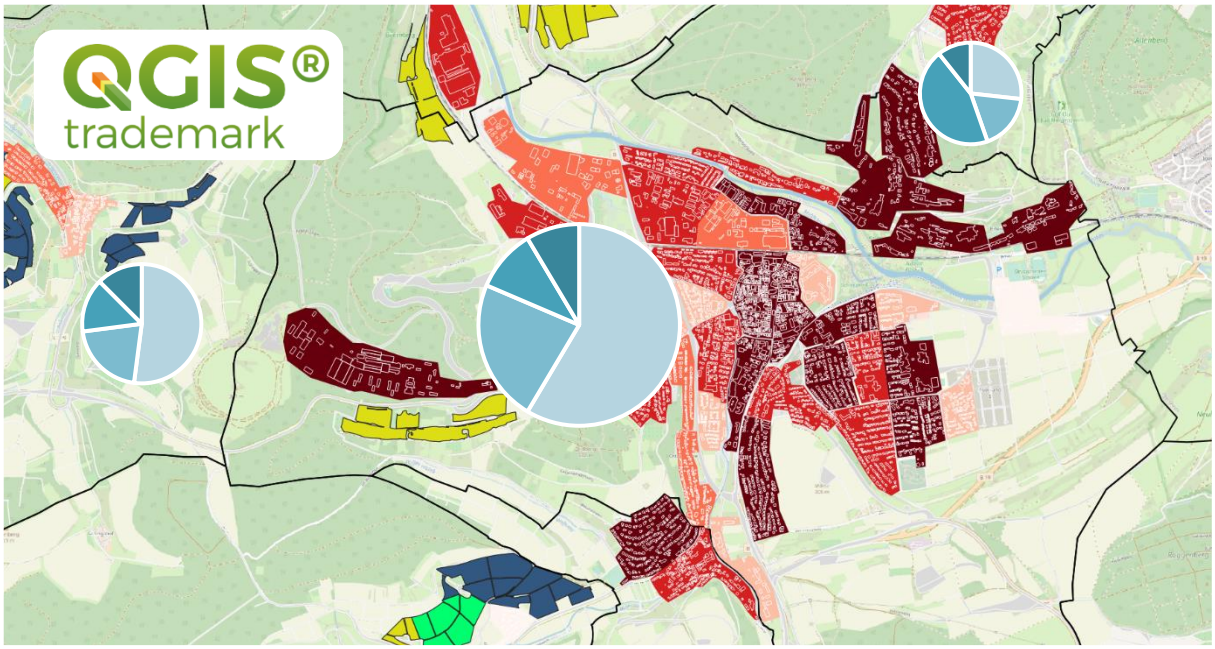
Ingenieure aus Leidenschaft

EGS plan

Kommunale Wärmeplanung Bad Mergentheim

im Auftrag der Stadt Bad Mergentheim



Abschlussbericht

Projektleitung:	M.Sc. Tobias Nusser
Bearbeitung:	M.Sc. Matthias Zeile-Lott, M.Sc. Shubham Sharma
Stand:	15.12.2023

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 . 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

Auftraggeber / Bauherr	Stadt Bad Mergentheim Bahnhofpl. 1 97980 Bad Mergentheim
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	M.Sc. Tobias Nusser
Bearbeitung	M.Sc. Matthias Zeile-Lott M.Sc. Shubham Sharma

Inhalt

1 Zusammenfassung 6

2 Kommunale Wärmeplanung 9

2.1 Das Planungsinstrument der kommunalen Wärmeplanung 9

2.2 Vorgehensweise und Methodik 9

2.3 Organisatorischer Rahmen 11

3 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept 12

4 Bestandsanalyse 14

4.1 Ziele und Vorgehensweise 14

4.2 Datengrundlagen 14

4.2.1 Daten der Kommunalverwaltung 15

4.2.2 Daten der Schornsteinfeger 15

4.2.3 Daten der Energieunternehmen 16

4.2.4 Großverbraucher 16

4.3 Ergebnisse der Bestandsanalyse 17

4.3.1 Definition der Cluster 17

4.3.2 Kommunalstruktur 18

4.3.3 Energieinfrastruktur 20

4.3.4 Wärmebedarf 22

4.3.5 Endenergie- und Treibhausgasbilanz 26

4.3.6 Großverbraucheranalyse 30

5 Potenzialanalyse 31

5.1 Ziele und Vorgehensweise 31

5.2 Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs 31

5.2.1 Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden 31

5.2.2 Potenziale durch Steigerung von Prozesseffizienzen 32

5.2.3 Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs 32

5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme 33

5.3.1 Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe 34

5.3.2 Abwasser - Kanal 35

5.3.3 Abwasser – Kläranlage 37

5.3.4 Flusswasser 39

5.3.5 Geothermie – Kollektoren zentral 41

5.3.6 Geothermie – Sonden dezentral 45

5.3.7 Geothermie – Sonden zentral 47

5.3.8 Grundwasser 49

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.9 Seewasser 51
5.3.10 Solarthermie - dezentral 51
5.3.11 Solarthermie - zentral 54
5.3.12 Tiefengeothermie 58
5.3.13 Ortsunabhängige Nutzungspotenziale für klimaneutrale Wärme 60
5.4 Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung 63
5.4.1 Photovoltaik – dezentral 64
5.4.2 Photovoltaik – zentral 65
5.4.3 Windkraft 69
5.4.4 Wasserkraft 71
5.5 Übersicht der Potenzialanalyse-Ergebnisse 72
6 Zielszenario 74
6.1 Ziele und Vorgehensweise 74
6.2 Zielszenario 2040 75
6.3 Zielszenario 2030 80
6.4 Kostenschätzung für Zielszenario 2040 81
7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog 82
7.1 Ziele und Vorgehensweise 82
7.2 Maßnahmen auf Meta-Ebene 82
7.3 Priorisierte kommunale Gebiete für die Wärmetransformation 86
7.3.1 Prüfgebiete Wärme 86
7.3.2 Kommunale Fokusgebiete 88
7.3.3 Gebiete mit perspektivischem Gasbedarf 91
7.4 Clustersteckbriefe 93
7.5 Fünf Maßnahmen gemäß Klimaschutzgesetz 95
7.5.1 Stromnetzcheck 96
7.5.2 Roadmap Grünes Gas 99
7.5.3 Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung 102
7.5.4 BEW Transformationsstudie Bad Mergentheim 105
7.5.5 BEW Studie Kläranlage Bad Mergentheim 109
7.5.6 Dokumentation erweiterter Maßnahmenvorschläge 113
8 Abbildungsverzeichnis 115
9 Literaturverzeichnis 116
10 Anhang 117
10.1 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen 117
10.2 Emissionsfaktoren in der kommunalen Wärmeplanung 118

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

1 Zusammenfassung

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

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

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse hat das Ziel, den aktuellen 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 87 Cluster eingeteilt worden, um auf dieser Ebene jeweils passende Lösungsansätze zu ermitteln und die Ergebnisse datenschutzkonform weiternutzen zu können. Insgesamt sind im Rahmen der Analyse rund 15.360 Gebäude mit 4,5 Mio. m² Brutto-Grundfläche ausgewertet worden. Davon weisen 6.864 Gebäude (3.132.430 m² Brutto-Grundfläche) einen Wärmebedarf auf. Im Verlauf des Projekts wurden zusätzlich 10 mögliche Neubaugebiete mitberücksichtigt, wodurch sich die Clusteranzahl auf 97 erhöhte.

Der Endenergiebedarf für Wärme lag im Jahr 2022 bei ca. 319 GWh. Der größte Anteil des Wärmebedarfs wird heute durch fossile Energieträger Erdgas und Heizöl (rund 67 %) gedeckt, der Anteil der Wärmenetze an der gesamten Wärmebereitstellung beträgt rund 14 %. Rund 59 % des Endenergiebedarfs sind dabei auf die Nutzungskategorie Wohnen zurückzuführen. Der Anteil der dezentralen erneuerbaren Energien liegt bei ca. 13 %.

Insgesamt resultieren im Basisjahr THG-Emissionen in Höhe von 65.728 Tonnen CO_2-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 2,7 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. 21 % 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. 2 % bis 2040. Gegenüber dem Basisjahr 2022 resultiert für das Zieljahr insgesamt ein um rund 24 % reduzierter Wärmebedarf.

Die Analyse der lokal verfügbaren emissionsfreien Wärmequellen ergibt, dass die größten Potenziale im Bereich der Abwasserwärme, Flusswasserwärme, Erdwärme und Solarthermie 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.

Zielszenario 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 Endenergiebedarf für Wärme in Bad Mergentheim beträgt im Zieljahr 2040 rund 257 GWh, dieser Bedarf ist durch emissionsfreie Wärmequellen zu decken. Ausgehend von rund 67 % fossiler Endenergie im Basisjahr zeigt dies die Dimension des fortzuführenden Transformationsprozesses.

Zentrales Element der Wärmeerzeugung sind im Zielfoto die Wärmepumpen in Heizzentralen und Gebäuden. Wärmepumpen stellen hierbei rund ein Drittel der Wärme im Zielfoto. Wesentliche Umweltwärmequellen sind Außenluft, Geothermie und Abwasserwärme. Weiterhin wird auch das Wärmenetz in Bad Mergentheim einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung im Wärmesektor leisten müssen. Bereits heute wird das Wärmenetz zu großen Anteilen mit erneuerbaren Energien betrieben, dennoch gilt es dieses konsequent zu dekarbonisieren, auszubauen und nachzuverdichten.

Im Rahmen des Zielfoto-Prozesses sind auf der Ebene von 87 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 Stadtverwaltung, den Stadtwerken Tauberfranken 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. Roadmap Grünes Gas – *Woher kommt das grüne Gas und sind die Gasnetze dafür bereit?*
3. Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung – *Erstellung eines Konzeptes zur Verbesserung der Gebäudehülle und der Prozesseffizienz in Industrie*
4. BEW Transformationsstudie – *Erweiterung und Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes*
5. BEW Studie Kläranlage Mergentheim – *Wärmenetzplanung für neue klimaneutrale Bestandsquartiere mit Abwasserwärme, Flusswasserwärme, Erdwärme und Solarthermie*

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 Schornsteinfegerdaten, 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 versorgten Gebieten.

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/27-kommunale-waermeplanung

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 weiter vorangetrieben werden. Die Kommunen erhalten auch zukünftig zur Durchführung der kommunalen Wärmeplanung Konnexitätszahlungen.

Bad Mergentheim hat rund 24.700 Einwohner und ist damit die größte Stadt des Main-Tauber-Kreises in Baden-Württemberg. Sie gehört zur Region Heilbronn-Franken und stellt das Mittelzentrum an der Tauber im fränkischen Nordosten Baden-Württembergs dar. Die kommunale Wärmeplanung ist in der Verwaltung beim Stadtbaudirektor und beim Team „Stadtplanung und Hochbau“ angesiedelt.

Bad Mergentheim ist aufgrund der Heilquellen als Kur- und Gesundheitsstadt bekannt. Drei Trinkquellen mit Heilwasser und eine Badequelle mit Sole treten aus dem Taubergrund aus. Die Stadt ist geprägt durch Gesundheitszentren und Bäderbetriebe.

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 wesentlichen 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 Stadtverwaltung und die Stadtwerk Tauberfranken.

Das zentrale Format für die Kommunikation waren hierbei regelmäßig stattgefundene Besprechungstermine mit der Stadtverwaltung (Fachbereich 6 – Stadtbauamt) sowie den Stadtwerk Tauberfranken. Hier wurden je nach Projektphase wöchentlich bis monatlich die Zwischenstände vorgestellt und aktuelle Projektthemen diskutiert.

Zum Kommunikations- und Partizipationskonzept gehört, je Projektphase die jeweils relevanten Akteure entweder in die regelmäßigen JF-Termine einzubeziehen oder in Einzelabstimmungen über die Zwischenstände zu diskutieren.

Informative Beteiligung

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn (am 06.10.2022) im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung 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.

Weiterführend wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung am 16.10.2023 im Rahmen einer Informationsveranstaltung der Öffentlichkeit vorgestellt. Neben dem Wärmeplan wurden an der Veranstaltung interessierte Bürger über die Wärmenetzstrategie der Stadtwerk Tauberfranken sowie über Fördermöglichkeiten informiert. An Thementischen bestand die Möglichkeit Rückmeldung zur KWP zugeben, in den Diskurs über den anstehenden Transformationsprozess zugehen sowie die Erstkontaktaufnahme zu Energieberatern aufzusuchen.

Neben der Information der Öffentlichkeit kommt der Information des Gemeinderats und den relevanten kommunalpolitischen Gremien und Ausschüssen eine zentrale Rolle zu. Die erste Information fand am 26.04.2023 im Gemeinderat statt. Die Gemeinderäte wurden über die Zwischenergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse informiert. Am 14.11.2023 wurden die Ergebnisse des Zielfotos sowie die ausgewählten 5 Maßnahmen im Bauausschuss 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 im Gemeinderat ist für den 21.12.2023 eingeplant.

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 Gebäudefunktion 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 2022. 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 inklusive der Neubaugebiete in 97 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 Stadt Bad Mergentheim setzt sich aus vierzehn Stadtteilen zusammen, die hauptsächlich durch Wohnnutzung geprägt sind. Das gesamte Gemarkungsgebiet der Kommune umfasst eine Fläche von 13.000 ha. Darunter befinden sich 4.300 ha Wald sowie 4.900 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 15.400 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 36 % an der Gebäudezahl und rund 35 % an der Fläche nehmen die Wohngebäude ein. Die Kategorie Sonstige umfasst mit 52 % der Gebäudeanzahl alle Gebäude, die nach ihrer Nutzung keinen Wärmebedarf aufweisen (Garagen, Gartenhäuser, Scheunen, etc.).

Bei einer Gesamtwohnfläche[1] von rund 1.564.000 m² in der Kommune resultiert eine einwohnerbezogene Wohnflächeninanspruchnahme von 63,3 m²/EW.

Tabelle 2: Gebäudestatistik

	Gebäudeanzahl	Rel. Anteil in %	Fläche im m² (BGF)	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	46	0,0%	313.652	7,0%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	349	2,3%	394.888	8,8%
Hotel	34	0,2%	81.742	1,8%
Industrie	232	1,5%	117.408	2,6%
Mischnutzung	389	2,5%	309.129	6,9%
Öffentliche Verwaltung	92	0,6%	190.877	4,2%
Sondernutzung	748	4,9%	330.770	7,4%
Wohnnutzung	5.450	35,5%	1.563.715	34,8%
Sonstige	8.018	52,2%	1.195.606	34,8%
Gesamt	**15.358**		**4.497.786**	

[1] 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. Analog zur Nutzungsverteilung auf Gebäudeebene ist die Wohnnutzung auch auf Clusterebene vorherrschend.

Analog zur Gebäudestatistik nehmen die Cluster der Kategorie Wohnnutzung sowohl absolut als auch bezogen auf die Clusterfläche den größten Anteil ein.

Tabelle 3: Clusterstatistik

	Clusteranzahl	Rel. Anteil in %	Cluster-fläche in ha	Rel. Anteil in %
Gesundheit und Bäderbetriebe	3	3,1%	53,9	5,7%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	4	4,1%	57,1	6,0%
Industrie	1	1,0%	15,9	1,7%
Mischnutzung	13	13,4%	129,9	13,7%
Mischnutzung GHD &Industrie	3	3,1%	45,4	4,8%
Öffentliche Verwaltung	1	1,0%	5,9	0,6%
Sondernutzung	1	1,0%	31,7	3,4%
Wohnnutzung	61	62,9%	570,3	60,4%
Neubaugebiete	10	10,3%	34,464	3,6%
Gesamt	**97**	**100%**	**945**	**100%**

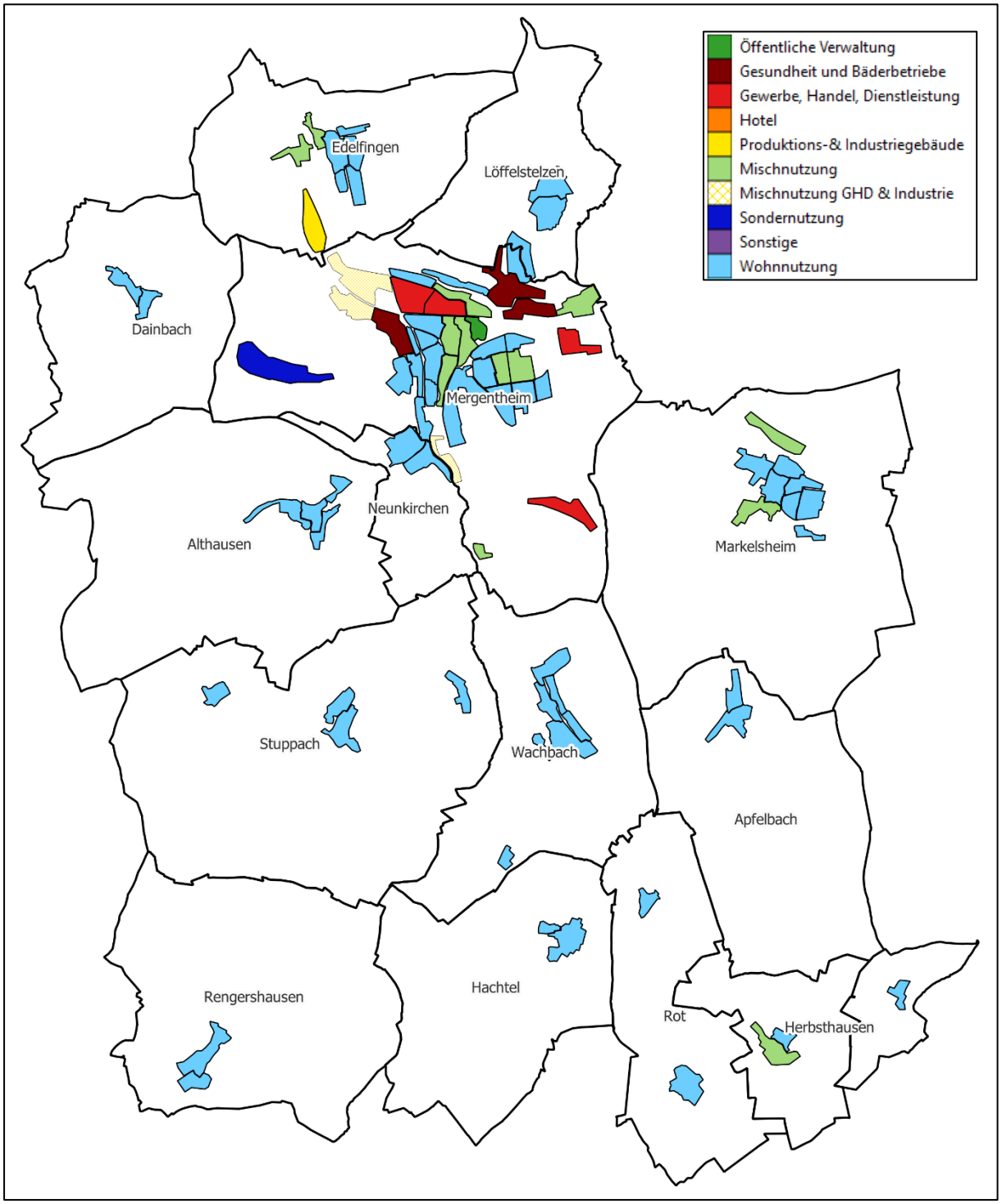


Abbildung 2: Hauptnutzungsarten der Cluster

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.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses liegt flächendeckend in der Kommune vor. Der Gasnetzbetreiber sind die Stadtwerke Tauberfranken. Bei einer gesamten Leitungslänge von über 137 km resultiert aktuell ein Anschlussgrad von rund 40 %.

Wärmenetzinfrastruktur

Des Weiteren spielt die Wärmeversorgung über Wärmenetze eine wichtige Rolle. Im Stadtteil Mergentheim betreiben die Stadtwerke Tauberfranken zwei Wärmenetze mit über 16 Kilometer Wärmeleitungen. Hierzu sind 3 Fernwärme-Heizzentralen mit 28 MW_{th} in Betrieb. Aus naturbelassenen Holzhackschnitzeln werden Wärme und Strom in dem Naturwärmekraft Bad Mergentheim erzeugt. Mit rund 85 % Hackschnitzel und der Rest aus Erdgas zur Spitzenlastabdeckung wird das Wärmenetz betrieben. Die Heizzentralen in der Riedstraße und der Max-Planck-Straße nutzen lediglich Erdgas als Energiequelle.

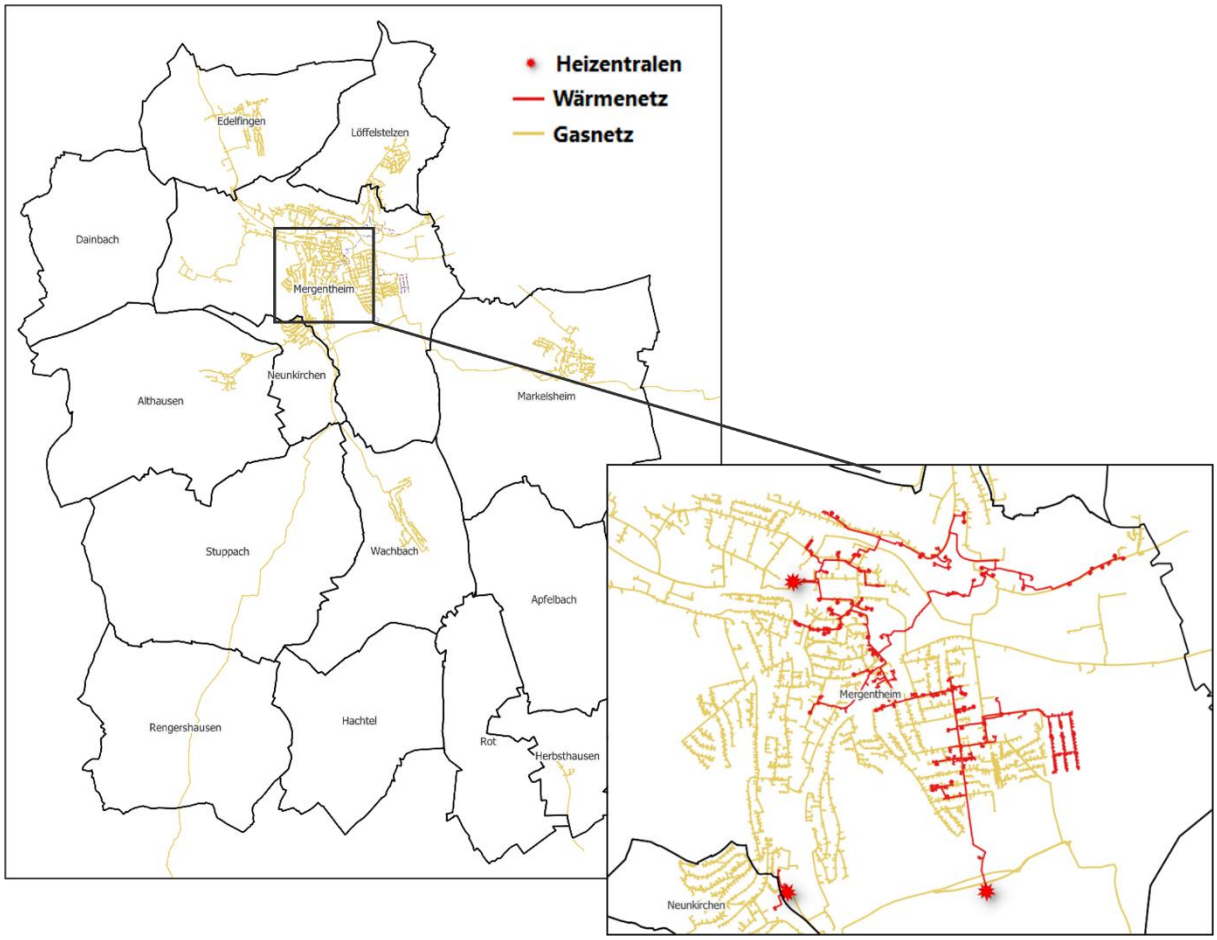


Abbildung 3: Übersichtskarte der Gas- und Wärmenetze

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 Bad Mergentheim ein Wärmebedarf[2] von 286 GWh/a. In Abbildung 4 und Abbildung 5 sind die räumlichen Verteilungen der Wärmebedarfe auf dem Kommunalgebiet ersichtlich. Neben dem absoluten Bedarf sind dort auch Wärmedichte- und Wärmeliniendichteangaben enthalten, die erste Schlüsse auf potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete zulassen. Eine hohe Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte impliziert hierbei eine bessere Eignung.

Der Wärmebedarf pro Einwohner beträgt im Basisjahr rund 11,6 MWh/(EW·a).

[2] Wärme = Erzeugernutzenergieabgabe

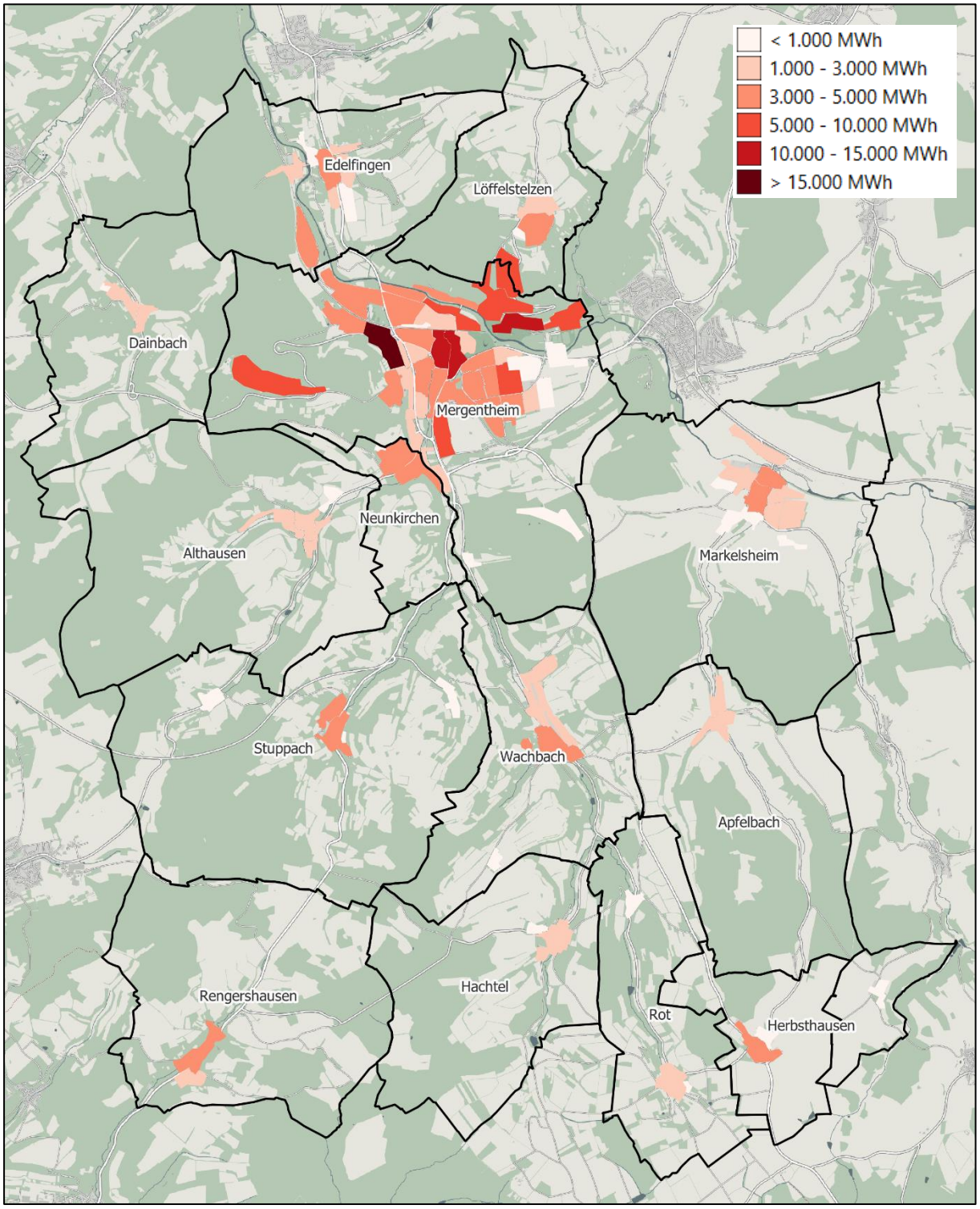


Abbildung 4: Wärmebedarf je Cluster

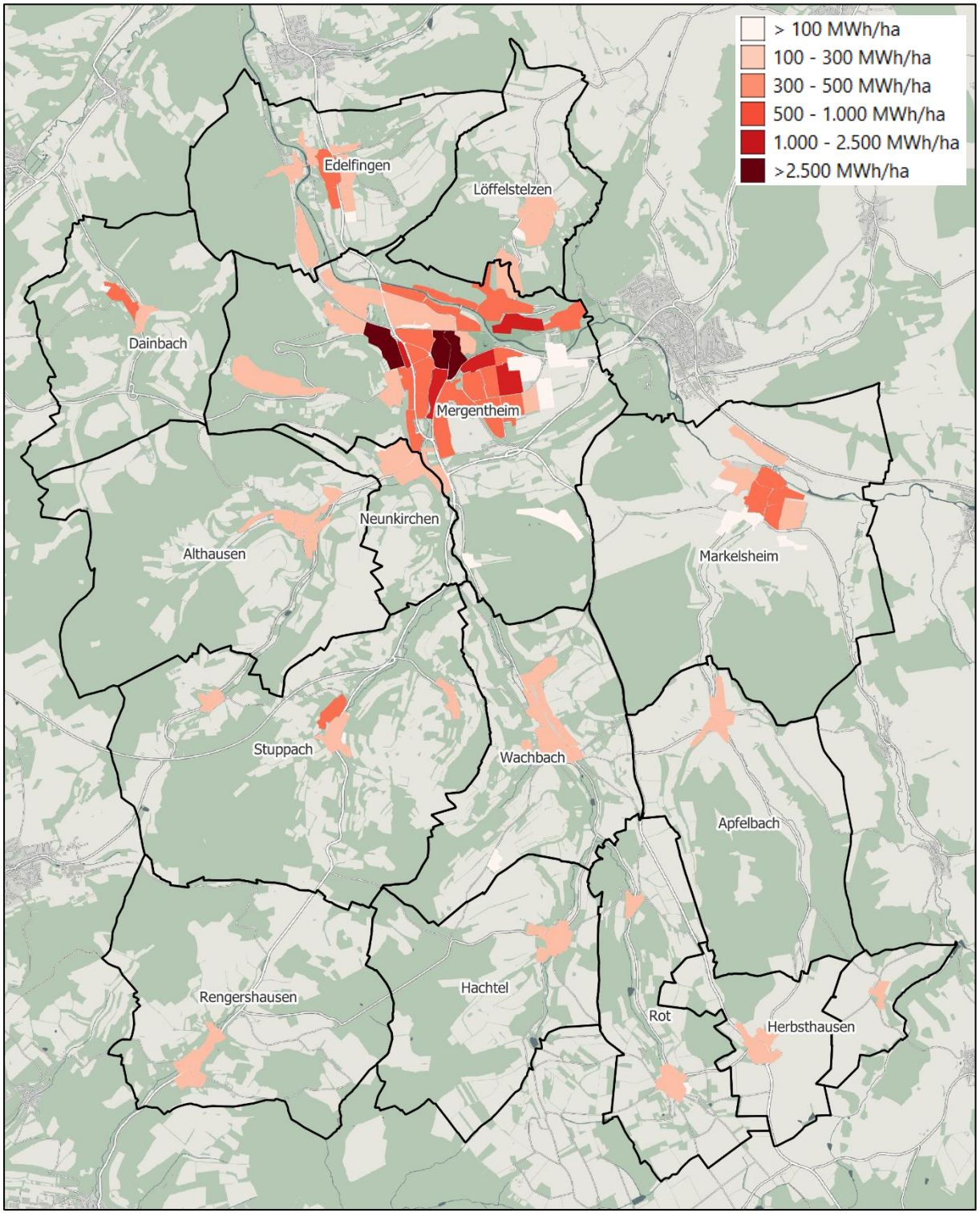


Abbildung 5: Wärmedichte je Cluster

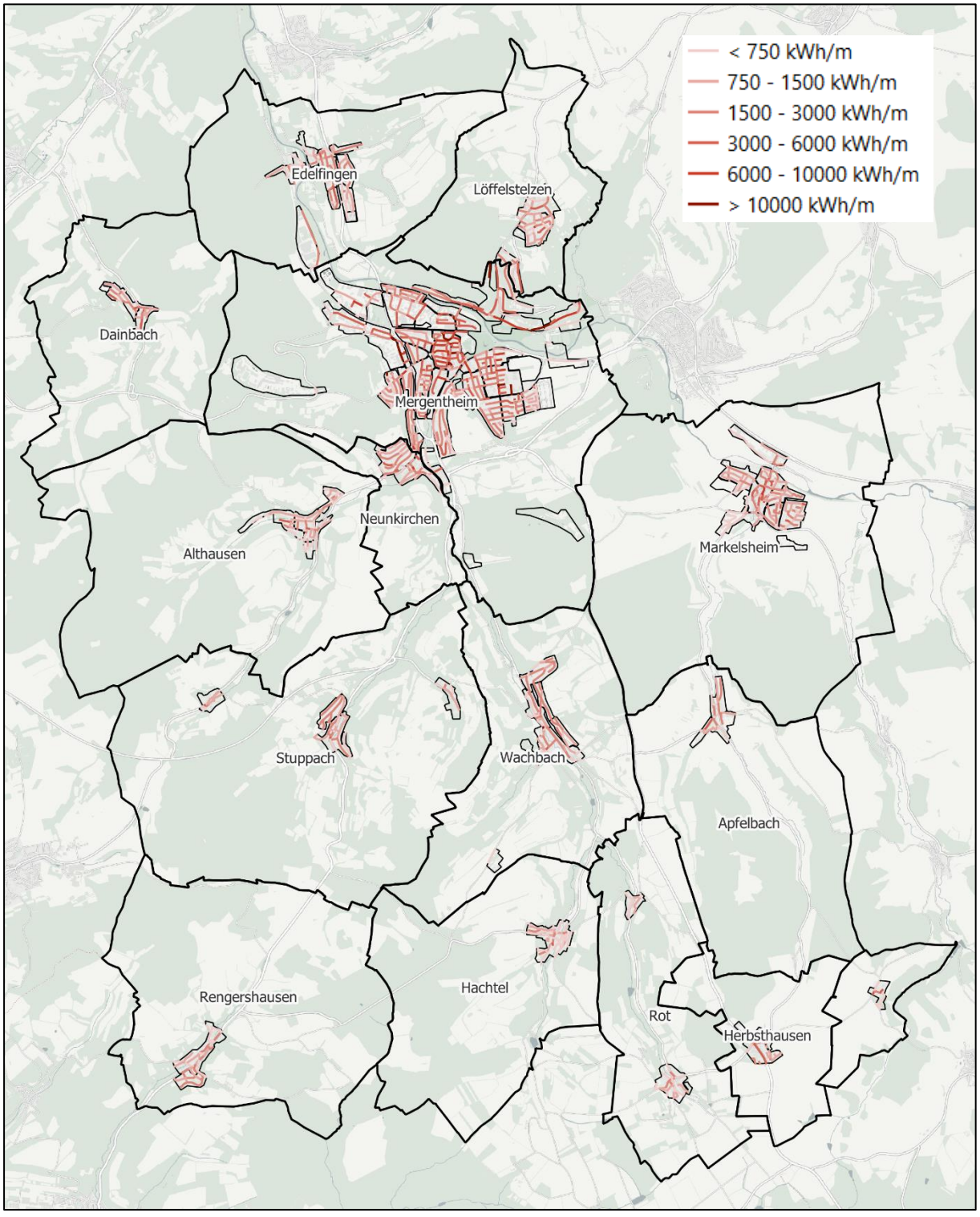


Abbildung 6: Wärmeliniendichte

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 7 sind die Endenergiebedarfe im Bereich Wärme nach Verbrauchssektoren dargestellt. Bei einem Gesamtbedarf von rund 320 GWh/a nimmt die Wohnnutzung den deutlich höchsten Anteil mit knapp über 54 % ein. Die Kategorie Gesundheit und Bäderbetriebe weist mit rund 15 % den zweitgrößten Anteil an Endenergiebedarf auf. Die Kategorie öffentliche Verwaltung ist mit einem Anteil von lediglich rund 3 % 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.

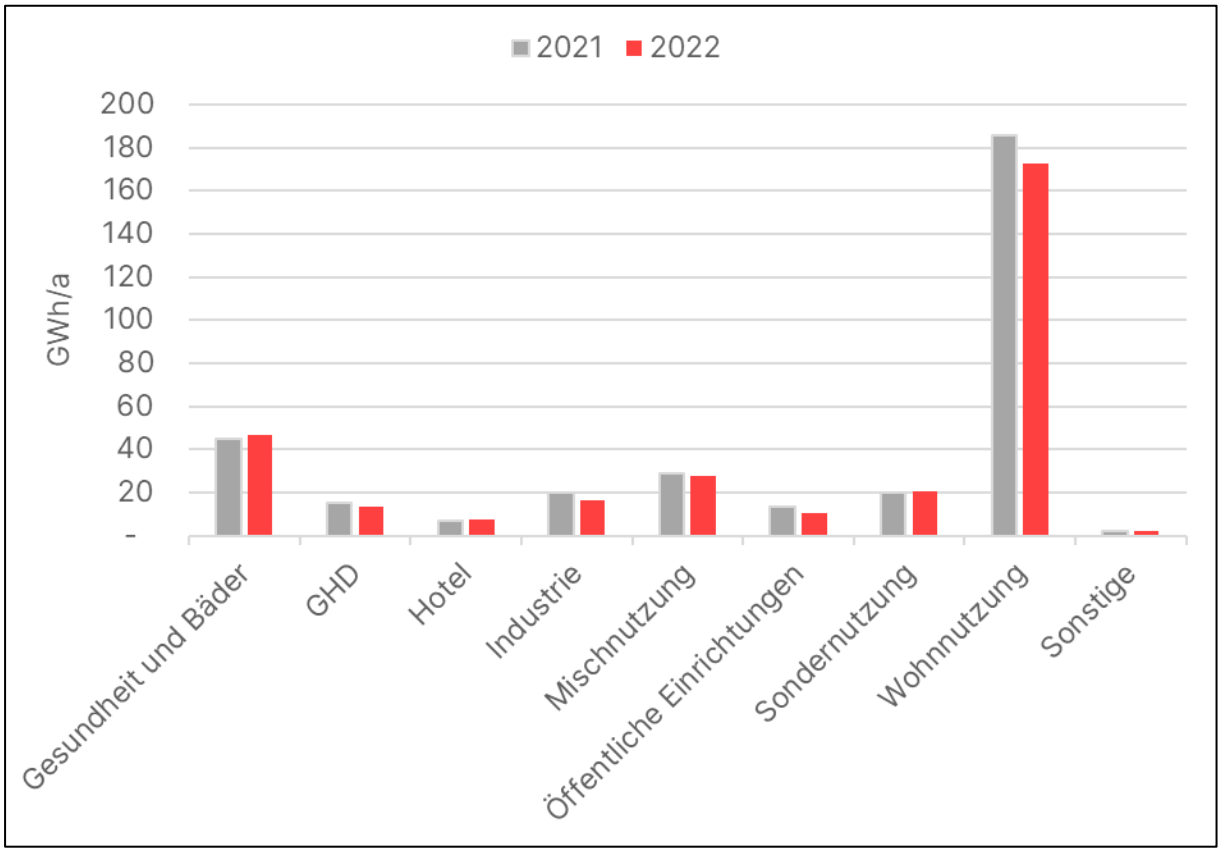


Abbildung 7: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren

Die Analyse des Endenergieeinsatzes nach Energieträgern verdeutlicht die große Dominanz fossiler Energieträger im Bereich der Wärmeversorgung. Durch einen Anteil von rund 43 % durch Erdgas und 24 % 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	46.791	14,7%	7.644	11,7%
GHD	13.423	4,2%	3.038	4,7%
Hotel	7.711	2,4%	1.105	1,7%
Industrie	16.421	5,2%	3.903	6,0%
Mischnutzung	27.662	8,7%	6.739	10,3%
Öffentliche Verwaltung	10.352	3,3%	1.213	1,9%
Sondernutzung	20.776	6,5%	3.896	6,0%
Wohnnutzung	172.752	54,3%	37.076	56,9%
Gesamt	**318.394**		**65.134**	

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	8	0,0%	4	0,0%
Biomasse	78.514	24,7%	1.727	2,7%
Heizöl	76.734	24,1%	23.864	36,6%
Erdgas	146.723	46,1%	34.186	52,5%
Biogas	86	0,0%	4	0,0%
Wärmestrom direkt	3.159	1,0%	1.184	1,8%
Wärmepumpenstrom	1.060	0,3%	397	0,6%
Keine Angabe	12.111	3,8%	3.767	5,8%
Gesamt	**318.394**		**65.134**	

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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_2-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 65.000 Tonnen CO_2-Äquivalente. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Emissions-Kennwert von rund 2,7 t pro Einwohner für den Sektor Wärme.

In Abbildung 8 ist eine Heatmap-Darstellung gewählt, um die räumliche Verteilung der Emissionen im Kommunalgebiet zu visualisieren. Die Karte zeigt auf, dass sich speziell im Innenstadtbereich aufgrund der höheren Wärmedichte und der Verortung von größeren Verbrauchern Emissionsschwerpunkte herausbilden.

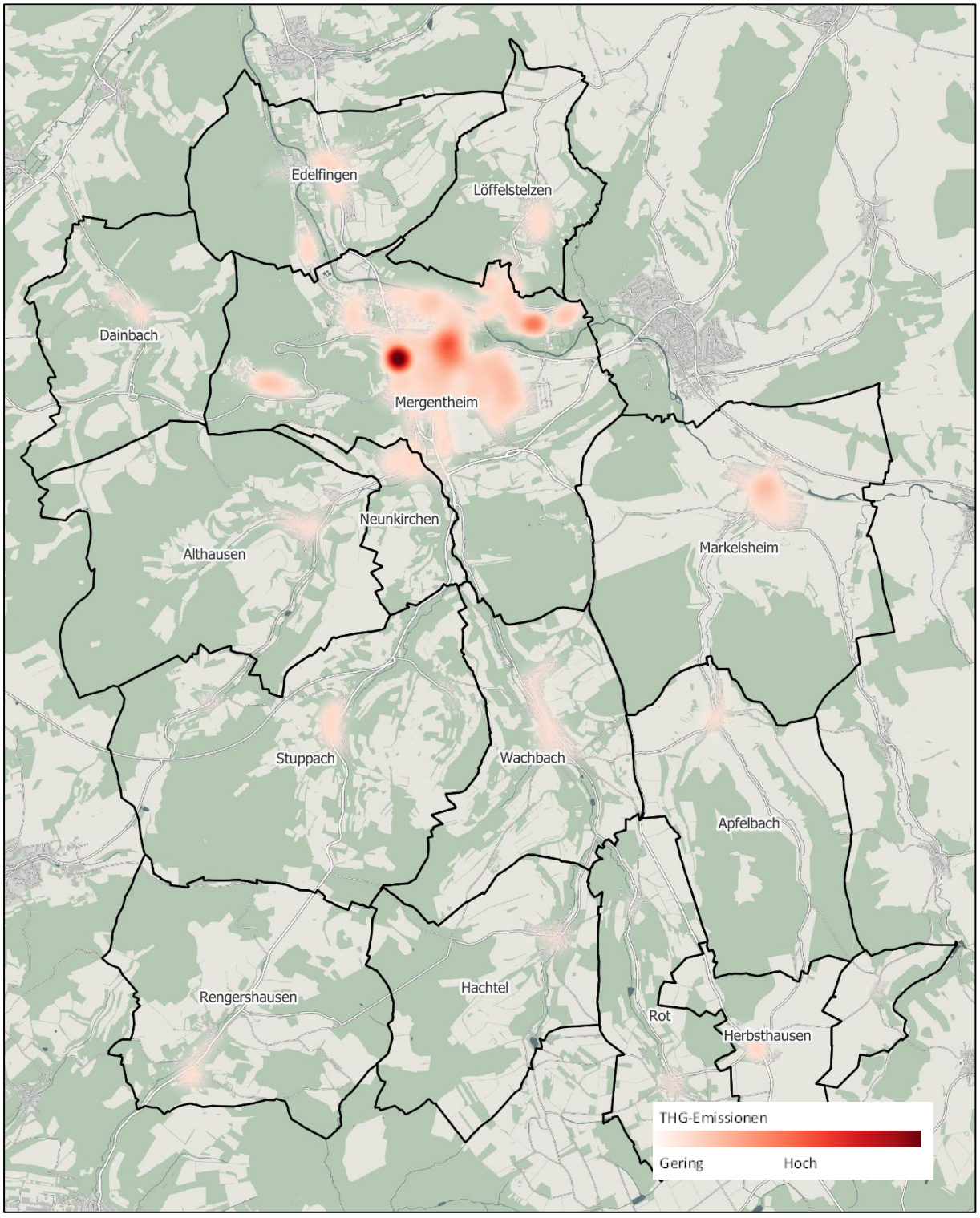


Abbildung 8: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

4.3.6 Großverbraucheranalyse

Ziel der Großverbraucheranalyse ist eine Quantifizierung des Potenzials zur Effizienzsteigerung und Abwärmenutzung vorzunehmen.

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind daher die größten Verbraucher von Wärme und Gas in der Kommune analysiert worden. Mithilfe von Fragebögen 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 30 größten Verbraucher im Bereich Wärme zeigt auf, dass diese für rund 23 % 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 gesamten Stadtteil Bad Mergentheim verteilt.

5 Potenzialanalyse

5.1 Ziele und Vorgehensweise

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale zur Energieeinsparung 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 Reduktion des Wärmebedarfs
- Potenziale für klimaneutrale Wärme
- Potenziale für erneuerbare Stromerzeugung

5.2 Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs

Die Potenziale zur Energieeinsparung resultieren einerseits aufgrund von **Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden** durch energetische Sanierungen und andererseits durch **Steigerung der Energieeffizienz bei industriellen und gewerblichen Prozessen**.

5.2.1 Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

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
Sanierungsrate	2%/a	1%/a	2%/a
Reihenfolge	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Gebäude mit höchstem spezifischen Wärmebedarf	Cluster mit höchster spezifischen Wärmedichte
Zielzustand nach	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 70

5.2.2 Potenziale durch Steigerung 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 den nachfolgenden Diagrammen abgebildet.

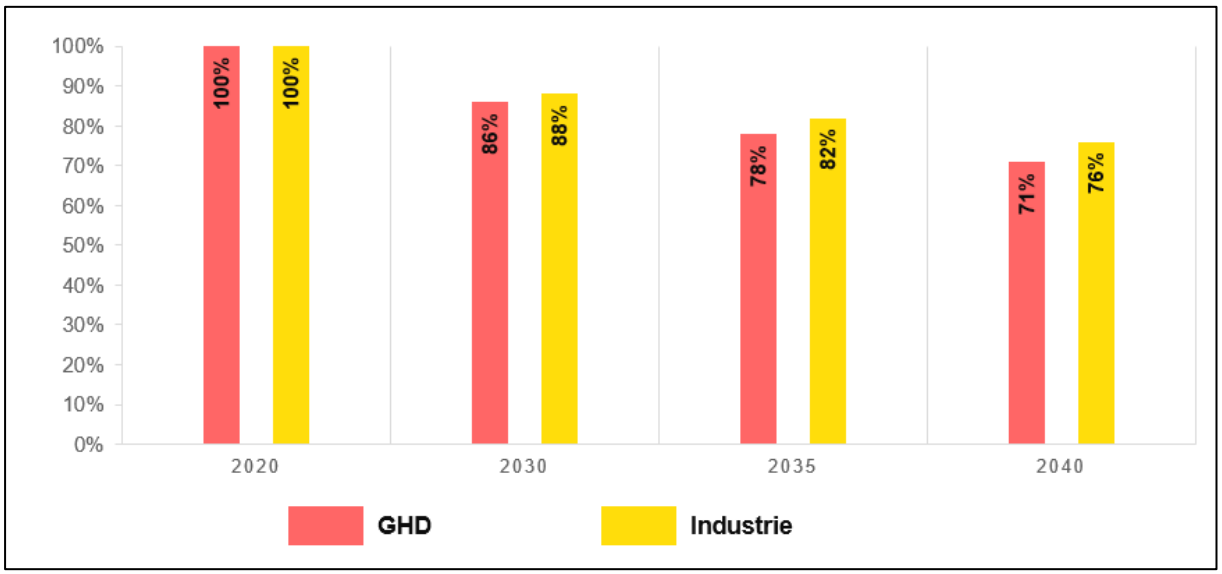


Abbildung 9: Szenario - Entwicklung Prozesseffizienz GHD und Industrie

5.2.3 Gesamtpotenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs

In Summe resultiert für das Zieljahr ein Einsparpotenzial durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und Erhöhung von Prozesseffizienzen in Höhe von 68 GWh/a. Dies entspricht einer relativen Einsparung in Höhe von 24 % zum Basisjahr.

Für das Zieljahr ergibt sich daher ein potenziell zu deckender Wärmebedarf von 228 GWh/a unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Wärmebedarfs durch Neubaugebiete. Anhand der Angaben der Kommunalverwaltung wurden für Neubaubaugebiete bis ins Zieljahr ein zusätzlicher Wärmebedarf von rund 10 GWh analysiert.

Abbildung 10 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.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

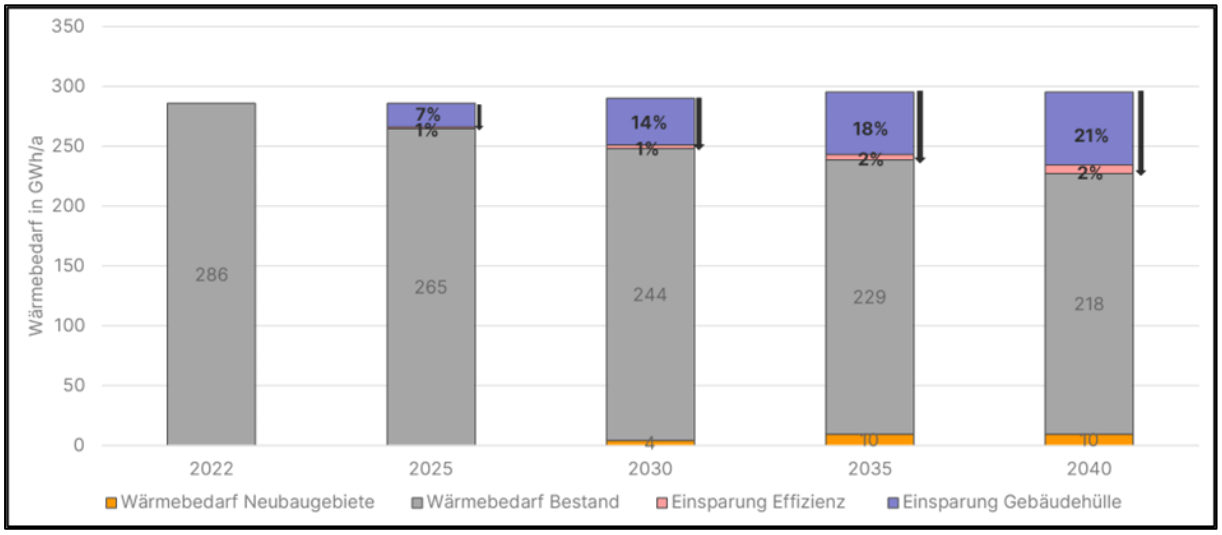


Abbildung 10: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1

Tabelle 7: Energiebedarfsentwicklung nach Sektoren – Szenario 1

Sektor	2020	2030	2035	2040
Gesundheit und Bäder	39.572	39.572	39.572	39.572
GHD	18.278	16.182	14.872	13.562
Hotel	6.624	4.808	4.750	4.750
Industrie	7.746	7.003	6.538	6.073
Mischnutzung	25.758	19.154	18.947	18.848
Öffentliche Verwaltung	8.650	8.213	8.213	8.150
Sondernutzung	13.802	13.802	13.802	13.802
Wohnnutzung	165.699	135.838	122.947	113.797
Neubaugebiete	0	4.270	9.729	9.729
Gesamt	**286.129**	**248.841**	**239.370**	**228.283**

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 zeigen jeweils die prozentuale Deckung des Wärmebedarfs im Zieljahr durch das entsprechende Potenzial (Nachfragepotenzial).

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 Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe

Unvermeidbare 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 Abwärmenutzung 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 Abwärmenutzung liegt die betriebs- und prozessinterne Abwärmenutzung 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 Abwärmeaufkommen 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 „Unvermeidbare Abwärme – Industrie und Gewerbe“ konnte kein nutzbares Potenzial im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in der gesamten Kommune festgestellt werden.

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 °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 auch 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 im Kanalnetz liegen in Bad Mergentheim nicht vor. Anhand des georeferenzierten Kanalnetzes, der anfallenden Abwassermenge an der Kläranlage sowie spezifischen Kennwerten für den Schmutzwasseranfall im Bereich Wohnung, GWD und verarbeitendes Gewerbe wurde an verschiedenen Referenzpunkten im Kanalnetz der Durchfluss berechnet.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 0,6 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kanälen rund 1.295 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. In der nachfolgenden Abbildung 11 ist die räumliche Verteilung der Potenziale dargestellt.

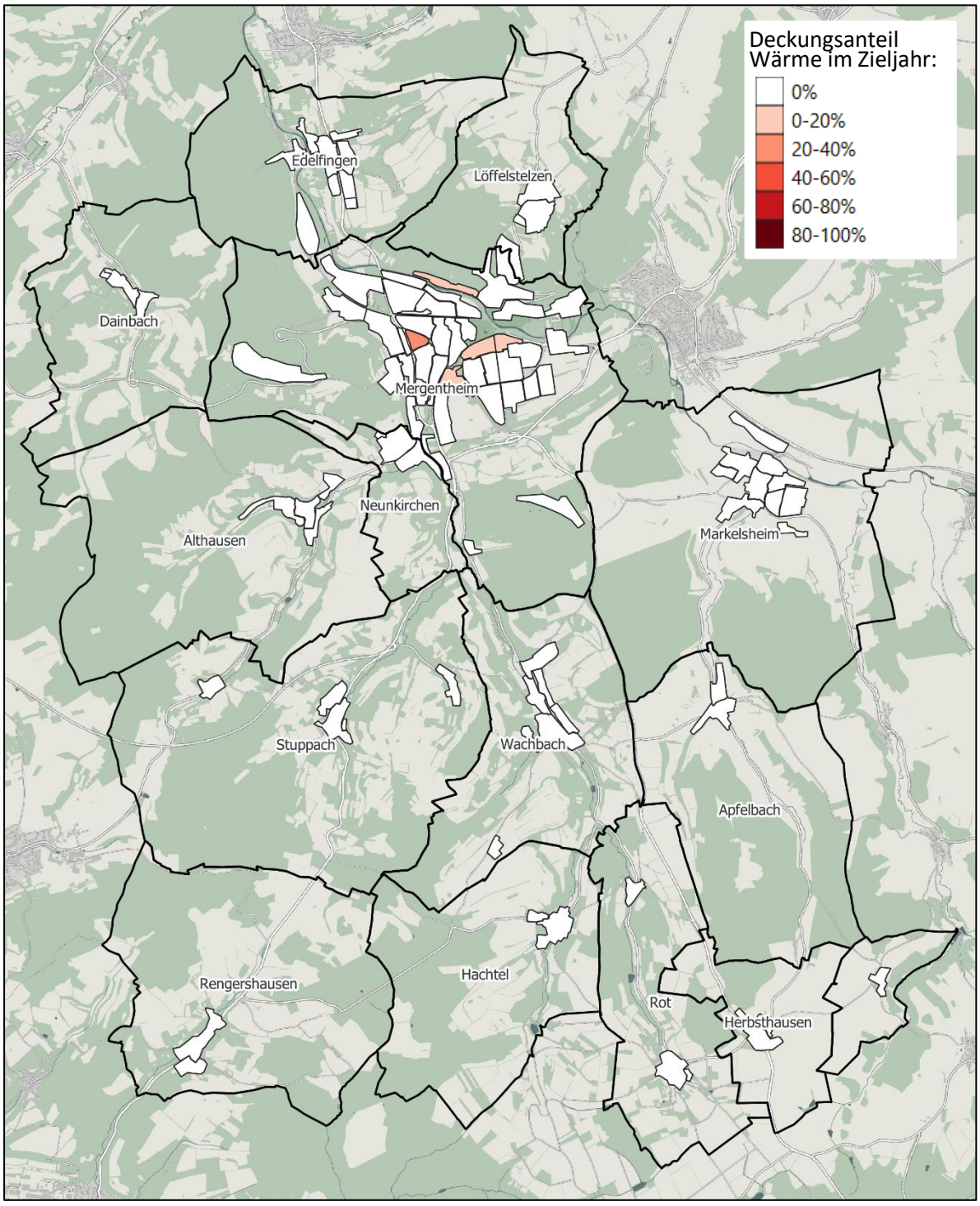


Abbildung 11: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 direkter 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.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 3,4 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Abwasserwärme aus den Kläranlagen rund 7.750 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

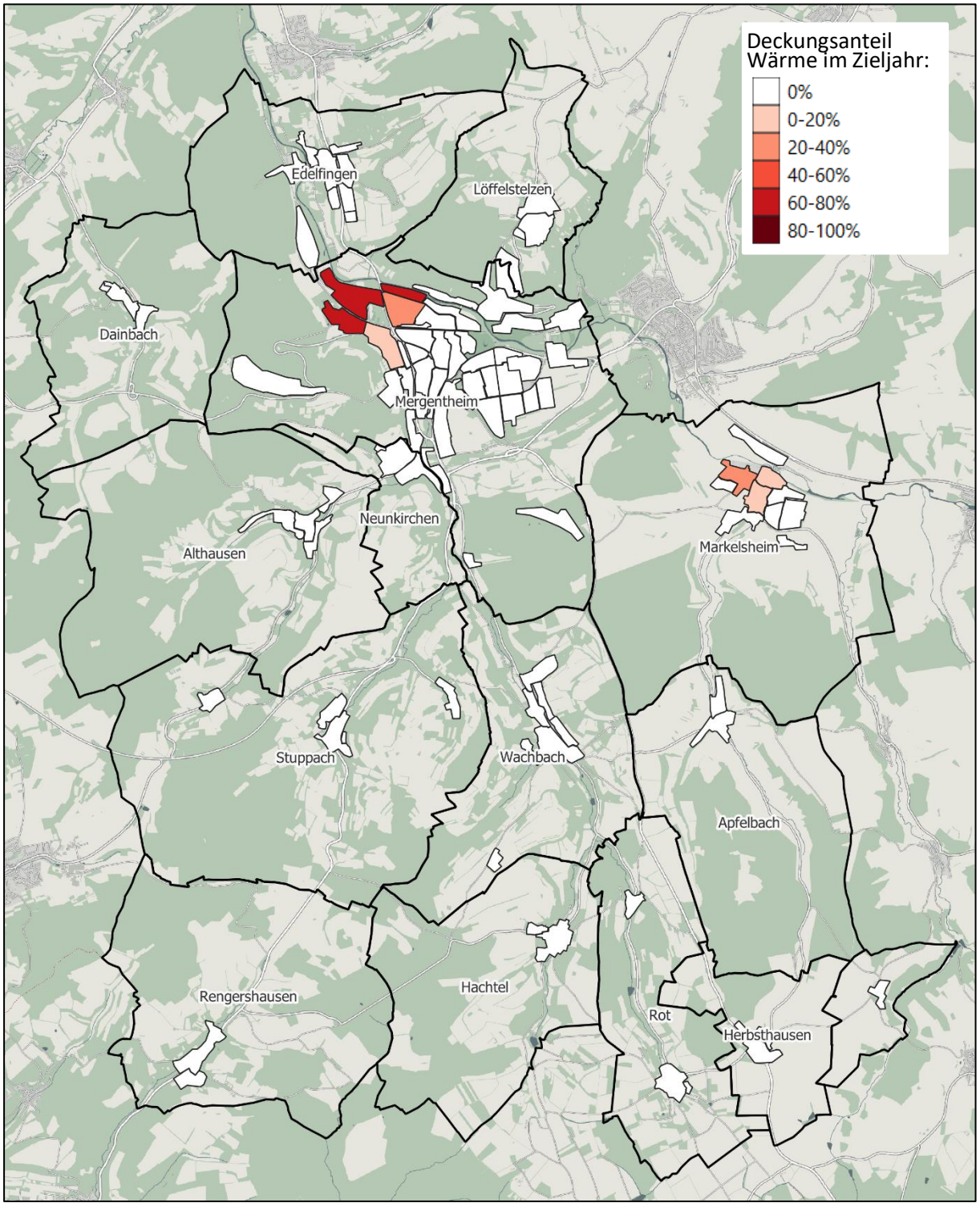


Abbildung 12: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Clusterebene

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 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

Nach einer ersten Einschätzung des Landratsamt Main-Tauber-Kreis ist unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen eine Wärmegewinnung aus der Tauber grundsätzlich denkbar. Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 1,5 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch aus Flusswasserwärme rund 3.470 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden. Die räumliche Verteilung des Potenzials entlang der Tauber in Abbildung 13 zeigt konkret mögliche Versorgungsgebiete und Flusswasserentnahmestellen in Edelfingen und Markelsheim.

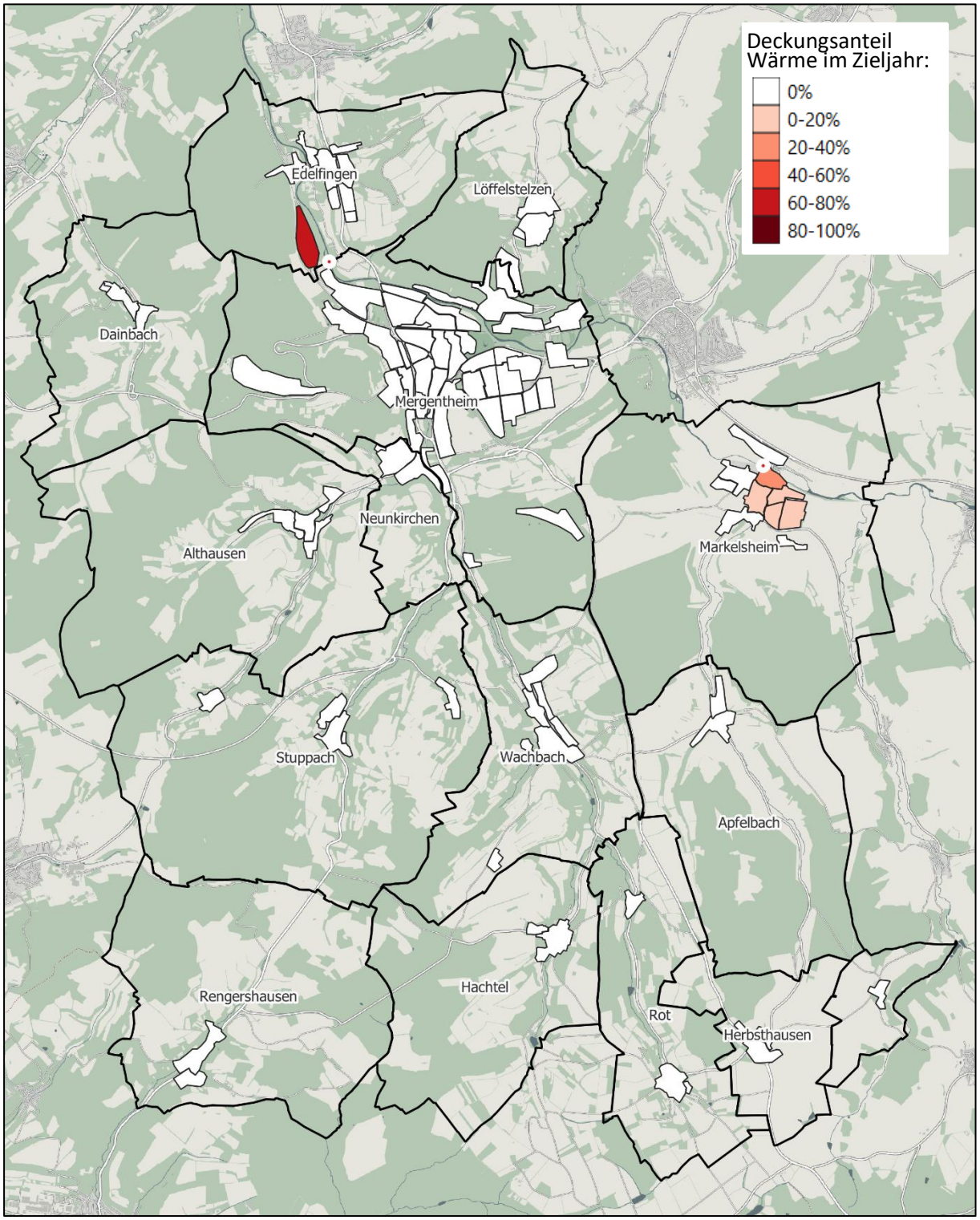


Abbildung 13: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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, II, III und IIIA. Innerhalb der Wasserschutzzone IIIB ist der Betrieb von geothermischen Anlagen unter der Auflage von Wasser als Wärmeträgermedium möglich. 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 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 14 sind die priorisierten Freiflächen abgebildet.

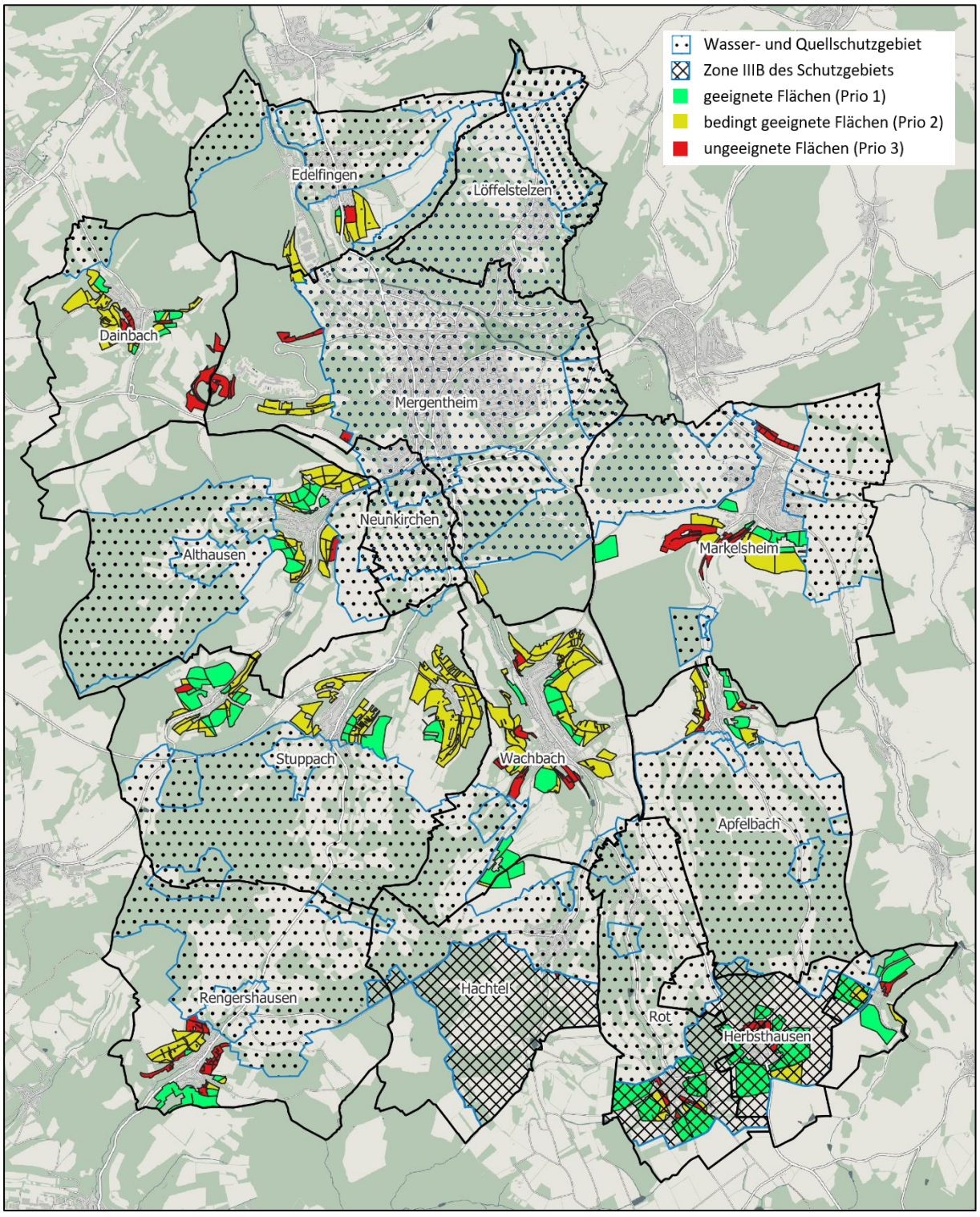


Abbildung 14: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)

Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

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

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	330 ha	2,5 %
2	400 ha	3,1 %
3	125 ha	1,0 %
Summe	**855 ha**	**6,6 %**

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass im Zieljahr ein Wärmedeckungspotenzial in Höhe von 23,8 % resultiert. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 25 kWh/(m²·a) für Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten und für wasserbetriebene Anlagen (innerhalb Wasserschutzzone IIIB) von 13 kWh/(m²·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 54.440 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

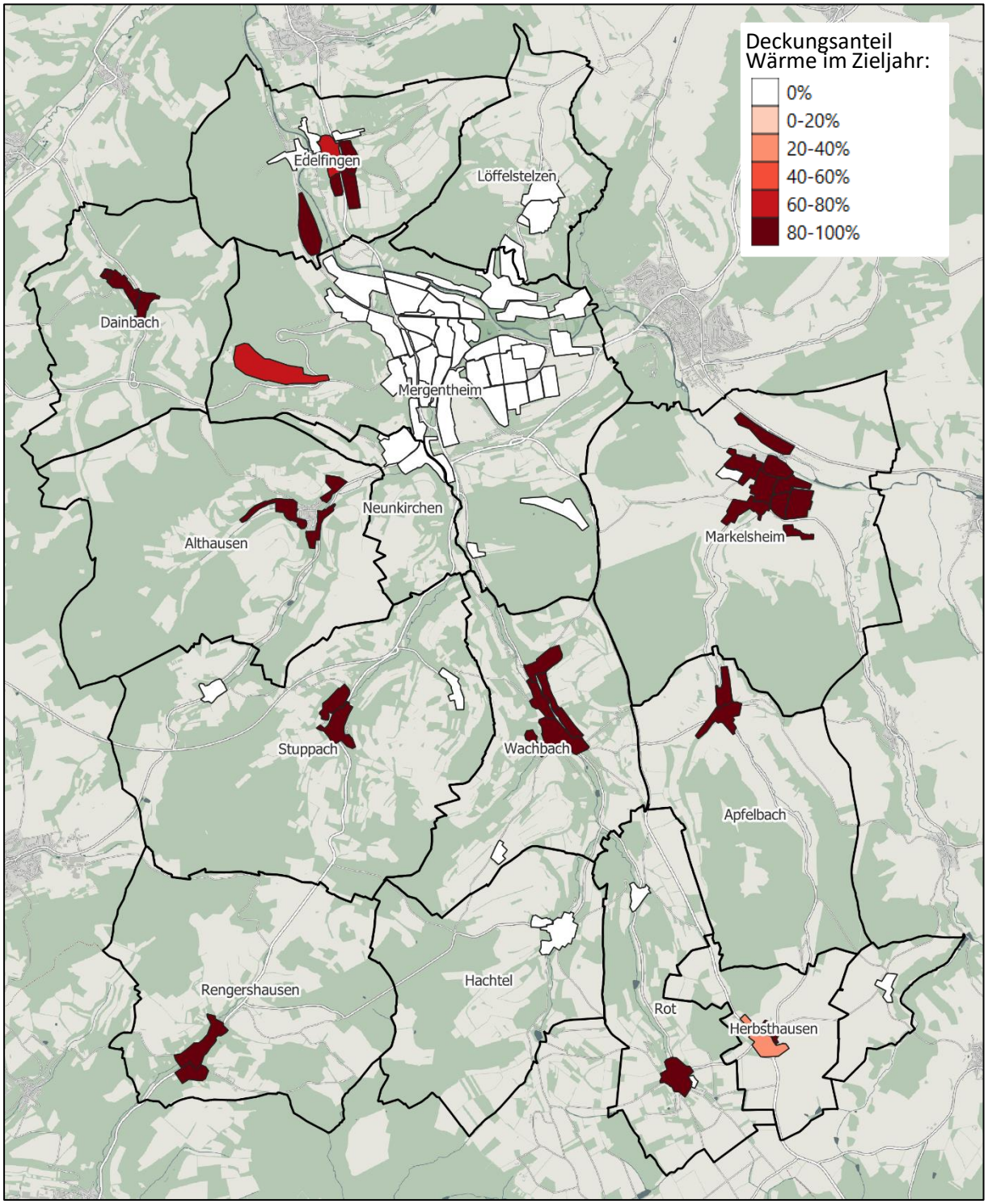


Abbildung 15: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 Erdwärmenutzung. 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, welcher auf maximal 100 % begrenzt wird. 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 15,1 % resultiert. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 70 kWh/(m·a) für Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten und für wasserbetriebene Anlagen (innerhalb Wasserschutzzone IIIB) von 38 kWh/(m·a) für die Versorgung der Gebäude über Wärmepumpen. Insgesamt können damit theoretisch aus dem Potenzial „Geothermie – Sonden dezentral“ rund 34.460 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angesetzt werden.

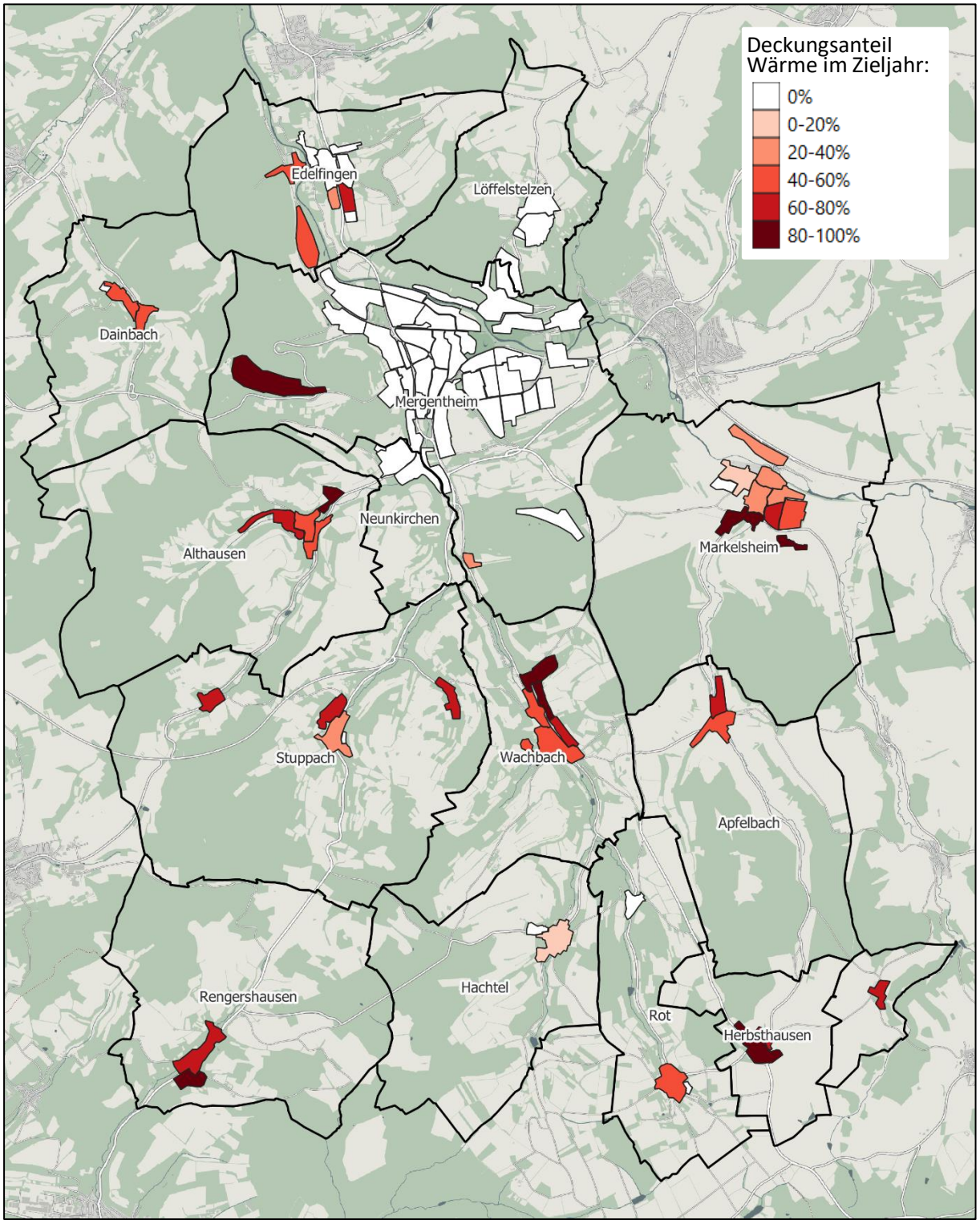


Abbildung 16: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 Sondenzahl 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 21,3 % resultiert. Die Ermittlung des Deckungspotenzials basiert auf einer angenommenen Entzugsarbeit von 50 kWh/(m·a) für Anlagen außerhalb von Wasserschutzgebieten und für wasserbetriebene Anlagen (innerhalb Wasserschutzzone IIIB) von 25 kWh/(m·a) für die Versorgung der Gebäude über Wärmepumpen. Theoretisch ergeben sich damit aus diesem Potenzial insgesamt rund 48.560 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.

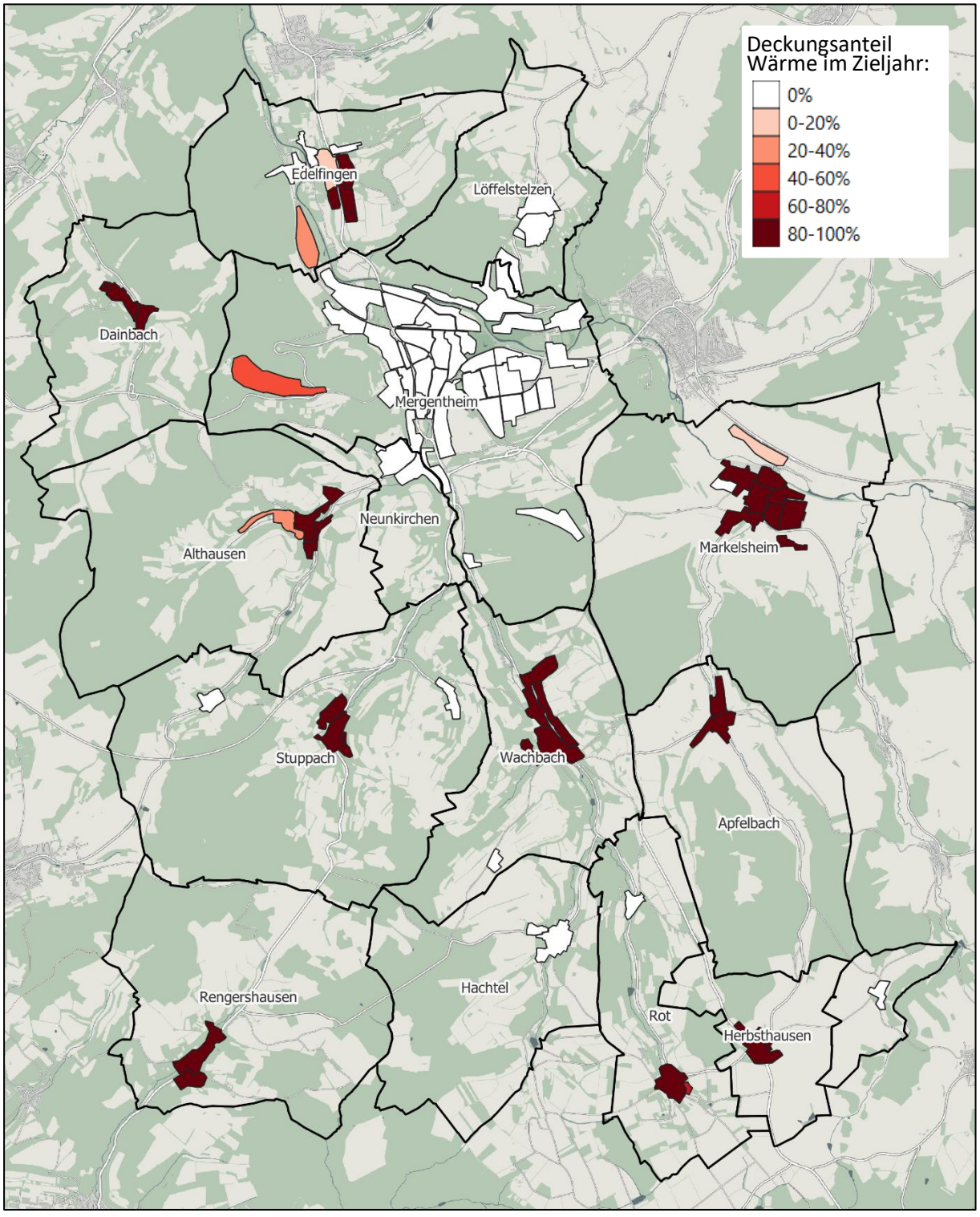


Abbildung 17: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 Stadtteilen 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. Dies sind Gebiete außerhalb der Wasser- und Quellschutzzonen in Bad Mergentheim. Aufgrund der oben beschriebenen Komplexität und fehlenden Projekttiefe der kommunalen Wärmeplanung wird kein Deckungspotenzial ausgewiesen. Nach Aussage des Landratsamt Main-Tauber-Kreis ist in Bad Mergentheim mit einem niedrigen Grundwasserstand zu rechnen.

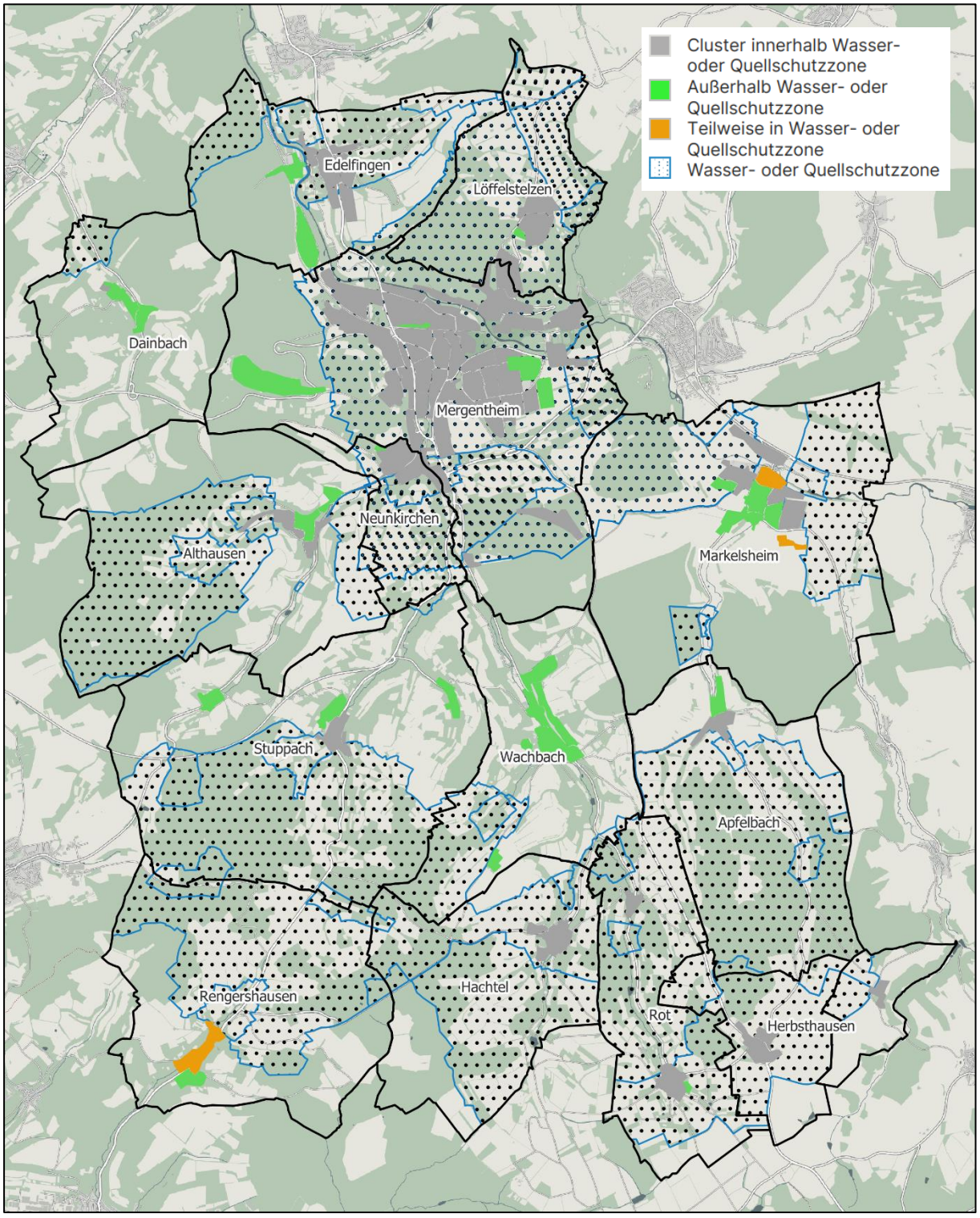


Abbildung 18: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 Wärmetauscher 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

Da kein See mit ausreichender Größe in Bad Mergentheim existiert, liegt auf dem Kommunalgebiet kein Potenzial für die Nutzung von Seewasserwärme vor.

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/(m²·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 6,7 % resultiert. Insgesamt können damit theoretisch rund 15.380 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune angenommen werden.

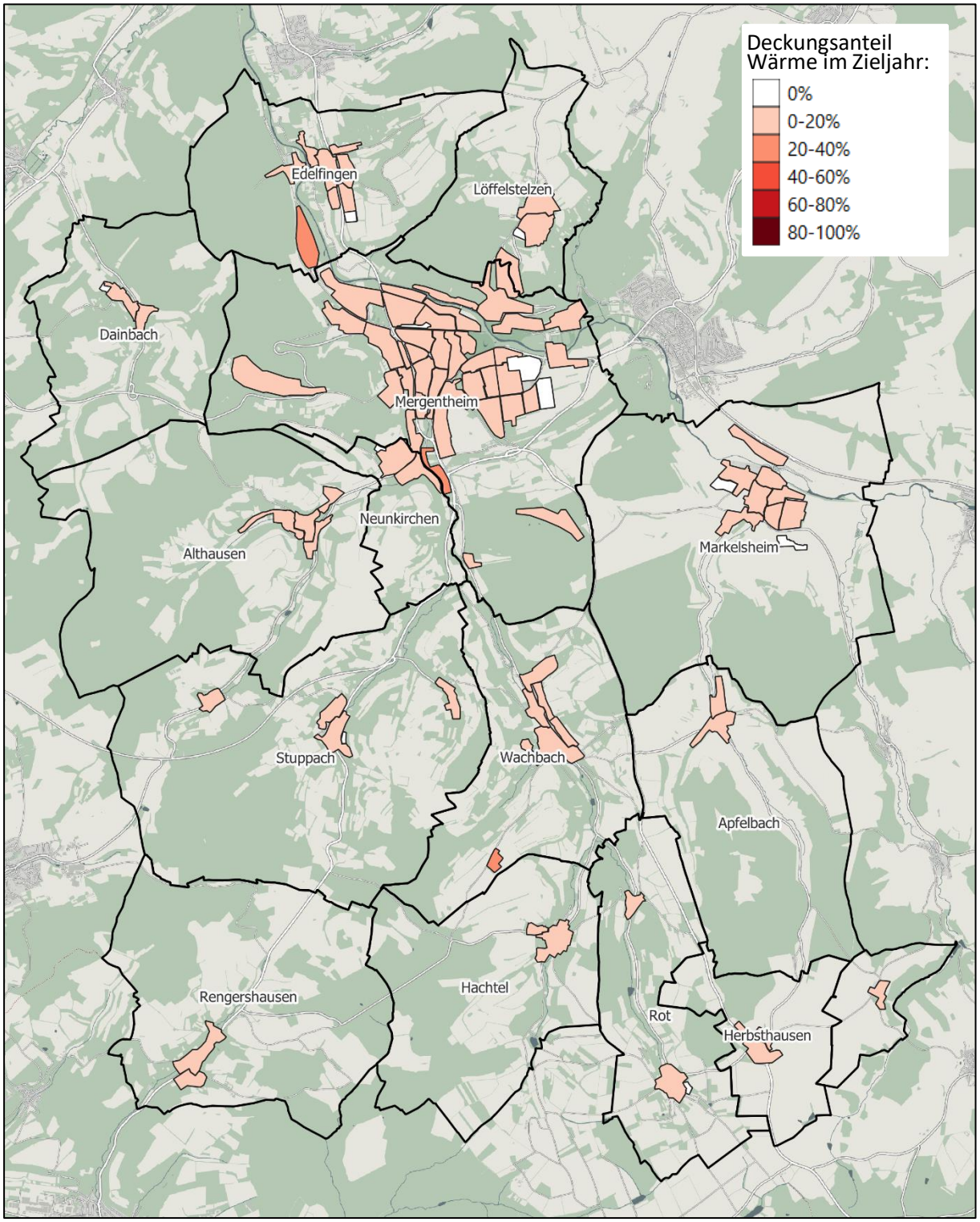


Abbildung 19: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.11 Solarthermie - zentral

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird zusätzlich zur Solarenergie auf Dachflächen das Potenzial von Freiflächenanlagen untersucht. Zentrale Solarthermieanlagen können relevante Wärmemengen für Wärmenetze bereitstellen. Neben der Einspeisung in klassische Wärmenetze können Solarthermieanlagen 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 werden. Die gespeicherte Wärme kann entweder direkt genutzt 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, 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 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 20 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

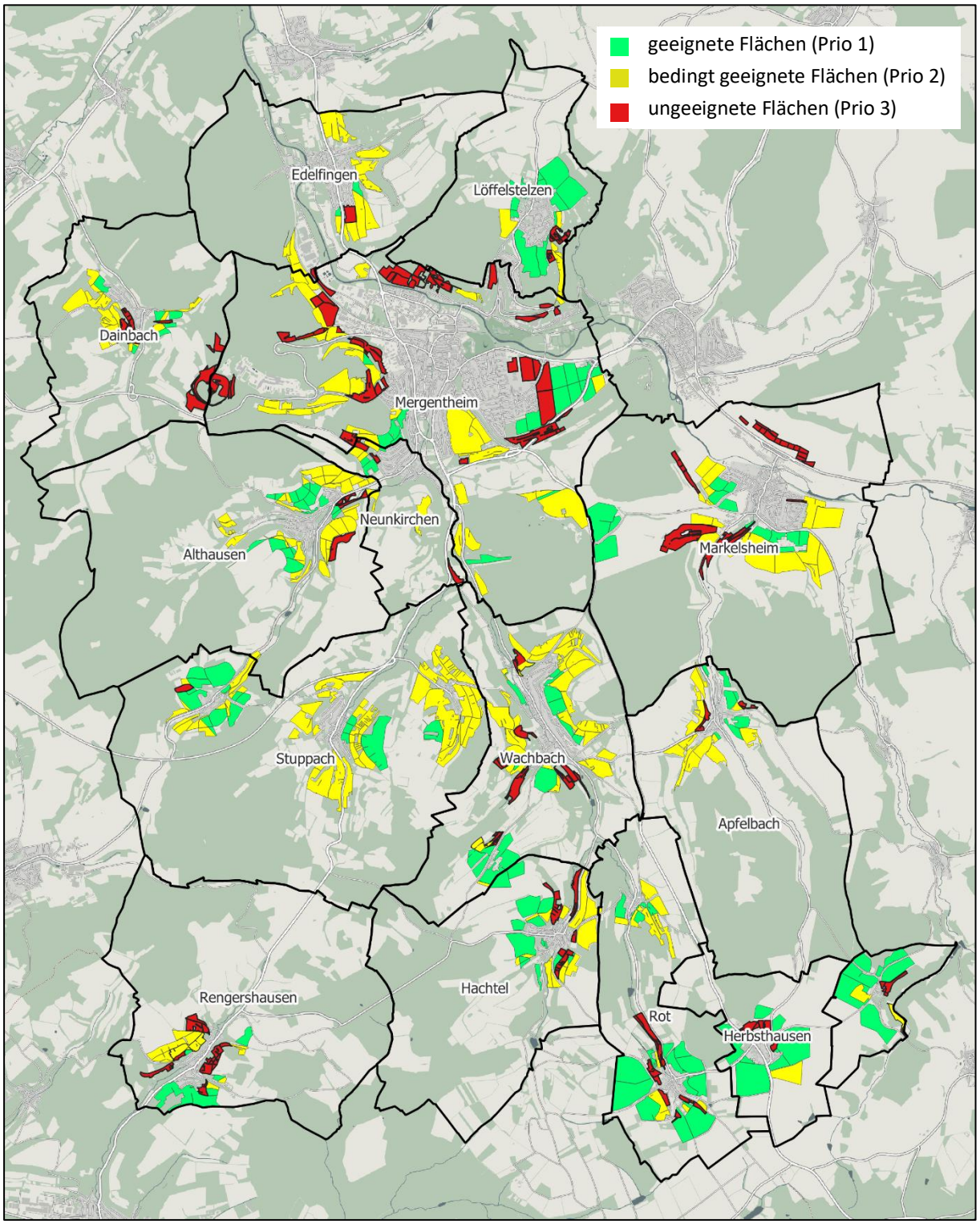


Abbildung 20: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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

1. Geeignet: gute Lage; Industrienähe, Randstreifen, außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

Tabelle 9: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Solarthermie - zentral“

Priorisierung	Fläche	Anteil an Fläche der Kommune
1	555 ha	4,3 %
2	734 ha	5,6 %
3	250 ha	1,9 %
Summe	**1539 ha**	**11,8 %**

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass bei einer Vollbelegung der geeigneten und bedingt geeigneten Freiflächen mit solarthermischen Modulen ein theoretisches Potenzial von 1.200 GWh/a resultiert. Unter Berücksichtigung des nutzbaren Solarertrags der Anlagen zur Gebäudebeheizung wurden die Freiflächen auf 51 ha reduziert. Unter Berücksichtigung der saisonalen Abhängigkeit des Wärmeertrags und dem Einsatz eines Langzeitwärmespeichers wurde ein Wärmedeckungspotenzial im Zieljahr von 28,8 % analysiert. Insgesamt resultieren aus dem Einzelpotenzial „Solarthermie - zentral“ theoretisch rund 65.750 MWh/a für die Wärmebereitstellung in der Kommune.

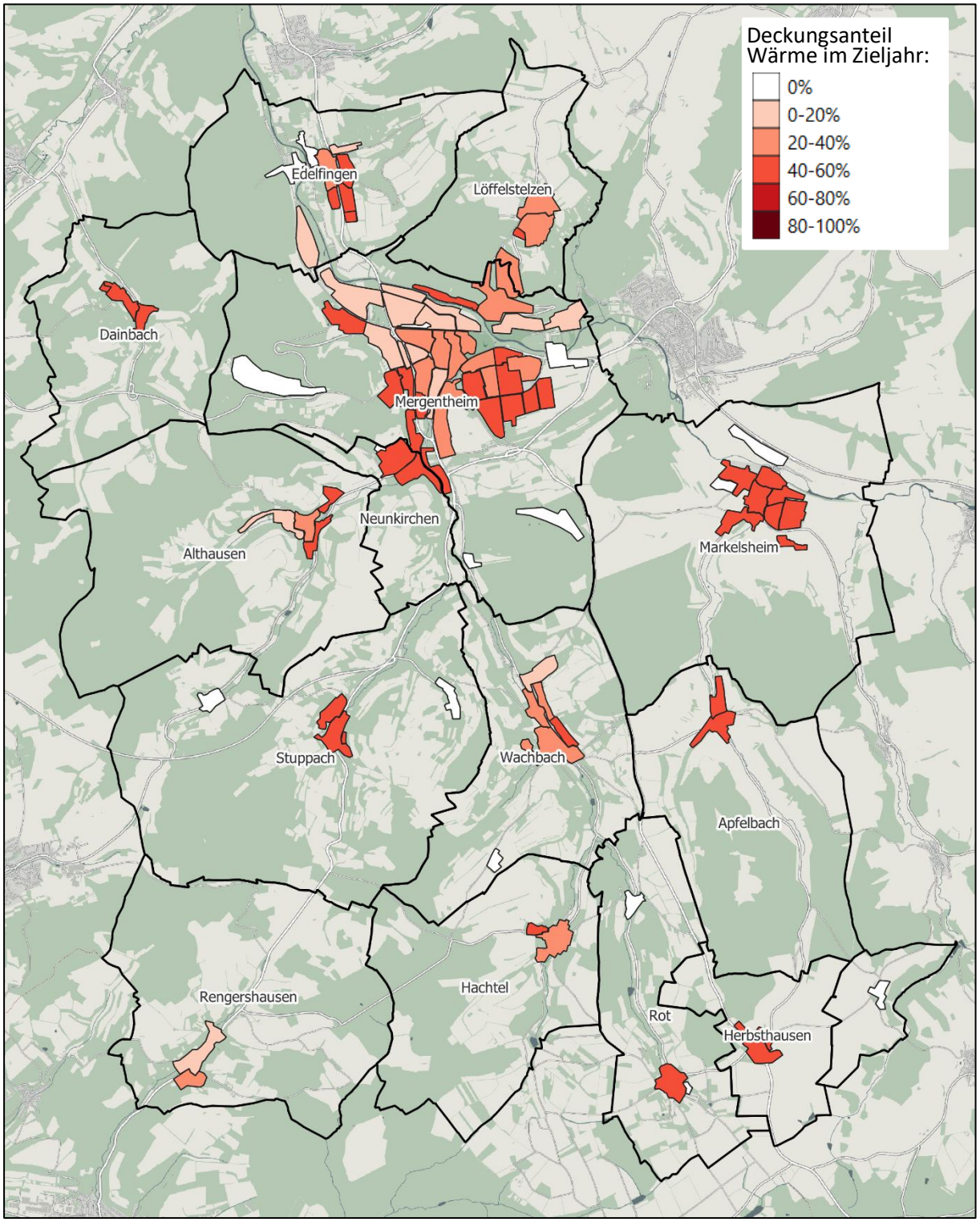


Abbildung 21: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Clusterebene

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

5.3.12 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie stellt die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von mehr als 400 Metern dar. Wärmereservoire 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 500 bis 2.500 m beinhaltet (Im Internet unter: https://maps.lgrb-bw.de/?app=lgrbwissen&view=Geothermie_Uebersicht_BW_500_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 22 und Abbildung 23 zeigen die konkreten Untergrundtemperaturen im Vergleich zur überregionalen Verteilung.

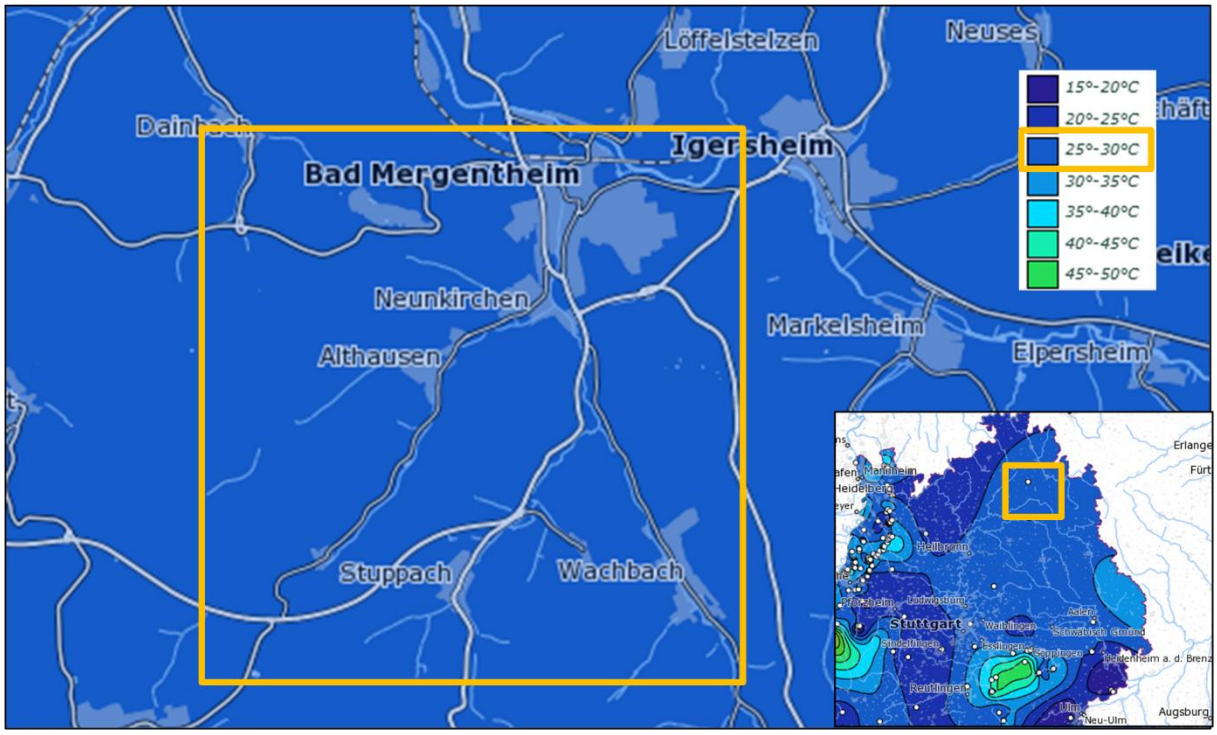


Abbildung 22: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m

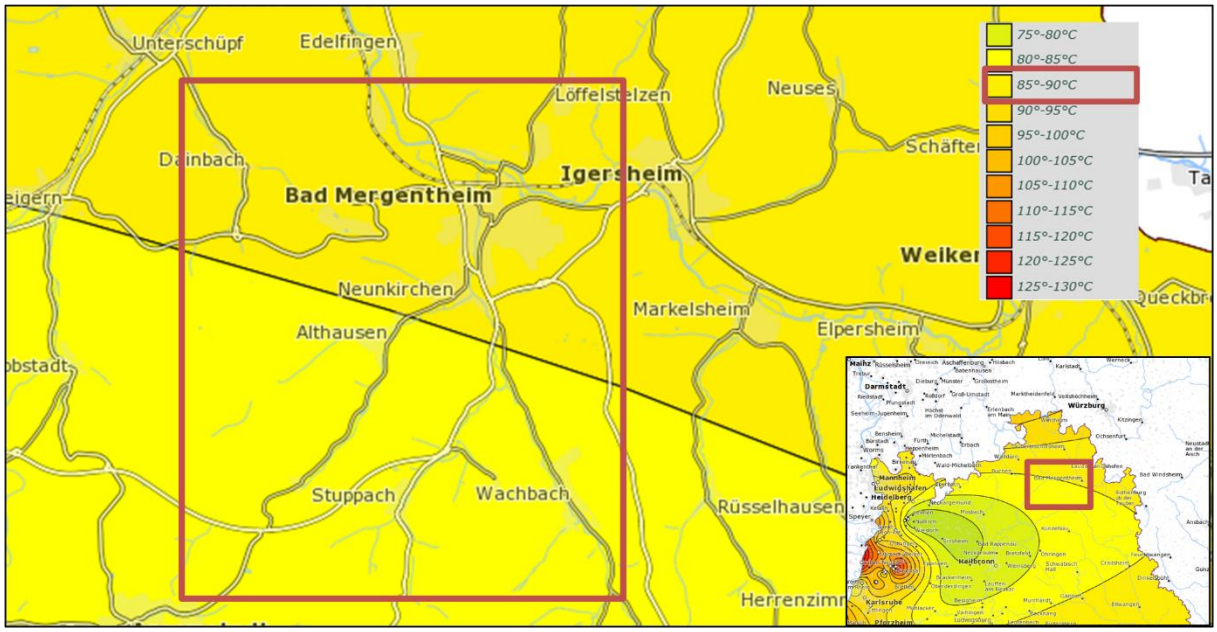


Abbildung 23: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m

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 in der Regel 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 an bestehenden Wärmepumpen 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 Prozesstemperaturanwendungen 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 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, 4.878 ha Ackerland und 1.476 ha Grünland. Diese Flächen entsprechen rund 7,5 % bzw. 5,7 % des gesamten Gemarkungsgebiets. Für die Ermittlung des Energiepotenzials landwirtschaftlicher Biomasse wird davon ausgegangen, dass die angebaute Biomasse in einer Biogasanlage zu Biogas verarbeitet wird. In der Berechnung wird unter Berücksichtigung eines Flächen- und Biogasertrags in Abhängigkeit der Pflanzensorte der potenzielle Energieertrag 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 Energieerzeugungspotenzial in Höhe von 63.100 MWh/a, was sich bei einer Verstromung des Biogases in einem BHKW in 50.500 MWh thermisch und 12.600 MWh elektrischen Energiepotenzials aufteilt.

