante 2



### 7.5.6 Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge

Gemäß der Vorgehensweise zur Priorisierung der fünf Maßnahmen in Kapitel 7.5 sind neben den final gewählten auch weitere relevante Maßnahmen in der Vorauswahl gesammelt und bewertet worden. Zur Dokumentation und zur Weiterverfolgung dieser Maßnahmen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung werden diese im Folgenden in Kurzform aufgeführt.

#### **BEW Studie KNW Mimmenhausen/Neufrach**

In den Stadtteilen Mimmenhausen und Neufrach geht aus dem Zielfoto (vgl. Abbildung 31) für 8 Cluster eine zentrale Versorgungsstruktur auf Basis eines kalten Nahwärmenetzes hervor. Als Wärmequelle wurden im Rahmen der Potenzialanalyse Freiflächen zur Erdwärmenutzung in unmittelbarer Nähe zu den Versorgungsgebieten identifiziert (siehe Abbildung 13).

Als erweiterte Maßnahme wird die Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) für die Umsetzung des kalten Nahwärmenetzes vorgeschlagen.

#### **BEW Studie KNW Beuren**

Analog zur erweiterten Maßnahme *BEW Studie KNW Mimmenhausen/Neufrach* wurde in Beuren eine geeignete Freifläche für eine Erdwärmenutzung identifiziert. Das Zielfoto sieht für die Wärmeversorgung in Teilen von Beuren im Jahr 2040 eine zentrale Versorgungsstruktur auf Basis eines kalten Nahwärmenetzes vor.

Als erweiterte Maßnahme wird die Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) für die Umsetzung des kalten Nahwärmenetzes vorgeschlagen.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP .....	8
Abbildung 2: Hauptnutzungsarten der Cluster .....	19
Abbildung 3: Übersichtskarte der Gas- und Wärmenetze .....	20
Abbildung 4: Wärmebedarf je Cluster .....	21
Abbildung 5: Wärmedichte je Cluster .....	21
Abbildung 6: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren .....	22
Abbildung 7: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune .....	24
Abbildung 8: Szenario - Entwicklung Prozesseffizienz GHD und Industrie .....	27
Abbildung 9: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1 .....	27
Abbildung 10: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Clusterebene .....	31
Abbildung 11: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Clusterebene .....	32
Abbildung 12: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Clusterebene .....	33
Abbildung 13: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ .....	35
Abbildung 14: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Clusterebene .....	36
Abbildung 15: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Clusterebene .....	37
Abbildung 16: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Clusterebene .....	38
Abbildung 17: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Clusterebene .....	40
Abbildung 18: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Clusterebene .....	42
Abbildung 19: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“ .....	44
Abbildung 20: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Clusterebene .....	45
Abbildung 21: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 300 m .....	46
Abbildung 22: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 2.000 m .....	47
Abbildung 23: Karte der Biomasse Potenzialflächen .....	49
Abbildung 24: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene (Einstufung nach Energieatlas BW) .....	51
Abbildung 25: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“ .....	53
Abbildung 26: „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas BW .....	55
Abbildung 27: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas BW .....	56
Abbildung 28: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme .....	58
Abbildung 29: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr .....	60
Abbildung 30: Zielfoto 2040 Energieversorgung der Teilorte .....	61
Abbildung 31: Zielfoto 2040 Versorgungssysteme der Cluster .....	62
Abbildung 32: Zielfoto 2030 .....	63
Abbildung 33: Clusterkarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielfoto .....	69
Abbildung 34: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete .....	70
Abbildung 35: Kommunale Fokusgebiete .....	71
Abbildung 36: Cluster mit Gasbedarf im Zielfoto .....	72
Abbildung 37: Beispiel Clustersteckbrief .....	74
Abbildung 38: Bestandswärmenetze Neue Mitte Salem .....	85
Abbildung 39 Energiekonzept Gemeindezentrum Beuren – Versorgungsvariante 1 .....	88
Abbildung 40 Energiekonzept Gemeindezentrum Beuren – Versorgungsvariante 2 .....	88

## 9 Literaturverzeichnis

- Fisch, N., Mahler, Boris, Nusser, T., Schulze, Ê., Gabriel, J., Fafflok, C., & Hegger, J. (2018). *Effizienzhaus Plus Planungsempfehlungen*. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.
- KEA-BW. (17. Februar 2023). *KEA-BW die Landesenergieagentur*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/klimaschutzgesetz-datenuebermittlung-zur-erstellung-kommunaler-waermeplaene> abgerufen
- KEA-BW. (03. März 2023). *KEA-BW Die Landesenergieagentur*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/klimaschutzgesetz-kommunale-waermeplanung> abgerufen
- Landesamt für Geologie, R. u. (13. Februar 2023). *LGRBwissen*. Von LGRBwissen: <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg> abgerufen
- Ludwigsburg-Kornwestheim, S. (18. Februar 2023). *Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim*. Von <https://www.swlb.de/de/Privat/Gas-Waerme/Fernwaerme/Versorgungsgebiete1/Versorgungsgebiete/> abgerufen
- Peters, M., Steidle, T., & Böhnisch, H. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. Stuttgart: KEA Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

