

Kommunale Wärmeplanung Einführung in den Technikkatalog



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Einführung in den Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg

Version 1.1

Der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg von der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA-BW) erstellt.

Autorinnen und Autoren der KEA-BW der aktuellen Version:

Dr. Max Peters, Boris Bartenstein, Holger Hebisch, Christian Kaiser, Florian Anders

Im Technikkatalog zur Unterstützung der kommunalen Wärmeplanung werden Kennwerte etablierter Techniken und spezifische Investitionskosten zusammengetragen. Der Technikkatalog wird von der KEA-BW auf ihrer [Website](#) zur Verfügung gestellt. Die Werte stammen aus Literaturrecherchen sowie aus der Planungspraxis, von Marktakteuren und der Wissenschaft. Die Erstellung wurde durch einen mehrphasigen Beteiligungsprozess von wissenschaftlichen Institutionen, Dienstleistungsunternehmen im Bereich kommunale Wärmeplanung sowie Verbänden, Kammern und Energieversorgern begleitet. Das Konzept zu diesem Technikkatalog wurde zusammen mit der Dänischen Energieagentur (DEA) im Rahmen des *Deutsch-Dänischen Dialogs Wärmewende Baden-Württemberg* erstellt.

Dieser Technikkatalog soll regelmäßig überarbeitet und die Einträge bei Bedarf aktualisiert werden. Dazu werden auch weiterhin Verbände, wissenschaftliche Institutionen und weitere Akteure beteiligt. Rückmeldung und Kommentare zum Technikkatalog sammelt und wertet die KEA-BW laufend aus. Kontakt: waermewende@kea-bw.de

Stuttgart im Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

Änderungsverzeichnis zur Vorgängerversion	4
Einleitung.....	7
1 Hintergründe der kommunalen Wärmeplanung.....	9
2 Motivation für einen Technikkatalog.....	12
3 Einführung in den Technikkatalog	14
4 Anwendungsfelder des Technikkatalogs.....	15
4.1 EMISSIONSFAKTOREN CO₂.....	16
4.2 PREISENTWICKLUNGEN FÜR ENERGIETRÄGER UND CO₂.....	17
4.3 TECHNOLOGIEDATEN	17
4.4 ANGABEN ZU GEBÄUDEN (ENDENERGIEVERBRAUCH).....	19
5 Aufbau und Umfang des Technikkatalogs.....	21
5.1 HINWEISE ZU DATENGRUNDLAGEN.....	21
5.2 TABELLENUMFANG	22
5.3 HINWEISE ZUM TABELLENAUFBAU	25
Danksagung	28

Änderungsverzeichnis zur Vorgängerversion

Übergeordnete Kommentare:

- ✓ **Anpassung des Zieljahrs** des kommunalen Wärmeplans mit entsprechenden Projektionen der Kennwerte auf das Jahr 2040 (nach § 27 Abs. 1 Satz 2 KlimaG BW).
- ✓ **Bereitstellung von Kostenkurven** für spezifische Investitionskosten versus unterschiedliche Anlagenleistung für alle Technologien.
- ✓ **Anpassung Referenzjahr** der Ist-Kosten auf das Jahr 2022. **Aktuelle Herstellerangaben.**
- ✓ **Berücksichtigung aktueller Investitionskosten, zukünftiger Kostensteigerungen und Technologieentwicklungen** bei allen Kennwerten.
- ✓ **Anpassung der Preisentwicklungen für CO₂ und bei Energieträgern.**
- ✓ **Reduzierung der Kennwerte und Vereinheitlichung der Tabellen.**

Kommentare zu einzelnen Einträgen:

1. Übergreifende Themen

1.1 CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und Prozesse

Anpassung Entwicklung spezifischer Treibhausgas-Emissionen 2022.

Ergänzung weiterer Technologien zur Wärmeerzeugung.

1.2 Preisentwicklungen CO₂, verschiedene Energieträger und Inflation:

Generell: Aktuelles Preismodell neu nach World Energy Outlook 2022.

1.2.1 Inflation

Neue Prognosen gemäß IWF bis 2025, ab 2026 EZB-Langfristziel.

1.2.2 CO₂ (Non-ETS)

Aussetzung der Preissteigerung 2023, ab 2024 Fortführung des bisherigen Pfads nach BEHG, ab 2027 15 €/a Teuerungsrate.

1.2.8 Synthetische Brennstoffe (Power-to-Gas)

Neue Darstellung als Bandbreite der unterschiedlichen Prognosen ab 2030.

2. Anlagen und Technologien zentraler Wärmeerzeugung

2.2 Blockheizkraftwerke (BHKW, zentrale Anlagen)

Keine getrennte Erfassung dezentraler Technologie mehr. Siehe Tabelle 3.8.

2.3 Groß-Wärmepumpen Umweltwärme/Abwärme (niederkalorisch)

Angabe Erschließungskosten, exemplarisch belegt für Abwasserabwärme.

2.4 Geothermie-Anlagen:

2.4.1 Oberflächennahe Geothermie – Quellenerschließung

Kostendegression Erdwärmesonden und -kollektoren korrigiert.

Angabe neu als Mittelwert (keine Bandbreite).

3. Anlagen und Technologien dezentraler Wärmeversorgung

3.1 Gas-Brennwertkessel

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

Leistungsklassen und spezifische Investitionskosten angepasst.

3.2 Heizöl-Brennwertkessel

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

Leistungsklassen und spezifische Investitionskosten angepasst.

3.4 Biomassekessel – automatisch beschickt

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

Leistungsklassen und spezifische Investitionskosten angepasst.

Bei Pelletkesseln: Angaben nur für Brennwertgeräte.

3.5 Biomassekessel – manuell beschickt

Dieser Bereich wird nicht mehr gepflegt.

3.6 Holzheizungen

Dieser Bereich wird nicht mehr gepflegt.

3.7 Elektrische Wärmepumpen:

Generell: Neue Marktrecherche mit gemittelten Endkundenpreisen aus aktuellen Herstellerpreislisten. Inklusive Montage- und Wartungskosten.

Leistungsbereiche überschneidungsfrei definiert.

3.7.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen

Angaben für Monoblock-Wärmepumpen zur Außenaufstellung.

3.7.2 Luft-Luft-Wärmepumpen

Angaben für Mono-Splitgerät-Systeme.

3.8 Blockheizkraftwerke (BHKW, dezentrale Anlagen)

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

3.9 Dach-Solarthermieanlagen

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

3.11 Dach-PV-Anlagen (Stromheizung und/oder Warmwasserbereitung)

Vollständige Überarbeitung der Einträge.

4. Infrastrukturen der Energieverteilung (Wärme- und Gasnetze)

4.1 Wärmenetze konventionell

Hinweis auf Investitionskosten in Großstädten.

4.2 Wärmenetze Niedertemperatur

Hinweis auf Investitionskosten in Großstädten.

4.3 Kalte Nahwärmenetze

Vereinheitlichung Netzgewinne auf unteren Schätzwert

Angabe neu als Mittelwert (keine Bandbreite).

5. Speichertechnologien für die Wärmeversorgung

5.1 Pufferspeicher (Stunden-, Tagesspeicher)

Aufteilung in Trinkwasserspeicher und Pufferspeicher.

Reduzierung der Kennwerte und Vereinheitlichung.

