



Kommunale Wärmeplanung Stadt Erbach

Zwischenbericht

Erbach / Lampertheim, 9. Dezember 2025



Impressum

Auftraggeberin:



Stadt Erbach
Neckarstraße 3
64711 Erbach
Telefon: +49 6062 640
E-Mail: rathaus@erbach.de
Web: <https://www.erbach.de/>

Ansprechpartnerin:

René Ludebühl
Technische Infrastruktur,
Unterhaltung und Betrieb
Neckarstraße 3
64711 Erbach im Odenwald

Auftragnehmerin:



EnergyEffizienz GmbH
Gaußstraße 29a
68623 Lampertheim
Telefon: 06206 30312717
E-Mail: s.molitor@e-eff.de
Web: www.e-eff.de

Projektleitung:

Steffen Molitor, B.Eng.

Projektteam:

Silvia Drohner, B.Sc.
Anne Jüttner, Dipl.-Ing.
Semen Pavlenko, M.A.
Romina Hafner, M.Sc.
Sophie Weisenbach, B.Eng.
Daniel Leißner, M.Sc.
Jonas John, M.Sc.
Lasse Ohlsen M.Sc.
Dr. Hans Henniger
Sophia Fuchs, M.Sc.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung	6
1.1. Hintergrund	6
1.2. Aufbau des Endberichts	7
1.3. Zentrale Ergebnisse	7
2. Grundlagen.....	8
2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans	8
2.2. Datenerfassung / Methodik	9
2.2.1. Bestandsanalyse	9
2.2.2. Potenzialanalyse	10
2.3. Datenschutz	12
3. Bestandsanalyse.....	13
3.1. Stadtstruktur	13
3.2. Gebäudenutzung.....	15
3.3. Baualtersklassen	17
3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur.....	19
3.5. Wärmemengen und Wärmelinienichten	22
4. Potenzialanalyse	25
4.1. Senkung des Wärmebedarfs.....	26
4.1.1. Hinweise und Einschränkungen.....	26
4.1.2. Potenzial	27
4.2. Zentrale Potenziale (Wärme)	27
4.2.1. Biomasse	27
4.2.2. Solarthermie auf Freiflächen	31
4.2.3. Agrothermie	34
4.2.4. Oberflächennahe Gewässer	37
4.2.5. Tiefengeothermie	39
4.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe.....	41
4.2.7. Abwärme aus Abwasser	42
4.2.8. Grüner Wasserstoff	43
4.3. Dezentrale Potenziale (Wärme).....	43
4.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen	43

4.3.2.	Oberflächennahe Geothermie	44
4.3.3.	Biomasse	51
4.3.4.	Solarthermie auf Dachflächen	51
4.4.	Stromerzeugungspotenziale	52
4.4.1.	Photovoltaik auf Dachflächen	52
4.4.2.	Photovoltaik auf Freiflächen	53
4.4.3.	Agri-PV	55
4.4.4.	Windkraft	57
Tabellenverzeichnis		61
Abbildungsverzeichnis		62
Abkürzungsverzeichnis		67
Anhangsverzeichnis		69

1. Einleitung und Zusammenfassung

1.1. Hintergrund

Eine umfassende Wärmewende in Deutschland ist von großer Bedeutung und Dringlichkeit, da der Wärmesektor hierzulande einen Großteil des Endenergieverbrauchs ausmacht, dieser bislang aber nur in unzureichendem Maße klimaverträglich durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Damit im Wärmesektor die nationalen Klimaschutzziele erfüllt werden, sind weitreichende Maßnahmen erforderlich.

Als eine dieser Maßnahmen für die Wärmewende wurden mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) die Bundesländer dazu verpflichtet, kommunale Wärmepläne zu erstellen. Diese Verpflichtung wird durch Landesgesetze zur Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes auf die einzelnen Gemeinden und Städte übertragen. So soll das Bundesziel einer Treibhausgasneutralität bis 2045 entscheidend unterstützt werden. Vor Inkrafttreten des Bundesgesetzes konnte über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) eine Förderung zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beantragt werden, bei der 90 % der Kosten förderfähig sind.

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen und Bildungseinrichtungen.

Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Erbach zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung eingestiegen. Im Jahr 2024 hat die Stadtverwaltung einen Förderantrag zur Erarbeitung der Wärmeplanung über die Kommunalrichtlinie beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gestellt. Auf Basis einer öffentlichen Ausschreibung ist der EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim im südhessischen Landkreis Bergstraße der Zuschlag für die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Erbach erteilt worden.

Die Wärmeplanung bildet die strategische Grundlage für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung in der Stadt. Zugleich erfüllt die Stadt Erbach mit der abschließend vorliegenden Wärmeplanung die Verpflichtung gemäß Wärmeplanungsgesetz und alle Förderbedingungen gemäß NKI.

1.2. Aufbau des Zwischenberichts

Der vorliegende Wärmeplan ist im Anschluss an dieses einleitende Kapitel wie folgt aufgebaut:

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeit dar. Dies sind insbesondere die Projektphasen und der organisatorische Rahmen, Grundbegriffe und Definitionen sowie die angewendete Methodik.
- Kapitel 3 widmet sich dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung in Erbach (Bestandsanalyse).
- Kapitel 4 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in der Stadt Erbach bestehen (Potenzialanalyse).

Der Aufbau folgt damit den Vorgaben des Leitfadens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Wohnen, Gemeindeentwicklung und Bauwesen (BMWSB) zur kommunalen Wärmeplanung sowie den Vorgaben der NKI.