## 10 Anhang

### 10.1 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen

Kriterium	Datenquelle	Geothermie				Solarthermie/ PV			
		Potenziell geeignete Fläche	Ausschluss (LuBW)	Einschränkung (LuBW)	Einschränkung (EGS)	Ausschluss (LuBW)	Einschränkung (LuBW)	Einschränkung (EGS)	
Ackerland in benachteiligten Gebieten	ALKIS/LfU	X				X			
Seitenrandstreifen an Autobahnen und Bahnstrecken	LfU	X				X			
Konversionsflächen (wie z.B. stillgelegte Abfalldeponien, Tagebau, Grube und Steinbrüche)	LfU	X				X			
Flurstücke nach ALKIS-Nutzung Grünland, Unland, vegetationslose Flächen, Parkplätze, Halden, Brachland	ALKIS	X				X			
Flächen im räumlichen Zusammenhang mit größeren Gewerbegebieten im Außenbereich						X			
Siedlungsflächen	ALKIS		X				X		
Straßen (Autobahnen, Straßen und Wege)	ALKIS		X				X		
Schienenstrecken	ALKIS		X				X		
Flughäfen und Flugplätze	ALKIS		X				X		
Gewässer (Fließgewässer und stehende Gewässer)	AI KIS		X				X		
Wald- und Forstflächen	ALKIS		X				X		
Nationalpark	UIS / LfU		X				X		
Naturschutzgebiet (NSG)	UIS / LfU		X				X		
Waldschutzgebiet (Bann- und Schonwälder)	LfU		X				X		
Biosphärengebiet -Kernzone	UIS / LfU		X				X		
Nationale Naturmonumente							X		
Naturdenkmal (END und FND)	LfU		X				X		
Geschützte Landschaftsbestandteil									
Wasser- und Heilquellenschutzgebiete Zone I (bestehend und im Verfahren)	UIS		X				X		
Wasser- und Heilquellenschutzgebiete Zone II (bestehend und im Verfahren) und Überschwemmungsgebiete	UIS		X				X		
Überschwemmungsgebiete	LfU		X				X		
Gewässerrandstreifen							X		
Gewässer-Entwicklungskorridore							X		
Böden mit hoher Bedeutung							X		
Landwirtschaftliche Böden überdurchschnittlicher Bonität							X		
Pflegezonen von Biosphärenreservaten								X	
Wasserschutzgebietszonen	LfU		X						
Boden- und Geolehrpfade einschließlich deren Stationen sowie Geotope									
Alpenland Zone C							X		
Geschützte Biotope, Biotope Landesweit	LfU		X				X		
Moorböden								X	
Biotopverbund Offenland inkl. Generalwild	LfU			X				X	
Biotopverbund Gewässerlandschaften	LfU				X			X	
Biotopverbund Wiedervernetzung	LfU				X			X	
Biotopverbund Offenland (2012)	LfU			X				X	
Standorte oder Lebensräume mit besonderer Bedeutung (Flora Fauna und Vogelschutzgebiete)							X		
Vorranggebiete für andere Nutzungen							X		
Alpenzone A und B							X		
FFH-Mähwiesen	LfU			X			X		
FFH-Gebiet	LfU			X			X		
Bodendenkmäler							X		
Landschaftsschutzgebiet (LSG)	LfU			X			X		
Naturpark	LfU				X				X
Grünzug	Regionalplan		X				X		
Grünzäsur	Regionalplan		X				X		

## 10.2 Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung

**Tabelle 12: Zeitliche Entwicklung der Emissionsfaktoren nach Energieträgern in kg/kWh**

	2020	2030	2035	2040
Abwärme	0,000	0,000	0,000	0,000
Strom	0,400	0,274	0,220	0,000
Tiefengeothermie	0,000	0,000	0,000	0,000
Solarthermie	0,000	0,000	0,000	0,000
Biomasse	0,030	0,030	0,030	0,030
Grünes Gas	0,14	0,139	0,125	0,108
FW-Bestand	0,180	0,160	0,100	0,030
Heizöl	0,310	0,310	0,310	0,310
Erdgas	0,240	0,218	0,207	0,195