6. Angaben zu Gebäuden

6.1 Flächenbezogener Endenergiebedarf von Gebäuden

Referenz BMWI (2014) auf Zieljahr KlimaG BW 2040 für Wohngebäude.

Angaben Bedarfsreduzierung zusätzlich als relative Werte.

Einleitung

Der hier vorgestellte, überarbeitete Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung (Version 1.1) bietet Planungsgrundlagen zur Erstellung und Fortschreibung kommunaler Wärmepläne und der Maßnahmen in diesen Plänen an. Der kommunale Wärmeplan ist ein wesentliches Planungswerkzeug für die klimaneutrale Stadtentwicklung und für das Erreichen des klimaneutralen Gebäudebestands aller Kommunen in Baden-Württemberg spätestens bis zum Jahr 2040.

Der große Mehrwert eines kommunalen Wärmeplans besteht darin, dass er kommunalen Entscheidungsträgerinnen und -trägern einen strategischen Fahrplan und Handlungsmöglichkeiten für eine erfolgreiche Wärmewende für die kommenden Jahrzehnte aufzeigt. Weitere wichtige Zielgruppen sind die Verwaltung mit ihren Fachabteilungen, Energieunternehmen sowie die Bürgerschaft. Daraus ergeben sich **hohe Anforderungen an die Belastbarkeit und Vergleichbarkeit eines kommunalen Wärmeplans**.

Bei der Entwicklung eines Szenarios zur klimaneutralen Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs, dem so genannten „Zielszenario 2040“, und der Formulierung eines Transformationspfads zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans in der kommunalen Wärmewendestrategie besteht großer **Bedarf an verlässlichen Planungsgrundlagen**. Ziel ist es, dass alle durch das Klimaschutzgesetz des Landes zur Planerstellung verpflichteten Stadtkreise und großen Kreisstädte sowie alle freiwillig planenden Gemeinden **robuste kommunale Wärmepläne ausarbeiten und umsetzen**.

Grundlegende Energiekennwerte, spezifische Investitionskosten sowie Preisentwicklungen werden im Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst und bei Bedarf aktualisiert. Neben dem [Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung](#), der die Methodik zur Planerstellung und den Prozess der kommunalen Wärmeplanung vorstellt, **unterstützt das Land Baden-Württemberg mit diesem Katalog Fachplanerinnen und Fachplaner von kommunalen Wärmeplänen**. Die Anwendung des Technikkatalogs, beziehungsweise der darin vorgestellten Kennwerte, und die Berücksichtigung des Handlungsleitfadens soll ein hohes Maß an Standardisierung der Methodik und Vergleichbarkeit bei der Erstellung und Fortschreibung der kommunalen Wärmepläne ermöglichen.

Der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung hält Folgendes bereit: die wesentlichen Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme, Preisentwicklungen verschiedener Energieträger und CO₂, CO₂-Emissionsfaktoren von Strom- und Wärmeerzeugung über verschiedene Prozesse sowie Angaben zur Effizienzsteigerung in Gebäuden.

Diese Angaben sollen bei der Ausweisung von Eignungsgebieten, bei der Analyse von Wärmenetzverteilkosten oder Wärmeevollkosten, bei der Bilanzierung des Zielszenarios und in den Maßnahmenbeschreibungen in der kommunalen Wärmewendestrategie zur Anwendung kommen. Darüber hinaus lassen sich die hier vorgestellten Kennwerte in auf dem kommunalen Wärmeplan aufbauenden Instrumenten, wie zum Beispiel integrierte Quartierskonzepte, Machbarkeitsstudien oder Wärmenetz-Transformationspläne (siehe Kasten, S. 19), anwenden.

Die hier zusammengefassten Kennwerte und Prognosen sind damit als plausible Annahmen für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans zu sehen. Sie allein erlauben jedoch keine Projekt- oder Planungsvorbereitungen für konkrete Vorhaben. Denn: Der Technikkatalog kann weder die aktuellen Dynamiken der Preisentwicklungen noch absolut zuverlässige Prognosen aufstellen. Die Einträge dienen daher der Orientierung bei den unterschiedlichen Anwendungsfeldern des Katalogs und stellen damit eine wichtige Basis für gemeinschaftliche Planungsgrundlagen dar.

Sofern eine Gemeinde noch nicht in die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans eingestiegen ist, oder sich im Prozess der Planerstellung vor dem Arbeitsschritt „Aufstellung Zielszenario“ befindet, empfiehlt sich die Anwendung der aktuellen Version 1.1 des Technikkatalogs. Für im Prozess weit vorangeschrittene Gemeinden lautet die Empfehlung, die vorangehende Version 1.0 des Katalogs aus Gründen der Konsistenz, insbesondere bei der Szenarienentwicklung, zu verwenden. In Einzelfällen sollten jedoch die Ergebnisse, zum Beispiel die Kartierung der Eignungsgebiete oder die CO₂-Bilanzierung im Zieljahr, kritisch mit den aktuellen Angaben überprüft werden. Bei der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans ist die aktuelle Version des Technikkatalogs zu verwenden.

1 Hintergründe der kommunalen Wärmeplanung

Der kommunale Wärmeplan ist ein zentrales Instrument für eine klimaneutrale Stadtentwicklung und für das Erreichen des klimaneutralen Gebäudebestands aller Kommunen in Baden-Württemberg spätestens bis zum Jahr 2040.

Mit dem [Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg](#) (KlimaG BW) gibt das Land Baden-Württemberg allen Gemeinden die Chance, einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen und fortzuschreiben. Die großen Kreisstädte und Stadtkreise müssen bis zum 31. Dezember 2023 einen kommunalen Wärmeplan vorlegen. Zusätzlich steht allen Gemeinden und Planungskonvois ein [Förderprogramm für die freiwillige kommunale Wärmeplanung](#) zur Verfügung.

Das KlimaG BW macht Wärmeplanung mit der Verpflichtung zur Erstellung und Fortschreibung eines kommunalen Wärmeplans für Stadtkreise und Große Kreisstädte zum Gegenstand der kommunalen Daseinsvorsorge. **Kommunale Wärmeplanung im Sinne des KlimaG BW ist ein strategischer Planungsprozess mit dem Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040.** Die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans ist Bestandteil dieses Prozesses. Ein kommunaler Wärmeplan umfasst vier Elemente, die im [Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung](#) des Umweltministeriums detailliert beschrieben werden.

Ein kommunaler Wärmeplan umfasst folgende vier Elemente:

1. Bestandsanalyse

Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude.

2. Potenzialanalyse

Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie Erhebung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien, der Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärmepotenziale.

3. Aufstellung Zielszenario

Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärme zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dazu gehört eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2040 mit einem Zwischenziel für das Jahr 2030.

4. Wärmewendestrategie

Formulierung eines Transformationspfads zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans, mit ausgearbeiteten Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und Zeitplan für die nächsten Jahre und einer Beschreibung möglicher Maßnahmen für die Erreichung der erforderlichen Energieeinsparung und den Aufbau der zukünftigen Energieversorgungsstruktur.

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung führt Potenziale und Bedarfe systematisch zusammen. Auf diese Weise lassen sich Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen im künftigen Energiesystem definieren und lokal umsetzen. Bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans sind möglichst frühzeitig und fortlaufend die Öffentlichkeit, insbesondere Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft, zu beteiligen.

Bei der nachfolgenden Einbindung des kommunalen Wärmeplans in die weiteren kommunalen Planungsaufgaben sollten die Beteiligten der Wärme- und Stadtplanung sich regelmäßig abstimmen. **Ein kommunaler Wärmeplan wirkt dabei als Routenplaner.** Denn seine Ergebnisse und Handlungsvorschläge dienen dem Gemeinderat, den Fachabteilungen, Energieunternehmen wie allen Ausführenden als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Während des gesamten Prozesses gilt es, die Inhalte anderer Vorhaben innerhalb der Kommune, etwa die der Flächennutzungs- oder Bebauungsplanung, aber auch der Regionalplanung zu berücksichtigen und miteinander abzugleichen.

Die Erstellung des kommunalen Wärmeplans hat auf dem jeweils aktuellen Kenntnisstand zu Rahmenbedingungen, Technologie- und Kostenentwicklungen zu erfolgen. Bei der Weiterentwicklung der Wärmewendestrategie mit Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans müssen entsprechend auch die zugrundeliegenden Annahmen aktualisiert werden.

Im Laufe der Jahre werden somit die notwendigen Schritte zur Zielerreichung immer konkreter und der Transformationspfad immer genauer quantifiziert. Im hier vorgestellten Technikkatalog für Fachplanerinnen und Fachplaner werden diese wesentlichen Kenngrößen, Annahmen und Prognosen zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung bereitgehalten.

2 Motivation für einen Technikkatalog

Das KlimaG BW definiert Mindestinhalte eines kommunalen Wärmeplans und gibt die verpflichtend zu veröffentlichenden Kartenwerke und Kennzahlen vor¹. Konkret fordert das KlimaG BW *eine Szenarientwicklung für die Jahre 2030 und 2040 mit einer flächendeckenden Darstellung der zur klimaneutralen Bedarfsdeckung geplanten Versorgungsstruktur* (§ 27 Absatz 2 Satz 1 Punkt 3 KlimaG BW).

Diese Versorgungsstrukturen können in so genannten „Eignungsgebieten“ für Wärmenetze und dezentrale Wärmeversorgung dargestellt werden und die Entscheidungsgrundlage für anschließende Planungsschritte bilden. Darüber hinaus sind laut KlimaG BW **mindestens fünf Maßnahmen zu benennen und zu beschreiben**, mit deren Umsetzung innerhalb der ersten fünf Jahre nach der Planerstellung begonnen werden soll. Diese fünf aus dem Zielszenario abgeleiteten Maßnahmen sind Teil des Maßnahmenpaketes, das in Summe den Transformationspfad auf dem Weg zur Klimaneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 ergibt. Dieser Pfad wird in der kommunalen Wärmewendestrategie beschrieben.

Damit die im kommunalen Wärmeplan zu erarbeitenden Szenarien und Maßnahmen auf einer belastbaren Grundlage ruhen, stellt das Land Baden-Württemberg allen Fachplanerinnen und Fachplanern kommunaler Wärmepläne einen Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung bereit.

Neben einer soliden technisch-wirtschaftlichen Entscheidungsgrundlage für einen einzelnen kommunalen Wärmeplan, werden damit Grundlagen für die Fortschreibung des Plans sowie ein hohes Maß an Vergleichbarkeit mit den kommunalen Wärmeplänen benachbarter Kommunen, im Landkreis, der Region bis hin zum Land geschaffen. Alle kommunalen Wärmepläne werden in einer landesweiten Datenbank erfasst, dort vom zuständigen Regierungspräsidium geprüft (§ 27 Absatz 4 KlimaG BW) und zukünftig vom Land für die weitere politische Steuerung der Transformation der Wärmeversorgung ausgewertet.

Der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung orientiert sich an seinem dänischen Vorbild, dem „[Teknologikataloger](#)“, welcher von der Dänischen Energieagentur (DEA) bereitgestellt und regelmäßig überarbeitet wird. An dieses Vorbild wurde der hier vorgestellte Technikkatalog angelehnt, dann weiterentwickelt und an die Anforderungen der kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg angepasst.

¹ *Energiekennwerte (verpflichtend nach KlimaG BW, zur Lieferung an Datenbank): Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, genutztes Endenergiepotenzial zur klimaneutralen Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung.*

Während der dänische Technikkatalog verpflichtend zur Anwendung im Zuge der strategischen Energie- und Wärmeplanung kommt, ist der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg ein Unterstützungsangebot des Landes für Fachplanerinnen und Fachplaner. Weicht eine Planerin oder ein Planer mit Annahmen von den Vorschlägen des Technikkatalogs ab, sollten diese jedoch gegenüber der Kommune begründet werden.

In seiner ersten Version ist der Katalog auf wesentliche, marktfähige Technologien der zentralen und dezentralen Wärmeerzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme fokussiert.

Im dänischen Technikkatalog werden zudem sozioökonomische Vergleiche von Handlungsalternativen vorgenommen. Auch wenn sich ein gesteigerter Mehrwert eines kommunalen Wärmeplans in einem solchen Vergleich ergeben kann, fokussiert der Technikkatalog bewusst auf die Planerstellung im Sinne des KlimaG BW und die darin definierten Anforderungen an einen kommunalen Wärmeplan. Aus diesem Grund werden hier folgende Ansätze nicht betrachtet: die Berücksichtigung von zum Beispiel weiteren Klimaschäden über die Bepreisung von CO₂ hinaus, qualitative Einordnungen verschiedener Technologien oder alternative Ansätze zur Entscheidungsfindung, wie zum Beispiel Knappheitsbeschränkungen oder Preisrisiken.

Der Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung richtet sich vor allem an verantwortliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kommunalen Fachabteilungen, externe Dienstleistungsunternehmen, die im Auftrag der Kommune den kommunalen Wärmeplan erstellen, sowie Entscheidungsträgerinnen und -träger im Prozess der kommunalen Wärmeplanung.

Neben dem [Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung](#) soll der Technikkatalog helfen, eine gute Planungspraxis der kommunalen Wärmeplanung im Land zu etablieren.

[Die KEA-BW stellt den Technikkatalog auf ihrer Website zum Download bereit.](#)

3 Einführung in den Technikkatalog

Um Szenarien und Maßnahmen im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans aufstellen zu können, ziehen Fachplanerinnen und Fachplaner kommunaler Wärmepläne verschiedene technische Grundlagen heran. Ein naheliegendes Beispiel solcher zentraler Planungsgrundlagen ist die Treibhausgasbilanzierung bei der Erstellung von Klimaschutzkonzepten oder der Energieleitplanung. Die ausgestoßenen Mengen an Treibhausgasen im Wärmebereich werden anhand der Beheizungsstruktur, der eingesetzten Energieträger, ihres Verbrauchs und der jeweils zugehörigen Emissionsfaktoren für die verschiedenen Sektoren (private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung, Industrie, Kommune) ermittelt. Diese Emissionsfaktoren sind entweder Mittelwerte aus gleichartigen Anlagen, oder Ansätze, die individuelle Gegebenheiten berücksichtigen, wie zum Beispiel regional erzeugtes Biogas. Entsprechende Daten finden sich in der wissenschaftlichen Literatur (siehe Tabelle 1.1 CO₂-Emissionsfaktoren, nach GEMIS) und werden dort auch diskutiert.