1.3. Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in der Stadt basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Ergänzt wird die Bestandsanalyse durch eigene Energiebedarfsrechnungen. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe mit dringendem Handlungsbedarf ist. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa mindestens 70 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen in der Wärmeversorgung ausmacht. 2024 lag der bundesweite Durchschnitt des Anteils fossiler Energien im Wärmesektor bei 82 %.¹ Ein hoher Sanierungsdruck entsteht durch die Altersstruktur der Heizungsanlagen: 40 % der Anlagen sind mindestens 20 Jahre alt, 17 % sind sogar älter als 30 Jahre. Gleichzeitig bietet sich durch den Tauschzyklus bei Heizungen eine wertvolle Gelegenheit, um in nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungslösungen zu investieren.

Im Rahmen der **Potenzialanalyse** wurde ein größeres Potenzial für Agrothermie und Freiflächensolarthermie identifiziert. Insgesamt ergibt sich ein technisches Wärmeerzeugungspotenzial aller betrachteten Technologien von 2.102,6 GWh. Auch der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dächern und Freiflächen kann einen wichtigen Beitrag zur regionalen Energiewende leisten. In weiteren Umsetzungsschritten sollten die wirtschaftliche Umsetzbarkeit sowie reale Einschränkungen – etwa durch Flächenverfügbarkeit, Akzeptanz oder Eigentumsverhältnisse – vertiefend geprüft werden.

¹ Umweltbundesamt, 2025

2. Grundlagen

2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans

Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung gemäß Leitfaden der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) in **vier Hauptphasen**:

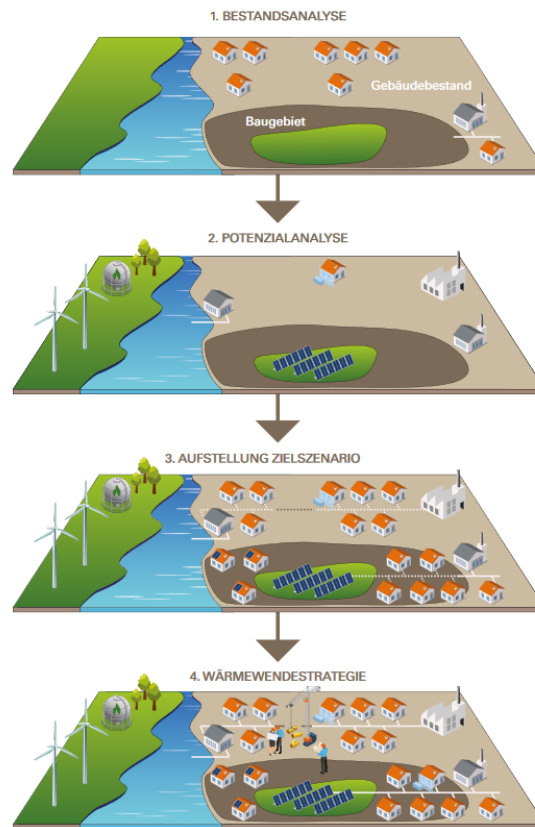


Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)

1. Bestandsanalyse

Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude. Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren.

2. Potenzialanalyse

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

3. Zielszenario

Entwicklung eines Szenarios für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer

Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2045. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärme- und Wasserstoffnetze sowie in Eignungsgebiete zur Einzelversorgung, darunter auch Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial, erfolgen.

4. Wärmewendestrategie

Formulierung eines Transformationspfads zum Aufbau einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen sollen spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere eingehen. Insbesondere sollen der Ausbaupfad und der Endzustand der Infrastruktur für Wärme- und Gasnetze festgelegt werden. Prioritäre Maßnahmen zur Umsetzung in den nächsten fünf bis sieben Jahren sollen dabei möglichst detailliert beschrieben werden. Für mittel- und langfristige Maßnahmen sind ausführliche Skizzen ausreichend. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll zu den erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung führen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen sowie Vertreter*innen der Wirtschaft) soll am Entwurf des Wärmeplans beteiligt werden.

2.2. Datenerfassung / Methodik

2.2.1. Bestandsanalyse

Die Methodik zur Abbildung des Gebäudebestands beruht auf dem Bottom-Up-Prinzip. Dazu wurden zu dem Bestand verschiedene Basisdaten ermittelt. Mit eingeflossen sind dabei Geoinformationssystem (GIS)-Basisdaten der Stadt Erbach, Kkehrbuchdaten (straßenzugsweise geclustert), Verbrauchsangaben der Netzbetreiber (geclustert nach Wärmeplanungsgesetz), Openstreetmap, sowie die Daten des Zensus2022 (Baualtersklassen in Clustern von 100x100 Metern). Zusätzlich wurden lizenzierte Daten der infas 360 GmbH zur Gebäudenutzung, zur Gebäudegrundfläche sowie zum Gebäudealter verwendet.

- Gebäudekubatur
 - Gebäudegrundfläche
 - Gebäudehöhe/ Geschossigkeit
- Gebäudenutzung
 - Anzahl der Bewohner
 - Nutzertyp
 - Sektor
- Baualtersklasse
- Heizung
 - Typ
 - Nennleistung
 - Baujahr
- Verbrauch/Bedarf
 - Wärme

Daraus ableitbar sind unter anderem

- Beheizte Wohn- und Gewerbefläche
- Spezifische Wärmemenge (Kilowattstunde pro Quadratmeter (kWh/m²))
- Aktuelle Versorgungsstruktur

Für jede Adresse wurden die Daten aus verschiedenen Quellen verknüpft, sodass die Gebäude alle genannten Merkmale umfassen. Mithilfe dieser Merkmale kann die Wärmemenge jedes Gebäudes pro Jahr abgeleitet werden. Bekannte Gasverbräuche, Verbräuche aus Wärmenetzen und Stromverbräuche für Stromheizungen oder Wärmepumpen, sofern sie bei Mehrfamilienhäusern gebäudescharf vorliegen, können nach einer Witterungsbereinigung und Plausibilisierung den errechneten Bedarf ersetzen. Die Wärmemengen werden nach dem Leitfaden der Wärmeplanung in Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser aufgeteilt und dargestellt. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger liegen straßenzugsweise vor und ermöglichen dadurch eine hohe Genauigkeit auf dieser Ebene. Um die Verbräuche auf einzelne Gebäude aufzuteilen, erfolgt eine Zuordnung anhand des errechneten Endenergiebedarfs. Dabei werden sowohl der Nutzertyp als auch die Baualtersklasse berücksichtigt.

