



Fachgutachten
Juli 2024

Kommunale Wärmeplanung Engen

Durchführung im Konvoi mit Aach, Hilzingen, Mühlhausen-Ehingen,
Tengen, Volkertshausen

Ein Projekt in
Kooperation mit


endura
KOMMUNAL

Im Auftrag von:

Stadt Engen
Hauptstraße 11
78234 Engen

Projektleitung:
Stadtbauamt
Michaela Schramm

Erstellt durch:

endura kommunal GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
79110 Freiburg
info@endura-kommunal.de
www.endura-kommunal.de

Autoren/Mitarbeitende:

Projektleitung: Evelin Glogau
Mitarbeit: Simon Winiger, Maximilian Schmid, Jonathan Stephan

Dieser kommunale Wärmeplan darf nur unter Nennung der Stadt Engen veröffentlicht werden. Sofern Änderungen an Berichten, Prüfergebnissen, Berechnungen u.Ä. des Konzeptes vorgenommen werden, muss eindeutig kenntlich gemacht werden, dass die Änderungen nicht von der Stadt Engen stammen. Eine über die bloße Veröffentlichung hinausgehende Werknutzung des kommunalen Wärmeplans und seiner Bestandteile durch Dritte, insbesondere die kommerzielle Nutzung z.B. von Präsentationen oder Grafiken, ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Stadt Engen gestattet.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Stand 24. April 2025 (überarbeitete Version nach Prüfung des Projektträgers Karlsruhe)



Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	5
1. Zusammenfassung	1
2. Vorbemerkungen und Ziele	5
3. Beteiligungskonzept.....	6
3.1. Beteiligte Akteure.....	7
3.2. Prozess-Schritte und Meilensteine.....	9
4. Datenerhebung	10
5. Bestandsanalyse.....	12
5.1. Wärmebedarf	13
5.2. Wärmebedarf nach Endenergieträger	15
5.3. Auswertung der Kehrbücher	18
5.4. Auswertung Gebäudealter und Gebäudetyp	20
5.5. Auswertung vorhandene Wärminfrastruktur	22
5.6. Auswertung Kraft-Wärme-Kopplung.....	24
5.7. Auswertungen der Unternehmensfragebögen	26
5.8. Gebiete mit hohem Potenzial für energetische Gebäudesanierung.....	26
6. Potenzialanalyse	28
6.1. Erläuterung der Potenzialdefinitionen	28
6.2. Ermittelte Potenziale.....	30
6.2.1. Photovoltaik (Freifläche)	31
6.2.2. Solarthermie (Freifläche).....	32
6.2.3. Solarpotenziale Dachflächen (Solarthermie und PV)	34
6.2.4. Biomasse	35
6.2.5. Abwärmepotenziale.....	36
6.2.6. Geothermie und Umweltwärme	38
6.2.7. Windenergie	48
6.2.8. Wasserkraft.....	49
6.3. Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	49
7. Eignungsgebiete	51
8. Szenarien.....	54



8.1.	Verbrauchsszenario	54
8.2.	Versorgungsszenario 2040 mit Zwischenziel 2030.....	55
8.3.	Nutzung der Potenziale	60
8.4.	Treibhausgas-Bilanz.....	61
8.5.	Nötige Geschwindigkeit für Klimaneutralität 2040	62
8.6.	Notwendige Investitionen Zielszenario	64
9.	Wärmewendestrategie	65
9.1.	Maßnahmenkatalog	65
9.2.	Priorisierte Maßnahmen	67
9.2.1.	Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude und Ausweitung kommunales Energiemanagement.....	69
9.2.2.	Energetische Sanierung Bildungszentrum	71
9.2.3.	Ausbau Windenergiestandort Langwieden	72
9.2.4.	Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer	74
9.2.5.	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Briele	76
9.3.	Umsetzungsplan der priorisierten Maßnahmen	78
9.4.	Teilgebiets-Steckbriefe	80
9.4.1.	Engen Kernort	81
9.4.2.	Neuhausen, Welschingen	85
9.4.3.	Bargen, Stetten, Zimmerholz	1
9.4.4.	Bittelbrunn, Biesendorf, Talmühle	4
9.5.	Interkommunale Handlungsansätze	7
9.5.1.	Wärmenetze	7
9.5.2.	Ausbau erneuerbare Energien.....	7
9.5.3.	Abwärme Abwasserkanäle	8
9.5.4.	Entwicklung der Gasnetze	8
9.5.5.	Wasserstoff.....	8
9.5.6.	Öffentlichkeitsarbeit.....	9
10.	Quellenverzeichnis.....	10
11.	Anhang	12



Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

ABBILDUNG 1: WÄRMENETZ-EIGNUNGSGEBIETE DER STADT ENGEN	3
ABBILDUNG 2: TEILNEHMER IM FACHWORKSHOP ZUR ENTWICKLUNG DER MAßNAHMEN.....	7
ABBILDUNG 3: PROZESS-SCHRITTE UND BETEILIGUNG DER AKTEURSEBENEN.....	9
ABBILDUNG 4: PROJEKT-MEILENSTEINE	9
ABBILDUNG 5: DATENQUELLEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG.....	10
ABBILDUNG 6: SCHEMATA ZUR BESTIMMUNG DES WÄRME- UND ENDENERGIEBEDARFS	12
ABBILDUNG 7: WÄRMEBEDARF (IN GWH/A) NACH SEKTOREN	13
ABBILDUNG 8: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DER WÄRMEBEDARFSDICHTE.....	14
ABBILDUNG 9: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DER WÄRMELINIENDICHTE ENTLANG DER STRAßENZÜGE.....	15
ABBILDUNG 10: WÄRMEBEDARF (IN GWH/A) NACH ENDENERGIETRÄGERN.....	16
ABBILDUNG 11: WÄRMEBEDARF (IN GWH/A) NACH ENDENERGIETRÄGERN UND SEKTOREN	16
ABBILDUNG 12: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DES ÜBERWIEGENDEN ENERGIETRÄGERS JE GEBÄUDEBLOCK	17
ABBILDUNG 13: ALTER DER HEIZUNGEN IN ENGEN	18
ABBILDUNG 14: ÜBERWIEGENDES HEIZUNGSALTER JE GEBÄUDEBLOCK	19
ABBILDUNG 15: BAUALTER DER GEBÄUDE IN ENGEN	20
ABBILDUNG 16A: SIEDLUNGSENTWICKLUNG IN ENGEN.....	21
ABBILDUNG 16B: VORRANGIGER GEBÄUDETYP	21
ABBILDUNG 17: VORHANDENE WÄRME-INFRASTRUKTUR.....	23
ABBILDUNG 18: STANDORTE DER GRÖßEREN KWK-ANLAGEN	25
ABBILDUNG 19: BIOGAS-BHKWS: STANDORTE UND THERMISCHE NENNLEISTUNGEN	26
ABBILDUNG 20: GEBIETE NACH SPEZIFISCHEM WÄRMEBEDARF	27
ABBILDUNG 21: DEFINITION DER POTENZIALBEGRIFFE.....	28
ABBILDUNG 22: KATEGORISIERUNG DES TECHNISCHEN POTENZIALS	29
ABBILDUNG 23: GRAFISCHE DARSTELLUNG DES VERWENDETEN INDIKATORENMODELLS.....	30
ABBILDUNG 24: KLASSIFIZIERUNG DER SCHUTZGEBIETE FÜR DIE PV- UND SOLAROTHERMIEPOTENZIALBESTIMMUNG.....	31
ABBILDUNG 25: ÜBERSICHT DER RESTRIKTIONEN DER PV-POTENZIALANALYSE.....	31
ABBILDUNG 26: KARTE DER PV-FREIFLÄCHEN-POTENZIALE.....	32
ABBILDUNG 27: KARTE DER SOLAROTHERMIE-FREIFLÄCHEN-POTENZIALE	33
ABBILDUNG 28: KARTE DER POTENZIALHÖHEN DER AUFDACH-SOLAROTHERMIE (AUSSCHNITT KERNORT).....	34
ABBILDUNG 29: KARTE DER ABWÄRMEPOTENZIALE IN ENGEN	36
ABBILDUNG 30: VERSCHIEDENE TECHNOLOGIEN ZUR NUTZUNG VON GEOTHERMISCHEN POTENZIALEN	39
ABBILDUNG 31: GEOLOGISCHE BOHRUNGEN UND MODELLIERUNGEN IM KONVOIGEBIET.....	40
ABBILDUNG 32: GEOTHERMISCHE BOHRUNGEN IM BEREICH DES WÄRMEPLANUNGSKONVOIS OBERER HEGAU.....	40
ABBILDUNG 33: WASSER- UND HEILQUELLENSCHUTZGEBIETE.....	41
ABBILDUNG 33A: ZUSÄTZLICHE EWS-VERBOTSZONE GEMÄß AUSKUNFT DES LRA KONSTANZ.	43
ABBILDUNG 34: BOHRTIEFENBESCHRÄNKUNGEN UND RISIKEN FÜR DEN BAU VON ERDWÄRMESONDEN	44
ABBILDUNG 35: BEISPIELHAFTES PROGNOTISCHES BOHRPROFIL FÜR ENGEN.....	45
ABBILDUNG 36: VERORTUNG DER VON DER KEA-BW VOLLAUTOMATISIERTE ERMITTELTE ERDSONDEN-POTENZIALE	46
ABBILDUNG 37: WASSER- UND HEILQUELLENSCHUTZGEBIETE.....	47
ABBILDUNG 38: AUSZUG AUS DER TEILFORTSCHRIBUNG WIND DES REGIONALPLANS HOCHRHEIN-BODENSEE, STAND APRIL 2024	49
ABBILDUNG 39: HÖHE DER POTENZIALE IN ENGEN IN GWH/A	50
ABBILDUNG 40: WÄRMENETZ-EIGNUNGSGEBIETE DER STADT ENGEN	53
ABBILDUNG 41: FLÄCHENBEZOGENER ENDENERGIEVERBRAUCH NACH ALTERSKLASSEN.....	54
ABBILDUNG 42: ENTWICKLUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS UND EINGESetzte (END-)ENERGIETRÄGER.....	56
ABBILDUNG 43: EINGESetzte ENERGIETRÄGER ZUR WÄRMEVERSORGUNG DER WÄRMENETZE IN ENGEN	57
ABBILDUNG 44: WÄRMEVERBRÄUCHE NACH ENERGIETRÄGERN UND NACH SEKTOREN	59



ABBILDUNG 45: STROMBEDARF FÜR WÄRMEERZEUGUNG 2040 IN ENGEN.....	60
ABBILDUNG 46: NUTZUNG DER EE-POTENZIALE IM DARGESTELLTEN SZENARIO.....	61
ABBILDUNG 47: CO ₂ -BILANZEN FÜR 2021, 2030 UND 2030 FÜR ENGEN	62
TABELLE 1: PRIORISIERTE MAßNAHMEN UND UMSETZUNGSPLANUNG.....	3
TABELLE 2: GESCHÄTZTE INVESTITIONEN FÜR AUSGEWÄHLTE MAßNAHMEN BIS ZUM ZIELJAHR.....	4
TABELLE 3: ÜBERSICHT DER AKTEURE AN VERSCHIEDENEN BETEILIGUNGSFORMATEN.....	8
TABELLE 4: ÜBERSICHT DER ERHOBENEN DATEN	11
TABELLE 5: ECKDATEN DER BESTEHENDEN WÄRMENETZE.....	22
TABELLE 6: KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSANLAGEN IN ENGEN	24
TABELLE 7: HÖHE DER AUFDACH-POTENZIALE	35
TABELLE 8: BIOMASSE-POTENZIALE	35
TABELLE 9: ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSUMFRAGE.....	37
TABELLE 10: ABWÄRMEPOTENZIALE AUS ABWASSER.	38
TABELLE 11: POTENZIALHÖHEN ERDSONDEN GEMÄß VOLLAUTOMATISIERTER ANALYSE DER KEA-BW.	46
TABELLE 12: WÄRMEBEDARF 2021 – 2040, AUFGETEILT NACH EIGNUNGSGEBIETEN FÜR WÄRMENETZE UND EINZELVERSORGUNG	52
TABELLE 13: AUFLISTUNG DER EIGNUNGSGEBIETE MIT KRITERIEN.....	53
TABELLE 14: NÖTIGE UMSETZUNGSGESCHWINDIGKEIT ZUR ZIELERREICHUNG 2040.....	62
TABELLE 15: NOTWENDIGE INVESTITIONEN ZIELSZENARIO	64
TABELLE 16: ÜBERSICHT VON NOTWENDIGEN MAßNAHMEN ZUR ERREICHUNG DER KLIMANEUTRALITÄT.....	66
TABELLE 17: BENÖTIGTER PERSONALBEDARF UND FINANZIELLE MITTEL FÜR DIE UMSETZUNG DER PRIORISIERTEN MAßNAHMEN	79
TABELLE 18: UMSETZUNGSPLAN DER PRIORISIERTEN MAßNAHMEN	79



1. Zusammenfassung

Die Stadt Engen hat die kommunale Wärmeplanung im Konvoi mit Aach, Hilzingen, Mühlhausen-Ehingen, Tengen und Volkertshausen durchgeführt. Die Erarbeitung erfolgte auf Basis des Klimaschutzgesetzes Baden-Württembergs und den damit verbundenen Leitlinien.

Bestandsanalyse – die Wärmeerzeugung ist nahezu vollständig fossil

Die Bestandsanalyse befasste sich mit dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung und lässt folgende zentrale Aussagen hinsichtlich Wärmebedarf, Wärmeversorgungsinfrastruktur und installierter Wärmeversorgungssysteme zu:

- › Der gesamte Endenergiebedarf für das Referenzjahr 2021 zur Wärmebereitstellung liegt bei 117 GWh/Jahr.
- › Der Wohnsektor ist mit ca. 65 % größter Verbraucher, auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen entfällt ca. 11 % und auf den Sektor Industrie und Produktion 17 %. Die öffentlichen Gebäude verursachen etwa 7 % des Wärmebedarfs.
- › In Engen werden ca. 61 % des Wärmebedarfes durch Erdgas und 27 % mit Heizöl gedeckt. Wärmenetze machen einen Anteil von 4 % aus (im Wesentlichen durch Gas gedeckt). Der Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung¹ liegt bei etwa 7 %. Damit basieren 93 % der Wärmeversorgung auf fossilen Energieträgern.
- › Der Sanierungsbedarf der Heizungsanlagen ist enorm: 55 % der Heizungen sind älter als 20 Jahre.
- › Insgesamt wurden rund 51 % der Gebäude vor 1979 und somit vor der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut.
- › Die größeren Siedlungsgebiete Engens sind nahezu vollständig durch das Erdgasnetz erschlossen. Lediglich in einzelnen Ortschaften wie Stetten, Zimmerholz, Barga, Bittelbrunn und Biesendorf wurde kein Erdgasnetz verlegt.
- › In Engen gibt es zurzeit sechs unterschiedlich große Wärmenetze, die allesamt von der Kommune betrieben werden. Insgesamt werden in Engen 22 Anschlussnehmer über ein Wärmenetz versorgt.

Potenzialanalyse – Solar- und Abwärmepotenziale sind zu erschließen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Engen vor allem über erhebliche Potentiale bei der Solar- und bei der Windenergie verfügt. Auch die oberflächennahe Geothermie stellt in Engen eine vielversprechende Wärmequelle dar. Umweltwärme in Form von Luft wurde nicht quantifiziert (da praktisch unbegrenzt) und darum an dieser Stelle nicht dargestellt.

Engen könnte sich anhand der technischen Potentiale theoretisch selbst versorgen. Allerdings dürfte es aufgrund der Nutzungskonkurrenzen bei den Freiflächen und der Saisonalität der Solarpotentiale schwierig werden, allein auf Engener Gemarkung das notwendige Potenzial zu realisieren, um die Stadt komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Der Umfang der zu realisierenden Maßnahmen ist im folgenden Abschnitt aufgelistet.

¹ Hierbei sind auch die erneuerbaren Anteile des dt. Strommixes und der Wärmenetz-Erzeugung berücksichtigt.



Szenarien – Kraftanstrengungen sind nötig zur Zielerreichung Klimaneutralität

Für die Erreichung der Klimaneutralität steht die Energieeinsparung an vorderster Stelle. Das Zielszenario für das Jahr 2040 erfordert größte Anstrengungen in folgenden Bereichen:

- › Der gesamte Endenergiebedarf für das Zieljahr 2040 zur Wärmebereitstellung liegt bei 90 GWh/Jahr.
- › Reduzierung des Wärmebedarfs um 23 % u.a. durch
 - › Erreichen einer Sanierungsquote bei Wohngebäuden von jährlich 2 % (entspricht in etwa einer Sanierung von rund 57 Gebäuden pro Jahr)
 - › Energieeinsparungen im Gewerbe von 3 % pro Jahr und in der Industrie von 2 % pro Jahr
 - › Energetische Sanierung von rund 2 öffentlichen Gebäuden pro Jahr (oder 1.699 m²)
- › Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Energiemix von 7 % auf 100 % durch
 - › Ausbau Wärmenetze und Steigerung des Anteils von jetzt 4 % auf 20 % (32 Hausanschlüsse, 0,7 km Hauptleitung sowie 0,6 MW Erzeugungsleistung pro Jahr)
 - › Umrüstung in Einzelversorgungsgebieten auf dezentrale Wärmepumpen und dadurch Steigerung des WP-Anteils auf 68 % (pro Jahr 185 Gebäude)
 - › Ausbau Solarthermie und Steigerung des Anteils auf 12 % (0,1 ha Zubau pro Jahr durch Freiflächenanlagen oder auf Gewerbedächern, entspricht 0,2 Fußballfeldern)
- › Nutzung der bekannten Abwärmepotenziale (Abwasser 0,9 GWh)
- › Deckung des für die Wärmeerzeugung benötigten Strombedarfs in Höhe von 18,9 GWh (bilanziell) durch z.B. 0,08 Windkraftanlagen pro Jahr oder durch 1,4 ha Freiflächen-PV pro Jahr (entspricht 1,9 Fußballfeldern)

Eignungsgebiete Wärmenetze – Der Fokus liegt auf zwei Gebieten

Eignungsgebiete sind ausgesuchte Quartiere, die anhand von Kriterien wie z.B. der Wärmedichte identifiziert werden, um ihre potenzielle Eignung für den Bau von Wärmenetzen zu bewerten. Dabei handelt es sich um vorläufige Untersuchungsgebiete, in denen weitere umfangreiche Analysen und Prüfungen durchgeführt werden müssen, um sicherzustellen, dass der Bau von potenziellen Wärmenetzen technisch und wirtschaftlich umsetzbar ist. Auf diese Gebiete sollte in den kommenden Jahren der Fokus in der weiteren Projektentwicklung gelegt werden.



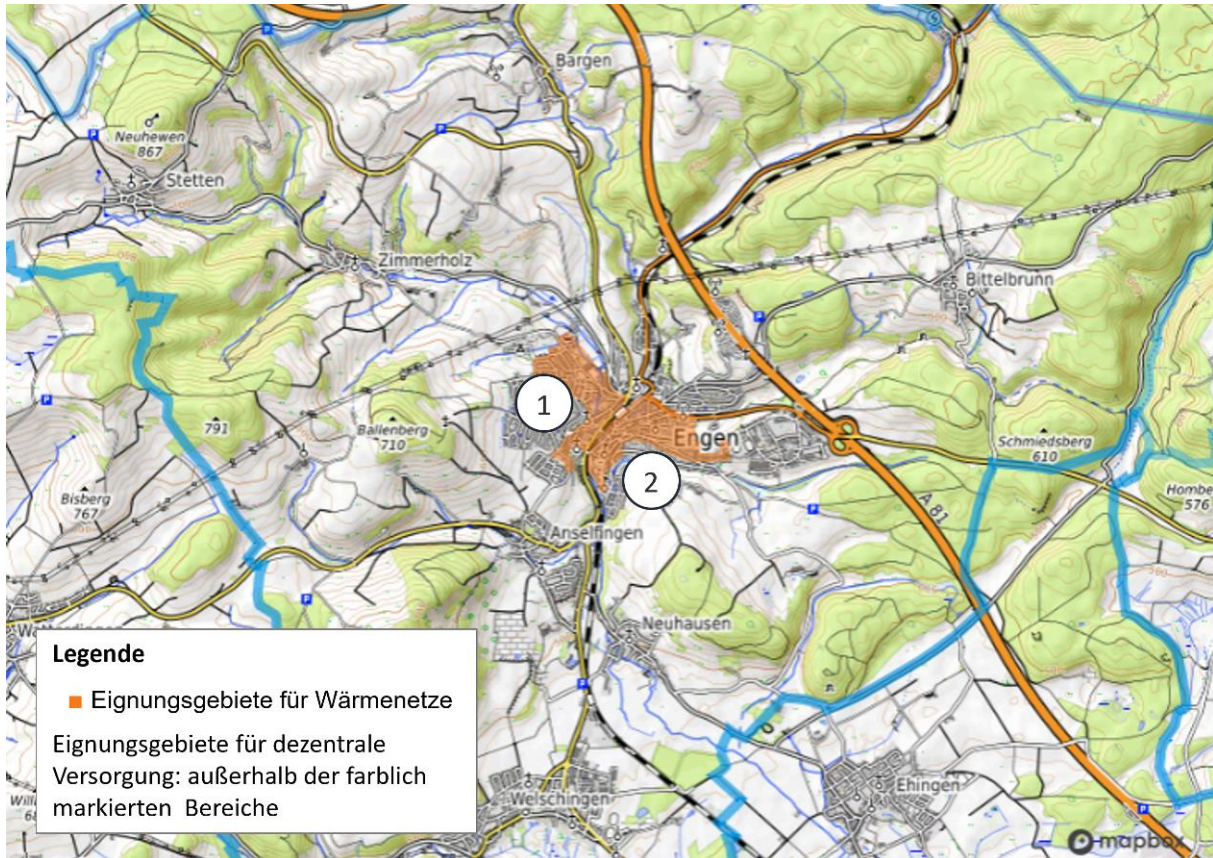


Abbildung 1: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Engen

Maßnahmen

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden priorisierte Maßnahmen gemeinsam mit der Kommune erarbeitet, um die nächsten konkreten Schritte auf dem Weg zur Klimaneutralität im Wärmebereich zu beschreiben. Die Umsetzung dieser priorisierten Maßnahmen sollte in den kommenden Jahren erfolgen. Einige der Maßnahmen sind Daueraufgaben und müssen als kontinuierlicher Prozess in die Verwaltungsstrukturen integriert werden.

Tabelle 1: Priorisierte Maßnahmen und Umsetzungsplanung

Prio	Maßnahme	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude							
2	Energetische Sanierung sowie Ausbau und Dekarbonisierung Wärmenetz im Bildungszentrum							
3	Ausbau Windenergiestandort Langwieden							
4	Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer							
5	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Briele							



Für die konsequente Umsetzung der priorisierten Maßnahmen ist in der Verwaltung mindestens eine Vollzeitstellen (VZS) notwendig. Es fallen in den kommenden fünf Jahren rund 560 – 960.000 € Kosten für externe Dienstleister an. Von dieser Summe entfallen mindestens 200.000 € auf die Kommune (Maßnahmen 1, 2 und 4).

Die Umsetzung aller Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität im Wärmebereich ist mit hohen und langfristigen Investitionen verbunden. Eine Schätzung der gesamt benötigten Investitionssumme ist aufgrund der hohen Komplexität und der nicht bekannten technischen und politischen Entwicklungen in der Zukunft nicht möglich. Eine erste Annäherung kann mit einfachen Annahmen und groben Schätzkosten für einige ausgewählte Maßnahmen durchgeführt werden.

Tabelle 2: Geschätzte Investitionen für ausgewählte Maßnahmen bis zum Zieljahr

Bereich	Investitionen bis 2040 (brutto, ohne Preissteigerung)
Energetische Gebäudesanierung Wohngebäude	210 Mio. €
Energetische Gebäudesanierung Öffentliche Gebäude	40 Mio. €
Ausbau Photovoltaik	17 Mio. €
Ausbau der Wärmenetze	36 Mio. €
Einzelheizungen: Umstellung auf erneuerbare Energien und Wärmepumpen	129 Mio. €



2. Vorbemerkungen und Ziele

Im Zuge der Novellierung des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetzes Baden-Württemberg [KlimaG BW]² vom 14. Oktober 2020 wurde im Land Baden-Württemberg das Instrument der kommunalen Wärmeplanung eingeführt. Ziel des KlimaG BW ist es, das Klima zu schützen und Baden-Württemberg klimaneutral zu gestalten. Um die Klimaziele auf Landes-, Bundes- und europäischer Ebene zu erreichen, ist die Transformation des Energiesystems notwendig. Ziel ist es, den Wärmesektor zu dekarbonisieren und langfristig ohne fossile Energieträger auszukommen.

Am 1. Januar 2024 wurde die kommunale Wärmeplanung im Zuge des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) bundesweit eingeführt. Die Anforderungen aus dem WPG werden nun in Landesrecht umgesetzt. Für Baden-Württemberg ist mit einer Aktualisierung des KlimaG bis Anfang 2025 zu rechnen. Der vorliegende kommunale Wärmeplan wurde nach Vorgaben des KlimaG BW vom 1.2.2023 erstellt und erfüllt die gesetzlichen Anforderungen auch nach Bundesgesetz.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer Planungsprozess mit dem Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040. Die erstmalige Aufstellung eines kommunalen Wärmeplans und die regelmäßige Aktualisierung (mindestens alle sieben Jahre) sind Bestandteil dieses kontinuierlichen Prozesses. Die zentralen Schritte zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans sind in § 27 des KlimaG BW geregelt:

1. Bestandsanalyse
 - a. Wärmebedarf/-verbrauch
 - b. Gebäudeinformationen
 - c. Energieinfrastruktur
 - d. Beheizungsstruktur
2. Potenzialanalyse
 - a. Energieeinsparung Raum- und Prozesswärme
 - b. Erneuerbare Energien
 - c. Abwärme
3. Aufstellung eines klimaneutralen Zielszenarios
 - a. Verbrauchsszenario
 - b. Versorgungsszenario
 - c. Versorgungsstruktur (Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung)
4. Wärmewendestrategie
 - a. Transformationspfad mit Maßnahmen
 - b. Priorisierung der Maßnahmen

Der wesentliche Bestandteil der Wärmeplanung im Sinne von § 27 Absatz 2 KlimaG BW ist die Wärmewendestrategie, welche insbesondere durch die Benennung von Maßnahmen gekennzeichnet wird.

² Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg vom 7. Februar 2023.



3. Beteiligungskonzept

Die Übersicht über relevante Akteure und ihre Rolle im lokalen Akteursgefüge ist ein zentraler Baustein für jeden Wärmeplan. Dabei ist jedes Vorhaben individuell zu betrachten und muss lokale Gegebenheiten sowie Akteurskonstellationen berücksichtigen. Eine Akteursanalyse steht dabei immer am Anfang eines Beteiligungskonzeptes und dient der fundierten Vorbereitung der gesamten Akteursbeteiligung.

Die folgenden Akteursgruppen stehen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung im Fokus:

1. **Lokale politische Ebene (Gemeinderäte):** regelmäßige Information; müssen den Prozess und dessen Ergebnisse mittragen; Unterstützung des Vorhabens durch Reflexion und Multiplikation; sind für die spätere Umsetzung und Verstetigung der politischen Maßnahmen entscheidend
2. **Kommunalverwaltung:** Mitwirkung der Mitarbeitenden vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen fachlichen Zuständigkeit und ihres lokalen Wissens; gute Vernetzung ist Voraussetzung für die Umsetzung und Verstetigung des kooperativen Prozesses
3. **Energieversorgungsunternehmen und Netzbetreiber:** direkter Kontakt für Daten- und Potenzialanalyse sowie Maßnahmenentwicklung und -umsetzung wichtig; Commitment für den Prozess neben eigener Agenda; kooperative Zusammenarbeit aufgrund des gleichen Projektziels erfolgsentscheidend
4. **Lokale Interessensgruppen** (z. B. lokale Wirtschaftsverbände, Gewerbe, Gebäudeeigentümer etc.): Sensibilisierung und Mehrwert für den Prozess der Wärmeplanung aufzeigen.

Ein Beteiligungskonzept ist aus verschiedenen Gründen für die Erstellung einer Wärmeplanung von großer Wichtigkeit: Aus prozessualer Sicht liefert das der Beteiligung zugrundeliegende Konzept den Anker für die Einbindung von fachlichen Kompetenzen und Inhalten, die Kommunikation mit relevanten Interessenvertretern sowie die geplanten Veranstaltungen im Zuge der Erstellung des Wärmeplans.

Neben der prozessualen Bedeutung ist das Beteiligungskonzept ebenfalls im Hinblick auf die Akzeptanz der Ergebnisse und der Ausgestaltung der Wärmeplanung wichtig. Ein Austausch auf Augenhöhe mit wichtigen lokalen Interessenvertretern

- › stärkt das Vertrauen zwischen Akteuren in der Region und in die Ausgestaltung der Wärmeplanung,
- › hilft bei der Vermeidung oder Mediation von Konflikten,
- › trägt zur Verteilung von Informationen und (Zwischen-)Ergebnissen bei und
- › erhöht hierdurch in letzter Konsequenz die Akzeptanz für die Ausgestaltung des Wärmeplans.



3.1. Beteiligte Akteure

Das Beteiligungskonzept für die kommunale Wärmeplanung umfasste im Wesentlichen die enge Einbindung der folgenden Akteursgruppen:

Steuerungskreis

Der Steuerungskreis setzt sich aus Vertretern der Stadt- bzw. Gemeindeverwaltungen und endura kommunal GmbH als Dienstleister für die Erstellung des Wärmeplans zusammen. Im Steuerungskreis erfolgte die Projektsteuerung und die Einbindung der Fachbereiche aus den Stadt- und Gemeindeverwaltungen. Um eine gute Projektsteuerung sicherzustellen, kam der Steuerungskreis im 2 bis 4-wöchigen Rhythmus zusammen.

Facharbeitsgruppe

Mit der Facharbeitsgruppe wurde die Wärmeplanung aus technisch-ökonomischer Sicht in Workshops entwickelt und mögliche Umsetzungen vor allem bezüglich Wärmenetzen diskutiert. Sie setzte sich aus denjenigen Akteuren zusammen, die die Wärmeplanung schlussendlich auch technisch umsetzen bzw. deren Geschäftsmodell sie konkret betrifft. Diese Beteiligung verfolgte das Ziel, die Umsetzer aktiv bei der Entwicklung miteinzubinden und deren Planungen im Wärmeplan zu berücksichtigen, um somit die Akzeptanz hinsichtlich der Maßnahmen zu steigern und bereits die Umsetzung vorzubereiten.



Abbildung 2: Teilnehmer im Fachworkshop zur Entwicklung der Maßnahmen

Kommunale Politik

Um die kommunalen Entscheidungsträger fachlich zu informieren und zu beteiligen, wurden die vorläufigen Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans in mehreren Online-Sitzungen den Amtsleitern und Bürgermeistern vorgestellt. Zum Abschluss der Wärmeplanung erfolgt die Vorstellung der Ergebnisse im Gemeinderat.

Wirtschaft

Die größten Unternehmen im Konvoi wurden über einen Fragebogen in die Wärmeplanung einbezogen (s.a. Kap. 5.7 und 6.2.5).

Die folgende Tabelle listet die beteiligten Akteure während der Erstellung des Wärmeplans auf. Die Spalten zeigen die Teilnahme an den durchgeführten Fachworkshops und Abstimmungsterminen.

Tabelle 3: Übersicht der Akteure an verschiedenen Beteiligungsformaten

Gemeinde / Unternehmen	Amt/ Funktion	Steuerungs- runde	1. Fach- workshop	2. Fach- workshop	Abstimmung Eignungs- gebiete	Abstimmung Maßnahmen
Stadt Engen	Stadtbauamt - Umweltschutz	x	x	x	x	x
Stadt Engen	Stadtbauamt - Tiefbau		x	x	x	x
Stadt Engen	Stadtbauamt - Bauverwaltung		x	x	x	x
Stadt Engen	Stadtbauamt - Leitung		x	x	x	x
Gemeinde Volkertshausen	Hauptamt	x	x			x
Gemeinde Volkertshausen	Bürgermeister		x	x		x
Gemeinde Hilzingen	Bürgermeister		x			x
Gemeinde Hilzingen	Bauamt	x	x	x		x
Stadt Tengen	Bauamt	x	x	x		x
Stadt Tengen	Bürgermeister		x			x
Stadt Tengen	Finanzabteilung					x
Muehlhausen-Ehingen	Hauptamt	x	x	x		x
Muehlhausen-Ehingen	Bürgermeister			x		x
Stadt Aach	Hauptamt	x	x	x		x
Stadt Aach	Bürgermeister	x				x
naturenergie hochrhein AG				x		
E-Werk Aach GmbH			x	x		
SW Engen GmbH			x	x		
Thüga			x	x		
Kläranlage Bibertal-Hegau	Betriebsleitung		x	x		
Solarcomplex	Vorstand Technik		x	x		



3.2. Prozess-Schritte und Meilensteine

Die Wärmeplanung ist über den Leitfaden des Landes Baden-Württemberg in klare und vorgegebene Prozessschritte untergliedert, die in der folgenden Grafik (grün) dargestellt sind. Das Beteiligungskonzept beinhaltet während des gesamten Bearbeitungsprozesses die Einbeziehung der verschiedenen Akteursgruppen, indem regelmäßig Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert werden.

Die verschiedenen Ebenen der Beteiligung sind über- und unterhalb der Prozessschritte dargestellt. Die Kreise markieren dabei wichtige Meilensteine der Beteiligung in Form von Präsentationen, Workshops oder Online-Terminen.

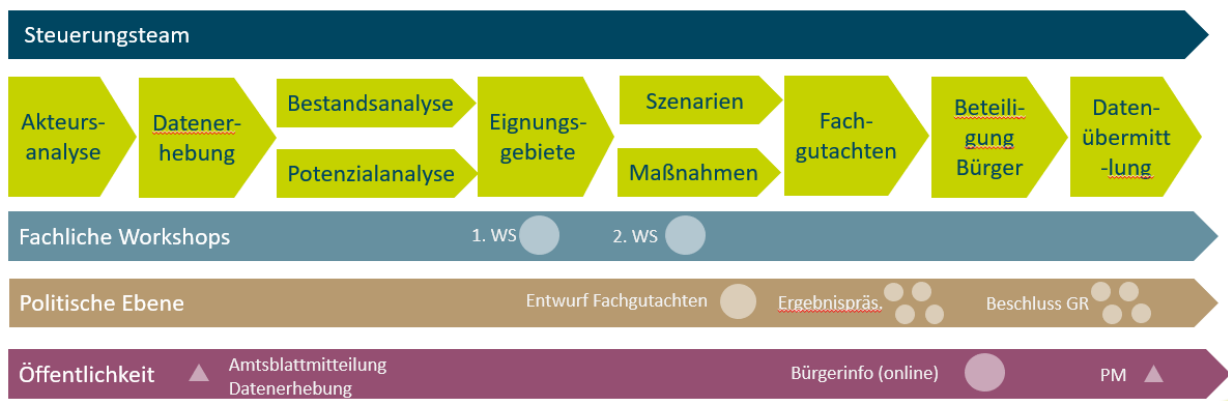


Abbildung 3: Prozess-Schritte und Beteiligung der Akteursebenen

Die wichtigsten Projekt-Meilensteine auf dem Weg zum Wärmeplan sind in der folgenden Grafik dargestellt.



Abbildung 4: Projekt-Meilensteine



4. Datenerhebung

Für die kommunale Wärmeplanung werden zahlreiche Daten aus unterschiedlichen Quellen benötigt (siehe Abbildung 5). Durch das KlimaG BW ist die Stadt Engen dazu ermächtigt, gebäudescharfe Daten von den Energieversorgern, Schornsteinfegern und den Gewerbe- und Industriebetrieben zu erheben und auszuwerten.



Abbildung 5: Datenquellen der kommunalen Wärmeplanung

Die Datenerhebung erfolgte auf Basis des § 33 des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg. Zur Sicherstellung des Datenschutzes wurde ein Auftragsdatenverarbeitungsvertrag (AVV) gemäß Art. 28 Abs. 2 - 4 DGSVO abgeschlossen. Die Datenübertragungen erfolgten über ein verschlüsseltes und passwortgeschütztes Upload-Portal. Die Datenhaltung erfolgte in dafür spezialisierten Datenbanken auf Basis des offenen Datenbanksystems (postgresql und postGIS).

Gemeinsam mit der Stadt wurden die potenziell abwärmerlevanten Unternehmen ausgewählt und zum Ausfüllen des standardisierten Online-Fragebogens aufgefordert (siehe Anhang). Die übrigen Akteure (Energieversorgungsunternehmen, Schornsteinfeger) wurden individuell kontaktiert, um eine reibungslose Datenlieferung sicherzustellen.

Eine Übersicht der erhobenen Energie- und Geodaten zeigt die untenstehende Tabelle.

Tabelle 4: Übersicht der erhobenen Daten

Datentyp	Datenbestandteile	Detailgrad	Bereitgestellt durch
Energie- und Brennstoffverbrauch, Stromverbrauch für Heizzwecke	<ul style="list-style-type: none"> › Art › Menge › Standorte 	zähler- oder gebäudegenau	Energieunternehmen
Wärme- und Gasnetze	<ul style="list-style-type: none"> › Art › Alter + Nutzungsdauer › Lage + Leitungslänge › Temperaturniveau (WN) › Wärmeleistung (WN) › Jährliche Wärmemenge 		Energieunternehmen
Angaben zu Wärmeerzeugungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> › Art › Brennstoff › Nennwärmeleistung › Alter 	gebäudegenau	Bevollmächtigte Bezirksschornsteinfeger
Gewerbe und öffentliche Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> › Endenergieverbrauch › Art der Wärmeenergiebedarfsdeckung › Anteile EE und KWK › Höhe und Art der anfallenden Abwärme 	gebäudegenau	Öffentliche Hand Gewerbe- und Industriebetriebe
Geodaten zu Siedlungsstruktur Gebäudebestand	<ul style="list-style-type: none"> › ALKIS › FNP › geplante Neubaugebiete › Siedlungsstruktur › Gebäudetypologie 	gebäudegenau	Stadt, Beschaffung Auftragnehmer

Alle bereitgestellten und berechneten Daten wurden auf Plausibilität und Vollständigkeit überprüft. Fehlende oder fehlerhafte Daten wurden mit geeigneten Verfahren zunächst validiert und anschließend korrigiert.

Die gesamten Daten wurden in einer Datenbank erfasst, auf die ein webbasiertes Geoinformationssystem (GIS) zugreifen konnte. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Daten. Mittels unterschiedlicher Layer konnten die Erkenntnisse grafisch nachvollziehbar dargestellt und überprüft werden.

5. Bestandsanalyse

Zentraler Bestandteil der Bestandsanalyse ist die Bestimmung des derzeitigen Wärmebedarfs. Zur Abschätzung des Verbrauchs der nicht-leitungsgebundenen Heizsysteme (z. B. Ölheizungen) wurde folgende Methodik angewandt: Aus den zahlreich vorhandenen Verbrauchsdaten wurde der flächenspezifische Median je Gebäudealtersklasse gebildet und dieser dann auf die Gebäude ohne Verbrauchsdaten angewendet³. Unbeheizte Nebengebäude wie Garagen und Schuppen wurden herausgefiltert.

Da keine flächendeckenden gebäudescharfen Daten zum Baualter vorhanden waren, wurden die Baualtersklassen aus dem im 100 x 100 m-Raster verfügbaren Zensus 2011 abgeleitet.

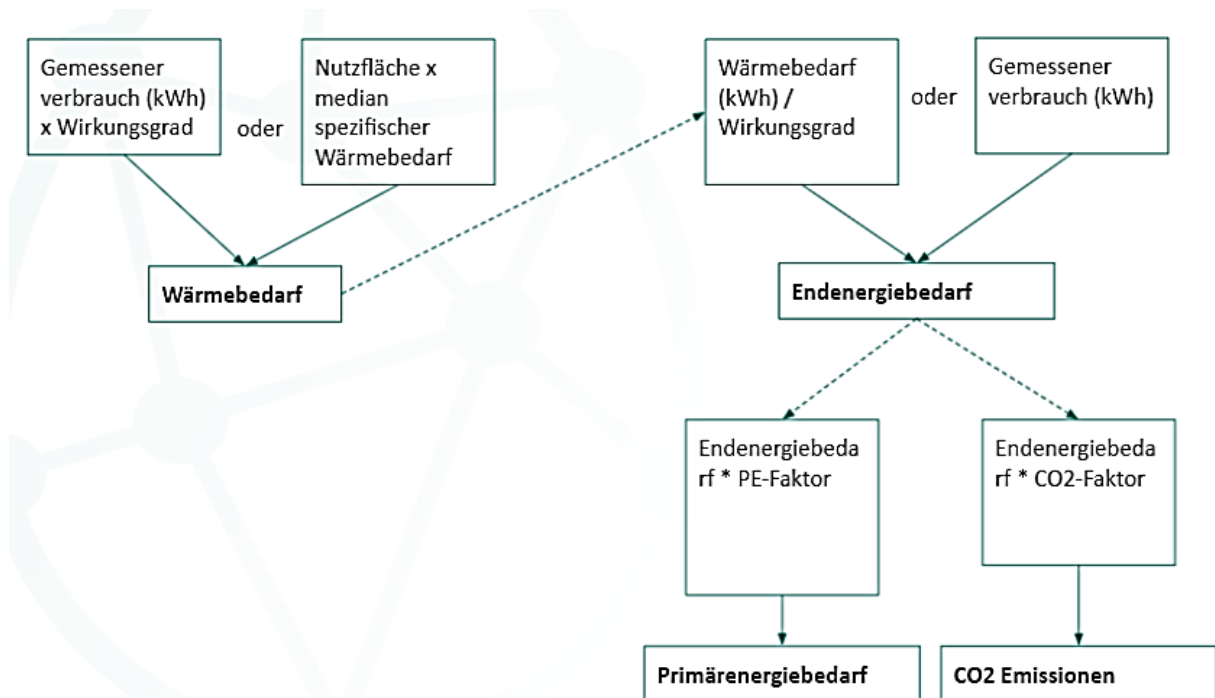


Abbildung 6: Schemata zur Bestimmung des Wärme- und Endenergiebedarfs, sowie Ableitung von Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen

Die folgenden Erläuterungen und Abbildungen geben einen Einblick in die Auswertungen der Bestandsanalyse.

³ Gebäude ohne Verbrauchsdaten sind vorhanden, da für manche Gebäude keine Datengrundlage vorhanden ist. Dies trifft bspw. auf Gebäude mit Öl-, Flüssiggas- oder Holzheizungen und Gebäude mit Solarthermieanlagen (bzw. Kombinationen) zu.

5.1. Wärmebedarf

Der gesamte Endenergiebedarf für das Referenzjahr 2021 zur Wärmebereitstellung liegt bei 117 GWh/Jahr. Die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren zeigt, dass der überwiegende Anteil (ca. 65 %) des Wärmebedarfs auf den Sektor privates Wohnen entfällt. Auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen entfällt ca. 11 % und auf den Sektor Industrie und Produktion ca. 17 %. Die öffentlichen Gebäude verursachen etwa 7 % des Wärmebedarfs.

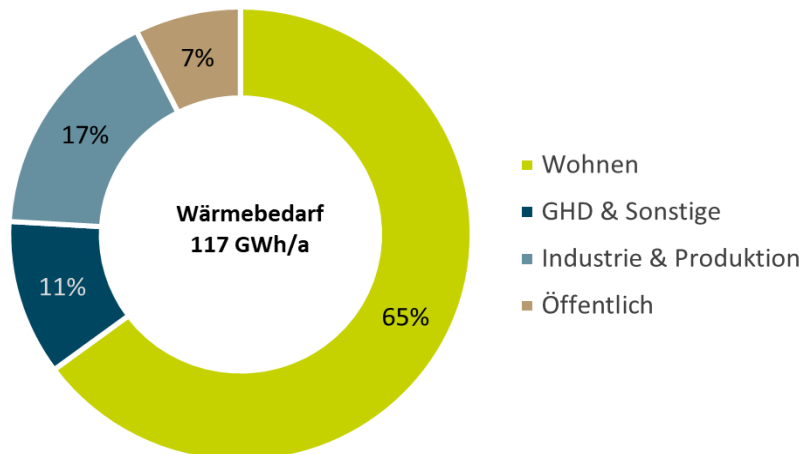


Abbildung 7: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Sektoren (gemäß EU-NACE⁴)

Auf Grundlage des Wärmebedarfs kann die Wärmebedarfsdichte berechnet werden. Diese stellt die Summe des Wärmebedarfs in einem Quadrat mit einer Fläche von 100 m x 100 m dar. Diese Darstellung ist besonders nützlich, um Gebiete mit einer hohen Wärmebedarfsdichte darzustellen, die daher für ein Wärmenetz geeignet sind. Ab einem Wert von 415 MWh/ha ist gemäß dem Leitfaden der KEA-BW eine hohe Wärmenetz-Eignung gegeben. Abbildung 8 zeigt die Wärmebedarfsdichte von Engen.

⁴ EU-NACE ist die Abkürzung für die „Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft“. Je nach Klassifizierungsart kann es zu unterschiedlichen Bilanzierungsergebnissen kommen.

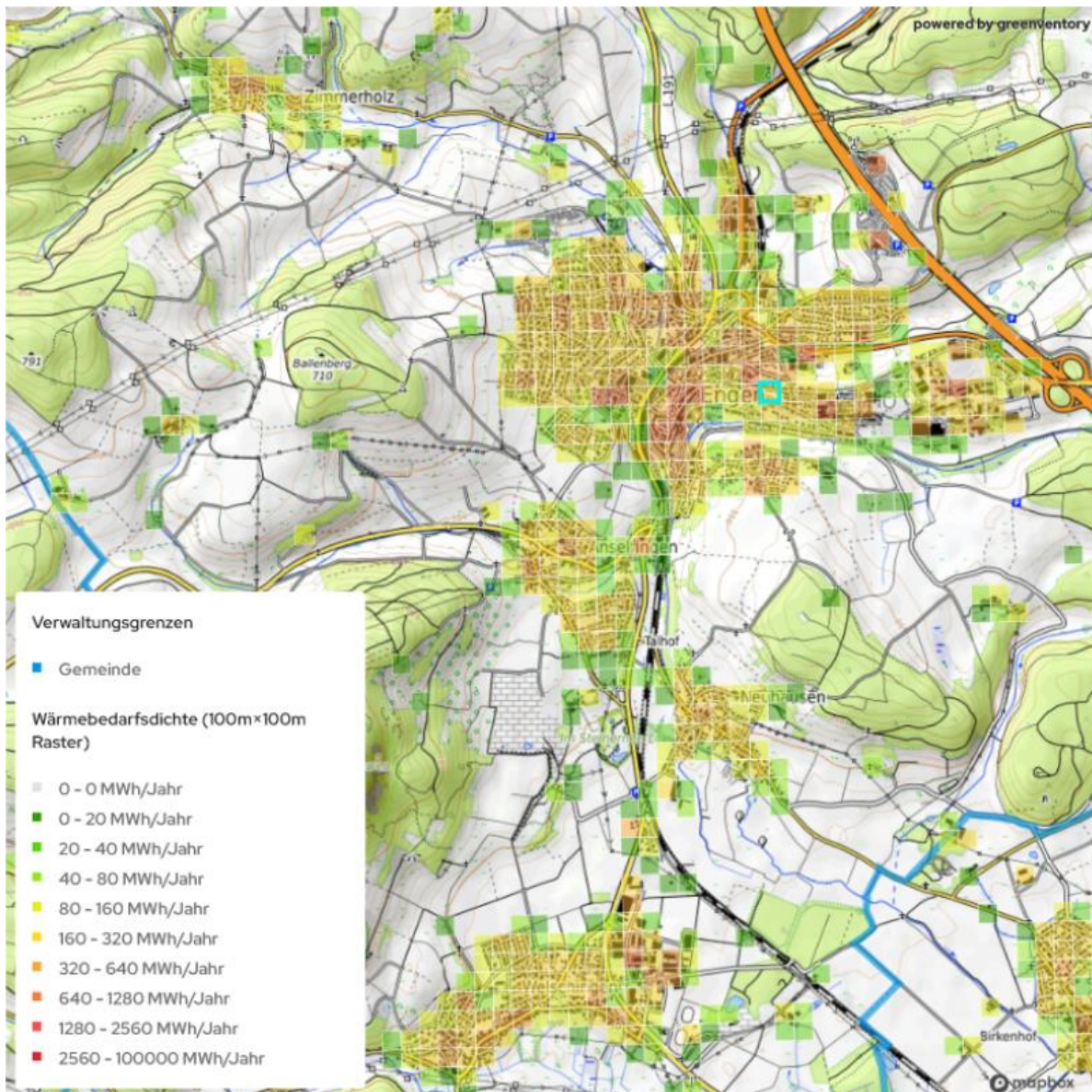


Abbildung 8: Kartografische Auswertung der Wärmebedarfsdichte

Des Weiteren kann die Wärmelinien-dichte entlang der Straßenzüge berechnet werden. Üblicherweise werden Wärmenetze ab Wärmelinien-dichten von etwa 700 - 1.000 kWh pro Trassenmeter realisiert. Unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsreduktion bis 2040 (siehe Kapitel Szenario), dem Anschluss-grad von i.d.R maximal 80 % und den hinzukommenden Hausanschlussleitungen wurde in diesem Bericht ein Grenzwert von 1.800 kWh/m gewählt, um potenziell für Wärmenetze geeignete Gebiete zu identifizieren. Abbildung 9 zeigt die entsprechende Grafik für Engen.

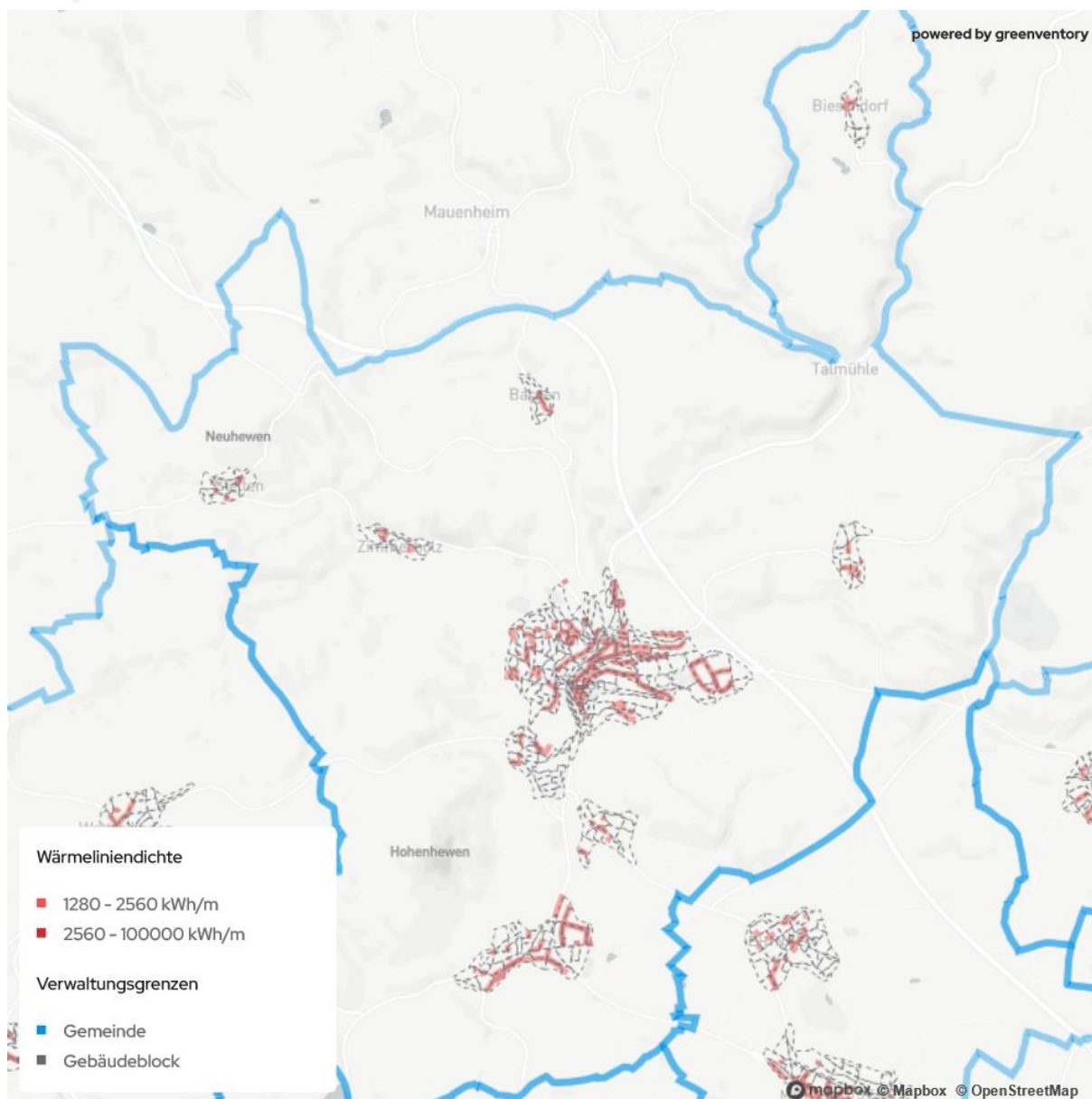


Abbildung 9: Kartografische Auswertung der Wärmelinien-dichte entlang der Straßenzüge. Es werden Werte ab 1.800 kWh/m dargestellt.

5.2. Wärmebedarf nach Endenergieträger

Die erhobenen Daten von Energieversorgern und Schornsteinfegern ermöglichen eine detaillierte Analyse des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (vgl. Abbildung 10). In Engen werden ca. 61 % des Wärmebedarfes durch Erdgas und 27 % mit Heizöl gedeckt. Wärmenetze machen einen Anteil von 4 % aus (im Wesentlichen durch Gas gedeckt). Der Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung⁵ liegt bei etwa 7 %. Damit basieren 93 % der Wärmeversorgung auf fossilen Energieträgern.

⁵ Hierbei sind auch die Erneuerbaren Anteile des dt. Strommixes und der Wärmenetz-Erzeugung berücksichtigt.

Der „unbekannte“ Anteil ist dadurch bedingt, dass in der automatisierten Analyse nicht jedem Gebäude(teil) ein Energieträger zugeordnet werden konnte. Dies ist u.a. durch fehlende oder lückenhafte Schornsteinfeger- oder Verbrauchsdaten verursacht.

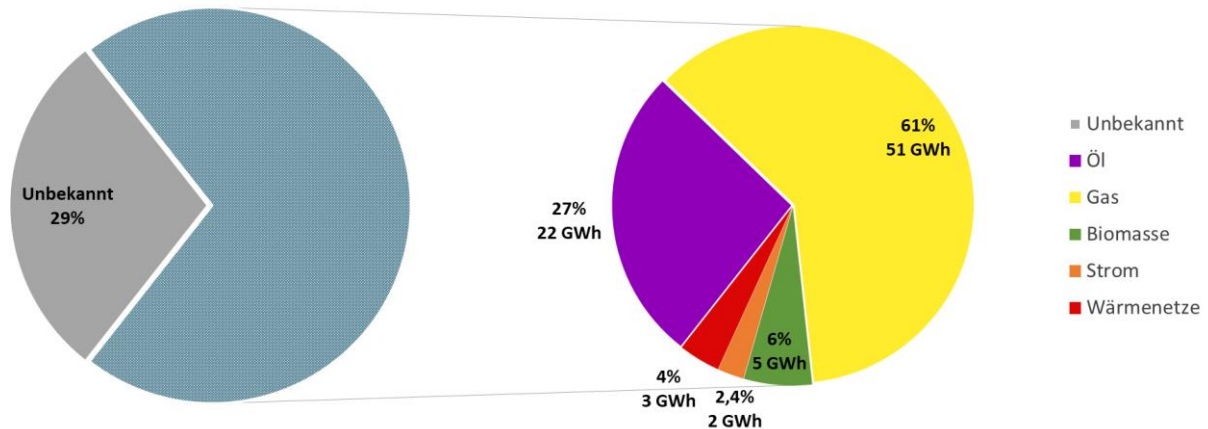


Abbildung 10: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern

Abbildung 11 zeigt die Energieträgerverteilung je Sektor. Es wird deutlich, dass die Sektoren Wohnen, GHD und Produktion größtenteils gasversorgt sind, während im Bereich der öffentlichen Gebäude bereits ein deutlicher Nahwärme-Anteil vorliegt.

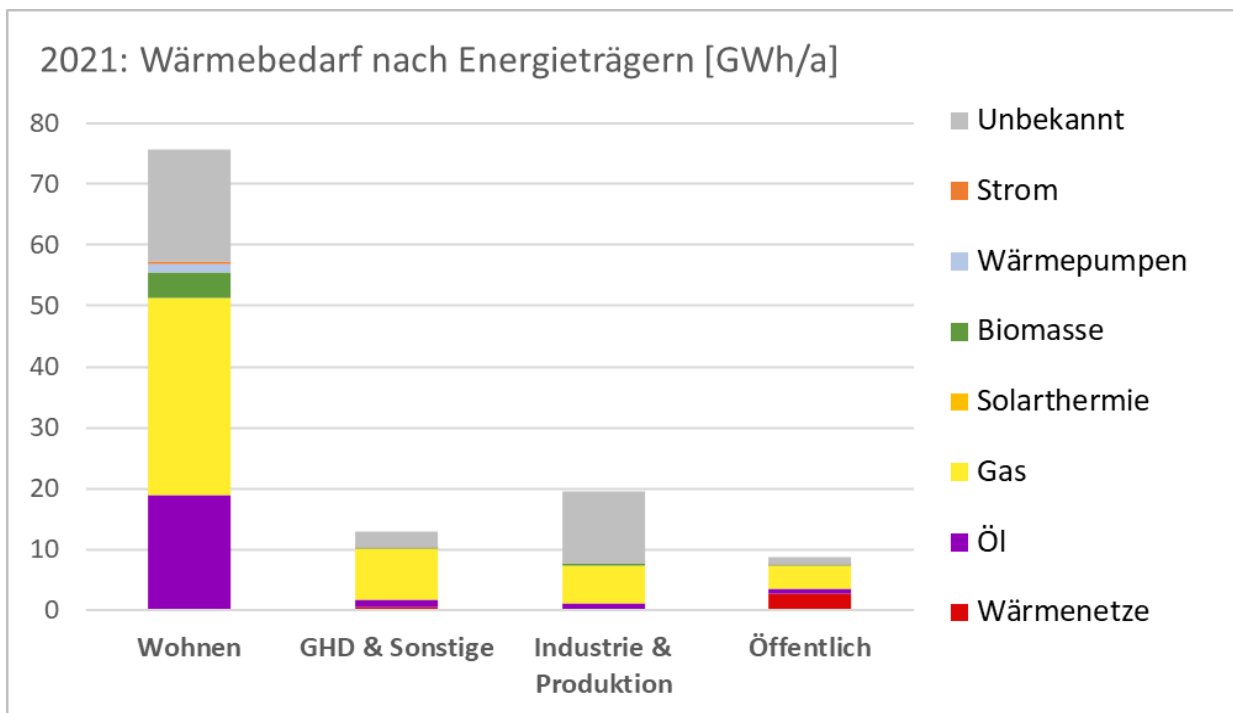


Abbildung 11: Wärmebedarf (in GWh/a) nach Endenergieträgern und Sektoren

In Abbildung 12 ist der je Gebäudeblock vorherrschende Energieträger dargestellt. Dort wo ein Gasnetz vorhanden ist, ist der überwiegende Energieträger auch Erdgas. So wird in Engen Kernort überwiegend mit Erdgas geheizt, es finden sich in Anselfingen und westlich der Bahnschienen auch Baublöcke mit

überwiegend Ölheizungen. Neuhausen und Welschingen werden überwiegend mit Erdgas beheizt, am Westrand von Welschingen finden sich auch Baublöcke mit überwiegend Ölheizungen. In den Ortschaften ohne Anschluss an das Gasnetz Stetten, Zimmerholz, Barga, Bittelbrunn und Biesendorf wird überwiegend mit Heizöl geheizt. Vereinzelt befinden sich in den Ortschaften Engens auch Baublöcke mit überwiegend Holzheizungen.

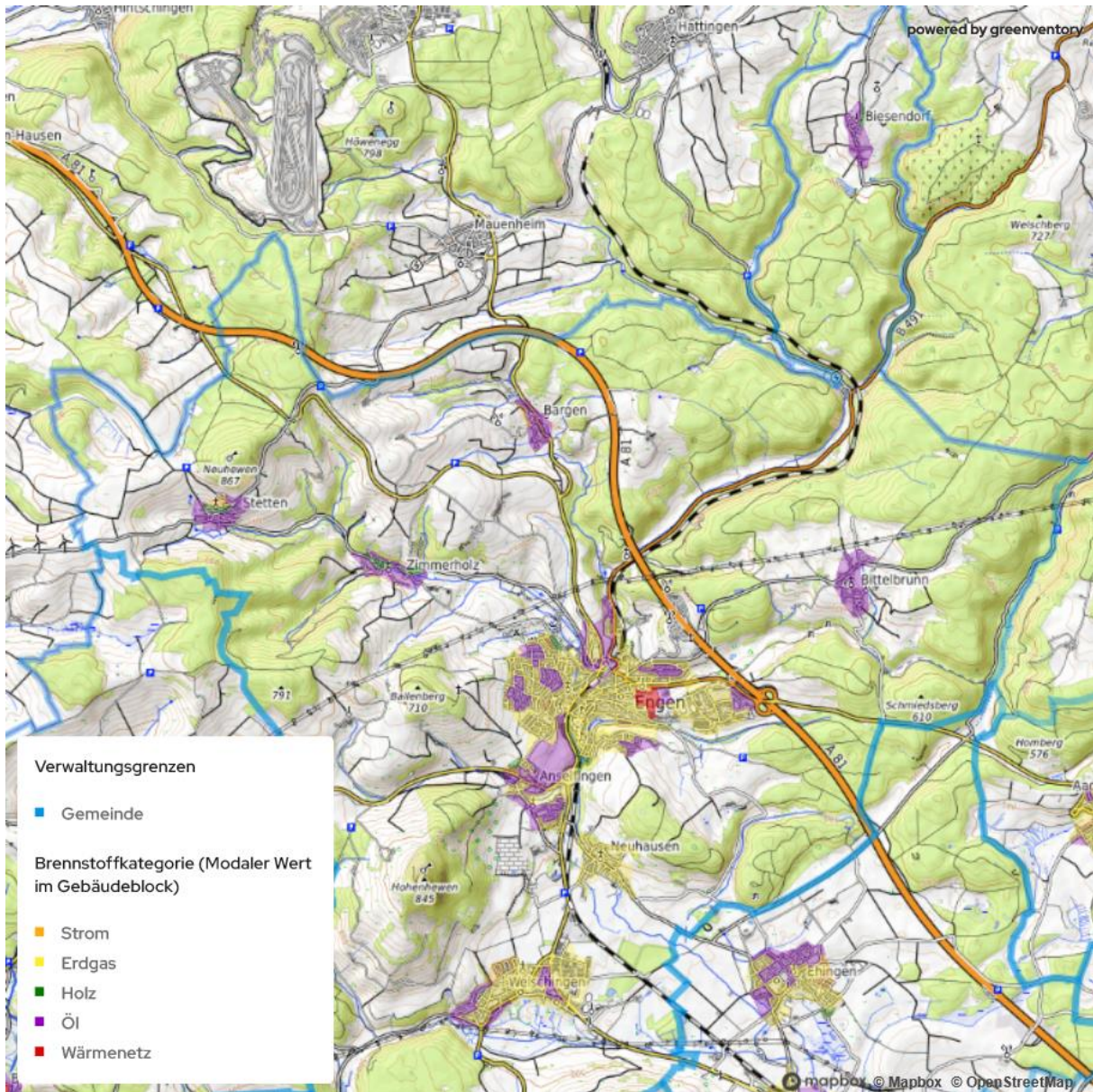


Abbildung 12: Kartografische Auswertung des überwiegenden Energieträgers je Gebäudeblock

5.3. Auswertung der Kkehrbücher

Heizungsalter

Neben den Energieträgern wurde auch das Alter der Heizsysteme und die installierte Leistung der Heizsysteme bestimmt. Bei mehreren Heizungen in einem Gebäude wurde das Alter gemittelt. Dabei wurden nur Zentralheizungen berücksichtigt. Eine kartografische Darstellung des durchschnittlichen Heizungsalters findet sich in Abbildung 14.

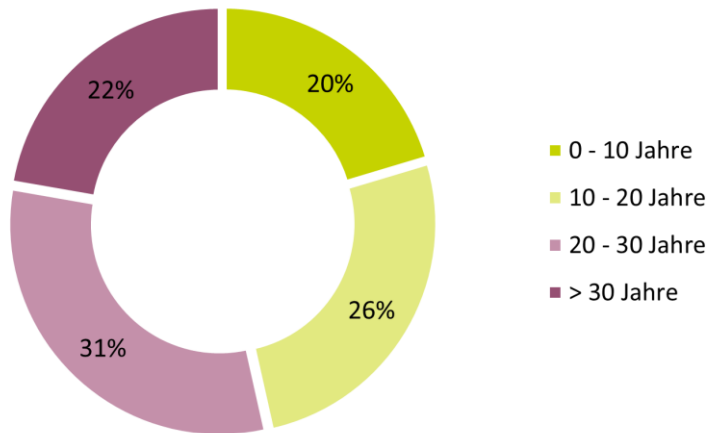


Abbildung 13: Alter der Heizungen in Engen

Rund 55 % der Heizkessel sind 20 Jahre oder älter, also wird die Mehrheit der Heizkessel in den kommenden Jahren ersetzt werden müssen.

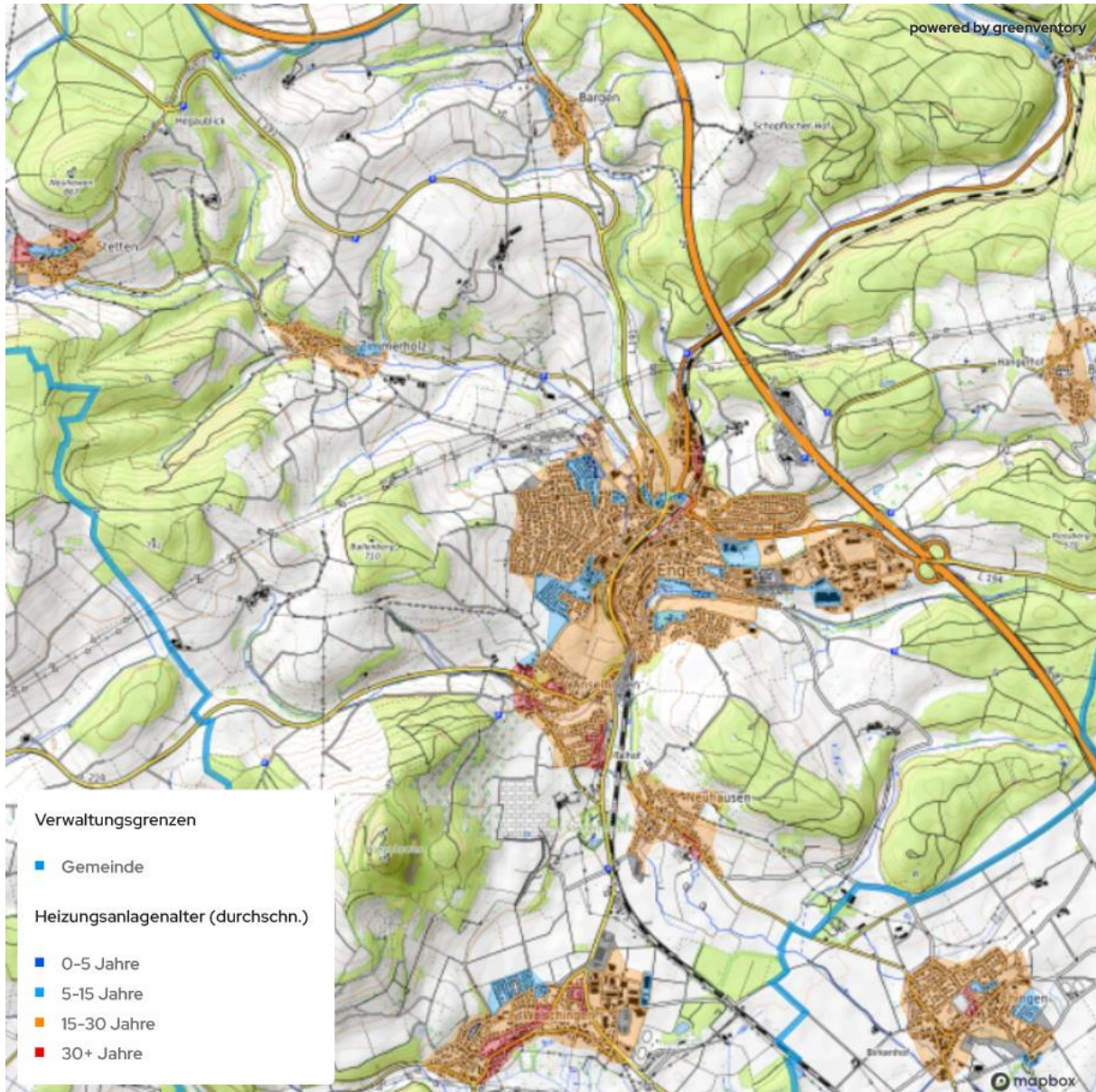


Abbildung 14: Überwiegendes Heizungsalter je Gebäudeblock

5.4. Auswertung Gebäudealter und Gebäudetyp

Die Daten aus der Datenbank ZENSUS 2011 zeigen, dass der überwiegende Anteil der Gebäude in Engen zwischen 1949 und 1978 gebaut wurde. Insgesamt wurden rund 51 % der Gebäude vor 1979 und somit vor der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut.

So ist der Dämmstandard des größten Teils der Gebäude in Engen höchstwahrscheinlich sehr niedrig. Es gibt also ein großes Potenzial für eine Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden in Engen.

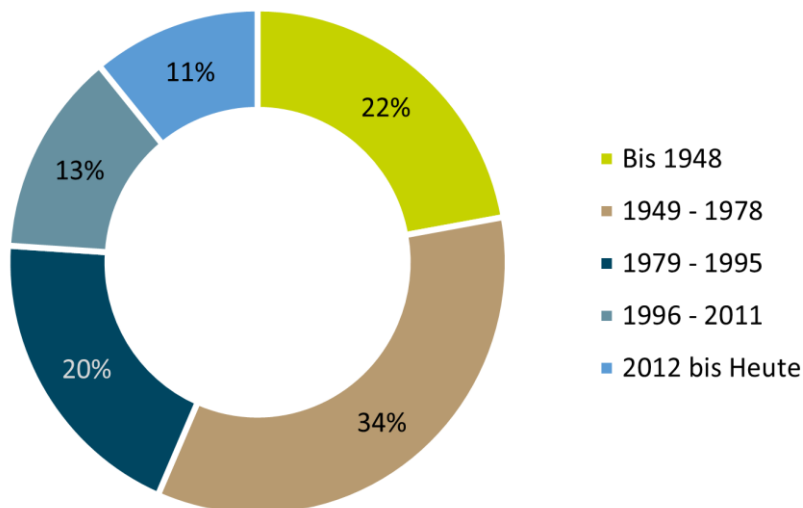


Abbildung 15: Baualter der Gebäude in Engen (Datenquellen: Zensus 2011, ALKIS)

Eine Auswertung der LUBW auf Basis historischer Karten zeigt zudem die Siedlungsentwicklung in Engen: Die kleineren Ortschaften um die Kernstadt Engens herum bestanden bereits 1930 in ihrer heutigen Ausdehnung oder wurden im wesentlichen bis 1977 auf ihr heutiges Gebiet erweitert.

Die Stadt Engen bestand 1930 vor allem auf ihrem Kerngebiet und wurde anschließend sukzessive in alle Richtungen erweitert: Bis 1966 im Norden und Westen, bis 1977 in Richtung Südosten, bis 1989 im Osten, Norden und einem größeren Gebiet im Westen. Für die Zeit zwischen 1990 und 2004 ist nur ein unbebautes Gebiet ausgewiesen. Nach 2004 wurden vor allem Wohngebiete im Westen der Stadt neu erschlossen. (Aussiedlergebäude wurden nicht berücksichtigt. In der Karte erkennbare Siedlungen ohne farbliche Markierung wurden nach 2004 bebaut.)

Siedlungsentwicklung

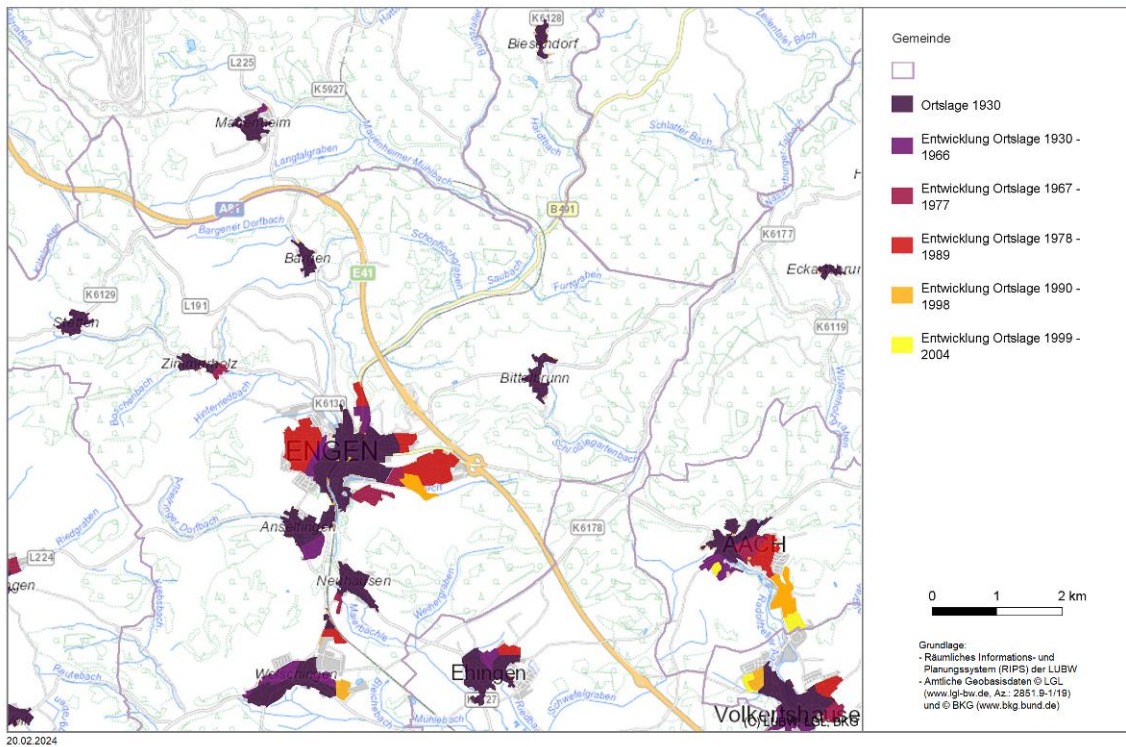


Abbildung 16a: Siedlungsentwicklung in Engen (Grafik: LUBW)

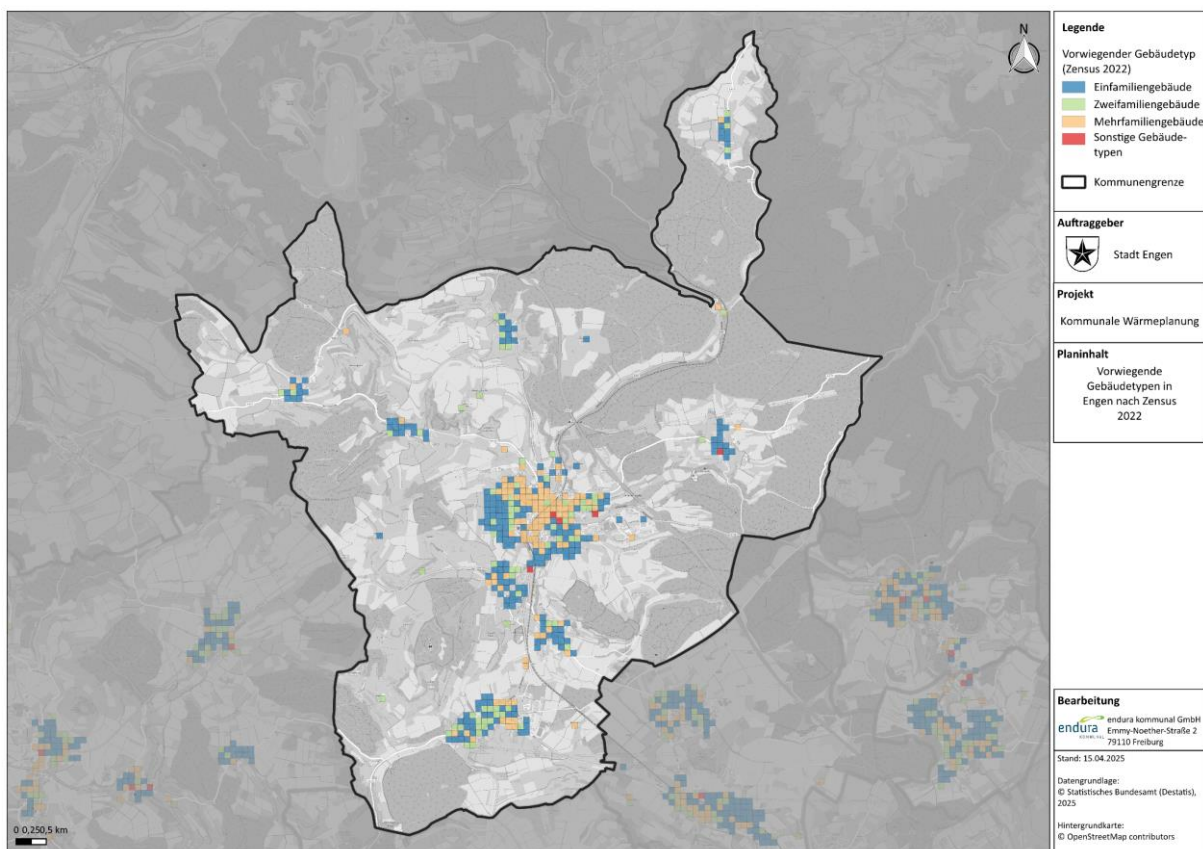


Abbildung 16b: Vorrangiger Gebäudetyp (Quelle: Zensus 2022)

5.5. Auswertung vorhandene Wärmeinfrastruktur

Die größeren Siedlungsgebiete Engens sind nahezu vollständig durch das Erdgasnetz erschlossen. Lediglich in einzelnen Ortschaften wie Stetten, Zimmerholz, Barga, Bittelbrunn und Biesendorf wurde kein Erdgasnetz verlegt (Abbildung 17).

In Engen gibt es zurzeit mehrere unterschiedlich große Wärmenetze, die allesamt von der Kommune betrieben werden. Insgesamt werden in Engen 22 Anschlussnehmer über ein Wärmenetz versorgt. Das größte Wärmenetz ist das 2003 erschlossene „Bildungszentrum“ im Osten Engens. Die weiteren Wärmenetze versorgen jeweils rund 2 bis 5 Gebäude. Die Beheizung erfolgt größtenteils mit Erdgas, teilweise auch mit Öl (Gebäudekomplex Sonnenuhr und Bürgerhaus/ Wohnhaus Barga) oder Pellets (Bürgerhaus/ KiGA Anselfingen). Insgesamt wird in Engen über die sechs Wärmenetze etwa 3 GWh an Wärme bereitgestellt.

Die wichtigsten Informationen zu Wärmenetzen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 5: Eckdaten der bestehenden Wärmenetze

Netzbezeichnung	Bildungs-zentrum	Rathaus/ Spendgasse	Gebäudekomplex Sonnenuhr	Grundschule/ Stadthalle	Bürgerhaus/ KiGa Anselfingen	Bürgerhaus/ Wohnhaus Barga
WN-Nummer	1	2	3	4	5	6
Netzbetreiber	Kommune	Kommune	Kommune	Kommune	Kommune	Kommune
Alter des Netzes	2003	1995	1986	1997	2021	1993
Anzahl Anschluss- nehmer	8	3	5	2	2	2
Wärmelieferung	1,6 GWh/a	130 MWh/a	630 MWh/a	370 MWh/a	50 MWh/a	140 MWh/a
Wärmeerzeuger 1						
Typ	Erdgaskessel	Erdgaskes- sel	Ölkessel	BHKW	Pelletkes- sel	Ölheizung
Wärmeleistung	1,3 MW	0,2 MW	unbekannt	0,04 MW	0,08 MW	0,1 MW



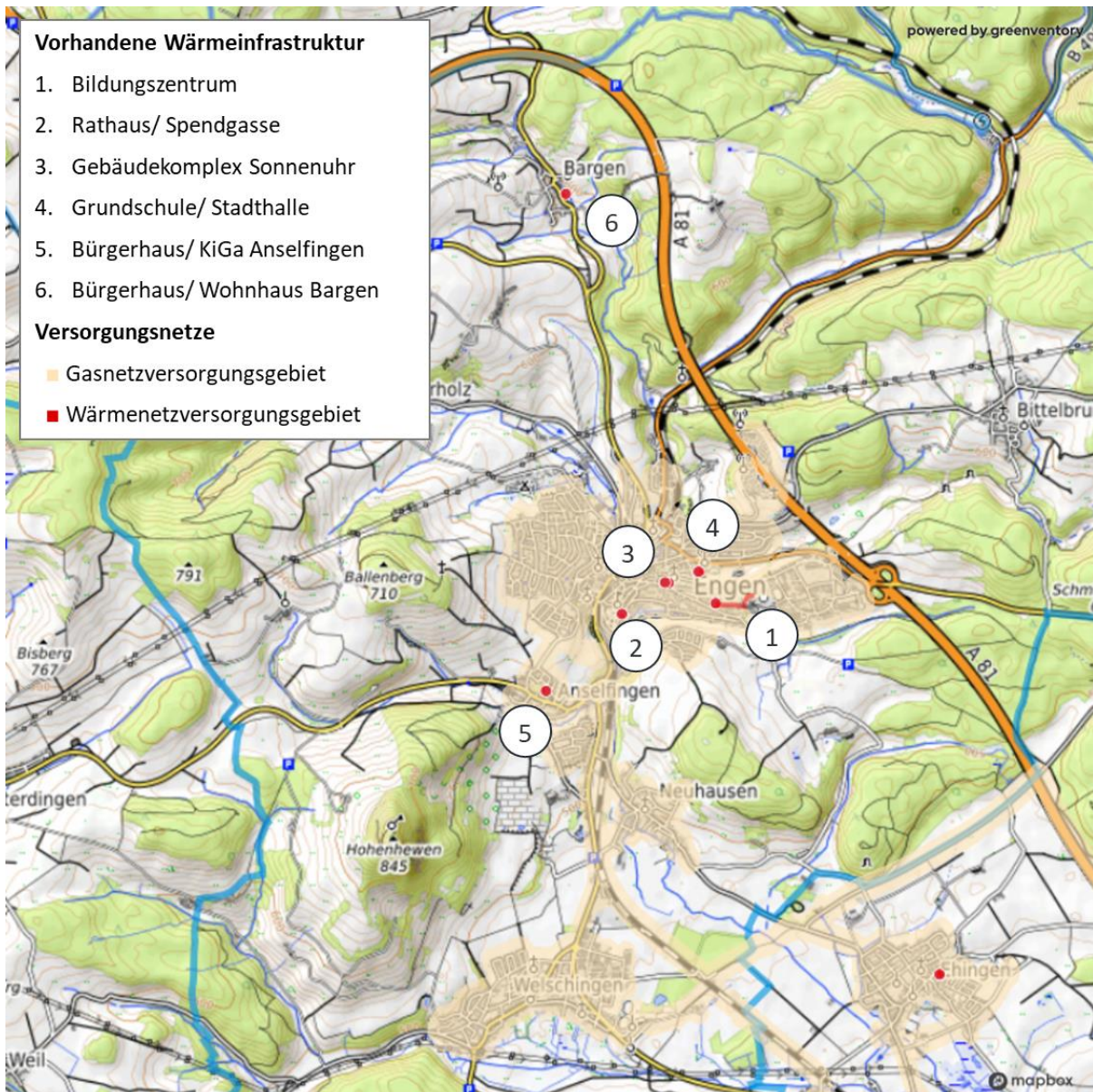


Abbildung 17: Vorhandene Wärme-Infrastruktur

5.6. Auswertung Kraft-Wärme-Kopplung

Gemäß Marktstammdatenregister gibt es in Engen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) wie z.B. Blockheizkraftwerke (BHKWs) mit einer thermischen Gesamtleistung von 2.891 kW (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Engen

KWK-Anlagen	Nennleistung Elektrisch	Nennleistung Thermisch	Vollbetriebsst. (Annahme)	Stromerzeugung	Wärmenutzung
Biogas	2.384 kW	2.384 kW	8.000 h/a	19 GWh/a	5 GWh/a
Erdgas u.a.	265 kW	507 kW	6.000 h/a	2 GWh/a	3 GWh/a
Summe	2.649 kW	2.891 kW		21 GWh/a	8 GWh/a

Bei Biogasanlagen werden die BHKWs in der Regel stromgeführt betrieben, d.h. der Fokus liegt auf der Stromerzeugung, Wärme fällt als „Nebenprodukt“ an. Etwa 25 % der erzeugten Wärme werden in der Biogasanlage selbst für Fermenterheizung u.a. benötigt. In Engen ist keine weitere Wärmenutzung der Biogasanlagen bekannt, d.h. die Abwärme der Biogasanlage bleibt ungenutzt. Ausgehend von 8.000 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine jährliche Stromerzeugung von 19 GWh und eine Wärmenutzung von 5 GWh der Biogasanlagen in Engen.

BHKWs in (Wohn-)Gebäuden und Wärmenetzen werden üblicherweise wärmegeführt betrieben. Sie laufen also nur, wenn auch Wärme benötigt wird – die gesamte erzeugte Wärmemenge wird genutzt. Ausgehend von 6.000 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine jährliche Stromerzeugung von 1,6 GWh und eine Wärmenutzung von 3 GWh der BHKWs in Engen.

In Summe ergibt sich für die KWK-Anlagen in Engen eine Stromerzeugung von 21 GWh elektrisch und eine Wärmenutzung von 8 GWh.



Abbildung 18: Standorte der größeren KWK-Anlagen (ab 30 kW)

Die Standorte der größeren KWK-Anlagen (ab ca. 30 kW) sind in Abbildung 18 dargestellt. Die Biogas-BHKWs sind zudem in Abbildung 19 dargestellt (Unvollständige oder widersprüchliche Leistungsangaben sind mit einem Fragezeichen versehen).

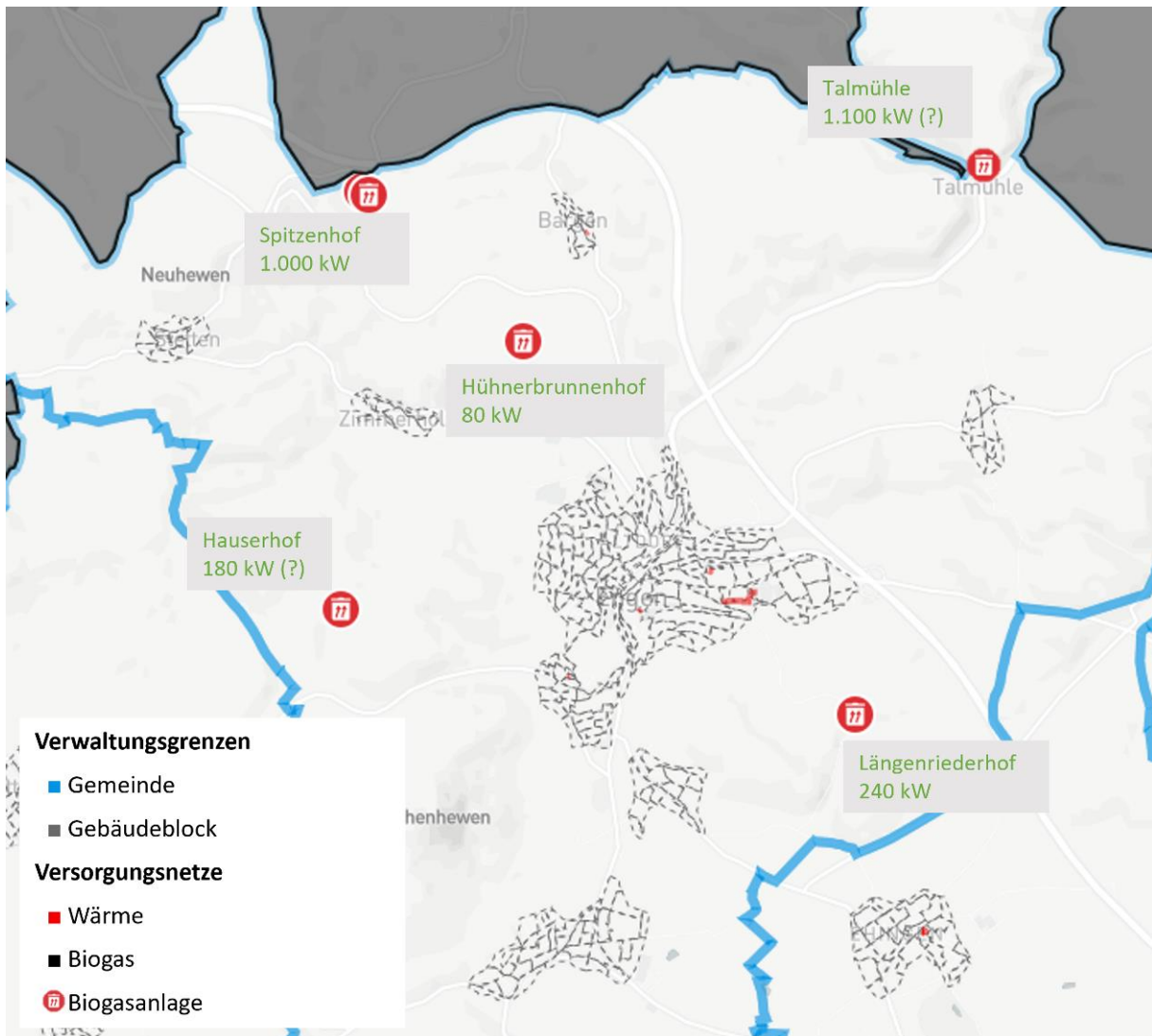


Abbildung 19: Biogas-BHKWs: Standorte und thermische Nennleistungen

5.7. Auswertungen der Unternehmensfragebögen

In Engen wurden gemeinsam mit der Stadtverwaltung 39 potenziell abwärmerrelevante Unternehmen ausgewählt und durch die Stadt angeschrieben. 6 Unternehmen haben geantwortet und den Abwärme-Fragebogen ausgefüllt (Auswertung siehe Kapitel 6.2.5.). Aus Datenschutzgründen können in diesem Bericht keine unternehmensspezifischen Details genannt werden.

5.8. Gebiete mit hohem Potenzial für energetische Gebäudesanierung

Gebiete mit erhöhtem energetischen Sanierungsbedarf werden insbesondere durch folgende Kriterien identifiziert:

- › Hoher spezifischer Wärmebedarf [$\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$], insbesondere Gebäude mit mehr als $100 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$

- › Ältere Baualtersklassen, insbesondere vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 und Baualtersklasse vor EnEV 2002
- › Hohes Alter der Heizanlagen

Abbildung 20 zeigt die Bereiche mit einem spezifischen Wärmebedarf der Gebäude über 120 kWh/m^2 . Je mehr die Bereiche in Richtung orange/rot tendieren, desto höher ist ihr spezifischer Wärmebedarf in $\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$.

Dunkelorange und vor allem rote Bereiche haben in der Regel das größte Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese Informationen können bei der zukünftigen Auswahl von Sanierungsgebieten berücksichtigt werden (siehe Kapitel Maßnahmen).

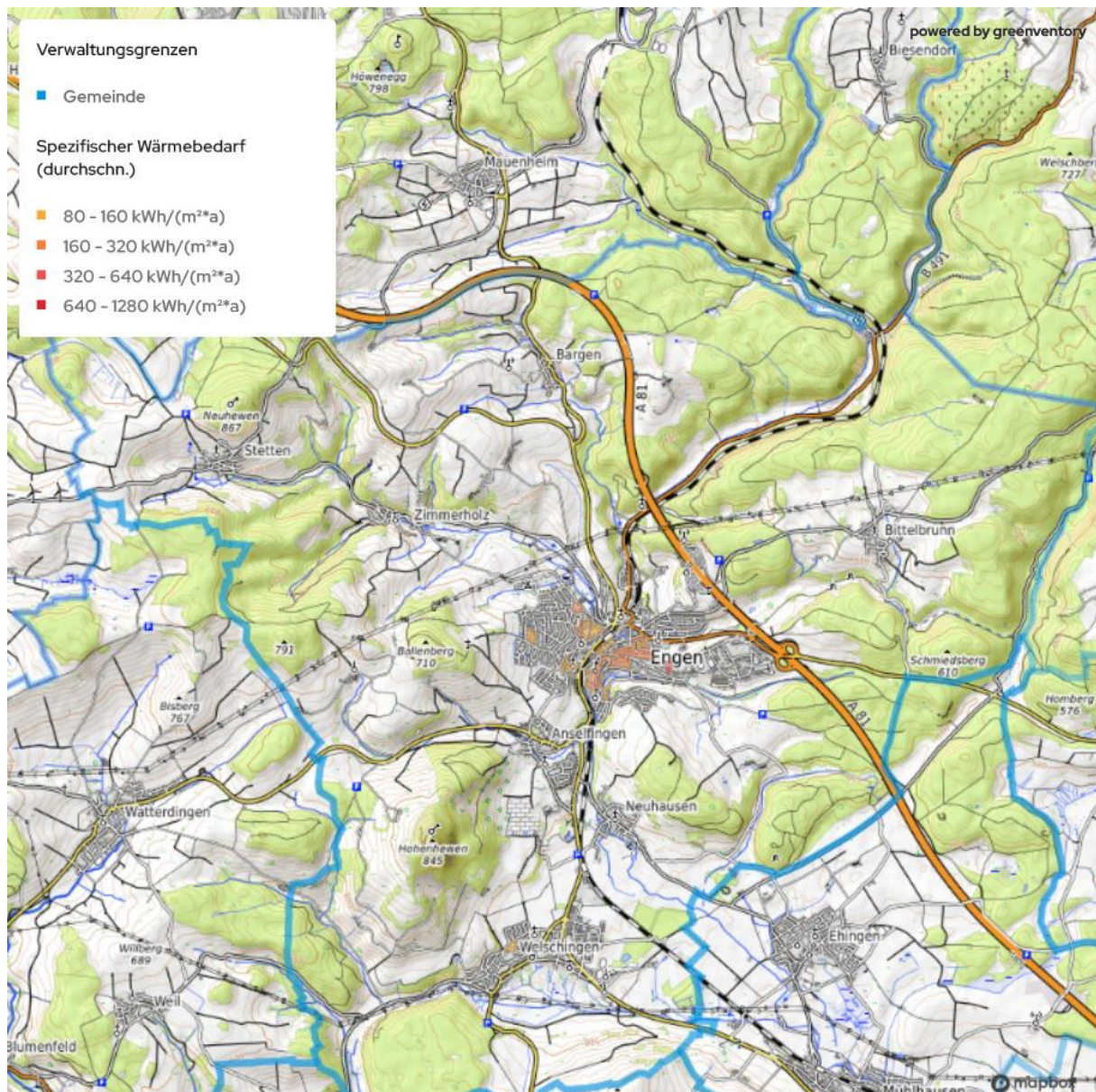


Abbildung 20: Gebiete nach spezifischem Wärmebedarf, es werden nur Gebäudeblöcke über 120 kWh/m^2 angezeigt

6. Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten/Potenziale zur Energieeinsparung im Gebäudebestand sowie der Energieerzeugung für Wärme und Strom untersucht. Die Potenziale zeigen die Möglichkeiten auf, mit welchen Energieträgern eine zukünftige Versorgung mit Wärme erfolgen kann.

Für die Potenzialanalyse wurden, basierend auf öffentlich zugänglichen Datenquellen, Studien und Experteninterviews, die technischen Potenziale der wichtigsten im Untersuchungsgebiet erschließbaren erneuerbaren Wärmequellen (bspw. Solarthermie und Holzenergie) ermittelt und räumlich visualisiert. Zugleich wurden die Potenziale an regenerativer Stromerzeugung (bspw. Photovoltaik und Windenergie) erhoben.⁶

6.1. Erläuterung der Potenzialdefinitionen

Als **theoretisches** Potenzial werden jene Potenziale bezeichnet, die in der betrachteten Region physikalisch vorhanden sind, beispielsweise die gesamte Strahlungsenergie der Sonne oder die Energie des Windes auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.



Abbildung 21: Definition der Potenzialbegriffe (Quelle: greenventory 2021)

Das Potenzial, das in einer technischen Anlage (z. B. Windturbine) nutzbar ist, wird als **technisches** Potenzial bezeichnet. Dieses wird in der durchgeführten Analyse pro Energiequelle bestimmt. Dabei handelt es sich um den Teil des theoretischen Potenzials, der unter Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten nutzbar gemacht werden kann. Es ist somit als Obergrenze anzusehen. Einige Restriktionen innerhalb der Definition des technischen Potenzials sind jedoch gestaltbar (weiche Restriktionen). Andere Restriktionen sind jedoch gesetzlich oder technisch

⁶ Als Basis für die Potenzialanalyse wurde eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen, die an den Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg [UM-BW 2020] angelehnt ist.

fest definiert und daher nicht gestaltbar (harte Restriktionen). Um die Bandbreite des Potenzials aufzuzeigen, wird das **technische Potenzial** weiter differenziert in:

- › Bedingt geeignetes Potenzial unter Anwendung von ausschließlich harten Restriktionen: Dieses Potenzial stellt die zusätzlich verfügbare Energiemenge dar, wenn dem Natur- und Artenschutz der gleiche oder weniger Wert eingeräumt wird, wie bzw. dem Klimaschutz; beispielsweise indem Wind-, Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auch in Landschaftsschutz- und FFH-Gebiete errichtet werden.
- › Gut geeignetes Potenzial unter Anwendung von harten und weichen Kriterien: Dieses Potenzial unterscheidet sich von dem „bedingt geeigneten Potenzial“ beispielsweise dadurch, dass dem Natur- und Artenschutz grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt wird und sich deshalb die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

nicht geeignet	Gebiete mit harten Ausschlusskriterien, z.B. vorgegebene Abstände zu Wohngebieten
bedingt geeignet	Gebiete mit weichen Ausschlusskriterien, z.B. Natur- und Artenschutz ist gleichwertig oder weniger wichtig
gut geeignet	Gebiete durch technisches Kriterium besonders geeignet, z.B. hoher Auslastungsgrad oder hoher Wirkungsgrad

Abbildung 22: Kategorisierung des technischen Potenzials

Wird dieses Potenzial unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit weiter eingegrenzt, so spricht man vom **wirtschaftlichen** Potenzial. Dies beinhaltet Material- und Erschließungskosten sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise. Hierfür muss also definiert werden, was als wirtschaftlich erachtet wird.

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren ab. Diese umfassen beispielsweise Akzeptanz oder kommunale Prioritäten. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man vom **realisierbaren** Potenzial. Dieses wird häufig auch als „praktisch nutzbares Potenzial“ ausgewiesen.

Abbildung 21 zeigt, wie die jeweiligen Potenzialdefinitionen aufeinander aufbauen und sich immer mehr verengen.

Potenzialanalyse in der kommunalen Wärmeplanung

Bei den hier dargestellten Potenzialen handelt es sich überwiegend um theoretische, technische und wirtschaftliche Potenzialdarstellungen.

Basierend auf dem Leitfaden der kommunalen Wärmeplanung BW [UM-BW 2020] wurden für die Potenzialbestimmung überwiegend Indikatorenmodelle benutzt. Hierbei werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen)



3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien



Abbildung 23: Grafische Darstellung des verwendeten Indikatorenmodells

6.2. Ermittelte Potenziale

Die in den folgenden Unterkapiteln dargestellten Kartenausschnitte zeigen die Potenziale, die anhand der zur Verfügung stehenden Daten bestimmt wurden. In den ausgewiesenen Bereichen steht einer Nutzung nach aktuellem Kenntnisstand weder nach technischen noch nach wirtschaftlichen Kriterien etwas im Wege. Das bedeutet, dass auf diesen Flächen die Errichtung von PV-, Solarthermie- oder Windkraftanlagen nach technisch-wirtschaftlichen Kriterien grundsätzlich möglich ist. Auch hier werden die o. g. Begriffe „geeignetes Potenzial“ und „bedingt geeignetes Potenzial“ angewendet und dargestellt. Die vollständigen Plansätze stehen als GIS-Karten zu Verfügung und können bei Bedarf in das kommunale GIS-System integriert werden. Die dargestellten Potenziale stellen nicht das sogenannte „realisierbare“ Potenzial dar. So sind bspw. einige Potenzialflächen auf derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgewiesen. Eine Nutzungsänderung und eine Bereitschaft der Flächeneigentümer, ihre Flächen zur Verfügung zu stellen, wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht geprüft. Das realisierbare Potenzial liegt deshalb niedriger als die nachfolgend dargestellten Potenziale.

Insgesamt wurden die folgenden erneuerbaren Energiepotenziale untersucht:

- › Potenziale Wärme
 - › Solarthermie Freifläche
 - › Solarthermie Aufdach
 - › Biomasse
 - › Geothermie und Umweltwärme
 - › Abwärme Abwasser
 - › Industrielle Abwärme
- › Potenziale Strom
 - › Photovoltaik Freifläche
 - › Photovoltaik Aufdach
 - › Windkraft
 - › Wasserkraft
 - › Biogas

6.2.1. Photovoltaik (Freifläche)

Zur Bestimmung der potenziellen Flächen für Photovoltaiknutzung (PV) wird allen Flächen außerhalb von Siedlungen ein PV-Freiflächenpotenzial zugewiesen, basierend auf einer Jahresertragssimulation von virtuell platzierten PV-Modulen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Photovoltaikanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete. Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebiete und Gebiete mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen [FStrG 2021], [StrG 2021], [LBO 2021]. Im nächsten Schritt wurden auf diesen Flächen virtuell Module platziert. Dabei wurden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wurde eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° vorgesehen.

Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Naturschutzgebiet
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Nationalpark
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Kernzone
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Wasserschutzgebiet Zone I+II
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutz	Feuchtgebiet nach Ramsar
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet)
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	SPA-Gebiet (Vogelschutz)
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Landschaftsschutzgebiet
Weiches Restriktionskriterium	Naturschutz	Biosphärenreservat Entwicklungs- und Pflegezonen

Abbildung 24: Klassifizierung der Schutzgebiete für die PV- und Solarthermiepotenzialbestimmung

Im bedingt geeigneten Potenzial sind auch Flächen in „weicheren“ Schutzgebieten enthalten (siehe die „Weiche Restriktionskriterien“ in Abbildung 24). Im gut geeigneten Potenzial sind hingegen nur Flächen außerhalb von Schutzgebieten enthalten. Zudem darf dann der Neigungswinkel des Geländes maximal 5° betragen (bzw. maximal 30°, solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschreitet).

nicht geeignet	Gewässer, Siedlungs- und Waldflächen, Verkehrswege, Überschwemmungsgebiete, Schutzgebiete (z.B. Nationalpark) Hangneigung > 30°, kleinere Flächen < 400 m ²
bedingt geeignet	Hangneigung 5 – 30° Schutzgebiete (z.B. FFH-Gebiete)
gut geeignet	Hangneigung unter 5° > 30 m ² Modulfläche

Abbildung 25: Übersicht der Restriktionen der PV-Potenzialanalyse

Die ermittelten Flächen sind in Abbildung 26 dargestellt. Für Engen ergibt sich ein PV-Freiflächenpotenzial von 915 GWh/a (gut geeignet) bis 2231 GWh/a (bedingt geeignet).

Der Regionalverband Hochrhein-Bodensee erstellt derzeit einen Regionalplan für die Freiflächenphotovoltaik. Am 19.03.2024 wurde die Gebietskulisse erstmalig von dessen Planungsausschuss beraten. Die Anhörung durch die Verbandsversammlung soll im Mai 2024 erfolgen. Anschließend startet die förmliche Beteiligung der Öffentlichkeit, der Kommunen und vieler weiteren Behörden und Institutionen. Nach Fertigstellung und Beschluss des Regionalplanes wird dieser ein deutlich realistischeres Bild der realisierbaren PV-Freiflächenpotenziale liefern können als die hier vorgestellten technischen Potenzialhöhen.

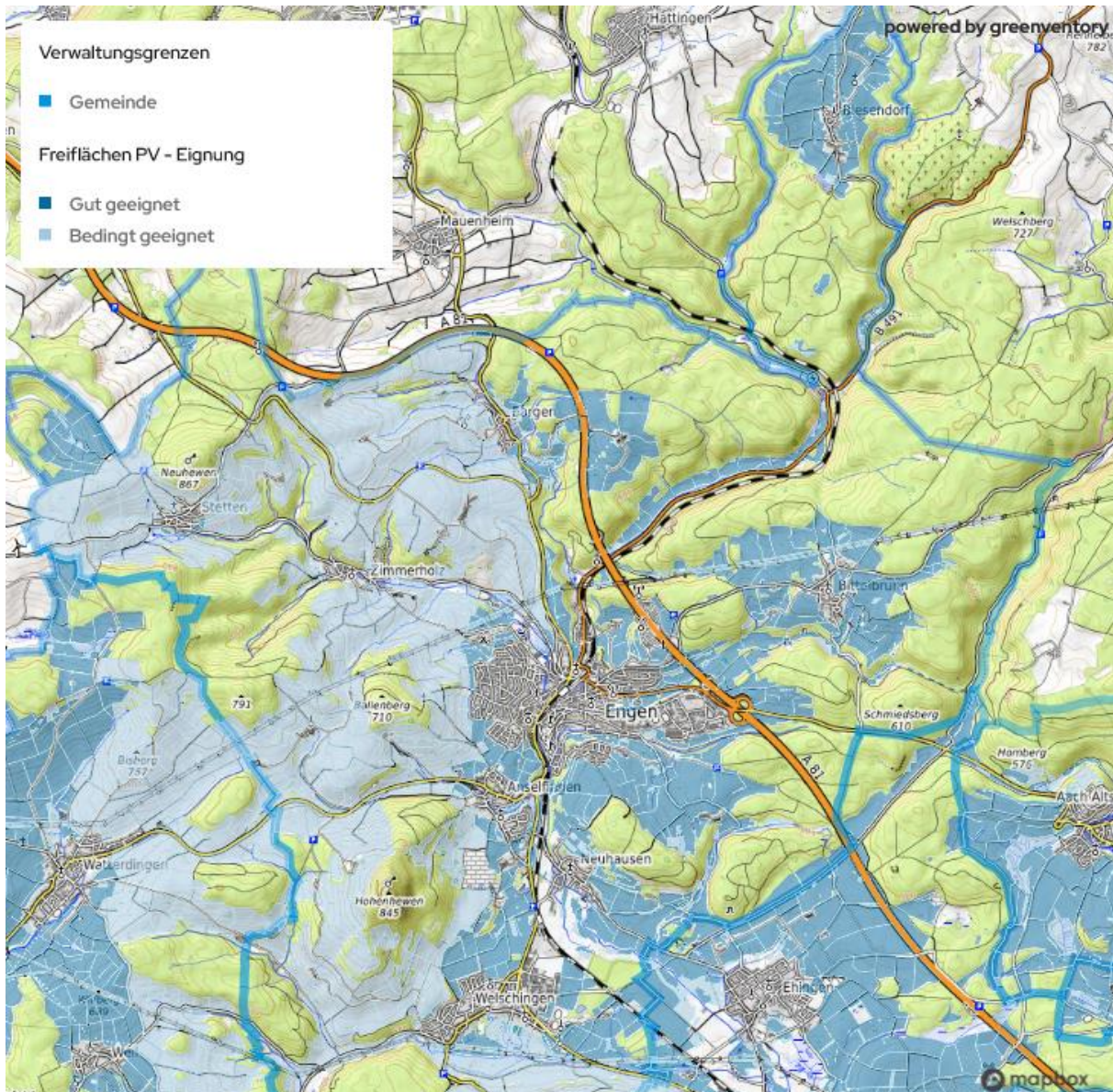


Abbildung 26: Karte der PV-Freiflächen-Potenziale

6.2.2. Solarthermie (Freifläche)

Bei der Solarthermie wird die Strahlung der Sonne genutzt, um über Solarkollektoren (z. B. Röhrenkollektoren oder Flachkollektoren) direkt Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80 °C und 150 °C zu erzeugen.

Zur Bestimmung der Flächen für Freiflächen-Solarthermie wurde ebenfalls der Kriterienkatalog der PV-Potenzialanalyse (s.o.) angewendet. Die Solarthermie-Freiflächen sind somit ein „Subset“ der PV-Freiflächen. Das bedeutet, es sind grundsätzlich die gleichen Flächen, aber es wurden zusätzlich alle Flächen herausgefiltert, welche mehr als 500 m von Wohn- oder Gewerbeflächen oder Wärmenetzen entfernt liegen. Von den so bestimmten Potenzialgebieten wurden kleinere Flächen entfernt (< 500 m²), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Im Unterschied zu den PV-Freiflächenpotenzialen können Flächen im Gebiet des „Naturparks Schwarzwald“ hier auch als „gut geeignet“ ausgewiesen sein.

Für Engen ergibt sich somit ein Solarthermie-Freiflächenpotenzial von 3.143 GWh/a (gut geeignet) bis 5.255 GWh/a (bedingt geeignet).

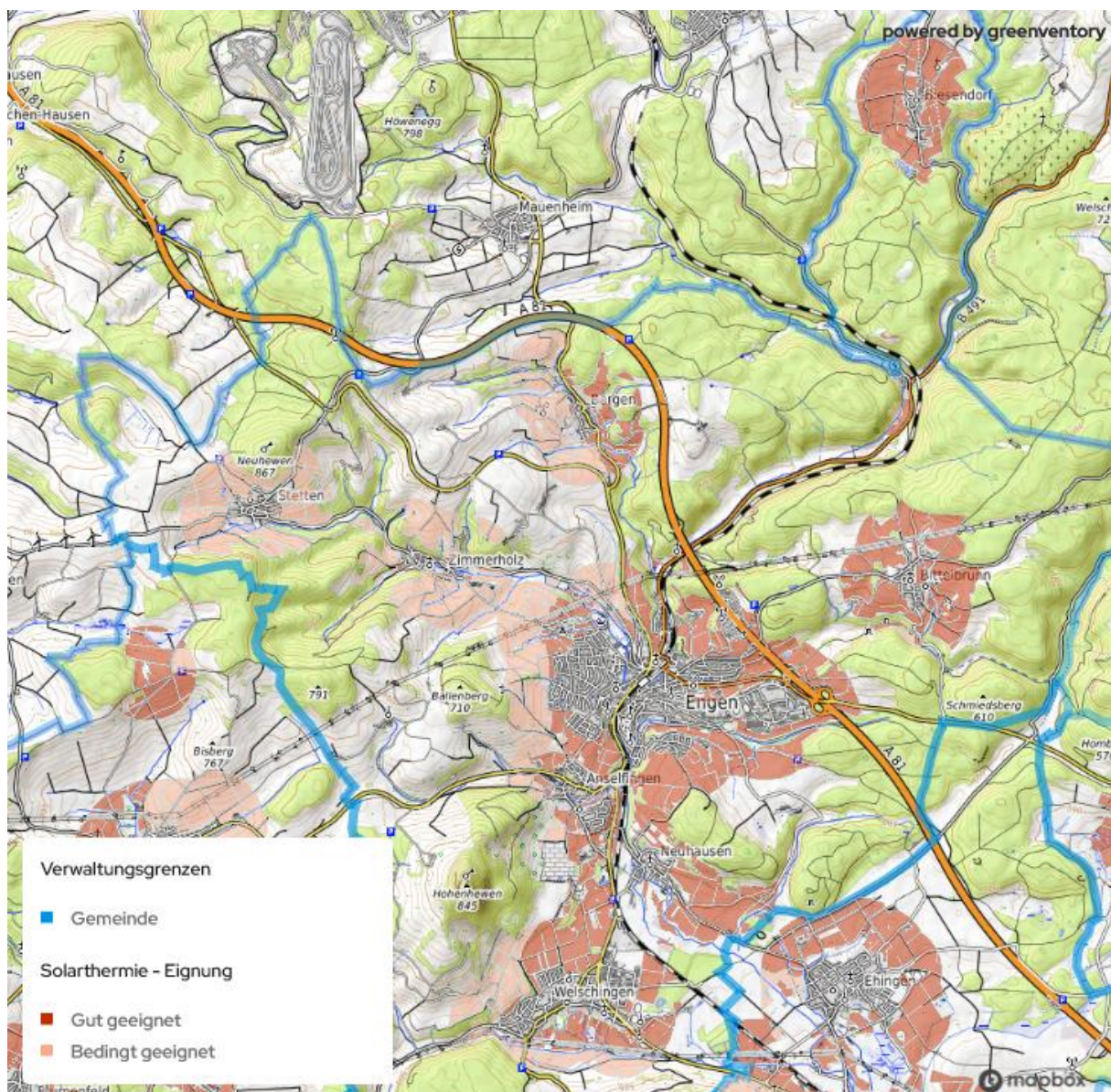


Abbildung 27: Karte der Solarthermie-Freiflächen-Potenziale

6.2.3. Solarpotenziale Dachflächen (Solarthermie und PV)

Bei der Solarthermie-Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH) zum Einsatz, die sich dem Erzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes annähert. Dafür wird angenommen, dass bei allen Gebäuden über 50 m² Grundfläche 25 % der Grundfläche als Dachfläche für Solarthermie genutzt werden können. Anschließend wird die jährliche Wärmerzeugung über den flächenspezifischen Leistungswert von 400 kWh/m² berechnet.

Die Höhe der PV-Aufdachpotenziale wurde auf Basis des Energieatlas BW ermittelt. Dort wurde anhand von 3D-Laserscandaten eine detaillierte Berechnung für jede Dachfläche durchgeführt. Für Engen ergibt sich ein Potenzial von 72 MW_p, was bei einer durchschnittlichen Vollbenutzungsstundenzahl von 1.000 h/a einem Stromerzeugungspotenzial von 72 GWh/a entspricht.

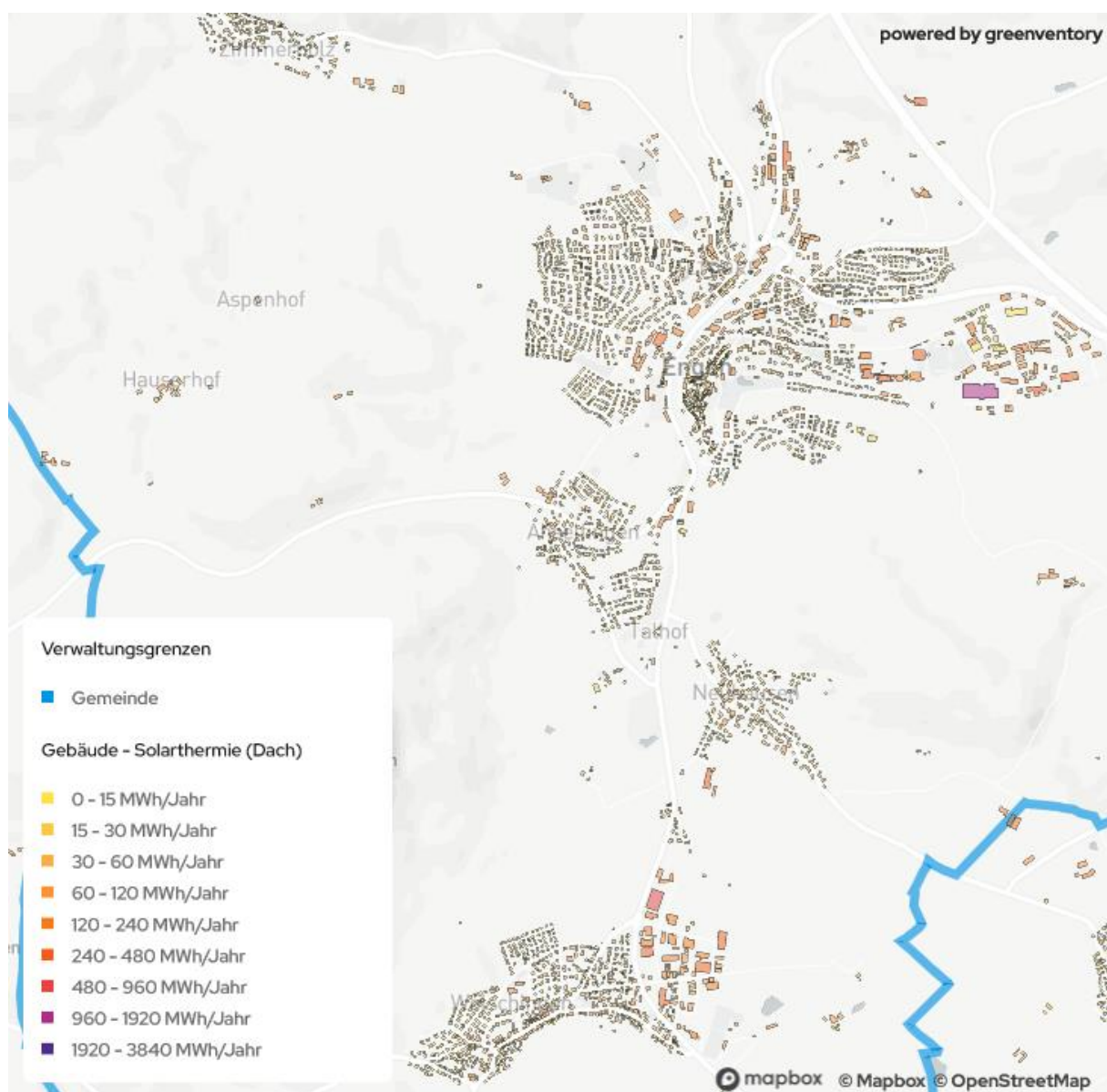


Abbildung 28: Karte der Potenzialhöhen der Aufdach-Solarthermie (Ausschnitt Kernort)

(Die PV-Potenziale nutzen die identischen Flächen). Zur besseren Erkennbarkeit ist nur ein Ausschnitt dargestellt.

Da im Rahmen dieser Potenzialermittlung nicht ermittelt werden kann, ob es auf den einzelnen Gebäuden bauliche, statische oder sonstige weitere Einschränkungen gibt, wurden die Aufdachpotenziale zunächst als bedingt geeignet klassifiziert. Es wird davon ausgegangen, dass 2/3 der bestimmten Potenzialflächen realisierbar und damit „gut geeignet“ sind. Der Abgleich des Solarthermie-Ertrages mit dem Wärmebedarf der Gebäude erfolgt im Rahmen der Szenarioentwicklung (siehe Kapitel 7).

Für Engen ergeben sich die folgenden Aufdach-Potenzialhöhen:

Tabelle 7: Höhe der Aufdach-Potenziale

Aufdach-Potenzial	Gut geeignet	Bedingt geeignet
Solarthermie	59 GWh/a	89 GWh/a
Photovoltaik	47 GWh/a	72 GWh/a

6.2.4. Biomasse

Über die Fachabteilungen der Stadtverwaltung Engen wurden die folgenden Werte erfragt und daraus die Potenzialhöhen ermittelt (Tabelle 8). Engen hat eine Waldfläche von etwa 2.894 Hektar.

Tabelle 8: Biomasse-Potenziale

Potenzialart	Angaben bzw. Annahmen	Potenzial bei energetischer Nutzung (Wärme)	Kurzeinschätzung Nutzbarkeit
Waldholz	Derzeitige energetische Nutzung: 1.000 Festmeter und 200 m ³ Hackholz (Angaben Gemeinde)	ca. 2,4 GWh/a	Geeignet
	Nutzung des gesamten jährlichen Zuwachses von 8 Festmeter pro Hektar und Jahr (Mittelwert Nachbargemeinden) zu energetischen Zwecken.	ca. 51 GWh/a	Bedingt geeignet
Grüngut	50 Tonnen/Jahr (Angabe Gemeinde)	ca. 0,1 GWh/a	Bedingt geeignet
Biogas	Nutzung der gesamten Ackerflächen (1.545 ha) zum Anbau von Mais und Verwertung des gesamten Grünschnitts des Grünlands (1.550 ha) in Biogasanlagen	ca. 54 GWh/a Wärme sowie ca. 44 GWh/a Strom	Bedingt geeignet

Somit ergibt sich für Engen ein maximales technisches Biomasse-Potenzial zur Wärmeerzeugung von etwa 105 GWh/a – bei dem allerdings der gesamte jährliche Zuwachs des Waldes ausschließlich energetisch genutzt werden würde, und sämtliche Acker- und Grünflächen zur Biogaserzeugung verwendet werden würden. Das gut geeignete Biomasse-Potenzial beträgt etwa 2,4 GWh/a.

Das maximale technische Potenzial zur Stromerzeugung mit Biogasanlagen beträgt 44,9 GWh/a. Dabei würden sämtliche Acker- und Grünflächen in Engen zur Biogaserzeugung verwendet werden. Nachhaltig und realistischer wäre eine Nutzung von etwa 10 % der Ackerflächen. Die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen in Engen beträgt etwa 19 GWh/a (siehe Kapitel 5.6.). Dabei werden ggf. auch Anbauflächen auf Nachbargemeinden genutzt.

Insbesondere beim Biomassepotenzial können zukünftig Nutzungsänderungen entstehen wodurch Stoffströme vermehrt in die energetische Nutzung gelangen können. Eine Abschätzung dieser Entwicklung kann nicht durchgeführt werden, da dies von vielen unbekanntenen Faktoren abhängt.

6.2.5. Abwärmepotenziale

In Abbildung 29 sind die Abwärmepotenziale in Engen dargestellt. Die einzelnen Potenziale werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

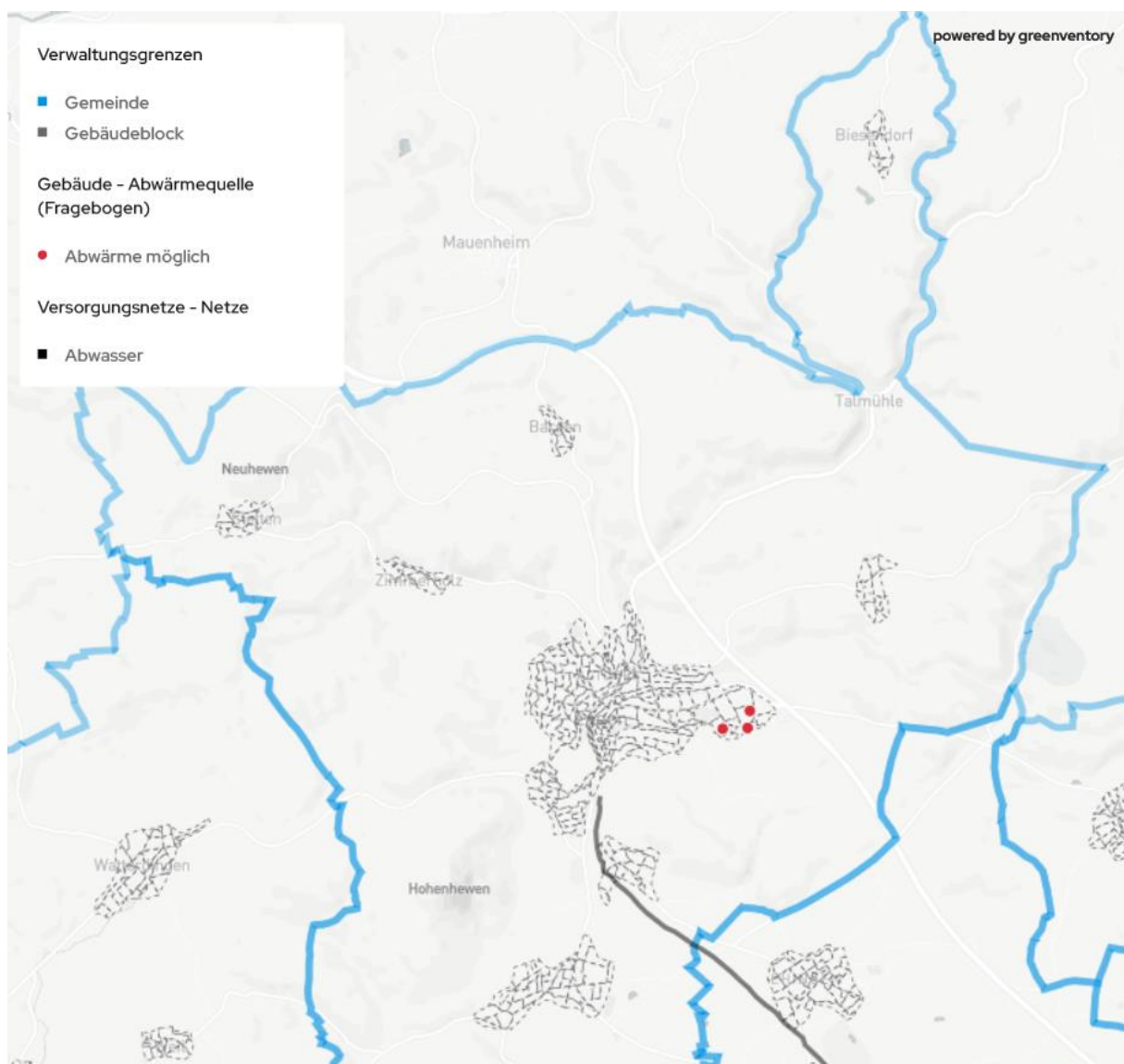


Abbildung 29: Karte der Abwärmepotenziale in Engen

Industrielle Abwärme

Die Abwärmepotenziale aus der Industrie wurden über Fragebögen erhoben (siehe Anhang). Im Rahmen der Datenerhebung bei den Industrie- und Gewerbebetrieben wurde nur von einem Unternehmen eine konkrete Abwärmemenge übermittelt. Einzelne Betriebe haben angegeben, dass Abwärmepotenziale vorhanden sind, jedoch keine konkreten Angaben zu den Abwärmemengen gemacht. Diese Unternehmen sind in den Karten und Plansätzen zur kommunalen Wärmeplanung ebenfalls ausgewiesen.

Eine weitere Identifikation und Erschließung von Abwärmepotenzialen erfordert eine tiefergehende technisch-wirtschaftliche Untersuchung in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Unternehmen, als dies im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung möglich war.

Tabelle 9: Ergebnisse der Unternehmensumfrage

	Anzahl
Angeschriebene abwärmerrelevante Unternehmen	39
Ausgefüllte Fragebögen	6
Unternehmen mit Abwärme („sicher“)	3
Unternehmen mit Abwärme („unsicher“)	0
Interesse, Abwärme auszukoppeln	1

Nur eines der Unternehmen hat eine konkrete Abwärmemenge genannt, welche nur in einem Bereich von 0,01-0,04 GWh/a liegt.

Somit wird im Rahmen der Wärmeplanung von keinem Potenzial von Hochtemperatur-Abwärme oder Niedertemperatur-Abwärme⁷ ausgegangen. Zur genaueren Quantifizierung der Potenziale sind tiefergehende Untersuchungen nötig.

Abwärme aus Abwasser

Die Wärme des Abwassers kann entweder direkt in den Gebäuden, in den Abwassersammlern oder am Kläranlagen-Auslauf genutzt werden. Bei allen Nutzungen vor der Kläranlage muss darauf geachtet werden, dass die Mindesttemperatur in der Kläranlage nicht unterschritten wird. Somit herrscht eine Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen potenziellen Entnahmestellen, die je nach Einzugsradius der Kläranlage auch auf unterschiedlichen Gemarkungen liegen können.

Potenzial am Auslauf der Kläranlagen: Engen ist an die Kläranlage Bibertal-Hegau in der Schweiz angeschlossen. Da es auf der Gemarkung von Engen keine Kläranlage gibt, ist hier kein Potenzial für Engen vorhanden.

Potenzial Abwassersammler: Ein ausreichendes Potenzial für die Nutzung von Abwasserwärme an den Abwassersammlern kann in Rohrabschnitten identifiziert werden, die die folgenden Bedingungen

⁷ Niedertemperaturabwärme muss über Wärmepumpen auf ein für Wärmenetze nutzbares Temperaturniveau gebracht werden. Hochtemperaturabwärme kann direkt genutzt werden.



erfüllen: Tagesmittelwert bei Trockenwetter ab 10 l Rohabwasser/s, Abwassertemperatur im Winter über 10 °C, Kanalquerschnitte über 400 mm, Gefälle des Kanals von mindestens 1 Promille (ifeu, 2018).

Da zur Erschließung eine hohe Heizlast (mindestens 100 kW = circa 20 Wohneinheiten) und eine geeignete Distanz der Objekte zum geeigneten Abwasserkanal notwendig sind, werden alle Gebäude in einem Radius von 100 - 300 Meter um den geeigneten Kanal als Potenzialgebiet erfasst [UM-BW 2020].

Da die Werte von Temperatur und Trockenwetterabfluss an den Kanälen nicht direkt bekannt ist, wurde der Trockenwetterabfluss anhand der angeschlossenen Einwohner grob abgeschätzt. Die Stadt Engen mit umliegenden Ortschaften wurde mit 10.000 Einwohnern abgeschätzt, von denen etwa 200 l Abwasser pro Einwohner und Tag anfällt. Daraus ergibt sich auf Höhe Anseltingen ein Trockenwetterabfluss von 23 l/s.

Die Abschätzung der Abwasser-Potenzialhöhen erfolgte in Engen anhand der in Tabelle 11 aufgeführten exemplarischen Stellen über Faustformeln des DBU und 4.800 Vollbenutzungsstunden.

Tabelle 10: Abwärmepotenziale aus Abwasser.

Stelle	TWL ⁸	Wärmeentzugsleistung	Potenzial
Kanal Stelle Anseltingen	23 l/s	185 kW	0,9 GWh/a

Abwärme aus Biogasanlagen

Das Marktstammdatenregister gibt für die Gemeindegemarkung eine installierte thermische Leistung von 2.884 kW an. Darin ist die Biogasanlage Talmühle enthalten, die bereits auf der Fläche der Nachbargemeinde steht. Mit angenommenen 8.000 VBH ergibt sich ein Abwärmepotenzial von 23 GWh/a. Dieses Potenzial verteilt sich auf die Anlagen Hauserhof, Spitzenhof, Hühnerbrunnerhof, Längenriederhof und Talmühle. In Abbildung 19 sind die Anlagen verortet und ihre Leistung ausgewiesen.

In Summe ergibt sich für Engen ein Abwärmepotenzial aus Abwasser und Biogas von gesamt etwa 23,9 GWh/a.

6.2.6. Geothermie und Umweltwärme

Geothermie kann über unterschiedliche Technologien nutzbar gemacht werden (siehe Abbildung 30). Auf diese wird in den kommenden Abschnitten eingegangen.

⁸ TWL = mittlerer Trockenwetterabfluss in Liter/Sekunde

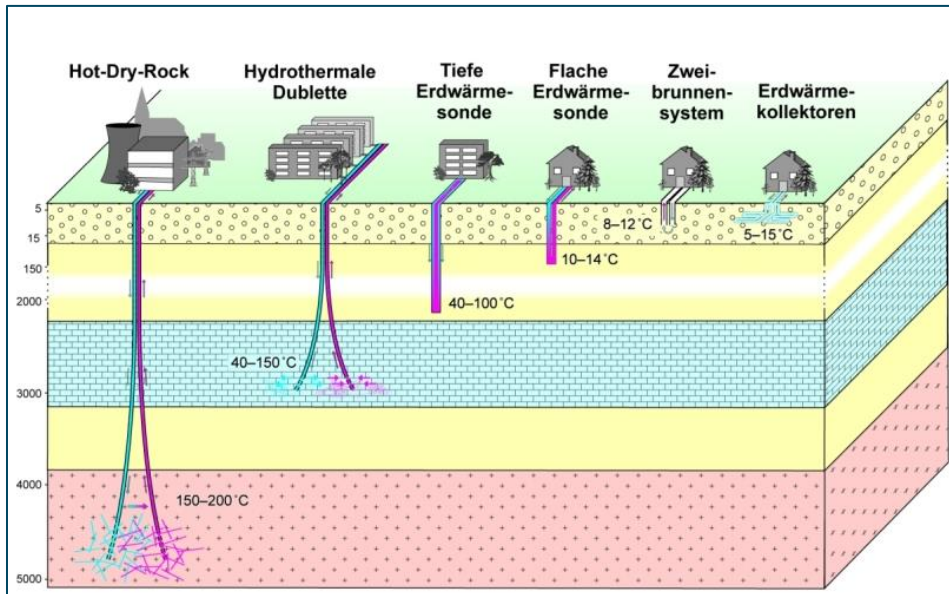


Abbildung 30: Verschiedene Technologien zur Nutzung von Geothermischen Potenzialen

Tiefe Geothermie

Unter tiefer Geothermie versteht man die Nutzung geothermischer Energie, welche über Tiefbohrungen erschlossen wird. Tiefe Geothermie beginnt bei einer Bohrtiefe von über 400 m und Temperaturen über 20 °C, üblicherweise wird allerdings ab einer Bohrtiefe von über 1.000 m und Temperatur ab 60 °C von tiefer Geothermie gesprochen. Für die Wärmenutzung werden zumeist hydrothermale Systeme, bei denen warmes/heißes Wasser aus tiefen Grundwasserleitern zur Speisung von Nahwärmenetzen genutzt wird, eingesetzt. Bei Temperaturen über 100 °C ist grundsätzlich eine Verstromung möglich.

Gibt es keine Thermalwasservorkommen in ausreichend großen Tiefen, ist nur die Nutzung von petrothermaler Geothermie möglich. Dazu zählt beispielsweise das riskante Hot-Dry-Rock-Verfahren, bei dem mit hohem Druck künstliche Risse im kristallinen Grundgestein erzeugt werden. Ein anderer Ansatz ist die Bohrung eines geschlossenen Wärmetauschers in großer Tiefe. Im bayrischen Geretsried startete 2023 ein derartiges Pilotprojekt, bei dem in von Bohrungen in 4,5 Kilometer Tiefe viele horizontale Stränge ausgehen, die jeweils mehr als drei Kilometer lang sind. Aufgrund der enorm hohen Bohrlängen sind solche Projekte aber nur im sehr großen Maßstab und in Kombination mit Stromerzeugung wirtschaftlich darstellbar.

Im Bereich des hier betrachteten Wärmeplanungskonvois (in etwa der blaue Rahmen in Abbildung 31) beträgt die Untergrundtemperatur in 1.000 m Tiefe etwa 60 °C und in 3.000 m Tiefe etwa 120 °C.⁹ Allerdings gibt es keine unterirdischen Thermalwasservorkommen, womit nur die Nutzung von petrothermaler Geothermie möglich ist. Vermutlich aus diesem Grund wurde dieses Gebiet im Vergleich zur benachbarten Bodenseeregion geologisch bislang nur sehr wenig untersucht: Im geothermischen Informationssystem GeotIS ist in diesem Bereich nur eine einzige 2D-Seismik aus den 80er-Jahren verzeichnet (von Engen Richtung Konstanz; blaue Linie in Abbildung 31), das sehr große 3D-Modellgebiet „Süddeutschland/Oberösterreich“ endet knapp außerhalb der Konvoigrenzen (grüne Linie in Abbildung 31) und es gibt bislang nur Bohrungen mit maximal 250 m Tiefe (Abbildung 32).

⁹ Quelle: 3D-Temperaturmodell des Geothermischen Informationssystems GeotIS [GeotIS]



Abbildung 31: Geologische Bohrungen und Modellierungen im Konvoigebiet (blaue Markierung). Quelle: [GeotIS]

Name	Endteufe [m]
Aach 1	99.00
Aachquelltopf	keine Angabe
Donauumleitung, Aach 1, Karstwasser-Meßstelle	156.00
Donauumleitung, Beuren 1, Karstbohrung	212.00
Donauumleitung, Talmühle	101.00
Donauumleitung, Wasserburger Tal	101.00
Espel KB1	180.00
GW-Bohrung 1950 Mülhausen	32.00
Hegau 3	250.00
Hegau 6	250.00
Mülhausen B3	150.00
Talmühle/Tal	100.00

Abbildung 32: Geothermische Bohrungen im Bereich des Wärmeplanungskonvois Oberer Hegau. Quelle: [GeotIS]

Im hier betrachteten Wärmeplanungskonvoi ist eine Nutzung von Tiefer Geothermie deshalb höchstwahrscheinlich wirtschaftlich nicht darstellbar. Dies liegt auch daran, dass aufgrund der enormen Investitionssummen und den zu erwartenden hohen Energiemengen, einem derartigen Projekt eine entsprechend hohe Wärmeabsatzmenge gegenüberstehen sollte. Diese ist im hier vorliegenden Konvoi nicht gegeben.



Oberflächennahe Geothermie

Im Vergleich zur tiefen Geothermie benötigt die oberflächennahe Geothermie mit maximal 400 m deutlich geringere Bohrtiefen. Für die wirtschaftliche Errichtung werden im privaten Bereich jedoch meist Tiefen von 100 m nicht überschritten. Bei der oberflächennahen Geothermie reicht die geförderte Wärme des Untergrunds nicht für eine direkt Nutzung aus. Eine Wärmepumpe verwendet die geothermisch im Jahreszyklus nahezu konstante Untergrundtemperatur von etwa 10 °C und hebt diese auf übliche Vorlauftemperaturen von 35 °C bis 60 °C an. Der Vorteil einer Wärmepumpe im Betrieb mit oberflächennaher Geothermie im Vergleich mit einer Luft-Wärmepumpe ist eine höhere Jahresarbeitszahl und damit ein geringerer Stromverbrauch aufgrund der konstanteren Temperatur des Untergrunds im Vergleich zur Luft.

Die oberflächennahe Geothermie kann über drei Arten erschlossen werden: Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen. **Erdwärmesonden** entnehmen dem Untergrund in einem geschlossenen Kältekreislauf mit senkrechten, 10 bis 400 m tiefen Bohrungen die Wärme. Bei der Verwendung eines offenen Systems wird **Grundwasser** über eine bis zu 50m tiefe Bohrung einem Brunnen entnommen, der Wärmepumpe zugeführt und an anderer Stelle des Grundstücks über eine zweite Bohrung zurückgeführt. **Erdwärmekollektoren** entnehmen dem Untergrund in wenigen Metern Tiefe (meist knapp unterhalb der Frostgrenze) über flächig verlegte Rohre die Wärme.

Erdwärmesonden

a) Einschränkungen und Risiken gemäß des Geothermieportals ISONG des Landes BW:

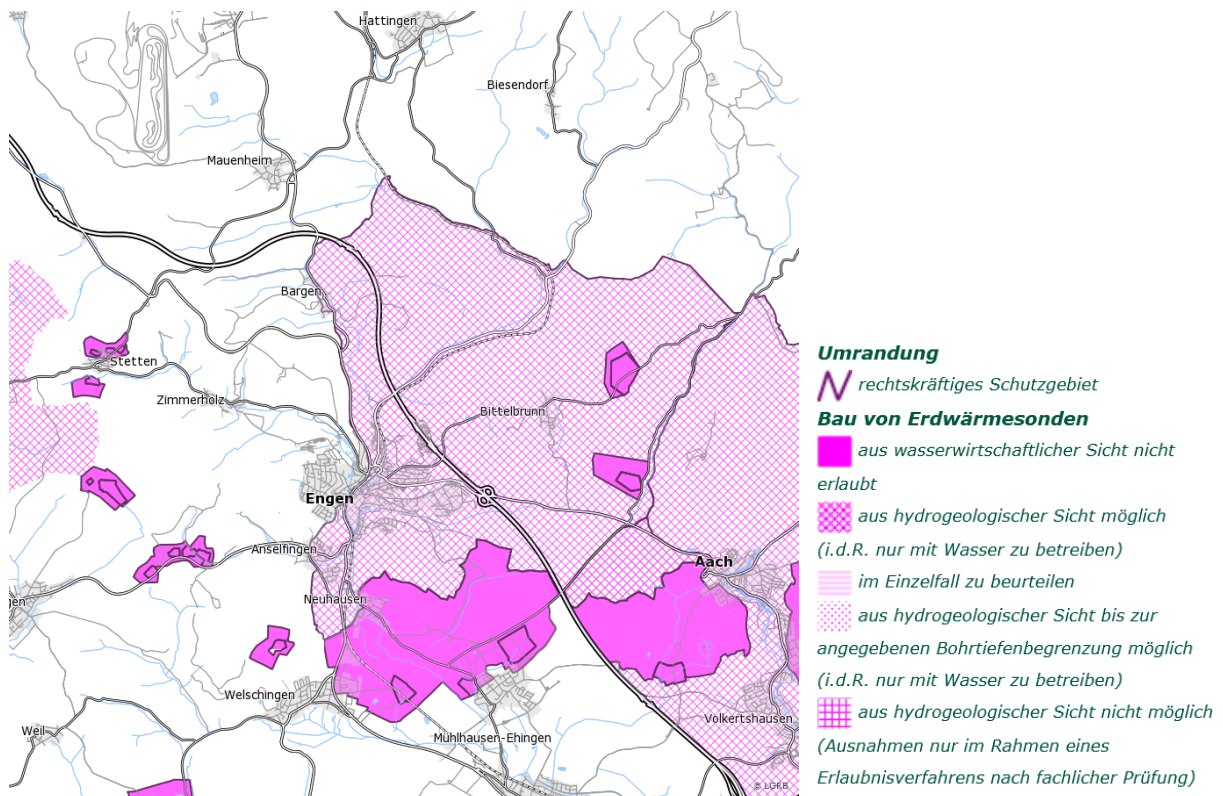


Abbildung 33: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und daraus resultierende Einschränkungen für den Bau von Erdwärmesonden. Quelle: ISONG / LGRB BW

Abbildung 33 und Abbildung 34 zeigen die Einschränkungen und Risiken für den Bau von Erdwärmesonden gemäß Geothermieportal ISONG.

Ergänzend dazu liegt folgende **Einschätzung des Landratsamtes Konstanz** vor, welche in enger Abstimmung mit den beiden für den Landkreis Konstanz zuständigen Gebietsgeologen des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (= LGRB) in Freiburg erstellt wurde:

Das gesamte Gebiet kann i.W. in 3 unterschiedliche Zonen unterteilt werden.

*Es wurde Ende 2016 eine sog. 'Verbotzone für Erdwärmesondenanlagen' abgegrenzt, die bis heute Gültigkeit besitzt. **Grundlage für die Bemessung dieser Verbotzone, die den südöstlichen Engener Raum abdeckt, war und ist die hydrogeologische Stellungnahme des LGRB vom 08.12.2016 (LGRB-Az.: 94-4721.5//16-9314 Wr/Gie).** Die Abgrenzung gilt bis heute und wurde noch nicht in das sog. Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (kurz: ISONG) eingepflegt. Erdwärmesondenanlagen innerhalb der genannten Verbotzone sind aus hydrogeologischer Sicht als sehr kritisch zu bewerten und daher aus Vorsorgegründen im Interesse einer gesicherten Wasserversorgung abzulehnen.*

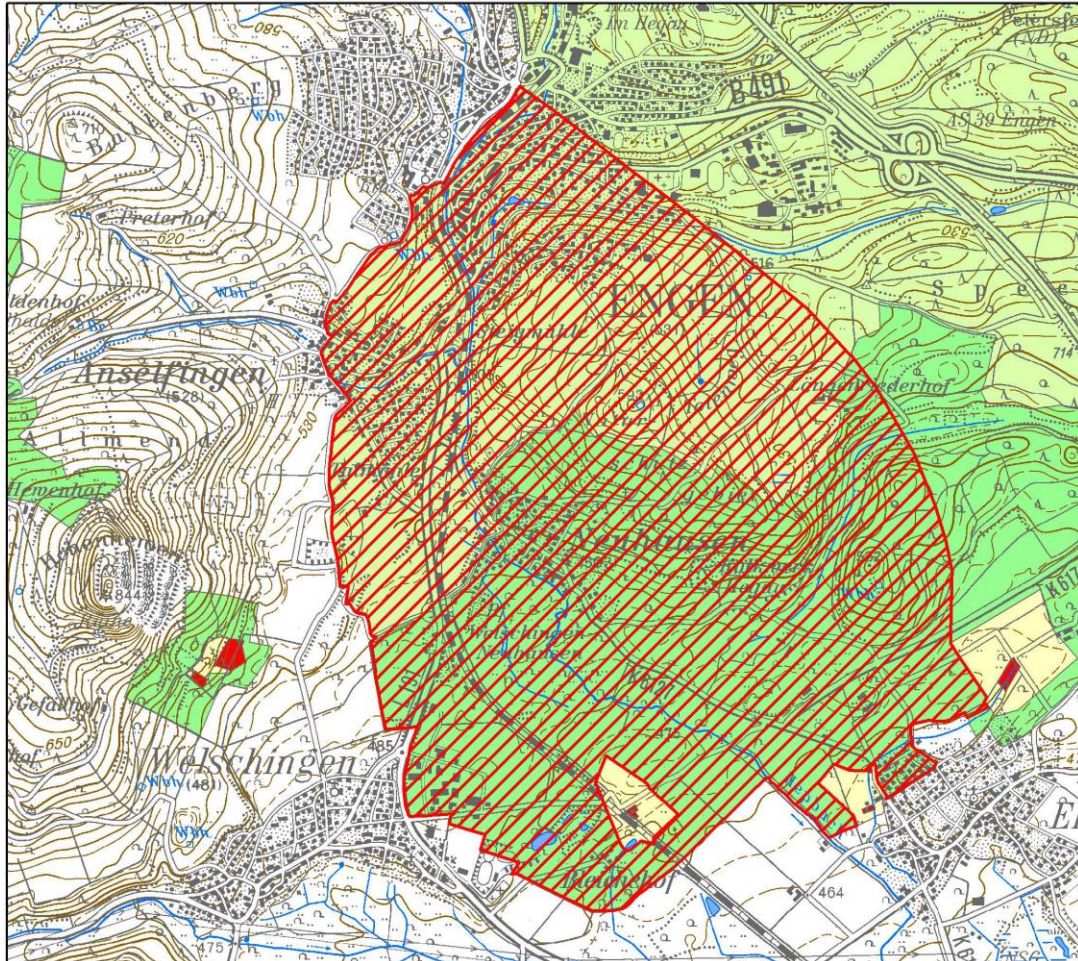
Der hydrogeologische Kenntnisstand im Bereich Engen ist am LGRB seit Ende 2016 i.W. unverändert. Die in Abbildung 33a dargestellte Verbotfläche ist demnach aktuell.

Neben v.g. Verbotzone kommt der nordöstliche Teil Engens innerhalb der Schutzzone III B des rechtskräftig festgesetzten „WSG für den TB Brächle, den TB Oberwiesen und die Bitzenquelle“ zum Liegen. Lt. ISONG ist in diesem Bereich der Bau von Erdwärmesonden-Anlagen aus wasserwirtschaftlicher Sicht grundsätzlich genehmigungsfähig. Dies gilt allerdings mit der Einschränkung, dass aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet nur Wasser als Wärmeträgermedium eingesetzt werden darf, was zur Verteuerung solcher Anlagen führt. Außerdem weist ISONG an diesem Standort gewisse Bohrrisiken aus. Diese sind generell zu beachten. I.W. handelt es sich im gesamten Engener Stadtgebiet bei den Risiken um bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrundschäden wegen möglicher Karsthohlräume und/oder größerer Spalten im Untergrund. Bei vorhandener Restmächtigkeit von Molassesedimenten können zudem Erdgasaustritte nicht ausgeschlossen werden und bei tieferen Erdwärmesonden mit Durchteufung der Impressamergel-Formation des Oberjura ist ggfs. mit zementangreifenden Grundwässern zu rechnen.

Der westliche Teil Engens hingegen liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten. In diesem Stadtteil ist der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden-Anlagen mit Wasser-Glykol-Gemisch möglich.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass der Bau von Erdwärmesonden-Anlagen immer der wasserrechtlichen Erlaubnis des Landratsamtes Konstanz bedarf.





0 1 2 km

Hydrogeologische Stellungnahme zum Abteufen von Erdwärmesonden-Bohrungen in Wasserschutzgebietszone III B im Einzugsgebiet der Tiefbrunnen Brächle der Stadt Engen und des Tiefbrunnens Oberwiesen der Gemeinde Mühlhausen-Ehingen, Lkr. Konstanz (TK 25, Bl. 8118 Engen)

Fläche mit vorgeschlagenem EWS-Verbot im Wasserschutzgebiet Tiefbrunnen Brächle, Tiefbrunnen Oberwiesen und Bitzenquelle, Engen (LUBW-Nr. 335001)

Legende

 Vorschlag EWS-Verbot

Rechtskräftiges Wasserschutzgebiet

 Fassungsbereich (Zone I)

 Engere Schutzzone (Zone II)

 Weitere Schutzzone A (Zone IIIA)

 Weitere Schutzzone B (Zone IIIB)

 Baden-Württemberg		
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG		
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 		
Aktenzeichen: 94-4721.5//16_9314		
Bearb.: Wr	Zeichn.: FIS	Anlage: 1

Abbildung 33a: Zusätzliche EWS-Verbotzone gemäß Auskunft des LRA Konstanz.



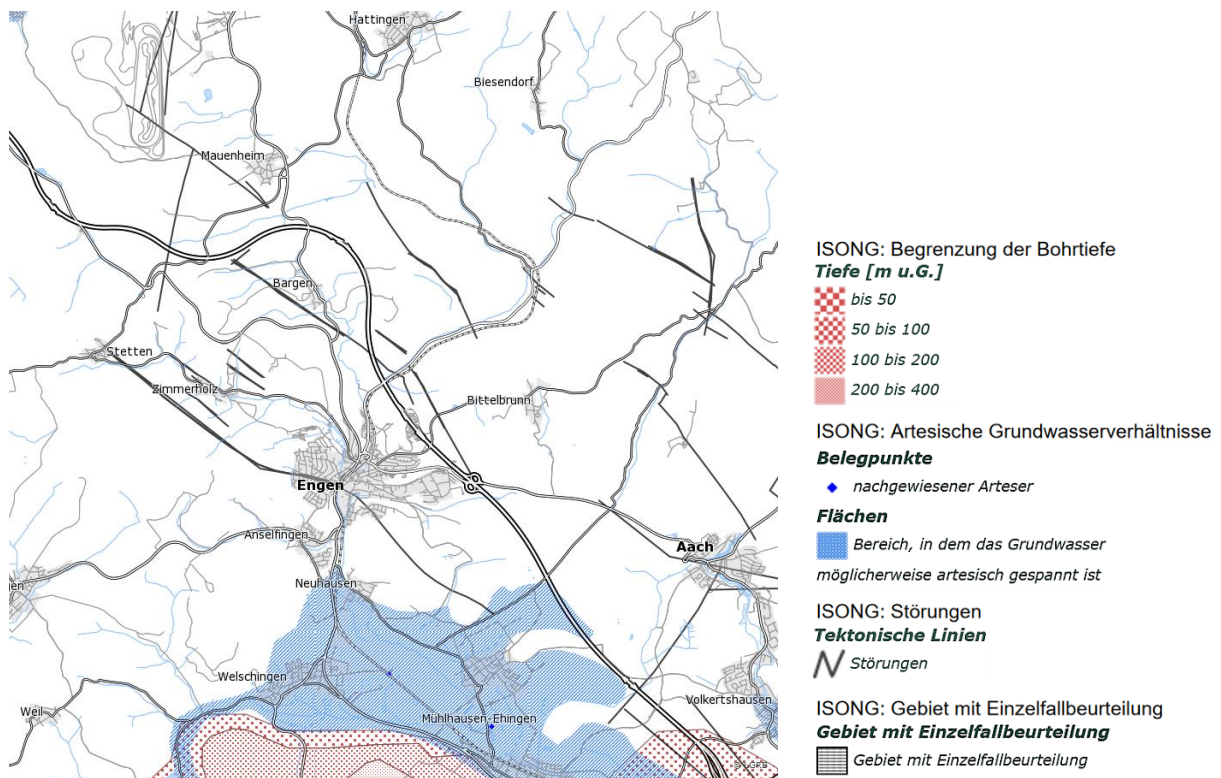


Abbildung 34: Bohrtiefenbeschränkungen und Risiken für den Bau von Erdwärmesonden. Quelle: ISONG / LGRB BW

b) Beispielhaftes prognostisches Bohrprofil

LGRB Informationssystem  Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Oberflächennahe Geothermie - Anfrage vom 29.01.2024: Gemarkung 'Engen' Ost/Nord : 483005 / 5300116

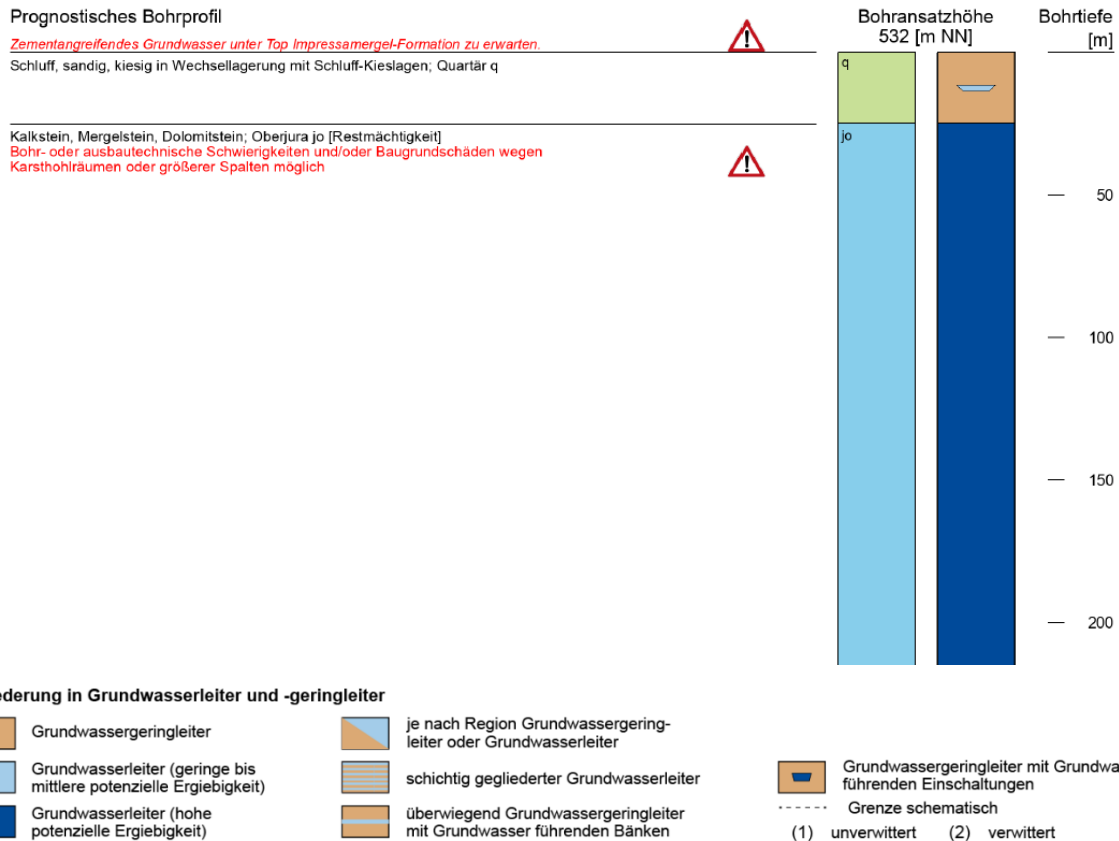


Abbildung 35: Beispielhaftes prognostisches Bohrprofil für Engen (Ecke Vorstadt und Am Maxenbuck). Quelle: ISONG / LGRB BW

Abbildung 35 zeigt ein beispielhaftes prognostisches Bohrprofil (Ecke Vorstadt und Am Maxenbuck): Bis 30 m besteht das Gebirge unter Engen aus Schluff, ist sandig und kiesig in Wechsellagerung mit Schluff-Kieslagen. Ab 30 m beginnt eine Schicht aus Kalkstein, Mergelstein und Dolomitstein. Während der Bohrungen muss mit größeren Hohlräumen gerechnet werden. Bei Bohrtiefen größer 254 m ist mit zementangreifendem Wasser wegen sulfathaltigen Gesteins zu rechnen.

c) Potenzialhöhe Erdsonden

Die KEA-BW hat in Zusammenarbeit mit der Universität Groningen, dem Institut für Gebäude- und Energiesysteme IGE an der Hochschule Biberach und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau eine vollautomatisierte, flurstücksbasierte Potenzialermittlung für Erdsonden erstellt. Dabei wurden nur Flurstücke des Types „Wohnbaufläche“ und „Flächen gemischter Nutzung“ berücksichtigt.



Zudem wurde ggf. eine automatisiert bestimmte maximale „unkritische Bohrtiefe“ zugrunde gelegt. Für Engen wurden auf diese Weise die Potenzialhöhen gemäß Tabelle 12 ermittelt.

Tabelle 11: Potenzialhöhen Erdsonden gemäß vollautomatisierter Analyse der KEA-BW.

	Minimales Potenzial (1 Erdsonde je geeignetem Flurstück)	Maximales Potenzial (bis zu 20 Erdsonden je geeignetem Flurstück)
Anzahl Sonden	2.446	12.887
Entzugsleistung	10.756 kW	32.977 kW
Wärme Potenzial	20 GWh/a	60 GWh/a

Im Mittel ergibt sich für Engen eine maximale Entzugsleistung von 30 Watt je Meter Erdsonde.

Abbildung 36 zeigt, in welchen Gebieten von der KEA-BW Erdsondenpotenziale berechnet wurden. Dargestellt ist die maximale Entzugsleistung in Kilowatt pro Hektar. Gewerbeflächen wurden bei der Analyse nicht mitberücksichtigt (s.o.).

Durch die vom Landratsamt zusätzlich gemeldete Verbotfläche (s.o.) reduziert sich das oben genannte Potenzial um etwa 30 %.

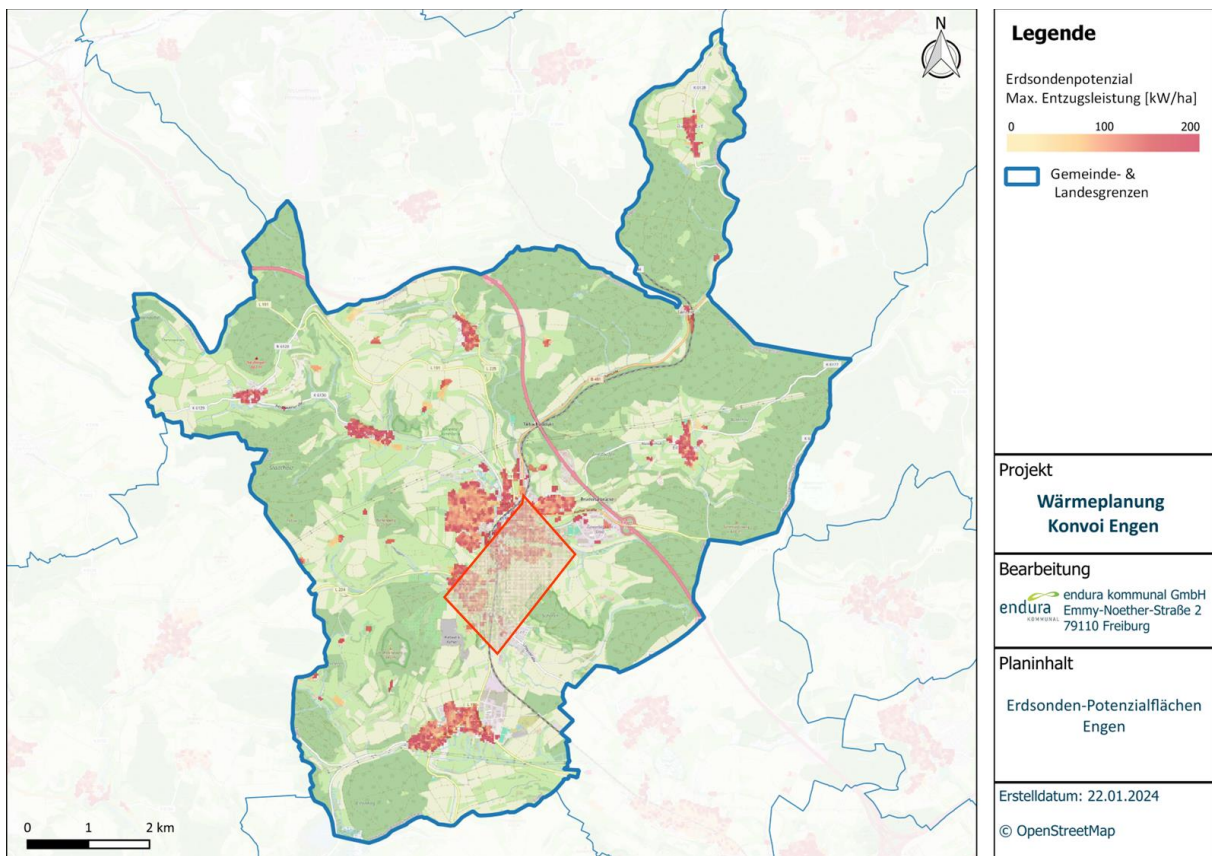


Abbildung 36: Verortung der von der KEA-BW vollautomatisiert ermittelten Erdsonden-Potenziale für Engen. Die zusätzliche Verbotzone gemäß Auskunft LRA ist mit ihrem ungefähren Verlauf als roter Kasten eingezeichnet.

Erdkollektoren

Die sich durch Wasser- und Heilquellenschutzgebiete ergebenden Einschränkungen für den Bau von Erdkollektoren (Tiefe üblicherweise unter 10 m) sind in Abbildung 37 dargestellt: In Engen ist der Bau von Erdwärmekollektoren im gesamten Gemeindegebiet möglich. Aufgrund des Wasserschutzgebietes "TB Brächle, TB Oberwiesen und Bitzenquelle, Engen" gelten dabei östlich der Hegaustraße, in Ansefingen, Neuhausen und Barga bestimmte Auflagen, diese sind im ISONG-Portal des LGRB näher erläutert.

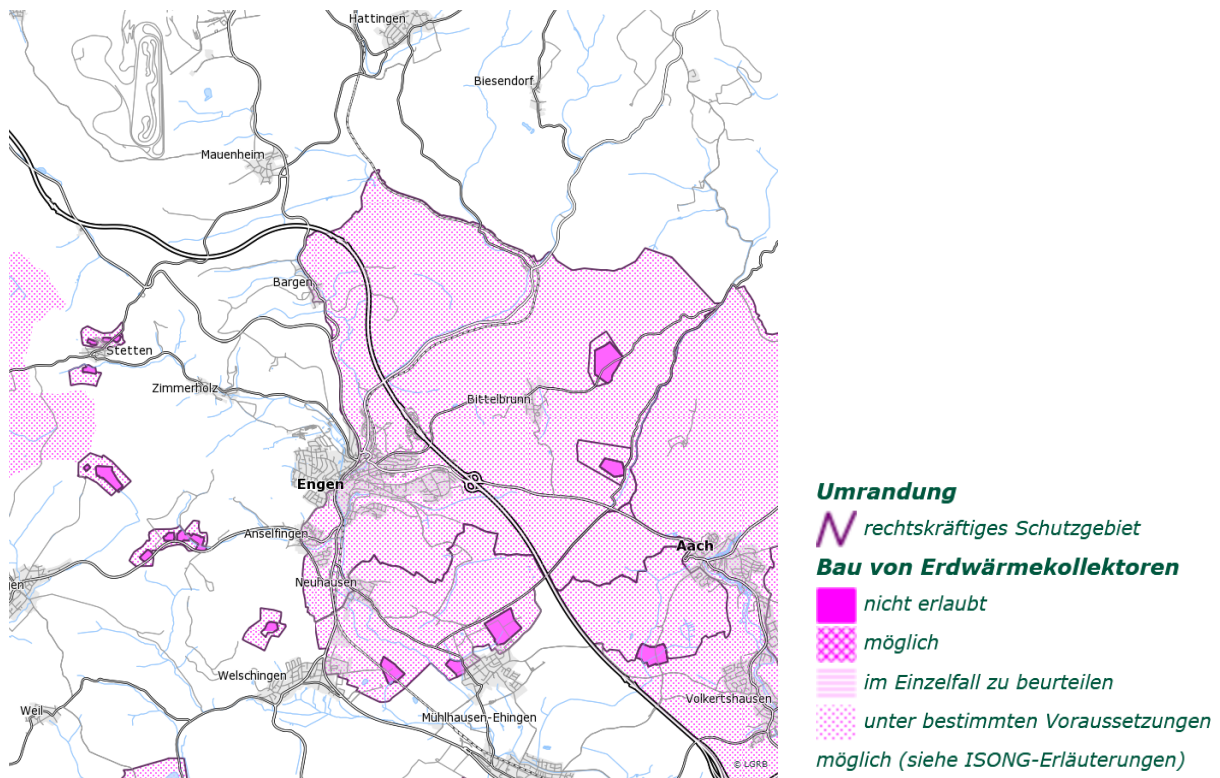


Abbildung 37: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und daraus resultierende Einschränkungen für den Bau von Erdkollektoren. Quelle: ISONG / LGRB BW

Flüsse und Seen

In Engen ist eine Nutzung des Ziegeleiweiher in Biesendorf als Niedertemperatur-Wärmequelle für Wärmepumpen denkbar. Die hier berechneten Wärmemengen stellen nur eine erste, sehr grobe Potenzialabschätzung dar, bei der Aspekte wie Gewässerschutz und Naturschutz nur sehr eingeschränkt berücksichtigt wurden. Die vorhandenen Bäche in Engen weisen eine zu geringe Abflussmenge für eine energetische Nutzung auf.

Für den Ziegeleiweiher ergibt sich bei einer angenommenen thermisch nutzbaren Tiefe von 5 m und einer Abkühlung dieses Volumens um 1 Kelvin ein Potenzial von 0,04 GWh/a.

Luft

Da die Umgebungsluft als Wärmequelle im Prinzip unbegrenzt verfügbar ist, wurde dieses Potenzial im Rahmen der Wärmeplanung nicht quantifiziert.

6.2.7. Windenergie

Für den weiteren Ausbau der Windenergie und das Erreichen der Klimaziele in Baden-Württemberg werden derzeit von den Regionalverbänden die bestehenden Regionalpläne fortgeschrieben, in denen Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen werden. Dieser Ausweisungsprozess neuer Vorranggebiete wird mit den Satzungsbeschlüssen im Herbst 2025 abgeschlossen sein. Windenergieanlagen außerhalb der ausgewiesenen Vorranggebiete sind dann nicht mehr privilegiert und würden ein Bebauungsplanverfahren notwendig machen. Der Regionalverband Hochrhein-Bodensee hat am 19. März 2024 in öffentlicher Sitzung den Anhörungsentwurf des Regionalplans Wind beschlossen. Die Öffentlichkeitsbeteiligung hat damit begonnen und es kann bis zum 20. September 2024 Einsicht genommen werden unter:

<https://windenergie-hochrhein-bodensee.de/>

Bei Fertigstellung des Fachgutachtens befand sich der Teilregionalplan Windkraft in der Anhörungsphase. Die seitens des Regionalverbands vorgeschlagenen Vorranggebiete durchlaufen bei den jeweiligen Kommunen einen Abwägungsprozess. Mit Vorliegen bzw. nach Abschluss der ersten Offenlage durch den Regionalverband wird klar sein, welche Gebiete im Regionalplan als Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen werden können. Die rechtliche Verbindlichkeit wird allerdings erst mit Abschluss des kompletten Prozesses 2025 erreicht. Die Vorranggebiete sind in den überwiegenden Fällen gemarkungsübergreifend. Eine interkommunale Zusammenarbeit ist dann zwingend erforderlich.

Im Rahmen der Wärmeplanung werden die Potenziale zur Windenergie auf Basis der ausgewiesenen Flächen in den Regionalplänen mit Stand April 2024 ermittelt. Kriterien der Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit sind hierbei noch nicht berücksichtigt. Bei der Berechnung der Potenziale wurde die Anzahl der möglichen Windenergieanlagen (WEA) je Fläche abgeschätzt. Je Anlage wird von einer Stromerzeugung von 15 GWh pro Jahr ausgegangen. Die Anzahl möglicher WEA in den Vorranggebieten wurde für die Gemarkungen der Konvoigemeinden mit 23 WEA abgeschätzt, welche als „bedingt geeignetes“ Potenzial in die Potenzialanalyse miteinfließen. Als „gut geeignetes“ Potenzial sind für den Konvoi 6 Anlagen identifiziert worden, welche bereits vorhanden oder konkret geplant sind. Bei den bestehenden Anlagen kann das volle Potenzial erst durch Repowering erschlossen werden.

Der aktuelle Entwurf des Regionalplans zur Teilfortschreibung Windenergie sieht für die Gemarkung Engen drei Vorranggebiete vor. Dies sind die Vorranggebiete 41 („Höhe“, gemarkungsübergreifend mit Tengen), 42 („Langwieden“) und 43 („Harlanden“). Nimmt man diese drei Vorranggebiete als Grundlage für die Berechnung der Potenziale ergäbe sich ein Gesamtpotenzial von etwa 13 Anlagen mit einer Gesamt-Stromerzeugung von 195 GWh pro Jahr. Diese drei Vorranggebiete werden im aktuellen Anhörungsverfahren geprüft. Eine Aussage, welche Flächen in die Teilfortschreibung des Regionalplans aufgenommen werden, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht getroffen werden.



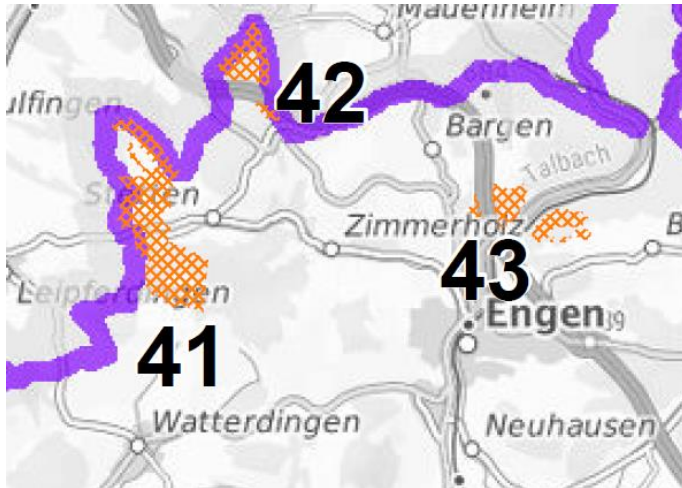


Abbildung 38: Auszug aus der Teilfortschreibung Wind des Regionalplans Hochrhein-Bodensee, Stand April 2024

6.2.8. Wasserkraft

Auf der Gemarkung Engen befinden sich laut Marktstammdatenregister derzeit keine Wasserkraftanlagen. Auch der Energieatlas des LUBW weist für Engen kein Wasserkraft-Ausbaupotenzial aus.

6.3. Zusammenfassung Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse hat ermittelt, welche technischen Potenziale in Engen vorhanden sind. Dabei wurden sowohl Wärme- als auch Strompotenziale betrachtet. In der nachfolgenden Grafik (Abbildung 39) werden die ermittelten Potenziale dargestellt. Dabei werden bereits genutzte Potenziale, Potenziale auf gut geeigneten Flächen und auf bedingt geeigneten Flächen dargestellt¹⁰. In den Datenbeschriftungen ist jeweils angegeben: IST-Nutzung | gut geeignetes Potenzial | bedingt geeignetes Potenzial.

¹⁰ Die genannten Potenzialhöhen schließen die IST-Nutzung mit ein. Ebenso schließt das bedingt geeignete Potenzial das geeignete Potenzial mit ein.

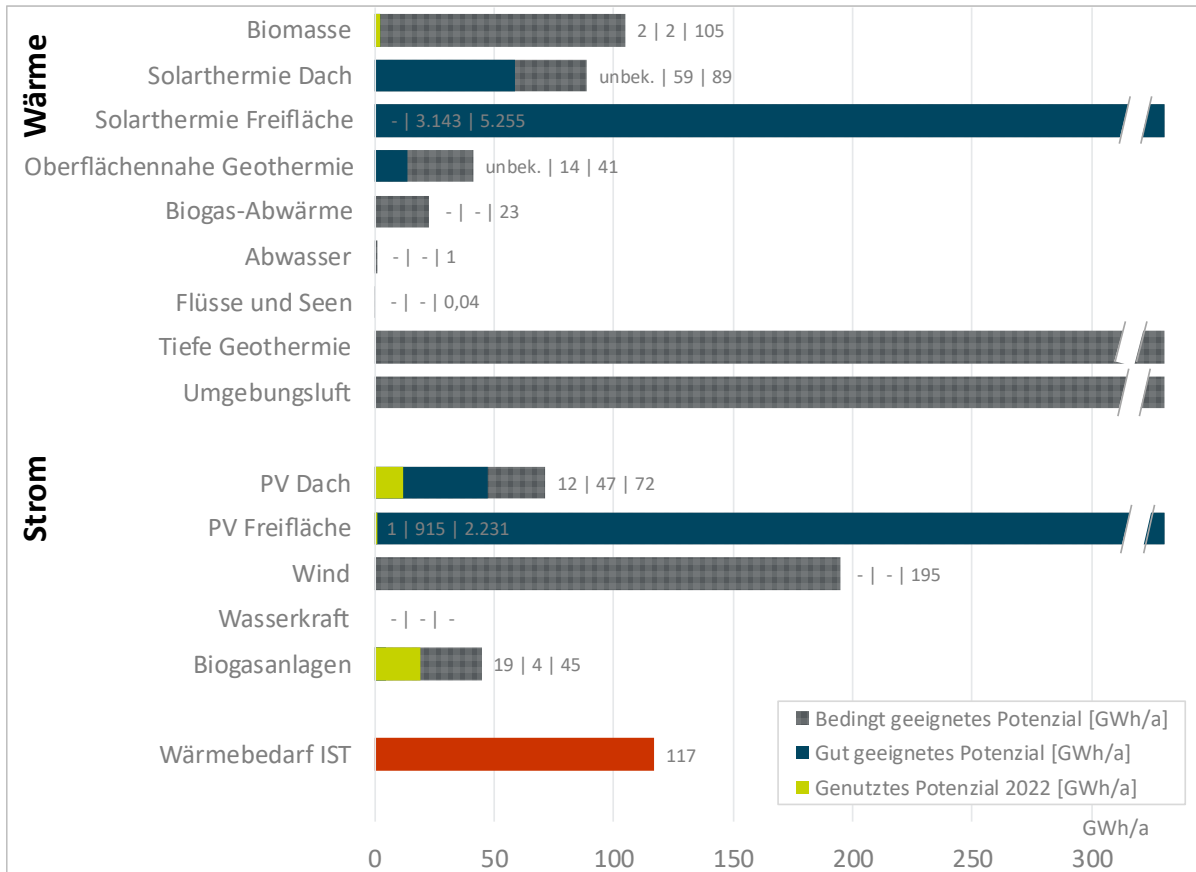


Abbildung 39: Höhe der Potenziale in Engen in GWh/a

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Engen vor allem über erhebliche Potenziale bei der Solarenergie verfügt. Auch die oberflächennahe Geothermie stellt in Engen eine vielversprechende Wärmequelle dar. Umweltwärme in Form von Luft wurde nicht quantifiziert (da praktisch unbegrenzt) und darum an dieser Stelle nicht dargestellt.

Engen könnte sich anhand der technischen Potenziale selbst versorgen. Allerdings dürfte aufgrund der Nutzungskonkurrenzen bei den Freiflächen und der Saisonalität der Solarpotenziale das tatsächlich realisierbare Potenzial auf absehbare Zeit nicht genügen, um die Stadt komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotenziale gleichzeitig auch in den Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.

7. Eignungsgebiete

Die Versorgung mit Wärme und die Nutzung von erneuerbaren Energien kann sowohl dezentral über Einzelheizungen als auch über Wärmenetze erfolgen. Wärmenetze können in integrierten und zukunftsfähigen Versorgungssystemen einen wichtigen Beitrag leisten, weshalb diesen eine hohe Bedeutung bei der Wärmewende beigemessen wird. Im Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung BW [UM-BW 2020] werden die Systemdienstleistungen von Wärmenetzen wie folgt beschrieben:

- › Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, wie große Solarthermie, Tiefe Geothermie, Umweltwärme, Biomasse
- › Deckung der verbleibenden Bedarfslücken der Stromerzeugung aus Sonne und Wind (Residuallasten) durch bedarfsgerecht betriebene, stromnetzgeführte Kraft-Wärme-Kopplung in den Heizzentralen
- › Erhöhung der Effizienz im Energiesystem aufgrund der Möglichkeit, vielfältige Abwärmequellen nutzen zu können
- › Flexibilitätsgewinne im Wärme- und Strombereich durch Einbindung großer thermischer Speicher
- › Kommunale Steuerungsfunktion zur Senkung des Ausstoßes vermeidbarer Treibhausgas-Emissionen durch netzgebundene Wärmeversorgung

Aus den beschriebenen Gründen wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelheizungen identifiziert und ausgewiesen. Für die ausgewiesenen Eignungsgebiete wurde im nächsten Schritt Maßnahmen entwickelt.

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze werden auf Basis des Verbrauchsszenarios und anhand der Potenzialanalyse nach untenstehenden Kriterien definiert. Die ausgewiesenen Gebiete dienen gleichzeitig dazu, das Versorgungsszenario aufzustellen. Für das Versorgungsszenario kann so der Anteil der zukünftig über Wärmenetze versorgten Gebiete und der zugehörige Wärmebedarf bestimmt werden.

Kriterien

Die wesentlichen Kriterien für die Eignung eines Gebietes für ein Wärmenetz sind wie folgt:

- › Wärmedichte je Hektar [MWh/ha*a]
- › Wärmelinien-dichte (d.h. Wärmedichte entlang der Straßen) [kWh/m*a]
- › Vorhandene Ankergebäude (Keimzellen für Wärmenetze, i.d.R. öffentliche oder institutionelle Gebäude mit hohem Wärmebedarf)
- › Bebauungsstruktur und -dichte, Denkmalschutz
- › Mögliche Wärmequellen
- › Typische Ausbaubarrieren für Wärmenetze (z.B. Gewässer, Bahnlinien, stark befahrene Straßen oder deutliche Höhenunterschiede)
- › Bestehende Wärmenetze (bzw. Planungen)

Wesentliches Kriterium für die Ausweisung von Wärmenetz-Eignungsgebieten ist die Wärmedichte, anhand derer die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes eingeschätzt werden kann. Aufgrund von unterschiedlichen Siedlungsstrukturen muss bei der Ausweisung innerhalb des Stadtgebietes ggf. unterschiedliche Grenzwerte angesetzt werden. Zudem wurde angestrebt, möglichst zusammenhängende



Gebiete auszuweisen. Das Vorgehen der Eignungsgebietsausweisung kann im Handlungsleitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [UM-BW 2020] nachgelesen werden. Als grundsätzlicher Grenzwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand werden hier 415 MWh pro Hektar und Jahr angegeben.

Übersicht

Abbildung 40 zeigt die Wärmenetz-Eignungsgebiete für Engen. Alle Gebiete außerhalb der Wärmenetz-Eignungsgebiete sind Eignungsgebiete für die dezentrale Einzelversorgung.

Für die Kommunen dient die Ausweisung der Eignungsgebiete dazu, Gebiete für vertiefte Planungen zu identifizieren und diese anschließend anzustoßen. Der Wärmebedarf nach Eignungsgebieten ist in Tabelle 14 aufgeschlüsselt: In den Wärmenetz-Eignungsgebieten befindet sich etwa 25 % des Wärmebedarfs von Engen.

Tabelle 12: Wärmebedarf 2021 – 2040, aufgeteilt nach Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelversorgung

Wärmebedarf in GWh/a	Gesamt (100 %)	In Wärmenetz-Eignungsgebieten (25 %)	In Einzelversorgungsgebieten (75 %)
2021	117	29	88
2030	104	26	78
2040	90	22	68

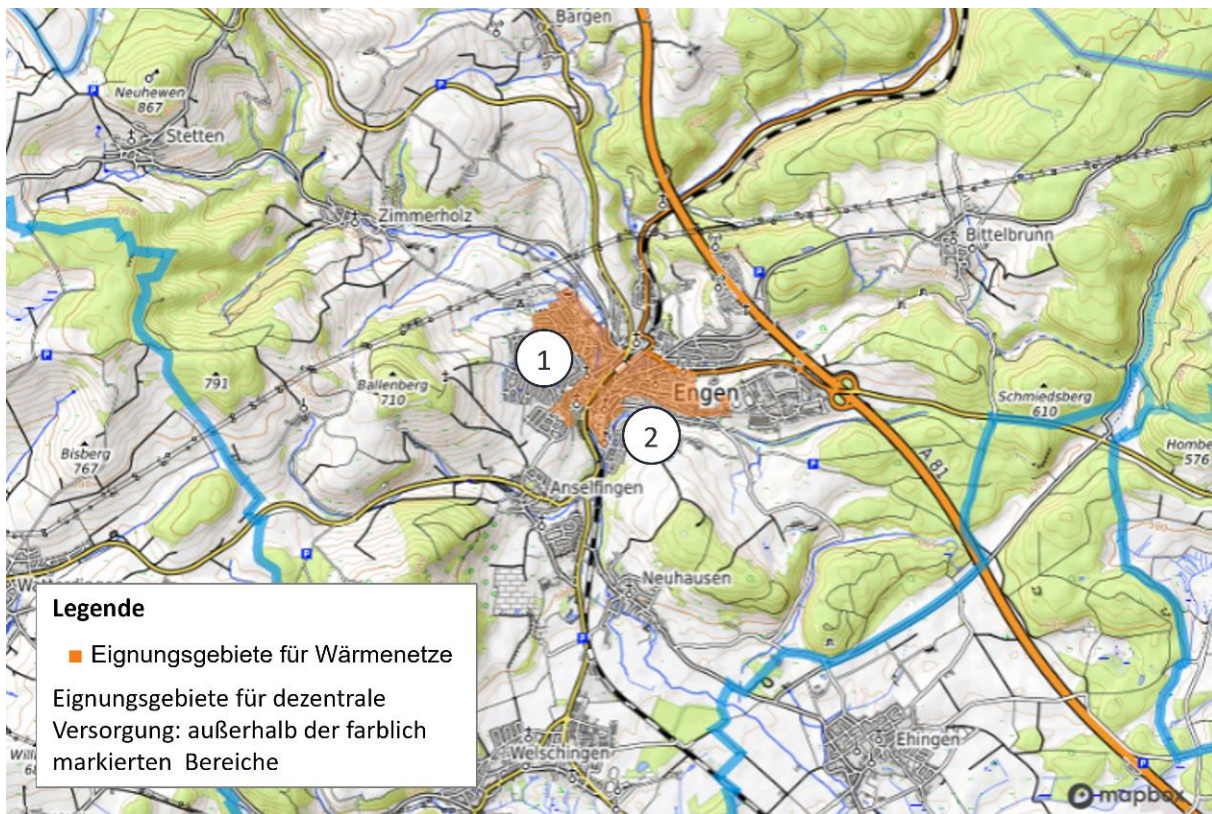


Abbildung 40: Wärmenetz-Eignungsgebiete der Stadt Engen

Tabelle 13: Auflistung der Eignungsgebiete mit Kriterien

Prio A/B	Nr.	Eignungsgebiet	Wärmebedarf MWh	Wärme- liniendichte kWh/m	Bestands- wärmenetz ja/nein	Nähe zu gut geeigneten Freiflächen +/-
A	1	Nord-West	10.700	1.800	Nein	o
	2	Altstadt bis Bildungszentrum	17.700	2.600	ja	o



8. Szenarien

Für die Entwicklung einer Wärmewendestrategie sind Zielszenarien die wichtigsten Schnittstellen zwischen den ermittelten Potenzialen und den abgeleiteten Maßnahmen. Gemäß dem Klimaschutzgesetz BW wird ein Zielszenario für das Jahr 2040 und ein Zwischenszenario für das Jahr 2030 erstellt. Diese Szenarien schließen sowohl Verbrauchs- als auch Versorgungsszenarien mit ein.

8.1. Verbrauchsszenario

Für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs bis 2040 wurden entsprechend der Methodik im Leitfaden Kommunale Wärmeplanung BW die folgenden Reduktionsfaktoren angenommen:

- › Wohngebäude: Einsparung je nach Baualtersklasse, siehe Abbildung 41. Für Engen ergibt sich für die Gebäude vor 1995 eine durchschnittliche Einsparung je Sanierung von 54 %. Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 2 % pro Jahr werden bis 2040 31 % der Wohngebäude saniert, d.h. 880 der ca. 2.800 Wohngebäude in Engen. Dies entspricht einer Reduktion des Wärmebedarfs im Sektor Wohnen um 17 %.
- › Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD): Einsparung 43 %
- › Industrie & Produktion: Einsparung 36 %
- › Öffentliche Gebäude: Einsparung 16 %

In Summe ergibt sich somit eine Einsparung von 23 %. Der gesamte Endenergiebedarf für das Zieljahr 2040 zur Wärmebereitstellung liegt damit bei 90 GWh/Jahr.

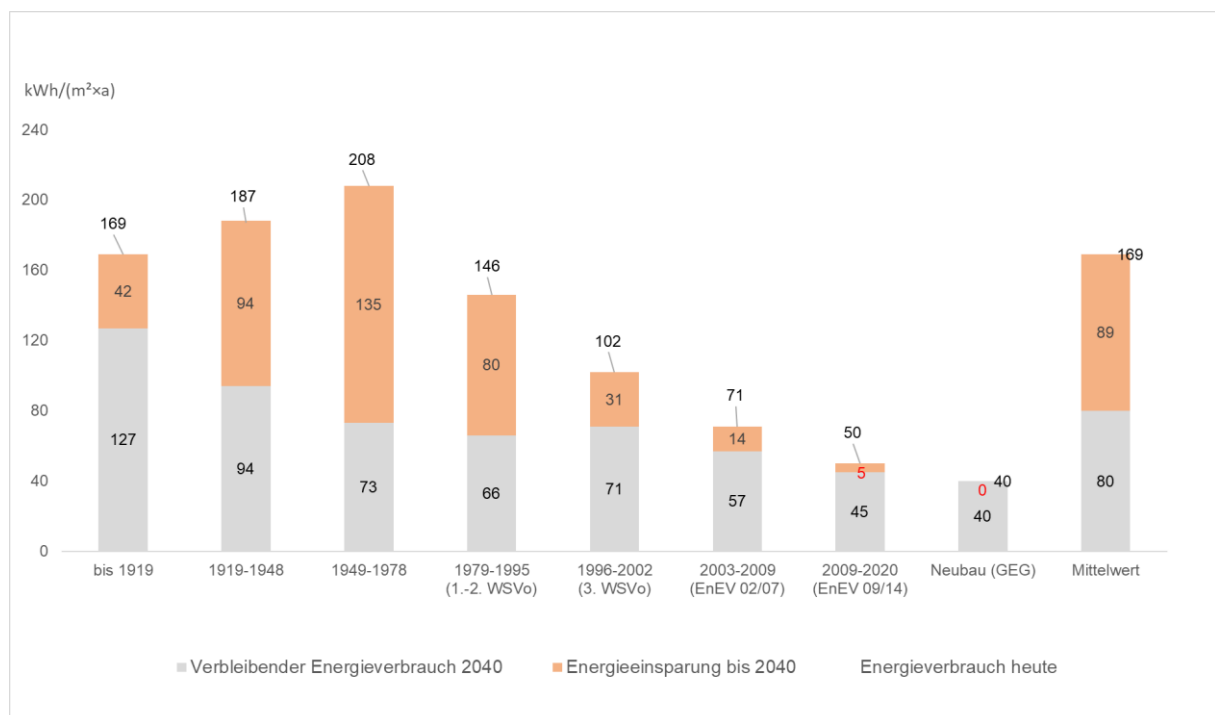


Abbildung 41: Flächenbezogener Endenergieverbrauch nach Altersklassen für den Ist-Zustand (teilsaniert) und nach energetischer (Voll-)Sanierung bis 2040. Quelle: Technikkatalog v1.1 der KEA-BW



8.2. Versorgungsszenario 2040 mit Zwischenziel 2030

Basierend auf den angenommenen Verbrauchsreduktionen (s.o.) und den ausgewiesenen Eignungsgebieten (siehe Kapitel 7) wurde für Engen ein Versorgungsszenario 2040 entwickelt, bei dem die Wärmeversorgung gänzlich ohne den Einsatz von fossilen Energieträgern erfolgt. Die Grundlage hierfür bildeten die im Folgenden aufgelisteten Szenario-Studien.

- › Kopernikus Projekt Ariadne: „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich“ [Ariadne 2021]
- › Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende: „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [Prognos et al. 2021]
- › RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“ [UBA 2021]
- › Studie „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040: Erforderlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien“ [PEE 2021]

Es ergaben sich die folgenden Leitplanken der Szenario-Erstellung:

1. Die Wärmenetze sollen hauptsächlich über Solarthermie, Abwasser- und Produktionsabwärme sowie Wärmepumpen versorgt werden. Zur Spitzenlastdeckung dienen Biomasse und Elektrokessel („Power2heat“).
2. Holzartige Biomasse soll primär zur Spitzenlastdeckung genutzt werden.
3. Wasserstoff als stromintensiver und hochwertiger Energieträger soll nur wo nötig eingesetzt werden. Aufgrund ihrer deutlich höheren Effizienz sind Wärmepumpen zur Wärmeherzeugung vorzuziehen.
4. In den Wärmenetz-Eignungsgebieten wird ein Anschlussgrad von mindestens 60 % des Wärmebedarfs angenommen.

Die daraus - unter Einbeziehung der lokalen Gegebenheiten - erarbeiteten Szenarien für 2030 und 2040 sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Abbildung 42 zeigt die in den Gebäuden eingesetzten Endenergieträger, d.h. entweder „Wärmenetz“ oder den dort dezentral genutzten Energieträger. Abbildung 43 zeigt den Erzeugungsmix der Wärmenetze. In den Szenarien wurden die folgenden Annahmen getroffen:

In den Wärmenetz-Eignungsgebieten werden 2040 80 % des Wärmebedarfs über Wärmenetze gedeckt¹¹. Die Wärmenetze sollen, soweit möglich mit 20 % Solarthermie versorgt werden. Aufgrund des hohen Anteils an städtischem Wald in Engen wird ein Biomasse-Anteil von 50 % angenommen. Die Wärme aus dem Abwassersammler kann etwa 5 % der Wärmeherzeugung abdecken. Die übrigen 25 % können beispielsweise mit einer Luft-Wärmepumpe gedeckt werden, die in Kombination mit einem großen Wärmespeicher v.a. in Zeiten niedriger oder gar negativer Strompreise betrieben werden kann. Insgesamt werden somit 2040 ca. 20 % des Wärmebedarfs in Engen über Wärmenetze gedeckt.

In den Einzelversorgungsgebieten sollen sich die (Wohn-)Gebäude 2040 überwiegend über Wärmepumpen (70 %) versorgen. Solarthermie soll wo möglich eingesetzt werden (10 %), Biomasse

¹¹ Für die verbleibenden Gebäude, die sich innerhalb der WN-Eignungsgebiete dezentral versorgen, gilt der gleiche Energiemix wie für die Gebäude in den Einzelversorgungsgebieten.



hingegen überwiegend zur Spitzenlastdeckung im Winter genutzt werden (15 %). Für den Sektor Produktion wurde aufgrund des teilweisen Hochtemperaturbedarfs ein Energieträgermix von 20 % Biomasse, 10 % Direktstrom, 10 % Solarthermie und 60 % Wärmepumpen angenommen.

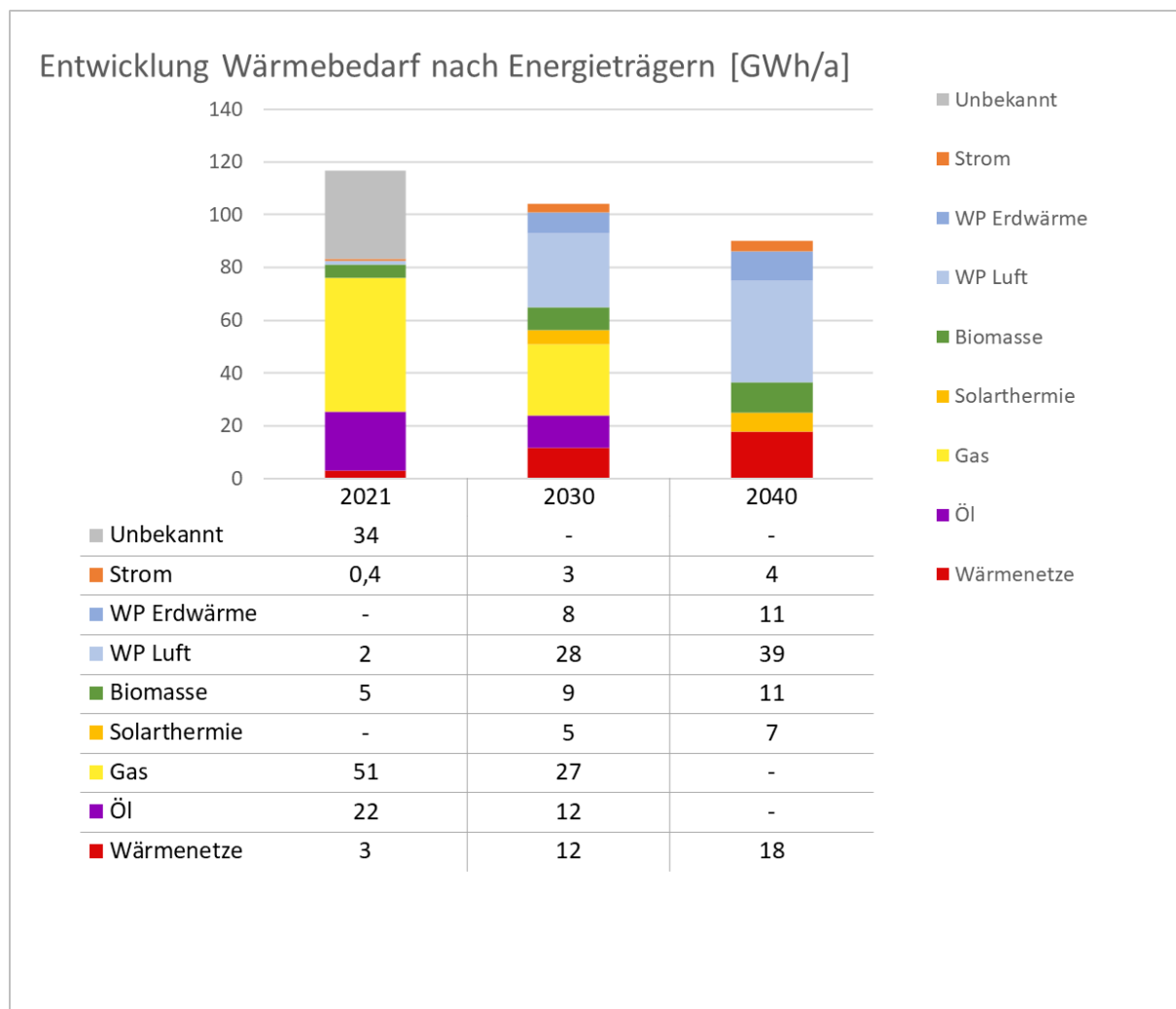


Abbildung 42: Entwicklung des Wärmeverbrauchs und eingesetzte (End-)Energieträger : IST, 2030, 2040. Die angesetzten Reduktionsfaktoren sind im vorigen Kapitel erläutert

Das Zwischenziel 2030 zeigt die Transformation vom IST-Zustand zum Zielszenario 2040: In den Wärmenetz-Eignungsgebieten wurde ein Anschlussgrad von 40 % des Wärmebedarfs angenommen. Die dezentrale Wärmeversorgung erfolgt bereits großflächig über Wärmepumpen.

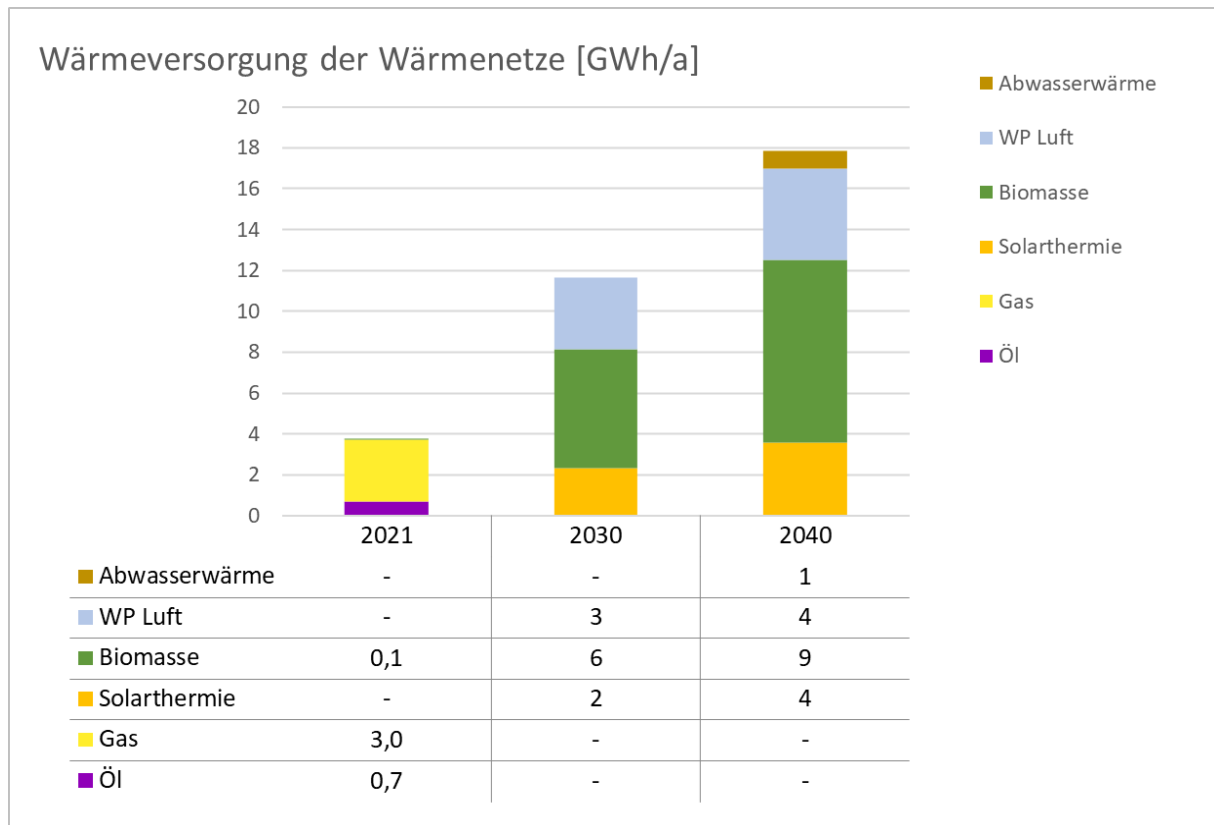
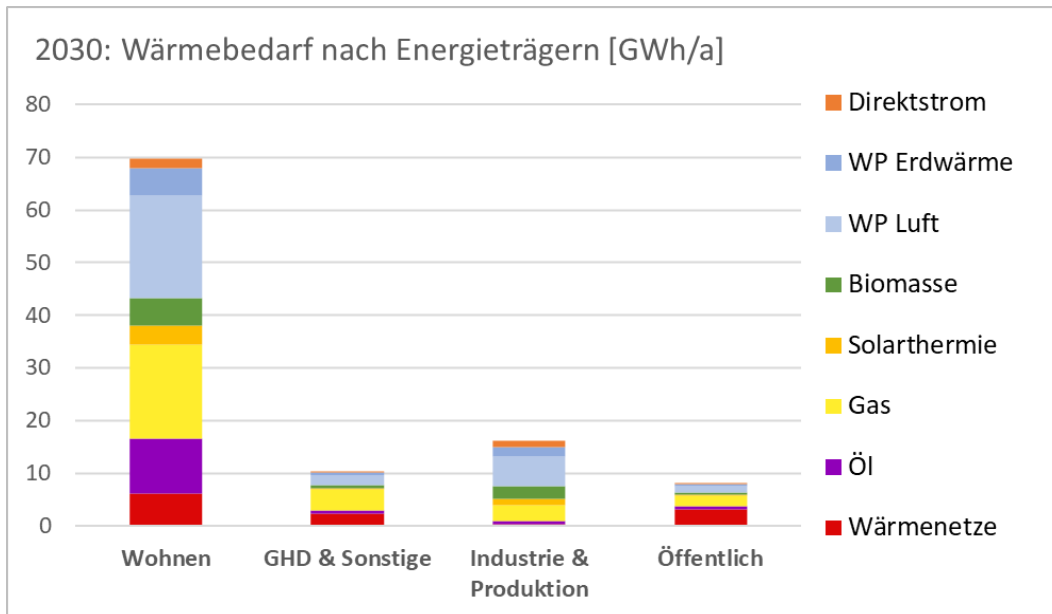
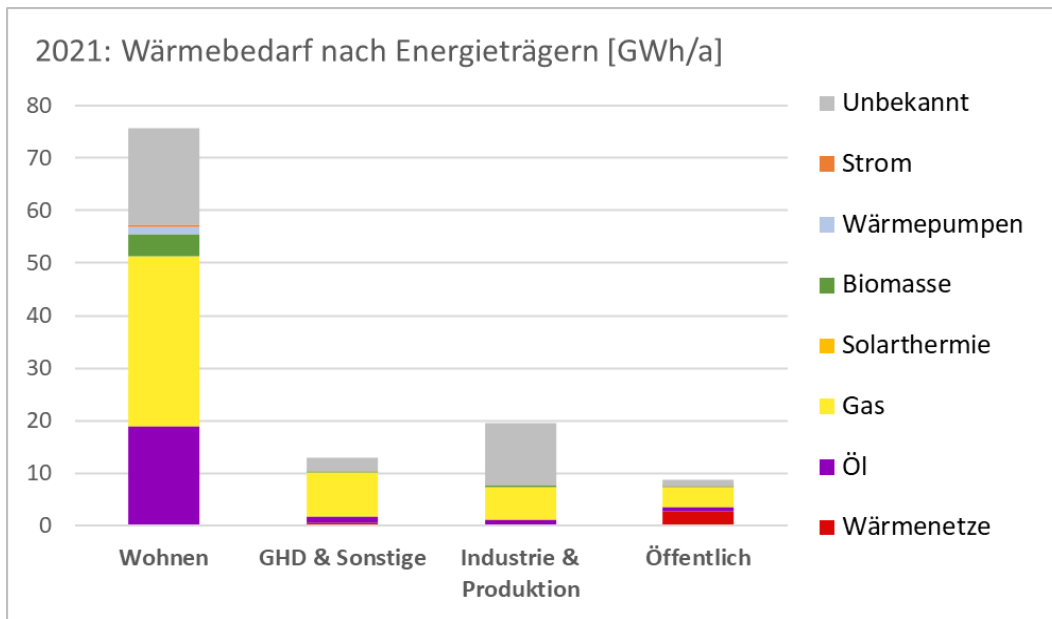


Abbildung 43: Eingesetzte Energieträger zur Wärmeversorgung der Wärmenetze in Engen : IST, 2030, 2040



Wärmeverbrauch nach Sektoren und Energieträgern



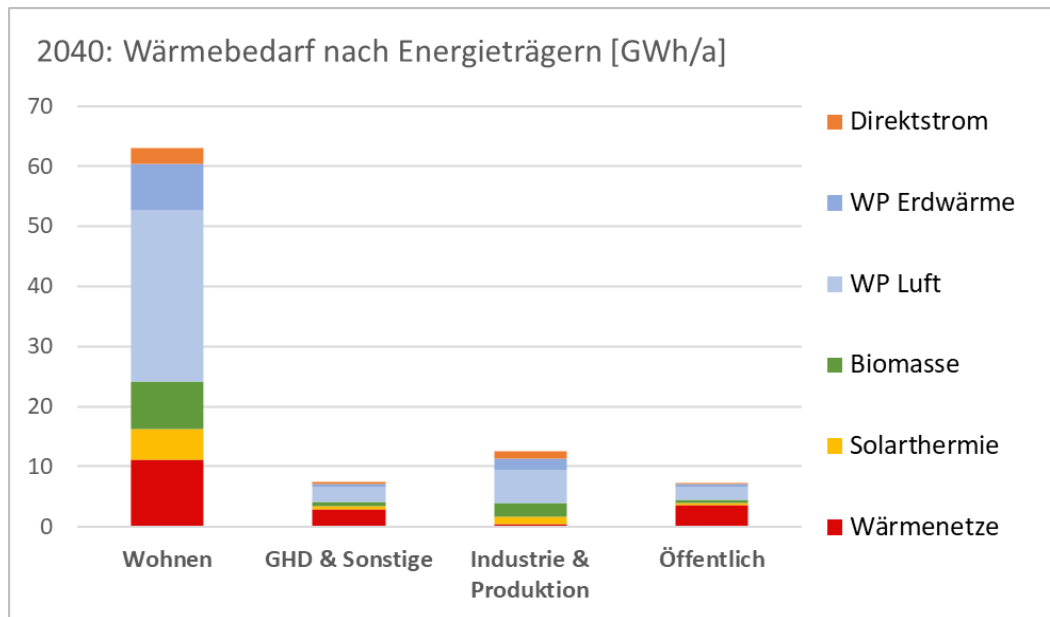


Tabelle: Wärmebedarf nach Energieträgern 2040 [GWh/a]

	Wohnen	GHD & Sonstige	Industrie & Produktion	Öffentlich
Direktstrom	2,6	0,2	1,2	0,2
WP Erdwärme	7,8	0,7	1,8	0,6
WP Luft	28,6	2,4	5,5	2,1
Biomasse	7,8	0,7	2,4	0,6
Solarthermie	5,2	0,4	1,2	0,4
Wärmenetze	11,1	2,9	0,3	3,5

Abbildung 44: Wärmeverbräuche nach Energieträgern und nach Sektoren für den IST-Zustand, sowie für das Zwischenszenario 2030 und für das Zielszenario 2040

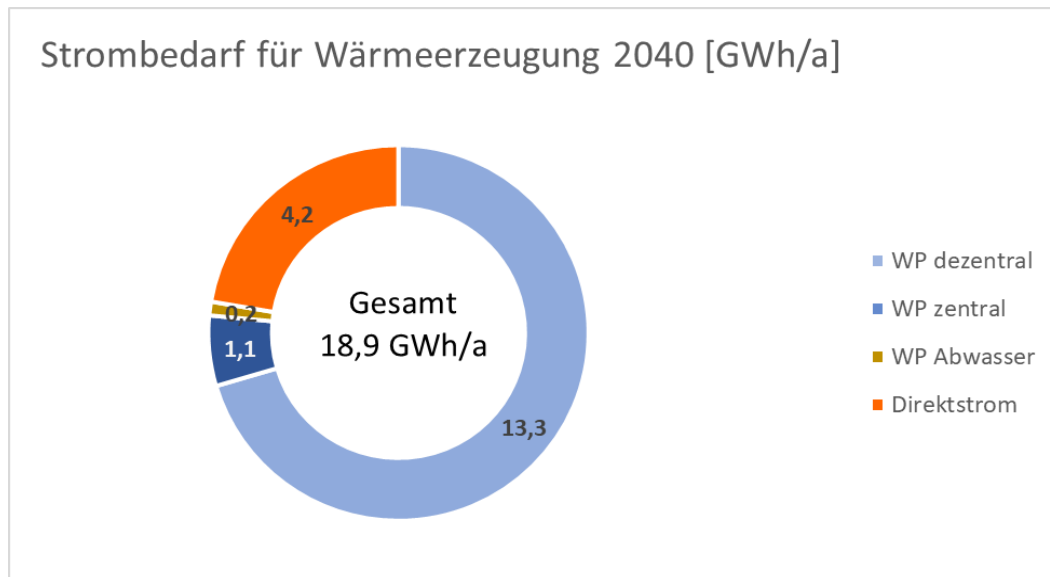


Abbildung 45: Strombedarf für Wärmeerzeugung 2040 in Engen

Abbildung 45 zeigt den Strombedarf, der für die Wärmeerzeugung in Engen benötigt wird. Um diesen bilanziell zu decken benötigt es beispielsweise 1,3 moderne Windkraftanlagen oder 21 Hektar PV-Freiflächenanlagen oder 53 Hektar vertikale Agri-PV.

8.3. Nutzung der Potenziale

Abbildung 46 zeigt die Potenziale an Erneuerbaren Energien in Zusammenhang mit der Nutzung im Zielszenario 2040. Viele Potenziale stehen insbesondere im Sommer zur Verfügung (Solarthermie, Photovoltaik), während der Wärmebedarf vor allem im Winter anfällt. Daher spielen ganzjährig verfügbare Potenziale (Abwärme, oberflächennahe Geothermie) eine besondere Rolle.

Beispielhaft ist auch eine Deckungsmöglichkeit des Strombedarfes zur Wärmeerzeugung (19 GWh) dargestellt. Da ein wesentlicher Teil des Strombedarfes zur Wärmeerzeugung im Winter anfällt (Wärmepumpen), ist bei der Stromerzeugung zu Wärmezwecken ein Fokus auf Windkraft zu setzen. Dabei kann es sich auch um eine Beteiligung an einer Windkraftanlage außerhalb der eigenen Gemarkung handeln.

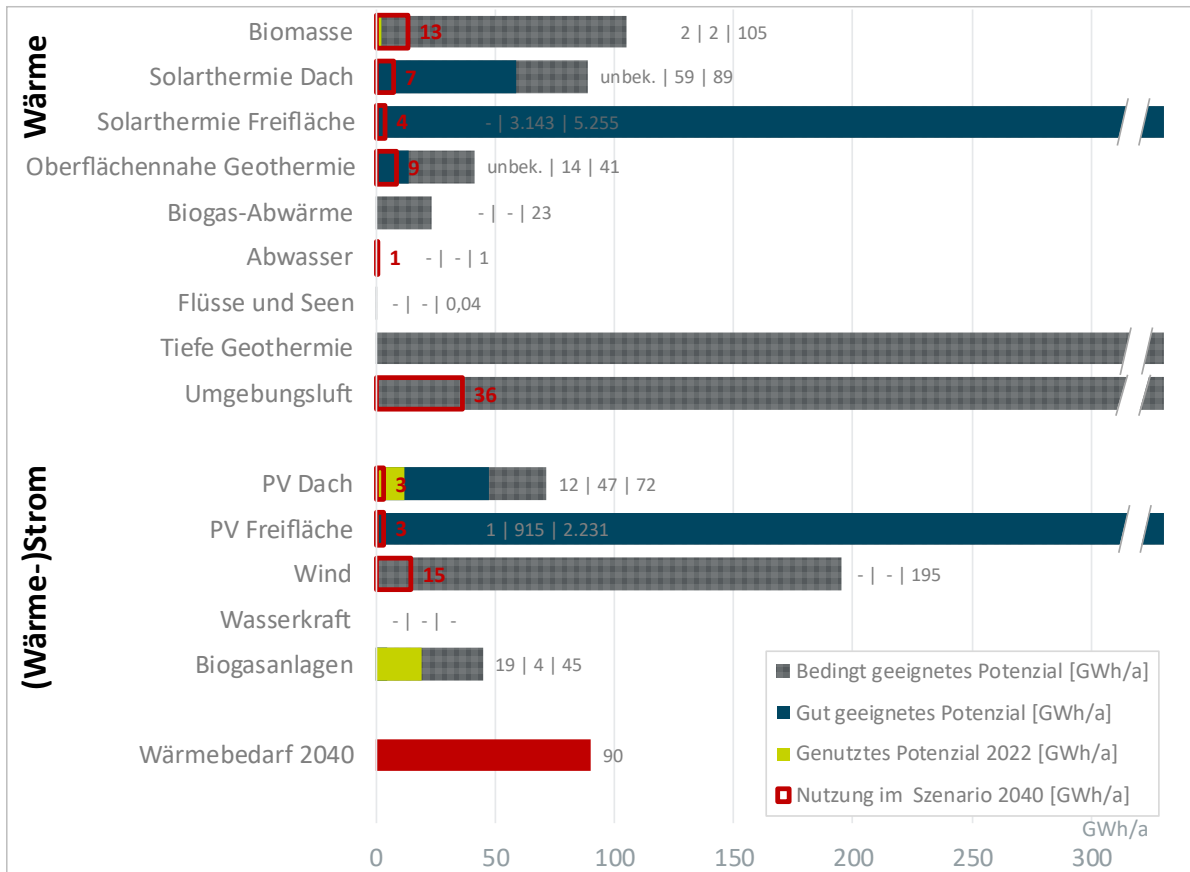


Abbildung 46: Nutzung der EE-Potenziale im dargestellten Szenario. Die Nutzung der Strom-Potenziale ist nur beispielhaft dargestellt. In den Datenbeschriftungen ist jeweils angegeben: IST | geeignetes Potenzial | bedingt geeignetes Potenzial

8.4. Treibhausgas-Bilanz

Abbildung 47 zeigt die CO₂-Bilanzen für 2021, 2030 und 2040. Da die CO₂-Faktoren für Biomasse, Solarthermie, Strom u.a. auch 2040 nicht null sind (gemäß KEA-BW Technikkatalog) fallen auch für die Wärmeerzeugung 2040 noch Treibhausgasemissionen an. Dies ist laut KEA-BW mit dem Klimaschutzgesetz vereinbar. Gegenüber dem IST-Zustand (28.624 t CO₂) sind die Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung 2040 (1.194 t CO₂) um rund 96 % geringer.



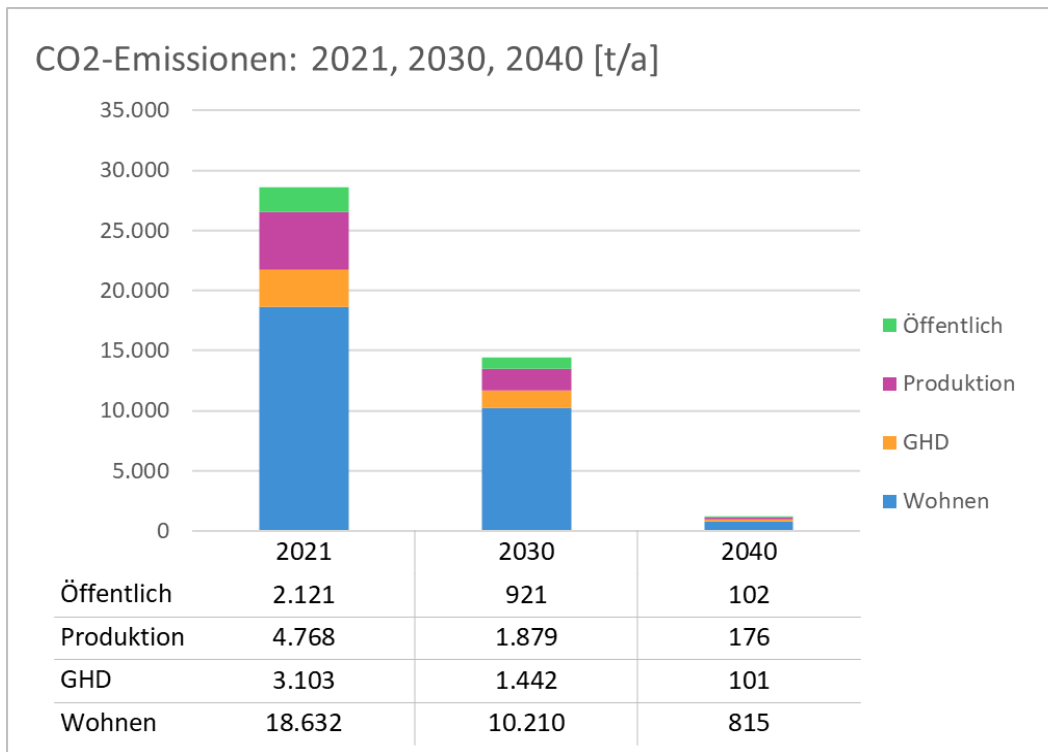


Abbildung 47: CO₂-Bilanzen für 2021, 2030 und 2030 für Engen

8.5. Nötige Geschwindigkeit für Klimaneutralität 2040

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft für die quantifizierbaren Maßnahmen auf, welche Aktivitäten pro Jahr von der Verwaltung und der Bürgerschaft umgesetzt werden müssen, um die Klimaneutralität 2040 zu erreichen.

Tabelle 14: Nötige Umsetzungsgeschwindigkeit zur Zielerreichung 2040

Bereich	Annahmen Zielszenario	Pro Jahr (bei 15,5 Jahren)
Energetische Gebäudesanierung Wohngebäude	Einsparung je Sanierung durchschnittlich 54 %. Sanierungsrate 2 % pro Jahr, d.h. bis 2040 werden 31 % der 2.838 Wohngebäude saniert. Das entspricht in etwa 880 Gebäuden. Damit Reduktion des Wärmebedarfs Wohnen um 17 %.	Sanierungsrate 2 % bzw. 57 Gebäude pro Jahr
Wärmeverbrauch ‚Gewerbe und Sonstiges‘	Reduktion des Wärmebedarfs um 43 %	Einsparung pro Jahr 3 % oder 0,4 GWh
Wärmeverbrauch Sektor ‚Produktion‘	Reduktion des Wärmebedarfs um 36 %	Einsparung pro Jahr 2 % oder 0,5 GWh

Bereich	Annahmen Zielszenario	Pro Jahr (bei 15,5 Jahren)
Öffentliche Gebäude	Reduktion des Wärmebedarfs um 16 %, Einsparung je Teilsanierung 30 %	Einsparung pro Jahr 1 % oder 0,1 GWh, entspricht 2,3 Gebäuden oder 1.700 m ² pro Jahr
Ausbau erneuerbare Stromerzeugung	Zur Deckung des Strombedarfs <u>zur Wärmeerzeugung</u> (bilanziell) werden beispielsweise benötigt: - 21 ha oder 1 % der landwirtschaftlichen Fläche für PV (bzw. mit vertikaler Agri-PV etwa das 2,5-Fache) - oder 26 % des ermittelten PV-Dachflächen-Potenzials - oder 1,3 moderne Windkraftanlagen	1,4 ha Freiflächen-PV pro Jahr (entspricht 1,9 Fußballfeldern) oder 0,1 Windräder pro Jahr
Solarthermie-Großanlagen	Zur Deckung des Solarthermie-Anteils von 20 % in den Wärmenetzen werden grob 8.900 m ² Solarthermie-Kollektoren benötigt (entsprechend 2 ha Fläche bzw. 0,1 % der landwirtschaftlichen Fläche)	0,1 ha Zubau pro Jahr von Solarthermieanlagen auf Freifläche oder Gewerbedächern (entspricht 0,2 Fußballfeldern)
Ausbau der Wärmenetze	Ausgehend von einem Anschlussgrad von 80 % in den Wärmenetz-Eignungsgebieten werden 500 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 18 GWh/a über Wärmenetze versorgt werden. Dazu werden grob(!) 11 Kilometer Wärmenetz-Haupttrasse benötigt. Ausgehend von 1.800 Volllaststunden wird eine Erzeugungskapazität von grob(!) 9 MW benötigt. Derzeit haben die Wärmenetze in Engen etwa 2,200 MW Erzeugungskapazität.	32 Hausanschlüsse, 0,7 km Hauptleitung sowie 0,6 MW Erzeugungsleistung pro Jahr.
Einzelheizungen: Umstellung auf Erneuerbare Energien und Wärmepumpen	Derzeit gibt es in Engen etwa 2.600 fossil beheizte Gebäude, deren Heizungen allesamt ersetzt werden müssen. 2.870 Gebäude sollen sich weiterhin dezentral mit Wärme versorgen – nahezu komplett über Wärmepumpen. 22 % der Wärmepumpen sollen mit Erdsonden betrieben werden, wozu etwa 1660 Erdsondenbohrungen mit 100 m Tiefe nötig sind.	Pro Jahr Umrüstung von 185 Gebäuden auf Wärmepumpen und Bohrung von 107 Erdsonden.



8.6. Notwendige Investitionen Zielszenario

Die Dimension der Zielsetzung, die Wärme in Baden-Württemberg bis 2040 klimaneutral bereitzustellen, wird v.a. an einer überschlägigen Schätzung der notwendigen Investitionen in Gebäudesanierung und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien deutlich.

Die im Folgenden berechneten Zahlen basieren auf den Annahmen für das klimaneutrale Szenario 2040 im vorangehenden Kapitel. Die spezifischen Kosten sind grobe Schätzkosten und können in konkreten Projekten deutlich abweichen. Dennoch geben die Ergebnisse eine erste Größenordnung der Gesamtinvestitionen bis zum Zieljahr. Alle angegebenen Kosten sind in brutto angegeben.

Die Nutzflächen der Wohngebäude basieren auf den Berechnungen des WebGIS-Tools, welches im Rahmen des Projektes entwickelt wurde. Die Nutzflächen der öffentlichen Gebäude wurde von der Kommune übermittelt. Im Szenario 2040 wird davon ausgegangen, dass etwa 31 % dieser Flächen/Gebäude saniert werden. Die Kosten je Quadratmeter für Wohngebäude basieren auf der Studie „Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes“ [ARGE 2022]. Dabei wurde der jeweils mittlere Wert für eine Vollsanierung auf Effizienzhaus40-Niveau angenommen. Für die öffentlichen Gebäude wurde ein höherer Wert aufgrund der aufwändigeren technischen Ausstattung angenommen.

Tabelle 15: Notwendige Investitionen Zielszenario

Bereich	Bezugsgröße	Anzahl	spez. Schätz- kosten je Anzahl (brutto)	Investitionen bis 2040 (brutto, ohne Preissteigerung)
Energetische Gebäudesanierung Wohngebäude	zu sanierende Nutzfläche in m ²	174.762	1.200 €	210 Mio €
Energetische Gebäudesanierung Öffentliche Gebäude	zu sanierende Nutzfläche in m ²	26.354	1.500 €	40 Mio. €
Ausbau Photovoltaik	Freifläche in ha	21	780.000 € ¹²	17 Mio. €
Ausbau der Wärmenetze	Trassenmeter in m	11.400	1.600 €	18 Mio. €
	Erzeugungskapazität in MW	9	2.000.000 €	18 Mio. €
Einzelheizungen: Erd-Wärmepumpen	Wasser-Wärmepumpen	630	30.000 €	19 Mio. €
	Sonden Bohrungen (100 m)	1.659	26.000 €	43 Mio. €
Einzelheizungen: Luft Wärmepumpen	Luft-Wärmepumpen	2.239	30.000 €	67 Mio. €

¹² Die Kosten für Freiflächen-Photovoltaikanlagen werden in netto angegeben, da die meisten Investoren vorsteuerabzugsberechtigt sind.



9. Wärmewendestrategie

9.1. Maßnahmenkatalog

Ein wesentlicher Bestandteil der Wärmewendestrategie im Sinne von § 27 Absatz 2 des Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) ist die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs. Die beschriebenen Maßnahmen zielen dabei auf die klimaneutrale Wärmeversorgung der Kommune im Jahr 2040 ab und orientieren sich am beschriebenen klimaneutralen Szenario. Die Maßnahmen bestehen zum einen aus übergeordneten Themenbereichen und zum anderen aus konkreten investiven Maßnahmen. Insbesondere der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen und der Ausbau erneuerbarer Energieanlagen stehen dabei im Fokus.



Handlungsfeld A: Energieeffizienz und Energieeinsparung

Die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz bzw. die Energieeinsparung durch energetische Gebäudesanierung ist für die Erreichung der Ziele von besonderer Bedeutung. Jede eingesparte bzw. nicht benötigte kWh Energie muss nicht durch erneuerbare Energien erzeugt werden und verringert den Gesamtenergiebedarf.

Handlungsfeld B: Ausbau erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung

Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung derzeit zum größten Teil auf fossilen Energieträgern basiert. Die Erschließung und der Ausbau erneuerbarer Energiepotenziale ist für das Erreichen der Klima- und Treibhausgasneutralität unerlässlich. Der Ausbau erneuerbarer Energien ist sowohl auf lokaler als auch überregionaler Ebene voranzutreiben.

Handlungsfeld C: Ausbau Wärmenetze und Dekarbonisierung

Die Art der Bereitstellung und Versorgung mit Wärme ist zu einem großen Teil eine Frage der Technik und Infrastruktur. Wird Wärme zukünftig dezentral oder zentral erzeugt und über ein Wärmenetz verteilt? Wie kommt der Brennstoff bzw. die (Wärme-)Energie in die Gebäude? Welche Infrastruktur ist notwendig, um erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung großflächig einzusetzen? Welche Rolle bestehende Infrastruktur, wie bspw. die Erdgasnetze, zukünftig einnehmen, gilt es zu beurteilen.

Handlungsfeld D: Wärmeplanung als Prozess

Damit die Ziele und Maßnahmen aus der kommunalen Wärmeplanung in die Umsetzung kommen und in der Stadt-/ bzw. Gemeindeentwicklung verankert werden, ist es notwendig, die Wärmeplanung in konkrete Beschlüsse zu führen und eine Verankerung in die stadt-/ bzw. gemeindeplanerischen Prozesse der Kommune zu schaffen.



Die bisher identifizierten Maßnahmen, welche zur Erreichung der Klimaneutralität umgesetzt werden müssen, werden in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 16: Übersicht von notwendigen Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität

		Komplexität			jährliche Kosten Konzepte/ Beratung			CO2-Minderung			Personalkapazität			Investitionen bis 2040		
		gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch
Handlungsfeld A: Energieeffizienz und Energieeinsparung																
A.1	Sanierung des kommunalen Gebäudebestandes	✓				✓		✓					✓			✓
A.2	Informationsangebote für die Zielgruppe Gewerbe- und Industriebetriebe	✓			✓				✓		✓					
A.3	Energetische Stadtsanierung in ausgewählten Quartieren		✓				✓		✓				✓			
A.4	Energieberatung Gebäude		✓			✓			✓			✓				
Handlungsfeld B: Ausbau erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung																
B.1	Ausbau Photovoltaik auf Dächern		✓			✓			✓			✓			✓	
B.2	Ausbau PV-Freiflächenanlagen		✓			✓			✓			✓				✓
B.3	Tiefengeothermie-Projekt prüfen/entwickeln			✓			✓			✓	✓					✓
B.4	Konkretisierung der Abwärmenutzung (Abwasser & Industrie)	✓				✓		✓			✓			✓		
B.5	Ausbau von Windenergie			✓		✓			✓		✓					✓
Handlungsfeld C: Um- und Ausbau der Netzinfrastruktur																
C.1	Ausbau der Wärmenetze			✓			✓			✓			✓			✓
C.2	Bestandswärmenetze dekarbonisieren		✓				✓	✓					✓		✓	
C.3	Transformation von Gasnetzen			✓						✓			✓			✓
C.4	Ausweisung von Wasserstoffnetzausbaugebiet			✓				✓					✓			✓
C.5	Ausbau des Stromnetzes			✓									✓			✓
Handlungsfeld D: Sonstige Maßnahmen																
D.1	Integration der Wärmeplanung als dauerhafter Prozess		✓		✓							✓				



9.2. Priorisierte Maßnahmen

Im Rahmen der Wärmeplanung werden mindestens fünf Maßnahmen priorisiert, welche von der Kommune in den kommenden fünf Jahren begonnen werden sollen. Die priorisierten Maßnahmen werden in Maßnahmenblättern beschrieben, welche folgende Kriterien beinhalten:

- › Komplexität
Die Maßnahmen werden hinsichtlich ihrer Komplexität bei der Umsetzung bewertet („leicht“, „mittel“, „schwer“). Die Komplexität umfasst zum einen die Einschätzung darüber, wie klar umrissen die einzelnen Aufgabenpakete innerhalb der Maßnahme sind. Zum anderen wird eine Maßnahme komplexer je mehr Akteure beteiligt sind und wie hoch deren Motivation ist. Dabei spielt auch eine Rolle, ob die Kommune direkt oder nur indirekt Einfluss auf den Erfolg der Maßnahme nehmen kann.
- › Dauer der Maßnahme
Es wird unterschieden zwischen Maßnahmen mit kurzer (0 – 2 Jahre), mit einer mittleren (3 – 5 Jahre) und mit längerer Umsetzungszeit (über 5 Jahre).
- › Akteure/ Initiator
Unter Akteuren werden alle Institutionen/ Verbände/ Unternehmen/ Personengruppen genannt, die bei der jeweiligen Maßnahme einbezogen werden sollten. Die Beteiligung kann in verschiedener Weise stattfinden und muss individuell je nach Maßnahme und abhängig von der Motivation der Akteure angepasst werden:
 - › Einbeziehung des Fachwissens von Akteuren
 - › Übernahme einer aktiven Rolle von Akteuren
 - › Finanzierung einer Maßnahme
 - › Information von Akteuren, um deren Unterstützung zu erhalten bzw. Meinung einzubeziehen
 - › Motivation von Dritten zur Investition in eigene Maßnahmen
 - › Unter Initiator ist derjenige Akteur genannt, der den gesamten Prozess in Gang setzt, aber nicht gezwungenermaßen die Maßnahme selbst umsetzt.
- › Kosten Dienstleistungen
Die Ermittlung von Kosten ist generell abhängig von vielen Faktoren, so dass hier nur eine grobe Abschätzung gemacht werden kann. Die wichtigsten Annahmen, die der Kostenschätzung zu Grunde liegen, werden in der textlichen Beschreibung genannt. Es handelt sich im Wesentlichen um Kosten für z.B. Konzepte, Machbarkeitsstudien sowie externe Beratungskosten (z.B. Energieberater). Alle Angaben sind Brutto-Kosten für einen Zeitraum von 5 Jahren ohne Berücksichtigung von Preissteigerungen.
- › Investitionen
In dieser Kategorie werden Investitionskosten für bauliche Maßnahmen geschätzt, welche nötig sind, um die jeweiligen Maßnahmen umzusetzen. Die zentralen Annahmen, die der Berechnung zugrunde liegen, werden in der textlichen Beschreibung benannt. Alle Angaben sind Brutto-Kosten für einen Zeitraum von 5 Jahren ohne Berücksichtigung von Preissteigerungen.
- › Notwendige Personalkapazitäten in der Kommune
Diese Kategorie beschreibt die notwendigen Personalkapazitäten in der Verwaltung und dient der Planung der Personalressourcen bzw. der Schaffung von zusätzlichen Stellen. Es werden diejenigen Ämter benannt, in denen die notwendigen Ressourcen anfallen. Die prozentualen Angaben beziehen sich auf eine Vollzeitstelle (VZS).



- › CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich
Diese Kategorie soll eine Einschätzung über die Höhe der zu erzielenden CO₂-Einsparungen im Wärmebereich geben. Dabei wird die Höhe der Einsparung in Prozentbereichen angegeben (< 5 %, < 10 % und >10 %) bezogen auf das gesamte CO₂-Einsparpotenzial in Gigatonnen. Nicht dargestellt sind CO₂-Einsparungen im Sektor Strom. Dies ist bei Maßnahmen im Bereich Photovoltaik und Wind der Fall.
- › Fördermöglichkeiten
Unter Fördermöglichkeiten werden die zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung aktuellen Förderprogramme genannt. Es muss damit gerechnet werden, dass die Links zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr aktuell sind. Bei Umsetzung der Maßnahme ist in jedem Fall zu empfehlen, die aktuellen Konditionen und Möglichkeiten erneut zu prüfen. Ggf. können hier auch externe Berater unterstützen.
- › Erste Handlungsschritte
Die Auflistung der ersten konkreten Handlungsschritte soll den Einstieg in die Umsetzung der Maßnahme für die Verwaltung erleichtern. Im Wesentlichen werden hier Schritte zur Festlegung von z.B. Verantwortlichkeiten, Kontaktaufnahme zu möglichen Akteuren oder Beauftragung von Dienstleistern genannt.
- › Erfolgsindikatoren
Die angegebenen Erfolgsindikatoren dienen der Überprüfung, ob die Maßnahme nach Plan läuft bzw. umgesetzt wurde. Teilweise können quantitative Indikatoren genannt werden, teilweise sind auch qualitative Faktoren zu bewerten.



9.2.1. Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude und Ausweitung kommunales Energiemanagement

Entwicklung Sanierungsstrategie öffentliche Gebäude		
Komplexität <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch	Personalkapazität (Anteil VZS) <input checked="" type="checkbox"/> < 25 % <input type="checkbox"/> < 50% <input type="checkbox"/> < 100% <input type="checkbox"/> >= 100% Ämter: Bauamt	Kosten Dienstleistungen (brutto) <input type="checkbox"/> < 10.000 € <input type="checkbox"/> < 50.000 € <input type="checkbox"/> < 100.000 € <input checked="" type="checkbox"/> >= 100.000 € <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Dauer der Maßnahme <input type="checkbox"/> 0 – 2 Jahre <input checked="" type="checkbox"/> 3 – 5 Jahre <input type="checkbox"/> > 5 Jahre	CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich <input type="checkbox"/> < 5% <input type="checkbox"/> 5 – 10% <input type="checkbox"/> > 10% <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar	Investitionen (brutto) <input type="checkbox"/> < 1 Mio € <input type="checkbox"/> < 10 Mio € <input type="checkbox"/> < 100 Mio € <input type="checkbox"/> >= 100 Mio € <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Beschreibung: <p>Als Basis für die Planung der energetischen Sanierungen des kommunalen Gebäudebestandes sollte eine Sanierungsstrategie entwickelt werden. Die Grundlage für eine Sanierungsstrategie ist die Kenntnis und die Zusammenführung aller wesentlichen Informationen zu den Gebäuden, die für eine energetische Beurteilung relevant ist (Adresse, Nutzung, Baujahr, Gebäudenutzfläche, durchgeführte Sanierungen, technische Ausstattung, Bauteil-Bewertungen,.....). Diese finden sich z.B. in vorhandenen Sanierungsleitfäden oder Energieausweisen. Bei fehlenden Informationen sollten diese z.B. durch die Durchführung von Energiechecks (kurze Vor-Ort-Begehung und Auflistung aller energetischer Schwachstellen) ergänzt werden. Auch Gebäudetypologien können als Grundlage genommen werden, um Standard-Maßnahmenpakete abzuleiten.</p> <p>Eine Sanierungsstrategie kann durch externe Energieexperten (z.B. Energieagenturen) durchgeführt werden. Eine umfangreiche Berechnung (Sanierungsleitfaden) ist mindestens für diejenigen Gebäude nötig, für die eine Investitions-Förderung beantragt wird.</p> <p>Neben einer Sanierungsstrategie ist die Einführung eines kommunales Energiemanagements (KEM) zu empfehlen. Hierbei wird der Energieverbrauch in kommunalen Liegenschaften regelmäßig überwacht. So können Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Effizienz erkannt und unmittelbar wirksame, geringinvestive Maßnahmen abgeleitet werden. Mithilfe des Energiemanagements sinken die Energieverbräuche in den kommunalen Liegenschaften und so-mit THG-Emissionen und Energiekosten.</p> <p>Die Kommune besitzt 66 Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von etwa 50.000 m². Es liegt bereits eine Gebäudeliste mit einigen Grundinformationen vor (Baujahr, Heizungen, allgemeiner Zustand, Ampelbewertung). Diese Übersicht sollte weiterentwickelt und mit energetisch relevanten Daten und Kostenschätzungen ergänzt werden. Die gesetzlich geforderten Energieausweise für öffentliche Gebäude liegen vor.</p> <p>Auf der Basis der Gebäudeliste sollte eine Priorisierung und Investitionsplanung stattfinden. Für die priorisierten Gebäude sollten energetische Detailkonzepte durchgeführt werden, welche Voraussetzung für die weitere Fördermittelantragstellung sind.</p>		
Zielgruppe: Betreiber und Nutzer von kommunalen Gebäuden		
Akteure: Kämmerei, Bauamt, Architekten, Planer, Handwerker, Energieberater, regionale Energieagentur		



Initiator: Bauamt

Kosten für die Kommune (brutto)

- › Erstellung Sanierungsstrategie inkl. Kostenschätzung 10.000 € - 20.000 €
- › Erstellung 3 - 4 energetische Sanierungskonzepte je 5.000 € – 10.000 €
- › Durchführung 1 - 2 Energetische Fachplanungen (Architekt) und energetische Baubegleitungen (Energieberater), je 12.000 € - 18.000 €
- › Ausweitung Energiemanagement 50.000 € - 60.000 €

Investitionen (brutto)

- › werden im Rahmen der Erstellung der Sanierungsleitfäden ermittelt

Fördermöglichkeiten:

- › Energetisches Sanierungskonzept für Nicht-Wohngebäude, Bafa-Förderprogramm „[Energieberatung für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599](#)“, Förderung 80% (max. 8.000 €)
- › Umsetzung von Sanierungen: Bundesförderung für effiziente Gebäude ([BEG](#)), Zuschuss Einzelmaßnahmen Gebäudehülle und Anlagentechnik bis zu 20%

Erste Handlungsschritte:

- › Erstellung Sanierungsstrategie
- › Erstellung energetisches Detailkonzepte für die priorisierten Gebäude
- › Bereitstellung von Haushaltsmitteln anhand geschätzter Sanierungskosten
- › Beantragung von Fördermitteln für die geplanten Sanierungen
- › Beauftragung/ Zuarbeit/ Koordination Architekten, Planer, Energieberater, Handwerker

Erfolgsindikatoren:

Jährlicher Energiebericht für die kommunalen Gebäude.



9.2.2. Energetische Sanierung Bildungszentrum

Energetische Sanierung Bildungszentrum		
Umsetzbarkeit <input type="checkbox"/> leicht <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwierig	Personalkapazität <input type="checkbox"/> < 25 % <input type="checkbox"/> < 50% <input checked="" type="checkbox"/> < 100% Anteil VZS Bauamt	Kosten Dienstleistungen(brutto) <input type="checkbox"/> < 10.000 € <input checked="" type="checkbox"/> < 50.000 € <input type="checkbox"/> < 100.000 € <input type="checkbox"/> >= 100.000 € <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Dauer der Maßnahme <input type="checkbox"/> 0 – 2 Jahre <input type="checkbox"/> 3 – 5 Jahre <input checked="" type="checkbox"/> > 5 Jahre	CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich <input checked="" type="checkbox"/> < 5% <input type="checkbox"/> 5% - 10% <input type="checkbox"/> > 10% <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar	Investitionen (brutto) <input type="checkbox"/> < 1 Mio € <input type="checkbox"/> < 10 Mio € <input type="checkbox"/> < 100 Mio € <input type="checkbox"/> >= 100 Mio € <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Beschreibung: <p>Das Bildungszentrum ist ein Gebäudekomplex mit insgesamt 8 Gebäuden. Es wird aktuell durch ein Wärmenetz versorgt, das die Stadtwerke betreiben. Als Heizenergie wird aktuell zu 100% Gas eingesetzt. Ein Großteil der Gebäude ist aus den 60er bis 80er Jahren. Lediglich die Sporthalle mit Baujahr 2022 ist energetisch auf Neuniveau. Es wurden zwar einzelne energetische Sanierungen durchgeführt. Dennoch braucht es für das gesamte Bildungszentrum ein energetisches Gesamtkonzept und eine Sanierungsstrategie für die kommenden Jahre (s.a. Maßnahme Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude in Kap. 9.2.1).</p> <p>Diese Maßnahme beschränkt sich auf die Minderung des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen an den Gebäuden. Die Umstellung der Heizungsanlage und Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes ist Teil der Maßnahme „Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Briele“ im Kap. 9.2.5.</p> <p>Bisher hat die Maßnahme den Charakter einer allgemeinen Projektidee, für die es seitens des Gemeinderates eine politische Zusage gibt. Eine sehr grobe Kostenschätzung ist vorhanden. Die Maßnahme beinhaltet die weitere Projektentwicklung, welche insbesondere die Erstellung eines energetischen Gesamtkonzeptes beinhaltet.</p>		
Zielgruppe: Betreiber und Nutzer von kommunalen Gebäuden		
Akteure: Kämmerei, Stadtwerke, Klimaschutzmanagement, Architekten, Planer, Handwerker, Energieberater, regionale Energieagentur		
Initiator: Bauamt		
Kosten Dienstleistungen(brutto) › Erstellung energetisches Gesamtkonzept für alle Gebäude (je ca. 20.000 - 40.000 €)		
Investitionen (brutto) › Kosten ergeben sich aus dem energetischen Gesamtkonzept		
Fördermöglichkeiten: › Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)		

- › Sanierung zum Effizienzhaus
- › Kreditvariante für Kommunen, Tilgungszuschuss bis zu 45% ([KfW-Programm 264](#))
- › Zuschussvariante bis zu 40% ([KfW Programm 464](#))
- › Einzelmaßnahmen Gebäudehülle 15% Zuschuss ([Bafa Programm Einzelmaßnahmen Gebäudehülle](#))
- › Heizungsanlagen bis zu 40% Zuschuss ([Bafa-Programm Anlagen zur Wärmeerzeugung](#))
- › Sanierung von Schulen ([Förderprogramm Schulhausbau in Baden-Württemberg](#))
- › Sanierungsleitfäden über das Bafa-Förderprogramm „[Energieberatung für Nicht-Wohngebäude– Modul 2 Energieberatung DIN V 18599](#)“, Förderung 80% (max. 8.000 €)
- › Klimaschutz-Plus: [Beauftragte/r für die klimaneutrale Kommunalverwaltung](#), Stellenumfang bis zu 50%, Förderquote 65%

Erste Handlungsschritte:

- › Erstellung eines energetischen Gesamtkonzeptes mit Festlegung der notwendigen energetischen Maßnahmen und Schätzkosten
- › Erstellung Priorisierungsliste und Zeitplan
- › Durchführung energetische Detailplanung für priorisierte Gebäude
- › Beantragung von Fördermitteln für die geplanten Sanierungen

Erfolgsindikatoren:

Jährlicher Energiebericht für die kommunalen Gebäude.

9.2.3. Ausbau Windenergiestandort Langwieden

Ausbau Windenergiestandort Langwieden		
Komplexität <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch	Personalkapazität (Anteil VZS) <input checked="" type="checkbox"/> < 25 % <input type="checkbox"/> < 50% <input type="checkbox"/> < 100% <input type="checkbox"/> >= 100% Ämter: Stadtbauamt	Kosten Dienstleistungen (brutto) <input type="checkbox"/> < 10.000 € <input type="checkbox"/> < 50.000 € <input type="checkbox"/> < 100.000 € <input type="checkbox"/> >= 100.000 € <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Dauer der Maßnahme <input type="checkbox"/> 0 – 2 Jahre <input type="checkbox"/> 3 – 5 Jahre <input checked="" type="checkbox"/> > 5 Jahre	CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich <input type="checkbox"/> < 5% <input type="checkbox"/> 5 – 10% <input type="checkbox"/> > 10% <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar	Investitionen (brutto) <input type="checkbox"/> < 1 Mio € <input type="checkbox"/> < 10 Mio € <input type="checkbox"/> < 100 Mio € <input type="checkbox"/> >= 100 Mio € <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Beschreibung: Für den weiteren Ausbau der Windenergie und das Erreichen der Klimaziele in Baden-Württemberg wurden von den Regionalverbänden Regionalpläne erarbeitet, in denen Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen werden. Dieser Prozess wird voraussichtlich im Herbst 2025 abgeschlossen sein. Windenergieanlagen dürfen dann nur noch in den ausgewiesenen Vorranggebieten errichtet werden. Bereits 2024 werden die Regionalpläne die erste Offenlage abschließen, dann wird klar		



sein, welche Gebiete als Vorranggebiete ausgewiesen werden sollen. Im Regionalplan werden in der aktuellen Version (Stand April 2024) für Engen drei Vorranggebiete ausgewiesen: Langwieden, Harlanden und Höhe. Letzteres Gebiet erstreckt sich über die Gemarkungsgrenze mit Tengen.

In Engen hat der Prozess für den Windenergieausbau im Gebiet Langwieden in einem interkommunalen Projekt mit der Nachbarkommunen Geisingen und Immendingen unter Beteiligung der Stadtwerke bereits gestartet. Die badenovaWärmeplus ist als Dienstleister für die weitere Projektentwicklung beauftragt. Aktuell ist ein Windpark mit 10 Windkraftträdern in der Untersuchung.

Für die Kommune ist in der Planungs- und Umsetzungsphase eine transparente Beteiligung der Öffentlichkeit von hoher Wichtigkeit für die erfolgreiche Umsetzung. Das [Forum Energiedialog](#) des Landes Baden-Württemberg bietet Beratung zur Beteiligung sowie die Durchführung und Moderation von Veranstaltungen, Mediation und Klärung fachlicher Streitfragen sowie weitere kommunikative Leistungen.

Die Kommune kann das Projekt insbesondere ideell durch eine positive Grundhaltung gegenüber Windenergie unterstützen, indem sie ausreichend informiert (vor allem zum Start und in der Mitte der Bauphase).

Zielgruppe: Flächeneigentümer, Kommune, Bürgerschaft

Akteure: Kommune, Projektentwickler/Betreibergesellschaft, Dienstleister Kommunikation und Bürgerbeteiligung

Initiator: Stadtbauamt

Kosten für die Kommune

- › Kosten für Öffentlichkeitsarbeit und Projektentwicklungskosten für weitere Potenzialflächen werden vom Projektentwickler getragen

Investitionen (brutto)

- › Investitionen werden vom Windparkbetreiber getragen

Fördermöglichkeiten

- › keine

Erste Handlungsschritte

- › Kontaktaufnahme Forum Energiedialog über Unterstützungsmöglichkeiten bei der Öffentlichkeitsbeteiligung
- › bzw. Abstimmung mit Projektentwickler über ein Konzept zur Öffentlichkeitsbeteiligung und Information
- › Entwicklung weiterer Potenzialflächen in Abstimmung mit Projektentwicklern
- › Flächensicherung für weitere Potenzialflächen

Erfolgsindikatoren

Anzahl durchgeführte Veranstaltungen für die Öffentlichkeit (Teilnehmer)

Anzahl der beantragten und genehmigten Windkraftanlagen



9.2.4. Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer

Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer		
Komplexität <input checked="" type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch	Personalkapazität (Anteil VZS) <input checked="" type="checkbox"/> < 25 % <input type="checkbox"/> < 50% <input type="checkbox"/> < 100% <input type="checkbox"/> >= 100% Ämter: Stadtbauamt	Kosten Dienstleistungen (brutto) <input type="checkbox"/> < 10.000 € <input type="checkbox"/> < 50.000 € <input type="checkbox"/> < 100.000 € <input checked="" type="checkbox"/> >= 100.000 € <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Dauer der Maßnahme <input type="checkbox"/> 0 – 2 Jahre <input type="checkbox"/> 3 – 5 Jahre <input checked="" type="checkbox"/> > 5 Jahre	CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich <input type="checkbox"/> < 5% <input type="checkbox"/> 5 – 10% <input checked="" type="checkbox"/> > 10% <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar	Investitionen (brutto) <input type="checkbox"/> < 1 Mio € <input type="checkbox"/> < 10 Mio € <input type="checkbox"/> < 100 Mio € <input type="checkbox"/> >= 100 Mio € <input checked="" type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
<p>Beschreibung:</p> <p>Der private Wohngebäudebestand bietet ein sehr hohes CO₂-Einsparpotenzial. Gleichwohl kann die Kommune nur indirekt auf die Bürgerschaft Einfluss nehmen und diese zur Durchführung von energetischen Maßnahmen motivieren. Schwerpunkt dieser Maßnahme sollten diejenigen Gebiete sein, in denen auch zukünftig eine dezentrale Wärmeversorgung stattfindet.</p> <p>Die Kommune bietet aktuell in Kooperation mit der Energieagentur Konstanz ein Beratungsangebot für interessierte Bürgerinnen und Bürger zur energetischen Sanierung. Aktuell wird dieses Angebot von durchschnittlich 30 - 40 Personen pro Jahr genutzt.</p> <p>Ziel dieser Maßnahme ist es, die Beratungsangebote deutlich auszuweiten auf ca. 100 Gespräche pro Jahr. Des Weiteren sollen 2 – 3 Infoveranstaltungen pro Jahr durchgeführt werden. Die inhaltliche Durchführung könnte z.B. in Kooperation mit den Energieagentur Konstanz durchgeführt werden.</p> <p>Die Schaffung von Beratungsangeboten kann auf vielfältige Weise umgesetzt werden und ist idealerweise eingebettet in eine übergeordnete Sanierungsoffensive (Beispiel Energiehaus Emmendingen).</p> <p>Beispiele für Beratungsangebote:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Durchführung von aufsuchenden Beratungen vor Ort (Energiekarawane) oder an frequentierten Orten im Ort (Energiemarktplatz) › Angebot von weiteren Beratungsformaten (z.B. im Rathaus, begleitend zu Veranstaltungen, online-Angebote,....) › Veranstaltungsangebote zu Themen rund um Sanierung › Erstellung und Veröffentlichung von lokalen Handwerker-, Planer- und Energieberaterlisten › Verweis auf bestehende Beratungsangebote (z.B. Energieagenturen, Verbraucherzentralen) <p>Neben Beratungsangeboten sind weitere flankierende Maßnahmen förderlich für den Erfolg und letztlich für die Erhöhung der Sanierungsrate. Diese umfassen beispielsweise die Entwicklung von kommunalen Förderprogrammen, Sanierungsbegleitung, Aufbau von Berater- und Handwerker-netzwerken.</p> <p>Idealerweise werden Angebote kommunenübergreifend konzipiert und durchgeführt, um finanzielle und personelle Ressourcen effizient einzusetzen. Auch landkreisweite Sanierungskampagnen sind denkbar. Entsprechende Diskussionen wurden in der Vergangenheit bereits mit dem Klimaschutzmanager des Landkreises geführt.</p>		



Zielgruppe: private Gebäudeeigentümer
Akteure: Verwaltung, Energieagentur Konstanz, Gebäudeeigentümer, Handwerker, Heizungsbauer, Energieberater, Planer/ Architekten
Initiator: Stadtbauamt
Kosten Dienstleistungen (brutto) <ul style="list-style-type: none"> › Durchführung 1 – 2 Energiekarawanen (Schwerpunkt Ortschaften), je 15.000 € – 20.000 € (entspricht je 100 - 150 Beratungen) › Individuelle Orientierungsberatungen 10.000 € pro Jahr (Annahme 100 Beratungen pro Jahr) › 2 – 3 Infoveranstaltungen pro Jahr, je 2.000 € - 3.000 € › Sachkosten für Veranstaltungen 1.000 € pro Jahr
Investitionen (brutto) keine für die Kommune
Fördermöglichkeiten Förderanträge können ggf. für innovative groß angelegte Sanierungskampagnen beantragt werden
Erste Handlungsschritte <ul style="list-style-type: none"> › Bewerbung der bestehenden Beratungsangebote (Amtsblatt, Presse, Homepage, Flyerauslage, Plakate in öffentlichen Gebäuden...) › Ausweitung der Beratungs- und Veranstaltungsangebote › Planung einer Energiekarawane (Quartier, Zeitraum)
Erfolgsindikatoren <ul style="list-style-type: none"> › Anzahl durchgeführte Beratungen › Evaluation z.B. nach Durchführung einer Energiekarawane (telefonische Befragung) und anschließende Auswertung



9.2.5. Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Biele

Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Biele		
Komplexität <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> hoch	Personalkapazität (Anteil VZS) <input type="checkbox"/> 10% - 25 % <input type="checkbox"/> 25% - 50% <input type="checkbox"/> 50% - 100% <input checked="" type="checkbox"/> > 100% Stadtbauamt	Kosten Dienstleistungen (brutto) <input type="checkbox"/> < 10.000 € <input type="checkbox"/> < 50.000 € <input type="checkbox"/> < 100.000 € <input checked="" type="checkbox"/> >= 100.000 € <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Dauer der Maßnahme <input type="checkbox"/> 0 – 2 Jahre <input type="checkbox"/> 3 – 5 Jahre <input checked="" type="checkbox"/> > 5 Jahre	CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich <input checked="" type="checkbox"/> < 5% <input type="checkbox"/> 5 – 10% <input type="checkbox"/> > 10% <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar	Investitionen (brutto) <input type="checkbox"/> < 1 Mio € <input checked="" type="checkbox"/> < 10 Mio € <input type="checkbox"/> < 100 Mio € <input type="checkbox"/> >= 100 Mio € <input type="checkbox"/> keine/ nicht abschätzbar
Beschreibung: <p>Im Zuge der Wärmeplanung konnten Eignungsgebiete für den Ausbau von Wärmenetzen identifiziert werden. Dabei gingen Kriterien, wie Wärmedichte und Wärmeliniedichte, große Einzelverbraucher, Alter der Heizungen, vorhandene Netzinfrastruktur, Gebäude- und Siedlungsstruktur, Beheizungsstruktur sowie lokal verfügbare erneuerbare Wärmequellen und potenzielle Abwärmequellen in die Bewertung ein.</p> <p>Es wurden wesentliche Bereiche östlich der Bahnlinie von der Engener Altstadt bis zum Bildungszentrum, sowie das Gewerbegebiet westlich der Bahnlinie bis zum nordwestlichen Ende beim Erlebnisbad als Eignungsgebiete identifiziert (s. Kap. 7).</p> <p>Die Maßnahme umfasst die nähere Untersuchung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für zwei ausgesuchte Teilgebiete. Das östliche Teilgebiet umfasst das bestehende Wärmenetz am Bildungszentrum sowie eine Erweiterung in Richtung Westen bis zur Straße „Am Roßmarkt“. Die bestehende Gas-Heizzentrale im Bildungszentrum ist bereits über 20 Jahre alt und eine Umstellung auf erneuerbare Energien für die kommenden Jahre zu empfehlen. Auch die Gebäude werden hinsichtlich einer energetischen Sanierung überprüft (s. a. Maßnahme 9.2.2). Die Machbarkeitsstudie sollte sowohl die Umstellung des Energieträgers als auch die Erweiterung des bestehenden Netzes prüfen, dies erfordert ggf. eine weitere Heizzentrale. Das vorgeschlagene Gebiet (s. Grafik unten, dunkel markierte Bereiche) umfasst rund 50 Gebäude (Wärmebedarf 2,7 GWh) und kann im weiteren Prozess noch angepasst werden. Das Wärmenetz könnte in Teilschritten Richtung Altstadt weiterentwickelt werden.</p> <p>Das zweite Teilgebiet umfasst ein Quartier mit v.a. großen Mehrfamilienhäusern rund um die Straße „Im Biele“. Im nördlichen Bereich an der Mundingstraße befindet sich ein städtisches Grundstück, dass sich ggf. für eine Heizzentrale eignen würde. In diesem Gebiet befinden sich rund 60 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 2,8 GWh.</p>		



Für den Ausbau der Wärmenetze ist vor allem das Anschlussinteresse der Gebäudeeigentümer maßgebend. Eine umfassende Bürgerbeteiligung sollte daher flankierend zu allen weiteren Planungs- und Umsetzungsschritten erfolgen. Folgende Fragstellungen müssen anfangs geklärt werden:

- › Ist eine Erweiterung der bestehenden Heizzentrale im Bildungszentrum möglich?
- › Wo wären mögliche Standorte für weitere Heizzentralen?
- › Wie hoch ist das Anschlussinteresse in den beiden Quartieren?
- › Wer übernimmt die Projektkoordination, die technische Planung und die Projektentwicklung (Tarifgestaltung, Bürgerinformationen, Vorverträge, Einzelberatungen...)

Es wird empfohlen, eine Vorstudie (Leistungsphase 1 HOAI) durchzuführen, um die wesentlichen Fragestellungen zu klären. Auf Basis der Vorstudie kann der nächste Planungsschritt durchgeführt werden (Machbarkeitsstudie Leistungsphasen 2 - 4 HOAI sowie Erweiterung des bestehenden Netzes).

Für die Projektentwicklung ist mit einem Zeitraum von 1 – 3 Jahren zu rechnen. Für die Umsetzung eines Wärmenetzes mit weiteren 3 – 10 Jahren.

Zielgruppe: Bürgerschaft

Akteure: Verwaltung, Klimaschutzmanagement, Gebäudeeigentümer, Planungs-/ Ingenieurbüros, Wärmenetzbetreiber, Bürgerenergiegenossenschaften, Energiedienstleister

Initiator: Stadtbauamt

Kosten Dienstleistungen (brutto)

- › Kosten liegen i.d.R. beim künftigen Wärmenetzbetreiber
- › Annahmen für die Schätzung: Umsetzung in 5 Jahren von ca. 1,6 km Trassenlänge und rund 100 angeschlossenen Gebäuden



<ul style="list-style-type: none"> › Vorstudie 10.000 € – 15.000 € › Machbarkeitsstudie 150.000 € – 300.000 € › Projektentwicklung (Wirtschaftlichkeitsberechnung, Tarifentwicklung, rechtliche Beratung, Aktivierung der Bürgerschaft, Gewinnung von Kunden) 200.000 € – 300.000 €
<p>Investitionen (brutto)</p> <ul style="list-style-type: none"> › trägt der Wärmenetzbetreiber › Gesamtinvestition 4 – 6 Mio € (inkl. Planungskosten, Annahmen für die Schätzung s.o.)
<p>Fördermöglichkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> › Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1: Machbarkeitsstudien, 50 % Zuschuss
<p>Erste Handlungsschritte</p> <ul style="list-style-type: none"> › Beauftragung/ Durchführung Vorstudie (Grundlagenermittlung) › Antragstellung Förderung Machbarkeitsstudie (BEW Modul 1) › Beauftragung/ Umsetzung Machbarkeitsstudie › Entscheidung über die Umsetzung des ersten Maßnahmenpaketes aus der Machbarkeitsstudie › Antragstellung Investitionszuschuss (BEW Modul 2)
<p>Erfolgsindikatoren</p> <p>Anzahl der Neuanschlüsse an die Wärmenetze, Leitungslänge der gebauten Wärmenetze</p>

9.3. Umsetzungsplan der priorisierten Maßnahmen

Im Rahmen der Fachworkshops und weiteren Terminen mit den einzelnen Kommunen wurden fünf Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog priorisiert. Mit der Umsetzung der priorisierten Maßnahmen soll innerhalb der nächsten fünf Jahren begonnen werden. Dies schreibt die Landesgesetzgebung im KlimaG BW vor.

Die Priorisierung gibt vor, mit welchen Maßnahmen begonnen werden soll. Im folgenden Umsetzungsplan wurde ein Vorschlag entwickelt, wie sich der Maßnahmenbeginn sowie die Dauer der Maßnahmen über die nächsten 7 Jahre bis zur nächsten Überarbeitung des Wärmeplans 2030 darstellen könnte (Verpflichtung zur Überarbeitung s. KlimaG BW). Ab 2030 greift die Regelung aus dem Wärmeplanungsgesetz auf Bundesebene mit einer Überarbeitungspflicht alle 5 Jahre.

Für die konsequente Umsetzung der priorisierten Maßnahmen ist in der Verwaltung mindestens eine Vollzeitstellen (VZS) notwendig. Es fallen in den kommenden fünf Jahren rund 560 – 960.000 € Kosten für externe Dienstleister an. Von dieser Summe entfallen mindestens 200.000 € auf die Kommune (Maßnahmen 1, 2 und 4).



Tabelle 17: Benötigter Personalbedarf und finanzielle Mittel für die Umsetzung der priorisierten Maßnahmen

Prio	Maßnahme	Personalkapazität	Kosten Dienstleister
		in Anteil VZS	in Tsd € in 5 Jahren
1	Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude und Einführung kommunales Energiemanagement	10 % - 25 %	90 - 160
2	Energetische Sanierung Bildungszentrum	50 % - 100 %	20 - 40
3	Ausbau Windenergiestandort Langwieden	5 % - 10 %	-
4	Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer	25 % - 50 %	90 - 140
5	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Briele	10 % - 25 %	360 - 620
Summe		mind. 100 %	560 - 960

Tabelle 18: Umsetzungsplan der priorisierten Maßnahmen

Prio	Maßnahme	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Entwicklung Sanierungsstrategie kommunale Gebäude und Einführung kommunales Energiemanagement							
2	Energetische Sanierung sowie Ausbau und Dekarbonisierung Wärmenetz im Bildungszentrum							
3	Ausbau Windenergiestandort Langwieden							
4	Energieberatungsangebote für Wohngebäudebesitzer							
5	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Bildungszentrum und Im Briele							

9.4. Teilgebiets-Steckbriefe


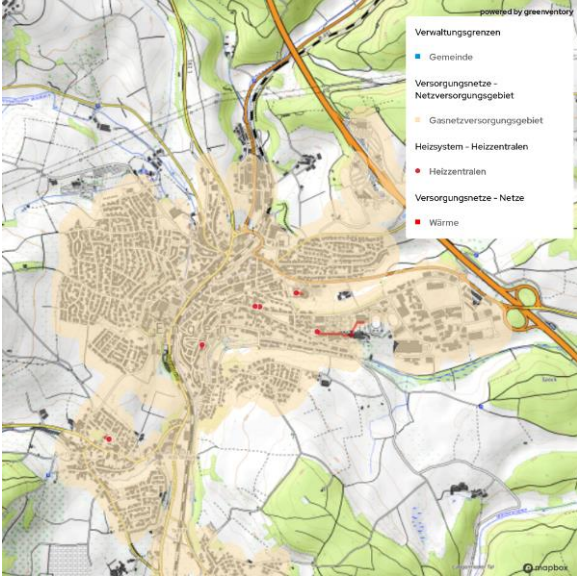
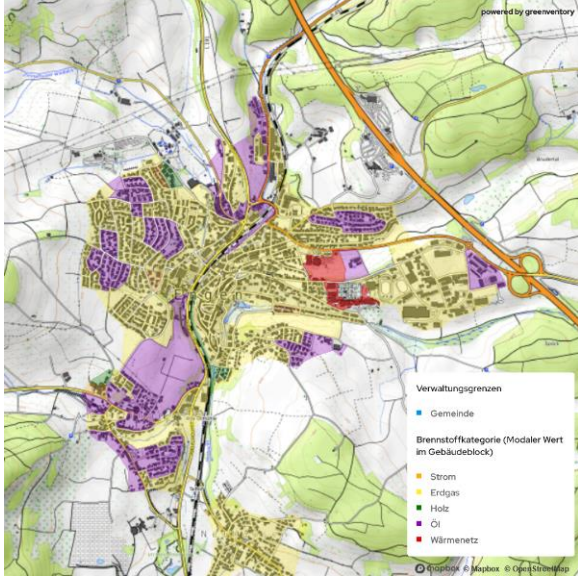
Für die wesentlichen Teilgebiete von Engen wurden einheitliche Steckbriefe erstellt. Die Steckbrief-Form ermöglicht einen schnellen Überblick über die Situation und mögliche Maßnahmen. Die Inhalte sind so aufbereitet, dass sie als konkrete Arbeitsgrundlage verwendet werden können.

Die Steckbriefe bieten eine erste Orientierung über:

- › Luftbild
- › Beschreibung der Situation im Gebiet
- › Versorgungsstruktur (Gas und Nahwärme)
- › eingesetzte Energieträger
- › die räumliche Verteilung der Wärmedichte und Wärmelinien-dichte
- › die räumliche Verteilung von Potenzialen für Solarthermie-Freiflächenanlagen und industrielle Abwärme
- › Eignungsgebiete für Wärmenetze und dezentrale Einzelversorgung
- › Ziele für die Stadtentwicklung und Wärmeversorgung

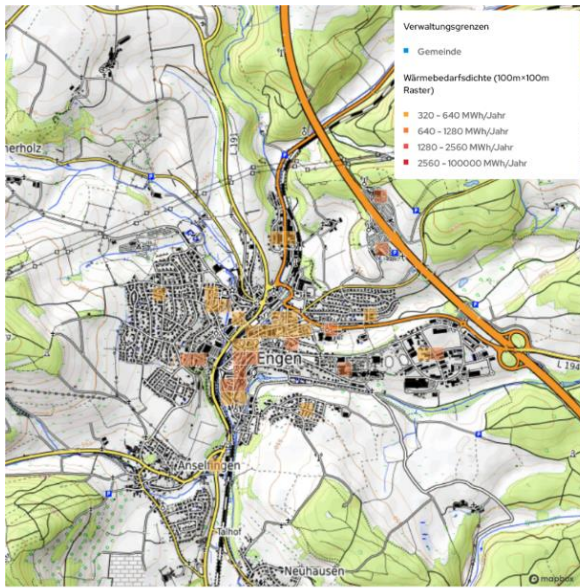


9.4.1. Engen Kernort

Engen Kernort	
<p>Luftbild</p> 	<p>Beschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> › Etwa 2086 beheizte Gebäude › Anteil Wohngebäude: 87 % › Wärmebedarf: ca. 73,0 GWh › Überwiegend Wohnbebauung mit dörflicher Struktur (EFH/ZFH und kleinere MFH). Im Norden und der Altstadt auch größere MFH. › Gewerbegebiet im östlichen und im nördlichen Teil. › Ortskern mit historischer Bausubstanz
<p>Versorgungsstruktur</p> 	<p>Energieträger</p> 
<ul style="list-style-type: none"> › Vollständig durch Gasnetz erschlossen › Wärmenetz Bildungszentrum und weitere kleine Wärmenetze Rathaus, Grundschule, Sonnenuhr und Auf der Höhe 	<ul style="list-style-type: none"> › Beheizung überwiegend mit Erdgas (> 60 %), in Ansefingen und im westlichen Bereich befinden sich auch Baublöcke mit überwiegend Ölheizungen. › Durchschnittliches Heizungsalter: 20 Jahre

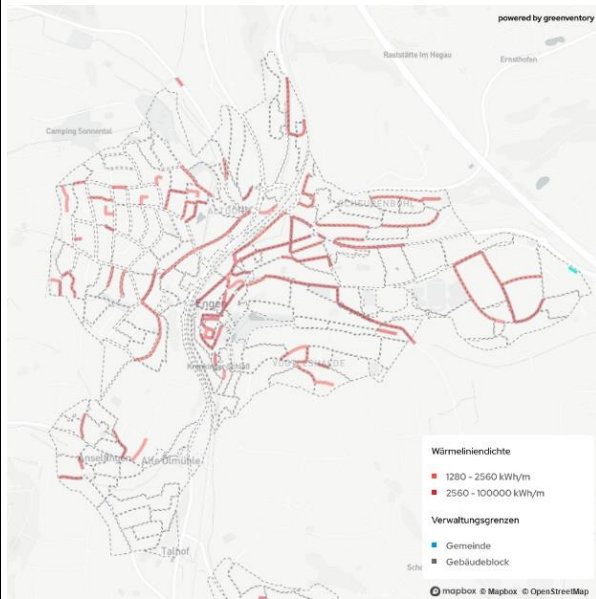


Wärmedichte (ab 415 MWh pro Hektar)



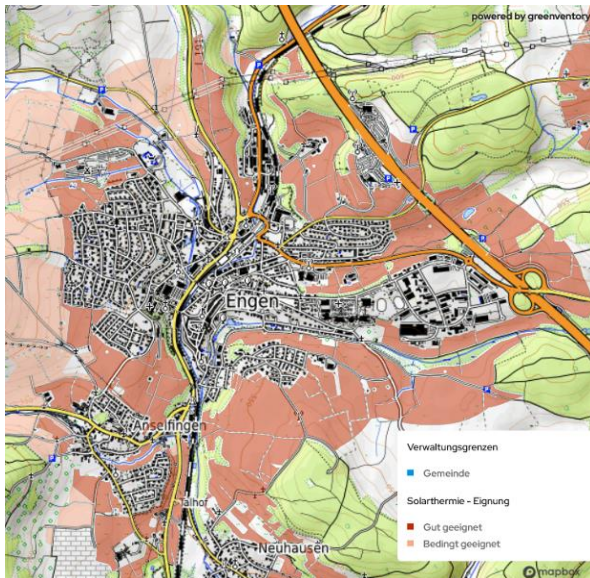
› Hohe Wärmedichten v.a. in der Altstadt und im Bereich des Gesundheitszentrums.

Wärmeliendichte (ab 1800 kWh/m)



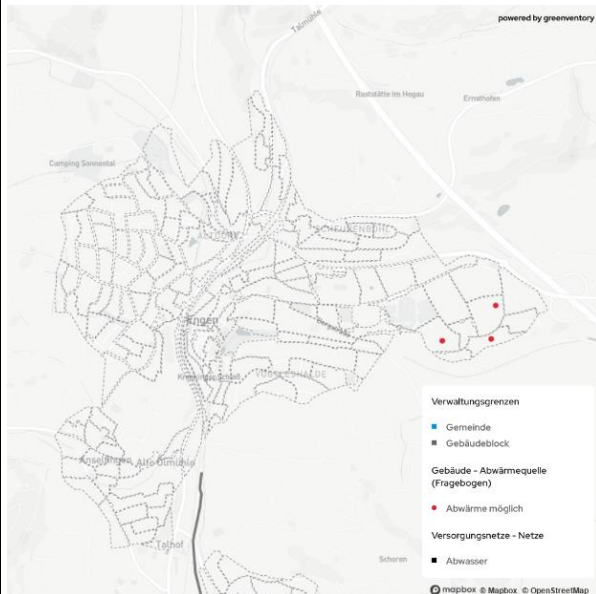
› Hohe Wärmeliendichten im Innenbereich Engens und im östlichen Industriegebiet.

Solarthermiepotenziale



› Gut geeignete Potenzialflächen befinden sich westlich der Bahnlinie um die gesamte Bebauung herum.

Abwärmepotenziale



› Drei Firmen, die angegeben haben, dass Abwärme anfällt. Sowie keine weitere mit „unsicher“.

› Eine Biogasanlage mit ca. 240 kW

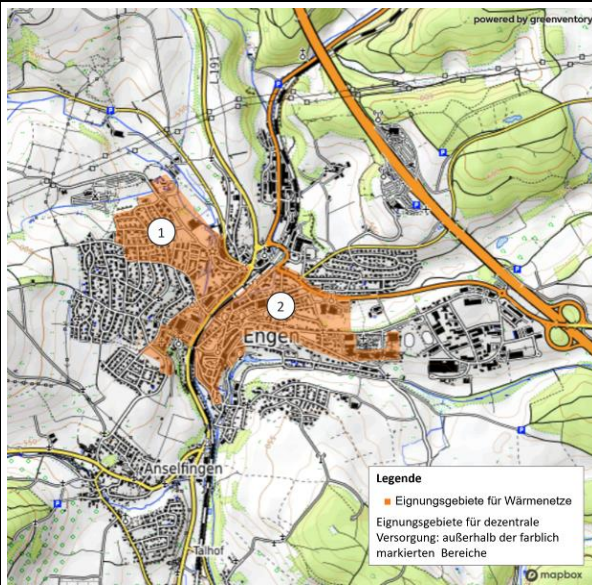
Oberflächennahe Geothermie

→ Detailbeschreibungen inkl. Karten im Potenzialkapitel

Erdsonden: überall möglich. Östlich der Hegaustraße bzw. der Sportplatzstraße nur mit Wasser zu betreiben.

Erdkollektoren: überall möglich. Östlich der Hegaustraße bzw. der Sportplatzstraße nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Eignungsgebiete (des Teilgebietes Engen Kernort)



Wärmenetz-Eignungsgebiete:

1. Nord-West
2. Altstadt bis Bildungszentrum

Einzelversorgungsgebiete:

- › Nördlich der Schwarzwaldstraße bzw. Aacher Str./Industriegebiet im Osten/südlich des Hexenwegle bzw. der Altstadt bzw. der Ballenbergstraße/westlich der Hewenstraße

Wärmenetz-Eignungsgebiet 1: Engen Nord-West

Priorität:	A	Wärmebedarf:	10,7 GWh
Anzahl Gebäude:	237	Wärmeliniendichte (mittel):	1.860 kWh/m
Straßenzuglänge:	5,4 km		
Ankergebäude:	Senioren- und Pflegeheim, Medizinisches Versorgungszentrum, "Wohnen, Arbeiten und Leben in Engen", Hui Erlebnisbad, Kindergarten Glockenziel		
Bestehende Wärmenetze:	Keine		
Potenzielle Abwärme:	Abwassersammler		



Wärmenetz-Eignungsgebiet 2: Engen Altstadt bis Bildungszentrum

Priorität:	A	Wärmebedarf:	18,6 GWh
Anzahl Gebäude:	388	Wärmelinien-dichte (mittel):	2.760 kWh/m
Straßenzuglänge:	6,5 km		
Ankergebäude:	Bildungszentrum, Grundschule Engen-Hegau, Stadthalle, kath. Kindergarten Sonnenuhr, Altenpflegeheim Katharina, Sozialstation St. Wolfgang, Rathaus, Museum und Galerie, Schloss Krenkingen		
Bestehende Wärmenetze:	Bildungszentrum, Rathaus, Grundschule, Sonnenuhr		
Potenzielle Abwärme:	Abwassersammler		

Einzelversorgungs-Gebiete

Wärmebedarf:	44,6 GWh
Beheizungsstruktur IST:	Überwiegend Gas- und Ölheizungen älteren Baujahrs.
Oberflächennahe Geothermie:	Erdsonden: überall möglich. Östlich der Hegaustraße bzw. der Sportplatzstraße nur mit Wasser zu betreiben. Erdkollektoren: überall möglich. Östlich der Hegaustraße bzw. der Sportplatzstraße nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Ziele für die Wärmeversorgung

Wärmenetze

- › Solarthermie, Abwasser-Wärmepumpe, Biomasse

Einzelversorgung

- › Dezentral über Wärmepumpen und Solarthermie/PV. Wo möglich, sollten die Wärmepumpen mit Erdsonden oder Erdkollektoren betrieben werden.



9.4.2. Neuhausen, Welschingen

Neuhausen, Welschingen

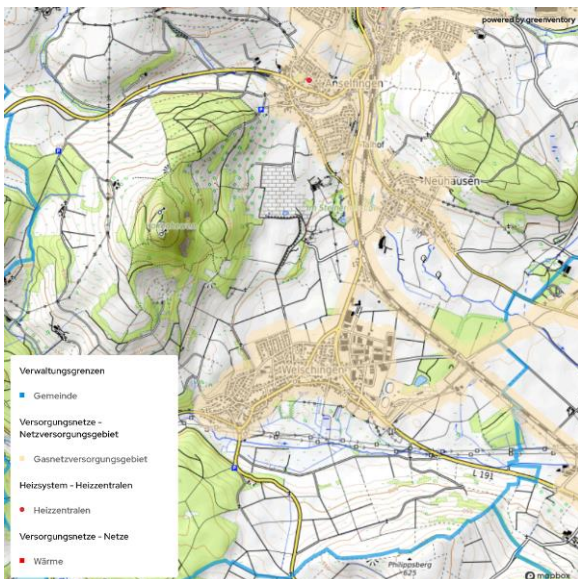
Luftbild



Beschreibung

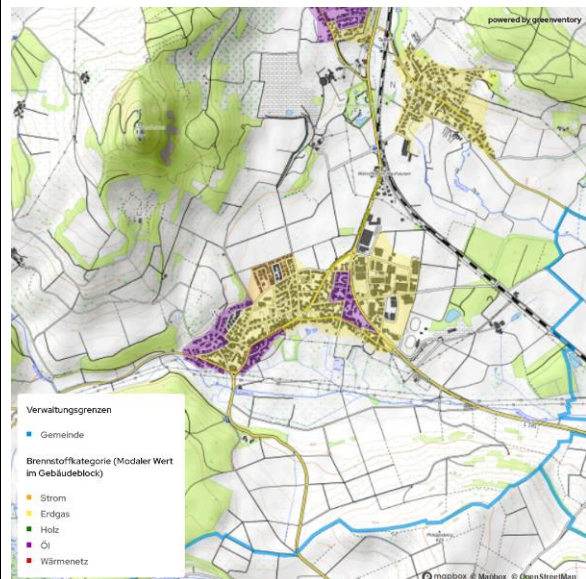
- › Etwa 764 beheizte Gebäude
- › Anteil Wohngebäude: 83 %
- › Wärmebedarf: ca. 25,0 GWh
- › Überwiegend Wohnbebauung mit dörflicher Struktur (EFH/ZFH).
- › Gewerbegebiet im Osten von Welschingen.

Versorgungsstruktur



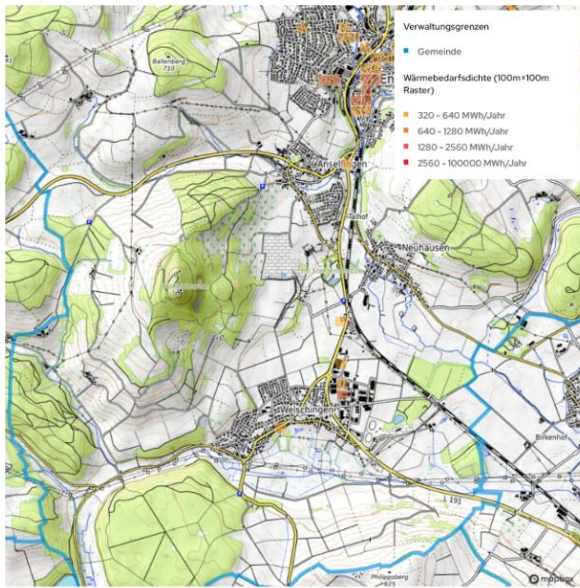
- › Vollständig durch Gasnetz erschlossen
- › kein Wärmenetz

Energieträger



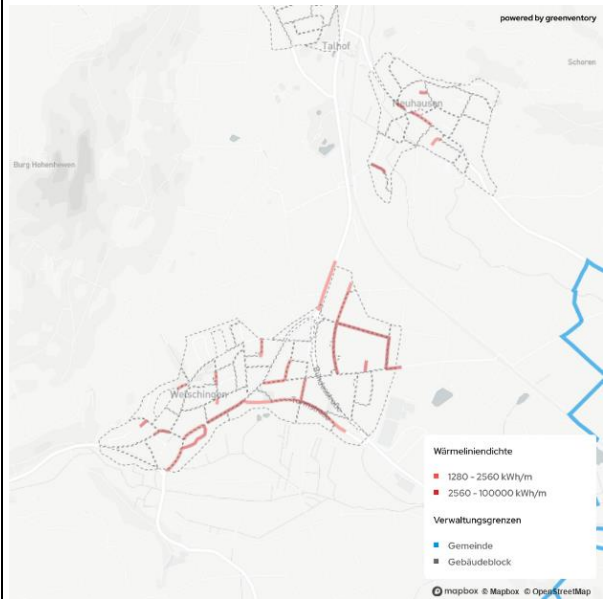
- › Beheizung überwiegend mit Erdgas (> 50 %), im südwestlichen Bereich Welschingens befinden sich auch Baublöcke mit überwiegend Ölheizungen.
- › Durchschnittliches Heizungsalter: 24 Jahre

Wärmedichte (ab 415 MWh pro Hektar)



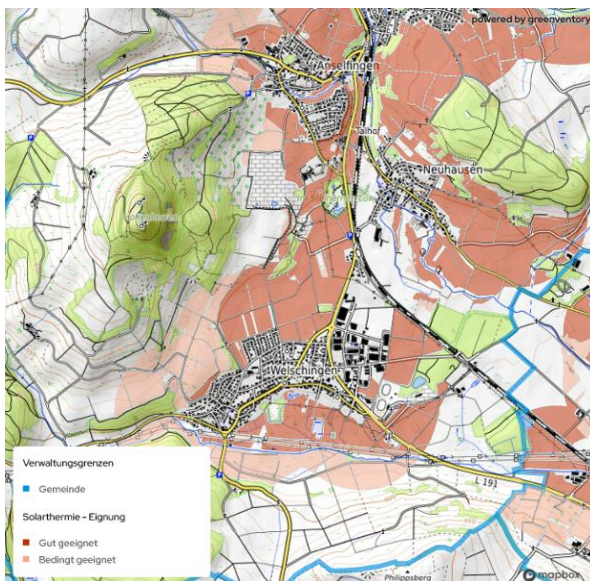
› Hohe Wärmedichten v.a. im Osten und entlang der Straße Auf Löbern in Welschingen.

Wärmeliniedichte (ab 1800 kWh/m)



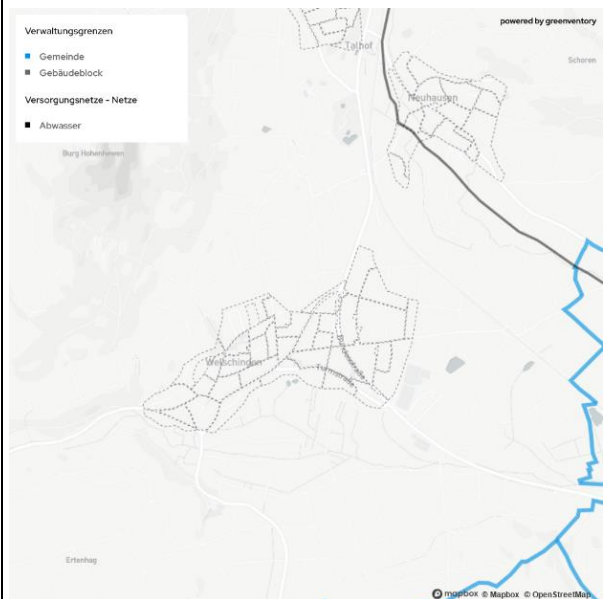
› Hohe Wärmeliniedichten v.a. entlang der Dorfstraße bzw. der Turmstraße und im östlichen Industriegebiet.

Solarthermiepotenziale



› Gut geeignete Potenzialflächen befinden sich v.a. östlich von Neuhausen und nördlich von Welschingen.

Abwärmepotenziale



› Keine Firma, die angegeben hat, dass Abwärme anfällt.

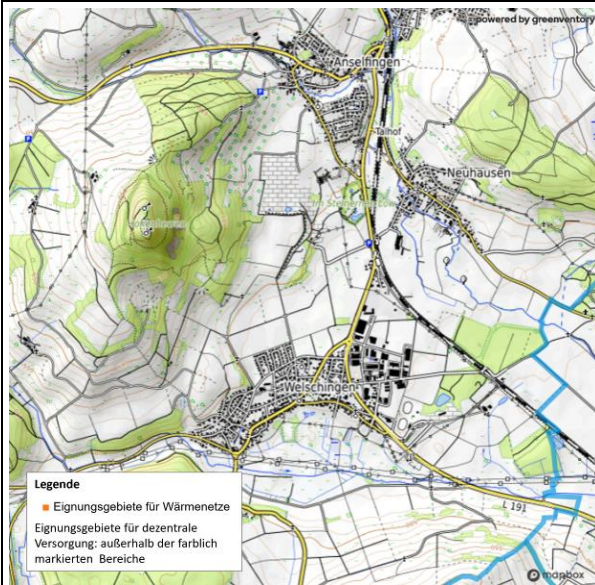
Oberflächennahe Geothermie

→ Detailbeschreibungen inkl. Karten im Potenzialkapitel

Erdsonden: in Neuhausen nicht möglich. In Welschingen mit erhöhtem Bohrrisiko möglich mit Ausnahme westlich der Bundesstraße.

Erdkollektoren: überall möglich. In Neuhausen und östlich der Bundesstraße nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Eignungsgebiete (des Teilgebietes Neuhausen, Welschingen)



Wärmenetz-Eignungsgebiete:

Keine

Einzelversorgungsgebiete:

› Im gesamten Teilgebiet

Einzelversorgungs-Gebiete

Wärmebedarf: 25,0 GWh

Beheizungsstruktur IST: Überwiegend Gas- und Ölheizungen älteren Baujahrs. Im Neubaugebiet entlang der Wettestraße überwiegend Strom.

Oberflächennahe Geothermie: **Erdsonden:** in Neuhausen nicht möglich. In Welschingen mit erhöhtem Bohrrisiko möglich mit Ausnahme westlich der Bundesstraße.

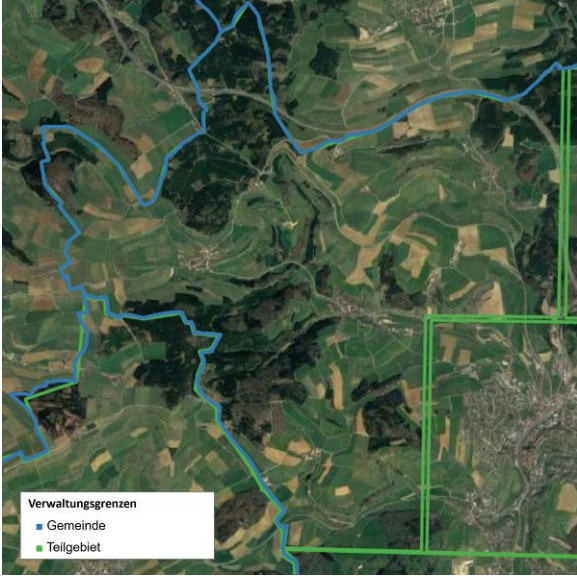
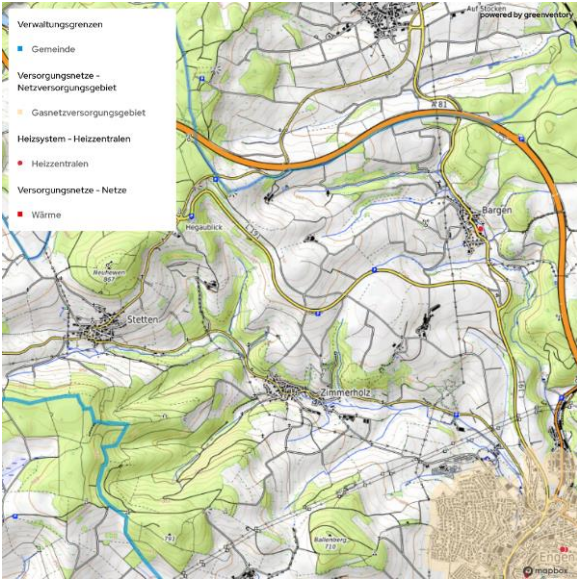
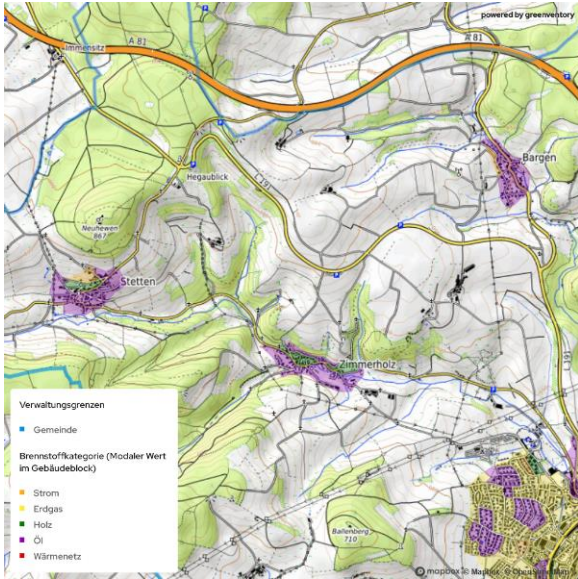
Erdkollektoren: überall möglich. In Neuhausen und östlich der Bundesstraße nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Ziele für die Wärmeversorgung

Einzelversorgung

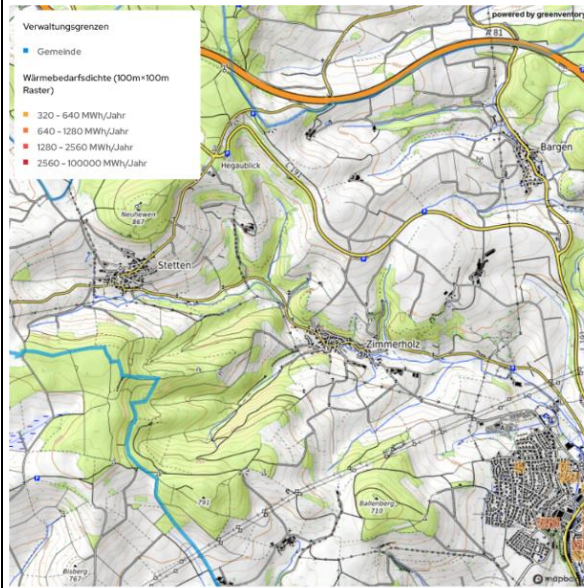
› Dezentral über Wärmepumpen und Solarthermie/PV. Wo möglich, sollten die Wärmepumpen mit Erdsonden oder Erdkollektoren betrieben werden.

9.4.3. Barga, Stetten, Zimmerholz

Barga, Stetten, Zimmerholz	
<p>Luftbild</p>  <p>Verwaltungsgrenzen ■ Gemeinde ■ Teilgebiet</p>	<p>Beschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> › Etwa 314 beheizte Gebäude › Anteil Wohngebäude: 90 % › Wärmebedarf: ca. 11,6 GWh › Überwiegend Wohnbebauung mit dörflicher Struktur (EFH/ZFH).
<p>Versorgungsstruktur</p>  <p>Verwaltungsgrenzen ■ Gemeinde Versorgungsnetze - Netzversorgungsgebiet ■ Gasnetzversorgungsgebiet Heizsystem - Heizzentralen ■ Heizzentralen Versorgungsnetze - Netze ■ Wärme</p>	<p>Energieträger</p>  <p>Verwaltungsgrenzen ■ Gemeinde Brennstoffkategorie (Modaler Wert im Gebäudeblock) ■ Strom ■ Erdgas ■ Holz ■ Öl ■ Wärmenetz</p>
<ul style="list-style-type: none"> › Nicht durch Gasnetz erschlossen › kleines Wärmenetz Barga 	<ul style="list-style-type: none"> › Beheizung überwiegend mit Heizöl (> 60 %), in Zimmerhof und Stetten befinden sich auch Baublöcke mit überwiegend Holzheizungen. › Durchschnittliches Heizungsalter: 20 Jahre

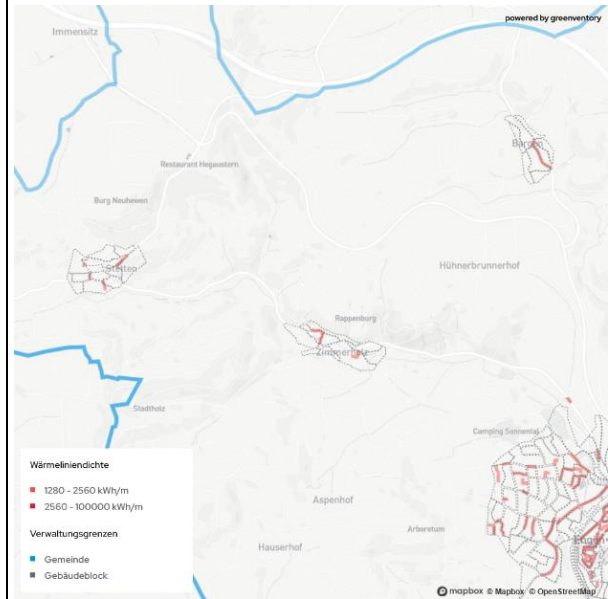


Wärmedichte (ab 415 MWh pro Hektar)



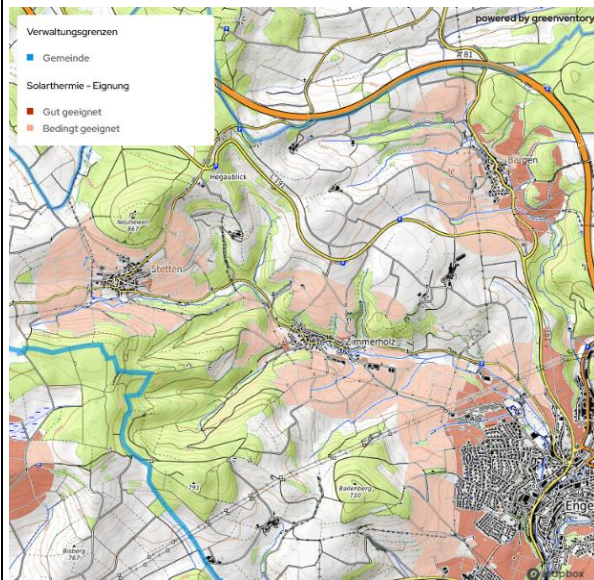
› Hohe Wärmedichten v.a. in den Kernbereichen der Ortschaften.

Wärmeliendichte (ab 1800 kWh/m)



› Hohe Wärmeliendichten teilweise innerhalb der Ortskerne.

Solarthermiepotenziale



› Wenige gut geeignete Potenzialflächen befinden sich im Osten von Enger.

Abwärmepotenziale



› Keine Firma, die angegeben hat, dass Abwärme anfällt.

› Drei Biogasanlagen mit insgesamt ca. 1,3 MW



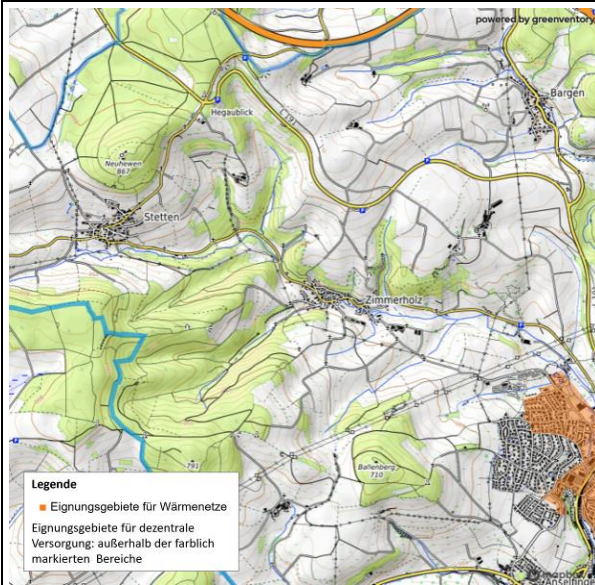
Oberflächennahe Geothermie

→ Detailbeschreibungen inkl. Karten im Potenzialkapitel

Erdsonden: in Zimmerholz überall möglich. In Bargaen mit Wasser zu betreiben. In Stetten nördlich dem Steinmauerweg nicht erlaubt.

Erdkollektoren: überall möglich. In Bargaen und nördlich dem Steinmauerweg in Stetten nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Eignungsgebiete (des Teilgebietes Bargaen, Stetten, Zimmerholz)



Wärmenetz-Eignungsgebiete:

Keine

Einzelversorgungsgebiete:

› Im gesamten Teilgebiet

Einzelversorgungs-Gebiete

Wärmebedarf: 11,6 GWh

Beheizungsstruktur IST: Überwiegend Ölheizungen älteren Baujahrs. Teilweise Beheizung mit Holz.

Oberflächennahe Geothermie: **Erdsonden:** in Zimmerholz überall möglich. In Bargaen mit Wasser zu betreiben. In Stetten nördlich dem Steinmauerweg nicht erlaubt.

Erdkollektoren: überall möglich. In Bargaen und nördlich dem Steinmauerweg in Stetten nur unter bestimmten Voraussetzungen.

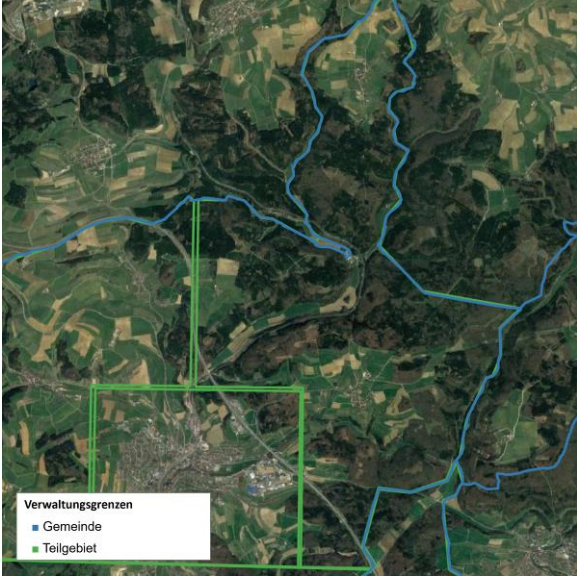
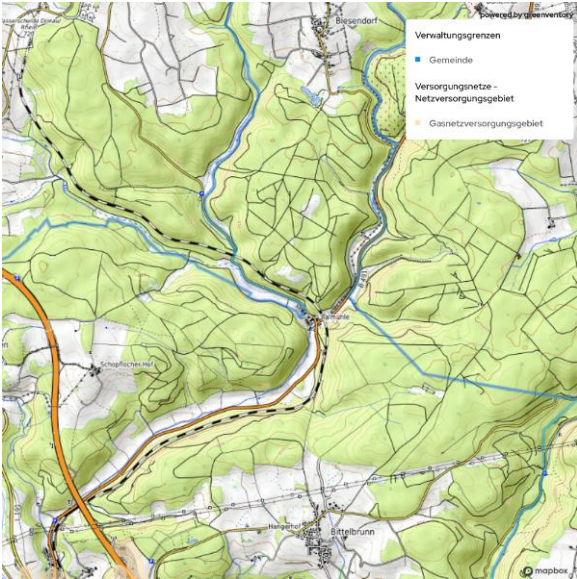
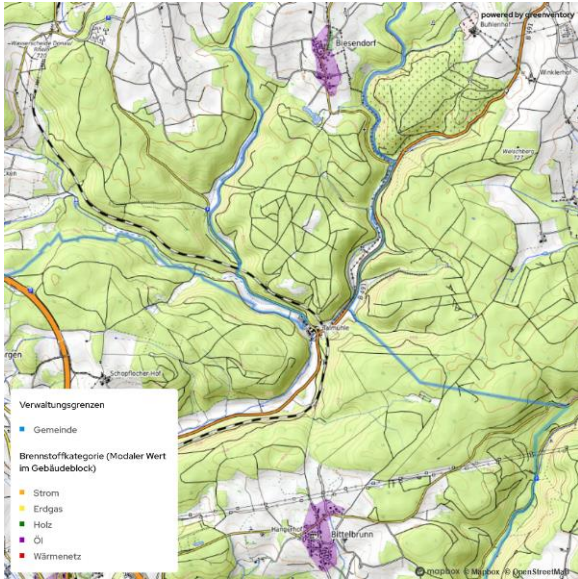
Ziele für die Wärmeversorgung

Einzelversorgung

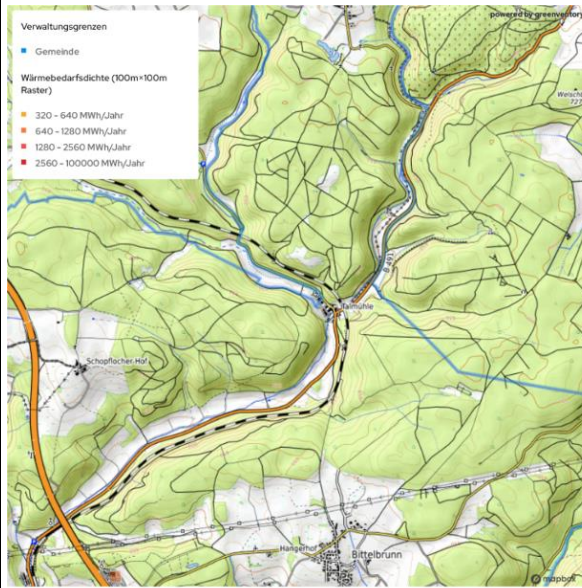
› Dezentral über Wärmepumpen und Solarthermie/PV. Wo möglich, sollten die Wärmepumpen mit Erdsonden oder Erdkollektoren betrieben werden.



9.4.4. Bittelbrunn, Biesendorf, Talmühle

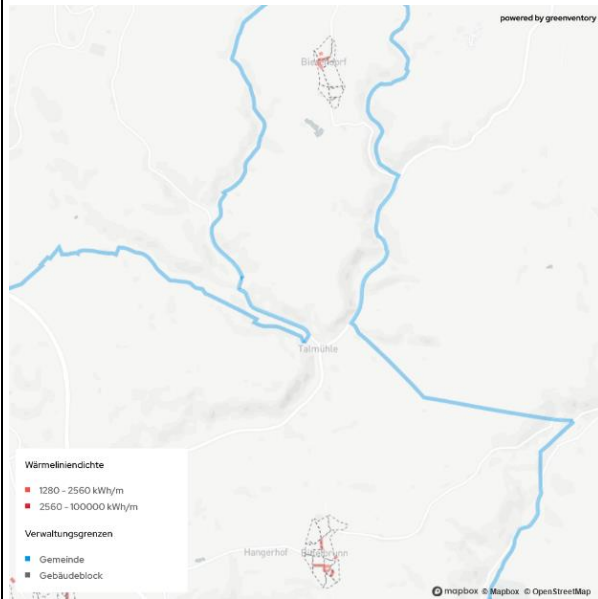
Bittelbrunn, Biesendorf, Talmühle	
<p>Luftbild</p> 	<p>Beschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> › Etwa 205 beheizte Gebäude › Anteil Wohngebäude: 87 % › Wärmebedarf: ca. 6,6 GWh › Überwiegend Wohnbebauung mit dörflicher Struktur (EFH/ZFH).
<p>Versorgungsstruktur</p> 	<p>Energieträger</p> 
<ul style="list-style-type: none"> › Nicht durch Gasnetz erschlossen › kein Wärmenetz 	<ul style="list-style-type: none"> › Beheizung überwiegend mit Heizöl (> 65 %), in Biesendorf befindet sich auch ein Baublock mit überwiegend Holzheizungen. › Durchschnittliches Heizungsalter: 19 Jahre

Wärmedichte (ab 415 MWh pro Hektar)



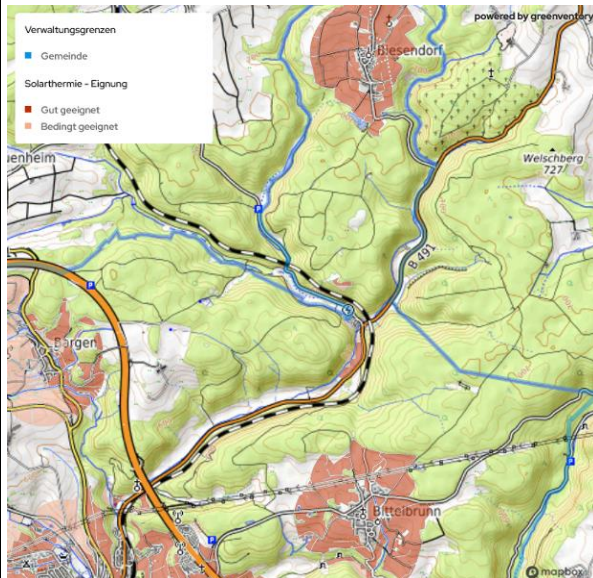
› Hohe Wärmedichten v.a. in den Kernbereichen der Ortschaften.

Wärmeliendichte (ab 1800 kWh/m)



› Hohe Wärmeliendichten teilweise innerhalb der Ortskerne.

Solarthermiepotenziale



› Gut geeignete Potenzialflächen befinden sich um die gesamten Ortschaften Bittelbrunn und Biesendorf herum.

Abwärmepotenziale



› Keine Firma, die angegeben hat, dass Abwärme anfällt.

› Eine Biogasanlage mit ca. 1,1 MW



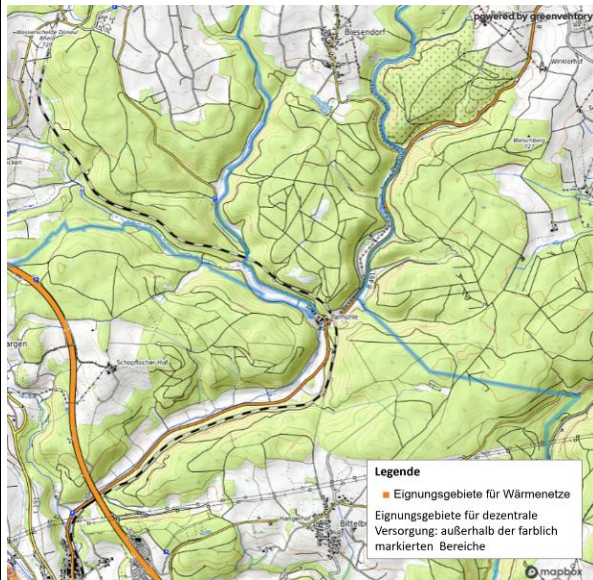
Oberflächennahe Geothermie

→ Detailbeschreibungen inkl. Karten im Potenzialkapitel

Erdsonden: in Biesendorf überall möglich. In Bittelbrunn und Talmühle mit Wasser zu betreiben.

Erdkollektoren: überall möglich. In Bittelbrunn und Talmühle nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Eignungsgebiete (des Teilgebietes Bittelbrunn, Biesendorf, Talmühle)



Wärmenetz-Eignungsgebiete:

Keine

Einzelversorgungsgebiete:

› Im gesamten Teilgebiet

Einzelversorgungs-Gebiete

Wärmebedarf: 6,6 GWh

Beheizungsstruktur IST: Überwiegend Ölheizungen älteren Baujahrs.

Oberflächennahe Geothermie: **Erdsonden:** in Biesendorf überall möglich. In Bittelbrunn und Talmühle mit Wasser zu betreiben.

Erdkollektoren: überall möglich. In Bittelbrunn und Talmühle nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Ziele für die Wärmeversorgung

Wärmenetze

› kein WN

Einzelversorgung

› Dezentral über Wärmepumpen und Solarthermie/PV. Wo möglich, sollten die Wärmepumpen mit Erdsonden oder Erdkollektoren betrieben werden.



9.5. Interkommunale Handlungsansätze

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung als interkommunaler Konvoi ermöglicht die Betrachtung über die jeweilige Gemarkungsgrenze hinaus auf interkommunale Handlungsansätze zu legen. Hierbei wurden kommunenübergreifende Potenziale, Strukturen und Maßnahmen identifiziert. Die nachfolgend beschriebenen interkommunalen Handlungsansätze legen den Fokus auf Synergieeffekte und gemeinsam zu entwickelnde Maßnahmen.

9.5.1. Wärmenetze

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden in einigen Kommunen Eignungsgebiete für Wärmenetze identifiziert. Über den Ausbau der Wärmenetze entscheiden die Kommunen, ggf. in Abstimmung mit den Energieversorgern. Dabei stehen die Kommunen teilweise vor unterschiedlichen Ausgangssituationen, allerdings gleichen sich die Herausforderungen beim Ausbau der Wärmenetze oftmals. Typische Herausforderungen sind die knappen Kapazitäten für die Umsetzung, das fehlende Knowhow, die Finanzierung, der Betrieb der Wärmenetze, knappe Ressourcen bei Handwerks- und Bauunternehmen sowie einige weitere Faktoren.

Eine interkommunale Herangehensweise und ein Austausch zwischen den Kommunen und relevanten lokalen Akteuren kann zur Nutzung von Synergie- und Skaleneffekten führen. Neben einem losen Austauschformat zur Entwicklung von Wärmenetzen wäre darüber hinaus ein interkommunales Format, in dem die Koordination, die Entwicklung sowie Bau und Betrieb von Wärmenetzen auf interkommunaler Ebene organisiert würde, denkbar. Beispiele für ein solches interkommunales Format aus anderen Regionen wären bspw. ein Regionalwerk, Zweckverband, Zweck-Unternehmen etc.

9.5.2. Ausbau erneuerbare Energien

Ohne den konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien wird die Wärmewende nicht zu schaffen sein. Es gilt daher die vorhandenen Potenziale möglichst gut zu nutzen. Insbesondere bei den Flächenpotenzialen, Windenergie, PV-Freiflächen, Abwärme und Tiefengeothermie ist dabei eine interkommunale Herangehensweise denkbar. Bspw. grenzen teilweise Potenzialflächen der jeweiligen Kommunen aneinander und eine gemeinsame Erschließung ist möglich oder die Energiequelle und die Energiesenke liegen in angrenzenden Gemeinden.

Ebenso wie bei der Windenergie, soll die Energieerzeugung aus PV-Freiflächenanlagen in Baden-Württemberg stark ausgebaut werden. Die derzeit laufende Aktualisierung der Regionalpläne berücksichtigt daher auch Flächen für Freiflächen-PV.

Für die Entwicklung dieser Flächen und den Ausbau der PV-Freiflächenanlagen kann es sinnvoll sein, ebenso wie bei der Windenergie, gemarkungsübergreifende Potenzialflächen in interkommunaler Kooperation umzusetzen. Eine frühzeitige Kooperation bei der Flächensicherung und der Projektierung ist daher in diesen Fällen anzustreben.



9.5.3. Abwärme Abwasserkanäle

Die Untersuchung der möglichen Abwasserpotenziale aus dem Kanalnetz sollten möglichst interkommunal angegangen werden, da die Entnahme von Wärme an einer bestimmten Stelle Auswirkungen auf weitere mögliche Entnahmen hat.

9.5.4. Entwicklung der Gasnetze

Derzeit sind etwa die Hälfte der Orte innerhalb des Konvois an das Erdgasnetz angeschlossen. Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung setzt die Dekarbonisierung und damit auch den Ersatz von fossilem Erdgas voraus. Unter dieser Prämisse wird die zukünftige Entwicklung der Gasnetze zu gestalten sein.

Die Entwicklung bzw. Transformation der Erdgasnetze ist eine große Herausforderung für die Energieversorger und Netzbetreiber sowie die Kommunen als Konzessionsgeber. Dabei stellen sich diverse rechtliche, versorgungstechnische und wirtschaftliche Fragen. Sicher erscheint, dass Erdgas als Energieträger aufgrund seiner Klimaschädlichkeit immer mehr an Relevanz verlieren wird und damit auch die Erdgasnetze hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Tragfähigkeit in Frage gestellt werden dürften.

Da die Erdgasnetze eine überregionale Infrastruktur darstellen, ist eine interkommunale Betrachtung der weiteren Entwicklung der Erdgasnetze unerlässlich. Es wird daher empfohlen gemeinsam mit den Netzbetreibern und Energieversorgern eine interkommunale Strategie zur zukünftigen Entwicklung der Erdgasnetze zu entwickeln. Dabei sind vor dem Hintergrund der kommunalen Wärmeplanung nachfolgende Kriterien und Rahmenbedingungen zu beachten:

- › Aufgrund der notwendigen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bis 2040 ist es zwangsläufig notwendig, dass der aktuelle Gaseinsatz im Konvoi zur Wärmebereitstellung massiv zurückgefahren wird.
- › In urban geprägten Gebieten wird die Wärmebereitstellung künftig überwiegend anhand von Wärmenetzen und dezentralen Heizanlagen auf Basis erneuerbarer Energien und Strom (Wärmepumpen) erfolgen. Die zukünftige Entwicklung der Erdgasnetze sollte daher den Ausbau der Wärmenetze berücksichtigen.
- › Produzierende Gewerbe- und Industriebetriebe sind ggf. noch länger auf Erdgas angewiesen und können ggf. aus prozesstechnischer Sicht Erdgas nicht komplett ersetzen. Der Bedarf der Industrie ist daher zu berücksichtigen und Alternativen zur Erdgasnutzung sind zu entwickeln.
- › In den erdgasversorgten, ländlicheren Gebieten ohne Eignungsgebiete für Wärmenetze, werden dezentrale Lösungen, überwiegend über Wärmepumpen und Biomasse, die Wärmebereitstellung übernehmen.

9.5.5. Wasserstoff

In den Kommunen des Konvois spielt Wasserstoff als Energieträger zur Wärmeversorgung derzeit keine Rolle. Es bestehen weder Erzeugungsanlagen noch ein Verteilnetz für Wasserstoff.



In der öffentlichen und wissenschaftlichen Diskussion wird der Einsatz von Wasserstoff als Erdgas-Ersatz intensiv diskutiert¹³. Auch gibt es zahlreiche Beispiele für die Zumischung geringer Wasserstoff-Anteile (bis max. 10 %) in das bestehende Erdgasnetz. Technisch ist jedoch bereits heute klar, dass sich die bestehenden Erdgasnetze nur unter hohem Aufwand für den Transport von 100 %-igem Wasserstoff eignen würden. Alternativ wäre die Entwicklung bzw. der Aufbau eines reinen Wasserstoffnetzes als komplett neue Infrastruktur denkbar. Neben der Erzeugung und Verteilung müsste auch die Sekundärseite (Heizungen, BHKWs, Gasturbinen usw.), die bisher auf die Erdgasverbrennung eingestellt war, auf Wasserstoff umgestellt werden.

Neben der Verteilnetzinfrastuktur auf lokaler Ebene stellt sich die Frage nach der Herkunft bzw. der Erzeugung von Wasserstoff. Grundsätzlich ist dabei die lokale Erzeugung von Wasserstoff sowie der Import von Wasserstoff über überregionale Transportinfrastruktur denkbar. Die lokale Erzeugung von Wasserstoff ist durch die vorhandenen Potenziale an erneuerbaren Energien begrenzt. Um den derzeitigen Erdgasverbrauch innerhalb des Konvois mit Wasserstoff zu ersetzen, wären bspw. ca. 11 Windenergieanlagen notwendig.

Der Import von Wasserstoff über überregionale Transportleitungen bedarf einer entsprechenden Infrastruktur auf überregionaler bzw. internationaler Ebene.

In der Region Singen – Hegau untersucht die Thüga als Gasnetzbetreiber ein Wasserstoffnetzausbaugebiet ausgehend vom Industriegebiet in Singen. Aktuell wird ein Transformationsplan aufgestellt, dessen Ergebnisse für das 2. Quartal 2024 vorliegen sollen. Angedachte regionale Wasserstoffleitungen würden dabei alle über den Norden von Singen laufen und damit das Konvoigebiet queren. Eine Anbindung von den gasversorgten Konvoikommunen im Nord-Osten des Gebietes (Volkertshausen, Aach, Mühlhausen-Ehingen, Engen) an diese regionale Leitung wäre daher aus Sicht der Thüga denkbar. Falls sich im weiteren Ablauf der Untersuchungen die Thüga für ein Wasserstoffnetzausbaugebiet entscheidet, kann in den folgenden kommunalen Wärmeplänen das Thema vertieft aufgegriffen werden.

9.5.6. Öffentlichkeitsarbeit

Bei vielen Bereichen und Maßnahmen zur Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung, bspw. der energetischen Gebäudesanierung, sind private Akteure die umsetzende Instanz. Die Kommunen können hier jedoch informierend, beratend und vernetzend tätig sein bzw. entsprechende Angebote etablieren und als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Denkbare interkommunale Ansätze sind bspw. (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- › Informations- und Beratungskampagne zur energetischen Gebäudesanierung für Wohngebäude
- › Informations- und Beratungskampagne zu Photovoltaik auf privaten Dächern
- › Informations- und Veranstaltungsangebote zu Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie
- › Vernetzung des lokalen Handwerks
- › Weiterbildungsangebote bspw. für Handwerker, Verwaltungsmitarbeiter, Gebäudemanager etc.

¹³ S. Herkel, M. Lenz, J. Thomsen: Erste Ableitungen aus der „Bottom-up Studie zu Pfadoptioenen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors“, Fraunhofer IEE, Fraunhofer ISE, Freiburg/Kassel, Juni 2022, https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-06-30_NWR-Waermestudie_Zwischenergebnisse_FhG.pdf (18. Oktober 2022).



10. Quellenverzeichnis

- [ARGE 2022] Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., 2022: Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes
- [Ariadne 2021] G. Luderer et al, 2021: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich
- [DWA 2022] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. // (DWA), 2022: Lokalisierung von Standorten für den Einsatz von Abwasserwärmennutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg
- [EEG 2021] Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2021 (hier § 48)
- [FFÖ-VO 2017] Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) Baden-Württemberg, 2017
- [FStrG 2021] Bundesfernstraßengesetz (FStrG), 2021
- [Geo 2020] Open Source Geospatial Foundation, 2020: Geodatenkatalog www.geodatenkatalog.de
- [GeotIS] GeotIS: Geothermische Potentiale: AGEMAR, T., ALTEN, J., GANZ, B., KUDER, J., KÜHNE, K., SCHUMACHER, S. & SCHULZ, R. (2014): The Geothermal Information System for Germany - GeotIS – ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144
- [Glob Sol 2022] Global Solar Atlas, 2022 <https://globalsolaratlas.info/map>
- [Greenvest 2022] Greenvest Solar GmbH, 2022 <https://www.greenvest-solar.de/referenzen/>
- [Hotmaps 2022] Hotmaps Project, 2022 <https://www.hotmaps-project.eu/>
- [ISONG 2022] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2022: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) <https://isong.lgrb-bw.de/>
- [LBO 2021] Landesbauordnung (LBO) Baden-Württemberg, 2021
- [NASA SRTM] NASA Shuttle Radar Topography Mission
- [OSM] Open Street Maps
- [PEE 2021] Plattform Erneuerbare Energien, 2021: „Baden-Württemberg Klimaneutral 2040: Erforderlicher Ausbau der Erneuerbaren Energien“
- [Prognos 2021] Prognos et al., 2021: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende: „Klimaneutrales Deutschland 2045“
- [Senftenberg 2018] EEM Energy & Environment Media GmbH, 2018: Senftenberg: Mehr Sonne im Wärmenetz als gedacht <https://www.solarserver.de/2018/04/19/senftenberg-mehr-sonne-im-waermenetz-als-gedacht/>
- [Sonnenpfad 2022] Stadtwerke Ludwigsburg 2022 <https://www.swlb.de/ludwigsburg-Gips/Gips?Anwendung=CMSProduktEintrag&Methode=ShowHTMLAusgabe&RessourceID=1664317&SessionMandant=Ludwigsburg&WebPublisher.NavId=1664313>



- [StrG 2021] Straßengesetz (StrG) Baden-Württemberg, 2021
- [UBA 2021] Umweltbundesamt, 2021: RESCUE-Studie des Umweltbundesamts „Wege in
eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“
- [UM-BW 2020] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg,
2020. Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden



11. Anhang

Fragebogen zur Energiedatenerfassung

Energiedatenerfassung zur kommunalen Wärmeplanung

Die Stadtkreise und Großen Kreisstädte sind durch das neue Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg verpflichtet, bis zum 31. Dezember 2023 einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Für alle anderen Kommunen ist ein solcher Wärmeplan ebenfalls eine wichtige Grundlage für die Transformation der Wärmeversorgung. Ein kommunaler Wärmeplan kann nur auf Basis einer umfassenden Datengrundlage erstellt werden. Im Umgang mit diesen Daten besteht für alle handelnden Akteure eine besondere Sorgfaltspflicht. Die Regelungen im Paragraf 7e des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg schaffen für alle Kommunen die nach allgemeinem Datenschutzrecht erforderliche Rechtsgrundlage für die Datenübermittlung, legen fest welche Daten zum Zweck der Wärmeplanung übermittelt werden dürfen und wie damit zu verfahren ist. Die gleichen Maßstäbe sind im Umgang mit Geschäftsgeheimnissen anzusetzen. Weitere Informationen zur Kommunalen Wärmeplanung und zum Datenschutz finden Sie im Leitfaden Kommunale Wärmeplanung des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

Firmendaten	
Firmenname	<input type="text"/>
Straße / Hausnummer	<input type="text"/>
PLZ / Ort	<input type="text"/>
Ansprechpartner:in	<input type="text"/>
Telefon	<input type="text"/>
E-Mail-Adresse	<input type="text"/>

Basisinformationen	
Für welche Anwendung benötigen Sie Wärme in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Heizen <input type="checkbox"/> Prozesswärme <input type="checkbox"/> Warmwasser <input type="checkbox"/> Kein Wärmebedarf vorhanden
Für welche Anwendung benötigen Sie Kälte in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Klimatisierung <input type="checkbox"/> Kein Kältebedarf vorhanden <input type="checkbox"/> Prozesse
Haben Sie einen nennenswerten Druckluft-Bedarf?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Welche Technologien werden zur Wärmeerzeugung in Ihrem Unternehmen eingesetzt?	<input type="checkbox"/> Gasheizung <input type="checkbox"/> Solarthermie <input type="checkbox"/> Ölheizung <input type="checkbox"/> Elektrische Wärme <input type="checkbox"/> Wärmepumpe <input type="checkbox"/> Kältemaschinen <input type="checkbox"/> Fernwärme <input type="checkbox"/> Kraft-Wärme-Kopplung <input type="checkbox"/> Geothermie <input type="checkbox"/> Sonstiges
Hätten Sie prinzipiell Interesse, Wärme von einem Wärmenetz zu beziehen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Haben Sie Abwärmquellen in Ihrem Unternehmen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Unsicher
Sind zukünftig Sanierungsmaßnahmen im Energiebereich geplant?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Haben Sie in den letzten Jahren Sanierungsmaßnahmen im Energiebereich durchgeführt?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein



Details Abwärme (Wenn Sie sicher sind, dass Sie keine Abwärmepotential besitzen, können Sie diese Fragen überspringen)	
Wären Sie prinzipiell bereit, Abwärme auszukoppeln / abzugeben / zu verkaufen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wie schätzen Sie den technischen Aufwand ein, Abwärme in Ihrem Unternehmen verfügbar zu machen?	<input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> nicht bekannt
Wie ist die Abwärme zeitlich verfügbar?	<input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> unregelmäßig <input type="checkbox"/> tageszeitlich schwankend <input type="checkbox"/> saisonal schwankend
Welchem Medium fällt Abwärme in Ihrem Betrieb an?	<input type="checkbox"/> Abluft <input type="checkbox"/> Dampf <input type="checkbox"/> Warmes/heißes Wasser <input type="checkbox"/> Sonstiges
In welchem Temperaturbereich fällt die Abwärme an?	<input type="checkbox"/> < 50 °C <input type="checkbox"/> > 100 °C <input type="checkbox"/> 50 – 100 °C
Anfallende Abwärmemenge in MWh	<input type="text"/>
Details Energiebedarf (Haben Sie die exakten Werte gerade nicht vorliegen? Kein Problem, geben Sie einfach eine grobe Abschätzung an)	
Jährlicher Gesamtenergieverbrauch in MWh	<input type="text"/>
Jährlicher Gesamtenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung in MWh	<input type="text"/>
Jährlicher Gasverbrauch in MWh	<input type="text"/>
Jährlicher Ölverbrauch in Liter	<input type="text"/>
Jährliche Stromverbrauch in MWh	<input type="text"/>
Jährliche Erzeugung mit erneuerbare Energien in MWh	<input type="text"/>
Jährlicher Nah-/Fernwärmebezug in MWh	<input type="text"/>
Jährliche Kältebedarf in MWh	<input type="text"/>
Details Sanierungsmaßnahmen & Anmerkungen	
Können Sie uns Details über Ihre geplanten Sanierungsmaßnahmen mitteilen?	<input type="text"/>
Können Sie uns Details über Ihre getätigten Sanierungsmaßnahmen mitteilen?	<input type="text"/>
Haben Sie Anmerkungen?	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ort, Datum

Unterschrift / Firmenstempel

Datenschutzhinweis:

Bei der Darstellung der Wärmedichten müssen die Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten berücksichtigt werden (§7d Absatz 3 und §7e Absatz 5 KSG BW). Aus der veröffentlichten Darstellung dürfen keine Rückschlüsse auf Energieverbrauch und Energieversorgung einzelner Bürgerinnen und Bürger möglich sein. Ähnliches gilt für die Veröffentlichung von Information über Nichtwohngebäude. Es dürfen keine Rückschlüsse auf den Geschäftsbetrieb (Produktionskapazität, Auslastung, Produktionsschwankungen und weiteres) möglich sein. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Vorgaben immer dann erfüllt werden, wenn mindestens fünf Gebäude in der Darstellung des Wärmeplans zu einer Einheit zusammengefasst werden. Für diese Gebäudegruppen wird dann ein mittlerer Wärmebedarf dargestellt.

