

Kommunale Wärmeplanung der Stadt Erbach

Auftraggeber

**Stadt Erbach
Erlenbachstraße 50
89155 Erbach (Donau)**

Projekt-Nr.

550620

Bearbeitung

**Roland Schipf
Ruth Berkmüller
Michael Schönemann
Dr. Wolfram Dietz**

Augsburg, 19.10.2023

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zielstellung	4
2	Vorgehensweise und Beteiligungsprozess	4
3	Bestandsanalyse	5
3.1	Gemeindestruktur	6
3.2	Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen	8
3.3	Energienetze	10
3.4	Erneuerbare Wärmeerzeugung	12
3.5	Wärmebedarf	14
3.6	Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung	17
3.7	Endenergie-, Primärenergie- und Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung.....	17
3.8	Kennzahlen	20
4	Regenerative Energieerzeugungspotenziale	21
4.1	Solarenergie – Freiflächenanlagen	21
4.2	Solarenergie – Dachflächenanlagen	22
4.3	Wasserkraft.....	23
4.4	Windkraft.....	24
4.5	Biogas	25
4.6	Biomasse zur Wärmegewinnung.....	25
4.7	Abwärme	28
4.8	Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme	28
4.9	Tiefe Geothermie	34
5	Energieeinsparpotenziale.....	35
5.1	Sanierung.....	36
5.2	Einsparungen in Gewerbe und Industrie	38
6	Zielszenario 2040, Wärmewendestrategie und Transformationspfad	39
6.1	Gegenüberstellung von Stromverbrauch sowie erneuerbarer Stromerzeugung in Bestand und Potenzial	39

6.2	Gegenüberstellung von Wärmebedarf sowie erneuerbarer Wärmezeugung in Bestand und Potenzial	40
6.3	Zielszenario und Treibhausgas-Reduktionspfad	42
6.4	Transformationspfad.....	42
6.5	Versorgungsstruktur zur klimaneutralen Bedarfsdeckung	45
6.5.1	Wärmenetze	45
6.5.2	Entwicklung der Gasversorgung	47
6.6	Wärmewendestrategie	48
7	Maßnahmen	50
7.1	Stadtverwaltung	51
	V1 Prüfen der Klimarelevanz für Beschlüsse der Gemeindegremien.....	51
	V2 Kommunales Energiemanagement	52
	V3 Emissionsmonitoring und Wärmewende-Controlling	53
	V4 Treibhausgasneutrale Versorgung der städtischen Liegenschaften	54
	V5 Nachhaltige Bauleitplanung	56
	V6 Prüfen einer Gründung von Stadtwerken	58
7.2	Erneuerbare Energie	60
	E1 Recherche und Vorstudie zum Wärmepotenzial aus Oberflächengewässern.....	60
	E2 Potenzialermittlung für Abwärme aus dem Abwasser	61
	E3 Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen durch lokale Akteure fördern.....	62
7.3	Bildung, Beratung, Motivation.....	63
	B1 Aufsuchende Energieberatung für Gebäudebesitzer	63
	B2 Bildung, Information und Motivation	65
	B3 Klimabildung in der Schule.....	66
7.4	Wärmeversorgung.....	68
	W1 Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung im Zentrum von Erbach	68
	W2 Wärmenetzausbau im Stadtteil Dellmensingen	70
	W3 Ausbau der Wärmeversorgung im Gewerbegebiet Erbach.....	71
	W4 Ausbau des Wärmenetzes im Nordwesten des Erbacher Zentrums.....	72
	W5 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ringingen	73
	W6 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ersingen	75
	W7 Wärmeversorgung in Bach und Donaurieden.....	77

Förderhinweis:

Die Studie wurde durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Rahmen des landesspezifischen Förderprogramms *Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung* (BWPLUS) über das Karlsruher Institut für Technologie, Projektträger Karlsruhe, gefördert.

1 Zielstellung

Die Stadt Erbach möchte die Wärmeversorgung im Stadtgebiet auf erneuerbare Energien umstellen und bis zum Jahr 2040 klimaneutral gestalten. Hierfür wird mit vorliegender Studie eine kommunale Wärmeplanung vorgestellt. Diese enthält ein systematisches und umfassendes strategischen Vorgehen.

Klimaschutz ist eine dringliche Aufgabe. Etwa 35 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland entfallen auf den Gebäudesektor (Dena 2022a). Energetisches Sanieren, energieeffizientes Bauen und die regenerative Wärmeversorgung bilden daher zentrale Ansatzpunkte für die angestrebte Treibhausgasneutralität. Die Implementierung neuer Technologien und der Ausbau der Energieinfrastruktur stehen im Einflussbereich kommunaler Entscheidungsprozesse. Kommunen sind deshalb zentrale Akteure bei der Transformation zur Treibhausgasneutralität.

Erbach hat hierbei im Wärmesektor eine gute Ausgangslage: Mehrere vorhandene Wärmenetze und Wärmenetz-Planungen in der Kernstadt und in den umliegenden Stadtteilen bringen eine nachhaltige Wärmeversorgung voran. Zu betrachten ist jedoch auch, welche Handlungsoptionen sich in bislang nicht regenerativ versorgten Quartieren und Stadtteilen anbieten.

Die vorliegende Studie zeigt als Planungsinstrument der Wärmewende für die Stadt und für lokale Akteure im Energiebereich die Ist-Situation, Potenziale sowie einen Transformationspfad auf. Sie schlägt passgenaue Maßnahmen vor, um in Erbach für den Klimaschutz unerlässliche Treibhausgaseinsparungen zu erzielen.

Die Studie ist ein freiwilliger kommunaler Wärmeplan im Sinne des § 7c des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg.

2 Vorgehensweise und Beteiligungsprozess

Im Rahmen einer Bestandsanalyse wurde die energetische Ist-Situation mit Fokus auf die Wärmeversorgung erfasst. Energie- und Treibhausgasbilanzen für die Sektoren Wärme und Strom wurden erstellt und nach Energieträgern aufgeschlüsselt. Die Potenziale zu Energieeinsparung, zu Energieeffizienz und für erneuerbare Energien wurden ausgewertet. Ein Transformationspfad für die Wärmeversorgung und die Wärmewendestrategie wurden entwickelt.

In vier moderierten Workshops mit lokalen Akteuren aus dem Energiebereich und in Abstimmungen mit der Stadtverwaltung wurden geeignete Maßnahmen für die Wärmewende entwickelt und konkretisiert. Darauf aufbauend erfolgte die detaillierte Formulierung der Maßnahmen (s. Abschnitt 7) durch bifa in enger Abstimmung mit der Stadtverwaltung. Der Beteiligungsprozess umfasste die Stufen nach Tabelle 1. Die Akteursgruppe setzte sich aus VertreterInnen von Stadtverwaltung, Gemeinderat, Energieversorgungsunternehmen, Wärmenetzbetreibern, Energieagentur und Landkreisverwaltung zusammen. Abbildung 1 illustriert exemplarisch Anleitungsposter aus der Workshop-Arbeit.

Tabelle 1: Veranstaltungen des Akteursbeteiligungsprozesses

Veranstaltungstitel	Datum	Teilnehmende	Wesentliche Inhalte
Fokusgruppe Biogas	02. März 2023	Biogasanlagen-Wärmenetzbetreiber	Status quo, Pläne und Wünsche
Wärmeplanungsmeeting I	30. März 2023	Akteursgruppe	Ergebnisse der Bestandsanalyse, Vision der Wärmeversorgung von Erbach
Wärmeplanungsmeeting II	24. Mai 2023	Akteursgruppe	Entwurf geeigneter Maßnahmen, Erörterung des Entwurfs der Wärmewendestrategie
Maßnahmen der Stadt	10. Juli 2023	Stadtverwaltung	Ausarbeitung von Maßnahmen der Stadtverwaltung, zu erneuerbaren Energien sowie zu Bildung und Beratung (vgl. Abschnitt 7)
Wärmeplanungsmeeting III	19. Juli 2023	Akteursgruppe	Konkretisierung der Maßnahmen für Wärmeverbundlösungen

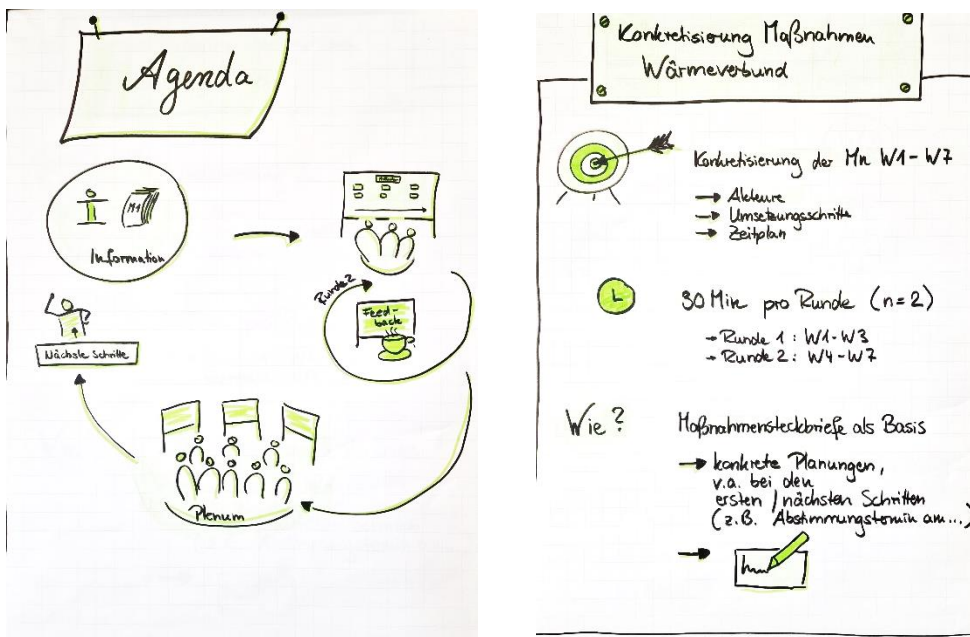


Abbildung 1: Ausschnitte aus der Workshop-Arbeit (Wärmeplanungsmeeting III)

3 Bestandsanalyse

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde der Wärmebedarf und der Strombedarf zur Wärmeerzeugung im gesamten Stadtgebiet erhoben. Hierzu wurden Verbrauchswerte der Netze BW GmbH als Betreiber des Strom-Niederspannungsnetzes und der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH als Betreiber des Erdgasnetzes erfragt und ausgewertet. Hinzu kamen Daten zu den Stromerzeugungsanlagen, insbesondere Anlagen im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wie Biogasanlagen, Photovoltaik(PV)-Freiflächen- und -Dachanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Die Daten der gemeindlichen Liegenschaften

wurden von der Stadtverwaltung zusammengestellt. Informationen zu den im Stadtgebiet installierten Heizungsanlagen wurden – mindestens straßenzugweise – von den zuständigen Schornsteinfegern zur Verfügung gestellt.

Die Bestandsanalyse erfolgte für das Bezugsjahr 2021. Bei städtischen Liegenschaften wurden die Verbräuche des Jahres 2019 bilanziert, da für das Jahr 2021 Einflüsse der Corona-Pandemie auf den Wärmeverbrauch anzunehmen waren.

Die Daten zu größeren Energieerzeugungsanlagen und den Energieverbrauchern wurden zudem in einem Geoinformationssystem mit Koordinaten hinterlegt und räumlich verortet. Dies war die Basis für die Erstellung von spezifischen Karten und erlaubt eine räumlich bezogene Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung ermöglicht eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze.

3.1 Gemeindestruktur

Die Stadt Erbach liegt südwestlich von Ulm, am Südostrand der Schwäbischen Alb. Durch das Stadtgebiet verlaufen die Bundesstraßen 30 und 311 sowie die Bahnlinie Ulm–Friedrichshafen. Die Stadt umfasst neben der Kernstadt die Stadtteile Bach, Dellmensingen, Donaurieden, Ersingen und Ringingen. Sie zählt zum 1. Quartal 2022 gemäß Statistischem Landesamt 13.867 Einwohner (Statistik-BW 2022).

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Siedlungsflächen im gesamten Stadtgebiet nach Nutzungstyp.

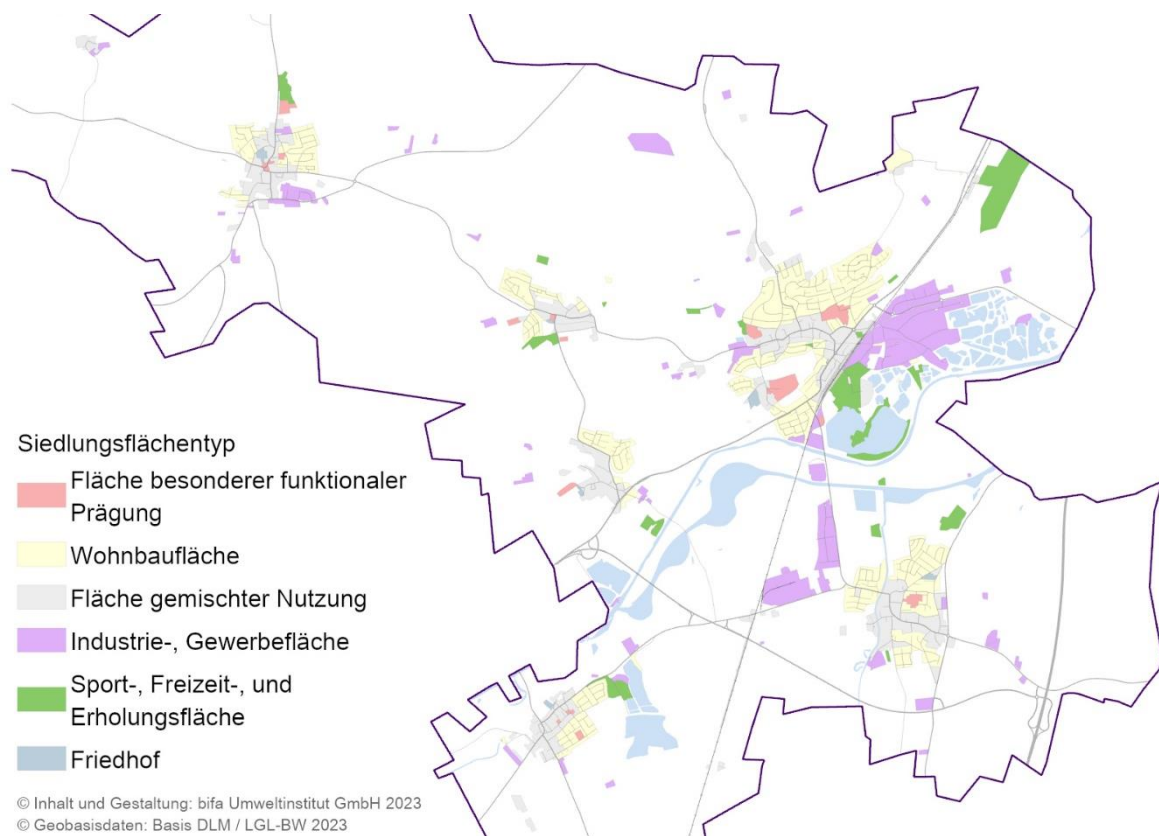


Abbildung 2: Siedlungsflächen nach Nutzungstyp im Stadtgebiet Erbach.

Die Kernstadt westlich der Bahnlinie weist städtische Strukturen auf. Östlich der Bahnlinie erstreckt sich ein Gewerbegebiet mit Betrieben aus Handel, Dienstleistung und verarbeitendem Gewerbe. Die umliegenden Ortschaften (Stadtteile) sind ländlich geprägt.

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg veröffentlichte für die Stadt Erbach die nachfolgenden Zahlen zu Wohngebäuden und Wohnflächen (Statistik-BW 2021)

- Wohnfläche 685.400 m²
- Anzahl Wohneinheiten (WE) 6.330
- Wohnfläche je Wohneinheit (WE) 108 m²
- Wohnfläche je Einwohner (Ew) 49,4 m²

In Abbildung 3 ist die Grundflächendichte der Siedlungsflächen dargestellt.

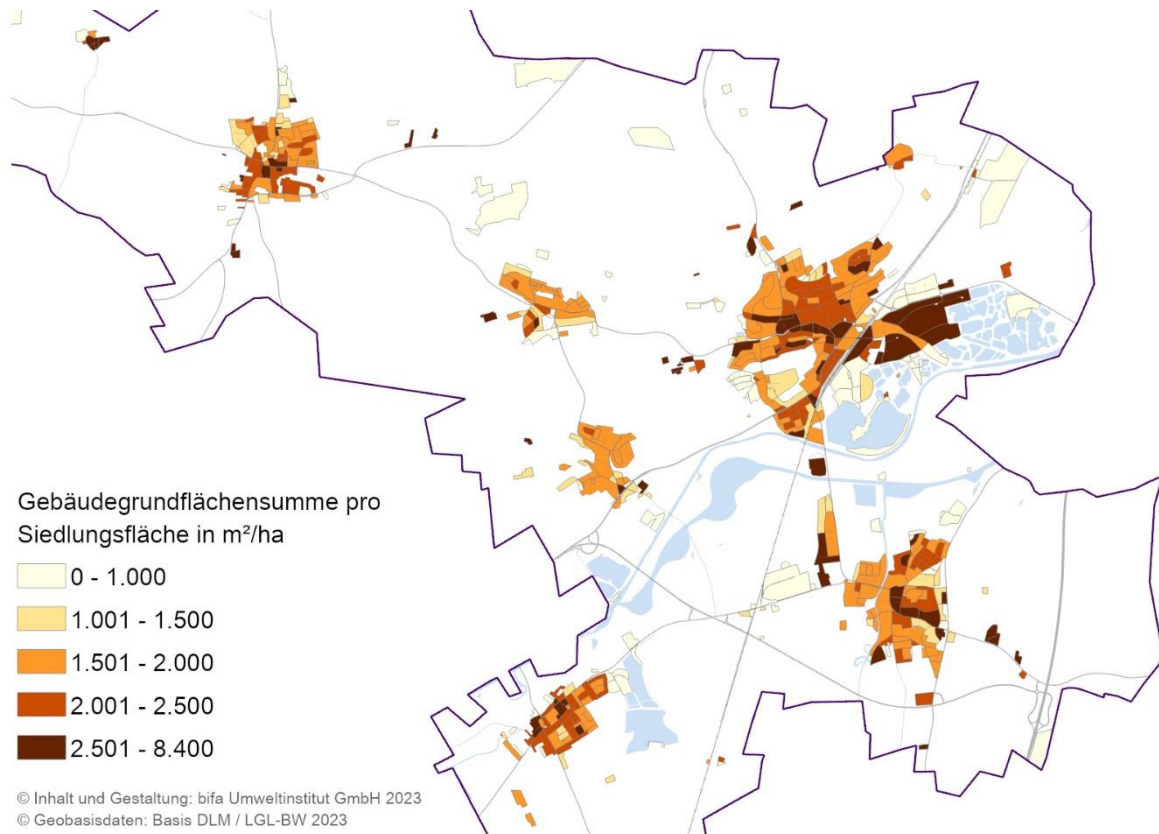


Abbildung 3: Grundflächendichte der Siedlungsflächen

3.2 Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen

Das flächendeckende Wärmekataster der Stadt wurde durch Geoinformationsverarbeitung (GIS) ermittelt. Hierfür wurden die Daten in fortschreibbarer Form in einer GIS-basierten Datenbasis hinterlegt. Die Stadt Erbach stellte für die Entwicklung des Wärmekatasters LoD1-Daten für den Betrachtungsraum zur Verfügung. Zur Schärfung der berechneten Wärmebedarfswerte gingen zudem Daten zur Bebauungsentwicklung von Siedlungsquartieren ein.

In der entstandenen Gebäudedatenbank sind insbesondere Daten zu Gebäudetypologie, Baualtersklassen und den Siedlungsflächen hinterlegt. Einen Ausschnitt aus dem Wärmekataster zeigt Abbildung 4 für das Stadtzentrum.

Die Informationen aus dem Wohnungsbestand wurden mit den Ergebnissen der Befragung zu den Liegenschaften überlagert. Somit ergibt sich flächendeckend ein umfassendes Bild zur erfassten Wärmeinfrastruktur und ihrer räumlichen Verteilung.

Für Wohngebäude und Gebäude mit gemischter Nutzung in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) erfolgte eine gebäudescharfe Bedarfsberechnung unter Berücksichtigung der Baualter. Für die Wärmebedarfsanalysen wurden die Gebäude nach ihrer Nutzungsart typologisiert. Ungeheizte Nebengebäude und Gebäude besonderer Funktion wurden dabei identifiziert. Der Wärmebedarf aller Wohngebäude wurde unter Berücksichtigung vorliegender Charakteristika berechnet (z. B. Gebäudetypen, Baukörpervolumen, Vollgeschosszahl, Nutzungsgrad, vorliegende Baualter). Zur Ermittlung ortsbezogener Kennzahlen und für die Verifizierung von Analyseergebnissen werden Daten des Statistischen Bundesamtes und des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg herangezogen.

Im Mittel liegt der flächenbezogene Heizwärmebedarf der Wohngebäude mit 150 kWh/m²/a nahe am Bundesdurchschnitt von 152 kWh/m² (Dena 2019).

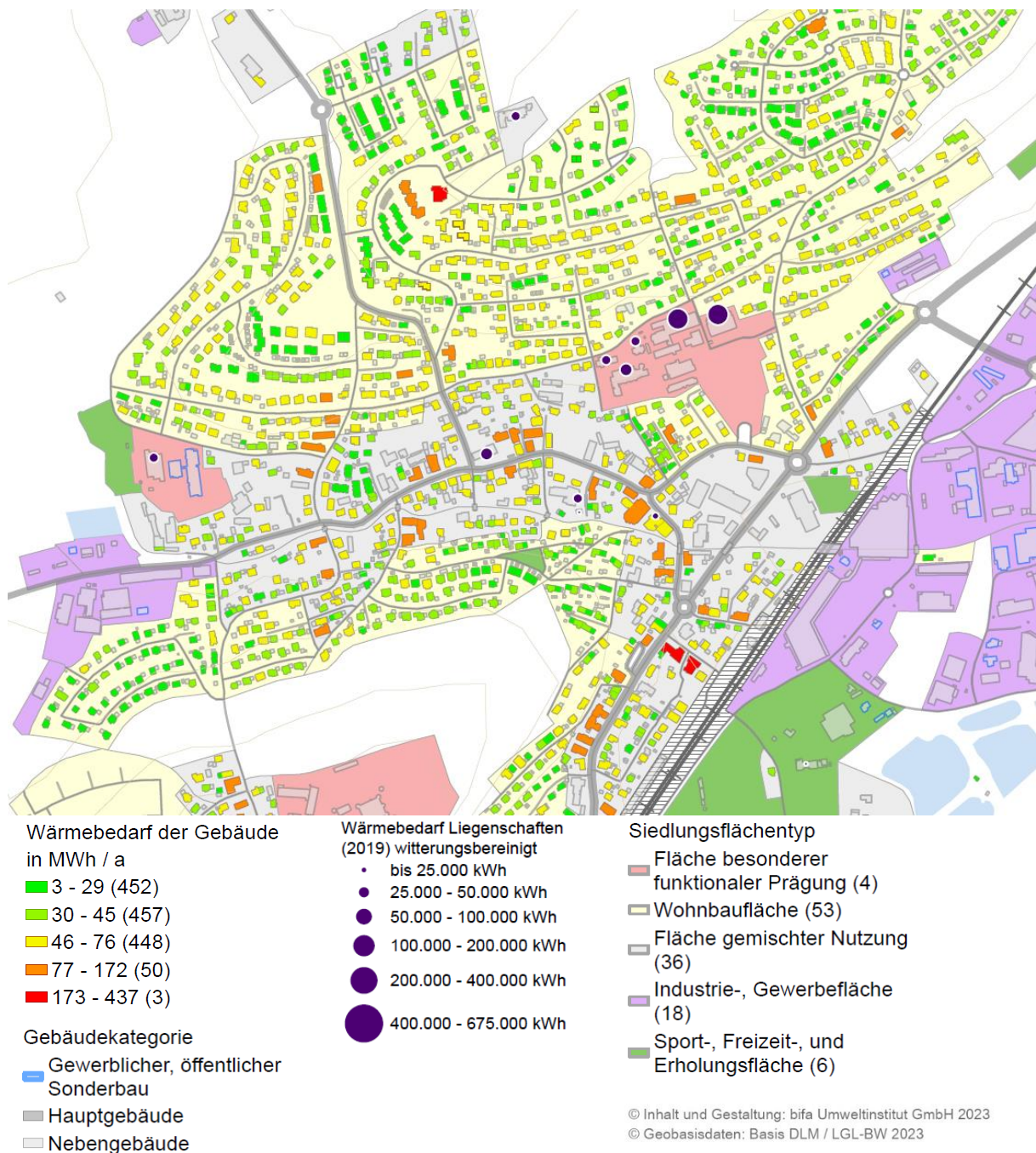


Abbildung 4: Wärmekataster – Wärmebedarf der Gebäude. Detailansicht der Kernstadt Erbach

Ergänzend zum reinen Wärmebedarf der Gebäude wurde für den Betrachtungsraum der Wärmebedarf in Siedlungsflächen und die Wärmebelegungsdichte ermittelt, siehe Abbildung 5.

Das Wärmekataster ist Ausgangspunkt für die Entwicklung von Wärmeverbundprojekten. Die Übersicht zu Wohnwärmebedarf in Siedlungsflächen zusammen mit der Lage und Konzentration von Liegenschaften weist auf mögliche Keimzellen für Wärmeverbundlösungen und geeignete Areale für umfassendere Fernwärmelösungen hin. Die Wärmebelegungsdichte ist ein Kennwert zur Identifizierung und Prüfung möglicher Fernwärmeversorgungen für Bestandsgebäude. An diese erste Prüfung schließt sich eine detaillierte Betrachtung identifizierter Gebiete an.

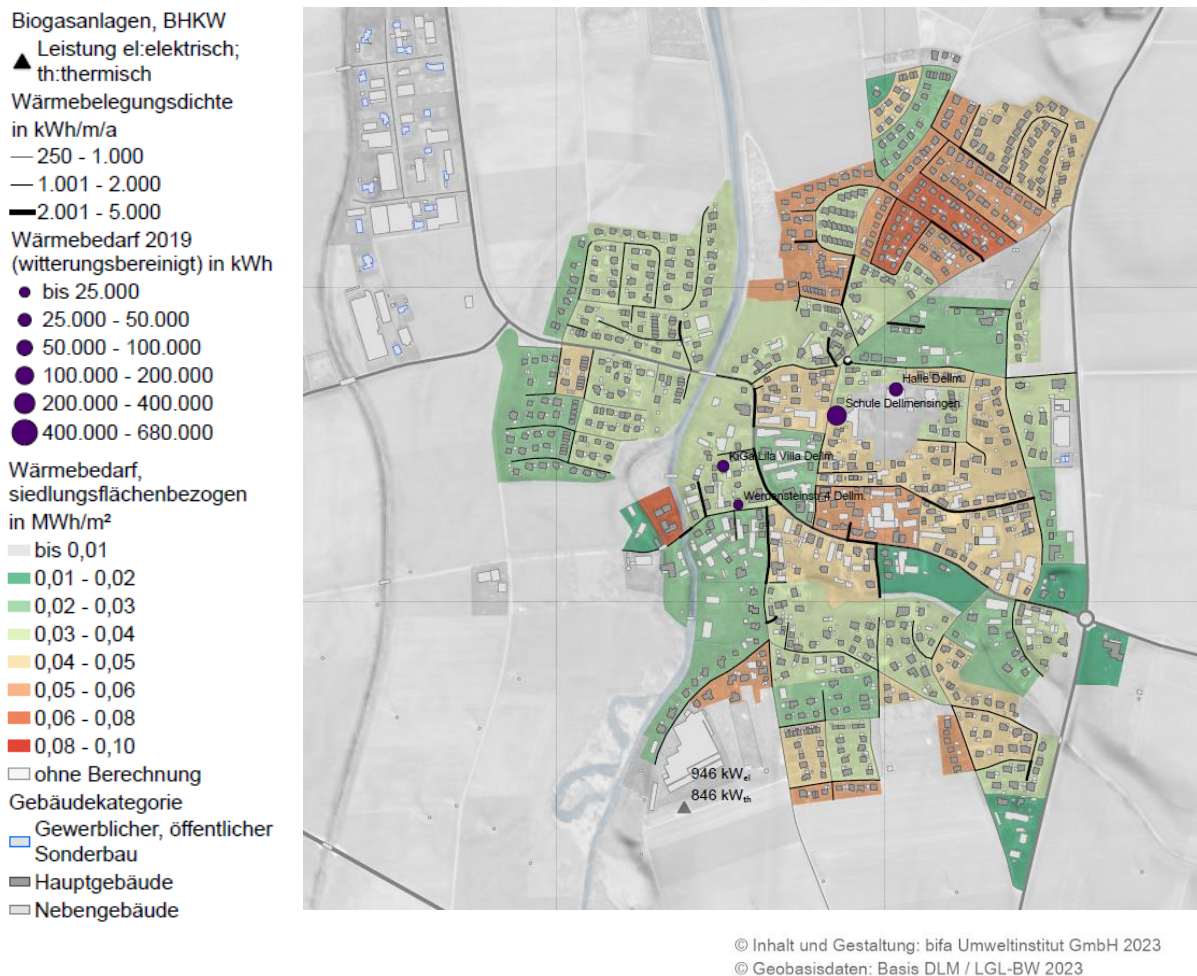


Abbildung 5: Wärmekataster – Wärmebedarf (Wohnen) in Siedlungsflächen in MWh/m² und Wärmebelegungsichte in kWh/m/a. Detailansicht von Dellmensingen.

3.3 Energienetze

Mit Ausnahme des Stadtteils Ringingen ist im Stadtgebiet nahezu flächendeckend ein Erdgasnetz vorhanden, siehe Abbildung 6. Zu den Stromnetzen (Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Verteilnetze) standen keine näheren Informationen zur Verfügung.