Diese methodische Herangehensweise lässt sich auf weitere Grundlagen im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans übertragen und unterstreicht die **Motivation zur Schaffung von gemeinschaftlichen Planungsgrundlagen für die kommunale Wärmeplanung**. Im Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung werden bereitgehalten:

- CO₂-Emissionsfaktoren für die Strom- und Wärmeerzeugung aus verschiedenen Prozessen,
- Annahmen zur Preisentwicklung verschiedener Energieträger und CO₂,
- Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme und
- Endenergieverbräuche von Gebäuden und Zielwerte nach Altersklassen.

Sie sollen maßgeblich bei der Ausweisung von Eignungsgebieten, bei der Analyse von Wärmenetzverteilkosten oder Wärmevollkosten, bei der Erstellung und Bilanzierung des Zielszenarios und für die Maßnahmenbeschreibungen in der kommunalen Wärmewendestrategie zur Anwendung kommen.

Die hier zusammengetragenen Kennwerte und Annahmen sind als Näherungen zum Vergleich verschiedener Versorgungssysteme für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans zu sehen. Sie erlauben weder eine Projekt- oder Planungsvorbereitung für konkrete Projekte im Sinne der Allgemeinen Honorarordnung oder der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, noch ersetzen sie gültige Normen, gesetzliche Anforderungen oder Richtlinien. An Stellen, an denen der Einsatz dieser bestehenden Planungsgrundlagen nötig ist, wurden sie im Tabellenwerk referenziert.

4 Anwendungsfelder des Technikkatalogs

Grundsätzlich stellt der [Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung](#) des Umweltministeriums allen Fachplanerinnen und -planern einen standardisierten Lösungsweg zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans vor. Die Anwendung der dort schrittweise beschriebenen Methodik erlaubt eine systematische Erarbeitung der Anforderungen an die Erstellung und Fortschreibung eines kommunalen Wärmeplans nach dem KlimaG BW (siehe auch das dazugehörige [Muster-Leistungsverzeichnis](#) der KEA-BW).

Die im Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung zusammengetragenen Daten ersetzen die im Handlungsleitfaden genannten „Technikkennzahlen“ in den Fußnoten und beinhalten weitere Planungsgrundlagen für die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans. Die Daten aus dem Technikkatalog können in folgenden Bereichen zur Anwendung kommen:

Emissionsfaktoren CO₂

- Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz für das Basisjahr nach Sektoren und Energieträgern
- Energie- und Treibhausgasbilanz im Zielszenario 2040 und Zwischenschritt 2030
- Energie- und Treibhausgasbilanzen von Einzelmaßnahmen in der kommunalen Wärmewendestrategie (Maßnahmenbeschreibungen), CO₂-Einsparpotenziale
- Monitoring Zielerreichung, Fortschreibung

Preisentwicklungen für Energieträger und CO₂

- Ausweisung von Eignungsgebieten (Zonierung) für Wärmenetze und Einzelheizungen anhand von Fernwärmeverteiler- oder Wärmevervollkosten
- Maßnahmenbeschreibung in der kommunalen Wärmewendestrategie (Abschätzung Investitionskosten)

Technologiedaten

- Ausweisung von Eignungsgebieten (Zonierung) für Wärmenetze und Einzelheizungen anhand von Fernwärmeverteiler- oder Wärmevervollkosten
- Maßnahmenbeschreibung in der kommunalen Wärmewendestrategie (Abschätzung Investitionskosten)

Angaben zu Gebäuden (Endenergieverbrauch)

- Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz im Zuge der Potenzialanalyse
- Berechnung des zukünftigen Wärmebedarfs von Gebäuden
- Identifizierung von möglichen Sanierungsgebieten

In Version 1.1 des Technikkatalogs zur kommunalen Wärmeplanung befinden sich an gewissen Stellen noch Lücken in der Datengrundlage, oder die Stichprobengröße ist noch gering. Mit zukünftigen Revisionen sollen auch diese nachgebessert werden.

Die hier vorgestellten Kennwerte können zusätzlich in auf dem kommunalen Wärmeplan aufbauenden Planungsvorhaben, wie zum Beispiel integrierte Quartierskonzepte, Machbarkeitsstudien oder Wärmenetz-Transformationspläne (siehe Kasten, S. 19), angewandt werden.

4.1 EMISSIONSFAKTOREN CO₂

Für die Energie- und Treibhausgasbilanzierung im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans (siehe Kapitel 3.2 Handlungsleitfaden), müssen CO₂-Emissionsfaktoren zugrunde gelegt werden. Die Bilanzierung muss für das Basisjahr, für das Jahr 2030 als Zwischenschritt und für das Zielszenario im Jahr 2040 erstellt werden. Da sich die CO₂-Emissionsfaktoren mit den weiteren energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den kommenden Jahrzehnten ändern werden, bieten die Einträge für die Wärme- und Stromerzeugung im Technikkatalog eine Orientierung.

Zusätzlich können Einzelmaßnahmen in der Erarbeitung der kommunalen Wärmewendestrategie bilanziert und zum Beispiel anhand ihres CO₂-Einsparpotenzials für die Strategie priorisiert werden. Im Folgenden werden im Prozess der kommunalen Wärmeplanung Maßnahmen gemonitort und die Strategie in der Fortschreibung des Wärmeplans iterativ angepasst. Dieser Prozess ist ausführlich im Handlungsleitfaden Kapitel 3.4 beschrieben.

4.2 PREISENTWICKLUNGEN FÜR ENERGIETRÄGER UND CO₂

Das KlimaG BW fordert eine flächendeckende Darstellung der geplanten Versorgungsstrukturen zur klimaneutralen Bedarfsdeckung und die dazugehörigen Energiekennwerte. Damit ist die **Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelheizungen**, die sogenannte Zonierung, eine der Kernaufgaben der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans.

Für diese Zonierung sollte im ersten Schritt eine Betrachtung der Gebietsausweisung anhand von Fernwärmeverteilkosten erfolgen. Alternativ wird die Zonierung anhand pauschaler Grenzwerte der Wärmebedarfs- oder Liniendichte ermittelt. Eine schrittweise Herleitung und ein Methodenvergleich der Zonierung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen ist im Handlungsleitfaden in den Kapiteln 3.5 und 3.6 zu finden.

Um im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Versorgungskonzepte zu entwickeln, können Inflations- und Preisentwicklungen für Energieträger und CO₂ sowie spezifische Investitionskosten für verschiedene Wärmeerzeugungsanlagen, Speicher und Netze verwendet werden. Auch die daraus abgeleiteten Maßnahmen können damit beschrieben und quantifiziert werden. **Angaben zur Höhe von Investitionen** können eine nützliche Entscheidungsgrundlage zur Maßnahmenpriorisierung bilden. Hierzu gibt der Handlungsleitfaden Empfehlungen.

4.3 TECHNOLOGIEDATEN

Wie oben geschildert wurde, werden im Zuge der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen ausgewiesen. Die Verwendung von spezifischen Investitionskosten erlaubt eine **Ermittlung der Eignungsgebiete anhand von Fernwärmeverteilkosten- oder Wärmevervollkosten** (siehe Handlungsleitfaden Kapitel 3.5 und 3.6) und von grundsätzlichen **Versorgungsoptionen**, unter Einbeziehung der lokal identifizierten Potenziale erneuerbarer Energien, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung in diesen Gebieten.

Wie sich eine solche Zonierung räumlich darstellt, ist in **Abbildung 1** beispielhaft gezeigt. Anhand der Fernwärmeverteilkosten und teilgebietsabhängigen Wärmebedarfsdichten wurden Eignungsgebiete für Wärmenetze im Hektar-Maßstab, hier am Beispiel der Stadt Aalen, berechnet. Dazu wurden maßgeblich die Verteilnetzkosten aus dem Technikkatalog zugrunde gelegt. Die Wärmebedarfe wurden anhand eines Wärmeetlas ermittelt.

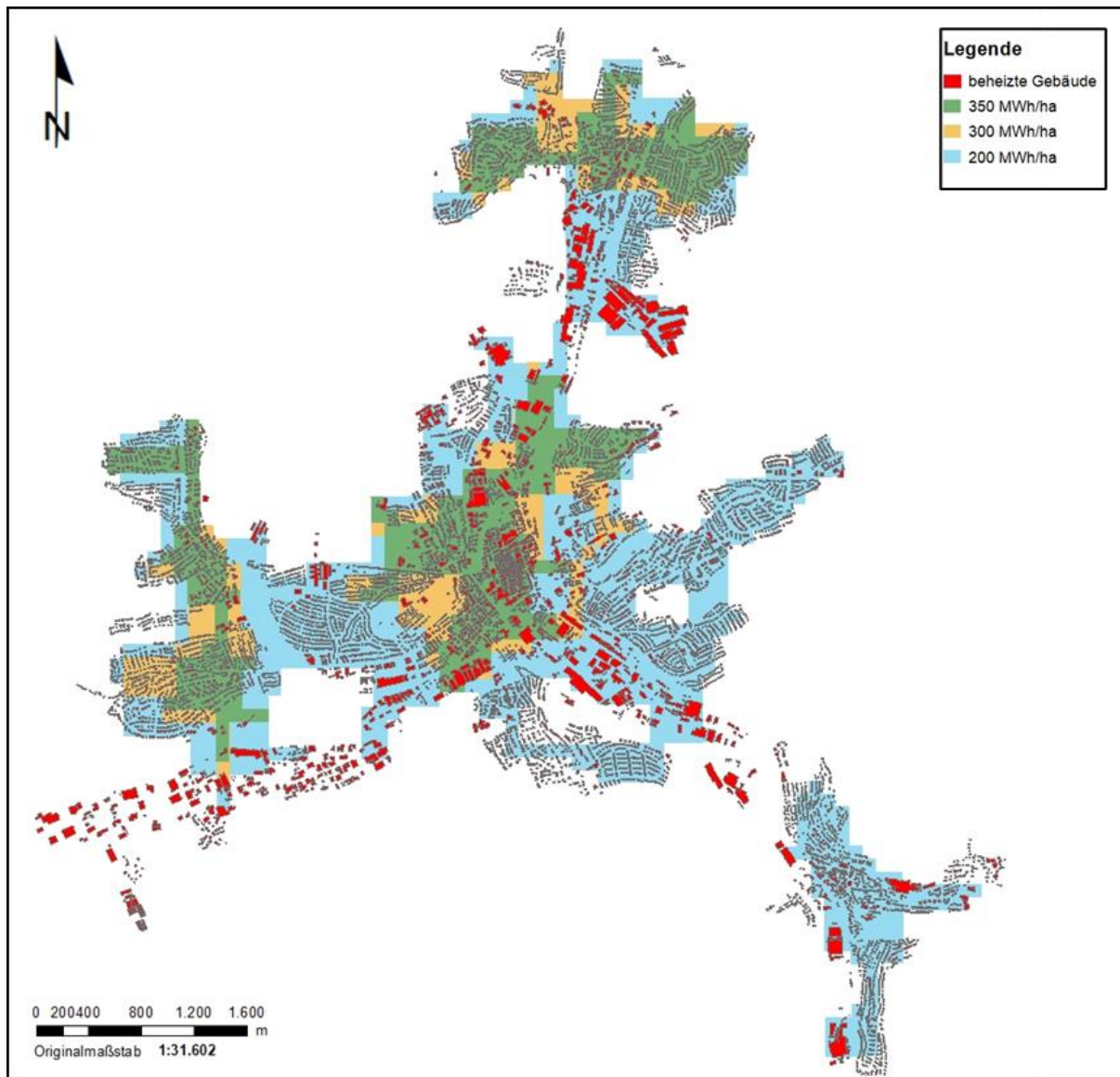


Abbildung 1: Exemplarische Darstellung der anhand von Fernwärmeverteilungskosten und Wärmebedarfsdichten (Farbcodierung siehe Legende) errechneten Eignungsgebiete für Wärmenetze im Hektar-Maßstab, hier am Beispiel der Stadt Aalen. Eignungsgebiete für Einzelheizungen sind hier nicht farbig hinterlegt. Beheizte Wohn- und Nichtwohngebäude sind rot markiert. Quelle: Eigene Berechnungen im Rahmen des Forschungsprojekts ANSWER-Kommunal. Methodik: Anwendung [HotMaps Toolbox CM – District heating](#) potential (wirtschaftliche Bewertung Fernwärmepotenzial) mit Daten zu Netzbaukosten aus dem Technikkatalog.

Unter Annahme von maximal zulässigen Verteilkosten, eines Grenzwerts der Wärmebedarfsdichte oder eines Mindestbedarfs eines wärmenetzversorgten Gebiets können weitere Parameter und deren Sensitivitäten auf die Gebietsausweisung geprüft werden, zum Beispiel Effekte der dynamischen Bedarfsentwicklung des Gebäudebestands oder Entwicklung des Anschlussgrades. Die Methodik ist näher im Handlungsleitfaden Kapitel 3.5 beschrieben.

Detaillierte Aussagen lassen sich durch die **Abschätzung von Wärmevollkosten** treffen (siehe Handlungsleitfaden Kapitel 3.6). Für den Kostenvergleich können unterschiedliche Versorgungsoptionen für typische Versorgungsfälle berücksichtigt werden. Dazu können die in

der Kommune häufig vorkommenden Gebäudetypen und Baualtersklassen berücksichtigt werden.

Sind zum Beispiel unter anderem die örtlich vorhandenen Heizungsarten aus dem Auszug des elektronischen Kherbuchs und die entsprechenden Wärmeverbräuche bekannt², können die Vollkosten dieser Einzelheizungen überschlägig ermittelt werden. Anhand der örtlich unterschiedlichen Arten der Bodenbedeckung und des Untergrunds sowie der benötigten Anschlussleistung können im nächsten Schritt mögliche Längen und damit Kosten einer Wärmeleitung ermittelt werden. Die Länge einer potenziellen Wärmeleitung kann dann bis zur Kostengleichheit der Fernwärmeverteilkosten und den Vollkosten der Einzelheizung visualisiert werden. Dort, wo sich die Längen möglicher Wärmenetzanschlüsse zwischen benachbarten Gebäuden überschneiden, und sie sich gebietsweise clustern, kann sich eine netzgebundene Wärmeversorgung als tendenziell kostengünstiger als eine Versorgung über Einzelheizungen erweisen. Eine derartige Ausweisung von Eignungsgebieten von Wärmenetzen kann eine robuste Grundlage für die Ausarbeitung von leitungsgebundenen Versorgungsvarianten in der kommunalen Wärmewendestrategie bilden.

4.4 ANGABEN ZU GEBÄUDEN (ENDENERGIEVERBRAUCH)

Um die Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz (Teil der Potenzialanalyse im kommunalen Wärmeplan) und den zukünftigen Wärmebedarf zu berechnen, kann auf Richtwerte für den Wärmebedarf heute teilsanierter Wohngebäude differenziert nach Baualtersklassen aufgebaut werden (siehe Tabelle 6 Flächenbezogener Endenergieverbrauch³).

Dabei werden nicht die Flächen der Bauteile und deren U-Werte benötigt, sondern nur die beheizten Flächen und die Baualter oder Baualtersklassen jedes Gebäudes. Der zukünftige Wärmebedarf ergibt sich aus der beheizten Fläche einer Baualtersklasse und dem dazugehörigen angestrebten Zielwert. Zusätzlich erlauben die Zielwerte eine Validierung eigener Berechnungsergebnisse, beispielsweise aus einem 3D-Gebäudemodell unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bauteile und deren technischer Lebensdauer („Sanierung“).

Aussagen zu Potenzialen der Senkung des Wärmebedarfs und eine Prognose des zukünftig erwarteten Wärmebedarfs für unterschiedliche Baualtersklassen hin zum Zieljahr sind wichtige Berechnungsgrößen für die weitere Betrachtung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelheizungen (siehe Handlungsleitfaden Kapitel 3.5). Die hier angegeben

² Das KlimaG BW ermächtigt alle Kommunen, zum Zwecke der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans entsprechende Daten bei öffentlichen Stellen und Energieunternehmen zu erheben (§ 33 KlimaG BW).

³ Da die Darstellung hier mit dem Endenergieverbrauch arbeitet, muss im Anwendungsfall Wärmepumpe der jeweilige Nutzenergiebedarf unter Zuhilfenahme einer entsprechenden Jahresarbeitszahl (siehe die entsprechenden Tabellen 3.7.1 ff.) berechnet werden.

Ist- und Zielwerte lassen sich so nicht auf alle *Nichtwohngebäude* anwenden. Hier muss auf eigene Datenbanken oder allgemeine, sektorspezifische Einsparziele (siehe Handlungsleitfaden Kapitel 3.4.2) zurückgegriffen werden.

Exkurs: Mögliche weitere Anwendungsfelder des Technikkatalogs

Die im Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung zusammengetragenen Kennwerte und Prognosen erlauben keine unmittelbare Projekt- oder Planungsvorbereitungen für konkrete Projekte, da mindestens notwendige Angaben fehlen oder Werte nur großskalig zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung ermittelt wurden. Dennoch eröffnet der Katalog mögliche weitere Anwendungsfelder.

Die einzelnen Einträge für CO₂-Emissionsfaktoren, Preisentwicklungen verschiedener Energieträger und CO₂, Technologiedaten sowie Annahmen zu Gebäuden können zum Beispiel von Vertreterinnen und Vertretern kommunaler Fachabteilungen, Planerinnen und Planern im Auftrag der Kommunen, regionalen Energieagenturen, Energieunternehmen und Weiteren über das Anwendungsfeld kommunale Wärmeplanung hinaus als gemeinschaftliche Planungsgrundlagen genutzt werden. Mögliche weitere Anwendungsfelder des Technikkatalogs können sein:

- **Klimaschutzkonzepte**
- **Energieleitpläne**
- **integrierte Quartierskonzepte**, insbesondere mit Einschätzung der Wärmenetzeignung des betrachteten Gebiets
- **Variantenvergleiche für unterschiedliche Versorgungssysteme**
- **Machbarkeitsstudien**
- **Wärmenetz-Transformationspläne**
- **Wirtschaftlichkeitsberechnungen**

5 Aufbau und Umfang des Technikkatalogs

5.1 HINWEISE ZU DATENGRUNDLAGEN

Spezifische Investitionskosten für das Bezugsjahr 2022 und für den Ausblick in die Jahre 2030 und 2040 wurden mithilfe anerkannter Normen und Richtwerten für die Ermittlung von technischen Daten ermittelt. Zusätzlich flossen Marktanalysen, Branchenstudien, Beispiele realisierter Projekte, Herstellerangaben und Annahmen zu Kostenentwicklungen aus Energiesystemanalysen in die Einträge ein. Dort, wo keine ausreichende Datengrundlage vorhanden war, wurden Erfahrungswerte aus dem dänischen Katalog übernommen und angepasst.

Entsprechend haben die Autoren versucht, dem technologischen Fortschritt von Anlagen Rechnung zu tragen. **Die Energie- und technischen Daten wurden für verschiedene Leistungsklassen aufgestellt. Dabei wurde nach zentralen und dezentralen Technologien der Wärmeversorgung, Infrastrukturen (Netze) und Speichertechnologien unterschieden.**

Die Einschätzung der Preisentwicklungen verschiedener Energieträger und CO₂ ist naturgemäß mit großen Unsicherheiten versehen. Als maßgebliche Quellen wurden hier der *Projektionsbericht der Bundesregierung* (UBA und BMU, 2021) und der *World Energy Outlook 2022* der Internationalen Energieagentur (IEA, 2022) herangezogen.

Sie spiegeln damit den aktuellen Kenntnisstand wider, müssen aber laufend aktualisiert werden. Sie müssen selbstverständlich im Kontext (inter-)nationaler Bestrebungen und Annahmen betrachtet und regelmäßig an diese angepasst werden. Kurz- bis mittelfristige Entwicklungen, wie beim Erdgaspreis des vergangenen Jahres oder die mit aller Voraussicht weiter steigenden Kosten für Tiefbauarbeiten für den Wärmenetzbau, können im Technikkatalog im Vorhinein nur schwer abgebildet werden.

5.2 TABELLENUMFANG

[Version 1.1 des Technikkatalogs](#) umfasst die folgenden Einträge zu übergreifenden Themen, Anlagen und Technologien der dezentralen und zentralen Wärmeerzeugung, Infrastrukturen, Speichern und zur Effizienz von Gebäuden:

1. Übergreifende Themen

1.1 CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und Prozesse

1.2 Preisentwicklungen CO₂, verschiedene Energieträger und Inflation:

1.2.1 Inflation

1.2.2 CO₂ (Non-ETS)

1.2.3 Erdgas

1.2.4 Biogas

1.2.5 Erdöl

1.2.6 Strom(-mix)

1.2.7 Biomasse (verschiedene)

1.2.8 Synthetische Brennstoffe (Power-to-Gas)

2. Anlagen und Technologien zentraler Wärmeerzeugung

2.1 Biomasse-Heiz(kraft)werke

~~2.2 Blockheizkraftwerke (BHKW, zentrale Anlagen)~~⁴

2.3 Groß-Wärmepumpen Umweltwärme/Abwärme (niederkalorisch)

[...]

⁴ Angaben für Blockheizkraftwerke, ob dezentral oder zentral, werden nun in einer Tabelle geführt (siehe 3.8). Die ursprüngliche Nummerierung der folgenden Einträge wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der Vorgängerversion beibehalten.

2.4 Geothermieranlagen:

2.4.1 Oberflächennahe Geothermie – Quellenerschließung

2.4.2 Tiefengeothermie-Anlagen

2.5 Solarthermie – Freiflächenanlagen

2.6 Direkte Abwärmenutzung (Hochtemperatur-Abwärme)

2.7 Spitzenlastabdeckung (Gas- und Ölkessel)

3. Anlagen und Technologien dezentraler Wärmeversorgung

3.1 Gas-Brennwertkessel

3.2 Heizöl-Brennwertkessel

3.3 Hausstationen für Wärmeübergabe aus Wärmenetzen

3.4 Biomassekessel – automatisch beschickt

3.5 Biomassekessel – manuell beschickt⁵

3.6 Holzheizungen⁵

3.7 Elektrische Wärmepumpen:

3.7.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen

3.7.2 Luft-Luft-Wärmepumpen

3.7.3 Sole-Wasser-Wärmepumpen

3.7.4 Wasser-Wasser-Wärmepumpen

[...]

⁵ Manuell beschickte Biomassekessel sowie Holzheizungen werden ab der aktuellen Version 1.1 nicht weitergeführt. Die ursprüngliche Nummerierung der folgenden Einträge wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der Vorgängerversion jedoch beibehalten.

3.8 Blockheizkraftwerke (BHKW, dezentrale Anlagen)

3.9 Dach-Solarthermie-Anlagen

3.10 Stromdirektheizungen

3.11 Dach-PV-Anlagen (Stromheizung und/oder Warmwasserbereitung)

4. Infrastrukturen der Energieverteilung (Wärme- und Gasnetze)

4.1 Wärmenetze konventionell

4.2 Wärmenetze Niedertemperatur

4.3 Kalte Nahwärmenetze

4.4 Gasnetze und Biogasleitungen (Transportleitungen zu BHKWs)

5. Speichertechnologien für die Wärmeversorgung

5.1 Pufferspeicher (Stunden-, Tagesspeicher)

5.2 Saisonalspeicher

6. Angaben zu Wohngebäuden

6.1 Flächenbezogener Endenergiebedarf von Wohngebäuden

(nach Baualterklassen, für den Ist-Zustand im Referenzjahr, Zieljahr 2040)

5.3 HINWEISE ZUM TABELLENAUFBAU

Jede Spalte einer Tabelle im Technikkatalog zu Erzeugung, Speicherung oder Verteilung von Wärme zeigt einen anlagentypischen Mittelwert für je **eine thermische Leistung**. Für eine jede Leistungsklasse wird einheitlich eine Unter- und Obergrenze des Intervalls innerhalb einer Leistungsklasse aufgeführt (siehe **Abbildung 2**). Durch Interpolation zwischen diesen Werten innerhalb einer Leistungsklasse können dazwischenliegende Anlagenleistungen von der Anwenderin oder vom Anwender selbst bestimmt werden, falls dies der Anwendungsfall erfordert. Ein Tabellenblatt umfasst dabei mehrere nebeneinanderstehende Einzeltabellen für die verschiedenen Leistungsklassen.

Energie-/Technische Daten und Kosten für eine Anlagenleistung

Weitere Leistungsklassen [...]

PRO LEISTUNGSKLASSE:

- Energie-/Technische Daten z.B.:
 - Jahresarbeitszahl
 - Wirkungsgrad
 - Lebensdauer
- Kosten nach Jahr

2022
2030
2040

 - Spezifische Investitionskosten (*Alternativ: Netzbaukosten*)
 - Ggf. Erschließungskosten
 - Wärmequelle
 - Jährliche Fixkosten
 - Variable Kosten
- Anmerkungen + Referenzen

Technologie	Jahr	Einheit	Elektr. Wärmepumpe Sole - Wasser			
Leistungsklasse	6 bis 9 kW					
Energie-/Technische Daten						
Anlagenleistung für die Wärmeerzeugung	--	kW	6	9		
Jahresarbeitszahl (JAZ), Flächenheizung	2022		4,1	4,1	F, L	1,2
Jahresarbeitszahl (JAZ), Heizkörper	2022		3,5	3,5	H, I, L	1,2
Jahresarbeitszahl (JAZ), Flächenheizung	2030		4,5	4,5	I, L	6
Jahresarbeitszahl (JAZ), Heizkörper	2030		3,9	3,9	H, I, L	6
Jahresarbeitszahl (JAZ), Flächenheizung	2040		5,3	5,3	I, L	6
Jahresarbeitszahl (JAZ), Heizkörper	2040		4,6	4,6	H, I, L	6
Hilfsenergiebedarf	--	%				
Lebensdauer	--	Jahre	20	20	J	7
Kosten						
G						
Spezifische Investitionskosten	2022	€ [2022] / kW	1494	1201	D, K	
davon Anlagekosten (%)	2022	%	85	85		
davon Installationskosten (%)	2022	%	15	15	B	
Erschließungskosten Wärmequelle	2022	€ [2020]			G	
Jährliche Fixkosten O&M	2022	€ [2022] / kW_th/a	22	18	C	3
Variable Kosten O&M	2022	€ [2022] / MWh				
Spezifische Investitionskosten	2030	€ [2022] / kW	1344	1081	D, K	6
davon Anlagekosten (%)	2030	%	85	85		
davon Installationskosten (%)	2030	%	15	15	B	
Erschließungskosten Wärmequelle	2030	€ [2022]			G	
Jährliche Fixkosten O&M	2030	€ [2022] / kW_th/a	20	16	C	3
Variable Kosten O&M	2030	€ [2022] / MWh				
Spezifische Investitionskosten	2040	€ [2022] / kW	1046	841	D, K	6
davon Anlagekosten (%)	2040	%	85	85		
davon Installationskosten (%)	2040	%	15	15	B	
Erschließungskosten Wärmequelle	2040	€ [2022]			G	
Jährliche Fixkosten O&M	2040	€ [2022] / kW_th/a	16	13	C	3
Variable Kosten O&M	2040	€ [2022] / MWh				
Anmerkungen						
A Nach Definition der BAFA [...]						
B Angenommen für typische Installationskosten [...]						
C Nach VDI 2067-1 [...]						
Referenzen						
1 Günther et al., 2013 [...]						
2 Fraunhofer ISE (2020) [...]						
5 VDI 2067 [...]						

Abbildung 2: Beispieleintrag im Technikkatalog zu Energie- und technischen Daten, spezifischen Kosten (jeweils gegliedert nach Jahren 2022, 2030, 2040; Netto-Preise) mit Anmerkungen zu Berechnungsgrundlagen oder Annahmen sowie Referenzen (gekürzt dargestellt). Als Beispiel hier: Tabelle 3.7.3 dezentrale Wärmeversorgung mit Sole-Wasser-Wärmepumpe der Leistungsklasse 6 bis 9 kW.

Die Einträge in einer jeden Tabelle umfassen Daten zum Beispiel zum Wirkungsgrad, zur Jahresarbeitszahl, zur technischen Lebensdauer und außerdem Kostenangaben wie spezifische Investitionskosten, Anteil von Anlagen- und Installationskosten an der Gesamtinvestition sowie Anmerkungen zu Berechnungsgrundlagen, Annahmen und Referenzen. **Angaben für spezifische Kosten richten sich nach dem Bezugsjahr 2022 und den Prognosen für die Jahre 2030 und 2040, die in Preisen zum Jahr 2022 angegeben werden.** Demnach müssen Effekte einer Preissteigerung für die Diskontierung der Investitionskosten selbstständig ermittelt werden (siehe dazu Tabelle 1.2 Preisentwicklungen: Inflation). **Sämtliche Kosten sind in Netto-Preisen angegeben.** Die spezifischen Kosten beinhalten überschlägig alle Kosten inklusiver der Montage eines „anschlussfähigen“ Geräts. Kosten für die Planung sind hier ausgelassen.

Emissionsfaktoren für die jeweiligen Energieträger sowie Prozesse der Strom- und Wärmeerzeugung, die Äquivalente und Vorketten beinhalten, sind in Tabelle 1.1 CO₂ Emissionsfaktoren zusammengefasst. Dies erlaubt es, nötige Anpassungen auch bei den Emissionsfaktoren, zum Beispiel bei der Änderung von Annahmen für die Entwicklung des Strommix oder von synthetischen Brennstoffen, schnell umzusetzen und auf alle Anwendungsfälle anzuwenden.

Die Einträge für große Erzeugungsanlagen im Maßstab mehrerer hundert Kilowatt bis in den dreistelligen Megawatt-Bereich folgen prinzipiell dem vertikalen Aufbau der kleineren Anlagen. Bei diesen zentralen Anlagen wurde aufgrund des unterschiedlichen Umfangs der Anlagenleistungen eine alternative Darstellung gewählt. Die Leistungsklassen konnten hierzu nur stichprobenartig ermittelt werden.

Für einzelne Technologien wurden die Tabellenstruktur und die enthaltenen Angaben angepasst. So sind für Hausübergabestationen ausgewählte, typische Anschlussleistungen aufgeführt. Angaben für Puffer- bis Saisonalspeicher umfassen neben den spezifischen Investitionskosten zusätzlich Angaben zu Volumen, Temperaturdifferenz, Speicherkapazität und Wärmeverlusten.

In den Tabellen zur Netzinfrastruktur werden neben den spezifischen Kosten zusätzlich relevante Angaben zu Wärmeverlusten, technischer Lebensdauer und Hilfsenergiebedarf hinterlegt. Für Wärmenetze wurden Leistungen für entsprechende Rohrdurchmesser anhand von hydraulischen Annahmen pauschal ermittelt (siehe Erläuterungen in den entsprechenden Tabellen) und die spezifischen Investitionskosten dargestellt. Dies erscheint zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung zielführender als eine klassische Angabe von Rohrdurchmessern allein.

Um die Kosten für ein Wärmenetz abschätzen zu können, müssen die spezifischen Investitionskosten für den Netzbau (Materialkosten) auf die Kosten für den Tiefbau addiert werden. Da letztere abhängig vom Untergrund und der Art der Bodenversiegelung sind, sind in

den entsprechenden Tabellen für Wärmenetze verschiedene Anwendungsfälle aufgeführt. **Als Vereinfachung werden versiegelte Flächen im urbanen Bereich, teilversiegelte Flächen und unversiegelte Flächen im ländlichen Bereich definiert.**

Diese spezifischen Kosten sollten mit den lokalen Erfahrungswerten des für den Tiefbau zuständigen Fachbereichs sowie der Netzbetreiber abgeglichen werden, sofern Informationen dazu vorliegen.

Für den Sonderfall kalte Nahwärme, die perspektivisch und damit im Zuge der kommunalen Wärmeplanung auch in Bestandsquartieren Anwendung finden wird, sind auch hier Kosten für den Tiefbau (Grabenbau) zu berücksichtigen. Werden, wie bei kalte Nahwärmenetzen in Neubaugebieten heute üblich, Wärmenetzrohre nicht eigens, sondern im Zuge von weiteren Tiefbaumaßnahmen mitverlegt, ergibt sich eine drastische Kostenreduzierung für den Netzbau.

Danksagung

Die Erstellung und Fortschreibung des Technikkatalogs zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg wurde durch eine mehrphasige Beteiligung mit wissenschaftlichen Institutionen, Dienstleistungsunternehmen im Bereich kommunale Wärmeplanung, Verbänden, Kammern und Energieunternehmen begleitet. Die unten genannten Institutionen haben sich dabei in den Prozess der Erstellung und Fortschreibung des Technikkatalogs konstruktiv eingebracht:

AutenSys GmbH, Karlsruhe

badenovaNETZE GmbH, Freiburg i. Br.

BUND Landesverband Baden-Württemberg,
Stuttgart

Bundesverband Energiespeicher Systeme e. V.
(BVES), Berlin

Danish Energy Agency, Kopenhagen, Dänemark

Der Energieeffizienzverband für Wärme,
Kälte und KWK e. V. (AGFW), Frankfurt a. M.

Deutsche Energie-Agentur (dena), Berlin

Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.
V. (DEPV), Berlin

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
Institut für Vernetzte Energiesysteme, Stuttgart

DREES & SOMMER, Stuttgart

ebök Gesellschaft mbH, Tübingen

EGS-Plan Ingenieurgesellschaft für Energie-,
Gebäude- und Solartechnik mbH, Stuttgart

EnBW Energie Baden-Württemberg AG,
Karlsruhe

Fraunhofer-Einrichtung für
Energieinfrastrukturen und Gothermie IEG,
Bochum

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
ISE, Freiburg i. Br.

GEF Ingenieur AG, Leimen

greenventory GmbH, Freiburg i. Br.

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH,
Hamburg

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg,
Rottenburg a. N.

Hochschule Reutlingen, Reutlingen Research
Institute, Reutlingen

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg gGmbH, Heidelberg

Karlsruher Institut für Technologie, Institut für
Angewandte Geowissenschaften, Karlsruhe

Lagom.Energy GmbH, Duisburg

Öko-Institut e. V., Freiburg i. Br.

Ramboll Holding GmbH, Hamburg

RBS wave GmbH, Stuttgart

Umwelttechnik BW GmbH, Stuttgart

Verband für Energie- und Wasserwirtschaft
Baden-Württemberg (VfEW), Stuttgart

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern dieser Institutionen sei hier herzlich für ihre Unterstützung bei der Erstellung des Technikkatalogs gedankt!

Quellenangaben

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2021:
Handlungsleitfaden: Kommunale Wärmeplanung. [Download](#)

IEA - International Energy Agency, 2022: *World Energy Outlook 2022*. [Link](#)

Danish Energy Agency (DEA), 2021: *Technology Data*. [Link](#)

Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit,
2021: *Projektionsbericht der Bundesregierung 2021*. [Link](#)

Wissensportal Kommunale Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Wärmewende der KEA-
BW. [Link](#)

Die den Einträgen im Technikkatalog zugrundeliegenden Referenzen, Annahmen und Berechnungsmethoden sind in den entsprechenden Tabellen am unteren Tabellenrand detailliert aufgeführt. Auf deren Nennung wird an dieser Stelle verzichtet.

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Tel.: 0711 126-0

Fax: 0711 126-2881

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Redaktion

Dr. Max Peters

KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH

Dr. Carolin Hubschneider

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Gestaltung

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg