

Kommunaler Wärmeplan

Gemeinde Bruckberg



27.02.2026



Projektkonsortium

Auftraggeber



Gemeinde Bruckberg

Gemeinde Bruckberg

Rathausplatz 1
84079 Bruckberg

Fördermittelgeber



Zukunft
Umwelt
Gesellschaft

Zukunft – Umwelt – Gesellschaft gGmbH

Stresemannstraße 69-71, 10963 Berlin

Beauftragte Ingenieurbüros



die Consult GmbH
Eduard-Rüber-Straße 7
83022 Rosenheim



netCADservice GmbH

Industriestraße 6
83395 Freilassing

Allgemeine Hinweise

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument teilweise die männliche Sprachform (generisches Maskulinum) verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. So sollen sich alle Gender von den Inhalten gleichermaßen angesprochen fühlen. Wir möchten ausdrücklich betonen, dass sich die Akteure dieses Konzeptes von jeder Art der Diskriminierung distanzieren.

Danksagung

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung stellt das Ergebnis einer engen und vertrauensvollen Zusammenarbeit der Gemeinde Bruckberg mit der die Consult GmbH und der netCADservice GmbH dar. Ein herzlicher Dank geht an die Gemeinde Bruckberg, insbesondere an Herrn Bürgermeister Rudolf Radlmeier, der es sich zum Ziel gemacht hat, durch seine entschlossene und zukunftsweisende Politik die Gemeinde Bruckberg in eine klimafreundliche Zukunft zu führen. Ein besonderer Dank gilt Herrn Görgenhuber vom Bauamt der Gemeinde Bruckberg für die stets zügige Zusammenstellung der notwendigen Daten und Unterlagen. Nur durch so engagierte Akteure hat die Energiewende realistische Chancen, in die Tat umgesetzt zu werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	- 9 -
1.1	Wozu dient die kommunale Wärmeplanung?	- 9 -
1.2	Ziele der Kommunalen Wärmeplanung	- 9 -
1.3	Auf dem Weg zum kommunalen Wärmeplan	- 10 -
1.4	Ausgangslage in Bruckberg	- 11 -
1.5	Vorgehensweise und Struktur des Berichts	- 13 -
2	Rechtlicher Rahmen	- 14 -
2.1	Klimapolitischer Rahmen	- 14 -
2.2	Bayrisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG)	- 16 -
2.3	Gebäudeenergiegesetz (GEG)	- 17 -
2.4	Wärmeplanungsgesetz (WPG)	- 20 -
2.5	Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)	- 21 -
3	Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung	- 22 -
4	Bestandsanalyse	- 23 -
4.1	Basisdaten	- 23 -
4.1.1	Demographische Entwicklung	- 23 -
4.1.2	Wirtschaft	- 26 -
4.2	Verwendete Datenquellen	- 26 -
4.3	Akteursbeteiligung	- 27 -
4.4	Gebäudebestand	- 29 -
4.5	Wärmebedarf nach Gebäudeart	- 35 -
4.6	Energieträger	- 37 -
4.7	Gasinfrastruktur	- 39 -
4.8	Bestandswärmenetze	- 40 -
4.9	Abwassernetz	- 41 -
4.10	CO ₂ Emissionen	- 42 -
4.11	Clusterung	- 44 -
5	Potenzialanalyse	- 51 -
5.1	Rechtlicher Rahmen	- 51 -
5.2	Ziel der Potenzialanalyse	- 51 -
5.3	Ablauf der Potenzialanalyse	- 52 -
5.4	Definition von Potenzialen	- 52 -

5.4.1	Theoretisches Potenzial	- 53 -
5.4.2	Technisches Potenzial	- 53 -
5.4.3	Wirtschaftliches Potenzial	- 54 -
5.4.4	Realisierbares (erschließbares) Potenzial	- 54 -
5.4.5	Ausbaupotenzial	- 54 -
5.5	Abwärmenutzung	- 55 -
5.5.1	Unvermeidbare Abwärme	- 55 -
5.5.1.1	Unvermeidbare Abwärme im WPG	- 55 -
5.5.1.2	Definition Unvermeidbare Abwärme	- 55 -
5.5.2	Abwasserwärme	- 57 -
5.5.2.1	Definition Abwasserwärme & Nutzung	- 57 -
5.5.2.2	Eignungskriterien zur Abwasserwärmenutzung	- 59 -
5.5.2.3	Die Kläranlage in der Projektkommune	- 60 -
5.6	Effizienzmaßnahmen	- 61 -
5.6.1	Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden	- 61 -
5.6.2	Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion und Energieträgersubstitution in Prozessen	- 62 -
5.7	Erneuerbare Energiepotenziale	- 63 -
5.7.1	Solarthermie	- 63 -
5.7.1.1	Freiflächen Solarthermie	- 63 -
5.7.1.2	Solarthermie auf Dachflächen	- 64 -
5.7.2	Geothermie	- 65 -
5.7.2.1	Tiefe Geothermie	- 65 -
5.7.2.2	Oberflächennahe Geothermie	- 66 -
5.7.2.3	Grundwasser	- 67 -
5.7.3	Umweltwärme	- 68 -
5.7.3.1	Oberflächengewässer	- 68 -
5.7.3.2	Umgebungswärme/Luft	- 69 -
5.7.4	Biomasse	- 70 -
5.7.4.1	Definition von Biomasse	- 70 -
5.7.5	Erneuerbare Gase (Grüner Wasserstoff & grünes Methan)	- 71 -
5.7.5.1	Grüner Wasserstoff	- 71 -
5.7.5.2	Grünes Methan	- 72 -
5.7.5.3	Schlussfolgerung für die zukünftige Beheizung von Gebäuden	- 73 -
5.7.6	Wärmespeicher	- 74 -
5.7.6.1	Großwärmespeicher	- 74 -
5.7.6.2	Saisonale/Langfristiger Speicher	- 75 -
5.7.6.3	Kurz- bis mittelfristige Wärmespeicher	- 76 -
5.7.7	Erneuerbare Stromerzeugung und elektrische Wärmeerzeugung	- 77 -
5.7.7.1	Freiflächen Photovoltaik	- 77 -
5.7.7.2	Photovoltaik auf Hausdächern	- 78 -
5.8	Erfasste Potenziale im Projektgebiet	- 79 -
5.9	Potenziale der Wärmeerzeugung	- 81 -
5.9.1	Solarthermie	- 82 -

5.9.1.1	Solarthermie auf Freiflächen	- 82 -
5.9.1.2	Solarthermie auf Dachflächen	- 84 -
5.9.2	Geothermie	- 86 -
5.9.2.1	Oberflächennahe Geothermie: Erdwärmesonden	- 87 -
5.9.2.2	Oberflächennahe Geothermie: Erdwärmekollektoren	- 88 -
5.9.2.3	Grundwasser	- 88 -
5.9.2.4	Tiefe Geothermie	- 88 -
5.9.3	Biomasse	- 91 -
5.9.3.1	Biomasse fest	- 91 -
5.9.3.2	Biomasse flüssig (Biogas & Klärgas)	- 92 -
5.9.4	Umwelt	- 94 -
5.9.4.1	Luft	- 94 -
5.9.4.2	Gewässerwärme	- 94 -
5.9.5	Abwärme	- 95 -
5.9.5.1	Abwärme aus Abwasser	- 95 -
5.9.5.2	Unvermeidbare industrielle Abwärme	- 95 -
5.9.6	Erneuerbare Gase	- 95 -
5.9.6.1	Wasserstoff	- 95 -
5.10	Potenziale der Stromerzeugung	- 97 -
5.10.1	Photovoltaik	- 97 -
5.10.1.1	Photovoltaik auf Freiflächen	- 97 -
5.10.1.2	Biomasse, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	- 99 -
5.10.1.3	Photovoltaik auf Dachflächen	- 102 -
5.10.2	Windkraft	- 106 -
5.11	Potenzial zur Gebäudesanierung	- 107 -
5.11.1	Sanierungsquote 0,7 % pro Jahr	- 108 -
5.11.2	Sanierungsquote 1,5 % pro Jahr	- 110 -
5.11.3	Sanierungsquote 2,0 % pro Jahr	- 111 -
5.12	Zusammenfassung und Fazit	- 113 -
6	Zielszenario	- 115 -
6.1	Entwicklung des Zielszenario	- 115 -
6.1.1	Rechtliche Basis	- 115 -
6.1.2	Beschreibung	- 115 -
6.1.2.1	Ziel	- 115 -
6.1.2.2	Inhalt	- 115 -
6.1.2.3	Rahmenbedingungen und Ablauf	- 116 -
6.1.2.4	Ableitung des Zielszenarios	- 117 -
6.1.2.5	Zusammenfassung und Fazit	- 117 -
7	Auswirkungen auf den Stromsektor	- 120 -
7.1.1	Bestandsanalyse Stromsektor	- 120 -
7.1.2	Bestandsanalyse Stromnetze	- 121 -
7.1.3	Prognose der Stromnetzlasten	- 123 -

7.1.4	Zusammenfassung und Fazit	- 127 -
8	Fokusgebiete	- 129 -
8.1	Fokusgebiet 1	- 129 -
8.2	Fokusgebiet 2	- 131 -
8.3	Fokusgebiet 3	- 134 -
8.4	Fokusgebiet 4	- 135 -
8.5	Fokusgebiet 5	- 137 -
9	Maßnahmen	- 139 -
9.1	Grundlagen	- 139 -
9.2	Einteilung der Maßnahmen	- 139 -
9.3	Maßnahme 1 (M1): Klimaneutrale kommunale Liegenschaften	- 141 -
9.4	Maßnahme 2 (M2): PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften	- 143 -
9.5	Maßnahme 3 (M3): Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen	- 145 -
9.6	Maßnahme 4 (M4): Aufbau und Nutzung einer Datenerfassung zur Wärmewende	- 147 -
9.7	Maßnahme 5 (M5): Koordination Umsetzung der KWP-Maßnahmen und Verstetigung	- 149 -
9.8	Maßnahme 6 (M6): Informationsveranstaltung: Vorteile der Fernwärmeversorgung	- 151 -
9.9	Maßnahme 7 (M7): Information und unterstützende Beratung zu Energiethemen	- 153 -
9.10	Maßnahme 8 (M8): Sanierungsoffensive für Privathaushalte	- 155 -
9.11	Maßnahme 9 (M9): Ausbau erneuerbarer Energien auf kommunaler Ebene	- 157 -
10	Umsetzung und Verstetigung	- 159 -
10.1	Grundlagen	- 159 -
10.1.1	Rechtliche Grundlagen	- 159 -
10.1.2	Inhalte und Ziele	- 159 -
10.1.3	Ablauf	- 159 -
10.1.4	Ergebnisse	- 160 -
10.1.5	Organisatorischer Rahmen des Verstetigungskonzeptes und Controlling	- 160 -
11	Förderprogramme	- 162 -
11.1.1	Bundesförderungen für effiziente Gebäude (BEG)	- 162 -
11.1.1.1	BEG-Einzelmaßnahmen (BEG EM)	- 163 -
11.1.1.2	BEG-Wohngebäude (BEG WG)	- 163 -

11.1.1.3	BEG-Nichtwohngebäude (BEG NWG)	- 164 -
11.1.2	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	- 164 -
11.1.2.1	Modul 1: Planung und Vorbereitung	- 164 -
11.1.2.2	Modul 2: Systemische Förderung von Neubau- und Bestandsnetzen	- 165 -
11.1.2.3	2.5.2.3 Modul 3: Einzelmaßnahmen	- 165 -
11.1.2.4	Modul 4: Betriebskostenförderung	- 165 -
12	Fortschreibung des Wärmeplans	- 167 -
12.1	Grundlagen	- 167 -
12.2	Fortführung des Wärmeplans	- 167 -
12.3	Fortführung der Datenerfassung	- 168 -
12.4	Aktualisierung des Zielszenarios	- 169 -
12.5	Aktualisierung der Umsetzungsstrategie	- 170 -
13	Fazit	- 171 -
14	Bürgerbeteiligung	- 173 -
14.1	Fragen	- 173 -
	Nomenklatur	- 174 -
	Quellennachweise	- 178 -
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	- 182 -
	Anhang	- 186 -
	Clustersteckbriefe	- 186 -
	Redaktion	- 246 -

1 Einleitung

1.1 Wozu dient die kommunale Wärmeplanung?

Vor dem Hintergrund der Bedrohungen, die vom Klimawandel ausgehen, wurde im Rahmen des Klimaschutzgesetzes des Bundes (KSG) die Verpflichtung zur Erreichung der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 festgelegt.

Die Wärmeversorgung ist ein wesentlicher Bestandteil der Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Reduktion von Treibhausgasen. Etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs ist dem Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung zuzuordnen (Umweltbundesamt, 2024). Zu den relevanten Bereichen zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie die Kälteerzeugung. Im Stromsektor wird bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur 18,8 % sind (Umweltbundesamt, 2023). Die Städte und Kommunen tragen eine bedeutende Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors. Die Kommunale Wärmeplanung (KWP) stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar.

1.2 Ziele der Kommunalen Wärmeplanung

Aufgrund der hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen, die mit Investitionen in Energieinfrastruktur verbunden sind, ist die Entwicklung einer ganzheitlichen Strategie von entscheidender Bedeutung. Diese Strategie bildet die Grundlage für nachfolgende Schritte und ermöglicht eine koordinierte und effiziente Umsetzung. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument. Sie verfolgt dabei die drei übergreifenden Ziele der Versorgungssicherheit, der Treibhausgasneutralität sowie der Wirtschaftlichkeit.

Darüber hinaus stellt sie eine verbesserte Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme bereit und ermöglicht die Eingrenzung des Such- und Optionenraums für städtische Energieprojekte.

Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Flächennutzungsplan oder dem Klimaschutzkonzept verknüpft. Durch die Einbeziehung der KWP in den planerischen Gesamtkontext wird eine ganzheitliche Sichtweise auf das Thema der Energieversorgung gewährleistet. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden. So lassen sich Machbarkeitsstudien durchführen, Quartierskonzepte planen und realisieren sowie Bauprojekte entwickeln und umsetzen.

1.3 Auf dem Weg zum kommunalen Wärmeplan

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans erfolgt in mehreren Schritten, die jeweils spezifische Ziele verfolgen. Im ersten Schritt der Bestandsanalyse erfolgt zunächst eine umfassende Analyse der Ist-Situation der Wärmeversorgung. Dazu gehören die Erfassung von Daten zum Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Außerdem ist die Erfassung der existierenden Gebäudetypen und deren Baualtersklassen von Bedeutung. Des Weiteren erfolgt eine umfassende Untersuchung der vorhandenen Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze, Heizzentralen sowie Speicher. Zudem werden die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden detailliert erfasst.

Im zweiten Schritt der Potenzialanalyse werden die Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt.

Im dritten Schritt erfolgt die Identifizierung von Eignungsgebieten für zentralisierte Wärmenetze sowie zugehöriger Energiequellen und Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen, basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine detaillierte Beschreibung der möglichen künftigen Versorgungsstruktur zum Zieljahr 2045 umfasst.

Im vierten Schritt werden konkrete Maßnahmen formuliert, die zur Zielerreichung beitragen. Außerdem wird eine übergreifende Wärmewendestrategie entwickelt. Für die Erstellung dieser Maßnahmen sind Kenntnisse über die lokalen Rahmenbedingungen essenziell. Daher werden Fachakteure und Gemeinderatsmitglieder aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Ihre Aufgabe ist es, durch Diskussionen und die Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzeignungsgebieten und Maßnahmen beizutragen.

In dem vorliegenden Wärmeplan sind die Ergebnisse der vier Planungsschritte zusammengefasst und beschrieben. Am Ende des Planungsprozesses wird der Wärmeplan in der Gemeinderatssitzung beschlossen. Im Anschluss erfolgt die Umsetzung der geplanten Maßnahmen.

Im Rahmen des Projektes ist insbesondere die Detailplanung von entscheidender Bedeutung. Diese erfolgt in Form von Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen. Diese konkretisieren Fragestellungen zur technischen Umsetzung und wirtschaftlichen Machbarkeit einzelner Ansätze der Wärmeversorgung. Die Konzepte dazu werden in enger Abstimmung mit relevanten Akteuren entwickelt.

Die kommunale Wärmeplanung ist als ein kontinuierlicher Prozess zu betrachten. Die in Kapitel 6.3 erläuterten Maßnahmen sollen schrittweise realisiert werden, um die kommunale Wärmewende erfolgreich umzusetzen. Der Maßnahmenkatalog in Kapitel 9 bietet einen konkreten Handlungsrahmen für die Umsetzung der erforderlichen Schritte. Die einzelnen Umsetzungsmaßnahmen werden im Rahmen eines Monitorings begleitet und kontinuierlich mit den Zielen des Wärmeplans abgeglichen.

Des Weiteren ist eine regelmäßige Überprüfung, Bewertung und gegebenenfalls Anpassung der Inhalte des Wärmeplans erforderlich. Dies erfolgen im Zuge der Evaluierung, Neubewertung und Fortschreibung. Im Rahmen der kontinuierlichen Überprüfung der Fortschritte werden die Maßnahmen bei Bedarf angepasst. Zudem werden Bestands- und Potenzialanalysen sowie das Zielszenario neu bewertet. Der Wärmeplan wird kontinuierlich weiterentwickelt, wobei eine laufende Diskussion und Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren stattfindet.

Gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ist eine Fortschreibung des Wärmeplans in regelmäßigen Abständen von fünf Jahren erforderlich, um die Aktualität der Daten zu gewährleisten und den erforderlichen Anpassungsbedarf zu bestimmen (§ 25 WPG).

1.4 Ausgangslage in Bruckberg

Die Gemeinde Bruckberg liegt im Landkreis Landshut des Regierungsbezirks Niederbayern. Nach Landshut sind es ca. 20 km, nach München etwa 65 km. Neben einem Bahnanschluss auf Regionalzugebene besteht eine Anbindung an die Bundesautobahn A92. Das Gemeindegebiet weist eine vorwiegend ländliche Struktur auf. Der Nordwestteil des Gemeindegebiets ist von Hopfenbau geprägt, während in den übrigen Regionen vornehmlich Getreide- und Futterbau betrieben wird. Im südöstlichen Grenzgebiet der Gemeinde sind größere Betriebe angesiedelt. Erwähnenswert ist der Industriepark östlich von Gründlkofen an der Bahnlinie München – Regensburg, in dem das BMW-Werk 2.75 Bruckberg, die Merkur Frucht Bayern GmbH sowie die AGROLAB Group angesiedelt sind. In Bruckberg engagiert sich aktiv für den Klimaschutz und die nachhaltige Entwicklung der Region. Ein zentrales Element dieser Bestrebungen ist die KWP, die gemäß des Bayrischen Klimaschutzgesetzes verpflichtend ist.

Aktuell zeichnet sich eine Änderung des Bayrischen Klimaschutzgesetzes ab. Demzufolge soll eine Abkehr vom bisherigen Ziel und eine Verschiebung um fünf Jahre erfolgen, sodass als Zieldatum für die Klimaneutralität in Bayern das Jahr 2045 festgeschrieben werden soll. Dazu bedarf es einer Erarbeitung einer Gesetzesvorlage, welche derzeit angestoßen wird.

Nach derzeit geltendem Recht ist es das Ziel dieser Planung bis zum Jahr 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung für alle Bestandsgebäude zu erreichen.

Hierzu werden umfassende Analysen des Gebäudezustands, des Energieverbrauchs und der bestehenden Versorgungsinfrastruktur durchgeführt. Auf Basis dieser Daten werden Potenziale für erneuerbare Wärmeerzeugung identifiziert und konkrete Maßnahmen entwickelt, die in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen. In Bruckberg begann man mit der Durchführung der KWP am 9. April 2025. Durch das Förderprogramm aus dem „Klima- und Transformationsfonds“ (NKI-Förderung) des Projektträgers Zukunft – Umwelt - Gesellschaft werden investive, konzeptuelle sowie begleitende Maßnahmen unterstützt.

Bereits in der Vergangenheit hat man sich in Bruckberg intensiv damit beschäftigt, wie man koordiniert, strukturiert und systematisch den Energie- und Klimaschutz in der Gemeinde vorantreiben kann. Dazu wurde zwischen September 2012 und August 2012 ein Energie- und Klimaschutzkonzept vom Institut für Systemische Energieberatung GmbH der Hochschule Landshut erarbeitet. Daneben nimmt die Gemeinde Bruckberg regelmäßig an den Netzwerktreffen der LENK¹ teil und ist Mitglied im kommunalen Netzwerk für Klimaschutzmanagement des Landkreises Landshut.

In den letzten Jahren wurde der Anteil an erneuerbaren Energieerzeugern sukzessive, insbesondere durch Photovoltaik auf Freiflächen, ausgebaut. Demzufolge konnte die Gemeinde Bruckberg im Jahr 2025 an 207 von 365 Tagen mehr Energie ins Stromnetz einspeisen, als im Gemeindegebiet verbraucht wurde². Dies entspricht einem Autarkiegrad von derzeit 57 %.

Daneben ist man seit Oktober 2024 Mitglied in der ILE³ Holledauer Tor. Dabei geht es unter dem Motto „Gemeinsam sind wir stärker“ Synergieeffekte zu nutzen und gemeinsam zukunftsorientierte ökonomische, ökologische oder soziale Projekte nachhaltig umzusetzen, die die Lebensqualität der gesamten Region stärken.

Mit diesen vielfältigen Maßnahmen und Projekten beweist Bruckberg ein starkes Engagement für Klimaschutz, Nachhaltigkeit und die Förderung des gemeinschaftlichen Zusammenlebens. Die enge Zusammenarbeit von Verwaltung, Bürgern und verschiedenen Akteuren ist entscheidend, um die Gemeinde zukunftsfähig und lebenswert zu gestalten.

¹ Landesagentur für Energie und Klimaschutz

² Vgl. www.energiemonitor.bayernwerk.de , abgerufen am 20.02.2026

³ Integrierte Ländliche Entwicklung

1.5 Vorgehensweise und Struktur des Berichts

Der vorliegende Bericht ist wie folgt aufgebaut: Im ersten Teil des Berichtes erfolgt eine Erläuterung des Ablaufes sowie der Phasen einer kommunalen Wärmeplanung. Danach werden die für die KWP bedeutsamen Gesetze und Verordnungen vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden die vier Phasen, die den Kern des kommunalen Wärmeplans bilden, detailliert erarbeitet. Das Kapitel 4.11ff. enthält Steckbriefe der verschiedenen Wärmenetzgebieten. Das Kapitel 6.3 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Zum Abschluss werden die zentralen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in einem Fazit zusammengefasst.

2 Rechtlicher Rahmen

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung (KWP) nach dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ergänzen sich innerhalb des rechtlichen Rahmens. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen von Gebäuden. Die BEG bietet finanzielle Unterstützung für die energetische Gebäudesanierung an. Im Fokus der KWP steht, wie bereits erwähnt die Wärmeversorgung auf städtischer oder regionaler Ebene. Die Inhalte der gesetzlichen Grundlagen und deren Auswirkungen auf die KWP werden nachfolgend genauer betrachtet, sie beziehen sich auf die derzeit gültige Gesetzeslage.

2.1 Klimapolitischer Rahmen

Seit 2019 gilt in Deutschland das Klimaschutzgesetz (KG). Es dient gemäß § 1 KG „dem Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels“ und soll „die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben gewährleisten“. In der neuen Fassung des KG von 2021 wurde zum Erreichen dieser Ziele festgelegt, dass die Bundesrepublik Deutschland bis 2045 die Netto-Treibhausgasneutralität erreichen und die Emissionen bis 2030 um 65 % und bis 2040 um 88 % im Vergleich zu 1990 reduzieren soll. Die Wärmewende spielt eine entscheidende Rolle beim Erreichen der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung. Die Wärmeplanung stellt dabei ein Instrumentarium zum Erreichen der Ziele dar und soll bis spätestens 2028 in allen Gemeinden und Kommunen vorliegen.

In Anbetracht des aktuellen Wärmeverbrauchs ist es jedoch noch ein weiter Weg bis zur Klimaneutralität im Jahr 2045. Dies geht auch aus einer Veröffentlichung des Umweltbundesamtes hervor, in der verschiedene fossile Gase den größten Anteil am Wärmeverbrauch darstellen.