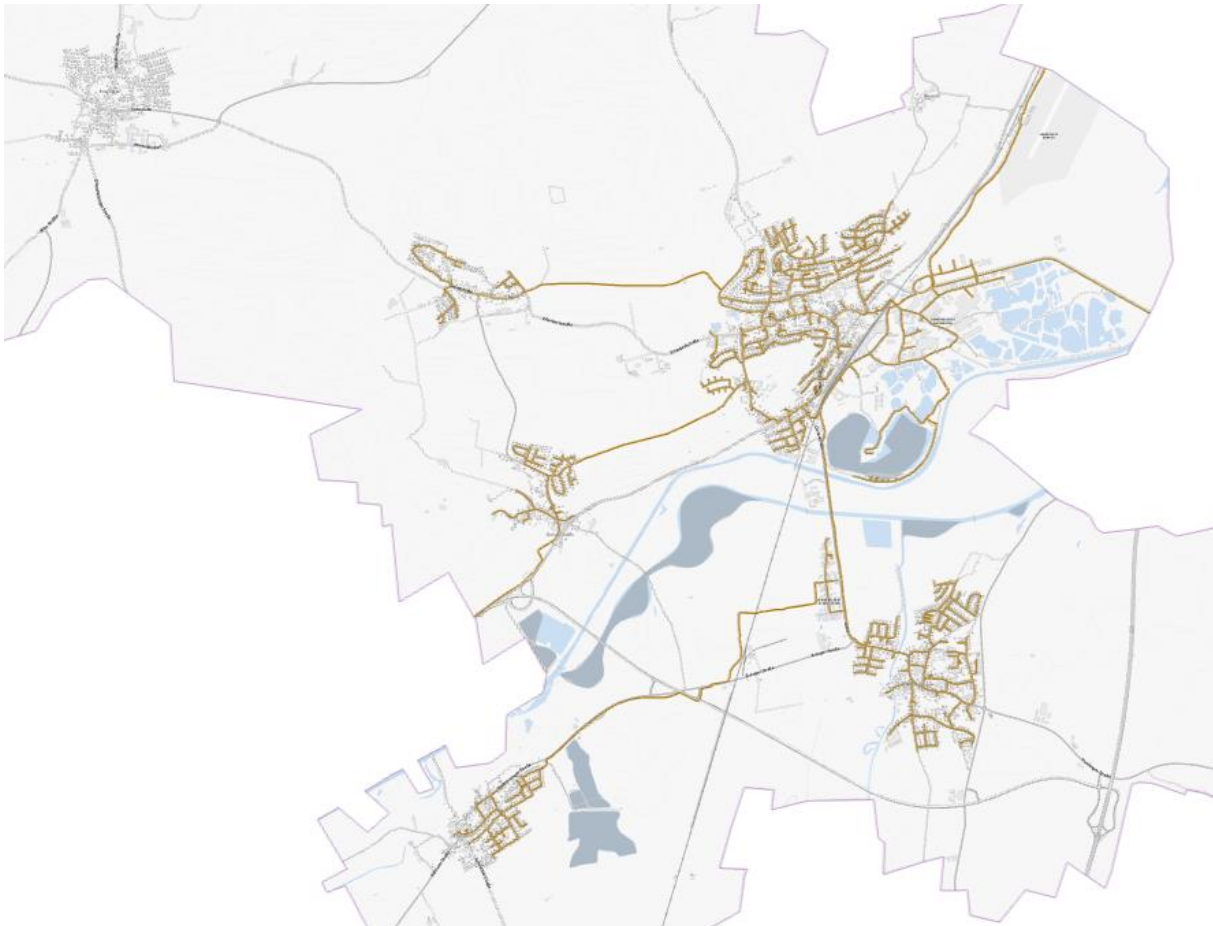


Abbildung 6: Erdgasnetz der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH (braun)
Quelle: Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH, Stand 07.11.2022
Hintergrundkarte: Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors and the GIS User Community

Im Stadtgebiet Erbach sind zwei Wärmenetze in Betrieb. Beide Wärmenetze werden mit Abwärme aus Biogasanlagen gespeist. Für die Bereitstellung von Spitzenleistungen und Redundanzen werden derzeit in beiden Netzen Biomasse-Heizkessel installiert. Das Wärmenetz im Nordwesten von Erbach versorgt städtische Liegenschaften und Wohngebäude (Netzgebiet A in Abbildung 7). Neben der Verdichtung im bisherigen Einzugsgebiet ist eine Ausweitung des Wärmenetzes in Richtung Stadtmitte angedacht. Das Wärmenetz im Gebiet B (Gewerbegebiet von Erbach) versorgt Unternehmen in der Benzstraße. Die Erweiterung des Netzes in Richtung Daimler- und Liebigstraße ist in Planung.

Im Stadtteil Dellmensingen sind zwei Wärmenetze in konkreter Planung. In beiden soll die Abwärme jeweils einer Biogasanlage für die Versorgung von städtischen Liegenschaften und privaten Wohngebäuden genutzt werden. Ein Netz ist im Ortsbereich südlich der Lange Straße geplant (Netzgebiet D), das andere versorgt Grundschule und Mehrzweckhalle und erstreckt sich im Umgriff des Darrewegs (Netzgebiet C).

Heizzentralen der bestehenden Wärmenetze sind die Biogasanlagen, zum Teil mit den genannten zusätzlichen Biomasse-Heizkesseln. Weitere Planungen zu Heizzentralen sind nicht bekannt.

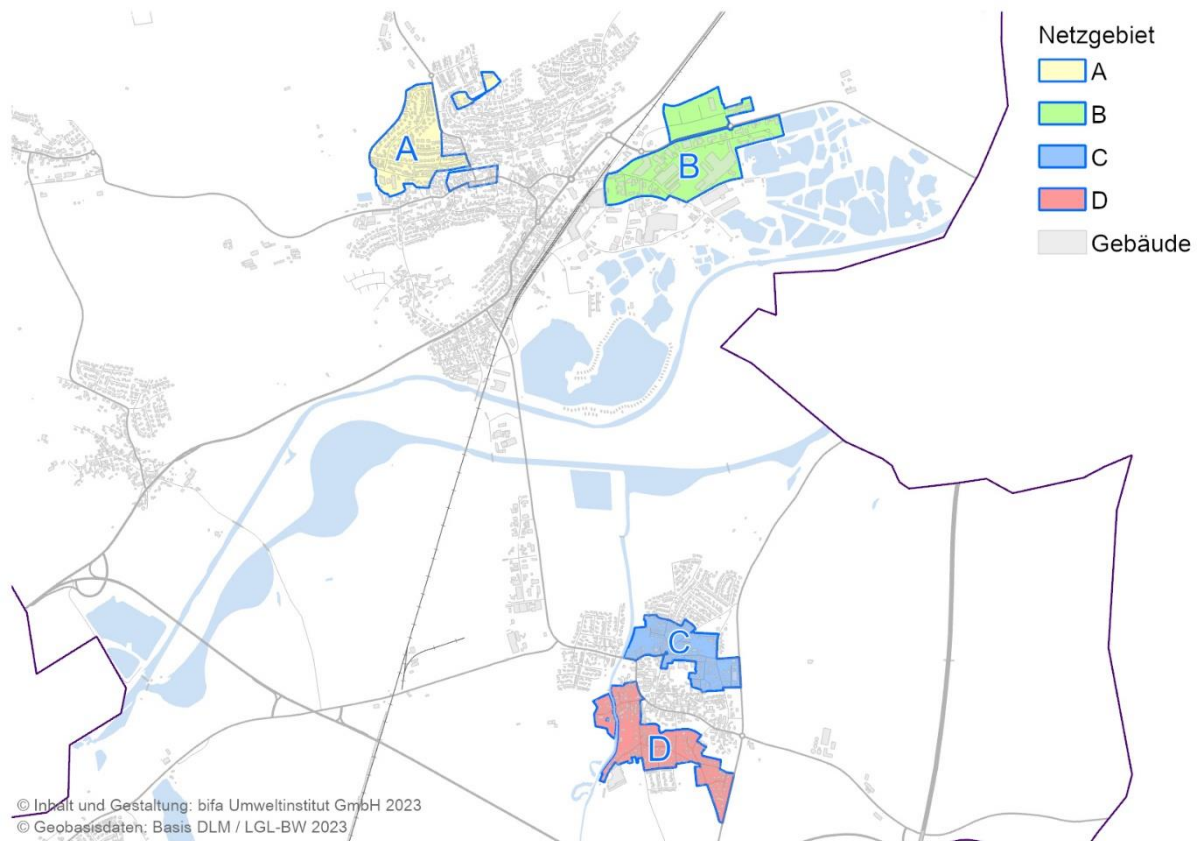


Abbildung 7: Wärmenetzgebiete (Bestand und konkrete Planung) im Stadtteil Erbach und im Stadtteil Dellmensingen

3.4 Erneuerbare Wärmeerzeugung

Erneuerbare Wärme kann in Biomasseheizungen, Solarthermieanlagen und Wärmepumpen erzeugt werden. Für die Ermittlung der Wärmemengen wurden unterschiedliche Datenquellen herangezogen:

Solarthermie

- Keine konkreten Zahlen sind für Erbach verfügbar. Eine Hochrechnung anhand durch das BAFA¹ geförderter Anlagen in einer bayerischen Stadt mit gleicher Größe (13.900 Einwohner) und in räumlicher Nähe zur Stadt Erbach ergibt 466 Anlagen mit in Summe 4.269 m².
- Angenommen wird, dass diese Werte nur 50 % des tatsächlichen Bestands repräsentieren.

Biomasse-Zentralheizungen

- Für Pellet-, Holzhackschnitzel-, Scheitholzheizungen wurde aus den gemeldeten Leistungen der Kaminkehrer in Summe 4.600 kW hochgerechnet.
- Zur Berechnung der Wärmemenge werden 1.800 Vollbenutzungsstunden/a angenommen.

¹ BAFA = Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Biomasse-Einzelraumheizungen

- Für Scheitholz- und Pelletheizungen wurde aus den Meldungen der Kaminkehrer eine Leistung von in Summe 19.060 kW hochgerechnet.
- Zur Berechnung der Wärmemenge werden 500 Vollbenutzungsstunden/a angenommen.

Wärmepumpen und Stromheizung

- Wärmemengen aus Wärmepumpen und Stromheizungen wurden aus den Stromverbrauchsangaben für Wärmepumpen und Stromheizung (Mittelwert 2021) der Netze BW GmbH berechnet.
- Eine durchschnittliche Arbeitszahl von 3,5 für Wärmepumpen wird angenommen.

Abbildung 8 zeigt die räumliche Verteilung von strombetriebenen Nachtspeicherheizungen und von Wärmepumpen, welche neben Strom überwiegend Umweltwärme zur Wärmebereitstellung nutzen.

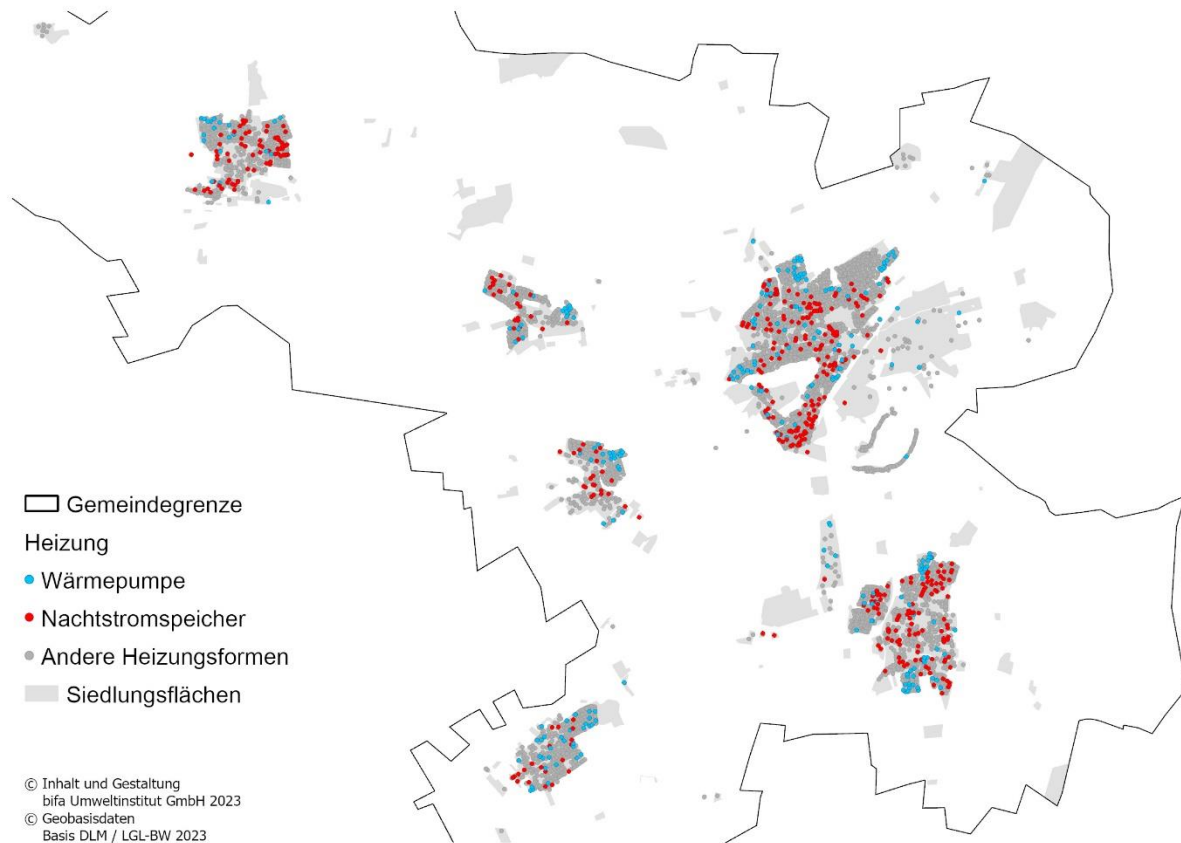


Abbildung 8: Verteilung der Heizungsanlagen im Gemeindegebiet. Farblich hervorgehoben sind die strombetriebenen Anlagen.

Die Ergebnisse der Hochrechnung für regenerative Wärmeerzeugungsanlagen sind in Tabelle 2 zusammengeführt. Strombetriebene Nachtspeicherheizungen werden nicht als regenerativ eingestuft und sind daher in der Tabelle nicht aufgeführt.

Tabelle 2: Bestand an regenerativen Wärmeerzeugungsanlagen im Stadtgebiet (Stand 2022). Eigene Hochrechnung basierend auf Angaben der Kaminkehrer (2022), von BAFA (2020), und der Netze BW GmbH (2021)

Wärme	Solarthermie Flachkollektor	Biomasse Pellets, Scheitholz, Holzhackschnitzel	Biomethan-BHKW	Kleinf Feuerung Scheitholz, Pellets	Wärmepumpe Kollektor, Sonde, Luft
Anlagenanzahl	867	keine Angabe	18	keine Angabe	252
Leistung in kW	-	4.620	8.930	19.060	keine Angabe
Fläche in m ²	7.950	-	-	-	-
Wärme in MWh/a	3.180	8.610	5.110	6.670	7.100

3.5 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf privater Haushalte für Heizen und Warmwasserbereitung macht mit rund 155.000 MWh/a den mit Abstand größten Anteil am Gesamtwärmebedarf in der Stadt Erbach aus. Der gewerbliche Bedarf beträgt rund 90.000 MWh/a, der Wärmebedarf der kommunalen Liegenschaften rund 5.600 MWh/a (witterungsbereinigter Wert 2019). In Abbildung 9 sind die Angaben zusammengestellt.

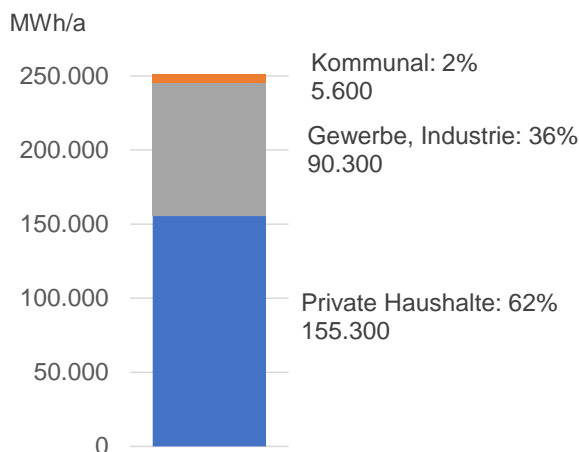


Abbildung 9: Wärmebedarf von 251.000 MWh/a, aufgeteilt nach Sektoren (Kommunal: Stand 2019; Andere: 2021)

Energieträger zur Wärmebereitstellung – Wohnen

Aus den Energiebilanzen zur leitungsgebundenen Energieversorgung, den Hochrechnungen über Anlagendaten von regenerativen Energieerzeugern (siehe Kapitel 3.4) und der Verteilung der Feuerstätten aus den Kaminkehrerdaten lässt sich die Verteilung der Energieträger zur Wärmebereitstellung in Wohngebäuden und Gebäuden mit überwiegender Nutzung als Wohngebäude ermitteln. Für das gesamte Betrachtungsgebiet ergibt sich die Energieträgerverteilung der Abbildung 10. Die Energieträgerverteilung in den einzelnen Stadtteilen ist in Abbildung 11 dargestellt.

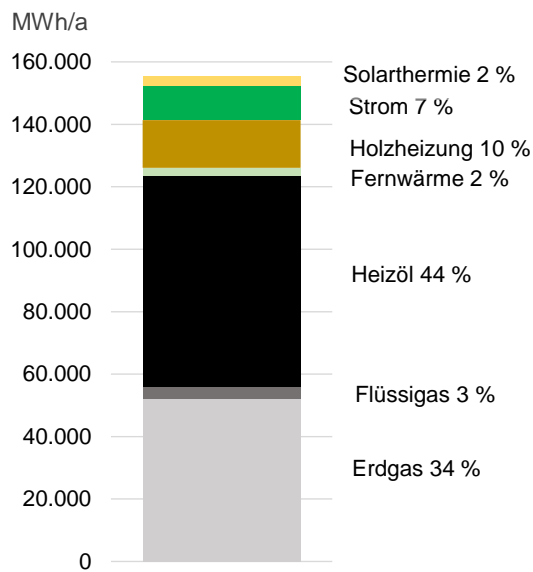


Abbildung 10: Wohnwärmebereitstellung von 155.000 MWh/a, aufgeteilt nach Energieträgern (Stand 2021)

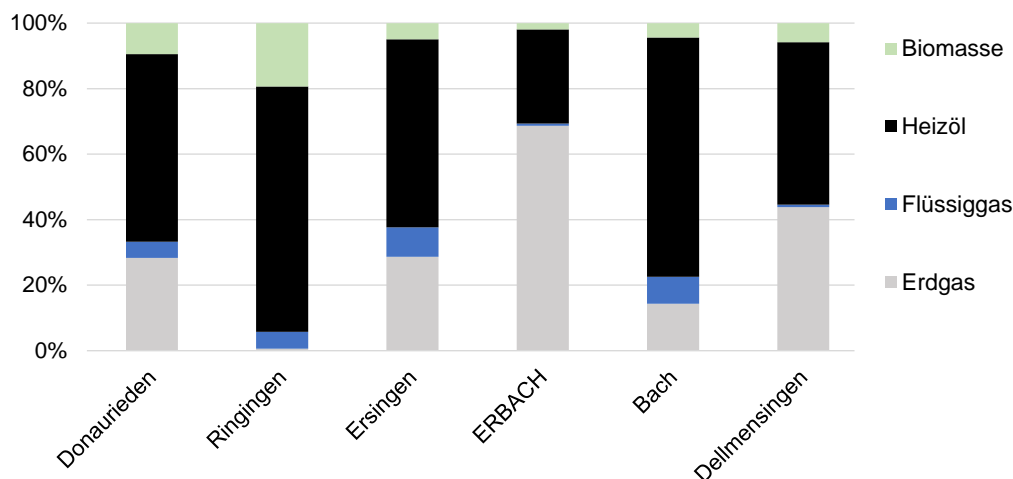


Abbildung 11: Energieträgerverteilung in den Stadtteilen aus Kaminkehrerdaten (Stand 2021)

Kommunaler Wärmebedarf

Für kommunale Liegenschaften stellte die Verwaltung den Verbrauch an Erdgas, Heizöl, Flüssiggas und Nahwärme zusammen. Den größten Anteil an der Versorgung kommunaler Liegenschaften hat mit über 63 % der Energieträger Erdgas (siehe Abbildung 12). Aktuell werden der Bauhof und die Kläranlage mit Abwärme aus der Kläranlage beheizt. Sechs Liegenschaften werden über kleine Nahwärmenetze mit regenerativer Wärme versorgt, beispielsweise Abwärme einer Biogasanlage.

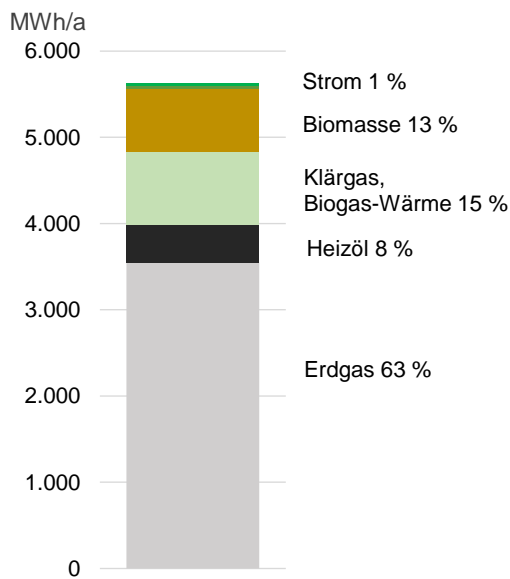


Abbildung 12: Wärmebereitstellung in kommunalen Liegenschaften nach Energieträgern

Gewerbe und Industrie

Der Bedarf an Wärme für Gewerbebetriebe wurde wie folgt ermittelt: Die Erdgasverbräuche im Gemeindegebiet sind über die Energieversorgungsunternehmen bekannt. Anteile an Heizöl, erneuerbaren Energien und sonstigen Energieverbräuchen werden auf Basis vorliegender gewerblicher Verbrauchsanteile im Alb-Donau-Kreis von 2020 auf das Stadtgebiet übertragen. Die errechnete Verteilung ist in Abbildung 13 zu sehen.

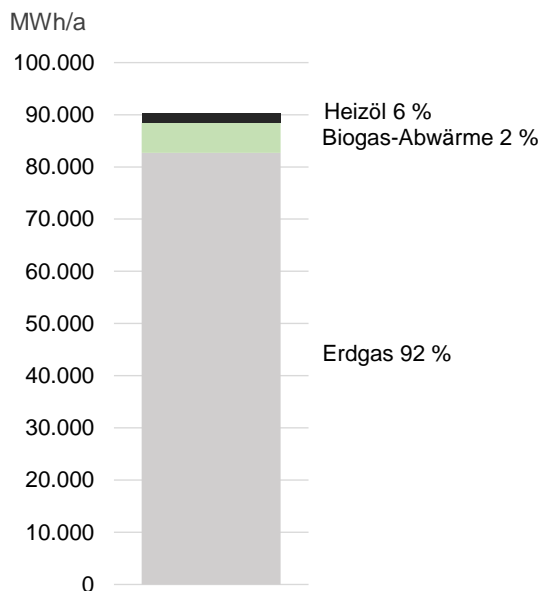


Abbildung 13: Wärmebereitstellung in Gewerbe und Industrie nach Energieträgern

3.6 Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung

Abbildung 14 zeigt die Verteilung des Stromverbrauchs in Höhe von 80.000 MWh/a nach Sektoren. Den größten Anteil am Gesamtverbrauch weist mit 77 % das Gewerbe auf. Private Haushalte sind mit 20 % und kommunaler Verbrauch mit 3 % anteilig weniger bedeutend.

Die bedeutendsten erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung sind Photovoltaik (59 %) und Biomasse, insbesondere Biogasanlagen (40 %). Wasserkraft liefert nur einen geringen Anteil. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung liegt in der Stadt Erbach bei 62 % (Stand 2019).

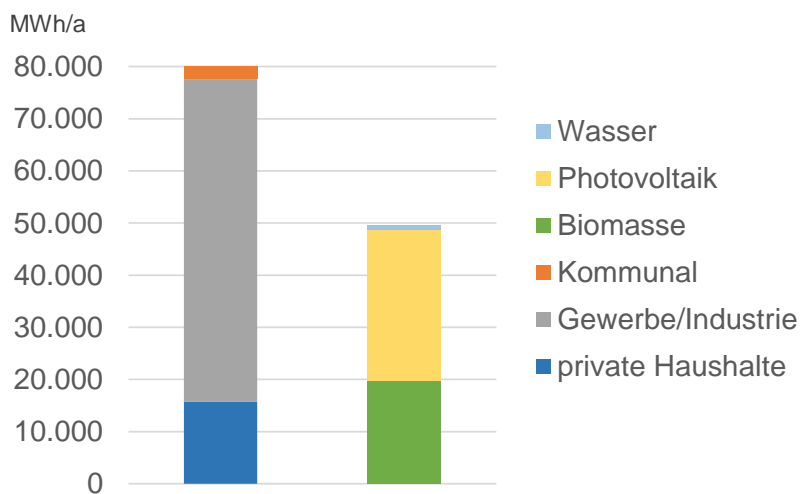


Abbildung 14: Stromverbrauch von 80.000 MWh/a aufgeteilt nach Sektoren und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 50.000 MWh/a (Stand 2019)

3.7 Endenergie-, Primärenergie- und Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Endenergie- und Primärenergiebilanz

In der Energiebilanz der Wärmebereitstellung wird zwischen Primärenergie und Endenergie unterschieden:

- Primärenergie ist die in noch nicht verarbeiteten Energieträgern wie Roh-Erdgas, Erdöl oder Kohle enthaltene oder aus erneuerbaren Quellen gewonnene Energie. Im Kontext von Treibhausgasemissionen – wie auch in diesem Bericht – wird unter dem Begriff nur Primärenergie aus fossilen Quellen verstanden.
- Endenergie ist die vom Endverbraucher bezogene Energie, in der Regel in Form von Strom, Heizöl, Erdgas, Scheitholz, Holzpellets, Fernwärme oder Kraftstoffen (siehe Kapitel 3.5).

Unter Verwendung von Primärenergiefaktoren kann der Primärenergiebedarf aus den Endenergiebedarfen der einzelnen Energieträger ermittelt werden, siehe Tabelle 3 und Abbildung 15. Die Verbrauchswerte pro Einwohner liegen bei:

- 17,8 MWh/Ew/Jahr Endenergieverbrauch
- 18,1 MWh/Ew/Jahr Primärenergieverbrauch

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs der Wärmeversorgung nach Sektoren zeigt Abbildung 9 in Kapitel 3.5.

Tabelle 3: Endenergieverbrauch, Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger (GEG 2022) und resultierender Primärenergieverbrauch

Energieträger / Technologie	Endenergie in MWh/a	Primärenergiefaktor	Primärenergie in MWh/a
Heizöl	73.800	1,10	81.200
Erdgas, Flüssiggas	142.300	1,10	156.500
Solarthermie	3.200	0	0
Holz	16.000	0,2	3.200
Strom	5.800	1,8	10.400
Nahwärme (Abwärme Biogas)	5.100	0 *	0

* Primärenergiefaktor: Ansatz 0 für Abwärme, in Abweichung zum GEG 2022

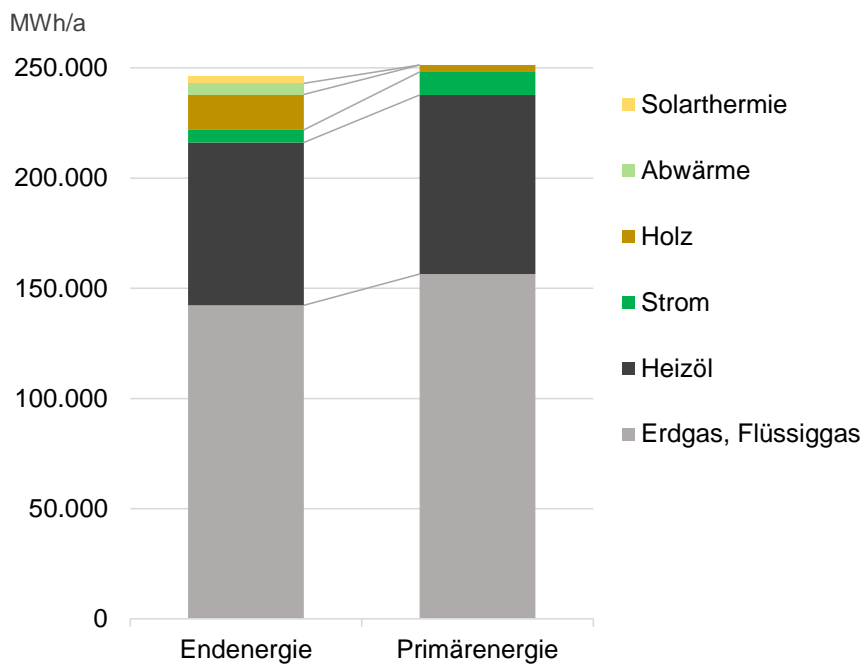


Abbildung 15: Primär- und Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung

Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Endenergiebilanz werden die Treibhausgasemissionen auf Basis von Emissionsfaktoren ermittelt. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die verwendeten Faktoren. Die CO₂-Emissionsfaktoren sind dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung der KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH entnommen (KEA 2023).

Tabelle 4: Treibhausgasemissionsfaktoren (KEA 2023)

Energieträger / Technologie	CO ₂ -Emissionsfaktor in kg/kWh
Heizöl	0,311
Erdgas, Flüssiggas	0,233
Solarthermie	0,013
Holz	0,022
Strom	0,485
Nahwärme (Abwärme Biogasanlagen)	0,090

Die jährlichen Gesamtemissionen für Erbach im Sektor Wärme berechnen sich zu 59.800 t CO_{2eq}. Dies entspricht Treibhausgasemissionen im Sektor Wärme von 4,3 t CO_{2eq} pro Einwohner und Jahr.

Abbildung 16 zeigt die Aufteilung nach Energieträgern.

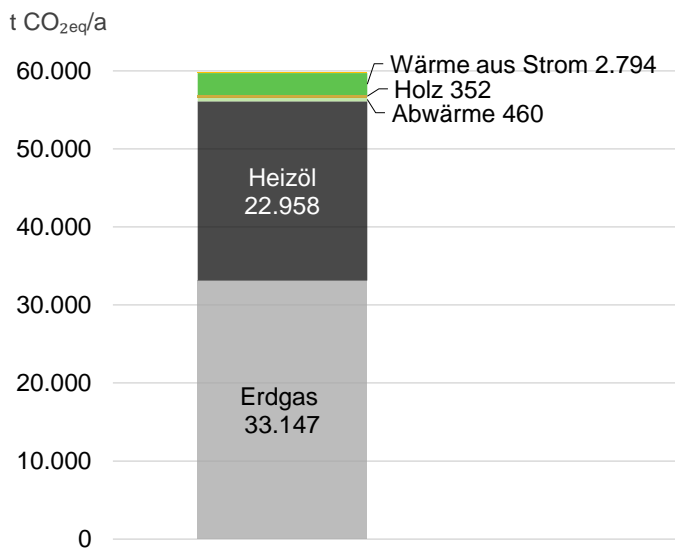


Abbildung 16: CO₂-Emissionen der Wärmebereitstellung nach Energieträgern

3.8 Kennzahlen

In Tabelle 5 sind Kennzahlen aufgeführt, die sich aus den oben dargestellten Ergebnissen ableiten lassen.

Tabelle 5: *Ermittelte Kennzahlen* *

Bezeichnung	Einheit	Wert
Endenergieverbrauch Wärme der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	kWh/Ew/a	11.605
Treibhausgasemissionen Wärme der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	t/Ew/a	2,8
Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche	kWh/m ²	150
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf	kWh/Ew/a	414
Endenergieverbrauch Wärme in GHD und Industrie pro Kopf	kWh/Ew/a	6.511
Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf	t/Ew/a	1,5
Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmebereitstellung nach Energieträgern pro Kopf		
Solarthermie	kWh/Ew/a	229
Strom	kWh/Ew/a	780
Biomasse	kWh/Ew/a	1.154
Abwärme Biogas	kWh/Ew/a	369
Anteil erneuerbarer Energien an lokalem Strombedarf (Stand 2019)	-	62 %
Anteil erneuerbarer Energien an lokalem Wärmebedarf, inkl. Strom für Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen (Stand 2019)	-	14 %
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung		
Wärmepumpen	kWh/a	2.033.000
Direktstrom	kWh/a	3.727.000
Fläche solarthermischer Anlagen pro Kopf	m ² /Ew	keine Angabe
Fläche PV-Anlagen pro Kopf (Stand 2019)	m ² /Ew	11
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (Stand 2019)	kW _{el} /Ew	0,0005
Installierte Speicherkapazität		
Strom	kWh	3.417
Wärme	kWh	keine Angabe
Länge der Transport- und Verteilleitungen im Gasnetz	m	72.122

* Zur Ermittlung folgender Kennwerte liegen keine auswertbaren Angaben vor: Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf, Fläche solarthermischer Anlagen, installierte Wärmespeicherkapazität, Anzahl der Hausanschlüsse in Gas- und Wärmenetzen, Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen.

4 Regenerative Energieerzeugungspotenziale

4.1 Solarenergie – Freiflächenanlagen

PV auf Freiflächen

Die Stadtverwaltung hat in Zusammenarbeit mit dem Nachbarschaftsverband Ulm für das Gebiet der Stadt Erbach Potenzialflächen für PV-Freiflächenanlagen erarbeitet. Dabei wurden Ausschlussgebiete definiert sowie Gebiete, die einer Priorisierung unterliegen, beispielsweise:

- Ausschlussgebiete
 - Gebiete für Naturschutz und Landschaftspflege
 - Gebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz
 - Vorrangflächen für den Rohstoffabbau
- Gebiete, die einer Priorisierung unterliegen
 - Gebiete für Erholung
 - Regionale Grünzüge
 - Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft

Vom Nachbarschaftsverband Ulm wurden Geoinformationsdateien mit nachfolgend priorisierten Potenzialflächen zur Verfügung gestellt:

- Flächen privilegiert gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8b BauGB
- Flächen ohne Restriktionen des Regionalplanes
- inkl. Vorranggebiete Grünzug und Vorbehaltsgebiete Erholung
- inkl. Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft

Für die nachfolgend dargestellten Stromerzeugungspotenziale wurden 50 % der privilegierten Flächen und 50 % der Flächen ohne Restriktionen berücksichtigt. Zur Ermittlung der elektrischen Leistung wurde eine Belegungsdichte pro Bodenfläche von 1.000 kW/ha verwendet (ISE 2022). Der Stromertrag wurde aus den Ertragsdaten installierter PV-Anlagen im Stadtgebiet für die Jahre 2014 bis 2021 zu 1.056 kWh/kW_p ermittelt (NetzeBW 2021).

Das in Tabelle 6 genannte Potenzial für PV-Freiflächenanlagen entspricht einem Anteil an der gesamten Gemeindefläche von etwa 2,5 %. Abbildung 17 zeigt die Lage der Potenzialflächen.

Tabelle 6: Potenzial von PV-Freiflächenanlagen nach EEG 2021 und auf Flächen ohne Restriktionen des Regionalplans

	Flächen- potenzial ha	Umsetz- ung	Ertrags- fläche ha	Leistung kW _p	Stromertrag MWh/a
Potenzialflächen nach EEG 2021	142	50 %	71	71.000	75.000
Potenzialflächen ohne Restriktionen des Regionalplans	170	50 %	85	85.000	89.800
Summe			156	156.000	164.800

Zum 01. Januar 2023 trat das EEG 2023 in Kraft. Dieses erweitert die förderfähige Flächenkulisse entlang von Autobahnen und Schienenwegen von bisher 200 m auf 500 m. Eine Privilegierung nach BauGB besteht dabei nach wie vor nur bis zu einer Entfernung von 200 m neben Autobahnen und neben Schienenwegen des übergeordneten Netzes mit mindestens zwei Hauptgleisen.

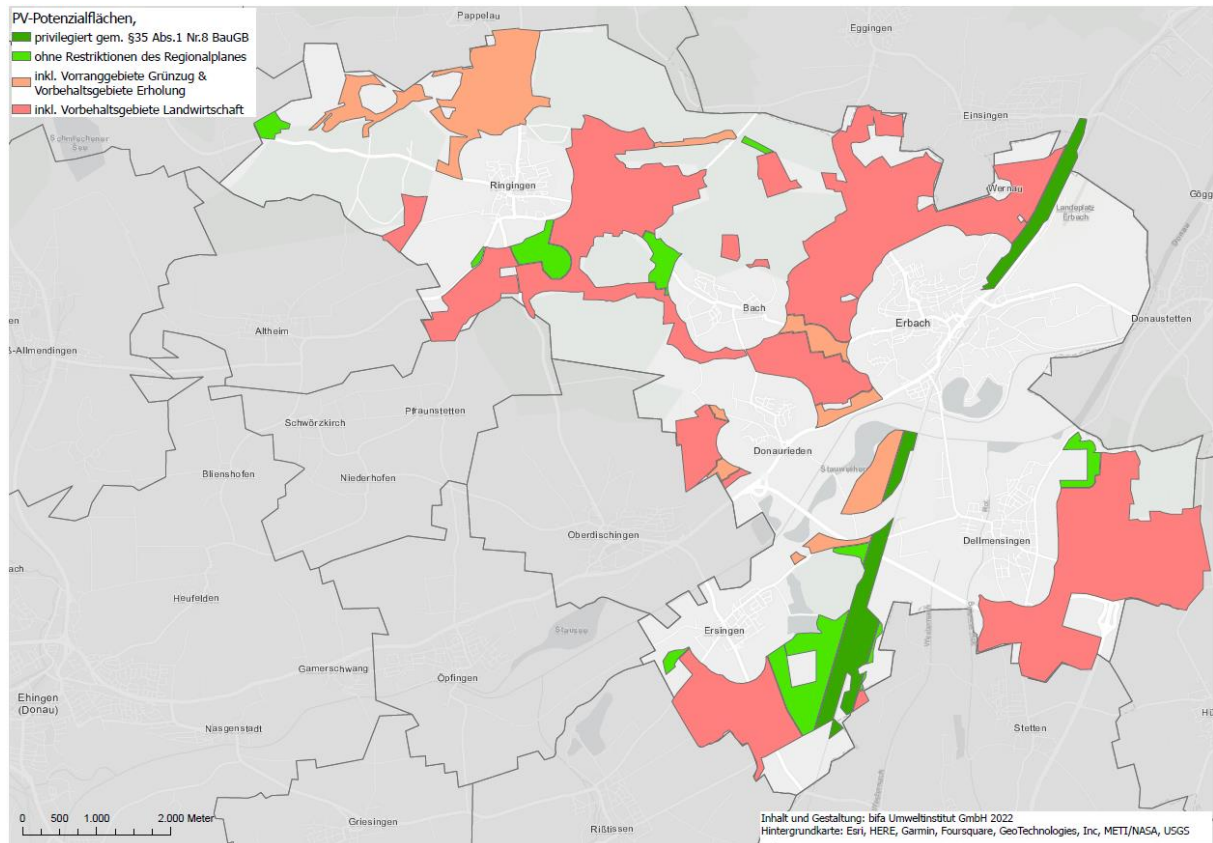


Abbildung 17: Potenzialflächen für PV, privilegiert oder ohne Restriktionen des Regionalplans (grün markiert)

PV auf Wasserflächen

Photovoltaikanlagen werden vermehrt auch auf Wasserflächen installiert. Der Energieatlas Baden-Württemberg gibt ein wirtschaftlich-praktisch erschließbares Potenzial für schwimmende PV-Anlagen auf Baggerseen aus. Der Energieatlas Baden-Württemberg gibt für den südlichen der Ersinger Seen bei 45%iger Belegung und einer Belegungsdichte von $1,2 \text{ MW}_p/\text{ha}$ ein Potenzial von 8.090 kW_p aus. Die Realisierbarkeit an diesem See sieht die Stadt als fraglich an. Ein Antrag für eine andere See-PV-Fläche wurde 2023 vorgelegt.

4.2 Solarenergie – Dachflächenanlagen

Auf Basis eines vorliegenden LoD1-Gebäudemodells wurden die Potenziale für die PV-Stromerzeugung mittels Geoinformationsberechnungen bestimmt. Ausgehend von den Grundflächen der Gebäude wurden die nutzbaren Dachflächen über einen mittleren Dachflächennutzungsfaktor von 0,4 ermittelt. Gewerbebauten und öffentliche Sonderbauten wurden inklusive Nebengebäuden wie beispielsweise Lagerhallen oder Turnhallen berücksichtigt. Bei

Wohngebäuden gingen Nebengebäude unter 20 m² wie Garagen oder Schuppen nicht in die Berechnung ein.

Zur Ermittlung des Gesamtpotenzials wurden für die PV-Dachanlagen eine Leistungsdichte pro Dachfläche von 200 W/m² angenommen. Der Stromertrag wurde über einen durchschnittlichen Ertragswert von 960 kWh/kW ermittelt. Für Wohngebäude wurde eine Dachflächennutzung von 90 % für die Stromerzeugung und von 10 % für die Wärmerzeugung durch Solarthermieanlagen angesetzt. Dachflächen von Nichtwohngebäuden (entsprechend Gebäuden ohne ermittelten Wärmebedarf) wurden zu 100 % dem PV-Strompotenzial zugeordnet. Für Solarthermieanlagen wird von einem Wärmeertrag von 400 kWh/m² ausgegangen.

Tabelle 7 zeigt das Gesamtpotenzial und die Bestandsenergieerzeugung in einer Aufteilung zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden. Die Stromeinspeisung der PV-Bestandsanlagen für das Jahr 2019 ist dem Energiemonitor Strom entnommen (NetzeBW 2021). Die Ermittlung der Bestandsenergieerzeugung von Solarthermieanlagen ist in Abschnitt 3.4 beschrieben.

Tabelle 7: Solares-Dachflächenpotenzial

	Gebäudenutzung	Anzahl (Adressen)	Nutzfläche in m ²	Leistung in kW	Energie in MWh/a
PV-Strom	Wohngebäude	3.807	171.700	34.300	33.000
	Nicht-Wohngebäude	6.079	269.900	54.000	51.800
	Gesamtpotenzial	9.886	441.600	88.300	84.800
	Bestand 2019	-	-	-	18.600
Solar-thermische Wärme	Wohnen	3.807	19.100		7.600
	Nicht-Wohngebäude				
	Gesamtpotenzial	-	-	-	7.600
	Bestand	-	-	-	3.180

4.3 Wasserkraft

In Erbach gibt es drei Wasserkraftanlagen, zwei an der Donau und eine an der Baierzer Rot, mit einer Leistung von in Summe 255 kW. Der Energieatlas Baden-Württemberg weist keine weiteren Potenziale aus. Tabelle 8 zeigt die drei Wasserkraftanlagen und die Stromertragsprognosen gemäß Energieatlas.

Tabelle 8: Bestehende Wasserkraftanlagen und erwarteter Stromertrag (Energieatlas 2023)

Name der Anlage	Stadtteil	Leistung kW	Stromertrag MWh/a
E-Werk Kaim T30	Dellmensingen	109	194
Donau KW Ersinger Wehr	Ersingen	56	448
Sägewerk Ersingen	Ersingen	90	323

4.4 Windkraft

Im Dezember 2015 trat die 5. Teilfortschreibung des Regionalplans des Regionalverbands Donau-Iller „Nutzung der Windkraft“ in Kraft. In diesem wurden Vorranggebiete für Standorte regionalbedeutsamer Windkraftanlagen festgelegt.

Im Gemeindegebiete Erbach ist eine Vorrangfläche mit 75 Hektar am Pfifferlingsberg, westlich des Stadtteil Ringingen, ausgewiesen (Abbildung 18). Gemäß Steckbrief der Vorrangfläche sind vorbehaltlich naturschutzfachlicher und militärischer Belange 4-7 Anlagen möglich. Außerhalb dieses Vorranggebiets ist die Errichtung von regionalbedeutsamen Windkraftanlagen derzeit ausgeschlossen. In der Potenzialdarstellung ist eine Umsetzung von 7 „kleinen“ Windkraftanlagen mit je 3,5 MW elektrischer Leistung angenommen.

Im Zuge des Windenergieflächenbedarfsgesetzes sind die regionalen Planungsverbände aufgerufen, Flächenanteile von 1,1 % bis 2027 und von 1,8 % bis 2032 als Vorranggebiete für die Windkraft auszuweisen. Der Regionalverband Donau-Iller arbeitet derzeit an der Ausweisung neuer Vorranggebiete, die die Windkraftpotenziale im Gemeindegebiet maßgeblich beeinflussen kann. Konkrete Anträge sollen ab 2024 gestellt werden können.

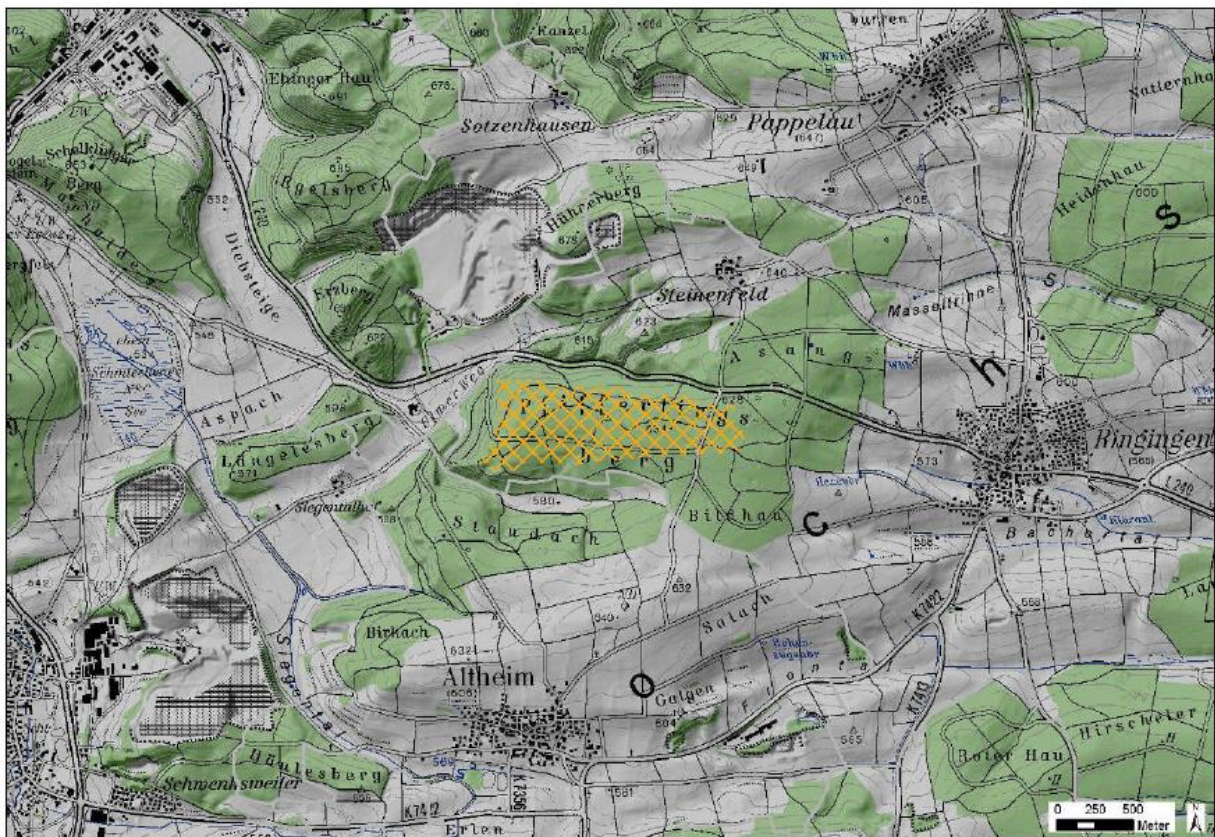


Abbildung 18: Vorranggebiet für Windkraft gemäß der 5. Teilfortschreibung des Regionalplans (Karte: RPV 2015)

4.5 Biogas

Die Potenziale zur Energieerzeugung aus Biogas setzen sich zusammen aus dem Potenzial durch den Anbau von Energiesubstraten (NAWARO: nachwachsende Rohstoffe) und dem Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen wie Gülle und Mist. Daten zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche und zu den Viehbeständen der Stadt Erbach wurden aus Veröffentlichungen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (Statistik-BW 2020) herangezogen. Zur Ermittlung der Biogasbildungspotenziale wurde auf Kennwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR 2016) zurückgegriffen.

Prinzipiell sind sämtliche landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung geeignet, beispielsweise für Mais- oder Grassilage. Im Sinne einer ausgewogenen Nutzung der Flächen werden 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Substraten als Potenzialfläche angenommen. Der Rest wird dem Nahrungsmittel- und Futtermittelanbau zugeordnet. Zudem wird angenommen, dass 80 % der anfallenden tierischen Exkremente in Biogasanlagen genutzt werden können.

Das Gesamtpotenzial für die Stadt Erbach ermöglicht es rechnerisch, Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Höhe von insgesamt knapp 1.700 kW_{el} zu betreiben, bei 8.000 Volllaststunden pro Jahr. Für die Berechnung der in Tabelle 9 eingetragenen Werte zum Strom und Wärmepotenzial wurde der Eigenwärme- und Strombedarf zur Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs bereits abgezogen.

Die bisherige Stromerzeugung in den Bestandsbiogasanlagen ist den Meldungen des Netzbetreibers zur Stromeinspeisung aus Biogasanlagen entnommen (NetzeBW 2021). Sie liegt höher als das abgeschätzte Potenzial. Die bisher gelieferten Wärmemengen sind Angaben der Anlagenbetreiber.

Tabelle 9: *Biogaspotenzial und daraus abgeleitetes Potenzial zur Wärme- und Stromabgabe bei Einsatz eines BHKW*

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromerzeugung, Bestand 2019	19.670	MWh/a
Strompotenzial, absolut	13.550	MWh/a
Ausbaupotenzial elektrisch	0	MWh/a
Wärmenutzung, Bestand	5.100	MWh/a
Wärmepotenzial, absolut	11.400	MWh/a
Ausbaupotenzial thermisch	6.300	MWh/a

Kommunale Projekte zur Steigerung der Biogasproduktion innerhalb des Gemeindegebietes aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht geboten. Die Ausweitung der Abwärmenutzung wird von den Anlagenbetreibern derzeit in verschiedenen Projekten umgesetzt (s. Kapitel 7.4).

4.6 Biomasse zur Wärmeengewinnung

Waldholz

Im Gemeindegebiet der Stadt Erbach sind nach Auswertung des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) knapp 1.400 ha und somit 22 % der

Gesamtfläche bewaldet. Bei den Waldflächen handelt es sich überwiegend um Privatwald und Körperschaftswald.

Zur Bestimmung des Waldholzpotenzials wurde die Holznutzung nach Baumartgruppen gegliedert. Die Waldflächen der Stadt wurden über eine Geoinformationsauswertung nach ihren Waldarten (Nadel-, Laub- und Mischwald) unterschieden und mit entsprechenden Nutzungsfaktoren multipliziert (FVA 2014). Für die drei Waldarten wurden durchschnittliche Energiegehalte für das frisch geschlagene Holz festgelegt und ein Gesamtenergiegehalt des Holzes zur energetischen Nutzung berechnet. Als Nutzungsfaktor wurde in Anlehnung an LWF (2020) angenommen, dass 30 % des Waldholzes energetisch verwertet werden. Der Rest des Holzes wird der bedeutenderen stofflichen Verwertung zugerechnet.

Dem jährlichen Energiepotenzial durch den Holzzuwachs auf Forstflächen stehen die bereits heute in den Bestandsanlagen genutzten Holzmengen gegenüber. Um diese zu ermitteln, wurden die Daten der Schornsteinfeger zu den in der Stadt Erbach installierten Biomasseanlagen ausgewertet. Die sich daraus ergebenden Potenziale zur Energieerzeugung aus Holz von forstwirtschaftlichen Flächen ist in Tabelle 10 dargestellt. Der berechnete Holzverbrauch zur Wärmeerzeugung liegt mit 16.000 MWh/a um gut 10 % höher wie das ermittelte Energiepotenzial. Kommunale Projekte zur Steigerung der Holznutzung für Heizzwecke innerhalb des Gemeindegebietes erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht prioritär.

Tabelle 10: Waldholzpotenziale

	Wert	Einheit
Waldflächen (nach ATKIS)	1.385	ha
Jährlicher Holzzuwachs	18.800	fm/a
Anteil Energieholz an Holzzuwachs	30	%
Jährliche Energieholzmenge	5.640	fm/a
Energiepotenzial	10.800	MWh/a
Energieverbrauch Biomasse: Zentralheizungen	9.300	MWh/a
Energieverbrauch Kleinf Feuerung Scheitholz	6.700	MWh/a
Energieverbrauch	16.000	MWh/a
Vorhandenes Ausbaupotenzial	0	MWh/a

Kurzumtriebsplantagen

Die Möglichkeit zur Erschließung weiterer Potenziale im Bereich der festen Biomasse bietet sich durch die Nutzung von bisher landwirtschaftlich wenig geeigneten kommunalen und privaten Flächen für den Betrieb von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Hier können schnell wachsende Bäume oder Sträucher – beispielsweise Weiden und Pappeln – angepflanzt werden, um innerhalb kurzer Wachstumszeit Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren. Gut geeignete Standorte für KUP weisen folgenden Eigenschaften auf:

- Ackerflächen mit guter Wasserversorgung
- Ackerflächen mit relativ geringer natürlicher Ertragsfähigkeit
- Flächen mit einer Hangneigung <10 %

Bei einer angenommenen Umsetzung von KUP auf 2 % der Ackerflächen liegt das Flächenpotenzial bei 66 Hektar. Dies entspricht einer nutzbaren Wärmemenge von 1.400 MWh/a. Eine

Nutzung von Ackerflächen in diesen Umfang würde nur in geringe Konkurrenz mit anderen Nutzungen wie Lebensmittel, Futter- und Substratanbau treten.

Reststoffe

Altholz und holzreiche Anteile des Grünguts sind grundsätzlich ebenfalls geeignet, einen Beitrag zur Wärmeerzeugung aus Biomasse zu leisten. Altholz geht jedoch häufig bereits in die thermische Verwertung, während holziges Grüngut im Allgemeinen kompostiert wird.

Zahlen zum Mengenaufkommen sind in der Abfallbilanz des Alb-Donau-Kreises veröffentlicht. Die angegebenen Wärmemengen für Altholz gehen nicht in die Potenzialdarstellung in Kapitel 6.2 ein. Tabelle 11 zeigt die auf Erbach anhand der Einwohnerzahl umgelegten Werte dieser beiden Abfallströme.

Tabelle 11: Potenzial aus Altholz und Grüngut für Erbach, basierend auf der Abfallbilanz des Alb-Donau-Kreises

Stadt Erbach (umgelegte Lkr. Werte) 2020	Menge in t	Wärmemenge in MWh/a
Altholz	253	1.300
gesondert erfasstes Grüngut	544	1.700

Fazit: Wärme aus Biomasse

Abbildung 19 stellt die Gesamtpotenziale zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse zusammen. Für Grüngut, Altholz und Waldholz bestehen bereits im Ist-Zustand gute stoffliche und energetische Verwertungspfade. Die Nutzung der Abwärmemengen der Biogasanlage erfolgt bereits zu Teilen und befindet sich aktuell im weiteren Ausbau. Ausbaupotenziale von Kurzumtriebsplantagen zur Wärmeerzeugung sind vorhanden, aber gering.

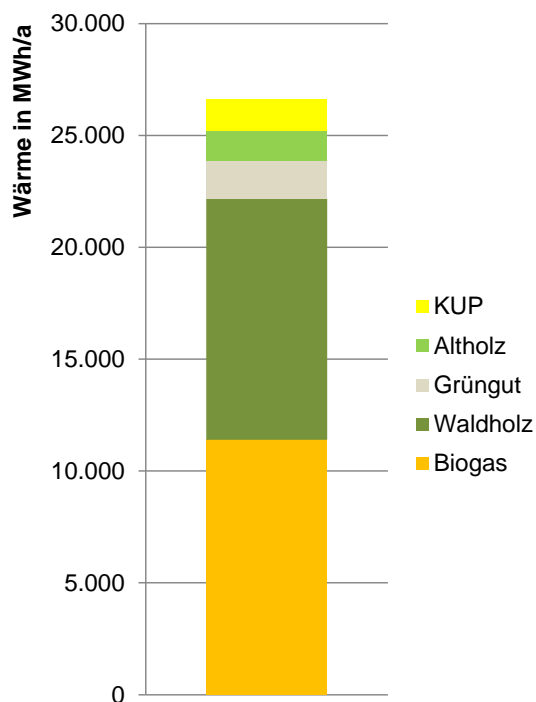


Abbildung 19: Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung aus Biomasse

4.7 Abwärme

In einer Reihe von Befragungen ansässiger Unternehmen konnten zwei Betriebe mit möglicherweise nutzbarem Abwärmepotenzial identifiziert werden.

- In einem Unternehmen der Metallverarbeitung im Gewerbegebiet wird Abwärme bereits intern genutzt. Ein Interesse an Wärmebezug über ein zentrales Wärmenetz besteht nicht. Gegebenenfalls kann Abwärme im Kühlwasser mit ca. 40 °C bereitgestellt werden.
- Eine Wäscherei im Gewerbegebiet nutzt Abwärme nach Möglichkeit bereits intern. Ein Interesse an Wärmebezug über ein zentrales Wärmenetz besteht nicht. Die Abgabe von Abwärme ist grundsätzlich denkbar; die Potenziale müssen allerdings noch definiert und quantifiziert werden.

Weitere Abwärmepotenziale aus dem Gewerbe konnten nicht identifiziert werden. Bei einem weiteren Ausbau des Nahwärmenetzes im nördlichen Teil des Gewerbegebiets ist die Integration der oben beschriebenen Abwärmequellen in das Netz zu prüfen (s. Maßnahme W3 in Abschnitt 7).

Eine weitere Wärmequelle stellt der Ablauf der Kläranlage dar. Dem Ablauf könnte über einen Wärmetauscher Wärme entzogen werden, welche mittels Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und beispielsweise in ein Wärmenetz eingespeist werden könnte.

4.8 Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme

Die Anwendung oberflächennaher Geothermie zur Wärmegewinnung aus Grundwasser, aus Erdwärmesonden oder aus Erdkollektoren ist nahezu überall nutzbar. Welche Wärmequelle und technische Variante zur Erschließung am besten geeignet ist, richtet sich nach den lokalen Untergrundverhältnissen, der hydrogeologischen Situation und dem Platzangebot für die Wärmegewinnungsanlage. Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen bedürfen in der Regel einer wasserrechtlichen Genehmigung. Für Erdkollektoren ist nur der Fall, wenn sie mit Kontakt zum Grundwasser oder innerhalb von Wasserschutzgebieten errichtet werden.

Umweltwärme bezeichnet die aus bodennahen Luftschichten und in Oberflächengewässern nutzbare Wärme. Für die Wärmeentnahme aus Oberflächengewässern ist eine wasserrechtliche Erlaubnis nötig. Luft-Wärmepumpen sind grundsätzlich nicht genehmigungspflichtig.

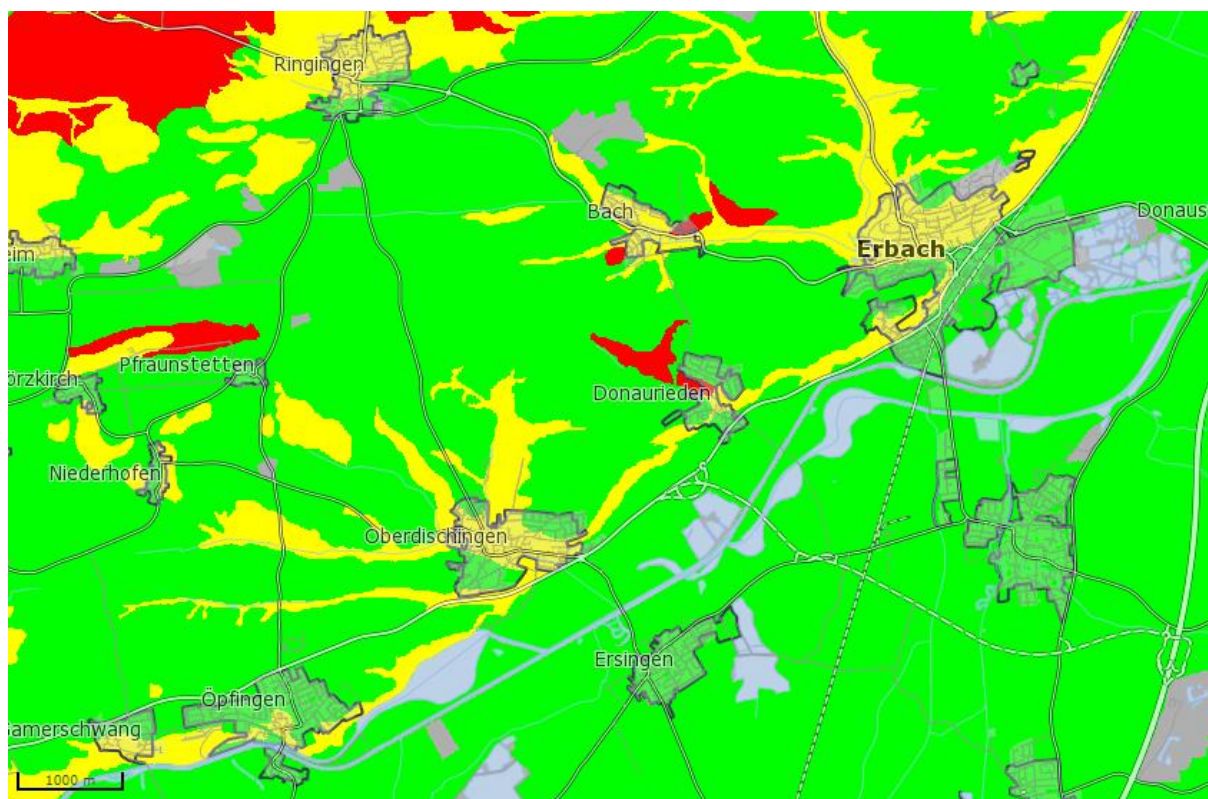
Aufgrund der begrenzten Quelltemperaturen zwischen 7 °C und 25 °C ist für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie oder Umweltwärme zu Heizzwecken der Einsatz einer Wärmepumpe nötig.

Räumliche Eingrenzung der einzelnen verfügbaren Techniken

Die Kartenansichten in diesem Abschnitt geben weitere Informationen über die Nutzbarkeit unterschiedlicher technischer Versorgungssysteme auf Basis von oberflächennaher Erdwärme.

Erdwärmekollektor

Ein Erdwärmekollektor entzieht dem Untergrund Wärme über Wärmetauscherrohre, die in einer Tiefe von 0,8 m bis 1,6 m verlegt werden. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind vor Ort eine ausreichend große unbebaute Kollektorfläche² sowie ein grabbarer Untergrund nötig. Die Grabbarkeit des Untergrunds zeigt Abbildung 20. Die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens in 1-2 m Tiefe ist in Abbildung 21 wiedergegeben.

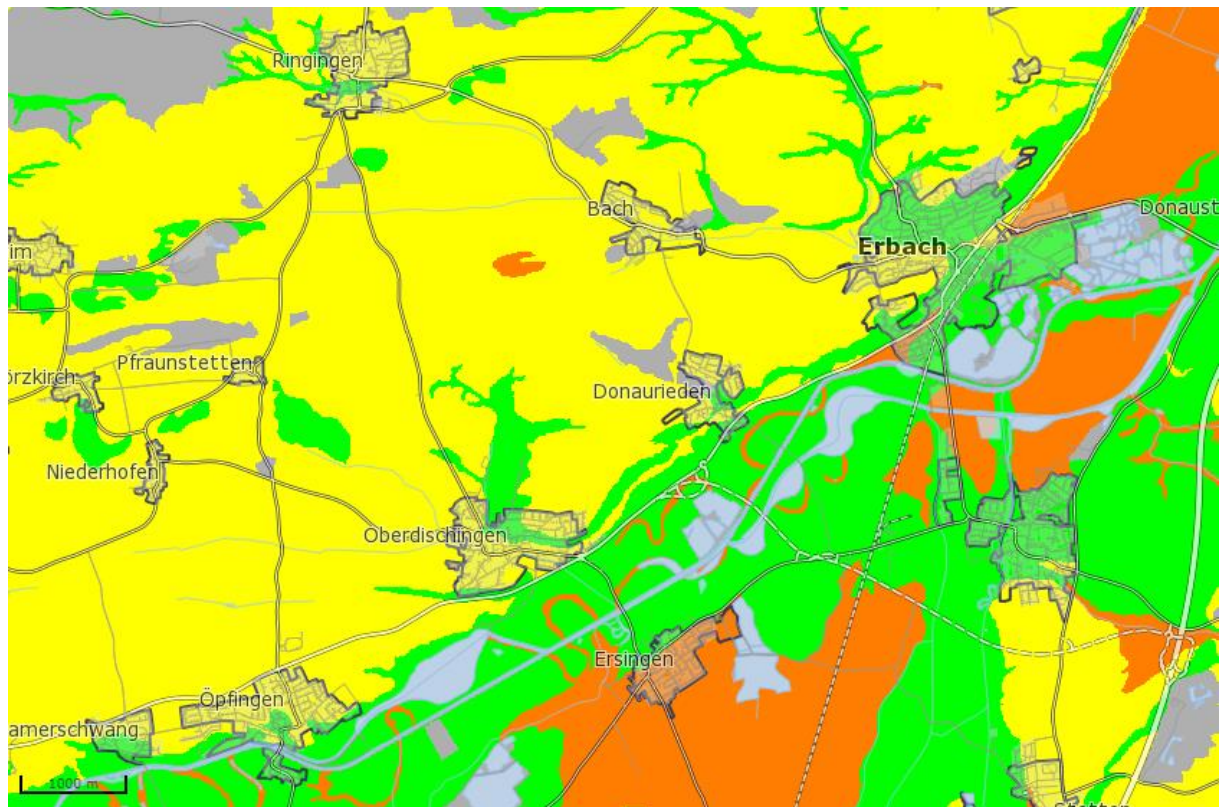


Untergrund

- wahrscheinlich grabbar, lokal kann es Einschränkungen geben
- eingeschränkt grabbar
- nicht oder sehr schwer grabbar
- keine Angaben (Abgrabungen, Auffüllungen, Gewässer oder stark versiegelte Ortslagen)

Abbildung 20: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe nach ISONG (2023)

² Faustregel: Kollektorfläche doppelt so groß wie beheizte Wohnfläche
(<https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/erdwaermekollektor.html>)



[W/(m*K)]

■ <math>< 0,8</math> (wenig geeignet)

■ $0,8 - 1,6$ (geeignet)

■ $> 1,6$ (gut geeignet)

■ keine Angaben (Abgrabungen, Auffüllungen, Gewässer, stark versiegelte Ortslagen oder nicht t
sehr schwer grabbarer Untergrund)

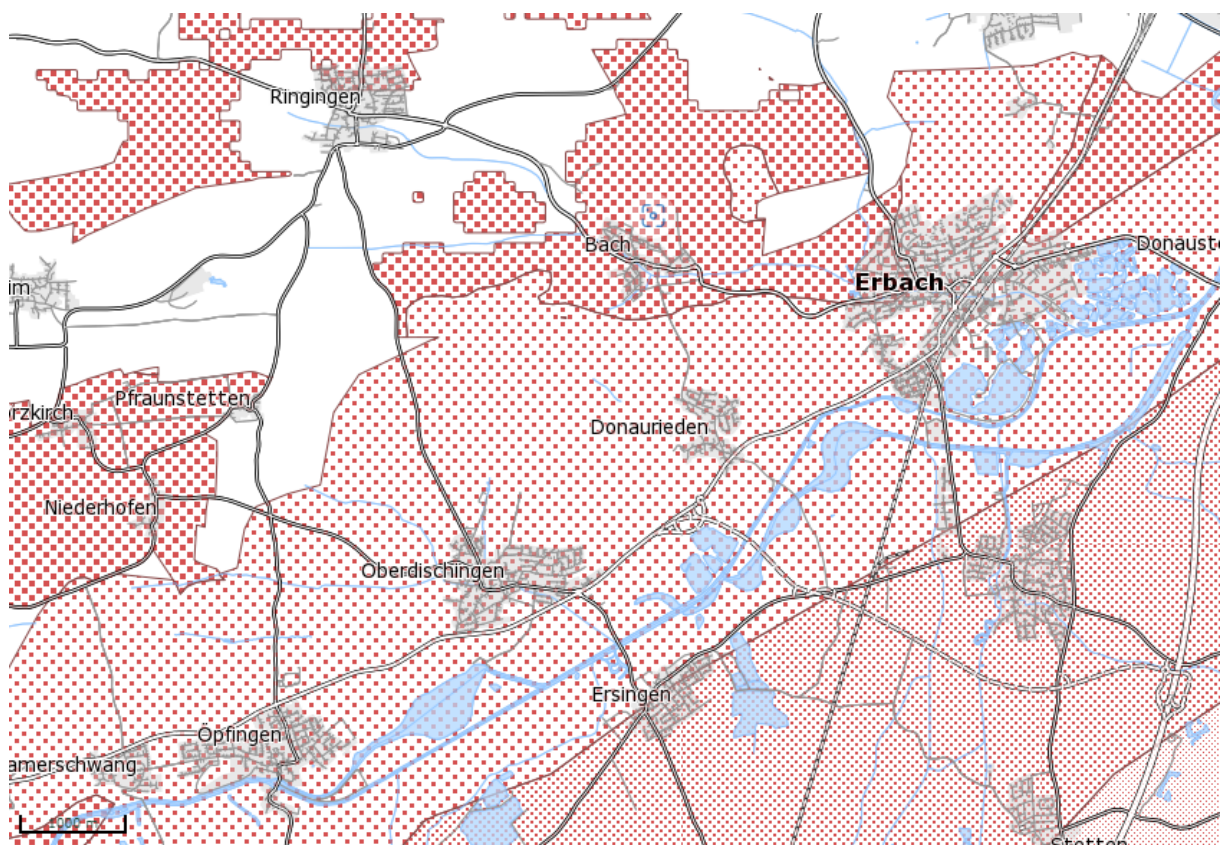
Abbildung 21: Erdwärmekollektoren: spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens in 1-2 m Tiefe (ISONG 2023)

Erdwärmesonden

Bei der Gewinnung von Wärme aus Erdwärmesonden wird ein Wärmeträgermedium durch ein vertikales Bohrloch gepumpt. Es nimmt dabei Wärme aus dem umgebenden Erdreich auf. Mit einer Wärmepumpe wird das Temperaturniveau für die nötigen Heizanwendungen angehoben. Die nötige Anzahl an Bohrungen für die Wärmebereitstellung ist unter anderem abhängig von der möglichen Bohrtiefe und der spezifischen Wärmeentzugsleistung des Untergrunds.

Die Begrenzung der Bohrtiefe aus Gründen des Grundwasserschutzes ist in Abbildung 22 dargestellt. Abbildung 23 beurteilt die geothermische Effizienz anhand der spezifischen jährlichen Entzugsarbeit einer Erdwärmesonde bis 100 m Tiefe beziehungsweise bis zur erlaubten Bohrtiefe bei 2.400 Jahresbetriebsstunden. Diese basiert auf einer jährlichen Entzugsarbeit aus dem prognostischen Bohrprofil in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 und unterteilt sich nach ISONG (2023) wie folgt:

- geringer effizient <math>< 100 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})</math>
- effizient $100\text{-}125 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$
- höher effizient $> 125 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$



Tiefe [m u.G.]	
	bis 50
	50 bis 100
	100 bis 200
	200 bis 400

Abbildung 22: Erdwärmesonden: Gebiete, in denen die Bohrtiefe aus Gründen des Grundwasserschutzes begrenzt ist (ISONG 2023)

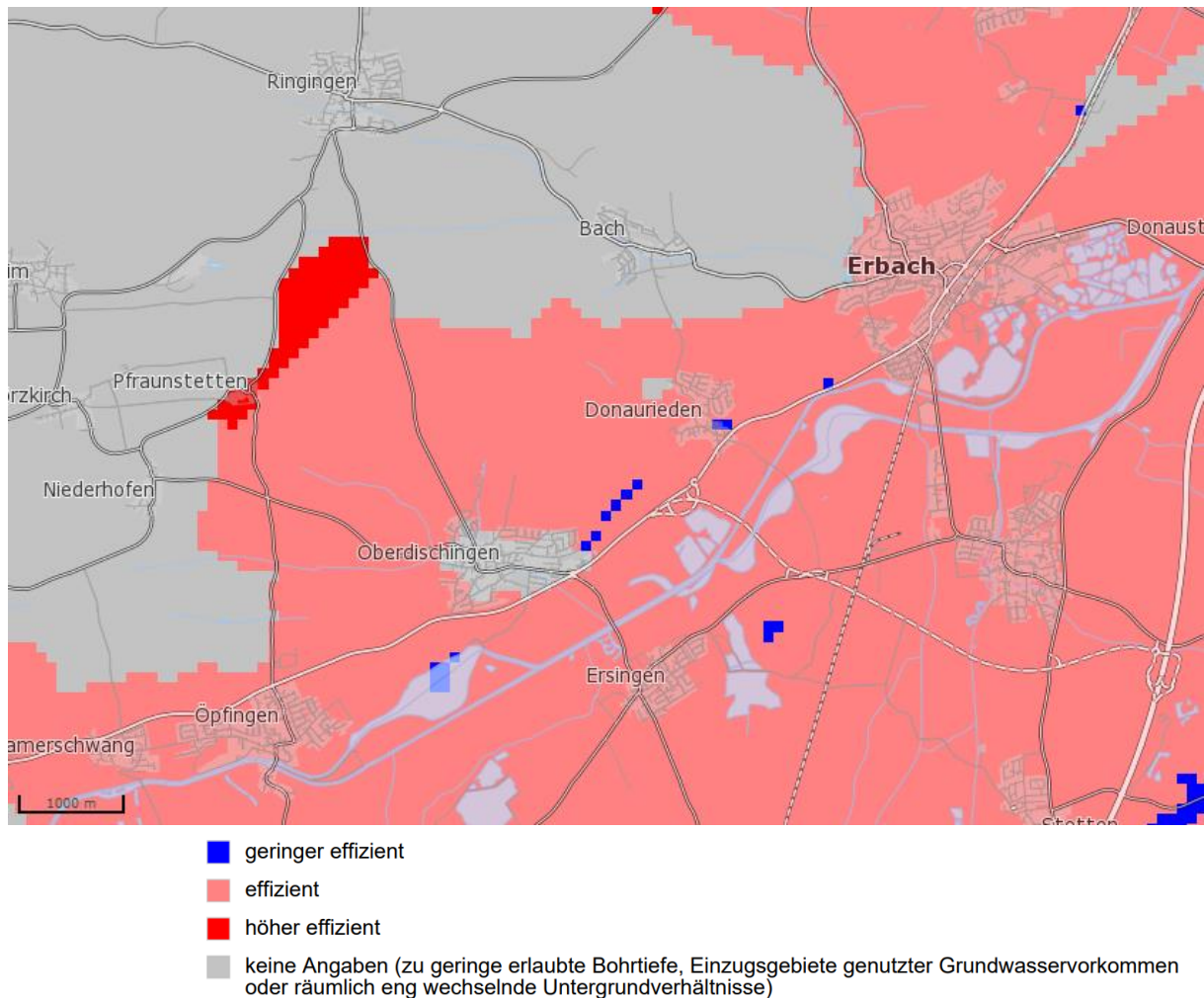


Abbildung 23: Geothermische Effizienz von Erdwärmesonden, beurteilt anhand der spezifischen jährlichen Entzugsarbeit in kWh/(m*a) bezogen auf 100 m Tiefe bzw. die erlaubte Bohrtiefe

Grundwasser

Selbst in den Wintermonaten liegen die Grundwassertemperaturen im Bereich um 10 °C und ermöglichen so einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen. Über einen Entnahmebrunnen wird hierfür Grundwasser entnommen. Diesem wird über eine Wärmepumpe Energie entzogen. Das abgekühlte Grundwasser wird über einen Rückgabebrunnen wieder dem Grundwasserleiter zugeführt.

Der Betrieb von Grundwasserwärmepumpen setzt geeignete hydrogeologische Verhältnisse am jeweiligen Standort voraus. In Wasserschutzgebieten sind der Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen deshalb verboten; mit Ausnahme der Schutzzone III B, in der der Bau und Betrieb in der Regel mit Zwischenkreislauf (Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit) möglich ist. In jedem Fall bedarf es für die Nutzung des Grundwassers eine wasserrechtliche Erlaubnis.

Abbildung 24 zeigt die Wasserschutzgebiete im Stadtgebiet nach dem Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Die Stadtteile Bach und Ringingen liegen in Zone III B. Eine Anlage wäre in jedem Fall mit einem Zwischenkreislauf auszuführen.

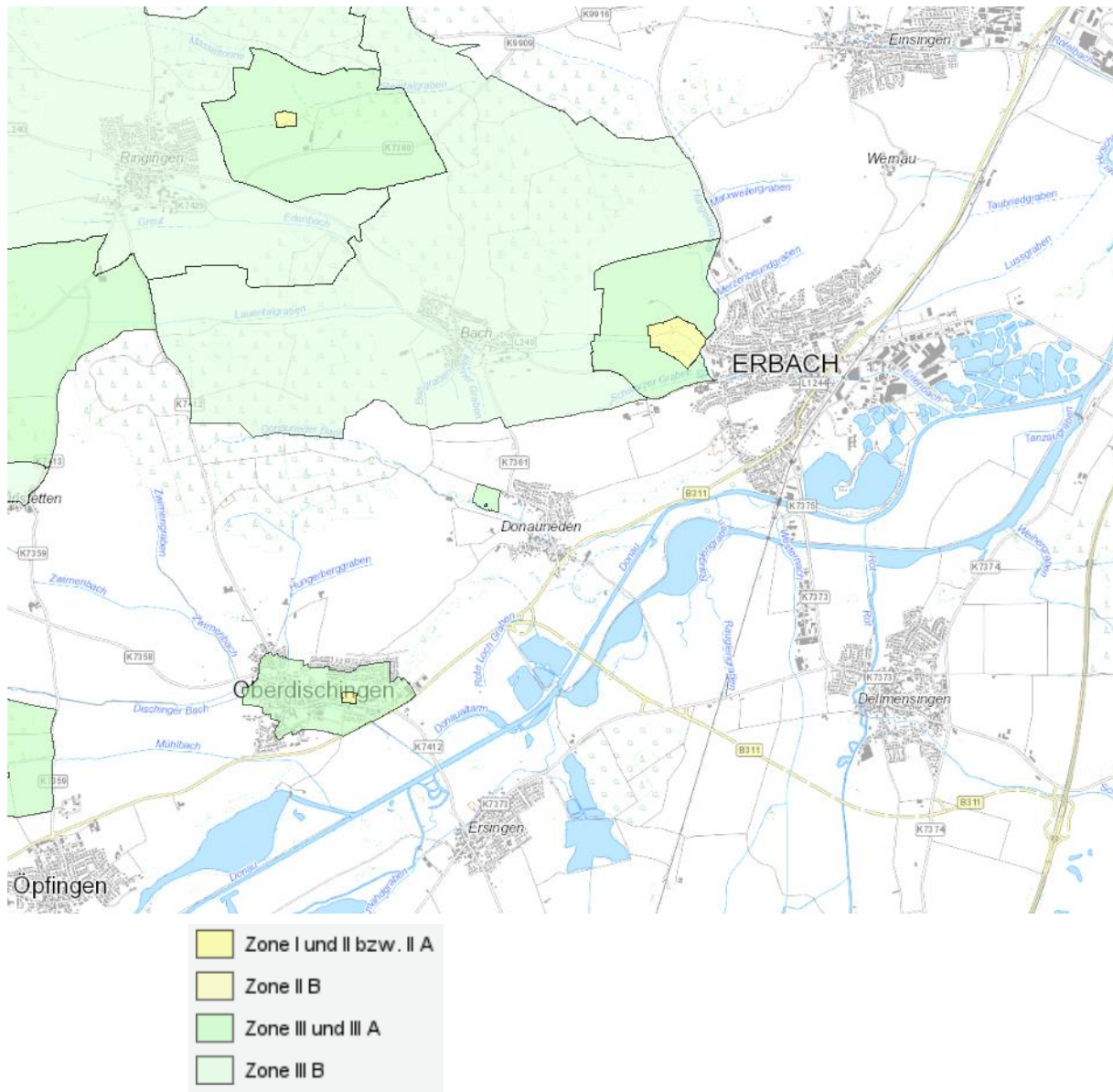


Abbildung 24: Grundwasserwärmepumpen: Wasserschutzgebietszonen, in denen Grundwassernutzungen grundsätzlich verboten (Zone I bis III A) oder nur in bestimmten Ausführungen (Zone III B) erlaubt sind

Quantitative Potenzialermittlung

Zur Abschätzung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme wurde angenommen, dass alle Gebäude ab Baujahr 1980 energetisch besonders effizient beheizbar sind, da sie ab dieser Bauphase überwiegend über Flächenheizungen verfügen. Grundsätzlich können auch ältere Gebäude mit Wärmepumpen versorgt werden, insbesondere wenn durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Wärmebedarf verringert und die Heizflächen vergrößert werden.

Der Bestand von Wärmepumpen wurde aus den Angaben der Energieversorger berechnet (siehe Abschnitt 3.4). Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Bestand und Potenzial besonders effizienter Wärmepumpenanlagen

	Gebäude	Wärmemenge MWh/a
Bestandsanlagen	252	7.100
Potenzial besonders effizienter Anlagen	934	27.600

Wärme aus Oberflächengewässern

Für die Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern bieten sich insbesondere Fließgewässer an, im Stadtgebiet Erbach die Donau. Der mittlere Abfluss des Gewässers wird im Energieatlas Baden-Württemberg mit knapp 46 m³/s angegeben. Bei einer Abkühlung des gesamten Volumenstroms um beispielsweise 0,1 K – oder von 10 % des Volumenstrom um 1 K – ergibt sich eine Wärmeentzugsleistung von 19 MW und eine Jahreswärmemenge von knapp 170.000 MWh/a.

Die Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern greift in der Regel in sensible Naturbereiche ein und ist noch nicht hinreichend bekannt. Zur besseren Quantifizierung der Umsetzungspotenziale wird eine detailliertere Ermittlung der Wärmepotenziale aus Oberflächengewässern angeregt, siehe Maßnahme E 1 in Kapitel 7.2.

Wärme aus Abwasserkanälen

Abwasser aus Haushalten und Industrie verfügt über merkliche Wärmepotenziale und steht ganzjährig zur Verfügung. Dem Abwasserstrom wird Wärme entzogen, welches mit einer Wärmepumpe für Heizanwendungen verfügbar gemacht werden kann. Die Wärmeentnahme erfolgt entweder noch innerhalb eines Gebäudes, im Kanal oder im Ablauf einer Kläranlage. Die Wärmeentnahme aus einem Abwasserkanal erfolgt mittels in den Kanal eingebrachte Wärmeübertrager oder durch Entnahme und Rückführung eines Abwasser-Teilstroms und Wärmeübertragung außerhalb des Abwasserkanals.

Die Wärmenutzung sollte dabei nach Möglichkeit in räumlicher Nähe zur Wärmeentnahme erfolgen. Für eine erfolgreiche Umsetzung müssen geeignete Entnahmestellen gefunden werden, die beispielsweise über einen ausreichenden Trockenwetterabfluss verfügen. In einer detaillierten Potenzialermittlung sollen geeignete Entnahmestandorte im Stadtgebiet identifiziert und geeignete Wärmenutzungsmöglichkeiten lokalisiert werden, siehe Maßnahme E 2 in Kapitel 7.2.

4.9 Tiefe Geothermie

Nach heutigem Kenntnisstand liegt das größte Potenzial für eine hydrothermale Wärmegewinnung im Malm des süddeutschen Molassebeckens. Das Stadtgebiet Erbach befindet sich an den nördlichen Ausläufern dieses Beckens. Die wasserführenden Schichten sind hier in einer Tiefe von voraussichtlich 1.000 bis 1.200 m unter Gelände anzutreffen. Allerdings werden die erreichbaren Temperaturen in dieser Tiefe mit lediglich 40 °C bis 60 °C angegeben.

Im Vergleich zu anderen Umweltwärmequellen sind Tiefengeothermiepotenziale unter höherem technischem und investivem Aufwand zu erschließen. Die erreichbaren Temperaturen von 40 °C bis 60 °C erfordern eine weitere Temperaturerhebungen durch Wärmepumpen unter zusätzlichem Stromeinsatz.

Prioritär sollten deshalb Potenziale der oberflächennahen Geothermie genutzt werden. Insbesondere die Erschließung von Oberflächengewässern lässt große Potenzialmengen für die Einspeisung in zentrale Versorgungsstrukturen erwarten.

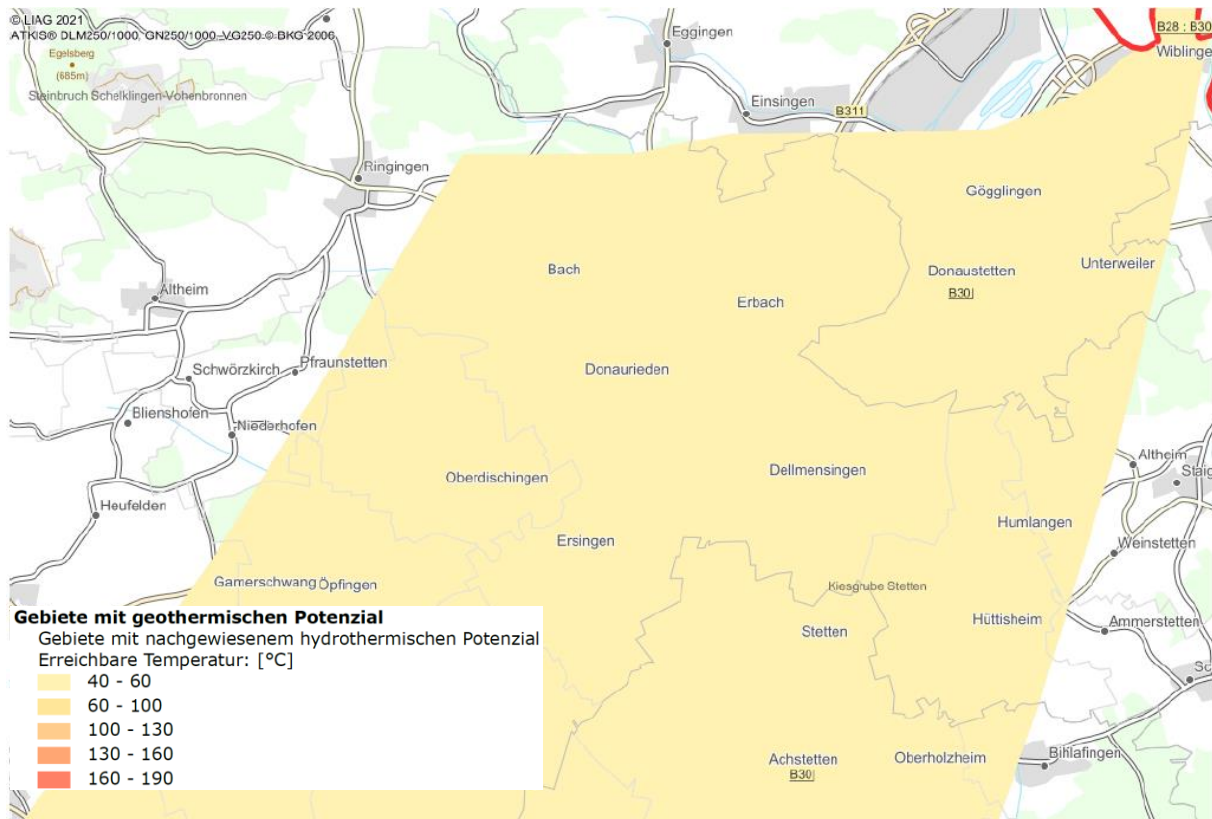


Abbildung 25: Gebiete mit nachgewiesenem hydrothermischem Potenzial. Kartenauszug aus dem Geothermischen Informationssystem für Deutschland (GeotIS 2023)

5 Energieeinsparpotenziale

Flankierend zur Erhöhung der regenerativen Energieerzeugung ist Einsparung ein notwendiges Mittel um den Primärenergieeinsatz zu reduzieren. Die zu erwartenden Wärmeverbräuche unten den nachfolgend in Kapitel 5.1 und 5.2 vorausgesetzten jährlichen Einsparraten sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: Prognostizierter Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung der Jahre 2030 und 2040 nach Sektoren

Wärmeverbrauch in MWh/a	2030	2040
Haushalte	136.200	117.100
Kommunale Liegenschaften	4.600	3.700
Gewerbe & Industrie	77.600	66.700
Summe	218.400	187.500

5.1 Sanierung

Nach Maßgabe der Bundesregierung ist der Primärenergieverbrauch im Gebäudesektor bis 2030 um 37 % zu senken.³ Bezugspunkt ist der Bedarf des Jahres 2008. Dafür muss die Sanierungsquote von bundesweit derzeit 0,8 % deutlich erhöht werden.

Wohngebäude

Grundlegende Zusammenhänge zwischen Sanierungsrate und Wärmebedarf in zeitlicher Entwicklung zeigt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Als Sanierungsziel wurde hier für Gebäude bis Baujahr 2000 ein ambitionierter KfW-55-Standard hinterlegt, für neuere Gebäude ein KfW-40-Baustandard. Die Berechnung erfolgt über mittlere flächenbezogene Bedarfskennwerte.

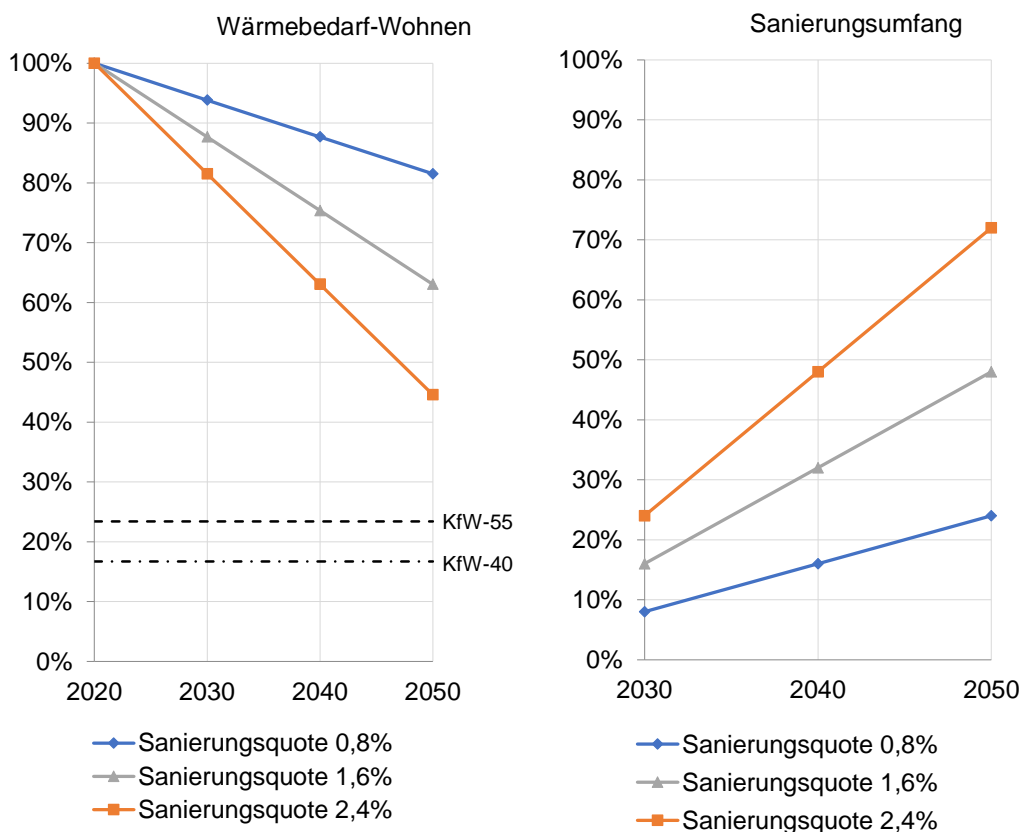


Abbildung 26: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsraten (natürlich=0,8 %) auf die Einsparung von Wärme und den Anteil sanierter Gebäude

Eine Anhebung der Sanierungsrate vom bisherigen Wert von 0,8 % beispielsweise auf 1,6 % führt bis zum Jahr 2050 zu Einsparungen von 37 %. Dann sind allerdings erst 48 % aller Wohngebäude saniert. Dies zeigt: Sanierung leistet einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung. Um die in den nächsten Jahren notwendigen Treibhausgaseinsparungen bis hin zur

³ Arbeitsplan Energieeffizienz des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; abgerufen am 08.09.2022 unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/20220517-arbeitsplan-energieeffizienz-energiesparen-fuer-mehr-unabhaengigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Treibhausgasneutralität zu erzielen, ist jedoch darüber hinaus ein Wechsel auf erneuerbare Energiequellen unumgänglich.

In aller Regel sind unter Beachtung der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen Sanierungen einem Abriss und Neubau vorzuziehen. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die hohen Treibhausgasemissionen der Zementherstellung. Im Einzelfall kann Abriss und Neubau erwogen werden, etwa für Geschosswohnungsbauten der Jahre 1950-1970 mit schlechter Bausubstanz, sofern sie nicht dem Denkmalschutz unterliegen.

Kommunale Liegenschaften

Wärmeeinsparungen in kommunalen Liegenschaften sind in Teilen durch Optimierung der Gebäudeleittechnik und Nutzersensibilisierungen zu erreichen. Die wesentlichen Einsparpotenziale liegen jedoch – wie in Wohngebäuden auch – in der energetischen Gebäudesanierung. Abbildung 27 skizziert den sinkenden Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften bei ambitionierten Einsparerfolgen von 2,0 % pro Jahr. Die bei einer ambitionierten Sanierungsrate von 2,0 %/a zu erwartenden Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften liegen im Jahr 2040 bei gut 3.700 MWh/a.

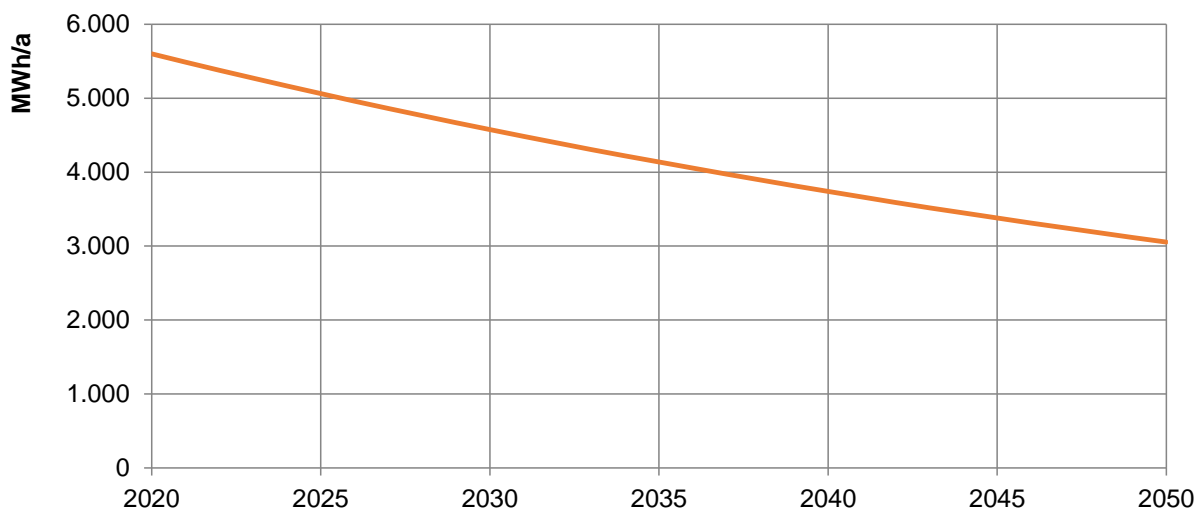


Abbildung 27: Entwicklung des Wärmebedarfs der kommunalen Liegenschaften bei einem jährlichen Einsparerfolg von 2,0 %

5.2 Einsparungen in Gewerbe und Industrie

Um Energieeinsparungen in Gewerbe und Industrie zu prognostizieren, wurde in Anlehnung an die EU-Effizienzrichtlinie eine pauschale Reduktion des Verbrauchs an Wärme um jeweils 1,5 % pro Jahr angesetzt. Dahinter stehen stetige Anstrengungen beispielsweise in den Bereichen Wärmerückgewinnung, Drucklufttechnik, Abwärmenutzung, Lastmanagement, Beleuchtung und Dampferzeugung.

Innerhalb von 10 Jahren sollen somit 14 % und innerhalb von 20 Jahren 26 % einzusparen sein. Die Wärmebedarfsentwicklung auf Basis der EU-Effizienzrichtlinie ist in Abbildung 28 dargestellt.

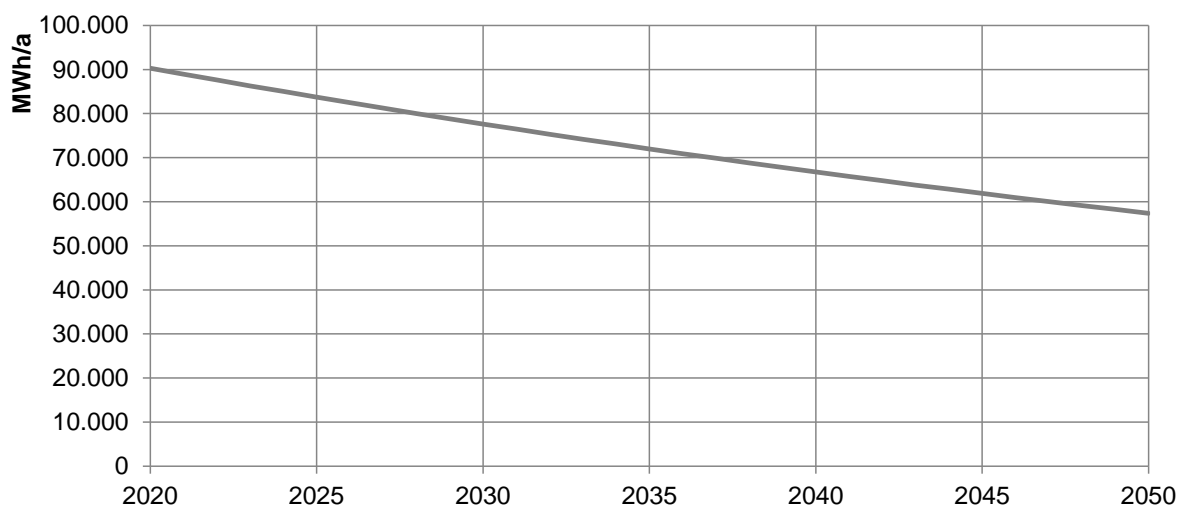


Abbildung 28: Entwicklung des Wärmebedarfs in Industrie und Gewerbe bei einem jährlichen Einsparerfolg von 1,5 %

6 Zielszenario 2040, Wärmewendestrategie und Transformationspfad

6.1 Gegenüberstellung von Stromverbrauch sowie erneuerbarer Stromerzeugung in Bestand und Potenzial

In Abbildung 29 sind für den Sektor Strom der Bestand an erneuerbarer Energieerzeugung, deren Potenzial sowie der Ist-Verbrauch gegenübergestellt. Etwa 62 % des Stromverbrauchs im Gemeindegebiet wird vor Ort regenerativ erzeugt. Die bedeutendsten Ausbaupotenziale für regenerativen Strom bietet die Photovoltaik, insbesondere PV-Freiflächenanlagen.

Die Potenziale der Windkraft beziehen sich auf die in der Regionalplanung ausgewiesenen Vorranggebiete. Für die Potenzialfläche bestehen aktuell Interessenskonflikte mit der militärischen Luftfahrt, wodurch das umsetzbare Potenzial aktuell geringer eingeschätzt werden muss als in Abbildung 29 ausgewiesen.

Im Zuge des Wind-an-Land-Gesetzes (WindBG 2023) ist der Regionalverband Donau-Iller aufgerufen, 1,1 % seiner Fläche bis 2026 und 1,8 % bis 2032 als Vorranggebiete für die Windkraft auszuweisen. Vor diesem Hintergrund erfolgt derzeit eine Flächenermittlung im Regionalverband Donau-Iller. Nach Vorliegen dieser Ergebnisse sind die Windkraftpotenziale neu zu bewerten.

Das Ziel der Treibhausgasneutralität erfordert eine Defossilisierung in allen Sektoren und Wirtschaftszweigen. Diese wird in vielen Fällen mit einer Elektrifizierung der Prozesse und Anlagen einhergehen. Die Ausweitung der Elektromobilität, die Bereitstellung von Wohn- und Prozesswärme aus elektrischer Energie und die fortschreitende Digitalisierung lassen einen Anstieg des Stromverbrauchs um das 1,2- bis 2,7-fache erwarten (Dena 2022b).

Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sollte deshalb über alle Potenzialarten zügig vorangebracht werden. Dies erhöht die Versorgung mit regenerativem Strom vor Ort wie auch in der Umgebung. Insbesondere die Potenziale für den Ausbau von Photovoltaikanlagen sowohl auf Dachflächen als auch als Freiflächenanlagen können eine jahresbilanzielle Deckung des Stromverbrauchs im Gemeindegebiet ermöglichen. Eine derartige jahresbilanzielle Strombedarfsdeckung sollte durch eine möglichst hohe Zeitgleichheit von Angebot und Bedarf ergänzt werden.

Der weitere Ausbau der Photovoltaik sollte um sinnvolle Speicherkonzepte und Sektorkopplungslösungen ergänzt werden. Beispielsweise kann der Strom zur Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz (Power-to-Heat, zentrale Wärmepumpen), zum Betrieb von dezentralen Wärmepumpen oder für die Elektromobilität genutzt werden. Alle diese Anwendungen bieten auch gute Möglichkeiten, den Strom dann abzurufen, wenn er im Stromnetz gut bis überschüssig verfügbar ist.

Wasserkraft, Windkraft und Biogasanlagen können die bedarfsgerechte Strombereitstellung unterstützen. Durch eine weitere Flexibilisierung der Biogasanlagen kann der Strom bedarfsgerecht in Zeiten erzeugt werden, in denen die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen gering ist. Wasserkraftanlagen können im Dauerbetrieb Grundlastverbräuche im Stromnetz bedienen, und das Erzeugungsprofil von Windkraftanlagen zeigt die größten Erträge in den Übergangs- und Wintermonaten.

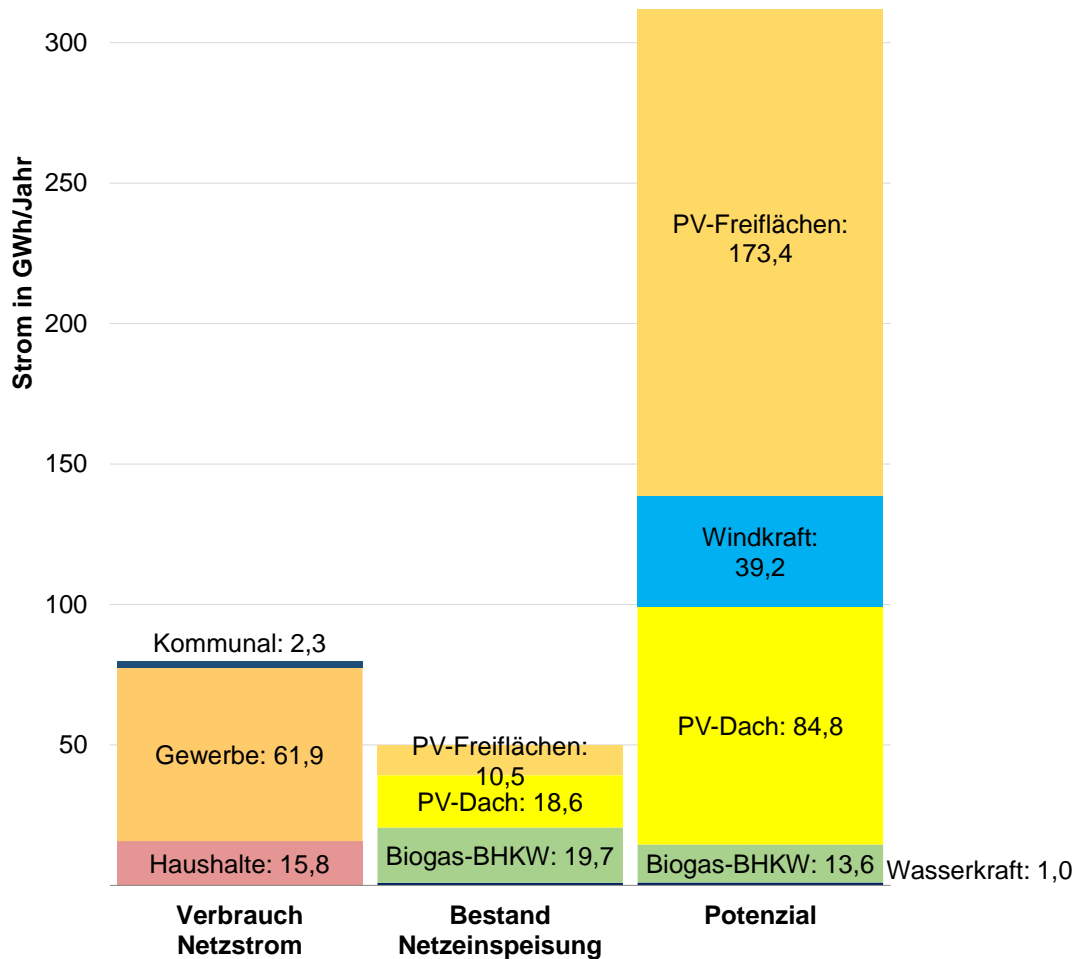


Abbildung 29: Ist-Verbrauch an Strom in der Gemeinde sowie regenerative Stromerzeugung in Bestand (Stromnetzeinspeisung) und Potenzial

6.2 Gegenüberstellung von Wärmebedarf sowie erneuerbarer Wärmeerzeugung in Bestand und Potenzial

In Abbildung 30 sind der Wärmebedarf, die regenerative Wärmeerzeugung und lokale Potenziale zur regenerativen Wärmeerzeugung mit Arten und Energiemengen gegenübergestellt.

Der Anteil der regenerativen Wärmeerzeugung am Gesamtwärmebedarf liegt bei 10 %. Zur regenerativen Wärmeversorgung bietet sich insbesondere Umweltwärme an. Diese Energieform kommt sowohl für die Versorgung von Einzelgebäuden als auch für die Wärmebereitstellung in einem Wärmenetz in Betracht. Gleiches gilt für die konsequente Nutzung lokal vorhandener Abwärme, beispielsweise aus Biogasanlagen und Unternehmen.

Die Wärmeerzeugung aus Holz im Bestand übersteigt die ermittelten Potenziale um etwa 15 %. Dies kann folgende Gründe haben:

- Der jährliche Holzzuwachs im Gemeindegebiet wird zu mehr als 30 % als Energieholz und zu geringeren Anteilen stofflich verwertet.
- Brennholz wird von außerhalb der Gemeinde bezogen.
- Den Waldflächen im Gemeindegebiet wurde im Jahr der Bilanzierung mehr als der statistisch übliche jährliche Holzzuwachs entnommen.

Anders als im Sektor Strom liegen die Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung deutlich unterhalb des aktuellen Verbrauchs. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien sind deshalb die Wärmebedarfe der Gebäude durch energetische Sanierungsmaßnahmen zu reduzieren. Das Einsparpotenzial bei Wohngebäuden ist in Abschnitt 5.1 dargestellt.

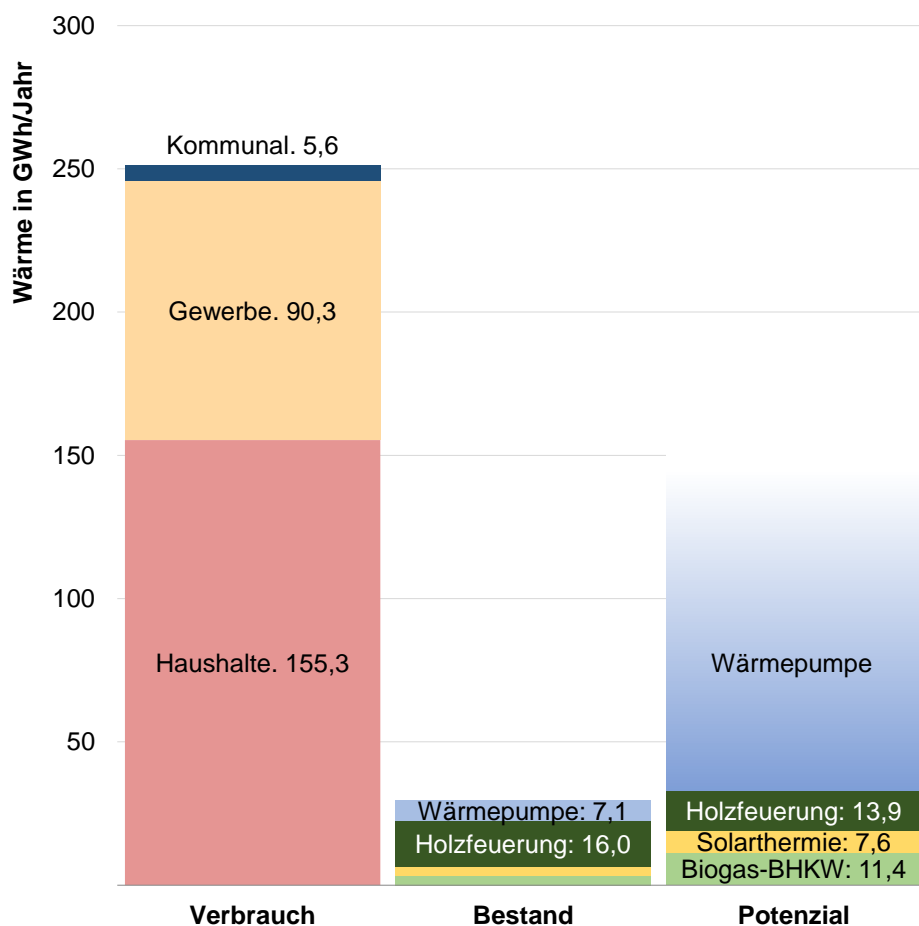


Abbildung 30: Wärmeverbrauch sowie regenerative Wärmeerzeugung in Bestand und Potenzial

6.3 Zielszenario und Treibhausgas-Reduktionspfad

Das Klimaschutzziel für den Wärmesektor, an dem sich die Stadt Erbach orientiert, ist die Treibhausgasneutralität im Jahr 2040. Für das Jahr 2030 wird als Etappenziel eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 60 % angestrebt. Abbildung 31 zeigt Grundlagen für die Wahl des Etappenziels:

Das Bundes-Klimaschutzgesetz 2021 weist in Anlage 2 (zu § 4) für den Gebäudesektor eine Reduktionspfad aus, mit einem Zwischenziel für das Jahr 2030 von 43 % Reduktion gegenüber 2020 sowie der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045.

Als ambitionierter, aber gleichzeitig für die Zielerreichung belastbarer Ansatz wurde der Pfad 3 aus der Veröffentlichung „Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO₂-Budget“ des Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 2020) abgebildet. Um das Null-Ziel zu erreichen, geht dieser Pfad entsprechend dem Pareto-Prinzip davon aus, dass in den ersten Jahren eine deutliche Reduktion mit vertretbarem Aufwand erzielt werden kann. Mit weiterer Annäherung an das Zieljahr schrumpfen die erzielbaren jährlichen Reduktionserfolge.

Als Reduktionspfad für Erbach wird eine Zwischenzielmarke für 2030 von 60 % Reduktion (gegenüber 2021) gesetzt.

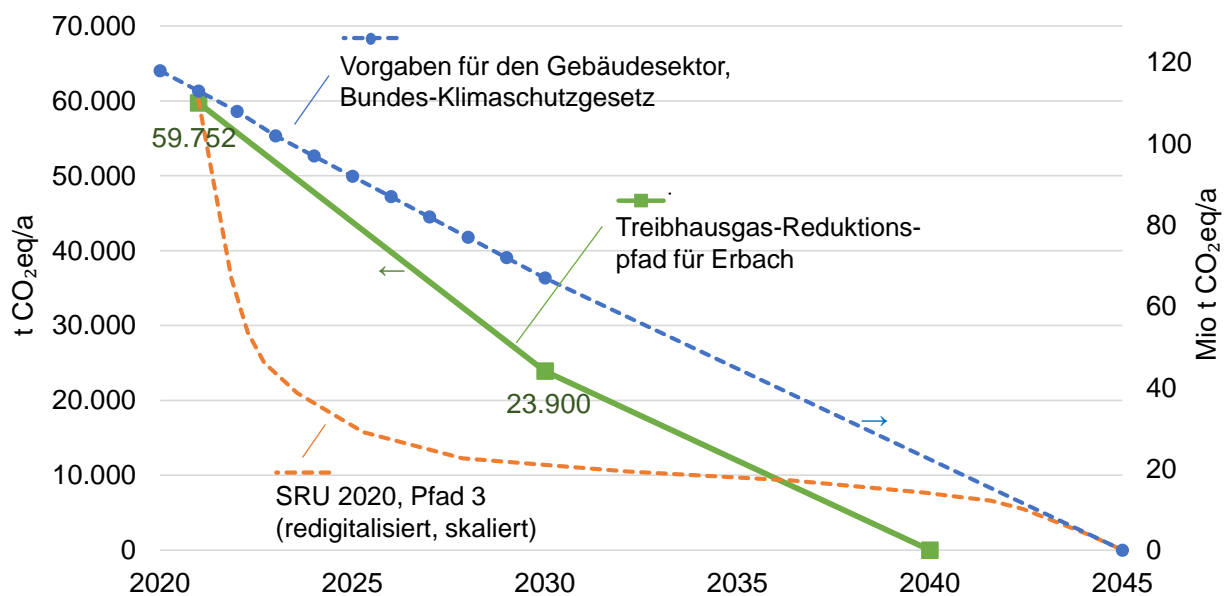


Abbildung 31: Ableitung eines Treibhausgas-Reduktionspfads für den Wärmesektor in Erbach. Die Kurve aus SRU (2020), Pfad 3, ist redigitalisiert und gegenüber der Originalabbildung zur Anpassung auf Start- und Zieljahr sowie für den y-Bereich des Diagramms skaliert.

6.4 Transformationspfad

Zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor trägt zum einen eine Reduzierung des Energiebedarfs bei, zum anderen der Ersatz fossiler Energieträger durch regenerative.

Folgende Prämissen sind bei der Ableitung des Transformationspfades berücksichtigt, vgl. Tabelle 14:

- Nach Kapitel 5.1 wird die jährliche Sanierungsquote von Gebäuden zu 1,6 % angesetzt. Dies kann den Wärmebedarf gegenüber dem Ist-Zustand bis 2030 auf 88 %, bis 2045 auf 75 % reduzieren. Der gewerbliche Wärmebedarf wird gemäß EU-Effizienzrichtlinie um jährlich 1,5 % gemindert. Die Sanierungsrate bei kommunalen Liegenschaften wird mit 2 %/a etwas ambitionierter angenommen.
- Holz wird 2030 und 2040 gemäß dem ermittelten Potenzial von 13.900 MWh/a genutzt.
- Die Wärmemengen aus Solarthermie und Abwärme (Biogasanlagen) werden 2030 deutlich angehoben und nähern sich einer vollständigen Nutzung der Potenziale an. 2040 werden die ermittelten Potenziale vollständig genutzt.
- Der Einsatz von Heizöl wird bis 2030 um 85 %, der von Erdgas um 51% gesenkt. Heizöl trägt mit dem höchsten Emissionsfaktor zu den Treibhausgasemissionen bei. Eine starke Reduzierung seines Einsatzes ist auf dem Reduktionspfad unabdingbar. Erdgas folgt im Emissionsfaktor und muss ebenso deutlich reduziert werden. Mit Blick auf die angestrebte Treibhausgasneutralität können die fossilen Energieträger ab 2040 nicht mehr genutzt werden.

Die verbleibenden Wärmeenergiebedarfe werden im Gegenzug über strombetriebene Wärmepumpen mit Umweltwärme gedeckt. Unter Wärme aus Strom sind in Tabelle 14 dabei auch Stromdirektheizungen einzuordnen. Solche sind für 2030 nur noch geringfügig, für 2040 fast nicht mehr vorgesehen.

Hieraus resultiert eine Aufteilung nach Energieträgern gemäß Tabelle 14. Abbildung 32 visualisiert die Endenergiemengen und die zugehörigen Treibhausgasemissionen. Geringfügige Verschiebungen zwischen den verschiedenen Energieträger werden möglich sein.

Wärmepumpen, die Umweltwärme unter Einsatz von Strom nutzbar machen, werden somit die primäre Wärmeerzeugungstechnik. Dabei kommen verschiedene Arten von Umweltwärme in Frage, insbesondere Grundwasser, oberflächennahe Erdwärme und Umgebungsluft, die je nach Anwendungsfall abzuwägen sind (siehe Kapitel 4.8). Auch die Nutzung von Wärme aus Abwasser oder aus Oberflächenwasser sollte geprüft werden (s. Abschnitt 7, Maßnahmen E 1 und E2). Zudem sollten Möglichkeiten, weitere gewerbliche Abwärme zu erschließen, fortlaufend und wiederkehrend geprüft werden.

Tabelle 14: Anteil der Energieträger im Transformationspfad.
Ist-Zustand und Potenziale s. Abbildung 30

Energieträger	Ist (2021)	Potenzial	2030		2040	
	MWh/a	MWh/a	Änderung gegenüber Ist	MWh/a	Änderung gegenüber Ist	MWh/a
Solarthermie	3.178	7.600	+120%	7.000	+139%	7.600
Holz	16.006	13.900	-13%	13.900	-13%	13.900
Abwärme (Biogasanlagen)	5.113	11.400	+40%	7.158	+200%	15.339
Heizöl	73.821	0	-85%	10.716	-100%	0
Erdgas	142.262	0	-51%	69.295	-100%	0
Wärme aus Strom	10.843	nach oben offen	+917%	110.330	+1.289%	150.661
Summe	251.224	-	-13%	218.400	-25%	187.500

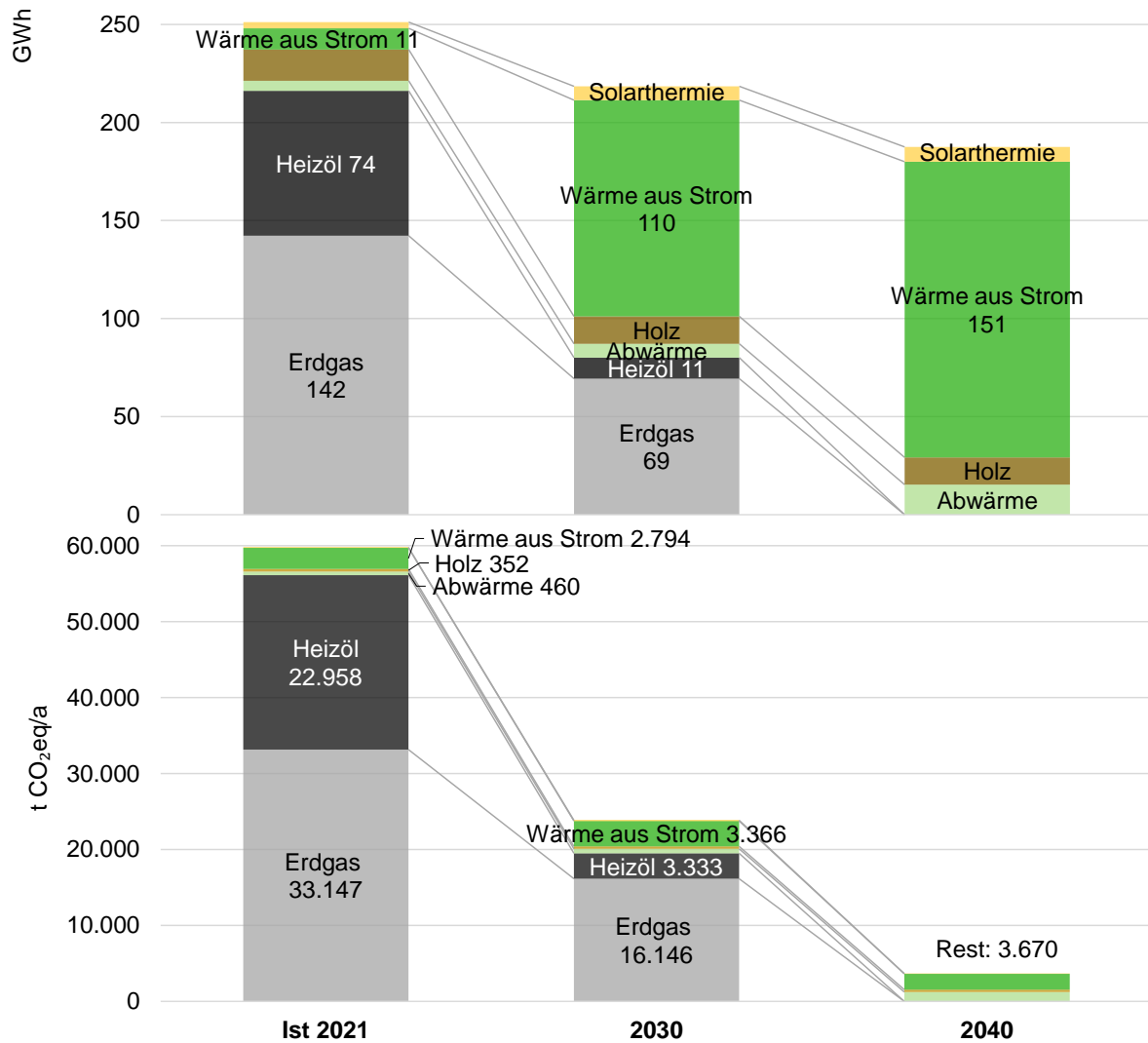


Abbildung 32: Transformationspfad für den Wärmesektor. Endenergie und zugehörige Treibhausgasemissionen nach Energieträgern.

6.5 Versorgungsstruktur zur klimaneutralen Bedarfsdeckung

6.5.1 Wärmenetze

Für die flächendeckende Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien gemäß dem oben beschriebenen Transformationspfad können zentrale Wärmeversorgungsstrukturen einen wesentlichen Beitrag leisten. Für Wärmenetze können regenerative Energiequellen in aller Regel effizienter als für Einzelgebäudelösungen genutzt werden. Außerdem können zukünftige Neuentwicklungen schnell in die lokale Wärmeerzeugung integriert werden.

Um den Ausbau bestehender und den Aufbau zusätzlicher Wärmenetze zu unterstützen, wurden die Siedlungsgebiete auf ihre Wärmenetzeignung hin überprüft.

Einstufung von Siedlungsflächen nach der Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlichen Umsetzung von Wärmenetzen

Um Siedlungsflächen danach einzustufen, ob in ihnen Wärmenetze wirtschaftlich realisiert werden können, wurden zusammenhängende Siedlungsbereiche in 21 Bewertungsarealen abgebildet. Die Zuschnitte erfolgten anhand folgender Merkmale:

- Zugehörigkeit zu den Ortsteilen
- Ähnlicher Wärmebedarf in Siedlungsflächen (vgl. Abbildung 5)
- Natürliche Hindernisse, insbesondere Fluss- oder Bachläufe und Höhensprünge
- Künstliche Hindernisse, insbesondere Hauptverkehrsachsen und Schienenstrecken

Die 21 Bewertungsareale wurden dann einer Multikriterienanalyse unterworfen. Als Einzelkriterien mit einer vierstufigen Bewertung (1=beste, 4=schlechteste Bewertung) gingen ein:

- Dichte des Wohnwärmebedarfs – Gewichtungsfaktor 3,
- Nähe zu bestehenden Wärmenetzen oder bestehenden Wärmeerzeugungsanlagen – Gewichtungsfaktor 3
- Konzentration von Gewerbe – Gewichtungsfaktor 1
- Konzentration von städtischen Liegenschaften – Gewichtungsfaktor 2

Die gewichtete Einstufung ergibt sich als Summe von Bewertung mal Gewichtungsfaktor über alle vier Kriterien. Die theoretische Spannweite der Einstufung ist hierbei 9 bis 36 Punkte. Dem Punktwert 36 wird eine Wahrscheinlichkeit zur Realisierung eines Fernwärmenetzes von 10 % zugeordnet, dem Punktwert 9 eine Wahrscheinlichkeit von 96 %. Punktwerte dazwischen werden linear interpoliert und auf 10 % Genauigkeit gerundet. Arealen mit bestehenden oder konkret geplanten Wärmenetzen wird unabhängig von obigen Kriterien eine Wahrscheinlichkeit von 100 % zugeordnet.

Ergebnisse

Die Einstufung der 17 Bewertungsareale ohne die vier Areale mit bestehender Wärmenetzen hat im Ergebnis eine Spanne von 14 bis 36 Punkten, entsprechend 80 % bis 10 % Realisierungswahrscheinlichkeit.

Die Analysen wurden kartengestützt ausgeführt. Die kartographischen Darstellungen des Stadtgebiets (Abbildung 33) und des Ortskerns von Erbach-Stadt (Abbildung 34) zeigen die Gebiete mit bereits bestehender Versorgungsinfrastruktur und die Schwerpunkte erwarteter

Netzentwicklung. Als wichtige Keimzellen und Abnehmer von Fernwärme sind die gemeindlichen Liegenschaften ergänzend eingezeichnet.

Eine Realisierungswahrscheinlichkeit über 60 % gibt Hinweise, dass die Versorgung des jeweiligen Gebiets über ein Wärmenetz wirtschaftlich ist. Eine Wahrscheinlichkeit unter 40 % deutet darauf hin, dass eine Einzelgebäudeversorgung weiterhin notwendig und sinnvoll sein wird. Eine detaillierte Planung und Wirtschaftlichkeitsberechnung ist in jedem Falle notwendig. Die Einstufungen können zudem nicht als final gelten, da Faktoren, die wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit nehmen, nicht festgelegt sind oder sich ändern können. Dies sind insbesondere:

- Zukünftige Preise für Energie inkl. CO₂-Emissionen sowie Kosten im Anlagenbau
- Zukünftiger Rechtsrahmen und Förderbedingungen
- Lokale Anschlussbereitschaft, erzielbare Anschlussquote
- Räumliche Lage der Wärmezentrale
- Möglichkeit, mehrere Gebiete gemeinsam zu versorgen

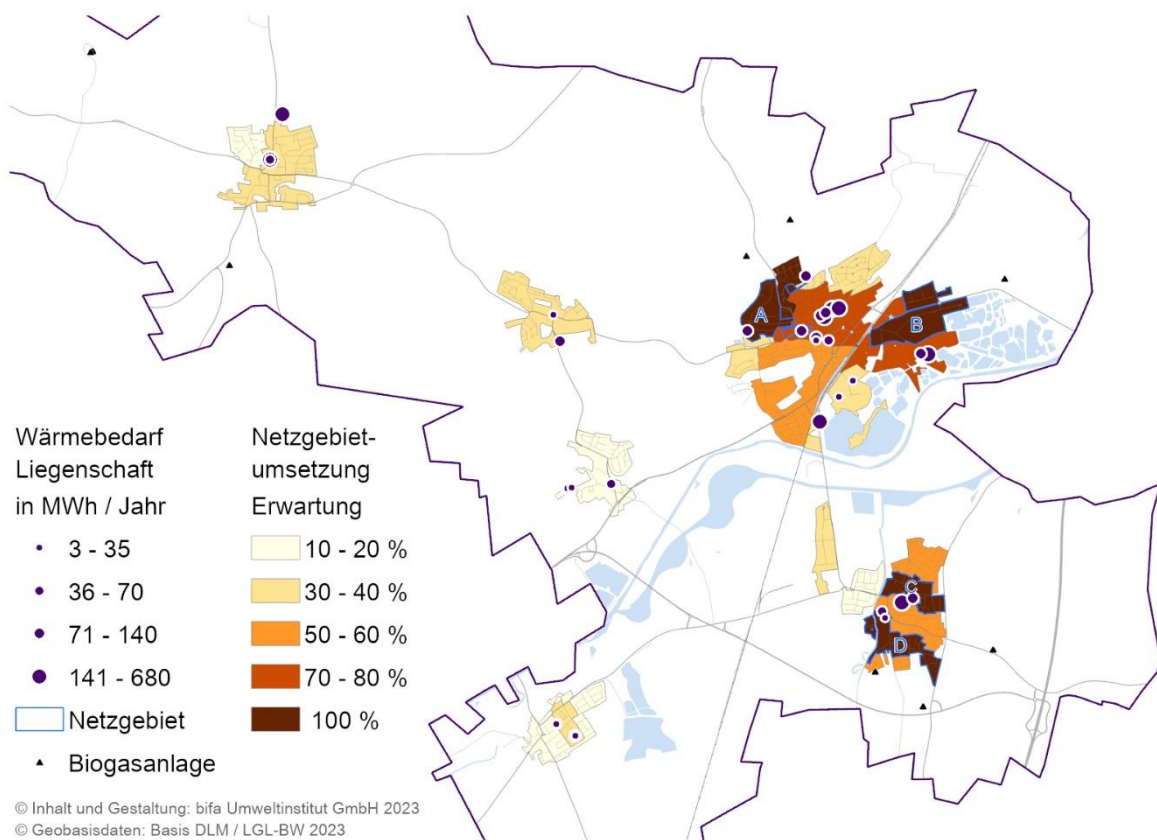


Abbildung 33: Einstufung von Siedlungsflächen nach der Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlichen Umsetzung von Wärmenetzen

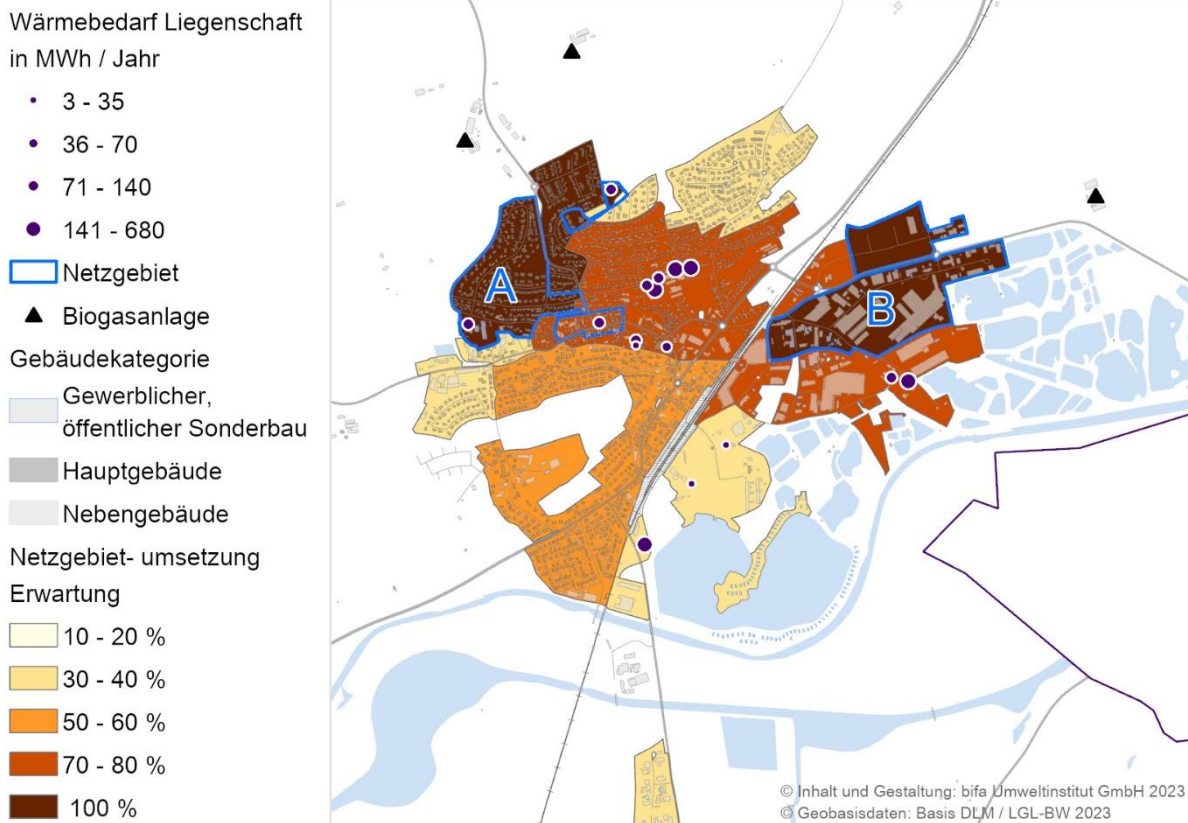


Abbildung 34: Einstufung von Siedlungsflächen nach der Wahrscheinlichkeit einer wirtschaftlichen Umsetzung von Wärmenetze in der Kernstadt von Erbach. Vergrößerter Ausschnitt zu Abbildung 33.

6.5.2 Entwicklung der Gasversorgung

Im Ist-Zustand ist im Stadtgebiet nahezu flächendeckend – mit Ausnahme des Stadtteils Ringingen – ein Erdgasnetz vorhanden (s. Kapitel 3.3, Abbildung 6). Der Aufbau zentraler Wärmenetzstrukturen kann in Zukunft den Rückbau dieses Netzes nahelegen.

Zu erörtern ist in diesem Zusammenhang eine Umstellung der Biogasanlagen von der Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung auf eine Methan-Aufbereitung und -Einspeisung. Damit könnten neue Biogasmengen in das Gasverteilnetz eingespeist und dieses könnte nicht-fossil betrieben werden. Zu bedenken ist jedoch:

- Die Umstellung zu Biogasaufbereitung und Biomethan-Einspeisung ist wirtschaftlich erst ab einer Anlagengröße über 250 m³ Biogas/h darstellbar (Daniel-Gromke 2020), entsprechend einer elektrischen Leistung über rund 600 kW. Nicht alle der vor Ort bestehenden Anlagen erreichen diese Leistung.
- Ausschlaggebender ist jedoch: Von örtlichen Biogasanlagenbetreibern bereits eingegangene vertragliche Verpflichtungen sowie getätigte Investitionen, um Anwohner mit Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung zu versorgen, stehen einer Umstellung im Weg.

Insgesamt steht in Frage, ob das bestehende Erdgasnetz auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität erhalten bleibt. Die Energiemenge aus den lokalen Biogasanlagen kann nur einen geringen Teil des Wärmeenergiebedarfs der Stadt abdecken, vgl. Abbildung 32. Ohne Erdgas,

das auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität entfallen muss, ist ein groß angelegter Weiterbetrieb von Gasheizungen und – damit verbunden – des bestehenden Verteilnetzes fraglich.

Eine Umrüstung des Erdgas-Verteilnetzes auf grünen Wasserstoff wird alternativ diskutiert. Doch auch dies ist ein Zukunftsszenario, das kritisch betrachtet werden muss. Der Einsatz von mit Strom erzeugtem Wasserstoff zur Gebäudeheizzwecken ist gegenüber einer direkten Stromnutzung mit Wärmepumpen um den Faktor 4-5 ineffizienter (Öko-Institut 2021, S. 37). Daraus resultieren weitaus höhere Verbrauchskosten und zugleich ein weitaus höherer Bedarf an regenerativ erzeugtem Strom. Aufgrund der hohen Verbrauchskosten ist keine Wasserstoff-Abnahmemenge in Wohngebieten abzusehen, die den wirtschaftlichen Betrieb eines Verteilnetzes dort ermöglichen würde (vgl. Clausen 2022). Unter Aspekten der Effizienz und der Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom ist davon auszugehen, dass grüner Wasserstoff weder 2030 noch 2040 einen nennenswerten Beitrag zur Raumwärmeerzeugung leisten wird.

6.6 Wärmewendestrategie

Ausgehend von Zielszenario, Transformationspfad und der angesetzten zukünftigen Versorgungsstruktur können folgende wesentliche Handlungsbereiche für die Wärmewende abgeleitet werden. Auf die in Abschnitt 7 ausgeführten Maßnahmen wird verwiesen. Maßnahmen sind zum Teil mehreren Handlungsbereichen zuzuordnen.

Organisation des Klimaschutzes

Klimaschutz ist als Managementaufgabe zu sehen, deren Ausführung durch Zuständigkeiten und Abläufe gewährleistet wird. Maßnahme V3 konkretisiert diese Aufgabe. Klimaschutzziele dienen der Ausrichtung der Aktivitäten.

Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung richtet sich die Stadt auf eine Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Jahr 2040 aus. Lokal passende, konkrete Umsetzungen wurden in Abstimmung entwickelt und als Maßnahmen vorgeschlagen.

- Klimaschutz kann als festes Kriterium bei Beschlüssen der Gemeindegremien etabliert werden (Maßnahme V1).
- Ein kommunales Energiemanagement (Maßnahme V2) bezieht ein Managementvorgehen für die städtischen Liegenschaften ein.
- Die Gründung eigener Stadtwerke ermöglicht der Stadt, zukünftig Wärmeversorgung und gegebenenfalls weitere Versorgungsaufgaben wegweisend selbst zu gestalten (Maßnahme V6).

Städtische Liegenschaften

Wärmebedarf und -versorgung der städtischen Liegenschaften liegen im direkten Einflussbereich der Stadt.

- Als Informationsgrundlage für wirksame Klimaschutzmaßnahmen bei Liegenschaften, zum Monitoring wie auch für den Managementprozess (s. o.) wird ein kommunales Energiemanagement vorgeschlagen (Maßnahme V2).
- Die Liegenschaften sollen treibhausneutral werden. Hebel hierzu sind energetische Sanierung, bauliche Optimierung, technische Gebäudeausrüstung, Optimierung von Nutzungskonzepten, Energieträgerwechsel (Priorität Wärmenetz) und Eigenstromerzeugung (Maßnahme V4).

Vorgaben für die Gestaltung und den Betrieb von Gebäuden im Privateigentum

Für einen klimafreundlichen Neubau kann die Stadt im Rahmen von Bebauungsplänen, städtebaulichen Verträgen oder Grundstückskaufverträgen Vorgaben machen (Maßnahme V5).

Um Einfluss auf Bestandsgebäude zu nehmen, haben Kommunen kaum rechtliche Handhabe. Jedoch sollten Angebote der Energieinfrastruktur (Wärmenetze, Maßnahmen W 1 bis W 7) und Maßnahmen der Bildung, Beratung und Motivation (Maßnahmen B 1 bis B 3) klimaschützende Umstellungen in diesen Bereichen unterstützen und anstoßen.

Wissensgenerierung, Bildung, Beratung und Motivation

Zur Unterstützung der Erschließung innovativer Wärmequellen kann die Stadt Machbarkeitsstudien in Auftrag geben, in denen das Wissen für Umsetzungen erarbeitet wird (Maßnahmen E 1 und E 2).

In allen Bereichen, in denen die Stadt rechtlich keinen Einfluss auf klimarelevante Entscheidungen hat, kann sie durch Bildung, Beratung und Information Anstöße geben (Maßnahmen B 1 bis B 3).

Nach Erkenntnissen der umweltpsychologischen Forschung nimmt das soziale Umfeld auf umweltrelevante Entscheidungen von Menschen wesentlichen Einfluss. In diesem Zusammenhang ist auch die Vorbildwirkung der Stadt durch Klimaschutzmaßnahmen im eigenen Entscheidungsbereich hervorzuheben.

Infrastruktur: Versorgung über Wärmenetze

Die Eignungsbewertung von Siedlungsflächen für eine Versorgung über Wärmenetze (Kapitel 6.5) ist Basis für zielgerichtete Maßnahmen der Stadt für die Wärmewende. Gerade Wärmenetze bieten gute Möglichkeiten zur Einbindung und Nutzung regenerativer Energieträger.

Der Ausbau von Wärmenetzen sollte deshalb von Seiten der Stadt unterstützt werden, sei es durch Bewerbung, Aufklärung oder Motivation der Bürger oder durch fachliche und planerische Begleitung der Baumaßnahmen. Außerdem sollte ein Anschlussinteresse für die städtischen Liegenschaften beim Betreiber des Wärmenetzes hinterlegt werden. Dieses erhöht für den Netzbetreiber die Planungssicherheit und fördert so die zügige Umsetzung einzelner Bauabschnitte. Das Anschlussinteresse für die städtischen Gebäude wird idealerweise durch den Abschluss eines Vorvertrags untermauert.

Die Maßnahmen für die Wärmeversorgung sind als W 1 bis W 7 im Folgeabschnitt ausgeführt.

Um den durch die Installation von Wärmepumpen steigenden Strombedarf ortsnahe decken zu können, sind auch Maßnahmen zur regenerativen Stromerzeugung für die Wärmewende sinnvoll (Maßnahme E 3).

7 Maßnahmen

Tabelle 15 listet die im Projekt erarbeiteten und abgestimmten Maßnahmen auf, die nachfolgend in Steckbriefen detailliert sind. Die Maßnahmen dienen dazu, vom Ist-Zustand ausgehend auf den Transformationspfad zu steuern. Die Entwicklung und Detaillierung der Maßnahmen erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung und lokalen Akteuren der Energiewende im Rahmen des Beteiligungsprozesses (s. Abschnitt 2). Dies erhöht die lokale Passgenauigkeit und Anschlussfähigkeit der Maßnahmen.

Die Realisierbarkeit hängt von den aktuellen Rahmenbedingungen ab, insbesondere Rechtsnormen, Interessen der lokalen Akteure und Bevölkerungsbewusstsein. Die Empfehlungen sind somit in Zukunft an gegebenenfalls veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

Tabelle 15: Übersicht der Maßnahmen

Bereich	Maßnahme
Stadtverwaltung	V1 Prüfen der Klimarelevanz für Beschlüsse der Gemeindegremien
	V2 Kommunales Energiemanagement
	V3 Emissionsmonitoring und Wärmewende-Controlling
	V4 Treibhausgasneutrale Versorgung der städtischen Liegenschaften
	V5 Nachhaltige Bauleitplanung
	V6 Prüfen einer Gründung von Stadtwerken
Erneuerbare Energie	E1 Recherche und Vorstudie zum Wärmepotenzial aus Oberflächengewässern
	E2 Potenzialermittlung für Abwärme aus dem Abwasser
	E3 Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen durch lokale Akteure fördern
Bildung, Beratung, Motivation	B1 Aufsuchende Energieberatung für Gebäudebesitzer
	B2 Bildung, Information und Motivation
	B3 Klimabildung in der Schule
Wärmeversorgung	W1 Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung im Zentrum von Erbach
	W2 Wärmenetzausbau im Stadtteil Dellmensingen
	W3 Ausbau der Wärmeversorgung im Gewerbegebiet Erbach
	W4 Ausbau des Wärmenetzes im Nordwesten des Erbacher Zentrums
	W5 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ringingen
	W6 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ersingen
	W7 Wärmeversorgung in Bach und Donaurieden

Im Handlungsbereich Wärmeversorgung sind in einigen Steckbriefen die Aussagen zu Wirkung/Funktion, Finanzierungsunterstützung, Erfolgsindikatoren und Hinweise bei den Maßnahmen gleich. Die Felder enthalten daher identische Texte.

7.1 Stadtverwaltung

V1 Prüfen der Klimarelevanz für Beschlüsse der Gemeindegremien

Beschreibung	<p>Für alle Beschlussvorlagen der Gemeindegremien wird ein einfaches und gut durchführbares Vorgehen etabliert, um die Klimarelevanz von Vorhaben abzuschätzen. Ziel ist, die durch Beschlüsse ausgelöste Treibhausgasemissionen so gering wie möglich zu halten. Maßnahmen mit voraussichtlich höherer „Klimafreundlichkeit“ sollen unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit bevorzugt werden.</p> <p>Beschlussvorlagen enthalten hierfür folgende verpflichtende Angaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vor-Einschätzung der Klimarelevanz: Auswirkungen positiv–keine–negativ ▪ Höhe der Auswirkungen auf THG-Emissionen: Erhebliche Reduktion–Geringfügige Reduktion–Geringfügige Erhöhung–Erhebliche Erhöhung. ▪ Vorschläge zu klimafreundlicheren Lösungen <p>Die Bewertung erfolgt auf Basis von Daten oder als Einschätzung mit Begründung durch die Verwaltungsabteilungen oder Einreicher der Beschlussvorlagen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Gremien werden über die Klimaschutz-Folgen von Entscheidungen informiert. Damit können Auswirkungen auf den Klimaschutz bei den Entscheidungen berücksichtigt werden. ▪ Klimaschutzbelange werden in allen Handlungsfeldern präsent, ihre Berücksichtigung selbstverständlich. ▪ Die Verantwortlichen in den Zuständigkeiten gewinnen zunehmend Wissen zum Klimaschutz in ihrem Fachgebiet.
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung ▪ Gemeinderat
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung ▪ Gremienmitglieder
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konzeption erstellen (Abläufe, Zuständigkeiten, Kriterien etc.) ▪ Formular-Vorlage erstellen ▪ Leitlinie zur Klimabewertung für die Zuständigkeit erstellen (s. Hinweise) ▪ Bei Bedarf Schulung des Fachpersonals ▪ Review und Verbesserung der Aussagekraft und Wirksamkeit nach einem Jahr
Kosten für die Stadt	■□□□□
Finanzierungsunterstützung	–
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abläufe sind ausgearbeitet und etabliert ▪ Review: Abläufe werden „gelebt“

Hinweise	<p>Zur Diskussion der Thematik kann Kontakt mit dem Fachdienst Bildung und Nachhaltigkeit des Alb-Donau-Kreises aufgenommen werden.</p> <p>Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (2020): Prüfung und Bewertung kommunaler Beschlussvorlagen auf Klimarelevanz. https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/downloads/SonstigeDokumente/Klimanotstand/KEAN_Handreichung_Beschlussv.-Pruefung_fin.pdf (darin insbesondere „Leitfragenkatalog Bargteheide“) ▪ Deutscher Städtetag und Deutsches Institut für Urbanistik (2020): Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PkB) in kommunalen Vertretungskörperschaften. ▪ Das Landratsamt Augsburg führt eine solche Prüfung bereits durch.
-----------------	--

V2 Kommunales Energiemanagement

Beschreibung	<p>Das Kommunale Energiemanagement (KEM) ist ein Instrument zur Unterstützung einer systematischen energetischen Optimierung aller Liegenschaften. Der fortlaufende Managementzyklus umfasst die Aktivitäten Zielsetzung, Steuerung von Maßnahmen, Umsetzung und Kontrolle.</p> <p>Basisinhalte des KEM sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbrauchsmonitoring: Verbrauchserfassung, witterungsbereinigte Auswertung, Ergebnisdarstellung ▪ Jährlicher Energiebericht, Erfolgskontrolle, kritische Analyse und Erörterung von Handlungsbedarf <p>Weitere abdeckbare Handlungsbereiche sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiebeschaffung: Prüfung von Lieferverträgen, Energieeinkauf ▪ Gebäudeanalyse: Erfassung wichtiger Gebäudedaten (baulicher Zustand, technische Gebäudeausstattung etc.), Ermittlung von Energiekennwerten, Bewertung ▪ Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung: Erfassung (Typ, Ausführung, Alter), Optimierung des Anlagenparks ▪ Nutzungsoptimierung: optimale Belegung von Gebäuden, bedarfsorientierter Anlagenbetrieb ▪ Schulung des Betriebspersonals ▪ Information und Motivation der Nutzer (Angestellte, Externe) ▪ Maßnahmenplanung: ökonomische und ökologische Bewertung, Priorisierung, Sanierungsplanung, Finanzierungsplanung <p>Eine KEM-Software kann die Ausführung unterstützen. Bei kleiner Anzahl an Liegenschaften kann ein eigenes Erfassungs- und Auswertesystem auf Tabellenbasis ausreichen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zielgerichtete und kosteneffiziente Planung und Steuerung der Gebäudesanierung und der Umstellung auf erneuerbare Energien
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung ▪ Gebäudezuständige
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausarbeitung des Konzepts, Gemeinderatsbeschluss für den Folgehaushalt ▪ Lastenheft für das Erfassungs- und Auswertesystem erstellen, dieses etablieren ▪ Zuständige benennen und gegebenenfalls schulen ▪ Managementabläufe und Kommunikationspfade festlegen

Kosten für die Stadt	■□□□□
Finanzierungsunterstützung	Für eine Förderung der Etablierung eines KEM kommt in Betracht: <ul style="list-style-type: none"> ▪ BMWK-Kommunalrichtlinie: u. a. Messtechnik, Software, zusätzliches Personal und Beratung
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KEM ist etabliert ▪ Energiebericht liegt vor
Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ein KEM kann den Wasserverbrauch und andere Ressourcenverbräuche miterfassen. ▪ Hinweise: www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energiemanagement

V3 Emissionsmonitoring und Wärmewende-Controlling

Beschreibung	<p>Klimaschutz ist eine Managementaufgabe, zu der Zuständigkeiten und Arbeitsabläufe festzulegen sind. Ein fortlaufendes Controlling soll etabliert werden.</p> <p>Grundlage für Zielsetzungen sowie das fortgeschriebene Ableiten von Maßnahmen sind die Energie- und Treibhausgasbilanz. Um die Änderung der Treibhausgasemissionen über die Zeit belastbar bewerten zu können, bedarf es eines standardisierten Bilanzierungsvorgehens.</p> <p>Die Bilanzierung soll zukünftig entsprechend der im vorliegenden Bericht dargelegten Methodik und gegebenenfalls weiterer Vorgaben (z. B. der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg) verwaltungsintern weitergeführt werden. Alternativ kann hierfür ein externen Dienstleister wiederkehrend beauftragt werden. Softwarelösungen zur Bilanzierung können in Betracht gezogen werden. Ein kommunales Energiemanagement (Maßnahme V2) deckt bereits den Teilaspekt eines Energiemonitorings der städtischen Liegenschaften ab.</p> <p>Die wiederkehrende Erhebung und Auswertung in einem Abstand von 3-4 Jahren wird vorgeschlagen.</p> <p>Ein Klimaschutz-Controlling-Zyklus enthält folgende Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfen und gegebenenfalls Aktualisieren der Klimaschutzziele ▪ Datenerfassung ▪ Datenauswertung, Erstellen der Energie- und Treibhausgasbilanz, Visualisierungen ▪ Ableiten von Maßnahmen zur Verringerung der Soll-Ist-Abweichung; Umsetzen der Maßnahmen <p>Der Betrachtungsrahmen kann über Wärme hinaus auch auf die klimaschutzrelevanten Sektoren Strom und Mobilität ausgeweitet werden.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stand und Erfolge der Wärmewende werden auf solider Datenbasis bewertet ▪ Klimaschutz wird als fortdauernde Aufgabe anerkannt ▪ Klimaschutz wird systematisch und effizient bearbeitet
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung ▪ Energiemanager ▪ Weitere Abteilungen der Stadtverwaltung

Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etablieren eines Klimaschutz-Controllings ▪ Zyklische Durchführung des Controllings
Kosten für die Stadt	■□□□□
Finanzierungsunterstützung	<p>Für eine weitergehende Förderung kommt in Frage:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommunalrichtlinie des BMWK, u. a. Energiemanagement, Klimaschutzmanagement
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funktionierendes Controlling ist etabliert ▪ Zyklisches Vorliegen der Bilanzen
Hinweise	

V4 Treibhausgasneutrale Versorgung der städtischen Liegenschaften

Beschreibung	<p>Die Stadt Erbach möchte ihre Liegenschaften zunehmend klimaneutral versorgen. Bis 2030 soll der Betrieb der Liegenschaften netto-klimaneutral sein. Ansatzpunkte, um dieses Ziel zu erreichen, sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energetische Sanierung und bauliche Optimierung ▪ Technische Gebäudeausrüstung optimieren und automatisieren ▪ Nutzungskonzepte optimieren ▪ Umstellung auf regenerative Energieversorgung (Priorität Wärmenetz) ▪ Eigenstromerzeugung <p>Im Einzelnen sollten folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Isolation von Dach, Kellerdecke, Fassade, Fenstern und Außentüren ▪ Anpassung der Warmwassererzeugung an neue, regenerative Heizsysteme (beispielsweise Installation von Frischwasserstationen oder einer Warmwasserwärmepumpe, solarthermische Warmwasserbereitung) ▪ Integration eines Heißwasserspeichers ▪ Optimierung der Heizverteilung durch größere Heizflächen, durch Isolation des Heizungsleitungssystems und durch hydraulischen Abgleich ▪ Energiesparende technische Gebäudeausrüstung (intelligent geregelte Heizungspumpen; bei Lüftungsanlagen Wärmerückgewinnung; bei Klimatisierung Reduktion der Vorlauftemperaturen im Kaltwassersatz, umfassender Einsatz von adiabatischer und Freikühlung) <p>Die Methodik eines kommunalen Energiemanagements (KEM) kann Bestandsaufnahme und Controlling unterstützen.</p> <p>Festzulegen ist, ob für die klimaneutralen Liegenschaften Kompensationszahlungen für nicht vermiedene Emissionen anrechenbar sein sollen. Falls ja, so ist auf die Qualität der Kompensationsanbieter zu achten.</p> <p>Der Einsatz von marktverfügbarem Ökostrom ist möglich, jedoch sollte eine Eigenstromerzeugung prioritär sein. Idealerweise ist beim Strombezug auf ein Gütesiegel mit einer Ausbaupflichtung für erneuerbare Energien zu achten. Die Festlegung einer Mindest-Eigenerzeugungsquote für den verbrauchten Strom ist zu empfehlen. Dienlich sind hierfür Dachflächen-Potenzialanalysen.</p>
---------------------	--

Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierung der energiebezogenen Treibhausgasemissionen der Gebäude und zunehmend klimaneutrale Versorgung ▪ Verringerung laufender Energiekosten ▪ Vorbildfunktion
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung ▪ Gemeinderat ▪ Planungsbüro
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestandsaufnahme der Liegenschaften und ihrer Energiebedarfe (vgl. Maßnahme V2) ▪ Gegebenenfalls Gebäudegutachten/Energiekonzepte ▪ Festlegung einer Bearbeitungsreihenfolge der Gebäude ▪ Energetische Optimierungsplanung ▪ Sukzessive Umsetzung
Kosten für die Stadt	■■■■■
Finanzierungsunterstützung	<p>Für eine Förderung kommen in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ BMWK-Kommunalrichtlinie: Investive Klimaschutzmaßnahmen (verschiedene) ▪ KfW: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG) ▪ BAFA: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM)
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umgesetzte Maßnahmen ▪ Kennwert: Treibhausgasemissionen der Liegenschaften
Hinweise	<p>Die energetische Sanierung ist ein zentraler Ansatzpunkt, um den Wärmebedarf der Liegenschaften zu reduzieren und Energiekosten einzusparen. Sie birgt in aller Regel deutliche Potenziale, wobei wirtschaftliche Prüfungen im Einzelfall notwendig sind. In deutschlandweiter Betrachtung ist die Erhöhung der Sanierungsrate wesentlich, um den Wärmebedarf im Gebäudesektor zu reduzieren, der mit mehr als ein Drittel zum Gesamtenergiebedarf beiträgt.</p> <p>Um die Liegenschaften der Stadt innerhalb der nächsten Jahre treibhausgasneutral zu stellen, ist die energetische Sanierung aus folgenden Gründen nur bedingt geeignet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als alleinige Maßnahme reicht sie nicht aus, da der Wärmebedarf nur anteilig, aber nicht auf null abgesenkt wird. ▪ Die energetische Sanierung ist in aller Regel mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden. ▪ Bei einigen Liegenschaften beschränken Denkmalschutz-Auflagen die energetischen Optimierungsmöglichkeiten. ▪ Das Zieljahr 2030 kann nur mit starkem Anschlag und zeitgleichen Investitionen erreicht werden. <p>Daher wird empfohlen, eine energetische Sanierung jeweils zu prüfen, zeitlich vorrangig jedoch den Heizungswechsel voranzubringen.</p> <p>Literatur: Umweltbundesamt (2020): Der Weg zur treibhausgasneutralen Verwaltung – Etappen und Hilfestellungen. Dessau-Roßlau.</p>

V5 Nachhaltige Bauleitplanung

<p>Beschreibung</p>	<p>Über Bebauungspläne, städtebauliche Verträge und Kaufverträge können Aspekte der Klimawirkung und der Klimaanpassung in Neubaugebieten umfassend beeinflusst werden. Städtebauliche Verträge können nach § 11 Abs. 1 Satz 2 Nr. 4 und 5 BauGB beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplungen ▪ Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden <p>Festlegungen können sich vertraglich stützen auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualitätsstandards durch geeignete Siegel, die vielfältige Aspekte umfassen und extern geprüft werden, wie beispielsweise „Klimafreundliches Wohngebäude“ gemäß den KfW-Förderrichtlinien 297, 298, das folgende Anforderungen umfasst: <ul style="list-style-type: none"> - Effizienzhaus-Stufe 40, - maximale Treibhausgasemissionen gemäß Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude Plus und - keine Beheizung mit Öl, Gas oder Biomasse. ▪ Gemeindeeigene Vorgaben-Kataloge, gestützt auf Grenzwerte und auf Nachweise, die vom Bauträger vorzulegen sind. Beispiele sind: <ul style="list-style-type: none"> - Ziele zu Primärenergiebedarf, Eigenversorgungsanteil oder CO₂-Ausstoß - Dachbegrünung und PV-Anlagenpflicht für Flachdächer; Vorgaben zur Installation von PV- oder Solarthermieanlagen auf anderen Dachformen - Nachtkühlung etwa über Lüftungsanlagen <p>Festlegungen im Bebauungsplan können beispielsweise umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kompaktbauweise (A/V-Verhältnis), Grundflächenzahl (GRZ), Bauhöhen (Hauptgesimshöhe). ▪ Dachformen; Dachaufbauten und Gauben nur auf Nordseite ▪ Ausrichtung des Gebäudes und der Fensterflächen (Wind, Beschattung, Solarertrag) ▪ Farben von Fassaden und Dächern (Albedo) ▪ Passive und aktive Verschattungselemente wie Vordächer, Dachüberstände, Rollläden und Markisen; Wärmeschutzverglasung ▪ Begrenzung der Glasflächenanteile im Dachgeschoss. <p>Themennahe Maßnahmen zur Steuerung der Wärmeversorgung in Quartieren sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommunale Erschließung ohne Erdgasnetz ▪ Grundsätzliche kommunale Prüfung von Quartierslösungen ▪ Pflicht zur Vorlage eines energetischen Versorgungskonzepts bei der Flächenentwicklung
<p>Wirkung/Funktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganzheitliche Betrachtung der Gestaltung von Neubaugebieten im Hinblick auf Klimaschutz und Klimaanpassung ▪ Reduktion der Treibhausgasemissionen von Gebäuden und Siedlungsflächen
<p>Initiator</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung
<p>Akteure</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung ▪ Gemeinderat

Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Bei Konzeption eines Neubaugebietes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglichkeiten und Grenzen der Festlegungen auf lokale Anwendbarkeit prüfen (Leitfaden beispielsweise difu 2017) ▪ Entwurf einer Beschlussvorlage (Bauverwaltung) ▪ Beschluss (Gemeinderat) ▪ Umsetzung im Bebauungsplan und bei Grundstücksverkäufen (Bauverwaltung)
Kosten für die Stadt	■□□□
Finanzierungsunterstützung	–
Klimaschutzrelevanz	■□□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaschutzvorgaben im Baugebiet sind festgelegt, gegebenenfalls nach Siedlungsflächentyp (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet) ▪ Kennwert: Gebäudewärme-bezogene Treibhausgasemissionen (Haushalte, Gewerbe)
Hinweise	<p>Im Zuge der Überarbeitung oder Neufestlegung von Vorgaben zur Bauleitplanung können weitere Themen, insbesondere aus dem Umfeld der Klimaanpassung und Versickerung eingebunden werden. Festsetzungen können beispielsweise umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Begrünung (Bepflanzungsfestsetzung, Fassaden- und Dächer) ▪ Flachdachbebauung mit Begrünung für Mikroklima und Wasserrückhalt in Verbindung mit Notentwässerung (Retention) ▪ Zulässige Gebäudehöhe (relevant für Versickerung und Wirtschaftlichkeit) ▪ Gebäudeabstände (Durchlüftung) ▪ Begrünung der Freiflächen (Verzicht auf Versiegelung, landschaftliche Minimierung von Flutrisiken) ▪ Versiegelung und Versickerung ▪ Regenwasser- und Grauwassernutzung ▪ Einführung einer Freiflächengestaltungssatzung: Verbot von Schottergärten, Begrünungsvorgaben ▪ Erweiterte Stellplatzsatzung: alternativer Stellplatzschlüssel pro Wohneinheit oder für Unternehmen in der Nähe von ÖPNV-Stationen, Begrünung und Versickerung <p>Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ difu (2017): Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung. https://difu.de/sites/default/files/bericht_klimaschutz_bauleitplanung_fuer_veroeffentlichung_langfassung_jsp.pdf ▪ KfW-Förderprogramme 297 und 298: www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-(297-298) ▪ Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude: https://www.qng.info/

V6 Prüfen einer Gründung von Stadtwerken

Beschreibung	<p>Eigene Stadtwerke bieten die Chance, die Energieversorgung stärker selbst zu gestalten und die Energiewende systematisch voranzutreiben. Die kommunale Eigentümerschaft sichert, dass die Geschäftsführung den Zielen der Stadt verpflichtet ist. Das Gemeinwohlinteresse wird somit in den Vordergrund gestellt. Leistungen der Daseinsvorsorge werden demokratisch verankert und können bürgernah angeboten werden.</p> <p>Die Stadt möchte sich zu Randbedingungen, Möglichkeiten sowie den Vor- und Nachteilen der Gründung eigener Stadtwerke informieren und die Entscheidung abwägen.</p> <p>Für Stadtwerke kommen im Bereich der Energiewirtschaft verschiedene Geschäftsbereiche in Betracht, typischerweise</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stromversorgung ▪ Gasversorgung ▪ Fernwärmeversorgung (Wärmeverteilnetze, Wärmeerzeugung) ▪ Regenerative Stromerzeugung (über Tochtergesellschaften) <p>Weitere Geschäftsbereiche können z.B. Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Bäderbetrieb oder Straßenbeleuchtung sein. Im Zuge der Energiewende sollten die Stadtwerke die Wärmeversorgung anteilig übernehmen (Maßnahme W1 u.a.).</p> <p>Der Rückkauf und Betrieb von Strom- oder Gasverteilnetzen ist erst möglich, wenn die in der Regel langjährigen Konzessionsverträgen auslaufen. Konzessionen werden dabei wettbewerblich vergeben: Die Stadt kann nicht entscheiden, das Stromnetz zu übernehmen – sie kann nur ein Unternehmen gründen, das beim Vergabeverfahren mitbietet.</p> <p>Neben einer Gesellschaft im 100%igen Eigentum der Stadt kommen Beteiligungsmodelle in Betracht, beispielsweise mit etablierten kommunalen Energieversorgern als Mitgesellschafter. Diese bringen gegebenenfalls Finanzkapital und Expertise für die Gründung und Betriebsführung ein. Um Größenvorteile zu nutzen, können darüber hinaus Kooperationen mit benachbarten Gemeinden eingegangen und Gemeinschaftswerke gegründet werden.</p> <p>Neben den Vorzügen und Chancen in den Bereichen demokratische Kontrolle, Gemeinwohlbeitrag (Public Value), Kunden- und Bürgernähe, Synergien mit anderen Sparten und Transparenz der Unternehmenspolitik sind auch Risiken zu nennen, u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeit- und Ressourcenaufwand der Entscheidungsfindung und Gründung ▪ Unwägbarkeiten der Personalsuche für die Stadtwerke ▪ Wirtschaftliche Risiken <p>Als Erfolgsfaktoren einer kommunalen Übernahme von Energieversorgungsleistungen werden genannt (Schorsch 2010):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine Vision für die Geschäftstätigkeit sowie klare Ziele und Strategien ▪ Eine eigene unternehmerische Position der Kommune selbst oder ihres Tochterunternehmens ▪ Einigkeit der Entscheider in Politik und Verwaltung zum Vorgehen bei der Gründung ▪ Kompetente Projektsteuerung und verbindlicher Zeitplan
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Stadt gestaltet die Energiewende in wesentlichen Aspekten mit ▪ Stadtwerke sind dem Gemeinwohlinteresse verpflichtet und unterliegen demokratischer Kontrolle
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeinderat ▪ Stadtverwaltung

Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationsphase: Sondierung der Möglichkeiten und Anforderungen einer Stadtwerke-Gründung, Erstbewertung z. B. mit SWOT-Analyse ▪ Konzeptionsphase: Klärung der Geschäftsbereiche, der Gesellschaftsform, der Beteiligungen, Finanzierungsplan, Konzeptausarbeitung gegebenenfalls mit Optionen ▪ Entscheidung im Gemeinderat ▪ Gründung ▪ Stufenweiser Aufbau
Kosten für die Stadt	<p>■□□□ (Geringe Kosten für die Prüfung einer Gründung) Kosten einer Gründung abhängig vom Gründungskonzept</p>
Finanzierungsunterstützung	<p>–</p>
Klimaschutzrelevanz	<p>■■□□</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorliegen des Gründungskonzepts ▪ Gründung
Hinweise	<p>Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Berlo, K.; Schäfer, D.; Wagner, O. (2018): Stadtwerke-Neugründungen in Deutschland. pnd online, https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6933/file/6933_Berlo.pdf ▪ Schorsch, C; Faber, J. (2010): Rekommunalisierung der Energieversorgung – Chancen und Risiken. https://web.archive.org/web/20171208070726/http://www.lbd.de/cms/pdf-veroeffentl-fach-presse/1002-LBD-Press-Rekommunalisierung-der-Energieversorgung-Demo.pdf

7.2 Erneuerbare Energie

E1 Recherche und Vorstudie zum Wärmepotenzial aus Oberflächengewässern

Beschreibung	<p>Für den Betrieb von Wärmepumpen zu Heizzwecken können auch oberirdische Gewässer als Wärmequelle genutzt werden. Diese thermische Oberflächenwassernutzung ist bislang wenig verbreitet. Einzelne Anwendungen existieren dabei schon sehr lange, beispielsweise zur Wärmeversorgung im Züricher Rathaus mit Flusswasser aus der Limmat seit 1937. Zwei Optionen sind für eine Realisierung zu betrachten: Entweder wird ein Wasserstrom dem Gewässer entnommen und über Wärmeübertrager geführt oder die Wärmeübertragung findet mittels eines eingebauten Wärmetauschers direkt im Gewässer statt.</p> <p>Um die Potenziale vor Ort zu ermitteln, soll eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben werden. Insbesondere folgende Inhalte sind vorzusehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundsätzlich geeignete Gewässer im Stadtgebiet ▪ Durchflussmengen oder Wasserreservoir-Größen und Jahres-Temperaturkurven ▪ Rechtliche Anforderungen an die Wärmenutzung, Genehmigungsaufwand ▪ Erfolgversprechende Technologien ▪ Erzielbare Wärmemenge als Potenzial ▪ Treibhausgas-Minderungspotenzial ▪ Investition- und Betriebsaufwand <p>Im Sinne des Umwelt- und Artenschutzes ist eine Abkühlung von Oberflächengewässern durch Wärmeentnahme in aller Regel zu begrüßen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärung der Nutzbarkeit von Gewässerswärme als Quelle insbesondere für Wärmenetze ▪ Eröffnung neuer regenerativer Energie-Quellen und Stärkung der regenerativen Wärmeversorgung
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeinderat ▪ Stadtverwaltung ▪ Externer Fachberater
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beauftragung eines Beraters zur Erstellung der Studie ▪ Nach Vorliegen: Publikation der Studie oder Weiterreichung an potenzielle Umsetzer
Kosten für die Stadt	<p>■□□□□</p>
Finanzierungsunterstützung	<p>Für eine Förderung der Studie kommt in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ BMWK-Kommunalrichtlinie, 4.1.1 Inanspruchnahme von Beratungsleistungen
Klimaschutzrelevanz	<p>■■■□□</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studie liegt vor ▪ Höhe des Wärmepotenzials im Vergleich zum Wärmebedarf der Stadt
Hinweise	

E2 Potenzialermittlung für Abwärme aus dem Abwasser

Beschreibung	<p>Die Abwasserwärmenutzung ist die Rückgewinnung von im Abwasser enthaltener Abwärme mithilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen.</p> <p>Die Wärmeentnahme erfolgt entweder noch innerhalb eines Gebäudes, im Kanal oder im Ablauf einer Kläranlage. Der am häufigsten realisierte Ansatz ist die Wärmeentnahme aus dem Kanalnetz, über einen Sohlen-Wärmetauscher im Kanal selbst oder über eine Bypass-Führung. Die technische Machbarkeit ist durch zahlreiche Einzelumsetzungen seit Jahrzehnten belegt.</p> <p>Das Potenzial und die Machbarkeit einer Abwasserwärmenutzung für die Wärmenetze in Erbach sollen im Rahmen einer Studie geprüft werden. Insbesondere folgende Inhalte sind vorzusehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundsätzlich geeignete Wärme-Entnahmeorte im Stadtgebiet ▪ Durchflussmengen und Jahres-Temperaturkurven ▪ Rechtliche Anforderungen an die Wärmenutzung, Genehmigungsaufwand ▪ Mögliche Auswirkungen einer Abkühlung des Abwasserstroms auf die Kläranlagenleistung ▪ Geeignete Technologien in Abhängigkeit vom Einsatzort ▪ Erzielbare Wärmemenge als Potenzial ▪ Treibhausgas-Minderungspotenzial ▪ Investition- und Betriebsaufwand
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärung der Nutzbarkeit von Abwasserwärme als Quelle insbesondere für Wärmenetze ▪ Eröffnung neuer regenerativer Energie-Quellen und Stärkung der regenerativen Wärmeversorgung
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeinderat ▪ Verwaltung ▪ Externer Fachberater
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beauftragung eines Beraters zur Erstellung der Studie ▪ Nach Vorliegen: Publikation der Studie oder Weiterreichung an potenzielle Umsetzer
Kosten für die Stadt	<p>■□□□□</p>
Finanzierungsunterstützung	<p>Für eine Förderung der Studie kommt in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ BMWK-Kommunalrichtlinie, 4.1.1 Inanspruchnahme von Beratungsleistungen
Klimaschutzrelevanz	<p>■□□□□</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studie liegt vor ▪ Höhe des Wärmepotenzials im Vergleich zum Wärmebedarf der Stadt
Hinweise	<p>Quellen: DWA-Merkblatt M 114 „Abwasserwärmenutzung“. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2020</p>

E3 Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen durch lokale Akteure fördern

Beschreibung	<p>Die Stadt Erbach hat ein Interessensbekundungsverfahren für PV-Freiflächenanlagen auf Ebene des Flächennutzungsplans eröffnet. Mit dem Nachbarschaftsverband Ulm wurde ein Priorisierungsplan für das Stadtgebiet Erbach erstellt und veröffentlicht, in dem die Kriterien aus der Regional- und Landesplanung berücksichtigt sind. Sowohl PV-Anlagenbauer als auch Flächeneigner sind aufgefordert, sich zu bewerben.</p> <p>Aus Prüfkriterien kann – im Falle mehrerer Interessensbekundungen – eine Priorisierungsrangfolge erstellt werden.</p> <p>Durch das Zusammenbringen von interessierten PV-Anlagenbauern und Flächeneigentümern fördert die Stadt die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau der regenerativen Stromerzeugung ▪ Beachtung von Kriterien z.B. zu Regionalplanung, Schutz von Mensch, Natur und Kultur, Landschaftsbild, lokaler Wertschöpfung und Bürgerbeteiligung beim Ausbau der Freiflächen-PV
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeinderat ▪ Stadtverwaltung ▪ Nachbarschaftsverband Ulm
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fertigstellung des Interessensbekundungsverfahrens, geplant bis Anfang 2024 – Bewertung auf Basis der Prüfkriterien und Priorisierung ▪ Zusammenbringen von interessierten PV-Anlagenbauern und Flächeneigentümern im Rahmen einer Veranstaltung oder durch direkte Vermittlung ▪ Bauleitplanverfahren
Kosten für die Stadt	■□□□□
Finanzierungsunterstützung	–
Klimaschutzrelevanz	■■■■■□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl genehmigter PV-Freiflächenanlagen ▪ Jährliche Stromerzeugung durch PV-Freiflächenanlagen
Hinweise	Zur Abstimmung bei diesem Thema wurde Kontakt zum Fachdienst Bildung und Nachhaltigkeit des Alb-Donau-Kreises aufgenommen.

7.3 Bildung, Beratung, Motivation

B1 Aufsuchende Energieberatung für Gebäudebesitzer

<p>Beschreibung</p>	<p>Die Kampagne „Check-Dein-Haus“ ist eine aufsuchende Energieberatungskampagne, bei der den Hauseigentümern von Ein- bis Dreifamilienhäusern kostenlose Initial-Beratungen vor Ort angeboten werden. Ziele sind die Steigerung der Sanierungsrate und die Umstellung auf regenerative Wärmeversorgungs-lösungen.</p> <p>Die Kommune schreibt hierzu die Hauseigentümer an. Vorrangig sollten Stadtteile in den Blick genommen werden, die durch hohe Baualter geprägt sind und in denen in den nächsten Jahren vermehrt energetische Sanierungen anstehen. Außerdem kann anfangs der Fokus auf Ortsteile gelegt werden, in denen die Umsetzung zentraler Wärmenetze weniger wahrscheinlich ist (s. Abbildung 33). Die Beratung kann den Weg hin zu einer ambitionierten und in sich schlüssigen energetischen Gebäudeoptimierung zeigen.</p> <p>Ein Vorzug der Kampagne „Check-Dein-Haus“ ist die aufsuchende Beratung, die eine Augenscheinnahme des Beraters zulässt und damit die Passgenauigkeit der Beratung erhöht. Die Kampagnenberatung konzentriert sich auf definierte Wohnquartiere oder Ortsteile. So können Energieeinsparmaßnahmen zum Ortsteilgespräch werden; es kommt zu Nachahmungseffekten und gegenseitiger Motivation. Durch Bezuschussung oder Kostenübernahme der Beratung können die Hemmschwellen, insbesondere zu einer Erstberatung gesenkt werden.</p> <p>Nach Durchführung der ersten Kampagnen werden nach Ablauf eines Jahres die erzielten Ergebnisse analysiert (Review). Aufbauend darauf können dann weitere Ortsteile oder Quartiere gezielt ausgewählt werden.</p> <p>Die Kosten für die Gemeinde sind abhängig von den durchgeführten Beratungen und der Kostenverteilung. Die Beratungskosten liegen üblicherweise bei 120-180 € zuzüglich der Kosten für das Anschreiben, Öffentlichkeitsarbeit (Plakate, Flyer, Info-Broschüren) und Beraterschulung.</p>
<p>Wirkung/Funktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motivation von Hausbesitzern zur energetischen Sanierung und Energieeinsparung ▪ Reduktion des Energieeinsatzes in Gebäuden ▪ Umstellung auf erneuerbare Energien
<p>Initiator</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
<p>Akteure</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung ▪ Energieberater, beispielsweise Regionale Energieagentur Ulm ▪ Gegebenenfalls Fachdienst Bildung und Nachhaltigkeit des Alb-Donau-Kreises
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswahl geeigneter Quartiere oder Ortsteile ▪ Auswahl geeigneter lokaler Energieberater in Abstimmung mit dem Landkreis ▪ Anschreiben des Bürgermeisters an die Hauseigentümer ▪ Weiterführende Öffentlichkeitsarbeit (beispielsweise Auftaktveranstaltung) ▪ Terminvereinbarung und Beratung durch die Energieberater ▪ Review ein Jahr nach Durchführung der Maßnahme: Abfrage, wie häufig und in welchem Umfang energetische Maßnahmen umgesetzt wurden
<p>Kosten für die Stadt</p>	<p>■□□□□</p>

Finanzierungsunterstützung	Gegebenenfalls Förderung des BMWK über die BAFA für eine Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan). Zu prüfen ist, ob die Kommune Antragsteller sein kann
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angestoßenes Investitionsvolumen ▪ Anzahl umgesetzte Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen
Hinweise	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitnahmeeffekt durch kostenlose Beratung lässt hohe Teilnahmequote erwarten ▪ Investition in Energieberatung lässt Folgeinvestitionen erwarten (Erfahrungen aus bayerischen Landkreisen: rund 20.000 € je Beratung) <p>Energieberatung sollte nach Möglichkeit in den Wintermonaten durchgeführt werden, da in der „kalten Jahreszeit“ die Sensibilität für Energieeffizienz und -einsparmaßnahmen am höchsten ist.</p> <p>Aufsuchende Energieberatungen wurden bereits erfolgreich von der Regionalen Energieagentur Ulm in Stadtteilen von Ulm, in Illertissen, Beimerstetten, Dornstadt-Tormerdingen und Langenau durchgeführt. U.a. auch die Stadt Augsburg führt seit zehn Jahren fortschreitend die sogenannte Energiekarawane durch.</p>

B2 Bildung, Information und Motivation

<p>Beschreibung</p>	<p>Den Klimaschutz kann die Stadtverwaltung nicht alleine voranbringen. Wesentlichen Einfluss nehmen die Bürgerinnen und Bürger. Maßnahmen der Bildung, Information und Motivation sensibilisieren, informieren und motivieren Bürgerinnen und Bürger und befähigen sie zum Handeln. Klimaschutzbildung kann für alle Altersgruppen gestaltet werden. Eine Vielzahl von Aktivitäten kommt in Betracht.</p> <p>Kanäle u. a.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erbacher Nachrichten ▪ Stadt-Website ▪ Informationsmaterial ▪ Bürgerinformationsabende, Vorträge ▪ Klimaschutzprojekte an Schulen und Kindergärten (s. Maßnahme B3) ▪ Messen und Ausstellungen ▪ Besichtigungsmöglichkeit von Musteranlagen oder Vorreiterstandorten, beispielsweise Tag der offenen Heizungstür ▪ Social Media ▪ Pressemitteilungen, Interviews, Radio, TV ▪ Wettbewerbe, Challenges <p>Zielgruppen u. a.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorschulkinder, Schülerinnen und Schüler (s. Maßnahme B3) ▪ Bürgerinnen und Bürger allgemein ▪ Hausbesitzende ▪ Gewerbetreibende ▪ Hausmeister und Hausmeisterinnen <p>Themen z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiespartipps ▪ Energieeinsparung und Solarnutzung für Wohngebäude (vgl. Energiekarawane) ▪ Informationsveranstaltungen zu nachhaltigen Wärmeversorgungs-lösungen und Wärmenetzen für Gebäudeeigentümer ▪ Best-Practice-Beispiele im Bereich Wärmeversorgung ▪ Klimaschutz in Verwaltungsgebäuden, Qualifizierung zum Energiemanager ▪ Klimafreundlicher Konsum (Nahrung, Gebrauchsgüter, Reisen, ...) ▪ Klimafreundliche Mobilität <p>Die Zusammenarbeit mit der Regionalen Energieagentur, Energieberatern, ortsansässigen Handwerksbetrieben, öffentlichen Beratungsstellen, lokalen Energieversorgern, Bildungsträgern, Interessenverbänden, anderen Gemeinden oder dem Landkreis erhöht die Reichweite und Effizienz der Aktivitäten.</p>
<p>Wirkung/Funktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klimaschutzendes Handeln verschiedener Zielgruppen wird insbesondere in den Bereichen Gebäude & Wohnen, Konsum und Mobilität gefördert ▪ Die Stadt positioniert sich als aktiv und engagiert im Klimaschutz ▪ Die Stadt fördert die Umsetzung der kommunale Wärmeplanung
<p>Initiator</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
<p>Akteure</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung ▪ Fachdienst Bildung und Nachhaltigkeit des Alb-Donau-Kreises ▪ Regionale Energieagentur Ulm ▪ Externe Berater, Handwerksbetriebe, Energieversorger, IHK ▪ Bildungsträger wie VHS, Kirchen, Jugendring etc. und zivilgesellschaftliche Interessenverbände wie BUND, FFF, Verbraucherzentrale etc.

Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuständigkeiten benennen ▪ Festlegen eines Bildungs- und Informationsplans mit konkreten Aktivitäten ▪ Eigene Durchführung oder Anstoß bei Partnern ▪ Monitoring und Controlling <p>Beginn umgehend; Umsetzung fortlaufend</p>
Kosten für die Stadt	■□□□□
Finanzierungsunterstützung	<p>Eine Förderung kann geprüft werden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ als maßnahmenbegleitende Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der BMWK-Kommunalrichtlinie
Klimaschutzrelevanz	■■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl durchgeführte Aktionen ▪ Anzahl Teilnehmende
Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Allianzen können den Aktivitäten einen Rahmen und in der Außenwirkung einen Wiedererkennungswert geben. ▪ Möglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger, sich selbst einzubringen, erhöhen die Motivation ▪ Themen und Inhalte werden zum Ortsgespräch (Multiplikatoreffekt) ▪ Imagegewinn für beteiligte Akteure (Kommune, Energieberater, Handwerksbetriebe) <p>Literatur: BNE-Kompetenzzentrum (2023): Praxishandbuch. Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Kommune gestalten. München, www.bne-kompetenzzentrum.de/de/praxishandbuch</p>

B3 Klimabildung in der Schule

Beschreibung	<p>Schülerinnen und Schüler werden durch kreative Projekte für das Thema Klimaschutz sensibilisiert und motiviert, sich aktiv für Klima- und Umweltschutz einzusetzen.</p> <p>Eingebettet werden die Aktionen in den Fachunterricht, den fachübergreifenden Unterricht, Projekttag oder -wochen, AGs und Langzeitprojekte. Schulen werden motiviert, die Auszeichnung „Klimaschule“ anzustreben.</p> <p>Aktionen werden den Schulen vorgeschlagen und von der Gemeinde gegebenenfalls finanziell gefördert, u.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anschauungs- und Informationsmaterial für den regulären Unterricht (z. B. Ausstellungen, Strommessgeräte, andere Bildungsmaterialien) ▪ Planspiele ▪ Projekte im Fachunterricht z.B. PV-Anlage in Physik, Schulgarten in Biologie, ... ▪ Medienprojekte (Klimazeitung, Klimafilm, Podcast, Social-Media-Kampagne) ▪ 30-Tage-Challenge: Selbstverpflichtung von Schülerinnen und Schülern zur Umsetzung selbstgewählter Nachhaltigkeitsbeiträge ▪ Projekte der Schülerinnen und Schüler als Energie- und Klimapioniere
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sensibilisierung und Motivation von Schülerinnen und Schülern zum Klimaschutz ▪ Ausstrahlungswirkung in den Familien

Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schulverwaltung ▪ Gegebenenfalls externe Berater-/ModeratorInnen ▪ Bildungsträger wie VHS, Kirchen, Jugendring etc. und zivilgesellschaftliche Interessenverbände wie BUND, FFF, Verbraucherzentrale etc. ▪ Fachdienst Bildung und Nachhaltigkeit des Alb-Donau-Kreises
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anregung und Information der Schul-Vertreter <p>In den Schulen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuständigkeiten/Team benennen ▪ Festlegen von konkreten Aktionen ▪ Durchführung ▪ Feedback und Fortführung <p>Beginn: umgehend</p>
Kosten für die Stadt	□□□□□
Finanzierungsunterstützung	<p>Förderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ BMWK: Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie), Punkt 4.1.4
Klimaschutzrelevanz	■ ■ ■ □ □
Erfolgsindikatoren	Anzahl durchgeführte Aktionen, Anzahl Teilnehmende
Hinweise	<p>Unterrichtsmaterialien z. B.: www.nachhaltigkeitsstrategie.de/bildung/bne/schwerpunkt-klimabildung</p> <p>30-Tage-Challenge, Beispiel: www.alp-s.at/projekte/detail/project/30-days-challenge-mit-dem-gymnasium-fuessen</p> <p>KM-BW: Nachhaltigkeit lernen – Projekte, Wettbewerbe, Termine: https://km-bw.de/Len/startseite/schule/Nachhaltigkeit_lernen</p>

7.4 Wärmeversorgung

W1 Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung im Zentrum von Erbach

Beschreibung	<p>Der Aufbau einer zentralen, regenerativen Wärmeversorgung im Zentrum der Kernstadt Erbach bietet das höchste Treibhausgas-Einsparpotenzial. Hier konzentrieren sich neben dichter Wohnbebauung auch mehrere städtische Liegenschaften und Gewerbebauten. Ziel muss deshalb eine möglichst flächendeckende, nachhaltige Versorgung mit regenerativer Fernwärme sein.</p> <p>Das Wärmenetz-Eignungsgebiet ist im Osten von der Bahnlinie und im Westen vom bestehenden Wärmenetz begrenzt (vgl. Abbildung 34 und Abbildung 33). Es umfasst knapp 1.700 Wohngebäude mit einem Wärmebedarf von etwa 65.000 MWh/a. Eine flächendeckende Wärmeversorgung in dieser Größenordnung erfordert einen (oder mehrere) Netzbetreiber mit ausreichenden finanziellen und personellen Kapazitäten und vorzugsweise Erfahrung im Bau von Wärmenetzen.</p> <p>In einem ersten Schritt sollten Interessensbekundungen von möglichen Wärmenetzbetreibern eingeholt werden. Mit den Interessenten sind die Rahmenbedingungen für eine Umsetzung zu definieren (Ausbaugebiete, mögliche Wärmequelle, zeitliche Grobplanung). Haben mehrere Unternehmen Interesse, kann die Wärmeversorgung ausgeschrieben, Kooperationen vereinbart oder Netzgebiete aufgeteilt werden.</p> <p>Das im Westen angrenzende Nahwärmenetz versorgt derzeit zwei städtische Kindergärten sowie Wohngebäude in der Brühlstraße und im Wernauer Weg mit Abwärme einer Biogasanlage (Gebiet A1 in Abbildung 34). Von Seiten des Netzbetreibers bestehen Bestrebungen, das Versorgungsgebiet weiter in Richtung Erbacher Zentrum auszuweiten. Eine derartige Ausweitung des Bestandsnetzes verringert die Attraktivität für den Aufbau des zentralen Fernwärmenetzes und sollte nach Möglichkeit nur in Abstimmung mit den Ausbauplanungen für das flächendeckende Wärmenetz erfolgen.</p> <p>Durch eine Verbindung des bestehenden und eines zukünftigen Netzes im Zentrum bestünde die Möglichkeit, die Abwärmepotenziale der Biogasanlage bestmöglich zu nutzen und gegenseitig Ausfälle abzusichern.</p> <p>Entscheidet sich die Stadt zur Gründung eigener Stadtwerke (siehe Maßnahme V5), so kommen auch diese für Aufbau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Frage und könnten als städtischer Eigenbetrieb hohe Akzeptanz genießen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung ▪ Potenzielle Wärmenetzbetreiber, z. B. Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH (SWU), Netze BW GmbH, Fernwärme Ulm GmbH (FUG), weitere Interessenten ▪ Betreiber des im Westen angrenzenden Wärmenetzes

Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel „Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung im Zentrum von Erbach“ im Gemeinderat beschließen ▪ Interessensbekundungen möglicher Netzbetreiber einholen; auch Anfrage zur Bereitschaft, sich in eine Betreibergesellschaft einzubringen ▪ Bei mehreren Interessenten: Umsetzung als Betreibergesellschaft oder Ausschreibung der Wärmeversorgung ▪ Grobplanung des Wärmenetzaufbaus (Versorgungsgebiete definieren) und der zeitlichen Umsetzung ▪ Schrittweiser Aufbau des Wärmenetzes ▪ Flankierend Informationsveranstaltungen für Gebäudeeigentümer <p>Sollte sich innerhalb einer angemessenen Zeitspanne kein Wärmenetzbetreiber für das Zentrum finden, kann eine Ausweitung des Wärmenetzes im Nordwesten des Zentrums (s. Maßnahme W 4) angestoßen werden. Hiermit können voraussichtlich Teile des Eignungsgebietes versorgt werden.</p>
Kosten für die Stadt	<p>Wenn keine Beteiligung an Umsetzung ■□□□□</p> <p>Wenn Beteiligung an Umsetzung ■■■■■■</p>
Finanzierungsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAFA: Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1: Machbarkeitsstudien - Modul 2: Investitionskostenförderung ▪ KfW: Kredite mit Tilgungszuschuss „Erneuerbare Energien Premium (271, 281)“ <ul style="list-style-type: none"> - Investitionskostenförderung für Netzwärmespeicher, Netzwärmepumpen und Rohrleitungen
Klimaschutzrelevanz	<p>■■■■■</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Start der Detailplanungen ▪ Start des Netzaufbaus ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	<p>Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm</p>

W2 Wärmenetzausbau im Stadtteil Dellmensingen

Beschreibung	<p>Im südlichen Teil von Dellmensingen ist ein Wärmenetz in Bau, im nördlichen Teil eines in Planung. Eine Erweiterung und Nachverdichtung dieser Netze ist zukünftig anzustreben.</p> <p>Aus technisch-gesamtwirtschaftlicher Sicht würde eine Leitungsverbindung beider Netze Synergieeffekte eröffnen, u. a. durch gegenseitigen Ausgleich von Spitzenlasten, gemeinsame Spitzenlasterzeugung oder Redundanz-Bereitstellung.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wärmenetzbetreiber vor Ort
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wärmenetzbetreiber vor Ort ▪ Stadtverwaltung (unterstützend)
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frühzeitige Information der Anwohner ▪ Bau gemäß vorliegender Planung durch die Wärmenetzbetreiber ▪ Flankierend Informationsveranstaltung für Gebäudeeigentümer ▪ Anschluss aller städtischen Liegenschaften an die Wärmenetze ▪ Planung der flächendeckenden Versorgung durch die Wärmenetzbetreiber vor Ort
Kosten für die Stadt	<p>■□□□□</p>
Finanzierungsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAFA: Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1: Machbarkeitsstudien - Modul 2: Investitionskostenförderung ▪ KfW: Kredite mit Tilgungszuschuss „Erneuerbare Energien Premium (271, 281)“ <ul style="list-style-type: none"> - Investitionskostenförderung für Netzwärmespeicher, Netzwärmepumpen und Rohrleitungen
Klimaschutzrelevanz	<p>■■■■■</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	<p>Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm</p>

W3 Ausbau der Wärmeversorgung im Gewerbegebiet Erbach

<p>Beschreibung</p>	<p>Im nördlichen Teil des Gewerbegebietes Erbach (Gebiet B in Abbildung 33 und Abbildung 34) werden Abnehmer über ein Nahwärmenetz mit Wärme einer Biogasanlage versorgt. Der Betreiber beabsichtigt den sukzessiven Ausbau des Netzes. Er ist hierfür teils bereits in der Umsetzung, teils in der Planung. Ziel ist, durch Ausbau und Nachverdichtung eine hohe Anzahl an Abnehmer regenerativ mit Wärme zu versorgen.</p> <p>Zur Spitzenlastabdeckung und als Redundanz wurde ein Holzhackschnitzkessel installiert. Weitere Wärmequellen sollten im Zuge des Ausbaus geprüft werden, insbesondere Abwärme der ansässigen Unternehmen und der Kläranlage, aber auch Umweltwärme (s. auch Maßnahmen E1 und E2).</p> <p>Von der Biogasanlage im Nordosten des Gewerbegebiets führt die bestehende Wärmeleitung in Richtung Oberer Luß und quert die Landesstraße 240 in den Beginn der Benzstraße. Bis Ende 2023 soll eine Abzweigung in die Straße Oberer Luß geführt werden. Für 2024 sieht der Wärmenetzbetreiber eine Verlängerung in die Benzstraße und Daimlerstraße Richtung Liebigstraße vor.</p> <p>Der Betreiber ist bestrebt, zukünftige weitere Abnehmer im Süden des Gewerbegebiets mit Wärme zu versorgen. Ein Unternehmen könnte in erster Prüfung auch Wärme zur Verfügung stellen, allerdings nur auf einem niedrigen Niveau von ca. 30 °C. Ein weiteres Unternehmen betreibt Kühllager. Dies legt die Prüfung einer Kälteerzeugung aus Wärme mit Absorptionskälteanlagen nahe.</p> <p>Ein Anschluss der Kläranlage mit ihrem Faulgas-BHKW und Wärmespeicher als Wärmeabnehmer oder Wärmeerzeuger (auch zeitweise) und zur Wärmespeicherung kann geprüft werden.</p> <p>Je nach Lastgängen der Abnehmer und Flexibilität des BHKW-Betriebs in der Biogasanlage kann ein zentraler Wärmespeicher geprüft werden, der – passend dimensioniert – eine bessere Wärmeausnutzung ermöglicht.</p>
<p>Wirkung/Funktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
<p>Initiator</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betreiber des bestehenden Nahwärmenetzes
<p>Akteure</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betreiber des bestehenden Nahwärmenetzes ▪ Flankierend Informationsveranstaltungen für Unternehmen und Gebäudeeigentümer im Gewerbegebiet. Hierbei kann die Stadtverwaltung unterstützen.
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau durch den Wärmenetzbetreiber ▪ Gezielte Einzelgespräche zur Klärung von Anschlussinteresse und gegebenenfalls Wärmeliefermöglichkeiten zwischen Wärmenetzbetreiber und noch nicht angeschlossenen Unternehmen, gegebenenfalls mit Begleitung durch die Stadtverwaltung ▪ Gegebenenfalls Informationsveranstaltungen für Gebäudeeigentümer und Unternehmen des Gewerbegebietes
<p>Kosten für die Stadt</p>	<p>■□□□□</p>
<p>Finanzierungsunterstützung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAFA: Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1: Machbarkeitsstudien - Modul 2: Investitionskostenförderung ▪ KfW: Kredite mit Tilgungszuschuss „Erneuerbare Energien Premium (271, 281)“ <ul style="list-style-type: none"> - Investitionskostenförderung für Netzärmespeicher, Netzärmepumpen und Rohrleitungen

Klimaschutz-relevanz	■■■■■
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm

W4 Ausbau des Wärmenetzes im Nordwesten des Erbacher Zentrums

Beschreibung	<p>Im nord-westlichen Teil des Erbacher Zentrums (Gebiet A1 in Abbildung 34) werden städtische Liegenschaften und Wohngebäude mit der Abwärme von zwei Biogasanlagen versorgt, die im Außenbereich der Siedlungen liegen. Diese Wärmeversorgung soll ausgebaut und nachverdichtet werden.</p> <p>Das Versorgungsgebiet sollte zum potenziellen Wärmenetz im Zentrum klar abgegrenzt sein, siehe Maßnahme W 1. Eine zukünftige Verbindung der beiden Netze kann jedoch für beide Netzbetreiber Synergieeffekte im Hinblick auf einen optimierten Anlagenbetrieb sowie Spitzenlast- und Redundanzabdeckungen erzeugen.</p> <p>Förderlich für eine hohe Anschlussquote können transparente Tarifmodelle und die Vorlage von Kostenvergleichsrechnungen sein. Rabatte bei Anschluss im Zuge der Leitungsverlegung können eine zügige, effiziente Umsetzung unterstützen.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betreiber des bestehenden Nahwärmenetzes
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betreiber des bestehenden Nahwärmenetzes ▪ Gebäudeeigentümer im Betrachtungsgebiet
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau durch den Wärmenetzbetreiber nach bestehender Planung ▪ Weitere Planung der flächendeckenden Versorgung durch die Wärmenetzbetreiber vor Ort
Kosten für die Stadt	■□□□
Finanzierungsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAFA: Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1: Machbarkeitsstudien - Modul 2: Investitionskostenförderung ▪ KfW: Kredite mit Tilgungszuschuss „Erneuerbare Energien Premium (271, 281)“ ▪ Investitionskostenförderung für Netzwärmespeicher, Netzwärmepumpen und Rohrleitungen ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Klimaschutz-relevanz	■■■■□

Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	<p>Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm</p>

W5 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ringingen

Beschreibung	<p>Im Stadtteil Ringingen ist derzeit kein Wärmenetz vorhanden. Rund 2.000 m nordwestlich von Ringingen steht eine Biogasanlage mit ca. 1.000 kW elektrischer Leistung. Südlich von Ringingen befindet sich eine Biogasanlage mit etwa 150 kW elektrischer Leistung in Bau. Die Inbetriebnahme der Anlage ist bis Ende 2023 geplant.</p> <p>Die Abwärme dieser Biogasanlagen könnte zur Deckung der Grund- und Mittelast in einem Wärmenetz genutzt werden. Durch Wärmepumpen und Solarwärme auf Dächern und Freiflächen sowie gegebenenfalls Wärmespeichern kann die Wärmebereitstellung ergänzt werden.</p> <p>Als Keimzellen für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung können die städtischen Liegenschaften im Stadtteil Ringingen dienen.</p> <p>Aufgrund der überschaubaren Größe des Netzes sollten Planung, Aufbau und Betrieb des Netzes durch lokale Akteure erfolgen. Eine Startinitiative sollte durch die Stadtverwaltung angestoßen werden, beispielsweise durch die Gründung einer Arbeitsgruppe mit engagierten lokalen Akteuren. Folgende Personen eignen sich besonders für die Teilnahme an der Arbeitsgruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biogasanlagenbetreiber ▪ Ortschaftsrat Ringingen ▪ Vereinsverantwortliche ▪ Engagierte und interessierte Bürger ▪ Bürger, die ihre Expertise einbringen können in den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> - Wärmenetz- und Heizungsbau - Betriebswirtschaft - Recht
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ortschaftsrat ▪ Biogasanlagenbetreiber ▪ Engagierte Bürger ▪ Gegebenenfalls Bürgerenergiegesellschaft

Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gründung der Arbeitsgruppe „Zentrale Wärmeversorgung“ ▪ Grobkonzept für Wärmeversorgung skizzieren ▪ Erste Bürgerversammlung zur Erstinformation und Abfrage von Interesse und Energieverbräuchen ▪ Detailplanung und Erarbeitung von Gesellschafts- und Tarifmodell, Businessplan und Grobplanung der Ausbauschritte ▪ Zweite Bürgerversammlung <ul style="list-style-type: none"> - Vorstellung Ausbauschritte und Zeitplanung - Vorstellung Tarifmodell und Wärmeliefervertrag ▪ Gesellschaftsgründung ▪ Ausführungsplanung, Ausschreibung, Kundenakquise ▪ Baubeginn
Kosten für die Stadt	<p>■□□□□</p> <p>Zu prüfen wäre die Kostenübernahme oder Zwischenfinanzierung von Planungs- und Organisationsaufwand bis zur Gesellschaftsgründung</p>
Finanzierungsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BAFA: Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1: Machbarkeitsstudien - Modul 2: Investitionskostenförderung ▪ KfW: Kredite mit Tilgungszuschuss „Erneuerbare Energien Premium (271, 281)“ <ul style="list-style-type: none"> - Investitionskostenförderung für Netzwärmespeicher, Netzwärmepumpen und Rohrleitungen
Klimaschutzrelevanz	<p>■■■□□</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsgruppe ist gegründet ▪ Start der Planungen ▪ Start des Netzaufbaus ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	<p>Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm</p>

W6 Wärmenetzaufbau im Stadtteil Ersingen

Beschreibung

Für den Aufbau zentraler Wärmeversorgungsstrukturen sind zentrale Anschlussnehmer mit hohem Bedarf, sogenannte Keimzellen, von großer Bedeutung. Dies können beispielsweise große Einzelverbraucher wie Mehrfamilienhäuser und kommunale Liegenschaften sein, oder Neubaugebiete, in denen zentrale Versorgungsstrukturen von Beginn an eingeplant und aufgebaut werden können.

Im Ersingen soll ein Neubaugebiet entstehen. Der Bebauungsplan soll bis Anfang 2024 verabschiedet werden. Das Neubaugebiet kann als Ausgangspunkt für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung dienen. Die energetischen Versorgungs- und Infrastrukturen können optimal an die technischen Anforderungen angepasst werden und müssen nicht in vorhandene Bestandsstrukturen eingeplant werden. Des Weiteren können über Bebauungspläne, städtebauliche Verträge und Kaufverträge die Rahmenbedingungen einer erfolgreichen Umsetzung zusätzlich unterstützt werden, beispielsweise durch Anschlussverpflichtungen oder die Vorhaltung von Betriebsflächen.

Die Ausweitung der Wärmeversorgung auf die naheliegende Bestandsbebauung bietet die Chance, eine treibhausgasarme Wärmeversorgung für große Teile des Ortes anzubieten. Insbesondere durch die Einbindung der beiden städtischen Liegenschaften im Ortskern und der dazwischen liegenden Wohnbebauung – zwischen Römerstraße und Georg-Schenk-Straße – könnten größere Wärmemengen mit vergleichsweise geringen Leitungslängen abgesetzt werden. Davon ausgehend könnte das Netz sukzessive in weitere Straßenzüge ausgeweitet werden.

Entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung ist ein geeignetes Wärmeversorgungskonzept. Dieses sollte im Zuge der Erstellung des Bebauungsplans erarbeitet werden und sollte beinhalten:

- Identifikation geeigneter Wärmequellen, bspw.
 - Umweltwärme (z. B. Grundwasser, Ersinger Seen), optimalerweise ergänzt durch ein Konzept zur regenerativen Stromversorgung der Wärmepumpen
 - Lokal vorhandene Biomasseströme
 - Solarthermie
 - Abwärme
- Geeignete Netzkonzeption
 - Klassisches Nahwärmenetz (Temperaturen >60 °C)
 - Kaltes Nahwärmenetz (Temperaturen <40 °C)
 - Kaskadiertes Nahwärmenetz (Bestand >60 °C, Neubaugebiet <40 °C)
- Stufenplan zur sukzessiven Ausweitung der Wärmeversorgung auf den gesamten Stadtteil

Als mögliche Betreiber des Netzes können genannt werden:

- Neu zu gründende Stadtwerke (siehe Maßnahme V6)
- Bürgerenergiegesellschaften (bestehende Gesellschaften oder Neugründung der Anschlussnehmer)
- Lokale Energieversorger (NetzeBW, SWU oder andere)

Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme ▪ Nutzung von Skalierungseffekten und Synergien durch zeitlich unterschiedliche Lastanfragen der Anschlussnehmer (Gleichzeitigkeit), gemeinschaftliche Infrastruktur und Erzeugungsanlagen sowie gebündelten Einkauf von Investitionsgütern ▪ Erhöhte Versorgungssicherheit durch Erzeugungsredundanzen und Notdienste ▪ Reduzierte Marktpreisrisiken: bei Selbsterzeugung von Energie (beispielsweise PV und Solarthermie), Nutzung von Umweltwärme oder Abwärme sowie bei breiter Energieträgermischung
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engagierte Bürger ▪ Bürgerenergiegesellschaft ▪ Mögliche Netzbetreiber (beispielsweise NetzeBW, SWU) ▪ Evtl. KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg mit Beratungsangeboten zur Projektentwicklung von Wärmenetzen
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erarbeitung eines Wärmeversorgungskonzepts (siehe Beschreibung). Die Ergebnisse gehen in den Bebauungsplan ein (vgl. Maßnahme V5). ▪ Erste Eigentümerversammlung zur Erstinformation und Abfrage von Interesse und Energieverbräuchen ▪ Detailplanung und Erarbeitung von Gesellschafts- und Tarifmodell, Businessplan und Grobplanung der Ausbauschritte ▪ Zweite Eigentümerversammlung <ul style="list-style-type: none"> - Vorstellung Ausbauschritte und Zeitplanung - Vorstellung Tarifmodell und Wärmeliefervertrag ▪ Gesellschaftsgründung ▪ Ausführungsplanung, Ausschreibung, Kundenakquise ▪ Baubeginn <ul style="list-style-type: none"> - Verzahnung von Netzplanung und Bau mit Zeitplan für Neubaugebiet
Kosten für die Stadt	<p>■ ■ □ □ □</p> <p>Kosten für Erstellung des Wärmenetzkonzepts (Förderung möglich, siehe Finanzierungsunterstützung)</p>
Finanzierungsunterstützung	<p>Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) über die BAFA → Modul 1: Machbarkeitsstudien (bis zu 50 %)</p>
Klimaschutzrelevanz	<p>■ ■ □ □ □</p>
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstelltes Wärmeversorgungskonzept ▪ Gründung Bürgerenergiegesellschaft oder Auswahl eines geeigneten Netzbetreibers ▪ Start des Netzaufbaus ▪ Anzahl der Anschlussnehmer ▪ Erreichte Anschlussleistung ▪ Abgesetzte Jahreswärmemenge ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	<p>Leitfaden Wärmenetze in Kommunen – In zehn Schritten zum Wärmenetz; Landesamt für Umwelt; abrufbar unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00152.htm</p>

W7 Wärmeversorgung in Bach und Donaurieden

Beschreibung	<p>In den Orten Bach und Donaurieden ist aufgrund der geringen flächenbezogenen Wärmebedarfe, bisher nicht identifizierter Abwärmequellen und der ungünstigen Topographie der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgungs-lösung unwahrscheinlich (vgl. Abbildung 33).</p> <p>Die Gebäudebesitzer sollten daher auf Einzelgebäudelösungen fokussieren. Zudem sind kleine Wärmeverbundlösungen, die mehrere Einzelgebäude umfassen, in Betracht zu ziehen. Die Initiative dazu kann aus der Bürgerschaft vor Ort kommen. Die Stadtverwaltung oder die regionale Energieagentur können informieren und Anstöße geben. Die Ausführung kann Bürgern, Bürgerenergiegesellschaften oder Energieversorgern obliegen.</p> <p>Die Stadt kann Umsetzungen auch unterstützen, indem städtische Liegenschaften in die Projekte integriert werden.</p>
Wirkung/Funktion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer flächendeckenden, nachhaltigen Wärmeversorgung ▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme
Initiator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stadtverwaltung
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bürgerinnen und Bürger ▪ Stadtverwaltung ▪ Regionale Energieagentur
Handlungsschritte und Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationsveranstaltung für Gebäudeeigentümer ▪ Weitere Unterstützung durch die Stadtverwaltung nach Bedarf, z. B. Einplanung von städtischen Liegenschaften
Kosten für die Stadt	■□□□
Finanzierungsunterstützung	(nach bei Antragstellung aktueller Förderkulisse)
Klimaschutzrelevanz	■■□□
Erfolgsindikatoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anteil Gebäude mit regenerativer Wärmeversorgung ▪ Erreichte Treibhausgaseinsparung
Hinweise	

Quellen

- Clausen, J. (2022): Das Wasserstoffdilemma: Verfügbarkeit, Bedarfe und Mythen. Borderstep Institut, Berlin
- Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Denysenko, V. et al. (2020): Optionen für Biogas-Bestandsanlagen bis 2030 aus ökonomischer und energiewirtschaftlicher Sicht. Texte 24/2020. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
- Dena 2022a: Deutsche Energie-Agentur; Zahlen & Fakten; zuletzt abgerufen am 29.08.2023 unter <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/>
- Dena 2022b: Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien; abgerufen unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/Vergleich_der_Big_5_Klimaneutralitaetsszenarien.pdf; zuletzt abgerufen am 09.08.2023
- Dena 2019: dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019 – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena); Berlin; 2019
- Energiatlas 2023: Energieatlas Baden-Württemberg; Internetportal der Landesanstalt für Umwelt und des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; <https://www.energiatlas-bw.de/>
- FNR 2016: Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung; Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR); Gülzow-Prüzen; 2016
- FVA 2014: Der Wald in Baden-Württemberg – Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur; Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA); Freiburg; 2014
- GeotIS 2023: Geothermisches Informationssystem für Deutschland; Gebiete mit nachgewiesenem hydrothermisches Potenzial; zuletzt abgerufen am 07.09.2023 unter: <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>
- ISE 2022: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; Harry Wirth; Fraunhofer ISE; Download von www.pv-fakten.de; Fassung vom 18.12.2022
- ISONG 2023: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG); Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau; zuletzt abgerufen am 16.08.2023 unter: <https://isong.lgrb-bw.de>
- KEA 2023: Technikatalog zur kommunalen Wärmeplanung – 1.1 Emissionsfaktoren CO₂ 2020, 2030, 2040; KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH; Karlsruhe; zuletzt abgerufen unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikatalog#c5088-content-1>
- LWF 2020: Energieholzmarkt Bayern 2018 – Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising; 2020
- NetzeBW 2021: Informationen zur Stromeinspeisung aus dem „Energiemonitor Strom Erbach – 2014-2021“; Netze BW GmbH; Stuttgart; 2021
- Öko-Institut (2021). Die Wasserstoffstrategie 2.0 für Deutschland. Ökoinstitut e.V., Berlin. www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/05/Oeko-Institut-2021-Die-Wasserstoffstrategie-2.0-fuer-Deutschland.pdf
- RPV 2015: 5. Teilfortschreibung des Regionalplans Donau-Iller – in Kraft getreten am 23. Dezember 2015; Regionalverband Donau-Iller; Ulm; 2015
- SRU 2020: Sachverständigenrat für Umweltfragen – Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa; Berlin; 2020
- Statistik-BW 2022: Bevölkerung männlich und insgesamt nach Nationalität seit 2011 – vierteljährlich, Stadt Erbach (Alb-Donau-Kreis); Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; 2022
- Statistik-BW 2021: Wohngebäude, Wohnungen ab 2021 nach Anzahl Räume; Stadt Erbach (Alb-Donau-Kreis); Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; 2021
- Statistik-BW 2020: Viehhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe und landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Hauptnutzungsarten; Stadt Erbach (Alb-Donau-Kreis); Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; 2020