Aufgrund dieser Methodik kann es zu Abweichungen bei gebäudescharfen Berechnungen und Abschätzungen kommen, während die Gesamtbilanz mit den vorliegenden Verbrauchsdaten straßenzugsweise stimmig ist.

2.2.2. Potenzialanalyse

Das Potenzial im Gebäudebereich wird mit Hilfe eines Transformationspfades beschrieben. Dazu werden ausgehend von der Wärmemenge im Status quo Sanierungsraten für die Jahre bis 2045 zugrunde gelegt. Diese beschreiben den prozentualen Anteil der zu sanierenden Gebäude und wurden dem Technikatalog für die Kommunale Wärmeplanung entnommen, der im Auftrag des BMWK und des BMWSB erarbeitet wurde (Tabelle 12). Generell wird der Fokus dabei auf Gebäude gelegt, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Für die Zwischenjahre und das Zieljahr werden darauf aufbauend prognostizierte Wärmebedarfe unter der Annahme der Sanierungsraten berechnet. Dies verdeutlicht die bestehenden Potenziale der Bedarfsreduktion im Gebäudesektor.

Die Analyse der weiteren Potenzialen unterscheidet sich je nach Energiequelle erheblich. In Kapitel 4.2 wird die jeweilige Methodik daher im Einzelnen für die verschiedenen Energiequellen dargestellt.

Bei Planungen, die in Natur und Landschaft eingreifen, müssen die gesetzlichen Vorgaben nach dem Bundesnaturschutzgesetz und weiteren gesetzlichen Regelungen beachtet werden. Hierbei sind insbesondere die Belange des Gebiets- und Artenschutzes, sowie natur- und wasserschutzrechtliche Belange zu berücksichtigen. Eine Übersicht zu den naturschutz- und artenschutzrelevanten Flächen sowie den Wasserschutzgebieten in der Stadt ist in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. Für den Wasserschutz bestehen auf der Gemarkung der Stadt Erbach Schutzgebiete. Auch die Topografie kann für Flächenpotenziale eine Restriktion darstellen.

Potenzialflächen für erneuerbare Energien (Solar, Wind, Geothermie, Biomasse) können dort identifiziert werden, wo keine Ausschlusskriterien der Flächennutzung entgegenstehen. Bei der Standortbeurteilung wird zwischen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren unterschieden. Wobei Ausschlusskriterien eine Nutzung der Fläche mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließen und restriktive Faktoren einer Beurteilung im Einzelfall bedürfen und bei denen mit Einschränkungen und/oder Auflagen zu rechnen ist. Die Standortbeurteilung ist je nach Betrachtungsgegenstand durch unterschiedliche Kriterien vorzunehmen. Die Kriterien werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