Im Fokus der KWP steht die Erhöhung des Anteiles der Fernwärme, die Darstellung möglicher Potenziale für eine perspektivische Entwicklung von Fernwärmenetzen in den Quartieren innerhalb der Projektkommune, Aspekte einer leitungsgebundenen Versorgung durch Wasserstoff sowie dezentrale Wärmeversorgungsarten. Momentan wird nur ein Anteil von ca. 14 % der Haushalte durch Fernwärme versorgt. Während die Versorgung mit Fernwärme gesteigert werden soll, muss gleichzeitig sichergestellt werden, dass die Wärmenetze bis 2045 klimaneutral sind, also vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Für neue Wärmenetze gilt seit dem 1. Januar 2024 eine ähnliche Regelung wie für

Haushalte: Die Wärmebereitstellung muss bei Inbetriebnahme durch einen Anteil von mindestens 65 % an erneuerbaren Energien erfolgen. Die Abbildung 2-1 zeigt den aktuellen Einsatz von Energieträgern zur Fernwärmeerzeugung für das Jahr 2023.

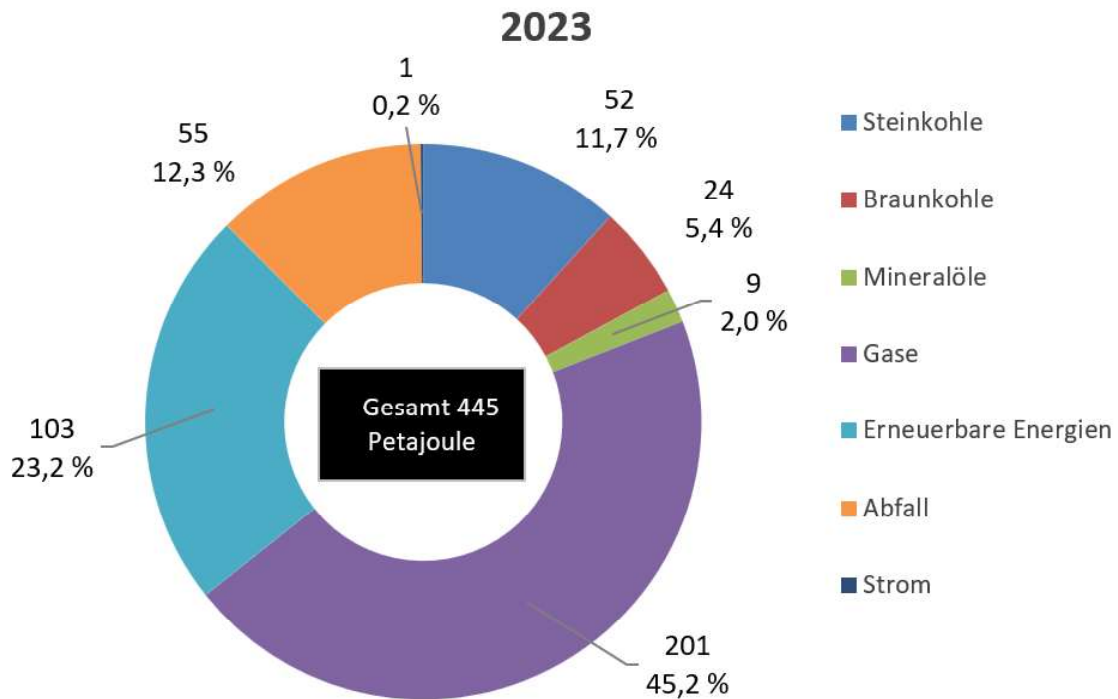


Abbildung 2-1: Einsatz von Energieträgern zur Fernwärmeerzeugung 2023⁴

Es wird deutlich, dass zur Erreichung der Klimaneutralität der Fernwärmenetze bis 2045 eine bedeutende Veränderung von Nöten ist. Zum größten Teil werden die Fernwärmenetze noch immer von fossilen Gasen versorgt, wobei auch Braun- und Steinkohle einen signifikanten Anteil an der Erzeugung haben. Der momentane Anteil erneuerbarer Energien beträgt ca. 23 %, wobei hier hauptsächlich Biomasse und erneuerbare Siedlungsabfälle erwähnt werden. Eine Erhöhung dieses Anteils wird sich aufgrund der Eigenschaften der erneuerbaren Energien in Zukunft schwierig gestalten. Windkraft und Solarenergie sind tendenziell fluktuierend in ihrer Erzeugung, womit die technische Umsetzung in Form von Wärmepumpen, Biomasse oder Power-to-Heat eine anspruchsvolle Herausforderung darstellt.

Die aktuelle Situation der Wärmewende in Deutschland beschreibt somit folgende Lage: Um die Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, ist im Bereich der Wärmeerzeugung und -

⁴ Eigene Darstellung, Datenbasis: AG Energiebilanzen e.V. „Auswertungstabelle zur Energiebilanz Deutschland“, Stand 09/2025

versorgung ein Umschwung notwendig, der über das Gebäudeenergiegesetz und das Wärmeplanungsgesetz eingerahmt wird. Allerdings zeichnet sich auch ab, dass erneuerbare Energien voraussichtlich auch im Jahr 2040 noch eine Resttreibhausgasbilanz haben werden. Eine Reduktion auf 0 t CO₂e bezogen auf den aktuellen Stand der Technik, selbst bei 100%igen Einsatz Erneuerbarer Energieträger, wird im Jahr 2040 nicht möglich sein. Es verbleiben Restemissionen, die kompensiert werden müssen. Zu den möglichen Kompensationsmaßnahmen zählen die Unterstützung von Klimaschutzprojekten sowie Maßnahmen zur Bindung von CO₂, zum Beispiel durch Aufforstung, oder Investitionen in negative Emissionstechnologien wie Carbon Capture and Storage (CCS).

2.2 Bayrisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG)

Am 1. Januar 2021 ist das Bayerische Klimaschutzgesetz⁵ (BayKlimaG) in Kraft getreten. Gemäß der ursprünglichen Konzeption wurde das BayKlimaG als Rahmengesetz konzipiert, dessen Ziel die gesetzlich verpflichtende Festlegung der grundlegenden Klimaschutzziele ist. Die bayrische Staatsregierung hat im Rahmen des Klimaschutzprogramms, das der Begleitung der Maßnahmen dient, konkrete Maßnahmen beschlossen, mit denen der Freistaat Bayern einen engagierten Beitrag zur Umsetzung der gesetzlich fixierten Ziele zur Minderung des CO₂-Ausstoßes leisten will. Die zentralen Rahmenbedingungen für den Klimaschutz in Bayern werden jedoch nach wie vor auf Bundesebene (KGS, WPG und GEG) sowie europäischer Ebene (Europäischer Green Deal) definiert.

Mit Wirkung zum 1. Januar 2023 ist die erste Novelle des BayKlimaG in Kraft getreten. Der Bayerische Landtag hat damit eine Verschärfung der ambitionierten bayerischen Klimaschutzziele vorgenommen. Der Freistaat verfolgt das Ziel, bereits im Jahr 2040⁶ klimaneutral zu sein, wobei der ursprüngliche Plan eine Zielmarke von 2050 vorsah. Bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgasemissionen pro Einwohner um 65 % im Vergleich zu 1990 reduziert werden, was eine signifikante Anpassung des angestrebten Reduktionsziels gegenüber dem vorherigen Ziel von 55 % darstellt. Darüber hinaus ist eine deutliche Zunahme der Wahrnehmung der Vorbildfunktion des Staates zu verzeichnen. Gemäß dieser Zielvorgabe soll die unmittelbare Staatsverwaltung bereits im Jahr 2028 (und damit zwei Jahre früher) klimaneutral sein. Die Staatskanzlei und die Staatsministerien haben dieses Ziel bereits im Jahr 2023 erreicht. Der Freistaat Bayern leistet somit einen Beitrag zur Umsetzung der

⁵ Vgl. Bayerisches Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) vom 23. November 2020 (GVBl. S. 598, 656, BayRS 2129-5-1-U), das zuletzt durch § 1 des Gesetzes vom 23. Dezember 2022 (GVBl. S. 704) geändert worden ist

⁶ Wie bereits in Kapitel 1.4 angedeutet wird, eine Gesetzesvorlage erarbeitet, in der als Zieldatum für Klimaneutralität in Bayern das Jahr 2045 festgeschrieben werden soll

klimapolitischen Zielsetzungen auf Bundesebene und trägt zur Erreichung des in Paris vereinbarten globalen 1,5-Grad-Ziels bei.

Das BayKlimaG bezieht sich nicht explizit auf zuvor beschriebene Gesetze und hat daher keinen unmittelbaren Bezug zur KWP. Es versucht, wie bereits beschrieben durch konkrete Maßnahmen und Rahmenbedingungen die Grundlagen zu schaffen, welche zur Erreichung der Klimaziele notwendig sind. Das Gesetz ist auch im Kontext der Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) zu sehen. Diese Verordnung wird im nächsten Kapitel beschrieben.

Den Landkreisen und Bezirken in Bayern wird erstmals die Befugnis erteilt, über den eigenen und örtlichen Bedarf hinaus Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien zu errichten und zu betreiben. Der Wegfall der bis dato geltenden Beschränkungen ermöglicht es kommunalen Allianzen, etwa im Bereich der Geothermie, hohe Investitionskosten und -risiken zukünftig gemeinsam zu tragen. Im Rahmen der Energiewende wird eine hochaufgelöste Energie- und Emissionsberichterstattung auf der Grundlage der durch die Bezirks-schornsteinfeger erhobenen Kehrbuchdaten einen wesentlichen Beitrag leisten.

Darüber hinaus werden die Kommunen durch ein ausgeweitetes Förderprogramm nachhaltig unterstützt. Zusätzliche bieten kommunal getragene Klima- und Energieagenturen den Kommunen bis zum Jahr 2028 eine fokussierte Begleitung auf dem Weg in die Klimaneutralität an. Der Energie-Atlas-Bayern stellt die zentrale Internetpräsenz der Bayerischen Staatsregierung dar, welche sich mit den Themen Energiesparen, Energieeffizienz und erneuerbare Energien befasst. An dieser Stelle werden interaktive Karten und Informationen für Privatpersonen, Kommunen, Behörden, die Wirtschaft und Planungsbüros kostenfrei zur Verfügung gestellt.

2.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Aufgrund der neuen Bundesregierung seit dem 6. Mai 2025 erfolgt derzeit die Novellierung des GEG zum Gebäudemodernisierungsgesetz (GMG). Die nachfolgenden Informationen beziehen sich auf die derzeitige Gesetzeslage (GEG) zum Abschluss der Kommunalen Wärmeplanung.

Die Novellierung des GEG trat zum Jahresbeginn 2024 in Kraft und gilt als wichtige Stellschraube zum Umstieg auf erneuerbare Energien basierende Heizsysteme und damit zur signifikanten Treibhausgasreduktion des Wärmesektors.

Dabei müssen derzeit alle neu installierten Heizungssysteme nach Ablauf einer Übergangsfrist mindestens 65 % Erneuerbare Energien nutzen. Für Neubauten gilt diese Vorgabe entweder bereits seit 2024 (innerhalb eines Neubaugebiets) bzw. ab 2026 (außerhalb eines

Neubaugebiets). In Bestandsgebäuden dürfen fossil-basierende Heizungen nach Ablauf der Frist weiter betrieben und repariert werden, jedoch muss bei einem Austausch auf klimafreundliche Technologien gewechselt werden. Die Dauer der Übergangsfrist richtet sich nach dem Stand der KWP; maßgebend ist dabei die Einwohnerzahl der Projektkommune. Falls die KWP bereits vor dem Fristende (2026 bzw. 2028 bei weniger als 100.000 Einwohnern) abgeschlossen wird und eine Gebietsausweisung als Wärmenetz- oder Wasserstoffnetz-Ausbaugebiet erfolgt, führt dies nach § 26 Absatz 1 des WPG zu einem vorzeitigen Ende der Übergangsphase. Das Diagramm in Abbildung 2-2 stellt dar, zu welchem Zeitpunkt verschiedene Gebäude mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien (EE) beheizt werden müssen, sobald ein neues Heizsystem benötigt wird. Haushalte, die innerhalb der Übergangsfrist noch fossile Heizungstechnologien installieren, müssen ab 2029 „grüne“ Brennstoffe⁷ mit ansteigenden Mindestanteil beimischen.⁸ Die Entwicklung der Quote ist in Tabelle 2-1 dargestellt. Der Mindestanteil an „grünen“ Brennstoffen entfällt, wenn die Heizungsanlage zu 100 % auf Wasserstoff umrüstbar ist und aufgrund der Wärmeplanung ein verbindlicher Fahrplan für die Umstellung eines Bestandsgasnetzes auf Wasserstoff vorliegt, welcher von der Bundesnetzagentur genehmigt wurde. Das gleiche gilt, wenn ein ortsansässiger Fernwärmenetzbetreiber einen Anschluss innerhalb von zehn Jahren zusagt. Sollte sich die Wärmeversorgung durch ein Wasserstoff- oder Wärmenetz trotz verbindlicher Planung nicht umsetzen lassen, muss die fossil betriebene Heizungsanlage nach Bekanntgabe der Änderung innerhalb von drei Jahren mit 65 % EE betrieben werden.⁹

⁷ Anmerkung: CO₂-neutrale Brennstoffe, welche aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden, beispielsweise grüner Wasserstoff, Biomethan, biogenes Flüssiggas, synthetisches Methan oder grünes Heizöl (Beimischung von Biodiesel zur Reduzierung der CO₂ Emissionen)

⁸ Vgl. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/waermeplanungsgesetz-2213692> , abgerufen am 20.02.2026

⁹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz „Pflichtinformationen vor dem Einbau einer neuen Heizung“ vom 01.03.2024

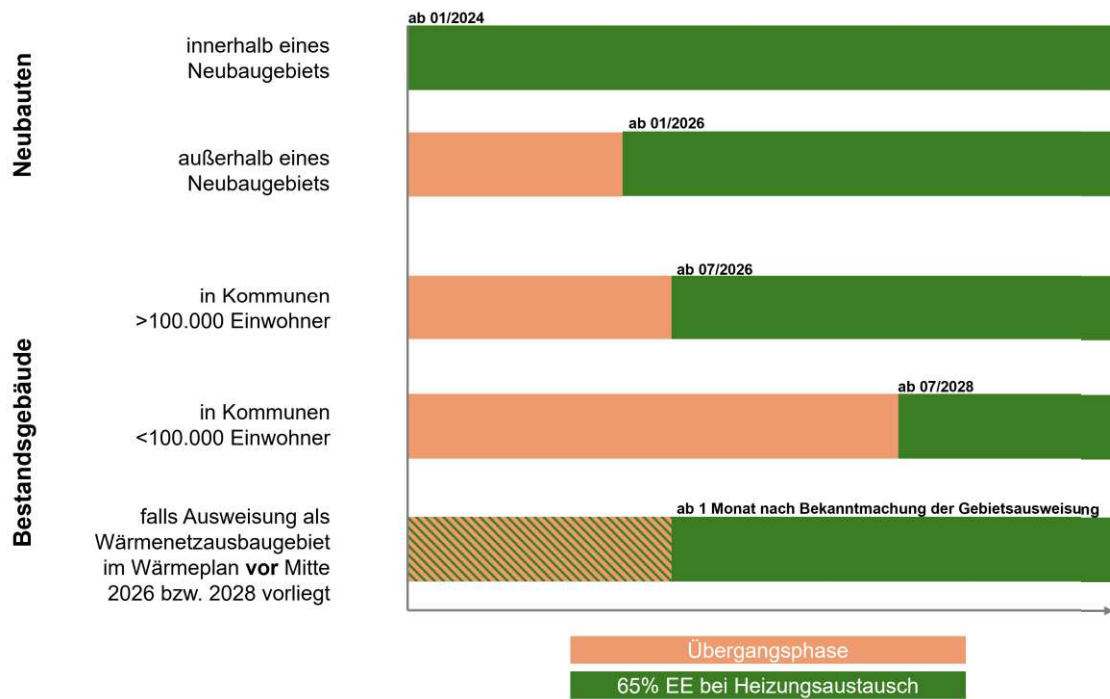
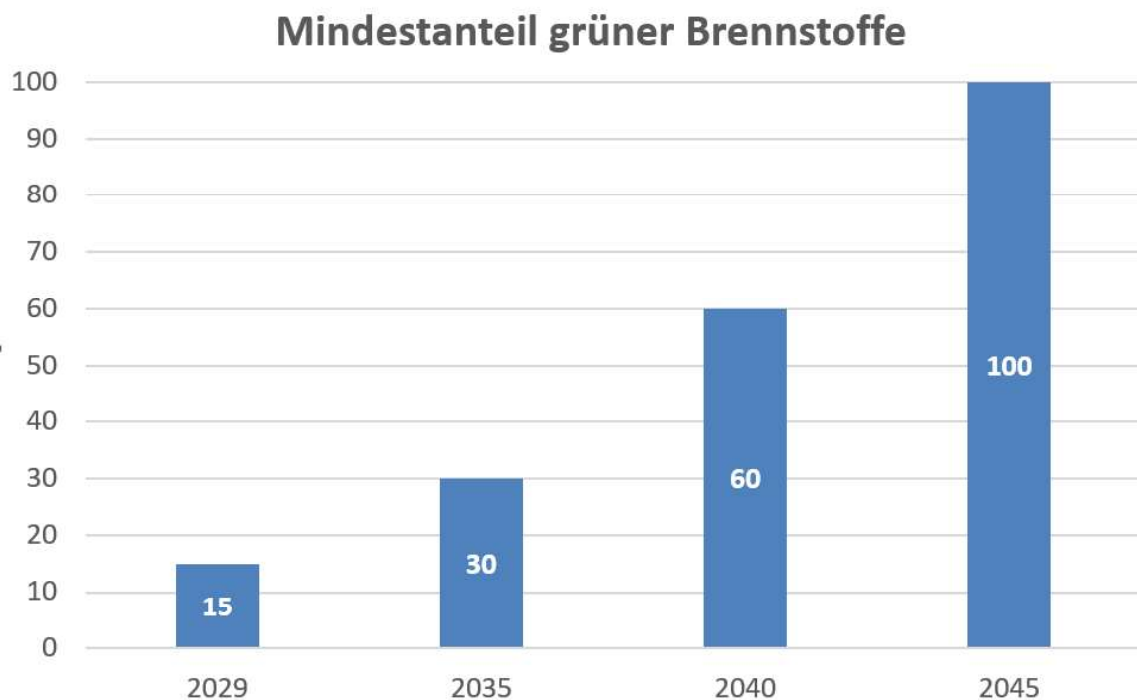


Abbildung 2-2: Übersicht der zeitlichen Übergangsfristen in Neubauten und Bestandsgebäuden für den verpflichtenden Einbau von emissionsarmen Heizungstechnologien¹⁰

¹⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz „Pflichtinformationen vor dem Einbau einer neuen Heizung“ vom 01.03.2024

Tabelle 2-1: Mindestanteile grüner Brennstoffe ab 2029 für fossil betriebene Heizungsanlagen¹¹

2.4 Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das WPG bildet neben dem GEG einen weiteren Baustein zur Umsetzung der im KSG definierten klimapolitischen Ziele für Deutschland. Die Bundesregierung führte das WPG zu Beginn des Jahres 2024 ein. Wichtiger Inhalt des Gesetzes ist die Verpflichtung auf Länderebene zur Durchführung einer Wärmeplanung. Diese Planungsaufgabe wurde wiederum an die eigenständigen Kommunen delegiert. Somit sind alle Städte und Gemeinden dazu verpflichtet, einen detaillierten Wärmeplan zu erstellen, welcher den aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf der Kommune erfasst und zusätzlich Verbesserungsmöglichkeiten der Energieerzeugung und Potenziale zur Energieeinsparung mit dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung aufzeigt. Als Frist für die Vorlage einer solchen Wärmeplanung wurde für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern der 30.06.2026 festgelegt, während für Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern der 30.06.2028 als Abgabedatum gilt. Gemeinden mit weniger als 10.000 Einwohnern können die Wärmeplanung durch ein vereinfachtes Verfahren oder im Rahmen eines sogenannten Konvois, d. h. zusammen mit anderen Kommunen, durchführen. Die Regelung der Details zur Wärmeplanung ist Sache der

¹¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz „Pflichtinformationen vor dem Einbau einer neuen Heizung“ vom 01.03.2024

Bundesländer¹². Zusätzlich gelten weiterhin Anforderungen in Bezug auf die Versorgung bestehender und neuer Wärmenetze mit erneuerbaren Energien. Wie bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben erlaubt §26 Absatz 1 des WPG den Kommunen nach Abschluss der Wärmeplanung die sofortige Ausweisung bestimmte Gebiete / Quartiere für den Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen. Die Ausweisung solcher Gebiete bestimmt maßgeblich die Heizungsanforderungen (65% Anteil an EE) und Einbaufristen, welche ebenfalls bereits im Abschnitt 2.2 beschrieben wurden.

2.5 Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)

Neben dem GEG gilt in Bayern zusätzlich die Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn)¹³. Die Verordnung vom 22. Januar 2002 regelt die Umsetzung des GEG (Teil 2, §§ 2-7). Die AVEn wurde letztmalig am 18. Dezember 2024 geändert, indem die Verbindung zum WPG durch den Teil 3 (§§ 8-10) geschaffen wurde. Wesentliche Inhalte dieser Ergänzung (Teil 3) sind neben den Kommunen als planungsverantwortliche Stelle (Zuständigkeit), die Definition der Kriterien für alternative Verfahren (vereinfachtes Verfahren) sowie die Veröffentlichungspflicht des Wärmeplans durch die planungsverantwortliche Stelle.

¹² Vgl. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/waermeplanungsgesetz-2213692>, abgerufen am 20.02.2026

¹³ Vgl. Verordnung zur Ausführung energiewirtschaftlicher Vorschriften (AVEn) vom 22. Januar 2002 (GVBl. S. 18, BayRS 754-4-1-W), die zuletzt durch Verordnung vom 18. Dezember 2024 (GVBl. S. 651) geändert worden ist, abgerufen am 20.02.2026

3 Rechtsfolgen der kommunalen Wärmeplanung

Obwohl der aus der KWP entworfene Wärmeplan selbst keine rechtliche Bindung hat (§ 23 WPG), kann eine Gemeinde auf Basis dessen Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen festlegen. Solche Beschlüsse können rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen und sind im Wärmeplanungsgesetz geregelt. Verbindliche Festlegungen entstehen nur durch zusätzliche optionale Beschlüsse der Gemeinde, wenn Gebiete für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausgewiesen werden (§ 26 WPG). In diesen Gebieten greifen die entsprechenden Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes zum Heizungstausch und zu Übergangslösungen (§ 71 Abs. 8 Satz 3, § 71k Abs. 1 Nr. 1 GEG) einen Monat nach dem zusätzlichen Beschluss der Gemeinde. Diese Festlegung verpflichtet jedoch nicht zur tatsächlichen Nutzung der ausgewiesenen Versorgungsart oder zum Bau entsprechender Wärmeinfrastrukturen.

4 Bestandsanalyse

Die Grundlage für die Arbeit der KWP ist ein umfassendes Verständnis der aktuellen Situation sowie eine detaillierte Datenbasis. Letztere wurde digital aufbereitet und im Anschluss zur Analyse des Bestandes herangezogen. Für dieses Projekt wurden verschiedene Datenquellen aufbereitet und integriert. Anschließend wurden diese für die Beteiligten der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse liefert eine detaillierte Übersicht über den aktuellen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die vorhandene Infrastruktur, welche nachfolgend vorgestellt werden.

4.1 Basisdaten

Im Rahmen der ersten Betrachtungen wurden die Daten der demografischen sowie der wirtschaftlichen Situation in der Projektkommune beleuchtet, beide Datenbestandteile sind für die KWP von Bedeutung.

Die Veränderung der Bevölkerungsentwicklung, beispielsweise Wachstum, Schrumpfung sowie die Altersstruktur beeinflussen den notwendigen Wärmebedarf. Auf der einen Seite kann eine schrumpfende Kommune u. U. mit einem sinkenden Wärmebedarf konfrontiert werden. Auf der anderen Seite besteht u. U. ein zunehmend steigender Wärmebedarf, wenn eine Vielzahl von älteren Menschen ältere Gebäude bewohnt.

Verfügt eine Kommune über Gewerbe- bzw. Industrieunternehmen mit signifikanten Wärmebedarfen, so können diese als potenzielle Ankerkunden im Rahmen der Untersuchung auf eine mögliche Wärmenetzeignung in Betracht gezogen werden. Alternativ ergeben sich möglicherweise Abwärme-Potenziale durch industrielle Prozesse, welche als anteilig oder vollumfänglich als Energiequellen für potenzielle Wärmenetze einsetzbar sein können.

4.1.1 Demographische Entwicklung

Zur Ermittlung der demografischen Entwicklung wurden die Daten aus „Statistik Kommunal“ herangezogen. Die Ergebnisse in „Statistik kommunal“ stammen direkt aus der „GENESIS-Datenbank“ des Landesamts. Jährlich werden fundierte Regionalprofile erstellt. Diese beziehen sich auf den gesamten Freistaat Bayern. Sie beziehen sich auch auf jeden der sieben Regierungsbezirke und die zugehörigen 71 Landkreise. Darin enthalten sind 25 kreisfreien Städte und 2.031 kreisangehörigen Gemeinden. Die Auswertung der zeigt eine stetige Bevölkerungsentwicklung, welche zum 31.12.2024 bei einem Einwohnerstand von 5.700 liegt, siehe Abbildung 4-1. Im Vergleich zu 2015 nahm die Einwohnerzahl um 364 bzw. 6,8 % zu.

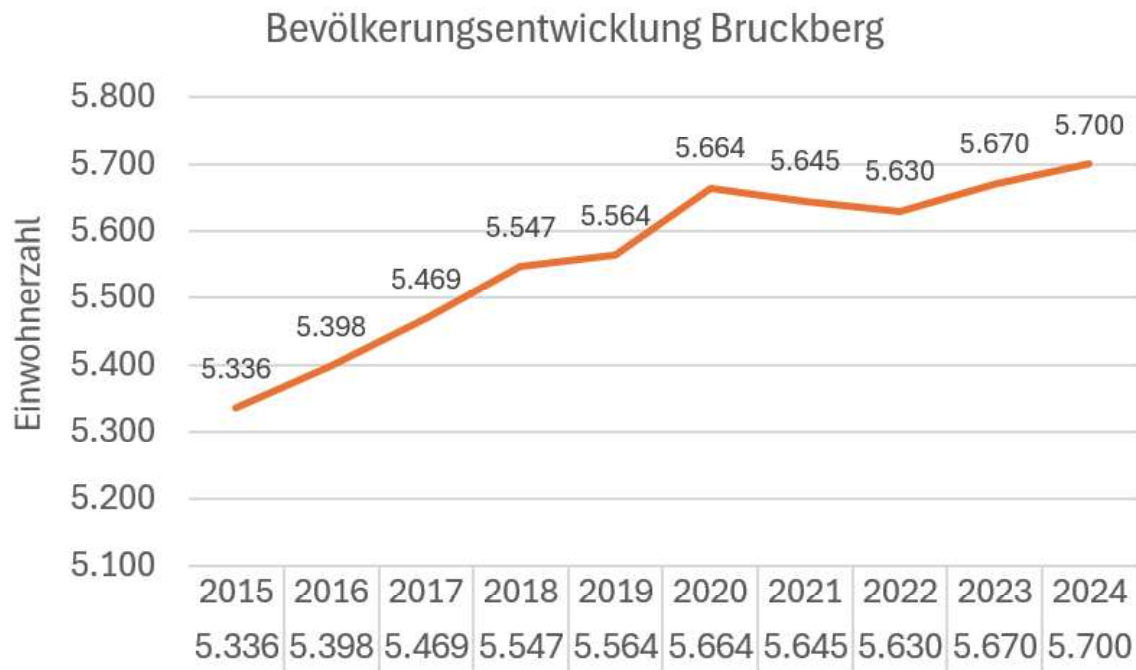


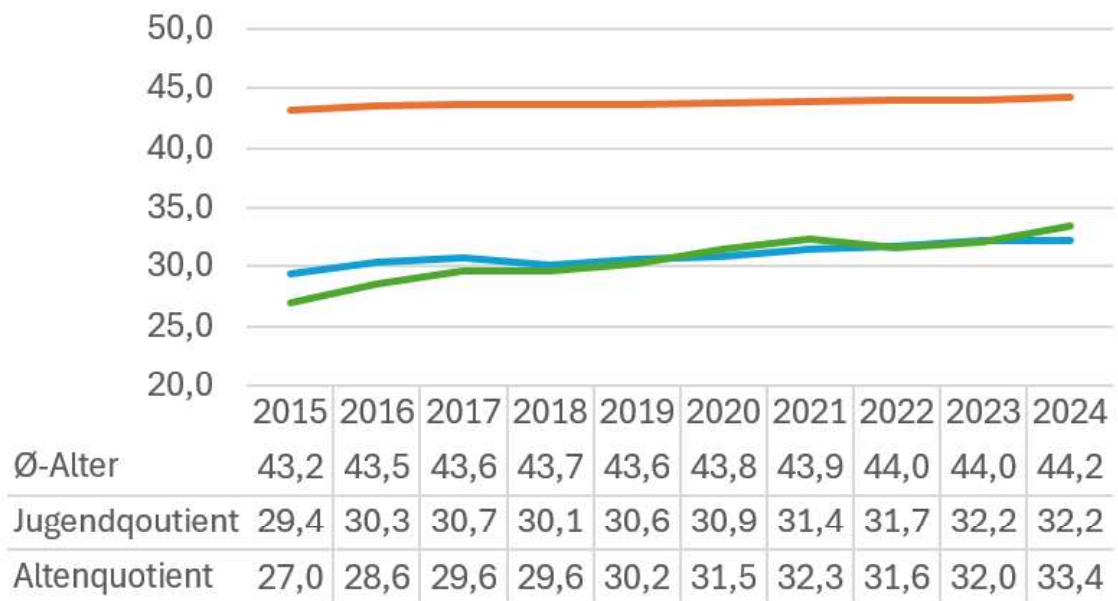
Abbildung 4-1: Bevölkerungsentwicklung im Projektgebiet¹⁴

Das Durchschnittsalter vergl. hat sich von 43,2 Jahren im Jahr 2015 auf 44,2 Jahren im Jahr 2024 erhöht. Parallel dazu veränderten sich Jugend- und Altenquotient¹⁵ von 29,4 bzw. 27,0 Jahren im Jahr 2015 auf 32,2 bzw. 33,4 Jahren im Jahr 2024.

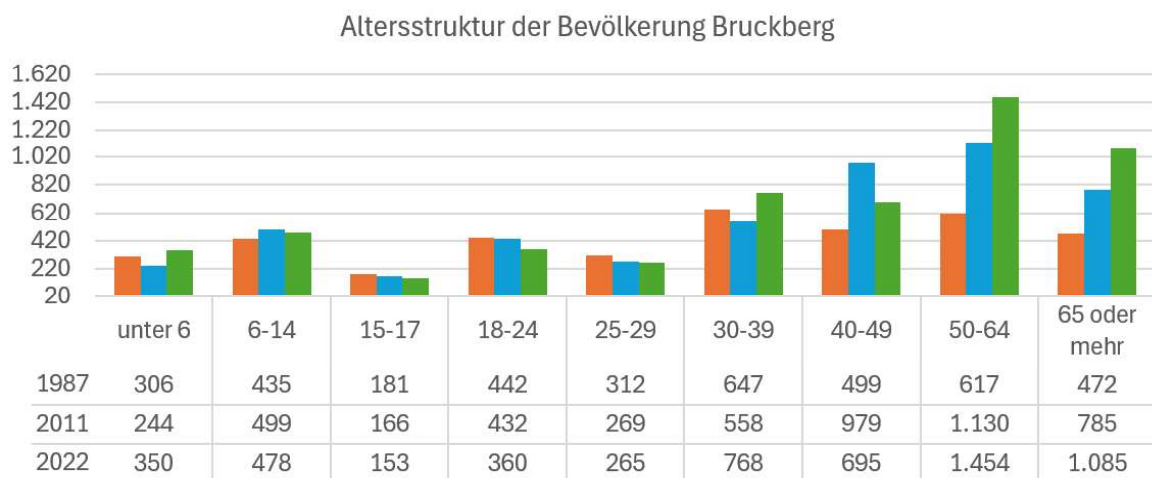
¹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Statistik kommunal 2025 Gemeinde Bruckberg, abgerufen am 20.02.2026

¹⁵ Anmerkung: Der Altenquotient ist eine demografische Kennzahl, die das Verhältnis der älteren Bevölkerung zur Bevölkerung im Erwerbsalter darstellt, analog dazu der Jugendquotient

Durchschnittsalter, Jugend- und Altenquotient Bruckberg

Abbildung 4-2: Durchschnittsalter, Jugend- und Altenquotient¹⁶

Die Entwicklung der Altersstruktur von 1987 bis 2022 ist in Abbildung 4-3 dargestellt.

Abbildung 4-3: Altersstruktur der Bevölkerung¹⁷

¹⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Statistik kommunal 2025 Gemeinde Bruckberg, abgerufen am 20.02.2026

¹⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Statistik kommunal 2025 Gemeinde Bruckberg, abgerufen am 20.02.2026

4.1.2 Wirtschaft

Bruckberg bietet als Standort mit einer Industrie- und Gewerbefläche von 64 ha eine Mischung aus Großunternehmen, klein- und mittelständischen Unternehmen sowie Handwerksbetrieben. Zu den bekanntesten Firmen südlich der Bahnlinie gehört die BMW AG, welche am Standort in Bruckberg das Werk 2.75 betreibt. Im gleichen Areal ist die Merkur Frucht verortet. Nennenswert im westlichen Gewerbegebiet sind zudem die Firma EFAFLEX Tor- und Sicherheitssysteme sowie die Agrolab Labor GmbH. Die einzelhandelsrelevante Kaufkraft in Niederbayern beträgt 7.544 € pro Kopf für das Jahr 2024¹⁸.

4.2 Verwendete Datenquellen

Der erarbeitete kommunale Wärmeplan basiert auf einem gebäudescharfen Datenbestand, der aus den folgenden Quellen entwickelt wurde:

- LOD2-Daten (dreidimensionale Gebäudedaten mit Dachform)
- ALKIS (amtliches Liegenschaftskataster)
- Kehrbuchdaten des Landesamts für Statistik
- Kehrbuchdaten von Kaminkehrer
- Bebauungspläne
- Zensus 2022
- Daten des Energie-Atlas-Bayern
- Auswertungen von Fragebögen an Gewerbetreibende
- Daten der Energieversorger (Bayernwerk¹⁹, Stadtwerke München [SWM]²⁰, Energienetze Bayern [ENB²¹])
- Akteursbeteiligung

¹⁸ Vgl. https://regierung.niederbayern.bayern.de/mam/regierungsbezirkportraet/strukturdaten2024_2025.pdf

¹⁹ Strom

²⁰ Strom

²¹ Gas

4.3 Akteursbeteiligung

Die Erarbeitung des Konzepts für den Wärmeplan erfolgte mit der Teilnahme und Unterstützung zahlreicher Akteure. Neben Mitarbeitenden der Gemeindeverwaltung und der Politik sind hier die Energieversorger (Strom- und Gasversorgung), das Klimaschutzmanagement des Landkreises Landshut, die Energieagentur Regensburg und kleinere Wärmenetzbetreiber zu nennen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die folgenden Akteure in Tabelle 4-1 einbezogen.

Tabelle 4-1: Akteursbeteiligung im Projektgebiet

	Projektleitung	Steuerungsgruppe	Datenbereitstellung
Gemeindeverwaltung			
Bauamt		X	X
Politik			
Bürgermeister	X	X	X
Gemeinderat		X	
Öffentlichkeit			
Bürger		X	
Energieversorger			
<i>Stromnetzbetreiber:</i>			
Bayernwerk			X
Stadtwerke München (OT Engelsdorf)			X
<i>Gasversorgung:</i>			
Energienetze Bayern			X
Wärmenetzbetreiber			
OT Attenhausen (2x)			X
OT Bachhorn			X
OT Beutelhausen			X
OT Bruckberg (2x)			X
Biogasanlagen (KWK)			
OT Ried			X
OT Bachhorn			X

Wasserkraft			
Barthmühle			X
Mittermühle			X
Betreiber PV-Großanlagen			
One Solar GmbH			X
SoLaR GmbH			X
Großverbraucher / Industrie			
Hopf GmbH Metallbau			X
EFAFLEX Tor- und Sicherheitssysteme			X
Agrolab Labor GmbH			X
Merkur Frucht Bayern GmbH			X
BMW AG Werk 2.75 Bruckberg			X
Metalltechnik Seemann			X
Sägewerk Haller			X
Kaminkehrer			
Atting			X
Kumhausen			X
Hunderdorf			X
Wohnungswirtschaft / -genossenschaften			
Bruckberg			X
Energieberater in Doppelfunktion			
Schornsteinfeger			X
Energietechnik			X
Architekturbüro			X
Handwerk			
Lokale Heizungsbauer			X
Lokale Presse			
Heimat Info App Bruckberg			
Landshuter Zeitung			
Regionale Netzwerke			

Klimaschutzmanagement Landkreis Landshut			X
Energieagentur Regensburg			X

4.4 Gebäudebestand

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden die verfügbaren Gebäudedaten systematisch ausgewertet, um die für die KWP relevanten Gebäude zu identifizieren. Ziel war es, diejenigen Objekte herauszufiltern, die keinen oder nur einen sehr geringen Wärmebedarf aufweisen und daher für die Berechnung des Wärmebedarfs und die Planung möglicher Versorgungslösungen nicht berücksichtigt werden müssen. Neben der Anzahl relevanter Gebäude wurde die Fläche beheizter Gebäude ermittelt.

Folgende Gebäudetypen wurden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen:

- **Garagen und Tiefgaragen:** Diese Gebäudearten verfügen in der Regel über keine Heizung und sind daher für die Wärmeplanung nicht relevant.
- **Nicht-Wohngebäude mit weniger als 50 m² Grundfläche und eingeschossig:** Hierbei handelt es sich in den meisten Fällen ebenfalls um Garagen, kleine Lager oder ähnliche Nebengebäude ohne Heizbedarf.
- **Umformer**
Gebäude dieser Kategorie sind rein funktional und werden nicht beheizt.
- Dieses Kriterium gilt insbesondere für **städtische Bebauung und Ortskerne**, wo kleine Gewerbeflächen häufig über keine eigenständige Wärmeversorgung verfügen.
- **Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe in dörflichen Strukturen**
Diese wurden generell als unbeheizt eingestuft, da es sich fast ausschließlich um **landwirtschaftlich genutzte Gebäude** (z. B. Scheunen, Stallungen, Lagerhallen) handelt.

Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe mit einer Grundfläche über 500 m² wurden nicht automatisch ausgeschlossen. Stattdessen erfolgte eine visuelle Überprüfung, um im Einzelfall zu entscheiden, ob von einem beheizten Gebäude auszugehen ist. In Folge verbleiben 2.307 Gebäude, die für die KWP relevant sind.

Diese teilen sich wie folgt in Abbildung 4-4 auf.

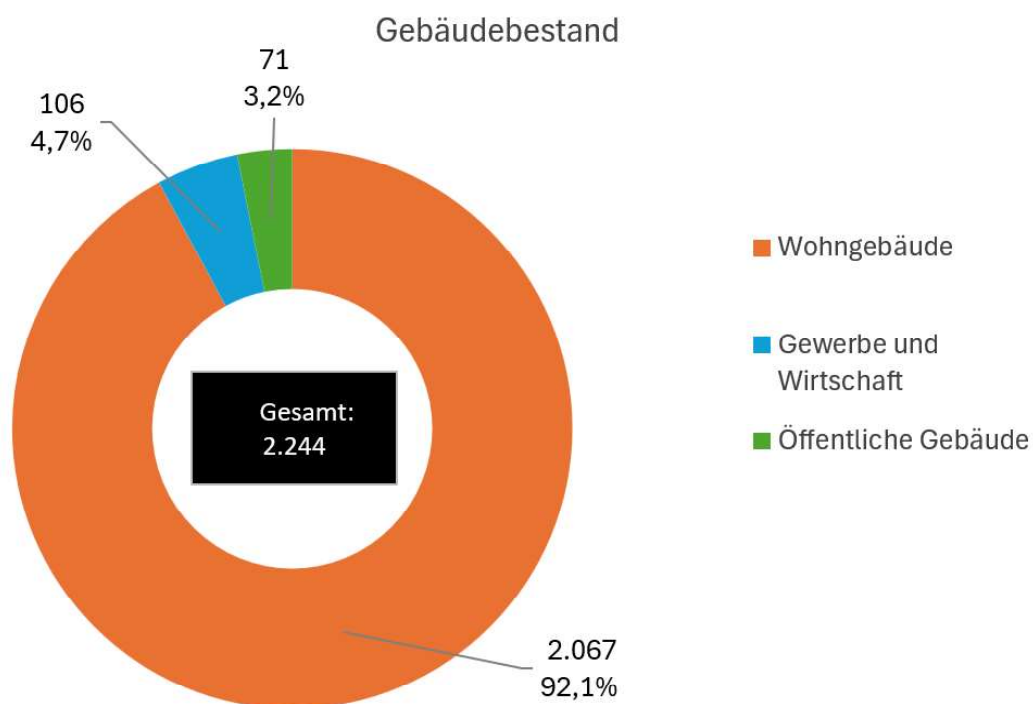


Abbildung 4-4: Gebäudebestand in dem Projektgebiet

Die Abbildung 4-5 zeigt die Verteilung der Gebäudetypen im Projektgebiet. Farblich blau hervorgehoben stellen sich die nennenswerten Industrie- Gewerbegebiete südlich der Bahnlinie (BMW AG und Merkur Frucht) sowie südwestlich im Gewerbegebiet Edlkofen.

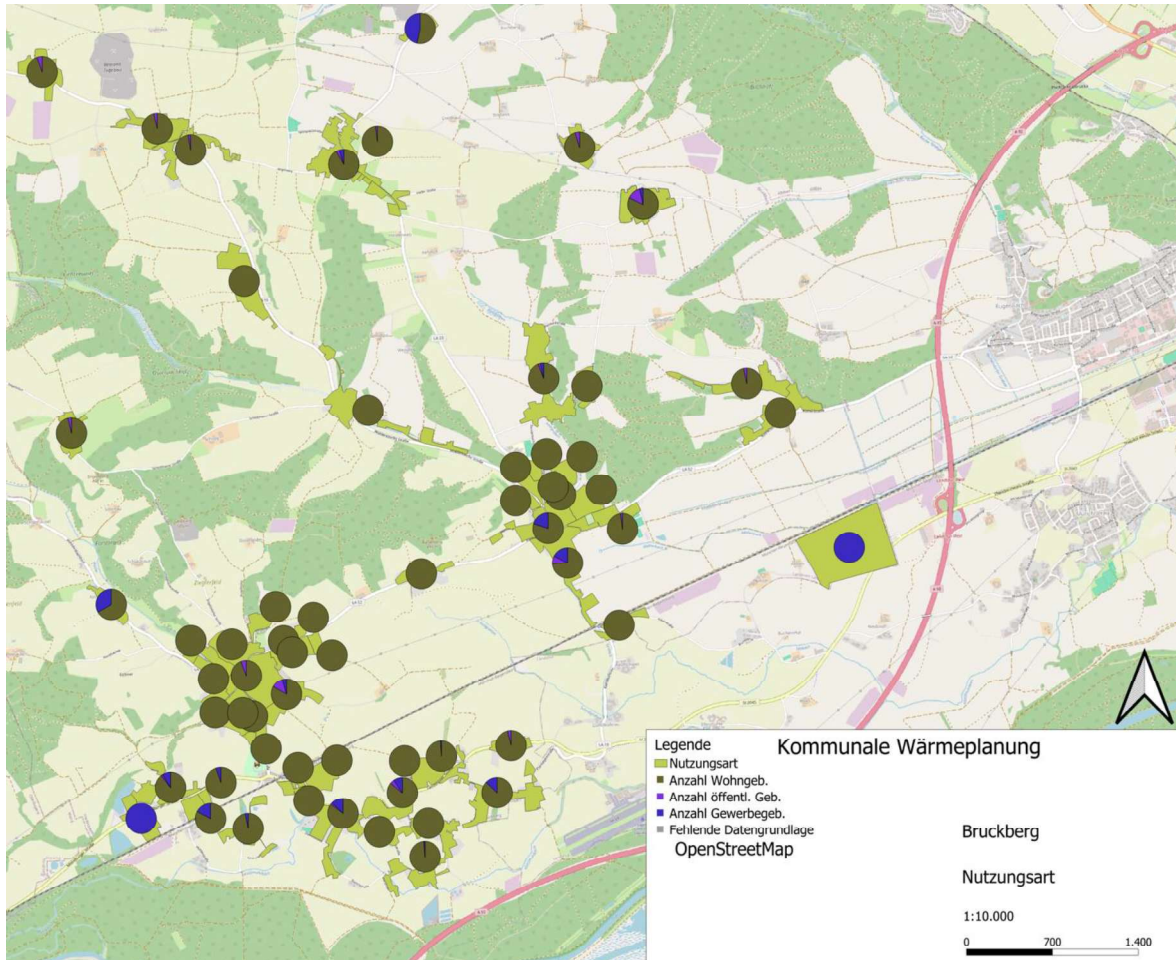


Abbildung 4-5: Verteilung der Gebäudetypen im Projektgebiet

Die beheizten Flächen der Gebäudetypen wurden ebenfalls ermittelt und sind in Abbildung 4-6 dargestellt.

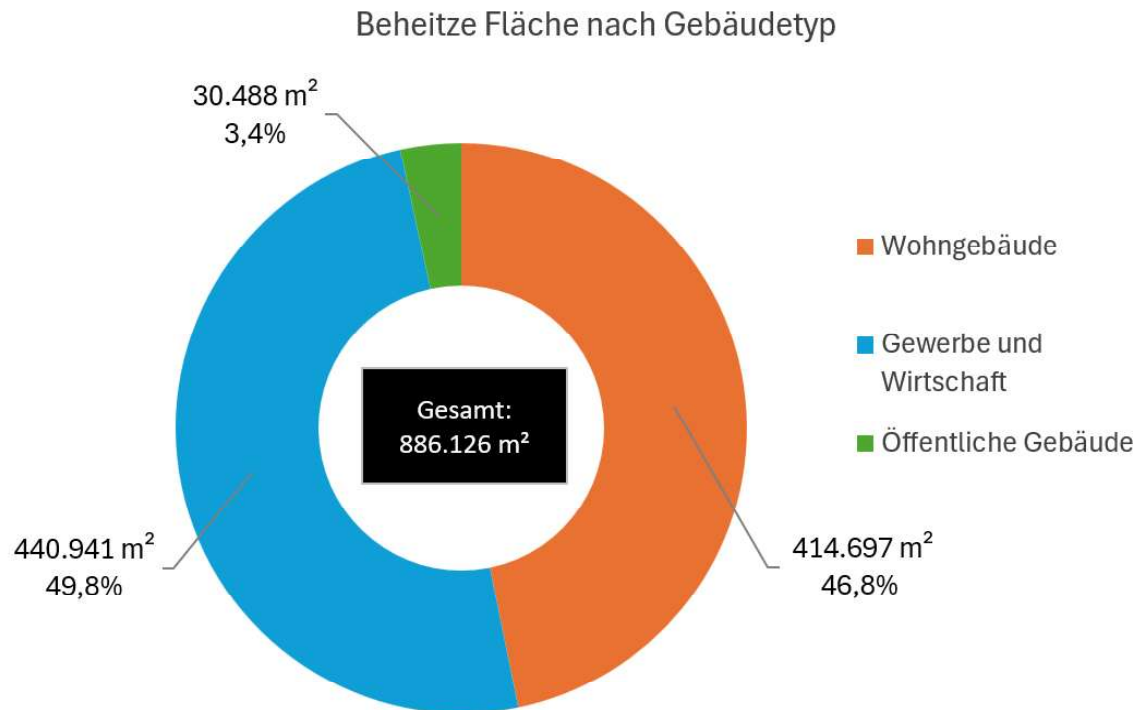


Abbildung 4-6: Beheizte Flächen nach Gebäudetyp

Der überproportional hohe Anteil an beheizten Flächen von Gewerbe und Wirtschaft ist auf die BMW AG (Ersatzteillager) und die Frucht Merkur Bayern GmbH zurückzuführen.

Gemäß der Auswertung des Zensus 2022 ergibt sich folgende Verteilung der Gebäudealtersklassen.



Abbildung 4-7: Gebäudebestand nach Altersklassen

Es zeigt sich, dass ca. 40 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung 1977 in Kraft trat. Den größten Anteil davon mit ca. 31 % stellen die Gebäude, welche zwischen 1950 und 1979 gebaut worden dar. Hier bietet sich ein umfangreiches Sanierungspotenzial. Die Gebäudegruppe der Altbauten, welche vor 1919 gebaut wurden, verfügen tendenziell über den höchsten Wärmebedarf, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden. Durch ihre robuste Bauweise sind sie ebenfalls für Sanierungen interessant – allerdings sind u. U. denkmalschutzrechtliche Einschränkungen zu beachten.

Die Verortung der Gebäudealtersklassen innerhalb der Projektkommune ist in Abbildung 4-8 dargestellt.

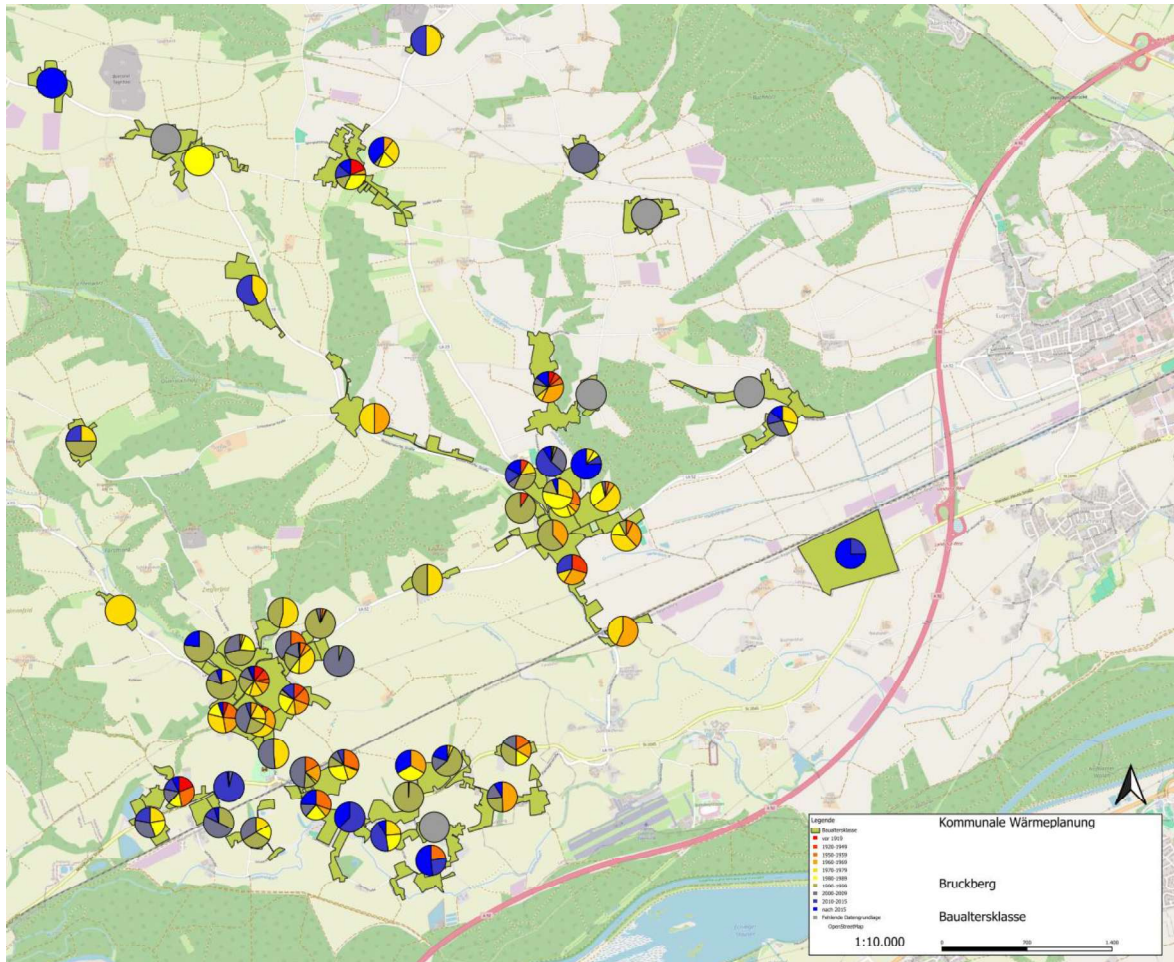


Abbildung 4-8: Verteilung der Baualtersklassen im Projektgebiet

Die Heizlast, die auch als Heizleistung oder Heizleistungsbedarf bezeichnet wird, beschreibt die erforderliche Wärmeleistung. Diese wird in Watt (W) oder Kilowatt (kW) gemessen. Ihr Zweck besteht darin, die gewünschte Innenraumtemperatur auch bei niedrigen Außentemperaturen konstant zu halten. Sie wird als Momentanwert angegeben und spiegelt den maximalen Wärmebedarf unter ungünstigsten Auslegungsbedingungen wider, wobei diese Bedingungen die ungünstigsten sind, die man sich vorstellen kann. Grundlage der Berechnung ist ein definierter Auslegungsfall, zum Beispiel eine Innentemperatur von 20 °C in Kombination mit der regional gültigen Norm-Außentemperatur. In der Praxis dient die Heizlast vor allem zur Dimensionierung des Wärmeerzeugers. Außerdem ist sie wichtig für die Heizflächen. Vereinfacht kann festgestellt werden, dass die Heizlast eines Gebäudes unter Ausschluss des Sanierungsstandes generell mit der Gebäudealtersklasse korreliert.

Älter Gebäude haben tendenziell eine höhere Heizlast wie moderne Gebäude. Die Heizlasten nach Gebäudetypen innerhalb der Projektkommune sind in Abbildung 4-9 dargestellt.

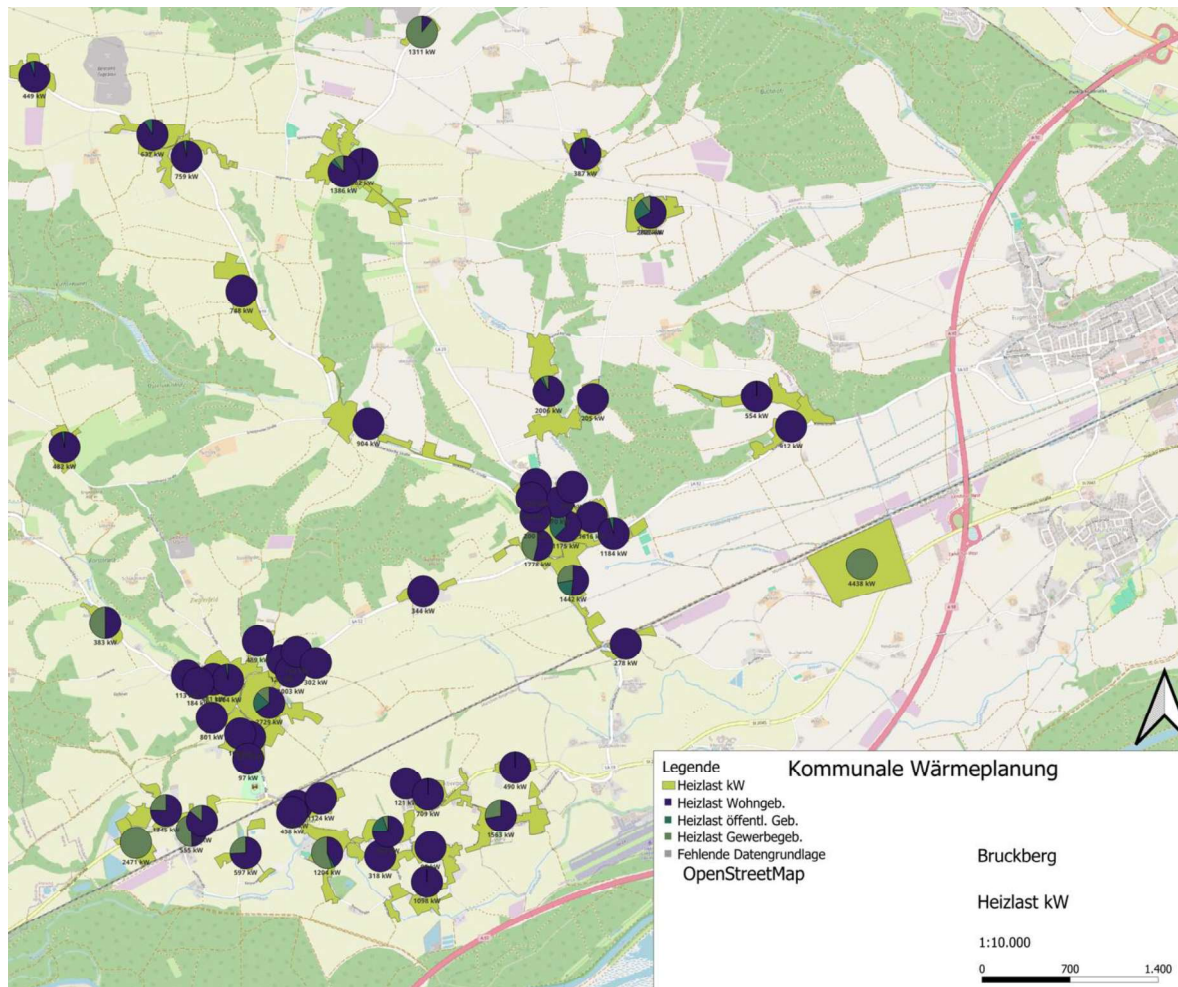


Abbildung 4-9: Heizlast nach Gebäudetyp

4.5 Wärmebedarf nach Gebäudeart

Für die Ermittlung des Wärmebedarfs nach Gebäudeart wurden zum einen die Baualtersklassen aus dem Zensus 2022 und zum anderen die Erkenntnisse der Kommunalverwaltung berücksichtigt. Insgesamt werden rund 93 GWh Endenergie für die Bereitstellung der Wärme in Gebäuden pro Jahr benötigt. Die Aufteilung des Wärmebedarf nach Gebäudetyp stellt sich wie folgt in Abbildung 4-10 dar. Die räumliche Lage im Gebiet der Projektkommune ist in Abbildung 4-11 dargestellt.

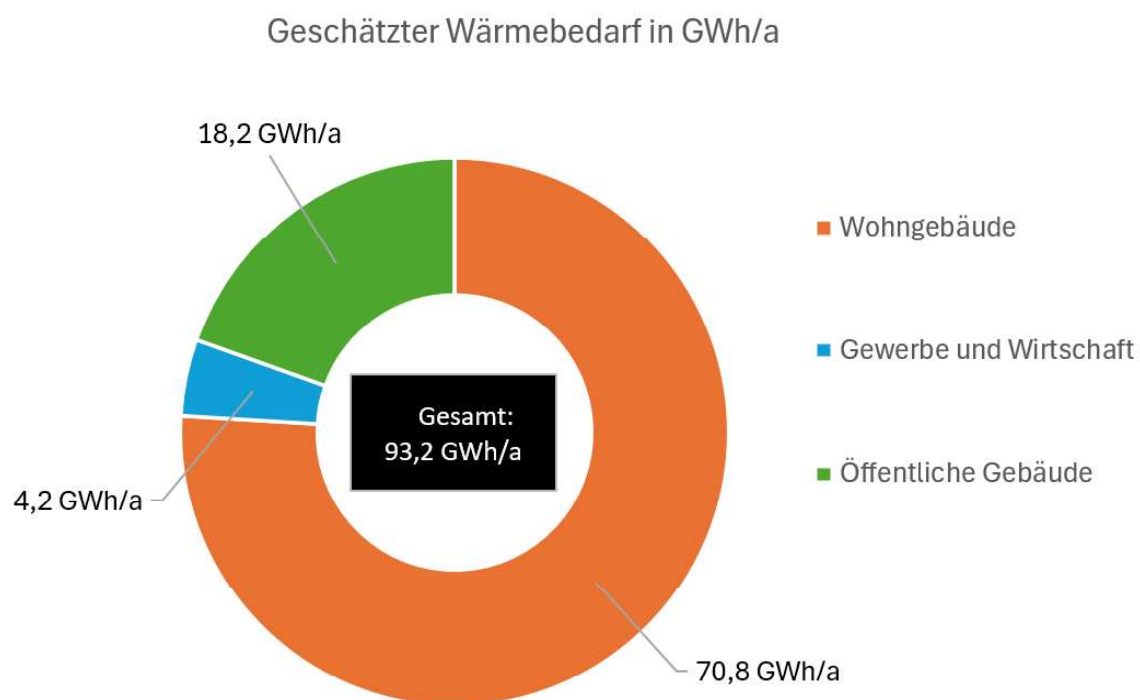


Abbildung 4-10: Wärmebedarf im Bestand

Die Abbildung 4-11 stellt die Verteilung der Wärmebedarfe nach Gebäudetypen in der Projektkommune dar.

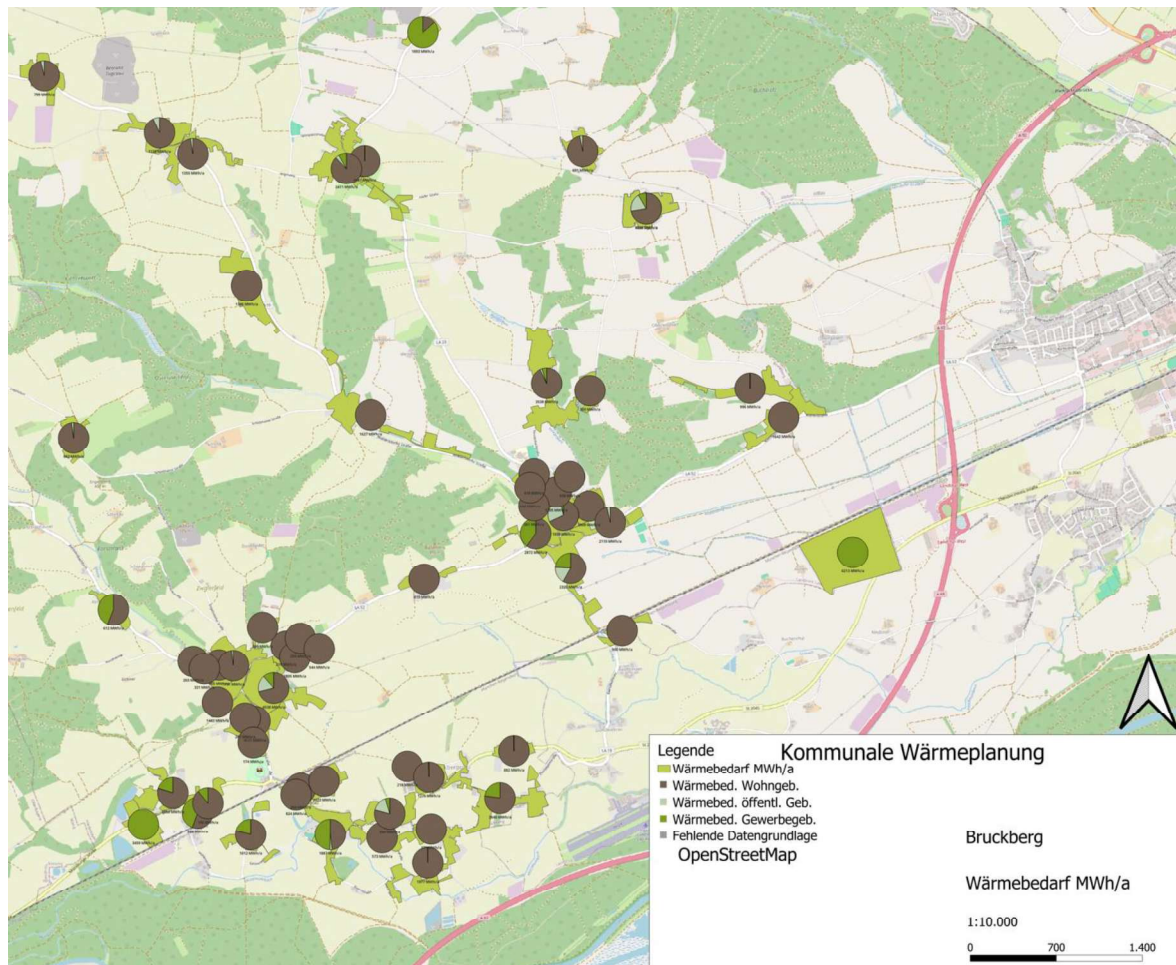


Abbildung 4-11: Verteilung der Wärmebedarfe im Projektgebiet

4.6 Energieträger

Die Auswertung der Kkehrbuchdaten und der Daten des Zensus 2022 zeigen die klare Dominanz der fossilen Energieträger. Sie ergeben einen Anteil von ca. 67 %. Darin enthalten sind an erster Stelle Heizöl, gefolgt von Erd- oder Flüssiggas, Strom (Stromspeicherheizung) und Fernwärme. Die Abbildung 4-12 zeigt die Aufteilung der Energieträger. Die darauffolgende Abbildung 4-13 zeigt den Einsatz der Energieträger innerhalb der Projektkommune.

Energieträger der Heizung

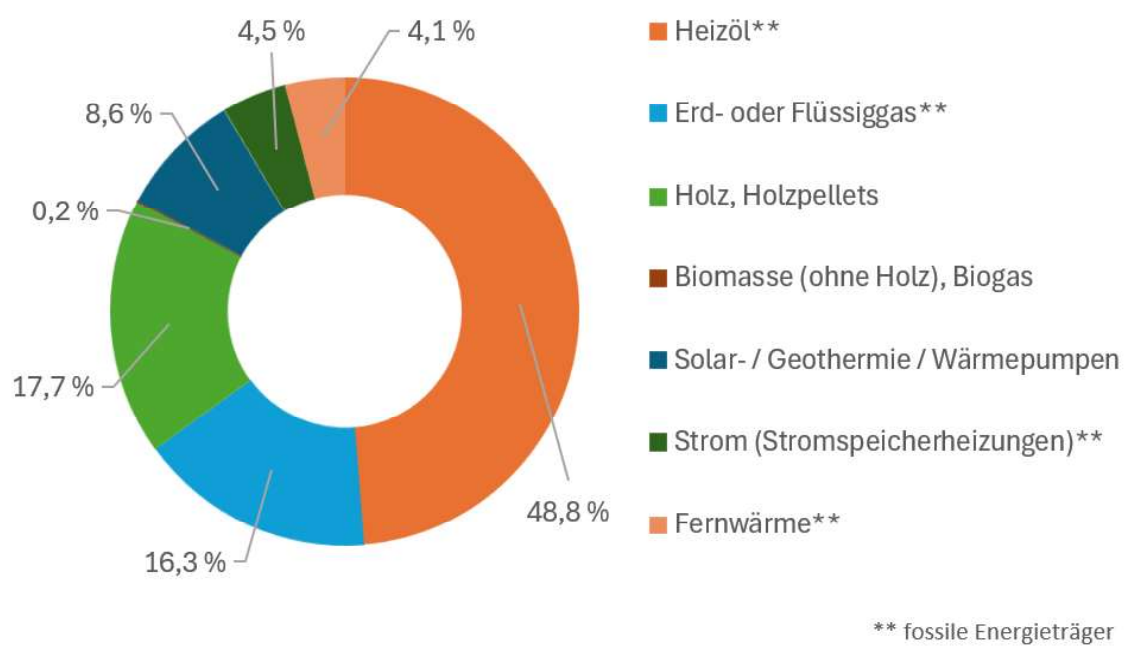


Abbildung 4-12: Energieträger Heizungen

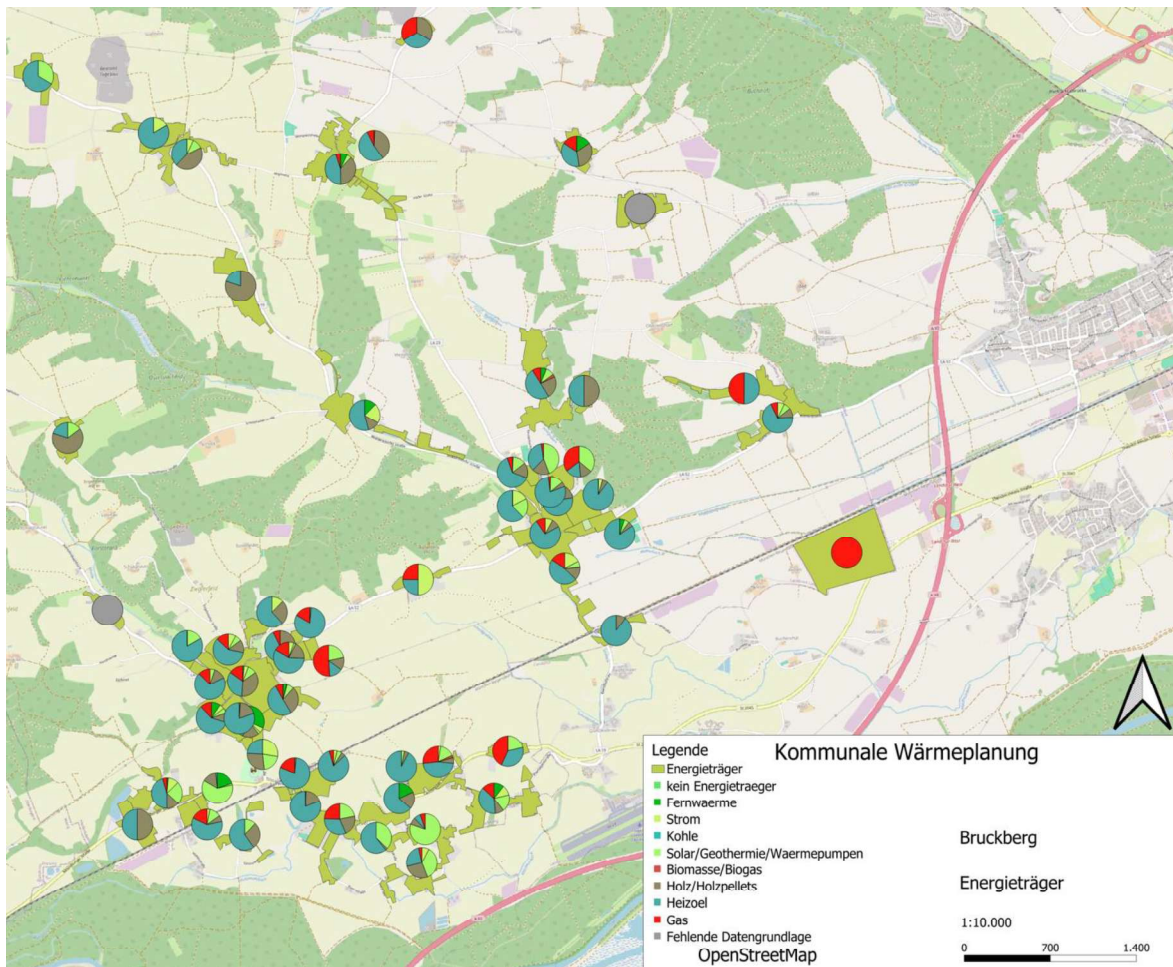
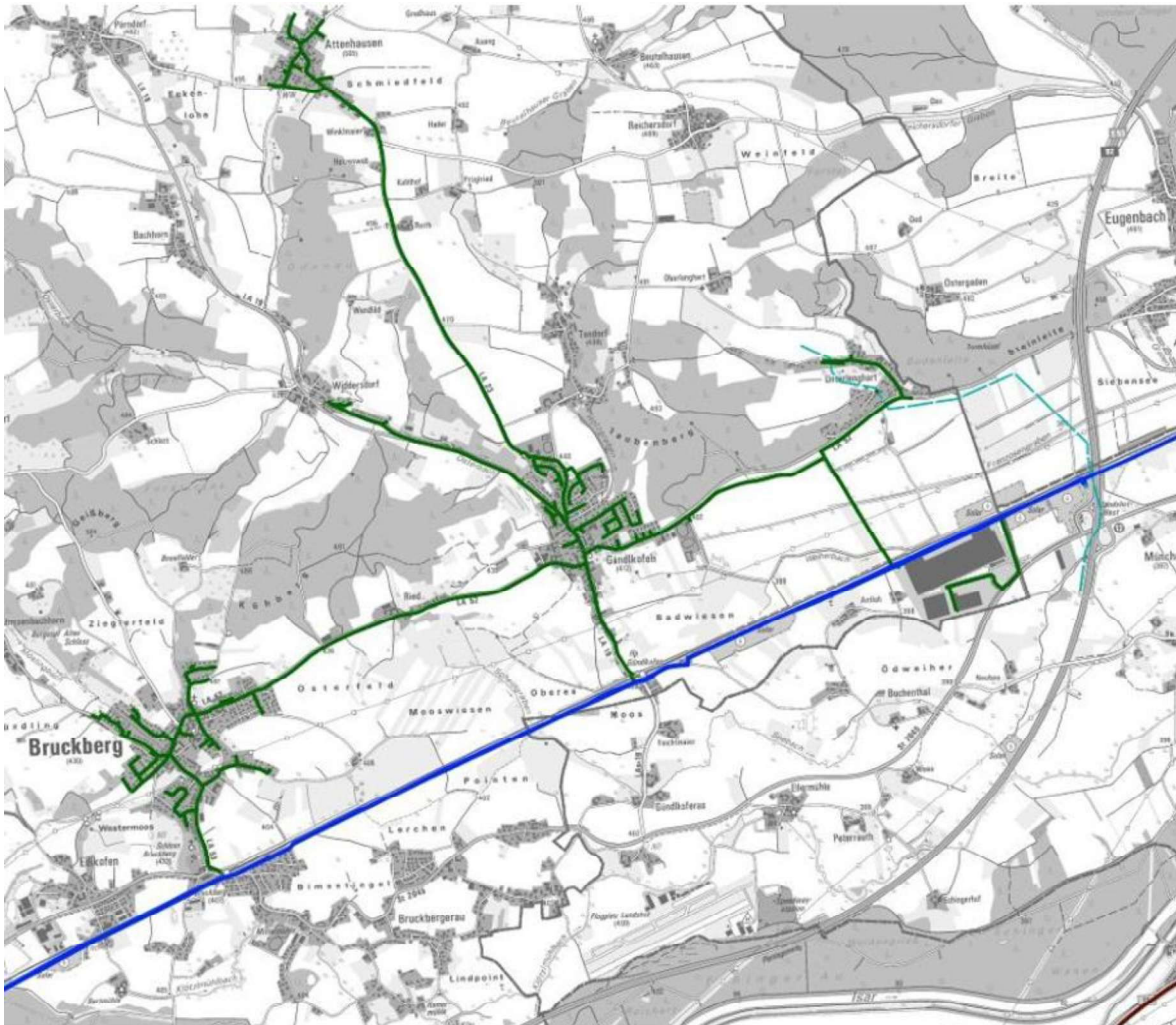


Abbildung 4-13: Einsatz Energieträger in Projektgebiet

4.7 Gasinfrastruktur

Im Projektgebiet besteht eine Gasversorgung, an das die Ortsteile Bruckberg, Gündlkofen, Unterlenghardt, Widdersdorf und Attenhausen angeschlossen sind. Es handelt sich um ein vergleichsweises neues Gasnetz aus den Jahren 2020 / 2021 mit einer Netzlänge von ca. 26 km. Insgesamt sind 194 Verbraucher angeschlossen. Das Gasnetz (siehe Abbildung 4-14) wird zu 100 % mit Erdgas versorgt und von den Energienetzen Bayern (ENB) betrieben. Der Energieträger Erdgas steht für einen Anteil ca. 16 % (siehe Abbildung 4-12) aller Energieträger in der Projektkommune und trägt einen Anteil von ca. 1.675 t (siehe Tabelle 4-2 und Abbildung 4-16) an der Gesamtbilanz der CO₂-Emissionen für die Wärmebereitstellung im Projektgebiet.

Abbildung 4-14: Erdgasnetz Projektgemeinde²²

4.8 Bestandswärmenetze

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden im Gemeindegebiet 8 Wärmenetzbetreiber identifiziert. Dabei handelt es sich um Kleinstwärmenetze, welche beispielsweise in einem landwirtschaftlichen Betrieb neben dem Bauernhof noch ein Austragshaus oder neue errichtete, in unmittelbarer Nähe befindliche Gebäude mit Wärme versorgen, sowie größere Gastronomiebetriebe. Die Verortung der Wärmenetze innerhalb der Projektgemeinde ist nachfolgend sowie in Abbildung 4-15 dargestellt.

- Ortsteil Attenhausen, zwei Betreiber

²² Quelle: Gasversorger, Energienetze Bayern

- Ortsteil Bachhorn
- Ortsteil Beutelhausen
- Ortsteil Bruckberg, zwei Betreiber
- Ortsteil Bruckbergerau, zwei Betreiber

Bei der Festlegung der Fokusgebiete in der Phase des Zielszenarios werden die Wärmenetze einbezogen. Dabei geht es um die Prüfung einer perspektivischen Quartierslösung, d. h. eine Erweiterung / Verschmelzung (bei mehreren Betreibern innerhalb eines Ortsteils) der Kleinstwärmenetze.

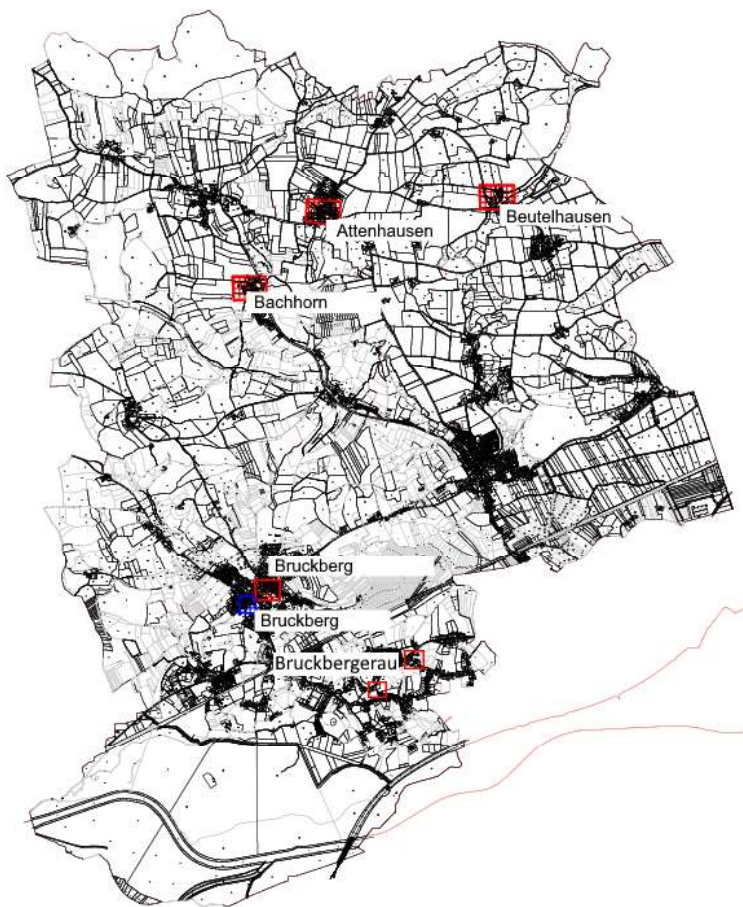


Abbildung 4-15: Kleinstwärmenetze in Projektgebiet

4.9 Abwassernetz

Über die Nutzung von Wärmepumpen kann aus der Restwärme von Abwässern in der Kanalisation Wärme für Wärmenetze bereitgestellt werden. Generell liegt die erforderliche Mindestnenngroße der Kanäle für eine Abwärmegewinnung bei DN 800, ab dieser Nennweite kann eine Potenzialanalyse durchgeführt werden.

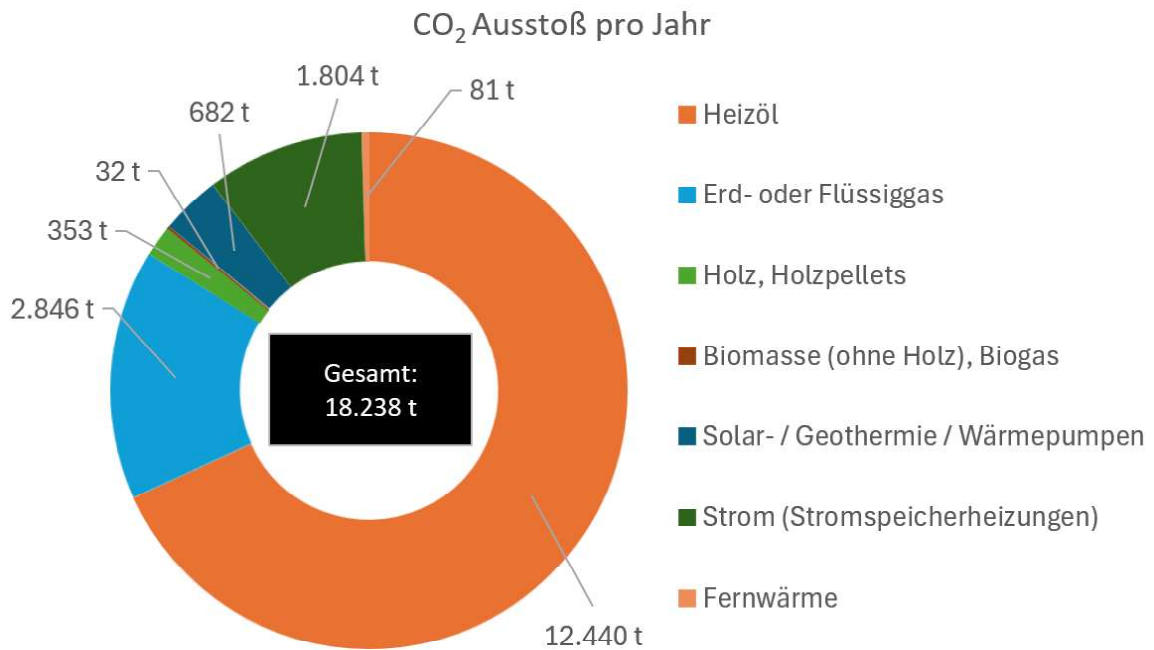
4.10 CO₂-Emissionen

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus der Wärmeerzeugung für die Projektkommune erfolgt über die Berechnung der anteiligen Emission der eingesetzten Energieträger innerhalb des Projektgebiets, siehe Tabelle 4-2 und Abbildung 4-16. Dabei bilden die fossilen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe den höchsten Anteil an CO₂-Emissionen mit ca. 84 % aller Emissionen. Der vergleichsweise hohe Anteil an CO₂-Emissionen für die Stromheizungen erklärt sich bislang hohen CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommix, welcher sich durch den geplanten Wegfall von Kohle und Gas weiter sinken wird.

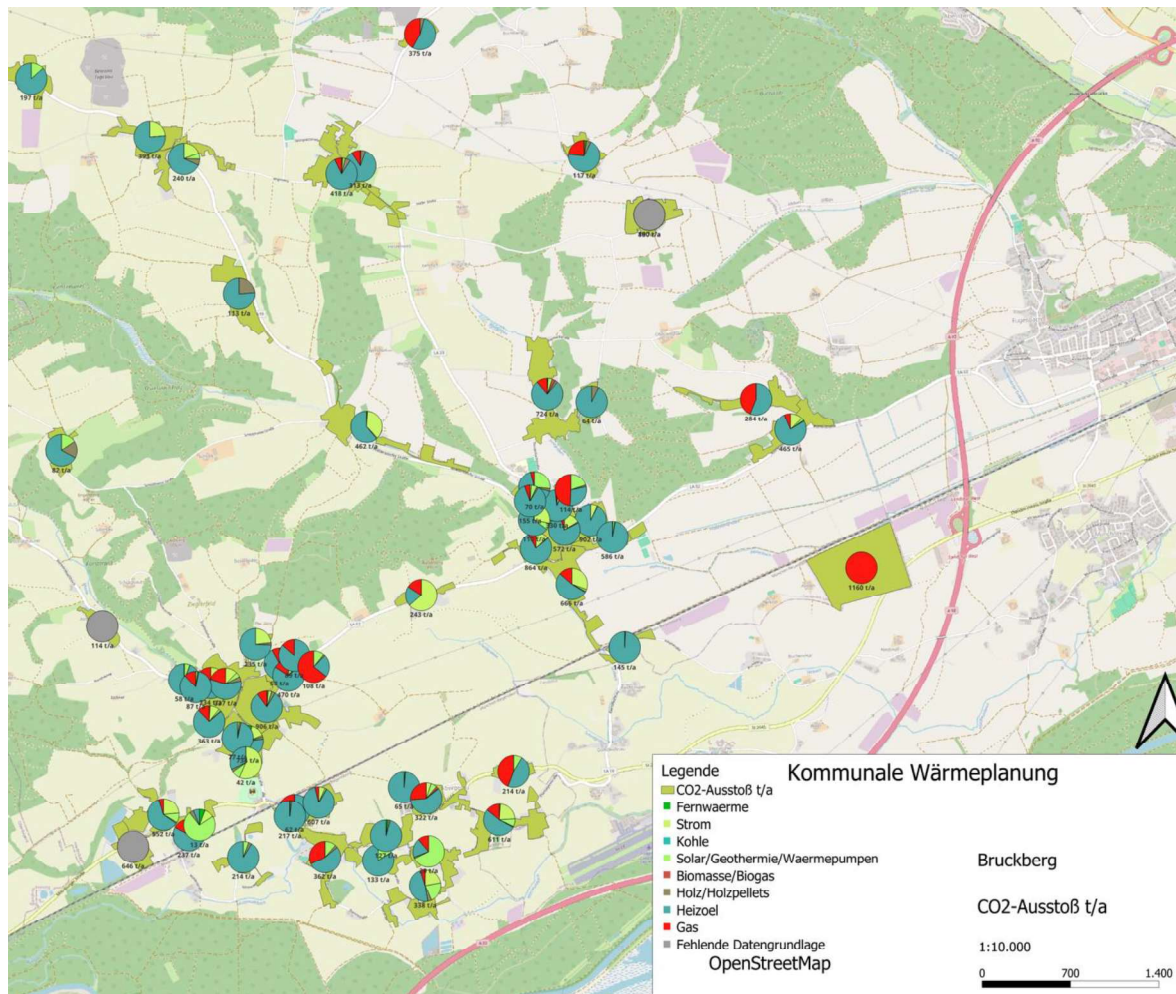
Um die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor in Zukunft gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden.

Tabelle 4-2: CO₂-Emissionen Energieträger Heizung

Energieträger	CO ₂ -Emissionen in Tonnen pro Jahr
Heizöl	12.440 t
Erd- oder Flüssiggas	2.846 t
Holz, Holzpellets	353 t
Biomasse (ohne Holz), Biogas	32 t
Solar- / Geothermie / Wärmepumpen	682 t
Strom (Stromspeicherheizungen)	1.804 t
Fernwärme	81 t
Gesamt	18.238 t

Abbildung 4-16: CO₂-Emissionen pro Jahr

Neben der Berechnung der CO₂-Emissionen wurde ihre Emittierung innerhalb der Projektkommune anhand der Bestimmung des Einsatzes der Energieträger, siehe Abbildung 4-13, ermittelt. Dies ist in Abbildung 4-17 dargestellt.

Abbildung 4-17: CO₂-Emissionen nach Gemeindeteilen

4.11 Clusterung

Die Clusterbildung in der KWP fasst Gebäude oder Quartiere anhand räumlicher Nähe, des Wärmebedarfs und baulicher Merkmale zu homogenen Einheiten zusammen. Auf diese Weise lassen sich Heiznetzstränge gezielt dimensionieren, Sanierungsprioritäten festlegen und erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie oder Abwärme effizient an vorhandene Wärmenetze anbinden. Die systematische Gruppierung minimiert Investitions- und Betriebskosten, da gleichartige Nachfrageprofile in einem Cluster gemeinsam versorgt werden. Zudem erleichtert sie die Erstellung bedarfsgerechter Förderanträge und strategischer Investitionspläne für Kommunen. Die Festlegung der Cluster erfolgte in Abstimmung / Unterstützung des Auftraggebers (planungsverantwortliche Stelle). Insgesamt wurde das Gebiet der Projektkommune in 61 Cluster eingeteilt. Die Gebäudetypologien einiger Teilbereiche der Kommune wie Weiler, Aussiedlerhöfe und Einöden wurden mengenmäßig erfasst, jedoch nicht in Form von Clustern abgebildet, auch aufgrund des Datenschutzes. Die

Clusterbildung bildet die Grundlage für die Festlegung sogenannter Fokusgebiete, auf die in Kapitel 8 eingegangen wird. Die Einteilung ist in Abbildung 4-18 und Tabelle 4-3 dargestellt.

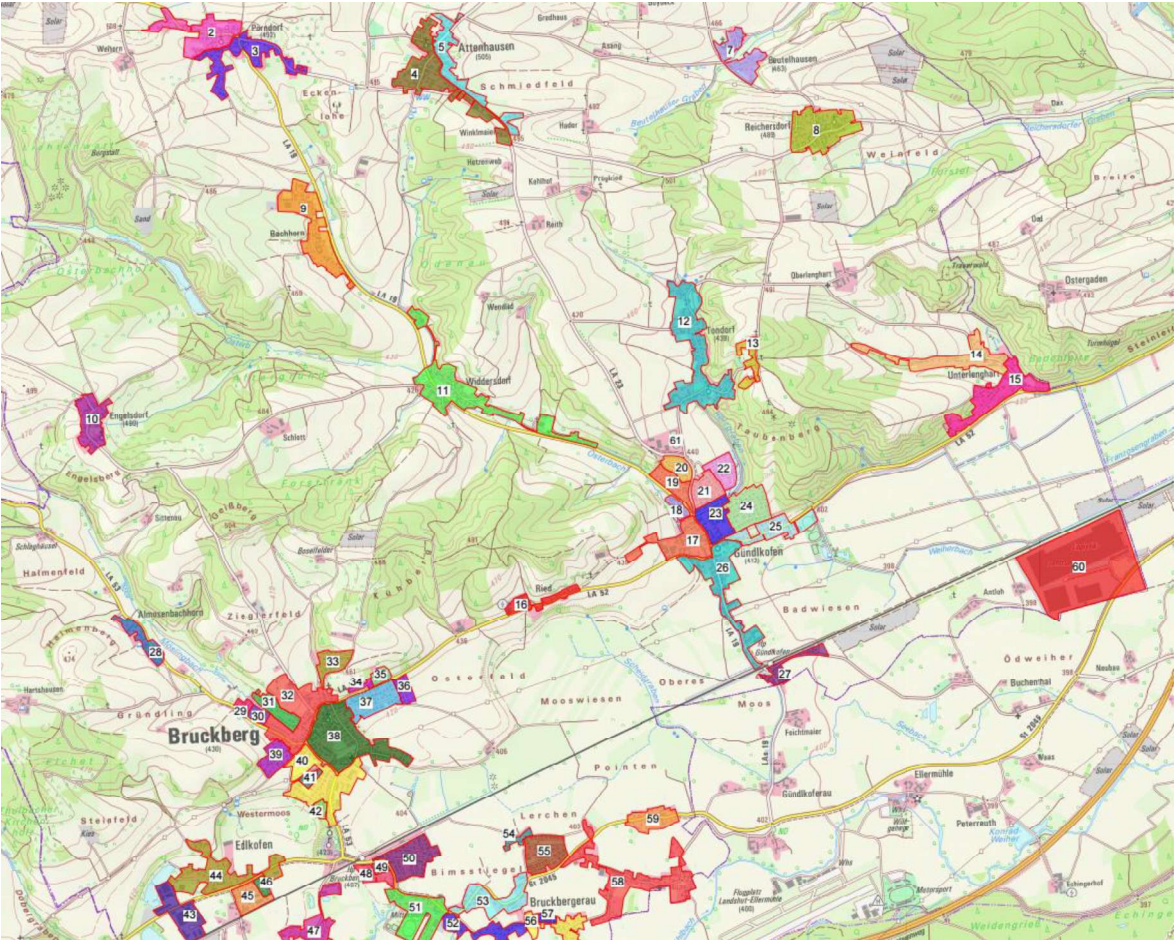


Abbildung 4-18: Cluster im Projektgebiet

Tabelle 4-3: Clustering Projektgemeinde

Gemeindeteil	Clusternummer
Eggersdorf	1
Pörndorf 1	2
Pörndorf 2	3
Attenhausen 1	4

Attenhausen 2	5
Kreut	6
Beutelhausen	7
Reichersdorf	8
Bachhorn	9
Engelsdorf	10
Widdersdorf	11
Tondorf 1	12
Tondorf 2	13
Unterlenghardt 1	14
Unterlenghardt 2	15
Ried	16
Gündlkofen 1	17
Gündlkofen 2	18
Gündlkofen 3	19
Gündlkofen 4	20
Gündlkofen 5	21
Gündlkofen 6	22
Gündlkofen 7	23
Gündlkofen 8	24
Gündlkofen 9	25

Gündlkofen 10	26
Gündlkofen 11	27
Almosenbachhorn	28
Bruckberg 1	29
Bruckberg 2	30
Bruckberg 3	31
Bruckberg 4	32
Bruckberg 5	33
Bruckberg 6	34
Bruckberg 7	35
Bruckberg 8	36
Bruckberg 9	37
Bruckberg 10	38
Bruckberg 11	39
Bruckberg 12	40
Bruckberg 13	41
Bruckberg 14	42
Edlkofen 1 (Gewerbegebiet)	43
Edlkofen 2	44
Edlkofen 3	45
Edlkofen 4	46

Bruckberg 15 (südl. Bahnlinie)	47
Bruckberg 16 (südl. Bahnlinie)	48
Bruckberg 17 (südl. Bahnlinie)	49
Bruckberg 18 (südl. Bahnlinie)	50
Bruckbergerau West 1	51
Bruckbergerau West 2	52
Bruckbergerau West 3	53
Bruckbergerau West 4	54
Bruckbergerau 1	55
Bruckbergerau 2	56
Bruckbergerau 3	57
Bruckbergerau ost 1	58
Bruckbergerau ost 2	59
Gewerbegebiet Bruckberg (am Industriepark)	60
Grund- und Mittelschule Gündlkofen	61
Summe Cluster	61

Für die Clusteranalyse wurden verschiedene Datensätze zur Analyse herangezogen. GIS²³-basierte Karten, Gebäudeadressen, Heizenergieverbräuche aus Energieausweisen und Messdaten aus Smart-Metering-Systemen. Erhebungen zu Gebäudetyp, Baujahr, Dämmstandard und Infrastrukturdichte ergänzen diese Datenbasis. Statistische Verfahren oder Machine-Learning-Algorithmen gliedern so Gebiete in Gruppen mit vergleichbarem

²³ GIS – Geographisches Informationssystem

Wärmeprofil. Eine transparente Dokumentation der Datenquellen gewährleistet dabei Nachvollziehbarkeit und Planungsqualität.

Datenschutz spielt bei der Clusterbildung eine zentrale Rolle. Personenbeziehbare Informationen müssen gemäß DSGVO²⁴ pseudonymisiert oder anonymisiert werden, sodass keine Rückschlüsse auf Einzelhaushalte möglich sind. Die kleinste Auflösung der personenbezogenen Daten für eine Veröffentlichung liegt bei einer minimalen Clustergröße von fünf Gebäuden. Der Grundsatz der Datenminimierung und eine rechtliche Prüfung durch die kommunale Datenschutzbeauftragte stellen sicher, dass nur erforderliche Daten verarbeitet werden. Technische und organisatorische Maßnahmen wie verschlüsselte Datenübertragung und differenzierte Zugriffsrechte sorgen zusätzlich für Sicherheit. So lässt sich eine datenbasierte Wärmeplanung umsetzen, ohne Persönlichkeitsrechte zu gefährden.

Für die eingeteilten Cluster sind sogenannten Cluster-Steckbriefe erstellt worden, in dem die wichtigsten clusterspezifischen Kennzahlen dargestellt werden. Dies sind unter anderem:

- Die vorwiegende Gebäudealtersklasse(n)
- Die Anteile an fossilen Heizungen
- Die Wärmedichte [MWh/ha*a] und die Flächendichte [MW/km²] als ein Kriterium für eine mögliche Wärmenetzeignung
- Die Anzahl an Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und Gewerbegebäuden
- Die zugehörigen Heizlasten [kW] der Gebäudetypen, dazu korrelierend die Wärmebedarfe [MWh/a] sowie der CO₂-Ausstoß [t/a]

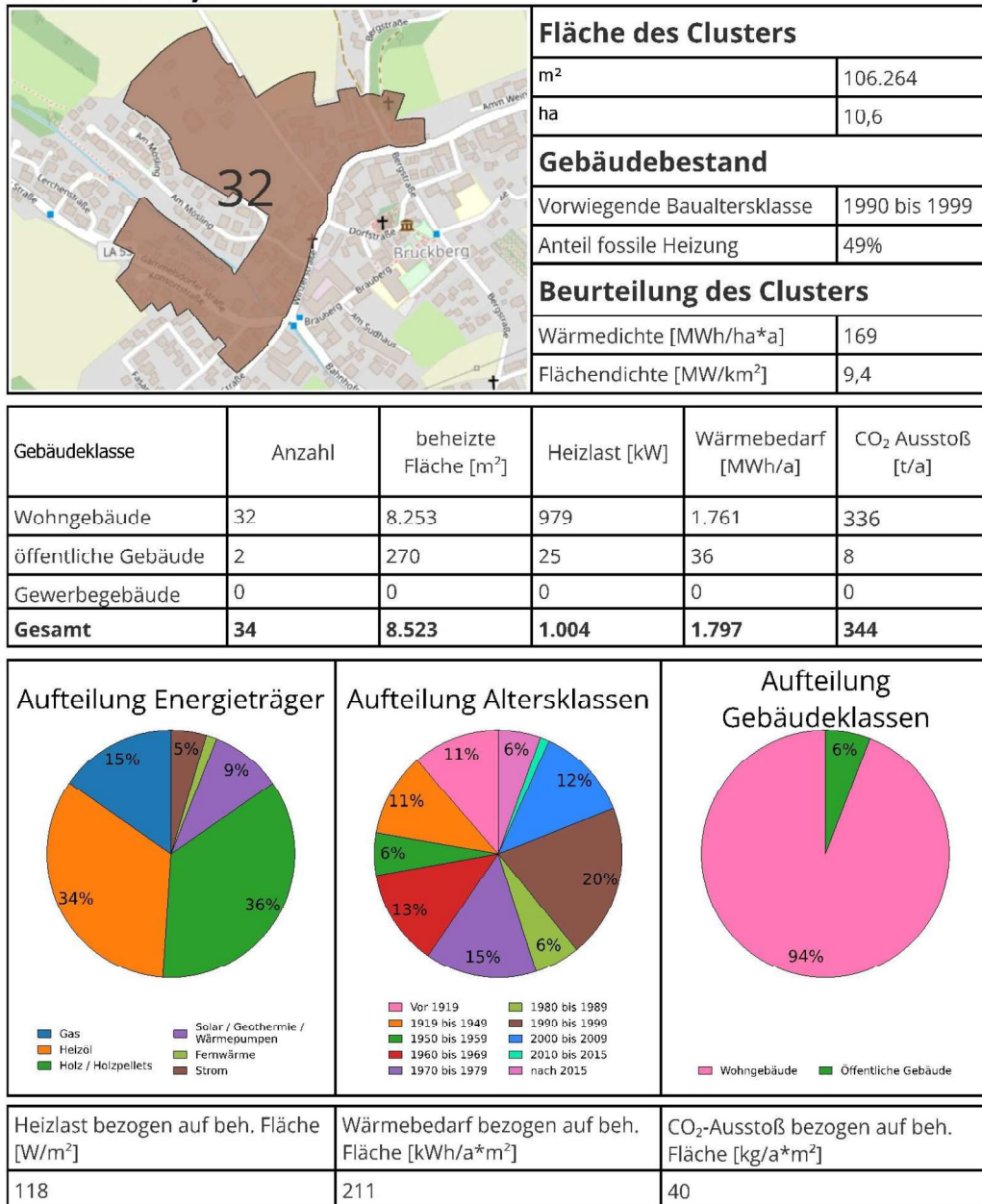
Die Abbildung 4-19 zeigt als Beispiel den Steckbrief des Clusters 32, „Bruckberg 4“ gemäß Tabelle 4-3 mit den wichtigsten Eckdaten. Der Gesamtdatensatz aller Cluster ist im Anhang dieses Dokuments beigefügt.

²⁴ Datenschutz - Grundverordnung

Clustersteckbrief

Bezeichnung des Clusters: 32 Bruckberg 4

Bestandsanalyse



Maßnahmen: M3, M4, M5, M7, M8

Abbildung 4-19: Beispiel Clustersteckbrief

5 Potenzialanalyse

In diesem Abschnitt werden zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen und die technisch wirtschaftlichen Kriterien der einzelnen Potenziale erläutert. Danach erfolgt die spezifische Betrachtung der Potenziale in der Projektkommune.

5.1 Rechtlicher Rahmen

Im Rahmen der Potenzialanalyse gemäß § 16 Absatz 1 WPG ist eine strukturierte Untersuchung der vorhandenen Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung im geplanten Gebiet durchzuführen. Dabei sind insbesondere Potenziale aus erneuerbaren Energiequellen, unvermeidbarer Abwärme sowie Optionen zur zentralen Wärmespeicherung zu erfassen. Bereits bekannte Einschränkungen – etwa räumlicher, technischer, rechtlicher oder wirtschaftlicher Art – sind bei der Bewertung dieser Potenziale zu berücksichtigen.²⁵

Ergänzend dazu verlangt § 16 Absatz 2 WPG eine Abschätzung der Einsparpotenziale durch die Reduzierung des Wärmebedarfs. Dies betrifft sowohl den Gebäudebereich als auch industrielle und gewerbliche Prozesse.

5.2 Ziel der Potenzialanalyse

In Zukunft werden lokale Wärmequellen in vielen Kommunen eine deutlich größere Rolle für die Wärmeversorgung spielen als bisher. Daher ist die Analyse dieser lokalen, zielkonformen Wärmequellen ein zentraler Bestandteil der KWP.

Ziel der Potenzialanalyse ist es, eine erste Einschätzung der vorhandenen Möglichkeiten zur Wärmeerzeugung aus geeigneten Energiequellen sowie zur Reduktion des Wärmebedarfs zu gewinnen. Neben einer Abschätzung der potenziellen Wärmeerträge sollen auch deren zeitliche Verfügbarkeit und die Übereinstimmung mit der lokalen Wärmenachfrage berücksichtigt werden.

Die Analyse liefert erste Hinweise darauf, welche Flächen für die zukünftige Wärmeversorgung besonders relevant sein könnten. Diese Erkenntnisse sind entscheidend für die Entwicklung eines Zielszenarios sowie für die räumliche Gliederung des Untersuchungsgebiets (Clusterung) – insbesondere zur Identifikation von Teilbereichen mit hohem Einsparpotenzial. Darüber hinaus bietet die Analyse auch Wärmeversorgern und -verbrauchern eine

²⁵ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2024)

Orientierung, welche Wärmequellen sich für eine vertiefte Betrachtung in der Detailplanung eignen.

5.3 Ablauf der Potenzialanalyse

Zu Beginn der Analyse wurde ein sogenanntes Flächenscreening durchgeführt. Dabei wurden Gebiete identifiziert, in denen bestimmte Technologien aufgrund von Schutzvorgaben nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar sind – etwa Naturschutz-, Wasser- oder Heilquellenschutzgebiete. Im Anschluss erfolgt die Datenerhebung: Für jede relevante Technologie wurden geeignete Informationsquellen zusammengestellt und entsprechende Daten gesammelt. Auf dieser Grundlage wurden räumlich differenzierte Energiepotenziale sowie Potenziale für Großwärmespeicher abgeleitet. Dabei wurde auch die zeitliche Verfügbarkeit der jeweiligen Wärmequellen berücksichtigt. Erste potenzielle Standorte für Anlagen können ggf. bereits kartografisch erfasst werden.

Für die Bewertung von unvermeidbarer Abwärme und lokal erzeugtem Wasserstoff ist ein direkter Austausch mit relevanten Unternehmen besonders wichtig, um realistische Potenziale zu erfassen.

Zur Berechnung der Einsparpotenziale im Gebäudebereich empfiehlt es sich, zunächst das theoretisch maximale Einsparpotenzial zu bestimmen. Dieses ergibt sich aus der Differenz zwischen dem aktuellen Wärmebedarf laut Bestandsanalyse und den angestrebten Zielwerten für die Gebäudeenergieeffizienz (z. B. gemäß Technikkatalog). Anhand realistischer Sanierungsquoten in der jeweiligen Kommune kann dann abgeschätzt werden, welcher Anteil dieses Potenzials tatsächlich erreichbar ist.

Auch die Prozesswärmeeinsparung in Industrie und Gewerbe sollte in enger Abstimmung mit den Großverbrauchern ermittelt werden. Bei Unsicherheiten kann auf Basis vergangener Entwicklungen ein Trendszenario erstellt werden, wobei qualitative Einschätzungen zur Absicherung der Ergebnisse beitragen.

5.4 Definition von Potenzialen

In Übereinstimmung mit den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur Kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA, 2020) konzentriert sich diese Analyse auf die Identifikation des technischen Potenzials.

Bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen sind neben der technischen Realisierbarkeit auch ökonomische und soziale Faktoren zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP keinen Anspruch darauf erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Die

Ermittlung tatsächlich realisierbarer Potenziale erfolgt in nachgelagerten kommunalen Prozessen.

Der nachfolgende Exkurs stellt den Zusammenhang der unterschiedlichen Potenzialbegriffe, siehe Abbildung 5-1, dar.

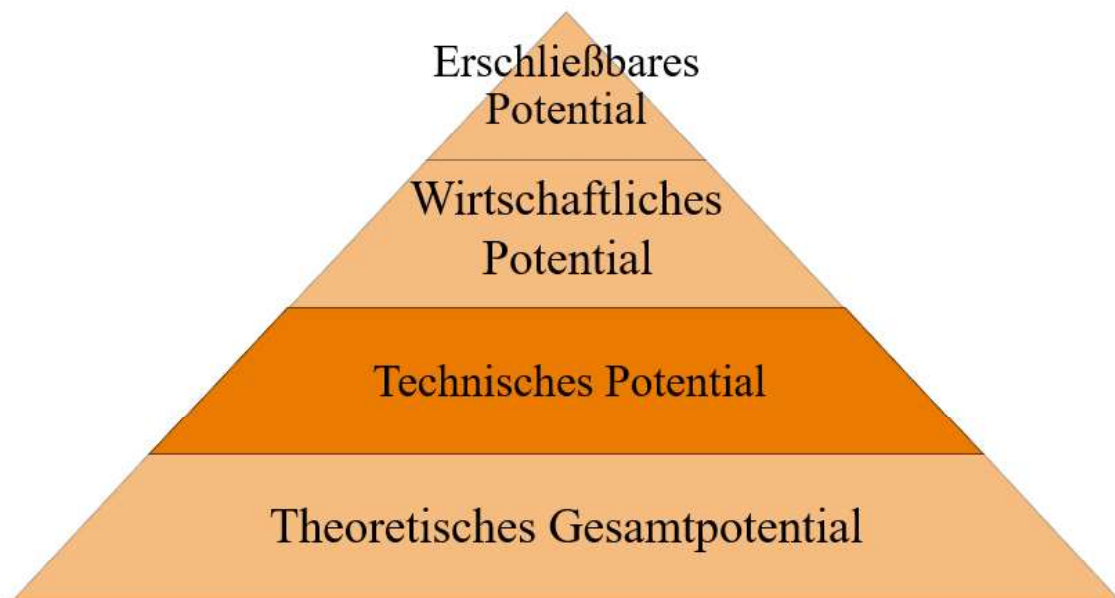


Abbildung 5-1: Potenzialbegriffe

5.4.1 Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial erneuerbarer Energien beschreibt die physikalisch nutzbare Energiemenge, die innerhalb einer bestimmten Region zu einem definierten Zeitpunkt oder über einen festgelegten Zeitraum verfügbar ist, beispielsweise die Strahlungsenergie der Sonne oder die Windenergie. Da das Angebot erneuerbarer Energien – insbesondere bei Wind und Solar – starken jahreszeitlichen und wetterbedingten Schwankungen unterliegt, wird das theoretische Potenzial in der Regel als langjähriger Mittelwert angegeben, um eine verlässliche Grundlage für die Planung und Bewertung zu schaffen.

5.4.2 Technisches Potenzial

Die Eingrenzung des theoretischen Potenzials umfasst jene Energiemengen, die mithilfe energietechnischer Anlagen – wie beispielsweise Photovoltaikanlagen – unter Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen und technischer Möglichkeiten erschlossen werden können. Technologisch-spezifische Kriterien unterteilen das technische Potenzial in folgende Kategorien:

- Das Gebiet weist bedingt geeignetes Potenzial auf, beispielsweise aufgrund der Tatsache, dass es sich um ein Biosphärenreservat handelt. Die Errichtung von Erzeugungsanlagen erfordert die Prüfung der Restriktionen sowie gegebenenfalls die Schaffung von Ausgleichsflächen.
- Das Gebiet weist ein geeignetes Potenzial auf, da die Flächen technisch erschließbar sind, beispielsweise Ackerland in benachteiligten Gebieten.
- Das Gebiet weist ein gut geeignetes Potenzial auf. Es ist nämlich einerseits frei von einschränkenden Restriktionen und andererseits durch technische Kriterien besonders geeignet. Zu diesen zählen ein hoher Auslastungsgrad, ein hoher Wirkungsgrad und die räumliche Nähe zu Siedlungsgebieten.

5.4.3 Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial bezeichnet jenen Anteil des technischen Potenzials, dessen Nutzung unter Berücksichtigung der Gesamtkosten – also Investitions-, Betriebs- und Entsorgungskosten – wirtschaftlich konkurrenzfähig gegenüber alternativen Energiesystemen ist. Die Bewertung erfolgt dabei ohne Einbeziehung spezifischer Fördermaßnahmen für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen. Förderungen, die aus anderen Gründen gewährt werden, können jedoch berücksichtigt werden. Maßnahmen wie eine CO₂-Bepreisung auf fossile Energieträger erhöhen zwar die Kosten konventioneller Systeme, gelten jedoch nicht als direkte Förderung erneuerbarer Energien. Dennoch tragen sie dazu bei, das wirtschaftliche Potenzial erneuerbarer Energiequellen zu vergrößern, da sie deren Wettbewerbsfähigkeit verbessern.

5.4.4 Realisierbares (erschließbares) Potenzial

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen unter anderem die Akzeptanz sowie die raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen und kommunalen Prioritäten. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man vom realisierbaren Potenzial bzw. vom "praktisch nutzbaren Potenzial".

5.4.5 Ausbaupotenzial

Alle Potenziale unterteilen sich in zwei Kategorien:

- Bereits realisierte Potenziale, also jene Anteile, die aktuell genutzt werden,
- und nicht realisierte Potenziale, die als Ausbaupotenziale bezeichnet werden.

Das Ausbaupotenzial beschreibt den noch verfügbaren Anteil eines Potenzials, der bislang nicht erschlossen wurde. Zum Beispiel ergibt sich das theoretische Ausbaupotenzial aus der

Differenz zwischen dem theoretischen Gesamtpotenzial und dem bereits realisierten Anteil. Analog gilt dies für die restlichen Potenzialarten.

5.5 Abwärmenutzung

5.5.1 Unvermeidbare Abwärme

5.5.1.1 Unvermeidbare Abwärme im WPG²⁶

Gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 13 WPG ist unvermeidbare Abwärme, die Wärme, welche zwangsläufig als Nebenprodukt bei industriellen Prozessen, in Kraftwerken, Elektrolyseanlagen oder im Dienstleistungssektor entsteht. Diese Wärme wird tendenziell ungenutzt in die Umwelt abgegeben werden. Sie gilt als „unvermeidbar“, wenn sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder anderen Gründen nicht im Produktionsprozess genutzt werden kann und sich auch nicht mit vertretbarem Aufwand reduzieren lässt.

Daneben ist in § 3 Abs. 4 WPG geregelt, dass Wärme aus der thermischen Verwertung von Abfällen ebenfalls als unvermeidbare Abwärme gilt – vorausgesetzt, die Wärme wird im Einklang mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz erzeugt. Dies schließt auch Wärme aus der Verbrennung von Klärschlamm ein, sofern dies gemäß der jeweils aktuellen Klärschlammverordnung erfolgt.

5.5.1.2 Definition unvermeidbare Abwärme²⁷

Für die Wärmeplanung relevante und mögliche Abwärmequellen sind vor allem in folgenden Bereichen zu finden:

- Produktion (z. B. Stahl, chemische Industrie, Glas, Papier)
- Dienstleistung (z. B. Rechenzentren, Wäscherei, Kühlhäuser, Großbäckereien)
- Abfallentsorgung (z. B. thermische Abfallbehandlung) und
- Energieumwandlung wie Wasserstoffelektrolyse o. Ä.

In Industrie und Gewerbe (GHD) kommen neben klassischen Brennstoffprozessen auch elektrische Verfahren wie Öfen und Trockner zum Einsatz. Zudem erzeugen strombetriebene Querschnittstechnologien – etwa Druckluft-, Kälte- oder Lüftungsanlagen –

²⁶ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2024)

²⁷ (Rödl & Partner, 2025)

erhebliche Mengen an Abwärme, die in herkömmlichen Erhebungen zur Brennstoff- oder Wärmenutzung oft nicht erfasst werden.

Die Temperatur und Menge der entstehenden Abwärme hängen stark von der jeweiligen Branche ab. Die Temperaturen können zwischen 20 °C und über 600 °C liegen – in Einzelfällen sogar darüber. Da die Abwärmemenge meist direkt mit der Produktionsmenge zusammenhängt, unterliegt sie wirtschaftlich bedingten Schwankungen. Studien zeigen, dass ein großer Teil des extern nutzbaren Abwärmepotenzial – nach Abzug interner Effizienzmaßnahmen – im Temperaturbereich von 20 bis 120 °C liegt. Um diese Wärme in Wärmenetze einzuspeisen, kann je nach Temperaturdifferenz eine Aufwertung, etwa durch Wärmepumpen, notwendig sein.

Als Beispiel dienen Rechenzentren, diese bieten ein zunehmend bedeutendes Potenzial für die Nutzung von Niedertemperaturabwärme, insbesondere in Ballungsräumen mit leistungsfähiger Glasfaserinfrastruktur wie Frankfurt am Main, Berlin, Düsseldorf oder München. Die für den IT-Betrieb eingesetzte elektrische Energie wird nahezu vollständig in Wärme umgewandelt. Je nach Kühltechnik und Anlagenauslegung entstehen dabei Temperaturen zwischen 20 und 60 °C.

Im Jahr 2022 lag der Stromverbrauch deutscher Rechenzentren bei rund 18 TWh (Bitkom 2023), woraus sich ein theoretisch nutzbare Abwärmepotenzial von etwa 14 TWh ergibt. Aufgrund technischer und räumlicher Einschränkungen ist jedoch nur ein Teil davon tatsächlich nutzbar. Die kontinuierliche Wärmebereitstellung und das passende Temperaturniveau machen diese Abwärme besonders geeignet für kalte oder temperaturniedrige Wärmenetze.

Seit April 2024 stellt eine zentrale Plattform gemäß § 17 EnEfG Informationen zur industriellen Abwärme bereit. Unternehmen mit einem durchschnittlichen jährlichen Endenergieverbrauch von mehr als 2,5 GWh sind verpflichtet, bis spätestens 1. Januar 2025 erstmals Daten zu ihrem Abwärmepotenzial zu melden. Diese umfassen:

- Standort(e)
- Jährliche Wärmemenge
- Maximale thermische Leistung
- Zeitliche Verfügbarkeit (Leistungsprofile)
- Technische Regelungsmöglichkeiten (Temperatur, Druck, Einspeisung)
- Durchschnittliches Temperaturniveau

Weitere Beispiele für eine Nutzung von unvermeidbarer Abwärme:

- Produktion
 - Chemische Erzeugnisse
 - Metalle
 - Kokerei- und Mineralölerzeugnisse
 - Glas, Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine und Erden
 - Papier, Pappe und Waren daraus
 - Nahrungs- und Genussmittel
- Dienstleistung
 - Rechenzentrum
- Abfallentsorgung
 - Thermische Abfallbehandlung
 - Klärschlammverbrennung
- Energieumwandlung
 - Kraftwerke
 - Wasserstoffelektrolyse
 - Biogasanlagen

Eine mögliche Entscheidung für eine zentrale oder dezentrale Nutzung industrieller Abwärme hängt maßgeblich von den lokalen Rahmenbedingungen ab. Insbesondere spielt die Entfernung zwischen der Abwärmequellen und dem potenziellen Wärmenetzgebiet eine zentrale Rolle. In Fällen, in denen sich ein Großverbraucher in unmittelbarer Nähe der Abwärmequellen befindet, kann auch eine direkte Versorgung ohne zwischengeschaltetes Wärmenetz – beispielsweise im Rahmen eines Industrie-Verbundsystems – eine sinnvolle Alternative darstellen.

5.5.2 Abwasserwärme

5.5.2.1 Definition Abwasserwärme & Nutzung

Die Wärme aus Abwasser lässt sich durch einen Wärmeübertrager entziehen und auf ein anderes Medium übertragen. Aufgrund des generell niedrigen Temperaturniveaus des Abwassers muss die Wärme entweder durch Wärmepumpen auf das notwendige Heizniveau gehoben werden, bevor das Heizmedium zu den Verbrauchern geleitet wird (Nahwärme sinnvoll bei kurzen Transportstrecken) oder die Wärme wird auf dem ursprünglichen Temperaturniveau zu den Haushalten geleitet (kalte Nahwärme, sinnvoll bei längeren Transportstrecken) und wird im Anschluss vor Ort mittels Wärmepumpe auf die notwendige

Temperatur gebracht. Für den direkten Betrieb eines Fernwärmenetzes hingegen ist die Wärmemenge des Abwassers zu gering.²⁸

Zur Gewinnung der Abwasserwärme gibt es drei verschiedene Ansätze, die folgend vorgestellt werden:

- **Abwasserwärmenutzung hinter dem Auslauf der Abwasserreinigungsanlage:** Der ertragreichste Weg, Abwasserwärme zu nutzen, ist die Installation eines Wärmeübertragers unmittelbar hinter dem Auslauf einer Abwasserreinigungsanlage (ARA). Aufgrund der hohen nutzbaren Temperaturdifferenzen weist das Wasser zu diesem Zeitpunkt ein konstantes hohes Wärmepotenzial auf. Ebenfalls ist das Wasser zuvor gereinigt worden und somit ist der Reinigungsaufwand der Wärmepumpe entsprechend niedriger. Durch die hohe Temperaturdifferenz können die Wärmemengen tendenziell über weitere Strecken transportiert werden. Allerdings befinden sich potenziell weniger Wärmeabnehmer in unmittelbarer Nähe einer ARA. Ebenfalls ist die Bewilligung des Anlagenbetreibers notwendig.²⁹
- **Abwasserwärmenutzung vor dem Einlauf der Abwasserreinigungsanlage:** Eine weitere Möglichkeit der Abwärmenutzung ist der Einsatz eines Wärmeübertragers im Kanalisationsnetz vor der ARA. Dabei können mehrere Kanalabschnitte genutzt werden. Nach einer Abwasserwärmeanlage sollte etwa die zwei bis dreifache Strecke zur Erholung des Abwassers eingeplant werden, bevor eine weitere Abwasserwärmeanlage installiert wird. Durch Anwendungen im Kanalnetz können auch kurze bis mittlere Transportstrecken realisiert werden. Die Genehmigung des Kanalnetzbetreibers ist Voraussetzung³⁰. Unmittelbar vor der ARA kann die Nutzung von Abwasserwärme die Reinigungsleistung der ARA negativ beeinflussen. Meistens jedoch verfügen die ARA über eine ausreichende biologische und hydraulische Reserveleistung. Zur vollständigen Kompensation der entzogenen Energiemenge können ansonsten wenige Kilometer Fließweg vor der ARA zur Erholung eingeplant werden. Die nutzbare Temperaturdifferenz des Abwassers vor der ARA ist zwar deutlich niedriger als nach der ARA, durch die Folgen des Klimawandels steigen allerdings auch die Abwassertemperaturen kontinuierlich an.³¹

²⁸ (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2019)

²⁹ (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2019)

³⁰ (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2019)

³¹ (Hurni, 2020)

- **Hauseigene Abwasserwärmenutzung:** Auch im eigenen Haus kann die Wärme des Abwassers genutzt werden. Voraussetzung sind dafür Sammelbehälter von mindestens 10 Wohneinheiten, da sonst keine ausreichende Wärmemenge zustande kommt. Unmittelbar nach Verbrauch des Wassers ist die Abwassertemperatur entsprechend hoch und das Verteilnetz kurz. Vor allem für größere Gebäudekomplexe ist dies eine lohnende Anwendung. Nachteilig sind die tageszeitlichen Schwankungen und limitierten Abwasservolumina. In der Regel reicht die Wärmemenge zur Abdeckung des Warmwasserbedarfs.³²

5.5.2.2 Eignungskriterien zur Abwasserwärmenutzung

Im Zuge der Prüfung der Machbarkeit einer Anwendung zur Nutzung von Abwasserwärme sollten die folgenden Eignungskriterien erfüllt werden:

- **Abfluss:** Für die Abwasserwärmenutzung ist ein kontinuierlich ausreichender Abfluss auf der Kläranlage oder im Kanal notwendig. Üblicherweise ist eine Mindestwassermenge von 12 – 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) erforderlich.
- **Abwassertemperatur:** Der Vergleich der Abwassertemperaturen zum Verlauf des Wärmebedarfs ist entscheidend für die ökonomische Bewertung eines Vorhabens zur Abwasserwärmenutzung. Wenn die Abwassertemperatur vor der ARA innerhalb der Heizperiode vor allem abends zu Spitzenlastzeiten vermehrt niedriger ist als die Bemessungstemperatur der Kläranlage und keine ausreichende thermische Erholung des Abwassers möglich ist, wird die Anwendung in der Regel nicht wirtschaftlich realisierbar sein.³³
- **Kanalisation:** Für den Einsatz eines Wärmeübertragers werden ausreichende Durchmesser des Kanalsystems von mindestens 800 mm benötigt, um die Zugänglichkeit für die baulichen Arbeiten zu ermöglichen und verschiedene Wärmeübertrager-Systeme nutzen zu können. Ebenfalls sind die verfügbare Kanallänge, das Profil des Rohrs, das Gefälle und die maximale Reduktion des Querschnitts durch den Einbau des Wärmeübertragers wesentliche Kriterien. Für den Einbau eines Wärmeübertrager innerhalb einer Abwasserleitung sollte das Gefälle zwischen ,1% und 1 % liegen. Ein zu großes Gefälle führt zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und somit verringert sich die Zeit des Kontaktes mit der Wärmeübertrager Oberfläche und dadurch auch die Leistung. Ein zu geringes Gefälle erzeugt die

³² (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2019)

³³ (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, 2012)

Gefahr der Sedimentation und hat einen negativen Einfluss auf die Wärmeentzugsleistung. Vor allem im Fall eines Neubaus oder einer Sanierung eines Kanalabschnitts sollten Anwendungen zur Wärmegewinnung betrachtet werden. Alternativ gibt es auch Verfahren, in denen die Kanalabschnitte angebohrt werden, dass Rohabwasser direkt aus der Kanalisation entnommen und einem oberirdisch aufgestellten Wärmetauscher zugeführt wird. So können auch Abschnitte genutzt werden, die aufgrund ihrer Geometrie sonst nicht infrage kommen würden. Um ein realistisches Potenzial abgrenzen zu können, konzentriert sich die Potenzialanalyse jedoch auf die herkömmliche Weise der Abwasserwärmenutzung.³⁴

- **Distanz zum Abnehmer:** Je größer die Distanz zu den potenziellen Wärmeabnehmern ist und je geringer die zu transportierende Wärmemenge, desto kostspieliger ist die entsprechende Wärmeversorgung. Bei einer Leistung von mindestens 500 kW ist der Aufbau eines Wärmenetzes zur Überbrückung einer Distanz von bis zu 500 m potenziell rentabel. Bei einer Leistung von mindestens 1 MW ist sogar ein rentabler Aufbau eines Wärmenetzes zur Überbrückung einer Distanz von 1 km möglich.³⁵
- **Abnehmer:** Die Effizienz des Wärmepumpensystems steigt mit sinkender notwendiger Nutzungstemperatur. Somit sind vor allem Abnehmer für ein Wärmenetz geeignet, die ein entsprechend geringes Temperaturniveau benötigen. Somit sind vor allem Neubauten mit Niedertemperatursystemen gut für die Versorgung geeignet, im Gegenteil zu Industriebetrieben mit hohen Temperaturbedarfen für die Prozessversorgung.³⁶

5.5.2.3 Die Kläranlage in der Projektkommune

Die Kläranlage der Gemeinde liegt im südlichen Teil des Gemeindegebiets nahe dem Cluster „Bruckbergerau West 2“, siehe Abbildung 4-18. Im Anhang 1 der Abwasserverordnung werden kommunale Abwasserreinigungsanlagen abhängig von ihrer Ausbaugröße in 5 Größenklassen unterteilt. Während der Bearbeitungszeit der KWP war eine Erweiterung des Klärwerks geplant. Nachdem nun ein perspektivischer Großkunde aufgrund von Betriebsaufgabe weggefallen liegt der Einwohnerwert (EW) der Kläranlage in Bruckberg bei 9.999 EW und somit in Größenklasse 3. Dabei wird der Einwohnerwert durch die durchschnittliche Belastung des Abwassers mit biologisch abbaubaren Stoffen eines Einwohners

³⁴ (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, 2012)

³⁵ (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, 2012)

³⁶ (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, 2012)

dividiert. Die Einteilung in Größenklassen ermöglicht den Vergleich sowie die Nutzung spezifischer Kenngrößen.³⁷

5.6 Effizienzmaßnahmen

5.6.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden³⁸

Die Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden ist ein zentraler Hebel zur Senkung des Energieverbrauchs und zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor. Durch bauliche und technische Maßnahmen lässt sich der Bedarf an Heizenergie deutlich verringern – unabhängig von der eingesetzten Heiztechnologie.

Zu den wirksamsten Strategien zählen:

- **Verbesserung der Gebäudehülle:** Eine hochwertige Dämmung von Dach, Fassade und Keller sowie der Austausch veralteter Fenster reduziert Wärmeverluste erheblich.
- **Vermeidung von Wärmebrücken:** Durch sorgfältige Planung und Ausführung können energetische Schwachstellen beseitigt werden.
- **Optimierung der Lüftung:** Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sorgt für frische Luft bei minimalem Energieverlust.
- **Effiziente Nutzung der Raumwärme:** Eine bedarfsgerechte Steuerung der Heizsysteme, z. B. durch smarte Thermostate verhindert unnötigen Energieeinsatz.

Auch im Bestand lassen sich durch gezielte Sanierungsmaßnahmen erhebliche Einsparungen erzielen. Die Kombination aus baulicher Verbesserung und intelligenter Technik führt nicht nur zu niedrigeren Heizkosten, sondern steigert auch den Wohnkomfort und den Wert der Immobilie.

Die Wärmebedarfsreduktion ist ein integraler Bestandteil jeder KWP. Sie verringert die notwendige Erzeugungsleistung, entlastet Wärmenetze und schafft Spielräume für den Einsatz erneuerbarer Energien. Darüber hinaus trägt sie zur Versorgungssicherheit bei und reduziert langfristig die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern. Die erfassten Einsparpotenziale bilden eine zentrale Basis für die Bestimmung von Teilgebieten mit besonders hohem Energieeinsparpotenzial gemäß § 18 Absatz 5 WPG.

³⁷ (Umwelt Bundesamt, 2009)

³⁸ (Umwelt Bundesamt, 2025)

5.6.2 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion und Energieträgersubstitution in Prozessen

Die industrielle Prozesswärme stellt einen erheblichen Anteil am Gesamtenergiebedarf vieler Unternehmen dar. Eine gezielte Reduktion des Wärmebedarfs sowie die Umstellung auf klimafreundliche Energieträger sind daher zentrale Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Dekarbonisierung des Industriesektors.

Wärmebedarfsreduktion ist die Senkung des thermischen Energiebedarfs in Prozessen, dieses kann durch verschiedene technische und organisatorische Maßnahmen erreicht werden:

- **Optimierung von Prozessabläufen:** Durch Anpassung von Temperaturprofilen, Zykluszeiten oder Betriebsparametern lässt sich der Energieeinsatz deutlich reduzieren.
- **Wärmerückgewinnung:** Die Nutzung von Abwärme aus vorgelagerten oder parallelen Prozessen kann den Bedarf an externer Wärmezufuhr senken.
- **Isolierung und Dämmung:** Eine verbesserte thermische Isolierung von Rohrleitungen, Behältern und Anlagenkomponenten verhindert unnötige Wärmeverluste.
- **Prozessintegration:** Die intelligente Kopplung mehrerer Prozesse ermöglicht eine effizientere Nutzung vorhandener Energieflüsse.

Energieträgersubstitution ist Umstellung auf erneuerbare oder emissionsarme Energieträger und spielt neben der Reduktion des Wärmebedarfs eine entscheidende Rolle:

- Einsatz von grünem Strom: Elektrifizierung von Prozessen, z. B. durch elektrische Heizsysteme oder Wärmepumpen ermöglicht die Nutzung erneuerbarer Stromquellen.
- Nutzung von grünem Wasserstoff oder grünem Methan: Diese Energieträger können fossile Brennstoffe in Hochtemperaturprozessen ersetzen.
- Biogene Energieträger: Biomasse, Biogas oder biogene Reststoffe bieten Potenzial für CO₂-neutrale Wärmebereitstellung, insbesondere in dezentralen Anwendungen.
- Solarthermie und Geothermie: Je nach Standort und Prozessanforderung können auch direkte thermische Quellen genutzt werden.

Die Kombination aus Wärmebedarfsreduktion und Energieträgersubstitution trägt wesentlich zur Senkung von Treibhausgasemissionen und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei. Sie schafft Spielräume für die Integration erneuerbarer Energien und reduziert die

Abhängigkeit von fossilen Ressourcen. In der KWP sollten daher Industrie- und Gewerbebetriebe gezielt eingebunden und Potenziale systematisch erfasst werden.

5.7 Erneuerbare Energiepotenziale

5.7.1 Solarthermie

5.7.1.1 Freiflächen Solarthermie³⁹

Freiflächen-Solarthermieranlagen nutzen die direkte Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Wärme und stellen eine klimafreundliche Lösung für die Versorgung von Wärmenetzen dar. Im Gegensatz zur Photovoltaik, die Strom erzeugt, wandeln solarthermische Kollektoren Sonnenenergie direkt in nutzbare Wärme um – etwa für Temperaturen bis zu 95 °C. Diese Wärme kann in Nah- und Fernwärmenetze eingespeist oder in saisonalen Speichern zwischengespeichert werden.

Besonders effizient sind solche Anlagen, wenn sie mit großen Wärmespeichern kombiniert werden. So lässt sich die Diskrepanz zwischen sommerlicher Wärmeproduktion und winterlichem Wärmebedarf ausgleichen. Auch andere emissionsfreie Wärmeerzeuger können in das System integriert werden, was die Versorgungssicherheit erhöht und die Flexibilität steigert.

Standortanforderungen und Flächenpotenziale: Für den Bau von Freiflächen-Solarthermieranlagen sind bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen⁴⁰:

- **Flächengröße:** Mindestens 2.000 m² zusammenhängende Fläche sind erforderlich.
- **Netzanbindung:** Die Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen ist entscheidend.
- **Topografie:** Eine geeignete Ausrichtung und geringe Hangneigung verbessern die Effizienz.
- **Flächennutzung:** Konversionsflächen, Deponien, Halden oder Flächen entlang von Verkehrswegen sind besonders geeignet. Auch landwirtschaftliche Flächen können genutzt werden, sofern keine hochwertigen Ackerflächen betroffen sind – etwa durch Doppelnutzung mit Weidehaltung.

³⁹ (Hamburg Institut, 2016)

⁴⁰ (Hamburg Institut, 2024)

Ein systematisches Flächenscreening hilft, geeignete Standorte zu identifizieren. Dabei werden technische, rechtliche, ökologische und gesellschaftliche Kriterien berücksichtigt.

Freiflächen-Solarthermie bietet ein enormes Potenzial zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Sie ist besonders für ländliche Regionen und Stadtrandlagen geeignet, kann aber auch in urbanen Räumen eingesetzt werden – etwa auf großen Dachflächen oder in Kombination mit kalten Wärmenetzen. Auch kleinere, dezentrale Lösungen sind möglich, etwa für Quartiere oder Gewerbegebiete mit hohem Wärmebedarf.

Darüber hinaus kann die erzeugte Wärme auch für industrielle Prozesse genutzt werden, sofern geeignete Flächen in der Nähe entsprechender Betriebe liegen. In jedem Fall sollte geprüft werden, ob die Fläche alternativ für Photovoltaik oder hybride PVT-Systeme genutzt werden kann.

5.7.1.2 Solarthermie auf Dachflächen⁴¹

Solarthermieranlagen auf Hausdächern nutzen die Energie der Sonne zur direkten Erzeugung von Wärme. Sie wandeln Sonnenstrahlung mithilfe von Kollektoren in nutzbare Wärme um, die vor allem für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt wird. Diese Technologie ist besonders für Ein- und Zweifamilienhäuser geeignet und kann den konventionellen Energiebedarf deutlich reduzieren.

Solarthermie bietet etliche Vorteile für Haushalte und deren Umwelteinwirkungen:

- **Klimafreundlich:** Solarthermie arbeitet emissionsfrei und trägt zur Reduzierung fossiler Brennstoffe bei.
- **Kostenersparnis:** Durch die Nutzung kostenloser Sonnenenergie sinken die laufenden Heizkosten.
- **Unabhängigkeit:** Haushalte werden weniger abhängig von Energiepreisschwankungen und externen Versorgern.
- **Kombinierbar:** Solarthermie lässt sich gut mit anderen Heizsystemen wie Wärmepumpen oder Gasheizungen kombinieren.

Die technischen Voraussetzungen für eine effiziente Nutzung sollten die folgenden Bedingungen umfassen:

- **Geeignete Dachfläche:** Optimal sind südlich ausgerichtete Dächer mit einer Neigung von etwa 30 bis 45 Grad.

⁴¹ (Verbraucherzentrale, 2025)

- **Geringe Verschattung:** Bäume, Nachbargebäude oder Dachaufbauten sollten die Kollektoren nicht dauerhaft beschatten.
- **Ausreichender Speicher:** Ein Warmwasserspeicher ist notwendig, um die erzeugte Wärme bedarfsgerecht zu nutzen.

Solarthermie auf Hausdächern kann einen hohen Beitrag zur lokalen Wärmeplanung beitragen und ist ein wichtiger Baustein für die dezentrale Wärmeversorgung. Sie entlastet zentrale Wärmenetze, fördert die Eigenversorgung und stärkt die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Energiewende. Kommunen können durch gezielte Beratung, Förderprogramme und die Bereitstellung von Solarkatastern die Umsetzung aktiv unterstützen.

5.7.2 Geothermie

5.7.2.1 Tiefe Geothermie⁴²

Die tiefe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung geothermischer Energiequellen aus Tiefen von über 400 Metern. In diesen Bereichen liegen die Temperaturen typischerweise zwischen 30 °C und 170 °C, wobei pro Bohrung Leistungen ab etwa 0,2 Megawatt erzielt werden können. Für Tiefen zwischen 400 und 1.000 Metern wird häufig auch der Begriff „mitteltiefe Geothermie“ verwendet. Innerhalb der tiefen und mitteltiefen Geothermie unterscheidet man zwei Hauptformen:

- Hydrothermale Geothermie: Diese Form nutzt zirkulierendes Thermalwasser in wasserführenden Gesteinsschichten. Voraussetzung ist eine ergiebige geologische Formation, die Wasser transportieren kann. In Deutschland ist die hydrothermale Nutzung bereits gut etabliert – beispielsweise im bayerischen Molassebecken rund um München und Südostoberbayern wurden zahlreiche Projekte erfolgreich umgesetzt.
- Petrothermale Geothermie: Hier wird die Wärme aus trockenem Tiefengestein genutzt – etwa durch geschlossene Kreisläufe oder sogenannte „Enhanced Geothermal Systems“ (EGS). Als geothermische Speicher dienen kristalline oder sedimentäre Gesteine mit hohen Temperaturen. Diese Technologie ist technisch anspruchsvoller und bislang weniger verbreitet. Pilotprojekte wie das EU-Vorhaben in

⁴² (Frauenhofer IEG, 2022)

Soultz-sous-Forêts, sowie Anlagen in Bad Urach und Geretsried liefern erste Erkenntnisse.

5.7.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Eine Erdwärmesonde dient als Wärmeüberträger zur Nutzung geothermischer Energie. Dabei zirkuliert eine spezielle Wärmeträgerflüssigkeit innerhalb eines Rohrsystems, das üblicherweise in ein senkrechtes oder schräg verlaufendes Bohrloch eingebracht wird. Die Effizienz der Sonde hängt maßgeblich von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens sowie der maximal zulässigen Bohrtiefe ab. In Wasserschutzgebieten und Heilquellschutzzonen gelten besondere Einschränkungen für die Errichtung solcher Sonden. Je nach Schutzgebietskategorie ist der Bau jedoch nicht grundsätzlich verboten. Die rechtlichen Vorgaben und deren Umsetzung variieren zwischen den Bundesländern und sind beispielsweise in den jeweiligen Landesleitfäden zur Geothermie geregelt.

Gemäß § 127 des Bundesberggesetzes muss jede Bohrung, die tiefer als 100 Meter reicht, bei den zuständigen Behörden angezeigt werden. Zudem ist bei der Planung und Installation von Erdwärmesonden darauf zu achten, dass die Regenerationsfähigkeit des Untergrunds erhalten bleibt und keine thermischen Wechselwirkungen mit benachbarten Grundstücken oder anderen Sonden entstehen.

- Die VDI-Richtlinie 4640 gibt hierzu technische Empfehlungen
- Ein Mindestabstand von 5 Meter zu benachbarten Sonden bei einer Sondenlänge von 40 bis 50 Metern
- Ein Mindestabstand von 6 Metern bei einer Sondenlänge zwischen 50 und 100 Metern
- Zu bestehenden Gebäuden sollte ein Abstand von mindestens 2 Metern eingehalten werden

Erdwärmekollektoren sind Systeme zur Nutzung oberflächennaher Geothermie. Sie bestehen hauptsächlich aus horizontal im Boden verlegten Rohrleitungen, die die in den oberen zehn Metern gespeicherte Erdwärme aufnehmen. Die Effizienz dieser Anlagen hängt maßgeblich von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab. Für eine wirtschaftliche Nutzung sind daher ausreichend große, möglichst ebene Flächen mit geeigneten Bodenverhältnissen erforderlich. Der Flächenbedarf eines Kollektorsystems liegt typischerweise beim 1,5- bis 2,5-fachen der zu beheizende Wohnfläche. In der Regel ist für die Installation keine Genehmigung erforderlich – vorausgesetzt, die Anlage befindet sich außerhalb von

Wasserschutzgebieten. Innerhalb solcher Schutzzonen muss geprüft werden, ob eine Anzeige oder Genehmigung gemäß den landesspezifischen Vorgaben notwendig ist.⁴³

Erdwärmekollektoren können sowohl dezentral – direkt in einzelnen Gebäuden – als auch zentral in bestehenden oder geplanten Wärmenetzen eingesetzt werden. Sie eignen sich zudem als Wärmequelle für sogenannte „kalte Wärmenetze“.

Die Schritte zur Potenzialabschätzung sind:

- Für dezentrale Wärmepumpen:
 - Ermittlung der verfügbaren Grundstücksfläche für Kollektoren
 - Abschätzung der möglichen Anzahl von Sonden
- Für zentrale Wärmepumpen:
 - Identifikation geeigneter, nicht versiegelter Flächen in Abstimmung mit der Kommune (z. B. Sportplätze, besonders bei anstehenden Sanierungen)
 - Berücksichtigung überbauter Flächen (z. B. unter Gehwegen oder Spielplätzen)
- Ermittlung der maximal zulässigen Bohrtiefe – unter Berücksichtigung geologischer und rechtlicher Rahmenbedingungen
 - Berechnung der möglichen Wärmeentzugsleistung – sowie der jährlichen nutzbaren Wärmemenge

5.7.2.3 Grundwasser

Die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle kann insbesondere in dicht bebauten Quartieren mit begrenzten dezentralen Alternativen und „Niedertemperatur-ready“-Gebäuden eine zentrale Rolle spielen. Die Erschließung erfolgt über Wärmepumpen – entweder dezentral in Gebäuden, als Quelle für kalte Nahwärmenetze oder zentral zur Einspeisung in Wärmenetze.

Vorteile der Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle:

- Konstante und vergleichsweise hohe Quelltemperaturen

Herausforderungen bei Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle:

- Hoher Planungs- und Erkundungsaufwand

⁴³ (Bundesverband Geothermie, 2024)

- Genehmigungspflicht durch die untere Wasserbehörde (je nach Bundesland unterschiedlich)

Genehmigungs- und Nutzungseinschränkungen müssen bei der Potenzialprüfung zur Nutzung von Grundwasser beachtet werden, unter anderem sind wasser- und heilquellenschutzrechtliche Vorgaben zu beachten:

Wasserschutzgebiete: Nutzung verboten in Zonen I–IIIA, eingeschränkt in Zone IIIB

- **Heilquellenschutzgebiete:** Nutzung verboten in Zonen A, A/1, A/2; meist erlaubt in Zonen B, B/1, B/2
- **Zustrombereiche:** Nutzung im engeren Zustrombereich ausgeschlossen, im weiteren Bereich meist möglich

Zusätzlich gelten technische Mindestabstände:

- 10 m zwischen Brunnen
- 3 m zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen

Bei einer Potenzialabschätzung für eine Wärmeplanung kann vereinfacht ein Brunnenpaar pro Standort angenommen werden, wobei der Volumenstrom variabel ist. Die Abschätzung des förderbaren Volumenstroms ist entscheidend und hängt ab von:

- Grundwasserleiter-Mächtigkeit
- Flurabstand
- Hydraulischer Durchlässigkeit
- Fließgeschwindigkeit und -richtung
- Brunnentechnischen Gegebenheiten

Ergiebigkeit und Temperaturdaten sind teilweise über Geoportale der Länder verfügbar. Risiken durch klimawandelbedingte Grundwasserspiegelabsenkungen sollten in die Bewertung einfließen.

5.7.3 Umweltwärme

5.7.3.1 Oberflächengewässer

Die energetische Nutzung von Flüssen, Seen oder Meerwasser erfordert grundsätzlich eine standortspezifische Einzelfallprüfung. Dabei ist insbesondere die Eignung für eine zentrale Wärmeerzeugung mit Einspeisung in ein konventionelles oder kaltes Wärmenetz zu

bewerten. Eine Vorprüfung der Flächenverfügbarkeit für potenzielle Anlagenstandorte ist sinnvoll. Eigentumsverhältnisse können in dieser Phase zunächst außer Acht gelassen werden.

Die Bewertungskriterien für eine Einzelfallprüfung sollte sich an folgenden Leitfragen orientieren:

- **Verfügbarkeit geeigneter Gewässer:** Sind nutzbare Binnengewässer (Flüsse, Seen, Quellen) oder Meerwasser in Reichweite?
- **Hydrologische Kenndaten:** Welche Wassermengen und Temperaturen liegen vor?
→ empfohlen: Monatsmitteltemperaturen; bei Fließgewässern zusätzlich minimale Durchflusswerte der letzten Heizperioden.
- **Rechtliche Rahmenbedingungen:** Welche lokalen oder regionalen Nutzungseinschränkungen bestehen (z. B. Bodensee-Richtlinie zur Entnahme- und Rückgabentiefe)?
- **Technische Flächenverfügbarkeit:** Welche Flächen stehen für die Errichtung der erforderlichen Anlagentechnik zur Verfügung?

5.7.3.2 Umgebungswärme/Luft

Die Nutzung von Umgebungsluft mit Wärmepumpen ist grundsätzlich flächendeckend möglich – auch in dicht bebauten innerstädtischen Bereichen. Aufgrund der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit durch natürliche Luftzirkulation ist das technische Potenzial als sehr hoch einzustufen. In der Potenzialanalyse steht daher nicht die Quantifizierung der Energiepotenziale im Vordergrund, sondern die Identifikation geeigneter Einsatzgebiete und möglicher Einschränkungen.

Technische und planerische Aspekte bei der Nutzung von Umgebungsluft als Wärmequelle:

- **Luft-Wärmepumpen** sind platzsparend und in modernen Ausführungen deutlich leiser als ältere Modelle.
- In **Neubauten** sind sie bereits weit verbreitet; im Bestand hängt die Effizienz stark vom Sanierungszustand und den erforderlichen Vorlauftemperaturen ab.
- Für beengte städtische Lagen existieren **technische Lösungen** wie Fassadenintegration, Dachaufstellung oder Innenaufstellung.

Bei der Analyse und Planung von Luft Wärmepumpen müssen folgenden Lärmschutz und Abstandsregelungen mitbedacht werden:

- In **Siedlungsgebieten** sind die Lärmschutzvorgaben für Luft-Wärmepumpen zu beachten.
- **Mindestabstände** zu Grundstücksgrenzen variieren je nach Bundesland. Diese sind bei dichter Bebauung oft planerisch herausfordernd.
- Mithilfe von **Gebäudekartierungen** können potenzielle Konfliktzonen identifiziert und kartografisch dokumentiert werden.

Empfehlungen für die Potenzialanalyse einer KWP:

- **Gebiete mit eingeschränkter Aufstellmöglichkeit** (z. B. aufgrund von Abstandsregelungen) sollten kartografisch erfasst werden.
- In diesen Bereichen sind **quartiersbezogene Alternativen** wie kalte Nahwärmenetze zu prüfen.
- **Zentrale Luft-Wärmepumpen** zur Einspeisung in Wärmenetze sind insbesondere für **neue oder modernisierte Netze** mit niedrigen Systemtemperaturen geeignet.
- Eine **standortscharfe Prüfung** potenzieller Flächen ist erforderlich; Eigentumsverhältnisse können in der Vorprüfung zunächst unberücksichtigt bleiben.

5.7.4 Biomasse

5.7.4.1 Definition von Biomasse

Im Rahmen der Potenzialanalyse umfasst der Begriff Biomasse sämtliche organischen Materialien pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Dazu zählen unter anderem:

- Rest- und Abfallstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft
- Organische Siedlungsabfälle
- Landschaftspflegegut
- Energiepflanzen, die gezielt für die energetische Nutzung angebaut werden.

Angesichts begrenzter landwirtschaftlicher Flächen und konkurrierender Nutzungsansprüche – etwa für die Nahrungsmittelproduktion oder den Naturschutz – sollte die energetische Nutzung von Biomasse vorrangig auf solche Stoffe beschränkt bleiben, die keiner höherwertigen stofflichen Verwertung zugeführt werden können. Dazu zählen insbesondere Rückstände aus der Holzverarbeitenden Industrie, der Lebensmittelverarbeitung und der Landwirtschaft.

Die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) vom 2. Dezember 2021 setzt die Vorgaben der EU-Richtlinie 2018/2001 (RED II) in deutsches Recht um.⁴⁴ Sie erweitert den Anwendungsbereich von ursprünglich flüssigen Biobrennstoffen auf feste und gasförmige Biomasse und legt verbindliche Nachhaltigkeitskriterien für die Stromerzeugung aus Biomasse fest.

Zentrale Anforderungen sind:

- **Nachhaltige Flächennutzung:** Biomasse darf nicht von Flächen stammen, die einen hohen Wert für die Biodiversität oder den Kohlenstoffspeicher aufweisen (z. B. Feuchtgebiete, Wälder mit hoher Artenvielfalt).
- **Treibhausgaseinsparung:** Die Nutzung von Biomasse muss im Vergleich zu fossilen Energieträgern eine signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen bewirken.
- **Zertifizierungspflicht:** Unternehmen müssen die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien durch anerkannte Zertifikate und Nachweise belegen.
- **Kontrollmechanismen:** Zertifizierungsstellen überwachen regelmäßig die Einhaltung der Vorgaben entlang der gesamten Lieferkette.

Diese Regelungen gelten sowohl für landwirtschaftliche als auch für forstwirtschaftliche Biomasse und sind verpflichtend für alle Anlagen, die Strom aus Biomasse erzeugen und eine Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Anspruch nehmen möchten.

5.7.5 Erneuerbare Gase (Grüner Wasserstoff & grünes Methan)

5.7.5.1 Grüner Wasserstoff

Wasserstoff kann künftig auf vielfältige Weise zur Wärmebereitstellung beitragen:

- **Nutzung der Abwärme aus Elektrolyseuren**, die bei der Umwandlung von erneuerbarem Strom in Wasserstoff entsteht (Abschnitt zur unvermeidbaren Abwärme)
- **Direkter Einsatz in KWK-Anlagen** (Kraft-Wärme-Kopplung)
- **Verteilung über Wasserstoffnetze** zur dezentralen Verbrennung bei den Endverbrauchern
- **Umwandlung in grünes Methan unter** Verwendung von biogenem oder atmosphärischem CO₂

⁴⁴ (Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2021)

Für die Analyse regionaler Potenziale sollten insbesondere produzierende Unternehmen sowie potenzielle Betreiber von Elektrolyseuren – etwa Stadtwerke – aktiv eingebunden werden. Eine gezielte Befragung dieser Akteure kann wertvolle Informationen liefern, unter anderem zu:

- Geplanten Wasserstoffproduktionsmengen
- Zeitlicher Verfügbarkeit (ab wann steht eigener Wasserstoff zur Verfügung?)
- Geplanten Kapazitäten
- Geplanter Nutzung: Wird der Wasserstoff ausschließlich intern verwendet? Wie verteilen sich die Anteile auf stoffliche Nutzung, Prozesswärme und Gebäudewärme? Welcher Anteil kann für die allgemeine Wärmeversorgung eingeplant werden?

Versorgungssicherheit und Standortwahl, ein weiterer Bestandteil der Potenzialanalyse sollte die Bewertung lokaler Speicheroptionen für Wasserstoff sein, um eine kontinuierliche Versorgung sicherzustellen. Zudem ist es aus Sicht des Stromsystems sinnvoll, Elektrolyseure bevorzugt in Regionen zu errichten, in denen langfristig ein Überschuss an erneuerbarer Energie erwartet wird.

In der Ergebnisdarstellung der Potenzialanalyse sollten ausschließlich die lokal geplanten Kapazitäten berücksichtigt werden, die konkret für die Wärmeversorgung – sei es für Prozesswärme oder Gebäudewärme – vorgesehen sind.

5.7.5.2 Grünes Methan

Grünes Methan ist ein synthetisch erzeugter Energieträger, der durch die Methanisierung von Wasserstoff entsteht. Dabei wird regenerativ erzeugter Wasserstoff mit biogenem oder atmosphärischem Kohlendioxid (CO₂) zu Methan umgewandelt. Dieser Prozess ermöglicht die Herstellung eines klimaneutralen Gases, das sich nahtlos in bestehende Gasinfrastrukturen integrieren lässt.

Im Gegensatz zu fossilem Erdgas verursacht grünes Methan bei seiner Verbrennung keine zusätzlichen CO₂-Emissionen, da das verwendete CO₂ bereits Teil des natürlichen Kreislaufs ist. Damit bietet es eine vielversprechende Option für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – insbesondere in Bereichen, in denen eine direkte Elektrifizierung technisch oder wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Grünes Methan kann in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Heizkesseln oder Industrieprozessen eingesetzt werden und eignet sich auch für die saisonale Speicherung großer Energiemengen. Durch seine chemische Ähnlichkeit zu Erdgas kann es über bestehende Gasnetze verteilt und in vorhandenen Anlagen genutzt werden, was den Infrastrukturaufwand deutlich reduziert.

Die Erschließung lokaler Potenziale für grünes Methan setzt eine enge Zusammenarbeit mit Netzbetreibern und potenziellen Produzenten voraus. Dabei sind Informationen zur geplanten Erzeugung, Speicherung und Nutzung entscheidend, um die Rolle von grünem Methan in der regionalen Wärmeplanung realistisch bewerten zu können.

5.7.5.3 Schlussfolgerung für die zukünftige Beheizung von Gebäuden

Absehbar dürfte Wasserstoff für die Erzeugung von Heizwärme und Niedertemperaturprozesswärme keine signifikante Rolle spielen. Das heutige Erdgasnetz wird nur dort auf Wasserstoff umgestellt, wo dies zur Versorgung von Industriekunden erforderlich ist. Eventuell können auch angrenzende Gebäude mit Wasserstoff beheizt werden.

Das bedeutet, dass eine Wasserstoffversorgung weder für die Heizung in Wohngebäuden noch in öffentlichen Liegenschaften eine realistische Zukunftsoption darstellt.

Es besteht das Risiko, dass die vage Option Wasserstoff die naheliegendere Alternative eines Wärmenetzes oder die Umstellung auf eine Wärmepumpe verhindert, sodass weiterhin fossiles Erdgas genutzt wird und der Auf- und Ausbau entsprechender Infrastrukturen weiter hinausgezögert werden.

Gebäude können mithilfe von Wärmepumpen und Wärmenetzen deutlich wirtschaftlicher beheizt werden als mit Wasserstoff. Der Einbau von H₂-ready-Heizungsanlagen birgt umgekehrt das hohe Risiko, langfristig hohe Heizkosten tragen zu müssen.

Zudem impliziert der Begriff „H₂-ready“ nicht, dass ein Betrieb mit reinem Wasserstoff möglich ist.

Teilweise definieren die Anbieter eine zulässige Beimischung von 30 Volumenprozent Wasserstoff⁴⁵. Da damit nur 10 % der Energie aus Wasserstoff gedeckt werden, ist eine derartige Anlage kein wirkungsvoller Beitrag zur Dekarbonisierung. Bei einer vollständigen Umstellung von Gasnetzen auf Wasserstoff ist zudem eine synchrone Überprüfung aller kundenseitigen Gasinstallationen sowie eine Anpassung aller am Netz hängenden Wärmeerzeuger und sonstigen Gasverbraucher auf die veränderten Eigenschaften des Brennstoffs Wasserstoff erforderlich.

Die verfügbaren Wasserstoffmengen werden aller Voraussicht nach nicht ausreichen, um alle bestehenden Gasnetze weiterzubetreiben. Gleichzeitig zeichnet sich ab, dass der Preis für Wasserstoff auch langfristig mindestens doppelt so hoch sein wird.

⁴⁵ Vgl. <https://www.bosch-homecomfort.com/de/de/wohngebaeude/foerderung-und-klima/klimaschutz-mit-bosch/mit-wasserstoff-heizen/>, abgerufen am 20.02.2026

Wasserstoff wird also nicht wettbewerbsfähig gegenüber Wärme aus Wärmepumpen oder Wärmenetzen sein.

5.7.6 Wärmespeicher

5.7.6.1 Großwärmespeicher

Großwärmespeicher werden in zukünftigen Wärmenetzen mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme eine zentrale Funktion übernehmen. Sie ermöglichen es, zeitliche Differenzen zwischen dem Wärmeangebot und der Wärmenachfrage auszugleichen und leisten darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Sektorenkopplung, insbesondere zwischen Strom- und Wärmesektor.

Die konkreten Anforderungen an Großwärmespeicher variieren je nach Struktur des jeweiligen Wärmenetzes sowie dem Verhältnis von Angebot und Nachfrage. In vielen Fällen kann es sinnvoll sein, verschiedene Speichertypen innerhalb eines Netzes zu kombinieren, um eine möglichst flexible und effiziente Wärmeversorgung sicherzustellen.

Grundsätzlich lassen sich Wärmespeicher nach ihrer Speicherdauer in drei Kategorien einteilen:

- Kurzfristige Speicher: für Zeiträume von mehreren Stunden bis wenigen Tagen, z. B. zur Überbrückung täglicher Lastschwankungen.
- Mittelfristige Speicher: mit einer Speicherdauer von mehreren Wochen, geeignet zur Pufferung von wetterbedingten Schwankungen bei erneuerbaren Energiequellen.
- Langfristige bzw. saisonale Speicher: zur Speicherung von Wärme über mehrere Monate, etwa zur Nutzung von Sommerüberschüssen im Winter.

Diese unterschiedlichen Speicherformen stellen jeweils spezifische Anforderungen an die verfügbare Fläche und die baulichen Gegebenheiten. Während kurzfristige Speicher oft kompakter realisiert werden können, benötigen saisonale Speicher in der Regel deutlich größere Volumina und Flächenreserven.

Tabelle 5-1: Wärmespeicher mit Kennwerten

Speichertyp	Speicher- dauer	Typische Kapazität	Tempera- turbereich	Flächenbe- darf	Typische Anwendung
Kurzfristiger Speicher	Stunden bis wenige Tage	0,1–10 MWh	60–120 °C	Gering bis mittel	Tag-Nacht-Ausgleich, Spit- zenlastabdeckung
Mittelfristiger Speicher	Wochen	10–500 MWh	60–120 °C	Mittel bis hoch	Wetterbedingte Schwankun- gen erneuerbarer Wärme
Langfristiger Speicher	Monate (saisonal)	500 MWh – >10 GWh	30–95 °C	Hoch (z. B. Erdbecken)	Sommer-Winter-Ausgleich, saisonale Speicherung

5.7.6.2 Saisonale/Langfristiger Speicher

Erdbeckenspeicher: Erdbeckenspeicher stellen eine bewährte Technologie für die saisonale Wärmespeicherung dar. Sie bestehen entweder aus:

- einfachen, abgedeckten Erdbecken mit großer Oberfläche und geringer Tiefe oder
- kompakteren Stahlbeton-Tanks, die durch ihre größere Tiefe weniger Fläche beanspruchen.

In der Regel werden diese Speicher mit Wasser befüllt und ermöglichen die Speicherung von Wärme mit Temperaturen bis zu 95 °C. Je nach Bauweise eignen sie sich sowohl für Randlagen urbaner Räume als auch für ländliche Gebiete. Die Identifikation geeigneter Flächen erfolgt idealerweise im Rahmen eines Flächenscreenings, das auch für solarthermische Freiflächenanlagen durchgeführt wird.

Aquifer-Wärmespeicher: Eine weitere Möglichkeit bietet die Nutzung von Aquiferen – wasserführenden Gesteinsschichten im Untergrund – als Wärmespeicher. Um Wärme effizient und mit geringen Verlusten bei Temperaturen bis zu 95 °C speichern zu können, sind Tiefen von bis zu 1.500 m erforderlich. Die Eignung des Untergrunds wird im Rahmen einer Geothermie-Potenzialanalyse geprüft.

Wichtige Voraussetzungen für Aquifer-Speicher sind:

- Geringe natürliche Grundwasserströmung
- Geeignete Grundwasserchemie

- Eine Speicherschicht mit mindestens 20 m Mächtigkeit

Geeignete geologische Bedingungen finden sich insbesondere im Oberrheingraben, im Norddeutschen Becken sowie im Süddeutschen Molassebecken. Im Vergleich zu Erdbeckenspeichern ist der Flächenbedarf an der Oberfläche geringer, allerdings können bei großen Speicherkapazitäten mehrere Dubletten (Paarungen aus Förder- und Injektionsbrunnen) erforderlich sein, was den Flächenbedarf wieder erhöht. Zudem sind die Investitionskosten deutlich höher, und es besteht das Risiko, dass keine geeigneten geologischen Formationen vorhanden sind – insbesondere bei unzureichender Datenlage.

Erdsonden-Wärmespeicher: Erdsonden-Wärmespeicher speichern Wärme ebenfalls im Untergrund, jedoch in geringeren Tiefen (bis ca. 400 m). Die speicherbaren Temperaturen sind entsprechend niedriger, was sie besonders für Niedertemperatur-Wärmenetze geeignet macht. Auch hier erfolgt die Bewertung der Eignung im Rahmen einer Geothermie-Potenzialanalyse.

Anforderungen an den Untergrund:

- Bohrbar
- Hohe Wärmeleitfähigkeit und -kapazität
- Geringe hydraulische Leitfähigkeit
- Minimale Grundwasserbewegung.

Die Datenlage in diesen Tiefen ist in der Regel besser als bei tiefen Aquiferen, was die Planung erleichtert.

Integration in Wärmenetze: Bei der Einbindung saisonaler Speicher in urbane Wärmenetze mit hohen Vorlauftemperaturen ist häufig eine Temperaturanhebung erforderlich – beispielsweise durch den Einsatz von Großwärmepumpen. Die dafür benötigten Flächen sollten bereits im Rahmen der Potenzialanalyse bzw. des Flächenscreenings berücksichtigt werden.

5.7.6.3 Kurz- bis mittelfristige Wärmespeicher

Für die Speicherung von Wärme über kürzere Zeiträume eignen sich insbesondere Behälterspeicher. Diese bestehen in der Regel aus Stahlbeton mit einer geeigneten inneren Auskleidung und sind zur Minimierung von Wärmeverlusten außen gedämmt. Typischerweise weisen sie eine zylindrische Bauform auf und können ein Speichervolumen von bis zu 50.000 m³ erreichen. Temperaturen von über 100 °C sind möglich. Voraussetzung für den Bau sind stabile Bodenverhältnisse. Im Vergleich zu Erdbeckenspeichern benötigen

Behälterspeicher deutlich weniger Grundfläche und lassen sich daher auch gut im urbanen Raum realisieren – häufig auf dem Gelände bestehender Kraftwerke oder Heizzentralen.

Druckspeicher: Für Anwendungen mit höheren Speichertemperaturen von bis zu 160 °C kommen Druckspeicher zum Einsatz. Auch sie sind zylindrisch aufgebaut, jedoch ist das Einzelvolumen in der Regel kleiner als bei drucklosen Behälterspeichern. Um größere Speicherkapazitäten zu erreichen, können mehrere Druckspeicher in Kaskade geschaltet werden. Aufgrund des geringeren spezifischen Volumens benötigen Druckspeicher mehr Grundfläche als klassische Behälterspeicher. Dennoch ist auch ihre Errichtung im städtischen Umfeld möglich, etwa auf dem Gelände neuer oder bestehender Heizzentralen in Wärmenetzen.

5.7.7 Erneuerbare Stromerzeugung und elektrische Wärmeerzeugung

5.7.7.1 Freiflächen Photovoltaik

Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind eine zentrale Säule der Energiewende und ermöglichen die effiziente Nutzung solarer Einstrahlung zur Stromerzeugung auf größeren, unbebauten Flächen. Im Gegensatz zu Dachanlagen werden die PV-Module hier bodennah installiert – meist auf landwirtschaftlich weniger genutzten Flächen, Konversionsflächen oder entlang von Verkehrswegen.

Diese Anlagen zeichnen sich durch hohe Flächeneffizienz und gute Skalierbarkeit aus. Die erzeugte Energie wird in der Regel direkt ins öffentliche Stromnetz eingespeist und trägt zur regionalen Versorgung mit erneuerbarem Strom bei.

Für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen sind bestimmte Kriterien zu beachten:

- Flächengröße: In der Regel sind mehrere Tausend Quadratmeter erforderlich.
- Netzanbindung: Die Nähe zu bestehenden Stromnetzen reduziert Kosten und erleichtert die Einspeisung.
- Bodenqualität: Vorrang haben Flächen mit geringer landwirtschaftlicher Wertigkeit oder bereits versiegelte bzw. vorbelastete Areale.
- Naturschutz und Landschaftsbild: Umweltverträglichkeit und Akzeptanz in der Bevölkerung spielen eine zentrale Rolle.

Geeignete Flächen können unter anderem sein:

- Konversionsflächen (ehemals militärisch oder industriell genutzt)
- Randbereiche von Gewerbegebieten
- Deponien, Halden oder Lärmschutzwälle

- Verkehrsnahe Flächen entlang von Autobahnen oder Bahntrassen

Bei einer Doppelnutzung mit einer ökologischen Integration von Moderne Konzepten stellt sich die Agri-Photovoltaik, bei der landwirtschaftlichen Nutzung und Stromerzeugung kombiniert werden, etwa durch Beweidung mit Schafen oder den Anbau von Sonderkulturen zwischen den Modulreihen. Auch Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität, wie Blühstreifen oder Insektenhabitate lassen sich gut integrieren.

Als Beitrag zur Energiewende bieten Freiflächen-PV-Anlagen ein hohes Ausbaupotenzial und sind ein kosteneffizienter Weg zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien. Sie leisten nicht nur einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Stromsektors, sondern können – in Kombination mit Speichern oder Power-to-X-Technologien – auch perspektivisch in die Wärme- und Mobilitätswende eingebunden werden.

5.7.7.2 Photovoltaik auf Hausdächern

Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Hausdächern bietet eine effiziente und nachhaltige Möglichkeit, Strom direkt am Ort des Verbrauchs zu erzeugen. Sie nutzt die vorhandene Dachfläche, um Sonnenenergie in elektrische Energie umzuwandeln – emissionsfrei, geräuschlos und langfristig kostensparend. Besonders Ein- und Mehrfamilienhäuser mit geeigneter Dachausrichtung und -neigung können durch PV-Anlagen ihren Eigenverbrauch deutlich steigern und gleichzeitig zur lokalen Energiewende beitragen. Überschüssiger Strom kann ins öffentliche Netz eingespeist oder in Batteriespeichern für den späteren Verbrauch zwischengespeichert werden.

Vorteile von dachmontierter Photovoltaik im Überblick

- **Unabhängigkeit vom Strommarkt:** Eigenproduzierter Strom reduziert die Abhängigkeit von steigenden Energiepreisen.
- **Klimaschutz:** Jede Kilowattstunde Solarstrom vermeidet CO₂-Emissionen und unterstützt die Dekarbonisierung.
- **Wirtschaftlichkeit:** Durch Eigenverbrauch und Einspeisevergütung amortisieren sich PV-Anlagen oft innerhalb weniger Jahre.
- **Wertsteigerung der Immobilie:** Gebäude mit PV-Anlagen gelten als zukunftsfähig und energieeffizient.

Voraussetzungen und Planung für eine erfolgreiche Umsetzung sind folgende Aspekte zu prüfen:

- **Dachfläche und Statik:** Ist genügend Platz vorhanden und trägt die Konstruktion die zusätzliche Last?

- **Ausrichtung und Neigung:** Süddächer mit 30–40° Neigung sind besonders effizient, aber auch Ost-West-Ausrichtungen sind wirtschaftlich sinnvoll.
- **Verschattung:** Bäume, Nachbargebäude oder Dachaufbauten sollten die Module nicht dauerhaft beschatten.
- **Netzanbindung und Speicheroptionen:** Eine intelligente Kombination mit Batteriespeichern oder Wärmepumpen erhöht die Eigenversorgung.

Bei einer kommunalen Energieplanung spielen Photovoltaik auf Hausdächern zentrale Rolle in der dezentralen Energieversorgung. Sie entlastet das Stromnetz, stärkt die regionale Wertschöpfung und fördert die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Energiewende. Kommunen können durch gezielte Beratung, Förderprogramme und die Bereitstellung von Solarkatastern die Umsetzung aktiv unterstützen.

5.8 Erfasste Potenziale im Projektgebiet

In diesem Absatz werden die ermittelten Energiepotenziale der Projektkommune vorgestellt. Dabei wurde zwischen den elektrischen und thermischen Potenzialen unterschieden. Die nachfolgende Tabelle 5-2 stellt eine Auswahl der wichtigsten Kriterien für die Analyse dar.

Tabelle 5-2: Potenziale und zugehörige Auswahlkriterien

POTENZIAL	WICHTIGSTE KRITERIEN
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV-Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV-Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte
KWK-Anlagen	Bestehende KWK-Standorte, installierte elektrische und thermische Leistung
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Bodentypen
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen an Flüssen und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern