



Bestands- &  
Potenzialanalyse  
Januar 2026

# Kommunale Wärmeplanung Gemmrigheim

Durchführung im Konvoi mit Hessigheim, Mundelsheim und Walheim

Ein Projekt in  
Kooperation mit

endura  
KOMMUNAL

**Im Auftrag von:**

Bürgermeisteramt Gemmrigheim  
Ottmarsheimer Str. 1  
74376 Gemmrigheim

**Projektleitung:**

Bürgermeister  
Dr. Jörg Frauhammer

**Erstellt durch:**

endura kommunal GmbH  
Emmy-Noether-Str. 2  
79110 Freiburg  
[info@endura-kommunal.de](mailto:info@endura-kommunal.de)  
[www.endura-kommunal.de](http://www.endura-kommunal.de)

**Autoren/Mitarbeitende:**

Projektleitung: Lisa Dufner  
Mitarbeit: Simon Winiger, Jonathan Stephan,  
Delia Seibt, Maximilian Schmid

Dieser Zwischenbericht darf nicht 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 Gemeinde Gemmrigheim 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 Gemeinde Gemmrigheim gestattet.

**Anmerkung zur Barrierefreiheit:** endura kommunal orientiert sich bei der Erstellung von Fachgutachten zur kommunalen Wärmeplanung an den Regeln der Barrierefreiheit. Dazu gehören eine möglichst einfache Sprache, klare Strukturen und Alternativ-Texte für Karten, Grafiken und Bildmaterial. Aufgrund der Komplexität der gesetzlich geforderten Karten können die Anforderungen an kontrastreiche Farbgebung allerdings nicht immer eingehalten werden. Durch die Integration der geforderten Grafiken leidet auch die Vorlesefunktion. endura kommunal arbeitet kontinuierlich daran, solche technische Hindernisse zu beheben.

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 15. Januar 2026



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	5
1. Zusammenfassung .....	7
2. Bestandsanalyse.....	10
2.1. Methodik .....	10
2.2. Wärmebedarf .....	11
2.2.1. Wärmedichte .....	11
2.2.2. Endenergie Wärme nach Energieträger .....	14
2.2.3. Endenergie Wärme nach Sektoren.....	15
2.3. Gebietsstruktur.....	16
2.3.1. Gebäudetypen .....	16
2.3.2. Baualtersklassen .....	18
2.3.3. Heizungsalter .....	19
2.4. Beheizungs- und Versorgungsstruktur .....	21
2.4.1. Dezentrale Wärmeerzeuger .....	21
2.4.2. Gasnetze, Wärmenetze und Heizzentralen .....	21
2.4.3. Abwassernetze.....	22
2.4.4. Wärme- und Gasspeicher .....	22
2.4.5. Erzeugungsanlagen von Wasserstoff oder synthetischen Gasen .....	22
2.5. Kraft-Wärme-Kopplung .....	22
2.6. Treibhausgas-Bilanz.....	23
2.7. Auswertungen der Unternehmensfragebögen .....	24
3. Potenzialanalyse .....	25
3.1. Erläuterung der Potenzialdefinitionen .....	25
3.2. Solarthermie.....	27
3.2.1. Freiflächen .....	27
3.2.2. Dachflächen .....	29
3.3. Biomasse und Abfallstoffe.....	30
3.4. Abwärme .....	31
3.4.1. Abwasser.....	31
3.4.2. Unvermeidbare Abwärme Industrie .....	32
3.4.3. Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung .....	33
3.4.4. Elektrolyseure .....	33



3.5.	Geothermie .....	33
3.5.1.	Tiefe Geothermie.....	34
3.5.2.	Oberflächennahe Geothermie.....	34
3.6.	Umweltwärme .....	40
3.6.1.	Oberflächengewässer .....	40
3.6.2.	Luft.....	41
3.7.	Photovoltaik .....	41
3.7.1.	Freiflächen .....	41
3.7.2.	Floating-PV.....	42
3.7.3.	Deponie-PV.....	42
3.7.4.	Parkplatz-PV.....	43
3.7.5.	Dachflächen (PV).....	44
3.8.	Windenergie .....	45
3.9.	Wasserkraft .....	46
3.10.	Wasserstoff.....	46
3.11.	Einspar-Potenziale.....	48
3.11.1.	Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden.....	48
3.11.2.	Prozesswärme Industrie und Gewerbe .....	49
3.12.	Groß-Wärmespeicher .....	50
3.13.	Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	51
4.	Quellenverzeichnis.....	52
	Anhang: Hochaufgelöster PDF-Kartensatz.....	53





## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

ABBILDUNG 1: SCHEMA ZUR BESTIMMUNG DES WÄRME- UND ENDENERGIEBEDARFS .....	11
ABBILDUNG 2: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DER WÄRMEDICHTE. ....	12
ABBILDUNG 3: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DER WÄRMELINIENDICHTE ENTLANG DER STRAßENZÜGE .....	13
ABBILDUNG 4: ENDENERGIE WÄRME NACH ENERGietRÄGERN .....	14
ABBILDUNG 5: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DES ÜBERWIEGENDEN ENERGietRÄGERS JE GEBÄUDEBLOCK. ....	15
ABBILDUNG 6: ENDENERGIE WÄRME (IN GWh/A) NACH SEKTOREN .....	16
ABBILDUNG 7: ENDENERGIE WÄRME (IN GWh/A) NACH ENERGietRÄGERN UND SEKTOREN .....	16
ABBILDUNG 8: KARTOGRAFISCHE AUSWERTUNG DER GEBÄUDEtypEN .....	17
ABBILDUNG 9: BAUALTERSklassEN DER GEBÄUDE IN GEMMRIGHEIM .....	18
ABBILDUNG 10: RÄUMLICHE DARSTELLUNG DER VORWIEGENDEN BAUALTERSklassEN IN GEMMRIGHEIM .....	19
ABBILDUNG 11: ALTER IN JAHREN DER HEIZUNGEN IN GEMMRIGHEIM .....	20
ABBILDUNG 12: ÜBERWIEGENDES HEIZUNGSALTER JE GEBÄUDEBLOCK. ....	20
ABBILDUNG 13: VORHANDENE WÄRME-INFRASTRUKTUR .....	21
ABBILDUNG 14: STANDORTE DER GRÖßEREN KWK-ANLAGEN .....	23
ABBILDUNG 15: TREIBHAUSGASBILANZ DER WÄRMEVERSORGUNG .....	24
ABBILDUNG 16: DEFINITION DER POTENZIALBEGRIFFE .....	25
ABBILDUNG 17: KATEGORISIERUNG DES TECHNischen POTENZIALS .....	26
ABBILDUNG 18: GRAFISCHE DARSTELLUNG DES VERWENDETEN INDIKATORENMODELLS .....	27
ABBILDUNG 19: BEISPIELHAFTER AUSSCHNITT AUS DEM KRITERIENKATALOG DER PV-POTENZIALANALYSE .....	27
ABBILDUNG 20: KARTE DER SOLARThERMIe-FREIFLÄCHEN-POTENZIALE .....	29
ABBILDUNG 21: KARTE DER ABWÄRMEPOTENZIALE IN GEMMRIGHEIM .....	31
ABBILDUNG 22: VERSCHIEDENE TECHNOLOGIEN ZUR NUTZUNG VON GEOTHERMISCHEN POTENZIALEN. ....	33
ABBILDUNG 23: TIEFE GEOTHERMIE – POTENZIALKARTE UND AUTOMATISIERT GENERIERTES TEMPERATURPROFIL [GEOTIS]. ....	34
ABBILDUNG 24: WASSER- UND HEILQUELLENSCHUTZGEBIETE .....	36
ABBILDUNG 25: BOHRTIEFENBESCHRÄNKUNGEN UND RISIKEN FÜR DEN BAU VON ERDWÄRMESONDEN .....	37
ABBILDUNG 26: WASSER- UND HEILQUELLENSCHUTZGEBIETE .....	38
ABBILDUNG 27: VERORTUNG DER VON DER KEA-BW ERMITTELTEN ERDSONDEN-POTENZIALE .....	39
ABBILDUNG 28: FLIEßGEWÄSSER UND GEWÄSSERKNOTEN IM BEREICH GEMMRIGHEIM .....	40
ABBILDUNG 29: KARTE DER PV-FREIFLÄCHEN-POTENZIALE .....	42
ABBILDUNG 30: KARTE DER FÜR PV-PARKPLATZ GEEIGNETEN FLÄCHEN .....	44
ABBILDUNG 31: KARTE DER POTENZIALHÖHEN DER AUFDACH-PV .....	45
ABBILDUNG 32: DAS IM OKTOBER 2024 GENEHMIGTE WASSERSTOFFKERNNETZ .....	47
ABBILDUNG 33: MAXIMALES EINSARPOTENZIAL BEI VOLLSANIERUNG ALLER WOHNGEBÄUDE .....	48
ABBILDUNG 34: RÄUMLICHE DARSTELLUNG DES EINSARPOTENZIALS BEI GANZHEITLICHER SANIERUNG ALLER WOHNGEBÄUDE .....	49
ABBILDUNG 35: HÖHE DER POTENZIALE IN GEMMRIGHEIM IN GWh/A .....	51





TABELLE 1: ERGEBNISSE DER BESTANDSANALYSE .....	7
TABELLE 2: ERGEBNISSE DER POTENZIALANALYSE .....	8
TABELLE 3: SEKTORZUORDNUNGEN UND GEBÄUDE Typen .....	11
TABELLE 4: DATEN DER BESTEHENDEN GASNETZE .....	22
TABELLE 5: ECKDATEN DER BESTEHENDEN WÄRMENETZE.....	22
TABELLE 6: KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSANLAGEN IN GEMMRIGHEIM .....	22
TABELLE 7: POTENZIALFLÄCHEN FREIFLÄCHEN-SOLARTHERMIE.....	28
TABELLE 8: BIOMASSE-POTENZIALE .....	30
TABELLE 9: KLÄRANLAGEN UND ERMITTELTE POTENZIALHÖHEN AM KLÄRANLAGEN-AUSLAUF .....	32
TABELLE 10: POTENZIALHÖHEN ERDSONDEN.....	39
TABELLE 11: POTENZIELLE WÄRMENUTZUNG AUS FLÜSSEN. ....	40
TABELLE 12: POTENZIALFLÄCHEN FREIFLÄCHEN-PV .....	41
TABELLE 13: HÖHE DER AUFDACH-POTENZIALE .....	45



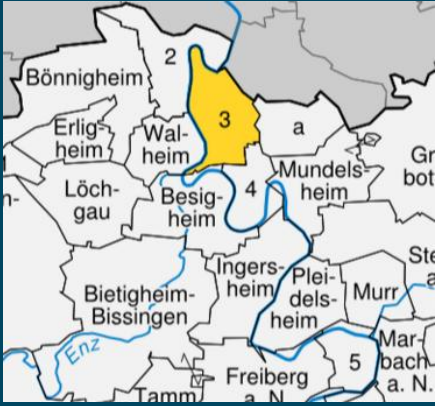




## 1. Zusammenfassung

Der vorliegende Zwischenbericht zur Wärmeplanung für die Gemeinde Gemmrigheim bietet eine umfassende Analyse der aktuellen Wärmeversorgung. Ziel des weiteren Prozesses der Wärmeplanung ist es, nachhaltige und effiziente Lösungen zu identifizieren, die zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen und die Energieversorgung langfristig sichern. Die Ergebnisse der Wärmeplanung werden dann die Grundlage bilden für strategische Entscheidungen der Gemeinde in Bezug auf eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung.

Die kommunale Wärmeplanung wird im Konvoi gemeinsam mit Hessigheim, Mundelsheim und Walheim durchgeführt.

Steckbrief Kommune		
Name der Kommune:	Gemeinde Gemmrigheim	
PLZ	74376	
Bundesland:	Baden-Württemberg	
Landkreis:	Landkreis Ludwigsburg	
Einwohnerzahl:	4.950	
Gemarkungsfläche:	8,2 km <sup>2</sup>	

Quelle: Hagar66 / Wikimedia (Ausschnitt)

### Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse der Wärmeplanung bietet eine umfassende Übersicht über die derzeitige Wärmeversorgung und -infrastruktur der Gemeinde. Sie untersucht die bestehenden Energiequellen, Verbrauchsdaten und Versorgungsstrukturen, um ein klares Bild der aktuellen Situation zu zeichnen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Bestandsanalyse

Ergebnisse Bestandsanalyse	
Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung (Referenzjahr 2023)	43 GWh/Jahr
Anteil des Wärmeverbrauchs nach Sektoren	
› Wohnen	81 %
› Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie	15 %
› Öffentliche Gebäude	5 %
› Sonstige Gebäude	0 %
Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern	
› Erdgas	9 %
› Heizöl	61 %
› Wärmenetze (im Wesentlichen durch Gas gedeckt)	8 %
› Biomasse	12 %
› Strom	9 %
Anteil des Wärmeverbrauchs	
› fossil	82 %
› erneuerbar	18 %
Anteil der Heizungen älter als 20 Jahre	53 %
Anteil der Gebäude vor 1979 (vor der 1. Wärmeschutzverordnung)	69 %





Wärmenetze		
› Anzahl Wärmenetze		2
› Anzahl Anschlussnehmer		140
› Anteil erneuerbare Energien		0 %
Gasnetze		
› vollständig erschlossen: nördliche Teil Gemrigheims etwa bis Obere Schubertstraße		
› nicht erschlossen: südlicher Teil Gemrigheims		

## Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse konzentriert sich auf die Ermittlung der auf der Gemarkungsfläche vorhandenen erneuerbaren Energien und Abwärmepotenziale. Ziel dieser Untersuchung ist es, die verfügbaren Ressourcen wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse zu identifizieren und deren Nutzbarkeit für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu bewerten. Die Ergebnisse der Analyse bieten die Grundlage zur Steigerung der Energieautarkie der Kommune.

Tabelle 2: Ergebnisse der Potenzialanalyse

Bewertung		Kommentar
Wärme	Waldholz	o Geringe Waldfläche (106 ha)
	Biogas & Abfälle	+ Landwirtschaftliche Flächen vorhanden
	Oberflächennahe Geothermie	++ lt. ISONG keine Einschränkungen bekannt
	Tiefe Geothermie	o Keine Thermalwasservorkommen auf der Gemarkung; Geologisch bisher wenig vorhandene Messungen
	Abwärme Biogasanlagen	- Keine Biogasanlagen vorhanden
	Abwärme Abwasser	o Sehr geringe Potenziale aufgrund Größe der Kläranlage
	Abwärme Unternehmen	+ Hohe Potenziale durch geplantes Rechenzentrum in Neckarwestheim und AKW Zwischenlager, aber Erschließung/Nutzbarmachung sehr unsicher für beide Quellen
	Flüsse und Seen	+ Hohe Potenziale durch Fluss Neckar; wirtschaftliche Nutzung und vorhandene Flächen unsicher
	Umgebungsluft	++ Uneingeschränkt verfügbar
	Wasserstoff	o Gasnetz mit Anbindung H2-Kernnetz vorhanden, flächendeckende Erschließung unsicher
	Solarthermie-Dachanlagen	+ Hohe Potenziale vorhanden, aber schwierig zu erschließen, da Individualentscheidungen d. Eigentümer
	Solarthermie-Freiflächenanlagen	+ Potenziale vorhanden, aber können nur in Verbindung mit einem Wärmenetz genutzt werden
Strom	PV-Dachanlagen	+ Hohes Potenzial, aber schwierig zu erschließen, da Individualentscheidungen d. Eigentümer
	PV-Freiflächenanlagen	++ Gut geeignete Gebiete v.a. im Westen der Gemarkung, Vorbehaltsgebiet im Norden
	Windkraftanlagen	- Der Regionalplan weist keine Vorranggebiete aus
	Wasserkraftanlagen	- Keine Wasserkraftanlage vorhanden und lt. Energie-Atlas BaWü auch kein Ausbaupotenzial ausgewiesen
	Biogasanlagen	o Einige landwirtschaftliche Flächen vorhanden

++ sehr gut    + gut    o neutral/ unbekannt/ sehr gering    - kein Potenzial







Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Gemmrigheim vor allem über erhebliche Potenziale bei der Solarenergie und der Flusswärme aus dem Neckar verfügt. Auch die oberflächennahe Geothermie stellt in Gemmrigheim eine vielversprechende Wärmequelle dar. Die Nutzung von Wasserstoff ist durch die Nähe zum Wasserstoffkernnetz im Vergleich zu den anderen Gemeinden im Konvoi Neckartal nicht auszuschließen. Umweltwärme in Form von Luft ist nahezu unbeschränkt verfügbar. Gemmrigheim 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 Gemeinde komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotenziale gleichzeitig auch in den Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.





## 2. Bestandsanalyse

Dieses Kapitel stellt die im Rahmen der Wärmeplanung durchgeführte Bestandsanalyse dar. **Bei einigen Karten ist zur besseren Erkennbarkeit nur ein Ausschnitt des Gemeindegebietes dargestellt. In diesen Fällen finden sich vollumfassende Karten im digitalen Anhang dieses Berichtes.**

### 2.1. Methodik

Zentraler Bestandteil der Bestandsanalyse ist die Bestimmung des derzeitigen Wärmebedarfs (siehe untenstehende Grafik). Hierbei muss unterschieden werden zwischen dem Endenergieverbrauch (umgangssprachlich „Wärmeverbrauch“), d.h. der Energiemenge die z.B. über die Gasleitung ins Haus geliefert wird, und dem Wärmebedarf, d.h. der Energiemenge die tatsächlich zur Beheizung benötigt wird. Der Unterschied zwischen beiden Energiemengen sind die Verluste des Heizkessels (oder im Falle einer Wärmepumpe die hinzugezogene Umweltwärme).

Bei den leitungsgebundenen Energieträgern Erdgas, Wärmenetz und (Wärme-)Strom wurden die Verbrauchsdaten der Energieversorgungsunternehmen (EVU) als Basis genutzt. Über einen angenommenen mittleren jährlichen Kesselwirkungsgrad (= Jahresnutzungsgrad / JAZ) von i.d.R. 80 % wurde daraus der Wärmebedarf berechnet. Bei den Gasverbrauchsdaten erfolgte zudem die Umrechnung von Brennwert in Heizwert.

Bei den nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (z.B. Ölheizungen) wurde folgende Methodik zur Abschätzung von Wärmebedarf und Endenergieverbrauch angewandt: Wenn ein Endenergieverbrauch erhoben werden konnte, so wurde dieser über die Erzeugerverluste in den Wärmebedarf eines Gebäudes umgerechnet. Konnte kein Endenergieverbrauch erhoben werden, so wurde der Wärmebedarf von Wohngebäuden unter Verwendung der TABULA-Typologie des Instituts für Wohnen und Umwelt [IWU 2022] bestimmt. Die TABULA-Typologie, die in 13 europäischen Ländern entwickelt wurde, dient der gebäudetypologischen, energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands:

Mithilfe der Grundrisse aus den ALKIS-Daten, der Gebäudekubatur aus den LoD2-Daten und den zugekauften Informationen zum Gebäudealter wird eine beheizte Gebäudefläche abgeschätzt. Über typische Transmissionsverluste, Lüftungsverluste und den Warmwasserbedarf wird der Wärmebedarf bei Wohngebäuden berechnet. Für Nicht-Wohngebäude, bei denen der Endenergieverbrauch nicht erhoben werden konnte, wird aufgrund großer Schwankungsbreiten (z.B. bei Lagerhallen) kein Wärmebedarf festgelegt. Unbeheizte Nebengebäude wie Garagen und Schuppen wurden soweit möglich herausgefiltert.

**Soweit nicht anders angegeben, ist in diesem Bericht der Endenergieverbrauch Wärme (umgangssprachlich „Wärmeverbrauch“) dargestellt.** Bei den Karten zur Wärmedichte wird die dort übliche Darstellung des Wärmebedarfs genutzt.



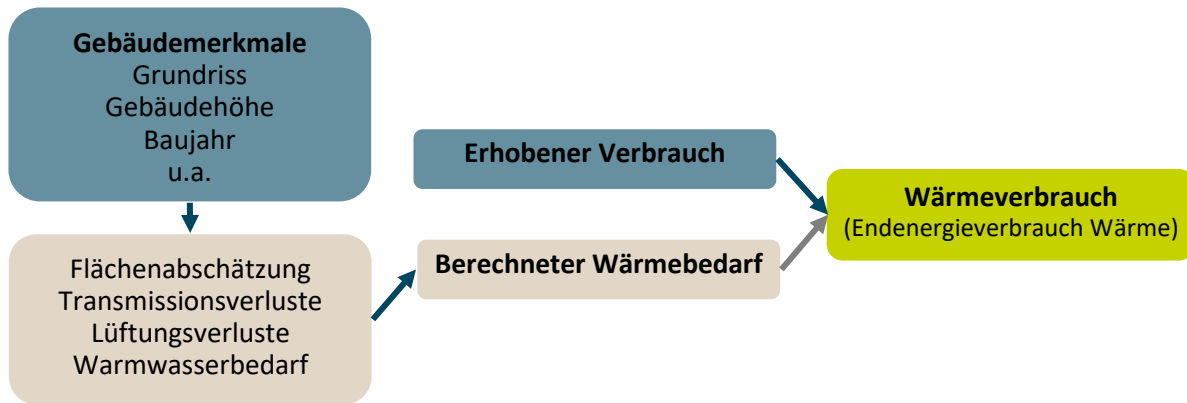


Abbildung 1: Schema zur Bestimmung des Wärme- und Endenergiebedarfs

Die Sektorzuordnung ist in untenstehender Tabelle dargestellt. Sie erfolgte auf Basis der Gebäudetypen aus den ALKIS-Daten sowie ergänzend aus anderen Quellen wie z.B. den angeforderten Listen der Gebäude öffentlichen Eigentums.

Tabelle 3: Sektorzuordnungen und Gebäudetypen

Sektor	Zugeordnete Gebäudetypen
Wohnen	Wohnhäuser, Wohnheime, Wohnmischnutzung
GHD und Industrie	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie
Öffentlich	Alle Gebäude im kommunalen Eigentum Sowie weitere Gebäude für öffentliche Zwecke (z.B. Rathäuser, Schulen, Hallenbäder, Polizeigebäude, etc.)
Sonstige	Private Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, Hotel und Gastgewerbe, Religiöse Gebäude, private Museen oder Veranstaltungsgebäude

## 2.2. Wärmebedarf

Die Ermittlung des Wärmebedarfs ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Sie liefert wichtige Informationen über die räumliche Verteilung und Entwicklung des Energieverbrauchs und bildet damit die Grundlage für eine zielgerichtete Wärmewendestrategie.

### 2.2.1. Wärmedichte<sup>1</sup>

Die Wärmedichte 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 Wärmedichte darzustellen, die daher für ein Wärmenetz geeignet sind. Ab einem Wert von 415 MWh/ha ist gemäß dem Leitfaden des KWW eine hohe Wärmenetz-Eignung gegeben. Untenstehende Abbildung zeigt die Wärmedichte von Gemmrigheim.

Zur besseren Erkennbarkeit ist hier und bei den folgenden Karten nur ein Ausschnitt des Gemeindegebietes dargestellt. Vollumfassende Karten finden sich im digitalen Anhang dieses Berichtes.

<sup>1</sup> Wie bei der Wärmedichte üblich, wird hier statt dem Endenergieverbrauch der Wärmebedarf dargestellt.



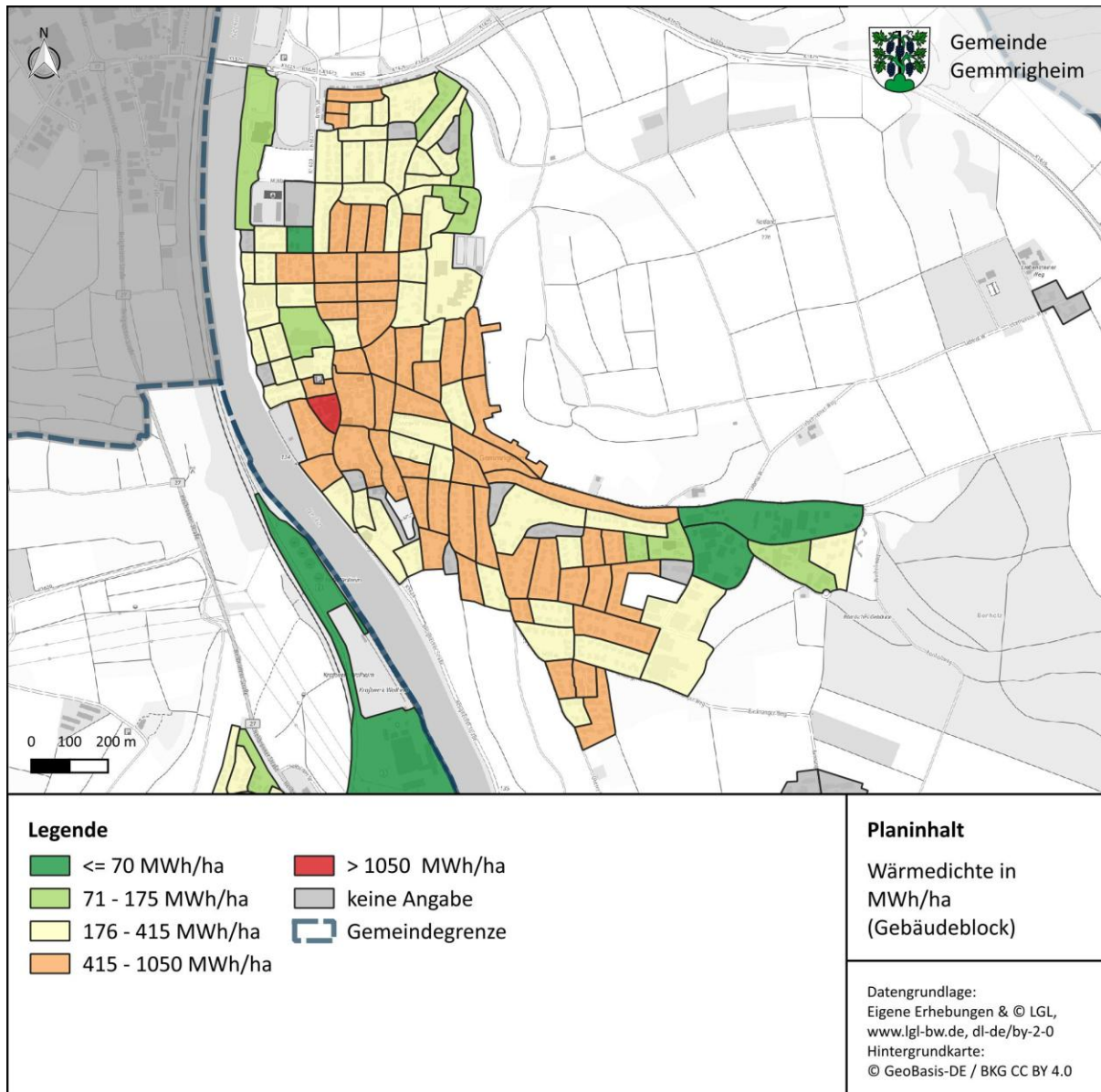


Abbildung 2: Kartografische Auswertung der Wärmedichte. Hochauflöstes PDF der Gesamtmarkung im Anhang.





Des Weiteren wurde die Wärmeliniendichte entlang der Straßenzüge berechnet. Üblicherweise werden Wärmenetze ab Wärmeliniendichten von etwa 700 - 1.000 kWh pro Trassenmeter im Jahr realisiert. Unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsreduktion bis 2040 (siehe Kapitel Szenario), dem Anschlussgrad von i.d.R. maximal 80 % und den hinzukommenden Hausanschlussleitungen wurde in diesem Bericht ein Grenzwert von 1.800 kWh/(m\*a) gewählt, um potenziell für Wärmenetze geeignete Gebiete zu identifizieren. Dieser Grenzwert deckt sich mit den Annahmen des Leitfadens des KWW. Untenstehende Karte zeigt die entsprechende Grafik für Gemmrigheim.

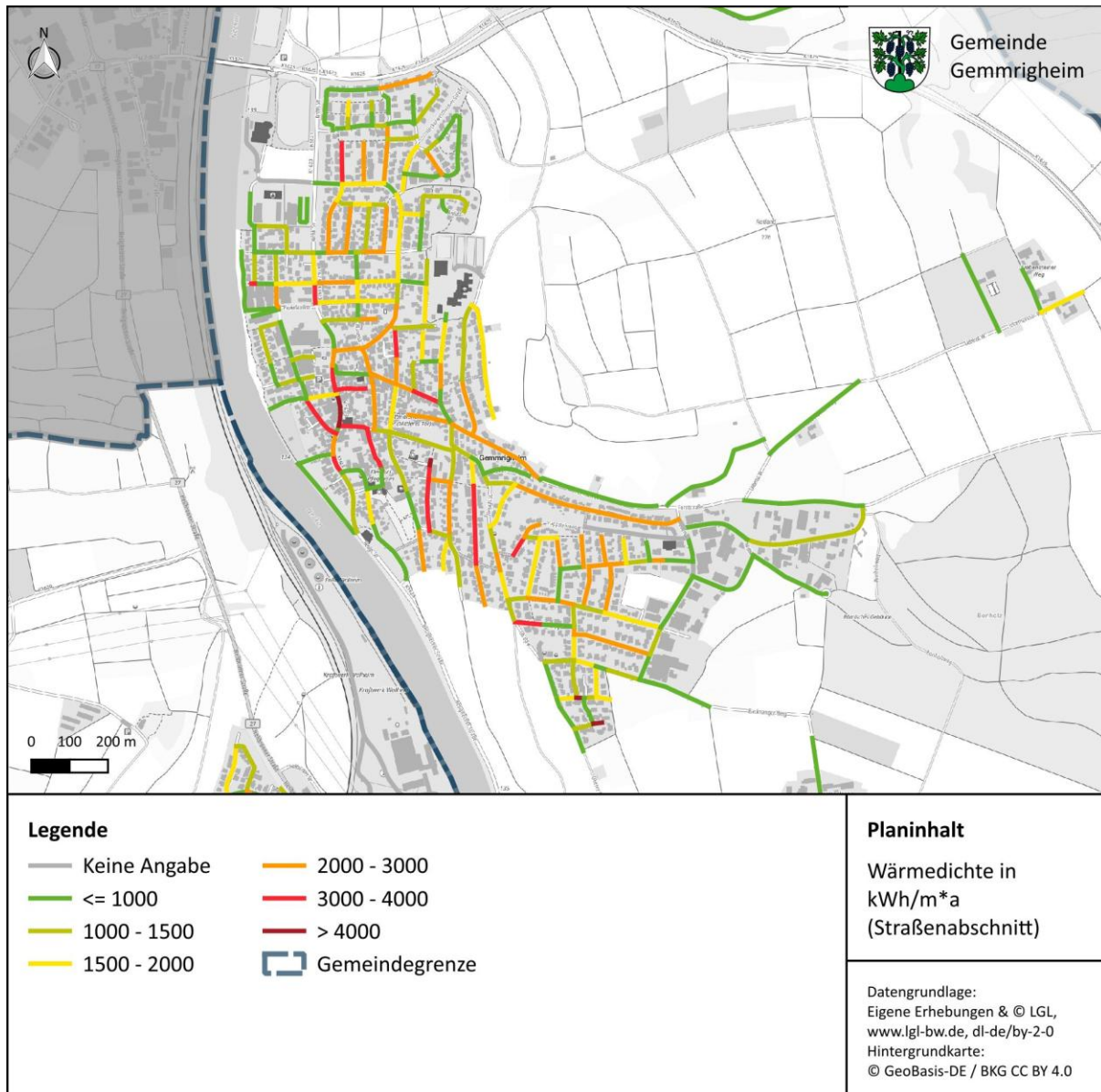


Abbildung 3: Kartografische Auswertung der Wärmeliniendichte entlang der Straßenzüge. Hochauflöstes PDF der Gesamtgemarkung im Anhang.







### 2.2.2. Endenergie Wärme nach Energieträger

Die erhobenen Daten von Energieversorgern und Schornsteinfegern ermöglichen eine Analyse des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern (vgl. untenstehende Abbildung). In Gemmrigheim werden ca. 9 % (3,9 GWh) des Wärmeverbrauchs durch Erdgas und 61 % (26,2 GWh) mit Heizöl gedeckt. Wärmenetze machen einen Anteil von 8 % (3,2 GWh) aus (im Wesentlichen durch Gas gedeckt). Für den Strommix wird ein erneuerbarer Anteil von 50 % angesetzt. Damit ergibt sich in Gemmrigheim ein Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung von etwa 18 % und es basieren 82 % der Wärmeversorgung auf fossilen Energieträgern.

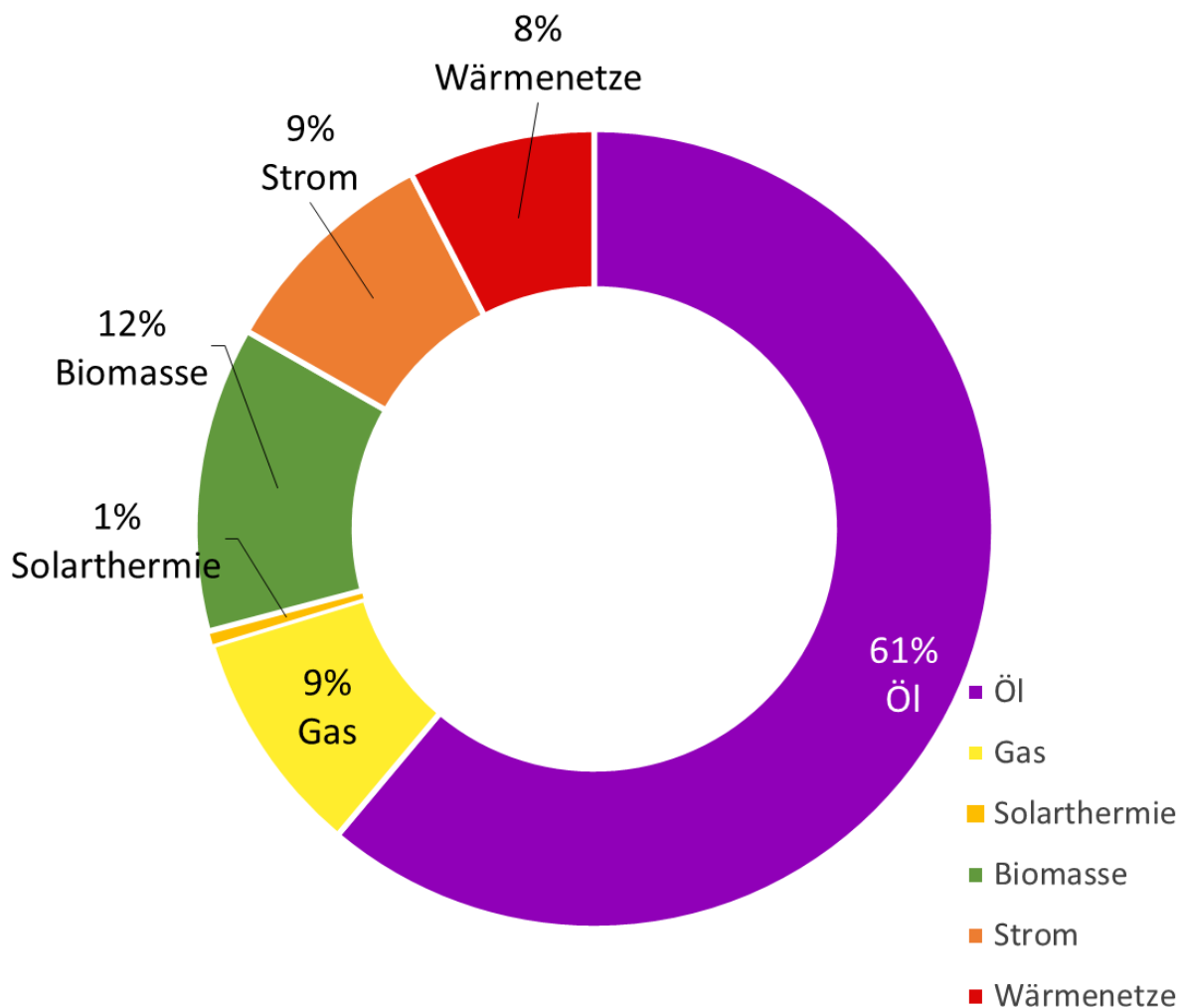


Abbildung 4: Endenergie Wärme nach Energieträgern

In untenstehender Abbildung ist der je Gebäudeblock vorherrschende Energieträger dargestellt. Es lässt sich feststellen, dass die meisten Gebäudeblöcke überwiegend mit Ölheizungen versorgt werden. Gasheizungen überwiegen dort, wo auch ein Gasnetz verlegt ist. Das Gasnetz befindet sich im nördlichen Teil Gemmrigheims. Der südliche Gebäudeblock, in dem überwiegend Gasheizungen eingesetzt werden, sind dabei Flüssiggasheizungen. Gut erkennbar sind zudem die Bereiche, in denen die zwei Wärmenetze betrieben werden. Vereinzelt sind zudem Gebäudeblöcke mit überwiegend Holz- und Pelletheizungen erkennbar.





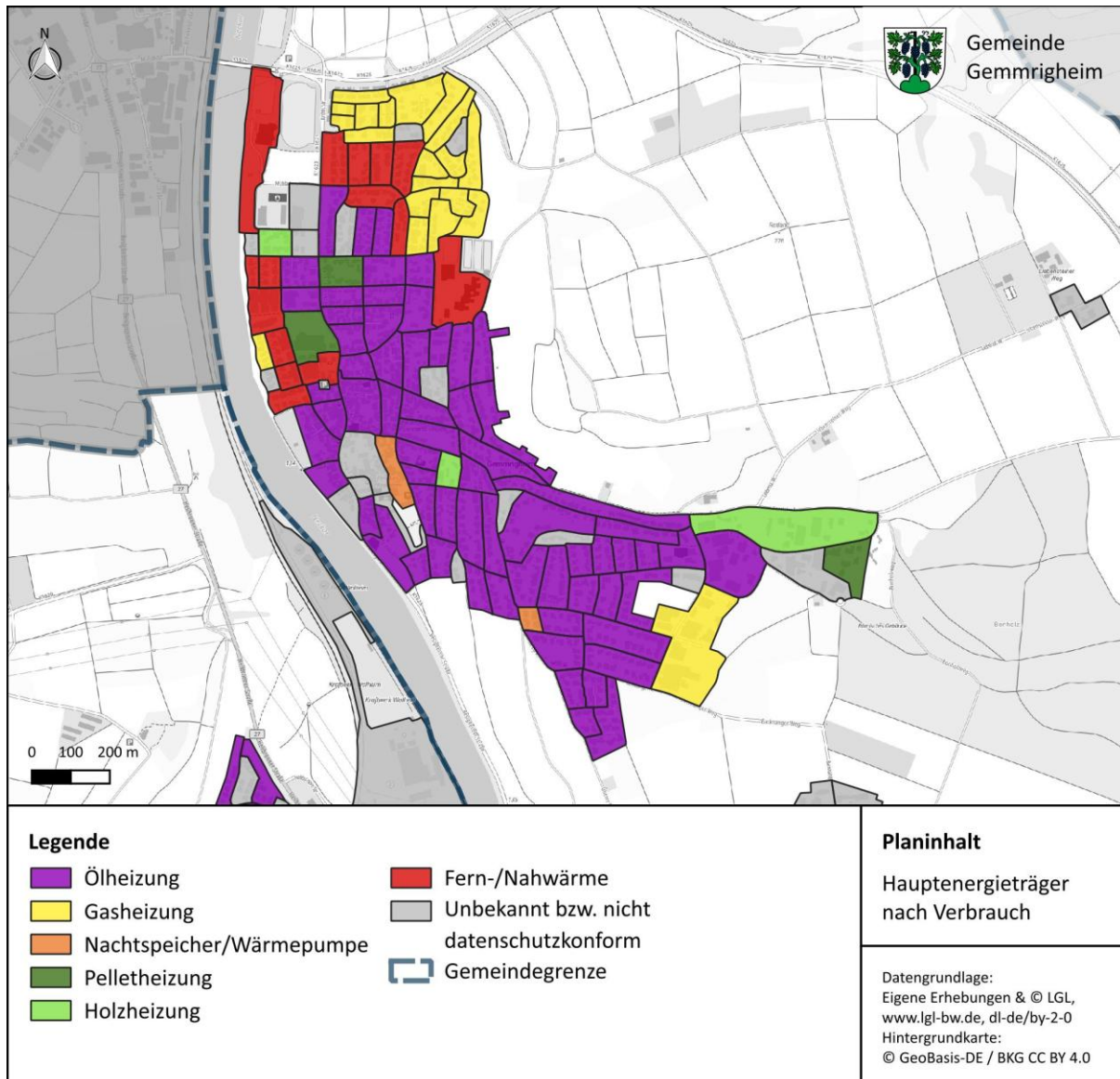


Abbildung 5: Kartografische Auswertung des überwiegenden Energieträgers je Gebäudeblock. Hochaufgelöstes PDF der Gesamtgemarkung im Anhang.

### 2.2.3. Endenergie Wärme nach Sektoren

Die Aufteilung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren zeigt, dass der überwiegende Anteil (ca. 81 %) des Wärmeverbrauchs auf den Sektor privates Wohnen entfällt. Der Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und Industrie benötigt ca. 15 %. Die öffentlichen Gebäude verursachen etwa 5 % des Wärmeverbrauchs (siehe untenstehende Grafik).



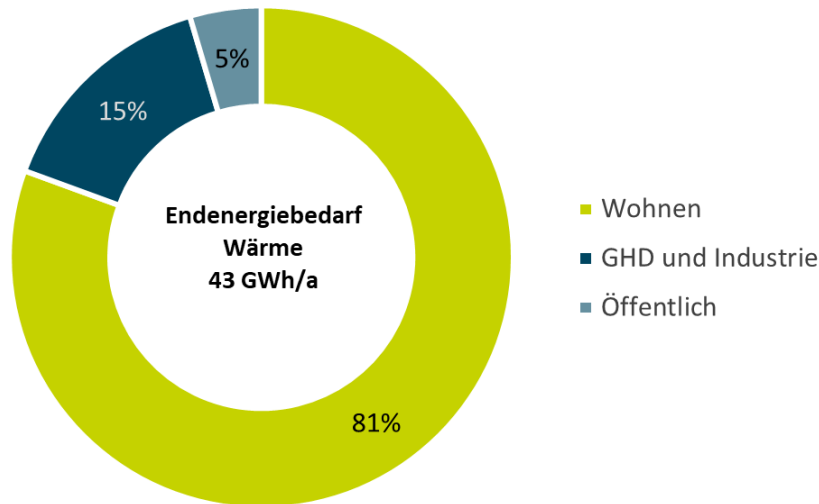


Abbildung 6: Endenergie Wärme (in GWh/a) nach Sektoren

Untenstehende Abbildung zeigt die Energieträgerverteilung in den jeweiligen Sektoren. Es wird deutlich, dass die Sektoren Wohnen, GHD und Industrie größtenteils ölversorgt sind, während im Bereich der öffentlichen Gebäude bereits ein deutlicher Nahwärme-Anteil vorliegt.

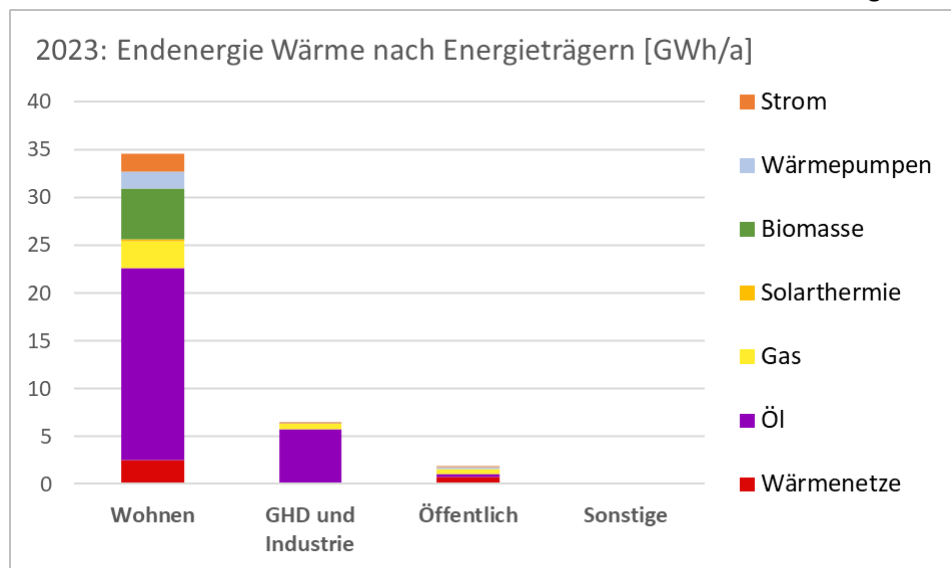


Abbildung 7: Endenergie Wärme (in GWh/a) nach Energieträgern und Sektoren

## 2.3. Gebietsstruktur

### 2.3.1. Gebäudetypen

Die Klassifizierung der Gebäudetypen erfolgte primär anhand der ALKIS-Daten sowie ergänzend aus anderen Quellen wie z.B. den angeforderten Listen der Gebäude öffentlichen Eigentums. Die Unterscheidung der Gebäudetypen des Bereiches Wohnen wurde durchgeführt anhand der geometrischen Merkmale der Grundrisse und Dachformen sowie der daraus abgeleiteten Attribute. Zur Ermittlung der Gebäudehöhen wurden 3D-Modelle (offizielle LOD2-Daten) herangezogen, aus denen wiederum die Anzahl der Stockwerke abgeleitet wurde.

#### Einteilung nach Gebäudehöhe und Wohneinheiten



- **Hochhäuser** werden als solche klassifiziert, wenn sie mindestens acht Stockwerke aufweisen.
- Liegt die Höhe unterhalb dieser Grenze, erfolgt die Differenzierung anhand der geschätzten Anzahl der Wohneinheiten, die auf der geometrisch abgeleiteten Wohnfläche basiert:
  - **Mehrfamilienhäuser:** 3 bis 12 Wohneinheiten
  - **Wohnblöcke:** mehr als 12 Wohneinheiten
- Gebäude mit **maximal zwei Wohneinheiten** werden abhängig von ihrer Lage weiter unterteilt:
  - **Ein-/Zweifamilienhäuser**
  - **Doppel-/Reihenhäuser**

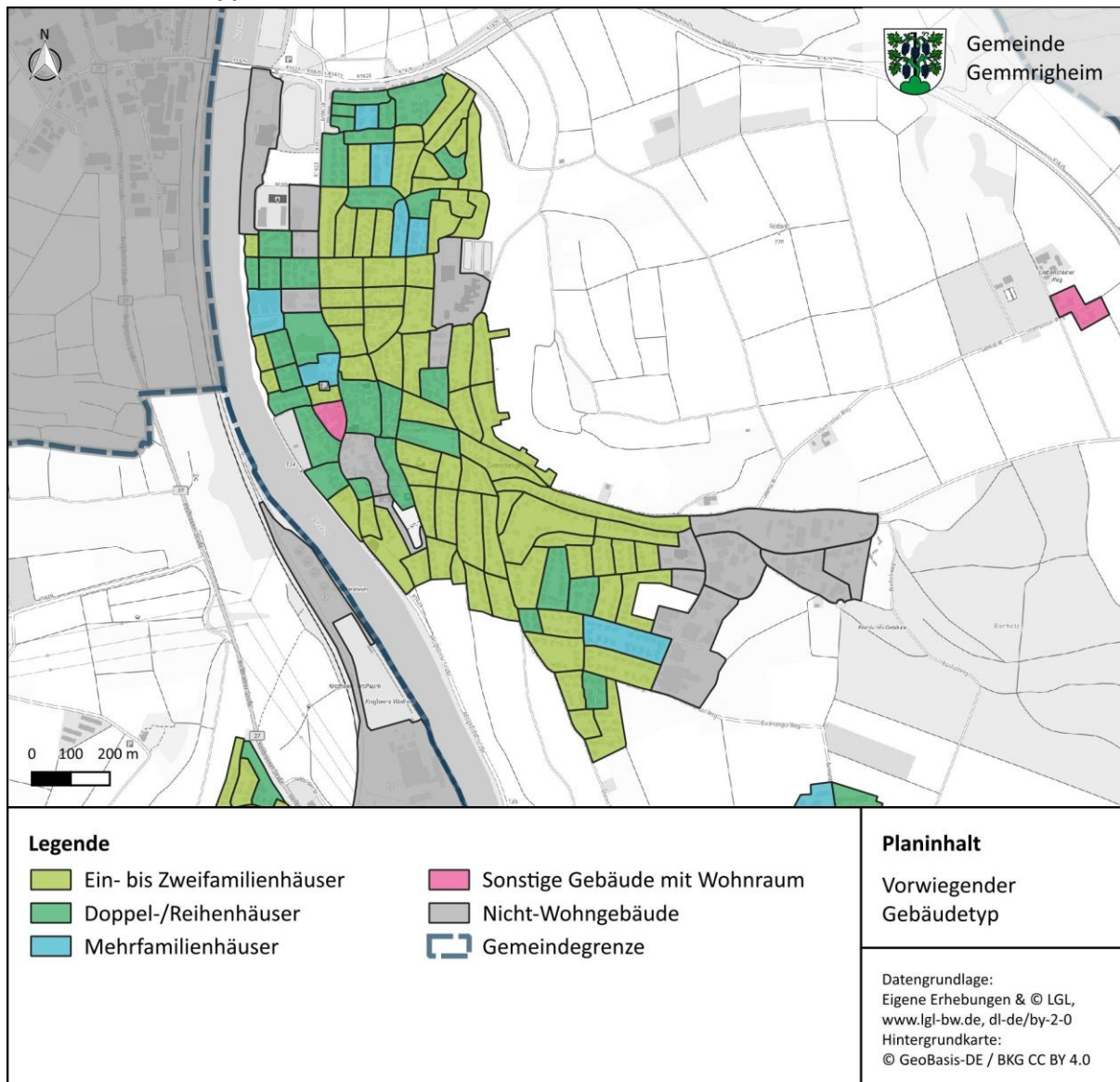


Abbildung 8: Kartografische Auswertung der Gebäudetypen. Hochauflöstes PDF der Gesamtgemarkung im Anhang.





### 2.3.2. Baualtersklassen

Die Daten zum Gebäudealter (siehe untenstehende Grafik konnten bei einem externen Dienstleister zugekauft werden. Die Auswertung zeigt, dass der überwiegende Anteil der Gebäude in Gemmrigheim vor 1949 gebaut wurde. Insgesamt wurden rund 69 % der Gebäude vor 1979 und somit vor der 1. Wärmeschutzverordnung gebaut.

So ist der Dämmstandard des größten Teils der Gebäude in Gemmrigheim höchstwahrscheinlich sehr niedrig. Es gibt also ein großes Potenzial für eine Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden in Gemmrigheim. (Siehe Kapitel 3.11. der Potenzialanalyse.)

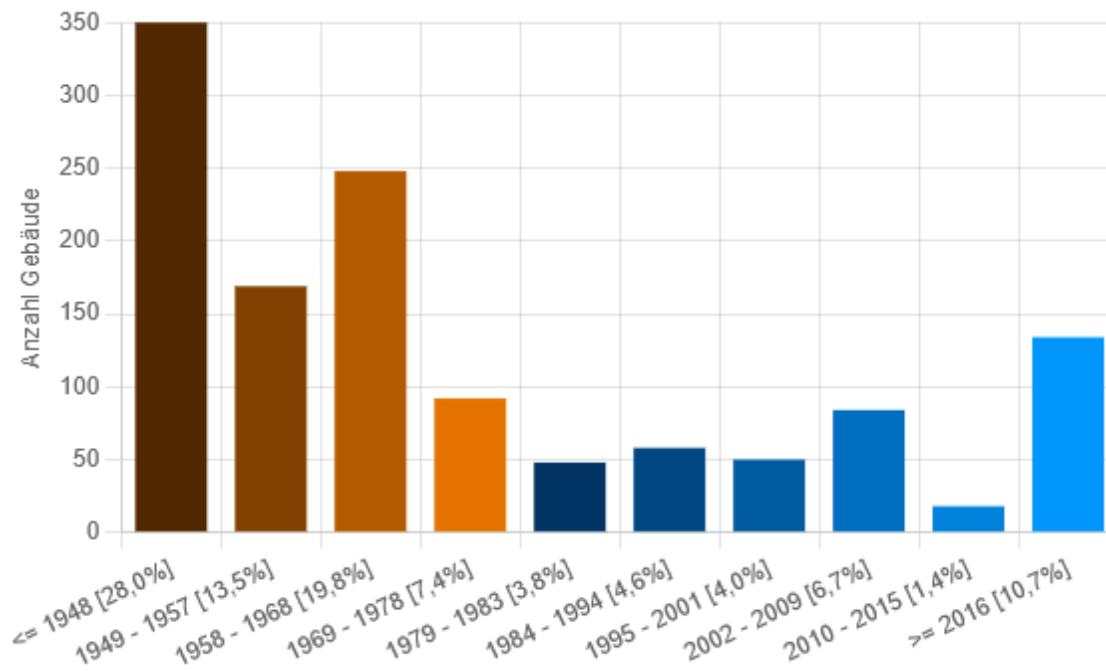


Abbildung 9: Baualtersklassen der Gebäude in Gemmrigheim

Die räumliche Verteilung des Baualters ist in der nachfolgenden Karte dargestellt.





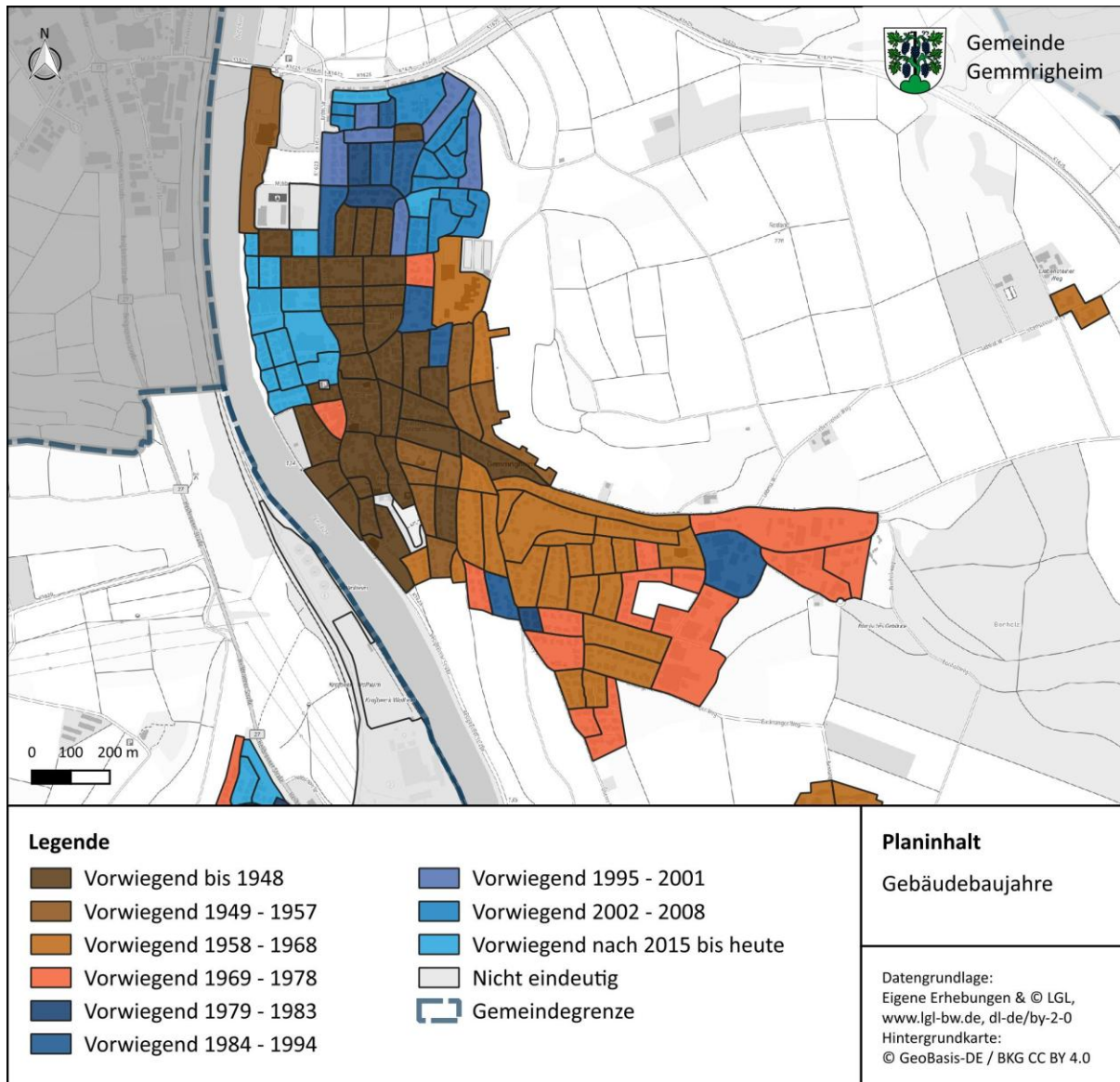


Abbildung 10: Räumliche Darstellung der vorwiegenden Baualtersklassen in Gemmrigheim. Hochauflöstes PDF der Gesamtgemarkung im Anhang.

### 2.3.3. Heizungsalter

Anhand der Daten aus den Kkehrbüchern wurde 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 je Gebäudeblock findet sich in untenstehender Karte.

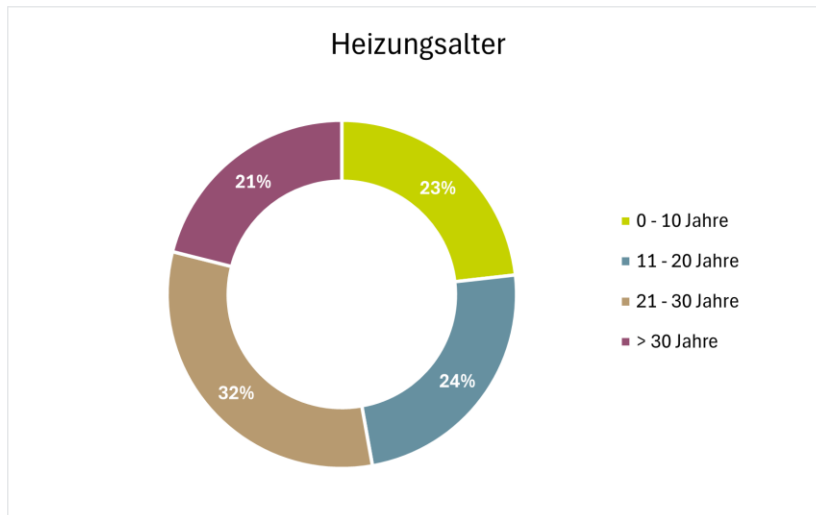


Abbildung 11: Alter in Jahren der Heizungen in Gemmrigheim

Rund 53 % der Heizkessel sind 20 Jahre oder älter, also wird die Mehrheit der Heizkessel in den kommenden Jahren ersetzt werden müssen.

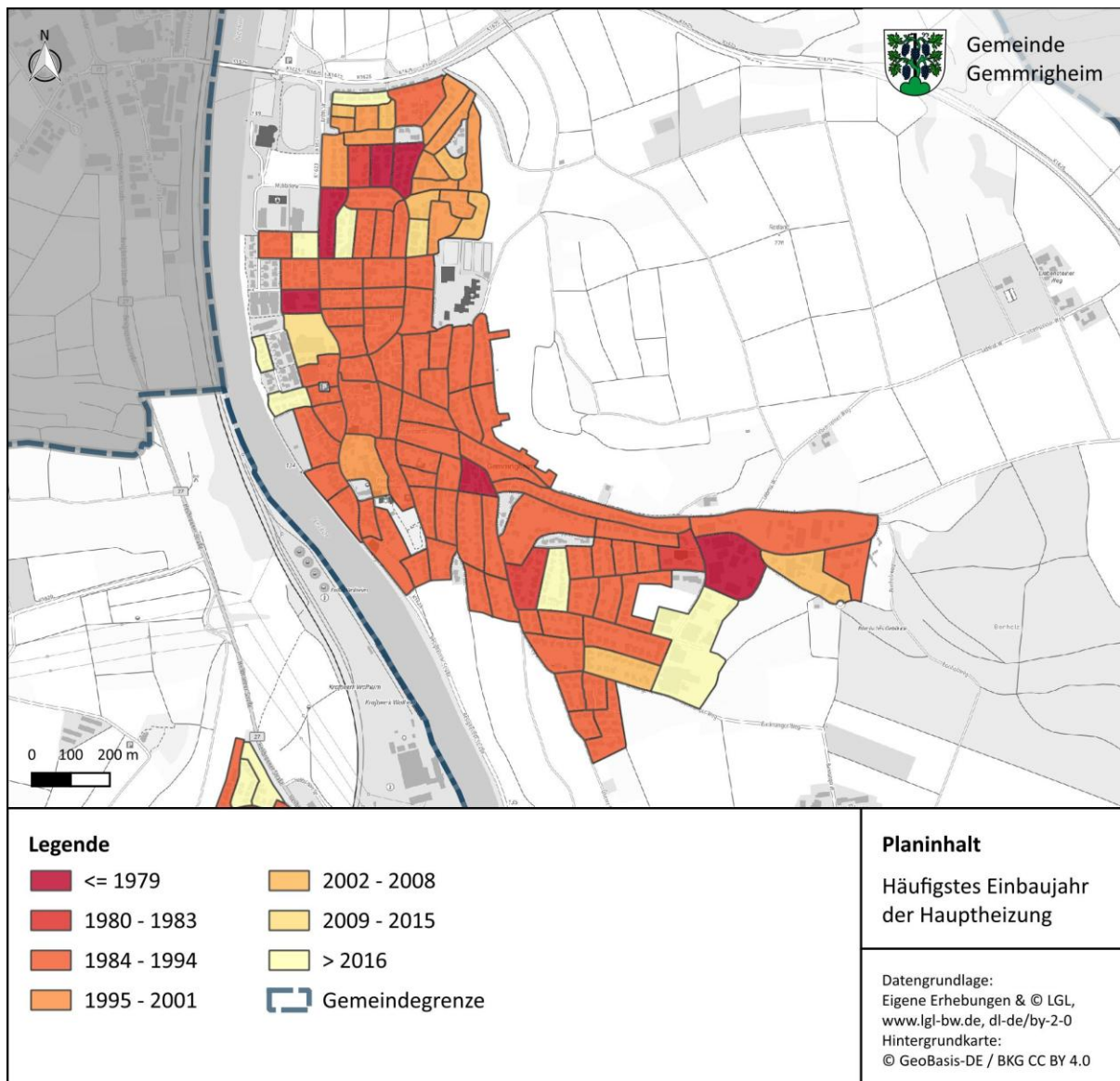


Abbildung 12: Überwiegendes Heizungsalter je Gebäudeblock. Hochaufgelöstes PDF der Gesamtgemarkung im Anhang.







## 2.4. Beheizungs- und Versorgungsstruktur

### 2.4.1. Dezentrale Wärmeerzeuger

Die Auswertung der dezentralen Wärmeerzeuger befindet sich in den obenstehenden Kapiteln „Endenergie Wärme nach Energieträger“ und „Heizungsalter“.

### 2.4.2. Gasnetze, Wärmenetze und Heizzentralen

In Gemmrigheim sind lediglich der nördliche Bereich sowie das Gebiet "Neckarlust" vom Gasnetz erschlossen. (siehe untenstehende Karte). Die Informationen zu den Gas- und Wärmenetzen sind in den darauffolgenden Tabellen zusammengefasst. In Gemmrigheim betreibt die EnBW ein Wärmenetz im Norden und die ZEAG das Wärmenetz Neckarlust. Für beide Wärmenetze gibt es keine Ausbaupläne.

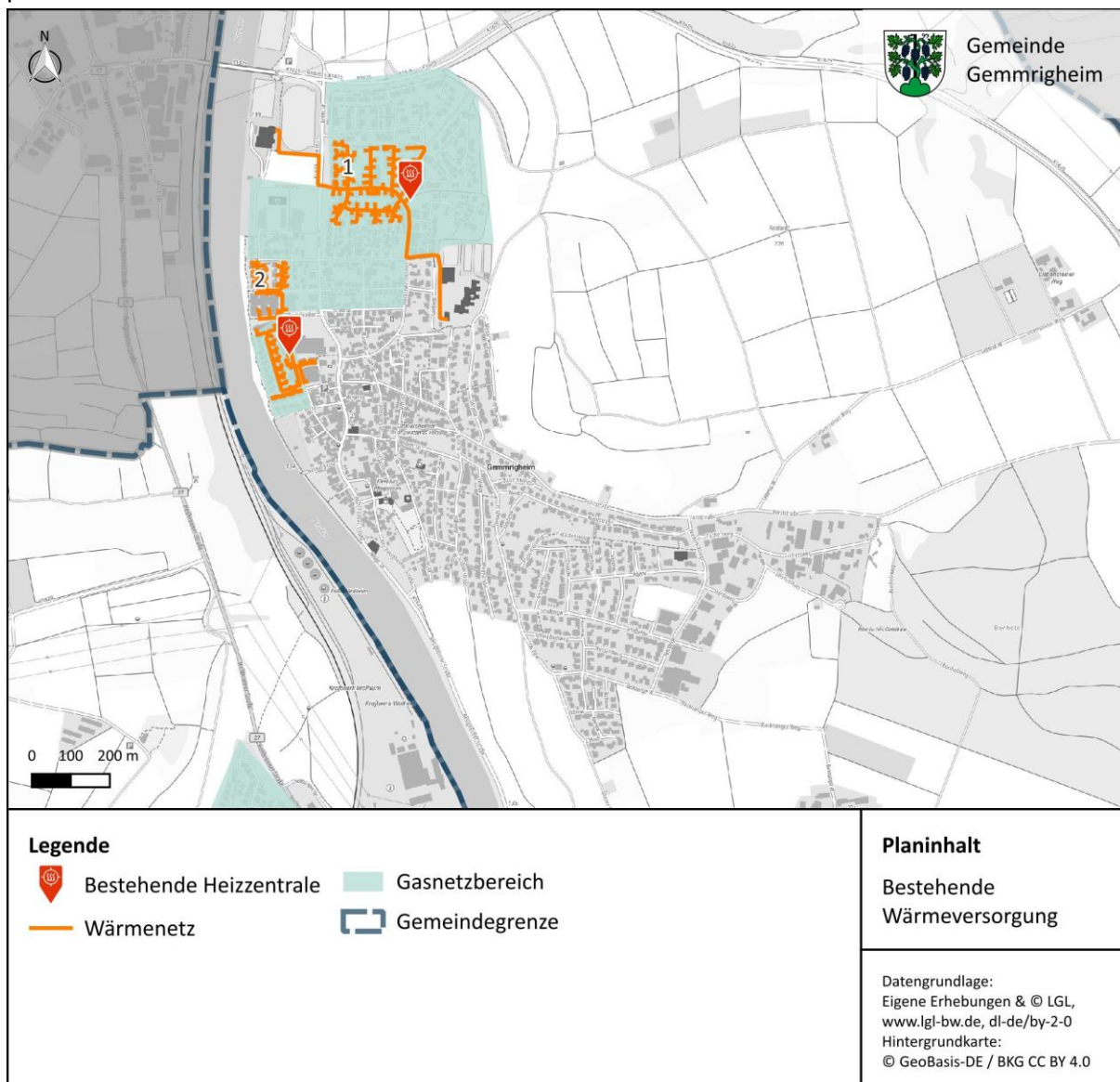


Abbildung 13: Vorhandene Wärme-Infrastruktur. Hochauflöstes PDF der Gesamtmarkung im Anhang.





Tabelle 4: Daten der bestehenden Gasnetze

Informationen Gasnetz	
Art	Erdgas
Jahr der Inbetriebnahme	1990
Gesamte Trassenlänge inkl. Hausanschlüsse	10 km
Gesamtanzahl Anschlüsse	137

Tabelle 5: Eckdaten der bestehenden Wärmenetze

Netzbezeichnung	Gemmrigheim Nord	Neckarlust
Nummer	1	2
Netzbetreiber	EnBW	ZEAG
Inbetriebnahme	1980	ca. 2016
Trassenlänge	2,8 km	1,8 km
Temperaturniveau	92/55 °C	75/45 °C
Anzahl Anschlussnehmer	69	71
Wärmelieferung	2,3 GWh/a	0,9 GWh/a
Wärmeerzeuger 1		
Typ	Gas/Ölkessel	Gas-BHKW
Wärmeleistung	1200 kW + 740 kW	207 kW
Wärmeerzeuger 2		
Typ		Gaskessel
Wärmeleistung		2x 510 kW

### 2.4.3. Abwassernetze

Für das Abwassernetz wurden die relevanten Kanalabschnitte angefragt. Diese sind im Kapitel Potenzialanalyse dargestellt.

### 2.4.4. Wärme- und Gasspeicher

In Gemmrigheim sind keine Wärme- oder Gasspeicher relevanter Größenordnung bekannt.

### 2.4.5. Erzeugungsanlagen von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Nicht vorhanden.

## 2.5. Kraft-Wärme-Kopplung

Gemäß Markstammdatenregister gibt es in Gemmrigheim Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) wie z.B. Blockheizkraftwerke (BHKWs) mit einer thermischen Gesamtleistung von 207 kW (siehe untenstehende Tabelle). In Gemmrigheim sind keine KWK-Biogasanlagen vorhanden.

Tabelle 6: Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Gemmrigheim

KWK-Anlagen	Nennleistung Elektrisch	Nennleistung Thermisch	Vollbetriebsst. (Annahme)	Stromerzeugung	Wärmenutzung
Biogas	-	-	-	-	-
Erdgas u.a.	140 kW	207 kW	3.400 h/a	0,5 GWh/a	0,7 GWh/a
Summe	140 kW	207 kW		0,5 GWh/a	0,7 GWh/a





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 3.400 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine jährliche Stromerzeugung von 0,7 GWh und eine Wärmenutzung von 0,7 GWh der BHKWs in Gemmrigheim.

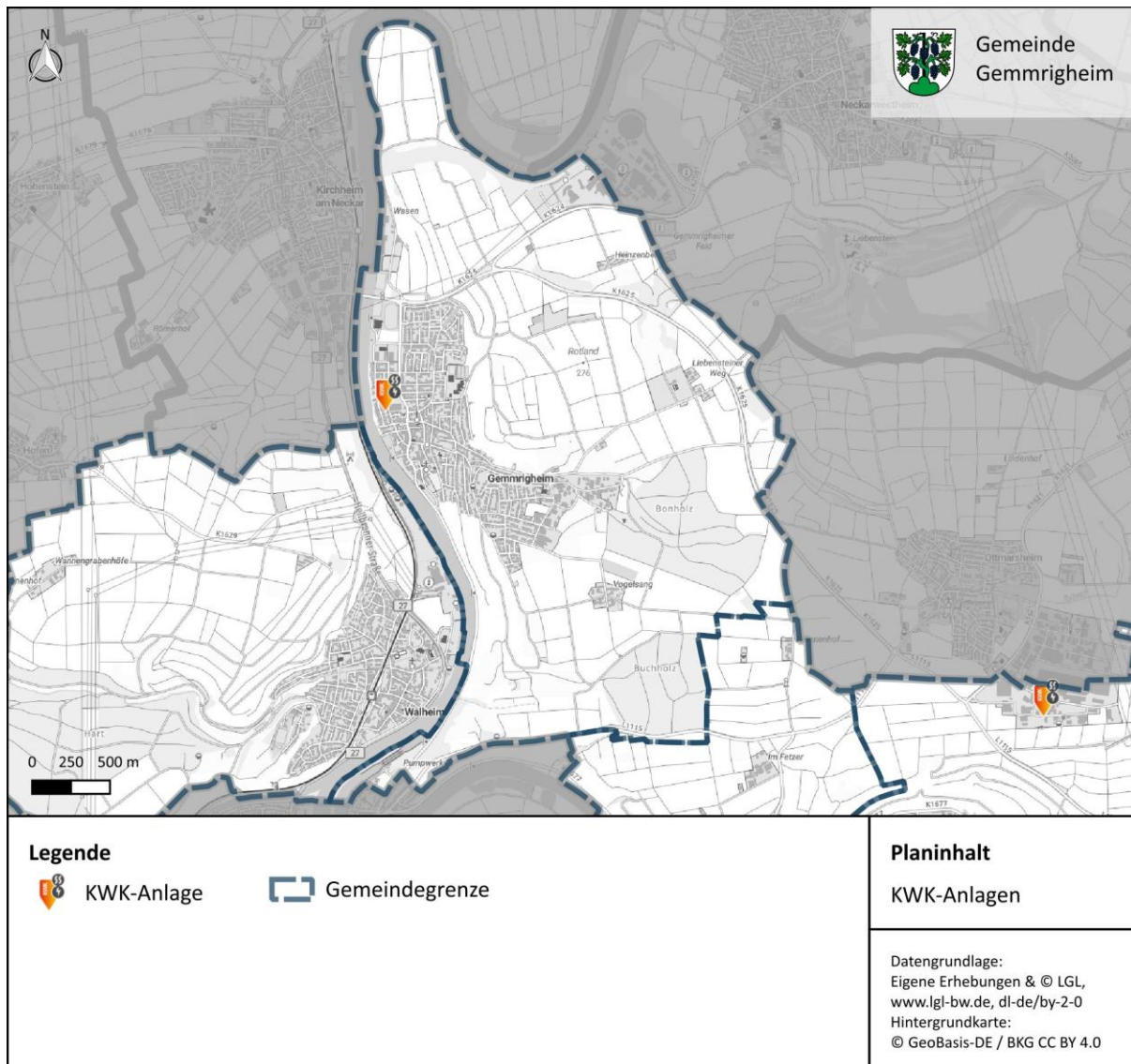


Abbildung 14: Standorte der größeren KWK-Anlagen (ab 30 kW)

Die Standorte der größeren KWK-Anlagen (ab ca. 30 kW) sind in obenstehender Karte dargestellt.

## 2.6. Treibhausgas-Bilanz

Für Gemmrigheim wurden für das Referenzjahr 2023 Treibhausgasemissionen von 10.464 t CO<sub>2</sub> für die Wärmeerzeugung ermittelt. Entsprechend den Methodikvorgaben des Wärmeplanungsleitfadens wurden keine CO<sub>2</sub>-Gutschriften für die Stromerzeugung berücksichtigt. Die Aufteilung der Treibhausgasemissionen auf die Sektoren ist in untenstehendem Diagramm dargestellt.



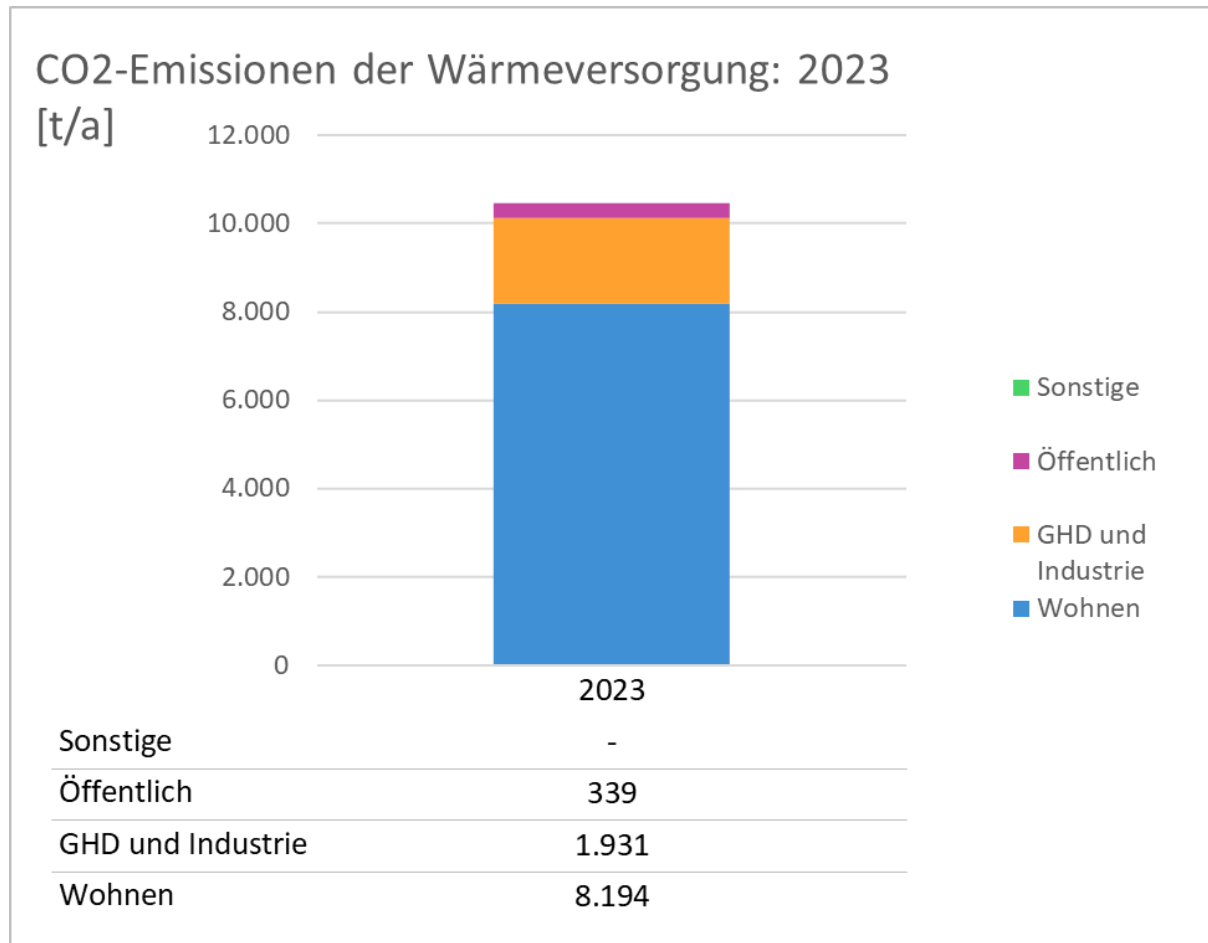


Abbildung 15: Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

## 2.7. Auswertungen der Unternehmensfragebögen

In Gemrigheim wurden gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung festgestellt, dass es auf der Gemarkung keine potenziell abwärmerelevanten Unternehmen gibt. Aus diesem Grund wurden keine Abwärmefragebogen versandt.

### 3. 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 (z.B. Solarthermie und Holzenergie) ermittelt und räumlich visualisiert. Zugleich wurden die Potenziale an regenerativer Stromerzeugung (z.B. Photovoltaik und Windenergie) erhoben.<sup>2</sup>

#### 3.1. 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.

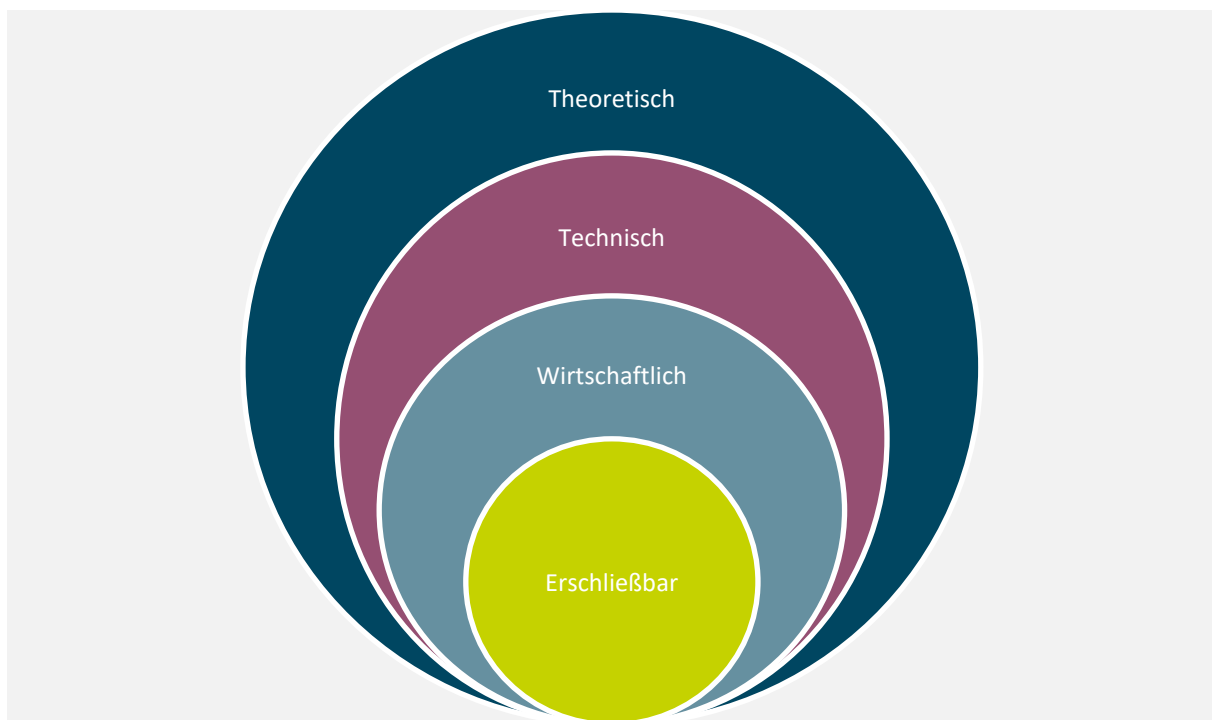


Abbildung 16: Definition der Potenzialbegriffe

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

<sup>2</sup> Als Basis für die Potenzialanalyse wurde eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen, die an den Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung der KWW [KWW 2024] angelehnt ist.





gestaltbar (weiche Restriktionen). Andere Restriktionen sind jedoch gesetzlich oder technisch 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 Solarthermieranlagen 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 17: 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.

#### Potenzialanalyse in der kommunalen Wärmeplanung

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

Basierend auf dem Leitfaden der kommunalen Wärmeplanung der KWW [KWW 2024] wurden für die Potenzialbestimmung überwiegend Indikatorenmodelle benutzt (s. untenstehende Abbildung). 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 18: Grafische Darstellung des verwendeten Indikatorenmodells

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 dargestellten Potenziale stellen nicht das sogenannte „realisierbare“ Potenzial dar. So sind z.B. einige Potenzialflächen auf derzeit landwirtschaftlich genutzten 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.

## 3.2. Solarthermie

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 400 °C zu erzeugen.

### 3.2.1. Freiflächen

Zur Bestimmung der Potenziale für Freiflächen-Solarthermie und Freiflächen-PV (siehe dortiges Kapitel 3.7.1) wurde die Potenzialanalyse des Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) als Basis genutzt. Dort wurden die Potenzialflächen basierend auf ALKIS-Flurstücksgrenzen, Geodaten aus unterschiedlichen Quellen (für Details siehe Potenzial Freiflächen- und Agri-Photovoltaik) und einem Kriterienkatalog berechnet [LUBW PV-FF 2025]. Beim Kriterienkatalog wurden auch unterschiedliche Datenquellen und teilweise Abstandspuffer berücksichtigt, die in einem BW-weiten Standard von der LUBW festgelegt wurden. Anhand des Kriterienkatalogs wurden die Flächen in gut- (kein Restriktionskriterium) und bedingt-geeignet (weiches Restriktionskriterium) klassifiziert oder vom Potenzial ausgeschlossen (hartes Restriktionskriterium). In untenstehender Abbildung lassen sich beispielhaft Kriterien für die Bestimmung und Zuordnung der Potenziale betrachten. Die vollständige Liste der Kriterien kann dem zugehörigen Kriterienkatalog der LUBW entnommen werden [LUBW PV-FF 2025].

Kriterienkatalog Freiflächen-Photovoltaik der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (EEG-Kulisse) 2025

Kriteriumsart	Kategorie	Bezeichnung	Herkunft der Daten	Stand der Daten	Flächenpuffer *	Abstandspuffer *	Bemerkungen
Weiches Restriktionskriterium	Wasserschutzgebietszonen	Zone II	LUBW	2024	-	-	
Weiches Restriktionskriterium	Überschwemmungsgebiete	Überflutungsflächen HQ100	LUBW	2024	-	-	
Hartes Restriktionskriterium	Naturschutzgebiete		LUBW	2024	-	-	
Hartes Restriktionskriterium	Nationalpark		LUBW	2024	-	-	
Hartes Restriktionskriterium	Biosphärengebiete	Kernzonen	LUBW	2024	-	-	

Abbildung 19: Beispielhafter Ausschnitt aus dem Kriterienkatalog der PV-Potenzialanalyse des Energieatlas BW. Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg, LUBW.





Die Solarthermie-Freiflächen sind 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 Wärmenetzgebieten entfernt liegen. Über einen pauschalen spezifischen Ertrag von 2 GWh pro Hektar und Jahr wurde anschließend die Potenzialhöhe ermittelt.

Aus den ermittelten Potenzialen wurden zudem die anteiligen Flächen in privilegierten Gebieten gemäß BauGB (wie auch bei PV-Freiflächen, siehe dort) bestimmt. Dabei handelt es sich um einen 200 m (BauGB) Abstandskorridor zu Autobahnen und Schienenwegen (mit min. zwei Hauptgleisen).

Für Gemmrigheim ergibt sich somit ein Solarthermie-Freiflächenpotenzial von 22 GWh/a (gut geeignet) bis 162 GWh/a (bedingt geeignet). Die Flächengrößen des gut und bedingt geeigneten Potenzials sowie dem Anteil im 200 m BauGB Randstreifen lassen sich in untenstehender Tabelle erkennen. Die räumliche Verteilung ist zudem in untenstehender Karte dargestellt.

*Tabelle 7: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie*

Flächen in Hektar	Gesamte Gemarkung	BauGB-Privilegierung (200 m)
<b>Gut geeignet</b>	11 ha	0 ha
<b>Bedingt geeignet</b> (inkl. gut geeignet)	81 ha	1 ha



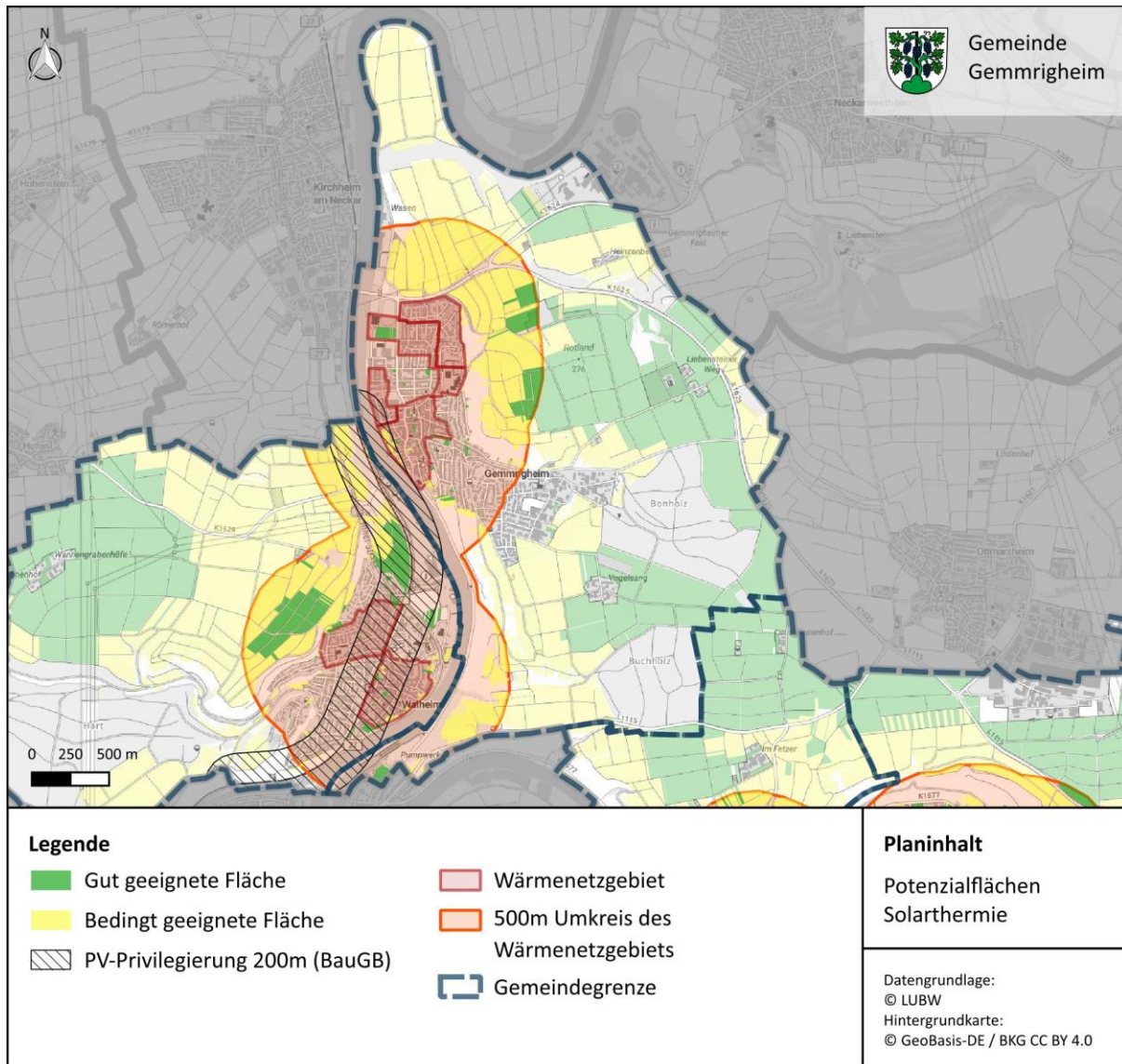


Abbildung 20: Karte der Solarthermie-Freiflächen-Potenziale

### 3.2.2. Dachflächen

Die Potenzialhöhe der Solarthermie-Dachflächen wurde über die Gebäudegrundfläche und den von der KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH) angegebenen Nutzungsfaktoren für Solarthermie-Dachanlagen bestimmt. Nach KEA-BW kann angenommen werden, dass bei allen Gebäuden über 50 m<sup>2</sup> Grundfläche 25 % der Grundfläche als Dachfläche für Solarthermie genutzt werden können. Zusätzlich kann für Solarthermie-Dachanlagen mit einem flächenspezifischen Ertragswert von 400 kWh / m<sup>2</sup> (Dachfläche) gerechnet werden.

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 (Solarthermie und PV) 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. Bei den Potenzialen für Solarthermie und PV ist zu beachten, dass beide Potenziale nicht gleichzeitig voll ausgeschöpft werden können, da dafür die gleichen Flächen zu Grunde liegen.



Für Gemmrigheim ergibt sich ein Solarthermie-Dachpotenzial von 15 GWh/a (gut geeignet) bis 22 GWh/a (bedingt geeignet). Die räumliche Verteilung des Potenzials lässt sich im Kapitel 3.7.5 der PV-Dachpotenziale erkennen.

### 3.3. Biomasse und Abfallstoffe

Über die Gemeindeverwaltung Gemmrigheim wurden die folgenden Werte erfragt und daraus die Potenzialhöhen ermittelt (siehe untenstehende Tabelle). Gemmrigheim hat eine Waldfläche von etwa 106 Hektar.

Tabelle 8: Biomasse-Potenziale

Potenzialart	Angaben bzw. Annahmen	Potenzial bei energetischer Nutzung (Wärme)	Kurzeinschätzung Nutzbarkeit
<b>Waldholz</b>	Derzeitige energetische Nutzung: 105 Festmeter.	ca. 0,2 GWh/a	Geeignet
	Keine mögliche zusätzliche Nutzung (Angabe Gemeinde)	0,0 GWh/a	Geeignet
	Nutzung des gesamten jährlichen Zuwachses von 5,5 Festmeter pro Hektar und Jahr (Angabe Gemeinde) zu energetischen Zwecken.	ca. 1,3 GWh/a	Bedingt geeignet
<b>Grüngut und Biomüll</b>	612 Tonnen/Jahr (EW-spezifische Werte des Landkreises Ludwigsburg)	ca. 1,7 GWh/a	Bedingt geeignet
<b>Biogas</b>	Gesamte Acker- und Grünlandfläche mit Umrechnungsfaktoren <sup>3</sup>	ca. 7,9 GWh/a Wärme sowie ca. 6,6 GWh/a Strom	Bedingt geeignet (10 % davon: gut geeignet)
<b>Hausmüll</b>	0,16 t pro Einwohner und Jahr [DBU], 4.600 Einwohner	ca. 0,8 GWh/a Wärme sowie ca. 0,3 GWh/a Strom	Bedingt geeignet

Über die Angaben der Kommune sowie ergänzende statistische Daten wurden die Potenzialhöhen ermittelt (siehe obenstehende Tabelle). Gemmrigheim hat eine Waldfläche von etwa 106 Hektar. Derzeit werden in Gemmrigheim jährlich etwa 105 Festmeter (fm) Holz energetisch genutzt, was ca. 0,2 GWh/a Wärme entspricht. Gemäß den Angaben der Gemeinde gibt es **kein Potenzial** für eine zusätzliche Nutzung aus Waldholz. Wenn der gesamte jährliche Zuwachs von in etwa 5,5 Festmeter pro Hektar und Jahr zu energetischen Zwecken genutzt werden würde, ergibt sich ein maximales, theoretisches Waldpotenzial von 1,3 GWh/a, das als bedingt geeignet klassifiziert wurde.

Bioabfall, Grüngut, Gras und Laub werden nicht vor Ort in Gemmrigheim thermisch verwertet. Daher ergibt sich hieraus kein Potenzial. Das bedingt geeignete Potenzial „Biogas und Abfall“ setzt sich somit aus dem maximalen Biogaspotenzial (sämtliche Acker- und Grünflächen werden zur Biogaserzeugung verwendet) sowie dem Potenzial aus Hausmüll zusammen. Dieses liegt bei insgesamt in etwa 7,9 GWh/a Wärme- und 6,6 GWh/a Stromerzeugung. Nachhaltig und realistischer wäre eine Nutzung von etwa 10 % der landwirtschaftlichen Flächen für Biogas. Hieraus ergibt sich ein gut geeignetes Biogaspotenzial von ca. 0,8 GWh/a Wärme- und 0,7 GWh/a Stromerzeugung. Derzeit werden keine Biogasanlagen in Gemmrigheim betrieben.

<sup>3</sup> Umrechnungsfaktoren für Biogas: <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>







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 unbekannten Faktoren abhängt.

### 3.4. Abwärme

In untenstehender Karte sind die Abwärmepotenziale in Gemmrigheim räumlich dargestellt. Die einzelnen Potenziale werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

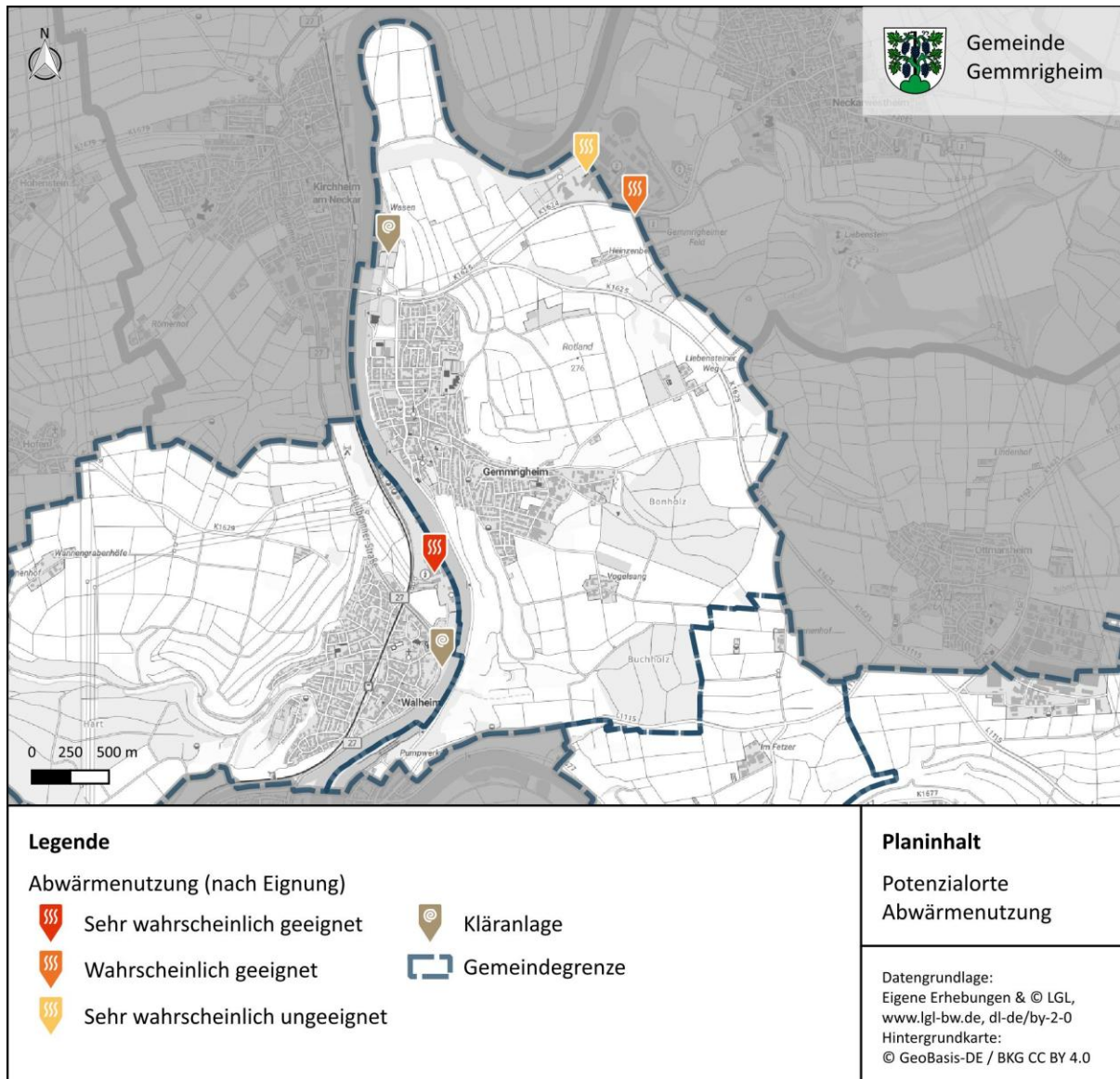


Abbildung 21: Karte der Abwärmepotenziale in Gemmrigheim

#### 3.4.1. 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: Für die durchgeführte kommunale Wärmeplanung wurde das Potenzial am Kläranlagenauslauf ermittelt. Es wurde die Kläranlage im Norden Gemmrigheims berücksichtigt. Aufgrund der am Kläranlagenauslauf höheren möglichen Temperaturspreizung durch Entzug von Wärme aus dem Abwasser, ist das Potenzial dort höher als das Potenzial im Abwassersammler (im Abwassersammler darf die Temperatur nicht zu sehr abgesenkt werden, da es sonst zu Problemen im biologischen Klärprozess innerhalb der Kläranlage kommen kann).

In einer 2022 durchgeführten Studie der *Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und (DWA)* wurde für jede geeignete Kläranlage in Baden-Württemberg die theoretisch mögliche Wärmeentzugsleistung ermittelt [DWA 2022]. Über Faustformeln des DBU und angenommenen 4.800 Vollbenutzungsstunden wurden die Potenzialhöhen in GWh ermittelt. Die Ergebnisse sind in untenstehender dargestellt.

*Tabelle 9: Kläranlagen und ermittelte Potenzialhöhen am Kläranlagen-Auslauf*

Kläranlage	Wärmeentzugsleistung	Potenzial
Gemeinde Gemmrigheim	85 kW	0,4 GWh/a

Potenzial Abwassersammler: Ein ausreichendes Potenzial für die Nutzung von Abwasserwärme an den Abwassersammlern kann in Rohrabschnitten identifiziert werden, die die folgenden Bedingungen 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]. Für Gemmrigheim ergeben sich keine geeigneten Bedingungen für die Wärmenutzung aus Abwassersammlern.

### 3.4.2. Unvermeidbare Abwärme Industrie

Am nördlichen Rand der Gemarkung Gemmrigheims wird das ehemalige Kernkraftwerk Neckarwestheim rückgebaut. Es ist weiterhin ein Zwischenlager für die verbrauchten Brennstäbe auf dem Gelände der Firma vorhanden. Die gelagerten Brennstäbe und radioaktiven Abfälle erzeugen Nachzerfallswärme, die aktuell über die Kühlrippen der Behälter und die Lagergebäude abgeführt wird. Diese Wärme ist theoretisch für ein Wärmenetz nutzbar. Die Nachfrage bei der Betreibergesellschaft BGZ (Gesellschaft für Zwischenlagerung) ergab jedoch, dass für die Wärmenutzung juristische und wirtschaftliche Hürden bestehen und das Abwärmepotenzial nicht quantifiziert werden kann. Zum einen steht das Schutzziel, das heißt der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle, im Vordergrund. Zum anderen handelt es sich nicht um eine konstante Energiequelle und durch die Abnahme der Nachzerfallswärme über die Zeit, stünden Kosten und Nutzen in keinem günstigen Verhältnis.

In der Nachbarkommune Neckarwestheim bestehen Planungen für ein Rechenzentrum, das große Abwärmemengen aus der Kühlung erzeugen würde. Die Abwärme könnte in einem Wärmenetz genutzt werden. Das Projekt befindet sich noch in der Planungsphase und es ist noch keine Investitionsentscheidung getroffen worden zum Zeitpunkt der Wärmeplanung. Der potenzielle Standort, der ca. 2 km Luftlinie von der Bebauungsgrenze Gemmrigheims entfernt liegt, würde eine recht lange Zuleitung und damit höhere Leitungsverluste mit sich bringen.

Im Rahmen der aktuellen Wärmeplanung wird die Abwärme aus Zwischenlager und Rechenzentrum nicht weiter betrachtet und für Gemmrigheim kein Abwärmepotenzial ausgewiesen. Falls das Rechenzentrum realisiert wird, muss dessen Abwärmepotenzial bei der Aktualisierung des Wärmeplans berücksichtigt werden.







### 3.4.3. Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung

Die bestehenden KWK-Anlagen sind im Kapitel Bestandsanalyse aufgeführt. In Gemmrigheim gibt es kein relevantes Potenzial zur Ausweitung der Abwärmenutzung aus KWK-Anlagen.

### 3.4.4. Elektrolyseure

Bei der Erzeugung von Wasserstoff über große Elektrolyseure entstehen enorme Abwärmepotenziale: Etwa 20 - 25 % der elektrischen Leistung kann als Abwärme mit einem Temperaturniveau von ca. 50 - 55 °C nutzbar gemacht werden. Die Abwärme bietet sich entsprechend zur Speisung kalter Nahwärmenetze oder zur Einbindung in warme Nahwärmenetze an. Aus diesem Grund sollte die lokale Wasserstoffherzeugung und die Wärmenetzplanung immer gemeinsam gedacht werden – und die Standorte von Elektrolyseuren dort geplant werden, wo deren Abwärme auch sinnvoll genutzt werden kann. Zudem könnten Elektrolyseure auch Teil innovativer Stromversorgungs- und Netzstabilisierungsprojekte sein und somit die Wirtschaftlichkeit von lokal produzierten Wasserstoff erhöhen, welcher für lokal ansässige Unternehmen attraktiv ist.

In Gemmrigheim gibt es derzeit keine bestehenden großen Elektrolyseure oder diesbezügliche Planungen. Bei entsprechenden Planungen sollte die Wärmenutzung stets mitgedacht werden. Zum Potenzial der Wasserstoffnutzung siehe dortiges Potenzialkapitel 3.10.

## 3.5. Geothermie

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

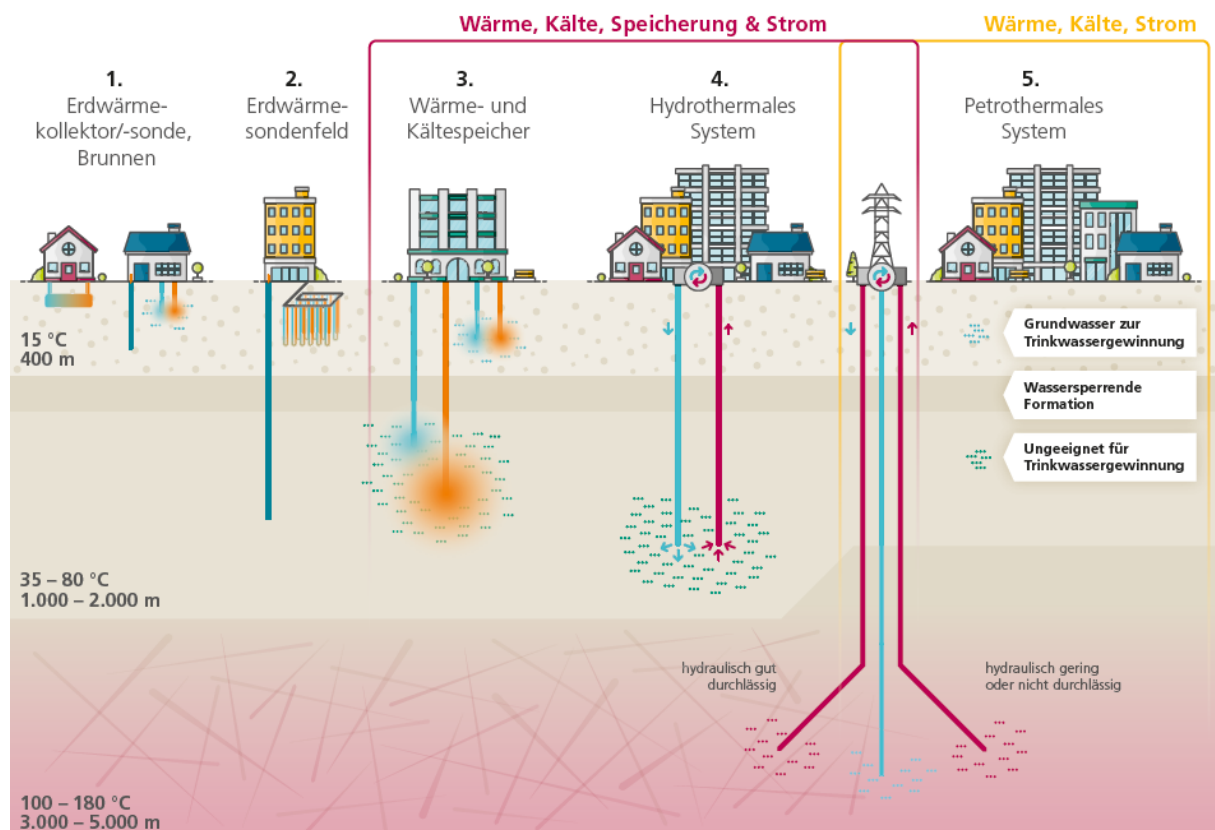


Abbildung 22: Verschiedene Technologien zur Nutzung von Geothermischen Potenzialen. Quelle: Fraunhofer IEG.



### 3.5.1. Tiefe Geothermie

Unter tiefer Geothermie versteht man die Nutzung geothermischer Energie, welche über Tiefenbohrungen erschlossen wird. Mitteltiefe Geothermie beginnt bei einer Bohrtiefe von 400 m (Temperaturen ab 20 °C), von tiefer Geothermie wird üblicherweise ab einer Bohrtiefe von über 1.000 m (Temperatur ab 60 °C) gesprochen. Für die Wärmenutzung werden zumeist hydrothermale Systeme, bei denen warmes/heißes Wasser aus tiefen Grundwasserleitern zur Speisung von Nahwärmenetzen genutzt wird, eingesetzt. Gibt es keine Thermalwasservorkommen in ausreichend großen Tiefen, ist nur die Nutzung von petrothermaler Geothermie möglich.

Technisch gesehen ist (petrothermale) tiefe Geothermie also nahezu überall möglich und von der Energiemenge her theoretisch nahezu unbegrenzt – aber mit hohen Investitionssummen verbunden. Über das geothermische Informationssystem GeotIS des Instituts für angewandte Geophysik (IAG) können die Gebiete mit vorhandenem oder vermutetem Potenzial für die hydrothermale und petrothermale Wärme Gewinnung angezeigt werden (siehe untenstehende Karte). Im Bereich von Gemmrigheim wird hier nur petrothermales Potenzial ausgewiesen. Ein automatisiert generiertes Temperaturprofil des Untergrundes im Bereich des Wärmeplanungskonvois ist ebenfalls in untenstehender Abbildung dargestellt. Für eine konkretere Bewertung des Potenzials sind tiefergehende Untersuchungen (und ggf. Probebohrungen) notwendig.

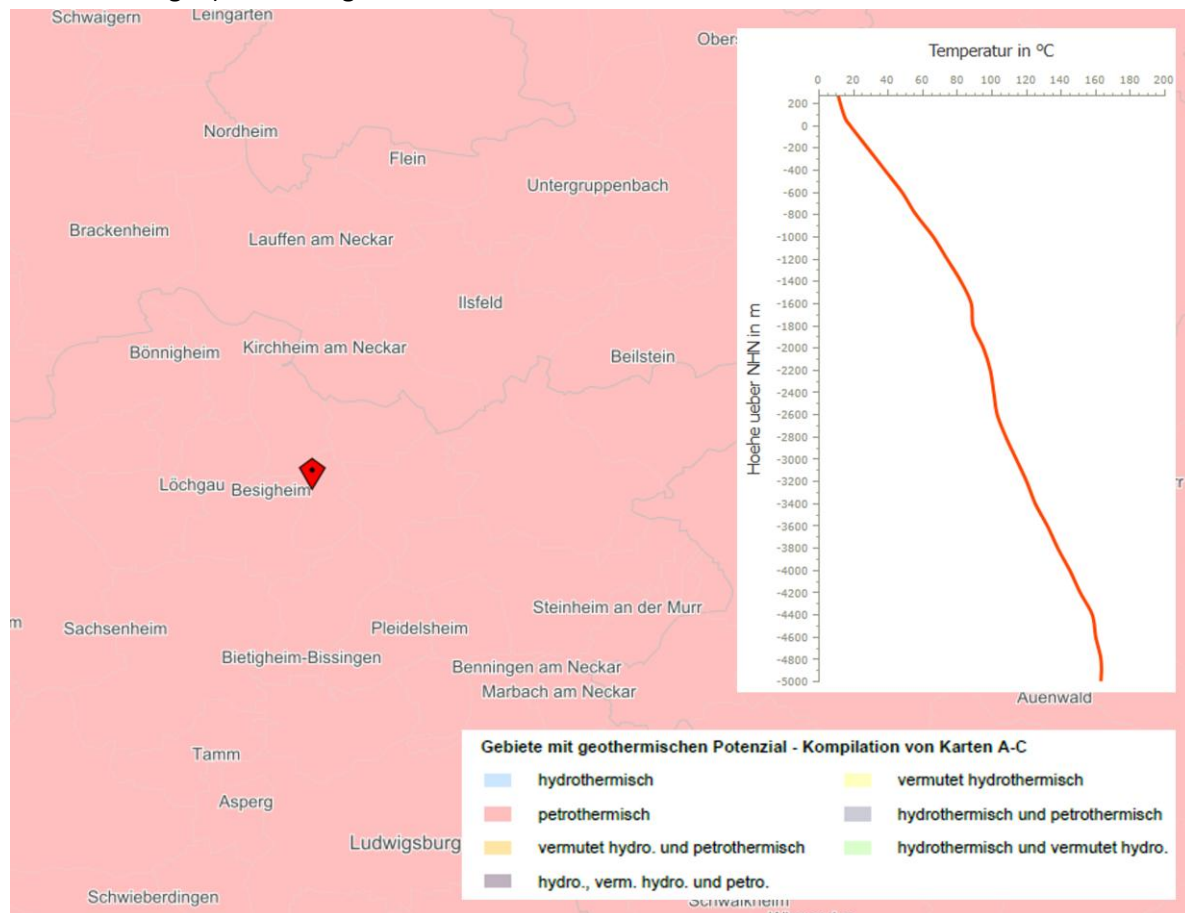


Abbildung 23: Tiefe Geothermie – Potenzialkarte und automatisiert generiertes Temperaturprofil [GeotIS].

### 3.5.2. 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 direkte Nutzung aus. Eine Wärmepumpe verwendet die geothermisch im Jahreszyklus nahezu konstante Untergrundtemperatur von etwa 10 °C und hebt diese auf übliche Vorlauftemperaturen von 35 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 Umgebungsluft.

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 50 m tiefe Bohrung in 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.

Die folgenden drei Karten stammen aus dem ISONG Portal des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau und geben eine Übersicht zur Standorteignung von **Erdsonden** aus hydrogeologischer Sicht (Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) (a), den Bohrrisiken und Störungszonen (b) und Einschränkungen für den Bau von **Erdkollektoren** (Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) (c):

Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie ist im gesamten Siedlungsgebiet von Gemmrigheim erlaubt. Es kann jedoch Bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrunds Schäden wegen möglicher Karsthohlräume und/oder größerer Spalten im Untergrund geben.

Im Gebäude der Feuerwehr und des Bauhofs hat die Gemeinde Gemmrigheim bereits eine Erdsonde installiert.

#### a) Hydrogeologische Einschränkungen für Erdsonden:

Gemmrigheim weist keine Wasser- oder Heilquellenschutzgebiete auf, sodass in dieser Hinsicht keine Einschränkungen für Erdsondenbohrungen bestehen.



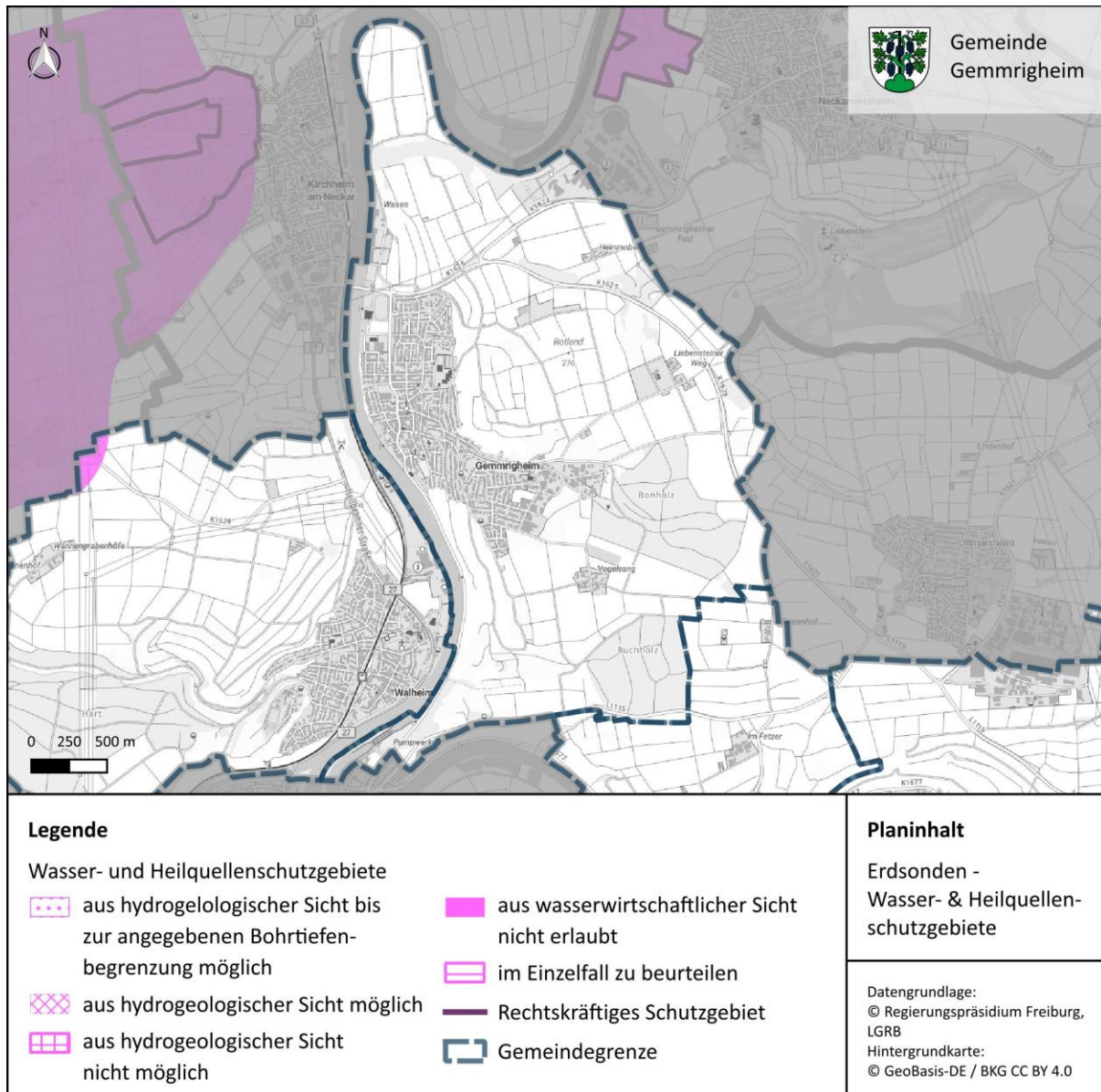


Abbildung 24: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und daraus resultierende Einschränkungen für den Bau von Erdwärmesonden. Quelle: ISONG / LGRB BW







### b) Begrenzung der Bohrtiefe, Bohrrisiken und Störungszonen für Erdsonden:

In Gemmrigheim gibt es keine Bohrtiefenbeschränkungen. Im Bereich des Neckars ist das Grundwasser artesisch gespannt und im nördlichen Teil der Bebauung liegen einige Störungen im Untergrund vor.

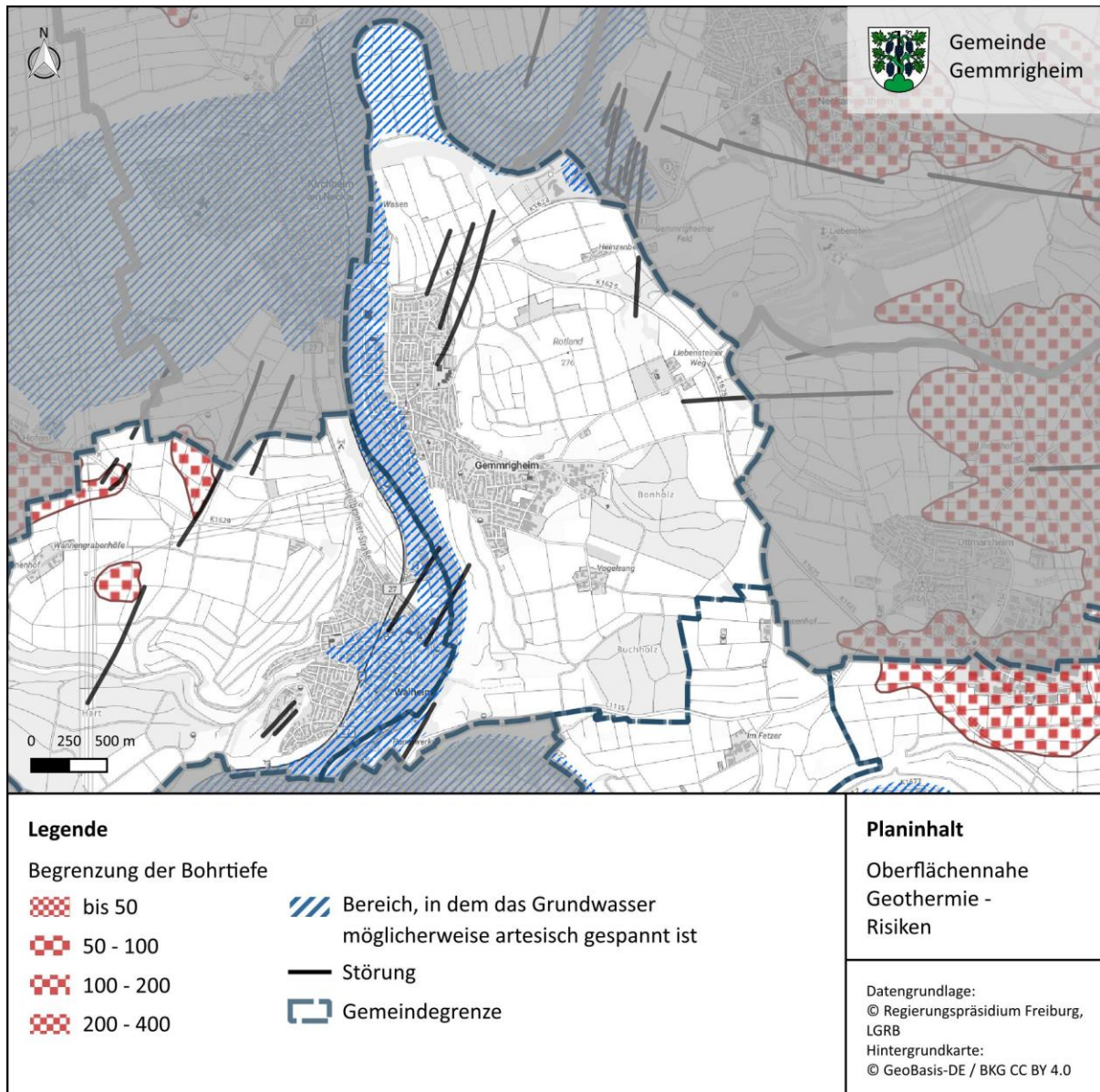


Abbildung 25: Bohrtiefenbeschränkungen und Risiken für den Bau von Erdwärmesonden. Quelle: ISONG / LGRB BW







### c) Hydrogeologische Einschränkungen für Erdkollektoren:

Die sich durch Wasser- und Heilquellenschutzgebiete ergebenden Einschränkungen für den Bau von Erdkollektoren (Tiefe üblicherweise unter 10 m) sind in nachfolgender Karte dargestellt. Gemmrigheim weist keine Wasser- oder Heilquellenschutzgebiete auf, sodass in dieser Hinsicht keine Einschränkungen für Erdkollektoren bestehen.

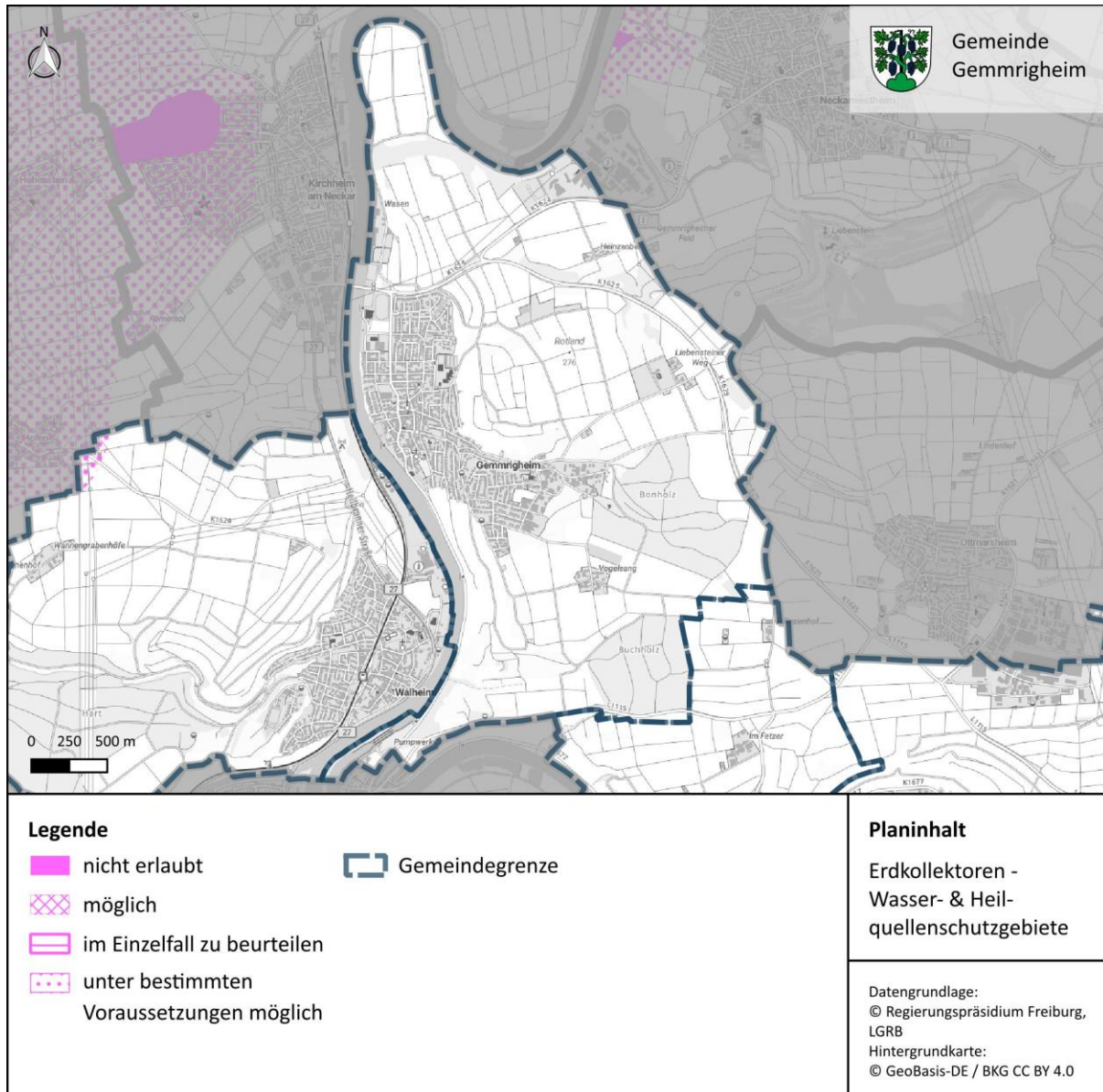


Abbildung 26: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete und daraus resultierende Einschränkungen für den Bau von Erdkollektoren. Quelle: ISONG / LGRB BW

### d) 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 Gemmrigheim wurden auf Basis dieser Methode folgende Potenzialhöhen ermittelt:

Tabelle 10: Potenzialhöhen Erdsonden

	Minimales Potenzial (1 Erdsonde je geeignetem Flurstück)	Maximales Potenzial (bis zu 20 Erdsonden je geeignetem Flurstück)
Anzahl Sonden	1.062	3.607
Entzugsleistung	2.362 kW	8.180 kW
Wärmepotenzial <sup>4</sup>	5,5 GWh/a	18,9 GWh/a

Im Mittel ergibt sich für Gemmrigheim aus diesen Daten eine maximale Entzugsleistung von 49 Watt je Meter Erdsonde und eine durchschnittliche Bohrtiefenbeschränkung von 45 m.

Untenstehende Karte 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.).

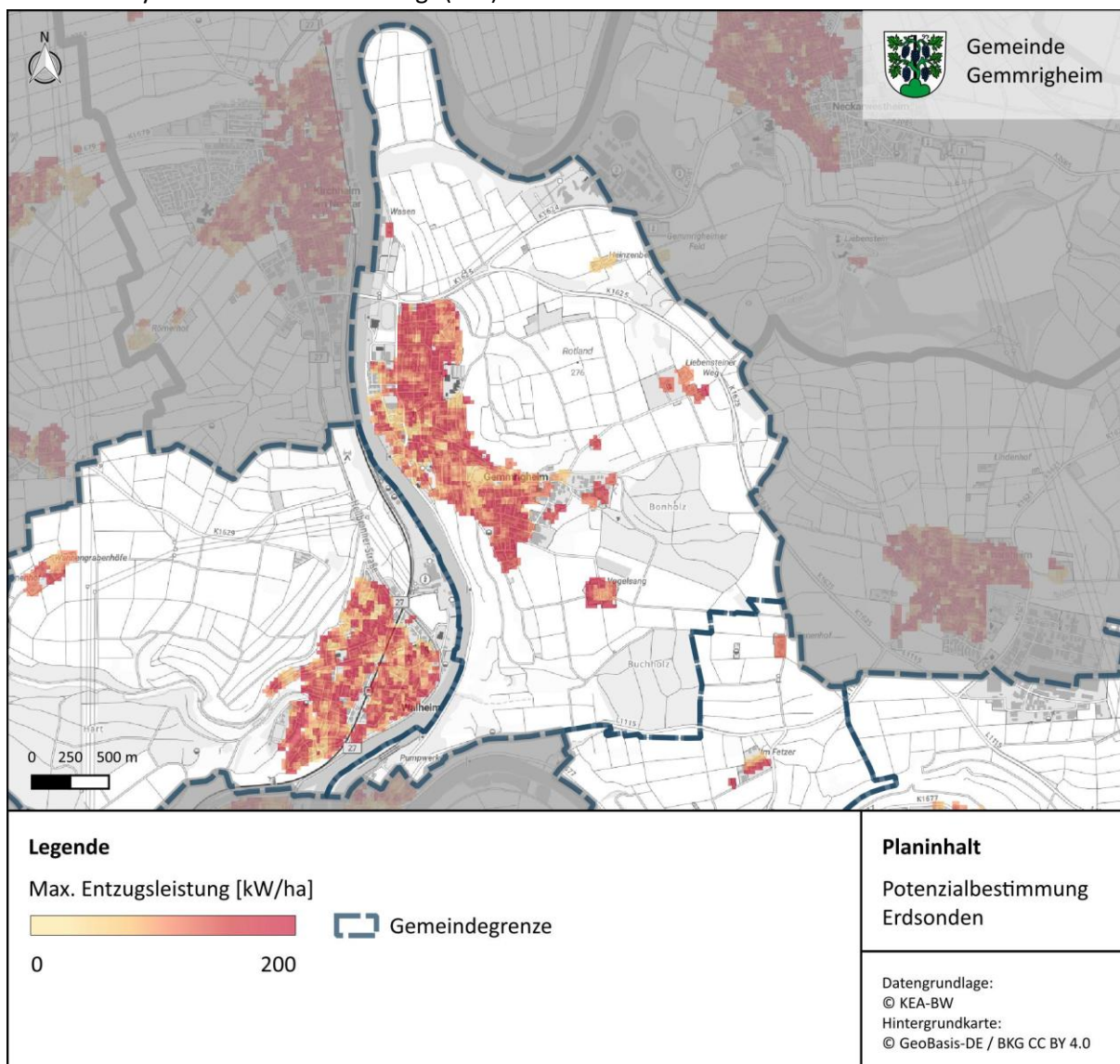


Abbildung 27: Verortung der von der KEA-BW ermittelten Erdsonden-Potenziale für Gemmrigheim

<sup>4</sup> Inklusive Wärmepumpenstrom. Angenommene Jahresarbeitszahl: 4,5







### 3.6. Umweltwärme

#### 3.6.1. Oberflächengewässer

##### Flüsse und Seen

In Gemmrigheim ist eine Nutzung des Neckars als Niedertemperatur-Wärmequelle für Wärmepumpen denkbar (s. untenstehende Tabelle). Die hier berechneten Wärmemengen stellen nur eine erste, sehr grobe Potenzialabschätzung dar, bei der Aspekte wie Gewässerschutz nur sehr eingeschränkt berücksichtigt wurden.

Flüssen kann i.d.R. nur maximal 5 % der Abflussmenge entnommen werden. Es wurde angenommen, dass dem Neckar an einer Stelle jeweils 5 % des „mittleren Niedrigwasserabflusses“ (MNQ) entnommen wird und dieser Teilvolumenstrom um 5 Kelvin abgekühlt wird. Der MNQ an der Mündung Enz bei Besigheim kann im Daten- und Kartendienst der LUBW eingesehen werden [UDO Abfluss BW]. Über eine Vollbenutzungsstundenanzahl von 4.400 h/a ergibt sich für Gemmrigheim ein Potenzial der Wärmenutzung aus Flüssen von 133,6 GWh/a (siehe untenstehende Tabelle).

Tabelle 11: Potenzielle Wärmenutzung aus Flüssen.

Fluss	Abflussmenge (MNQ)	Mögliche Entzugsleistung (je Entnahmestelle)	Wärmemenge (je Entnahmestelle)	Anzahl Entnahmestellen
Neckar	29 m <sup>3</sup> /s	30 MW	133,6 GWh/a	1

Für Gemmrigheim ergibt sich somit ein Potenzial von etwa 134 GWh/a.

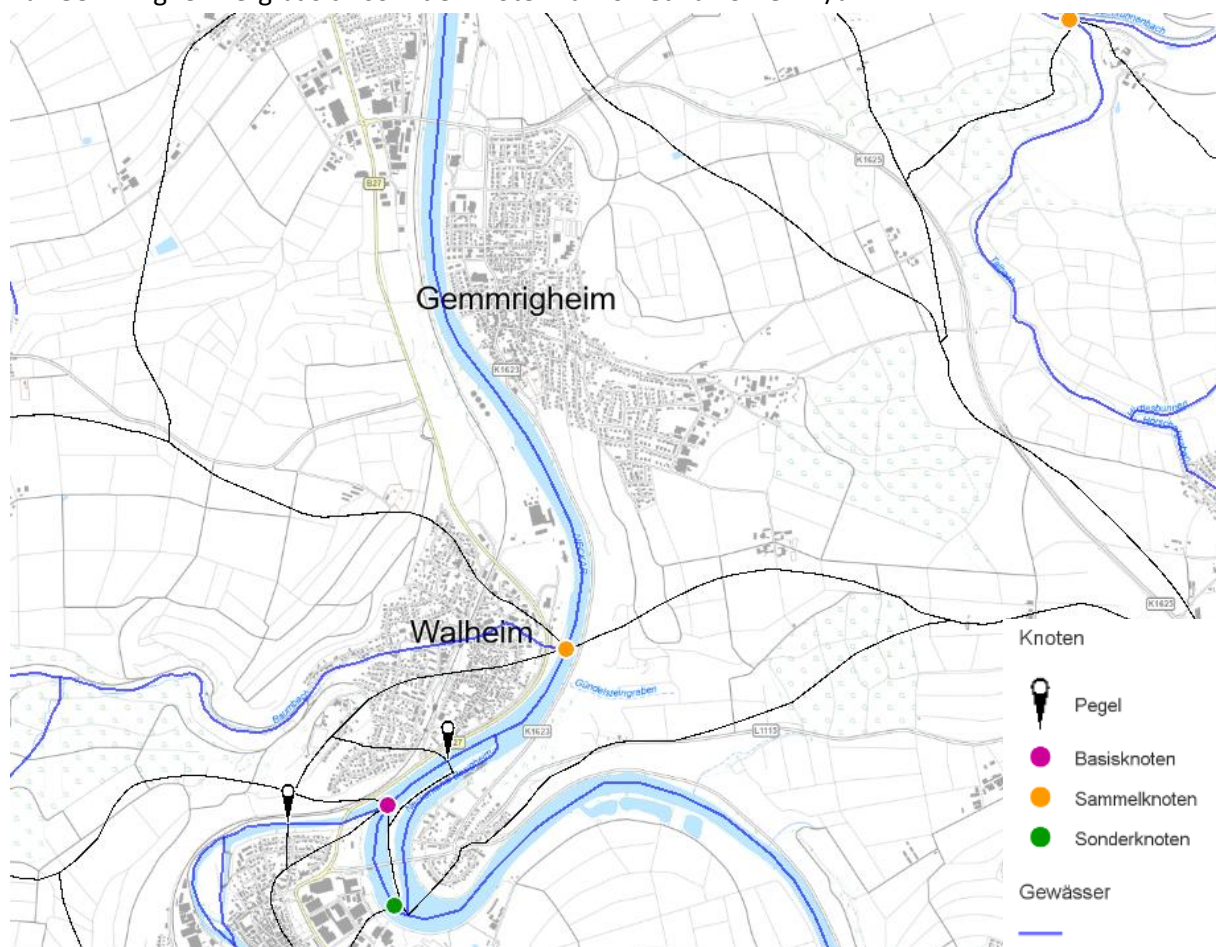


Abbildung 28: Fließgewässer und Gewässerknoten im Bereich Gemmrigheim. Quelle: [UDO Abfluss BW]





### 3.6.2. Luft

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

## 3.7. Photovoltaik

### 3.7.1. Freiflächen

Wie bereits im Kapitel 3.2.1 zu den Solarthermie-Freiflächenpotenzialen beschrieben, wird auch das PV-Freiflächenpotenzial über die Potenziale Freiflächen- und Agri-Photovoltaik des Energieatlas der LUBW ermittelt. Details zur Methodik und den Datenquellen können der zugehörigen Methodikbeschreibung entnommen werden [LUBW PV-FF 2025].

Neben dem Potenzial der Freiflächen-Photovoltaik, die die Potenziale bereits in „bedingt geeignet“ und „gut geeignet“ klassifiziert (siehe Kapitel 3.2.1 Solarthermie-Freiflächen), werden auch die anteiligen Flächen innerhalb der PV-Förderkulisse nach EEG und die privilegierten Flächen gemäß BauGB ermittelt. Während bei EEG-Förderkulisse die Potenziale längs von Autobahnen und Schienenwegen in einer Entfernung von bis zu 500 m bestimmt werden, gibt die BauGB-Privilegierung einen Überblick der Potenziale in einem Abstandskorridor von 200 m längs von Autobahnen und Schienenwegen mit mindestens zwei Gleisen. Beide Informationen wurden über Geoinformationen zur deutschen Autobahn sowie zum Schienennetz in die vom Energieatlas ermittelten Flächenpotenzialen integriert.

Untenstehende Tabelle zeigt die identifizierten Potenzialflächen für Freiflächen-PV:

*Tabelle 12: Potenzialflächen Freiflächen-PV*

Flächen in Hektar	Gesamte Gemarkung	In EEG-Förderkulisse (500 m)	BauGB-Privilegierung (200 m)	RegPlan (o.ä.)
<b>Gut geeignet</b>	175 ha	2 ha	0 ha	15 ha
<b>Bedingt geeignet</b> (inkl. gut geeignet)	423 ha	6 ha	1 ha	15 ha

Gemmrigheim hat bereits über ein Standort- und Beteiligungskonzept vorrangige Flächen für die Nutzung von Freiflächen-PV im Regionalplan ausgewiesen, deren flächenmäßiger Anteil an der oben erwähnten PV-Freiflächenkulisse zusätzlich bestimmt wurde. Die Methodik und Datengrundlage zur Identifizierung der Flächen kann dem Regionalplan des Planungsverbands Stuttgart entnommen werden.

Aktuell wird in Gemmrigheim im Gebiet Gewann Mörsich eine PV-Freiflächenanlage geplant, die 2027 in Betrieb gehen soll. Auf 4 ha Fläche entstehen ca. 4 MWp Leistung, die nach Fertigstellung etwa 4,4 GWh elektrische Energie pro Jahr bereitstellen kann. Da die endgültige Genehmigung noch fehlt – zum Beispiel steht noch eine artenschutzrechtliche Untersuchung aus – und der Bau daher nicht sicher ist, wird das Potenzial der Anlage nicht als genutztes Potenzial aufgeführt, sondern dem gut geeigneten Potenzial für Freiflächen-PV zugeordnet.

Bei den Potenzialen für Solarthermie und PV ist zu beachten, dass beide Potenziale nicht gleichzeitig voll ausgeschöpft werden können, da dafür die gleichen Flächen zu Grunde liegen.

Die ermittelten Flächen sind in untenstehender Abbildung dargestellt. Für die gesamte Gemarkung von Gemmrigheim ergibt sich ein PV-Freiflächenpotenzial von 128 GWh/a (gut geeignet) bis 310 GWh/a (bedingt geeignet). Den Werten liegen die Flächen für die gesamte Gemarkung aus obiger Tabelle zu Grunde, 175 ha als gut geeignet und 423 ha als bedingt geeignet.



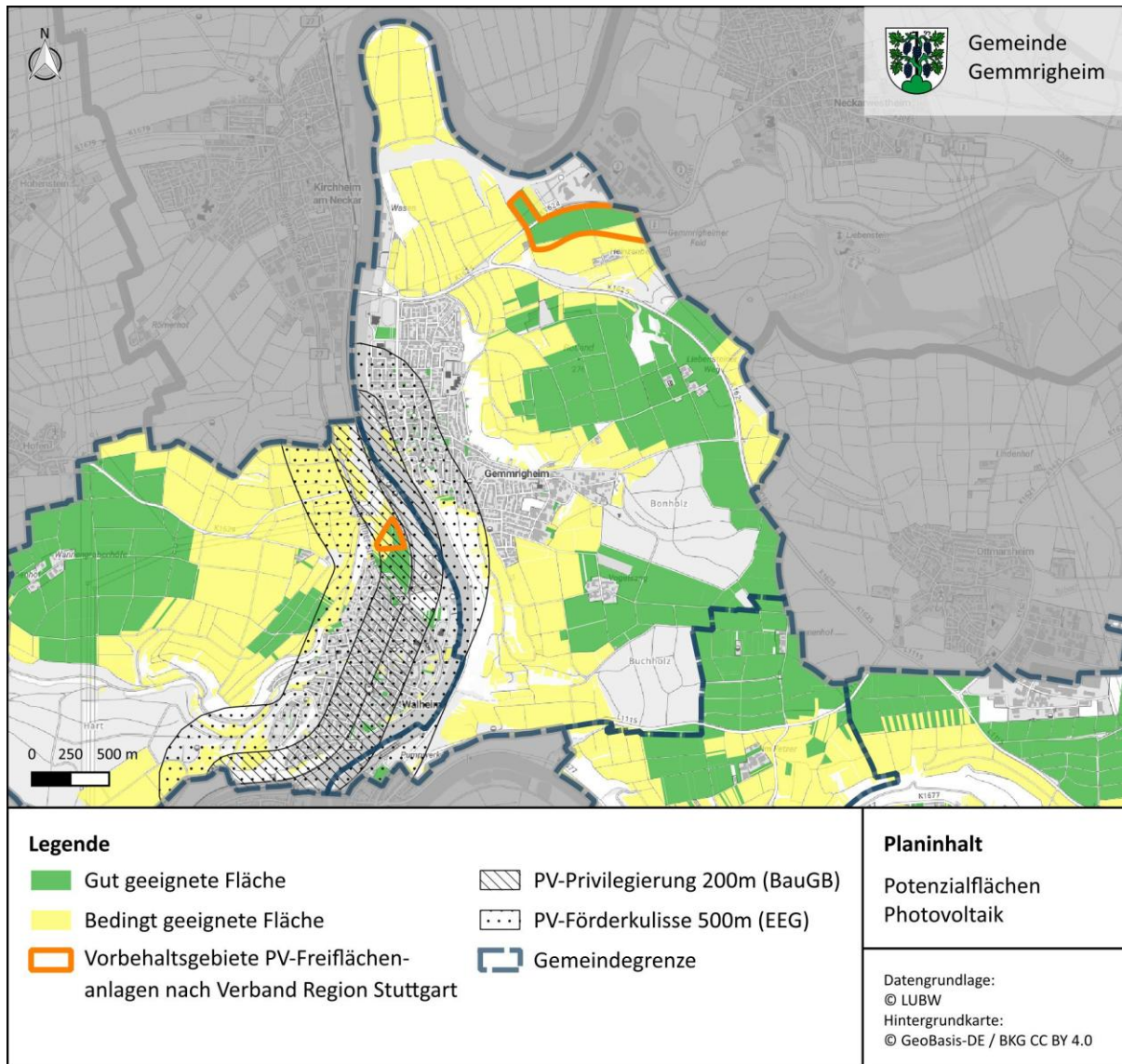


Abbildung 29: Karte der PV-Freiflächen-Potenziale

### 3.7.2. Floating-PV

In Gemmrigheim gibt es keine ausreichend großen Gewässer für Floating-PV.

### 3.7.3. Deponie-PV

Ehemalige Deponieflächen bieten ein sinnvolles Potenzial für den Ausbau von Photovoltaik, da sie oft nicht anders nutzbar sind, jedoch infrastrukturell bereits erschlossen und baulich geeignet sein können. Eine von der LUBW beauftragte Studie hat diese Flächen systematisch bewertet und die Ergebnisse im Energieatlas BW veröffentlicht. Die Untersuchung berücksichtigt sowohl technische Faktoren wie Exposition, Neigung und Verschattung als auch standortbezogene Kriterien wie Artenschutz, Zugang, Netzanbindung und Landschaftsbild. Für jeden Standort wurde anhand eines Punktesystems eine Bewertung durchgeführt. Die Potenzialbewertung sowie Klassifizierung ist auf der zugehörigen Seite zu den Grundlagen der Photovoltaik Freiflächen-Potenziale im Energieatlas erläutert.

Für Gemmrigheim wurden im Energieatlas BW keine PV-Potenziale auf ehemaligen Deponien ermittelt, sodass im Wärmeplan kein Deponie-PV-Potenzial ausgewiesen wird.





#### 3.7.4. Parkplatz-PV

Parkplatzflächen stellen durch ihre bereits vorhandene Versiegelung ein attraktives Potenzial für die Doppelnutzung mit Photovoltaik dar – sie ermöglichen nicht nur Stromerzeugung, sondern bieten auch Schatten und Wetterschutz. In Baden-Württemberg ist der Bau von PV-Anlagen auf neu errichteten Großparkplätzen (§§ 23 & 24 KlimaG BW) teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Die Potenzialanalyse im Energieatlas BW basiert auf OSM-Daten, berücksichtigt Ausschlusskriterien (z. B. Naturschutz, Verschattung) und bewertet die Eignung der Flächen mithilfe des gleichen Kriterienkatalogs wie die Freiflächen-Photovoltaik. Die Ergebnisse inklusive detaillierter Flächeninformationen sind im Energieatlas abrufbar, wobei aufgrund von Datengrundlagen wie OSM und LiDAR gewisse Unsicherheiten bestehen. Die potenziell installierbare PV-Leistung auf einer Parkplatzfläche wird auf Basis der verfügbaren Fläche berechnet. Da konstruktive und betriebliche Anforderungen (z. B. Fahrwege, Zugänge, Abstände) berücksichtigt werden müssen, wird ein Belegungsfaktor von 80 % angesetzt. Für die Berechnung wird angenommen, dass ein Standardmodul eine Fläche von 2 m<sup>2</sup> hat und eine Leistung von 0,4 kWp erbringt. Die effektive Modulanzahl ergibt sich aus der nutzbaren Fläche geteilt durch die Modulfläche. Durch Multiplikation mit der Modulleistung lässt sich die theoretisch installierbare Gesamtleistung in Kilowattpeak (kWp) bestimmen.

Für Gemmrigheim ergibt sich ein Stromerzeugungspotenzial von 8 GWh/a auf Parkplätzen. Die räumliche Verteilung der Parkplatzflächen inklusive installierbarer Leistung pro Parkplatz ist in folgender Karte dargestellt:



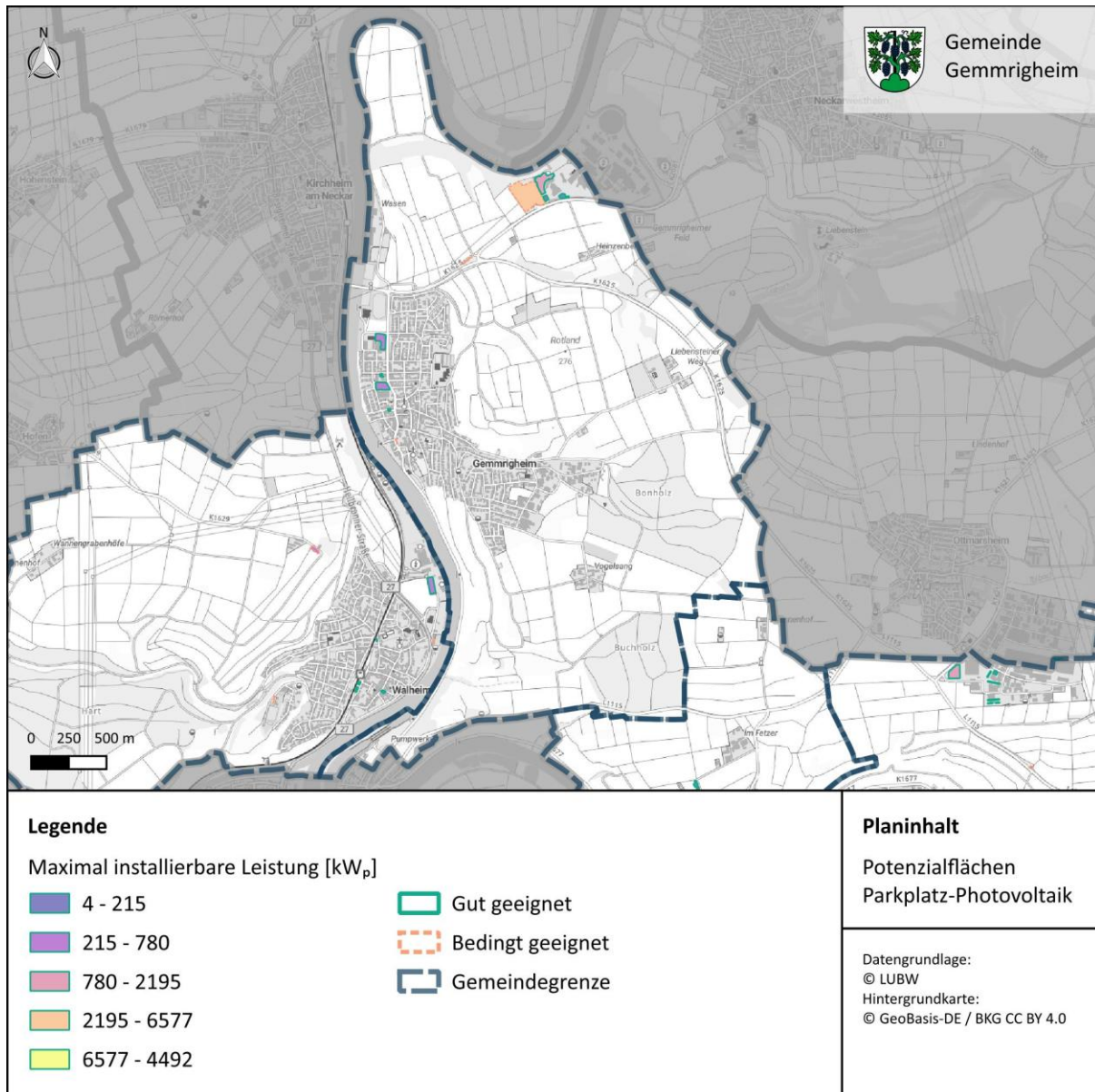


Abbildung 30: Karte der für PV-Parkplatz geeigneten Flächen. Hochaufgelöstes PDF der Gesamtmarkierung im Anhang. Quelle: Energieatlas BW

### 3.7.5. Dachflächen (PV)

Die Höhe der PV-Aufdachpotenziale wurde auf Basis der Potenzialstudien des Energie-Atlas Baden-Württemberg bestimmt [LUBW Geb 2025]. Für Gemmrigheim ergibt sich ein PV-Aufdachpotenzial von 15 GWh/a (gut geeignet) bis 23 GWh/a (bedingt geeignet). Wie bereits beschrieben, nutzen die PV-Aufdachpotenziale die gleichen Flächen wie die Solarthermie-Dachpotenziale. Eine volle Ausschöpfung beider Potenzialhöhen ist daher nicht möglich. Wie schon bei den Solarthermie-Dachpotenzialen wird davon ausgegangen, dass 2/3 der bestimmten Potenzialflächen realisierbar und damit „gut geeignet“ sind (siehe dortiges Kapitel 3.2.2).

Für Gemmrigheim ergeben sich die folgenden Aufdach-Potenzialhöhen (PV und Solarthermie):





Tabelle 13: Höhe der Aufdach-Potenziale

Aufdach-Potenziale	Gut geeignet	Bedingt geeignet
Solarthermie	15 GWh/a	22 GWh/a
Photovoltaik	15 GWh/a	23 GWh/a

Untenstehender Karte zeigt die räumliche Verteilung der PV-Aufdachpotenziale. Für die Quantifizierung der installierbaren Leistung je Baublock wurden die im Energieatlas ermittelten Dachflächenpotenziale auf die Gebäude der KWP-GIS-Datenbank übertragen und die installierbare Leistung anhand aktueller Leistungskennwerte bestimmt.

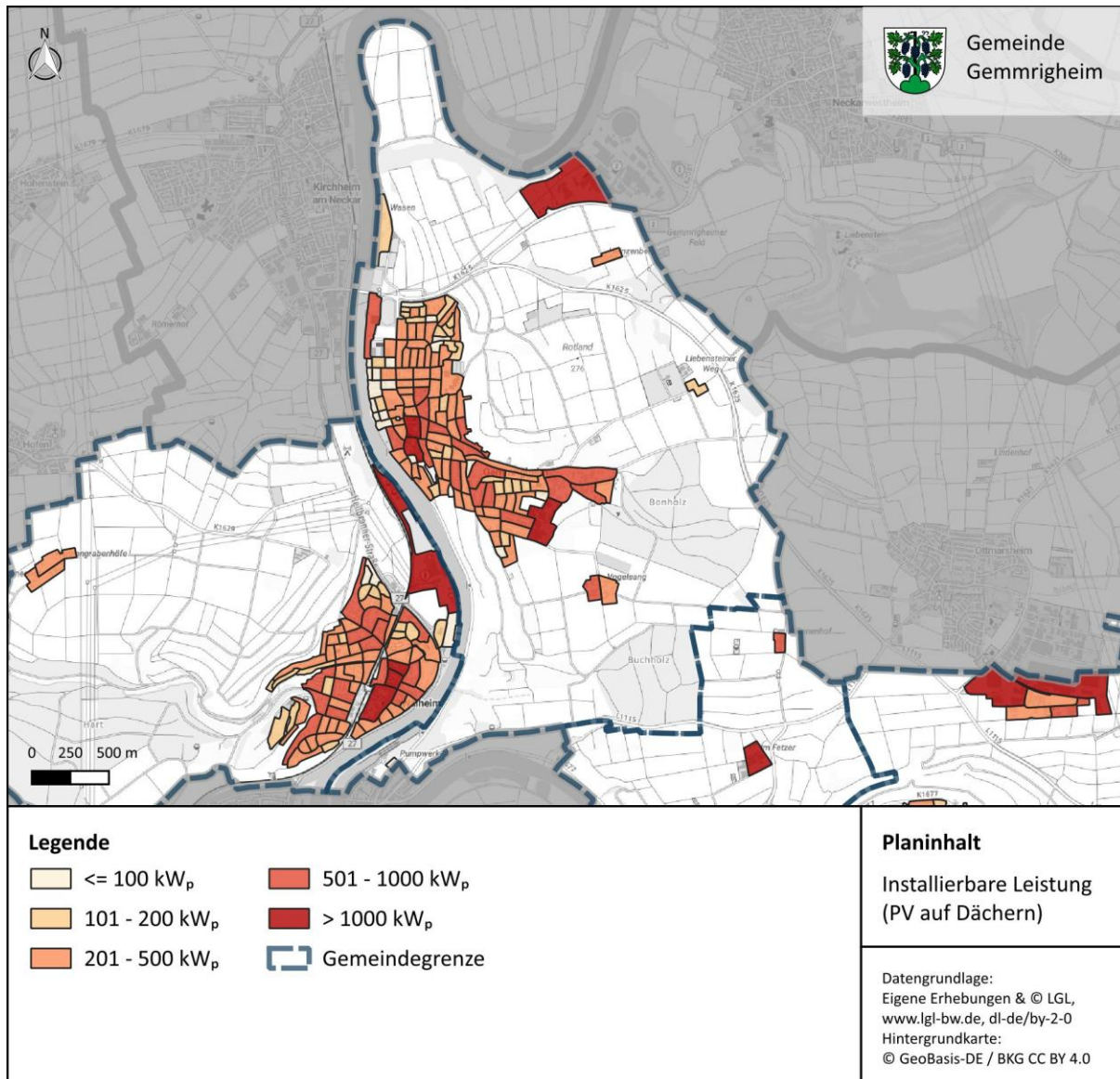


Abbildung 31: Karte der Potenzialhöhen der Aufdach-PV.

### 3.8. Windenergie

Für den weiteren Ausbau der Windenergie und das Erreichen der Klimaschutzziele in Baden-Württemberg werden von den Regionalverbänden Regionalpläne erarbeitet, in denen Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen werden. Windenergieanlagen außerhalb der ausgewiesenen Vorranggebiete sind dann nicht mehr privilegiert und würden ein Bebauungsplanverfahren notwendig machen.





Der Regionalverband Stuttgart hat in Gemmrigheim keine Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen, sodass auf der Gemarkung von Gemmrigheim für die Wärmeplanung auch keine Potenzialflächen für Windenergie ausgewiesen werden und kein Potenzial für Windenergie ausgewiesen wird.

### 3.9. Wasserkraft

Auf der Gemarkung Gemmrigheim befinden sich laut Marktstammdatenregister derzeit keine Wasserkraftanlagen. Der Energie-Atlas Baden-Württemberg weist für Gemmrigheim kein Wasserkraft-Ausbau Potenzial für Stromerzeugung aus.

### 3.10. Wasserstoff

Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft und als Schlüsselement der Energiewende, dem eine große Bedeutung für die Erreichung der nationalen Klimaschutzziele zugerechnet wird<sup>5</sup>. Wasserstoff kann dabei in unterschiedlichsten Sektoren wie z.B. im Verkehr, in der Chemie-, Glas- und Stahlindustrie, aber auch im Energie- und Wärmesektor eingesetzt werden. Wird Wasserstoff dabei klimafreundlich z.B. mittels Elektrolyse hergestellt, hat er das Potenzial, die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den unterschiedlichen Sektoren deutlich zu verringern. Zusätzlich bieten insbesondere Elektrolyseure die Möglichkeit als flexible Last die schwankende Erzeugung von PV- und Windenergieanlagen auszugleichen und somit Abschaltungen von EE-Anlagen zu vermeiden.

Die nationale Wasserstoffstrategie (2020) und deren Fortschreibung (2023) formulieren ambitionierte Ziele wie z.B. den Aufbau von nationalen Elektrolysekapazitäten von 10 GW Leistung, der Anpassung des regulatorischen Rahmens und dem Aufbau eines Wasserstoffkernnetzes bis 2032<sup>6</sup>. Letzteres wurde im Oktober 2024 genehmigt und bietet somit zukünftig die Basis für einen nationalen Wasserstoffmarkt sowie eine Versorgung speziell von industriellen (Groß-)Abnehmern<sup>7</sup>.

Bei der Nutzung von Wasserstoff zur Dekarbonisierung einzelner Sektoren werden aufgrund der aktuell noch deutlich höheren Kosten gegenüber Erdgas voraussichtlich vor allem jene Anwendungsfelder als erste Wasserstoff nutzen, bei denen die Differenzkosten am niedrigsten sind und/oder die sich nicht elektrifizieren lassen. Die Studie „Heizen mit Wasserstoff - Aufwand und Kosten für Haushalte anhand aktueller Daten und Prognosen“ wurde von den Fraunhofer-Instituten IEG und ISI. Sie bewertet, welche technischen Voraussetzungen, Kosten und Risiken entstehen würden, wenn Haushalte künftig mit reinem Wasserstoff heizen würden. Grundlage sind aktuelle Marktanalysen, technische Vorgaben und Preisprognosen bis 2045. Die Ergebnisse zeigen, dass je nach Bandbreite (optimistisches bis pessimistisches Szenario) die erwarteten Wasserstoffbezugskosten 2035 bei **21,4 bis 33,3 ct/kWh** liegen, während für 2045 Preise von **16,3 bis 38,2 ct/kWh** entstehen. Damit wäre das Heizen mit Wasserstoff dauerhaft deutlich teurer als Wärmepumpen, Fernwärme oder heutiges Erdgas. Beim Wechsel auf Wasserstoff würden die Heizkosten in 2035 gegenüber Erdgas heute selbst dann um **74 bis 172 Prozent** steigen, wenn für Wasserstoff keine Steuern, Abgaben und Umlagen anfallen. Zugleich wären große Umstellungen in Infrastruktur- und Heiztechnik notwendig, deren Kosten zusätzlich ins Gewicht fallen. Um Preisniveaus vergleichbar zur Gaspreisbremse zu erreichen, wären hohe staatliche Zuschüsse in Milliardenhöhe erforderlich. Die Studie folgert, dass Wasserstoff für Haushalte aufgrund

<sup>5</sup> Vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann - Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende

<sup>6</sup> <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html>

<sup>7</sup> <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>





hoher Kosten und großer Unsicherheiten nur eine Nischenrolle spielen kann und nicht als zentrale Option der Wärmeversorgung empfohlen werden sollte [IEG H2 2025].

In untenstehender Abbildung ist das im Oktober 2024 genehmigte Wasserstoffkernnetz und der Standort Gemmrigheim gezeigt. Es ist zu erkennen, dass Gemmrigheim etwa 4 km vom geplanten Wasserstoffkernnetz, der Süddeutschen Erdgasleitung (SEL) die ab 2030 Wasserstoff transportieren soll, entfernt liegt. Somit wäre eine Anschluss Gemmrigheims an ein Wasserstoffnetz möglich.

Ein Hindernis stellt dabei die Querung des Neckars dar. Mit der Nähe zum Wasserstoffkernnetz und dem Anschluss an das Hydrogen Backbone ergibt sich für Unternehmen in der Region jedoch langfristig die Chance Wasserstoff vor allem für industrielle Prozesse wie z.B. in der Glasindustrie zu beziehen. Sollten entsprechende Gasverteilungsleitungen für Wasserstoff zu einem Industriekunden neu gebaut oder umgerüstet werden, bietet dies auch eine Chance für andere Anlieger, Wasserstoff z.B. für die Wärmeversorgung von Gebäuden zu nutzen, sofern dies als wirtschaftlich sinnvoll analysiert wird. Bzgl. einer dezentralen Erzeugung von Wasserstoff könnte ein Elektrolyseur sowohl per Direktleitung geplanter oder bestehender Wind- und PV-Parks oder auch über das Netz der allgemeinen Versorgung gespeist werden und das Wasserstoffkernnetz als Speicher nutzen. Der Wirkungsgrad eines (PEM-)Elektrolyseurs für die Umwandlung von Strom in Wasserstoff liegt bei > 60 % bezogen auf den unteren Heizwert von Wasserstoff. Darüber hinaus können ca. 20-25 % der elektrischen Leistung als Abwärme mit einem Temperaturniveau von ca. 50-55 °C nutzbar gemacht werden. Die Abwärme bietet sich entsprechend zur Speisung kalter Nahwärmenetze oder als Vorlauf warmer Nahwärmenetze an. Elektrolyseure könnten auch Teil innovativer Stromversorgungs- und Netzstabilisierungsprojekte sein und somit die Wirtschaftlichkeit von lokal produziertem Wasserstoff erhöhen, welcher für lokal ansässige Unternehmen attraktiv ist.

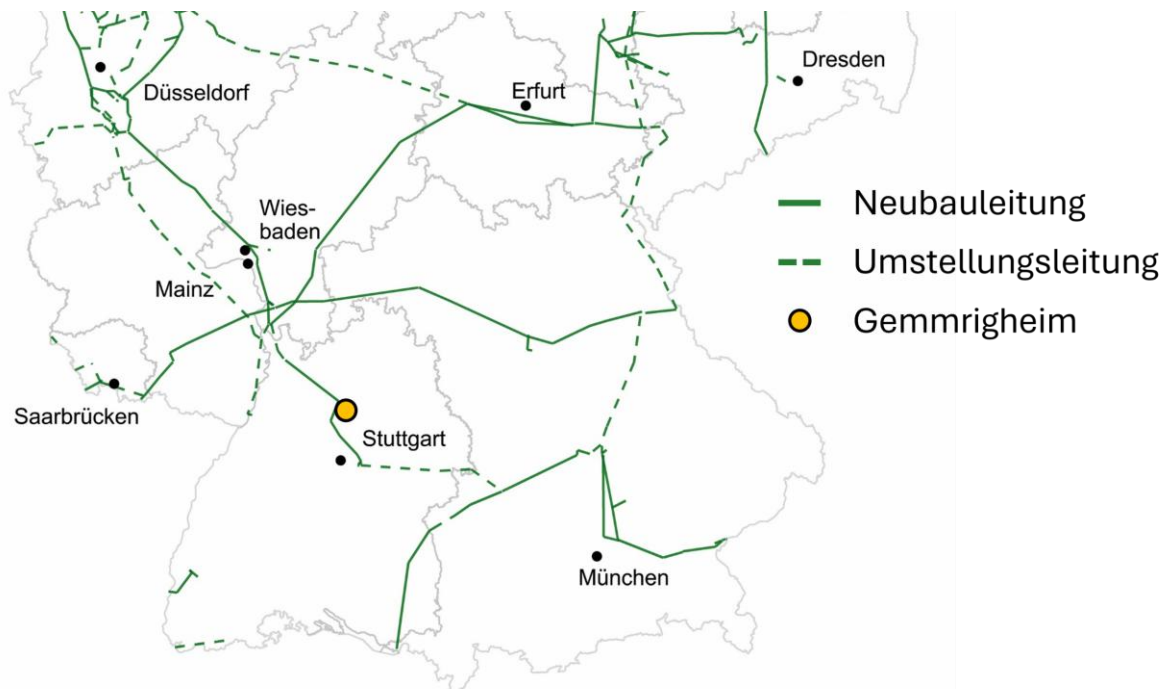


Abbildung 32: Das im Oktober 2024 genehmigte Wasserstoffkernnetz mit einer Gesamtleitungslänge von 9.040 km im südlichen Teil Deutschlands [BNetzA 2024]





### 3.11. Einspar-Potenziale

#### 3.11.1. Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Die Sanierung des Gebäudebestands reduziert den Wärmebedarf deutlich. Das Sanierungspotenzial der **Wohngebäude** für Gemmrigheim ist in untenstehender Karte räumlich dargestellt. Zur Abschätzung des maximalen Sanierungspotenzials wurde für alle Wohngebäude eine ganzheitliche energetische Sanierung der Gebäudehülle und ein Wechsel auf eine moderne Heizungsanlage simuliert. Dieses maximale Potenzial ist in untenstehender Balkengrafik dargestellt. Es ergibt sich eine Reduktion von 43 % oder 15 GWh/a.

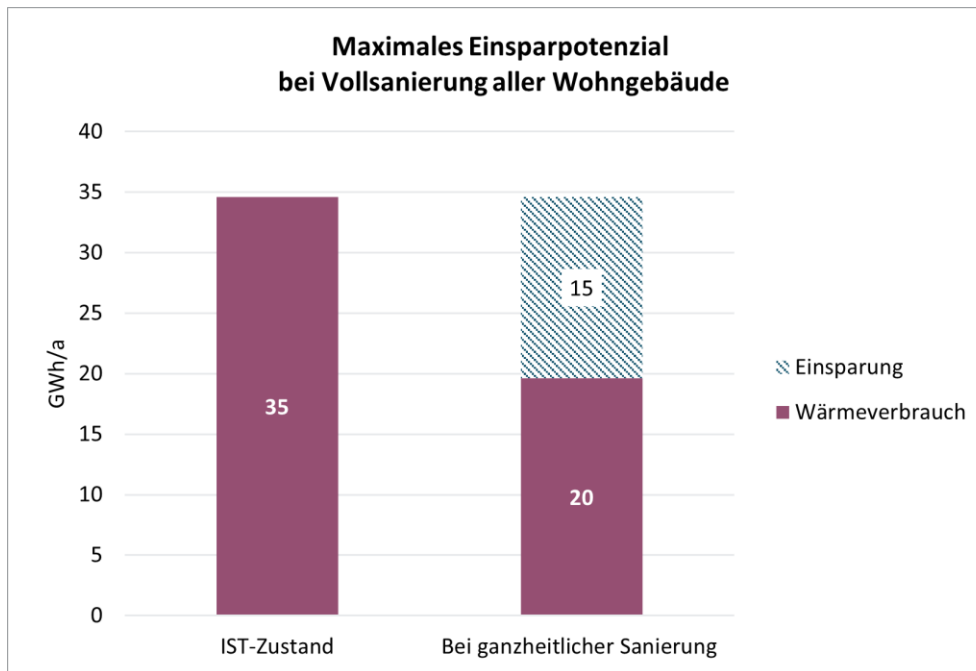


Abbildung 33: Maximales Einsparpotenzial bei Vollsanierung aller Wohngebäude

Untenstehende Karte zeigt die räumliche Verteilung: Dunkelgrüne Gebäudeblöcke haben das größte Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese Bereiche können bei der zukünftigen Auswahl von Sanierungsgebieten berücksichtigt werden.



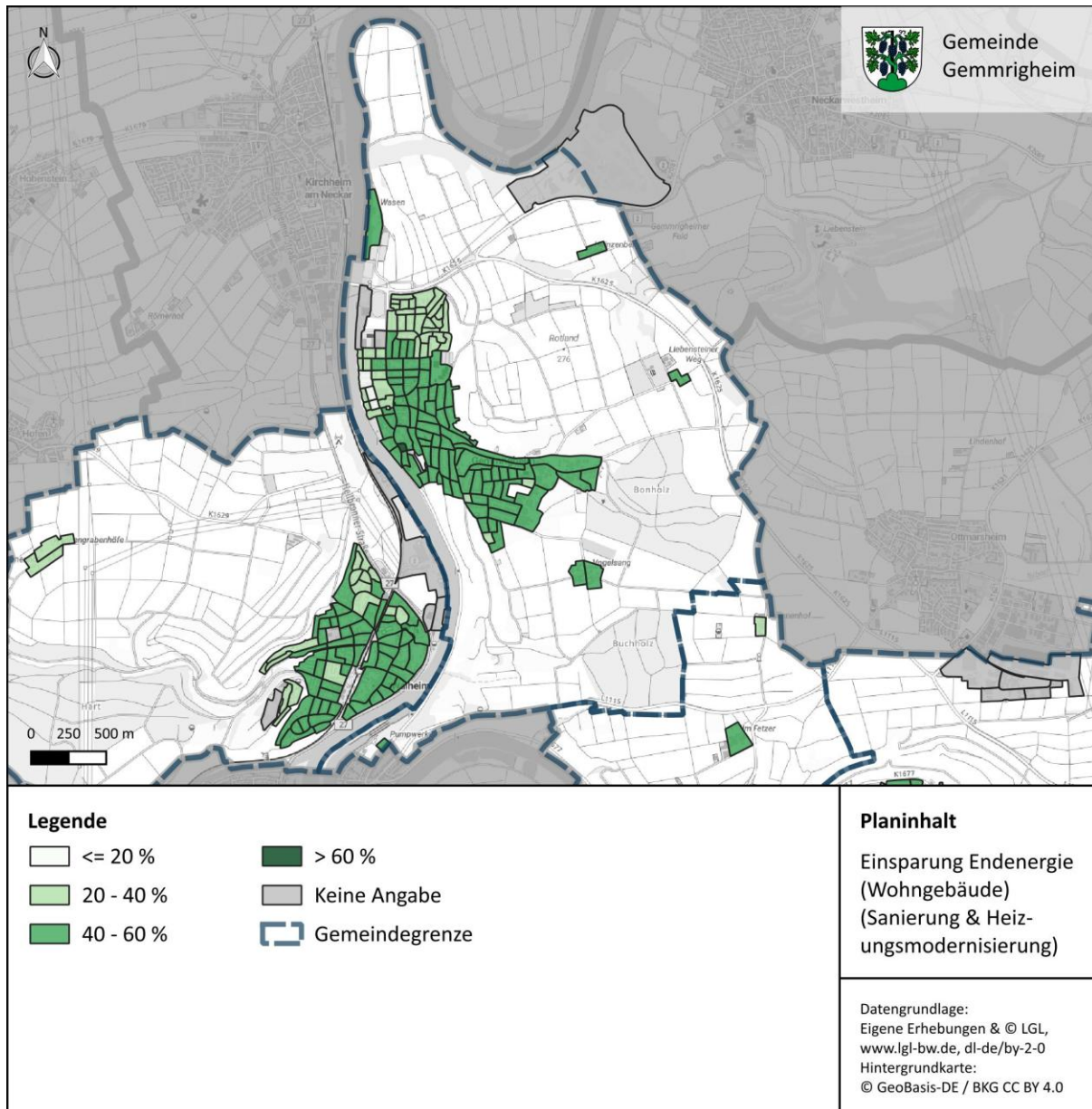


Abbildung 34: Räumliche Darstellung des Einsparpotenzials bei ganzheitlicher Sanierung aller Wohngebäude

Für die Entwicklung des Verbrauchsszenarios wurde ein realistischeres Ausmaß an Gebäudesanierungen angenommen. Siehe dortiges Kapitel.

### 3.11.2. Prozesswärme Industrie und Gewerbe

Auch im Bereich der Prozesswärme gibt es signifikante Einsparpotenziale, die aber im Rahmen der Wärmeplanung nicht näher quantifiziert werden können. Die Studie des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg [ZSW 2017] rechnet zum Beispiel mit Einsparungen bis 2050 von 37 Prozent für Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und 29 Prozent für die Industrie. Tatsächlich umgesetzt wird i.d.R. aber nur ein Teil der Einsparpotenziale. Die für Gemmrigheim genutzten Einsparfaktoren werden im Kapitel Szenario – Einsparung im Endbericht dargestellt werden.



### 3.12. Groß-Wärmespeicher

Groß-Wärmespeicher oder Saisonale Wärmespeicher sind sogenannte Langzeit-Wärmespeicher, da sie thermische Energie über eine lange Periode, z.B. über eine Saison speichern. Vorwiegend werden derartige Speicher eingesetzt, um solare Strahlungsenergie oder Abwärme im Sommer aufzunehmen und diese im Winter an den Verbraucher bzw. ein Wärmenetz wieder abzugeben. Dies ermöglicht signifikante Einsparungen bei der verbleibenden Wärmeerzeugung, insbesondere bei Wärmenetzen.

Saisonale Wärmespeicher können für die Energiewende also eine zentrale Rolle einnehmen. Aktuell besitzen Bauvorhaben von saisonalen Wärmespeichern jedoch zumeist Forschungscharakter und die Baukosten sind entsprechend zu hoch, um wirtschaftliche Vorteile in Bezug auf die Wärmekosten zu erreichen.

Saisonale Wärmespeicher verwenden je nach Bauart entweder Wasser oder eine Kies-Wasser- bzw. Erdreich-Wasser-Mischung oder direkt den Untergrund, um Wärme saisonal zu speichern. Derzeit sind insbesondere aus wirtschaftlichen Aspekten die folgenden Speichertypen geeignet, um im größeren Maßstab Wärme über einen längeren Zeitraum zu speichern:

- › Behälterwärmespeicher
- › Erdbeckenwärmespeicher
- › Erdsondenwärmespeicher
- › Aquiferwärmespeicher

Um große Mengen von z.B. Solar- oder Abwärme über Monate zu speichern, haben sich Erdbecken-Wärmespeicher bewährt. Erdbecken-Wärmespeicher sind künstlich angelegte Becken. Hierbei wird eine große Grube gegen das Erdreich abgedichtet, gedämmt, mit Wasser gefüllt und mit einer schwimmenden Abdeckung versehen. Unterschiedliche Wärmequellen können das Wasser erhitzen, beispielsweise Sonnenkollektoren oder Abwärme. Das bis zu 95 Grad Celsius warme Wasser lädt den Speicher auf. In Zeiten mit wenig solarer Einstrahlung oder Abwärme gibt der Speicher diese Wärme wieder ab. Ursprünglich wurden erdvergrabene Langzeit-Wärmespeicher als Teil solarer Wärmenetze entwickelt. Heute dienen sie meist als Multifunktions-Wärmespeicher. Sie speichern Wärme unterschiedlicher Quellen für mehrere Tage und bei Bedarf saisonal vom Sommer bis in den Winter. Außerdem ermöglichen sie die Sektorkopplung zwischen den Bereichen Strom- und Wärmeversorgung.

Behälterwärmespeicher stellen die geringsten Anforderungen an den Untergrund und können daher auch an Orten mit für Erdspeicher ungeeigneten Standorten eingesetzt werden. Behälterwärmespeicher bestehen zumeist aus Stahlbetonbehältern, die von Innen mit Edelstahl- oder Schwarzstahlblech ausgekleidet sowie zusätzlich gedämmt sind. Die Beladung erfolgt über eine Schichtbeladeeinrichtung. Als Speichermedium dient Wasser.

Über einen Saisonspeicher sollte dann nachgedacht werden, wenn im Sommer große Mengen Abwärme verfügbar sind oder wenn Solarthermie-Wärme einen hohen Deckungsanteil im Wärmenetz abdecken soll. Für detailliertere Aussagen ist tiefergehende Untersuchungen nötig, die beispielsweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie durchgeführt werden können.





### 3.13. Zusammenfassung Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse hat ermittelt, welche technischen Potenziale in Gemmrigheim vorhanden sind. Dabei wurden sowohl Wärme- als auch Strompotenziale betrachtet. In der nachfolgenden Abbildung werden die ermittelten Potenziale dargestellt. Dabei werden bereits genutzte Potenziale, Potenziale auf gut geeigneten Flächen und auf bedingt geeigneten Flächen dargestellt<sup>8</sup>. In den Datenbeschriftungen ist jeweils angegeben: IST-Nutzung | gut geeignetes Potenzial | bedingt geeignetes Potenzial.

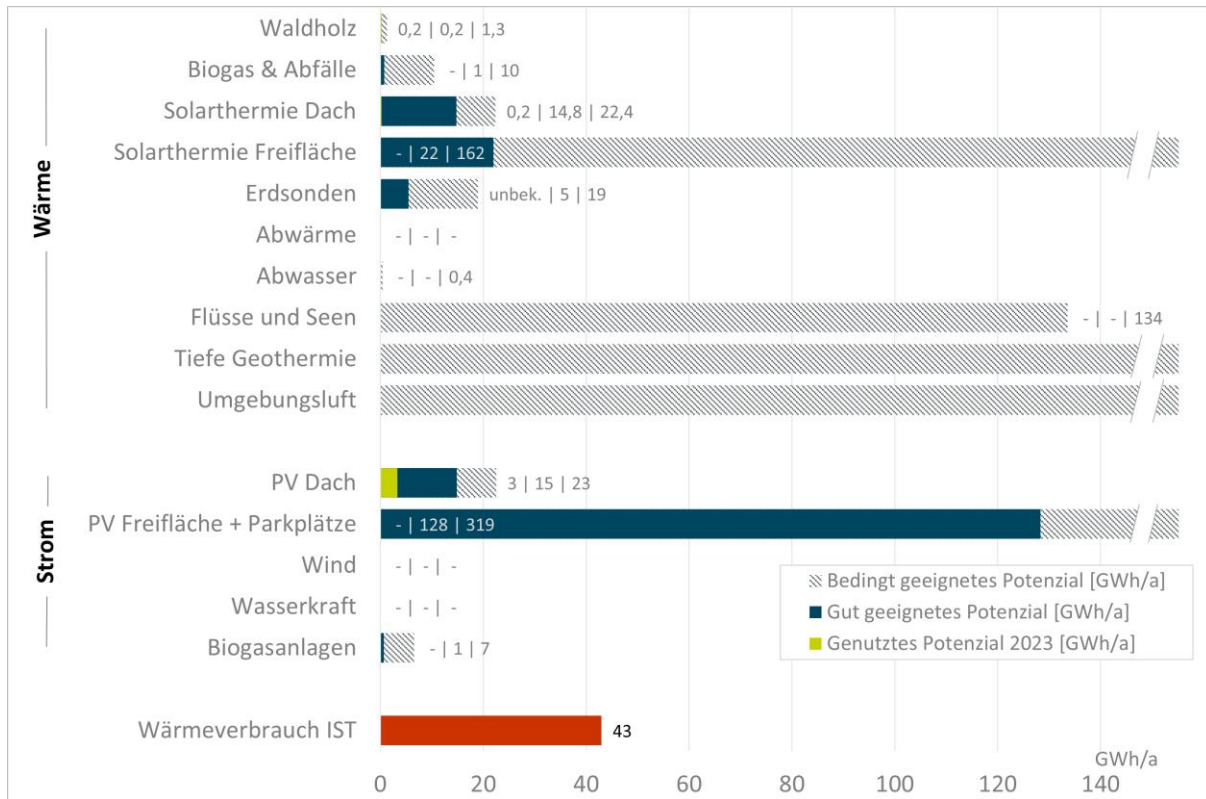


Abbildung 35: Höhe der Potenziale in Gemmrigheim in GWh/a

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Gemmrigheim vor allem über erhebliche Potenziale bei der Solarenergie und der Flusswärme aus dem Neckar verfügt. Auch die oberflächennahe Geothermie stellt in Gemmrigheim eine vielversprechende Wärmequelle dar. Umweltwärme in Form von Luft ist nahezu unbeschränkt verfügbar.

Gemmrigheim 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 Gemeinde komplett mit erneuerbarer Wärme zu versorgen. Zudem werden die dargestellten Strompotenziale gleichzeitig auch in den Sektoren Mobilität und Stromversorgung benötigt.

<sup>8</sup> Die genannten Potenzialhöhen schließen die IST-Nutzung mit ein. Ebenso schließt das bedingt geeignete Potenzial das geeignete Potenzial mit ein.





## 4. Quellenverzeichnis

- [Ariadne 2021] G. Luderer et al, 2021: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich
- [BNetzA 2024] Bundesnetzagentur, 2024: Wasserstoff-Kernnetz. Online verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Elektrizitaetund-Gas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>
- [UBA 2023] Umweltbundesamt, 2023: Heizungstausch. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/heizungstausch#--2>
- [DWA 2022] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. // (DWA), 2022: Lokalisierung von Standorten für den Einsatz von Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen in Baden-Württemberg
- [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
- [IWU 2022] Institut für Wohnen und Umwelt, 2022: Deutsche Wohngebäudetypologie
- [KWW 2024] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende, 2024: Leitfaden Wärmeplanung. Online verfügbar unter: <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>
- [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“
- [UBA 2021] Umweltbundesamt, 2021: RESCUE-Studie des Umweltbundesamts „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“
- [Zensus 2022] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2022: Die Ergebnisse des Zensus 2022.
- [WPG] Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG) vom 22. Dezember 2023.
- [LUBW PV-FF 2025] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2025: Energieatlas Baden-Württemberg Grundlagen PV-Freiflächen. Online verfügbar unter: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen/grundlagen#330897>
- [LUBW Geb 2025] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2025: Energieatlas Baden-Württemberg Grundlagen Solarenergie auf Gebäuden. Online verfügbar unter: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/gebaeude/grundlagen>
- [ISONG 2022] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2022: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG). Online verfügbar unter: <https://i-song.lgrb-bw.de/>
- [UDO Abfluss BW] Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg: Umwelt-Daten und -Karten Online (UDO) – Abfluss-BW. Online verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/>
- [UM-BW 2020] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2020. Kommunale Wärmeplanung. Handlungsleitfaden







## Anhang: Hochaufgelöster PDF-Kartensatz

Teil dieses Berichtes sind die folgenden großformatigen Karten, die zur besseren Handhabung als separate pdf-Dateien erstellt wurden. Hier sind vor allem diejenigen Karten enthalten, von denen im Bericht aus Gründen der besseren Erkennbarkeit nur ein Ausschnitt abgedruckt wurde.

- b-Energieträger\_Anhang.pdf
- b-Gebäudealter\_Anhang.pdf
- b-Gebäudetyp\_Anhang.pdf
- b-Heizungsalter\_Anhang.pdf
- b-Infrastruktur\_Anhang.pdf
- b-Wärmedichte\_Anhang.pdf
- b-Wärmeliniendichte\_Anhang.pdf
- p-PV\_Parkplatz\_Anhang.pdf



**endura kommunal GmbH**

Emmy-Noether-Straße 2  
79110 Freiburg

Fon +49 761 3869098-0  
Fax +49 761 3869098-29

[info@endura-kommunal.de](mailto:info@endura-kommunal.de)

Ein Projekt in  
Kooperation mit