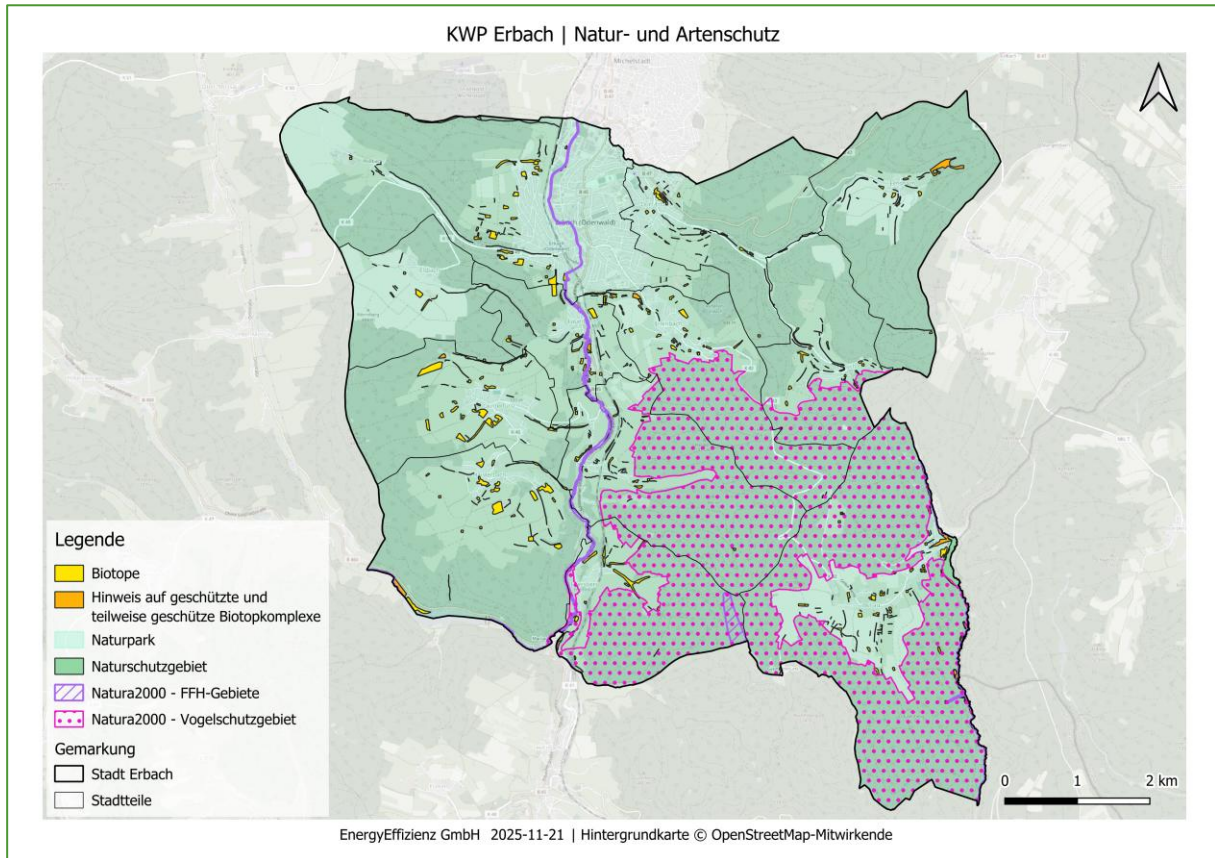


Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element

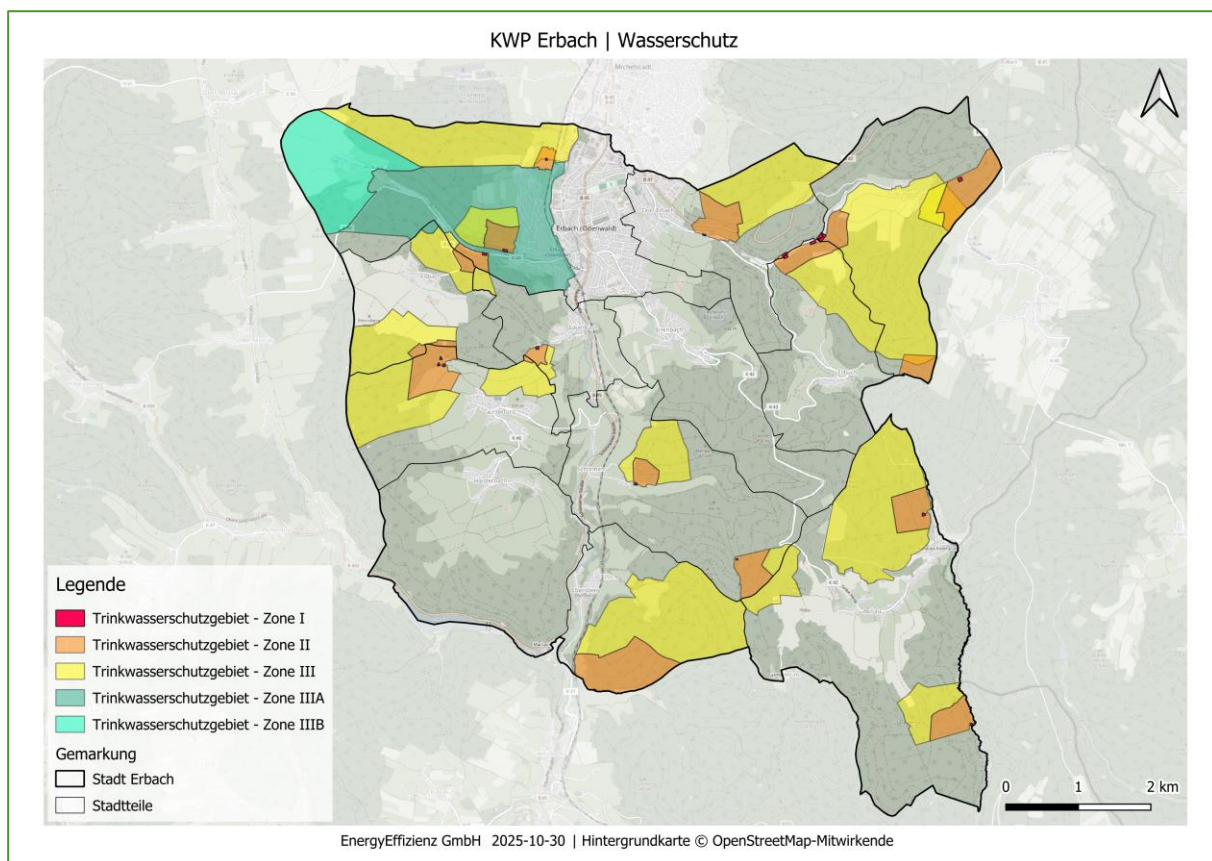


Abbildung 3: Trinkwasserschutzgebiete in der Gemarkung

2.3. Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung der zu sammelnden Daten sind die Vorgaben an den Datenschutz eingehalten worden (Wärmeplanungsgesetz (WPG)). Veröffentlichtes Material lässt zudem keine Rückschlüsse auf personenbezogene Daten zu.

3. Bestandsanalyse

Die Analyse beschränkt sich auf die Aspekte, die sowohl für die energetische Beschreibung des Ist-Zustandes als auch für die künftigen energetischen Entwicklungen notwendig sind. Für die Abbildung des Ist-Zustandes wird das Bilanzierungsjahr 2023 verwendet. Das Plangebiet wird in sinnvolle Untersuchungsteilräume zergliedert, die künftig unterschiedliche Entwicklungen aufgrund des Ist-Zustands durchlaufen könnten. Für die Stadt Erbach bietet sich die Stadtstruktur mit ihren Stadtteilen als Betrachtungseinheit an. Die Gebäudenutzungstypen, die Baualtersklassen sowie die Versorgungs- und Beheizungsstruktur spielen eine zentrale Rolle bei der energetischen Auswertung. Als Ergebnisse der Bestandsanalyse werden die Wärmedichten und Wärmeliniendichten in Karten dargestellt.

3.1. Stadtstruktur

Die Stadt Erbach wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entsprechend ihren Stadtteilen analysiert. Diese administrative Gliederung bildet bereits sinnvolle Teilräume und ermöglicht eine effiziente Bearbeitung, wie in Abbildung 4 dargestellt. Die Teilgebiete werden nach der Analyse zusätzlich zusammengefasst.

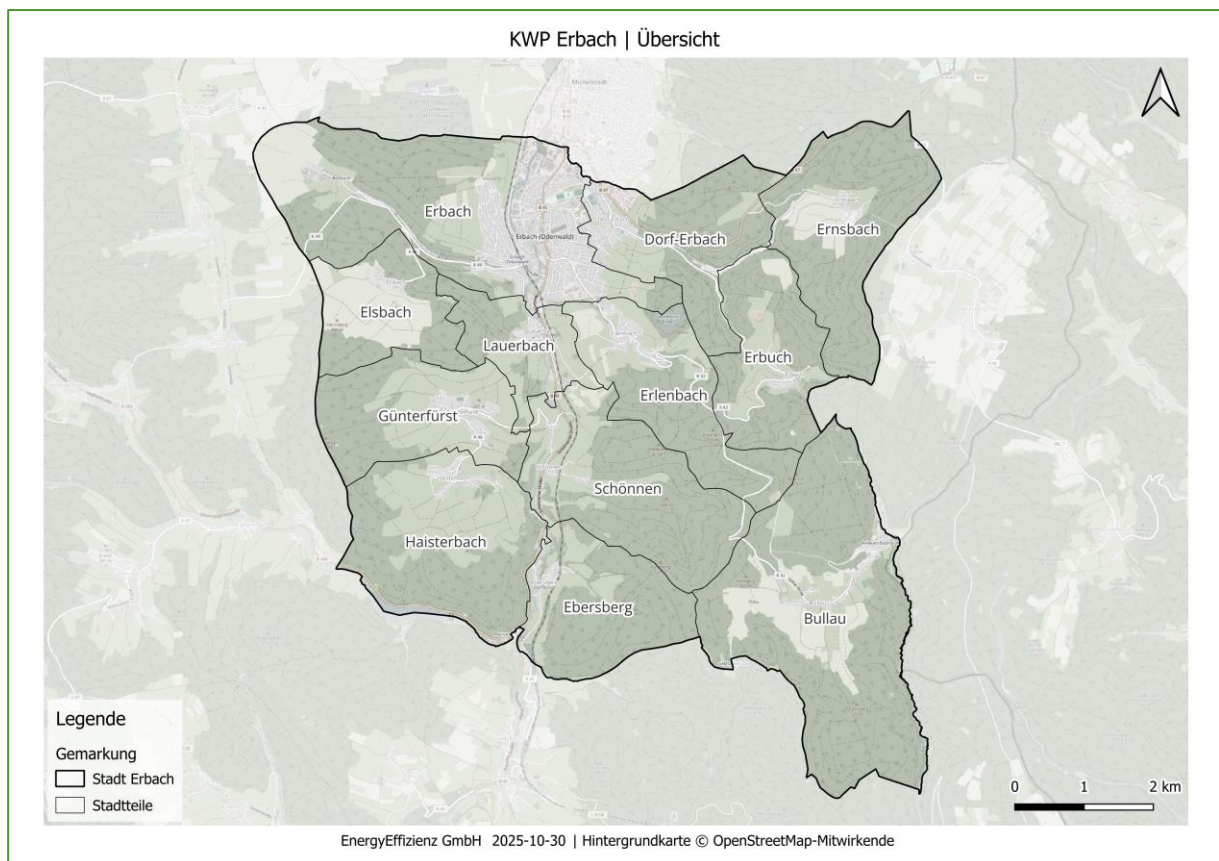


Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Erbach

Die Stadtteile unterscheiden sich zum Teil stark in ihrer Charakteristik und werden im Folgenden genauer untersucht. Eine Übersicht mit den zentralen Kennzahlen ist in Tabelle 1 dargestellt. Die

Gebäudenutzung innerhalb der Stadt ist insgesamt vorwiegend wohnorientiert, mit lokal begrenzten gewerblich geprägten Strukturen.

Tabelle 1: Kurzstatistik über Stadtteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2024)

Stadtteil	Fläche in ha	Einwohnerzahl
Bullau	998	368
Dorf-Erbach	408	1.697
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	1.089	8.886
Ebersberg	359	245
Elsbach	300	117
Erbuch	368	134
Erlenbach	428	873
Ernsbach	504	88
Günterfürst	408	394
Haisterbach	588	341
Lauerbach	227	353
Schönnen	553	296
Stadt Erbach	6.152	13.935

3.2. Gebäudenutzung

Im gesamten Plangebiet werden 78 % der Gebäude zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor haben einen Anteil von 14 %, die der Industrie 6 %. Kommunale Gebäude spielen mit insgesamt 2 % eine geringere Rolle. Bezogen auf die beheizte Fläche zeigt sich eine Abweichung zur Verteilung nach Anzahl, da Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie die Industrie in der Stadt Erbach flächenmäßig stärker vertreten sind. Zusammen nehmen sie 36 % der beheizten Fläche ein. Die Einteilung der Nutzertypen erfolgte auf Grundlage der infas 360 Daten. Die Verteilung wird in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt.

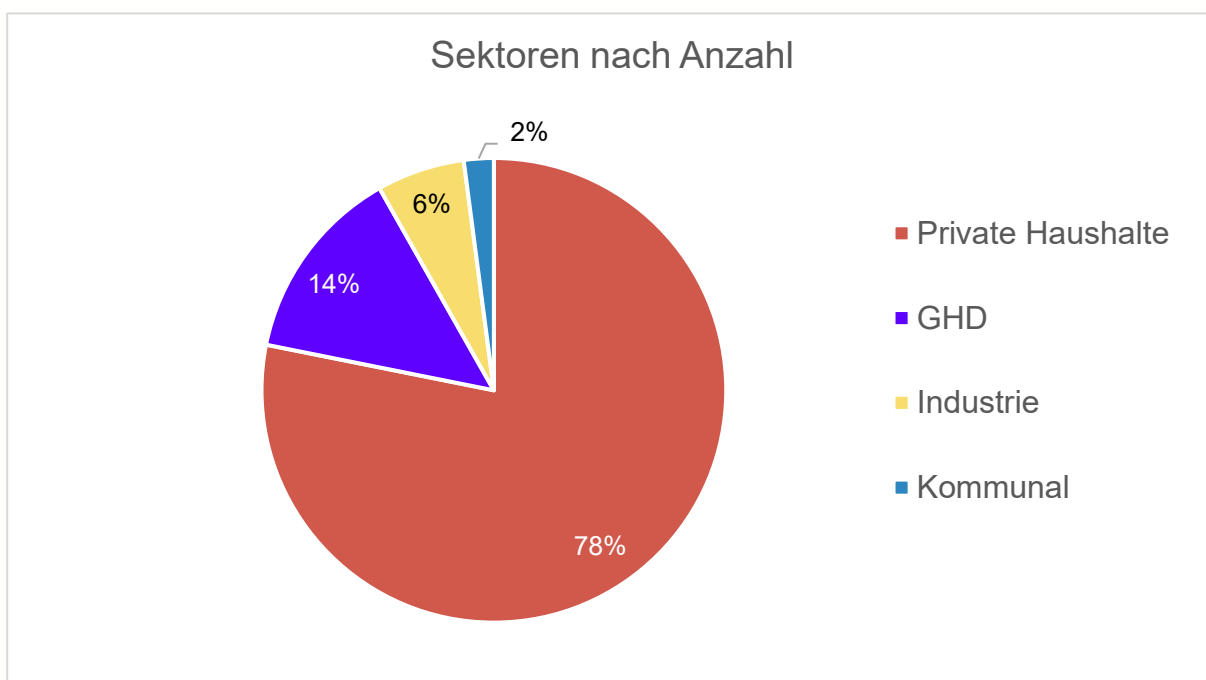


Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Sektoren nach Anzahl)

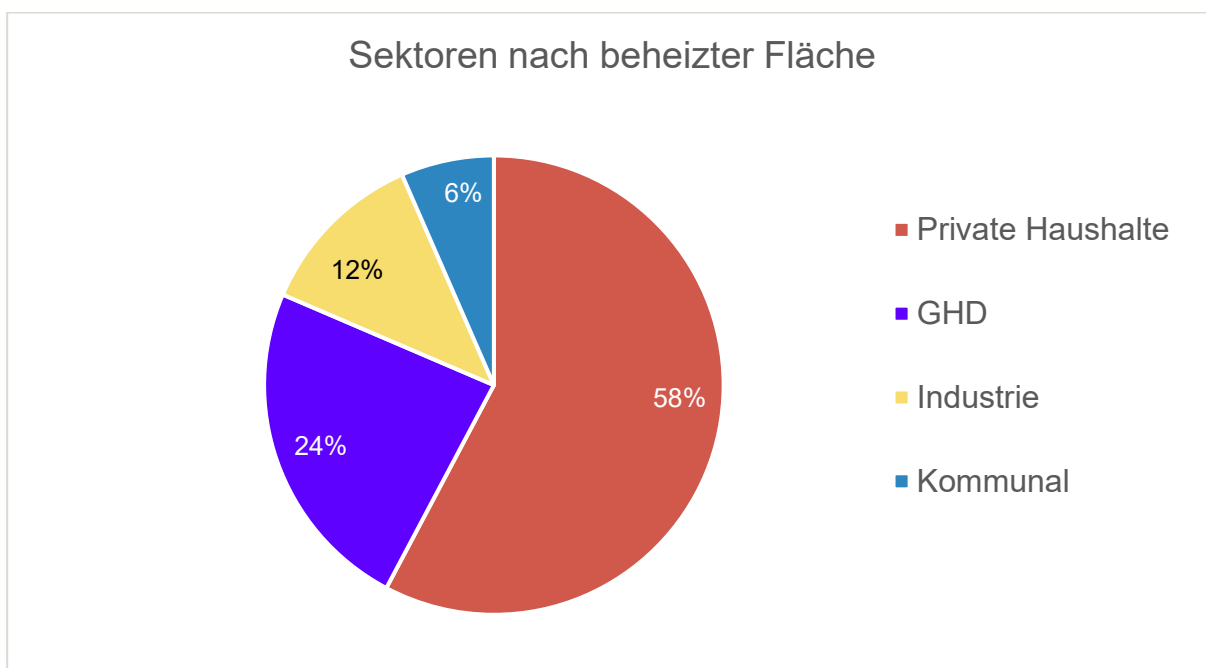


Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (Sektoren nach beheizter Fläche)

Zusätzlich zur Gesamtbilanz für die Stadt erfolgt eine kartografische Darstellung der dominierenden Nutzungstypen der Gebäude auf Baublockebene (vgl. Abbildung 7). Die Konzentration verschiedener Nutzungstypen ist dabei von hoher Bedeutung bei der Beurteilung, ob Abwärme zur Verfügung steht, erneuerbare Potenziale nutzbar gemacht werden können oder sich Wärmenetze eignen. Gewerbliche oder öffentliche Gebäude können Ankerakteure beim Ausrollen von Wärmenetzen sein. Die Karten aller Stadtteile sind im Anhang A bis L zu finden.

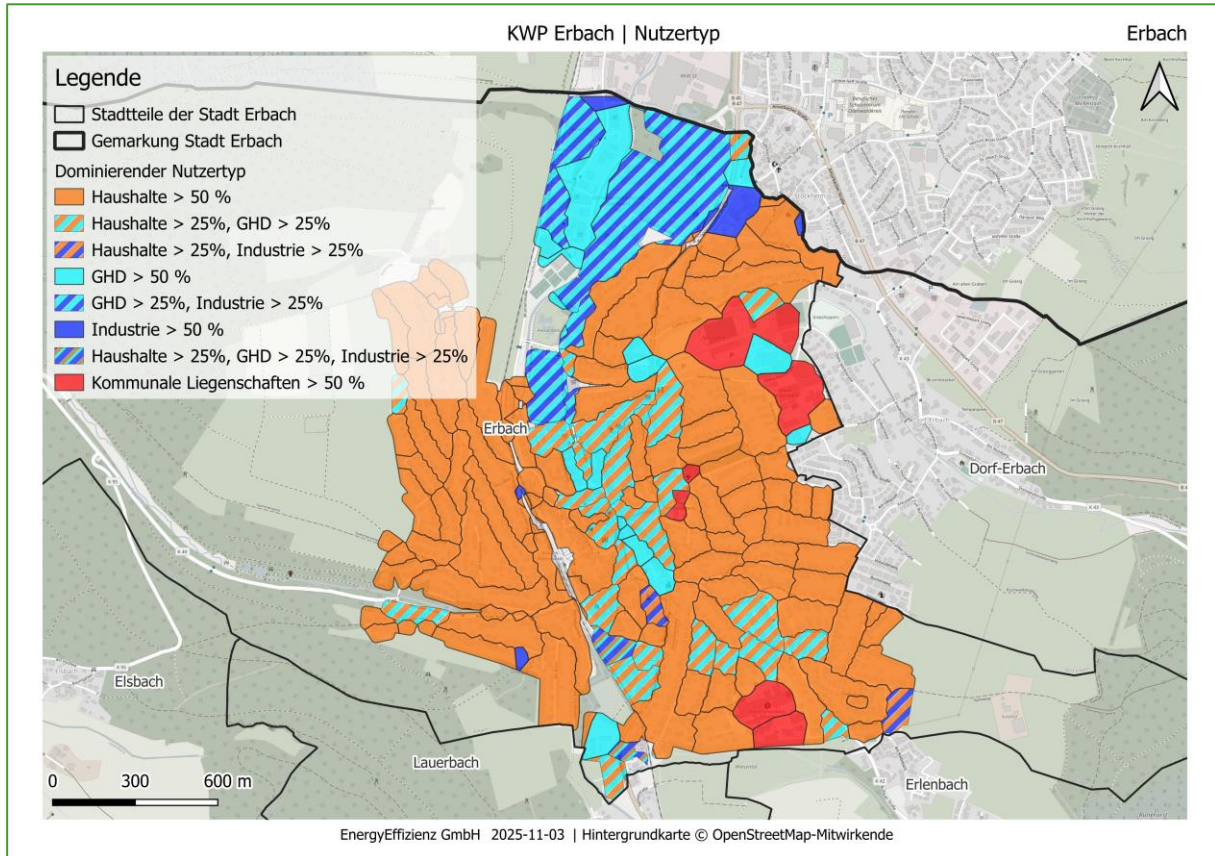


Abbildung 7: Kernstadt Erbach: Dominierender Sektor

3.3. Baualtersklassen

Im gesamten Plangebiet dominieren Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet worden sind. Diese Gebäude verfügen in der Regel über ein hohes Einsparpotenzial durch Hüllsanierungen. So ist 42 % des Gebäudebestands auf die Baualtersklassen 1949 bis 1978 zurückzuführen. Die in Abbildung 8 dargestellte Verteilung der Baualtersklassen basiert auf den Daten des Zensus 2022 sowie den lizenzierten Daten der infas 360 GmbH.

