

Kommunale Wärmeplanung für den Markt Schwarzach a.Main

Abschlussbericht

Oktober 2026



Dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit von Markt Schwarzach, den Licht-, Kraft- und Wasserwerken Kitzingen GmbH und der prosio engineering GmbH durchgeführt.

Auftraggeber: Markt Schwarzach
Marktplatz 1
97359 Schwarzach a. Main
Ansprechpartner: Norbert Filbig



Auftragnehmerin:	prosio engineering GmbH	LKW Kitzingen GmbH
	Bergstr. 6	Wörthstraße 5
	91207 Lauf	97318 Kitzingen
	Ansprechpartner: Dr. Sebastian Kolb	Ansprechpartner: Tamara Finger



Förderung: gefördert durch Konnexitätszahlungen des Freistaats Bayern zum Vollzug des Wärmeplanungsgesetzes

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Bestandsanalyse.....	7
2.1	Gebäudebestand.....	7
2.2	Wärmebedarf	12
2.3	Aktuelle Versorgungsstruktur	16
2.3.1	Struktur dezentraler Feuerstätten	16
2.3.2	Wärmepumpen	18
2.3.3	Gasinfrastruktur	18
2.3.4	Wärmenetze und Gebäudenetze	20
2.3.5	Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung	23
2.3.6	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....	27
2.4	Zwischenfazit Bestandsanalyse	29
3	Potenzialanalyse	31
3.1	Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.....	31
3.1.1	Photovoltaik und Solarthermie	32
3.1.2	Oberflächengeothermisches Potenzial	37
3.1.3	Tiefengeothermisches Potenzial.....	46
3.1.4	Potenzial für oberflächennahe Gewässer	47
3.1.5	Potenzial für Luftwärme	48
3.1.6	Biomassepotenzial.....	49
3.1.7	Potenziale für Strom aus Wind	51
3.1.8	Potenzial für Strom aus Wasserkraft	52
3.2	Potenziale zur Nutzung von Abwärme	52
3.2.1	Abwärme aus dem Kanalsystem	52
3.2.2	Abwärme an Kläranlagen	53
3.2.3	Industrielle und gewerbliche Abwärme.....	53
3.3	Potenzial für thermische Speicher	54
3.3.1	Kurz- und mittelfristige Speicher	54
3.3.2	Saisonale Speicher	54
3.4	Potenzial zur Bedarfsreduktion.....	56

3.5	Zwischenfazit Potenzialanalyse	59
4	Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	61
4.1	Darstellung von Wärmenetzeignungsgebieten	61
4.2	Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	63
4.3	Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	67
4.4	Zielszenario bis 2045	67
4.4.1	Entwicklung des Wärmebedarfs	67
4.4.2	Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur	68
4.4.3	Entwicklung der Fernwärmeerzeugung	70
4.4.4	Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung	72
4.4.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	74
4.5	Zwischenfazit Zielszenario	75
5	Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen	76
6	Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle	80
7	Kommunikationsstrategie	83
8	Verstetigungsstrategie	86
9	Zusammenfassung und Fazit	88
10	Abbildungsverzeichnis	91
11	Tabellenverzeichnis	93
12	Bildquellen	94

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels hat sich Deutschland zum Ziel gesetzt, eine treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Energieversorgung zu erreichen. Während der Anteil erneuerbarer Energien auf dem Stromsektor bereits seit Jahren enorm zunimmt und mittlerweile mehr als 50 % des Stroms in Deutschland grün ist, hinkt die Energiewende auf dem Wärmesektor hinterher. Hier wird nach wie vor hauptsächlich auf die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl zurückgegriffen.

Mit der kommunalen Wärmeplanung wurde ein Instrument geschaffen, mit dem eine systematische und zielgerichtete Steuerung der Wärmewende auf kommunaler Ebene angestrebt wird. Hierbei wird bewusst ein lokaler Ansatz gewählt: Jede Kommune hat ihre eigenen Spezifika, ist geprägt durch individuelle Verbrauchsstrukturen, hat andere lokale erneuerbare Potenziale. Jeder Wärmeplan muss deshalb auf die örtlichen Begebenheiten der Kommune maßgeschneidert werden. Nur so können umsetzbare und optimale Ergebnisse erzielt werden.

Aus diesem Grund wird bei einer kommunalen Wärmeplanung im Schritt der Bestandsanalyse zunächst detailliert analysiert, wie sich der aktuelle Stand der Wärmeversorgung vor Ort gestaltet (Abbildung 1). Eine lokale Potenzialanalyse zeigt auf, welche erneuerbaren Quellen zur Verfügung stehen und künftig genutzt werden können. Auf Basis dieser Informationen werden gemeinsam verschiedene Szenarien entwickelt und bewertet, um für jede Kommune die ideale, klimaneutrale Wärmeversorgung zu ermitteln. Konkrete Meilensteine, Umsetzungsmaßnahmen und Verstetigungskonzepte helfen bei der Realisierung der Pläne. Die stetige Einbindung der relevanten Akteure vor Ort stellt sicher, dass der Wärmeplan von allen mitgetragen wird.

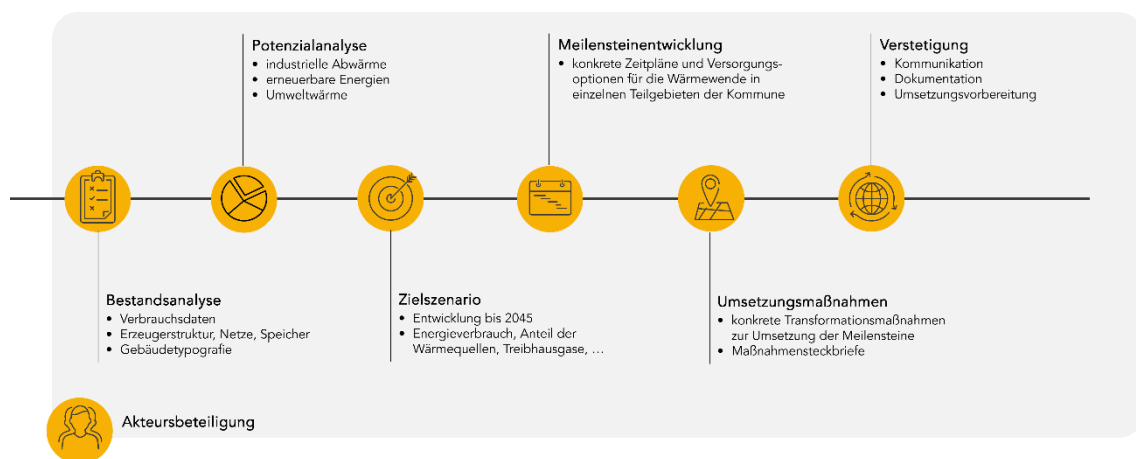


Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung

Diesem Vorgehen folgt auch der vorliegende Abschlussbericht. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse werden in Kapitel 2 dargestellt. Hier wird beispielsweise der aktuelle Gebäudebestand vorgestellt, ebenso wie der Wärmeverbrauch, der Einsatz unterschiedlicher Energieträger und der resultierenden Treibhausgasemissionen. Kapitel 3 stellt die Potenziale vor Ort zur Verfügung: Von erneuerbaren Energien wie Solarenergie und Wind, Geothermie, Aquathermie, Wasserkraft oder Biomasse, über Abwärmequellen aus Industrie, Gewerbe oder Kläranlagen, bis hin zu Potenzialen zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs. Bedarf und Potenzial werden in Kapitel 4 zusammengeführt. Hier werden unterschiedliche Versorgungsgebiete definiert und ein Szenario hin zur treibhausneutralen

Wärmeversorgung aufgezeigt. Dabei wird beispielsweise aufgezeigt, wo künftig eine Wärmeversorgung mit Wärmenetzen sinnvoll ist und wo dezentrale Lösungen gesucht werden sollten. Dieses Szenario wird in Kapitel 5 durch Umsetzungsstrategien und -Maßnahmen konkretisiert. Kapitel 6, 7 und 8 leiten daraus Controlling-, Kommunikations- und Verstetigungsstrategie ab.

Die kommunale Wärmeplanung im Markt Schwarzach a. Main wird in Kooperation mit den Licht-, Kraft- und Wasserwerken Kitzingen GmbH und der prosio engineering GmbH erstellt.

2 Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist es, den Status-Quo der Wärmeversorgung detailliert zu erheben und zu untersuchen. Dies umfasst einerseits eine Bewertung des Gebäudebestands, insbesondere hinsichtlich Gebäudealter und -nutzung (Kapitel 2.1). Darauf aufbauend wird ermittelt, wo in der Kommune welcher Wärmeverbrauch anfällt und es werden entsprechende Kennzahlen daraus abgeleitet (Kapitel 2.2). Zusätzlich wird erhoben, wie dieser Wärmeverbrauch aktuell gedeckt wird. Dafür werden sowohl leitungsgebundene Wärme aus Wärme-, Strom- oder Erdgasnetzen betrachtet, als auch dezentrale Wärmeerzeugung wie Biomasse- oder Heizölfeuerungen (Kapitel 2.3).

Auf der Grundlage dieser Informationen können an späterer Stelle Szenarien zur Transformation der Wärmeversorgung abgeleitet, konkrete Handlungsbedarfe identifiziert und Umsetzungsmaßnahmen formuliert werden.

2.1 Gebäudebestand

Als erster Schritt der Bestandsanalyse wird der aktuelle Gebäudebestand analysiert. Hierzu soll insbesondere die Gebäudenutzung (Wohnen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie, öffentliche Einrichtungen) sowie das Gebäudealter klassifiziert werden. Beide Informationen sind zentral für die Erarbeitung von Wärmekonzepten und Umsetzungsmaßnahmen an späterer Stelle.

Als Datenquelle für die Klassifizierung des Gebäudebestands dienen ALKIS- und LOD2-Daten, offenes Kartenmaterial und von der Gemeinde zur Verfügung gestellte Informationen sowie Bebauungspläne.

Relevant ist zunächst die Aufteilung des Gebäudebestands in die einzelnen Sektoren. Dies umfasst Wohnen, GHD & Industrie, sowie öffentliche Einrichtungen. Der Sektor Wohnen umfasst alle Wohngebäude im Gemarkungsgebiet. GHD & Industrie beinhalten beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Gebäude, Restaurants, Bürogebäude, Kinos, produzierendes Gewerbe, Läden, etc. Auch Mischnutzungen, wie beispielsweise Gebäude mit anteiligem Wohn- und Gewerbeanteil werden dem Sektor GHD & Industrie zugeordnet, da die gewerbliche Nutzung für mögliche Wärmekonzepte besonders relevant ist. Im Sektor öffentliche Einrichtungen sind beispielsweise Bildungseinrichtungen, Rathaus, Feuerwehr, Klärwerke, etc. zusammengefasst.

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Gebäude auf die einzelnen Sektoren. Von den insgesamt 1.484 beheizten Gebäuden entfällt der Großteil auf Wohnnutzung (76 %). Gebäude mit einer gemischten Nutzung sind hier im Sektor Wohnen miteinbegriffen. Weitere 21 % der Gebäude werden für Gewerbezwecke und Industrie verwendet. Lediglich 4 % der Gebäude sind öffentliche Einrichtungen.

Gewerbliche Gebäude befinden sich in Schwarzach in erster Linie in den beiden Gewerbegebieten nördlich und südlich der B22 sowie an der Schweinfurter Straße zwischen Stadtschwarzach und Gerlachshausen. Darüber hinaus befinden sich große Flächen an Gewächshäusern süd-östlich von Düllstadt. Gebäude des kommunalen Sektors fokussieren sich hauptsächlich auf Münsterschwarzach sowie die Staatsgüter Schwarzenau. Dies wird in Abbildung 3 verdeutlicht. Hier werden die vorwiegenden Gebäudetypen nach Sektoren aggregiert in den einzelnen Quartieren Schwarzach dargestellt.

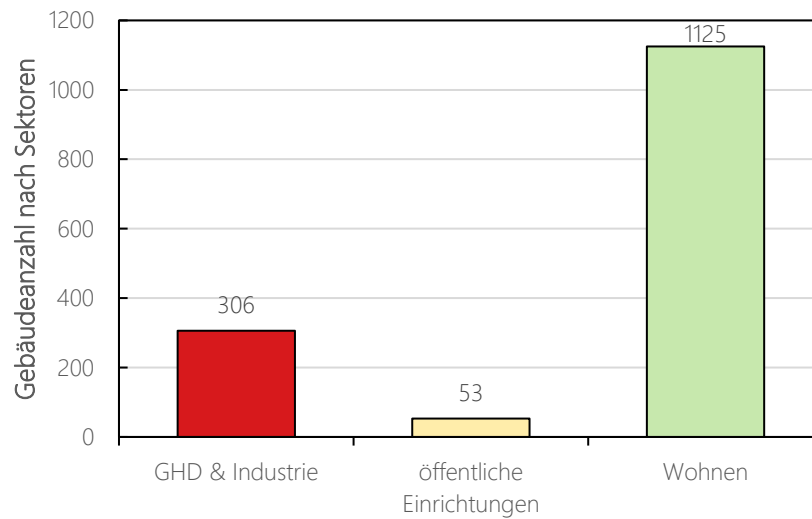


Abbildung 2: Verteilung des Gebäudetyps nach Sektoren

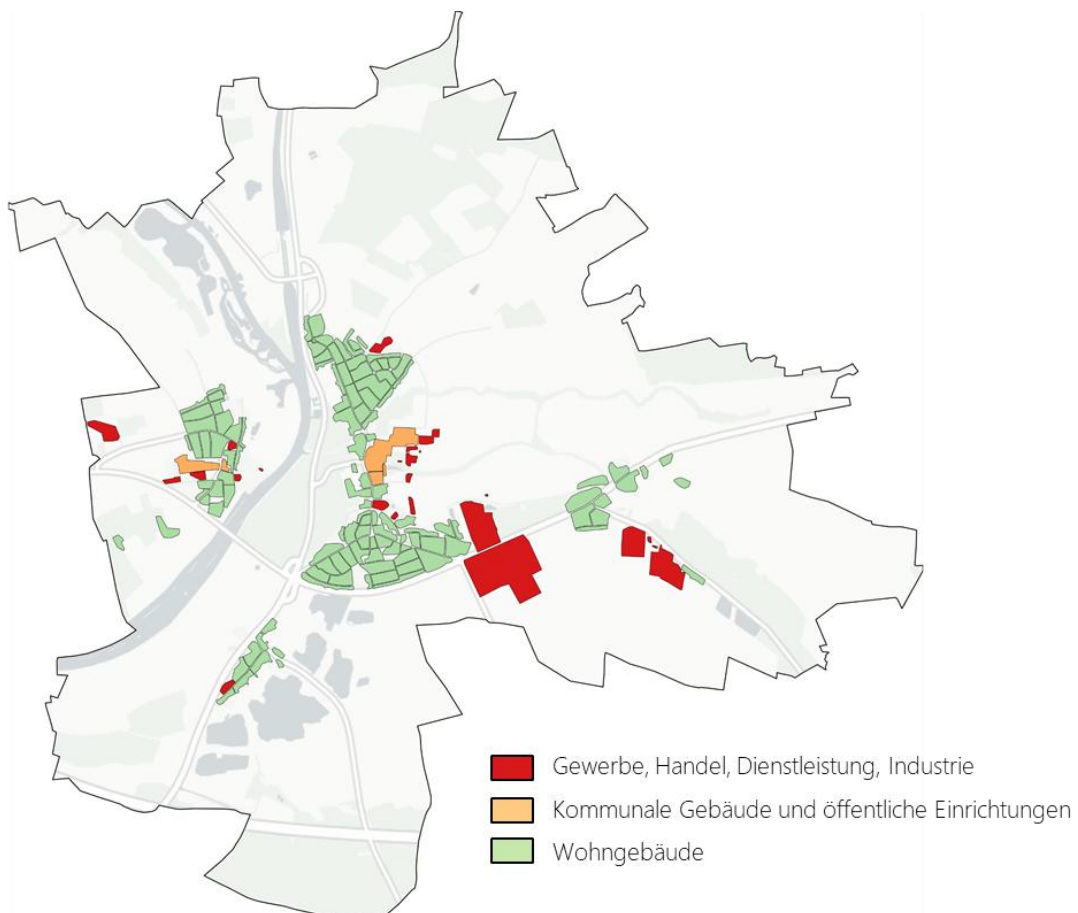


Abbildung 3: Vorwiegender Gebäudetyp nach Sektoren in den Quartieren

Außerhalb der genannten Gebiete ist in Schwarzach vorrangig wohnliche Nutzung zu finden. Dabei fällt mit 79 % der Großteil der Wohngebäude in Schwarzach auf Einfamilienhäuser. Doppel- und Reihenhäuser sowie Mehrfamilien- und Mehrparteienhäuser machen jeweils weitere 10 % der Wohngebäude aus (Abbildung 4).

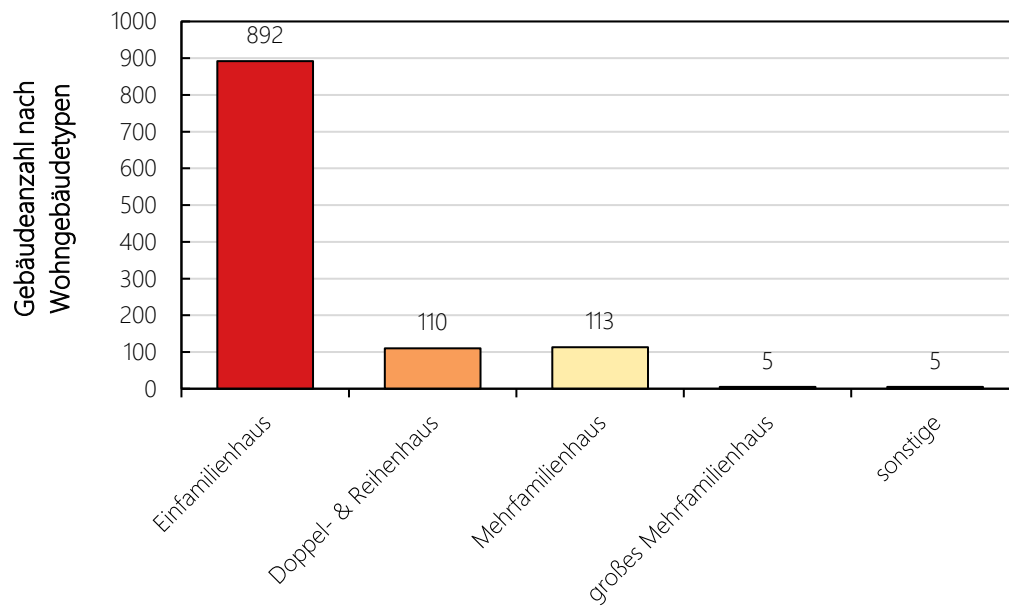


Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen

Abbildung 5 stellt den vorwiegenden Gebäudetyp in den einzelnen Baublöcken dar. Doppel- und Reihenhäuser sowie Mehrfamilienhäuser treten gehäuft im Zentrum von Stadtschwarzach und um die Abtei Münsterschwarzach auf, wobei selbst hier fast überall die hohe Anzahl an umliegenden Einfamilienhäusern dominiert. Ansonsten treten einzelne größere Wohnhäuser überall im Gemeindegebiet verteilt und nur vereinzelt auf, weshalb Einfamilienhäuser den Großteil des Gebiets ausmachen.

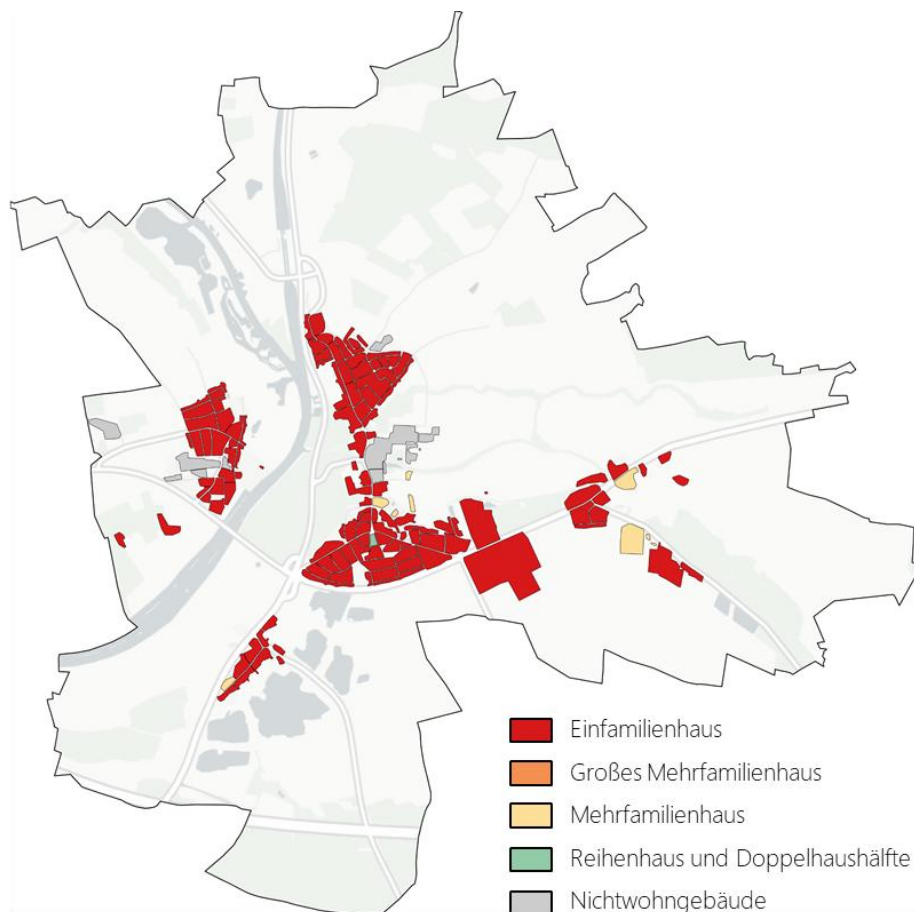


Abbildung 5: Vorwiegender Gebäudetyp der Wohngebäude in den Quartieren

Einen Überblick über die Altersstruktur der Wohngebäude bietet Abbildung 6. Insgesamt konnten 1.125 Gebäuden des Wohngebäudebestands in Schwarzach Altersklassen zugeordnet werden. Etwa 48 % der Gebäude wurden vor 1979 errichtet und damit vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, welche Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Der größte Anteil dieser Gebäude wurde im Zeitraum von 1949 bis 1978 gebaut. Insbesondere hier ist das größte Potenzial für Sanierungen zu finden.

Gebäude vor 1948 (155 oder 14 %) haben – insofern sie noch unsaniert sind – den höchsten spezifischen Wärmebedarf, wodurch hier ebenfalls großes Potenzial zur Sanierung liegt. Allerdings müssen ggf. vorliegende Einschränkungen durch Denkmalschutz berücksichtigt werden, wodurch individuell auf das einzelne Gebäude abgestimmte Lösungen gefunden werden müssen.

Zur Verdeutlichung des Sanierungspotenzials wird in Abbildung 7 zusätzlich die geschaffene Wohnfläche je Baualtersklasse und Wohngebäudetyp dargestellt. Die Verteilung der gebauten Gebäudetypen veränderte sich in Schwarzach im Verlauf der Jahre kaum. Nur bei den Gebäuden der 2000er tritt ein deutlich reduzierter Anteil an Reihenhäusern und an großen Wohngebäuden auf. Anteilsmäßig sind hier deshalb nur wenig Unterschiede zur Verteilung der Gebäudeanzahl zu erkennen. Auch beim geschaffenen Wohnraum dominiert die Baualtersklasse von 1949 bis 1978 klar.

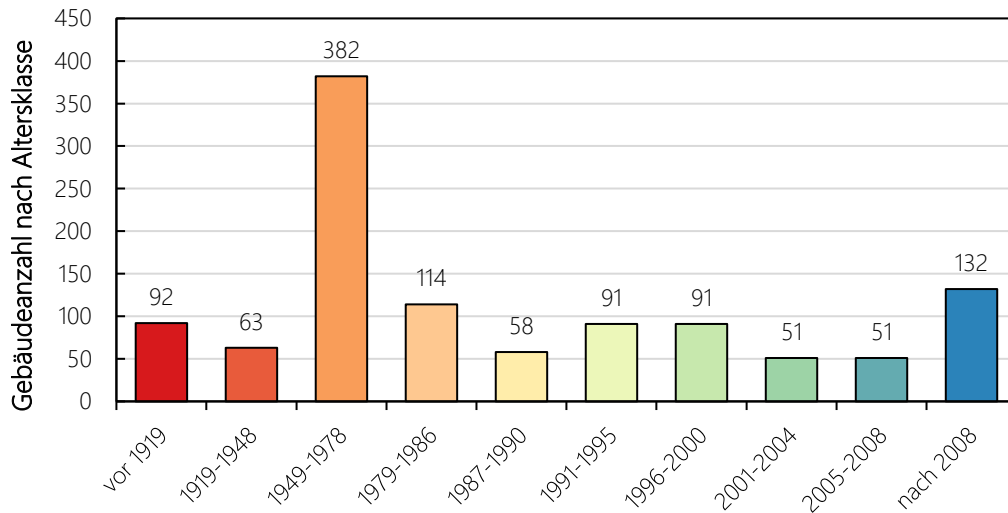


Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden

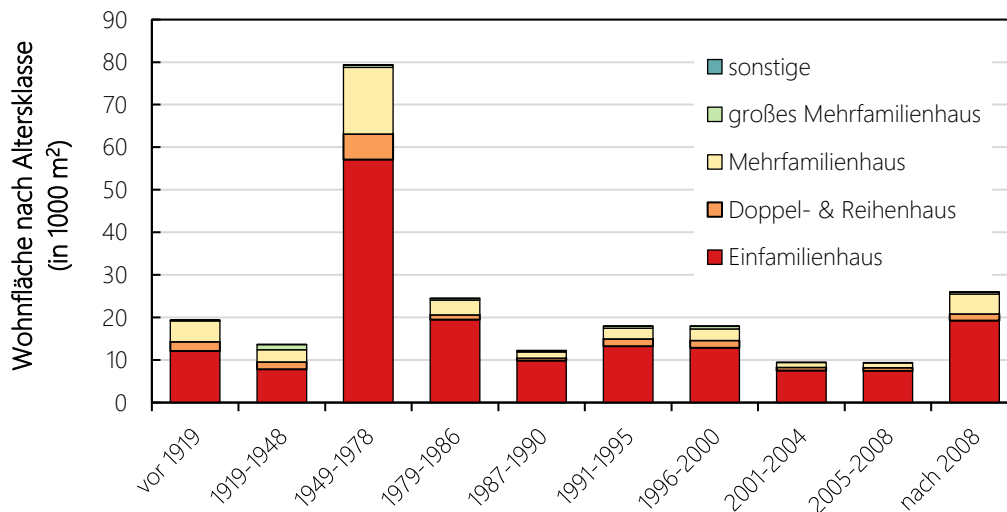


Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden untergliedert nach dem Wohngebäudetyp

Wie Abbildung 8 zeigt, hat Schwarzach nur einen geringen Anteil an Altbauten vor 1948. Konzentriert treten diese Baualtersklassen nur bei Düllstadt, im Nordwesten und Süden von Gerlachshausen und im Zentrum von Stadtschwarzach auf. Neubaugebiete befinden sich hauptsächlich im Nordosten von Gerlachshausen und Stadtschwarzach. Sowohl bei Neu- als auch bei Altbaugebäuden ergibt sich aufgrund von bereits guten Energiekennwerten (Neubau) bzw. Denkmal- und Ensembleschutz (Altbau) oftmals ein nur moderates Sanierungspotenzial.

Abgesehen von Neu- und Altbaugebieten sind fast alle weiteren Quartiere durch Nachkriegsgebäude (1949-1978) geprägt. Hier sind somit vermehrt Gebäude verortet, für welche geeignete Sanierungsstrategien besondere Wärmebedarfspotenziale versprechen. Es sei noch erwähnt, dass eine Einteilung beispielsweise in die Kategorie „Ab 2009“ bedeutet, dass diese Baualtersklasse im Baublock am häufigsten vertreten ist. Viele der Gebäude können trotzdem aus anderen Baualtersklassen stammen.

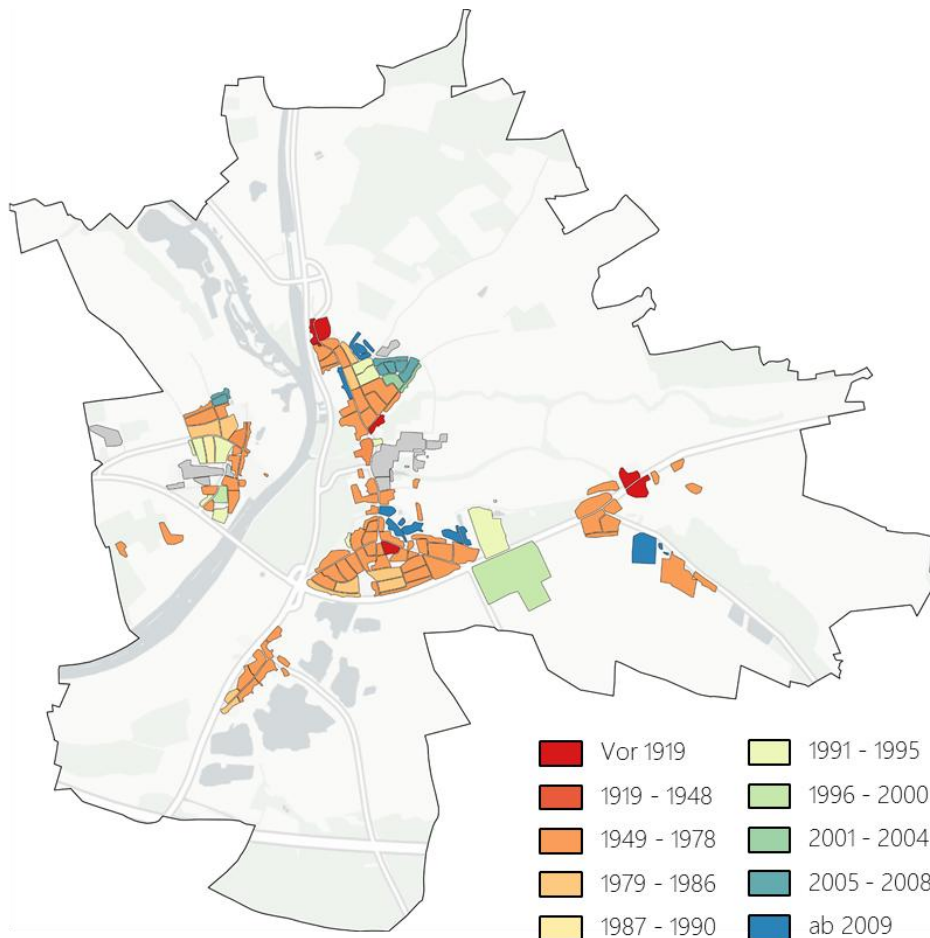


Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklasse der Wohngebäude in den Quartieren

2.2 Wärmebedarf

Aufbauend auf die Analyse des Gebäudebestands wird im Rahmen der Bestandsanalyse der Nutzenergiebedarf für Wärme bestimmt. Dafür wird ein zweistufiges Vorgehen verwendet. Zunächst wird in einem datengetriebenen Ansatz ausgehend auf Gebäudegeometrie, Altersklasse, Nutzungsinformationen etc. ein Wärmebedarf für jedes Gebäude simuliert. In Schwarzach wurde hierzu auf ALKIS- und LOD2-Daten, Zensusdaten und offenes Kartenmaterial zurückgegriffen.

In einem zweiten Schritt werden die Wärmebedarfe wo möglich durch weitere Datenquellen verfeinert. In Schwarzach wurden hierzu für die Erfassung des leitungsgebundenen Verbrauchs Fragebögen an Betreibende von Wärmenetzen, Stromnetz und dem Gasnetz versendet und entsprechende Verbrauchsdaten ausgetauscht.

Aktuell beläuft sich der jährliche Wärmebedarf in Schwarzach auf etwa 49 GWh (Abbildung 9). Mit 55 % wird der Großteil der Wärme im Sektor Wohnen und Industrie benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen tragen weitere 32 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 14 % des Wärmebedarfs entfallen auf öffentliche Einrichtungen, worunter auch die Abtei Münsterschwarzach fällt.

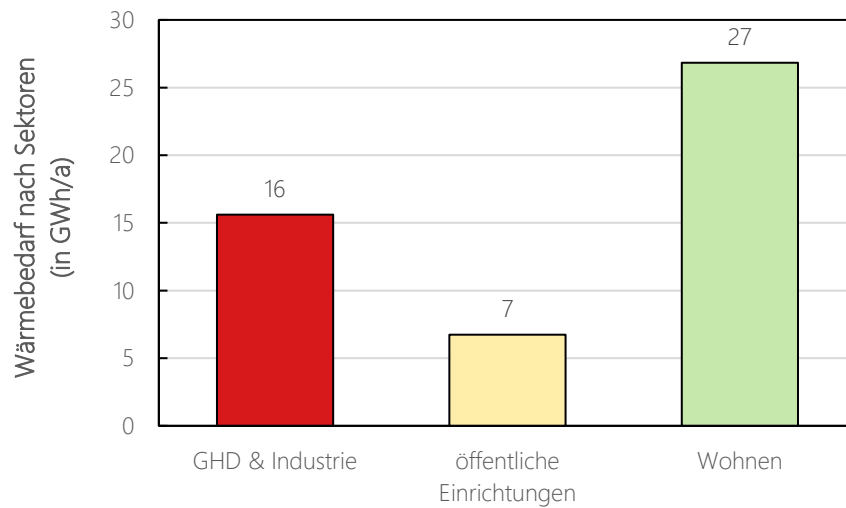


Abbildung 9: jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren

Die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs ist in Abbildung 10 dargestellt. Hier werden die jährlichen Bedarfe auf Quartiersebene aufsummiert. Die Darstellung hebt entsprechend Baublöcke hervor, in denen ein hoher absoluter Wärmebedarf vorliegt. Dies kann ein erster Indikator für Wärmekonzepte und die Identifikation von Großkunden bzw. Arealen mit vielversprechenden Wärmeabsätzen sein.

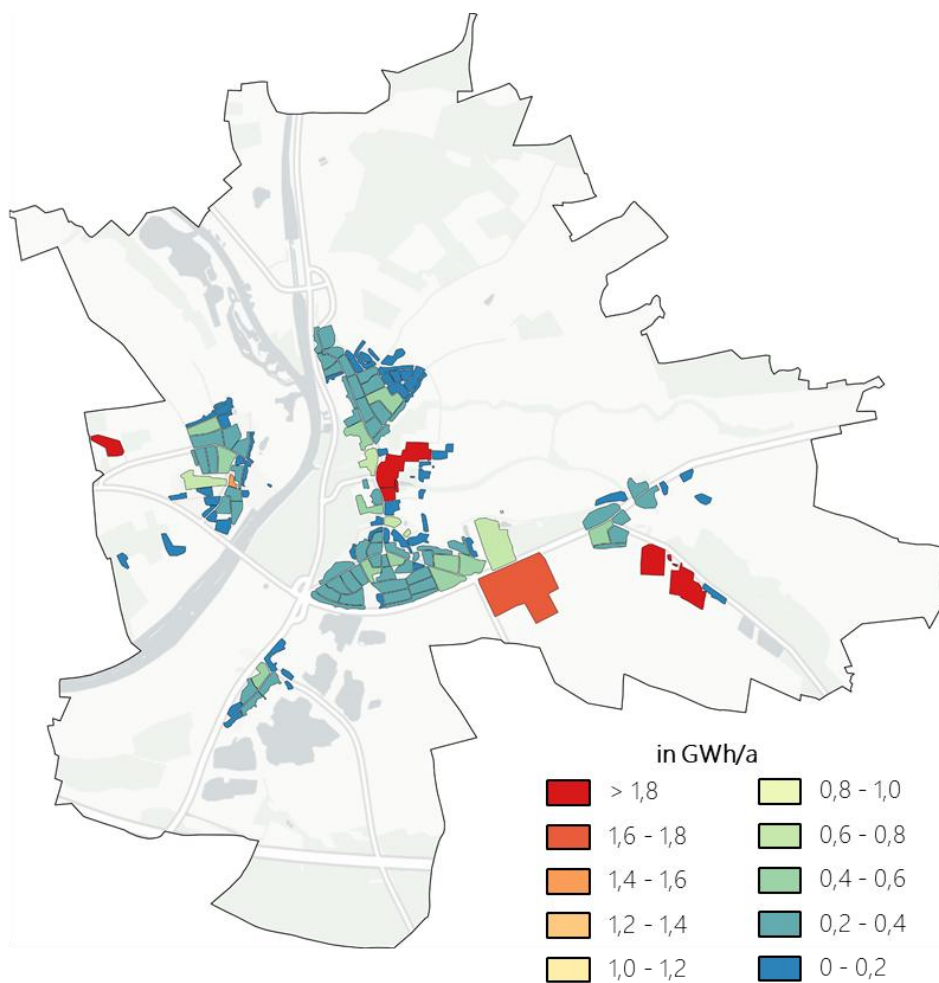


Abbildung 10: absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a

In Schwarzach stechen erwartungsgemäß insbesondere die Abtei Münsterschwarzach, die Gewächshäuser bei Düllstadt, das Asphaltmischwerk Schwarzach, das Staatsgut in Schwarzenau sowie die Gewerbegebiete an der B22 hervor. In den Wohngebieten liegen dagegen generell geringe Wärmebedarfe vor.

Die Darstellungsweise berücksichtigt jedoch nicht die Größe der jeweiligen Baublöcke. Die Baublöcke sind entsprechend des Verlaufs von Straßen und Gebäuden gezogen und variieren somit in ihrer Größe teils deutlich. Größere Baublöcke umfassen tendenziell mehr oder größere Gebäude, was sich ebenfalls auf den absoluten Wärmebedarf auswirkt.

Abbildung 11 bezieht die ermittelten Wärmebedarfe deshalb auf die Gesamtfläche des entsprechenden Quartiers in Hektar. Diese Darstellungsweise ist insbesondere dafür nützlich, Gebiete mit hohem spezifischem Wärmebedarf zu identifizieren, welche sich potenziell für die Errichtung eines Wärmenetzes eignen. Auch bezogen auf die Fläche haben die Abtei, die Gewächshäuser, das Staatsgut und das Asphaltmischwerk einen hohen Wärmebedarf. Die enge Wohnbebauung im Kern von Stadtschwarzach weist jetzt ebenfalls erhöhte Wärmedichten auf. Die Gewerbegebiete an der B22 fallen dagegen aufgrund der besonders großen Flächen sehr gering aus.

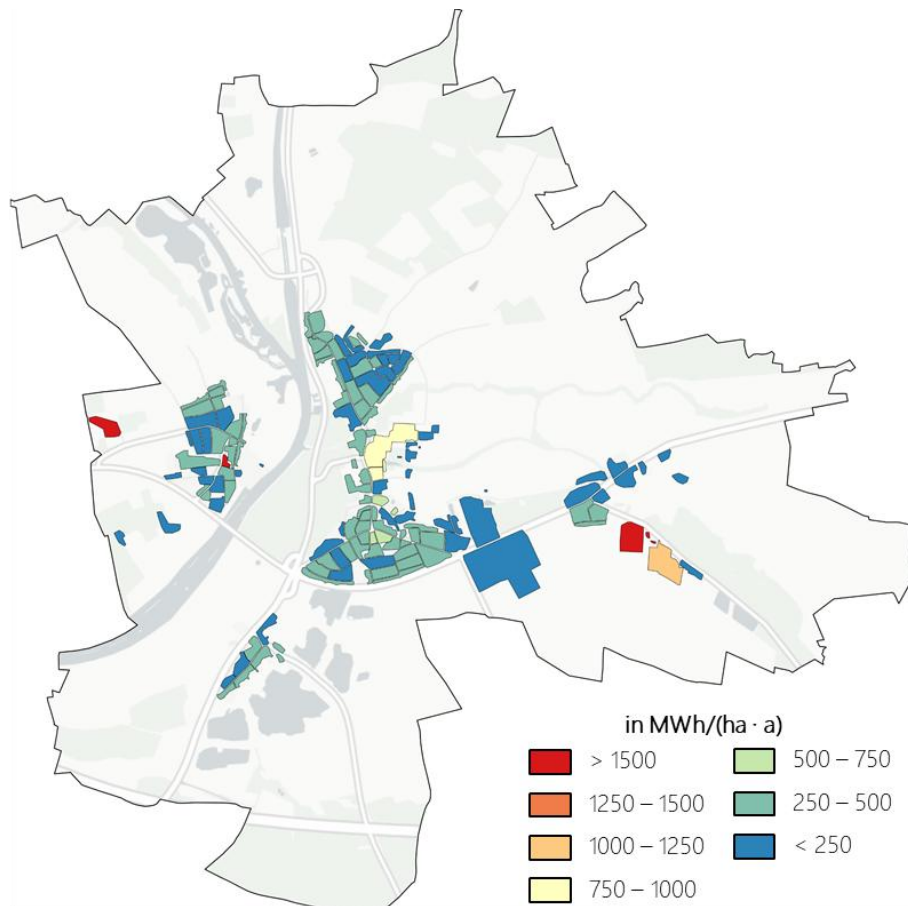


Abbildung 11: spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a)

Die erhöhten Wärmebedarfsdichten werden zusätzlich verdeutlicht, wenn der Wärmebedarf der Gebäude auf Straßenabschnittsbasis dargestellt wird (Abbildung 12). Hierfür wird jedes Gebäude dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Die Summe des Wärmebedarfs eines Abschnitts wird anschließend durch dessen Länge geteilt. Diese Darstellungsweise ist zusätzlich relevant zur

Ausweisung von Wärmenetzgebieten. Für Wärmenetze ist ein möglichst hoher Wärmebedarf je Meter Leitungslänge wichtig, um die hohen Kosten der Wärmenetzverlegung refinanzieren zu können.

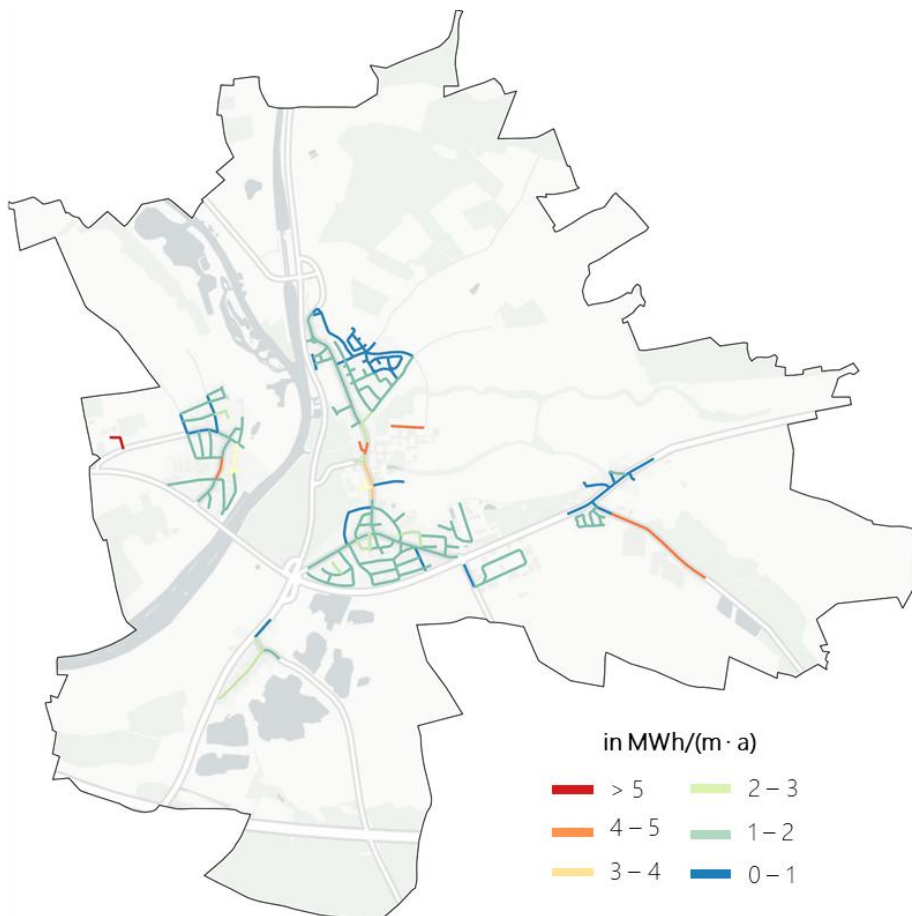


Abbildung 12: Wärmelinien-dichte der Straßenzüge in MWh/(m·a)

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Entscheidung für zentrale Wärmenetze oder dezentrale Einzellösungen ist das Vorhandensein von Ankerkunden. Diese haben als einzelne Verbraucher einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf und können somit für die Erschließung neuer Wärmenetze oder -Abschnitte als wichtige Anlaufstellen dienen. Abbildung 12 zeigt die Standorte der größten Verbraucher in Schwarzach. Abgebildet sind hier Gebäude mit Verbräuchen von mindestens 100 MWh/a. Insgesamt fallen in diese Gruppe 50 (von 1.484) Gebäude, wobei hier für zusammengehörende Gebäudeblöcke immer nur ein Punkt eingezeichnet ist und sich so 19 Großverbraucher ergeben. Erwartungsgemäß handelt es sich hierbei hauptsächlich um Gewerbegebäude, das Staatsgut und die Abtei.

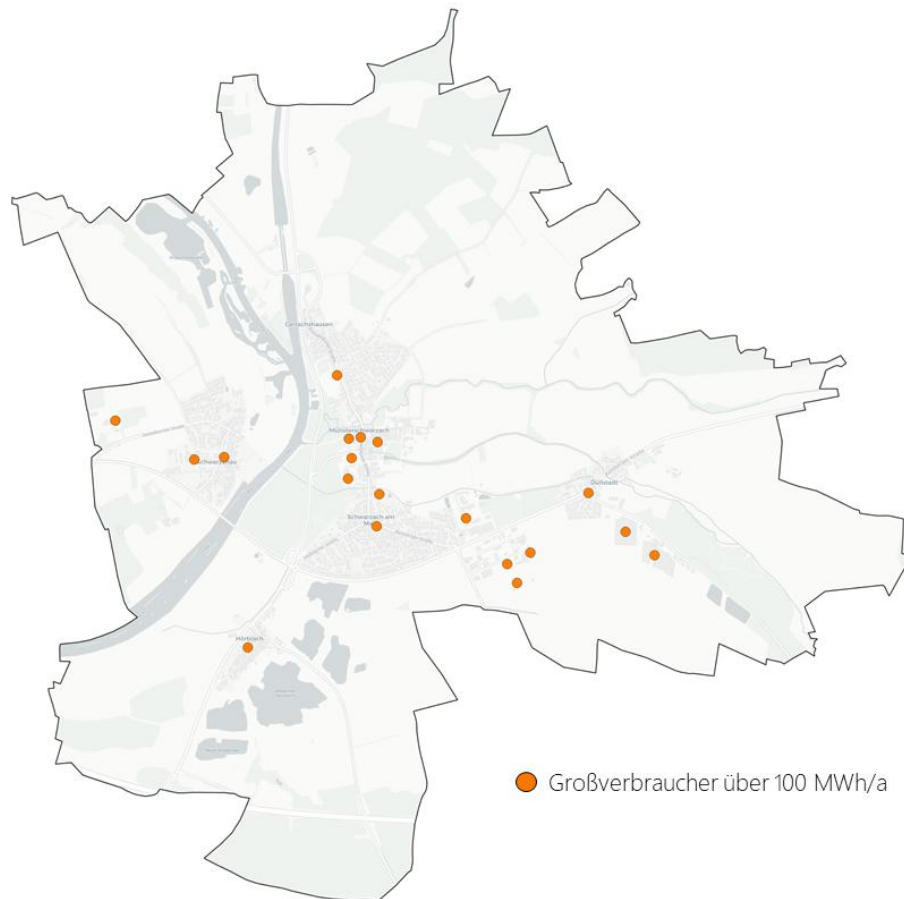


Abbildung 13: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher

2.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Nachdem der Gebäudebestand sowie der Wärmebedarf analysiert ist wird ermittelt, wie der Wärmebedarf aktuell gedeckt wird. Hierzu werden sowohl leitungsgebundene Wärmeversorgungen wie mit Erdgas oder Fernwärme analysiert, als auch Erzeuger wie Biomassefeuerungen, Wärmepumpen oder Heizölfeuerungen.

2.3.1 Struktur dezentraler Feuerstätten

Zur Analyse der aktuellen Struktur dezentraler Wärmeerzeuger wurden Kherbücher aus den Kehrbezirken ausgewertet. Die Informationen wurden vom Bayerischen Landesamt für Statistik in statistisch aufbereiteter Form bereitgestellt. Die Daten beziehen sich auf das Berichtsjahr 2022 und wurden auf Baublockebene aggregiert weitergegeben.

Insgesamt wurden in Schwarzach 2.160 Feuerstätten ausgewertet. Dabei handelt es sich fast zu gleichen Teilen um Einzelraumheizungen und Zentralheizungen. 56 % der Zentralheizungen heizen mit Erd- und Flüssiggas, weitere 34 % nutzen Heizöl und knapp 9 % werden mit Biomasse befeuert. Die genauen

Verteilungen der Zentral- und Einzelraumfeuerstätten sind in Abbildung 14 und Abbildung 15 aufgeteilt nach Leistungsklassen dargestellt.

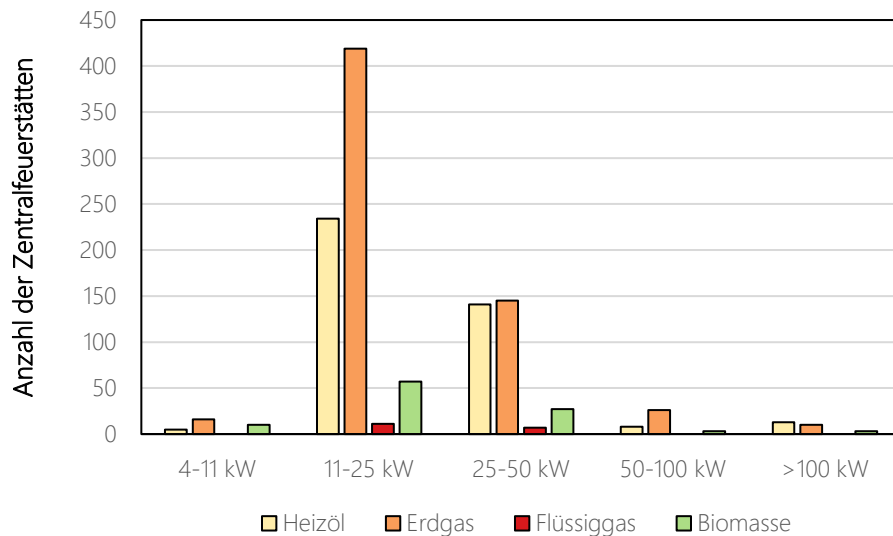


Abbildung 14: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Zentralfeuerstätten

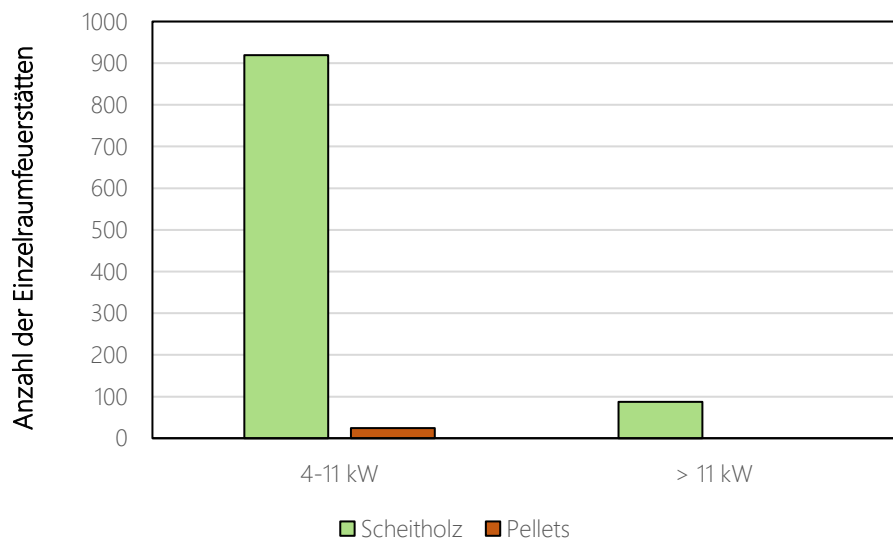


Abbildung 15: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Einzelraumfeuerungsstätten

Abbildung 16 stellt das Durchschnittsalter der Heizungsanlagen auf Quartierebene dar. Aufgrund datenschutzrechtlicher Vorgaben wurden vom Bayerischen Landesamt für Statistik nicht für alle Quartiere die notwendigen Informationen übermittelt, so dass diese nicht dargestellt werden können. Die Abgrenzung der Quartiere weicht von der in dieser Arbeit verwendeten Darstellung ab, da die Datenbasis vom Landesamt für Statistik selbst aggregiert wurde. Über die gesamte Gemeinde gemittelt sind die Heizungen im Schnitt 21 Jahre alt. In Stadtschwarzach, Hörblach und den Altbaugemeinden von Schwarzenau und Gerlachshausen treten erwartungsgemäß vermehrt ältere Heizungen auf, neue Heizungen finden sich hauptsächlich in den nördlichen Gebieten von Schwarzenau und Gerlachshausen.

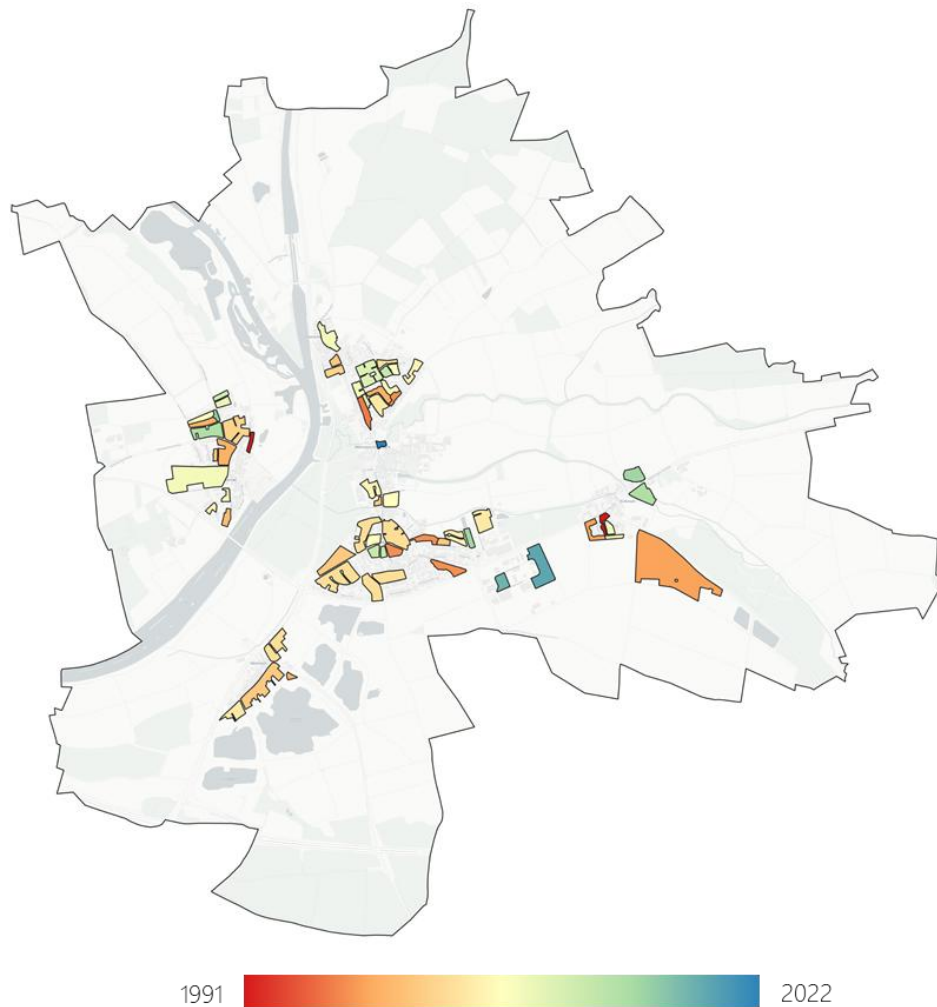


Abbildung 16: Durchschnittsjahr der Inbetriebnahme der Heizungsanlagen auf Quartiersebene

2.3.2 Wärmepumpen

Zur Auswertung der installierten Wärmepumpen wurden Netzabsatz-Daten von der N-ERGIE Netz GmbH zur Verfügung gestellt. Im Kalenderjahr 2025 wurden in Schwarzach 91 MWh Strom für Wärmepumpen und 346 MWh für Speicherheizungen eingesetzt. Diese Werte sind als Mindestmengen zu interpretieren, da es sich lediglich um den Netzbezug handelt. Energiemengen, die aus privaten Photovoltaik-Anlagen stammen, sind darin nicht mit enthalten.

Eine genauere räumliche Aufteilung der Anlagen auf die einzelnen Gebäude der Gemeinde ist nicht bekannt. Für die meisten kommunalen Liegenschaften und Gebäude des GHDI-Sektors sowie einen großen Teil der Wohngebäude sind allerdings reale Verbrauchsdaten und Energieträger bekannt. Die Verbräuche für Wärmepumpen und Speicherheizungen werden deshalb anteilig über simulierte Wärmebedarfe auf die Wohngebäude aufgeteilt, bei denen keine Anschlussdaten bekannt sind.

2.3.3 Gasinfrastruktur

Zur Auswertung der Gasinfrastruktur wurden Daten des Gasnetzbetreibers LKW Kitzingen herangezogen. Im Markt Schwarzach ist eine flächendeckende Gasinfrastruktur vorhanden. Über eine Trassenlänge von 23,4 km werden insgesamt 601 aktive Anschlüsse mit Methan versorgt. Abbildung 17 stellt die Quartiere dar, in welchen Gasanschlüsse vorhanden sind.

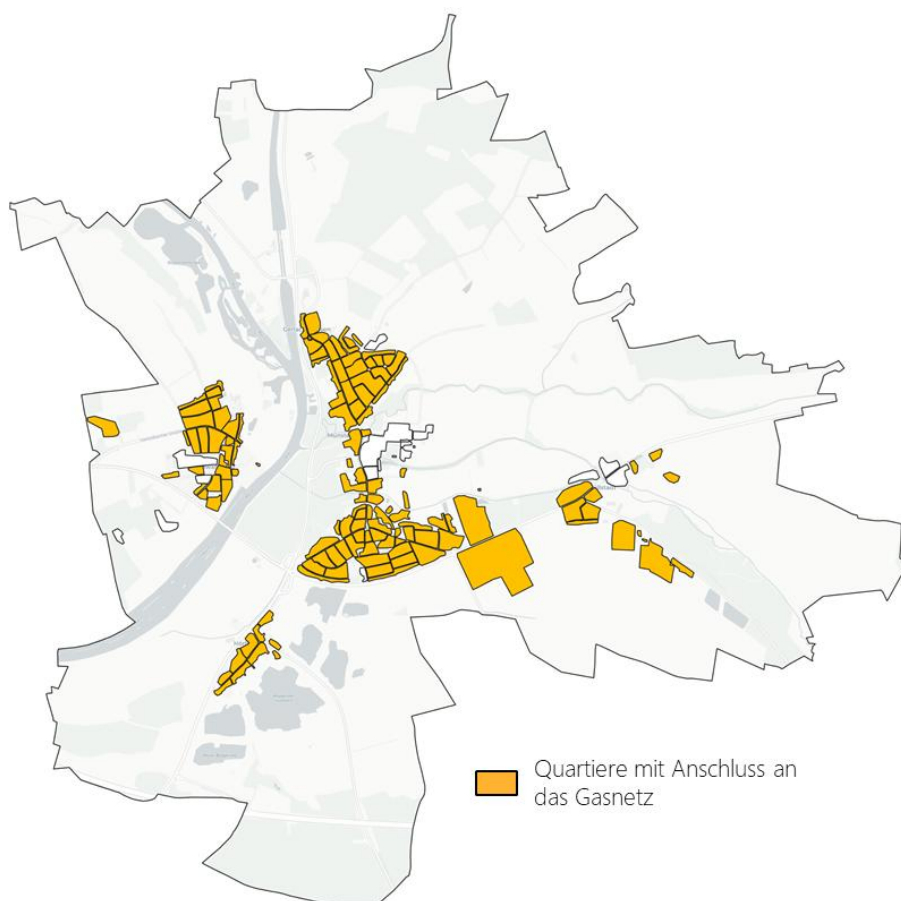


Abbildung 17: Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen

Der Ausbau des Gasnetzes wird in Tabelle 1 verdeutlicht. Hier wird aufgelistet, wie viele Kilometer Gasnetz in den einzelnen Jahrzehnten errichtet wurden. Die erste Gasleistung wurde im Jahr 1985 verlegt. Insgesamt 64 % des Gasnetzes in Schwarzach wurde vor 2000, weitere 25 % bis 2010 errichtet. Seit 2010 wurden weniger als 10 % des aktuellen Netzes verlegt.

Tabelle 1: Baualter des Gasnetzes

Baujahr	Länge des Gasnetzes (in km)	Anteil am Gesamtnetz
1980-1989	3,1	13 %
1990-1999	12,0	51 %
2000-2009	5,9	25 %
2010-2019	0,8	4 %
seit 2020	1,2	5 %
k. A.	0,3	1 %

Die mögliche Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff wird aktuell vom Netzbetreiber LKW geprüft. Inwiefern grüner Wasserstoff künftig zur Verfügung stehen wird, ist fraglich. Einerseits steht einer großen erwarteten Nachfrage in Industrie und Teilen des Verkehrssektors (z. B. Flugverkehr) ein aktuell

noch nicht vorhandenes Angebot an grünem Wasserstoff gegenüber. Zudem lässt die große Nachfrage in der Industrie mittel- und auch langfristig hohe Preise erwarten, was den Einsatz von grünem Wasserstoff im Wärmesektor auf hochpreisige Nischenanwendungen beschränken könnte.

Die LKW untersuchen als zuständiger Netzbetreiber aktuell, ob und welche Netzabschnitte auf Wasserstoff umrüstbar sind. Hierzu wird gemeinsam mit der Ferngas Netzgesellschaft mbH ein Gasnetztransformationsplan erstellt. Zusätzlich wird im Rahmen einer Netzinventur geprüft, welche Teile des Netzes auf Wasserstoff umgestellt werden könnten und welche etwaigen Maßnahmen für eine Umstellung getroffen werden müssten. Die Lage Schwarzach in der Nähe des künftigen Wasserstoff-Backbones ist zwar günstig, allerdings kann aufgrund der aktuellen unsicheren Marktsituation, der noch laufenden Prüfung der Wasserstoffverträglichkeit, sowie des Fehlens eines verbindlichen Transformationsplans nicht von einer sicheren Verfügbarkeit des Wasserstoffs in Schwarzach ausgegangen werden.

2.3.4 Wärmenetze und Gebäudenetze

Grundsätzlich muss hierbei zwischen Gebäudenetzen und Wärmenetzen unterschieden werden – wobei es sich hierbei vor allem um eine rechtliche (und keine technische) Definition handelt. Grundlage sind die Begriffsbestimmungen im Gebäudeenergiegesetz GEG beziehungsweise im Wärmeplanungsgesetz WPG. Maßgeblich für die Einstufung eines Netzes ist dabei die Anzahl angeschlossener Gebäude bzw. Wohneinheiten:

- Ein **Gebäudenetz** versorgt 2 bis 16 Gebäude oder bis zu 100 Wohneinheiten mit Wärme oder Kälte (§ 3 Absatz 1 Nummer 9a GEG).
- **Wärmenetze** sind alle anderen Einrichtungen zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme (§ 3 Absatz 1 Nummer 17 WPG).

Im Zuge der Wärmeplanung sind im Rahmen der Bestandsanalyse nur Wärmenetze detailliert zu erfassen. Da allerdings in der Praxis auch Gebäudenetze häufig über Erweiterungs- und/oder Transformationspotenzial verfügen, werden hier auch die bekannten Gebäudenetze mit aufgeführt.

In Schwarzach wurden zwei Wärmenetze betrachtet, eines davon nur zur Versorgung einzelner angrenzender Gebäude in Schwarzenau. Zur Analyse der Wärmenetze wurden Fragebögen an die Betreiber der Wärmenetze ausgegeben.

Abbildung 18 stellt die Lage der Wärmenetze dar. Das Netz der Abtei Münsterschwarzach trägt mit ca. 91 % der mit Fernwärme versorgten Nutzenergie den größten Teil der Fernwärme bei. Das westliche Netz in Schwarzenau liefert die restlichen 9 %. Mit Fernwärme werden demnach große Teile der Abtei sowie die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft versorgt.

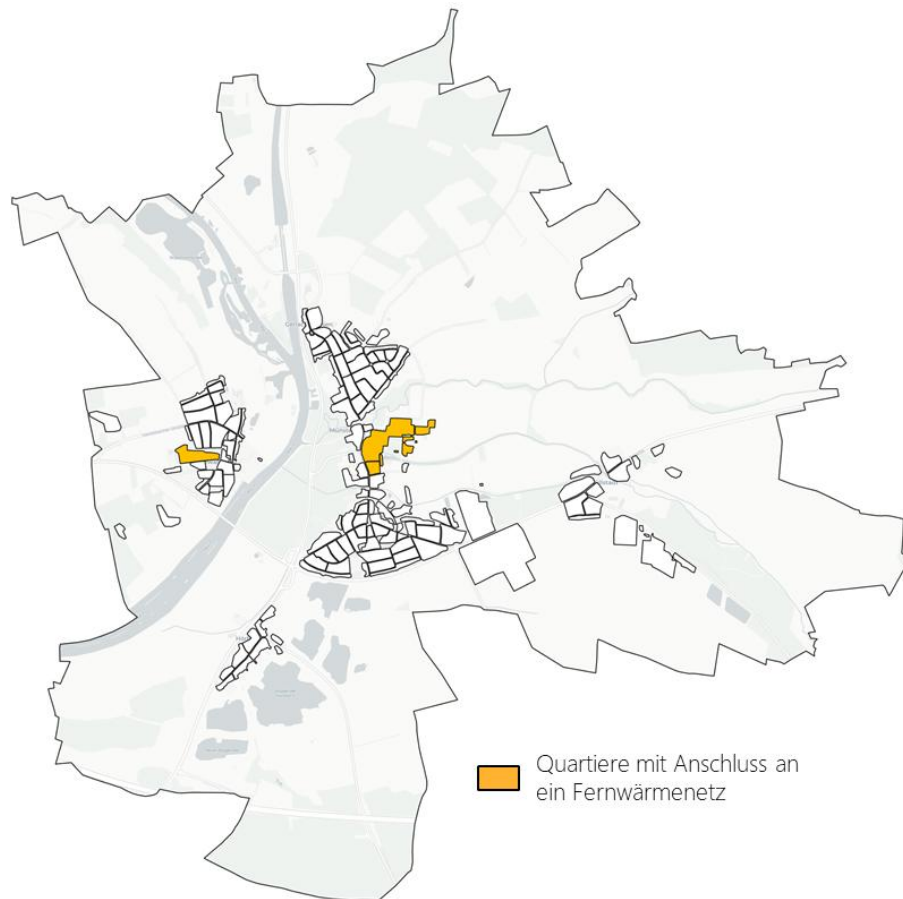


Abbildung 18: Wärmenetze in Schwarzach

Nähere Daten zu den einzelnen Netzen können Tabelle 2 entnommen werden. Dabei wird jeweils – falls vorhanden und rückgemeldet – die Art des Wärmenetzes (Wasser oder Dampf), das Jahr der Erstinbetriebnahme, das Temperaturniveau sowie die Trassenlänge und Anzahl an versorgten Anschlüssen dargestellt.

Tabelle 2: Bestehende sowie geplante und genehmigte Wärmenetze

Netz	Lage	Art	Jahr der Inbetriebnahme	Temperatur (VL-RL, in °C)	Trassenlänge (in m)	Anzahl Anschlüsse
Netz Abtei Münsterschwarzach	Münsterschwarzach	Wasser	1925	85-75	1.950	über 20
Netz Schwarzenau	Schwarzenau	Wasser	2006	80-50	6.800	4

In Abbildung 19 sind die Erzeugerstandorte der Netze eingezeichnet. Dazugehörig liefert Tabelle 3 sofern bekannt genauere Daten zu den Anlagen.

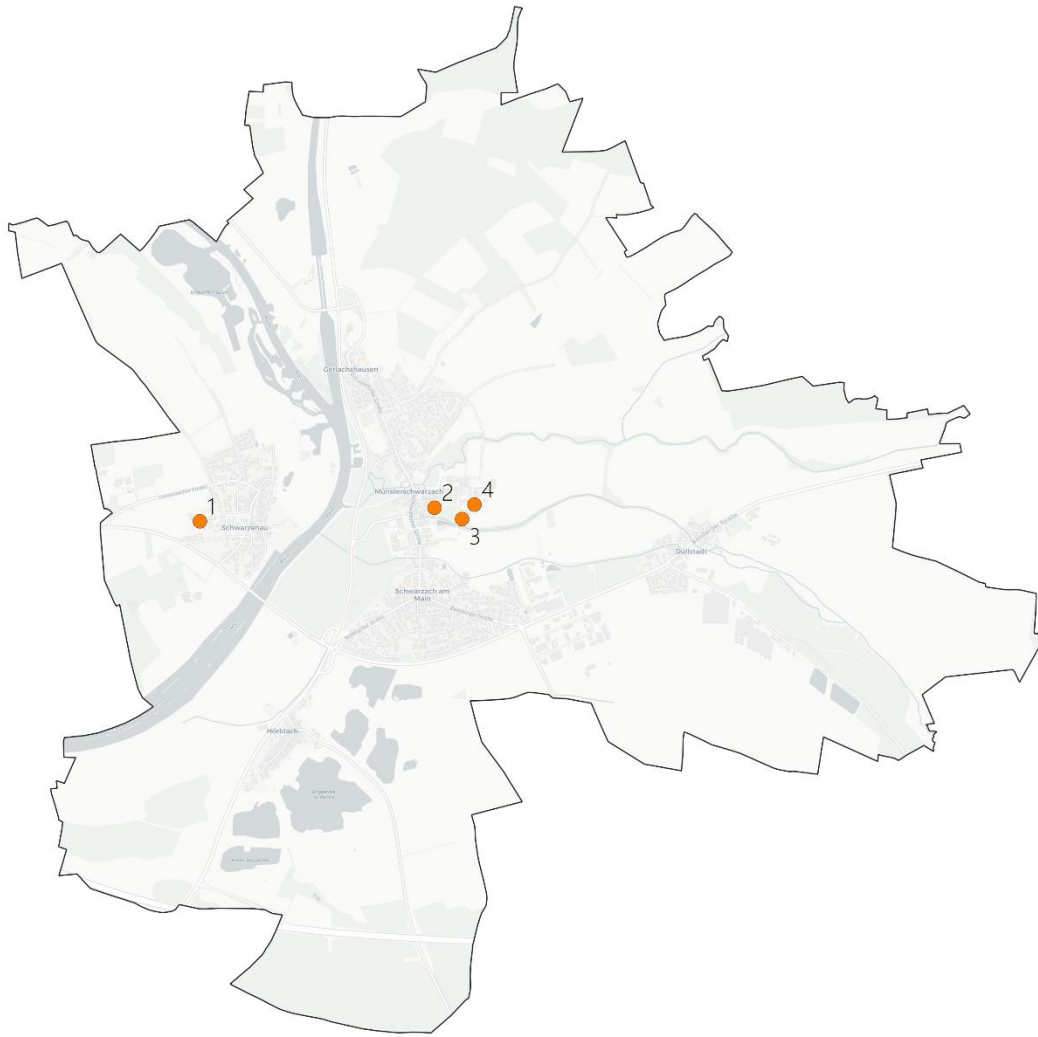


Abbildung 19: Erzeugerstandorte in Schwarzenau

Tabelle 3: Bestehende, geplante oder genehmigte Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze

Lfd. Nummer	Netz	Art des Erzeugers	abgabeseitige Nennleistung (in kW _{th})	Jahr der Inbetriebnahme	Energieträger
1	Schwarzenau	BHKW	370	k. A.	Biogas
2	Münster-schwarzach	3 x Kessel	3 x 1.000	k. A.	Heizöl
3	Münster-schwarzach	Kessel	1.200	k. A.	Biomasse
4	Münster-schwarzach	BHKW	500	k. A.	Biogas

Abbildung 20 stellt die Aufteilung der eingesetzten Energieträger dar. Das Netz der Abtei Münsterschwarzach verwendet hauptsächlich Biomasse (52 %) und Biogas (40 %) und einen kleinen Teil an Heizöl (7 %). Das Netz in Schwarzenau wird ausschließlich mit Biogas versorgt.

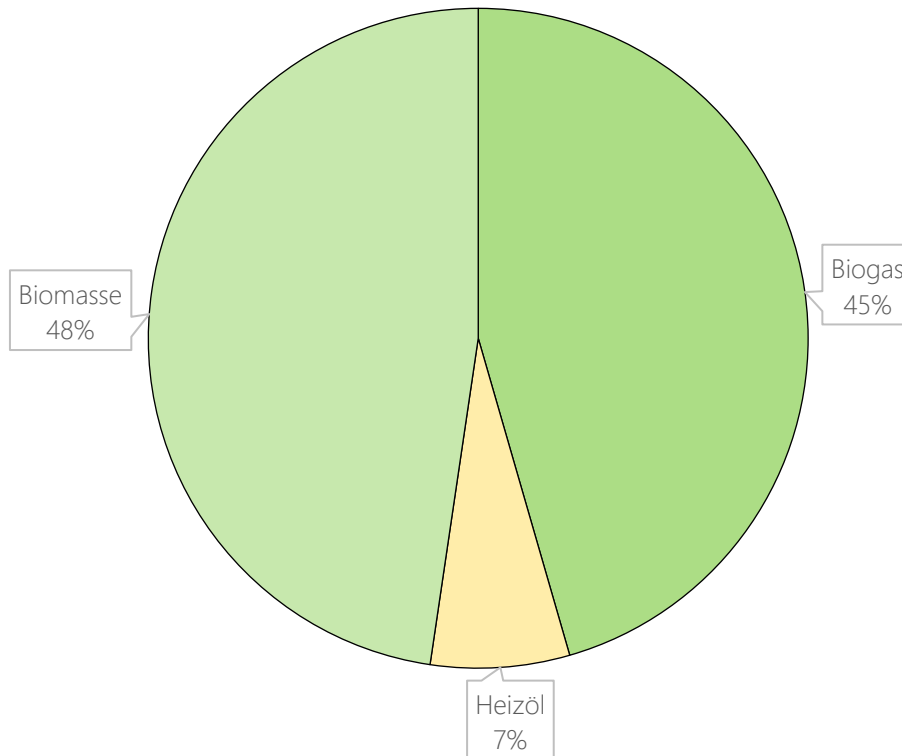


Abbildung 20: Anteil von Energieträgern für die Fernwärmeerzeugung

2.3.5 Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung

Aus den vorangegangenen Informationen zur aktuellen Wärmeinfrastruktur kann der aktuelle Wärmemix bestimmt werden. Dazu wird der in Kapitel 2.2 dargestellte Wärmebedarf mit den Informationen über Gasanschlüsse von den Gasnetzbetreibern, Wärmenetzanschlüsse von Wärmenetzbetreibern, Wärmepumpenzähler von Stromnetzbetreibern sowie Kaminkehrerdaten verschnitten.

Abbildung 21 stellt den Wärmebedarf aufgeteilt nach Energieträgern dar. Von den benötigten 49 GWh/a wird mit 23 GWh/a (47 %) der Großteil durch Erdgas bereitgestellt. Weitere 14 GWh/a (28 %) werden durch Heizöl und 1 GWh/a (3 %) durch sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas) versorgt. Erneuerbare Energien stammen insbesondere aus Biomasse (4 GWh/a oder 7 %) und Solarthermie (<1 GWh/a oder 1 %). Wärmepumpen und elektrische Direktheizungen tragen knapp 1 GWh/a (2 %) zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom. Die übrigen 6 GWh/a (12 %) der benötigten Wärme werden durch Fernwärme abgedeckt. Die Fernwärmenetze werden wie bereits ausgeführt hauptsächlich mit Biomasse und Biogas und teils mit Heizöl betrieben.

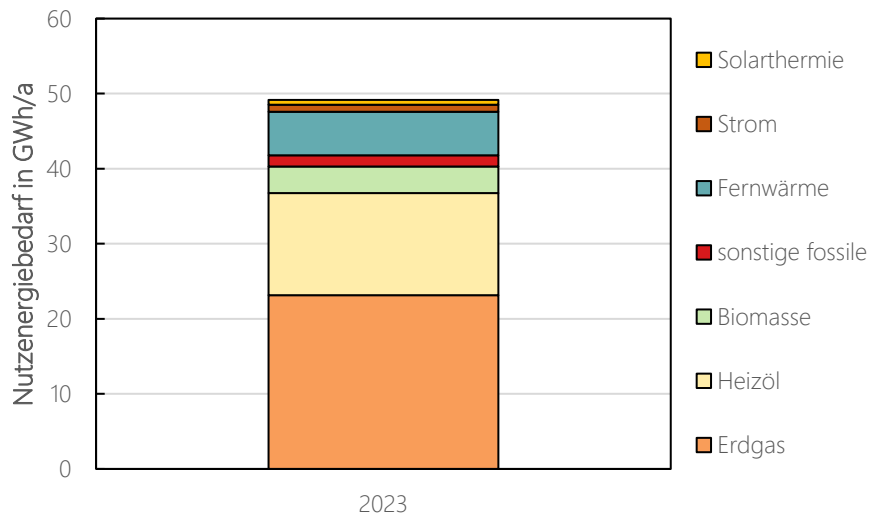


Abbildung 21: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger

Für die Bereitstellung des Wärmebedarfs von 49 GWh/a in den Gebäuden werden 58 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Der Endenergiebedarf beschreibt, welche Menge an Energieträgern (z. B. Erdgas, Heizöl, Strom oder Biomasse) zur Erzeugung der benötigten Wärme verbraucht wird. Er berücksichtigt damit beispielsweise auch Wirkungsgrade. Die Aufteilung der Energieträger ist in Abbildung 22 dargestellt.

Anteilig ist die Änderung im Vergleich zum Wärmebedarf gering, da die meisten Technologien ähnliche Wirkungsgrade aufweisen. Speziell Wärmepumpen haben allerdings aufgrund des hohen Wirkungsgrades (COP) einen deutlich niedrigeren Endenergiebedarf. Für die Wärmeversorgung in Schwarzach werden 27 GWh/a (47 %) Erdgas, 16 GWh/a (28 %) Heizöl exkl. Wärmenetze und 2 GWh/a (3 %) sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas oder Kohle) eingesetzt. Dazu kommen 5 GWh/a (8 %) Biomasse exkl. Wärmenetze und insgesamt gut 1 GWh/a (2 %) Strom und Solarthermie. Insgesamt trägt die Fernwärme 7 GWh/a (12 %) zum Endenergieverbrauch bei, hierbei sind zunächst nur Verteilverluste inbegriffen. In die Fernwärmeerzeugung fließen weitere Wirkungsgrade der Energieträger mit ein. Hierbei werden 3 GWh/a Biomasse, 3 GWh/a Biogas und ca. 0,5 GWh/a Heizöl genutzt.

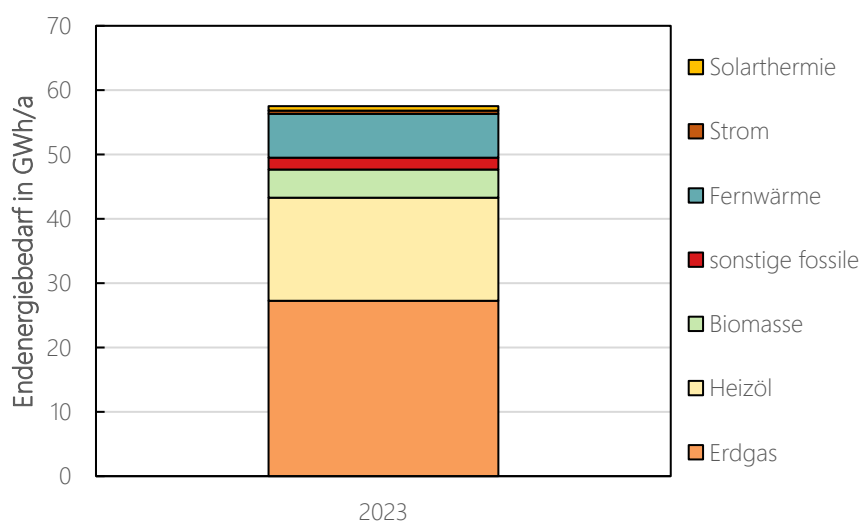


Abbildung 22: Endenergiebedarf nach Energieträger

Unter der Annahme, dass 50 % des eingesetzten Stroms in Wärmepumpen und Speicherheizungen aus erneuerbaren Quellen stammt, beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am Endenergieeinsatz 21 % bzw. 12 GWh/a. Durch die Integration weiterer erneuerbarer Wärme- und Abwärmequellen kann und soll dieser Anteil in Zukunft wesentlich gesteigert werden.

Die Aufteilung der Endenergieträger auf die einzelnen Sektoren wird in Abbildung 23 dargestellt. Der Endenergieverbrauch des Sektors Wohnen beläuft sich auf 31 GWh/a, während öffentliche Einrichtungen 8 GWh/a und Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie 19 GWh/a verbrauchen.

Der Energiemix sieht in allen Sektoren deutlich unterschiedlich aus. Der Sektor Wohnen hat mit 46 % den höchsten Anteil an Heizöl, gefolgt von Erdgas mit 39 %. Darüber hinaus werden viel Biomasse (10 %), sonstige fossile Energieträger (5 %) und Strom und Solarthermie (zusammen 4 %) genutzt. Fernwärme kommt in Wohngebäuden nicht vor.

Der Sektor GHDI wird mit 74 % von Erdgas dominiert. Darüber hinaus werden ähnliche Anteile über Fernwärme (9 %), Heizöl (8 %) und Biomasse (7 %) versorgt. Die weiteren Energieträger spielen nur kleine Rollen.

Da sowohl die Abtei Münsterschwarzach als auch die Staatsgüter in Schwarzenau in den öffentlichen Sektor fallen, stellt hier Fernwärme mit 64 % den deutlich größten Teil der Endenergie. Darüber hinaus werden hauptsächlich viel Erdgas (29 %) und ein geringer Anteil Biomasse (4 %) eingesetzt.

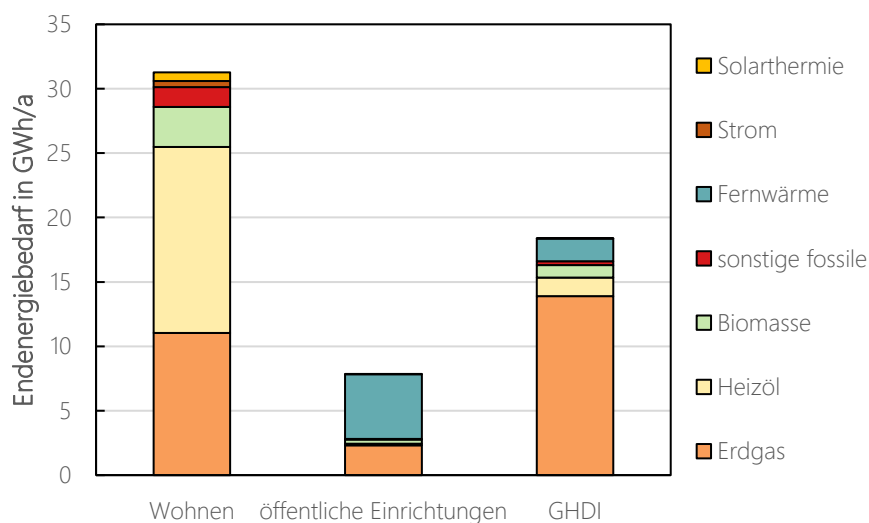


Abbildung 23: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor

Abbildung 24 stellt den vorrangigen Energieträger je Quartier kartographisch dar. Mit Ausnahme der Wärmenetzgebiete beim Münsterschwarzach und in Schwarzenau werden hauptsächlich Erdgas und Heizöl genutzt. In Gewerbegebieten dominiert dabei deutlich das Erdgas, in Wohngebieten zu gleichen Anteilen Erdgas und Heizöl. Nur sehr vereinzelt überwiegen in manchen Quartieren Biomasse (Beispielsweise bei der Volksschule) oder sonstige Fossile.

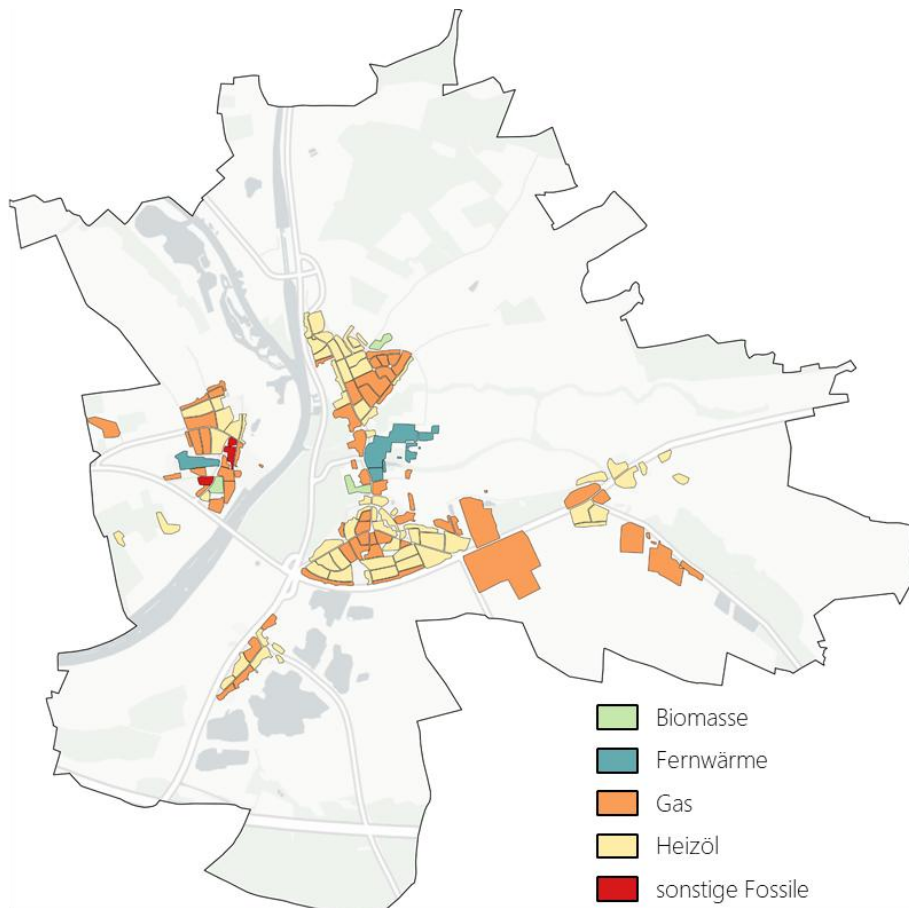


Abbildung 24: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren

Während Abbildung 24 zeigt, welcher Energieträger in welchem Quartier dominiert, stellt Abbildung 25 die Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung dar. Dabei wird beispielsweise verdeutlicht, wo vermehrt Zentralheizungen und Einzelraumfeuerungen verortet sind – unabhängig von der Wärmemenge, die die einzelnen Erzeuger liefern.

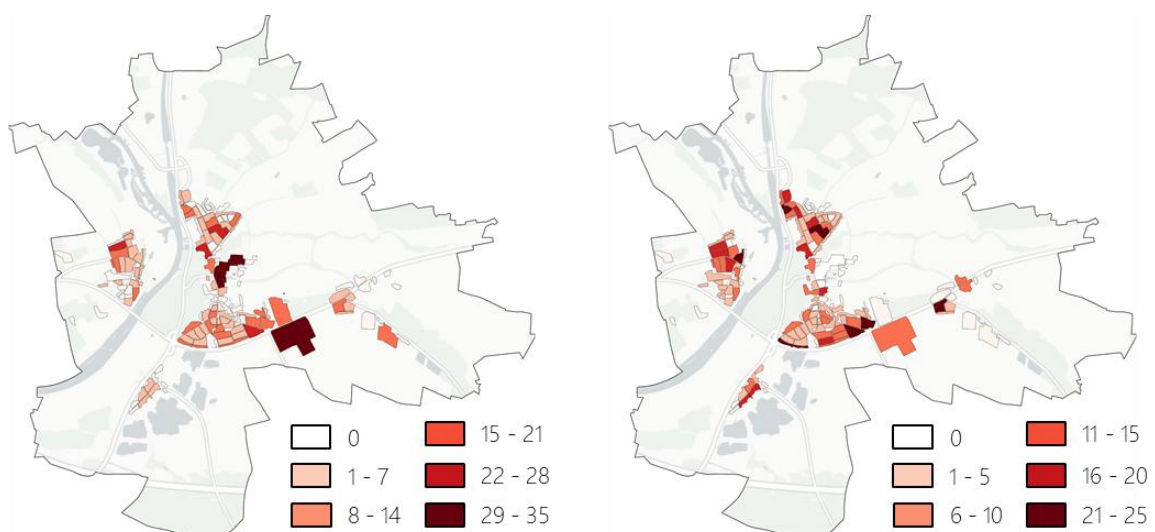


Abbildung 25: Anzahlen verschiedener Heizungstypen (links: Zentralheizungen, rechts: Einzelraumheizungen)

Hier muss erwähnt werden, dass wie bei Wärmepumpen auch die Daten zu Solarthermieranlagen¹ nur aggregiert auf das gesamte Gebiet vorliegen und im digitalen Zwilling entsprechend nicht quartiers-scharf verortet werden können.

Die Auswertung der Energieträger verdeutlicht die Größenordnung der Aufgabe der Wärmewende. Die aktuelle Wärmeversorgung ist zu knapp 80 % von fossilen Energieträgern abhängig. Es gilt den noch geringen Anteil erneuerbarer Energien in den Jahren bis 2045 auf 100 % anzuheben. Die bereits beschriebene Altersstruktur der fossilen Wärmeerzeuger erfordert es, die dafür notwendigen Schritte zeitnah und strukturiert anzugehen.

2.3.6 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung

Die starke Abhängigkeit der Wärmeversorgung von fossilen Quellen führt auch zu erheblichen Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung. Insgesamt werden in Schwarzach aktuell rund 12.700 Tonnen CO₂-eq für Wärmezwecke ausgestoßen. Abbildung 26 verdeutlicht die Verteilung der Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern. Hauptverursacher für die Emissionen sind Erdgas (6.300 t/a bzw. 50 %) und Heizöl exkl. Fernwärme (5.000 t/a bzw. 39 %). Der größte Teil der restlichen Emissionen stammt mit 600 t/a bzw. 5 % aus Fernwärme und 400 t/a bzw. 3 % aus sonstigen fossilen Energieträgern (z.B. Flüssiggas). Weiterhin ist Strom für 200 t/a und Biomasse für 100 t/a verantwortlich. Der Anteil von Solarthermie ist vernachlässigbar gering.

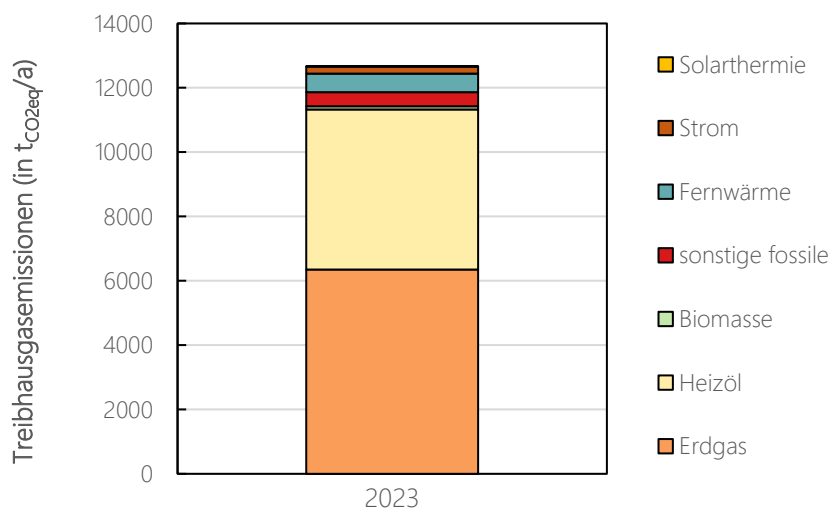


Abbildung 26: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

Die Verteilung der Emissionen auf die Energieträger lässt sich zum einen auf die stark unterschiedlichen Verbrauchsmengen zur Wärmeerzeugung zurückführen. Zum anderen unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger deutlich (Tabelle 4). Während fossile Energieträger mit hohen spezifischen Emissionen verbunden sind (und hier der Einsatz von Heizöl und Kohle als nochmals schädlicher einzustufen ist als der von Erdgas), beträgt der CO₂-Ausstoß erneuerbarer Energien nur

¹ <http://www.solaratlas.de/>

einen Bruchteil davon. So ist der Einsatz von Holz beispielsweise mit nur 7 % der Treibhausgasemissionen von Heizöl belastet. Dennoch wird Holz nicht als komplett klimaneutral bewertet, da beispielsweise bei Transport oder Verarbeitung CO₂-Emissionen anfallen.

In den Emissionsfaktoren zeigt sich auch der Effekt der Energiewende auf dem Stromsektor: Während Netzstrom heute noch wesentlich durch den Einsatz von Kohle und Erdgas erzeugt wird, wird künftig vorrangig erneuerbarer Strom Anwendung finden. Dies reduziert den Emissionsfaktor von aktuell 0,435 tCO_{2eq}/MWh auf perspektivisch 0,032 tCO_{2eq}/MWh in 2040. Diese Entwicklung spielt eine zentrale Rolle bei der Wärmewende und ermöglicht es Wärmepumpen zukünftig potenziell, auf emissionsarmen Strom zurückzugreifen, auch wenn dieser aus dem öffentlichen Stromnetz stammt.

Die Aufteilung der Treibhausgasemissionen auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 27 dargestellt. Es wird deutlich, dass der Großteil der Emissionen aus dem Wohnsektor stammt. Die Wärmeerzeugung verursacht hier jährlich etwa 7.700 tCO_{2eq}, was etwa 61 % der Gesamtemissionen ausmacht. Die Sektoren GHDI tragen mit 3.900 tCO_{2eq} (31 %) ebenfalls einen großen Teil der Emissionen bei. Bei einer Einwohnerzahl von 3.665 entspricht das einem Pro-Kopf-Emissionswert von 2.1 tCO_{2eq}/(EW*a), der gesamtdeutsche Durchschnitt fällt nach Zahlen für 2021 mit 1,75 tCO_{2eq}/(EW*a) etwas geringer aus.¹ Für ländliche Gemeinden ist der Wert allerdings sehr gewöhnlich, da hier größere Wohnflächen pro Einwohner und ein höherer Einsatz von Heizöl üblich sind. Der Beitrag öffentlicher Liegenschaften beläuft sich lediglich auf 1.000 tCO_{2eq}/a oder 8 %. Auch wenn öffentliche Gebäude absolut betrachtet einen geringeren Beitrag zu den Emissionen aufweisen, haben sie dennoch einen großen Hebel (Größe der einzelnen Gebäude und damit hohes Einsparpotenzial bei Einzelmaßnahmen; oftmals direkte Steuer- und Beeinflussbarkeit durch die Kommune; Multiplikatorwirkung).

Tabelle 4: Emissionsfaktoren² der wesentlichen Energieträger in tCO_{2eq}/MWh

Energieträger	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311	0,311	0,311	0,311
Sonstige Fossile	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Biomasse	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Strom	0,435	0,27	0,151	0,032	0,032
Solarthermie	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Biogas/Biomethan	0,090	0,086	0,084	0,081	0,079
Industrielle Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035

¹ https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2024/PD24_05_p002.html

² KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

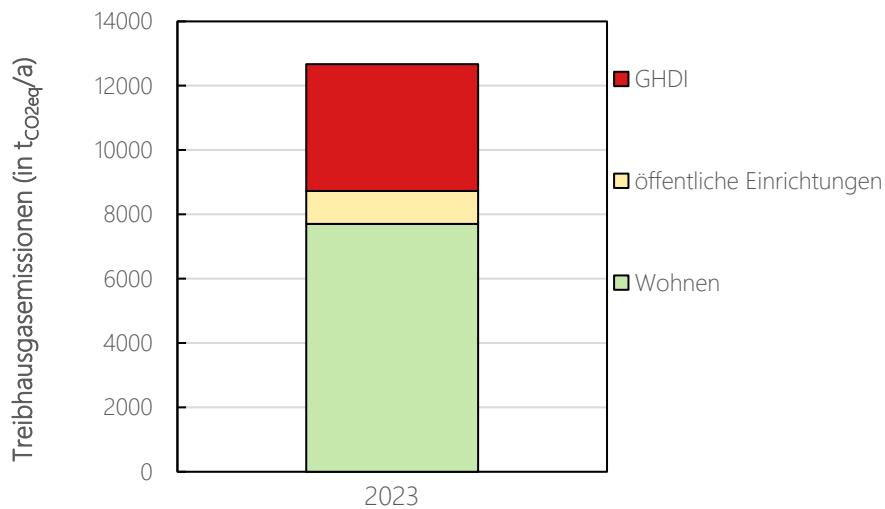


Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren

Wie schon beim Endenergieverbrauch der Sektoren (Abbildung 23) angemerkt, ist der Einsatz von Heizöl speziell im Sektor Wohnen weit verbreitet (Abbildung 28). Aufgrund des hohen Emissionsfaktors für Heizöl fällt der Anteil an den Gesamtemissionen hier besonders hoch aus. Die Emissionen in den anderen Sektoren fallen vor allem wegen den hohen Anteilen an Fernwärme geringer aus.

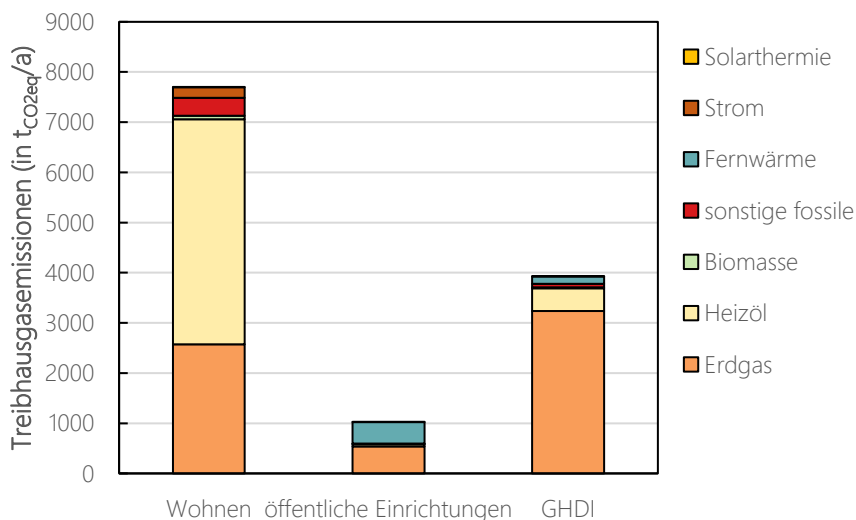


Abbildung 28: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträgern

2.4 Zwischenfazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stellt durch Analyse von Daten der Netzbetreiber, der Schornsteinfeger, Fragebögen, Vor-Ort-Begehungen, Gebäudebasisdaten, statistischer Kennzahlen und weiterer Datenquellen den Status-Quo der Wärmeversorgung dar. Die Auswertung der Daten zeigt auf, welche Herausforderung durch die Wärmewende gestellt wird:

- 76 % der Gebäude in Schwarzach sind Wohngebäude, davon 79 % Einfamilienhäuser und je 10 % Doppel- bzw. Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser. Etwa 58 % der Wohngebäude

wurden vor 1979 errichtet und damit vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, welche Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Dies zeigt den großen Sanierungsbedarf, aber auch das Potenzial für Wärmeeinsparungen auf.

- Insgesamt beträgt der Wärmebedarf in Schwarzach rund 49 GWh/a. Mit 55 % wird der Großteil der Wärme im Sektor Wohnen benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen weitere 32 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 14 % des Wärmebedarfs entfällt auf öffentliche Einrichtungen. Fokussiert tritt der Wärmebedarf insbesondere an der Abtei Münsterschwarzach, den Staatsgütern in Schwarzenau, den Gewächshäusern bei Düllstadt sowie im Ortskern von Stadtschwarzach auf.
- Die dezentrale Wärmebereitstellung in Schwarzach ist stark von Erdgas und Heizöl geprägt. Von 1.135 Zentralheizungsfeuerstätten werden etwa 56 % mit Erd- bzw. Flüssiggas und 35 % mit Heizöl betrieben. Weitere 9 % der Zentralheizungen verwenden Holz als Brennstoff. Das Durchschnittsalter der Raumheizer liegt mit über 21 Jahren in einem Bereich, in dem auf absehbare Zeit ein Heizungsaustausch anstehen kann. Gerade hier ist in den kommenden Jahren mit einem enormen Handlungsbedarf zu rechnen.
- Die zentrale Wärmeversorgung in zwei Wärmenetzen versorgt aktuell die Abtei Münsterschwarzach sowie die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft in Schwarzenau. Knapp 48 % der Fernwärme in Schwarzach stammt aus Biomasse, 46 % aus Biogas und die übrigen 7 % aus Heizöl.
- Von den benötigten 49 GWh/a Wärmebedarf wird ein großer Teil durch Erdgas (47 %), Heizöl (28 %) und sonstigen Fossilen (3 %) bereitgestellt. Weitere 12 % werden durch Fernwärme versorgt. Erneuerbare Energien (excl. Fernwärme) stammen insbesondere aus Biomasse (8 %) und Solarthermie (1 %). Elektrische Heizungen tragen knapp 2 % zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom.
- Bezogen auf den Endenergieeinsatz beträgt der Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme aktuell rund 21 %.
- Insgesamt werden in Schwarzach aktuell jährlich rund 12.700 Tonnen CO₂-Äquivalente für Wärmezwecke ausgestoßen. Hauptverursacher für die Emissionen sind Erdgas und Heizöl. 61 % der Emissionen werden vom Sektor Wohnen, 31 % von den Sektoren GHDl und 8 % vom öffentlichen Sektor ausgestoßen.

Nach dem Wärmeplanungsgesetz muss die Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2045 klimaneutral werden. Die Bestandsanalyse zeigt den Ausgangspunkt für die Wärmewende, verdeutlicht die Herausforderung und bietet für alle weitergehenden Schritte die notwendige Datenlage.

3 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird strukturiert ermittelt, welches Potenzial vor Ort zur Verfügung steht, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Dabei spielen mehrere Säulen eine zentrale Rolle. Einerseits werden erneuerbare Energien als zentrales Potenzial für grüne Wärme betrachtet (Kapitel 3.1). Diese können beispielsweise Solarthermie, Geothermie, Biomasse oder auch Aquathermie umfassen. Andererseits werden Abwärmequellen innerhalb des Gemarkungsgebiets identifiziert (Kapitel 3.2), wie etwa aus Abwasser oder aus industriellen oder gewerblichen Unternehmungen. Auch der Ausbau von Wärmespeichern wird als wesentliches Potenzial zum Gelingen der Wärmewende betrachtet (Kapitel 3.3). Zusätzlich wird untersucht, wie Energieeinsparung und Prozesseffizienz den Wärmebedarf in der Zukunft beeinflussen und reduzieren können (Kapitel 3.4).

Alle diese Informationen sind zentrale Bestandteile für die Entwicklung der Wärmewendestrategie an späterer Stelle. Sie zeigen den Rahmen auf, innerhalb dessen sich regionale, klimaneutrale Wärmeversorgungskonzepte bewegen können.

Wichtig ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die im Folgenden dargestellten Potenziale im Wesentlichen technische Potenziale darstellen. Diese bestimmen je Energiequelle, wie viel Ertrag mit üblichen technischen Anlagen auf den verfügbaren Flächen möglich ist. Dabei werden u.a. auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, ebenso wie technologische Grenzwerte. Allerdings werden wirtschaftliche Einflussfaktoren (bspw. Erschließungs- und Investitionskosten und deren Verhältnis zu möglichen Erträgen) nicht explizit einbezogen. Ob ein Potenzial auch wirtschaftlich gehoben werden kann, muss im Einzelfall beurteilt werden.

3.1 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien

Um das Potenzial erneuerbarer Energien zu quantifizieren, wird ein Indikatorenmodell eingesetzt. In diesem werden jeder Fläche in der Gemarkung Eigenschaften (Indikatoren) zugewiesen. Damit werden zunächst Positivflächen definiert, auf denen eine Nutzung erneuerbarer Energien grundsätzlich möglich ist. Dies können bei Photovoltaikanlagen beispielsweise Flächen im Umkreis von Autobahnen und Bahnstrecken sein, ebenso wie benachteiligte Gebiete gemäß PV-Förderkulisse.

Von diesen Positivflächen werden Flächen mit Restriktionskriterien abgezogen. Diese Kriterien schließen eine energetische Nutzung explizit aus. Im Beispiel der Photovoltaikanlagen können dies beispielsweise Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen, Flächen mit starker Hangneigung, etc. sein. Die Restriktionskriterien können dabei hart oder weich sein. Harte Kriterien schließen eine energetische Nutzung aus. Weiche Kriterien schließen eine Nutzung nicht aus, reduzieren jedoch die Eignung der Fläche.

Um dieser Unterscheidung Rechnung zu tragen, wird im Folgenden zwischen einem bedingt geeigneten und einem geeigneten Potenzial differenziert. Das bedingt geeignete Potenzial berücksichtigt lediglich die harten Restriktionskriterien. Das geeignete Potenzial schließt darüber hinaus Flächen mit weichen Restriktionskriterien aus.

Die verfügbaren Flächen werden abschließend mit technologiespezifischen Faktoren in ein energetisches Potenzial gewandelt.

3.1.1 Photovoltaik und Solarthermie

Für die Nutzung von solarer Energie stehen sowohl PV-Anlagen als auch Solarthermieranlagen zur Verfügung. Erstere wandeln die Strahlungsenergie der Sonne in elektrischen Strom um, welcher später beispielsweise in Wärmepumpen zur Wärmeversorgung genutzt werden kann. Letztere erzeugen direkt Wärme aus der Solarstrahlung auf einem Niveau von etwa 80 bis 150 °C abhängig von der Kollektorart.

Sowohl PV- als auch Solarthermieranlagen können auf der freien Fläche und auf Gebäudedächern installiert werden. Das lokal vorhandene Potenzial soll in den folgenden Kapiteln abgeschätzt werden.

3.1.1.1 Freiflächen-Photovoltaik

Zur Quantifizierung des Potenzials von Strom aus Freiflächen-Photovoltaik wird zunächst die geeignete und bedingt geeignete Fläche für deren Errichtung bestimmt. Als Positivfläche wird dazu zunächst die PV-Freiflächenkulisse des Energieatlas Bayern¹ herangezogen, anhand der Kategorisierung können dann direkt geeignetes und bedingt geeignetes Potenzial zu den Flächen zugeteilt werden. Zusätzlich werden Seitenrandstreifen von Autobahnen und Schienenwegen (200 m nach BauGB, 500 m nach EEG 2023) sowie landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete als potenzielle Förderflächen für den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen ausgewiesen.

Von den Positivflächen werden Restriktionsflächen wie PV- und Windbestandsanlagen, Ortslageflächen, Gebäude, Verkehrswege, Strommasten und Umspannwerke abgezogen. Resultierende Flächen unter 500 m² werden ebenfalls ausgeschlossen, da auf diesen kein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb der Anlagen naheliegend scheint.

Insgesamt beläuft sich die geeignete Fläche auf 497 ha. Das bedingt geeignete Potenzial ergibt weitere 386 ha. Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 10 m²/kWp für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Schwarzach² von 1.129 kWh/kWp ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 884 MWp bzw. 997 GWh/a. Zusätzlich zu den ausgewiesenen Potenzialflächen wird Freiflächen-PV bereits auf einer Fläche von 21 ha genutzt. Im Bestand ergibt sich damit eine installierte Leistung von ca. 13 MWp mit einem jährlichen Stromertrag von 14 GWh/a. (Tabelle 5)

¹ <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=8&r=0&l=atkis&mid=0>

² <https://globalsolaratlas.info/map?c=49.799818,10.230499,11&s=49.799818,10.230499&m=site>

Tabelle 5: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Leistung (MWp)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	497	497	561
Bedingt geeignetes Potenzial	386	386	436
Summe	884	884	997
Bestand	21	13	14

Abbildung 29 stellt die resultierenden verfügbaren Flächen kartografisch dar. Die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen ist in großen Teilen des Gemeindegebiets möglich. Hauptsächlich ausgeschlossen sind Gewässerflächen sowie Hochwassergefahrenflächen am Main, Waldflächen und Siedlungsgebiete. Im südlichen Gemeindegebiet sind die Randsteifen der A3 bis auf 500 m Entfernung als Förderflächen anzusehen, allerdings ist auch fast das gesamte Gemeindegebiet mit Ausnahme einiger Flächen östlich der Abtei als landwirtschaftlich benachteiligt und somit als PV-Förderfläche eingestuft.

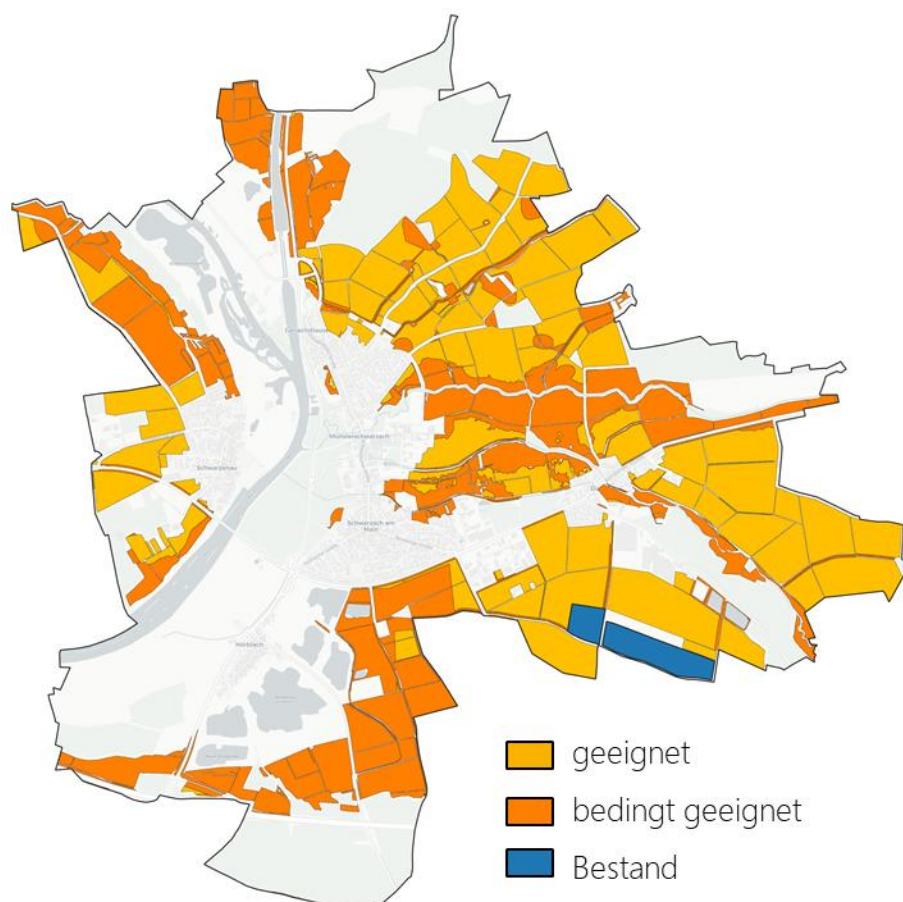


Abbildung 29: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen sowie Flächen von bestehenden und geplanten Anlagen

3.1.1.2 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieranlagen bieten insbesondere für Wärmenetze die Möglichkeit, nachhaltige und oftmals günstige Wärme bereitzustellen und können in vielfachen Systemkombinationen Einsatz finden. Insbesondere in den Sommer- und Übergangsmonaten kann zentrale Solarthermie Wärme in ein Wärmenetz einspeisen und so den Einsatz anderer Energieträger vermeiden. Wird Solarthermie mit saisonalen Speichern gekoppelt, kann sie auch ganzjährig signifikant zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen beitragen.

Das Vorgehen zur Bestimmung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen verläuft analog zur Betrachtung der Freiflächen-PV-Anlagen. Als weiteres Restriktionskriterium kommt jedoch noch ein maximaler Abstand zur nächstgelegenen Siedlung von 500 m zum Einsatz. Dies soll verhindern, dass solare Wärme über technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft weite Distanzen zum Verbrauch transportiert werden muss. Die resultierenden Flächen werden in Abbildung 30 dargestellt.

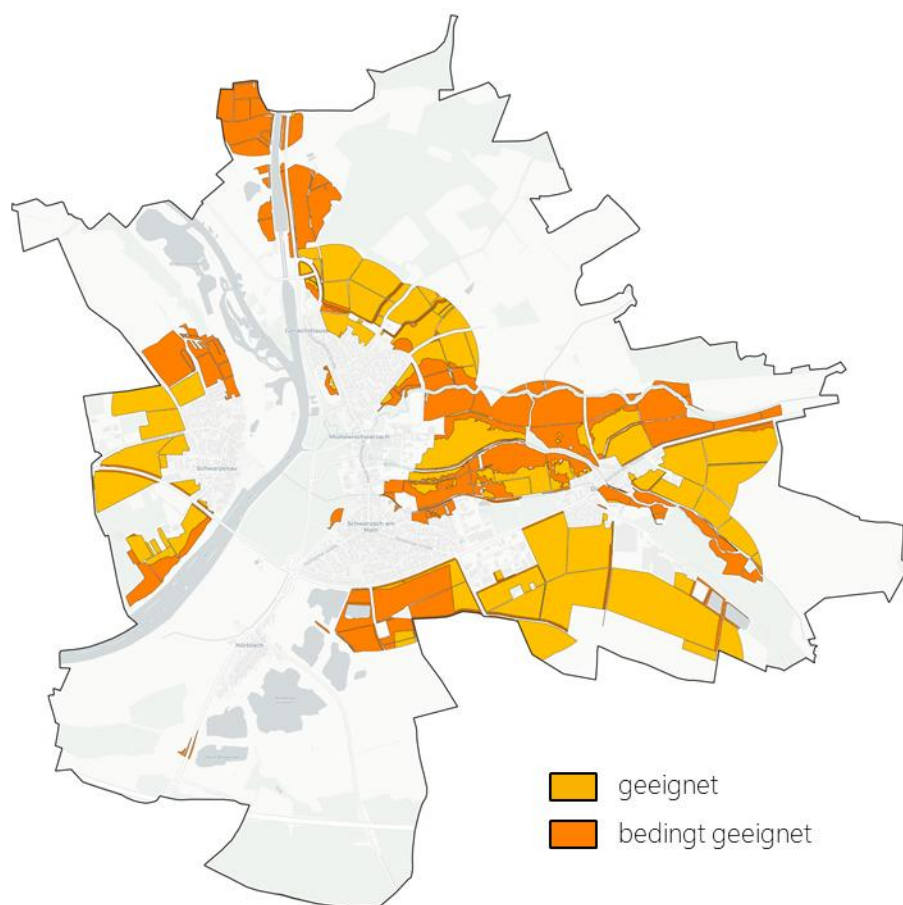


Abbildung 30: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

Die gesamt verfügbare geeignete Fläche beläuft sich auf 264 ha. Bedingt geeignete Flächen belaufen sich auf weitere 206 ha. Unter Annahme üblicher Belegungsdichten und Aufständierungen kann auf dieser Fläche eine gesamte Kollektorfläche von 1.879.561 m² installiert werden. Bei einem praxisüblichen

Jahresnutzungsgrad von 40 % für Solarthermiegroßprojekte und einer regionalen Globalstrahlung¹ von 1.147 kWh/(m²*a) ist auf diesen Flächen somit ein jährlicher, aktuell noch ungenutzter Gesamtwärmeertrag von 849 GWh möglich (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Kollektorfläche (m²)	Jährlicher Wärmeertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	264	1.056.546	477
Bedingt geeignetes Potenzial	206	823.015	372
Summe	470	1.879.561	849

3.1.1.3 Aufdach-Photovoltaik

Neben Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen wird auch das Potenzial von Aufdach-Photovoltaikanlagen ermittelt. Dafür wird der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelte Solaratlas EO Solar herangezogen. Der Solaratlas verwendet digitalisierte Oberflächenmodelle des Geländes als Grundlage. Diese beschreiben die Erdoberfläche und werden durch Airborne Laserscanning (ALS) - Daten oder bildbasierte Digitale Oberflächenmodelle aus der Korrelation mit orientierten Luftbildern erzeugt. Das genutzte digitale Oberflächenmodell DOM1 hat eine Rasterweite von 1 m. Den DOM-Daten lassen sich neben Informationen über die Gebäude auch Informationen über das umgebende Gelände und Bäume entnehmen. So werden Verschattungen in der Berechnung berücksichtigt.

Zur Identifizierung von Dachflächen und Berechnung der Solarenergiepotenziale verwendet der Solaratlas die Software ArcGisPro®. Die Solarstrahlung wird für alle Flächen unter Beachtung der Sonnenstunden pro Tag für die jeweilige geographische Lage und der Neigung und Ausrichtung der Dachflächen bestimmt. Die Neigung und Ausrichtung der Dachflächen werden mithilfe der DOM-Daten berücksichtigt, Gebäudeaufbauten werden allerdings nicht erfasst. Für jedes Dach wird eine mittlere Solarstrahlung in Wh/m² berechnet.

Dächer mit nordseitiger Ausrichtung (337,5°-22,5°) und Dächer mit einer Neigung > 45° werden ausgeschlossen. Zur Bestimmung der elektrischen Leistung werden PV-Module mit einem Wirkungsgrad von 19 % und einem Performance-Ratio von 86 % angenommen. Das Performance-Ratio bezeichnet das Verhältnis aus tatsächlichem Ertrag und nominalen Ertrag einer PV-Anlage.

Das Gesamtpotenzial für das Gemeindegebiet Schwarzach beträgt 48,0 GWh/a. Durch Abgleich der im Marktstammdatenregister registrierten Solaranlagen wird aus dem Gesamtpotenzial das Ausbaupotenzial ermittelt. Derzeit haben 16 % der Gebäude eine PV-Anlage und 12 % des gesamten

¹ <https://globalsolaratlas.info/map?c=49.799818,10.230499,11&s=49.799818,10.230499&m=site>

Solardachpotenzials sind bereits ausgeschöpft. Dies entspricht einem aktuell genutzten Potenzial von 5,6 GWh/a (Quelle: EO Solar).

Abbildung 31 zeigt die gebäudescharfe Darstellung des Solardach-Potenzials in Schwarzach, die Gebäude sind je nach Potenzial eingefärbt. Allerdings basiert die Darstellung auf Open Street Maps Daten, während die Berechnung auf Grundlage des DOM erfolgt. Aus diesem Grund kann der EO Solaratlas nicht zur Potenzialanalyse einzelner Gebäude herangezogen werden.

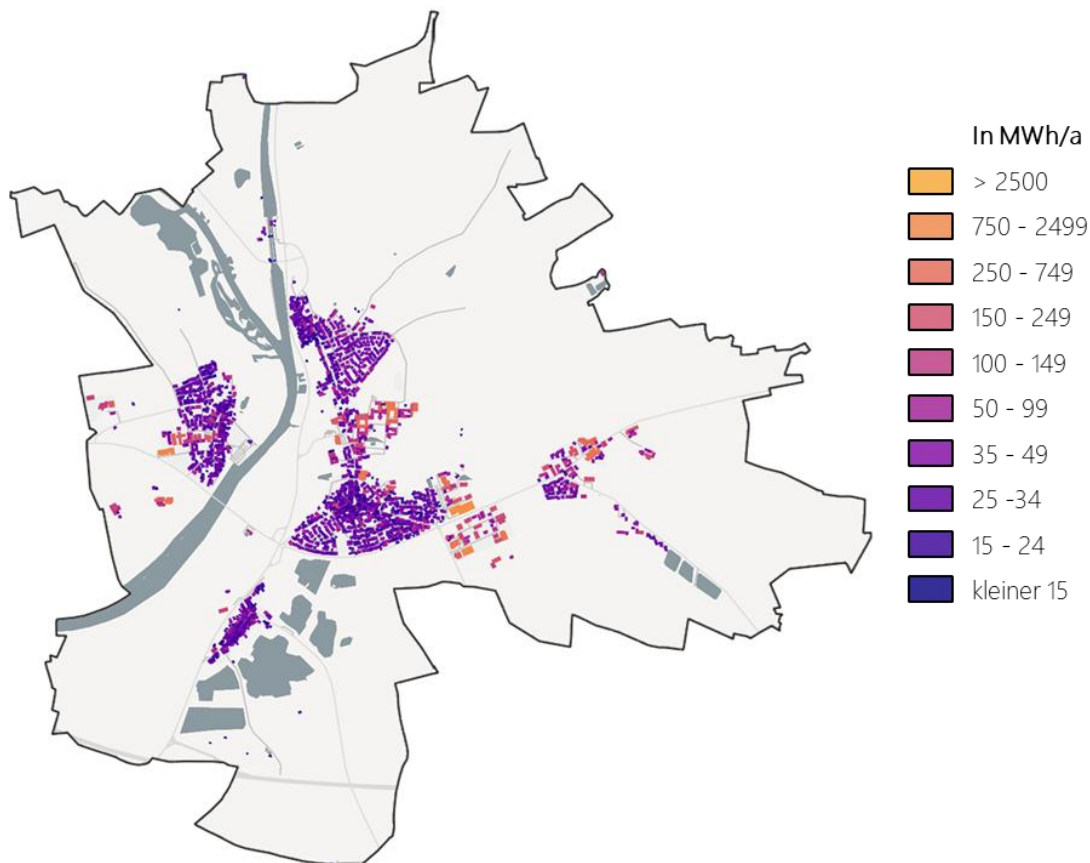


Abbildung 31: Gebäudescharfes Aufdach-PV-Potenzial im EO Solaratlas

3.1.1.4 Aufdach-Solarthermie

Auch Solarthermie-Anlagen können auf Dachflächen installiert werden, wobei sich grundsätzlich die gleichen Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik eignen. Somit stehen die beiden Technologien in Standortkonkurrenz und es muss sich im Einzelfall für eine der beiden Technologien entschieden werden. Die kommunale Wärmeplanung umfasst nicht die detaillierte Ermittlung der Solarthermie-Potenziale auf allen Dachflächen, dennoch können ausgehend vom Aufdach-PV-Potenzial Abschätzungen unternommen werden. Werden die für PV geeigneten Dachflächen auch für Solarthermie angesetzt, so ergibt sich mit einem mittleren jährlichen Ertrag von $455 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ein gesamtes Solarthermie-Potenzial von $116 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$.

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der besseren Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen zukünftig der Großteil der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik genutzt wird. Ein mögliches Szenario wäre die Deckung von 50 % des Warmwasserbedarfs privater Haushalte über Aufdach-Solarthermieranlagen.

Ausgehend von einer Gesamtwohnfläche in Schwarzach von 178.113 m^2 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, Statistik kommunal 2022) und einem spezifischen Energiebedarf für die

Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2_{\text{Wohnfläche}} \cdot \text{a})$ ergibt sich ein jährlicher Gesamtenergiebedarf von 2,2 GWh/a für die Brauchwassererwärmung. Werden davon 50 % durch Solarthermie gedeckt, so ist eine Kollektorfläche von 2.446 m² notwendig. Dies entspricht ca. 1 % der gesamten für solare Nutzung geeigneten Dachfläche in Schwarzach.

Gemäß Solaratlas¹ werden in Schwarzach aktuell 0,67 GWh/a Wärme auf 1.481 m² Kollektorfläche über Solarthermieanlagen bereitgestellt. Zur Ausschöpfung des oben genannten Potenzials ist also noch eine Dachfläche von rund 965 m² notwendig.

3.1.2 Oberflächengeothermisches Potenzial

Eine weitere mögliche erneuerbare Energiequelle ist die Nutzung von geothermischer Wärme. Oberflächennahe Geothermie bezieht sich dabei meist auf den Bereich bis 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Die dort vorhandene Wärme kann durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden. Die Funktionsweise der Wärmepumpen erlaubt dabei, den Großteil der benötigten Energie aus der Umwelt zu beziehen und nur einen kleinen Teil in Form von Strom aktiv aufwenden zu müssen. Die im Erdreich gespeicherte Wärme kann dabei durch Erdwärmeübertrager entzogen und Wärmepumpen zugeführt werden. Unterschieden wird im Wesentlichen zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren.

3.1.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden vertikal oder schräg in das Erdreich getrieben. Dadurch erreichen sie tiefere Schichten des Erdreichs, welche höhere und konstantere Temperaturen aufweisen. Dadurch versprechen Erdwärmesonden höhere Wirkungsgrade und geringeren Flächenbedarf. Allerdings sind sie in der Errichtung durch die Bohrarbeiten kostenintensiver.

Bei der Betrachtung der grundsätzlichen Eignung von Erdwärmesonden müssen zahlreiche Restriktionskriterien berücksichtigt werden. Diese umfassen insbesondere Gewässerschutz und geologische Aspekte. Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) stellt zu diesem Zweck Potenzialkarten für oberflächennahe Geothermie zur Verfügung.

Abbildung 32 stellt grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für Erdwärmesonden in Schwarzach dar.

¹ <https://www.solaratlas.de/>

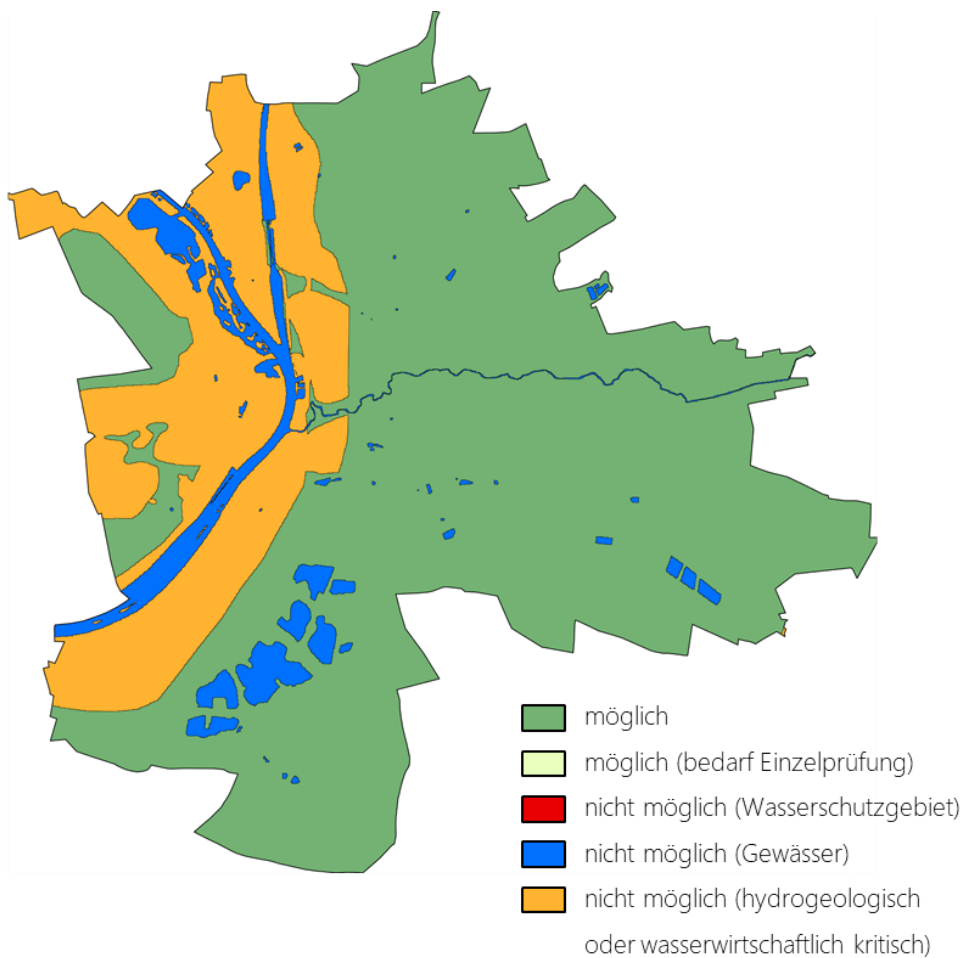


Abbildung 32: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden

Der Einsatz von Erdwärmesonden ist im Gemeindegebiet Schwarzach insbesondere durch Gewässer und Wasserschutzgebiete eingeschränkt. Schwarzenau und die westliche Hälfte von Gerlachshausen befinden sich im Wasserschutzgebiet, in den übrigen Siedlungsgebieten ist die Nutzung generell uneingeschränkt möglich.

Aufbauend auf der grundsätzlichen Eignungskarte werden im Indikatormodell Restriktionsflächen ermittelt und von der geeigneten Fläche abgezogen. Dies umfasst beispielsweise Flächen, die nicht in unmittelbarer Umgebung zu beheizter Bebauung liegen. Oberflächengeothermische Nutzung außerhalb von Siedlungsgebieten ist für Wärmenetzkonzepte zwar eine attraktive Option, wird im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung jedoch nicht explizit als Potenzial ausgewiesen, sondern muss im Rahmen der einzelnen Wärmenetzkonzepte explizit untersucht werden. Dazu kann die Karte zu grundsätzlichen Eignungs- und Ausschlussgebieten (Abbildung 32) herangezogen werden. Darüber hinaus werden im vorliegenden Indikatormodell u. a. Verkehrswege, Gewässer oder Wasserschutzgebiete von der Nutzung ausgeschlossen. Zu kleine Flächen werden aufgrund schlechter Zugänglich- und Erschließbarkeit ebenfalls ausgeschlossen. Abbildung 33 stellt die Potenzialflächen für Erdwärmesonden incl. der möglichen Entzugsleistungen kartografisch dar.

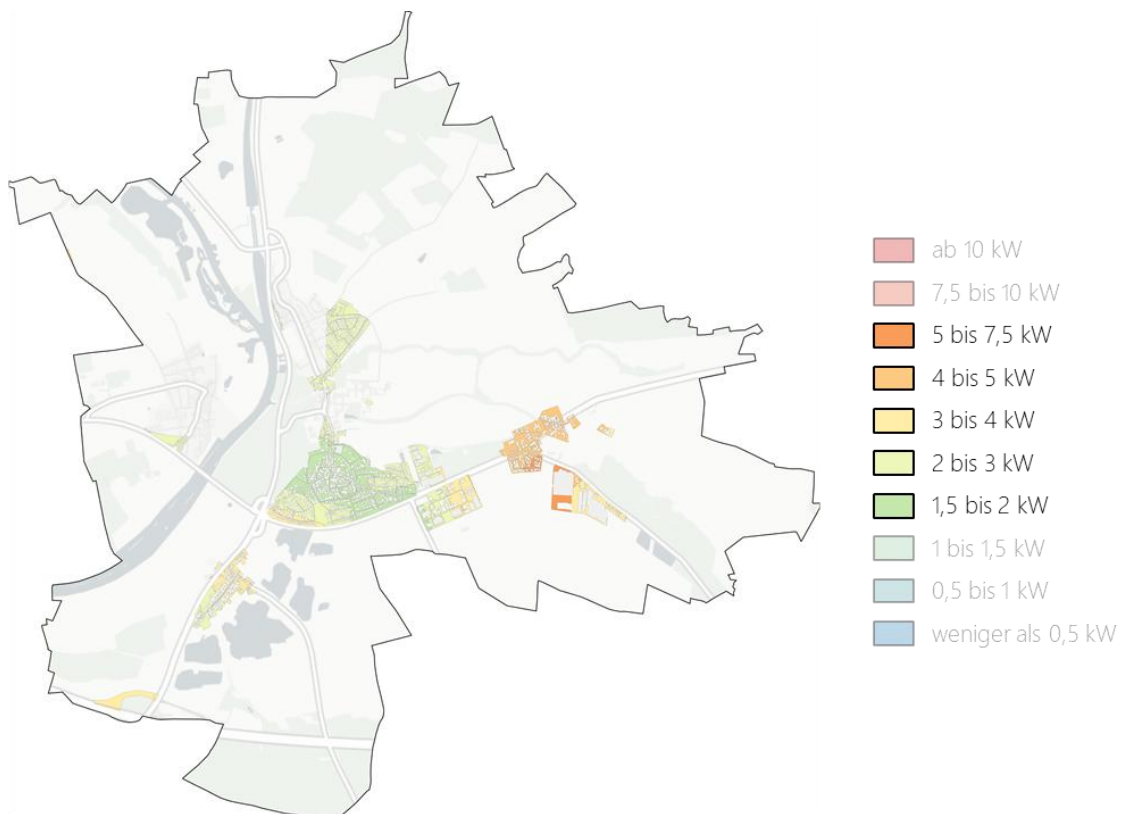


Abbildung 33: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt Informationen über mögliche Entzugsleistungen der Erdwärmesonden bereit. Die Entzugsleistungen werden auf Grundlage standortspezifischer möglicher Bohrtiefen und Wärmeleitfähigkeiten des Bodens ermittelt. Das Potenzial wird nur für Gebiete mit einer minimalen Bohrtiefe von 30 m quantifiziert. Nach Daten des LfU ist die Nutzung von Erdwärmesonden somit hauptsächlich in den westlichen Gebieten um Düllstadt und die südlichen Gewächshäuser naheliegend.

Unter Annahme typischer Abstände zwischen den Sondenbohrungen und 1.800 Jahresvolllaststunden kann das Potenzial quantifiziert werden. Auf der Gesamtpotenzialfläche von 75 ha kann eine Entzugsleistung von 60 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 109 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

In Schwarzach sind vier Standorte von Erdwärmesonden bekannt, dargestellt in Abbildung 34. Zwei der Standorte befinden sich in den nach Abbildung 32 als möglich kategorisierten Gebieten, nur die Sonden in Schwarzenau befinden sich knapp im Wasserschutzgebiet.

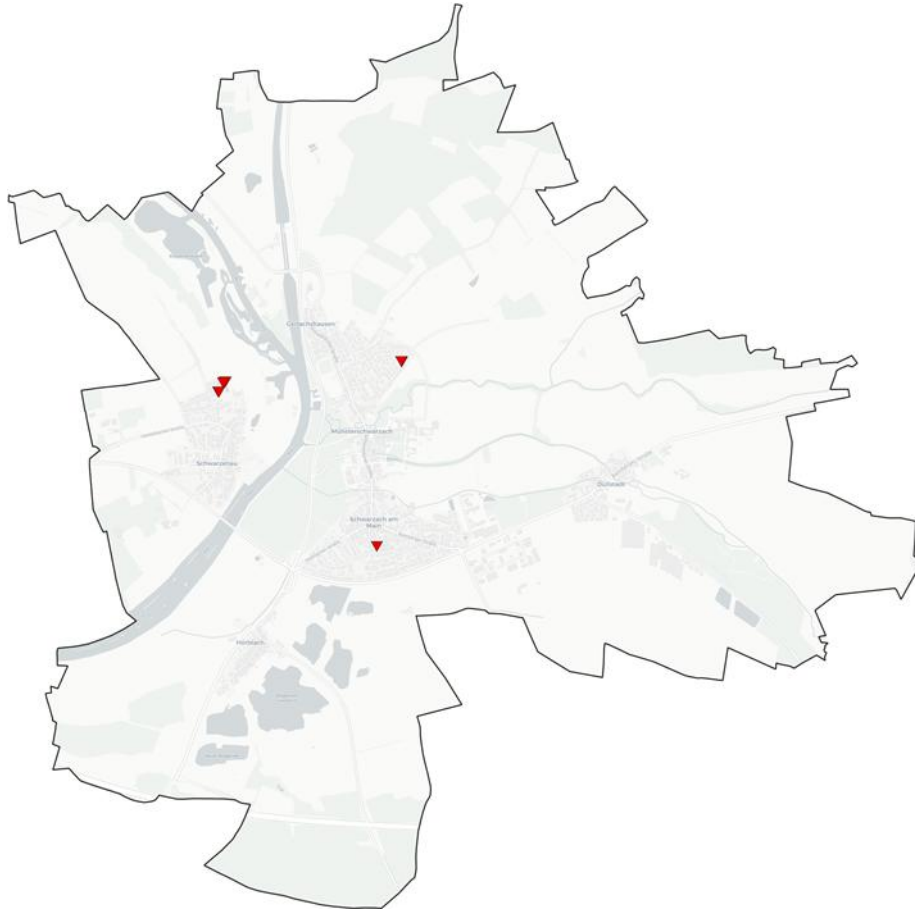


Abbildung 34: Standorte der bisher im Gemeindegebiet vorhandenen Erdwärmesonden (Quelle: Umweltatlas Bayern)

3.1.2.2 Erdwärmekollektoren

Im Gegensatz zu Erdwärmesonden werden Erdwärmekollektoren typischerweise in einer Tiefe von 1 bis 3 Metern horizontal verlegt. Dadurch versprechen sie deutlich geringere Installationskosten. Durch die geringere Tiefe ist die Temperatur jedoch deutlich stärker von Jahreszeiten abhängig, was insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten zu geringeren Wirkungsgraden führt. Darüber hinaus ist durch die horizontale Verlegung ein deutlich größerer Flächenbedarf zu berücksichtigen. Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass die benötigte Fläche von Erdwärmekollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen muss. Diese Option steht somit vor allem für Gebäude in Ortsrandlage oder mit ausreichend großem Garten zur Verfügung.

Analog zur Betrachtung der Erdwärmesonden wird als Ausgangspunkt die Analyse des Bayerischen Landesamts für Umwelt genutzt (Abbildung 35). Abgesehen von den Wasserschutzgebieten sowie Gewässern ist im gesamten Gebiet die Nutzung von Erdwärmekollektoren grundsätzlich möglich.

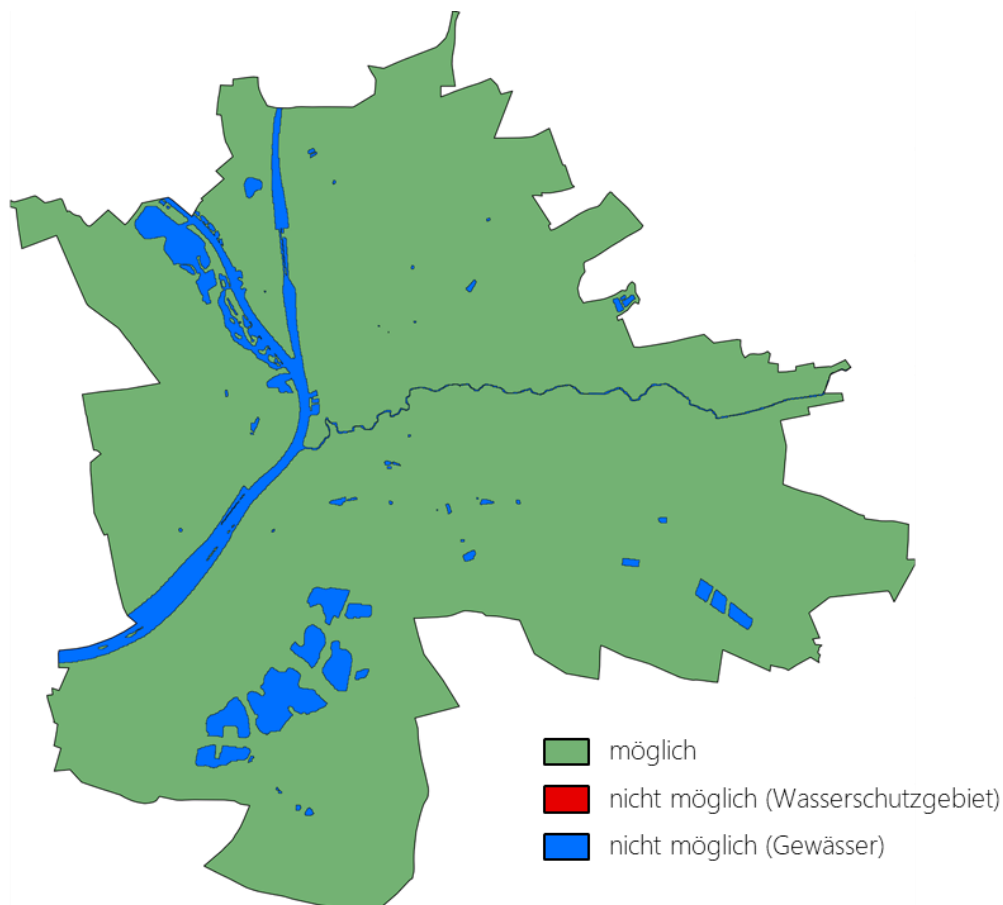


Abbildung 35: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren¹

Die Karte der Eignungs- und Ausschlussgebiete wird erneut mit Restriktionsflächen verschnitten. Hierbei kommen zunächst dieselben Kriterien zum Einsatz wie bei der Betrachtung der Erdwärmesonden, allerdings wird hier davon ausgegangen, dass Erdwärmekollektoren nur in Wohngebieten zum Einsatz kommen. Aufgrund der geringen Verlegungstiefe von Kollektoren gibt es hier keine geologischen Restriktionen, dafür hängt der Verlegungsaufwand maßgeblich von der Grabbarkeit des Bodens ab. In Schwarzach gibt es außer Gewässern keine direkten Einschränkungen (Abbildung 36).

¹ www.lfu.bayern.de/gdi/wms/geologie/oberflaengeoethermie

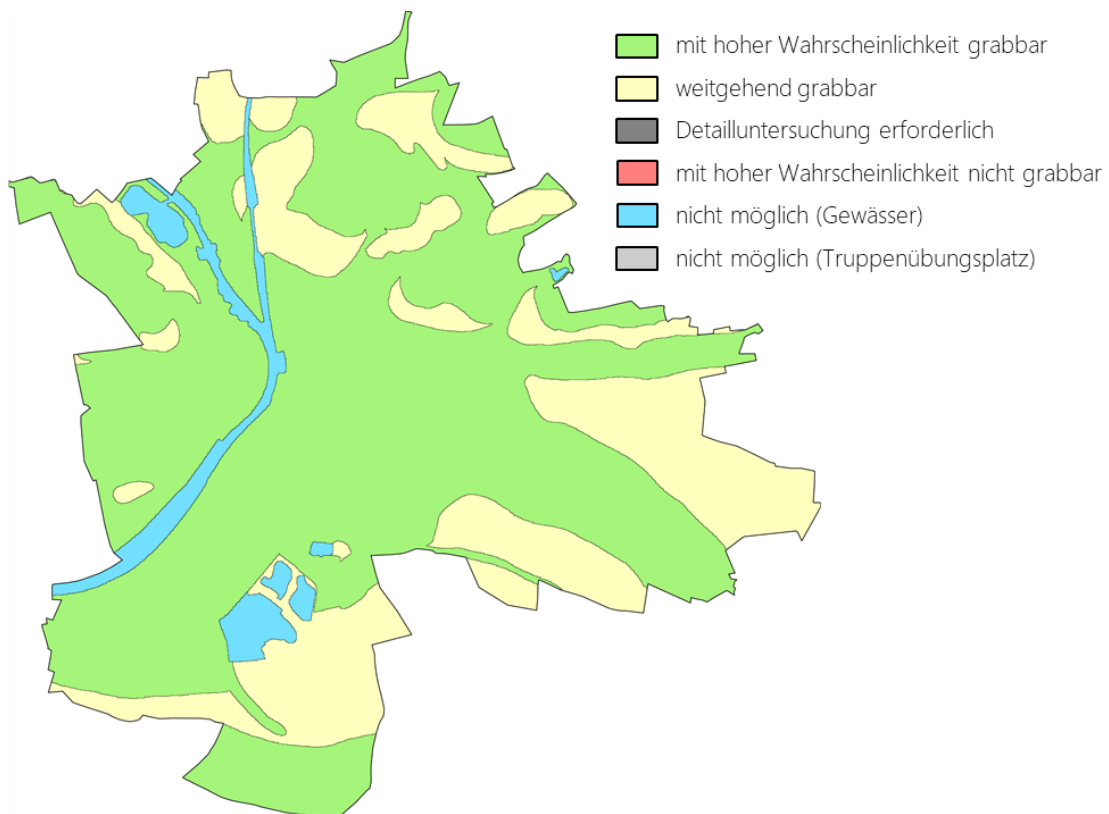


Abbildung 36: Grabbarkeit des Untergrundes bis etwa 1 m Tiefe

Das Ergebnis der Potenzial- und Negativflächen wird in Abbildung 37 dargestellt. Im Wesentlichen ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren im ganzen Gemeindegebiet denkbar, speziell in der Altstadt kann allerdings davon ausgegangen werden, dass aufgrund der engen Bebauung kaum etwas des theoretischen Potenzials für Erdwärmekollektoren genutzt werden wird.

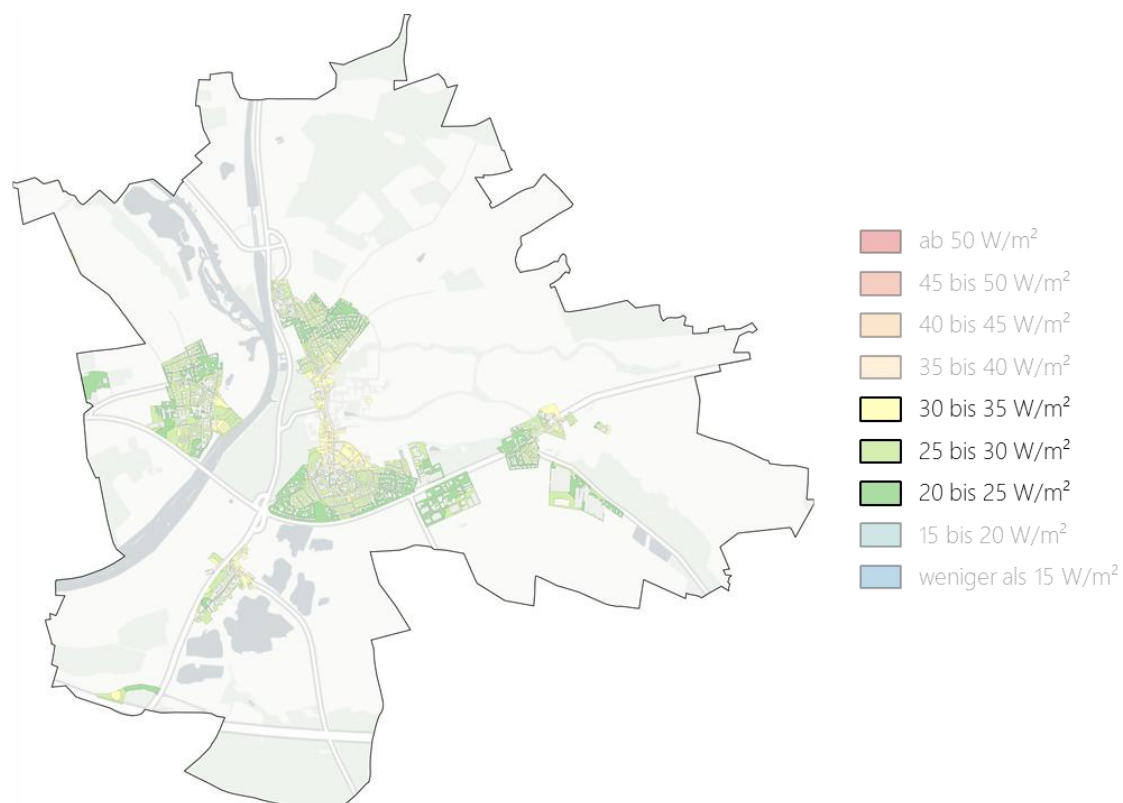


Abbildung 37: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren

Das Bayerische Landesamt für Umwelt stellt auch für horizontale Erdwärmekollektoren flächenspezifische Entzugsleistungen und Entzugsenergien bereit. Die Entzugsleistungen ergeben sich je nach Bodenart, wobei in Lehm, Schluff und Sand unterschieden wird. Berücksichtigt wird außerdem die durchschnittliche Umgebungstemperatur und die sich daraus ergebenden Heizgradtage. Zur Ermittlung der Entzugsenergien wird mit 1.800 Volllaststunden gerechnet.

Auf der grundsätzlich geeigneten Gesamtfläche von 112 ha kann so rechnerisch eine Entzugsleistung von 29 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 53 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

Erneut sei betont, dass dies ein technisch erzielbares Potenzial darstellt. Für den Einzelfall ist jeweils eine individuelle Prüfung erforderlich. Dies bedeutet u. a. eine Prüfung der Größe der vorhandenen Freifläche und der Bezug zur zu beheizenden Wohnfläche um sicherzustellen, dass ausreichend Kollektorfläche verlegt werden kann.

3.1.2.3 Grundwasserwärmepumpen

Als Quelle für Umgebungswärme dient bei dieser Variante das Grundwasser. Hierzu wird in einer Entnahmebohrung mit einer Tauchpumpe Wasser entnommen und in einer zweiten Bohrung (Schluckbrunnen bzw. Injektionsbohrung) wieder zurückgeführt. Das Prinzip ähnelt dabei dem der Tiefengeothermie – mit dem bedeutenden Unterschied des niedrigeren Temperaturniveaus durch die niedrigeren Teufen im Bereich bis typischerweise 50 m. Dadurch ist auch hier für Heizzwecke der Einsatz von Wärmepumpen notwendig.

Durch den Eingriff in das Grundwasser sind diese Systeme genehmigungspflichtig und unterliegen wasserwirtschaftlichen Einschränkungen. In Wasserschutzgebieten ist die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen dadurch in der Regel nicht möglich. Weitere Randbedingungen für die

grundsätzliche Eignung sind die Tiefe, Mächtigkeit und mengenmäßige Verfügbarkeit des Grundwassers sowie die Bodenbeschaffenheit (z. B. Durchlässigkeit).

In Schwarzach ist die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen in allen Siedlungsgebieten möglich bzw. nach Einzelfallprüfung möglich. Abbildung 38 stellt die grundsätzlich nutzbaren Flächen dar.

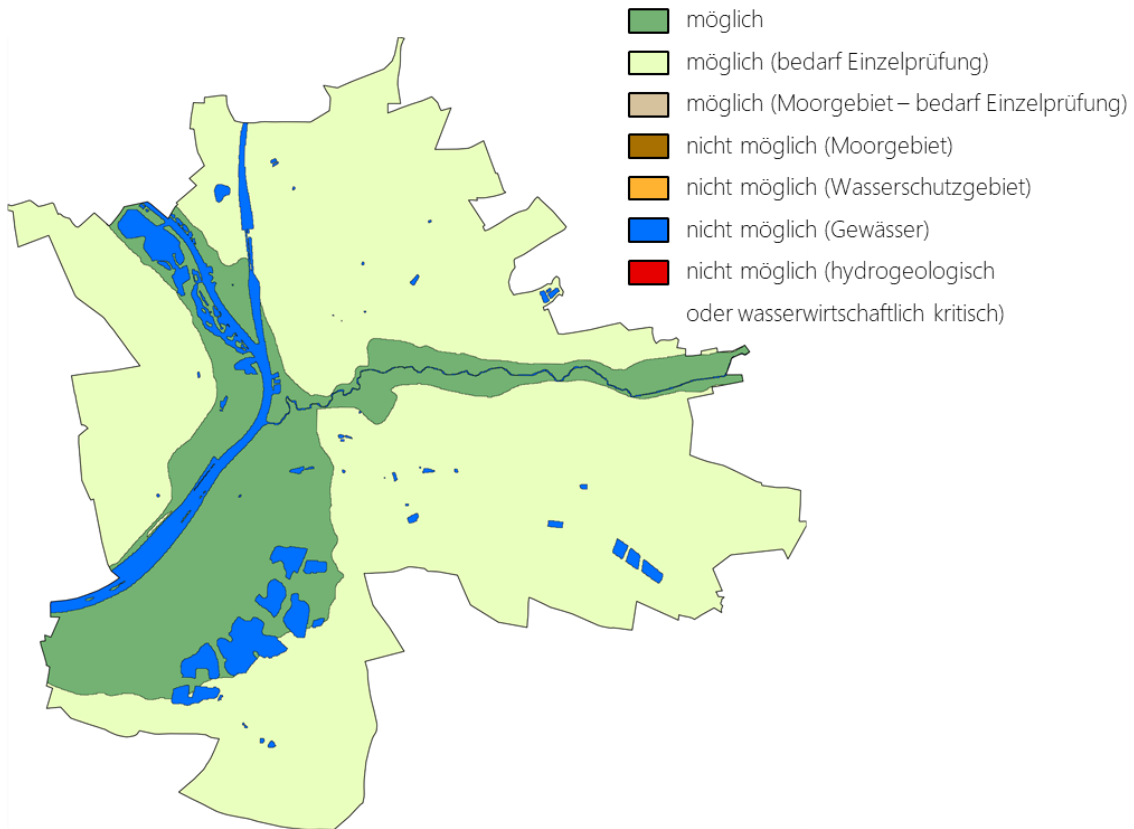


Abbildung 38: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen

Die Dublette aus Entnahme- und Injektionsbohrung muss nach der Fließrichtung des Grundwassers ausgerichtet werden. Das Potenzial ist limitiert durch die maximale Entnahmemenge an Grundwasser. Dieses hängt neben der im Untergrund verfügbaren Menge an Grundwasser auch vom Abstand der beiden Bohrungen ab. Wenn sich durch den Schluckbrunnen zurückgeführtes abgekühltes Wasser so rückvermischt, dass es die Entnahme negativ beeinflusst („thermische Kurzschluss“), führt dies zu einer Verringerung der Wärmepumpeneffizienz und hat im schlimmsten Fall Frostschäden an der Anlagentechnik zur Folge.

Die Quantifizierung des Potenzials erfolgt unter Nutzung der sogenannten Thermal Aquifer Methode (TAP-Methode)¹, welche oben genannten Faktoren berücksichtigt. Durch die starke Abhängigkeit der

1

https://www.cee.ed.tum.de/fileadmin/w00cbe/hydro/Pictures/pic_projects/EnergieAtlas/EAB_Abschlussbericht_final_20240408.pdf

Entnahmemenge und damit der möglichen Wärmepumpenleistung vom Bohrabstand und möglichen Nachbarbohrungen ist eine exakte Berechnung des Potenzials nicht möglich.

Die quantitative Bestimmung des gesamten Potenzials für Grundwasserwärmepumpen ist aufgrund schlechter Datenlage nicht uneingeschränkt möglich. Dies liegt an den unterschiedlichen geologischen Voraussetzungen der jeweiligen Teilgebiete von Schwarzach. Eine aktuelle Forschungsarbeit der TU München⁹ berechnet das Potenzial in einigen grundsätzlich geeigneten Gebieten. Es liegen allerdings keine belastbaren Zahlen für alle theoretisch grundsätzlich geeigneten Flächen vor. Nachfolgende Abbildung 39 stellt das quantifizierbare Potenzial in Schwarzach auf Basis eines angenommenen Abstands von 10 m zwischen Entnahmebohrung und Schluckbrunnen dar. In allen anderen Flächen, die oben als geeignet bzw. nach Einzelfallprüfung geeignet ausgewiesen sind, müssen im Bedarfsfall individuelle Betrachtungen durchgeführt werden.

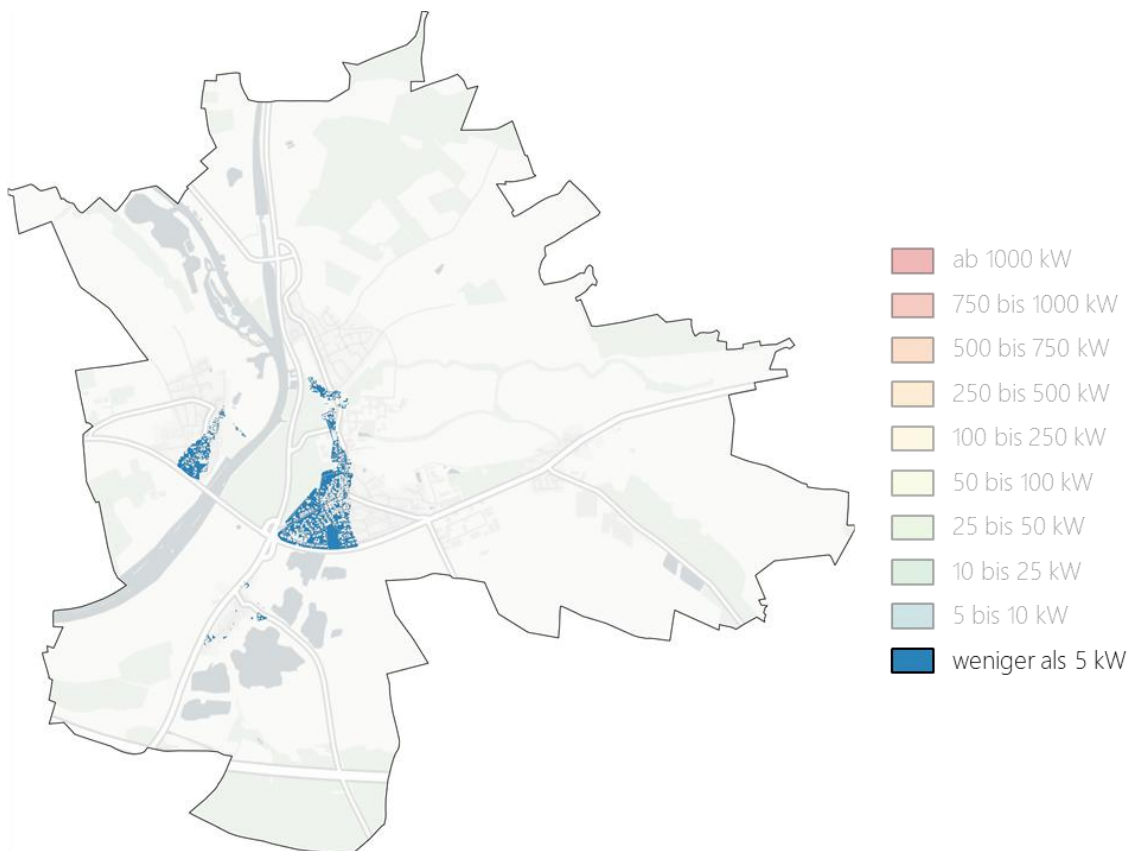


Abbildung 39: Potenzialflächen für die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen

Unter diesen Annahmen berechnet sich das Potenzial für ganz Schwarzach zu etwa 3 GWh/a. Aufgrund der notwendigen Genehmigungen und der möglichen Wechselwirkungen mehrerer Bohrungen ist das Potenzial als bedingt geeignet einzustufen. Dass allerdings auch eine Nutzung von Grundwasserwärmepumpen außerhalb der Potenzialflächen möglich ist, zeigt Abbildung 40. Aktuell sind im BayernAtlas zwei Dubletten eingetragen.

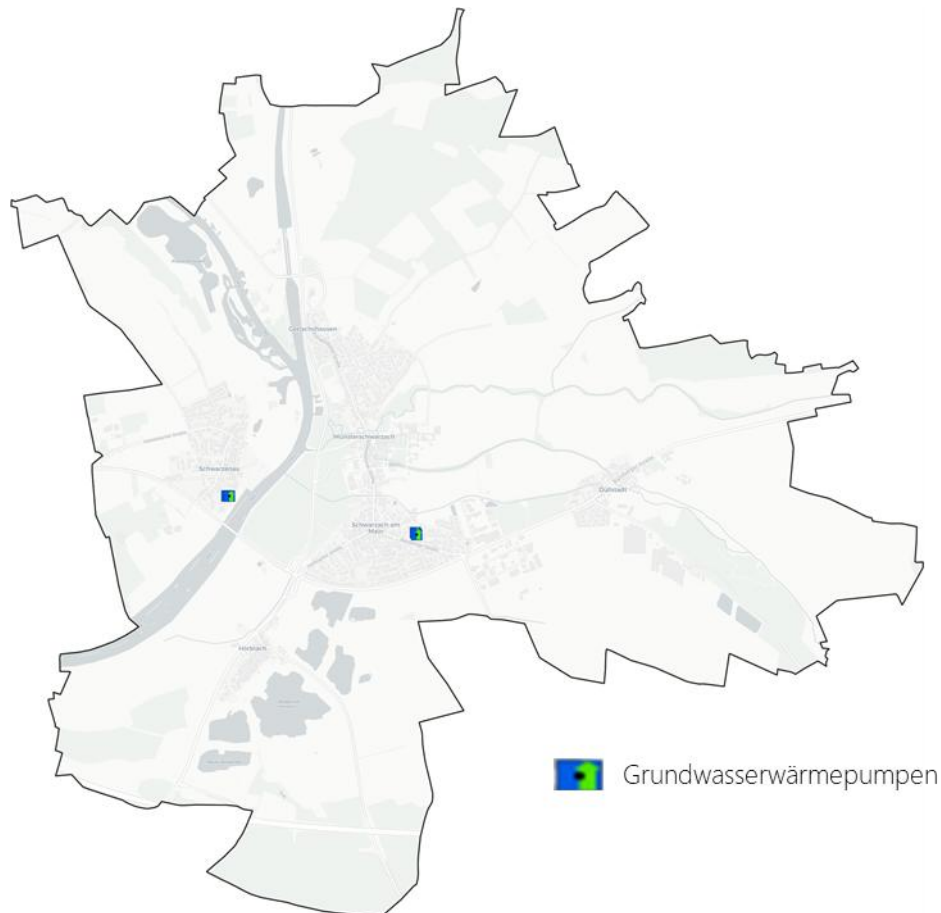


Abbildung 40: Standorte der bisher im Gemeindegebiet vorhandenen Grundwasserwärmepumpen (Quelle: Umweltatlas Bayern, Entnahmebohrung und Schluckbrunnen wurden jeweils zusammengefasst)

3.1.3 Tiefengeothermisches Potenzial

In Abgrenzung zur oberflächennahen Geothermie bezieht sich tiefengeothermisches Potenzial auf eine Tiefe ab 400 m unterhalb der Erdoberfläche. Unterschieden wird zwischen hydrothormaler und petrothormaler Geothermie. Die petrothormale Geothermie nutzt heißes Tiefengestein frei von Thermalwässern zur Energiegewinnung und bietet somit den Vorteil, nicht auf das Vorkommen von Thermalwasserreservoirien angewiesen zu sein. Im Folgenden fokussiert sich die Potenzialanalyse auf die hydrothormale Geothermie. In diesem Fall kann in geeigneten Gebieten Thermalwasser aus hydrothermalen Lagerstätten gefördert werden. Das Thermalwasser wird über Förderbohrungen an die Oberfläche gefördert, energetisch genutzt und über Injektionsbohrungen wieder abgegeben. Je nach Temperaturniveau ist neben der Versorgung von Wärmenetzen auch die Erzeugung von regenerativem Strom möglich.

Vorzugsregionen für tiefengeothermische Nutzung sind in Deutschland insbesondere der Oberrheingraben, das süddeutsche Molassebecken und das norddeutsche Becken, da in diesen Regionen hydrothermale Reservoirie in ausreichender Tiefe, d.h. mit ausreichendem Temperaturniveau zur wirtschaftlichen energetischen Nutzung vorhanden sind. Die für die Wärmeerzeugung geeigneten Gebiete in Bayern sind in Abbildung 41 dargestellt. Schwarzach liegt deutlich außerhalb des süddeutschen Molassebeckens und eignet sich somit nicht als Standort für die tiefe Geothermie.

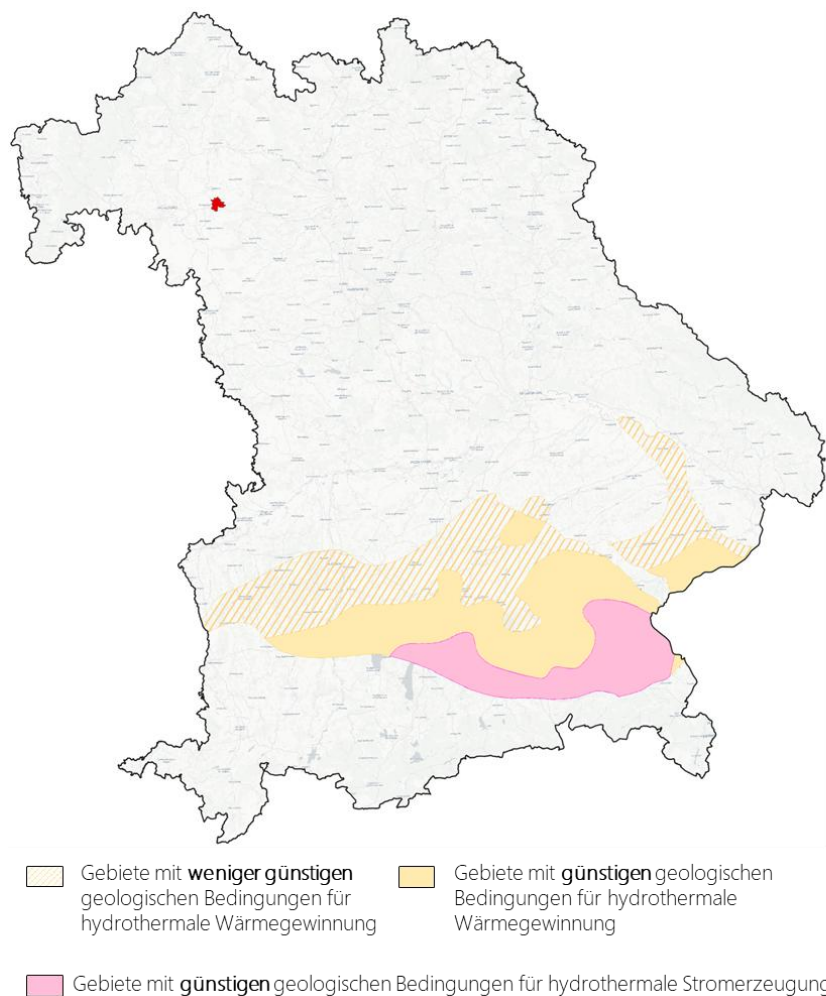


Abbildung 41: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung

3.1.4 Potenzial für oberflächennahe Gewässer

Als weitere Option der erneuerbaren Umweltwärme gelten oberflächennahe Gewässer. Die Temperatur der Gewässer kann mithilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben und so für Heizungszwecke eingesetzt werden. Flüsse weisen im Jahresverlauf deutlich konstantere Temperaturen als die Umgebungsluft auf, was insbesondere im Winter vorteilhaft ist. Hier liegen die Temperaturen stets deutlich über 0 °C, wodurch die Wärmepumpe in den heizintensiven Wintermonaten effizienter betrieben werden kann. Die Nutzung von Wasser als Umgebungswärmequelle liefert darüber hinaus einen guten Wärmeübergang und sorgt im Fall von Flüssen durch die Fließgeschwindigkeit für einen natürlichen Wasserstrom am Wärmeübertrager. Der Einsatz eines Lüfters – wie im Falle der Luft-Wasser-Wärmepumpe benötigt – erübrigt sich somit. Wasser-Wasser-Wärmepumpen können auf diese Weise deutliche Effizienzvorteile aufweisen.

Der Main ist hier die naheliegendste Option zur Nutzung von Aquathermie. Die Messstelle Würzburg gibt einen mittleren Abfluss von 138 m³/s und einen mittleren Niedrigwasserabfluss von 60 m³/s an. Unter der Annahme, dass 1 % des Wasserdurchflusses energetisch genutzt und dabei um 2,5 °C abgekühlt wird, ergibt sich je nach Wasserstand ein jährliches nutzbares Wärmepotential von 25 bis 58 GWh/a. Je höher die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe, desto effizienter ist die Umwandlung

der Umweltwärme in nutzbare Heizenergie. Bei typischen JAZ-Werten zwischen 2,5 und 4 kann somit das 2,5- bis 4-Fache der eingesetzten elektrischen Energie in Form von Wärme bereitgestellt werden.

Dieses Potenzial kann als geeignet eingestuft werden, muss jedoch im Einzelfall konkret überprüft werden. Zum einen sind dafür gezielte Wasserdurchflussmessungen am jeweiligen Standort vonnöten um sicherzustellen, dass sowohl in den Sommermonaten als auch in den heizintensiven Wintermonaten genügend Durchfluss für eine entsprechende energetische Nutzung des Flusses vorhanden ist. Den Vorteilen hinsichtlich der Effizienz stehen auch Herausforderungen bei genehmigungs- und umweltrechtlichen Aspekten (z. B. Wasserhaushaltsgesetz, Bayerisches Wassergesetz) gegenüber. Beispielsweise muss eine Veränderung der Wasserbeschaffenheit, etwa durch eine mögliche lokale Abkühlung durch den Betrieb der Wärmepumpe, kritisch untersucht und mit vorhandenen Grenzwerten in Einklang gebracht werden. Vor Errichtung und Betrieb muss eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt und in Einzelfallentscheidungen genehmigt werden. Dies umfasst unter anderem auch, dass eine bestehende Nutzung der Gewässer (beispielsweise durch Schifffahrt oder Fischerei) nicht beeinträchtigt werden darf.

Neben dem Main fließen auch der Castellbach sowie die Schwarzach durch das Gemeindegebiet. Bei beiden Flüssen liegen allerdings mittlere Abflüsse von unter 1 m³/s sowie niedrige Wassertemperaturen speziell im Winter vor. Damit ist eine Nutzung der Umweltwärme kaum möglich.

3.1.5 Potenzial für Luftwärme

Auch Umgebungsluft kann als Potenzial für erneuerbare Wärme dienen. Durch Wärmepumpen kann die Temperatur der Luft auf ein nutzbares Niveau gehoben werden und zur Wärmeversorgung Einsatz finden. Diese Wärmequelle steht im Prinzip unbegrenzt zur Verfügung. Eine Quantifizierung ist somit nicht möglich und zielführend.

Auch wenn Umgebungsluft als Potenzial unbegrenzt zur Verfügung steht, sind bei deren Nutzung einige fallspezifisch zu beurteilenden Faktoren zu berücksichtigen. Dies betrifft beispielsweise technische und wirtschaftliche Faktoren bei der Umsetzung, ebenso wie baurechtliche (Abstand zu Grundstücksgrenzen) sowie lärmschutztechnische.

Entscheidend für den wirtschaftlichen Betrieb ist dagegen die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle, hier also der Umgebungsluft, und der Vorlauftemperatur der Heizung. Je niedriger die Temperaturdifferenz ausfällt, desto effizienter kann eine Wärmepumpe betrieben werden. Am einfachsten kann dazu die Vorlauftemperatur gesenkt werden. Idealerweise erreicht man niedrige Vorlauftemperaturen durch die Nutzung von Fußbodenheizungen, aber auch herkömmliche Heizkörper bieten großes Optimierungspotenzial. Über Maßnahmen wie den hydraulischen Abgleich (optimierte Versorgung sämtlicher Heizkörper), die Nutzung größerer oder zusätzlicher Heizkörper und Verbesserung der Gebäudedämmung kann eine reduzierte Vorlauftemperatur erreicht werden.

Auf Wärmequellenseite gibt es dagegen nur die Möglichkeit, die Wärmepumpe zu optimalen Tageszeiten zu betreiben. Hier erlaubt auch wieder die Wärmedämmung und das damit langsamere Auskühlen des Gebäudes den Betrieb in möglichst warmen Stunden. Der Deutsche Wetterdienst stellt historische Temperaturmessungen frei zur Verfügung. Die nächstgelegene Messstation bei Schwarzach befindet sich in Kitzungen. Hier herrschen auch im Winter historisch größtenteils verhältnismäßig milde Außentemperaturen (Abbildung 42). Die durchschnittliche Tagestemperatur ist in den letzten zehn Jahren nur an 32 Tagen unter -5 °C gefallen, wobei sich niedrigere Temperaturen nur negativ auf die Effizienz, nicht aber auf die Versorgungssicherheit auswirken.

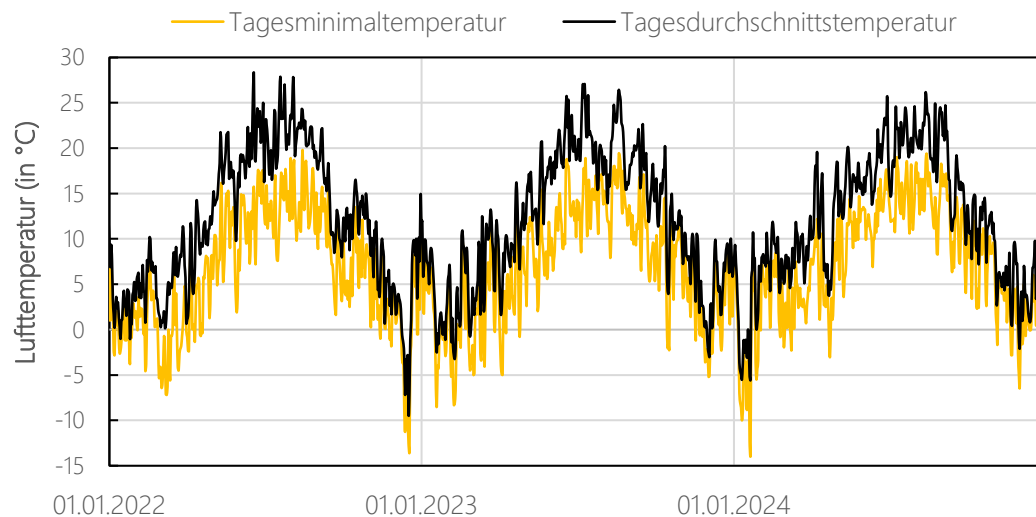


Abbildung 42: Verlauf der Lufttemperatur in Kitzingen

3.1.6 Biomassepotenzial

Auch Biomasse steht als Ressource zur Erzeugung erneuerbarer Wärme zur Verfügung. Vorteilhaft ist dabei insbesondere die Transport- und Lagerfähigkeit von Biomasse ebenso wie die Möglichkeit, Wärme auf hohen Temperaturniveaus zu erzeugen. Allerdings ist Maßgabe der Bundesregierung die effiziente und ressourcenschonende Verwendung von Biomasse. Biomasse soll nur dort zum Einsatz kommen, wo sinnvolle Alternativen fehlen. Dies liegt u.a. an der starken Nutzungskonkurrenz der Ressource Biomasse, welche sowohl stofflich, als auch energetisch in unterschiedlichen Anwendungsformen genutzt werden kann.

3.1.6.1 Holzartige Biomasse

Eine wesentliche Form der Biomasse für die energetische Nutzung ist holzartige Biomasse. Typisch sind hier verschiedene Holzbrennstoffe wie Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Eine Analyse der vorhandenen Flächen in Schwarzach zeigt eine gesamt verfügbare Waldfläche im Gemarkungsgebiet von 339 ha (Abbildung 43).

Biomasse ist eine sehr flächenintensive Energie. Unter Annahme nachhaltiger Forstwirtschaft ist von einem Nachwuchs von ca. 7 $\text{Fm}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ zu rechnen. Davon entfallen ca. 4,3 $\text{MWh}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ auf nachhaltiges Waldrestholz. Im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung wird aus Waldnutzung lediglich Waldrestholz als energetisches Potenzial bilanziert, da darüber hinaus Konkurrenz zur stofflichen Nutzung besteht und diese der energetischen Verwendung vorzuziehen ist. Damit beträgt das Potenzial an nachhaltigem Waldrestholz in Schwarzach rund 1.457 MWh/a .

Darüber hinaus ist weiteres Potenzial an holzartiger Biomasse im Gemarkungsgebiet verfügbar. Dies betrifft insbesondere Landschaftspflegeholz und Altholz. Im Landkreis Kitzingen fallen gemäß dem

Bayerischen Landesamt für Umwelt¹ 2024 28,7 kg/(EW*a) Landschaftspflegematerial sowie 20,3 kg/(EW*a) Altholz an. Die Potenziale hiervon ergeben sich zu 263 MWh/a und 313 MWh/a (Tabelle 7).

Tabelle 7: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse

	Fläche (ha)	Jährlicher Energieertrag (GWh/a)
Waldrestholz	339	1,5
Landschaftspflegeholz	-	0,3
Altholz	-	0,3
Summe	339	2,0

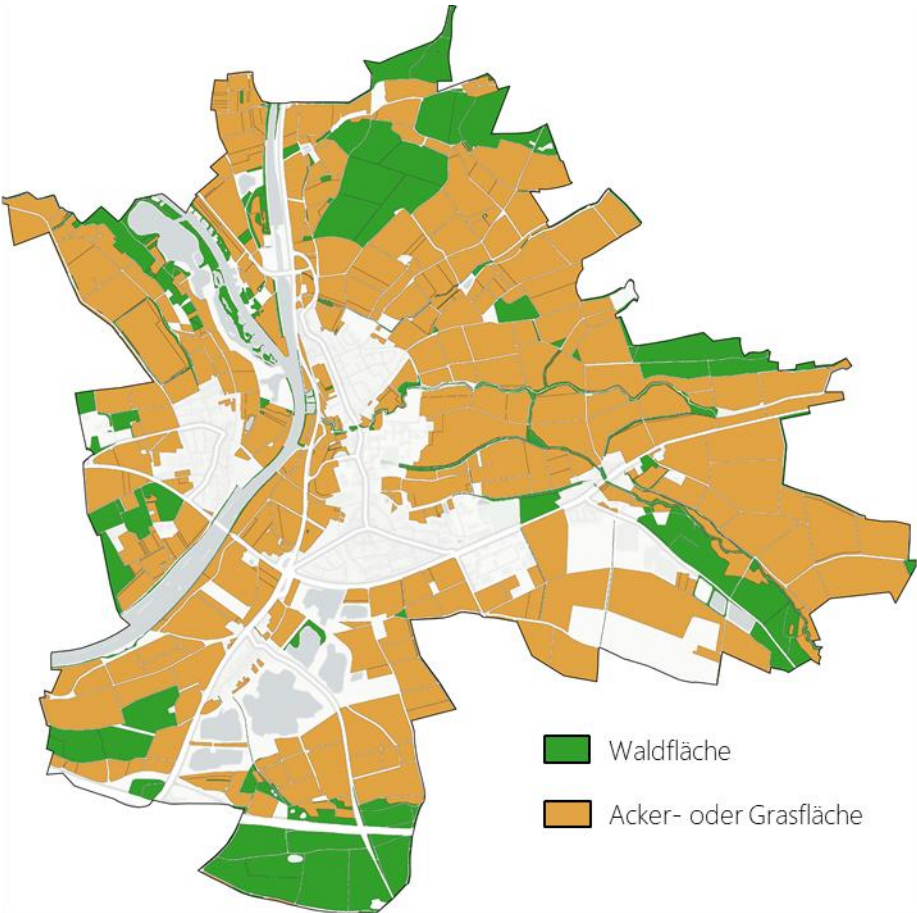


Abbildung 43: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen

¹ <https://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallbilanz/index.htm>

3.1.6.2 Feuchte Biomasse auf Gras- und Ackerflächen

Zusätzlich zu holzartiger Biomasse kann auch feuchte Biomasse zur energetischen Nutzung eingesetzt werden. Dies beinhaltet insbesondere Energiepflanzen wie Mais, welche in Biogasanlagen vergärt werden und das entstehende Biogas zur Wärme- und Stromproduktion dienen kann. In Schwarzach steht dafür eine gesamt verfügbare Fläche von Acker- und Grasflächen in Höhe von 1.084 ha zur Verfügung (Abbildung 43).

Mais ist die in Deutschland weit verbreitetste Form der Energiepflanze. Bei Anbau von Mais ist üblicherweise ein Ertrag von 50 MWh/(ha*a) möglich. Dieser bezieht sich auf den Energiegehalt des Mais. Unter der Annahme, dass lediglich 10 % der verfügbaren Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen, beläuft sich das Potenzial von Mais auf insgesamt 5,4 GWh/a. Aufgrund der Nutzungskonkurrenz dieser Flächen mit der Nahrungsmittelproduktion wurde das Potenzial als bedingt geeignet eingestuft.

3.1.6.3 Abfall

Neben Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft kann auch die Abfallwirtschaft erneuerbares energetisches Potenzial aufweisen. Diese Potenziale sind aufgrund der in Deutschland geltenden Entsorgungs- und Verwertungspflicht jedoch weitestgehend ausgeschöpft.

Gemäß Bayerischem Landesamt für Umwelt¹ beträgt das spezifische Hausmüllaufkommen 2024 im Landkreis Kitzingen rund 88 kg/EW. In Schwarzach ist entsprechend rechnerisch ein Potenzial von 321 t/a oder 892 MWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) verortet. Zusätzlich fällt gemäß Bayerischer Abfallbilanz ein spezifisches Bioabfallaufkommen von 99 kg/EW an, was auf Schwarzach bezogen ein Potenzial von 362 t/a oder 235 MWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) bedeutet.

3.1.7 Potenziale für Strom aus Wind

Ein weiteres erneuerbares Strompotenzial für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung ist die Nutzung von Windenergie. Der produzierte erneuerbare Strom kann beispielsweise in Wärmepumpen eingesetzt werden, um Umweltwärme auf ein nutzbares Niveau zu heben. Die Erzeugungscharakteristik von Windenergie stimmt dabei wesentlich besser mit dem Wärmebedarf überein als die der PV. Sowohl Wärmebedarf als auch Windeinspeisung sind im Winter höher als im Sommer. Bislang bestehen auf dem Gemarkungsgebiet des Markt Schwarzach noch keine Windenergieanlagen.

Potenzielle Eignungsgebiete für Windenergieanlagen werden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt ausgewiesen. Die veröffentlichte Gebietskulisse berücksichtigt dabei u.a. Windgeschwindigkeiten, Abstand zu Infrastruktur, Nationalparks, Naturschutzgebiete, wasserwirtschaftliche Restriktionen, geologische Einschränkungen und Weiteres.

Abbildung 44 ordnet die Gebietskulisse in verschiedene Kategorien hinsichtlich der Eignung ein. Im Gemeindegebiet Schwarzach existieren keine Flächen der Kategorie „voraussichtlich geeignet“ und nur wenige Flächen an der nord-östlichen Gemeindegrenze können als bedingt geeignet eingestuft

¹ <https://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallbilanz/index.htm>

werden. Die Fläche bietet theoretisch Platz für fünf Windenergieanlagen mit Leistungen von je 5 MW und somit einem gesamten Potenzial zur Stromerzeugung von knapp 54 GWh/a. In der Regionalplanung sind allerdings keine Vorbehalts- oder Vorranggebiete für Schwarzach ausgewiesen, weswegen eine Erschließung des Potenzials aktuell als unwahrscheinlich zu beurteilen ist.

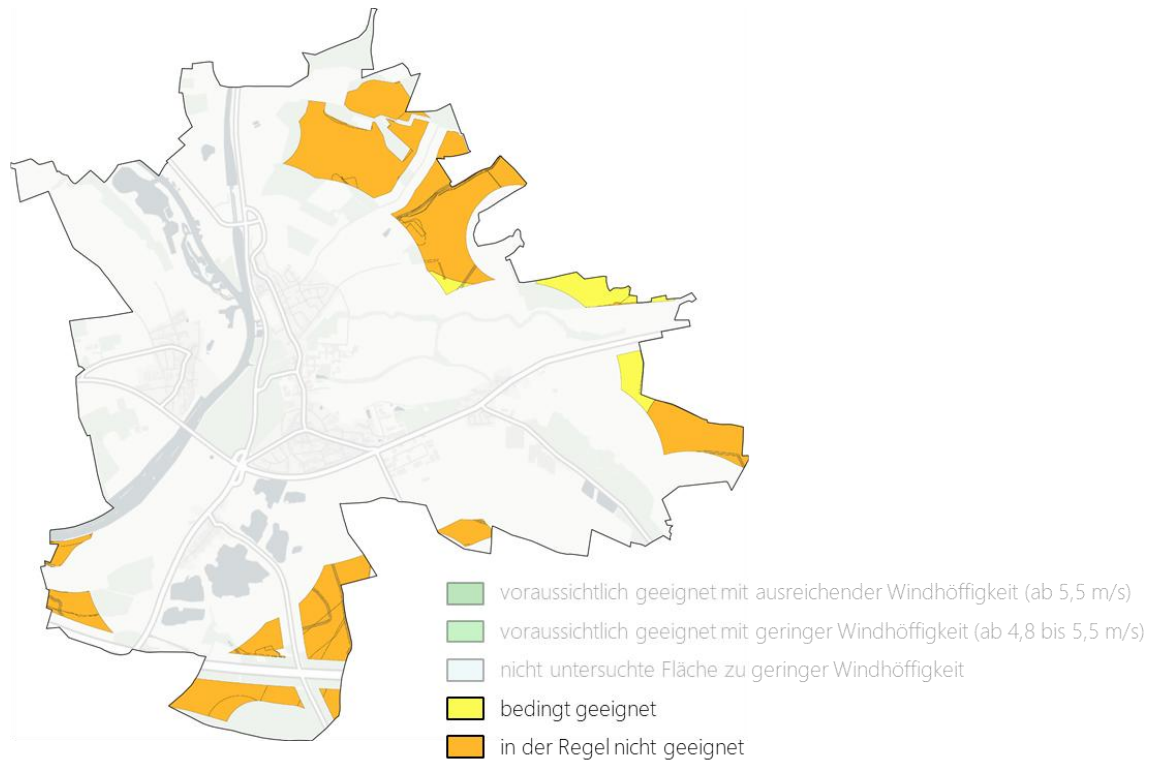


Abbildung 44: Potenzialflächenkulisse für die Errichtung von Windenergieanlagen

3.1.8 Potenzial für Strom aus Wasserkraft

In Schwarzach ist aktuell bereits ein Laufwasserkraftwerke in Betrieb. Das Kraftwerk an der Schleuse Gerlachshausen hat eine Leistung von 2,4 MW und erzeugt jährlich um die 5 GWh/a. In der direkten Umgebung gibt es eine große Anzahl an Laufwasserkraftwerken im Main, die meisten aus den 1950er Jahren, worunter auch das Kraftwerk bei Gerlachshausen fällt. Neuere Kraftwerke gibt es dagegen keine. In Bayern ist das Potenzial der Wasserkraft bereits nahezu vollständig ausgeschöpft, was einen Neubau unwahrscheinlich macht.

3.2 Potenziale zur Nutzung von Abwärme

Auch die Nutzung von Abwärme bietet großes Potenzial zur Wärmebereitstellung. Fällt Abwärme auf hohem Temperaturniveau an, kann sie u. U. direkt zu Heizungszwecken beispielsweise als Einspeisepunkt in ein Wärmenetz verwendet werden. Abwärme auf niedrigerem Temperaturniveau kann durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Level gehoben werden.

3.2.1 Abwärme aus dem Kanalsystem

Eine mögliche Abwärmequelle ist die Nutzung von Abwasser. Über Wärmepumpen kann die im Abwasser enthaltene Wärme genutzt und auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden. Um die Kanalisation als Wärmequelle für Wärmepumpen einsetzen zu können, müssen im Wesentlichen zwei Gegebenheiten erfüllt sein: Zunächst muss die Zugänglichkeit des Kanalisationsabschnitts

gewährleistet werden können, um einen Wärmeübertrager installieren zu können. Darüber hinaus muss eine ausreichend hohe Trockenwetterabflussmenge vorhanden sein. Um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage am Ende der Kanalisation möglichst nicht zu beeinträchtigen, darf das Abwasser nicht zu stark abgekühlt werden. Sollen trotzdem noch ausreichend hohe Energiemengen aus dem Abwasser gewonnen werden, ist ein ausreichend hoher Durchfluss auch bei Trockenwetter erforderlich. Als Richtwert werden hier klassischerweise Trockenwetterabflussmengen von 15 l/s als Minimum genannt¹.

Für die Darstellung des Potenzials für Abwärme aus dem Kanalsystem werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur diejenigen Abschnitte mit einer Größe von DN 800 und größer betrachtet.

Solche Leitungen liegen in Schwarzach nicht vor.

3.2.2 Abwärme an Kläranlagen

Die Wärme des Abwassers kann auch am Kläranlagenablauf genutzt werden und dort beispielsweise mit Großwärmepumpen zur Einspeisung in ein Wärmenetz dienen. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass bei allen Nutzungen vor der Kläranlage darauf geachtet werden muss, dass die Mindesttemperatur des Abwassers bei Kläranlageneintritt nicht unterschritten wird. Die Entnahmestellen der Wärme aus dem Kanalnetz stehen somit in Nutzungskonkurrenz zueinander und müssen darauf achten, das Abwasser insbesondere in den heizintensiven Wintermonaten nicht zu stark abzukühlen. Diese Einschränkung herrscht bei energetischer Nutzung am Kläranlagenausgang nicht. Damit ist eine höhere Temperaturspreizung möglich und die entnehmbare Wärme wird maximiert.

Gemäß Daten aus dem Energieatlas Bayern beträgt der durchschnittliche jährliche Abfluss an der Kläranlage Schwarzacher Becken etwa 0,76 Mio. m³. Unter der Annahme, dass die durchschnittliche Temperatur des Abwassers am Kläranlagenausgang 10 °C beträgt und vor Einleitung in den Fluss um 5 °C abgekühlt werden darf, ergibt sich eine jährliche Energiemenge von etwa 4,5 GWh/a (bezogen auf die entnehmbare Wärme aus dem Abwasser). Bei 18 Volllaststunden pro Tag entspricht dies einer Umweltwärmeleistung von 0,68 MW.

3.2.3 Industrielle und gewerbliche Abwärme

Industrielle Abwärme ist eine weitere Quelle, welche für eine regenerative Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Fällt die Abwärme auf einem hohen Temperaturniveau an, kann sie beispielsweise durch Wärmeübertrager in Wärmenetze eingespeist und direkt genutzt werden. Auch Abwärme auf niedrigeren Temperaturniveaus kann zum Einsatz kommen und beispielsweise durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau gehoben werden.

Um das Potenzial für industrielle und gewerbliche Abwärme zu quantifizieren, wurden gemeinsam mit der Gemeinde die vorhandenen Gewerbebetriebe analysiert und nach Relevanz und möglichem Potenzial klassifiziert. Zudem wurden die Potenziale der Plattform für Abwärme des Bundesamts für

¹ Vgl. z. B. Buri und Kobel „Wärmenutzung aus Abwasser“ oder Bundesverband Wärmepumpe e. V. „Heizen und Kühlen mit Abwasser“

Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle¹ geprüft, hier ist für Schwarzach allerdings kein Potenzial benannt. Auch bei den lokalen Gewerbebetrieben konnte kein Abwärmepotenzial ermittelt werden.

3.3 Potenzial für thermische Speicher

Um den zeitlichen Versatz von Wärmeproduktion und Wärmenachfrage zu überbrücken, werden Großwärmespeicher in Wärmenetzen benötigt. Wärmespeicher werden in kurzfristige (Stunden/Tage), mittelfristige (Wochen) und langfristige, saisonale Speicher unterschieden.

3.3.1 Kurz- und mittelfristige Speicher

Für die kurz- und mittelfristige Speicherung thermischer Energie werden v.a. Behälterspeicher eingesetzt und dienen der Flexibilisierung von Wärmenetzen. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten sind diese isoliert und haben ein Volumen von bis zu 50.000 m³. Voraussetzung für Behälterspeicher ist ein stabiler Boden. Die Speicher werden vorzugsweise in urbanen Gebieten mit räumlicher Nähe zu Heizzentralen errichtet.

3.3.2 Saisonale Speicher

Saisonale Speicher sind Langzeitwärmespeicher und gleichen saisonale Unterschiede von Wärmeerzeugung und -bedarf aus. Insbesondere die Wärmebereitstellung mit Solarthermie unterliegt einem großen Versatz von Erzeugung im Sommer und Bedarf im Winter. Saisonale Speicher haben im Vergleich mit kurz- und mittelfristigen Speichern ein größeres Speichervolumen und aus diesem Grund auch einen höheren Flächenbedarf. Da saisonale Speicher die thermische Energie meist auf einem geringeren Temperaturniveau speichern, ist bei Einspeisung in ein Wärmenetz die Anhebung des Temperaturniveaus mit Großwärmepumpen notwendig.

Saisonale Speicher können als Erdbeckenspeicher ausgeführt werden. Die Erdbeckenspeicher werden 5 bis 15 m tief in die Erde gegraben und mit einem Deckel abgedeckt. Je nach Bauform ist auch der Deckel nutzbar, wenn er mit Erde überdeckt wird. Als Standorte bieten sich aufgrund des hohen Flächenbedarfs urbane Randbezirke oder ländliche Gebiete an. Der Boden sollte gut stehend sein und die Grabung 2 m oberhalb des Grundwasserhorizontes enden (Quelle: Solites).

Zur Identifizierung möglicher Standorte werden zunächst die Kriterien des bedingt geeigneten Freiflächen-Solarthermie-Potenzials (s. Kapitel 3.1.1.2) herangezogen. Als Positivflächen werden somit die 500 m Seitenrandstreifen von Autobahn und Schiene berücksichtigt. Die Restriktionsflächen sind Kapitel 3.1.1.1 zu entnehmen. Flächen mit einem Grundwasserflurabstand < 10 m und artesischen Flächen werden ebenfalls nicht berücksichtigt. In Bayern stellt das LfU eine Hinweiskarte über hohe Grundwasserstände zur Verfügung. Da hier nur Grundwasser bis zu 3 Metern unter Gelände betrachtet wird, werden die Flächen noch etwas erweitert. Die Grabbarkeit (Abbildung 36) ist hier eine weitere Restriktion, schließt aber nur wenige kleine Flächen aus.

¹ https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html

Erdbeckenspeicher können Volumina von 5.000-500.000 m³ haben. Für eine Speichergröße von 10.000 m³ und Tiefe von 10 m ergibt sich eine Minimalfläche von 1.000 m². Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher sind in Abbildung 45 dargestellt.

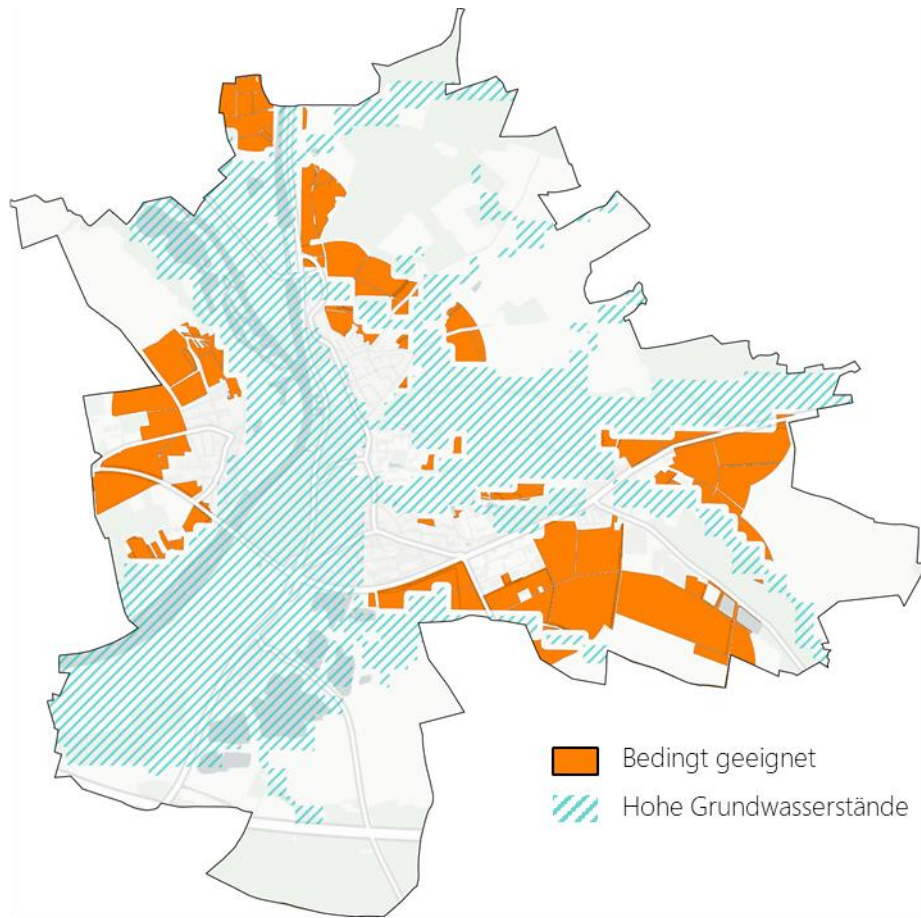


Abbildung 45: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher

Die Potenzialquantifizierung für Erdbeckenspeicher gestaltet sich als schwierig, da die möglichen Flächen im Einzelfall geprüft sowie die lokalen Begebenheiten und Anforderungen an die Speichergröße beachtet werden müssen. Wird eine Potenzialquantifizierung anhand oben genannter Kriterien vorgenommen, kann eine Gesamtpotenzialfläche für Erdbeckenspeicher von 251 ha identifiziert werden. Zusätzlich können grundsätzlich auch weitere Flächen, wie ausgediente Kiesgruben, für eine saisonale Wärmespeicherung in Betracht kommen. Hier ist eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Die volumetrische Speicherdichte ist abhängig vom Temperaturniveau, welches zwischen 10 und 95 °C variieren kann. Die Speicherdichte wird mit 60 kWh/m³ angenommen (Quelle: BigStoreDH, Bundesamt für Energie Schweiz). In diesem Fall steht in Schwarzach eine theoretische Speicherkapazität von 1.508 GWh zur Verfügung.

Weitere Technologien für saisonale Wärmespeicherung sind der Aquifer-Speicher und der Erdsonden-Wärmespeicher. Aquifer-Speicher speichern die thermische Energie in Gesteinsschichten im Untergrund. Möglichkeiten für Aquifer-Speicher können im Zuge der tiefengeothermischen Untersuchungen analysiert werden (s. Kapitel 3.1.3). Damit die Wärme bei ausreichend hohen Temperaturniveaus gespeichert werden kann, sind Tiefen bis zu 1.500 m notwendig. Die Mächtigkeit der Speicherschicht sollte mindestens 20 m betragen. In Bayern erfüllt insbesondere der Malm im

süddeutschen Molassebecken diese Voraussetzungen, im Umkreis von Schwarzach ist kein Potenzial bekannt.

Erdsonden-Wärmespeicher speichern die thermische Energie auch im Untergrund, aber nicht so tief wie Aquifer-Speicher. Die speicherbaren Temperaturen sind demnach geringer und diese Speicherart v. a. für Netze mit geringen Vorlauftemperaturen geeignet. Grundsätzlich werden ähnliche Anforderungen wie bei Erdwärmesonden gestellt, allerdings mit deutlich strengeren Restriktionen in Hinblick auf den Grundwasserstand. Weiterhin werden Erdsonden-Wärmespeicher erst bei größerem Speichervolumen, das heißt größeren Erdsondenfeldern wirtschaftlicher, da die Wärmeverluste sinken. Typische minimale Speichervolumen sind 20.000 m³. Geeignet sind also nur etwas größere zusammenhängende Flächen auf denen Erdsondenfelder und nicht nur einzelnen Erdsonden errichtet werden könne (Quelle: Solites). In Schwarzach scheinen aufgrund der hohen Grundwasserstände nur wenige Flächen entlang der Gemeindegrenze als geeignet. Ohne nähere Untersuchungen von Boden und Grundwasser können hier allerdings keine Aussagen getroffen werden.

3.4 Potenzial zur Bedarfsreduktion

Neben der Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme spielt die Reduktion des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Um die Klimaziele zu erreichen, muss der Wärmeverbrauch im Gebäudebereich erheblich reduziert werden. Dies kann einerseits durch energetische Gebäudesanierung, insbesondere im Bereich der Wohngebäude, realisiert werden. Andererseits spielt eine Steigerung der Energieeffizienz in den Prozessen der Industrie sowie im Bereich GHD eine wesentliche Rolle.

Zur Berechnung der möglichen Bedarfsreduktion wird für jedes Gebäude in Abhängigkeit des Gebäudetyps, des Baujahrs, des aktuellen Bedarfs sowie der Gebäudenutzung ein Einsparpotenzial abgeschätzt. Für Wohngebäude wird dabei auf den Technikkatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA)¹ zurückgegriffen. Dieser enthält flächenbezogene künftige Wärmebedarfe für unterschiedliche Baualtersklassen und berücksichtigt die unterschiedlichen möglichen Sanierungstiefen unterschiedlicher Gebäude. Die Einsparpotenziale entsprechen den Zielwerten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz².

Neben der Sanierungstiefe spielt die Sanierungsrate eine zentrale Rolle. Diese beschreibt, welcher Anteil der Gebäude jährlich saniert wird. Die historischen Sanierungsquoten in Deutschland lagen in einer Größenordnung um 1 %. Zur Erreichung der Klimaschutzziele sollte diese Quote erhöht werden. Im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung wird davon ausgegangen, dass Gebäude in Gebieten mit Einzelversorgung Sanierungsquoten von jährlich 2 % erreichen, während Gebäuden in Wärmenetzgebieten eine Quote von 1,5 % unterstellt wird. Dies berücksichtigt, dass der Sanierungswille im Zuge einer Umstellung auf dezentrale Lösungen (in der Zukunft insbesondere Wärmepumpen)

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

erfahrungsgemäß höher ist als beim Anschluss an ein Wärmenetz. Zusätzlich ist der wirtschaftliche Mehrwert von Sanierungen insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen signifikant, da dort in der Regel nicht nur die absolut benötigte Wärmemenge reduziert, sondern auch der Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung durch Absenkung der benötigten Vorlauftemperatur erheblich verbessert werden kann.

Für Nichtwohngebäude wird davon ausgegangen, dass diese einheitlich durch Steigerung der Prozesseffizienz sowie durch Sanierungsmaßnahmen ihren Wärmebedarf um jährlich etwa 1 % senken können.

Neben Sanierungen wird auch durch den Klimawandel erwartbar die benötigte Raumwärme sinken. Sowohl die Zahl der Heiztage wird zurückgehen, als auch die insgesamt benötigte Heizleistung an den verbleibenden Heiztagen. Aufbauend auf den Testreferenzjahren des Deutschen Wetterdienstes von 2015 und 2045 wird davon ausgegangen, dass der Raumwärmebedarf in Schwarzach zusätzlich um 0,395 % pro Jahr abnimmt.

Die resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs aufgeteilt nach den einzelnen Verbrauchssektoren ist in Abbildung 46 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf bis 2045 um etwa 22 % von 49 GWh/a auf 39 GWh/a reduzieren. Unter Annahme der diskutierten Sanierungsrate und -tiefe können Wohngebäude den Wärmebedarf von 27 GWh/a auf 20 GWh/a in 2045 senken. Auch der kommunale Sektor kann mit einer Bedarfsreduktion von knapp 1,5 GWh/a bis 2045 nennenswert zur Wärmebedarfseinsparung beitragen. In den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie verringert sich der Wärmebedarf von aktuell 16 GWh/a auf 13 GWh/a im Jahr 2045.

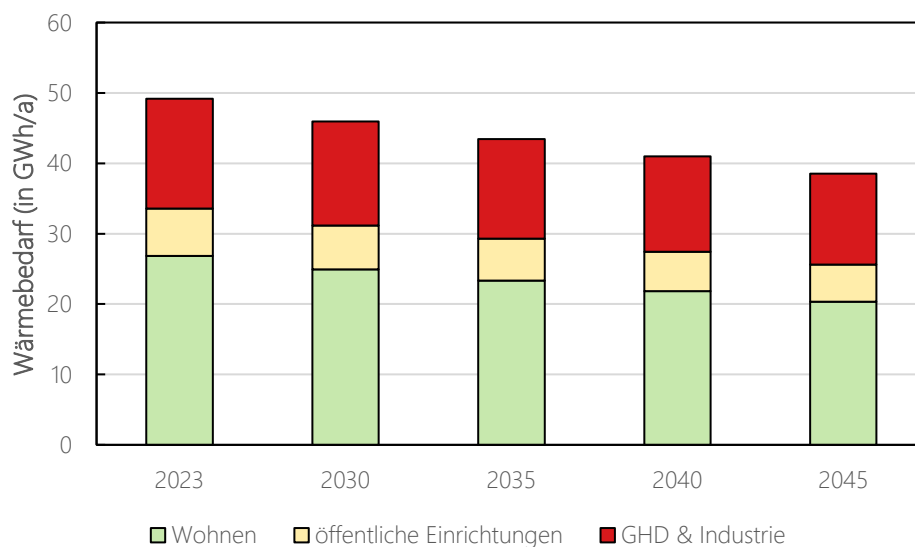


Abbildung 46: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK²

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

Abbildung 47 zeigt die projizierten Wärmebedarfsdichten durch die angenommene Bedarfsreduktion in den Jahren 2030, 2035, 2040 und 2045. Diese Darstellung ist insbesondere für die Bewertung der künftigen Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen relevant. Reduziert sich die Wärmebedarfsdichte in Gebieten künftig stark, muss dies bei der Festlegung von Fernwärmenetzgebieten berücksichtigt werden.

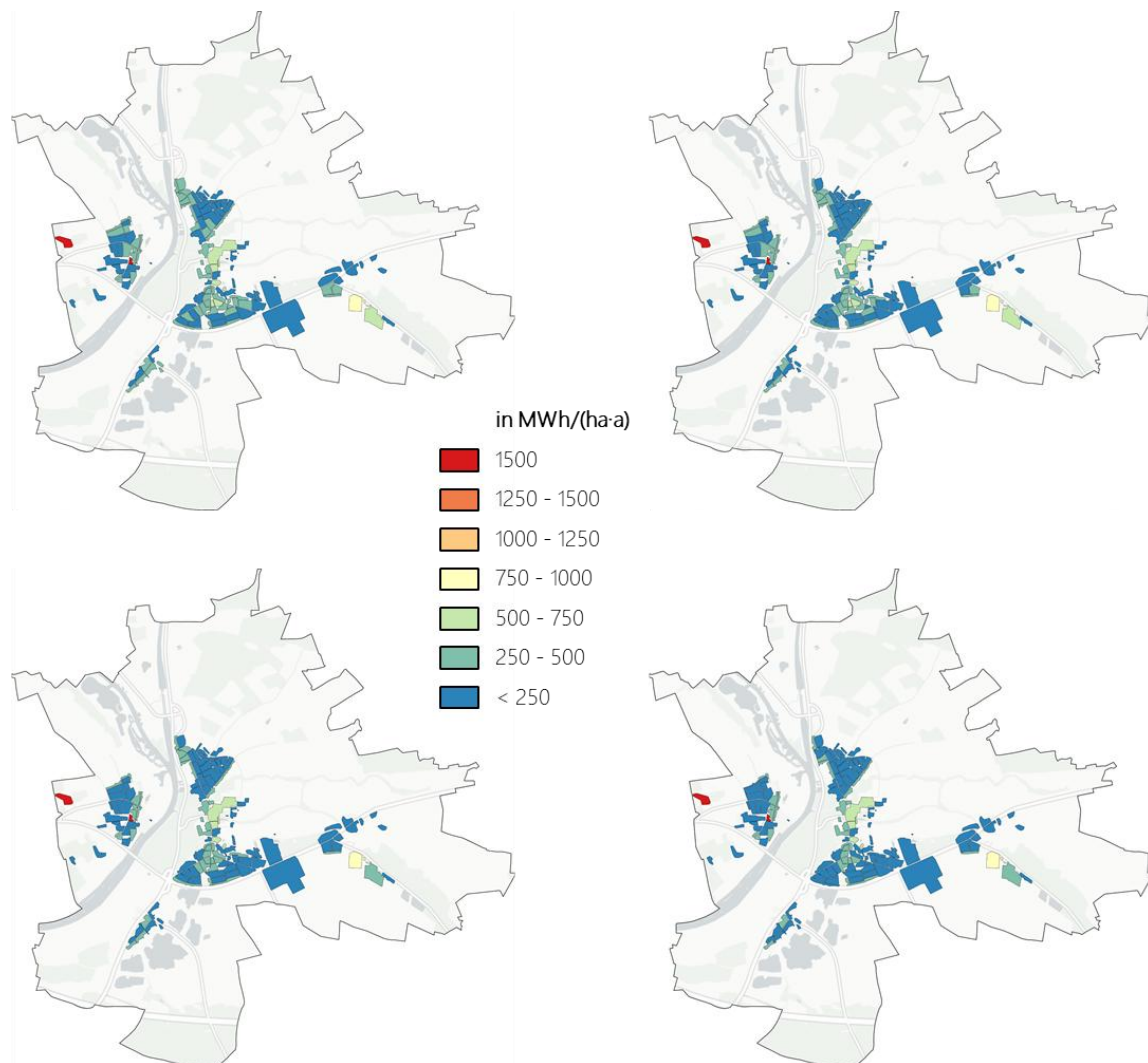


Abbildung 47: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2030 (oben links), 2035 (oben rechts), 2040 (unten links), 2045 (unten rechts)

Die Abbildung zeigt, wie in Zukunft die Bedarfe speziell in Wohngebieten stark zurückgehen. Während im Ausgangsjahr noch einige weitere Wohngebiete erhöhte Wärmebedarfsdichten aufweisen, reduzieren sich deren Bedarfsdichten bis 2045 erwartbar deutlich durch Sanierung. Ähnliches sieht man auch in Abbildung 48. Hier sind die 50 % der Quartiere mit der höchsten Bedarfsreduktion (Rückgang des Wärmebedarfs um 24,5 % bis 32,1 %) gekennzeichnet. Erwartungsgemäß handelt es sich hierbei generell um Wohngebiete, deren Altersstruktur zwischen 1919 und 1979 ist und somit hohe Wärmebedarfe und geringe Einschränkungen durch Denkmalschutz vorherrschen.

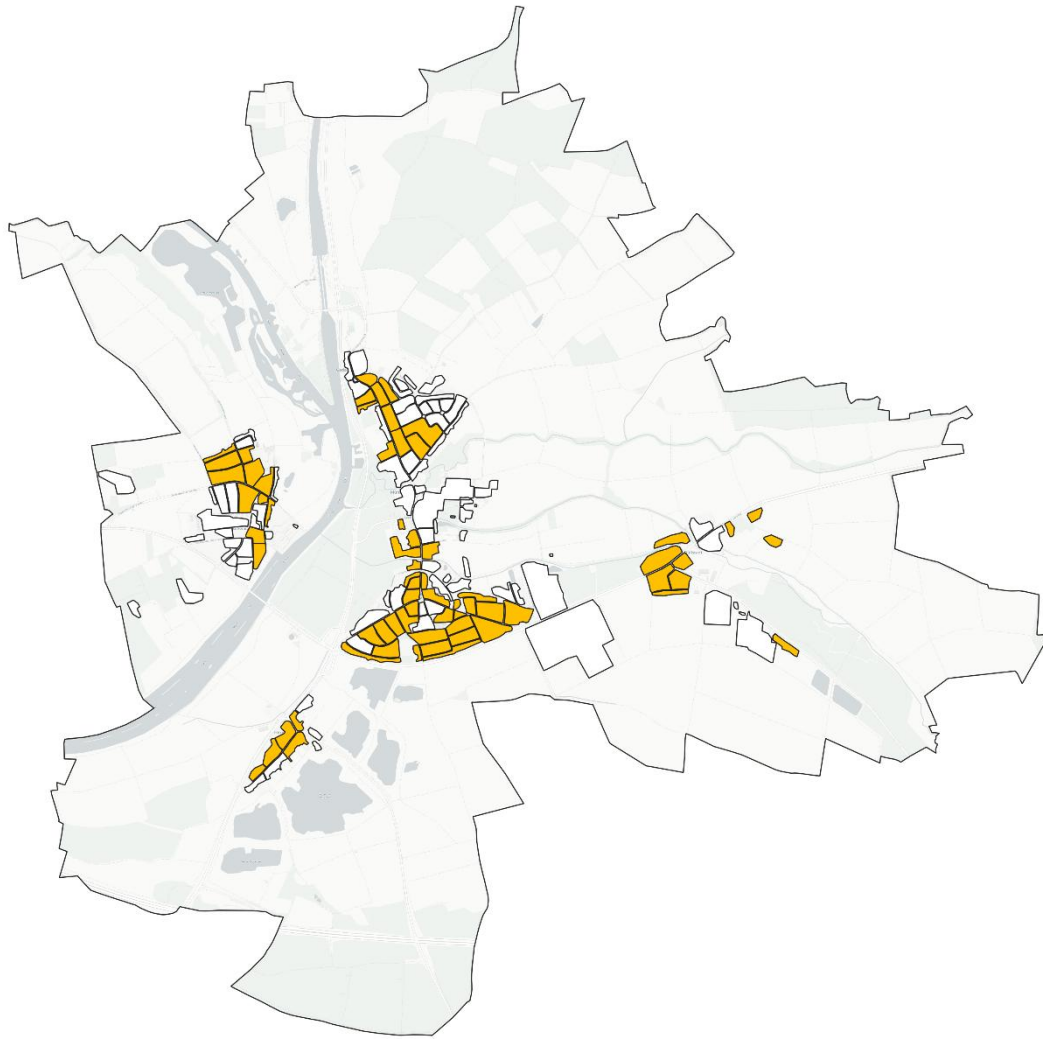


Abbildung 48: Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial

3.5 Zwischenfazit Potenzialanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorangegangenen Potenzialbetrachtungen einheitlich zusammengeführt und verglichen. Abbildung 49 stellt den aktuellen und prognostizierten Wärmebedarf dem in Schwarzach potenziell möglichen erneuerbaren Wärme- und Strompotenzial gegenüber. Wie in den einzelnen Kapiteln bereits diskutiert, stellen die einzelnen Potenziale technische Maximalpotenziale dar, deren Hebung jeweils in Einzelfällen zu prüfen ist.

Deutlich wird, dass Schwarzach das Potenzial hat, seinen Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Das grundsätzlich verfügbare Potenzial übersteigt die aktuelle und künftige Nachfrage. Im Kontext der erneuerbaren Wärmeerzeugung sind insbesondere die großen Potenziale der Solarthermie, aber auch der oberflächennahen Geothermie zu erwähnen. Insbesondere Freiflächen-Solarthermieanlagen haben in Schwarzach großes Potenzial, auch wenn dieses technisch und wirtschaftlich nur zu Bruchteilen, beispielsweise in Wärmenetzen, zu bergen sein wird. Gleiches gilt für oberflächennahe Geothermie: Diese hat zwar ein grundsätzlich hohes Potenzial, wird jedoch nur

nach Einzelfallprüfung zum Einsatz kommen können. Das tatsächlich hebbare Potenzial wird hier wesentlich geringer ausfallen als das technisch verfügbare.

Realistischer sind die Potenziale für Nutzung der Wärme des Mains und des Abflusses der Kläranlage angesetzt. Bei Aquathermie wäre das theoretische Potenzial zwar noch deutlich größer, eine Nutzung wie dargestellt kann aber schon über das doppelte des Wärmebedarfs im Jahr 2045 decken.

Auch die Nutzung von Umgebungsluft kann einen zentralen Beitrag leisten, ist in der Abbildung aufgrund der grundsätzlich unbegrenzten Verfügbarkeit jedoch nicht aufgeführt.

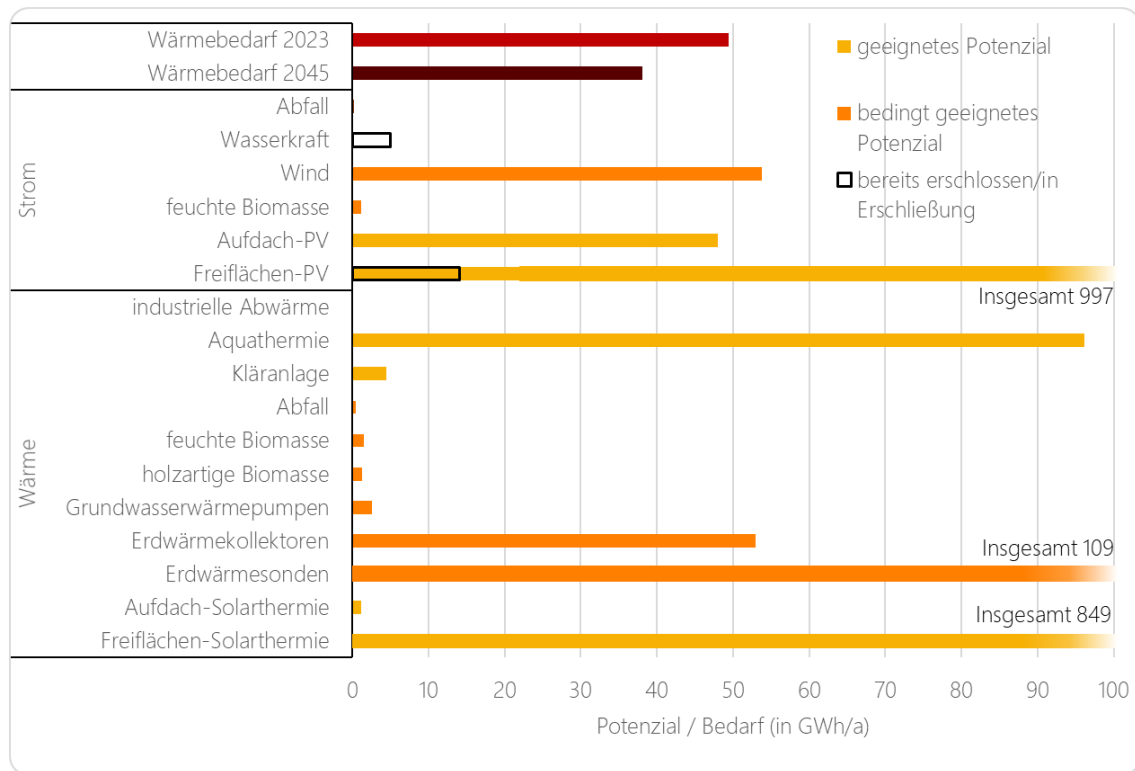


Abbildung 49: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs

Deutlich geringer fällt das Potenzial von Abfall und Biomasse aus. Insbesondere lokale Biomasse kann nur in gezielten Anwendungen nachhaltig Anwendung finden. Mit dem Einsatz von Biomasse und Biogas in den Wärmenetzen Abtei Münsterschwarzach und Schwarzenau sowie der Nutzung speziell in Einzelraumfeuerungen ist dieses Potenzial schon weitestgehend ausgeschöpft.

Durch die Elektrifizierung des Wärmebedarfs u. a. durch Wärmepumpen ist zusätzlich von einem gesteigerten Strombedarf auszugehen. Auch hier herrscht in Schwarzach ein erhebliches Potenzial. Hier ist insbesondere auf das sehr große Potenzial für Freiflächen- und Aufdach-PV-Anlagen hinzuweisen. Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Abfall oder feuchter Biomasse ist hingegen wesentlich geringer, das aus Wasserkraft bereits vollständig ausgenutzt.

4 Zielszenario und voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse wird nachfolgend ein Szenario ausgearbeitet, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizziert. Zielsetzung ist dabei gemäß Wärmeplanungsgesetz die Klimaneutralität bis 2045.

Zentrale Fragestellung bei der Entwicklung des Zielszenarios ist, wo Wärmenetzeignungsgebiete vorliegen und wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Kapitel 4.1 weist deshalb zunächst Wärmenetzeignungsgebiete aus und kombiniert dabei eine Vielzahl an umsetzungsrelevanten Einflussfaktoren wie Wärmedichten, Gebäudestruktur, Potenzialverfügbarkeiten etc. Kapitel 4.2 baut darauf auf und stellt die Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Gebieten der Kommune vor. Hier wird verdeutlicht, wo im beplanten Gebiet welche konkrete Umsetzungsvariante möglich ist.

In Kapitel 4.3 wird daraufhin dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien deshalb wesentliche Maßnahmen darstellen können. Kapitel 4.4 schließlich fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und zeigt deren Auswirkung auf das Zielszenario. Dies umfasst beispielsweise die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur, der Fernwärmeerzeugung, der eingesetzten Energieträger, oder auch der Treibhausgasemissionen.

4.1 Darstellung von Wärmenetzeignungsgebieten

Wärmenetze spielen eine zentrale Rolle in der Wärmewende. Sie zielen auf eine zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärme ab, was oftmals effizienter ist als die individuelle Beheizung einzelner Gebäude. Sie erlauben die Nutzung und Erschließung großer erneuerbarer Potenziale wie beispielsweise Abwärme aus Industrieprozessen, Kläranlagen, Aquathermie oder Tiefengeothermie und erlauben gleichzeitig die Erschließung größerer Versorgungsgebiete.

Allerdings ist der Aufbau eines Wärmenetzes ein kostenintensives Infrastrukturprojekt. Ob eine zentrale Wärmeversorgung die wirtschaftlichste Alternative ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, welche alle im Einzelfall geprüft werden müssen:

- Hohe Wärmebedarfsdichte ($415 \text{ MWh}/(\text{ha} \cdot \text{a})$) und/oder Wärmeliniendichte, welche eine wirtschaftliche Erschließung eines Quartiers mit Wärmenetzen wahrscheinlich scheitern lässt
- Bestehende Wärmenetze, bestehende Ausbaupläne, mögliche Erweiterungen dieser Wärmenetze
- Gebäudebestand, -Altersklasse und -Typ in den Quartieren
- Gemeinde- bzw. verwaltungstechnische Gliederung
- Strategische Ausrichtung und bestehende Pläne relevanter Akteure, beispielsweise der Energieversorger
- Groß- und Ankerverbraucher, welche als Keimzelle für Wärmenetzversorgungen dienen können
- Potenzial und Zugänglichkeit erneuerbarer Energien
- Nutzbarkeit von Abwärme
- Sinnvolle Kombination und Zusammenlegung von benachbarten Quartieren mit hohen Wärmedichten

Eines der zentralen Ziele der kommunalen Wärmeplanung ist die Ausweisung von Gebieten, in denen die Kriterien erfüllt sind, welche die Prüfung von Wärmenetzen nahelegen. Dabei wird zwischen den folgenden Gebieten unterschieden:

- **Wärmenetzgebiet:** In diesen Gebieten besteht ein Wärmenetz oder es ist eines geplant, wodurch ein erheblicher Anteil der Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Es wird unterschieden zwischen Wärmenetzverdichtungsgebieten (es besteht bereits ein Netz und Verbraucher in unmittelbarer Nähe sollen angeschlossen werden), Wärmenetzausbaugebieten (es besteht noch kein Netz in unmittelbarer Nähe aber ein bestehendes Netz soll dorthin ausgebaut werden) und Wärmenetzneubaugebieten (es soll ein Anschluss an ein neu zu bauendes Wärmenetz erfolgen).
- **Wasserstoffnetzgebiet:** In diesem Gebiet liegt ein Wasserstoffnetz bereits vor oder ist konkret geplant. Ein wesentlicher Teil der Letztverbraucher wird hier durch Wasserstoff ihren Wärmebedarf decken. Da es aktuell in der Region auf kommunaler Ebene noch keine verbindlichen Wasserstoffnetztransformationspläne gibt, können in Schwarzach keine Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen werden.
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (**Einzelversorgungsgebiet**): In diesem Gebiet soll mehrheitlich keine leitungsgebundene Wärmeversorgung (durch Wärmenetze oder Wasserstoffnetze) erfolgen. Die Wärme wird überwiegend durch individuelle Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Biomassefeuerungen) bereitgestellt.
- **Prüfgebiet:** In diesen Gebieten soll zunächst keine konkrete Versorgungsvariante herausgestellt werden, da noch nicht genügend Informationen vorliegen. Im Zuge der gesetzlich vorgeschriebenen Fortschreibung der Wärmeplanung (mindestens alle 5 Jahre) soll dies später erfolgen.

Die Einstufung des Gebiets der Gemeinde Schwarzach wurde gemeinsam mit der Gemeinde und weiteren lokalen Akteuren durchgeführt und abgestimmt. Aktuell ist kein Netzneubau oder -ausbau in Schwarzach geplant.

In der näheren Umgebung der beiden Bestandswärmenetze befinden sich theoretisch mehrere Ankerkunden und erhöhte Wärmedichten. Beim Wärmenetz Schwarzenau fehlen allerdings die für einen Ausbau nötigen Wärmeerzeugerkapazitäten und beim Wärmenetz der Abtei Münsterschwarzach besteht aktuell kein Interesse an einer Netzerweiterung. Dennoch bieten die Gebäude entlang der Schweinfurter Straße bei der Abtei die besten Voraussetzungen für ein Wärmenetz in der Gemeinde, weshalb sich hier auf die Ausweisung eines Prüfgebietes geeinigt wurde.

Wie in Kapitel 2.2 dargestellt, weisen die restlichen Gebiete der Gemeinde Schwarzach keine guten Voraussetzungen für eine umfassende Wärmeversorgung über Wärmenetze. Neben niedrigen Wärmebedarfsdichten und geringen Wärmeliniedichten gibt es auch nur wenige mögliche Ankerkunden mit ganzjährigem und hohem Wärmebedarf. Nur wenige Gebäude weisen einen Wärmebedarf größer 100 MWh/a auf. Aufgrund der Bebauung mit vorrangig Einfamilienhäusern ist die Errichtung von größeren Wärmenetzen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die wirtschaftlichste Option.

Wasserstoffnetzgebiete können in der Gemeinde Schwarzach aktuell ebenfalls nicht ausgewiesen werden. Es besteht zwar eine flächendeckende Erdgasversorgung, für dieses wie auch für sämtliche weiteren Gasnetze Deutschlands bestehen aber aktuell noch keine Transformationspläne hin zum Wasserstoffnetz.

Dementsprechend ist die dezentrale Einzelversorgung für den Großteil von Schwarzach die **wahrscheinlichste Versorgungsoption**. Auch im Bereich der Ortskerne der jeweiligen Gemeindeteile mit dem ältesten und dichtesten Gebäudebestand bieten die Grundstücke typischerweise genug Platz für die Errichtung von Wärmepumpen im Außenbereich. In den neueren Wohngebieten (z. B. Gerlachshausen Am Schieferstein, Schwarzenau Im Weinberggrund und Stadtschwarzach am Seewasen) ist aufgrund der energetischen Standards von niedrigem Wärmebedarf und einer dezentralen Versorgung über Wärmepumpen auszugehen.

Abbildung 50 stellt das Zielfoto der Wärmeplanung von Schwarzach als Karte dar.

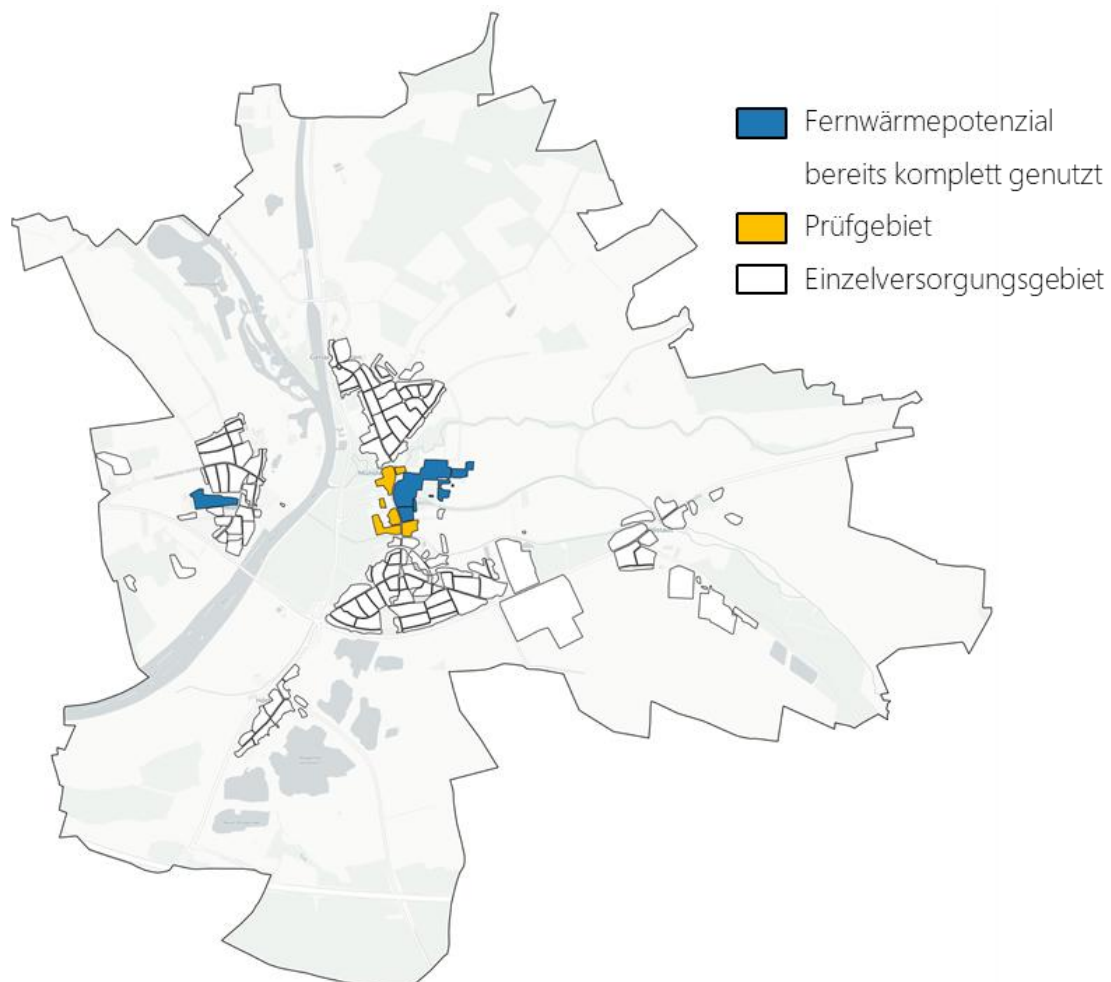


Abbildung 50: Zielfoto der Wärmeplanung: Dezentrale Einzelversorgung als flächendeckend wahrscheinlichste Wärmeversorgungsoption

4.2 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

Aufbauend auf der Ausweisung der Wärmenetzgebiete sowie der Gebiete mit vorrangig dezentraler Versorgung werden die geeigneten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr bestimmt. Dies soll für die einzelnen Grundstücke und Baublöcke aufzeigen, welche Form der Wärmeversorgung naheliegend ist. Für Bürgerinnen und Bürger stellt dies eine Handlungshilfe dar, welche Rahmenbedingungen und

Unterstützung bei der individuellen Entscheidung bietet. Hier sollen zentrale Fragen beantwortet werden:

- Wie ist der aktuelle Stand der Wärmeversorgung in meinem Quartier? Gibt es Wärmenetze in meiner Nähe?
- Welche Wärmeversorgung kann in meiner Umgebung künftig welche Rolle spielen?
- Werden Wärmenetze in meinem Quartier geprüft? Muss ich mich auf eine dezentrale Versorgung einstellen?
- Welche Technologien kommen für mich in Frage?
- Welche Maßnahmen und Schritte werden in meinem Quartier empfohlen?

Zu diesem Zweck wird das Gemeindegebiet in zusammenhängende Quartiere aufgeteilt (Abbildung 51). Die Quartiere werden auf Basis städtebautechnischer und infrastruktureller Kriterien gebildet. Schwarzach wird in insgesamt zehn einzelne Quartiere eingeteilt.

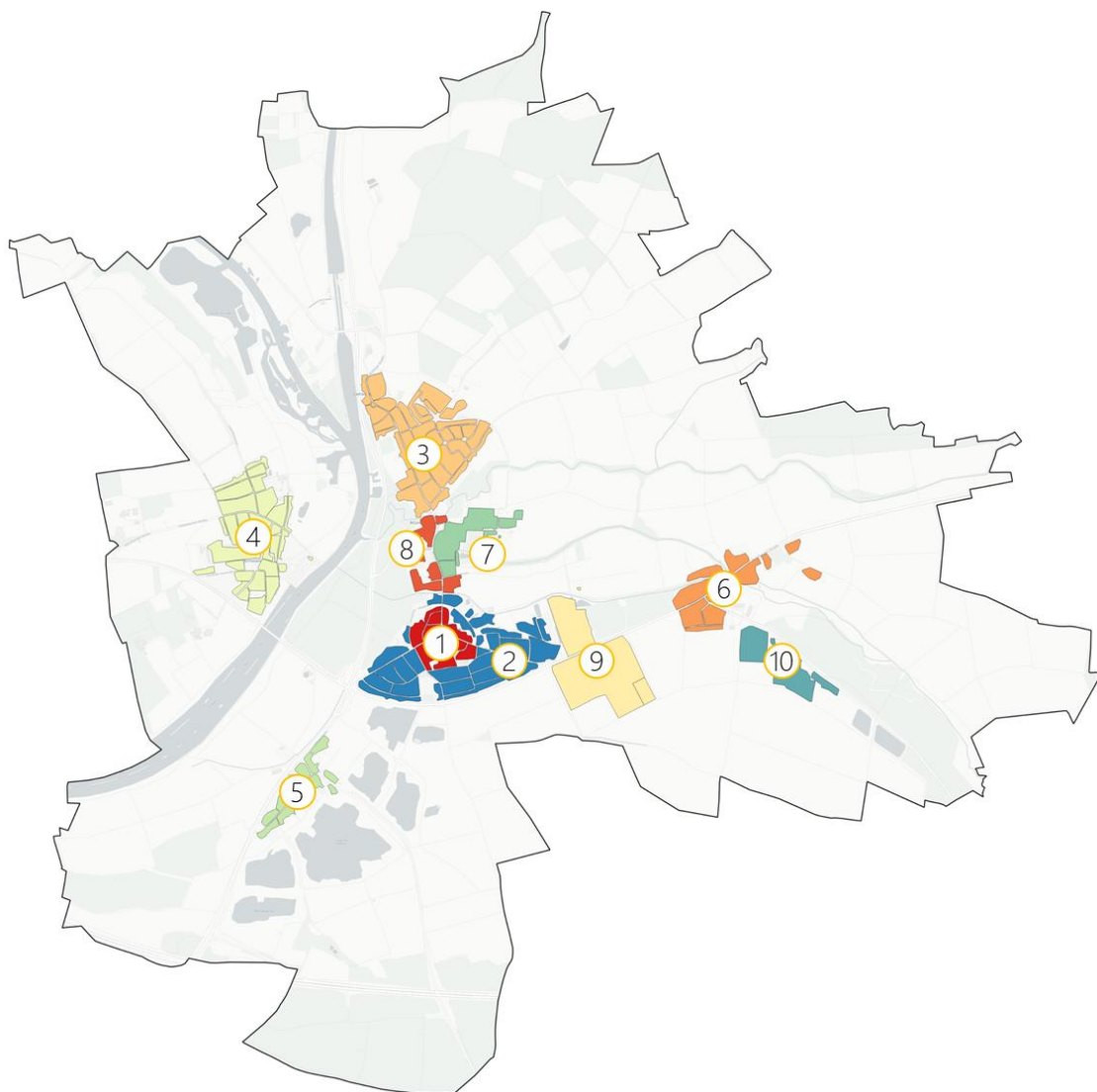


Abbildung 51: Aufteilung des Gemeindegebiets in die einzelnen Quartiere

Für jedes Quartier wird ein Steckbrief erstellt. Die Steckbriefe umfassen jeweils:

- **Beschreibung des Quartiers** und der wesentlichen Gegebenheiten, die Bürgerinnen und Bürgern einen Kurzüberblick über die aus energietechnischer Sicht relevante Struktur ihrer Nachbarschaft gibt:
 - Fläche
 - Vorwiegende Nutzungsart
 - Wärmedichte
 - Aktueller Wärmebedarf in Relation zum gesamten Wärmebedarf im Markt Schwarzach
 - Aktuelle Treibhausgasemissionen in Relation zur Summe der Treibhausgasemissionen im Markt Schwarzach
 - Vorhandensein von Gas- und Wärmenetzen (leitungsgebundene Versorgung)
- Die Angabe der **wahrscheinlichen Wärmeversorgung im Jahr 2045** (Wärmenetze, dezentrale Versorgung, Wasserstoffnetzgebiet)
- **Maßnahmenempfehlungen**, welche weitere Informationen und Hinweise zur konkreten Umsetzung der Wärmewendestrategie liefern
- Vergleich des aktuellen **Wärmemixes** und des möglichen Wärmemixes 2045 nach Zielszenario, um Bürgerinnen und Bürgern zu verdeutlichen, welche Wärmeversorgung heute dominiert, wie sie sich individuell darin einordnen können, und welche Wärmeversorgung künftig in ihrer Nachbarschaft als relevant betrachtet wird
- Verfügbarkeit der **lokalen Potenziale**, bewertet nach der Wahrscheinlichkeit der möglichen Nutzung von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich nicht geeignet“, um zu zeigen, mit welchen Technologien und Wärmequellen grundsätzlich in der Nachbarschaft erneuerbare Wärme bereitgestellt werden kann.
- Prioritäre Maßnahmen im Gebiet, sodass die konkreten Umsetzungsstrategien und Handlungsempfehlungen an die Gemeindeverwaltung den einzelnen Gebieten zugeordnet werden können.

Abbildung 52 stellt exemplarisch einen Steckbrief für das Quartier Stadtschwarzach Altstadt mit der Steckbriefnummer 1 dar.

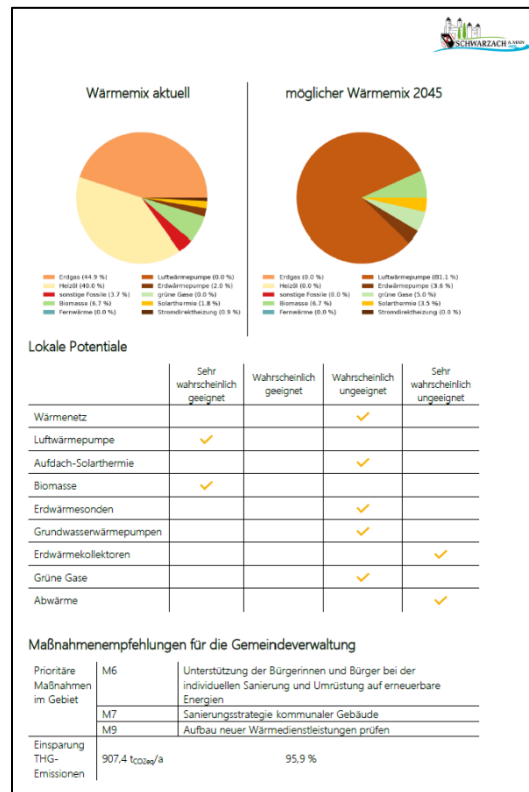
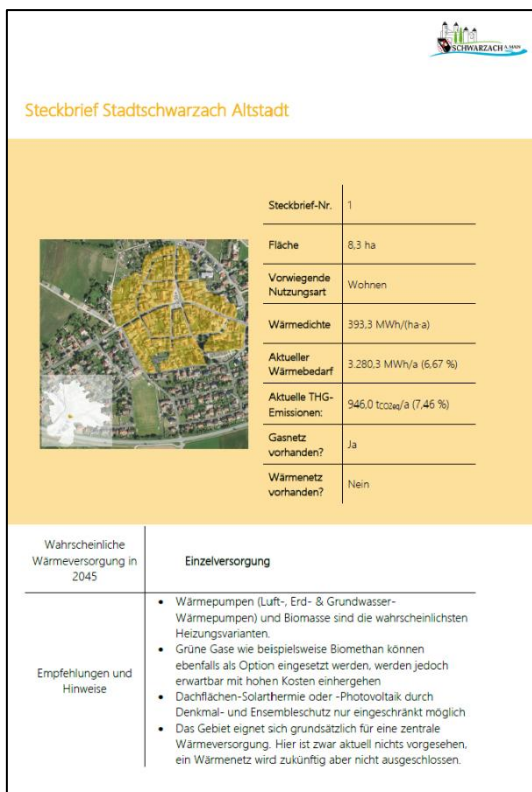


Abbildung 52: Exemplarischer Quartierssteckbrief für Stadtschwarzach Altstadt

Ein zentraler Überblick über die einzelnen Quartiere und die empfohlenen Maßnahmen wird in Tabelle 8 gegeben. Dabei wird je Quartier die Wärmedichte als zentrale Kennzahl für die Eignung eines Wärmenetzes angegeben, ebenso wie die empfohlene vorherrschende Wärmeversorgungsart.

Tabelle 8: Übersicht der Quartiere inklusive Wärmedichte und empfohlener Wärmeversorgungsart

Nr.	Name	Wärmedichte in MWh/(ha-a)	Empfohlene Wärmeversorgung
1	Stadtschwarzach Altstadt	393,3	Dezentral
2	Stadtschwarzach	280,1	Dezentral
3	Gerlachshausen	266,0	Dezentral
4	Schwarzenau	329,6	Zentral/Dezentral
5	Hörblach	284,2	Dezentral
6	Düllstadt	188,9	Dezentral
7	Abtei Münsterschwarzach	642,6	Zentral
8	Westlich der Abtei	364,0	Dezentral
9	Gewerbegebiet an der B22	94,1	Dezentral
10	Gewächshäuser bei Düllstadt	721,8	Dezentral

Im Anhang befinden sich alle zehn Quartierssteckbriefe in ausführlicher Form, ergänzt durch ein Glossar und weiterführende Erläuterungen.

4.3 Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Neben der Definition von Wärmenetz- und Einzelversorgungsgebieten soll bestimmt werden, in welchen Quartieren mit erhöhtem Einsparpotenzial zu rechnen ist. Diese Gebiete können für künftige Sanierungsstrategien in den Fokus genommen werden und versprechen besonders hohe Energieeinsparungen. Da keine flächenhafte Datengrundlage über den aktuellen Sanierungsstand gegeben ist, spielt hier das Gebäudealter eine zentrale Rolle.

Erhöhtes Sanierungspotenzial weisen insbesondere Gebäude mit Baujahr zwischen 1949 bis 1978 auf. Dies liegt einerseits daran, dass diese vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden, welche Mindestanforderungen an die Dämmung festlegte. Andererseits sind diese Gebäude zumeist nicht durch Denkmalschutz in Sanierungsschritten eingeschränkt und erlauben gleichzeitig durch ihre Bausubstanz große Sanierungstiefen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz¹ geht davon aus, dass diese Gebäude ihren Wärmebedarf um bis zu 65 % reduzieren können. Demgegenüber liegt das Sanierungspotenzial für Gebäude zwischen 1919 und 1948 bei rund 50 %, bei noch älteren Gebäuden vor 1919 bei nurmehr etwa 25 %.

Die Quartiere in Schwarzach mit den höchsten zu erwartenden Bedarfsreduktionen wurden bereits in Abbildung 48 in Kapitel 4.3 dargestellt. Der Wärmebedarf in diesen Gebieten geht in den Berechnungen bis 2045 um 24,5 % bis 32,1 % zurück. Eine überdurchschnittliche Bedarfsreduktion zeigt sich demnach hauptsächlich in Wohngebieten mit vielen Gebäuden ab 1949 und wenig Neubau. Unterdurchschnittlich fallen dagegen hauptsächlich Neubaugebiete in Gerlachshausen, Stadtschwarzach und Schwarzenau sowie die Abtei Münsterschwarzach und Gewerbegebiete aus.

4.4 Zielszenario bis 2045

Das Zielszenario bis 2045 kombiniert die bislang diskutierten Ergebnisse und fügt sie in einem konsistenten Szenariorahmen zusammen. Einerseits wird dabei die Entwicklung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude berücksichtigt (Kapitel 4.4.1). Die in den Gebietssteckbriefen ausgewiesenen Wärmeversorgungsarten je Baublock und Quartier werden damit verschnitten, um die Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur bis 2045 darzustellen (Kapitel 4.4.2). Besonderes Augenmerk soll dabei erneut auf die Entwicklung der zentralen Wärmeversorgung gelegt werden (Kapitel 4.4.3). Anschließend wird ausgewertet, welche Energieträger in welcher Menge zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen (Kapitel 4.4.4) und welche Treibhausgasemissionen dies als Ergebnis hat (Kapitel 4.4.5).

4.4.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

Die Entwicklung des Wärmebedarfs wurde bereits im Zuge der Potenzialanalyse analysiert und in Kapitel 3.4 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf signifikant reduzieren, wenn durch geeignete Maßnahmen das Potenzial gehoben wird. Das gewählte Szenario ist jedoch als ambitioniert zu werten und übersteigt die historischen Sanierungsquoten.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

Das bereits in der Potenzialanalyse vorgestellte jährliche Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK² wird in Tabelle 9 nochmals verdeutlicht.

Tabelle 9: angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Endenergiesektoren

	2023	2030	2035	2040	2045
GHD & Industrie	15,61	14,76	14,16	13,55	12,95
öffentliche Einrichtungen	6,74	6,26	5,93	5,59	5,25
Wohnen	26,83	24,91	23,36	21,84	20,35
Summe	49,18	45,94	43,44	40,98	38,55

4.4.2 Entwicklung der Wärmeerzeugerstruktur

Die in den Quartierssteckbriefen diskutierten Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr werden genutzt, um für jedes Gebäude eine mögliche, plausible künftige Wärmeversorgung zu simulieren. Jedem Gebäude wird somit eine entsprechende primäre Heizungstechnologie zugewiesen.

Abbildung 53 stellt die resultierende Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude differenziert nach Technologie im Zielszenario dar. Es wird dabei jeweils nur das primäre Heizungssystem angegeben, weshalb bspw. Solarthermie als Heizungsunterstützung nicht explizit auftaucht, um Mehrfachzählungen von Gebäuden zu vermeiden. Ebenfalls vernachlässigt werden hier Neubaugebiete, da hier noch keine konkreten Zahlen zu Gebäuden und Versorgungsstrategien bekannt sind.

¹ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: „Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg“, Karlsruhe, 2023.

² Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand – Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude“, Berlin, 2014.

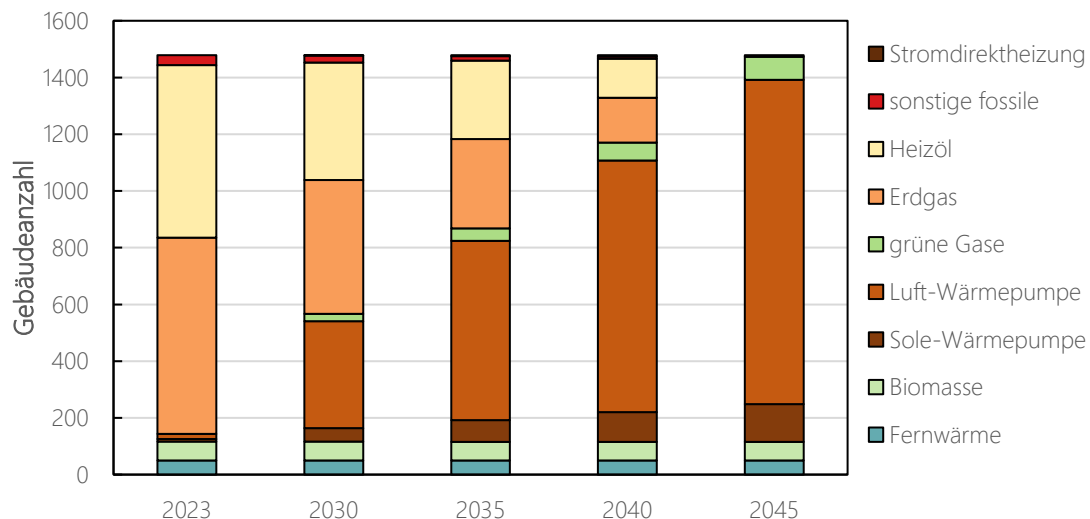


Abbildung 53: Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Aktuell wird der Großteil der Gebäude noch fossil beheizt, hauptsächlich mit Erdgas (47 %) und Heizöl (41 %) und teils mit sonstigen Fossilen (2 %). Dieser Anteil wird im Zielszenario größtenteils durch Luftwärmepumpen (von 1 % auf 77 %) abgedeckt. Die Zahl an Sole-Wärmepumpen steigt ebenfalls an (von <1 % auf 9 %). Der Anteil an Biomasse bleibt relativ konstant bei über 4 %.

Neben Wärmepumpen stellen Bioheizöl und grüne Gase grundsätzlich weitere Optionen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Unter Bioheizöl werden dabei aus Biomasse hergestellte flüssige Brennstoffe verstanden, während grüne Gase insbesondere Biomethan sowie perspektivisch erneuerbar erzeugte Gase wie grünen Wasserstoff umfassen. Auch im Rahmen der sogenannten Biotreppe des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GModG) ist vorgesehen, dass bei neu eingebauten Öl-, Gas- und Flüssiggasheizungen schrittweise steigende Anteile klimafreundlicher Brennstoffe eingesetzt werden. Damit wird grundsätzlich auch künftig eine Nutzung entsprechender Brennstoffe in dezentralen Heizungsanlagen ermöglicht. Bioheizöl kann dabei grundsätzlich unabhängig von einer bestehenden Gasnetzinfrastruktur eingesetzt werden, während grüne Gase insbesondere dort eine Option darstellen, wo eine geeignete Gasnetzinfrastruktur vorhanden ist.

Ihre zukünftige Rolle ist jedoch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. So ist derzeit weder verlässlich absehbar, wie sich die Preise entwickeln werden, noch zeichnet sich eine ausreichende Verfügbarkeit dieser Energieträger für die Wärmeversorgung ab. Neben hohen Produktionskosten ist insbesondere bei grünen Gasen davon auszugehen, dass die Kosten hoch ausfallen können, wenn die bestehende Gasnetzinfrastruktur künftig von vergleichsweise wenigen verbleibenden Abnehmern getragen werden muss. Im Zielszenario werden Bioheizöl und grüne Gase daher nicht als zentrale Säule der Wärmeversorgung betrachtet, sondern nur für Einzelfälle ohne Alternative gewertet.

Um dennoch abzubilden, dass diese Energieträger grundsätzlich eine Option für einzelne Gebäude bzw. Anwendungsfälle darstellen können, wird für das Zieljahr ein Anteil von insgesamt 5 % der Wärmeversorgung in dezentral versorgten Gebieten berücksichtigt. Da überall im Gemeindegebiet bereits die nötige Gasnetzinfrastruktur vorliegt, werden speziell grüne Gase als realistische Versorgungsoption betrachtet. Bei der Anzahl der beheizten Gebäude drückt sich das durch einen Anteil grüner Gase von knapp 6 % aus.

4.4.3 Entwicklung der Fernwärmeerzeugung

Wie in Kapitel 4.1 diskutiert, wird Fernwärme absehbar nur in den aktuellen Bestandsnetzen zum Einsatz kommen. Tabelle 10 stellt übersichtlich die Entwicklung der Fernwärme am Wärmebedarf im Zielszenario dar. Dabei wird unterschieden zwischen der jährlichen Nutzwärme aus Wärmenetzen (Wie viel der genutzten Wärme stammt aus Fernwärme?), dem jährlichen Endenergiebedarf Fernwärme (Wie viel Endenergie wird zur Bereitstellung der Fernwärme benötigt?) sowie den angeschlossenen Gebäuden an Fernwärme (Wie viele Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen?).

Tabelle 10: Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossenen Gebäude im Zielszenario

	2023	2030	2035	2040	2045
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in GWh)	5,80	5,40	5,11	4,82	4,53
Jährlicher Nutzwärmebedarf aus Fernwärme (in % des Gesamtwärmebedarfs)	12%	12%	12%	12%	12%
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in GWh)	8,22	7,65	7,23	6,82	6,41
Jährlicher Endenergiebedarf Fernwärme (in % des Gesamtendenergiebedarfs)	14%	17%	20%	24%	30%
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	50	50	50	50	50
Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz (in % der Gesamtgebäude)	3%	3%	3%	3%	3%

Da es keine Netzerweiterungen gibt, bleibt zwar die Anzahl der angeschlossenen Gebäude konstant, Wärme- und Endenergiebedarf nehmen allerdings ab. Dies liegt an der Reduktion des Wärmebedarfs in den Netzgebieten aufgrund von Sanierungsmaßnahmen und Klimaeinflüssen. Der Anteil am gesamten Endenergiebedarf der Gemeinde steigt allerdings, da in dezentralen Gebieten hauptsächlich Wärmepumpen mit sehr hohen Wirkungsgraden zum Einsatz kommen.

Grundsätzlich bestehen unterschiedlichste Möglichkeiten, Wärmenetze mit erneuerbaren Energien zu betreiben. Die lokal vorhandenen Potenziale wurden in der Potenzialanalyse diskutiert und reichen von Biomasse über Solarthermie und erneuerbare Gase bis hin zu Großwärmepumpen unter Nutzung unterschiedlicher Umweltwärmequellen (Abwasser, Luft, etc.).

Abbildung 54 stellt die Entwicklung des Fernwärmemixes im Szenario dar. Die beiden Netze Abtei und Schwarzenau werden heute bereits fast ausschließlich erneuerbar versorgt (Kapitel 2.3.4). Der Anteil an fossilen Energieträgern liegt insgesamt bei 7 % und kommt durch drei Heizöl-Spitzenlastkessel im Netz der Abtei zustande. Im Szenario wird davon ausgegangen, dass dieser Anteil künftig durch Wasserstoff oder Biomethan abgedeckt werden kann, wobei er durch den abnehmenden Wärmebedarf eventuell sowieso schon wegfällt.

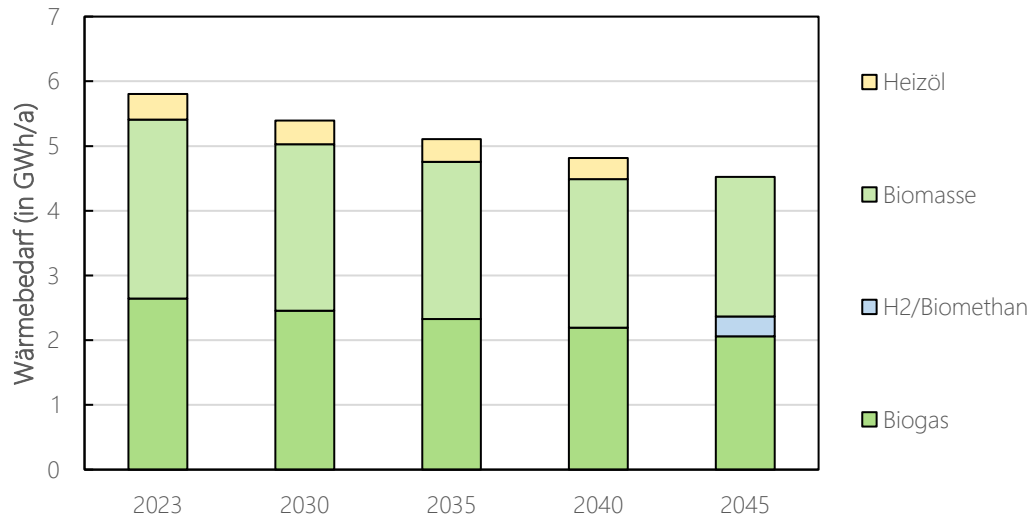


Abbildung 54: Entwicklung der Aufteilung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Zur Deckung des Wärmebedarfs wird die in Abbildung 55 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien, ebenso wie pauschale Netzverluste bei der Verteilung der Wärme im Wärmenetz von 10 % und zusätzlich 4,5 % bei den Übergabestationen. Da sämtliche eingesetzten Technologien ähnliche Wirkungsgrade besitzen, entsprechen die Anteile hier fast denen des Wärmemixes.

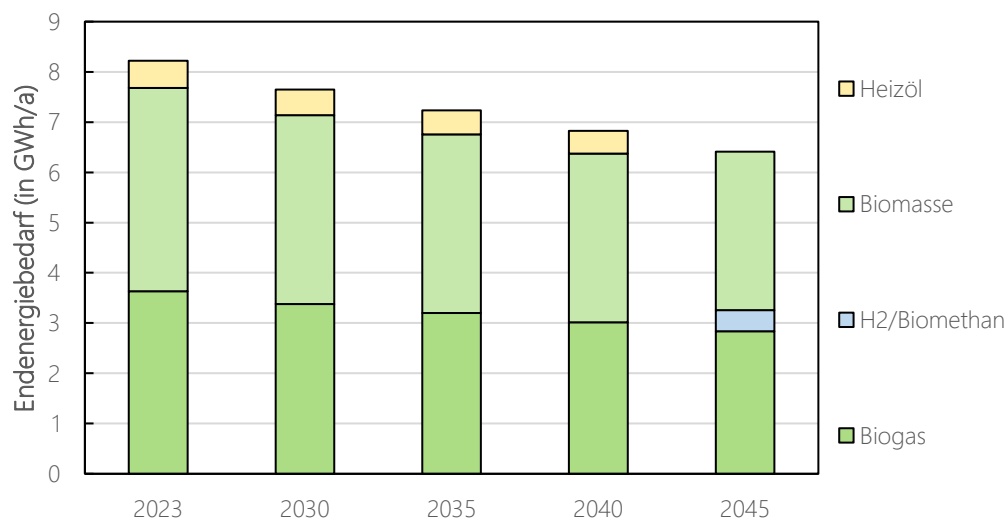


Abbildung 55: Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 11 zusätzlich nochmals zusammengefasst.

Tabelle 11: Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgelassenen Wärme nach Energieträgern

	2023	2030	2035	2040	2045
Heizöl (in GWh/a)	0,54	0,51	0,48	0,45	0,00
Heizöl (in %)	7%	7%	7%	7%	0%
Biomasse (in GWh/a)	4,04	3,76	3,56	3,36	3,15
Biomasse (in %)	49%	49%	49%	49%	49%
H2/Biomethan (in GWh/a)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
H2/Biomethan (in %)	0%	0%	0%	0%	7%
Biogas (in GWh/a)	3,63	3,38	3,20	3,02	2,83
Biogas (in %)	44%	44%	44%	44%	44%

4.4.4 Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung

Die Kombination der Entwicklung des Wärmebedarfs (Kapitel 4.4.1), der Wärmeerzeugerstruktur (Kapitel 4.4.2) sowie der Entwicklung der Fernwärmeerzeugung (Kapitel 4.4.3) resultiert in der Entwicklung der eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung. Diese stellt dar, welcher Anteil des Wärmebedarfs durch die unterschiedlichen Energieträger und Heizungsarten gedeckt wird.

Abbildung 56 zeigt die Entwicklung des Wärmemixes im Zielszenario. Dies verdeutlicht, welcher Anteil der verbrauchten Wärme durch welchen Energieträger gedeckt wird. Während zum aktuellen Stand die fossilen Energieträger noch dominieren, wird im Zieljahr 2045 rund 65 % der Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt. Weitere 12 % der genutzten Wärme stammen aus Fernwärme, 7 % aus Biomasse, 4 % aus grünen Gasen und 3 % aus Solarthermie. Die restlichen 9 % des Wärmebedarfs werden mit Stromdirektheizungen gedeckt. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Prozesswärmebedarfe.

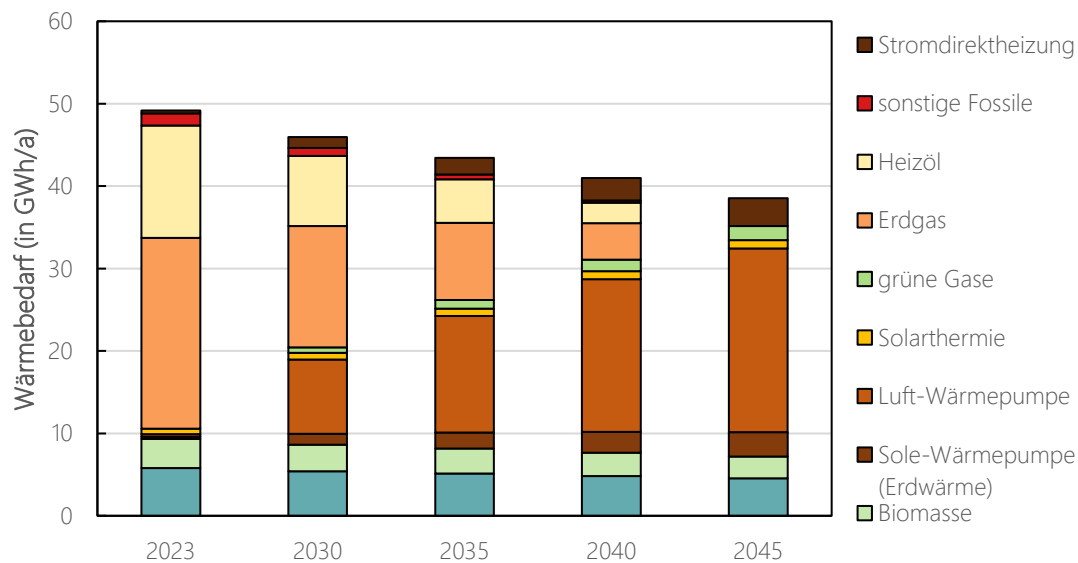


Abbildung 56: Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Zur Deckung des Wärmebedarfs wird die in Abbildung 57 dargestellte Endenergie benötigt. Die Werte berücksichtigen typische Konversionsverluste der einzelnen Technologien. Der Endenergiebedarf sinkt erwartbar deutlich mehr als der Wärmebedarf, was insbesondere auf die hohe mögliche Effizienz der Wärmepumpen zurückzuführen ist. Diese können aus der eingesetzten Endenergie (Strom) wesentlich mehr Nutzenergie (Wärme) erzeugen, wodurch sich der Endenergiebedarf deutlich reduziert.

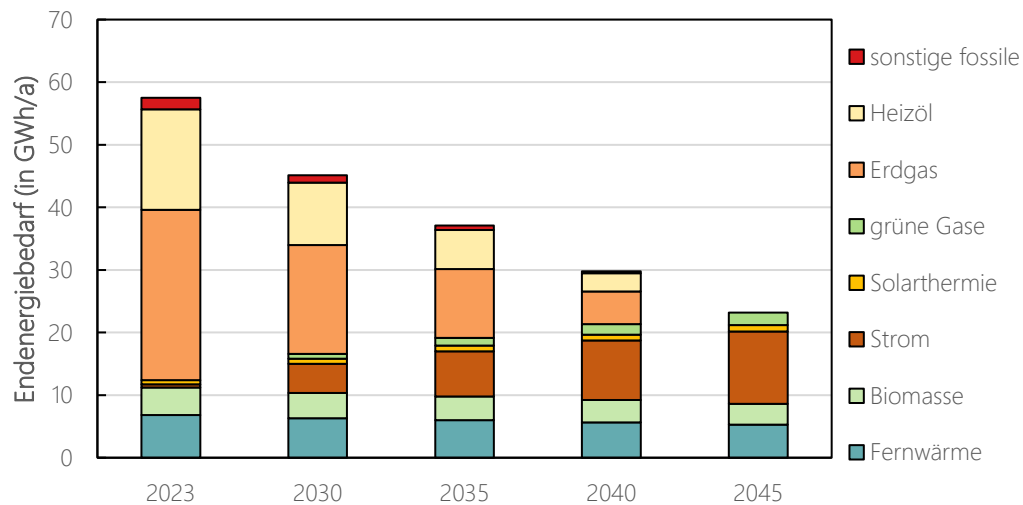


Abbildung 57: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

Die Zahlenwerte der Entwicklung des Endenergiebedarfs werden in Tabelle 12 zusätzlich nochmals zusammengefasst.

Tabelle 12: Entwicklung des Endenergiebedarfs in GWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

	2023	2030	2035	2040	2045
Erdgas	27,24	17,35	10,99	5,21	0,00
Heizöl	16,02	10,01	6,25	2,92	0,00

Biomasse	4,40	4,05	3,80	3,56	3,33
sonstige fossile	1,87	1,17	0,73	0,34	0,00
Fernwärme	6,79	6,32	5,98	5,64	5,30
Strom	0,51	4,65	7,21	9,52	11,56
Solarthermie	0,67	0,81	0,89	0,96	1,01
grüne Gase	0,00	0,77	1,24	1,66	2,02
Summe	57,51	45,13	37,11	29,81	23,21

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass das Zielszenario einen ausgewählten möglichen Fahrplan der Transformation der Wärmeversorgung darstellt und naturgemäß Unschärfen aufweist. Die tatsächliche Entwicklung, insbesondere hinsichtlich der absoluten Anteile der einzelnen Wärmeversorgungstechnologien, wird nicht zuletzt stark von den politischen Rahmenbedingungen der kommenden Jahre geprägt werden und kann von den hier gesetzten Zielwerten prozentual abweichen.

4.4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Aus der Entwicklung des Endenergiebedarfs kann abschließend die Entwicklung der Treibhausgasemissionen abgeleitet werden. Dafür werden insbesondere die in Kapitel 2.3.6 dargestellten spezifischen CO₂-eq-Emissionsfaktoren verwendet.

Die Treibhausgasemissionen reduzieren sich im Zielszenario von rund 12.700 t_{CO₂eq} über die Zwischenschritte 9.400 t_{CO₂eq} (2030), 6.500 t_{CO₂eq} (2035) und 3.200 t_{CO₂eq} (2040) bis auf 940 t_{CO₂eq} (2045). Insgesamt könnten die Emissionen im Zielszenario so um 93 % reduziert werden. Den Hauptbeitrag zu den verbleibenden Emissionen im Zieljahr 2045 leistet die Nutzung grüner Gase (44 %) sowie der Bezug von Netzstrom (39 %) für Wärmepumpen. Biomasse verursacht den Großteil der restlichen Emissionen (15 %) und auch Solarthermie hat einen sehr geringen Anteil (1 %). Neben den hohen Kosten zeigt sich hier auch ein deutlicher Nachteil bei grünen Gasen hinsichtlich der Emissionen: Während grüne Gase (inkl. Einsatz in Wärmenetzen) im Zieljahr nur ca. 11 % der Wärme versorgen, verursachen sie 44 % der CO₂-Emissionen.

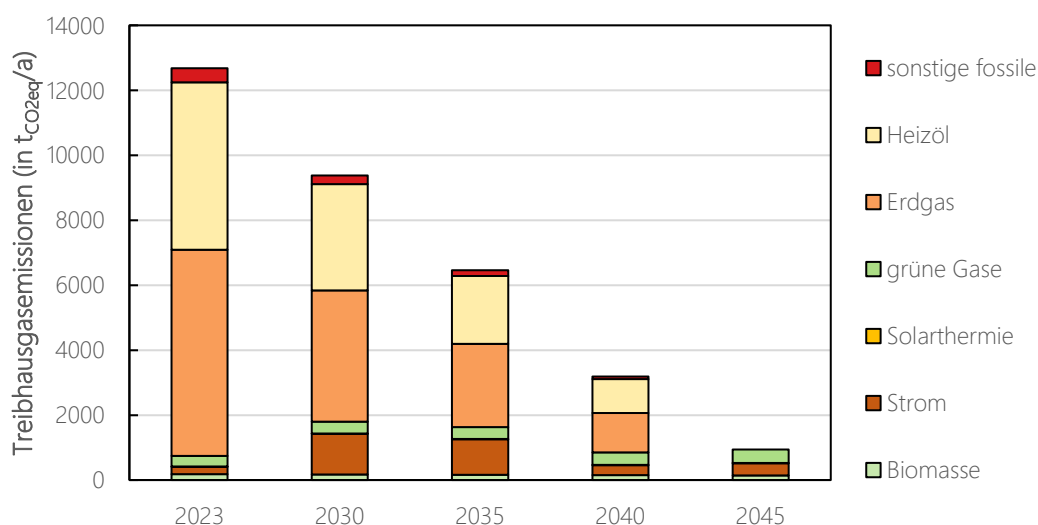


Abbildung 58: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern

4.5 Zwischenfazit Zielszenario

Das Zielszenario zeigt durch die Verschneidung der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse auf, wie ein Übergang von der aktuellen, hauptsächlich fossil dominierten Wärmeversorgung hin zu einer erneuerbaren gelingen kann. Wesentliche Erkenntnisse sind dabei:

- Die beiden Bestandswärmenetze bei der Abtei und in Schwarzenau werden voraussichtlich nicht erweitert. Die Bebauung rund um das Wärmenetz der Abtei bietet allerdings gute Voraussetzungen für eine Netzerweiterung, weshalb das Gebiet als Prüfgebiet gekennzeichnet ist. In Ausnahmefällen können auch kleinere individuelle Nahwärmekonzepte eine Alternative bieten.
- Die Wärmeversorgung im restlichen Gemeindegebiet wird voraussichtlich durch dezentrale Einzelversorgung bereitgestellt. Luft-Wärmepumpen bieten hier, insbesondere durch ihren effizienten Betrieb, das größte Potenzial.
- Wärmepumpen haben das Potenzial, weite Teile der dezentralen Wärme bereitzustellen. Luft-Wärmepumpen sind dabei häufig eine naheliegende Option. Neben Luft-Wärmepumpen können auch Erdwärmesonden – also oberflächennahe Geothermie – eingesetzt werden. Deren höhere Investitionskosten stehen niedrigeren Stromverbräuchen gegenüber.
- In Einzelfällen können auch grüne Gase und Bioheizöl zum Einsatz kommen. Aufgrund der hohen Unsicherheit hinsichtlich Verfügbarkeit und Preisen sollte diese Lösung jedoch nur in Betracht gezogen werden, falls keine Alternativen zur Verfügung stehen.
- Die Treibhausgasemissionen können sich im Zielszenario von rund 12.700 t_{CO₂eq}/a um 93 % auf 940 t_{CO₂eq}/a reduzieren. Dies wird durch den Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger bei gleichzeitiger Reduktion des Bedarfs durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen erreicht.

Zur Erreichung der ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Diese werden im folgenden Kapitel erarbeitet und näher beschrieben.

5 Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen

Das Zielszenario zeigt auf, welcher Energieträger wo in Zukunft in welcher Menge eine Rolle spielen kann. Gleichzeitig werden ambitionierte Sanierungsannahmen getroffen. Um diese Ziele erreichen zu können, sind gezielte Maßnahmen erforderlich.

Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Wärmewendestrategie bereitzustellen. Diese richten sich vorrangig an zentrale Akteure in der Wärmewirtschaft, wie Kommunen, Energieversorger, Schornsteinfeger, Energieberater etc. Um die Umsetzungsmaßnahmen systematisieren und ordnen zu können, schlagen das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) eine einheitliche Klassifizierung vor (Abbildung 59).

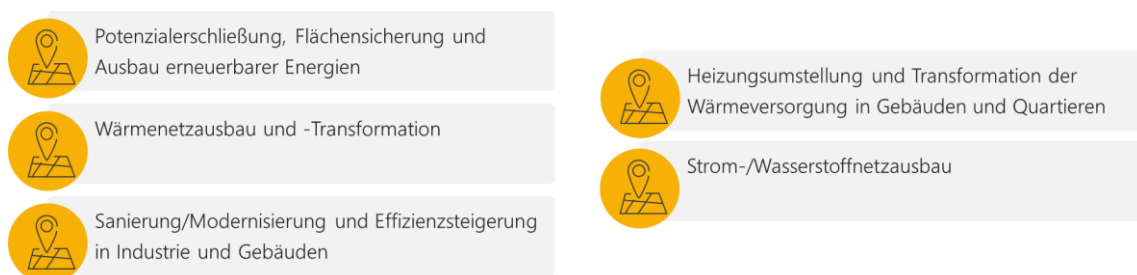


Abbildung 59: Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWK und BMWSB¹

Die thematischen Strategiefelder nach BMWK und BMWSB beinhalten konkret:

- Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Wärmenetzausbau und -transformation: Maßnahmen, um neue Wärmenetze zu errichten oder bestehende Wärmenetze zu erweitern oder zu transformieren
- Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden: Maßnahmen, die auf eine Reduktion des Wärmebedarfs in Wohn- und Nichtwohngebäuden führen
- Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren: Maßnahmen, die auf die Heizungsumstellung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Quartieren abzielen
- Strom-/Wasserstoffnetzausbau: Maßnahmen mit Fokus auf Auf- bzw. Ausbau von Strom- und Wasserstoffnetzen und/oder die Transformation (bzw. ggf. Stilllegung) bestehender Energieinfrastrukturanlagen

Darüber hinaus werden die Maßnahmen in drei Aktionskategorien geclustert: Organisation (v. a. relevant für Controlling- und Verstetigungsstrategie), Kommunikation (v. a. relevant für Kommunikationsstrategie), Planung und Umsetzung.

¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB): „Leitfaden Wärmeplanung – Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche“, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen und stellt jeweils Kategorie der Maßnahme und Hauptadressaten dar.

Tabelle 13: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen

Nr.	Maßnahme	Kategorie	Adressat
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien			
1	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung	Organisation	Markt Schwarzach
2	Prüfung zur Schaffung einer Koordinationsstelle für Klimaschutz	Organisation	Markt Schwarzach
3	Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien	Planung und Umsetzung	Markt Schwarzach
4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind	Planung und Umsetzung	Markt Schwarzach
Wärmenetzausbau und -Transformation			
5	Prüfung Erweiterung Wärmenetz Abtei Münsterschwarzach	Planung und Umsetzung	Markt Schwarzach
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden			
6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien	Kommunikation	Markt Schwarzach, Energieberaterinnen und Energieberater
7	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude	Planung und Umsetzung	Markt Schwarzach
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren			
8	Methoden, Informationen und Veranstaltungsformate zur Wärmewende	Kommunikation	Markt Schwarzach

9	Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen	Planung und Umsetzung	LKW Kitzingen GmbH, Energieversorger
---	---	-----------------------	--------------------------------------

Strom-/Wasserstoffnetzausbau			
10	Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen	Planung und Umsetzung	N-ERGIE Netz GmbH, Markt Schwarzach
11	Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff	Planung und Umsetzung	LKW Kitzingen GmbH

Jede Maßnahme wird in Form eines Maßnahmensteckbriefs konkretisiert und ausgearbeitet. Die Maßnahmensteckbriefe sollen Antwort auf folgende Fragen geben:

- Welche Maßnahmen sind erforderlich?
- Wer ist dafür verantwortlich?
- Welche Handlungsschritte werden benötigt?
- Wann und wie lange ist die Maßnahme erforderlich?
- Welcher Aufwand kommt bei der Maßnahme auf die Kommune zu?
- Welche Kosten fallen für die Maßnahme an?
- Welche Förderungen können zur Finanzierung genutzt werden?

Abbildung 60 zeigt einen exemplarischen Maßnahmensteckbrief. Die gesammelten Maßnahmensteckbriefe sind im Anhang zu finden.

Maßnahme 3:

Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Markt Schwarzach	
Beschreibung	Der kommunale Wärmebedarf spielt eine nennenswerte Rolle, ebenso die dadurch ausgestoßenen Treibhausgasemissionen. Hier ist einerseits großes Potenzial zur Dekarbonisierung. Andererseits kann die Kommune als zentrale Akteurin durch eine gezielte Planung und Umsetzung den Weg für eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung ebnen und eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung zeigt die Kommune, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Kommune kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Markt Schwarzach
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Abbildung 60: Exemplarischer Maßnahmensteckbrief

6 Controllingstrategie und Umsetzungskontrolle

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist ein langfristiger und vielschichtiger Prozess. Um die Wirksamkeit der erarbeiteten und umgesetzten Maßnahmen zu bewerten und kontinuierlich zu prüfen, ist eine Controllingstrategie hilfreich. Dies erlaubt einerseits eine Nachvollziehbarkeit des bisher erreichten Projektfortschritts und vergleicht diese mit zuvor definierten Zielwerten. Andererseits ermöglicht die Controllingstrategie eine kontinuierliche Evaluierung und ggf. Nachjustierung der getroffenen Maßnahmen. Zudem bildet sie die Grundlage, um rechtliche Anforderungen einzuhalten, wie etwa die Fortschreibungspflichten gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetz. Ein gut durchdachtes Controllingkonzept stellt so sicher, dass die kommunale Wärmeplanung langfristig effektiv, effizient und nachhaltig bleibt.

Das Controllingkonzept für die kommunale Wärmeplanung sollte maßgeblich auf der Treibhausgas- und Endenergiebilanz basieren, da diese zentrale Indikatoren für den Erfolg der Maßnahmen darstellen. Die Treibhausgasbilanz gibt Aufschluss über die Fortschritte bei der Reduktion klimaschädlicher Emissionen, während die Endenergiebilanz den Energieverbrauch und die Art der eingesetzten Energieträger analysiert.

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen bewerten zu können, werden Indikatoren eingeführt. Diese berücksichtigen neben den eigentlichen Treibhausgas- und Energiewerten auch die demographische Entwicklung. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass Ergebnisse nicht durch veränderte Rahmenbedingungen verfälscht werden. Die Indikatoren sollen dabei einerseits möglichst aussagekräftig sein, andererseits mit geringem Aufwand von wenigen Akteuren bezogen werden können. Konkret werden deshalb folgende Indikatoren zur Zielüberwachung festgelegt:

- **Erdgasverbrauch je Einwohner:** Der Erdgasverbrauch pro Einwohner gibt an, wie viel Erdgas im Durchschnitt pro Kopf innerhalb der Kommune verbraucht wird. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden.
- **Erdgasverbrauch je m² Wohnfläche:** Dieser Indikator zeigt den durchschnittlichen Erdgasverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche und ermöglicht eine Einschätzung der Effizienz des Energieeinsatzes. Er dient der Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und unterstützt die Identifikation von Sanierungsbedarf. Der Erdgasverbrauch kann vom Gasnetzbetreiber bezogen werden, die Wohnfläche durch Angaben aus dem kommunalen Gebäudekataster.
- **Fernwärmeverbrauch je Einwohner:** Der Fernwärmeverbrauch pro Einwohner misst die durchschnittliche Nutzung von Fernwärme pro Kopf in der Kommune. Damit erlaubt dieser Indikator den Vergleich des geplanten Ausbaus der Fernwärme mit dem tatsächlichen. Datenquelle sind dabei Angaben der Wärmenetzbetreiber, ergänzt durch Bevölkerungsdaten der Kommune.
- **Fernwärmeverbrauch je m² Wohnfläche:** Der durchschnittliche Fernwärmeverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche zeigt – ähnlich wie der Erdgasverbrauch je m² – die Effizienz des Energieeinsatzes an.
- **Wärmepumpenstrom je Einwohner:** Dieser Indikator erfasst den durchschnittlichen Stromverbrauch von Wärmepumpen pro Einwohner in der Kommune. Damit ermöglicht er die Bewertung des Wärmepumpenausbaus und einen Soll-Ist-Vergleich. Die Daten können vom Stromnetzbetreiber bezogen werden.

- **Wärmepumpenstrom je m² Wohnfläche:** Der Wärmepumpenstrom pro Quadratmeter Wohnfläche gibt zusätzlich zur Entwicklung des Wärmepumpenausbaus Aufschluss über die Gebäudeeffizienz.
- **Treibhausgasemissionen je Einwohner:** Dieser Indikator misst die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen, die pro Kopf durch den Wärmeverbrauch in der Kommune entstehen. Er dient der Erfolgskontrolle der Maßnahmen zur Emissionsreduktion und der Überprüfung der Zielerreichung im Klimaschutz. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Energiebilanzen und Emissionsfaktoren für die genutzten Energieträger, ergänzt durch Bevölkerungsdaten.

Weitere Indikatoren wie der Heizöl- oder Holz- bzw. Pelletverbrauch oder auch Sanierungsaktivitäten würden zwar weitere Erkenntnisse verschaffen, sind aufgrund der fehlenden Zentralität der Versorgungsstruktur jedoch nur mit sehr großem Aufwand erfassbar.

Die Indikatoren sollten jährlich bestimmt werden, die Treibhausgasbilanz zumindest 5-jährlich. Tabelle 14 stellt zum Abgleich der Ziele die Zielsetzungen aus dem Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dar. Mit diesen sollten die Indikatoren jährlich überprüft werden. Zwischen den Stützjahren ist eine lineare Interpolation zweckmäßig.

Tabelle 14: Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045

	2023	2030	2035	2040	2045
Allgemeine Daten					
Einwohner	3.665	3.751	3.813	3.875	3.936
Wohnfläche in m ²	180.817	185.075	188.117	191.158	194.200
Erdgasverbrauch					
Erdgasverbrauch gesamt (MWh)	27.242	17.354	10.995	5.213	0
Erdgasverbrauch je Einwohner (kWh)	7.433	4.626	2.884	1.345	0
Erdgasverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	151	94	58	27	0
Fernwärmeverbrauch					
Fernwärmeverbrauch gesamt (MWh)	6.794	6.318	5.978	5.638	5.299
Fernwärmeverbrauch je Einwohner (kWh)	1.854	1.684	1.568	1.455	1.346
Fernwärmeverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	38	34	32	29	27

Wärmepumpenstromverbrauch					
Wärmepumpenstromverbrauch (MWh)	166	3.327	5.196	6.809	8.171
Wärmepumpenstromverbrauch je Einwohner (kWh)	45	887	1.363	1.757	2.076
Wärmepumpenstromverbrauch je Wohnfläche (kWh/m ²)	1	18	28	36	42
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (tCO ₂ -eq)	12.678	9.381	6.458	3.189	940
Treibhausgasemissionen je Einwohner (kgCO ₂ -eq)	3.459	2.501	1.694	823	239

Die umfassende Endenergie- und Treibhausgasbilanz, einschließlich aller relevanten Rahmenbedingungen und Energieträger, sollte regelmäßig aktualisiert werden. Dies kann im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans erfolgen. Gemäß § 25 des Wärmeplanungsgesetzes muss diese Aktualisierung spätestens alle fünf Jahre nach Abschluss des Wärmeplans gewährleistet sein.

7 Kommunikationsstrategie

Um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung zu bringen, spielt eine gezielte Kommunikationsstrategie eine zentrale Rolle. Sie hilft dabei, alle relevanten Akteure einzubinden und eine breite Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erzielen. Eine effektive Kommunikation umfasst sowohl die Information als auch die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger, Kommunalverwaltungen, Unternehmen, Energieversorger und anderen Interessengruppen. Durch transparente und verständliche Information über die Ziele, den Nutzen und die Umsetzung von Maßnahmen können Missverständnisse und Widerstände reduziert werden. Zudem ist es wichtig, frühzeitig auf die Bedürfnisse und Bedenken der Bevölkerung einzugehen, um eine partizipative Planung zu fördern und das Vertrauen in die Maßnahmen zu stärken.

Bereits während der Laufzeit der kommunalen Wärmeplanung wurden Kommunikationsmaßnahmen umgesetzt. So wurden beispielsweise

- eine Informationsseite zur kommunalen Wärmeplanung auf der Webseite der LKW Kitzingen eingerichtet, auf der unter anderem FAQs zur kommunalen Wärmeplanung und zum Gasnetz veröffentlicht wurden,
- Zielsetzung, Zwischenergebnisse und Maßnahmen im Gemeinderat sowie im Bauamt vorgestellt und diskutiert,
- wesentliche Großkunden und weitere relevante Akteure frühzeitig informiert und in persönlichen Gesprächen über Zielsetzung, zentrale Fragestellungen sowie potenzielle Rollen in der kommunalen Wärmeplanung aufgeklärt; dabei wurde unter anderem die Bereitschaft zur Abwärmenutzung bzw. zur Teilnahme an zukünftigen Wärmeinfrastrukturen abgefragt,
- Ergebnisse im Rahmen einer Öffentlichkeitsveranstaltung den Bürgerinnen und Bürgern vor Ort präsentiert, sowie
- Abstimmungen mit der Gemeinde auf Arbeitsebene sowohl digital als auch vor Ort getroffen.

Auch nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung ist eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie unbedingt erforderlich. Konkret wurden dafür bereits entsprechende Maßnahmen definiert und vorgestellt, welche in Tabelle 15 nochmals übersichtlich dargestellt werden.

Tabelle 15: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Kommunikationsstrategie

Nr.	Maßnahme	Adressat
1	Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung	Markt Schwarzach
6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien	Markt Schwarzach
8	Methoden, Informationen und Veranstaltungsformate zur Wärmewende	Markt Schwarzach

Die Kommunikationsmaßnahmen binden dabei unterschiedliche Akteure und Zielgruppen ein. Die Kommunikationsstrategie hat entsprechend Zielsetzungen, welche den besonderen Rollen der Akteure gerecht werden soll.

- **Kommunikation innerhalb der Verwaltung:** Der Kommune kommt eine zentrale Rolle im Bereich der Wärmewende zu. Eine effektive Kommunikation innerhalb der Verwaltung ist essenziell, um eine reibungslose Zusammenarbeit und die Umsetzung der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen. Ziel ist es, alle beteiligten Abteilungen über den aktuellen Stand der Wärmeplanung zu informieren, ihre Expertise einzubeziehen und mögliche Schnittstellen frühzeitig zu identifizieren. Die Schaffung einer zentralen Koordinationsstelle, regelmäßige Meetings mit den beteiligten Stellen, klar definierte Verantwortlichkeiten und eine offene Feedbackkultur tragen dazu bei, die interne Koordination zu stärken.
- **Kommunikation mit relevanten Stakeholdern:** Die Einbindung von Stakeholdern wie Energieversorgern, Unternehmen, NGOs oder Planungsbüros ist entscheidend, um deren Fachwissen und Interessen in die Wärmeplanung zu integrieren sowie deren Einflussmöglichkeiten bei der Umsetzung zu nutzen. Das Ziel ist es, partnerschaftliche Kooperationen aufzubauen, Synergien zu nutzen und die Akzeptanz für geplante Maßnahmen zu erhöhen. Hierbei ist es wichtig, Stakeholder frühzeitig einzubinden und ihre Perspektiven in den Prozess einfließen zu lassen. Eine klare und nachvollziehbare Darstellung von Plänen und deren Nutzen sowie die Einrichtung von Austauschformaten, wie Runden Tischen oder Workshops, fördern die Zusammenarbeit.
- **Öffentlichkeitsbeteiligung:** Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger ist ein zentraler Baustein, um die Akzeptanz und das Verständnis für die kommunale Wärmeplanung zu erhöhen. Das Ziel ist es, die Bevölkerung über den vor ihnen liegenden Prozess zu informieren, ihre Meinungen und Anregungen einzuholen und sie in Entscheidungen einzubeziehen. Dabei sollten die Kommunikationskanäle und -formate auf die Zielgruppen zugeschnitten sein, z. B. durch öffentliche Veranstaltungen, Online-Plattformen oder Bürgerforen. In der Kommunikationsstrategie sollte darauf geachtet werden, die zentralen Fragestellungen der Bürgerinnen und Bürgern zu adressieren (z. B. Welche Heizung darf ich einbauen? Kommt bei mir ein Wärmenetz? Welche Kosten kommen auf mich zu? An wen kann ich mich für Unterstützung wenden?).

- **Berichterstattung:** Die Berichterstattung dient der Dokumentation und Bewertung der Fortschritte in der Umsetzung der Wärmeplanung und richtet sich an unterschiedliche Zielgruppen wie die Politik, Stakeholder und die Öffentlichkeit. Ziel ist es, die Ergebnisse nachvollziehbar darzustellen, den Prozess zu reflektieren und über Herausforderungen und Erfolge zu informieren. Wichtig sind eine klare Struktur und eine verständliche Aufbereitung der Berichte, ergänzt durch anschauliche Visualisierungen und Daten.

Die entsprechenden, detailliert ausformulierten Maßnahmenbeschreibungen sind im Anhang zu finden.

8 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie soll sicherstellen, dass die kommunale Wärmeplanung als langfristiger Prozess erfolgreich in die Verwaltung, Politik und Gesellschaft integriert wird. Ziel ist es, die erarbeiteten Maßnahmen nachhaltig umzusetzen, regelmäßige Fortschritte zu sichern und die Wärmeplanung als festen Bestandteil kommunaler Entwicklung zu etablieren. Klare Verantwortlichkeiten, feste Ansprechpersonen und die Integration in zentrale Verwaltungsbereiche wie Stadtentwicklung, Umwelt- oder Klimaschutzabteilungen schaffen eine stabile Grundlage. Regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeitende und eine Verankerung in der Haushaltsplanung sichern die langfristige Umsetzung. Die Wärmewende ist ein langfristig angelegter Prozess, entsprechend ist auch eine kontinuierliche Reevaluation der Zwischenergebnisse aber auch Zielsetzungen erforderlich.

Eine kontinuierliche Einbindung relevanter Stakeholder wie Energieversorger, Unternehmen und zivilgesellschaftlicher Akteure gewährleistet zusätzlich die notwendige Unterstützung und Kapazitäten bei der Umsetzung. Langfristige Kooperationen, zum Beispiel in Form von Beiräten oder Kooperationsverträgen, schaffen eine stabile Grundlage für Zusammenarbeit. Hier empfiehlt sich die Einrichtung eines permanenten Gremiums mit allen relevanten Akteuren. Ergänzend dazu sollte die Öffentlichkeit regelmäßig beteiligt werden, um die Akzeptanz und das Mitwirken der Bürgerinnen und Bürger zu sichern. Informations- und Beteiligungsformate, die in verständlicher Sprache den Fortschritt und Nutzen der Maßnahmen darstellen, stärken das Vertrauen in den Prozess.

Ein effektives Monitoring und die Möglichkeit zur Anpassung der Maßnahmen sind weitere zentrale Elemente der Verstetigung. Durch ein systematisches Monitoring werden Fortschritte anhand festgelegter Indikatoren wie Energieeffizienz oder CO₂-Reduktion gemessen. Regelmäßige Evaluierungen und Anpassungen ermöglichen es, flexibel auf neue Rahmenbedingungen (technologischen Fortschritt, politische Vorgaben, wirtschaftliche Entwicklungen etc.) zu reagieren. Dies erfordert zudem eine stabile finanzielle Grundlage, die durch die Nutzung von Förderprogrammen, kommunalen Budgets und Partnerschaften mit privaten Akteuren gesichert werden kann.

Abschließend ist der Wissensaustausch mit anderen Kommunen und Institutionen ein wichtiger Baustein, um von Best Practices und Innovationen zu profitieren. Netzwerke, Fachveranstaltungen und eine Wissensdatenbank fördern den Transfer von Know-how und stärken die Weiterentwicklung der Wärmeplanung. Mit einer konsequent umgesetzten Verstetigungsstrategie wird die kommunale Wärmeplanung zu einem dauerhaften Bestandteil der Klimaschutzpolitik und trägt langfristig zur Erreichung der Klimaziele bei.

Konkrete Optimierungsvorschläge zur dauerhaften Integration der Wärmeplanung in kommunale Strukturen und Prozesse sind unter anderem:

Institutionalisierung

- Einrichtung einer dauerhaften Koordinationsstelle für Wärmeplanung im Rathaus
- Aufbau eines kommunalen Wärmebeirats mit Vertretern aus Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft

Daten- und Monitoringstruktur

- Aufbau eines digitalen Wärme-Informationssystems, das regelmäßig aktualisiert wird (z. B. mit Verbrauchsdaten, Netzstatus, Potenzialkarten)

Verbindliche Integration in die Gemeindeentwicklung

- Verankerung der Wärmeplanung in Bauleitplanung, Sanierungsgebieten und Quartiersentwicklung

Kommunikation und Beteiligung

- Verstetigung von Bürgerdialogen (z. B. jährliche Wärmeforen, Online-Plattformen)

Die Umsetzung dieser Optimierungsmaßnahmen erfordert ein Zusammenspiel unterschiedlicher Verwaltungseinheiten und Zuständigkeiten. Nur durch die Bündelung der Kompetenzen und Befugnisse ist eine zielgerichtete Verstetigung der Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung möglich. Konkret bedeutet dies für die unterschiedlichen Verwaltungseinheiten:

Aufgabenbereich Gemeindeplanung / Bauleitplanung

- Integration der Wärmeplanung in die Bauleitplanung (Flächennutzungsplan, Bebauungspläne etc.)
- Sicherung von Flächen für Energieinfrastruktur (z. B. Wärmenetze, Solarthermie)
- Prüfung und Umsetzung planungsrechtlicher Steuerungsmöglichkeiten

Aufgabenbereich Liegenschaften / Gebäudemanagement

- Nutzung der kommunalen Liegenschaften zur Umsetzung der Wärmeplanung (z. B. Wärmenetzanschlüsse, Eigenerzeugung)
- Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand
- Datenbereitstellung zu kommunalen Gebäuden

Aufgabenbereich Umwelt / Klimaschutz / Nachhaltigkeit

- Monitoring der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor
- Integration in kommunale Klimaschutzkonzepte und -berichte
- Unterstützung bei Fördermittelakquise und Förderberatung

Kämmerei / Finanzen

- Integration der Wärmeplanung in den kommunalen Haushalt und Investitionsplanung
- Fördermittelmanagement

9 Zusammenfassung und Fazit

Der Markt Schwarzach am Main erstellte in enger Zusammenarbeit mit der prosio engineering GmbH und der LKW Kitzingen GmbH die Kommunale Wärmeplanung für das Gemeindegebiet. Dies ist ein wichtiger Schritt zur nachhaltigen Energieversorgung der Gemeinde. Der Wärmeplan unterstützt die Kommune, die Energieversorger sowie die Bürgerschaft bei der langfristigen Planung der Wärmeversorgung.

Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse untersuchte den aktuellen Wärmesektor. Dabei wurde der Gebäudebestand zunächst hinsichtlich Alter, Nutzung und Typ gebäudescharf analysiert. Anschließend wurde durch Kombination unterschiedlicher Datenquellen der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude ermittelt. Auswertungen von Daten der Gas-, Strom- und Wärmenetze sowie der Schornsteinfeger erlaubten, die aktuelle Wärmeversorgung der einzelnen Gebäude abzubilden und zu bewerten. Die Ergebnisse wurden kartographisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Rund 76 % der Gebäude sind Wohngebäude, von denen etwa 48 % vor 1979 errichtet wurden und damit einen hohen Sanierungsbedarf aufweisen. Der jährliche Wärmebedarf beträgt insgesamt rund 49 GWh, wobei der größte Anteil mit 55 % auf den Wohnsektor entfällt, gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie mit 32 %. Die Wärmeversorgung ist stark von fossilen Energieträgern geprägt. Etwa 54 % der Zentralheizungen werden mit Erdgas betrieben, das zugleich rund 47 % des gesamten Endenergiebedarfs ausmacht. Weitere 28 % der Endenergie entfallen auf Heizöl, 3 % auf sonstige Fossile Energieträger. Erneuerbare Energien spielen mit rund 20 % bislang nur eine untergeordnete Rolle. Die bestehenden Wärmenetze versorgen 50 Gebäude, wobei die Fernwärme hauptsächlich aus Biogas und Biomasse stammt. Insgesamt werden jährlich rund 12.700 t CO₂-Äquivalente für Wärmezwecke ausgestoßen, wovon 61 % auf den Wohnsektor und 31 % auf die Wirtschaftssektoren entfallen.

Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse wurde untersucht, welche erneuerbaren Energien für eine künftige Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Dabei wurde einerseits die Nutzung erneuerbarer Energieträger wie Photovoltaik und Solarthermie, oberflächennahe und tiefe Geothermie, oberflächennahe Gewässer, Biomasse, Wind- und Wasserkraft, Luftwärme oder Wasserstoff bewertet. Andererseits wurde analysiert, welche Abwärmequellen vorhanden sind und wie diese genutzt werden können. Dies umfasste beispielsweise Abwärme aus dem Kanalsystem, der Kläranlage oder auch industrielle und gewerbliche unvermeidbare Abwärme. Zusätzlich wurde aufgezeigt, welches Potenzial Energieeinsparung und Sanierung birgt.

Die Potenzialanalyse zeigte, dass Schwarzach grundsätzlich über ausreichende lokale erneuerbare Potenziale verfügt, um den zukünftigen Wärmebedarf regenerativ zu decken. Besonders hohe Potenziale bestehen bei Solarthermie, insbesondere auf Freiflächen, sowie bei der oberflächennahen Geothermie, auch wenn diese nur teilweise realisierbar sind. Realistisch und gut nutzbar sind die Potenziale aus Main- und Abwasserwärme. Biomasse und Abfall spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Mit der zunehmenden Elektrifizierung der Wärmeversorgung in Wärmepumpen steigt auch der Strombedarf, für den in Schwarzach vor allem durch Freiflächen- und Dachflächen-PV sowie Windenergie hohe Potenziale bestehen.

Zielszenario

Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse wurden kombiniert, um ein Szenario auszuarbeiten, welches den Weg in Richtung einer klimaneutralen Wärmeversorgung skizzieren soll. Zentrale Aufgabe bei der Entwicklung des Zielszenarios ist die Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten und solchen, wo dezentrale Wärmeversorgungen empfohlen werden können. Für jedes Gebiet wurde deshalb ein Vorschlag ausgearbeitet, wie eine künftige Wärmeversorgung gestaltet werden kann und welche Technologien dabei zum Einsatz kommen können. Zusätzlich wurde dargestellt, wo in der Kommune die größten Einsparpotenziale herrschen und Sanierungsstrategien entsprechend wesentliche Maßnahmen darstellen können.

Die zukünftige Wärmeversorgung in Schwarzach wird überwiegend dezentral erfolgen, vor allem durch Luft-Wärmepumpen. Aktuell gibt es zwar bereits zwei Bestandswärmenetze bei der Abtei Münsterschwarzach und in Schwarzenau, Erweiterungen dieser Netze oder der Bau eines neuen Wärmenetzes sind derzeit aber nicht absehbar. In den dezentral versorgten Gebieten übernehmen vor allem Wärmepumpen die Wärmeversorgung, während Biomasse aufgrund des begrenzten Potenzials nur eine geringe Rolle spielt. Die Treibhausgasemissionen können im Zielszenario von ca. 12.700 t_{CO₂eq}/a um 93 % auf 940 t_{CO₂eq}/a sinken.

Umsetzungs-, Controlling-, Kommunikations- und Verstetigungsstrategie

Zur Erreichung dieser ambitionierten Ziele sind entsprechende Maßnahmen und konkrete Handlungsschritte erforderlich. Zu diesem Zweck wurden Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet, welche von Maßnahmen zur Potenzialerschließung, über Anreize für Wärmenetzausbau und -Transformation, Sanierung und Heizungsumstellung bis hin zu Stromnetzausbau und Verbraucherbewusstsein reichen. Zusätzlich wurden Parameter definiert, anhand derer ein Controlling der Zielerreichung möglich ist. Die erarbeitete Kommunikationsstrategie soll dabei helfen, alle Akteure in den Prozess der Wärmewende einzubeziehen und die Öffentlichkeit über Maßnahmen und Ziele aufzuklären. Die Verstetigungsstrategie dient dazu, die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung fortzuschreiben und in den langfristigen Planungsprozess der Kommune sowie der relevanten Akteure zu integrieren.

Für Schwarzach wurden dabei 11 Maßnahmen abgeleitet und in Steckbriefen detailliert beschrieben. Neben Maßnahmen wie der Integration der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung sind Stromnetzchecks und eine frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen aufgrund des hohen antizipierten Anteils von Wärmepumpen in der Zukunft sowie Methoden, Informationen und Veranstaltungsformate zur Wärmewende Maßnahmen mit hoher Priorität. Zudem brechen 10 Quartierssteckbriefe die wesentlichen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung auf die einzelnen Bereiche Schwarzachs herunter und dienen als Hilfestellung für die individuelle Heizungsumstellung der Bürgerinnen und Bürger.

Die kommunale Wärmeplanung bildet eine wichtige Grundlage für eine klimafreundliche und zukunftssichere Energieversorgung. Mit den entwickelten Maßnahmen und Strategien steht der Kommune ein klarer Handlungsrahmen zur Verfügung, um die Wärmeversorgung nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die regionalen Klimaziele zu unterstützen. Die Einbindung von Verwaltung, relevanten Akteuren und der Öffentlichkeit hat gezeigt, wie wichtig Zusammenarbeit für den Erfolg solcher Vorhaben ist. Die erarbeiteten Ergebnisse bieten eine solide Basis für die kommenden Schritte und können flexibel an künftige Entwicklungen angepasst werden. Damit leistet die Wärmeplanung einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Kommune.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung	5
Abbildung 2: Verteilung des Gebäudetyps nach Sektoren.....	8
Abbildung 3: Vorwiegender Gebäudetyp nach Sektoren in den Quartieren.....	8
Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen	9
Abbildung 5: Vorwiegender Gebäudetyp der Wohngebäude in den Quartieren	10
Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden	11
Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden untergliedert nach dem Wohngebäudetyp	11
Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklasse der Wohngebäude in den Quartieren	12
Abbildung 9: jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren	13
Abbildung 10: absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a	13
Abbildung 11: spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a).....	14
Abbildung 12: Wärmeliniedichte der Straßenzüge in MWh/(m·a)	15
Abbildung 13: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher	16
Abbildung 14: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Zentralfeuerstätten	17
Abbildung 15: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Einzelraumfeuerungsstätten.....	17
Abbildung 16: Durchschnittsjahr der Inbetriebnahme der Heizungsanlagen auf Quartiersebene.....	18
Abbildung 17: Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen	19
Abbildung 18: Wärmenetze in Schwarzach.....	21
Abbildung 19: Erzeugerstandorte in Schwarzach	22
Abbildung 20: Anteil von Energieträgern für die Fernwärmeerzeugung.....	23
Abbildung 21: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger	24
Abbildung 22: Endenergiebedarf nach Energieträger	24
Abbildung 23: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor	25
Abbildung 24: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren	26
Abbildung 25: Anzahlen verschiedener Heizungstypen (links: Zentralheizungen, rechts: Einzelraumheizungen)	26
Abbildung 26: Treibhausgasemissionen nach Energieträger.....	27
Abbildung 27: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	29
Abbildung 28: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger	29
Abbildung 29: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen sowie Flächen von bestehenden und geplanten Anlagen	33
Abbildung 30: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	34
Abbildung 31: Gebäudescharfes Aufdach-PV-Potenzial im EO Solaratlas	36
Abbildung 32: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden	38
Abbildung 33: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden	39
Abbildung 34: Standorte der bisher im Gemeindegebiet vorhandenen Erdwärmesonden (Quelle: Umweltatlas Bayern).....	40
Abbildung 35: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren	41

Abbildung 36: Grabbarkeit des Untergrundes bis etwa 1 m Tiefe.....	42
Abbildung 37: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren.....	43
Abbildung 38: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.....	44
Abbildung 39: Potenzialflächen für die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen.....	45
Abbildung 40: Standorte der bisher im Gemeindegebiet vorhandenen Grundwasserwärmepumpen (Quelle: Umweltatlas Bayern, Entnahmebohrung und Schluckbrunnen wurden jeweils zusammengefasst)	46
Abbildung 41: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung	47
Abbildung 42: Verlauf der Lufttemperatur in Kitzingen	49
Abbildung 43: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen	50
Abbildung 44: Potenzialflächenkulisse für die Errichtung von Windenergieanlagen	52
Abbildung 45: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher	55
Abbildung 46: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA und BMWK	57
Abbildung 47: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha·a) in den Jahren 2030 (oben links), 2035 (oben rechts), 2040 (unten links), 2045 (unten rechts)	58
Abbildung 48: Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial.....	59
Abbildung 49: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs	60
Abbildung 50: Zielfoto der Wärmeplanung: Dezentrale Einzelversorgung als flächendeckend wahrscheinlichste Wärmeversorgungsoption.....	63
Abbildung 51: Aufteilung des Gemeindegebiets in die einzelnen Quartiere	64
Abbildung 52: Exemplarischer Quartierssteckbrief für Stadtschwarzach Altstadt.....	66
Abbildung 53: Entwicklung der Anzahl der beheizten Gebäude im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	69
Abbildung 54: Entwicklung der Aufteilung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern.....	71
Abbildung 55: Entwicklung des Endenergiebedarfs der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	71
Abbildung 56: Entwicklung der Aufteilung der Wärmeversorgung im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	73
Abbildung 57: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	73
Abbildung 58: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	74
Abbildung 59: Empfohlene Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWK und BMWStB	76
Abbildung 60: Exemplarischer Maßnahmensteckbrief	79

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baualter des Gasnetzes	19
Tabelle 2: Bestehende sowie geplante und genehmigte Wärmenetze	21
Tabelle 3: Bestehende, geplante oder genehmigte Wärmeerzeugungsanlagen für Wärmenetze	22
Tabelle 4: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in t_{CO_2eq}/MWh	28
Tabelle 5: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	33
Tabelle 6: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	35
Tabelle 7: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse	50
Tabelle 8: Übersicht der Quartiere inklusive Wärmedichte und empfohlener Wärmeversorgungsart ..	66
Tabelle 9: angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs in GWh/a aufgeteilt nach Endenergiesektoren.....	68
Tabelle 10: Entwicklung von Nutzenergie aus Fernwärme, Endenergiebedarf Fernwärme und Anzahl der an Wärmenetze angeschlossene Gebäude im Zielszenario	70
Tabelle 11: Entwicklung des jährlichen Endenergieverbrauchs der leitungsgebundenen Wärme nach Energieträgern	72
Tabelle 12: Entwicklung des Endenergiebedarfs in GWh/a im Zielszenario differenziert nach Energieträgern	73
Tabelle 13: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen.....	77
Tabelle 14: Zielwerte aus dem Zielszenario für die Stützjahre 2030, 2035, 2040 und 2045	81
Tabelle 15: Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen im Bereich der Kommunikationsstrategie	84

12 Bildquellen

Foto: „Schwarzach am Main, Kirche von Münsterschwarzach“, 2017, aus Wikimedia Commons, Lizenz: CC BY-SA 4.0, verfügbar unter:

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Schwarzach_am_Main,_Kirche_von_M%C3%BCnsterschwarzach_20170122-001.jpg

Foto: „Kirche Heiligkreuz“, 2012, aus Wikimedia Commons, Lizenz: CC BY-SA 4.0, verfügbar unter:

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:D-6-75-165-48_Kirche_Heiligkreuz,_Norden,_Schwarzach-Stadtschwarzach.jpg

13 Anhang

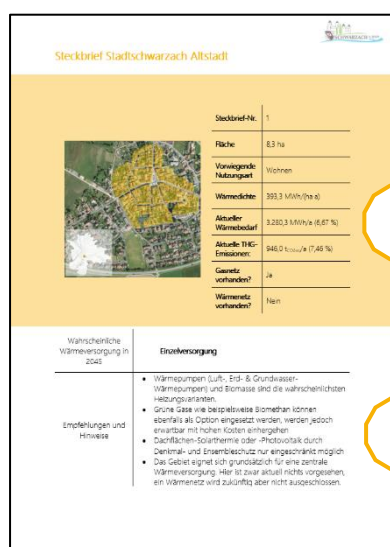
13.1 Anhang: Quartierssteckbriefe

Quartierssteckbriefe – Überblick

Mit der kommunalen Wärmeplanung möchten wir aufzeigen, wie die Wärmeversorgung in unserer Gemeinde heute aussieht und welche Wege in Zukunft zu einer klimafreundlichen und sicheren Wärmeversorgung führen können.

In den folgenden **Quartierssteckbriefen** finden Sie Informationen zu Ihrem Wohnviertel: Welche Energieträger derzeit genutzt werden, wie hoch der Wärmebedarf ist und welche **Möglichkeiten zur Wärmeversorgung bis 2045** eine wichtige Rolle spielen könnten – zum Beispiel Wärmenetze, Wärmepumpen oder andere erneuerbare Energien.

Diese Darstellungen dienen zur Orientierung und Information. Sie sind nicht rechtlich bindend und stellen keine Vorgaben oder Verpflichtungen dar. Vielmehr sollen sie Anregungen geben und zeigen, welche Chancen und Entwicklungsmöglichkeiten es in Ihrem Quartier gibt, um gemeinsam Schritt für Schritt eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen.



Jeder Steckbrief besteht aus fünf Abschnitten, in denen sich unterschiedliche Informationen befinden:

1. Kurzübersicht

Hier finden Sie kurz und knapp einige Informationen wie den aktuellen Energieverbrauch, vorhandene Wärme- und Gasnetze. Die Prozentzahlen geben den Anteil des Quartiers am gesamten Wärmebedarf bzw. der Treibhausgasemissionen in Schwarzbach an.

2. Wärmeversorgung 2045 und Hinweise

Hier finden Sie Informationen über die wahrscheinlichste Wärmeversorgung in Ihrem Viertel im Jahr 2045. Bitte beachten Sie, dass beispielsweise die Angabe „Wärmenetzgebiet“ keine flächendeckende Versorgung bedeutet, sondern dabei auch nur Teile des Viertels mit Fernwärme versorgt werden können.

3. Energieträger heute und 2045

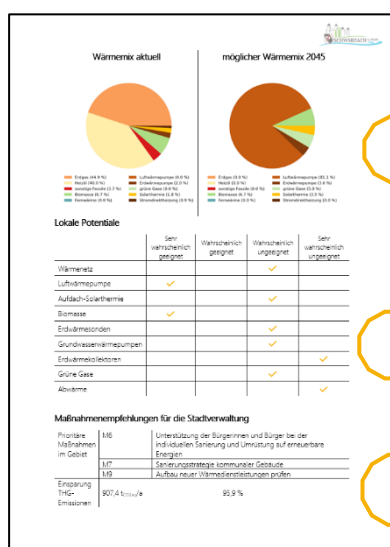
Diese Diagramme geben den Anteil der verwendeten Energieträger momentan und für das Jahr 2045 an.

4. Eignung unterschiedlicher Wärmeversorgungsarten

Diese Tabelle zeigt, welche Versorgungsvarianten im Quartier in Frage kommen und welche für dieses Quartier weniger bzw. gar nicht geeignet sind.

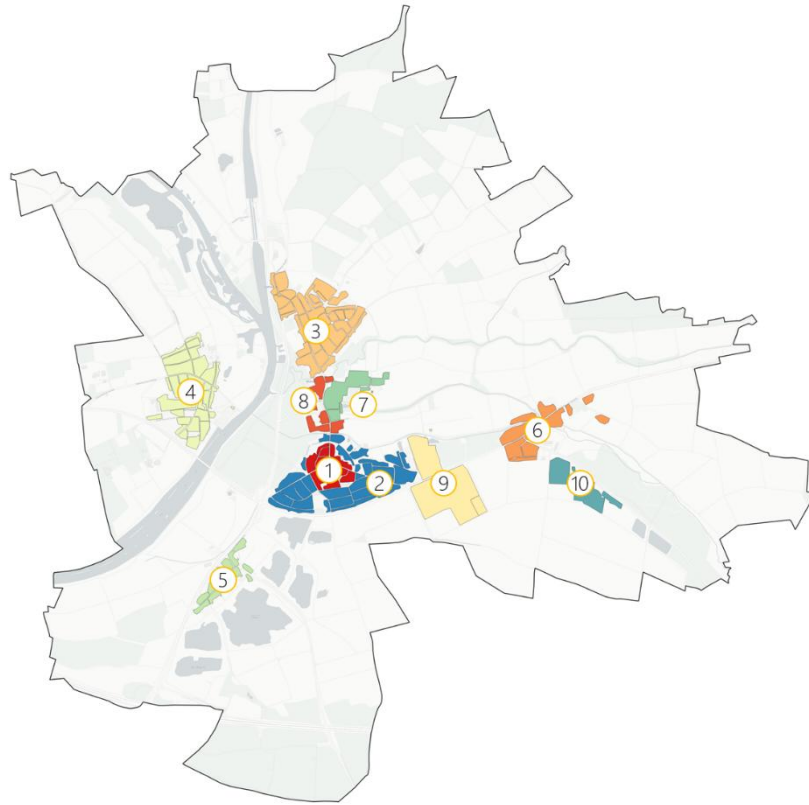
5. Maßnahmenempfehlungen

Dies sind Hinweise für die Gemeindeverwaltung für die Gestaltung der Wärmewende in den kommenden Jahren.



Quartierssteckbriefe – Einteilung des Gemeindegebiet

Das Gemeindegebiet von Schwarzhach wurde für die Steckbriefe in 10 Quartiere unterteilt. Nachfolgende Abbildung zeigt die Zuordnung des Gebiets zu den einzelnen Steckbriefen.



Gebietssteckbriefe – Begriffserklärungen

Im folgenden Abschnitt werden einige Fachbegriffe erklärt, die in den Steckbriefen verwendet werden.

Abwärme: Abwärme ist Wärme, die bei Industrieprozessen, Kraftwerken oder Rechenzentren entsteht und bisher oft ungenutzt bleibt. Diese Energie kann über Wärmenetze oder Wärmepumpen wiederverwendet werden – ein wichtiger Baustein der Wärmewende.

Aufdach-Solarthermie: Solarthermieranlagen nutzen Sonnenenergie, um Wasser zu erwärmen. Aufdach-Solarthermie bedeutet, dass die Kollektoren auf dem Dach montiert sind und direkt Sonnenwärme in das Heiz- oder Warmwassersystem des Hauses einspeisen. Diese Dachflächen stehen dann allerdings nicht mehr für die Stromerzeugung über Photovoltaik zur Verfügung.

Biomasse: Biomasse bezeichnet brenn- oder nutzbare pflanzliche und organische Stoffe – zum Beispiel Holzpellets, Hackschnitzel oder Biogas. Sie kann in Heizkesseln oder Blockheizkraftwerken zur Erzeugung von Wärme und Strom eingesetzt werden.

Dezentrale Einzelversorgung: Bei einer dezentralen Einzelversorgung wird jede Wohnung oder jedes Gebäude separat beheizt, zum Beispiel mit einer eigenen Gastherme oder Wärmepumpe. Es

gibt keine gemeinsame Wärmequelle oder Leitungssysteme wie bei einem Wärmenetz. Diese Form der Versorgung ist flexibel, aber oft weniger effizient als gemeinschaftliche Lösungen.

Erdwärmekollektoren: Erdwärmekollektoren liegen flach unter der Erdoberfläche (meist 1–2 Meter tief). Sie nehmen Wärme aus dem Boden auf, die dann über eine Wärmepumpe genutzt wird. Im Gegensatz zu Erdwärmesonden sind sie flächiger, aber kostengünstiger bei geringerer Tiefe.

Erdwärmesonden: Erdwärmesonden sind senkrechte Bohrungen ins Erdreich, über die mit Hilfe einer Wärmepumpe Wärme aus tieferen Bodenschichten gewonnen wird. Sie liefern ganzjährig eine konstante und erneuerbare Wärmequelle.

Grundwasserwärmepumpen: Diese Wärmepumpen nutzen die natürliche Wärme des Grundwassers. Über Brunnen wird Wasser gefördert, abgekühlt und wieder zurückgeleitet – dabei entzieht die Wärmepumpe dem Wasser Energie, um Gebäude zu heizen.

Grüne Gase: Grüne Gase sind klimafreundliche, erneuerbar erzeugte Gase, zum Beispiel Biomethan oder Wasserstoff. Sie können in bestehenden Gasnetzen genutzt werden und helfen, fossiles Erdgas schrittweise zu ersetzen.

Luftwärmepumpe: Eine Luftwärmepumpe zieht Wärme aus der Außenluft und nutzt sie zum Heizen. Sie funktioniert wie ein umgekehrter Kühlschrank: Statt Wärme abzugeben, gewinnt sie Wärme aus der Umgebungsluft – selbst bei niedrigen Temperaturen.

Nachverdichtung: Nachverdichtung bedeutet, dass in einem bestehenden Quartier zusätzliche Gebäude entstehen oder bestehende Flächen intensiver genutzt werden – etwa durch Neubauten auf freien Grundstücken oder durch Aufstockungen.

Für ein Fernwärme- oder Wärmenetz ist das wichtig, weil dadurch mehr Wärmeabnehmer auf einer kleineren Fläche entstehen. Das erhöht die Wärmedichte und kann dazu beitragen, dass sich der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes wirtschaftlicher und effizienter gestalten lassen.

Photovoltaik (PV): Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um. Der erzeugte Solarstrom kann im Haus selbst genutzt oder ins Stromnetz eingespeist werden. Im Gegensatz zur Solarthermie wird Strom statt Wärme erzeugt – dieser kann z. B. für Wärmepumpen genutzt werden.

THG-Emissionen: THG steht für Treibhausgase (z. B. CO₂). Die aktuellen THG-Emissionen zeigen, wie viel klimaschädliches Gas derzeit bei der Wärmeerzeugung im Quartier ausgestoßen wird. Sie sind ein Maß dafür, wie klimafreundlich oder -schädlich die heutige Wärmeversorgung ist. Die Angabe erfolgt in „Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr“ (t_{CO₂eq}/a). CO₂-Äquivalente beschreiben, wie stark ein Treibhausgas im Vergleich zu Kohlendioxid (CO₂) zum Klimawandel beiträgt, und fassen so verschiedene Treibhausgase zu einer gemeinsamen Maßeinheit zusammen.

Wärmedichte: Die Wärmedichte beschreibt, wie viel Heizenergie pro Fläche (z. B. in Megawattstunden pro Hektar und Jahr (MWh/(ha·a)) in einem Gebiet benötigt wird. Eine hohe Wärmedichte bedeutet: viele Gebäude und ein hoher Wärmebedarf auf engem Raum – hier lohnt sich oft ein Wärmenetz.

Wärmemix: Der Wärmemix beschreibt, aus welchen Energiequellen die Wärme im Quartier derzeit stammt – zum Beispiel Gas, Öl, Fernwärme oder erneuerbare Energien. In Zukunft soll der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmemix deutlich steigen.

Wärmenetz: Ein Wärmenetz ist ein Leitungsnetz, das Gebäude mit zentral erzeugter Wärme versorgt – etwa aus einem Heizkraftwerk, aus Abwärmequellen oder Umweltwärme. Es funktioniert ähnlich wie ein Wasserleitungsnetz, nur dass statt Wasser heißes Wasser oder Dampf fließt. Wärmenetze sind besonders sinnvoll, wo viele Gebäude nah beieinanderstehen.

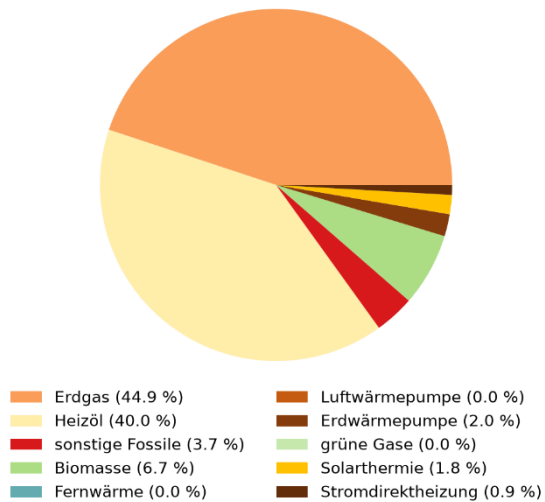
Steckbrief Stadtschwarzach Altstadt



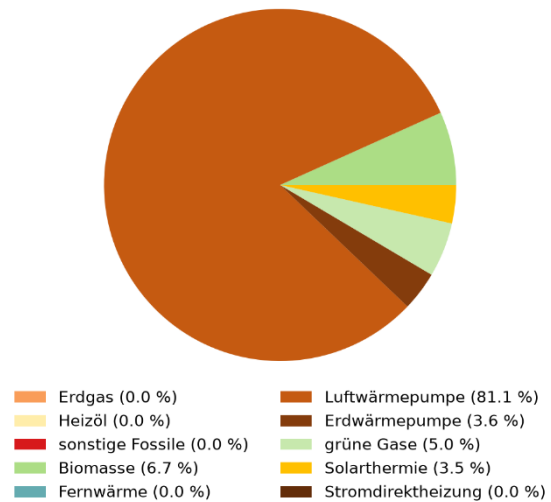
Steckbrief-Nr.	1
Fläche	8,3 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	393,3 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	3.280,3 MWh/a (6,67 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	946,0 t _{CO2eq} /a (7,46 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Grüne Gase wie beispielsweise Biomethan können ebenfalls als Option eingesetzt werden, werden jedoch erwartbar mit hohen Kosten einhergehen • Dachflächen-Solarthermie oder -Photovoltaik durch Denkmal- und Ensembleschutz nur eingeschränkt möglich • Das Gebiet eignet sich grundsätzlich für eine zentrale Wärmeversorgung. Hier ist zwar aktuell nichts vorgesehen, ein Wärmenetz wird zukünftig aber nicht ausgeschlossen.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie			✓	
Biomasse	✓			
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
	M7	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
	M9	Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen
Einsparung THG-Emissionen	907,4 tCO ₂ eq/a	95,9 %

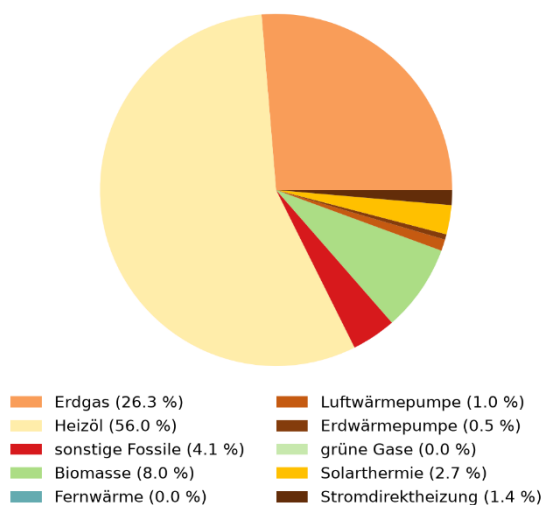
Steckbrief Stadtschwarzhach



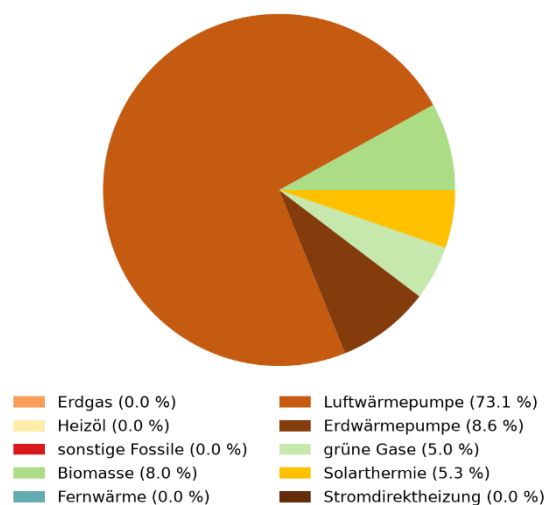
Steckbrief-Nr.	2
Fläche	27,4 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	280,1 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.685,6 MWh/a (15,62 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	2.302,6 tCO _{2eq} /a (18,16 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe. • Die Bebauung im Gebiet weist besonders hohes Potenzial zur Bedarfsreduktion auf, Sanierungs- und Dämmungsmaßnahmen, etwa an Fassade und Dach, sind sehr gut möglich und empfohlen.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



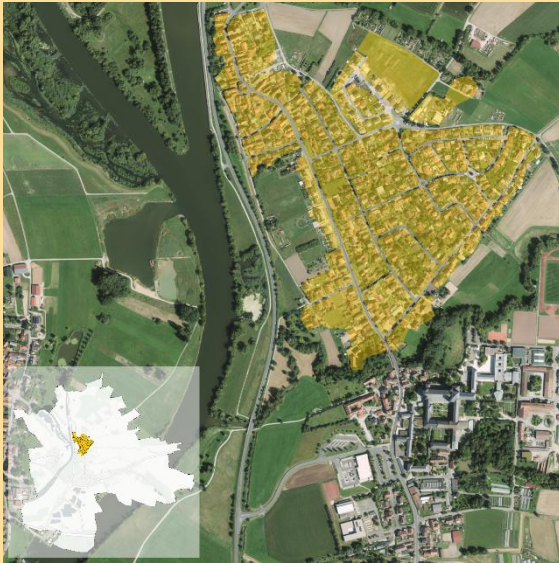
Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	2.212,2 tCO _{2eq} /a	96,0 %

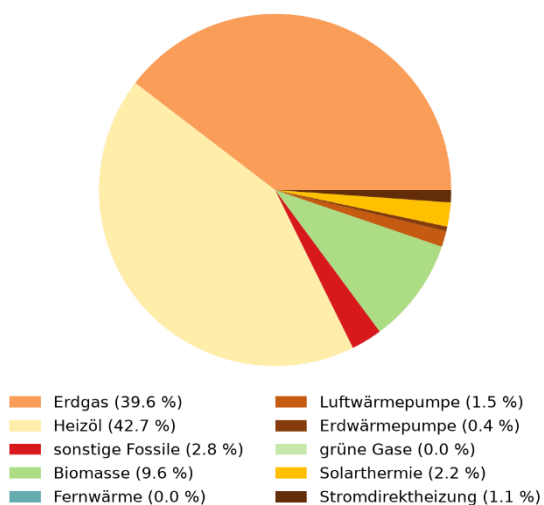
Steckbrief Gerlachshausen



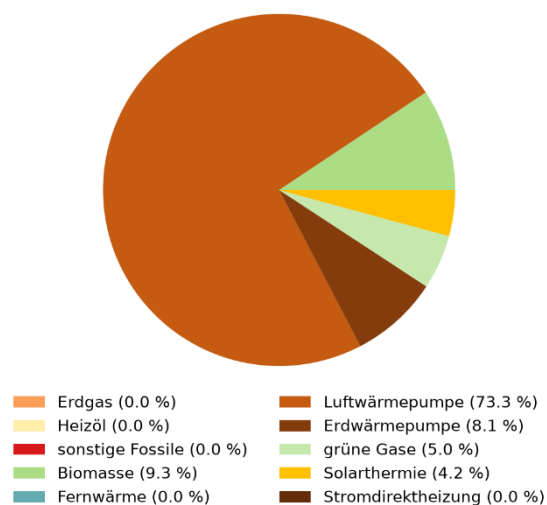
Steckbrief-Nr.	3
Fläche	28,3 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	266,0 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.067,5 MWh/a (14,37 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	2.003,3 t _{CO2eq} /a (15,80 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Grüne Gase wie beispielsweise Biomethan können gerade im Altbau ebenfalls als Option eingesetzt werden, werden jedoch erwartbar mit hohen Kosten einhergehen • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG- Emissionen	1.912,0 tCO ₂ eq/a	95,4 %

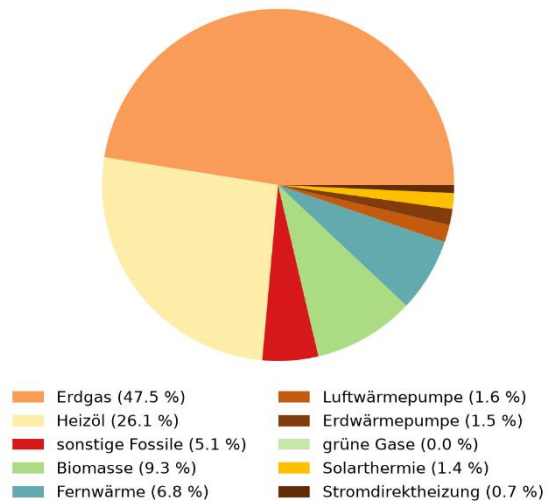
Steckbrief Schwarzenau



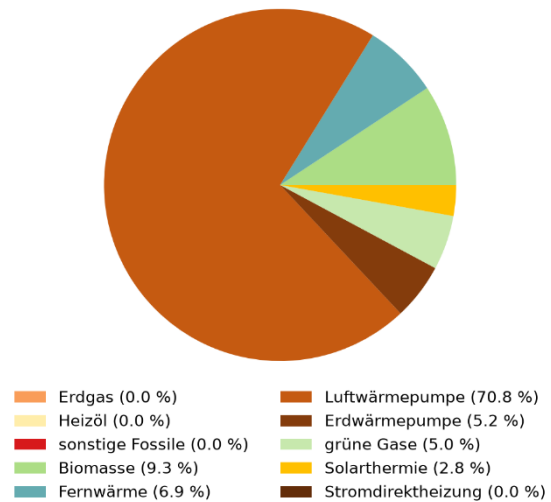
Steckbrief-Nr.	4
Fläche	23,3 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	329,6 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	7.680,5 MWh/a (15,61 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.987,4 t _{CO2eq} /a (15,67 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung (Wärmenetz bei Staatsgut)
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe. • Ein Bestandswärmenetz bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft existiert, hat allerdings keine Kapazitäten für eine Erweiterung.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden				✓
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
	M7	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
Einsparung THG- Emissionen	1.852,7 tCO _{2eq} /a	93,2 %

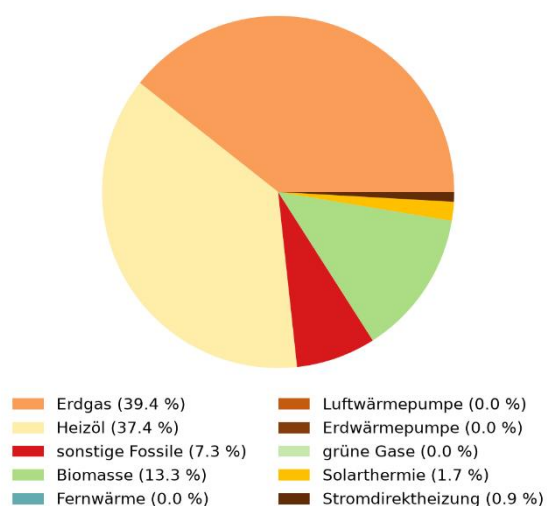
Steckbrief Hörblach



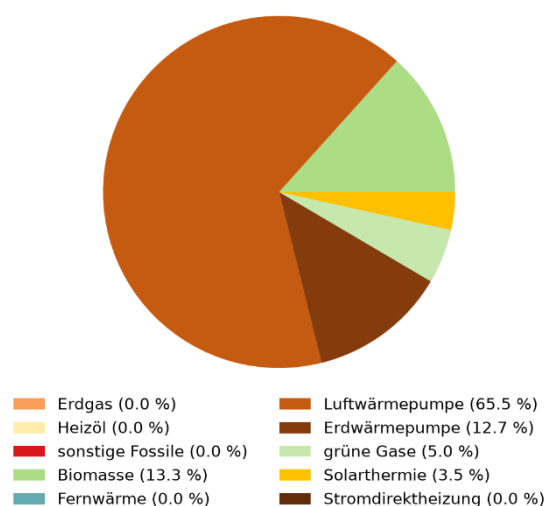
Steckbrief-Nr.	5
Fläche	6,8 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	284,2 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	1.956,3 MWh/a (3,97 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	535,3 t _{CO2eq} /a (4,22 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	510,7 tCO _{2eq} /a	95,4 %

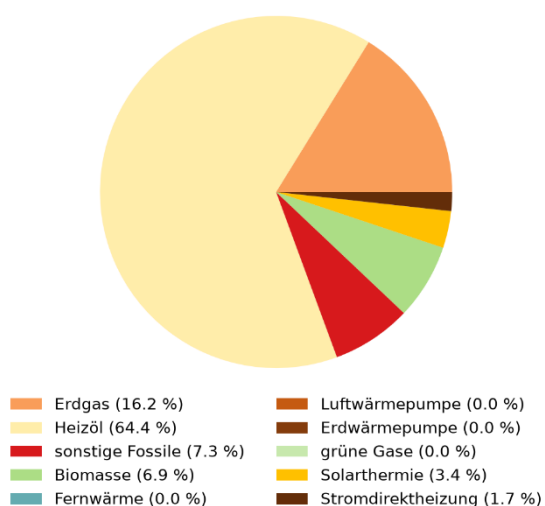
Steckbrief Düllstadt



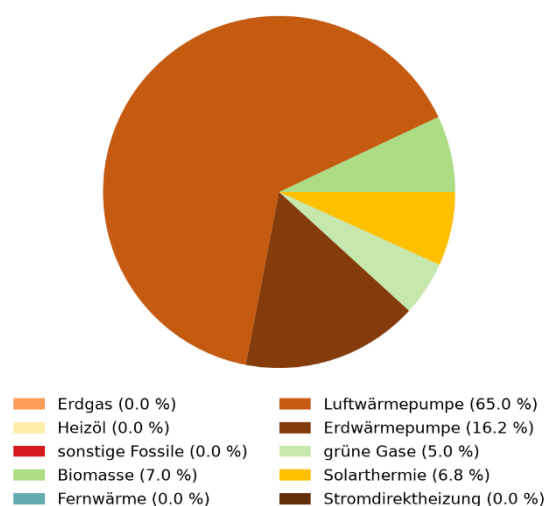
Steckbrief-Nr.	6
Fläche	11,9 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	188,9 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	2.265,3 MWh/a (4,60 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	705,2 t _{CO2eq} /a (5,56 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Im Vergleich zum restlichen Gemeindegebiet sind Erdwärmesonden hier aufgrund hoher potenzieller Entzugsleistungen besonders effektiv • Grüne Gase wie beispielsweise Biomethan können gerade im Altbau ebenfalls als Option eingesetzt werden, werden jedoch erwartbar mit hohen Kosten einhergehen • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



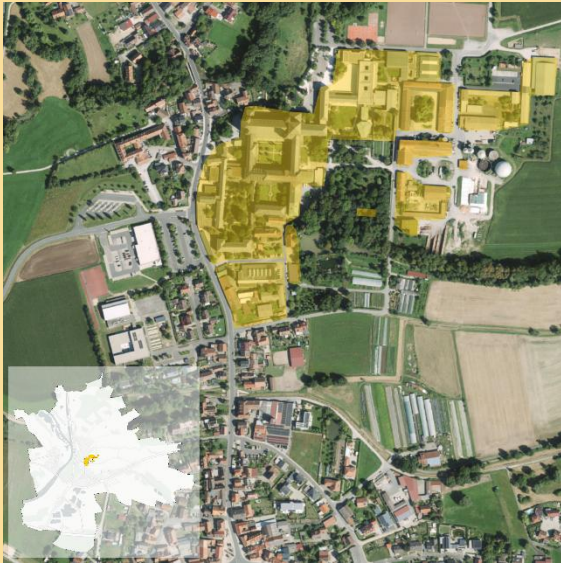
Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden		✓		
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren		✓		
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
Einsparung THG-Emissionen	678,8 t _{CO2eq} /a	96,2 %

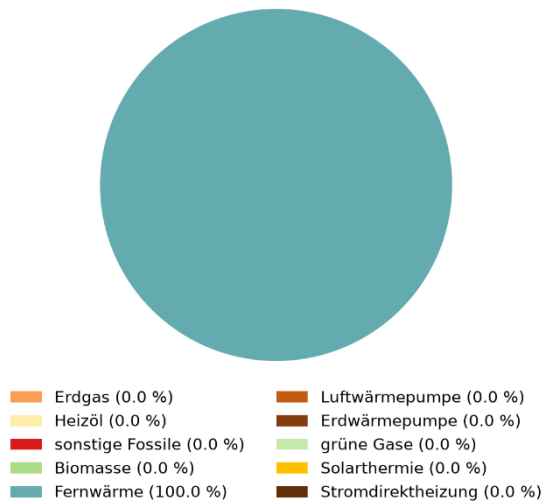
Steckbrief Abtei Münsterschwarzach



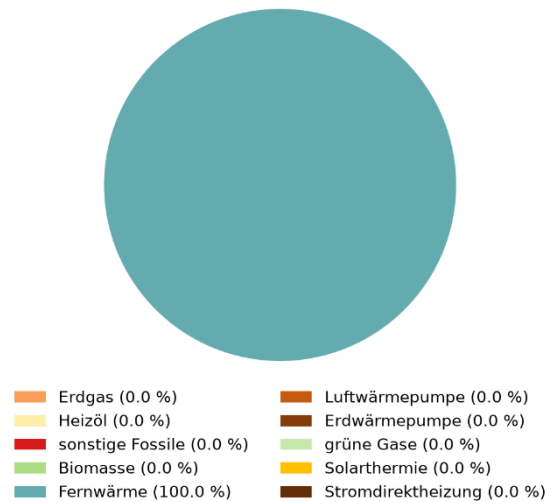
Steckbrief-Nr.	7
Fläche	8,1 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Kirchlich
Wärmedichte	642,6 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	5.264,0 MWh/a (10,70 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	519,0 t _{CO2eq} /a (4,09 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Ja

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Wärmenetz
Empfehlungen und Hinweise	- Das Gebiet wird bereits vollständig über ein Nahwärmenetz versorgt, ein Wechsel der Spitzenlasterzeugung von Heizöl zu Biomethan oder anderen grünen Gasen wird empfohlen - Eine große Anzahl an nahe gelegenen Ankerkunden legt Gespräche über eine Erweiterung des Bestandswärmenetzes nahe

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe		✓		
Aufdach-Solarthermie		✓		
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M5	Prüfung Erweiterung Wärmenetz Abtei Münsterschwarzach
Einsparung THG-Emissionen	251,6 t _{CO2eq} /a	48,4 %

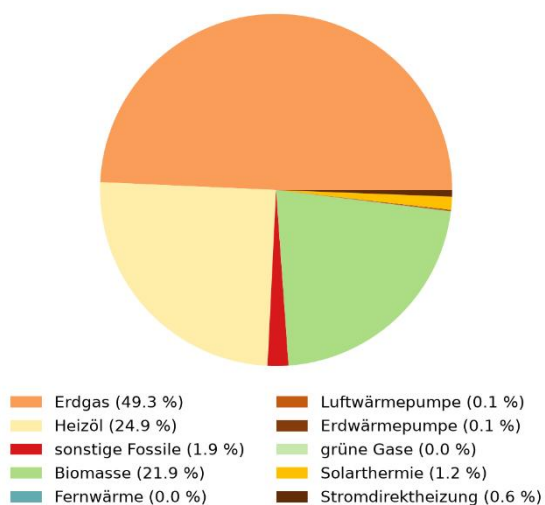
Steckbrief Westlich der Abtei



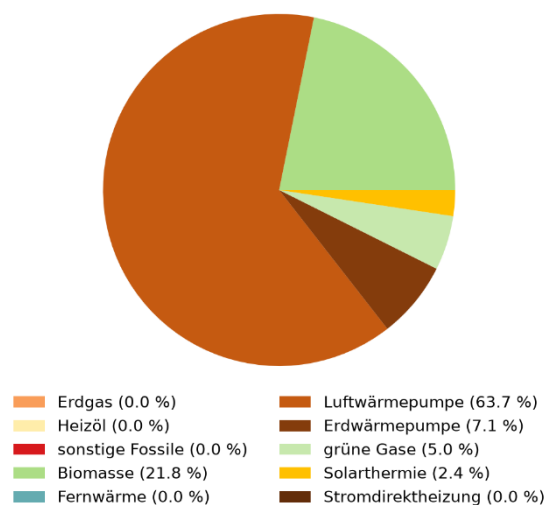
Steckbrief-Nr.	8
Fläche	4,7 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Wohnen
Wärmedichte	364,0 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	1.730,5 MWh/a (3,51 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	416,8 t _{CO2eq} /a (3,28 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung mit Möglichkeit auf Wärmenetzanschluss Abtei
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe. • Im Gebiet befinden sich mehrere Ankerkunden, die einen Ausbau des Bestandswärmenetzes der Abtei Münsterschwarzach attraktiv machen könnten

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



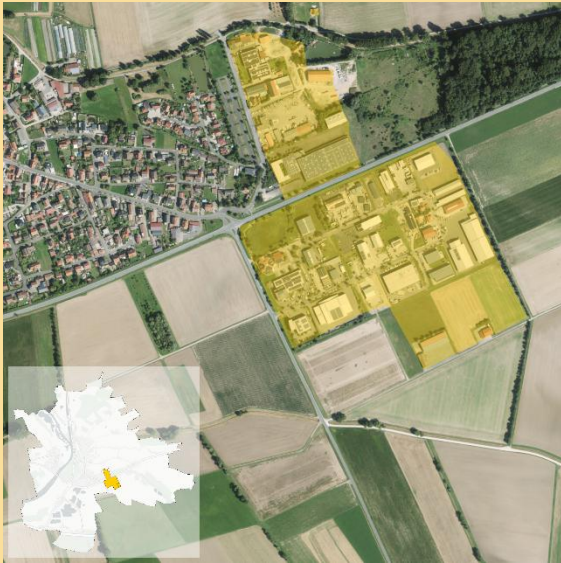
Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz			✓	
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M3	Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien
	M6	Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien
	M7	Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude
Einsparung THG-Emissionen	393,3 tCO _{2eq} /a	94,3 %

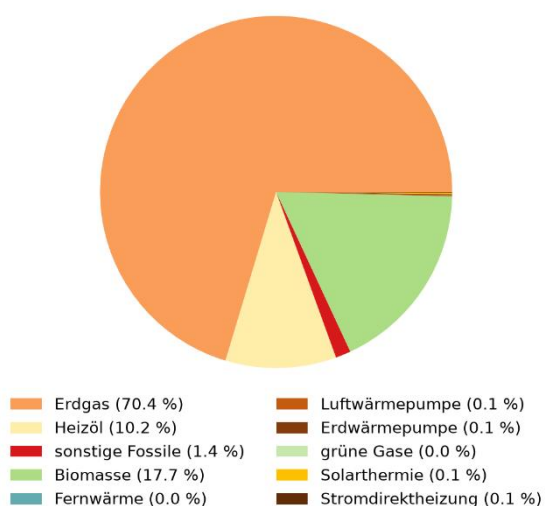
Steckbrief Gewerbegebiet an der B22



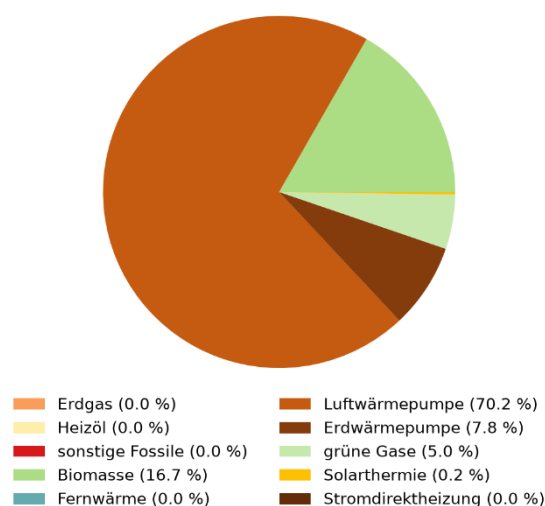
Steckbrief-Nr.	9
Fläche	23,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Gewerbe
Wärmedichte	94,1 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	2.113,8 MWh/a (4,29 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	506,4 t _{CO2eq} /a (3,99 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Biomasse sollte aufgrund des geringen Potenzials nur in Einzelfällen Einsatz finden. • Dachflächen-Photovoltaik kann ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie	✓			
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden			✓	
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren				✓
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M10	Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen
	M11	Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff
Einsparung THG-Emissionen	476,2 tCO _{2eq} /a	94,0 %

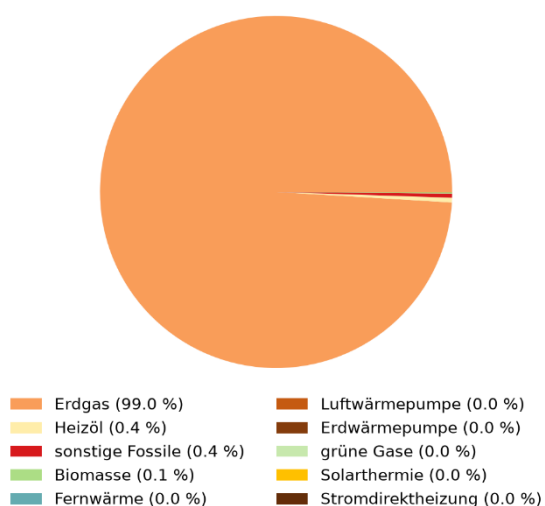
Steckbrief Gewächshäuser bei Düllstadt



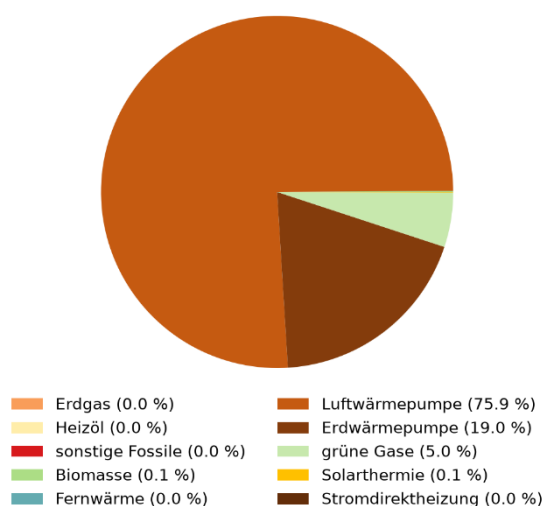
Steckbrief-Nr.	10
Fläche	8,5 ha
Vorwiegende Nutzungsart	Gewerbe
Wärmedichte	721,8 MWh/(ha·a)
Aktueller Wärmebedarf	6.199,6 MWh/a (12,60 %)
Aktuelle THG-Emissionen:	1.700,3 t _{CO2eq} /a (13,41 %)
Gasnetz vorhanden?	Ja
Wärmenetz vorhanden?	Nein

Wahrscheinliche Wärmeversorgung in 2045	Einzelversorgung
Empfehlungen und Hinweise	• Wärmepumpen (Luft-, Erd- & Grundwasser-Wärmepumpen) und Biomasse sind die wahrscheinlichsten Heizungsvarianten. • Im Vergleich zum restlichen Gemeindegebiet sind Erdwärmesonden hier aufgrund hoher potenzieller Entzugsleistungen besonders effektiv • Dachflächen-Photovoltaik kann insbesondere bei Wohngebäuden ausgebaut werden und ist eine ideale Kombination bei Einsatz einer Wärmepumpe.

Wärmemix aktuell



möglicher Wärmemix 2045



Lokale Potenziale

	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz				✓
Luftwärmepumpe	✓			
Aufdach-Solarthermie			✓	
Biomasse		✓		
Erdwärmesonden	✓			
Grundwasserwärmepumpen			✓	
Erdwärmekollektoren			✓	
Grüne Gase			✓	
Abwärme				✓

Maßnahmenempfehlungen für die Gemeindeverwaltung

Prioritäre Maßnahmen im Gebiet	M4	Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind
	M10	Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen
	M11	Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff
Einsparung THG-Emissionen	1.631,2 tCO _{2eq} /a	95,9 %

13.2 Anhang: Maßnahmensteckbriefe

Maßnahme 1:

Integration der Ergebnisse der KWP in die kommunalen Planungsaufgaben der Verwaltung

Kategorie	Organisation	
Adressat	Markt Schwarzhach	
Beschreibung	Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die lokale Wärmewendestrategie als Bestandteil in die Fachplanungen der Kommune zu integrieren und in die relevanten kommunalen Planungsprozesse zu streuen. Dazu wird eine umfassende Prüfung laufender und geplanter kommunaler Projekte im Hinblick auf ihre Vereinbarkeit mit den Zielsetzungen der KWP empfohlen. Es werden Textbausteine entwickelt, die als Vorlage für Bauleitplanungen und Bebauungspläne dienen, um die Rahmensetzung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bereits in der frühen Planungsphase zu verankern. Diese Bausteine orientieren sich an den Zielen der KWP und sollen eine gezielte Ausweisung von Wärmenetz-Vorranggebieten und Ausbaugebieten ermöglichen. Darüber kann geprüft werden, inwieweit kommunalrechtliche Instrumente, wie zum Beispiel Verbrennungsverbote in Bebauungsplänen, zur Erreichung der KWP-Ziele beitragen können. Die Anforderungen der KWP sollen als Elemente in städtebauliche Kaufverträge und Konzeptvergabeverfahren aufgenommen werden, um von Anfang an die Integration klimafreundlicher Wärmeversorgung sicherzustellen. Auch die Konzessionsverträge werden auf mögliche Zielkonflikte mit der KWP überprüft, und Klimaaspekte werden in das Auswahlverfahren sowie in die Neuausschreibung von Konzessionen integriert. Schließlich wird die kommunale Wärmeplanung in die Regionalplanung übertragen, um die Flächensicherung, Potenzialerschließung und Ausweisung von Vorranggebieten zu gewährleisten. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die lokale Wärmewendestrategie strukturell und rechtlich in alle relevanten Planungsprozesse zu integrieren, sodass eine klimaneutrale und effiziente Wärmeversorgung im gesamten Stadtgebiet nachhaltig umgesetzt werden kann.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Integration der Ergebnisse der KWP in die Verwaltungsprozesse	Markt Schwarzhach
Laufzeit	im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung	

Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten für Integration der Ergebnisse in die Verwaltungsprozesse an.
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.
Förderung	n/a

Maßnahme 2:

Prüfung zur Schaffung einer Koordinationsstelle für Klimaschutz

Kategorie	Organisation	
Adressat	Markt Schwarzhach	
Beschreibung	Die kommunale Wärmeplanung ist ein wesentliches strategisches Instrument im Rahmen der Wärmewende. Um die gesetzten Ziele bis 2040 bzw. 2045 umsetzen zu können, müssen die getroffenen Beschlüsse und empfohlenen Maßnahmen aktiv vorangetrieben werden. Eine große Anzahl der Aufgaben (bspw. Informationsbereitstellung, Schaffung Steuerungsgruppe, zentrale Anlaufstelle für Anfragen von Bürgerinnen und Bürgern, Monitoring und Controlling, Fortschreibung, etc.) liegen dabei im Verantwortungsbereich der Kommunalverwaltung. Die Aufgaben rund um die Wärmewende sind eng verzahnt mit weiteren klimaschutzrelevanten Themen, wie beispielsweise der Umstellung auf eine erneuerbare Stromversorgung oder nachhaltige Mobilität. Zur Bewältigung dieser Aufgaben sind personelle Kapazitäten erforderlich. Hierfür soll geprüft werden, ob eine entsprechende Koordinationsstelle für Klimaschutz geschaffen werden kann. Dies ist wesentlicher Fördertatbestand der Kommunalrichtlinie und wird vom Bund regulär mit 70 % und maximal bis zu 90 % bezuschusst. Eine Förderung ist sowohl als Einzelkommune, als auch im Zusammenschluss (beispielsweise als Verwaltungsgemeinschaften) möglich. Weiterhin soll geprüft werden, inwiefern die Klimaschutzmanagerin des LK Kitzingen Aufgaben auf kommunaler Ebene übernehmen und hier unterstützend tätig sein kann.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung der Möglichkeit zur Schaffung einer Stelle für Klimaschutz	Markt Schwarzhach
Laufzeit	laufend; Schaffung der Stelle schnellstmöglich nach Beendigung der KWP	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten für die zu besetzende Stelle an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	

	Der Aufwand für die Gemeinde besteht insbesondere in der Schaffung der erforderlichen Stelle und Ressourcen sowie in der folgenden Ausschreibung und Stellenbesetzung. Hier ist Personal mit entsprechender Fachkompetenz (fachlich, methodisch, kommunikativ) erforderlich.
Förderung	n/a

Maßnahme 3:

Umstellung der kommunalen Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Markt Schwarzach	
Beschreibung	Der kommunale Wärmebedarf spielt eine nennenswerte Rolle, ebenso die dadurch ausgestoßenen Treibhausgasemissionen. Hier ist einerseits großes Potenzial zur Dekarbonisierung. Andererseits kann die Kommune als zentrale Akteurin durch eine gezielte Planung und Umsetzung den Weg für eine nachhaltige und klimafreundliche Wärmeversorgung ebnen und eine Vorreiterrolle einnehmen. Durch die Umstellung zeigt die Kommune, dass eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung möglich und wirtschaftlich tragfähig ist. Dies unterstreicht ihre Verantwortung und ihren Einfluss als Vorbild und Wegbereiterin. Die Kommune kann als Impulsgeberin für Investitionen in erneuerbare Energien agieren, Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern fördern und durch Pilotprojekte Innovationskraft demonstrieren.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Beantragung Förderung	Markt Schwarzach
	Planung und Umsetzung der Heizungsumstellung	externe Dienstleister
Laufzeit	abhängig von Heizungsalter; zeitnahe Umsetzung bis 2030	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung des Heizungstauschs an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 4:

Beschleunigung des Ausbaus von erneuerbarem Strom aus PV und Wind

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Markt Schwarzhach	
Beschreibung	Die Kommune kann den Ausbau erneuerbarer Energieerzeuger maßgeblich beschleunigen. Eine wichtige Komponente ist die Sicherung und Bereitstellung von Flächen für die Errichtung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung. Zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen für die Nutzung erneuerbarer Energien können verschiedene Anreize entwickelt werden, um private und gewerbliche Flächeneigentümerinnen zu gewinnen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Maßnahme ist die Förderung von Bürgerbeteiligungsmodellen, durch die Anwohner und Anwohnerinnen und lokale Akteure aktiv in Projekte einbezogen werden. Um den Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere von Photovoltaik, zu beschleunigen, sollen die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in die Regionalplanung einfließen. Dadurch können bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalpläne Flächenpotenziale für erneuerbare Energien mit den Anforderungen einer klimaneutralen Wärmeversorgung abgestimmt werden. So wird gewährleistet, dass die Flächenverfügbarkeit und Nutzung erneuerbarer Energien langfristig koordiniert und synergetisch weiterentwickelt werden. Dabei ist zu erwähnen, dass die Kommune mit Wasserkraft und Photovoltaik bereits heute mehr Strom erzeugt, als sie verbraucht. Aufgrund des zu erwartenden Anstiegs im Stromverbrauch gerade im Wärmesektor und bei der Elektromobilität sowie dem Export von Strom ist ein weiterer Ausbau der Kapazitäten jedoch empfehlenswert.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Maßnahmen des Raum- und Flächenmanagements für den Ausbau der erneuerbaren Energien treffen (Flächensicherung/-Bereitstellung, etc.)	Markt Schwarzhach
	Maßnahmen treffen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen	Markt Schwarzhach
	Entwicklung von Anreizen zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen zum Ausbau der erneuerbaren Energien	Markt Schwarzhach

	sowie zum Aufbau von Versorgungsstrukturen in Quartieren	Markt Schwarzach
	Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung	
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere in Form von Personalkosten an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der Personalaufwand zur Integration der Ergebnisse ist nicht unerheblich. Auch zur Steuerung dieses Vorhabens ist die Schaffung und Besetzung einer dezidierten Stelle sinnvoll.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 5:

Prüfung Erweiterung Wärmenetz Abtei Münsterschwarzach

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Abtei Münsterschwarzach, Markt Schwarzach	
Beschreibung	Im Umfeld des bestehenden Wärmenetzes der Abtei Münsterschwarzach bestehen weitere Potenziale für eine klimafreundliche und effiziente zentrale Wärmeversorgung. Das umliegende Gebiet wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Prüfgebiet ausgewiesen. Insbesondere die räumliche Nähe mehrerer potenzieller Ankerkunden sowie ein entsprechend relevanter Wärmebedarf sprechen dafür, eine Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes näher zu prüfen. Durch die Erschließung weiterer Abnehmer könnten bestehende Erzeugungs- und Netzinfrastrukturen besser genutzt und zusätzliche Gebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung erschlossen werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde bereits versucht, hierzu mit dem Netzbetreiber in Kontakt zu treten. Eine vertiefte Abstimmung und Bewertung der Erweiterungsmöglichkeiten konnte bislang jedoch nicht erreicht werden. Aufgrund der erkennbaren Potenziale des umliegenden Gebiets wird empfohlen, die Gespräche zu einem geeigneten Zeitpunkt erneut aufzunehmen und gemeinsam zu prüfen, unter welchen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen eine Netzerweiterung realisierbar ist. Bei einer positiven Bewertung der Ausbauperspektive sollte frühzeitig die Erstellung eines Transformationsplans für das Wärmenetz angestoßen werden. Dieser kann als Grundlage für die weitere Entwicklung des Netzes und die schrittweise Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung dienen. Zudem bestehen im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Fördermöglichkeiten für Maßnahmen zur Transformation und zum Ausbau von Wärmenetzen, die bei der weiteren Prüfung berücksichtigt werden sollten. Eine erneute Abstimmung zwischen Kommune, Netzbetreiber und potenziellen Ankerkunden kann somit dazu beitragen, die vorhandenen Potenziale zu konkretisieren, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer Erweiterung zu bewerten und mögliche nächste Schritte – einschließlich der Erstellung eines Transformationsplans und der Prüfung einer BEW-Förderung – vorzubereiten.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Interessensabfrage bei Abtei, Ankerkunden und Öffentlichkeit, Beantragung Förderung	Markt Schwarzach, Abtei Münsterschwarzach
	Erstellung des Transformationsplans	externe Dienstleister

	Beteiligung Öffentlichkeit	Markt Schwarzach oder Abtei Münsterschwarzach
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung; 1 Jahr	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	25.000 - 50.000 €	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand für die Gemeinde beschränkt sich auf die Initiierung der Gespräche. Die weiteren Schritte werden von externen Dienstleistern durchgeführt und idealerweise vom Netzbetreiber begleitet.	
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	

Maßnahme 6:

Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger bei der individuellen Sanierung und Umrüstung auf erneuerbare Energien

Kategorie	Kommunikation
Adressat	Markt Schwarzhach, Energieberaterinnen und Energieberater
Beschreibung	Ziel dieser Maßnahme ist es, private Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer zu unterstützen, energetische Sanierungsmaßnahmen voranzutreiben und ihre Heizung auf erneuerbare Technologien umzurüsten. Dazu kann beispielsweise eine Kommunikationsstrategie entwickelt werden, die gezielt über Förderprogramme, gesetzliche Vorgaben und die Vorteile von Sanierungsmaßnahmen informiert. Im Rahmen dieser Strategie sollen Informationsmaterialien bereitgestellt und Informationskampagnen organisiert werden, die z. B. in Kooperation mit Energieagenturen durchgeführt werden können. Dabei sollte auch auf die bereits bestehenden, kostenlosen bzw. geförderten Energieberatungsangebote des Landkreises Kitzingen in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Bayern und der Energieagentur Oberfranken hingewiesen werden. Weiters können – ebenfalls beispielsweise gemeinsam mit Energieagenturen – praxisnahe Sanierungsmustersteckbriefe für ein beispielhaftes Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus im Gemeindegebiet bereitgestellt werden. Diese Steckbriefe sollen als Orientierungshilfe dienen, um energieeffiziente und wirtschaftlich tragfähige Sanierungsmaßnahmen umzusetzen. Die Steckbriefe können zusätzlich durch exemplarische, bereits umgesetzte Projekte vor Ort konkretisiert werden. Wesentliche Inhalte sollten neben der technischen Umsetzung auch der Kostenrahmen (inkl. Vergleich mit dem Bestand), Förderprogramme sowie der Beitrag der Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele sein. Diese Vorgabe von Beispielen kann als Vorbild für weitere Sanierungsmaßnahmen dienen und die möglichen Handlungsschritte und Ergebnisse für den Einzelnen konkretisieren. Auch hinsichtlich der individuellen Heizungsumstellung – insbesondere außerhalb der festgelegten Wärmenetzprüfgebiete – kann eine Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger zum Gelingen der Wärmewende beitragen. Für die Analyse der optimalen erneuerbaren Heizung ist oftmals eine individuelle Beratung unabdingbar. Hierfür können entsprechende Förderprogramme aufgesetzt werden, welche Bürgerinnen und Bürgern kostengünstigen Zugang zu Energieberatung verschaffen. Dabei kann auf die bereits bestehende Energieberatung des Landkreises Kitzingen zurückgegriffen und diese gezielt

	für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung genutzt werden. Das bestehende Angebot umfasst unter anderem Beratungen zu energetischer Sanierung, Heizungstausch, erneuerbaren Energien und Fördermöglichkeiten sowie Beratungen vor Ort.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erarbeitung der Sanierungsstrategie	Markt Schwarzhach, Energieagenturen
	Erstellung Sanierungssteckbriefe	Markt Schwarzhach, Energieagenturen, Handwerk, Schornsteinfeger
	Aufsetzen und Bewerben eines Förderprogramms für individuelle Beratung von Privathaushalten	Markt Schwarzhach
	Durchführung der Energieberatung für Privathaushalte	Energieberaterinnen und Energieberater
Laufzeit	direkt nach Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung; fortlaufend	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung der Veranstaltung an, ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der Aufwand für die Gemeinde beschränkt sich auf die Organisation und Ausführung, ist aufgrund des Umfangs der Aufgabe jedoch erheblich.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 7:

Sanierungsstrategie kommunaler Gebäude

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	Markt Schwarzhach	
Beschreibung	Die Entwicklung einer Sanierungsstrategie für kommunale Gebäude ist eine zentrale Maßnahme zur Erreichung von Energieeffizienz- und Klimazielen. Kommunale Gebäude, wie Schulen, Rathäuser, Sporthallen oder Bibliotheken, bieten großes Potenzial zur Reduzierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen. Durch die systematische Sanierung und Modernisierung dieser Liegenschaften kann die Kommune nicht nur ihre Betriebskosten senken, sondern auch eine Vorbildfunktion im Bereich des Klimaschutzes einnehmen. Die Sanierungsstrategie umfasst eine umfassende Bestandsaufnahme der kommunalen Gebäude hinsichtlich ihres Energieverbrauchs, ihres baulichen Zustands und ihrer technischen Ausstattung. Darauf aufbauend wird ein Sanierungsplan erstellt, der Maßnahmen wie die Erneuerung von Heizungsanlagen oder die Dämmung von Dächern beinhaltet.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung Sanierungskonzept	Markt Schwarzhach, externe Dienstleister
	Beantragung Förderung	Markt Schwarzhach
	Umsetzung der Sanierungsstrategie	Markt Schwarzhach, externe Dienstleister
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung; Abschluss bis 2035	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Planung und Umsetzung der Sanierung an; die Höhe ist stark fallspezifisch.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar, da die Maßnahme hauptsächlich durch externe Dienstleister bearbeitet wird.	
Förderung	diverse, fallspezifische Förderprogramme, allen voran das BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)	

Maßnahme 8:

Methoden, Informationen und Veranstaltungsformate zur Wärmewende

Kategorie	Kommunikation
Adressat	Markt Schwarzhach
Beschreibung	Eine zentrale Maßnahme zur Erreichung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung ist Kommunikation und Information der Bürgerinnen und Bürger. Hier bieten sich unterschiedliche Formate an, um Maßnahmen, Ziele und Herausforderungen zu kommunizieren und eine breite Akzeptanz zu schaffen. Heizungsbetriebe sind häufig die ersten Ansprechpersonen für Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer bei der Auswahl, Installation und Wartung von Heizungssystemen. Durch ihre Expertise und den direkten Kundenkontakt spielen sie eine zentrale Rolle bei der Umstellung auf klimafreundliche Heiztechnologien wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasseheizungen. Ein kontinuierlicher Austausch zwischen Heizungsbetrieben, Energieberaterinnen und Energieberatern sowie der Kommune – insbesondere hinsichtlich der Zielsetzungen aus der Kommunalen Wärmeplanung und deren Umsetzungsstand – hilft den Heizungsbetrieben bei einer umfassenden und zielgerichteten Beratung. Daneben kann eine zentrale Website zur lokalen Wärmewende sicherstellen, dass alle Informationen den Bürgerinnen und Bürgern zur Verfügung gestellt werden und die Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Inhalte der Website können beispielsweise die Ergebnisse der Wärmeplanung (sowohl in zusammengefasster Form, als auch durch Bereitstellung der Berichte, Clustersteckbriefe, etc.), FAQs, Ansprechpersonen für weitere Schritte, Informationen zu Beratungs- und Förderangeboten, Informationen zum Stand konkreter Umsetzungsvorhaben, sowie regelmäßige Statusberichte über den Fortschritt sein. Dies kann durch wiederkehrende Ausrichtung von Informationsveranstaltungen für Bürgerinnen und Bürger und weitere lokale Akteure flankiert werden. Ziel ist es, die geplanten Maßnahmen transparent zu erläutern, deren Nutzen für Klima und Gemeinschaft hervorzuheben und offene Fragen zu klären. Die Veranstaltungen bieten zudem Raum für Anregungen und Diskussionen, um die Akzeptanz und das Verständnis für die anstehenden Vorhaben zu fördern. Sie stellen eine wichtige Brücke zwischen Planung und Umsetzung dar und unterstützen eine aktive Beteiligung der Öffentlichkeit.

Handlungsschritte und Verantwortliche	Einrichtung des Kommunikationsformats	Markt Schwarzhach
	Durchführung des Kommunikationsformats	Markt Schwarzhach, ggf. externe Dienstleister und Referentinnen/Referenten
	Konzeptionierung und Ersteinrichtung der zentralen Website	Markt Schwarzhach
	laufende Aktualisierung und Pflege der Website	Markt Schwarzhach
Laufzeit	Erstbesprechung während der Laufzeit der kommunalen Wärmeplanung; danach in 2-jährigem Zyklus	
Kosten	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen hauptsächlich für Organisation und Ausführung der Veranstaltung an, ggf. auch für externe Dienstleister und Referenten.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 9:

Aufbau neuer Wärmedienstleistungen prüfen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	LKW Kitzingen GmbH, Energieversorger	
Beschreibung	Die Kommunale Wärmeplanung zeigt, dass die dezentrale Wärmeversorgung eine zentrale Rolle bei der Wärmewende spielen wird. Um die finanzielle Belastung für Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer zu reduzieren, insbesondere bei Investitionen in Wärmepumpen, können passende Contracting-Modelle entwickelt und geprüft werden. Es wird empfohlen, in den kommenden Jahren zu prüfen, in welchem Umfang regionale Energieversorger im Bereich des Wärmecontractings aktiv werden können. Dies kann beispielsweise Installation und Betrieb erneuerbarer Heizungen bei größeren Verbrauchern umfassen. Zusätzlich wird ein zielgerichtetes Informationsangebot aufgebaut, das betroffene Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümer über die Vorteile und Möglichkeiten von Wärmedienstleistungen aufklärt. Dieses Angebot soll helfen, Transparenz zu schaffen und Hemmnisse bei der Entscheidung für nachhaltige Wärmeversorgungs-lösungen abzubauen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Prüfung von Contractingmodellen	LKW Kitzingen GmbH, Energieversorger
	ggf. Kommunikation und Vertrieb der Contractingmodelle	LKW Kitzingen GmbH, Energieversorger
Laufzeit	unmittelbar nach Beendigung der kommunalen Wärmeplanung	
Kosten	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch	
	Kosten fallen insbesondere für Personal und ggf. externes Consulting an.	
Personalaufwand	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Der personelle Aufwand für die LKW Kitzingen GmbH ist erheblich, da die Planung einen aufwendigen strategischen Prozess darstellt und entsprechende Ressourcen und Kapazitäten erfordert.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 10:

Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	N-ERGIE Netz GmbH, Markt Schwarzhach	
Beschreibung	Einen zentralen Bestandteil des künftigen Wärmesystems werden Wärmepumpen darstellen. Die dafür erforderliche Leistung muss zu einem großen Teil über das öffentliche Stromnetz zur Verfügung gestellt werden. Ziel dieser Maßnahme ist es, die Anpassungsfähigkeit des Stromnetzes an die zunehmenden Anforderungen durch dezentrale Wärmepumpen und damit steigenden Leistungs- und Strombedarf sicherzustellen. Im Rahmen der Maßnahme werden regelmäßige Stromnetzchecks durchgeführt, um die Kapazitäten und Belastungen des bestehenden Netzes zu überwachen und potenzielle Engpässe frühzeitig zu identifizieren. Diese Überprüfungen ermöglichen eine vorausschauende Planung und rechtzeitige Einleitung notwendiger Anpassungsmaßnahmen, bevor kritische Schwellen überschritten werden. Die Anpassungsmaßnahmen können beispielsweise die Verstärkung von Leitungsnetzen, die Installation von Speichersystemen oder die Integration intelligenter Netztechnik umfassen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	kontinuierliches Monitoring des Stromnetzes	N-ERGIE Netz GmbH
	kontinuierlicher Austausch mit dem Netzbetreiber	Markt Schwarzhach
Laufzeit	läuft bereits; kontinuierlich	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und entsprechenden Ausbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt.	
Förderung	n/a	

Maßnahme 11:

Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur etwaigen Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff

Kategorie	Planung und Umsetzung	
Adressat	LKW Kitzingen GmbH	
Beschreibung	Die Maßnahme umfasst die Erstellung eines verbindlichen Gasnetztransformationsplans zur möglichen Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff. In enger Zusammenarbeit zwischen dem örtlichen Gasnetzbetreiber, der Kommune, Energieversorgern sowie relevanten Akteuren aus Industrie, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sollen die technischen, regulatorischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Umstellung ermittelt und in einem klaren Fahrplan festgehalten werden. Hierzu zählen die Analyse des Ist-Zustands des Netzes (Material, Druckstufen, Altersstruktur, H₂-Eignung), die Prognose des zukünftigen Wärme- und Energiebedarfs, die Entwicklung möglicher Umstellungsszenarien (vollständige oder teilweise Wasserstoffversorgung, Mischbetrieb, Rückbau) sowie die zeitliche und räumliche Priorisierung der Umsetzung. Der Plan berücksichtigt zudem notwendige technische Anpassungen wie den Austausch von Leitungen, Armaturen oder Druckregelanlagen, die Integration in überregionale Wasserstoffnetze, die Prüfung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten sowie die geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen.	
Handlungsschritte und Verantwortliche	Erstellung eines Gasnetztransformationsplans	LKW Kitzingen GmbH
Laufzeit	läuft bereits	
Kosten	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch	
	Die Kosten für kontinuierliches Monitoring, Planung und ggf. entsprechenden Ausbau/Umbau sind für den Netzbetreiber u.U. erheblich.	
Personalaufwand	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch	
	Der personelle Aufwand für die Gemeinde ist überschaubar, da der Großteil der (sehr umfangreichen) Aufgabe beim Netzbetreiber liegt.	
Förderung	n/a	