



Kommunale Wärmeplanung für die Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim

Zwischenbericht

Datum: 12.06.2026



Dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit von Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim, der Licht-, Kraft- und Wasserwerke Kitzingen GmbH und prosio engineering GmbH durchgeführt.

Auftraggeberin: Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim
Schwarzacher Straße 4
97320 Großlangheim
Ansprechpartner: Peter Sterk, Ute Zapp

**Verwaltungsgemeinschaft
Großlangheim** 

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

0	Hinweis zur Vorveröffentlichung von Ergebnissen der Kommunalen Wärmeplanung	5
1	Einleitung	6
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	20
2.3.5	Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung	20
2.3.6	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....	23
2.4	Zwischenfazit Bestandsanalyse	26
3	Potenzialanalyse	28
3.1	Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.....	28
3.1.1	Photovoltaik und Solarthermie	29
3.1.2	Oberflächengeothermisches Potenzial	34
3.1.3	Tiefengeothermisches Potenzial.....	43
3.1.4	Potenzial für oberflächennahe Gewässer	44
3.1.5	Potenzial für Luftwärme	44
3.1.6	Biomassepotenzial.....	45
3.1.7	Potenziale für Strom aus Wind	48
3.1.8	Potenzial für Strom aus Wasserkraft	49
3.2	Potenziale zur Nutzung von Abwärme.....	50
3.2.1	Abwärme aus dem Kanalsystem	50
3.2.2	Abwärme an Kläranlagen	51
3.2.3	industrielle und gewerbliche Abwärme.....	51
3.3	Potenzial für thermische Speicher	52
3.3.1	Kurz- und mittelfristige Speicher.....	52
3.3.2	Saisonale Speicher	52
3.4	Potenzial zur Bedarfsreduktion.....	54
3.5	Zwischenfazit Potenzialanalyse.....	58
4	Abbildungsverzeichnis.....	60

5	Tabellenverzeichnis.....	62
6	Bildrechte.....	62

0 Hinweis zur Vorveröffentlichung von Ergebnissen der Kommunalen Wärmeplanung

Öffentliche Auslegung und Möglichkeit zur Stellungnahme

Gemäß §13 Absatz2 WPG werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse und Potenzialanalyse hiermit öffentlich bekannt gemacht. Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen, Fachverbände sowie sonstige interessierte Stellen haben die Möglichkeit, innerhalb von 30 Tagen nach Veröffentlichung eine Stellungnahme abzugeben.

Stellungnahmen können schriftlich oder per E-Mail eingereicht werden an:

Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim
Schwarzacher Straße 4
97320 Großlangheim

E-Mail: Ute.Zapp@vgem-grosslangheim.de

Wir danken für Ihr Interesse und Ihre Mitwirkung an der zukünftigen Wärmeversorgung in der VG Großlangheim.

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.

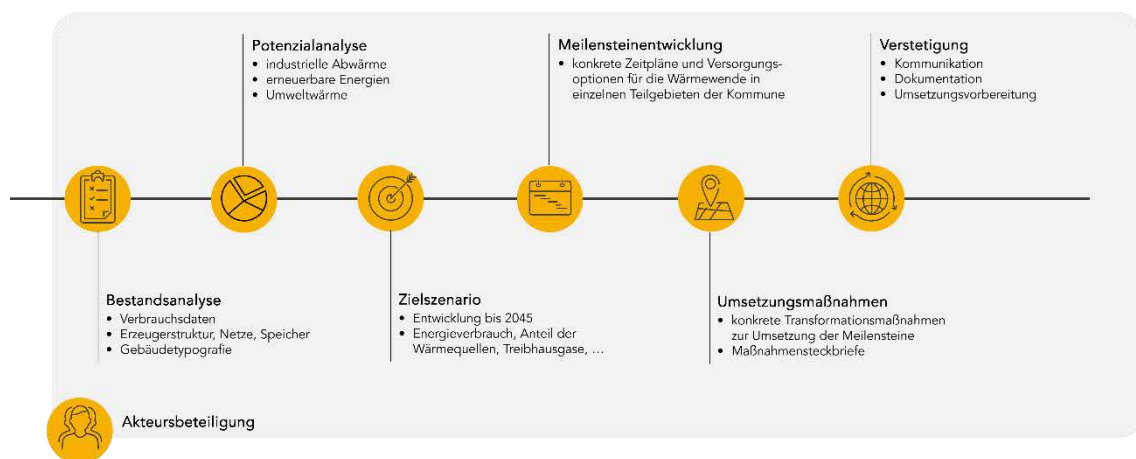


Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung in der Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim wird als Konvoi der der Gemeinden Großlangheim, Kleinlangheim und Wiesenbronn durchgeführt und in Kooperation mit der Licht-, Kraft- und Wasserwerke 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 Verwaltungsgemeinschaft 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, von den Gemeinden 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. Auch Mischnutzungen, wie beispielsweise Gebäude mit anteiligem Wohn- und Gewerbeanteil werden dem Sektor Wohnen zugerechnet. GHD & Industrie beinhalten beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Gebäude, Restaurants, Bürogebäude, Kinos, produzierendes Gewerbe, Läden, etc. 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 1.636 beheizten Gebäuden entfällt der überwiegende Großteil auf Wohnnutzung (92 %). Gebäude mit einer gemischten Nutzung sind hier im Sektor Wohnen miteingegriffen. Weitere 6 % der Gebäude werden für Gewerbebezüge und Industrie verwendet. Lediglich 2 % der Gebäude sind öffentliche Einrichtungen.

In der VG Großlangheim gibt es nur wenige Gewerbebegebieten. Diese befinden sich in den nördlichen Teilen von Großlangheim und Wiesenbronn sowie in den westlichen Teilen von Kleinlangheim und Haidt. Darüber hinaus dominiert fast überall die Wohnbebauung. Dies wird in Abbildung 3 verdeutlicht. Hier werden die vorwiegenden Gebäudetypen nach Sektoren aggregiert in den einzelnen Quartieren Großlangheims dargestellt.

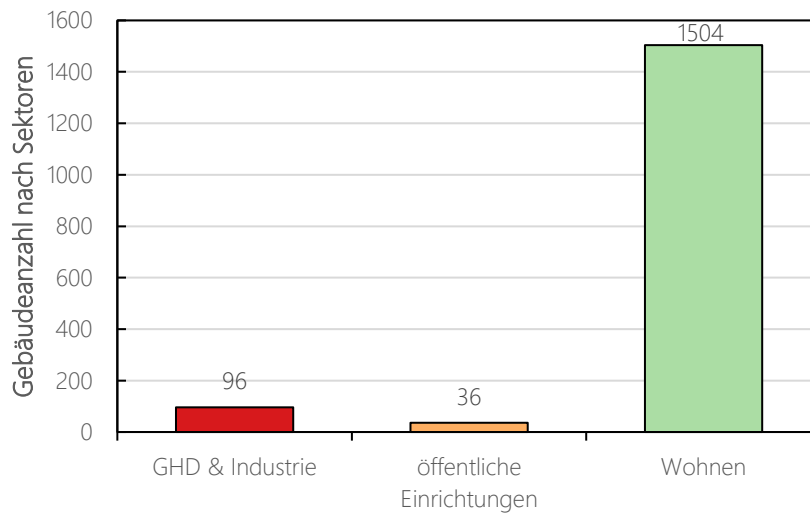


Abbildung 2: Verteilung des Gebäudetyps nach Sektoren

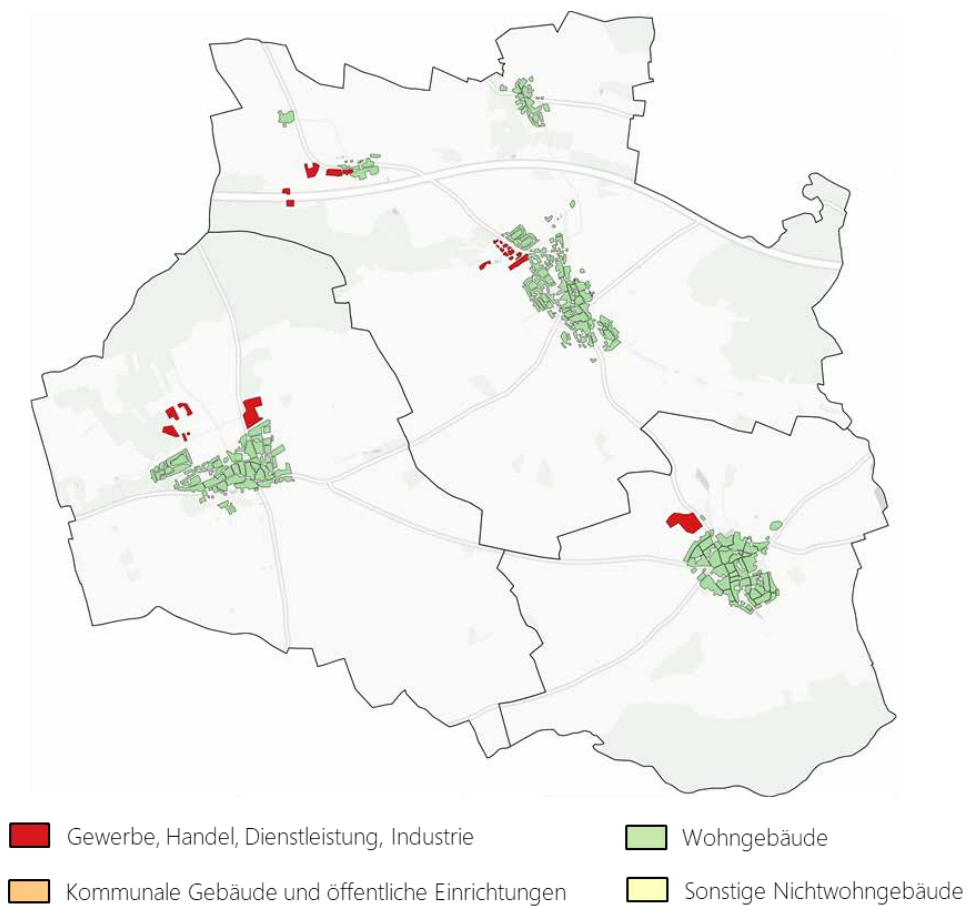


Abbildung 3: Vorwiegender Gebäudetyp nach Sektoren in den Quartieren

Mit 92 % des Gebäudebestands dominiert der Sektor Wohnen in Großlangheim deutlich. Dabei fällt mit 80 % der Großteil der Wohngebäude auf Einfamilienhäuser. Doppel- und Reihenhäuser machen weitere 11 % des Wohngebäudebestands aus, während auf Mehrfamilien- bzw. Mehrgenerationenhäuser in der VG Großlangheim die restlichen 8 % der Wohngebäude entfallen (Abbildung 4). Große Mehrfamilienhäuser ab sieben Wohneinheiten kommen im Gebiet der VG nicht vor.

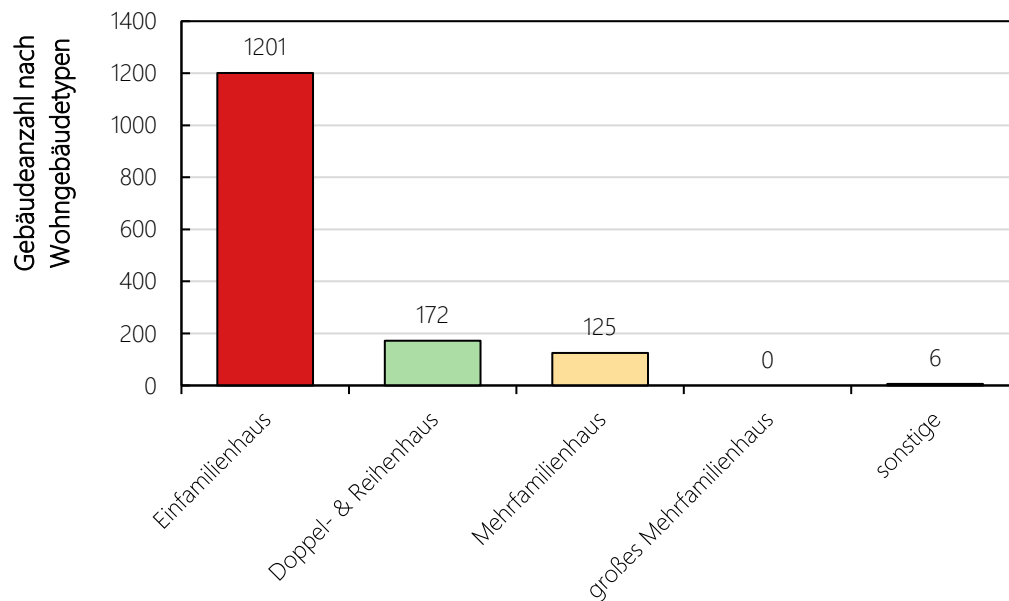


Abbildung 4: Verteilung der Wohngebäudetypen

Generell weisen alle drei Gemeinden ähnliche Wohnbebauungsstrukturen auf. Abbildung 5 stellt hierfür den vorwiegenden Wohngebäudetyp in den einzelnen Baublöcken dar. Fast alle Gebiete sind von Einfamilienhäusern dominiert, wobei verstreut Reihenhäuser und Mehrgenerationen- bzw. Mehrfamilienhäuser vorkommen. Speziell entlang der Kleinlangheimer Bahnhofstraße tritt hier vermehrt unterschiedliche Bebauung auf, weshalb hier die meisten der Quartiere liegen, die nicht von Einfamilienhäusern geprägt sind.

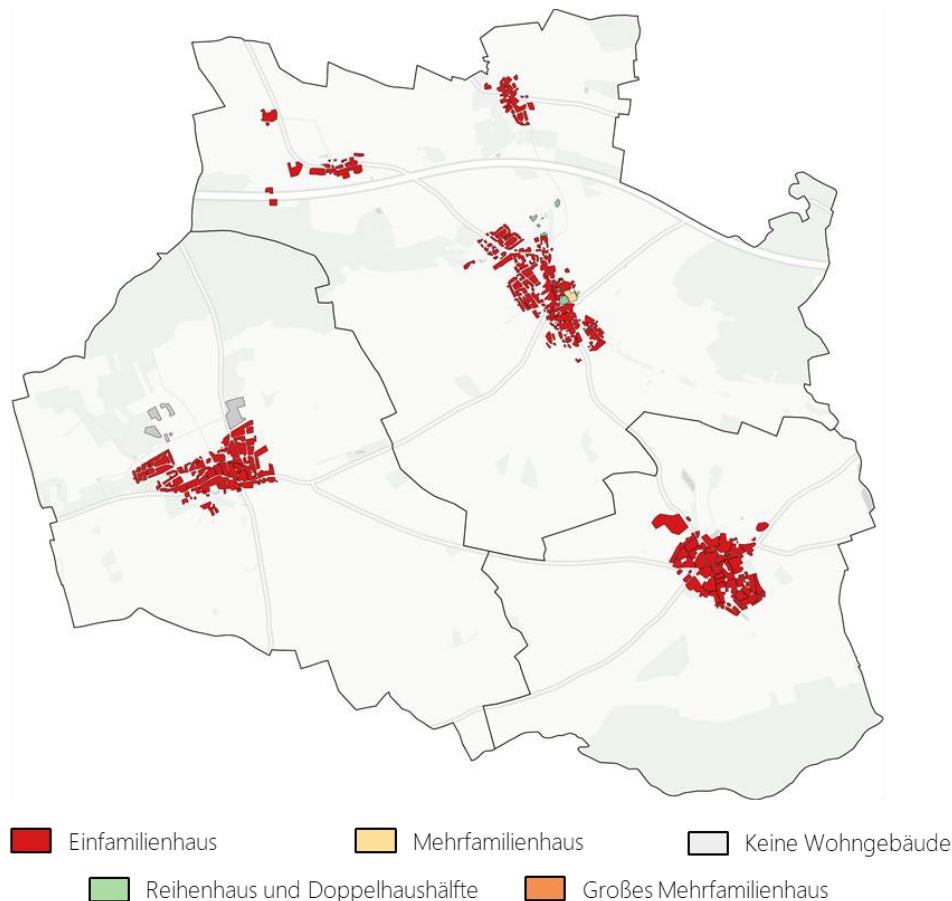


Abbildung 5: Vorwiegender Gebäudetyp der Wohngebäude in den Quartieren

Einen Überblick über die Altersstruktur der Wohngebäude bietet Abbildung 6. Insgesamt konnten 1.504 Gebäuden des Wohngebäudebestands in Großlangheim Altersklassen zugeordnet werden. Etwa 55 % 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 (324 oder 22 %) 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 Großlangheim im Verlauf der Jahre kaum. Der sehr große Anteil an Einfamilienhäusern ist hier weiterhin deutlich erkennbar. Abweichende Bebauung wie Reihen- und Doppelhäuser und Mehrfamilienhäuser hatten bis 1978 noch einen größeren Anteil an der Bebauung, drastische Änderungen im Bauverhalten sind allerdings nicht zu erkennen.

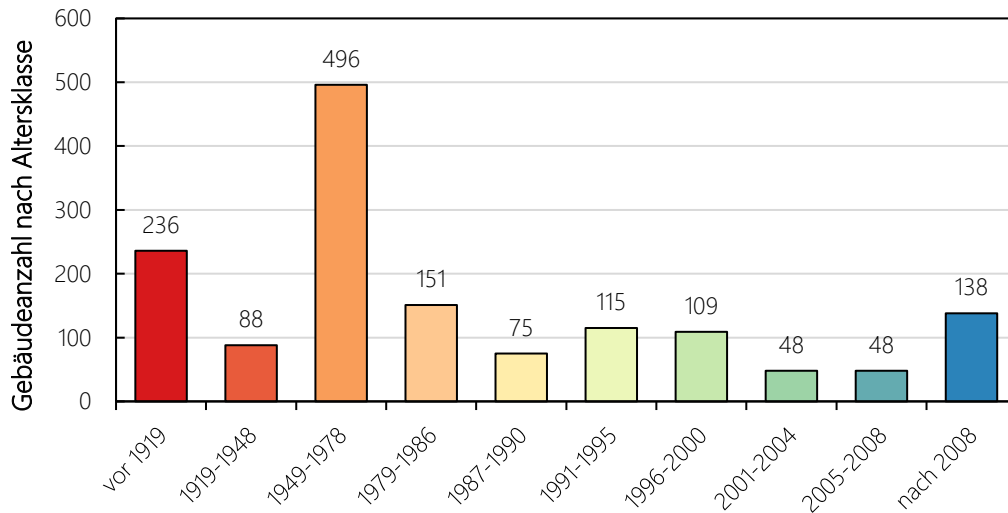


Abbildung 6: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden

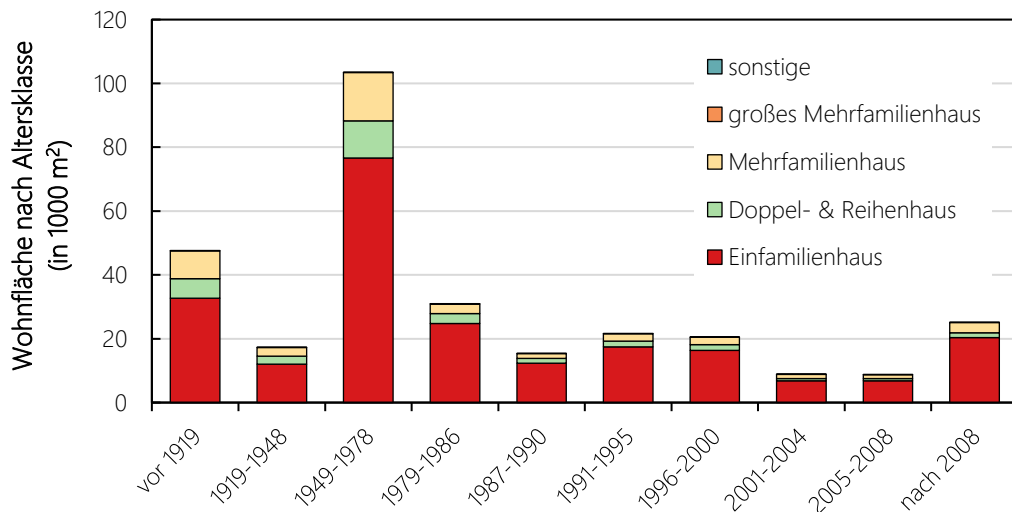


Abbildung 7: Verteilung der Gebäudealtersklassen von Wohngebäuden untergliedert nach dem Wohngebäudetyp

Neben dem hohen Anteil der zwischen 1949 und 1978 errichteten Wohngebäude zeigt Abbildung 8 auch den großen Altbaubestand. Bei jeder der drei Gemeinden ist speziell der Ortskern von vor 1919 errichteten Altbauten dominiert. Ebenfalls kann man in jeder der Gemeinden ein klares Neubaugebiet erkennen. Die Neubaugebiete liegen jeweils am Ortsrand, mit stetig wachsender Bebauung über die letzten Jahrzehnte. 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.

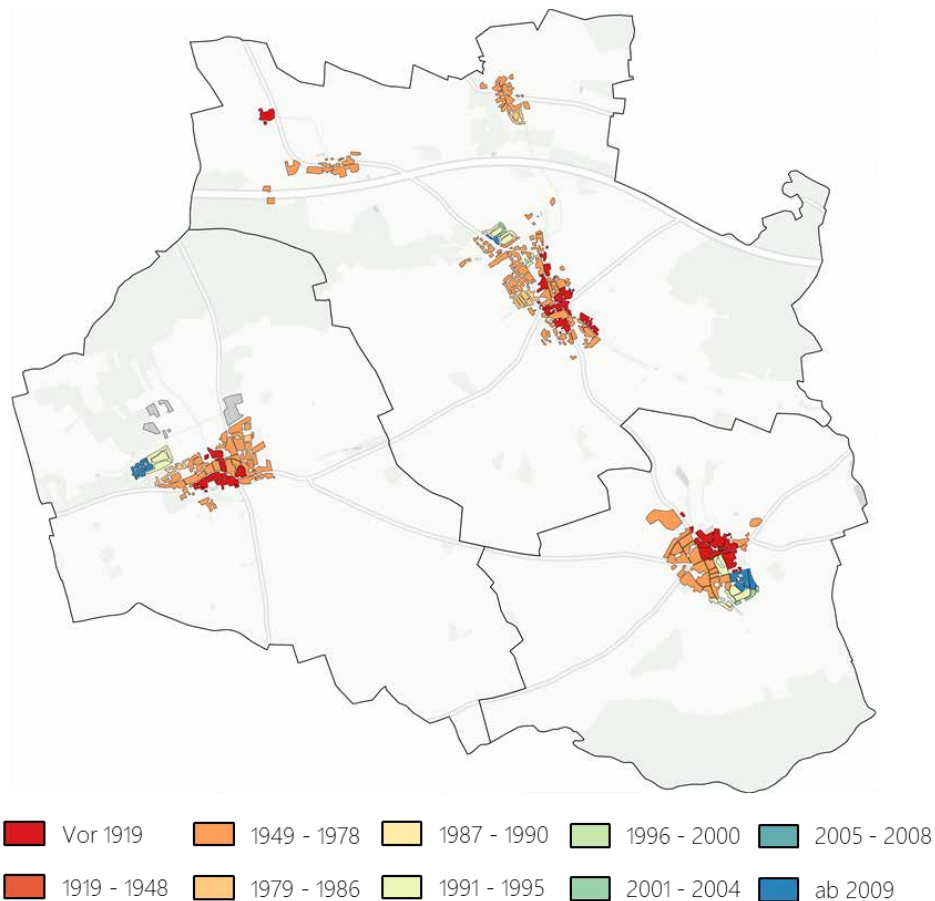


Abbildung 8: Vorwiegende Baualtersklasse der Wohngebäude in den Quartieren

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 der VG Großlangheim 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 Kleinlangheim wurden hierzu Verbrauchsdaten und Leitungsplan des Gasnetzes der LKW Kitzingen übermittelt. In den anderen beiden Gemeinden gibt es kein Gasnetz und im gesamten Gebiet der VG Großlangheim sind keine Wärmenetze bekannt.

Aktuell beläuft sich der jährliche Wärmebedarf in der VG Großlangheim auf etwa 46 GWh (Abbildung 9). Mit 86 % wird der Großteil der Wärme im Wohnsektor benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen weitere 10 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 4 % des Wärmebedarfs entfallen auf öffentliche Einrichtungen.

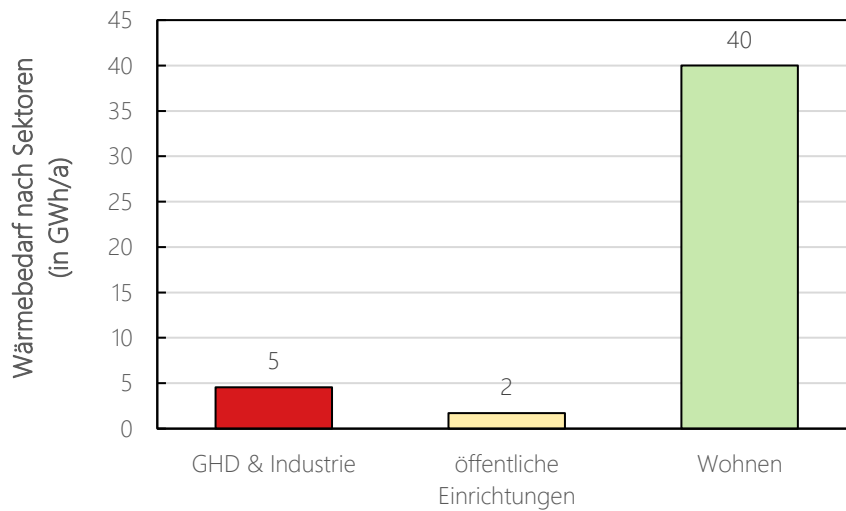


Abbildung 9: jährlicher Wärmebedarf aufgeteilt nach Sektoren

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.

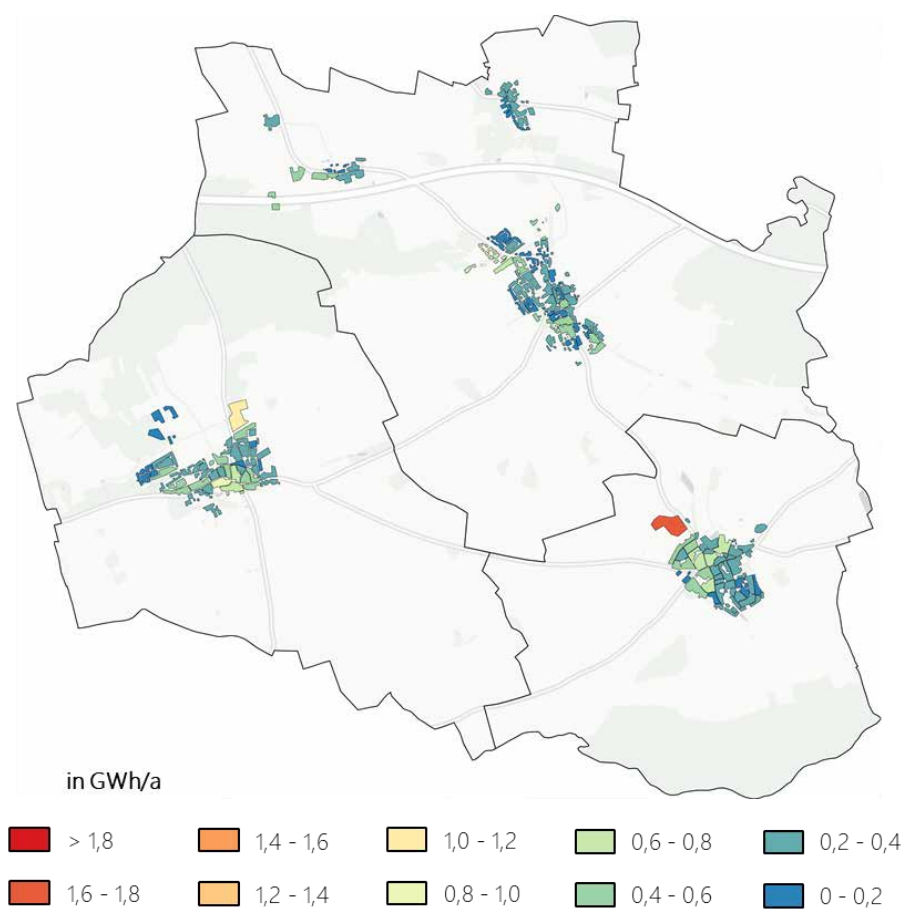


Abbildung 10: absoluter Wärmebedarf in den Quartieren in GWh/a

In der VG Großlangheim stechen erwartungsgemäß insbesondere die drei Gewerbegebiete nördlich von Großlangheim und Wiesenbronn sowie westlich von Kleinlangheim hervor. Weiterhin treten erhöhte Wärmebedarfe in den Ortskernen von Großlangheim und Wiesenbronn auf.

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. Bezogen auf die Fläche fallen die Wärmebedarfswerte der oben diskutierten Gewerbegebiete deutlich geringer aus. Hier weisen dagegen vor allem die Ortskerne aufgrund der relativ dichten Wohnbebauung erhöhte Bedarfsdichten auf.

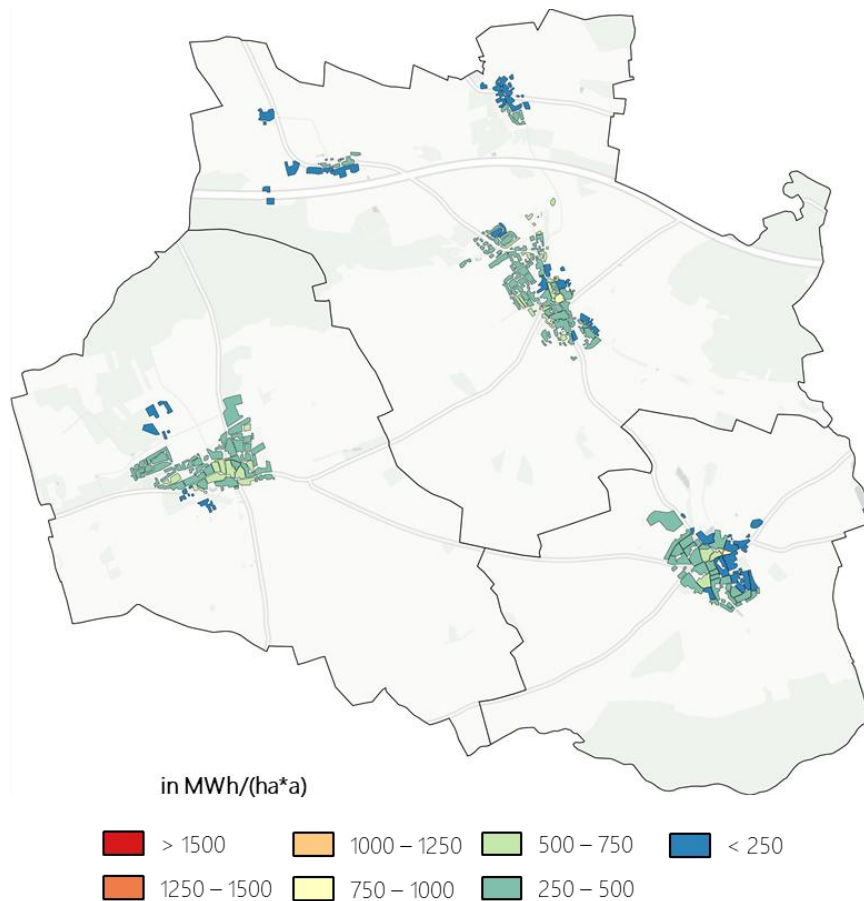


Abbildung 11: spezifische Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha*a)

Die erhöhten Wärmebedarfe in den Gewerbegebieten und den Ortskernen 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 Wärmenetzprüfgebieten. Für Wärmenetze ist ein möglichst hoher Wärmebedarf je Meter Leitungslänge wichtig, um die hohen Kosten der Wärmenetzverlegung refinanzieren zu können.

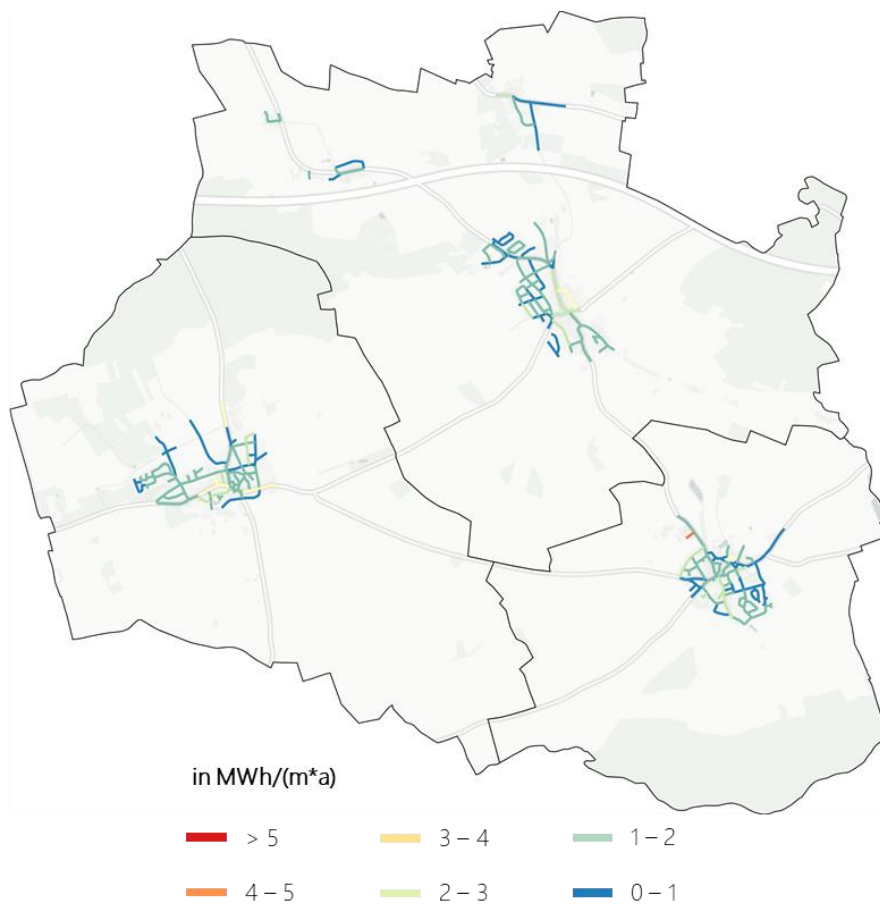


Abbildung 12: Wärmelinien-dichte der Straßenzüge in MWh/(m*a)

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 13 zeigt die Standorte der größten Verbraucher in Großlangheim. Abgebildet sind hier öffentliche Gebäude sowie Gebäude der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie mit Verbräuchen von mindestens 100 MWh/a. Insgesamt fallen in diese Gruppe 16 (von 1.636) Gebäude. Aus dem öffentlichen Sektor tauchen hier die Volksschule in Großlangheim und die Grundschule in Kleinlangheim auf. Die übrigen Gebäude gehören ausschließlich zu den Sektoren GHDI.

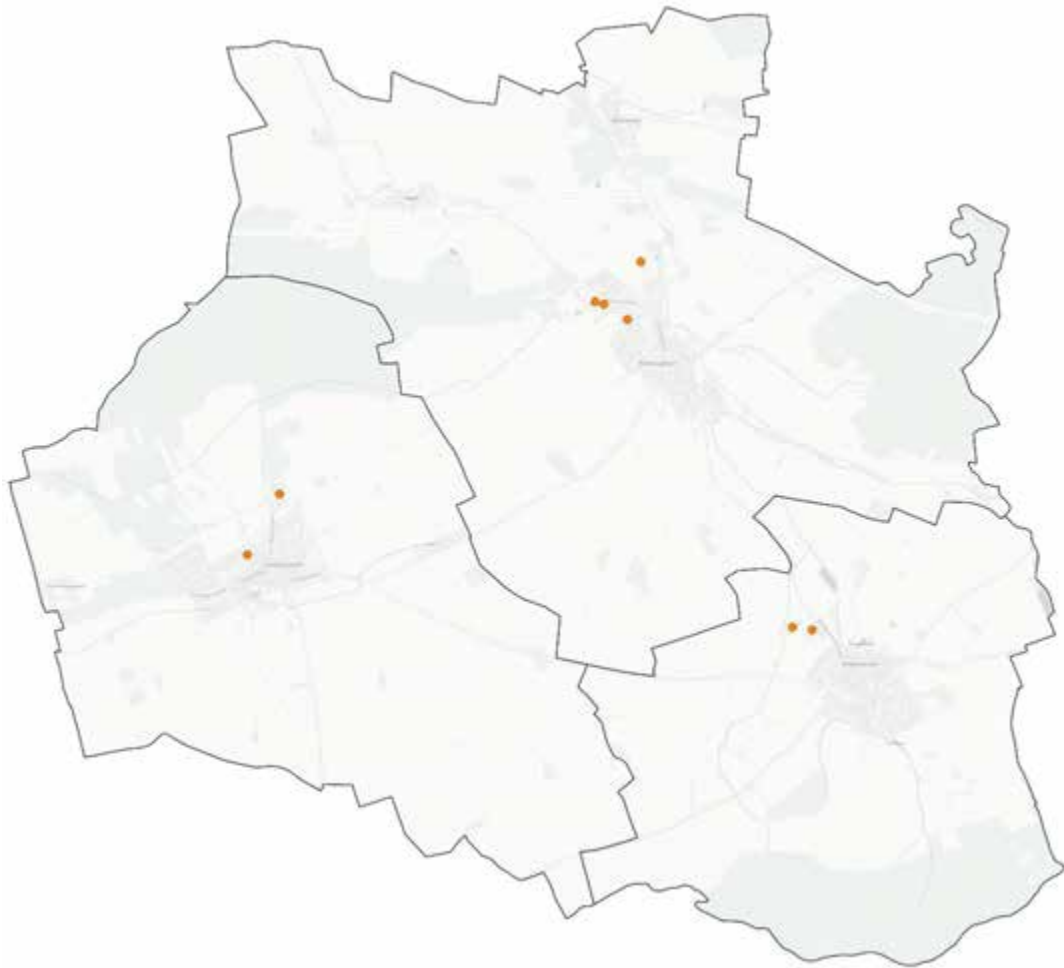


Abbildung 13: Standortbezogene Darstellung der Großverbraucher

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 Kehrbücher aus den Kehrbezirken ausgewertet. Die Informationen wurden vom Bayerischen Landesamt für Statistik in statistisch aufbereiteter Form bereitgestellt. Die Daten beziehen sich auf das Berichtsjahr 2023 und wurden auf Baublockebene aggregiert weitergegeben.

Insgesamt wurden in der VG Großlangheim 2.517 Feuerstätten ausgewertet. Dabei handelt es sich fast zu gleichen Teilen um Einzelraumheizungen und Zentralheizungen. 59 % der Zentralheizungen heizen mit Heizöl, weitere 27 % nutzen Erd- und Flüssiggas und knapp 14 % werden mit Biomasse befeuert.

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

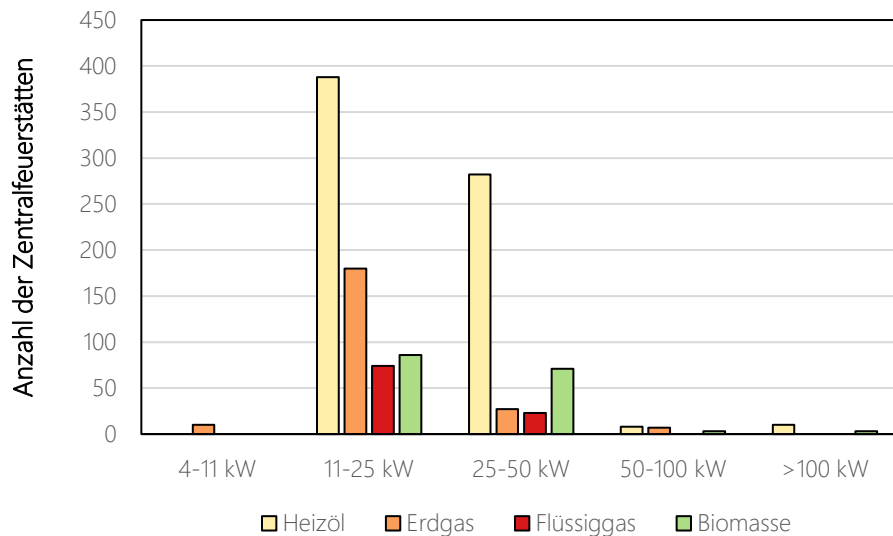


Abbildung 14: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Zentralfeuerstätten

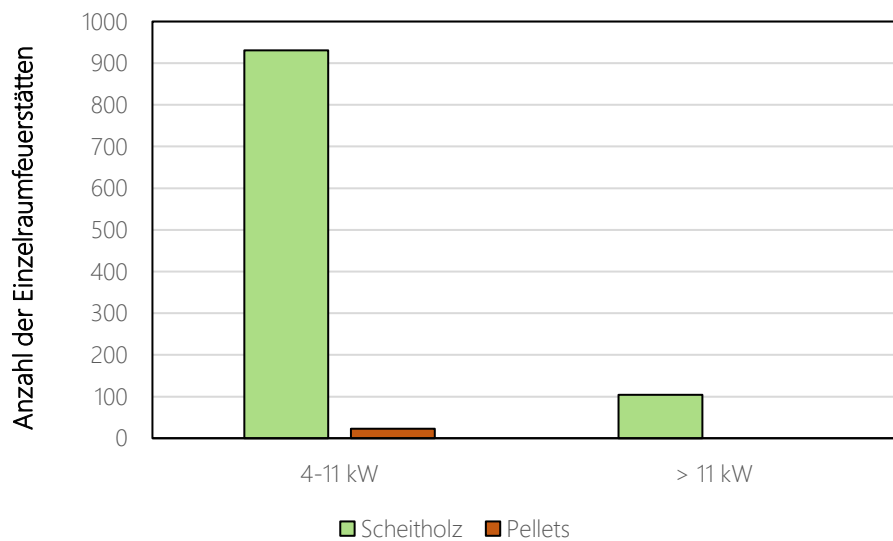


Abbildung 15: Primärenergieträger und Leistungsgröße der Einzelraumfeuerungsstätten

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 Verwaltungsgemeinschaft gemittelt sind die Heizungen im Schnitt 21 Jahre alt. Die Verteilung der Heizungsalter ist über das gesamte Betrachtungsgebiet durchmischt, wobei speziell in Wiesenbronn der Anteil besonders alter Heizungen höher ausfällt.

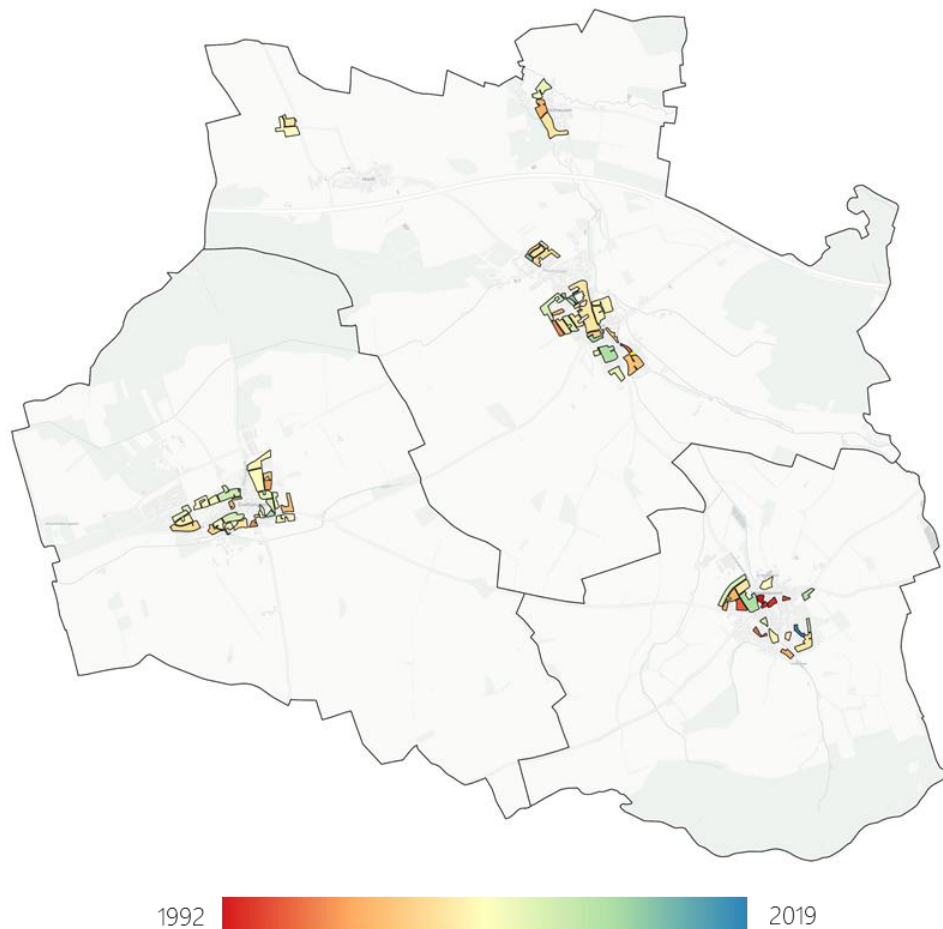


Abbildung 16: Durchschnittsjahr der Inbetriebnahme der Heizungsanlagen auf Quartiersebene

2.3.2 Wärmepumpen

Zur Auswertung der installierten Wärmepumpen wurden Netzabsatz-Daten von der N-ERGIE Netz GmbH zur Verfügung gestellt. Im Kalenderjahr 2024 wurden insgesamt 613 MWh Strom für Wärmepumpen und 351 MWh für Speicherheizungen eingesetzt. In Großlangheim wurde mit 58 % der Großteil des Heizstroms der Verwaltungsgemeinschaft genutzt, gefolgt von Kleinlangheim mit 27 % und Wiesenbronn mit 17 %.

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, ebenso wie Wärmepumpen, die dem Netzbetreiber nicht gemeldet sind. Eine genauere räumliche Aufteilung der Anlagen auf die einzelnen Gebäude der Gemeinde ist nicht bekannt. Die Verbräuche für Wärmepumpen und Speicherheizungen werden deshalb anteilig über simulierte Wärmebedarfe auf die Wohngebäude aufgeteilt, bei denen keine Anschlussdaten (z. B. Gasnetz) bekannt sind.

2.3.3 Gasinfrastruktur

Zur Auswertung der Gasinfrastruktur wurden Daten des Gasnetzbetreibers LKW Kitzingen herangezogen. In der Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim ist eine Gasinfrastruktur nur in der Gemeinde Kleinlangheim vorhanden. Über eine Trassenlänge der Verteilungen von 11,8 km werden insgesamt 254 aktive Anschlüsse mit Methan versorgt. Abbildung 17 stellt die Quartiere dar, in welchen Gasanschlüsse vorhanden sind.

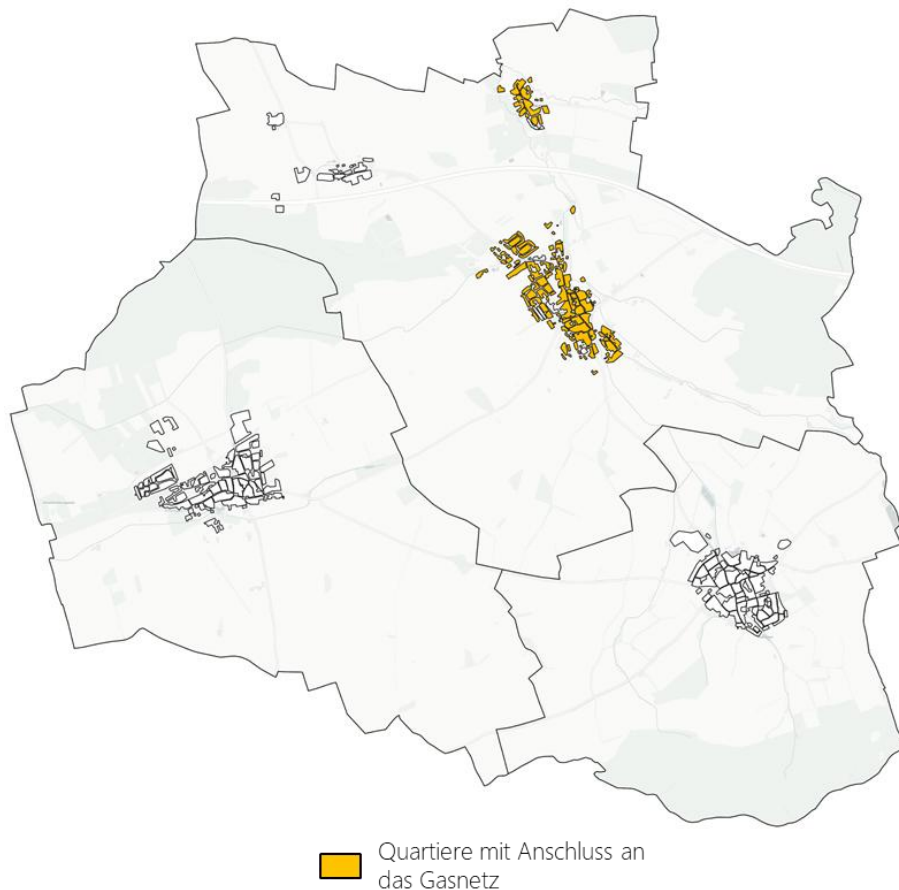


Abbildung 17: Quartiere mit vorhandenen Gasanschlüssen

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 1995 verlegt. Insgesamt 72 % des Gasnetzes in der VG Großlangheim wurde vor 2000 errichtet. Seit der Jahrtausendwende wurden jedes Jahrzehnt ca. 10 % der aktuellen Gesamtlänge verlegt.

Tabelle 1: Baualter des Gasnetzes

Baujahr	Länge des Gasnetzes (in km)	Anteil am Gesamtnetz
1990-1999	8,5	72 %
2000-2009	1,3	11 %
2010-2019	1,1	10 %
seit 2020	0,9	7 %

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 der VG Großlangheim 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 Kleinlangheim ausgegangen werden.

2.3.4 Wärmenetze

Derzeit besteht in der VG Großlangheim kein Wärmenetz.

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, Fragebögen und Begehungen bei Industriebetrieben sowie Kaminkehrerdaten verschnitten.

Abbildung 18 stellt den Wärmebedarf aufgeteilt nach Energieträgern dar. Von den benötigten 46 GWh/a wird mit 29 GWh/a (63 %) der Großteil durch Heizöl bereitgestellt. Weitere 5 GWh/a (10 %) werden durch sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas oder Kohle) und 4 GWh/a (9 %) durch Erdgas versorgt. Erneuerbare Energien stammen insbesondere aus Biomasse (5 GWh/a oder 11 %) und Solarthermie (1 GWh/a oder 2 %). Wärmepumpen und elektrische Direktheizungen tragen gut 2 GWh/a (5 %) zur Wärmeversorgung bei und nutzen dabei einerseits Umweltwärme und andererseits teilweise erneuerbaren Strom. Fernwärme kommt nicht zum Einsatz.

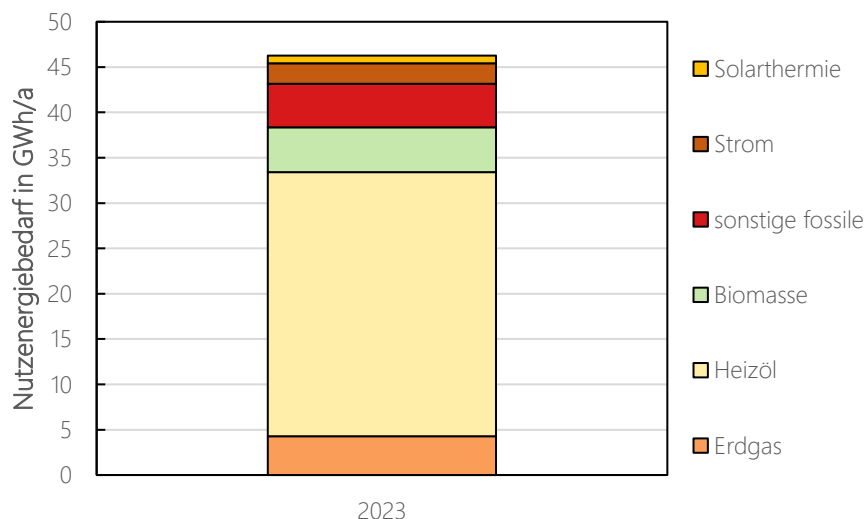


Abbildung 18: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger

Für die Bereitstellung des Wärmebedarfs von 46 GWh/a in den Gebäuden werden 53 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 19 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 der VG Großlangheim werden 34 GWh/a (65 %) Heizöl, 5 GWh/a (10 %) Erdgas und 6 GWh/a (11 %) sonstige fossile Energieträger (z. B. Flüssiggas oder Kohle) eingesetzt. Dazu kommen 6 GWh/a (12 %) Biomasse und insgesamt 2 GWh/a (4 %) Strom und Solarthermie.

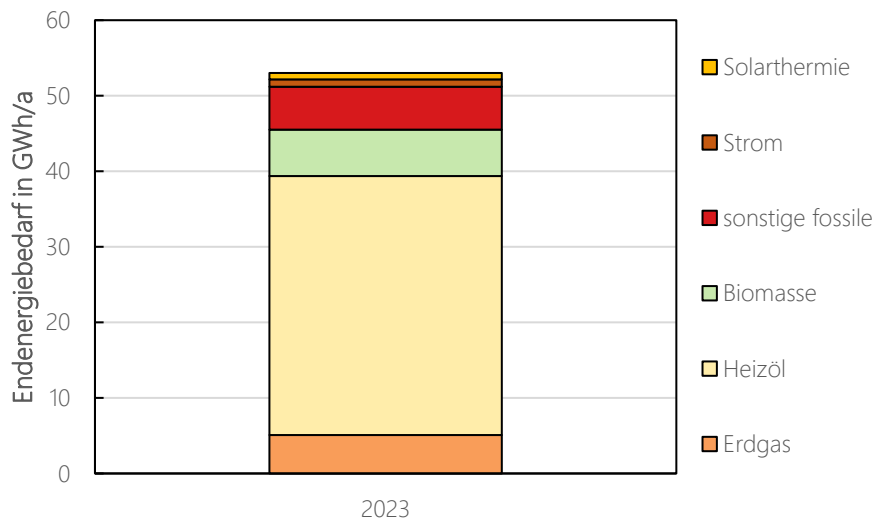


Abbildung 19: Endenergiebedarf nach Energieträger

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 14 % bzw. 7 GWh/a. Durch einen schrittweisen Ausbau der erneuerbaren Wärmeversorgung kann und soll dieser Anteil in Zukunft wesentlich gesteigert werden.

Die Aufteilung der Endenergieträger auf die einzelnen Sektoren wird in Abbildung 20 dargestellt. Der Endenergieverbrauch des Sektors Wohnen beläuft sich auf 46 GWh/a, während öffentliche Einrichtungen 2 GWh/a und Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie 5 GWh/a verbrauchen.

Der Energiemix des Sektors Wohnen wird am stärksten von Heizöl (70 %) dominiert. Darüber hinaus machen Erdgas und Biomasse je rund 10 % der Energieträger, der Rest verteilt sich auf sonstige fossile Energieträger (7 %) und Strom und Solarthermie (je 2 %). In öffentlichen Einrichtungen ergibt sich eine ähnliche Aufteilung, wobei deutlich weniger Heizöl (49 %) zugunsten eines höheren Erdgaseinsatzes (24 %) genutzt wird.

Im Sektor GHDI sind sonstigen fossile Energieträger (i.d.R. Flüssiggas, 37 %) am stärksten vertreten. Darüber hinaus kommen fast ausschließlich Heizöl (30 %) und Biomasse (28 %) zum Einsatz.

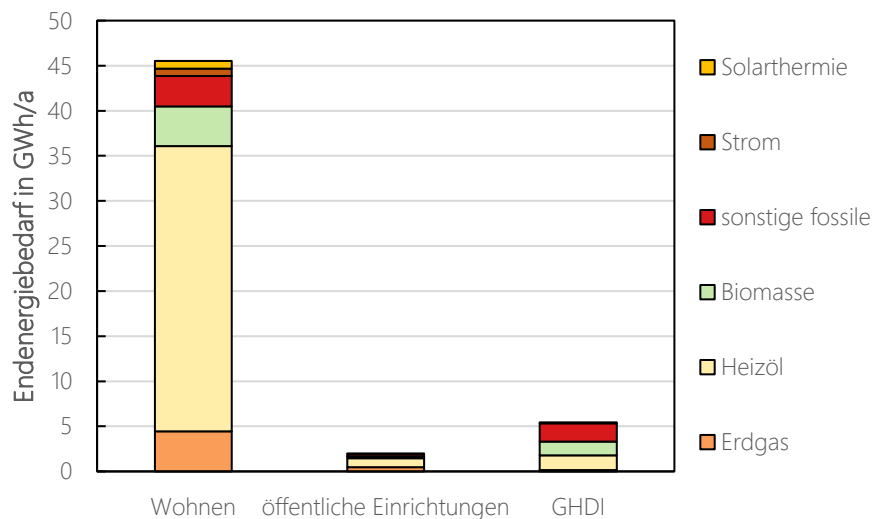


Abbildung 20: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor

Abbildung 21 stellt den vorrangigen Energieträger je Quartier kartographisch dar. Generell ist das gesamte Gebiet der VG Großlangheim stark von Heizöl geprägt. Kleinlangheim ist die einzige Gemeinde mit Anbindung ans Erdgasnetz, weshalb hier Erdgas in vielen Bereichen dominiert. Darüber hinaus wird hauptsächlich in Gewerbegebieten vermehrt Biomasse und Flüssiggas genutzt. Wärmepumpen kommen in der Karte nicht vor, da die Datenlage keine räumliche Verortung ermöglicht.

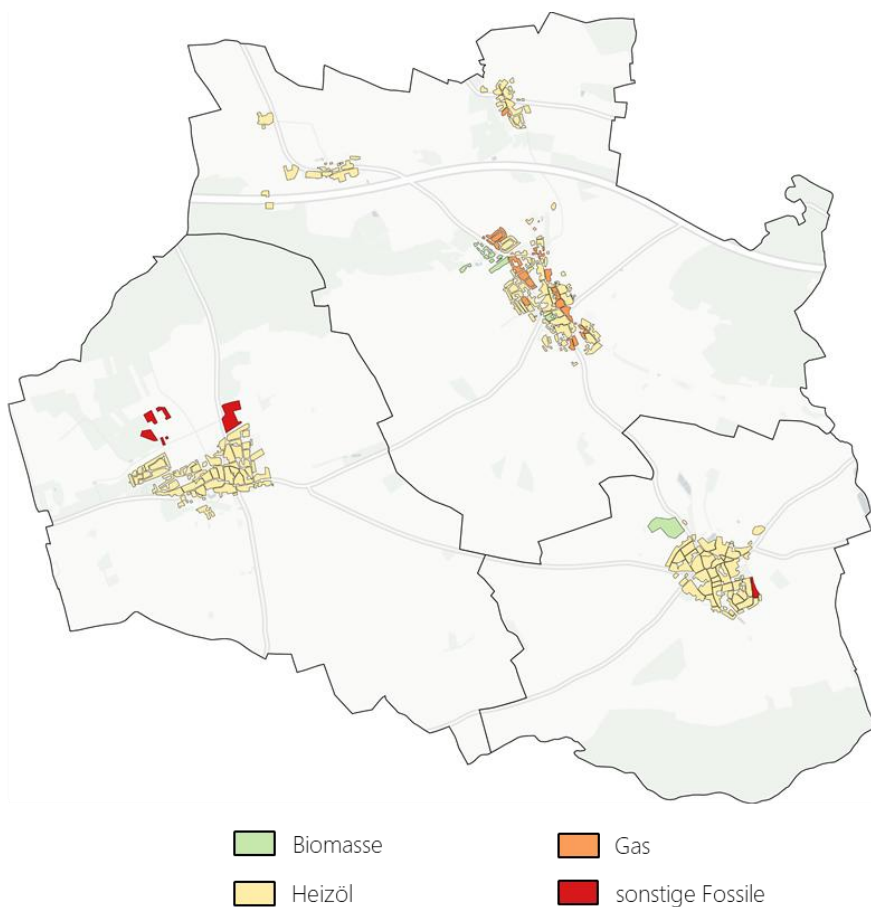


Abbildung 21: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren

Während Abbildung 21 zeigt, welcher Energieträger in welchem Quartier dominiert, stellt Abbildung 22 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.

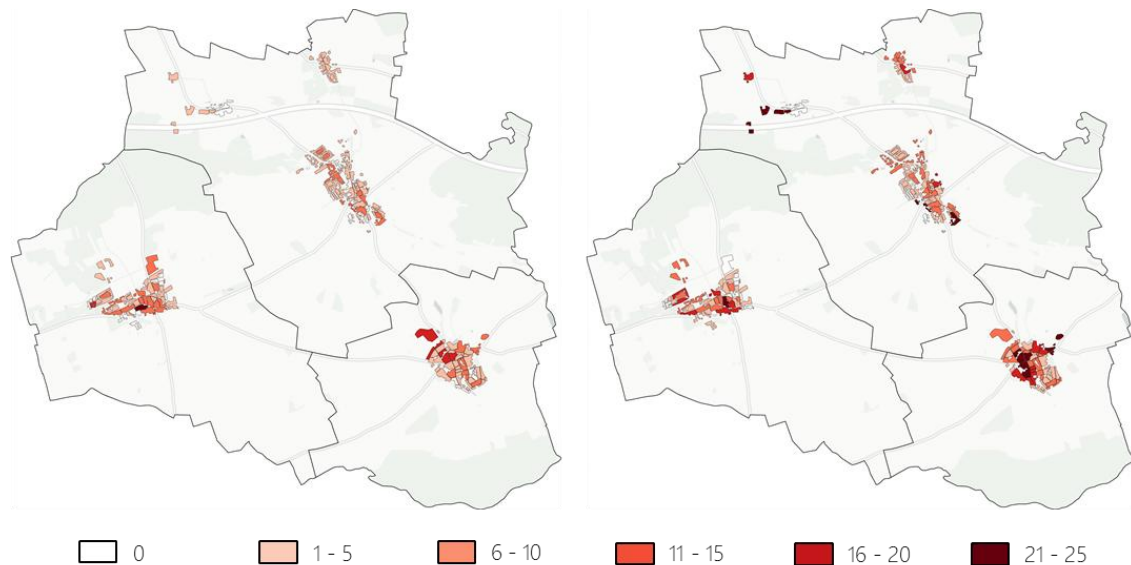


Abbildung 22: Anzahlen von Zentralheizungen (links) und Einzelraumheizungen (rechts)

Hier muss erwähnt werden, dass wie bei Wärmepumpen auch die Daten zu Solarthermieanlagen¹ nur aggregiert auf das gesamte Gebiet vorliegen und im digitalen Zwilling entsprechend nicht quartiersscharf verortet werden können.

Die Auswertung der Energieträger verdeutlicht die Größenordnung der Aufgabe der Wärmewende. Die aktuelle Wärmeversorgung ist zu knapp 86 % 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 Großlangheim aktuell rund 13.700 Tonnen CO₂-eq für Wärmezwecke ausgestoßen. Abbildung 23 verdeutlicht die Verteilung der Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern. Hauptverursacher für die Emissionen sind Heizöl (10.700 t/a bzw. 78 %), sonstige Fossile (z.B. Flüssiggas, 1.300 t/a bzw. 10 %) und Erdgas (1.200 t/a bzw. 9 %). Weiterhin ist Strom für 400 t/a verantwortlich. Der Anteil von Biomasse und Solarthermie ist vernachlässigbar gering.

¹ <http://www.solaratlas.de/>

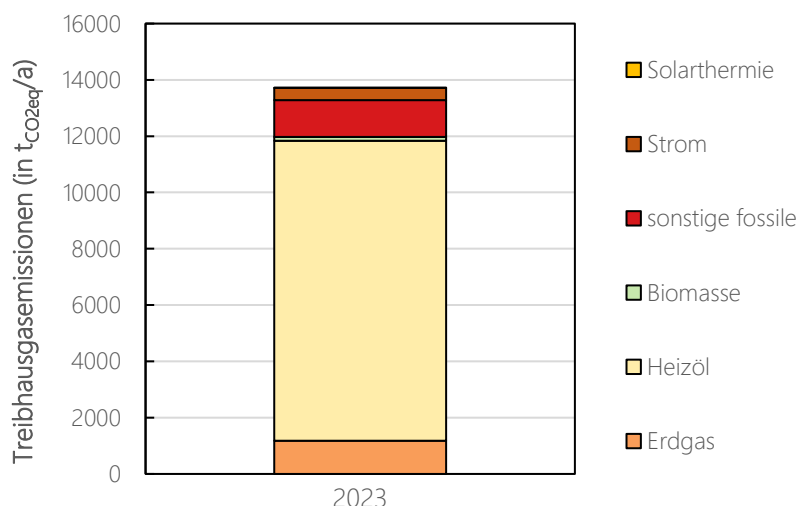


Abbildung 23: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

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 2). 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 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 t_{CO2eq}/MWh auf perspektivisch 0,032 t_{CO2eq}/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 24 dargestellt. Es wird deutlich, dass der Großteil der Emissionen aus dem Wohnsektor stammen. Die Wärmeerzeugung verursacht hier jährlich etwa 12.100 t_{CO2eq}, was etwa 88 % der Gesamtemissionen ausmacht. Bei einer Einwohnerzahl von 4.270 entspricht das einem Pro-Kopf-Emissionswert von 2,8 t_{CO2eq}/(EW*a), der gesamtdeutsche Durchschnitt fällt nach Zahlen für 2021 mit 1,75 t_{CO2eq}/(EW*a) deutlich 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. Die Sektoren GHDI tragen mit 1.100 t_{CO2eq} (8 %) nur einen verhältnismäßig geringen Anteil bei. Der Beitrag öffentlicher Liegenschaften beläuft sich lediglich auf 500 t_{CO2eq}/a oder 4 %. Auch wenn öffentliche Gebäude absolut betrachtet einen geringeren Beitrag zu den Emissionen aufweisen, haben sie dennoch einen großen

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

Hebel (Größe der einzelnen Gebäude und damit hohes Einsparpotenzial bei Einzelmaßnahmen; oftmals direkte Steuer- und Beeinflussbarkeit durch die Kommune; Vorbild- und Multiplikatorwirkung).

Tabelle 2: Emissionsfaktoren¹ der wesentlichen Energieträger in tCO₂eq/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	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
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
Biomethan	0,090	0,086	0,084	0,081	0,079
Industrielle Abwärme	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Tiefengeothermie	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036

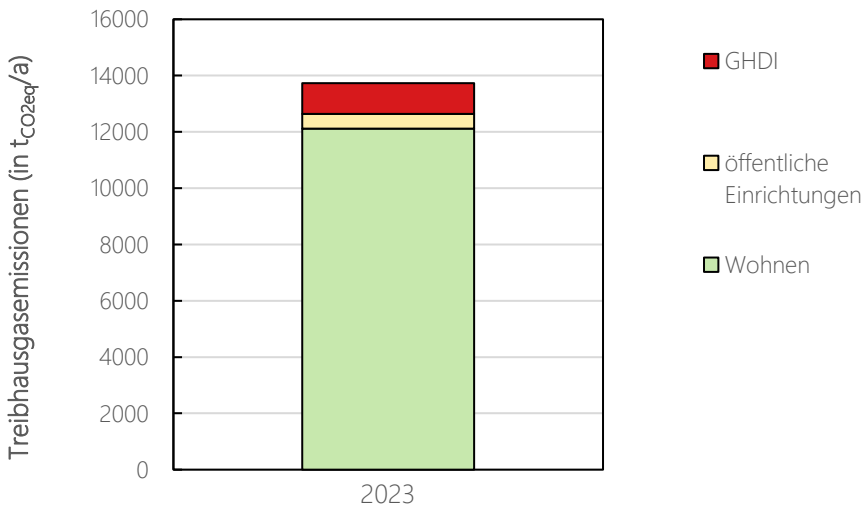


Abbildung 24: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren

Wie schon beim Endenergieverbrauch der Sektoren (Abbildung 20) angemerkt, gibt es speziell bei den Sektoren Wohnen und öffentliche Einrichtungen nur kleine Unterschiede im Energiemix. Die Aufteilung der Treibhausgase entspricht also weitestgehend der Aufteilung der Endenergien. Erwähnenswert ist

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

dagegen beim Sektor GHDI der sehr hohe Anteil der sonstigen Fossilen, was neben dem hohen Bedarf auf die hohen Emissionsfaktoren einhergeht (Abbildung 25).

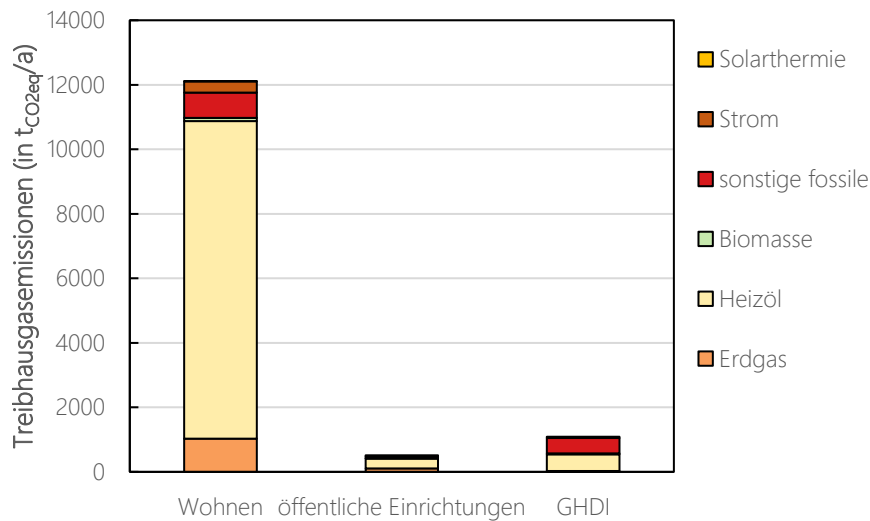


Abbildung 25: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger

2.4 Zwischenfazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stellt durch Analyse von Daten der Netzbetreiber, der Schornsteinfeger, Fragebögen, 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:

- 92 % der Gebäude in der VG Großlangheim sind Wohngebäude, davon etwa 80 % Einfamilienhäuser, 11 % Doppel- und Reihenhäuser und 8 % Mehrfamilien- oder Mehrgenerationenhäuser. Etwa 55 % 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 der VG Großlangheim rund 46 GWh/a. Mit 86 % wird der Großteil der Wärme im Sektor Wohnen benötigt. Die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und Industrie tragen weitere 10 % zum Wärmebedarf bei. Etwa 4 % des Wärmebedarfs entfällt auf öffentliche Einrichtungen. Fokussiert tritt der Wärmebedarf insbesondere in den Ortskernen der drei Gemeinden sowie den Gewerbegebieten in Großlangheim und Wiesenbronn auf.
- Die dezentrale Wärmebereitstellung in Großlangheim ist stark von Heizöl geprägt. Insgesamt existieren 2.517 Feuerstätten, wovon 53 % Einzelraumheizungen und 47 % Zentralheizungen sind. 59 % der Zentralheizungen nutzen Heizöl, weitere 27 % nutzen Erd- und Flüssiggas und knapp 14 % werden mit Biomasse befeuert. Das Durchschnittsalter aller Feuerstätten liegt mit 21 Jahren nahe am üblichen technischen Betriebsende. Gerade hier ist in den kommenden Jahren mit einem enormen Handlungsbedarf zu rechnen.
- Von den benötigten 46 GWh/a Wärmebedarf wird ein großer Teil durch Heizöl (63 %), sonstigen Fossilen (10 %) und Erdgas (9 %) bereitgestellt. Erneuerbare Energien stammen insbesondere aus Biomasse (11 %) und Solarthermie (2 %). Elektrische Heizungen tragen rund

5 % 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 14 %.
- Insgesamt werden in Großlangheim aktuell jährlich rund 13.700 Tonnen CO₂-Äquivalente für Wärmezwecke ausgestoßen. Hauptverursacher für die Emissionen ist Heizöl mit 78 %. Der Wohnsektor verursacht 88 % der Emissionen.

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 558 ha. Das bedingt geeignete Potenzial ergibt weitere 503 ha. Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 10 m²/kWp für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in der VG Großlangheim² von ca. 1.125 kWh/kWp (gemittelt über die drei Gemeinden) ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 1.061 MWp bzw. 1.193 GWh/a. Zusätzlich zu den ausgewiesenen Potenzialflächen wird Freiflächen-PV bereits auf einer Fläche von ca. 23 ha genutzt. Im Bestand ergibt sich damit eine installierte Leistung von ca. 22 MWp mit einem jährlichen Stromertrag von 22 GWh/a. (Tabelle 3)

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=49.761514,10.266193,11&s=49.761514,10.266193&m=site>

Tabelle 3: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Leistung (MWp)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	558	558	628
Bedingt geeignetes Potenzial	503	503	565
Summe	1.061	1.061	1.193
Bestand	23	22	22

Abbildung 26 stellt die resultierenden verfügbaren Flächen kartografisch dar. Mit Ausnahme von Wald- und Siedlungsflächen ist die Errichtung von Freiflächen-PV grundsätzlich im gesamten Gemarkungsgebiet möglich. Nach EEG 2023 bzw. BauGB geförderte Flächen finden sich als Korridore entlang der Autobahn A3. Zusätzlich ist das gesamte Gebiet als landwirtschaftlich benachteiligt kategorisiert. Sämtliche Bestandsanlagen befinden sich im Gemeindegebiet Kleinlangheim, hauptsächlich entlang der A3.

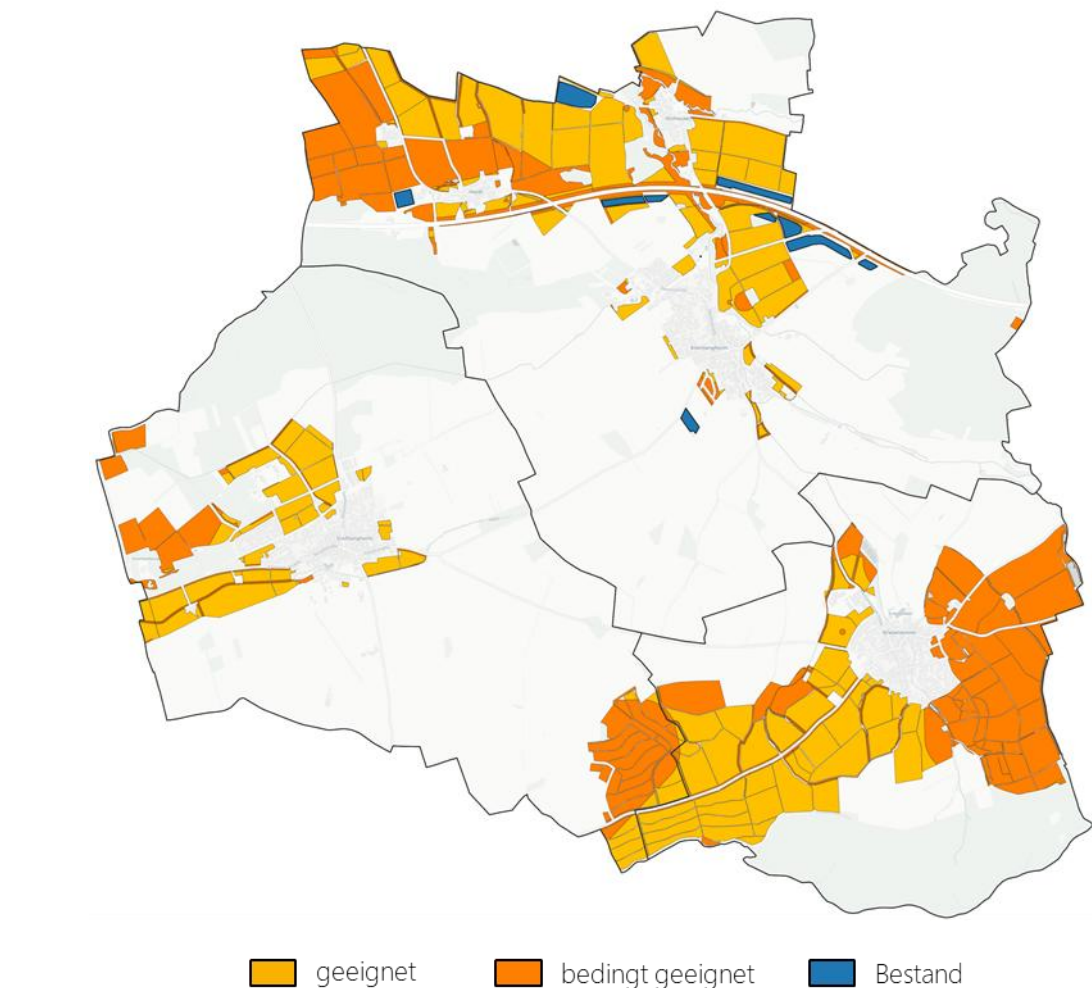


Abbildung 26: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen sowie Flächen von bestehenden und geplanten Anlagen

3.1.1.2 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieanlagen 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.

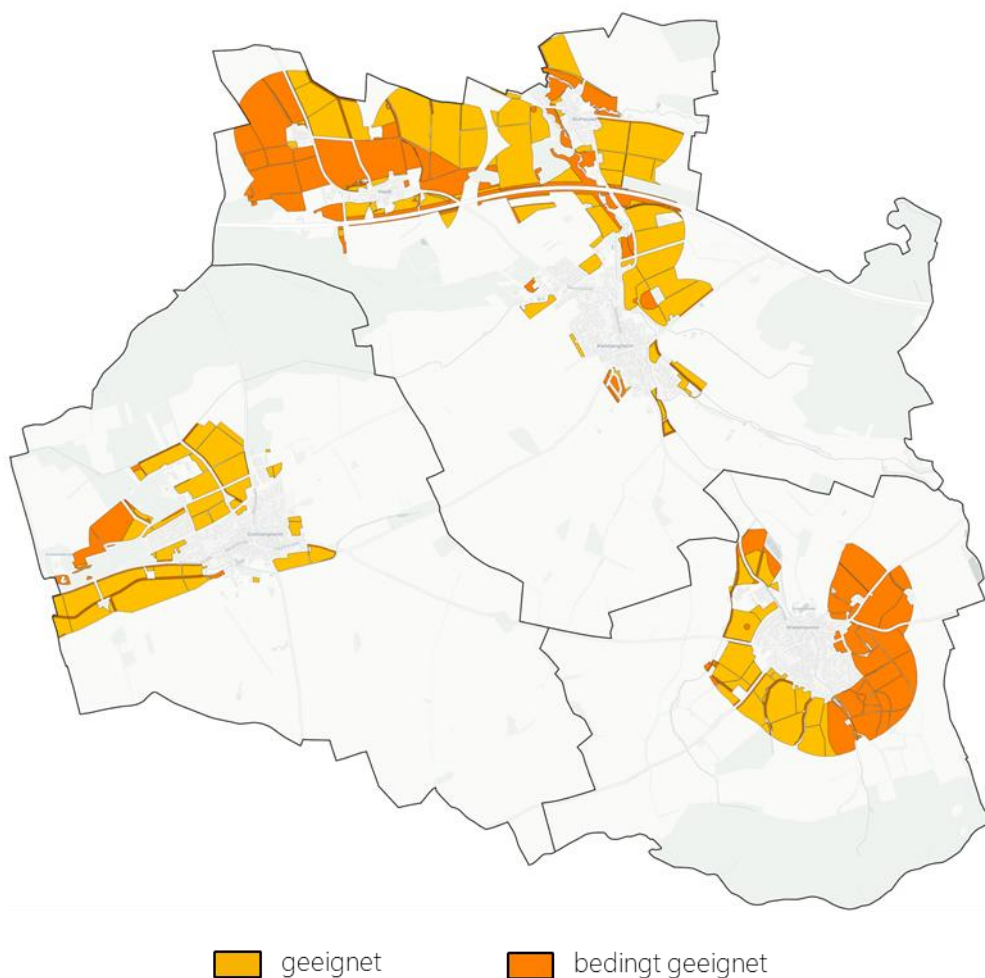


Abbildung 27: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieanlagen

Die gesamt verfügbare geeignete Fläche beläuft sich auf 348 ha. Bedingt geeignete Flächen belaufen sich auf weitere 269 ha. Unter Annahme üblicher Belegungsdichten und Aufständungen kann auf dieser Fläche eine gesamte Kollektorfläche von 1.192.871 m² installiert werden. Bei einem praxisüblichen

Jahresnutzungsgrad von 40 % für Solarthermiegroßprojekte und einer regionalen Globalstrahlung¹ von 1.146 kWh/(m²*a) (gemittelt über die drei Gemeinden) ist auf diesen Flächen somit ein jährlicher, aktuell noch ungenutzter Gesamtwärmeertrag von 2.233 GWh möglich (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen

	Fläche (ha)	Installierbare Kollektorfläche (m²)	Jährlicher Wärmeertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	348	1.392.531	638
Bedingt geeignetes Potenzial	269	1.076.667	494
Summe	617	2.469.198	1.132

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 DOM 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 Gebiet der VG Großlangheim beträgt 61,0 GWh/a. Derzeit haben ca. 16 % der Gebäude eine PV-Anlage und 13 % des gesamten Solardachpotenzials sind bereits ausgeschöpft. Dies entspricht einem aktuell genutzten Potenzial von 7,8 GWh/a (Quelle: EO Solar). Die Zahlen decken

¹ <https://globalsolaratlas.info/map?c=49.761514,10.266193,11&s=49.761514,10.266193&m=site>

sich weitestgehend mit den Werten aus dem Energieatlas Bayern¹, hier fällt das Potenzial mit 41,8 GWh/a etwas geringer aus, als genutzt werden 8,3 GWh/a angegeben.

Abbildung 28 zeigt die gebäudescharfe Darstellung des Solardach-Potenzials in Großlangheim, 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.

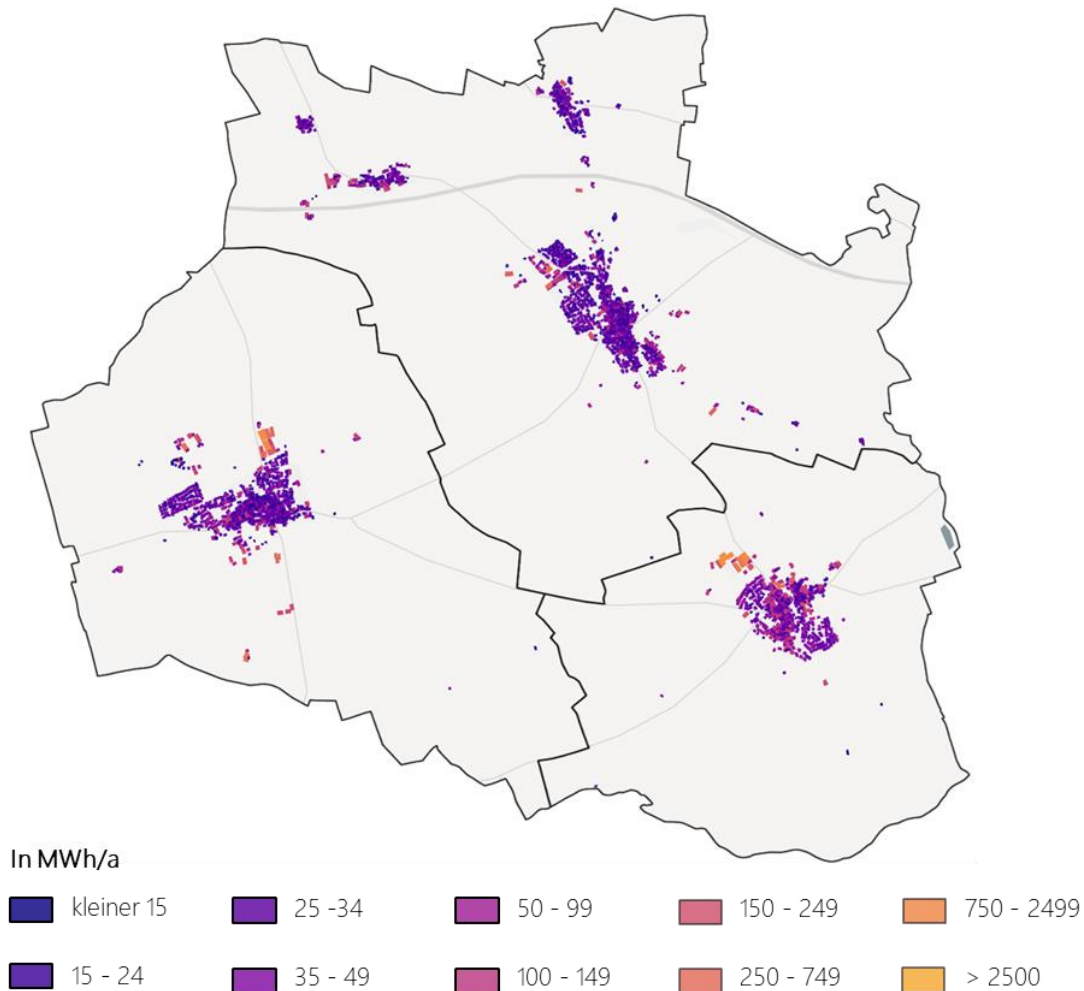


Abbildung 28: Gebäudescharfes Aufdach-PV-Potenzial im EO Solaratlas

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

¹ <https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=589388,5510907&z=13&r=0&l=atkis,173728cd-1448-49aa-8f5f-af4245e0cb48&t=solar&cnids=131,12,121&mid=5>

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 $148 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$.

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 der VG Großlangheim von 225.375 m^2 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, Statistik kommunal 2023) 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 $2,8 \text{ GWh}/\text{a}$ für die Brauchwassererwärmung. Werden davon 50 % durch Solarthermie gedeckt, so ist eine Kollektorfläche von 3.096 m^2 notwendig. Dies entspricht ca. 0,96 % der gesamten für solare Nutzung geeigneten Dachfläche in der VG Großlangheim.

Gemäß Solaratlas¹ werden in der VG Großlangheim aktuell $0,84 \text{ GWh}/\text{a}$ Wärme auf $1.841,8 \text{ m}^2$ Kollektorfläche über Solarthermieranlagen bereitgestellt. Zur Ausschöpfung des oben genannten Potenzials ist also noch eine Dachfläche von rund 1.254 m^2 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 29 stellt grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für Erdwärmesonden in der VG Großlangheim dar.

¹ <https://www.solaratlas.de/>

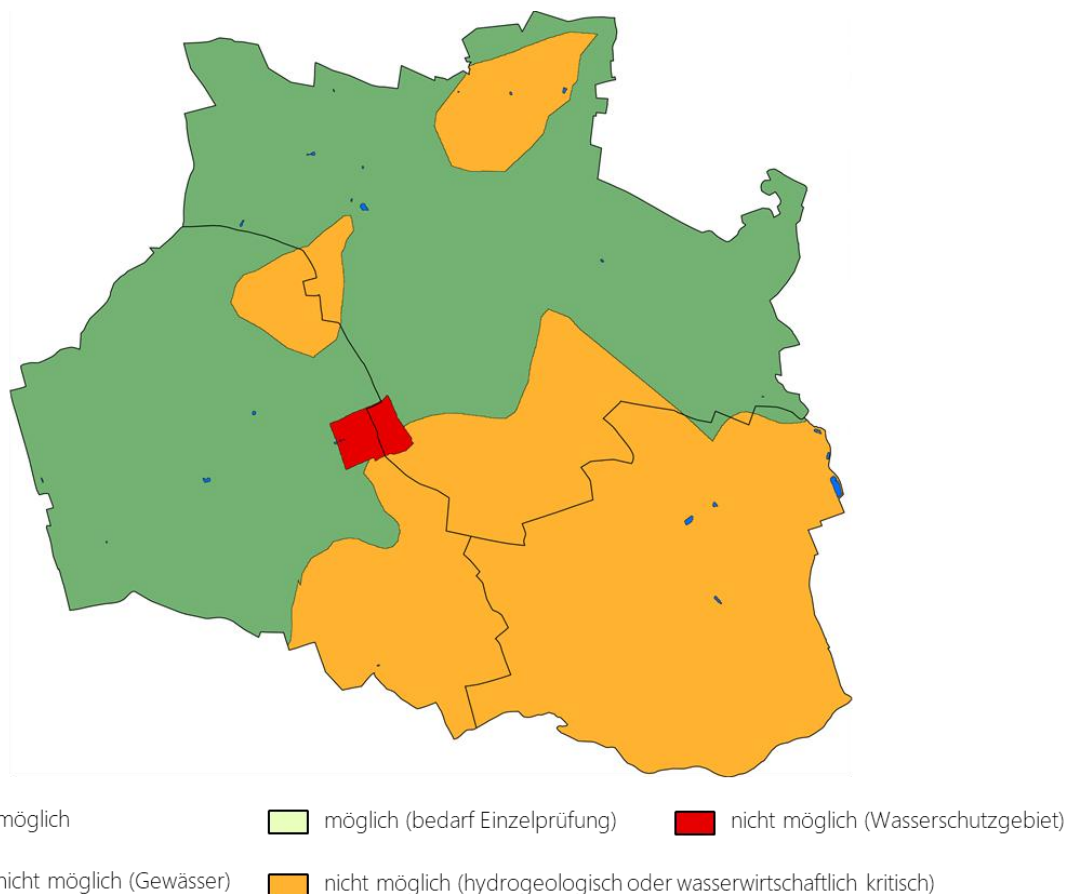


Abbildung 29: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden¹

Der Einsatz von Erdwärmesonden ist nur in den Gemeinden Großlangheim und Kleinlangheim als „möglich“ kategorisiert, in Wiesenbronn schränken Wasserschutzgebiete die Nutzung ein. Dabei muss allerdings vermerkt werden, dass auch in den als „nicht möglich“ kategorisierten Gebieten Erdwärmesonden möglich sind, aber einer Einzelfallprüfung durch die Wasserbehörde bedürfen.

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 29) 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 30 stellt die Potenzialflächen für Erdwärmesonden incl. der möglichen Entzugsleistungen kartografisch dar.

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

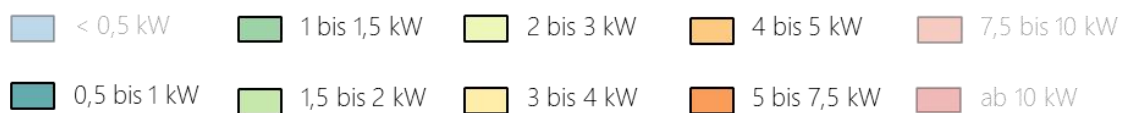
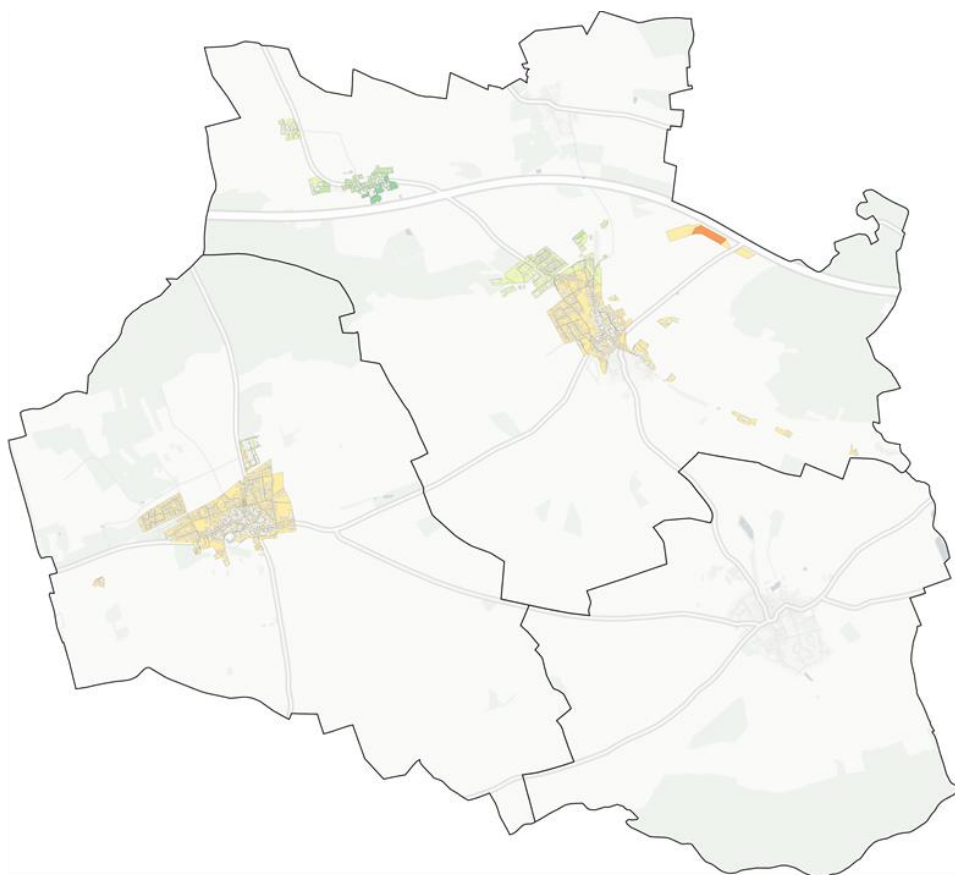


Abbildung 30: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden

Das LfU 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 weisen Erdwärmesonden somit in den gesamten Gemeindegebieten von Großlangheim und Kleinlangheim durchschnittliche Entzugsleistungen auf.

Unter Annahme typischer Abstände zwischen den Sondenbohrungen und 1.800 Jahresvolllaststunden kann das Potenzial quantifiziert werden. Auf der Gesamtpotenzialfläche von 84 ha kann eine Entzugsleistung von 76 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 136 GWh/a erreicht werden. Etwaiger Stromaufwand durch Wärmepumpen wurde dabei noch nicht berücksichtigt.

In der VG Großlangheim sind drei Standorte von Erdwärmesonden bekannt, dargestellt in Abbildung 31. Zwei der Standorte befinden sich in den nach Abbildung 29 als möglich kategorisierten Gebieten, der dritte Standort ist dagegen im Wasserschutzgebiet in Wiesenbronn.



Abbildung 31: Standorte der bisher im Gemarkungsgebiet 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 LfU genutzt (Abbildung 32). Abgesehen von einem zentralen Wasserschutzgebiet am Bimbach und kleineren Gewässern ist im gesamten Gebiet die Nutzung von Erdwärmekollektoren grundsätzlich möglich.

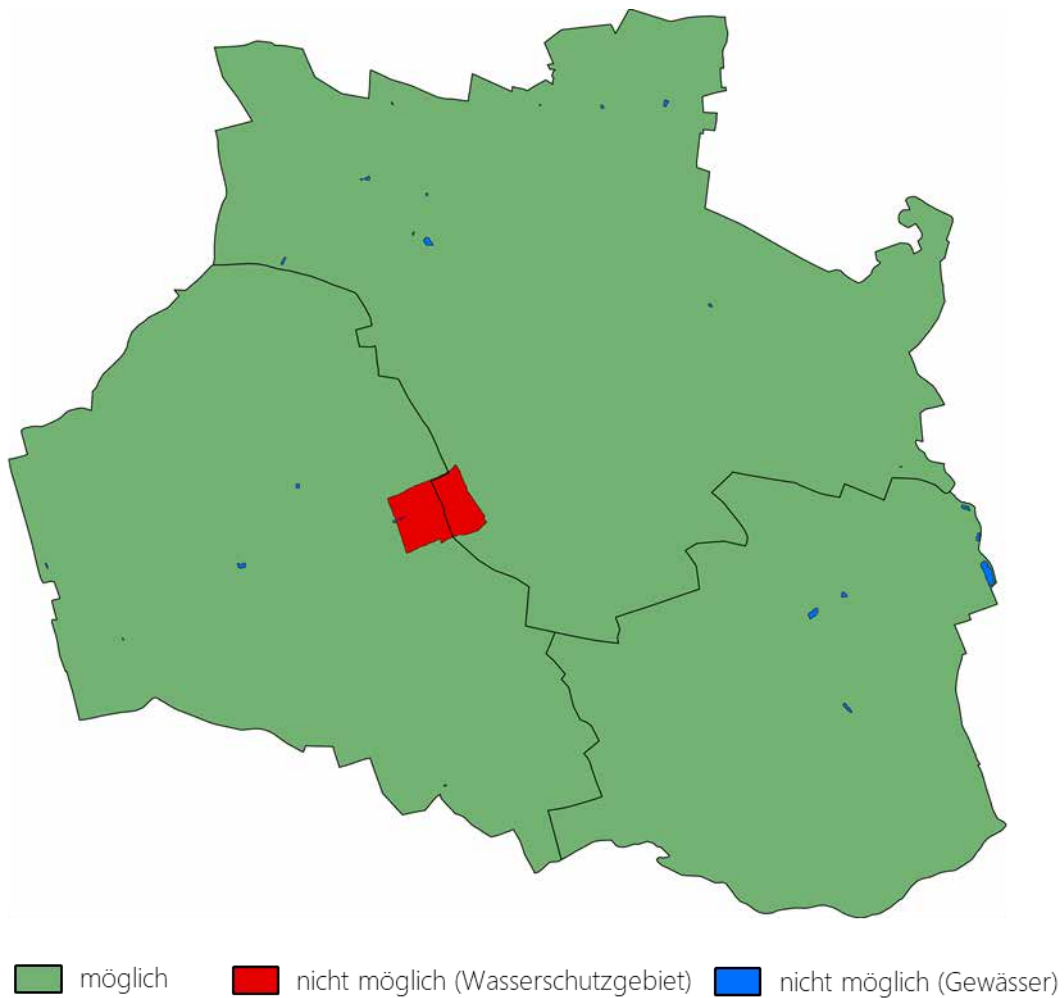


Abbildung 32: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren¹

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 der VG großlangheim gibt es hier nur wenige Einschränkungen, wobei im Siedlungsgebiet der Gemeinde Kleinlangheim Detailuntersuchungen notwendig sind (Abbildung 33).

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

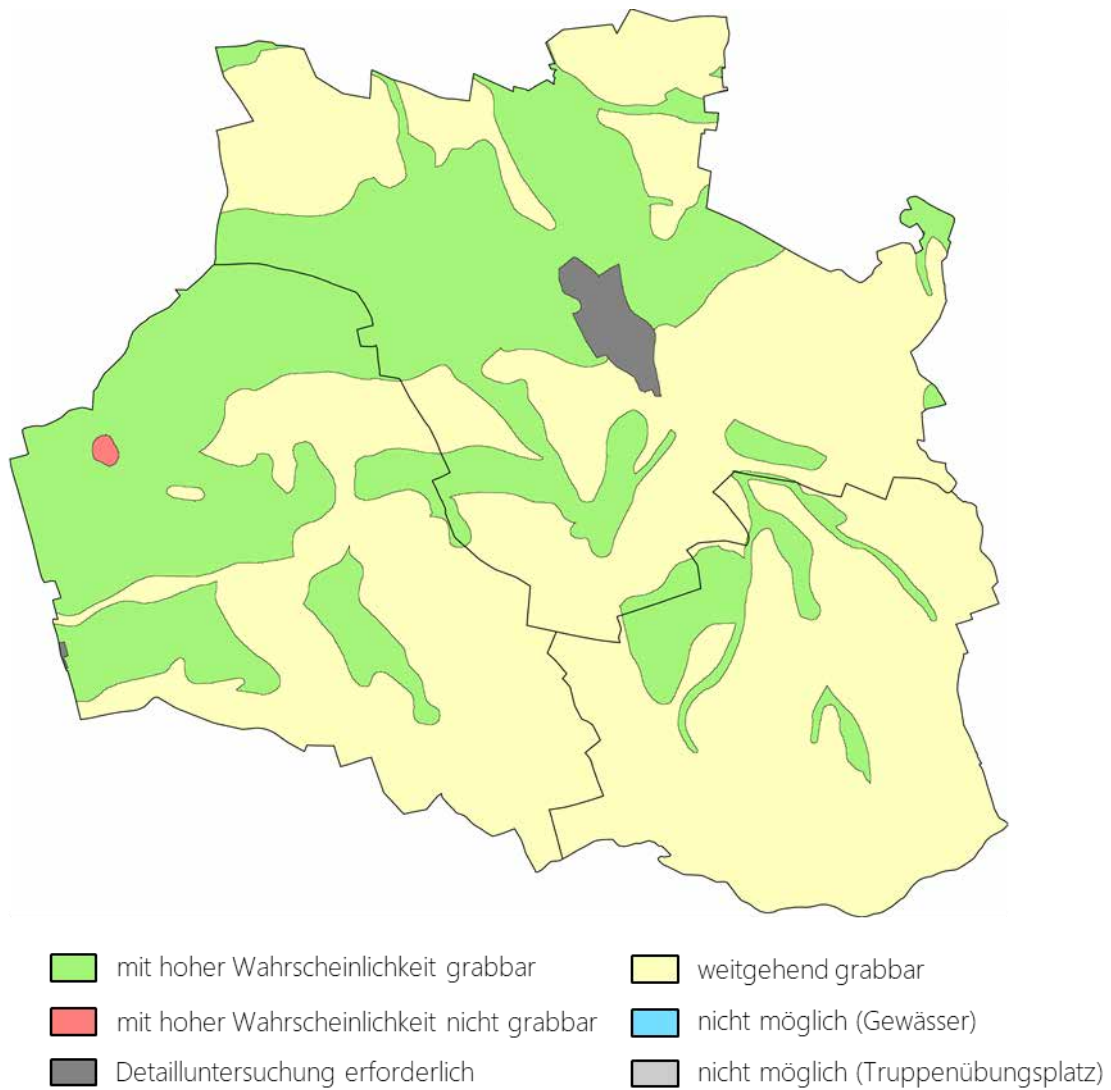


Abbildung 33: Grabbarkeit des Untergrundes bis etwa 1 m Tiefe

Das Ergebnis der Potenzial- und Negativflächen wird in Abbildung 34 dargestellt. Im Wesentlichen ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren in allen Gemeinden der VG Großlangheim denkbar, speziell in den Ortskernen der Gemeinden kann allerdings davon ausgegangen werden, dass aufgrund der engen Bebauung nur geringe Teile des theoretischen Potenzials für Erdwärmekollektoren genutzt werden wird.

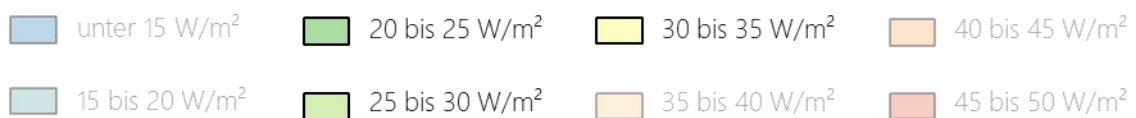
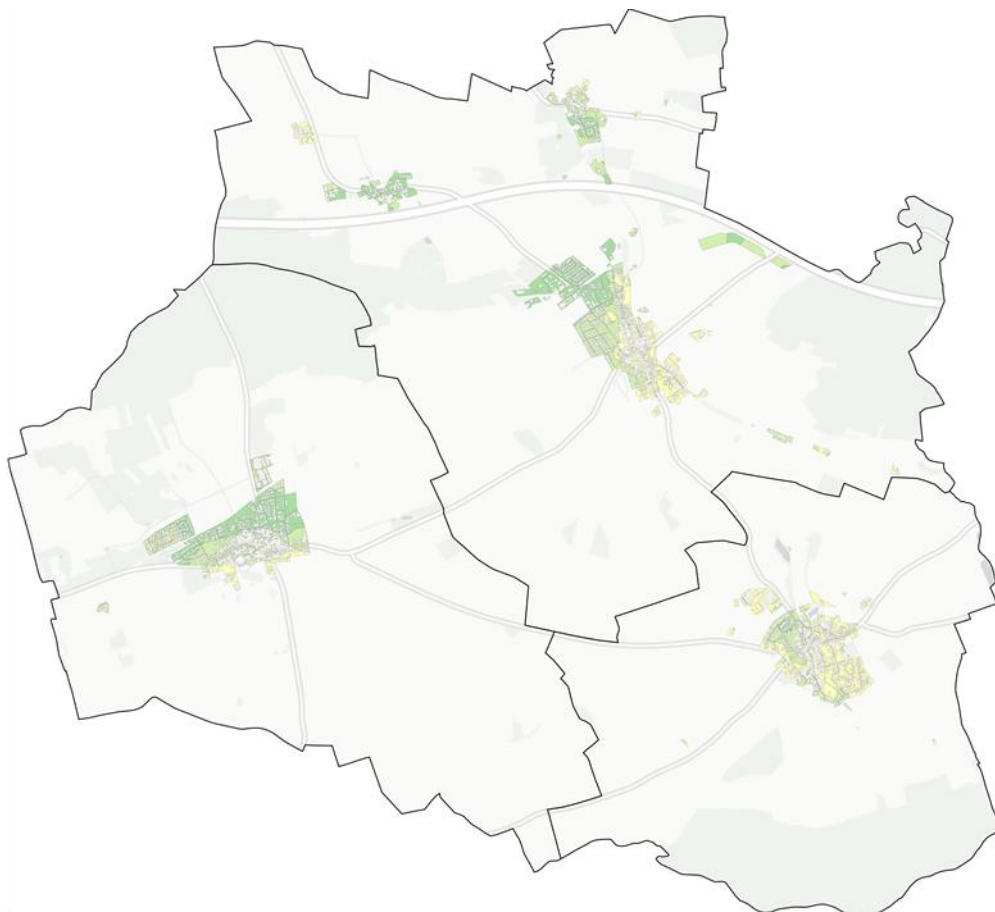


Abbildung 34: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren

Das LfU 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 127 ha kann so rechnerisch eine Entzugsleistung von 35 MW mit einem potenziellen jährlichen Wärmeentzug aus dem Erdreich von 63 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 Wiesenbronn ist die Errichtung von Grundwasserwärmepumpen aufgrund des Wasserschutzgebietes nicht, in den anderen Gemeinden nach einer Einzelfallprüfung möglich. Abbildung 35 stellt die grundsätzlich nutzbaren Flächen dar.

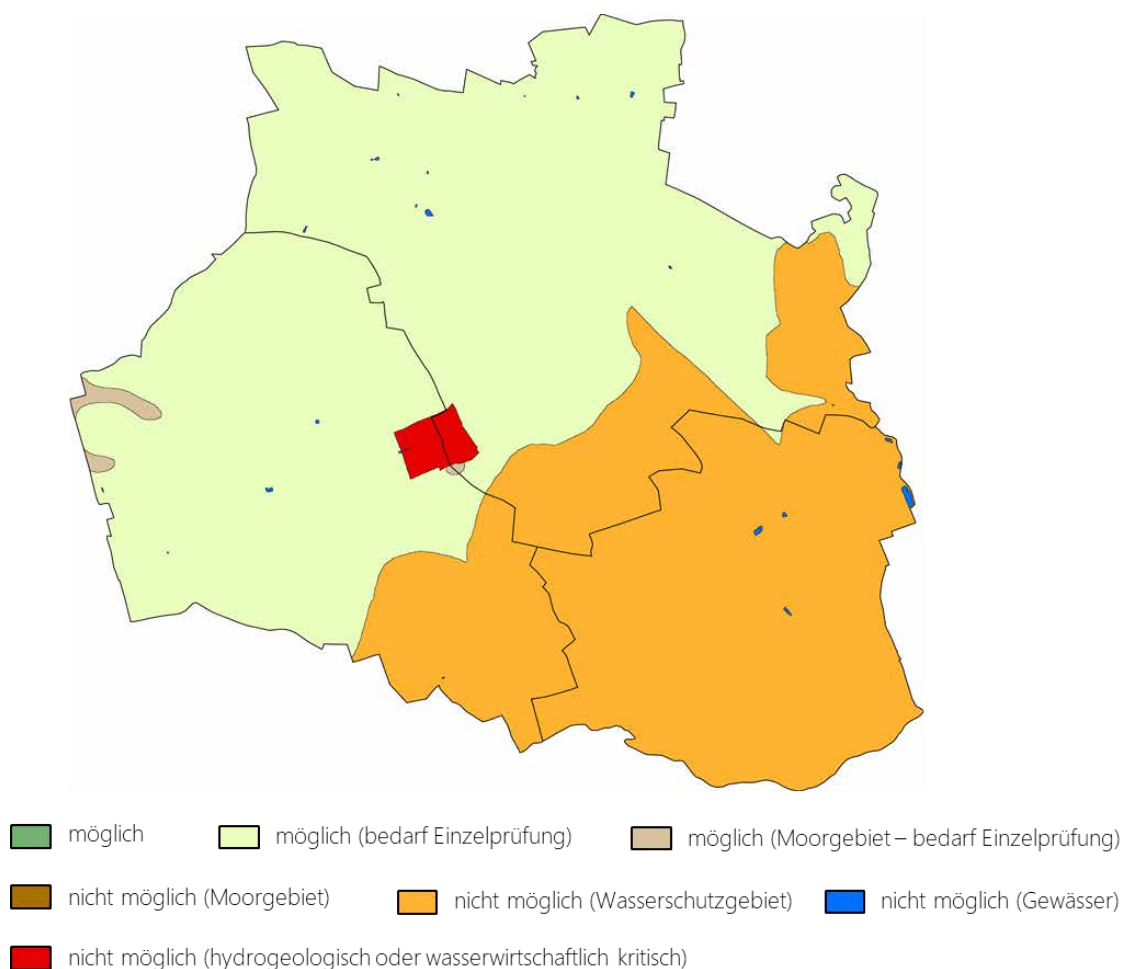


Abbildung 35: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen

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 Entnahmemenge und damit der möglichen Wärmepumpenleistung vom Bohrabstand und möglichen Nachbarbohrungen ist eine exakte Berechnung des Potenzials nicht möglich. Für die VG Großlangheim sind allerdings keine Daten über größere Grundwasserflüsse vorhanden, sodass hier keine Bestimmung des technischen Potenzials möglich ist.

Dass allerdings trotzdem eine Nutzung von Grundwasserwärmepumpen möglich ist, zeigt Abbildung 36. Aktuell ist im BayernAtlas eine Dublette in der Gemeinde Großlangheim eingetragen.

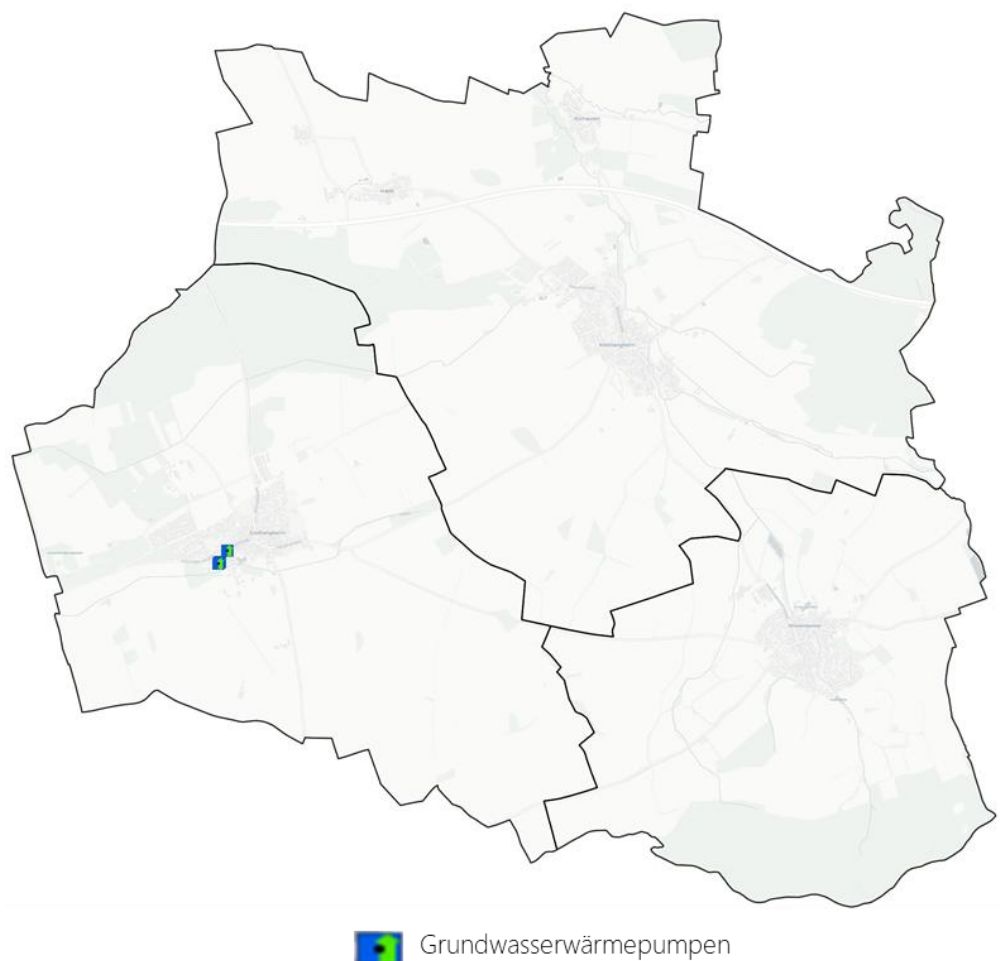


Abbildung 36: Standorte der bisher im Gemarkungsgebiet vorhandenen Grundwasserwärmepumpen (Quelle: Umweltatlas Bayern)

1

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

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 hydrothermaler und petrothermalen Geothermie. Die petrothermale Geothermie nutzt heißes Tiefengestein frei von Thermalwässern zur Energiegewinnung und bietet somit den Vorteil, nicht auf das Vorkommen von Thermalwasserreservoiren angewiesen zu sein. Im Folgenden fokussiert sich die Potenzialanalyse auf die hydrothermale 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 Reservoirs 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 37 dargestellt. Die VG Großlangheim liegt deutlich außerhalb des süddeutschen Molassebeckens und eignet sich somit nicht als Standort für die tiefe Geothermie.

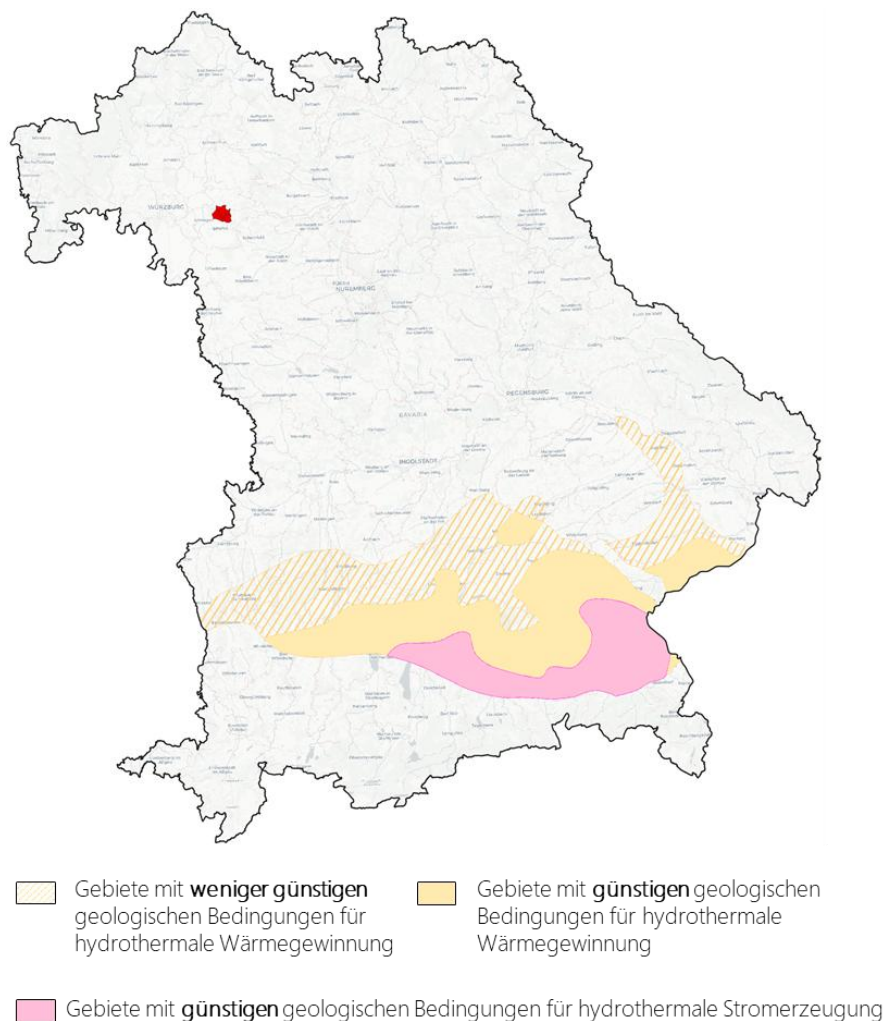


Abbildung 37: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung

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. 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 3,5 kann somit das 2,5- bis 3,5-Fache der eingesetzten elektrischen Energie in Form von Wärme bereitgestellt werden.

Das Potenzial der Aquathermie ist als standortabhängig und in der Regel stets als bedingt geeignet einzustufen. Grundvoraussetzungen sind hydrologische Untersuchungen, insbesondere Wasserdurchflussmessungen, um sicherzustellen, dass sowohl in den Sommermonaten als auch in den heizintensiven Wintermonaten genügend Durchfluss für eine entsprechende energetische Nutzung des Flusses vorhanden ist. Außerdem unterliegen die Wasserentnahme und die Rückleitung strengen Auflagen. So dürfen die Temperaturveränderungen im betroffenen Fließgewässerabschnitt eine Differenz von 3 °C bzw. 1,5 °C in sensiblen Regionen nicht überschreiten, um ökologische Schäden zu vermeiden. Ob ein Standort grundsätzlich geeignet ist, muss im Einzelfall durch eine umweltrechtliche Prüfung und entsprechende Genehmigungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz und Landeswassergesetzen festgestellt werden.

In der VG Großlangheim ist nur der Castellbach im Norden von Kleinlangheim für die Wärmenutzung von Bedeutung. Die nächstgelegene Messstation befindet sich flussabwärts knapp außerhalb des Gemeindegebiets bei Atzenhausen. Dort werden ein mittlerer Abfluss von 0,42 m³/s bzw. ein mittlerer Niedrigwasserabfluss von 0,14 m³/s gemessen. Diese Abflussmengen sind allerdings mutmaßlich zu niedrig für eine kontinuierliche aquathermische Nutzung.

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 beurteilende 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 der VG Großlangheim befindet sich in Kitzungen. Hier herrschen auch im Winter historisch größtenteils verhältnismäßig milde Außentemperaturen (Abbildung 38). 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.

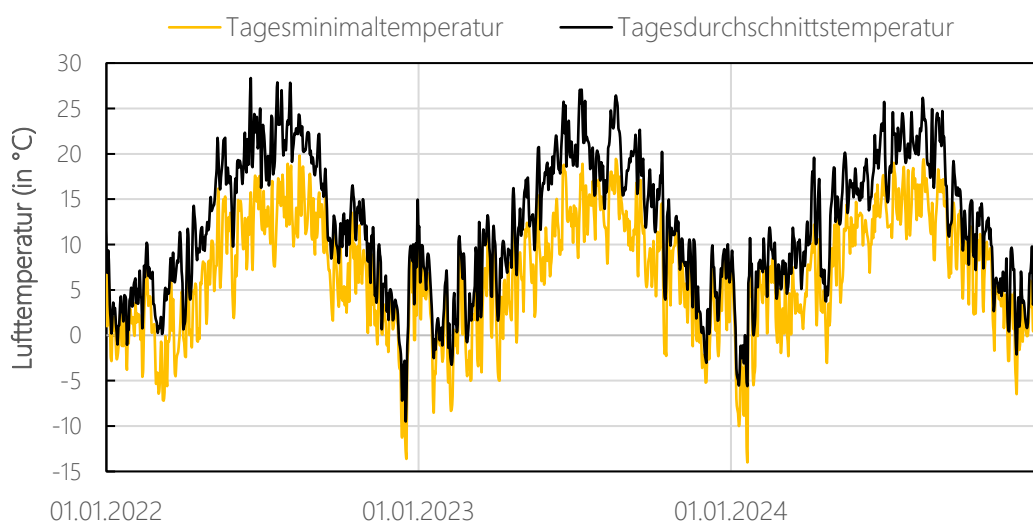


Abbildung 38: Verlauf der Lufttemperatur in Kitzungen

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 der VG Großlangheim zeigt eine gesamt verfügbare Waldfläche im Gemarkungsgebiet von 742 ha (Abbildung 39).

Biomasse ist eine sehr flächenintensive Energie. Unter Annahme nachhaltiger Forstwirtschaft ist von einem Nachwuchs von ca. 7 Fm/(ha*a) zu rechnen. Davon entfallen ca. 4,3 MWh/(ha*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 der VG Großlangheim rund 3.193 MWh/a.

Darüber hinaus ist weiteres Potenzial an holzartiger Biomasse im Gemarkungsgebiet verfügbar. Dies betrifft insbesondere Landschaftspflegeholz und Altholz. In Unterfranken 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 306 MWh/a und 365 MWh/a (Tabelle 5).

Tabelle 5: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse

	Fläche (ha)	Jährlicher Energieertrag (GWh/a)
Waldrestholz	742	3,2
Landschaftspflegeholz	-	0,3
Altholz	-	0,4
Summe	742	3,9

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

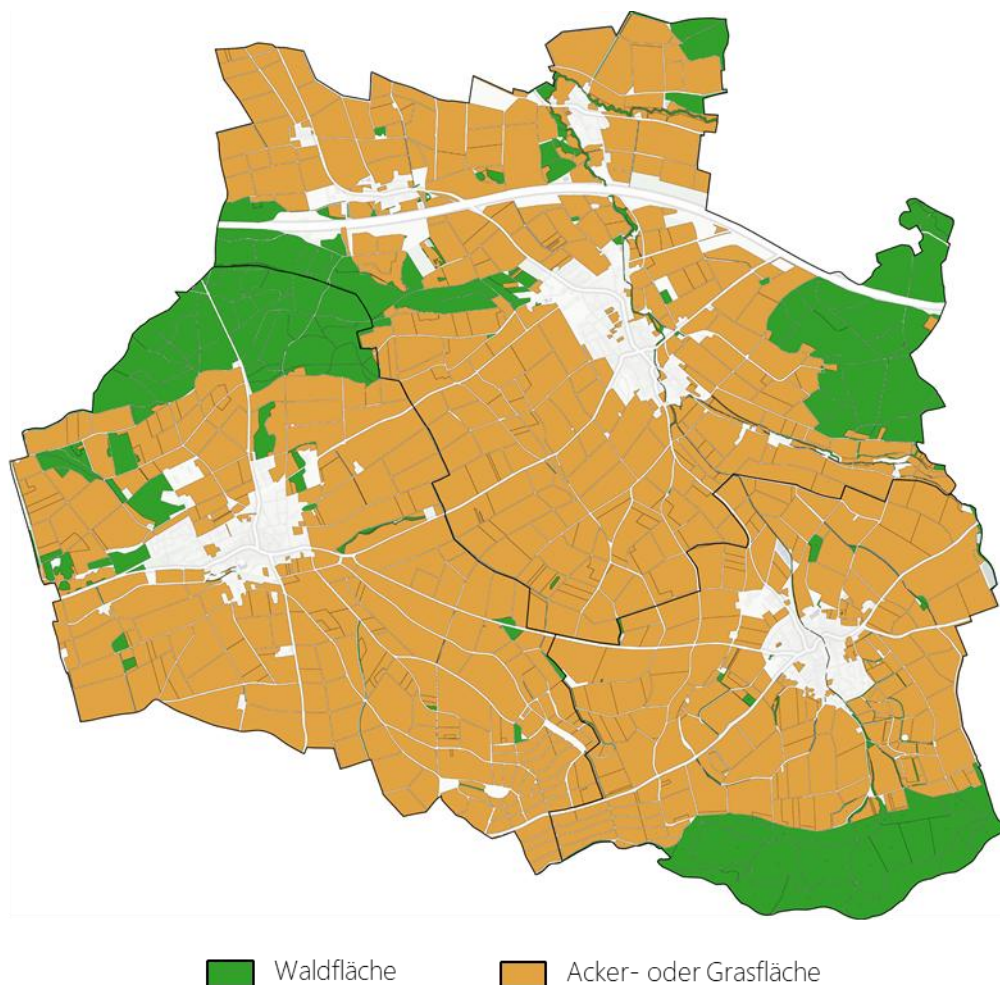


Abbildung 39: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen

Nach Ergebnissen der Bestandsanalyse werden in der VG Großlangheim bereits über 6 GWh/a an Biomasse genutzt. Das Potenzial an holzartiger Biomasse ist bilanziell somit bereits vollständig ausgenutzt.

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 Großlangheim steht dafür eine gesamt verfügbare Fläche von Acker- und Grasflächen in Höhe von 2.961 ha zur Verfügung (Abbildung 39).

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 14,8 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 87,6 kg/EW. In der VG Großlangheim ist entsprechend rechnerisch ein Potenzial von 374 t/a oder 1.039 MWh/a (bezogen auf den Energiegehalt des Abfalls) verortet. Zusätzlich fällt ein spezifisches Bioabfallaufkommen von 98,8 kg/ EW an, was auf die VG Großlangheim bezogen ein Potenzial von 422 t/a oder 217 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 der Verwaltungsgemeinschaft Großlangheim keine Windenergieanlagen.

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

Abbildung 40 ordnet das Gebiet nach Eignung für den Bau von Windkraftanlagen. Im Gebiet der VG Großlangheim existieren keine Flächen der Kategorie „voraussichtlich geeignet“, die ausgewiesenen Flächen können somit nur als bedingt geeignet eingestuft werden. In Großlangheim und Kleinlangheim können demnach keine Windkraftanlagen errichtet werden, nur in Wiesenbronn gibt es zwei Flächen, die jeweils Platz für eine Anlage bieten. Geht man davon aus, dass hier zwei Anlagen mit jeweils Nabenhöhen von 160 m und Rotordurchmessern von 148 m errichtet werden, lässt sich ein Potenzial von 10 MW bzw. 24 GWh/a erschließen. In der Regionalplanung ist allerdings keine Errichtung von Windkraftanlagen im Gebiet der Verwaltungsgemeinschaft vorgesehen.

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

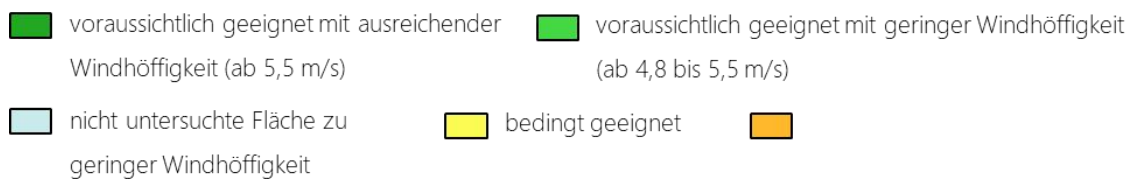
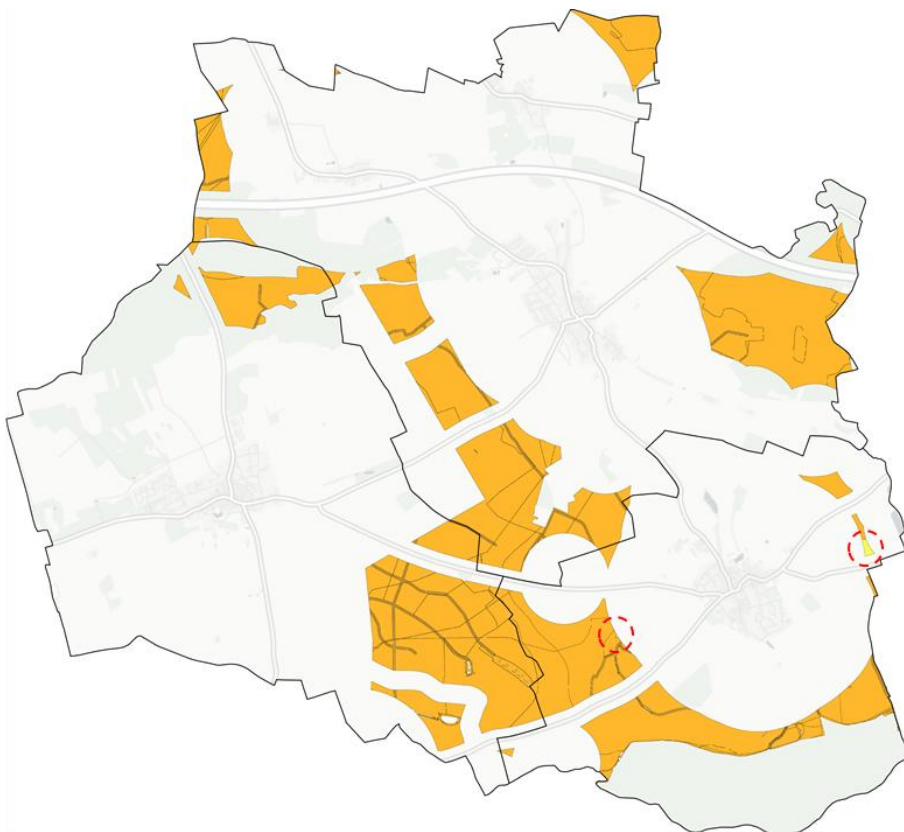


Abbildung 40: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Windenergieanlagen

Tabelle 6: Übersicht des Potenzials von Windenergieanlagen

	Anzahl Windanlagen	Leistung (MW)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignet	0	0	0
Bedingt geeignet	2	10	24
Summe	2	10	24

3.1.8 Potenzial für Strom aus Wasserkraft

Wie bereits in Kapitel 3.1.4 zu Aquathermie erwähnt, gibt es im Gebiet der VG Großlangheim keine ausreichend großen Fließgewässer. Der Castellbach ist mit einem mittleren Abfluss von 0,42 m³/s bzw. einem mittleren Niedrigwasserabfluss von 0,14 m³/s zu klein für einen Einsatz von Wasserkraft, der über Mikro- bzw. Pico-Wasserkraftanlagen hinausgeht. Als untere Grenzwert für Kleinwasserkraftanlagen

gelten Wassermengen im Bereich 0,5 bis 1 m³/s, für wirtschaftliche relevante Anlagen sind höherer Durchfluss und/oder größeres Gefälle notwendig.

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. Laut Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg ist in einem Einzugsbereich von 100 bis 300 m um einen geeigneten Kanal eine Abwärmenutzung aus der Kanalisation grundsätzlich denkbar. Auch dieser Bereich wird in Abbildung 41 visualisiert.

Eine Quantifizierung und Konkretisierung dieses Potenzials ist an dieser Stelle jedoch aufgrund der Datenlage nicht möglich. Für die einzelnen Kanalabschnitte sind keine Trockenwetterabflussmengen bekannt, wodurch einerseits lediglich die Größe des Kanals, nicht aber dessen Durchflussmenge beurteilt werden kann, und andererseits die entnehmbare Wärme nicht sinnvoll zu quantifizieren ist.

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

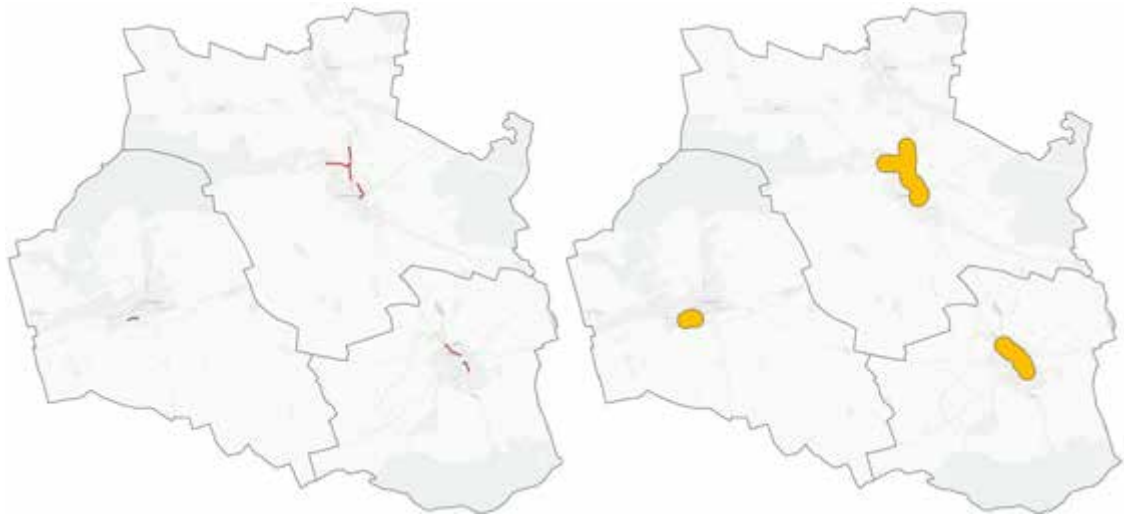


Abbildung 41: Lage von Abwasserkanälen größer DN 800 (links) und potenzielle Betrachtungs- und Einzugsgebiete für die Nutzung von Abwasserwärme (rechts)

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.

Alle drei Gemeinden besitzen jeweils eine eigene Kläranlage, die bis zuletzt das gesamte Abwasser der Gemeinden aufbereitet haben. Die Kläranlage Großlangheim ist inzwischen aufgelöst, die Kläranlagen in Wiesenbronn und Kleinlangheim werden in den nächsten Jahren ebenfalls aufgelöst. Die drei Gemeinden leiten ihr Abwasser stattdessen zur Kläranlage Kitzingen. Damit ist zukünftig mit keinem Potenzial für Wärme aus Abwasser bei den Kläranlagen zu rechnen.

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 den Gemeinden die vorhandenen Gewerbebetriebe analysiert und nach Relevanz und möglichem

Potenzial klassifiziert. Auf der Plattform für Abwärme¹ des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle sind keine Abwärmepotenziale vermerkt. Beim direkten Kontakt mit mehreren Gewerbebetrieben in Großlangheim und Wiesenbronn sind ebenfalls keine realistisch nutzbaren Potenziale aufgekommen, Abwärme wird teilweise schon intern rückgewonnen.

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.

In der VG Großlangheim sind keine zentralen Wärmespeicher bekannt. Da es bei der Errichtung abgesehen von der räumlichen Nähe zu Heizzentralen kaum Restriktionen gibt wird auf eine Quantifizierung des Potenzials an dieser Stelle verzichtet.

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. Die Restriktionsflächen sind Kapitel 3.1.1.1 zu entnehmen, einige Flächen wie z.B. Vogelschutzgebiete werden hier allerdings nicht beachtet. Flächen mit einem Grundwasserflurabstand < 10 m und artesischen Flächen werden ebenfalls nicht berücksichtigt. In Bayern stellt das LfU eine Hinweiskarte über hohe Grundwasserstände zur

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

Verfügung. Da hier nur Grundwasser bis zu 3 Metern unter Gelände betrachtet wird, werden die Flächen noch etwas erweitert. Die Grabbarkeit (Abbildung 33) ist hier eine weitere Restriktion, schließt hier aber keine weiteren Flächen aus.

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 42 dargestellt.

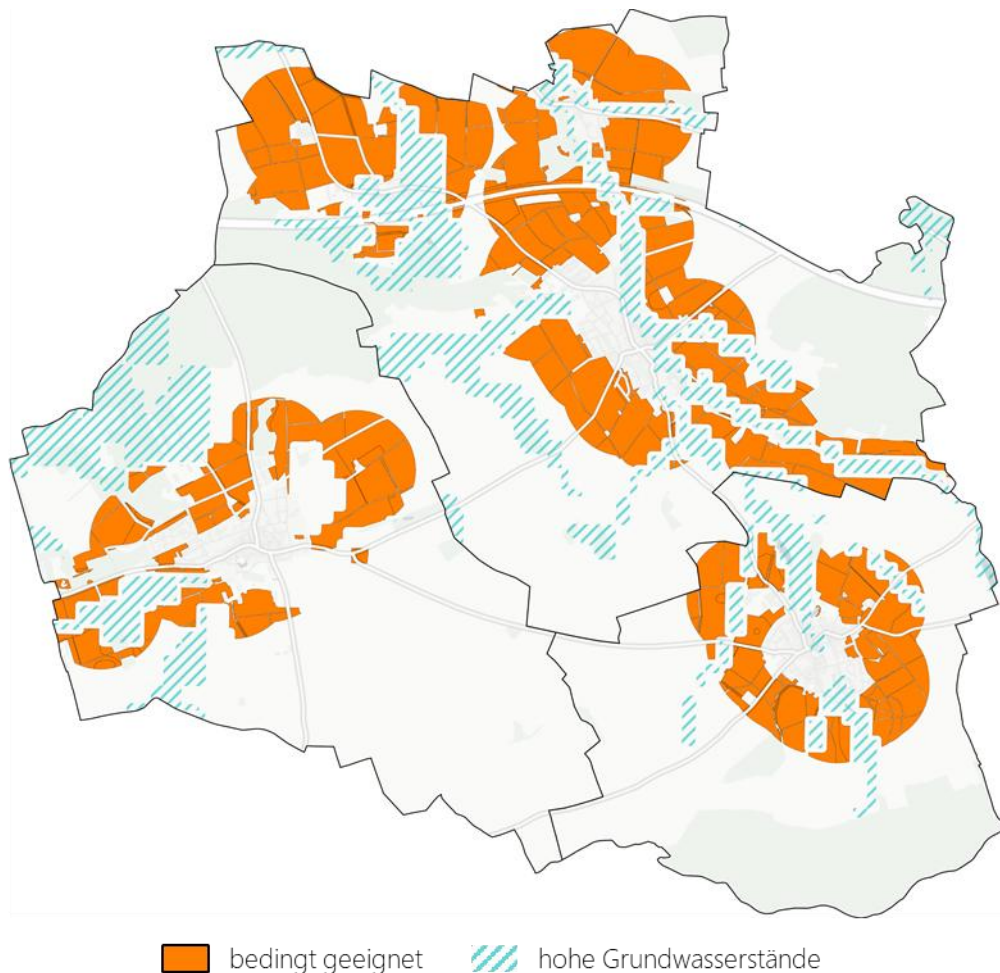


Abbildung 42: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher

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 865 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 der VG Großlangheim eine theoretische Speicherkapazität von 5.189 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 der VG Großlangheim 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 ist 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). Mit Hinblick auf Grundwasserstände und Bewaldung scheinen in der VG Großlangheim hauptsächlich Gebiete im Nord-Osten von Kleinlangheim gut 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.

Zu Abschätzung 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 Technikatalog 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.

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

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

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) 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 der VG Großlangheim zusätzlich um 0,395 % pro Jahr abnimmt.

Die resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs aufgeteilt nach den einzelnen Verbrauchssektoren ist in Abbildung 43 dargestellt. Insgesamt kann sich der Wärmebedarf bis 2045 um etwa 26 % von 46 GWh/a auf 34 GWh/a reduzieren. Unter Annahme der diskutierten Sanierungsrate und -tiefe können Wohngebäude den Wärmebedarf von 40 GWh/a auf 29 GWh/a in 2045 senken.



Abbildung 43: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA¹ und BMWK²

Abbildung 44 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.

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.

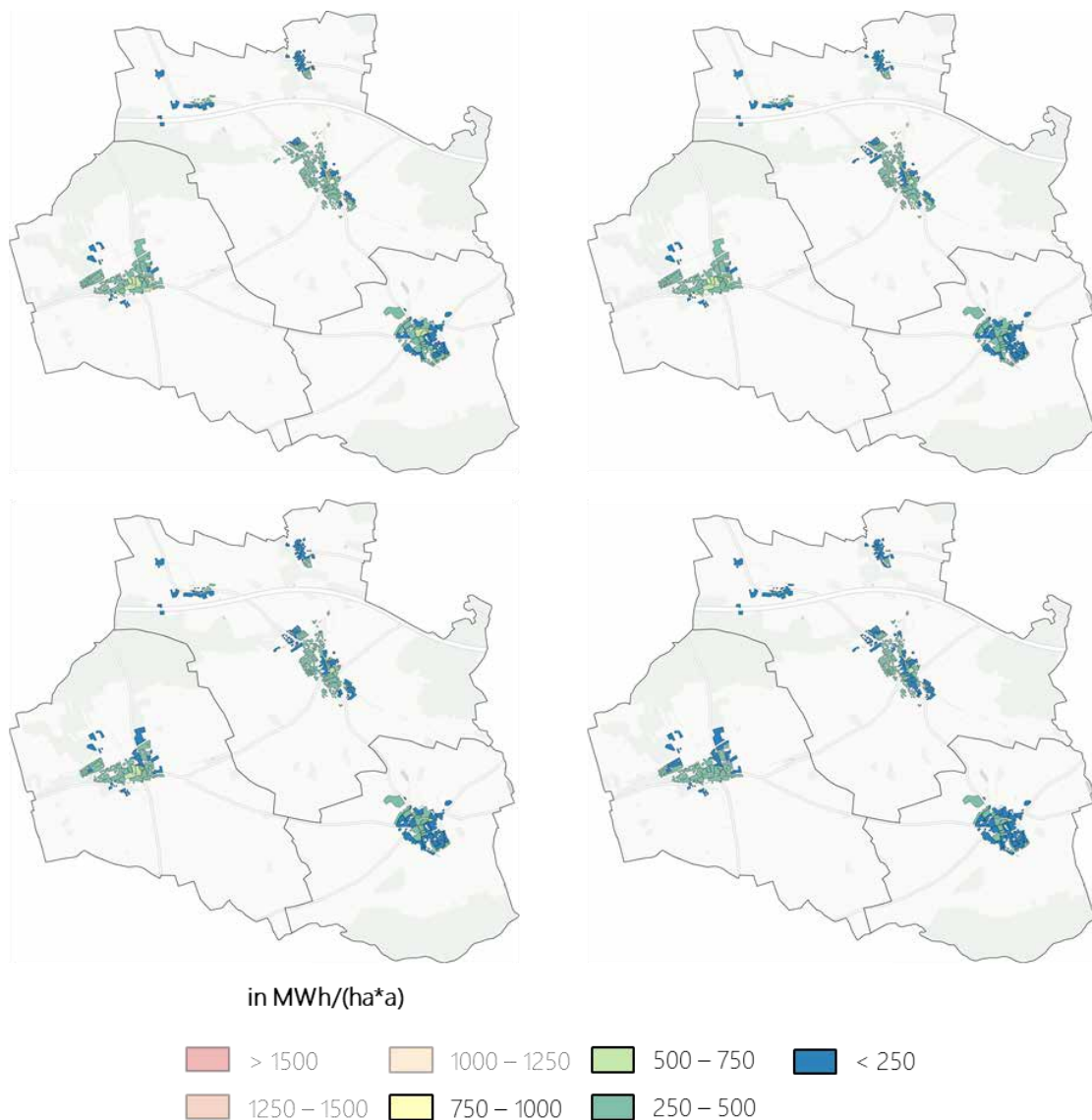


Abbildung 44: Entwicklung der spezifischen Wärmebedarfsdichte in den Quartieren in MWh/(ha*a) in den Jahren 2030 (oben links), 2035 (oben rechts), 2040 (unten links), 2045 (unten rechts)

Die Abbildung zeigt deutlich, dass auch die Gebiete mit aktuell noch erhöhten Wärmebedarfen zukünftig in den niedrigsten Kategorien landen werden. Während im Ausgangsjahr noch einige Wohngebiete speziell in den Ortskernen erhöhte Wärmebedarfsdichten aufweisen, reduzieren sich deren Bedarfsdichten bis 2045 erwartbar deutlich durch Sanierung. Ähnliches sieht man auch in Abbildung 45. Hier sind die 50 % der Quartiere mit der höchsten Bedarfsreduktion (Rückgang des Wärmebedarfs um 26 bis 34 %) 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.

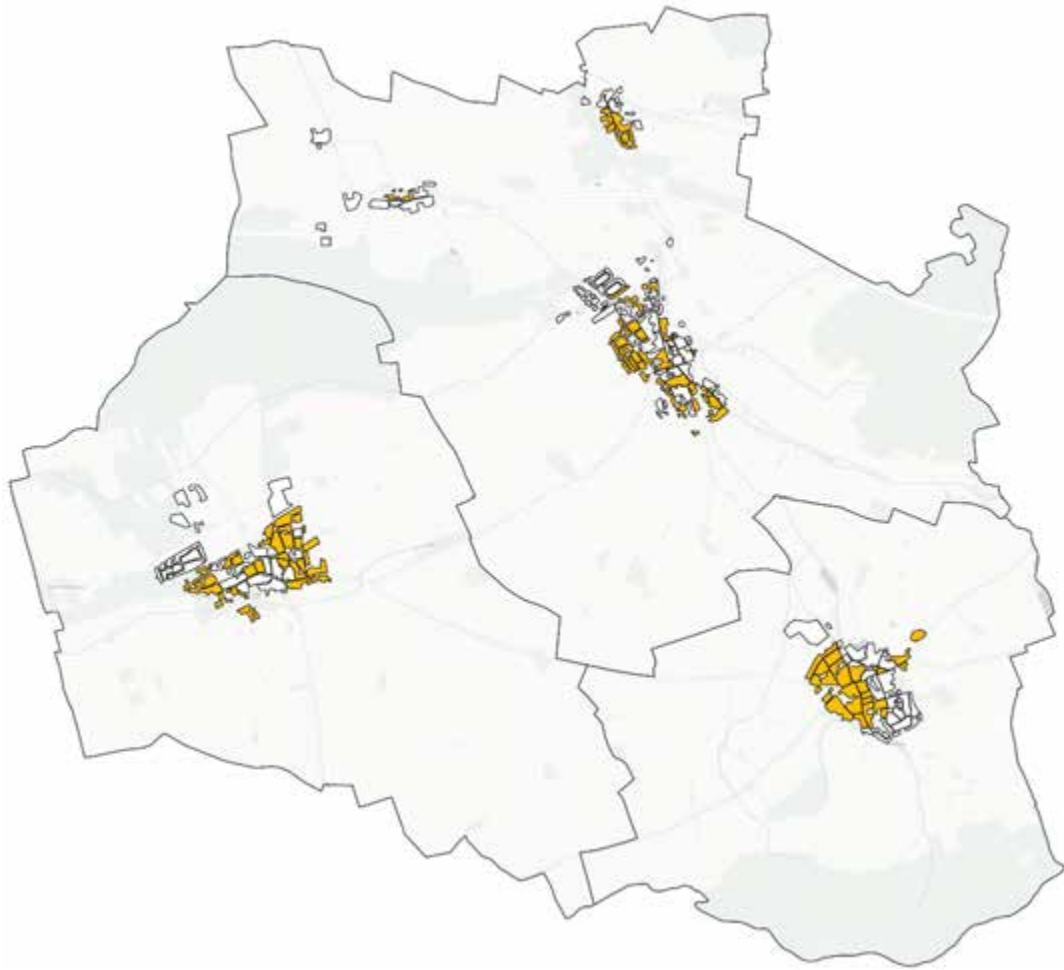


Abbildung 45: Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial

3.5 Zwischenfazit Potenzialanalyse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorangegangenen Potenzialbetrachtungen einheitlich zusammengeführt und verglichen. Abbildung 46 stellt den aktuellen und prognostizierten Wärmebedarf dem in der VG Großlangheim 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 Großlangheim das Potenzial hat, seinen Wärmebedarf mit lokalen erneuerbaren Energien zu decken. Das grundsätzlich verfügbare Potenzial übersteigt die aktuelle und künftige Nachfrage bei Weitem. Im Kontext der erneuerbaren Wärmeerzeugung sind insbesondere die großen Potenziale der Solarthermie, aber auch der oberflächennahen Geothermie zu erwähnen. Insbesondere Freiflächen-Solarthermieranlagen haben in Großlangheim 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.

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

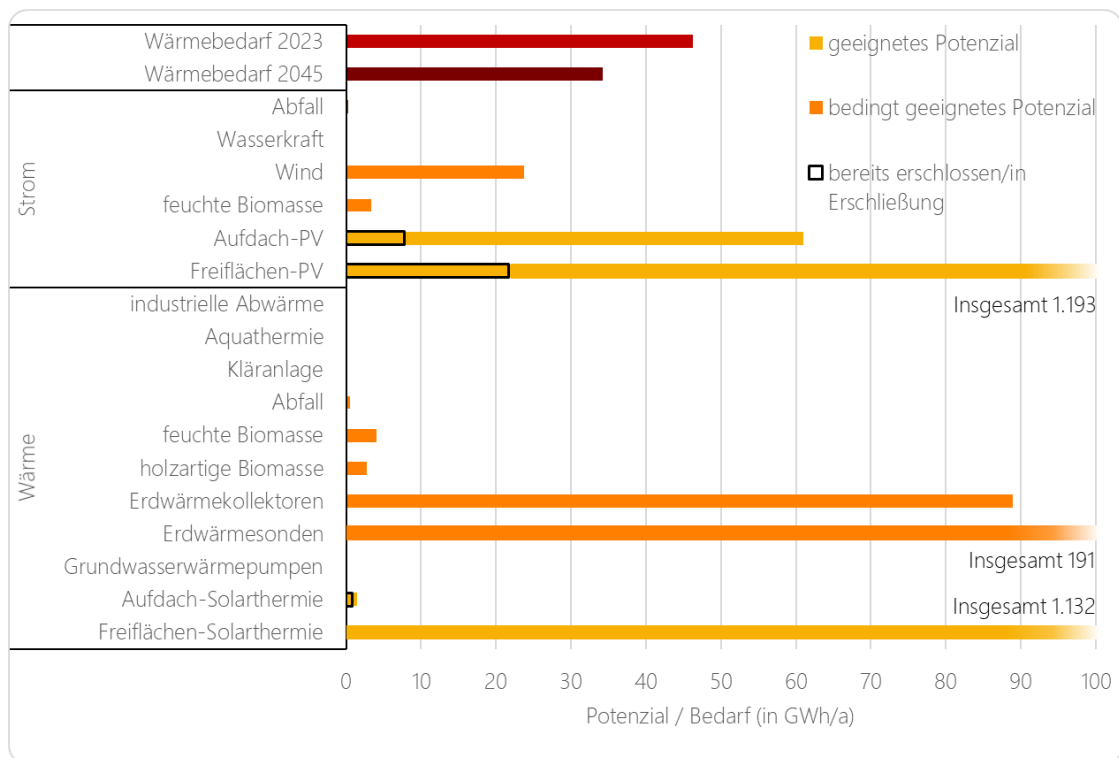


Abbildung 46: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs

Deutlich geringer fällt das Potenzial von Abfall und Biomasse aus. Insbesondere lokale Biomasse kann nur in gezielten Anwendungen nachhaltig Anwendung finden.

Durch die Elektrifizierung des Wärmebedarfs u. a. durch Wärmepumpen ist zusätzlich von einem gesteigerten Strombedarf auszugehen. Auch hier herrscht in Großlangheim ein erhebliches Potenzial. Hier ist insbesondere auf das sehr große Potenzial für Freiflächen- und Dach-PV-Anlagen hinzuweisen. Auch Windkraft zeigt ein theoretisches Potenzial auf, ist aber in der Regionalplanung nicht vorgesehen. Das Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung aus Abfall oder feuchter Biomasse ist wesentlich geringer.

4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schritte und Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung	6
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: Wärmelinien dichte 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: Wärmebedarf im Jahr 2023 nach Energieträger.....	20
Abbildung 19: Endenergiebedarf nach Energieträger.....	21
Abbildung 20: Endenergiebedarf nach Energieträger und Verbrauchssektor	22
Abbildung 21: dominanter Energieträger zur Wärmeversorgung in den Quartieren	22
Abbildung 22: Anzahlen von Zentralheizungen (links) und Einzelraumheizungen (rechts).....	23
Abbildung 23: Treibhausgasemissionen nach Energieträger.....	24
Abbildung 24: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren.....	25
Abbildung 25: Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung nach Sektoren und Energieträger	26
Abbildung 26: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen sowie Flächen von bestehenden und geplanten Anlagen	30
Abbildung 27: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	31
Abbildung 28: Gebäudescharfes Aufdach-PV-Potenzial im EO Solaratlas.....	33
Abbildung 29: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden	35
Abbildung 30: Potenzialflächen für die Errichtung von dezentralen oberflächennahen Erdwärmesonden	36
Abbildung 31: Standorte der bisher im Gemarkungsgebiet vorhandenen Erdwärmesonden (Quelle: Umweltatlas Bayern).....	37
Abbildung 32: grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren	38
Abbildung 33: Grabbarkeit des Untergrundes bis etwa 1 m Tiefe.....	39
Abbildung 34: Potenzialflächen für die Errichtung von oberflächennahen Erdwärmekollektoren.....	40
Abbildung 35: Grundsätzliche Eignungs- und Ausschlussgebiete für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen.....	41

Abbildung 36: Standorte der bisher im Gemarkungsgebiet vorhandenen Grundwasserwärmepumpen (Quelle: Umweltatlas Bayern, Entnahmebohrung und Schluckbrunnen wurden jeweils zusammengefasst)	42
Abbildung 37: Gebiete in Bayern mit günstigen und weniger günstigen (in der Regel zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung	43
Abbildung 38: Verlauf der Lufttemperatur in Kitzingen	45
Abbildung 39: kartografische Darstellung der Acker-/Gras- und Waldflächen	47
Abbildung 40: Geeignete und bedingt geeignete Potenzialflächen für die Errichtung von Windenergieanlagen	49
Abbildung 41: Lage von Abwasserkanälen größer DN 800 (links) und potenzielle Betrachtungs- und Einzugsgebiete für die Nutzung von Abwasserwärme (rechts)	51
Abbildung 42: Potenzielle Flächen für Erdbeckenspeicher	53
Abbildung 43: Wärmebedarfsszenario unter Berücksichtigung der Sanierungsvorgaben nach KEA und BMWK	56
Abbildung 44: 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)	57
Abbildung 45: Quartiere mit erhöhtem Sanierungspotenzial.....	58
Abbildung 46: Vergleich der einzelnen Potenziale und des Wärmebedarfs	59

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren der wesentlichen Energieträger in t_{CO_2eq}/MWh	25
Tabelle 2: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	30
Tabelle 3: Übersicht geeigneter und bedingt geeigneter Flächen für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieranlagen	32
Tabelle 4: Übersicht des Potenzials holzartiger Biomasse	46
Tabelle 5: Übersicht des Potenzials von Windenergieanlagen.....	49

6 Bildrechte

Meshko, Viktor: *Kleinlangheim Luftansicht*. Quelle: <https://www.kleinlangheim.de/>

Thomas, Konrad: *Wiesenbronn Herbst Geisberg Schatten*. Quelle: <https://www.wiesenbronn.de/>

Atelier Zudem: grosslangheim-header3. Quelle: <https://www.grosslangheim.de/gemeinde-rathaus/index.html>