Biomasse aus der Forstwirtschaft

Auf dem Kommunalgebiet existieren Waldflächen von rund 4.266 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 17.610 MWh/a.

Gesamtergebnis

In Abbildung 24 sind die Flächen sowie deren räumliche Verteilung zur Mobilisierung des Biomassepotenzials aufgezeigt. Das gesamte Wärmenutzungspotenzial aus dieser Analyse beträgt rund 68.090 MWh/a. Bezogen auf den Biomassebedarf im Basisjahr von 78.500 MWh entspricht dies einem Anteil von 90 %.

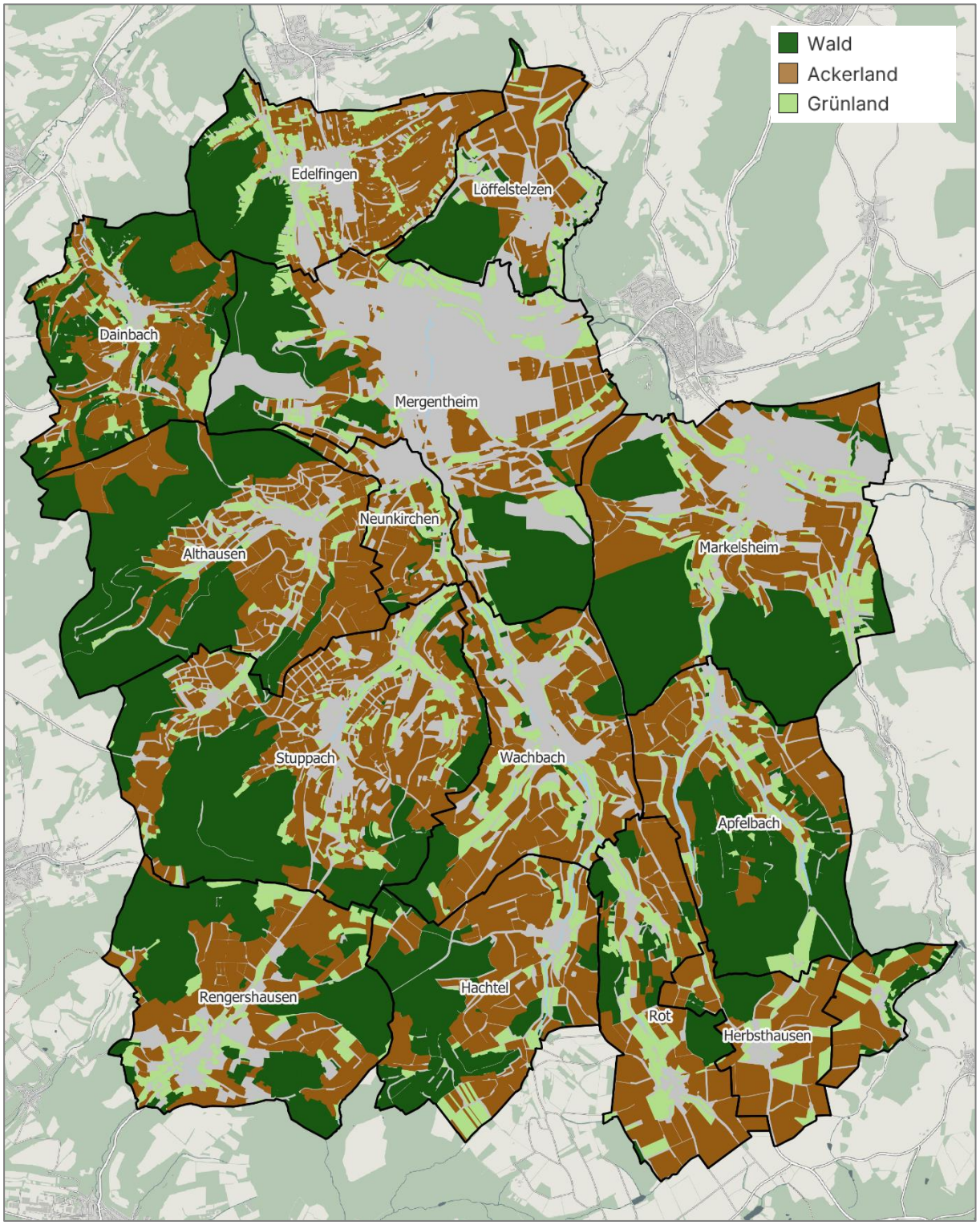


Abbildung 24: Karte der Biomasse Potenzialflächen

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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[3] (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 dieser Logik finden im Zielfoto die grünen Gase unter folgenden Randbedingungen Berücksichtigung:

- Keine Verfügbarkeit ausreichender lokaler Potenziale 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, &

[3]Im Internet unter: https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie (02.03.2023)

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 oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Bei einer Direktnutzung des Stroms kann damit auch eine Wärmepumpe mitversorgt und damit aus erneuerbarem Strom klimaneutrale Wärme erzeugt werden. Aufgrund der tageszeitlichen und saisonalen Erzeugungscharakteristik von 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_p zugewiesen.

Die maximal installierbare Leistung an Photovoltaik-Modulen wird anhand der potenziell nutzbaren Dachfläche aus dem digitalen Liegenschaftskataster und einem spezifischen Flächenbedarf (5 m^2/kW_p) 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/dachflachen/solarpotenzial-auf-dachflachen.

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial „Photovoltaik – dezentral“ zeigt auf, dass in Summe eine Leistung von 105 MW_p an Photovoltaik-Modulen auf den Dachflächen installiert werden

können. Unter Berücksichtigung der Eignungsklasse der Dachflächen resultiert ein jährlicher Stromertrag von rund 96.000 MWh/a.

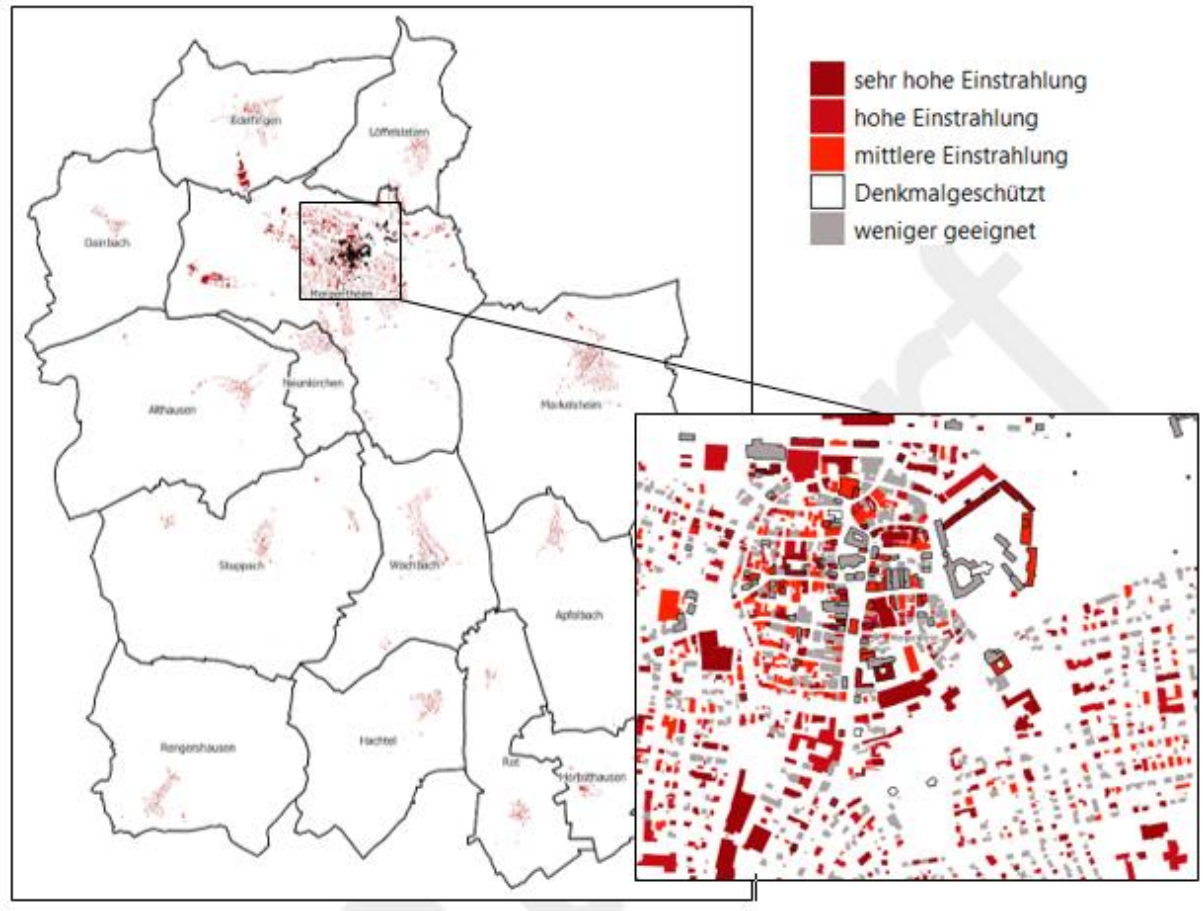


Abbildung 25: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene (Einstufung nach Energieatlas BW)

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 Aufständerung 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 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 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 26 sind die als geeignet identifizierten Freiflächen dargestellt.

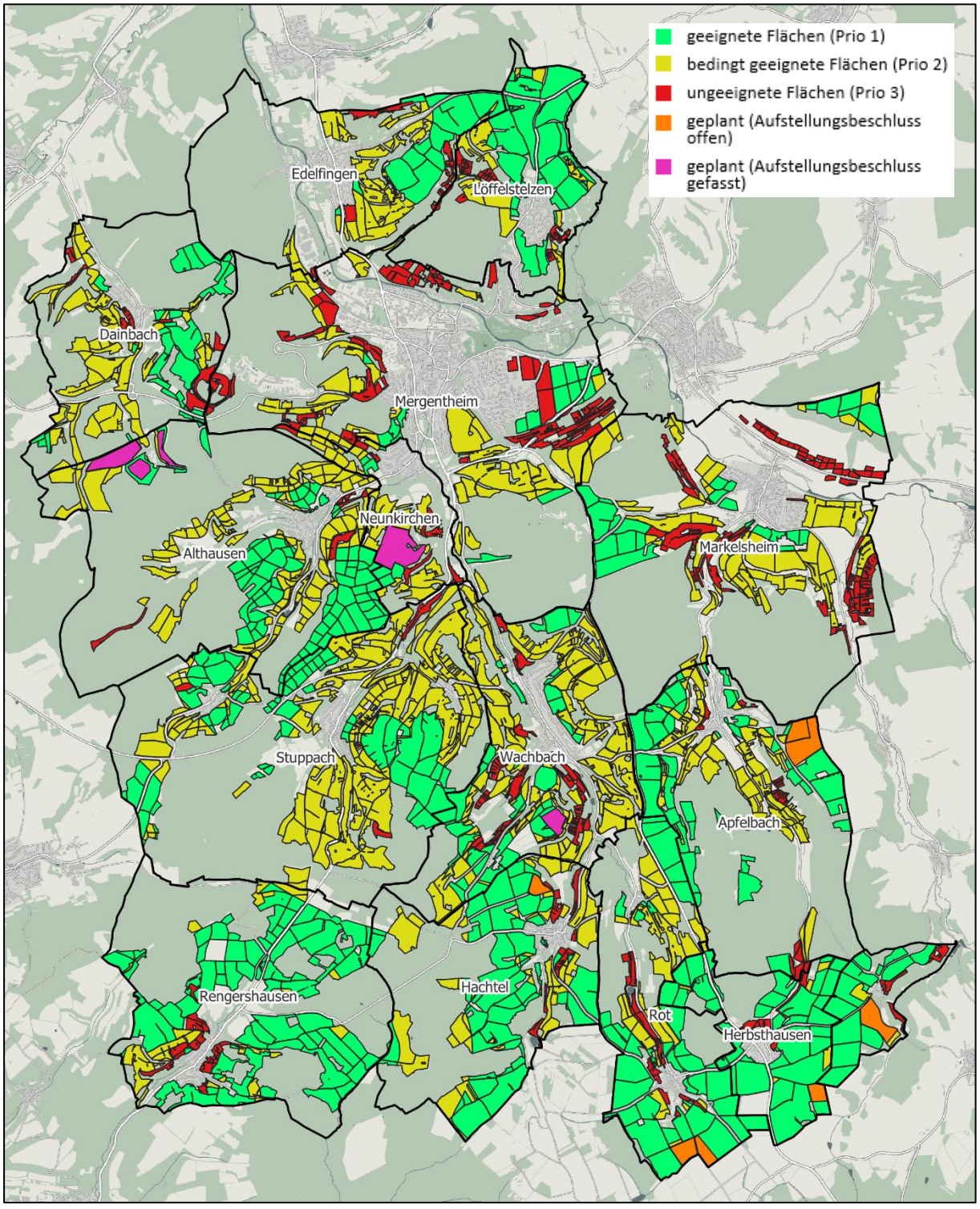


Abbildung 26: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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

1. Geeignet: Außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
2. Bedingt geeignet: In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
3. Ungeeignet: Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs), aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, …)

Tabelle 10: Priorisierungsergebnis des Freiflächenpotenzials „Photovoltaik – zentral“

Priorisierung	Summe	Anteil an Fläche der Kommune
1	2.496 ha	19,2 %
2	2.100 ha	16,2 %
3	429 ha	3,3 %
Summe	**170 ha**	**38,7 %**

Ergebnis

Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass ein Stromerzeugungspotenzial in Höhe von 2.700 GWh/a im Falle einer Südaufständerung und 3.200 GWh/a im Falle einer Ost-West-Aufständerung resultiert. Davon sind bereits 50,3 ha mit einem Potenzial von 54,4 GWh bzw. 64,6 GWh im Falle einer Südaufständerung bzw. Ost-West-Aufständerung im Gemeinderat beschlossen. Für weitere 48 ha an Freifläche ist der Aufstellungsbeschluss noch offen (Stand Juli 2023).

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.[4]

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 dient als 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 auf der Gemarkung von Bad Mergentheim insgesamt 3.800 ha für die Windkraft als geeignet eingestuft sind. Die vereinbarte Verwaltungsgemeinschaft Bad Mergentheim hat davon bereits 61 ha auf der Gemarkung Althausen/Dainbach für Windkraft ausgewiesen. In Abbildung 27 sind diese Flächen dargestellt.

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

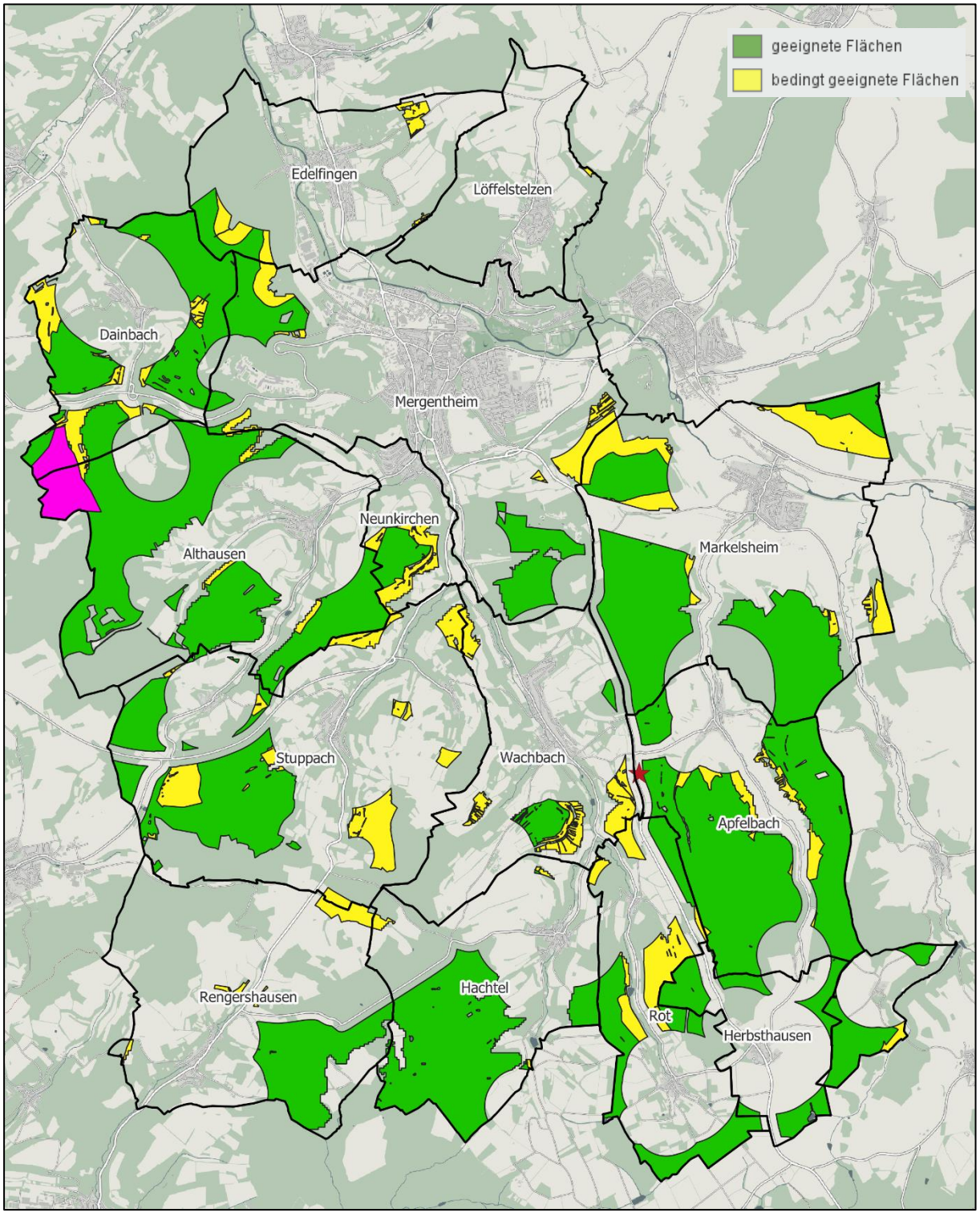


Abbildung 27: „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas BW

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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.[5]

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).[6]

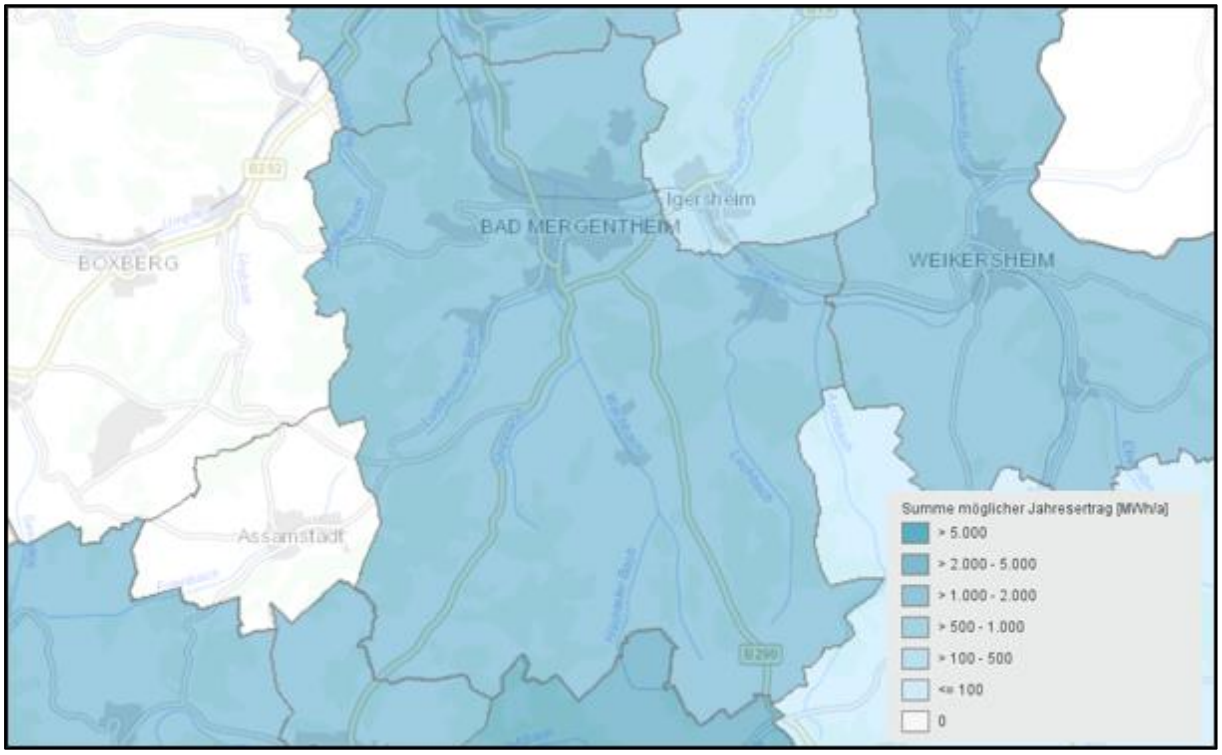


Abbildung 28: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas BW

[5] Im Internet unter: https://www.energieatlas-bw.de/wasser/hintergrundinformationen (02.03.2023)

[6] Im Internet unter: https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial (02.03.2023)

Ergebnis

Auf dem Kommunalgebiet ist der Zubau von Laufwasserkraftanlagen und Pumpspeicherkraftwerken möglich. Die Tauber bietet im Gemarkungsgebiet ein Potenzial für die Stromerzeugung aus Wasserkraft. Die Analyse für das Potenzial zeigt auf, dass laut LUBW, vier Anlagen als zusätzliches Stromerzeugungspotenzial möglich sind. Für diese Anlagen wird eine installierbare Leistung von rund 300 kW angegeben, was einen möglichen Jahresertrag von 1.350 MWh/a entspricht.

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 zu den möglichen Wärmedeckungsbeiträgen der Einzelpotenziale vor.

Hauptergebnisse

Durch Sanierung und Effizienzsteigerung reduziert sich der jährliche Wärmebedarf gemäß dem Leitzszenario um 24 % auf 218 GWh.

Die Wärmedeckungspotenziale liegen besonders im Bereich der Geothermie Kollektoren, dezentralen und zentralen Geothermie Sonden und zentralen Solarthermie. Weitere Potenziale sind bei der dezentralen Solarthermie und im Bereich des Abwassers und des Flusswassers zu erwarten.

Die Übersicht in Abbildung 29 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 GWh/a	Potenzieller Deckungsanteil in %
Abwärme – Industrie und Gewerbe	-	0
Abwasser – Kanal	1.290	0,6%
Abwasser – Kläranlage	7.750	3,4%
Biomasse	68.090	29,8%
Flusswasser	3.470	1,5%
Geothermie – Kollektoren	54.440	23,8%
Geothermie – Sonden dezentral	34.460	15,1%
Geothermie – Sonden zentral	48.560	21,3%
Grundwasser		Einzelfallprüfung
Seewasser	0	0
Solarthermie – dezentral	15.380	6,7%
Solarthermie – zentral	65.750	28,8%
Tiefengeothermie		Keine Aussage

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

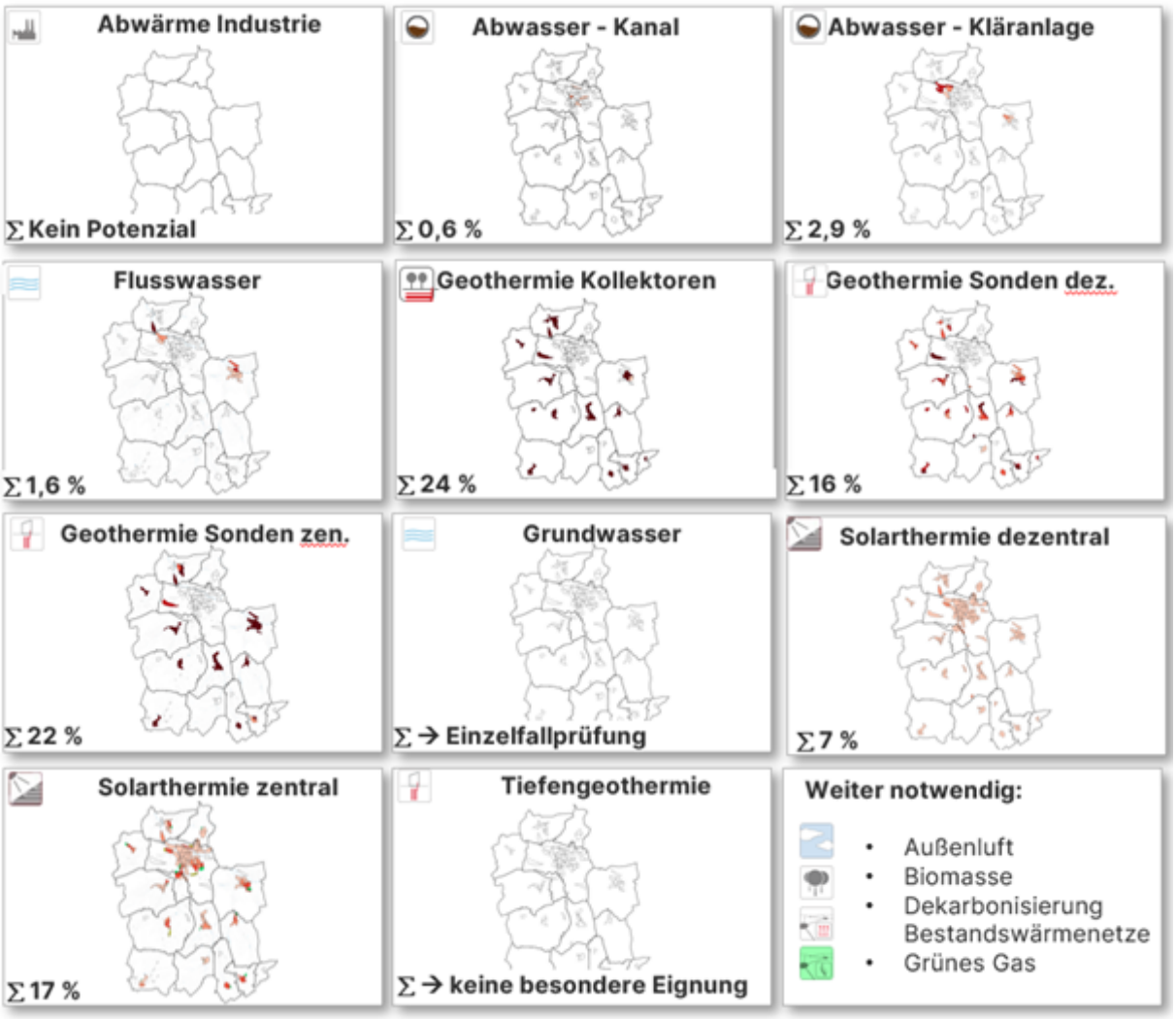


Abbildung 29: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

6 Zielszenario

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. Im Schritt der Zielszenario-Erstellung wird 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. Die Eignungseinstufung der Versorgungssysteme hängt dabei von unterschiedlichen Kriterien ab. Grundsätzlich werden je Cluster die zur Verfügung stehenden Versorgungssysteme und Energiequellen mithilfe einer multikriteriellen Matrix bewertet. Die Priorisierung und Definition der Zielszenarien erfolgt in Abhängigkeit von den nachfolgenden Kriterien:

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

Kriterien für die Einordnung des Versorgungssystems Wärmenetz in die Eignungsstufe *„(sehr) wahrscheinlich ungeeignet*“ ist eine Wärmedichte < 300 MWh/ha. Diese Größe wird ebenfalls im Leitfaden „Wärmenetze in Kommunen“ genannt. [7]

Nach der automatisierten Bepunktung und Ausgabe von Versorgungssystemen im Zielszenario 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

6.2 Zielszenario 2040

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

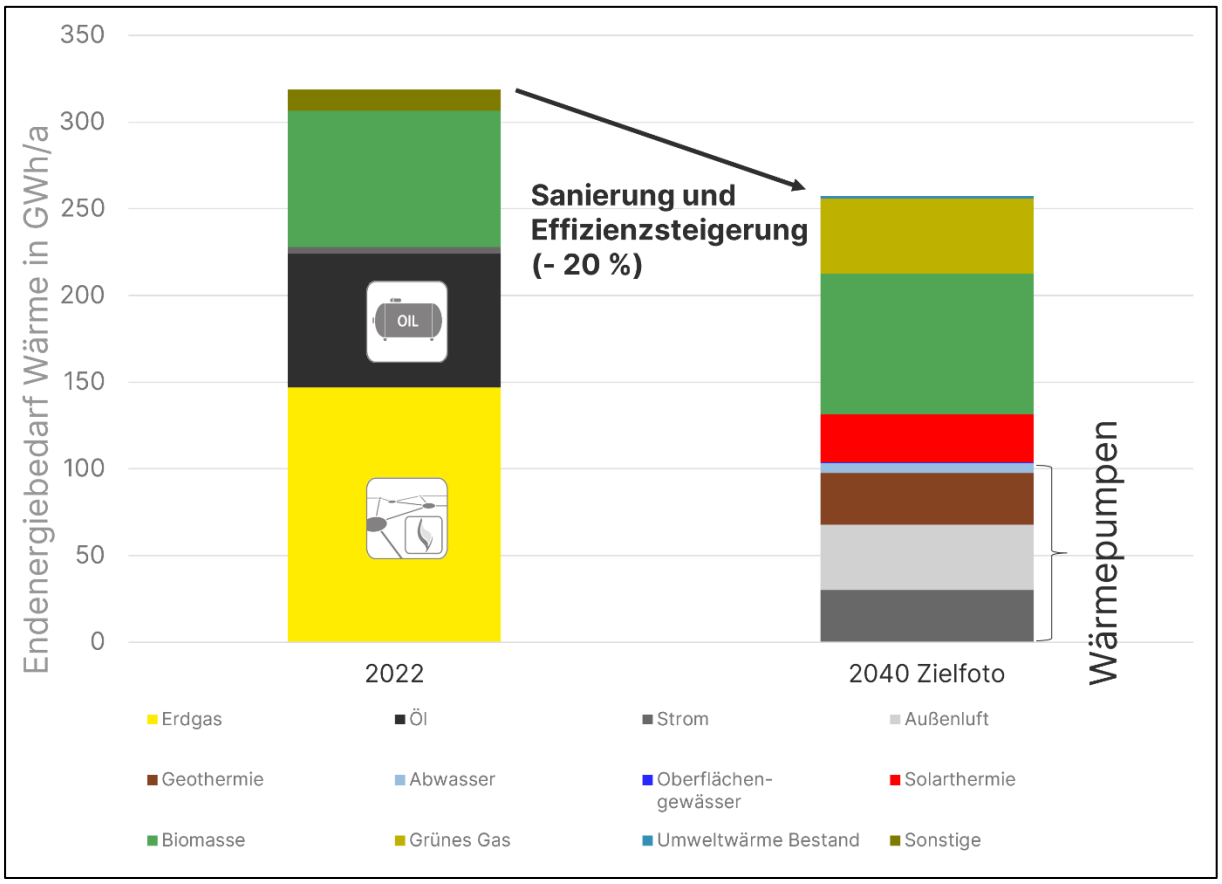


Abbildung 30: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr

Abbildung 30 verdeutlicht, dass sich der Endenergiedarf an Wärme von knapp 318 GWh um ca. 20 % durch Gebäudesanierung und Effizienzsteigerung reduziert. Die resultierenden 257 GWh werden zu 40 % durch Wärmepumpen erzeugt. Dabei sind die wesentlichen Umwelt-Wärmequellen das Erdreich, Außenluft und das gereinigte Abwasser der Kläranlage. Für die Erdwärmenutzung kommen zum einen Freiflächen Kollektoren und dezentrale Geothermie-Sonden zum Einsatz. Für Kollektoren müssen entsprechend Freiflächen mobilisiert werden und sind für eine zentrale Energieversorgung in Wärmenetzen gedacht. Freiflächen für eine geothermische Nutzung wurden im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelt und abgestimmt. Die Nutzung von Außenluft ist grundsätzlich überall möglich und nicht an lokale Rahmenbedingungen gebunden, solange die Schallemissionsgrenzen nicht überschritten werden und Aufstellorte für die Kühler vorhanden sind. Die Restwärme des gereinigten Abwassers aus der Kläranlage Mergentheim nimmt im Zielfoto einen Deckungsanteil von rund 3 % ein.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Neben dem Anteil an Wärmepumpen wird im Zielfoto ein wesentlicher Anteil von rund 11 % über Freiflächen-Solarthermieanlagen abgedeckt. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden geeignete Flächen in Mergentheim ausfindig gemacht. Hierfür sind die entsprechenden Freiflächen zu mobilisieren und Speicherkapazitäten bereitzustellen.

Flusswasser nimmt im gezeigten Zielfoto ca. 0,3 % ein. Der Anteil ist im Wesentlichen von der technischen Realisierbarkeit sowie der Genehmigungsfähig, wie viel Wasser entnommen und abgekühlt werden darf, abhängig. Dementsprechend kann sich der Anteil an Flusswasserwärme für die Wärmeversorgung im Zieljahr erhöhen.

Biomasse und Grünes Gas bilden knapp 48 % der Versorgung des Zielfotos ab. Diese bilden die Spitzenlastabdeckung in Wärmenetzen. Der Anteil des grünen Gases könnte grundsätzlich auch anteilig durch Biomasse ersetzt werden. In Abbildung 31 sind die Stadtteile sowie die zum Einsatz kommenden Energieträger aufgeführt.

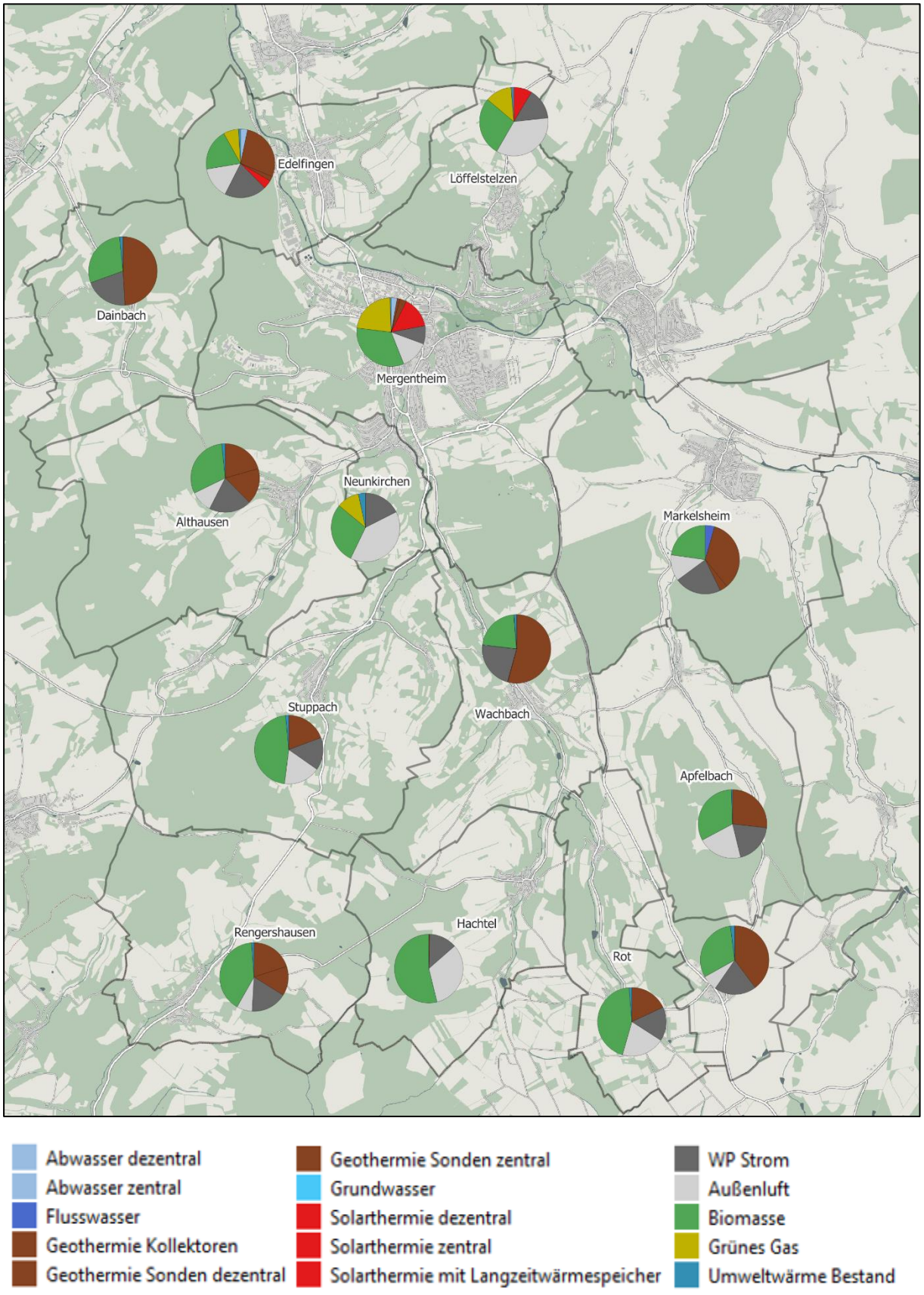


Abbildung 31: Zielszneario 2035 Energieversorgung der Stadtteile

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Entsprechend zu den Energieträgern werden auch die Versorgungssysteme ausgewiesen, die geeignet sind. Diese werden in nachfolgender Abbildung 32 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 zwischen Wärmenetzen (verteilte Wärme direkt nutzbar) und kalten Wärmenetzen (dezentrale Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung) differenziert.

Im Zielfoto werden 55 Cluster über zentrale Wärmenetze versorgt, davon 21 Cluster über KNW. Die Wärmemenge, die über Wärmenetze im Jahr 2040 bereitgestellt werden soll, liegt bei ca. 200 GWh. Dies entspricht einem rund 6-fachen Anteil an der Wärmebereitstellung über Wärmenetze zum Status-Quo in Bad Mergentheim. Zugrunde liegt hier eine Anschlussquote von nahezu 100 % in den entsprechenden Clustern. Aufgrund der Siedlungsstruktur in Bad Mergentheim ergeben sich zwei unabhängige Wärmenetze in Mergentheim sowie 6 eigenständige KNW in den Ortschaften Markelsheim, Wachbach, Althausen, Dainbach, Edelfingen und Rengenhausen.

42 Cluster werden dezentral versorgt, die Wärmeerzeugung erfolgt hier in den Gebäuden. Die vorherrschende Energiequelle sind hier bei Wohnnutzung Geothermie- und Außenluftwärmepumpen sowie Biomasse.

Die Versorgung von Teilen in Mergentheim erfolgt bereits heute über ein Wärmenetz mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger. Das Wärmenetz gilt es bis ins Zieljahr vollständig zu dekarbonisieren und auszubauen. Eine Erweiterung des bestehenden Naturheizkraftwerks auf Basis von Biomasse, der Einsatz von grünen Gasen und eine Freiflächen-Solarthermieanlage werden im Zielfoto für einen klimaneutralen Betrieb des Wärmenetzes eingeplant.

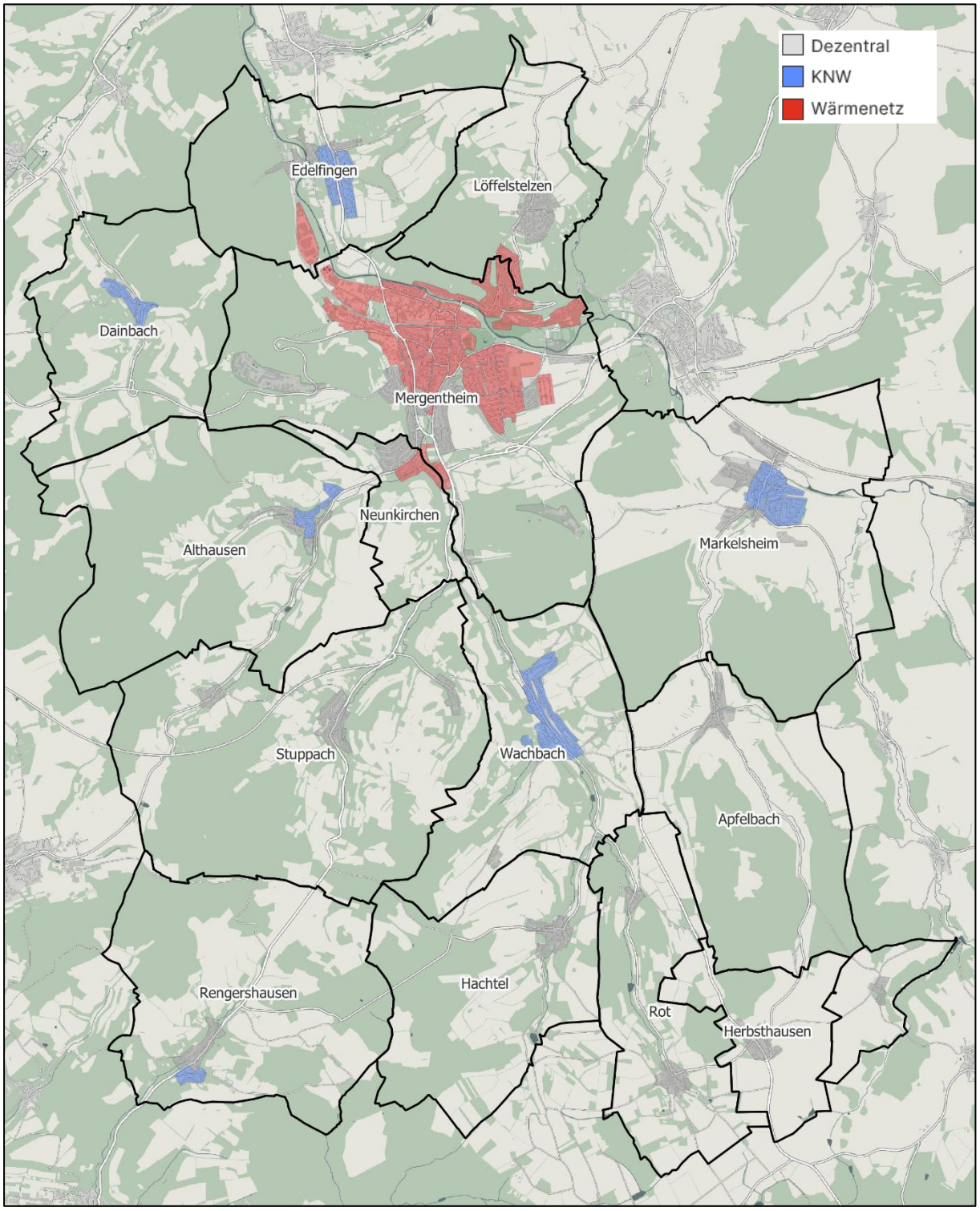


Abbildung 32: Zielszenario 2040 Versorgungssysteme der Cluster

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

6.3 Zielszenario 2030

Im Zielszenario für das Jahr 2030 wird im Vergleich zu 2040 ersichtlich, dass die Sanierung der Gebäude und die Effizienzsteigerung in gewerblichen Prozessen noch nicht so stark fortgeschritten und die Umstellung der Energieträger noch nicht in allen Gebieten erfolgt ist.

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

Cluster, in denen eine zentrale Versorgung geplant ist und das durchschnittliche Alter der Erzeuger bei > 15 Jahre liegt, werden bis 2030 als priorisiert betrachtet.

In nachfolgender Abbildung wird die Energieträgerverteilung 2030 dargestellt.

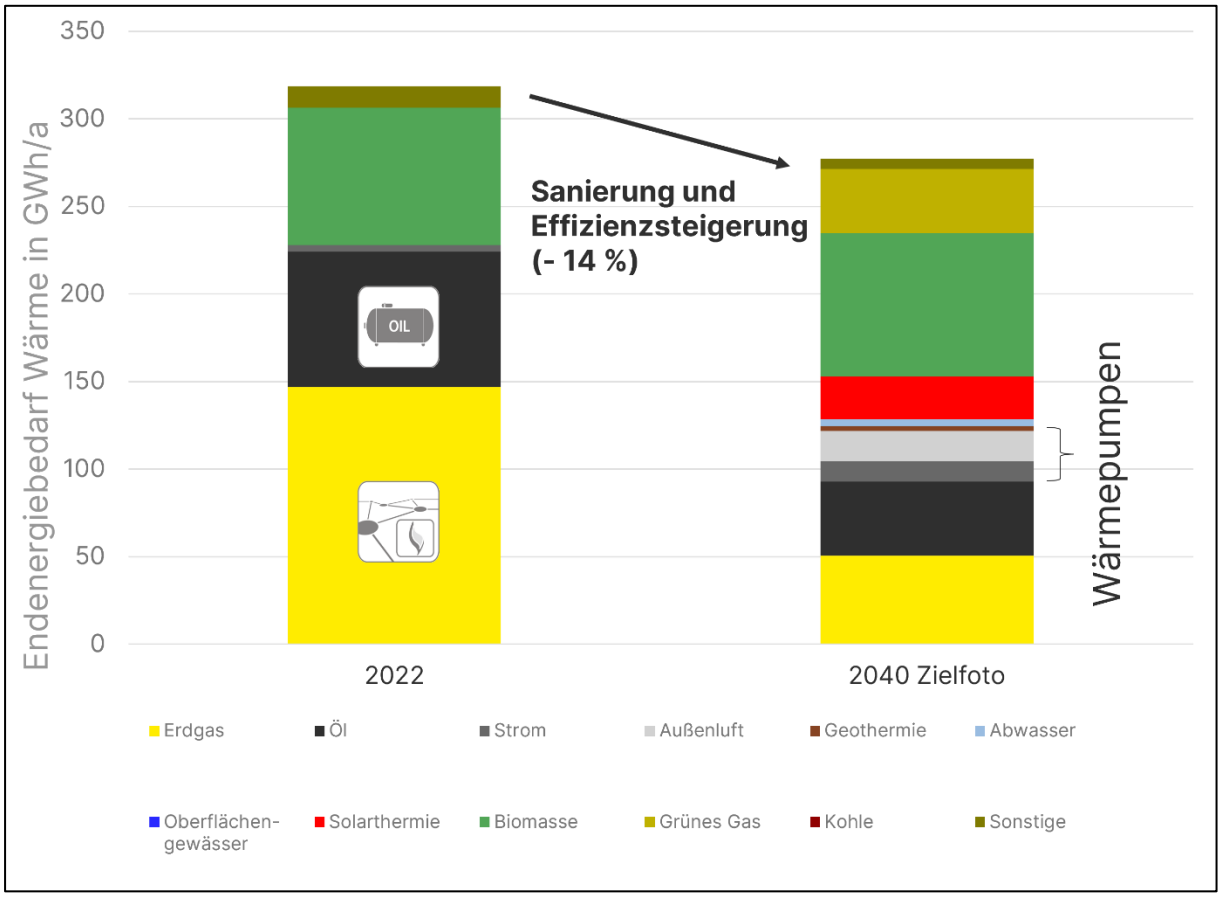


Abbildung 33: Zielfoto 2030

Der Wärmebedarf ist ca. 14 % geringer als im Jahr 2022. Knapp die Hälfte dessen wird bereits über erneuerbare Energien bereitgestellt, wovon ein Großteil durch grüne Gase, Solarthermie sowie Wärmepumpen gedeckt wird. Im Jahr 2030 wird gemäß Zielszenario in 32 Clustern bereits eine zentrale Versorgung angesetzt. Dies entspricht einen Zuwachs zum Status Quo von 12 Clustern.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

6.4 Kostenschätzung für Zielszenario 2040

Die Kostenschätzung für das Zielszenario 2040 beschränkt sich auf die Kosten für die Sanierung von Gebäuden und der damit verbundenen Verbesserung des Wärmeschutzes sowie auf die Kosten für den Ausbau von Wärmenetzen. Kosten für zentrale Wärmeerzeuger von Wärmenetzen sind in der vorliegenden Gesamtkostenschätzung aufgrund des hierfür nur schwer prognostizierbaren Kostenrahmens nicht enthalten.

Zur Erreichung der Reduktionsziele im Wärmebedarf sind gemäß des gewählten Sanierungsszenarios in Bad Mergentheim bis 2040 rund 2.471 Gebäude zu sanieren (2% Sanierungsquote). Diese Gebäude weisen zusammen eine Bruttogeschossfläche von 778.000 m^2_{BGF} auf. Unter Annahme eines Kostenansatzes für eine vollumfängliche energetische Sanierung von 360 €/m^2_{BGF} (Thorsten, Walberg, Gniechwitz, & Paare, 2022) ergeben sich rund 280 Mio. € Investitionsaufwand für Dämmung und Sanierung in der Gesamtkommune. Mit dem Ansatz einer linearen Kostenaufteilung resultieren bis zum Zieljahr 2040 im Mittel 16,5 Mio. €/Jahr (abzüglich Fördermittel), die für die Sanierung des Gebäudebestandes durch die jeweiligen Eigentümer aufzubringen sind.

Im Zielszenario 2040 sind 55 Cluster mit Wärmenetzen aufgeführt. Für deren Erschließung wird der Ausbau von rund 75.000 m Wärmenetz angenommen. Abzüglich von ca. 16.000 m Bestandsnetz resultieren bei Kostenansätzen von 1.500 €/m Wärmeleitung (inklusive Tiefbaukosten und Wiederherstellung der Oberfläche) 88,5 Mio. € Gesamtkosten. Unter Annahme einer linearen Aufteilung bis 2040, resultiert ein mittlerer Netzausbaubedarf von 3,4 km/Jahr, der mit Investitionen in Höhe von 5,2 Mio. €/Jahr verbunden wäre.

7 Wärmewendestrategie & Maßnahmenkatalog

7.1 Ziele und Vorgehensweise

Aufbauend auf dem Zielszenario-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 potenzielle Wärmenetzeignungsgebiete, sogenannte „*Prüfgebiete Wärme*“, 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 Maßnahmengebiete 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 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 mit Ausrichtung auf die Rahmensetzung für Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung
    - 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 „*Prüfgebiete Wärme*“ 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 Prüfgebiete Wärme

Zentrale Wärmeversorgungsinfrastrukturen können eine wichtige Rolle in einem klimaneutralen Versorgungssystem einnehmen. Wichtige Systemdienstleistungen können auf der Ebenen von Wärmenetzen und zentralen Wärmeerzeugungen 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 34 sind die potenziellen Wärmenetzeignungsgebiete dargestellt, die im Zielfoto enthalten sind. Auf Basis dieser Ausarbeitung können, wie in Kapitel 7.2 beschrieben,

- Wärmenetzverdichtungsgebiete,
- Wärmenetzausbaugebiete,
- Wärmenetzneubaugebiete oder
- Prüfgebiete

definiert werden.

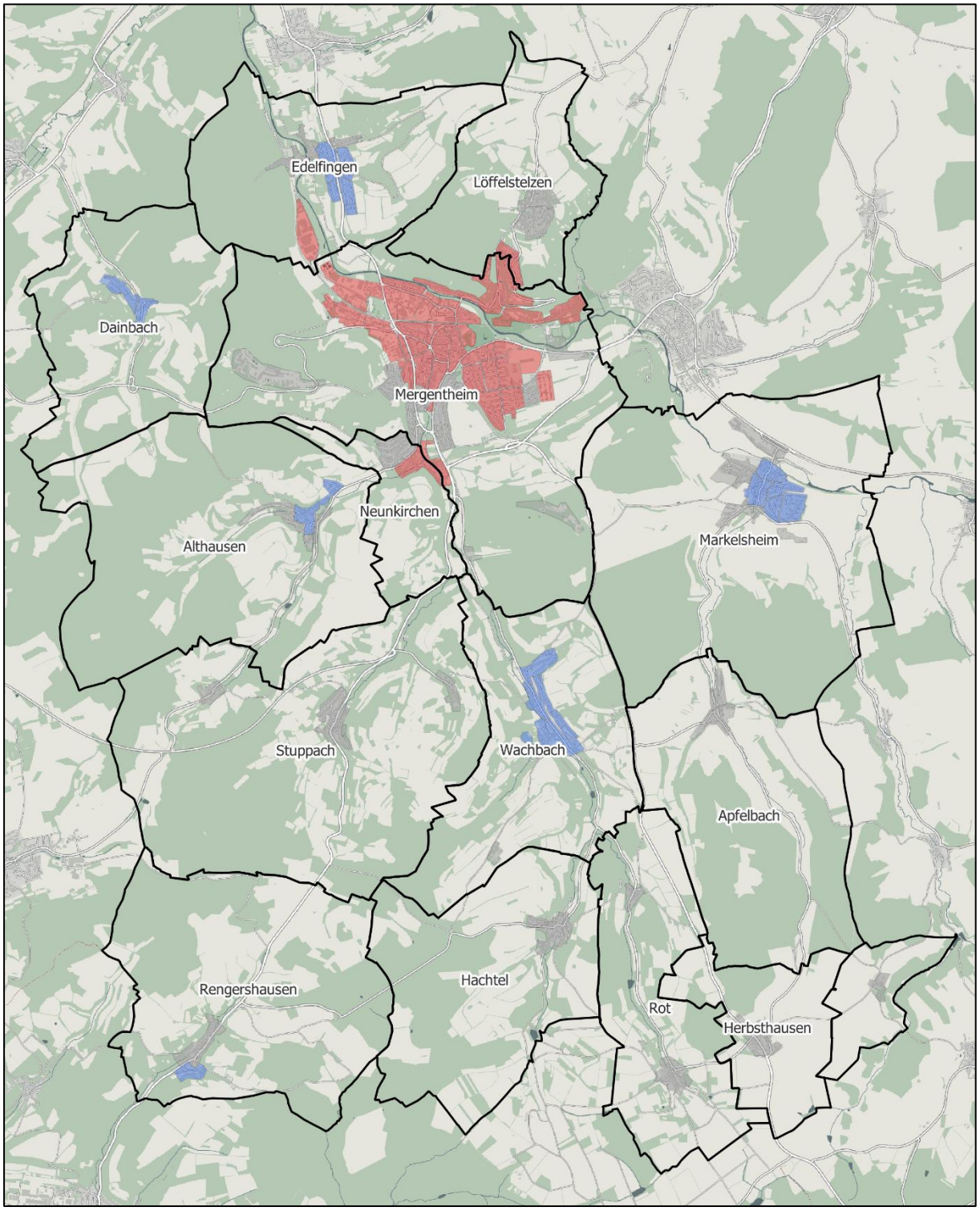


Abbildung 34: Clusterkarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielfoto

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

7.3.2 Kommunale Fokusgebiete

In Ergänzung zu den Wärmenetzeignungsgebieten 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 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 Energieeinsparpotenzialen identifiziert und als priorisierende Teilgebiete für die Transformation der Wärmeversorgung ausgewiesen.

In Abbildung 35 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 36 dargestellt.

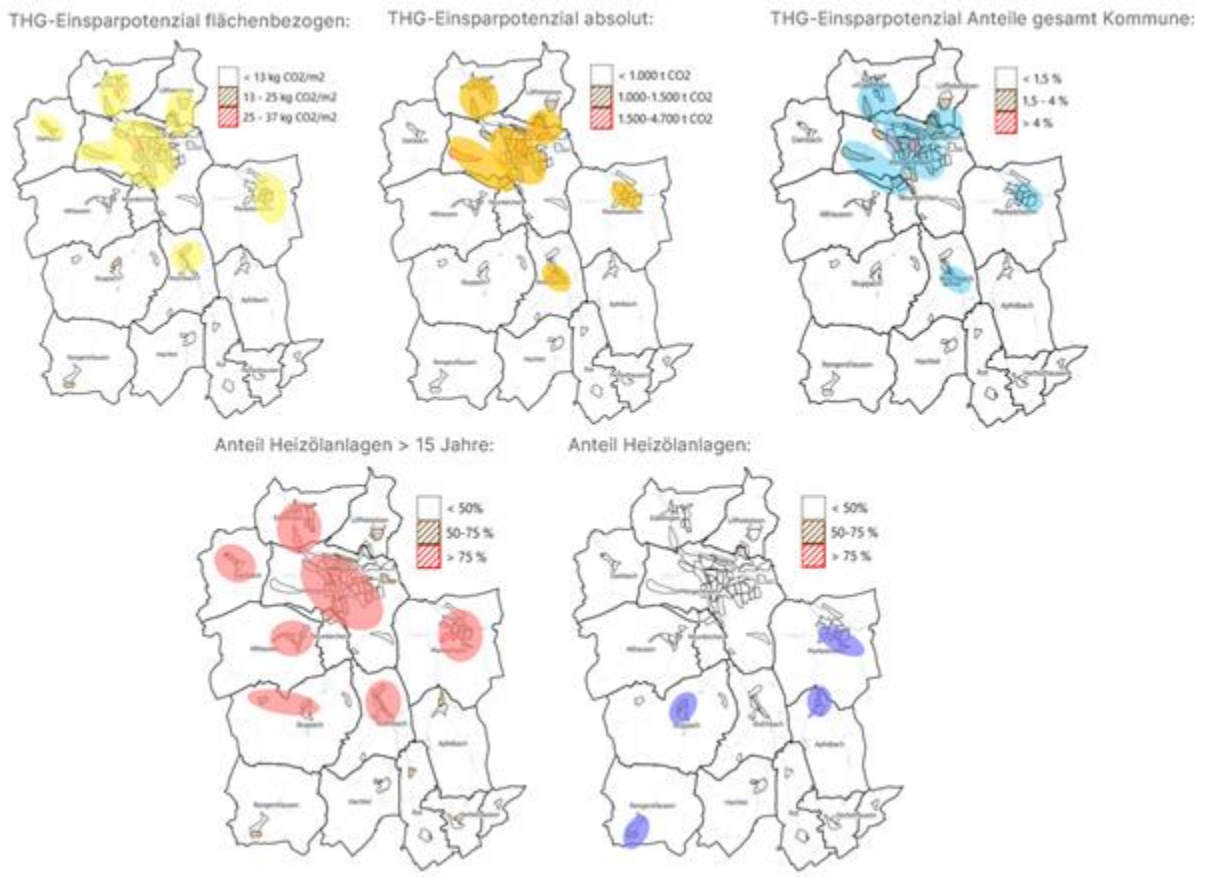


Abbildung 35: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

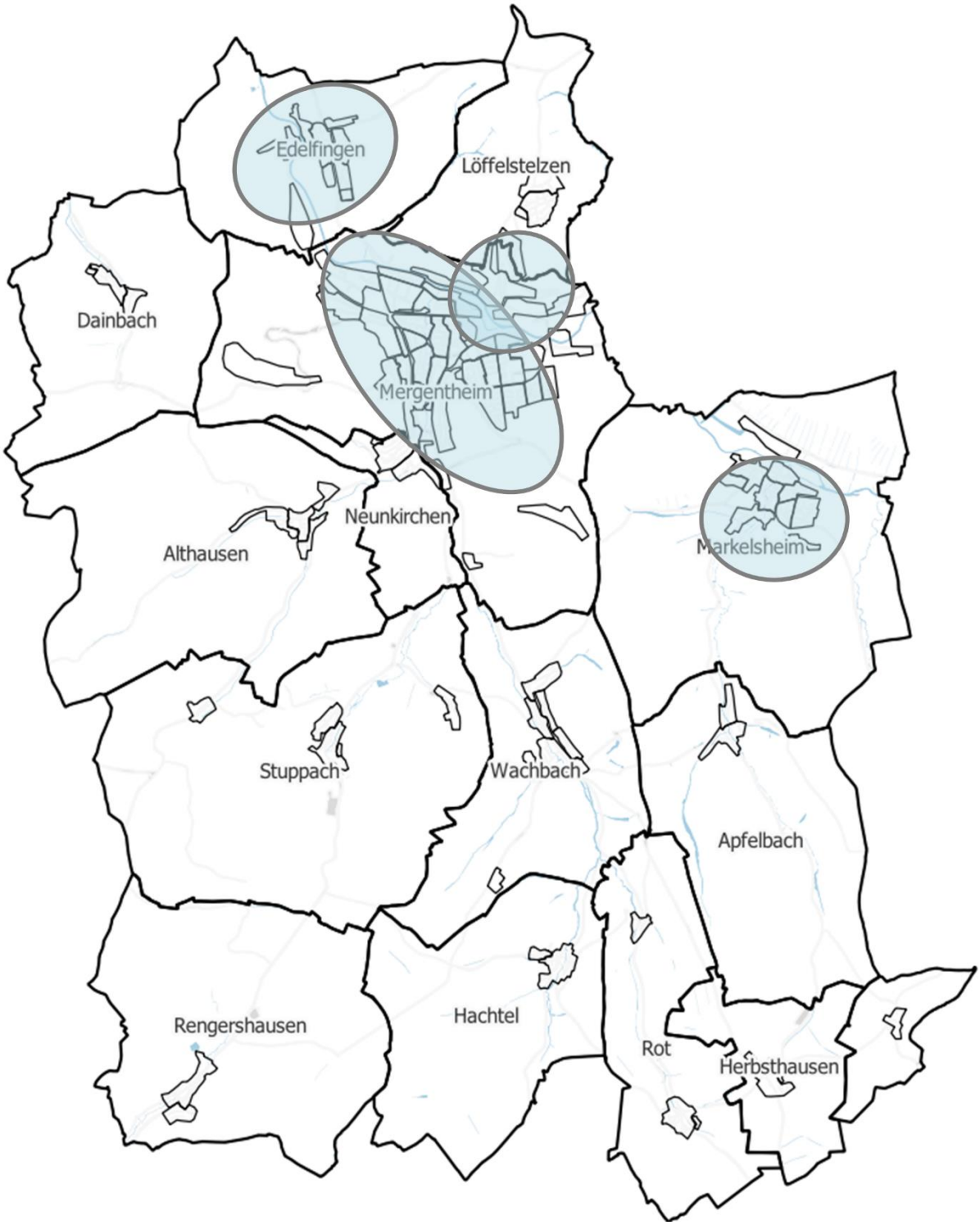


Abbildung 36: Kommunale Fokusgebiete

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

Für die in Abbildung 36 herausgearbeiteten Fokusgebiete sind geeignete Verfahren und Maßnahmen zu entwickeln, die aufzeigen sollen, wie eine Unterstützung beim anstehenden Transformationsprozess erfolgen kann. Neben der Berücksichtigung der Fokusgebiete bei den verpflichtenden Maßnahmen in Kapitel 7.5 ergibt sich auch die Möglichkeit, hierfür Folgeprojekte wie Stadtsanierungskonzepte im Rahmen des KfW-Programms 432 (u.a. Möglichkeit zur Ausweisung als Sanierungsgebiete im Rahmen einer gesonderten städtebaulichen Entscheidung) oder auch Machbarkeitsstudien im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) abzuleiten.

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 der Ausweisung der Cluster, die im Zielszenario 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 37 dargestellt.

Bei den Clustern mit Gasbedarf ist zu berücksichtigen, dass hier sowohl Cluster mit dezentralen Heizungsanlagen auf Gebäudeebene als auch Cluster mit Wärmenetzen enthalten sind. 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 Zielszenario noch 43 GWh/a an Wärme durch grüne Gase bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Endenergiebedarf Wärme von rund 17 %. Im Vergleich zum Gasverbrauch im Basisjahr reduziert sich die Menge an Gasen zur Wärmebereitstellung um 95 GWh/a, was einem Rückgang um 69 % entspricht.

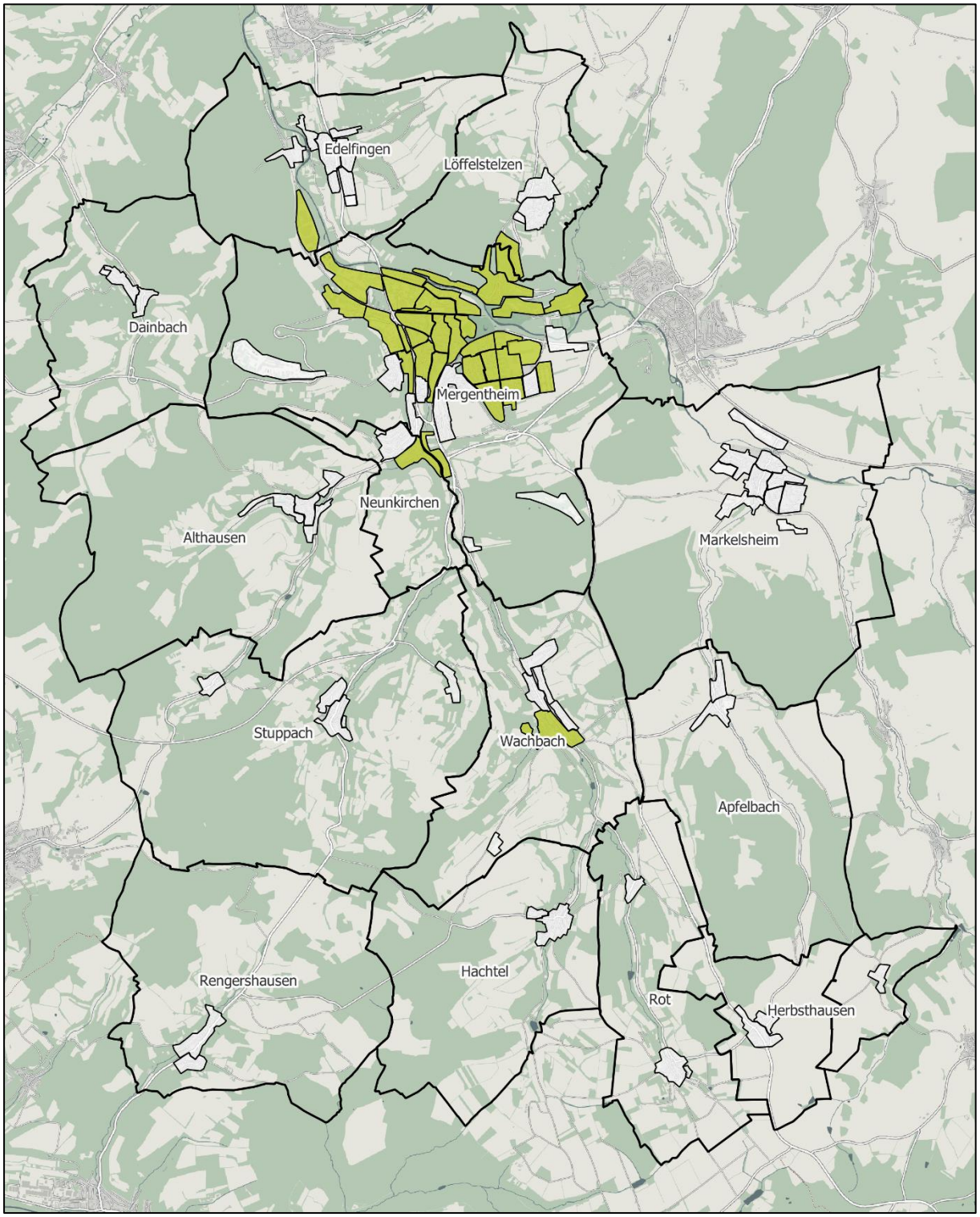


Abbildung 37: Cluster mit Gasbedarf im Zielfoto

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 „Zielszenario“ bildet die Ergebnisse zum empfohlenen Versorgungssystem und Energieträgereinsatz ab. Hierbei sind zwei Versorgungsoptionen aufgeführt. Die Versorgungsoption 1 ist die Grundlage für das Zielszenario. Die Summe der Versorgungsoptionen der Kategorie 1 aller Cluster ergibt das Zielszenario, wie es in Abbildung 30 dargestellt ist. Ergänzend ist eine Versorgungsoption 2 aufgeführt, die ebenfalls zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Cluster geeignet wäre. Dies soll den Charakter der Zielszenario-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.

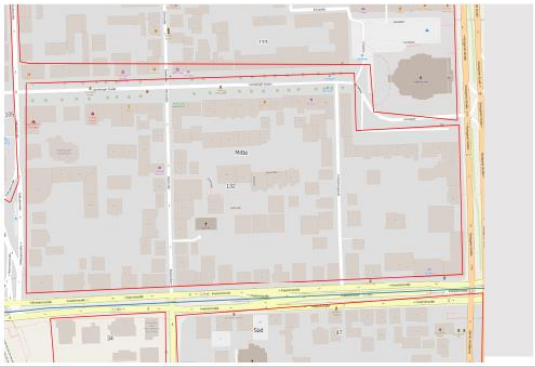
Die Clustersteckbriefe dienen nach der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung als wichtige Dokumentation, um für Anfragen aus Verwaltungsbereichen und der Öffentlichkeit zielgerichtet Informationen bereitstellen zu können. So lassen sich andere kommunale Themen mit den Inhalten und Ergebnissen der kommunalen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

Auf nachfolgender Abbildung wird exemplarisch ein Clustersteckbrief dargestellt.

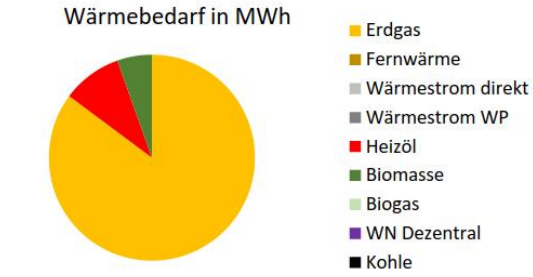
Clustersteckbrief 132 Musterstadt

Bestand

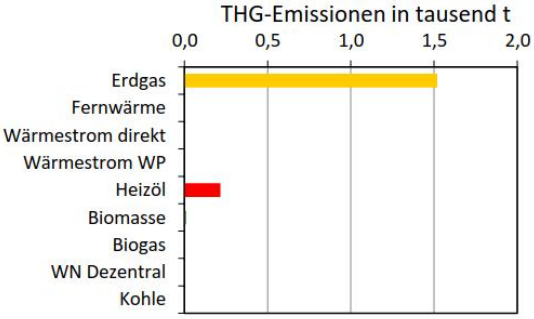
Cluster	132
Stadtteil	Mitte
Hauptnutzung	Mischnutzung
Cluster-Fläche	6,6 ha
Gebäude/Denkmal	124/13
Bebauungsdichte	18,8 GGF/Fläche
überbaute Fläche (GF):	27.983 m²
Wärmedichte 2040:	1.004 MWh/(ha*a)
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	ja, 4% Eignung: ja



Energie- und THG-Bilanz 2020

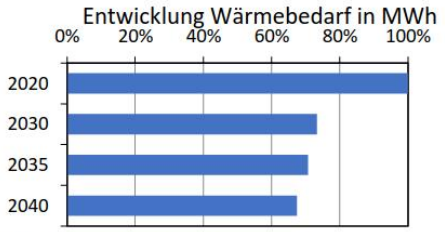


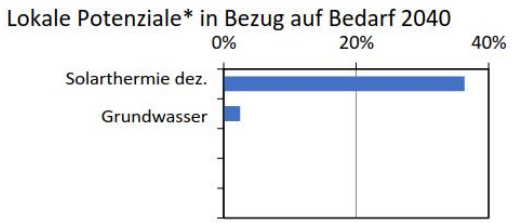
Summe: **6.612 MWh 0,8% von Kommune**



Summe: **1.744 t 0,8% von Kommune**

Potenziale (zur Bedarfsdeckung 2040)





Anteil sanierter Gebäude in 2040: 27%

* Biomasse, Luft, grüne Gase nicht aufgeführt, da ortsunabhängig

Zielfoto 2040

Ausgehend von Ist-Situation und Potenzialanalyse ergeben sich folgende Maßnahmenempfehlungen:

	Versorgungsoption 1 für Zielfoto	Versorgungsoption 2
Versorgungssystem	Wärmenetz	Dezentral
Energiequelle	Wärmenetz * (100 %) Solarthermie, Biomasse, Grundwasser	Grünes Gas (61 %), Solarthermie dezentral (36 %), Geothermie Sonden dezentral (Wärmepumpe) (3 %)
THG-Einsparung*	1.539 t 12%	1.359 t 22%
Akteure	Wärmenetzbetreiber	Gebäudeeigentümer
Investitionskosten	2.000 T€	1.000 T€
Nächste Schritte		

* ggü. 2020, mit Emissionsfaktoren in 2040 Hinweis: Grundwassereignung

Abbildung 38: Beispiel Clustersteckbrief

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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 Zielszenarios und in Abstimmung mit der Kommunalverwaltung sowie den lokalen Akteuren entwickelt worden.

Es wurden auf Basis des Status Quo sowie des Zielszenarios 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_2-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 Stadtverwaltung sowie den Stadtwerk Tauberfranken 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 Bad Mergentheim sind folgende Parameter im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfasst:

- PV-Anlagen, installierte Leistung: 21,3 MWp in 2020
- Windkraft-Anlagen, installierte Leistung: 0,8 MW in 2020
- Wasserkraft-Anlage, installierte Leistung: 0,115 MW in 2020
- Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagenleistung: 2.267 kW in 2022

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

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 (Technologien zur anderweitigen Nutzung und Speicherung von Stromüberschüssen) erwartet. Zusätzlich bedeuten die politischen Klimaziele des Landes Baden-Württemberg ein Ausbau der vorhandenen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten um den Faktor 5 bis 2040.

Das kommunale Zielfoto prognostiziert einen steigenden Strombedarf allein durch die Versorgung mit Wärmepumpen um ca. 37 GWh.

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 sowie erhöhter Stromeinspeisung durch PV-Ausbau
    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. Laststeuerung/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

Geplante 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 Stadtwerke Tauberfranken sind Netzbetreiber des Stromnetzes in Bad Mergentheim. Dadurch nehmen sie eine zentrale Rolle bei der Koordination und Begleitung der Studie ein. Der Stromnetzcheck ist ggf. durch Gutachter mit entsprechender Fachexpertise zu erstellen. Die Ergebnisse sind in enger Abstimmung mit der Stadtverwaltung zu erarbeiten.

Zeitplanung

Der Stromnetzcheck erfordert erstmalig eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld ist ggf. eine Projektskizze zu erarbeiten und ein Förderantrag zu stellen. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung des Stromnetzchecks 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.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

7.5.2 Roadmap Grünes Gas

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Auf etwa der Hälfte des kommunalen Siedlungsgebiets liegt ein Gasnetz in den Gemeinden und Ortsteilen von Bad Mergentheim vor. Aktuell werden jährlich 138 GWh Gas an Kunden geliefert und in Wärmenetzen zur Wärmeerzeugung benötigt. Insgesamt beträgt damit der Anteil von fossilem Erdgas am Energieeinsatz im Wärmesektor rund 43 %. Perspektivisch sollen für das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr genutzt werden. Mit Blick auf diese Zielsetzung bedeutet dies, dass zukünftig die Gasinfrastruktur durch den verstärkten Ausbau von Wärmepumpen und Wärmenetzen mit einem deutlich geringeren Gasdurchsatz betrieben und der darin transportierte Energieträger „grünes Gas“ sein wird.

Bad Mergentheim stellt einen Standort im Rahmen des Forschungsvorhaben „H_2-Quartiere“. Innerhalb des Forschungsprojekts erfolgt eine Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von Elektrolyseanlagen mit Abwärmenutzung im innerstädtischen und stadtnahen Raum.

Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung spielt grünes Gas mit einem Anteil von rund 13 % eine untergeordnete Rolle, kann aber überall, wo ein Gasnetz liegt, perspektivisch genutzt werden. Besonders im Wärmeverbundnetz der Stadtwerke kann grünes Gas als Spitzenlast eine wichtige Rolle einnehmen. Perspektivisch sind für Hochtemperaturanwendungen in der Industrie und Gewerbe Energieträger notwendig die konstant hohen Temperaturen bereitstellen können. Hier stehen die Energieträger Biomasse als auch grünes Gas zur Option.

Im Rahmen der Studie „Roadmap Grünes Gas“ soll eine Strategie entwickelt werden, ob und wie grünes Gas in Bad Mergentheim perspektivisch bereitgestellt werden kann, wo eine Instandhaltung des Gasnetzes notwendig ist und in welchen Bereichen ein Rückbau des Gasnetzes möglich ist. Die Maßnahme greift damit direkt Aufgaben aus dem Bereich der Gasnetzgebietstransformationspläne auf.

Aufbauend auf einer vertiefenden Bedarfsanalyse und Marktabfrage werden Betriebe mit zukünftig zwingendem Gasbedarf identifiziert und die erforderlichen Gasbereitstellungsmengen kalkuliert. Die Analyse zielt auf Prozessanwendungen in Gewerbebetrieben als auch Bedarfe im Bereich der Schwerlast-Mobilität. Im nächsten Schritt werden die Möglichkeiten zur Gasbereitstellung bewertet neben der Bewertung des Bezugs von grünem Gas aus vorgelagerten Übertragungsnetzen werden auch lokale Bereitstellungspotenziale aus Biogas- oder Elektrolyseanlagen betrachtet. Im Kontext der dezentralen, lokalen Gasherstellung spielt die Abwärmenutzung eine wichtige Rolle. Im Zuge der Studie soll daher auch mit betrachtet werden, wie anfallende Abwärme aus neu zu errichtenden Anlagen für die externe Nutzung in z.B. Wärmenetzen strategisch sinnvoll nutzbar gemacht werden kann. Zusätzlich zur technischen Machbarkeit sollen auch wirtschaftliche und zeitliche Aspekte der Bereitstellung als auch die Akzeptanz bei der Öffentlichkeit analysiert werden.

Inhalte der Machbarkeitsstudie

1. Abgleich bestehender Vorplanungen (Forschungsvorhaben H_2-Quartiere)
2. Analyse zukünftiger Gasbedarf
    a. Analyse von Verbrauchern mit Hochtemperaturanwendungen und Gasbedarf zur Wärmeerzeugung und stofflichen Nutzung
    b. Kalkulation der Gasbedarfsmengen
    c. Prüfung der hierfür erforderlichen Gasnetzinfrastruktur (Status Quo und Zukünftig)
    d. Bewertung von Ausbau-, Umnutzungs- und Rückbaumöglichkeiten des Gasnetzes
3. Entwicklung von Bereitstellungsoptionen für grünes Gas
    a. Analyse der Gasbereitstellung über vorgelagerte Gasinfrastrukturen
        i. Biogas
        ii. Wasserstoff
        iii. sonstige grüne Gase
    b. Analyse der Gasbereitstellung über lokale Erzeugungen
        i. Biogas
        ii. Elektrolyse zur Wasserstoffherstellung
        iii. Bewertung von Standorten und Flächenbedarfen
        iv. Analyse der Abwärmepotenziale aus der Gaseherstellung
        v. Ermittlung der lokal erforderlichen Infrastruktur
        vi. Bewertung der Genehmigungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit
    c. Analyse der technischen Eignung der Leitungsnetze für die grünen Gase
4. Variantenbewertung und -empfehlung
5. Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz
6. Zeitplan für die Umsetzung der Zielvarianten
7. Dokumentation und Berichterstellung

Geplante THG-Einsparung

Die THG-Einsparungen hängen stark von den zu identifizierenden Gasverbrauchern ab. Da diese im Bereich Wärme als auch ggf. im Bereich Mobilität zu erwarten sind, können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch keine konkreten Einsparpotenziale angegeben werden.

Akteure

Der Auftraggeber der Machbarkeitsstudie könnten die Stadtwerke Tauberfranken als lokaler Gasnetzbetreiber sein. Die Erstellung der Machbarkeitsstudie kann an einen externen Dienstleister vergeben werden und erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Bad Mergentheim.

Zeitplanung

Die erstmalige Erstellung der Studie erfordert eine Bearbeitungsdauer von rund 12 Monaten. Im Vorfeld kann ggf. eine Projektskizze erarbeitet und ein Förderantrag gestellt werden. Im Anschluss kann mit der Bearbeitung der Machbarkeitsstudie begonnen werden.

Kosten

Für die Durchführung der Studie werden Honorarkosten in Höhe von rund 100 T€ (netto) geschätzt.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

7.5.3 Erschließung Potenzial Sanierung und Effizienzsteigerung

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im Bezugsjahr (2022) der Datenerfassung beträgt der Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung rund 286 GWh. Der Großteil von über 59 % entfällt dabei auf die Wohnnutzung. Der restliche Verbrauch verteilt sich auf die Sektoren Gesundheit und Bäderbetriebe, Gewerbe- Handel- und Dienstleistung (GHD), Mischnutzung sowie Industrie. Die Liegenschaften in kommunaler Hand verursachen rund 2 % des Endenergieverbrauchs.

Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Das Potenzial aus Sanierung und Effizienzsteigerung (S&E) ist mit rund 68 GWh quantifiziert. Dies entspricht einer Senkung des jährlichen Wärmebedarfs um etwa 24 %, die bis zum Jahr 2040 erreicht sein soll. Rund 61,2 GWh werden im Zielfoto durch die Verbesserung der Gebäudehülle erreicht. Dies entspricht einer Sanierungsquote von 2 %/a auf das Niveau eines Effizienzhauses 70. Weitere 6,4 GWh sind durch die Verbesserung der Prozesseffizienz im Bereich GHD und Industrie angesetzt.

Inhalte:

1. **Ausarbeitung eines Gesamtkonzepts S&E** für den Gebäudebestand, z.B. mit:
    - Fragestellungen
        - Wie und wo könnten 24 % 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 LEA)
   - 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 Bad Mergentheim 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. 15.500 t möglich. Die vorgeschlagene Maßnahme selbst ist nicht mit einer THG-Einsparung verbunden, 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 Transformationsstudie Bad Mergentheim

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Das Wärmenetz „Naturwärme Bad Mergentheim“ versorgt im Innenstadtbereich sowie im Auenland von Mergentheim bereits heute rund 130 Kunden mit einer jährlichen Wärmemenge von ca. 35 GWh/a (ca. 12 % der Gesamtwärme in Bad Mergentheim). Das Wärmenetz sowie die Heizzentralen sind in Abbildung 39 dargestellt. Neben dem Neubaugebiet im Auenland III und Gebäude in der Altstadt sind ebenfalls größere Liegenschaften wie das Residenzschloss, die MEDIAN Klinik Hohenlohe Bad Mergentheim, die Solymar Therme und weitere an das Wärmenetz angeschlossen. Wärmenetzbetreiber sind die Stadtwerk Tauberfranken.

Das Wärmenetz wird hauptsächlich über das wärmegeführte Holzhackschnitzelkraftwerk mit integrierter ORC-Technik (Organic Rankine Cycle) mit Wärme versorgt. Der Energieträger kommt nachhaltig aus der Region und setzt sich zusammen aus Landschaftspflegematerial, Straßenbegleitgrün und Restholz-Hackschnitzel aus der Forstwirtschaft. Das neu errichtete Heizwerk in der Riedstraße unterstützt das Naturwärmekraftwerk bei der Spitzenlastabdeckung mittels erdgasbetriebenen Brennwertgeräten. Die Wärme wird zu rund 84 % aus Holzhackschnitzel und 16 % Erdgas bereitgestellt. Dies stellt zum heutigen Zeitpunkt schon einen Betrieb des Wärmenetzes mit großen Anteilen klimaneutraler Wärme dar.

Die Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg verlangen bis 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für das gesamte Kommunalgebiet. Im Auenland sowie im Altstadt Bereich gilt es, das Wärmenetz auszubauen, nachzuverdichten und vollständig zu dekarbonisieren, um die Ziele auf Landesebene zu erreichen.

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für den Bereich in Mergentheim erreicht werden kann.

Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielfoto für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist in dem Bereich des bestehenden Wärmenetzes weiterhin eine Wärmeversorgung über eine zentrale Versorgungsstruktur basierend auf erneuerbaren Energieträgern vorgesehen. Dafür können die Bestandswärmenetze transformiert und erweitert werden. In räumlicher Nähe zum bestehenden Wärmenetz befinden sich bisher energetisch nicht genutzte Freiflächen mit Potenzial zur Bereitstellung von klimaneutraler Wärme. Die Flächen befinden sich im Wasser- und Quellschutzgebiet, wodurch eine geothermische Nutzung ausgeschlossen wird. Eine solarthermische Nutzung über Freiflächen-Solarthermieanlagen in Kombination mit einem Langzeitwärmespeicher bieten ein großes Potenzial zur Dekarbonisierung des bestehenden Wärmenetzes. Die Freiflächen sind in Abbildung 39 dargestellt. Weitere Potenziale bzw. Wärmequellen bilden die Erhöhung der Erzeugerkapazität des bestehenden Naturheizkraftwerks, die Außenluft oder auch der Einsatz von grünen Gasen.

Um eine Ausbau- und Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende BEW Transformationsstudie notwendig. Die Transformationsstudie soll durch die detaillierte

Analyse des bestehenden Wärmenetzes und der 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 Umsetzungsprozesses 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. Potenzialermittlung 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 am Standort Schafhof
    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 87 %. Bezogen auf die Gesamtkommune läge die Einsparung bei ca. 1,6 % (ggü. den heutigen Emissionen im Bereich Wärme).

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit dem Betreiber der bestehenden Wärmenetzen, den Stadtwerk Tauberfranken. 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 Erkundungsmaßahmen 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.

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

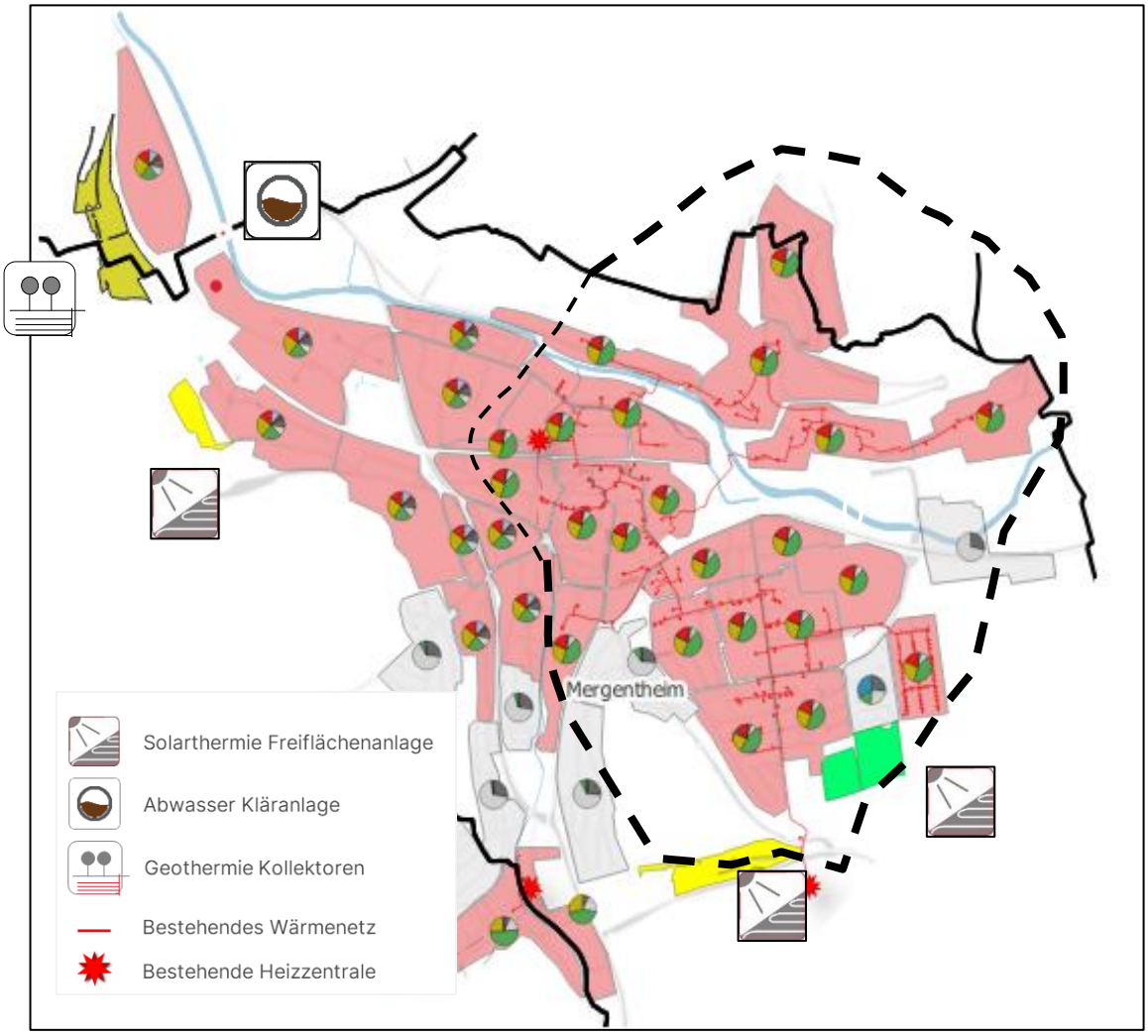


Abbildung 39: Bestandswärmenetz Mergentheim

7.5.5 BEW Studie Kläranlage Bad Mergentheim

Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Im westlichen Bereich von Mergentheim befindet sich das Gewerbegebiet Braunstall wie in Abbildung 40 dargestellt. Durch eine ausreichend hohe Wärmedichte der zentralen Cluster des Gewerbegebiets Braunstall und mehreren zentralen Wärmepotenzialen ergibt sich eine gute Ausgangssituation für die Transformation der Wärmeversorgung und Erschließung des Gebiets über ein Wärmenetz. Die Abgrenzung des Netzgebiets ist in Abbildung 40 dargestellt. Die rot eingekreisten Cluster werden für diese Maßnahme als potenzielles Versorgungsgebiet für ein Wärmenetz betrachtet.

Das potenzielle Versorgungsgebiet enthält rund 660 Gebäude mit einem Gesamtwärmebedarf von rund 50 GWh. Dies entspricht 18 % der Gesamtwärme und THG-Emissionen von Bad Mergentheim. Die Wärmeversorgung im Gebiet basiert heute zu 75 % auf fossilen Energieträgern wodurch jährliche THG-Emissionen von 13.000 t CO_2-Äq. entstehen.

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

Eine Machbarkeitsstudie, z.B. nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) soll konkret aufzeigen, wie dieses Ziel für den Bereich (vgl. Abbildung 1) erreicht werden kann.

Zielfoto der kommunalen Wärmeplanung

Im Zielfoto für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 ist für das Potenzialgebiet eine zentrale Versorgungsstruktur vorgesehen, um das vorhandene Wärmepotenzial aus dem gereinigten Abwasser der Kläranlage erschließen zu können. Das gereinigte Abwasser der Kläranlage wird aktuell direkt am Standort in die Tauber geleitet, welche ebenfalls ein Umweltwärmepotenzial darstellt. Ein kombinierter Standort für eine Flusswasser- sowie Abwasserwärmenutzung bietet sich an. Des Weiteren wurden Freiflächen in unmittelbarer Nähe ausfindig gemacht, welche ein Potenzial für eine geothermische und solarthermische Nutzung aufweisen. Die Freiflächen sind in Abbildung 40 mit abgebildet.

Bad Mergentheim stellt einen Standort im Rahmen des Forschungsvorhaben „H_2-Quartiere“. Innerhalb des Forschungsprojekts erfolgt eine Machbarkeitsstudie zur Umsetzung von Elektrolyseanlagen mit Abwärmenutzung im innerstädtischen und stadtnahen Raum. Bei einem positiven Ergebnis der Studie kann die Abwärme des Elektrolyseurs als Wärmequelle dienen.

Um die Eignung für ein Wärmenetz sowie den genauen Standort einer Energiezentrale im Detail zu ermitteln und eine Erschließungsstrategie auszuarbeiten ist eine vertiefende Machbarkeitsstudie notwendig.

Die Machbarkeitsstudie beinhaltet die Analyse des bestehenden Gebiets und soll mit einer Potenzialermittlung der oben genannten Energiequellen belastbare Aussagen zur Gestaltung eines Wärmenetzes 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 Machbarkeitsstudie sollen die Ergebnisse als Grundlage in den weiteren Planungs- und Umsetzungsprozesses einfließen und für die Fördermittelakquise für Investitionsmaßnahmen herangezogen werden.

Inhalte der Machbarkeitsstudie:

1. Ist-Analyse und Erstellung der Wärmenetz-Strategie
    a. Analyse der Bedarfsmengen, Leistungen und Temperaturniveaus
    b. Ausbaustrategie festlegen (Bereiche, Ankerkunden)
        i. Synergien mit Tiefbau- und Netzarbeiten (Gas, Wärme)
2. Potenzialermittlung klimaneutraler Energien
    a. Technische und wirtschaftliche Bewertung lokaler Wärmequellen
        i. Abwasserwärme aus dem Auslauf der Kläranlage
        ii. Flusswasserwärme
    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 am Standort Schafhof
    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

Ausgehend von der heutigen Versorgungsstruktur resultiert für die betreffenden Gebiete bei einer klimaneutralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz eine THG-Einsparung von 80 %. Bezogen auf die Gesamtkommune läge die Einsparung bei 2 % (ggü. den heutigen Emissionen im Bereich Wärme).

Akteure

Die Erarbeitung der Studie erfolgt in enger Abstimmung mit der Stadt Bad Mergentheim und dem Betreiber der bestehenden Wärmenetze, den Stadtwerken Tauberfranken. Für die Erstellung der Machbarkeitsstudie ist ein externer Dienstleister mit entsprechender Expertise im Bereich der zentralen Wärmeversorgung durch Wärmenetze notwendig.

Zeitplanung

Die Machbarkeitsstudie und ggf. erforderliche Erkundungsmaßahmen erfordern 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. Im Nachgang zur Machbarkeitsstudie sind die weiteren Schritte zur Umsetzung von Maßnahmen vorzubereiten.

Kosten

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

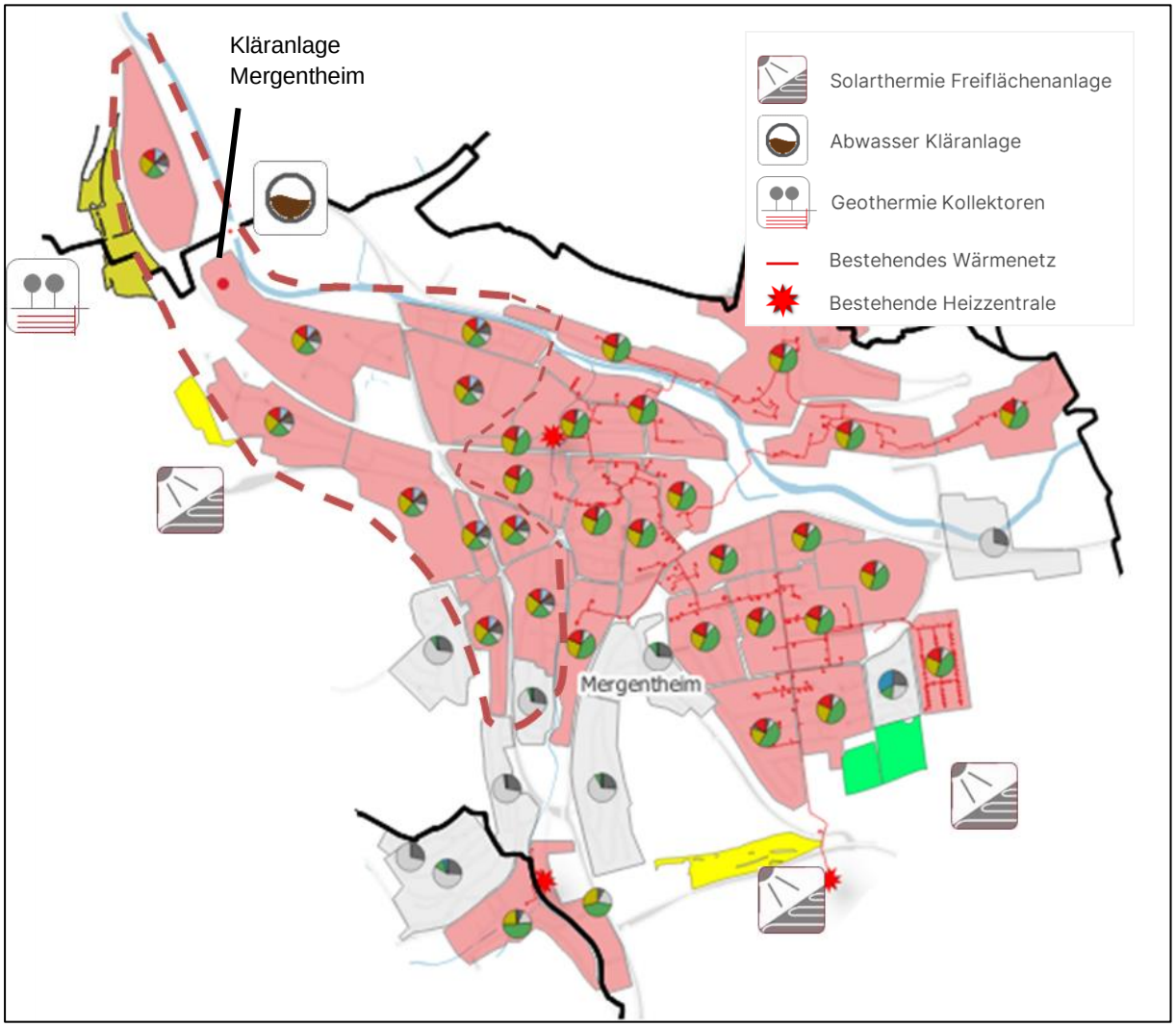


Abbildung 40: Untersuchungsgebiet für die Machbarkeitsstudie in Bad Mergentheim

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de

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.

Maßnahme Erschließung Potenzial dez. Erdwärmesonden

Im Zielfoto für die klimaneutrale Wärmeversorgung im Jahr 2040 wird zu ca. 4 % des Wärmebedarf über dezentrale Erdwärmesonden gedeckt. 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. Es sollen Vorabstimmung zu Rahmenverträgen mit den ausführenden Firmen erfolgen. Die Maßnahmen können über eine zentrale Koordination der Erschließung über die Stadtverwaltung gebündelt werden. Wodurch die Hürde der Immobilieneigentümer zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung mittels dezentralen Erdwärmesonden so gering wie möglich gehalten wird.

Maßnahme Flächensicherung für Energieinfrastruktur

Die Nutzung von Flächen im Außenraum für Energieinfrastrukturen beschränkt sich aktuell im Wesentlichen auf Energieleitungen und Photovoltaik-(PV)-Freiflächenanlagen. Im Zuge der Energiewende nimmt die Flächensicherung für Wind- und PV-Anlagen als auch für Wärmeinfrastrukturen eine zunehmend bedeutende Rolle ein.

Für das Erreichen der Klimaschutzziele und speziell für die Umsetzung des Transformationsprozesses im Bereich Wärme gilt es die Nutzungsmöglichkeiten für Freiflächen unter baurechtlichen und raumplanerischen Aspekten neu zu bewerten. Die Vorbereitung und Umsetzung des Prozesses zur Sicherung der erforderlichen Flächen auf dem Kommunalgebiet ist Gegenstand dieser erweiterten Maßnahme.

Maßnahme Förderung alter Öl-Heizungsanlagen

Um den privaten Immobilieneigentümer den Austausch der Öl-Heizungsanlagen möglichst wirtschaftlich und attraktiv zu gestalten, kann ein anreizstiftender Informations- und Förderrahmen durch die Kommunalverwaltung geschaffen werden. Die Hürde der Immobilieneigentümer möglichst frühzeitig die alten Öl-Heizungsanlagen auszutauschen, soll so gering wie möglich gehalten werden. Durch eine Informationskampagne werden die Gebäudeeigentümer gezielt angesprochen und über vorhandene Förderprogramme informiert. Weiterführend besteht die Möglichkeit, mittels des Aufbaus eines Förderprogramms durch die Kommune für den Austausch von Öl-Heizungsanlagen, zusätzliche finanzielle Anreize zu schaffen, welche eine Investitionsentscheidung erleichtern sollen. Das Programm sollte kumulierbar mit weiteren Förderprogrammen aufgesetzt werden.

Maßnahme BEW Studie Markelsheim

Im Stadtteil Markelsheim, welcher sich in unmittelbarer Nähe zur Tauber befindet, werden die Cluster im Zielfoto als Wärmenetz (KNW) ausgewiesen. Als Energiequelle ist die Nutzung der Flusswasserwärme aus der Tauber sowie die Erwärme auf Freiflächen vorgesehen.

Als erweiterte Maßnahme wird die Durchführung einer Machbarkeitsstudie nach dem Förderprogramm „Bundesförderung effiziente Wärmenetz“ (BEW) für die Umsetzung des Wärmenetzes vorgeschlagen

Maßnahme BEW Studie Edelfingen

Die südlichen Cluster im Stadtteil Edelfingen werden im Zielfoto als kaltes Wärmenetz ausgewiesen. Die Bebauungsstruktur ist verhältnismäßig locker und der Anteil an Heizöl an der Versorgungsstruktur ist hoch. Die Erschließung der Freiflächen durch ein geothermisches Sondenfeld kann als zentrale Wärmequelle für das Gebiet dienen.

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

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Arbeitsphasen einer KWP 10
Abbildung 2: Hauptnutzungsarten der Cluster 20
Abbildung 3: Übersichtskarte der Gas- und Wärmenetze 21
Abbildung 4: Wärmebedarf je Cluster 23
Abbildung 5: Wärmedichte je Cluster 24
Abbildung 6: Wärmeliniendichte 25
Abbildung 7: Endenergiebedarf Wärme nach Nutzungssektoren 26
Abbildung 8: Heatmap-Darstellung der THG-Emissionen in der Kommune 29
Abbildung 9: Szenario - Entwicklung Prozesseffizienz GHD und Industrie 32
Abbildung 10: Energiebedarfsentwicklung – Szenario 1 33
Abbildung 11: Potenzialkarte „Abwasser - Kanal“ auf Clusterebene 36
Abbildung 12: Potenzialkarte „Abwasser – Kläranlage“ auf Clusterebene 38
Abbildung 13: Potenzialkarte „Flusswasser“ auf Clusterebene 40
Abbildung 14: Eignungsflächen für das Potenzial „Geothermie – Kollektoren zentral“ 42
Abbildung 15: Potenzialkarte „Geothermie – Kollektoren zentral“ auf Clusterebene 44
Abbildung 16: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden dezentral“ auf Clusterebene 46
Abbildung 17: Potenzialkarte „Geothermie – Sonden zentral“ auf Clusterebene 48
Abbildung 18: Potenzialkarte „Grundwasser“ auf Clusterebene 50
Abbildung 19: Potenzialkarte „Solarthermie - dezentral“ auf Clusterebene 53
Abbildung 20: Eignungsflächen für das Potenzial „Solarthermie - zentral“ 55
Abbildung 21: Potenzialkarte „Solarthermie - zentral“ auf Clusterebene 57
Abbildung 22: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 500 m 59
Abbildung 23: Potenzialkarte „Tiefengeothermie“ in 1.000 m 59
Abbildung 24: Karte der Biomasse Potenzialflächen 62
Abbildung 25: Potenzialkarte „Photovoltaik – dezentral“ auf Gebäudeebene (Einstufung nach Energieatlas BW) 65
Abbildung 26: Potenzialkarte Freiflächen „Photovoltaik – zentral“ 67
Abbildung 27: „Windkraft“- Potenzial aus Energieatlas BW 70
Abbildung 28: Wasserkraftpotenzial aus Energieatlas BW 71
Abbildung 29: Übersicht der Einzelpotenziale zur Bedarfsdeckung im Bereich Wärme 73
Abbildung 30: Energieträger zur Wärmeversorgung im Basis- und Zieljahr 75
Abbildung 31: Zielszneario 2035 Energieversorgung der Stadtteile 77
Abbildung 32: Zielszenario 2040 Versorgungssysteme der Cluster 79
Abbildung 33: Zielfoto 2030 80
Abbildung 34: Clusterkarte mit Wärmenetzgebieten aus dem Zielfoto 87
Abbildung 35: Kriterienübersicht für die Identifikation der Fokusgebiete 89
Abbildung 36: Kommunale Fokusgebiete 90
Abbildung 37: Cluster mit Gasbedarf im Zielfoto 92
Abbildung 38: Beispiel Clustersteckbrief 94
Abbildung 39: Bestandswärmenetz Mergentheim 108
Abbildung 40: Untersuchungsgebiet für die Machbarkeitsstudie in Bad Mergentheim 112

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.

Thorsten, S., Walberg, D., Gniechwitz, T., & Paare, K. (2022). *Studie zum 13. Wohnungsbautag 2022 und Ergebnisse aus aktuellen Untersucheungen.* Kiel: Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

10 Anhang

10.1 Liste der Ausschluss- und Eignungsflächen

		Geothermie				Solarthermie/ PV			
Kriterium	**Datenquelle**	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)	ALKIS		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									
Böden mit hoher Bedeutung							X		
Landwirtschafliche 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	0,040	0,038	0,037	0,036
Strom	0,438	0,270	0,151	0,032
Tiefengeothermie	0,036	0,025	0,020	0,014
Solarthermie	0,025	0,013	0,013	0,013
Biomasse	0,022	0,022	0,022	0,022
Grünes Gas	0,048	0,045	0,044	0,043
FW-Bestand	0,180	0,153	0,140	0,127
Heizöl	0,311	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233	0,233

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH
Gropiusplatz 10 . D-70563 Stuttgart . www.egs-plan.de