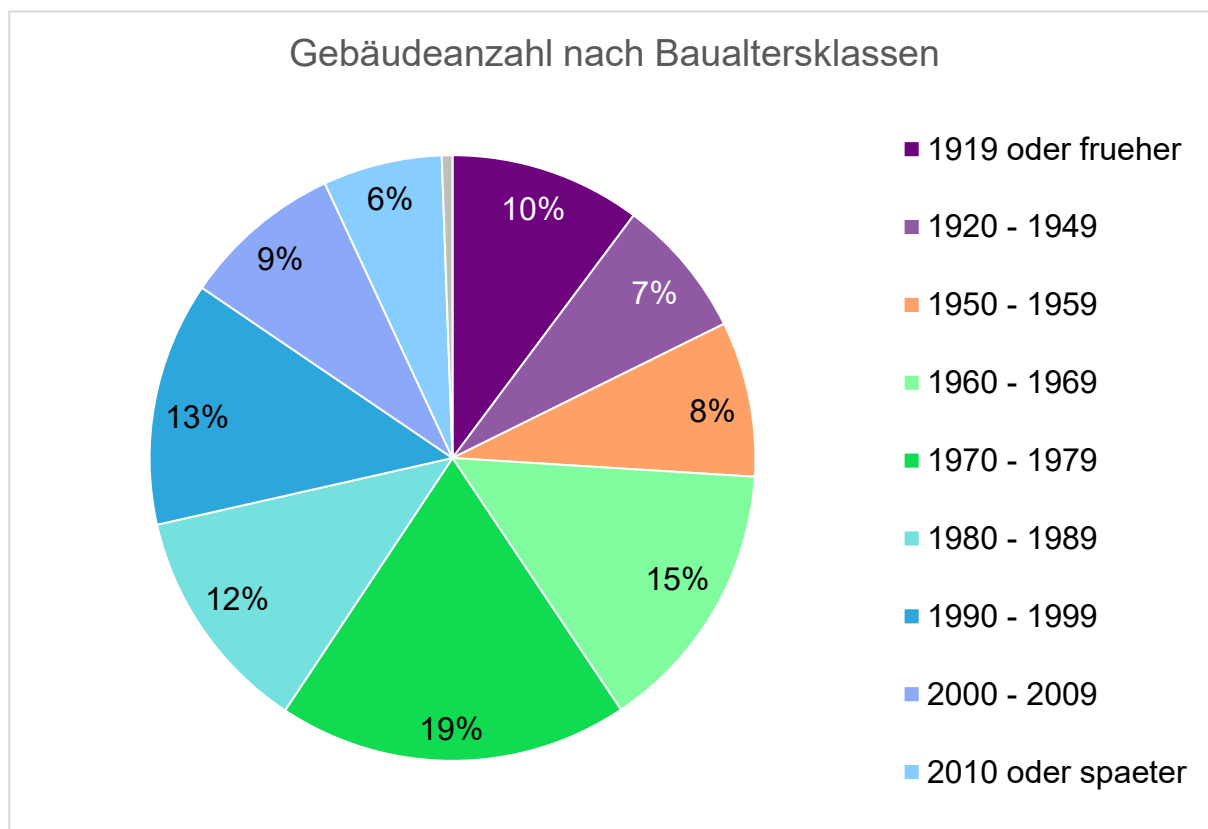


Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH

Die dominierenden Baualtersklassen der Gebäude auf Baublockebene werden in Abbildung 9 für die Kernstadt Erbach veranschaulicht. In den meisten Stadtteilen prägen Altbauten den historischen Stadtkern. Das weitere Wachstum erfolgte hauptsächlich von den 50er bis in die 90er Jahre. Nur vereinzelte Gebiete in der Stadt Erbach erlebten auch ab dem Jahr 2000 eine weitere Phase des Zubaus. Die Verteilungen der dominierenden Baualtersklassen je Baublock in den einzelnen Stadtteilen sind den Anhängen A bis L zu entnehmen.

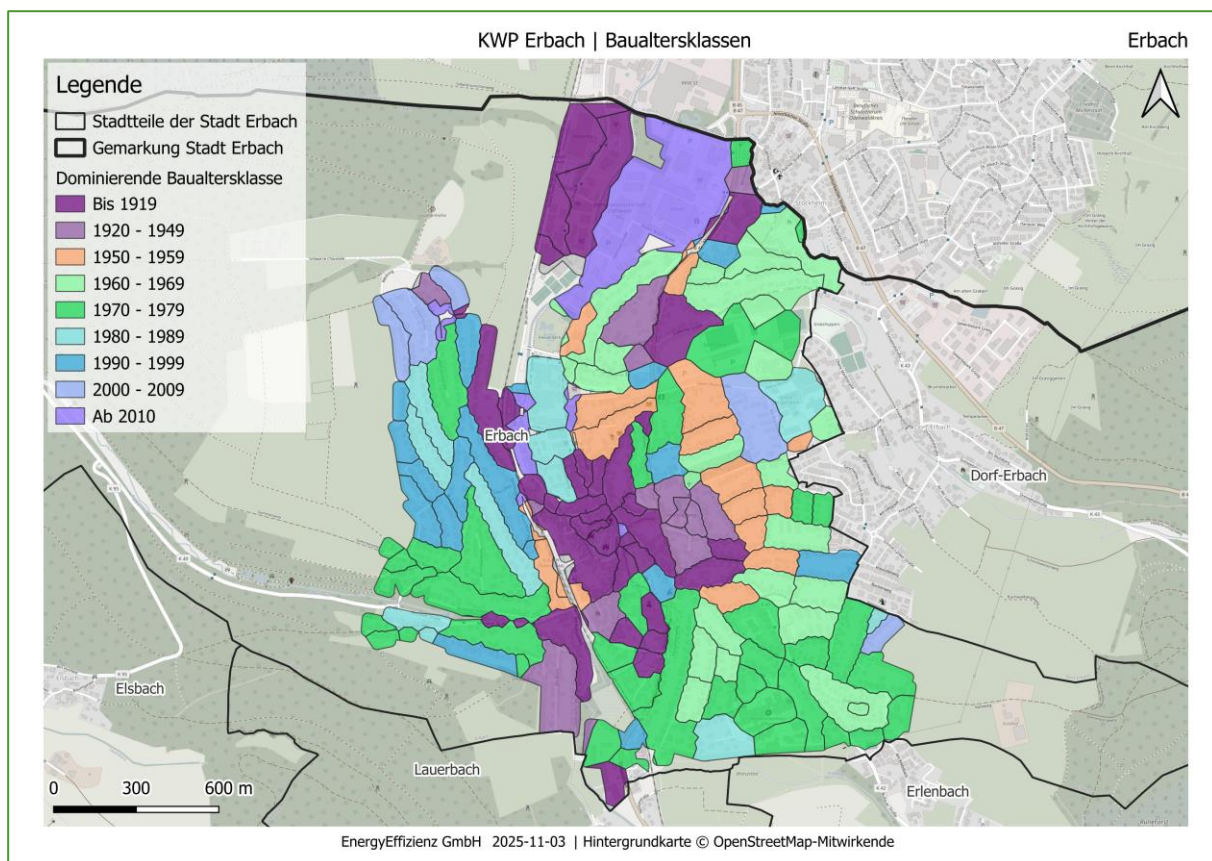


Abbildung 9: Kernstadt Erbach: Baualtersklassen

3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Die Gemarkung der Stadt Erbach wird nur teilweise durch ein Gasnetz erschlossen. Folgende Stadtteile sind an das Gasnetz angeschlossen:

- Erbach
- Dorf-Erbach
- Erlenbach

Die Verteilung der Energieträger der Hauptheizungen in der Stadt Erbach ist in Abbildung 10 dargestellt. Der leitungsgebundene Energieträger Erdgas (32,1 %) und Heizöl (32,5 %) stellen die dominierenden Energieträger dar. Weitere 5,8 % der Heizungen werden mit Flüssiggas betrieben. Erneuerbare Energieträger wie Pellets (4,2 %), Holz (6,5 %), Stromdirektheizungen (3,8 %) sowie Luft-/Wasser-Wärmepumpen (3,0 %) spielen bislang eine untergeordnete Rolle. Der Anteil an sonstigen Energieträgern (12,2 %) liegt in Datenlücken der Kkehrbuch- und Verbrauchsdaten begründet. Da Etagen- und Einzelraumheizungen durch die Clusterung von mehreren Gebäuden nicht gebündelt zugewiesen werden können. Insgesamt wird das Untersuchungsgebiet im Status quo mindestens zu rund 70 % durch fossile Energieträger versorgt.

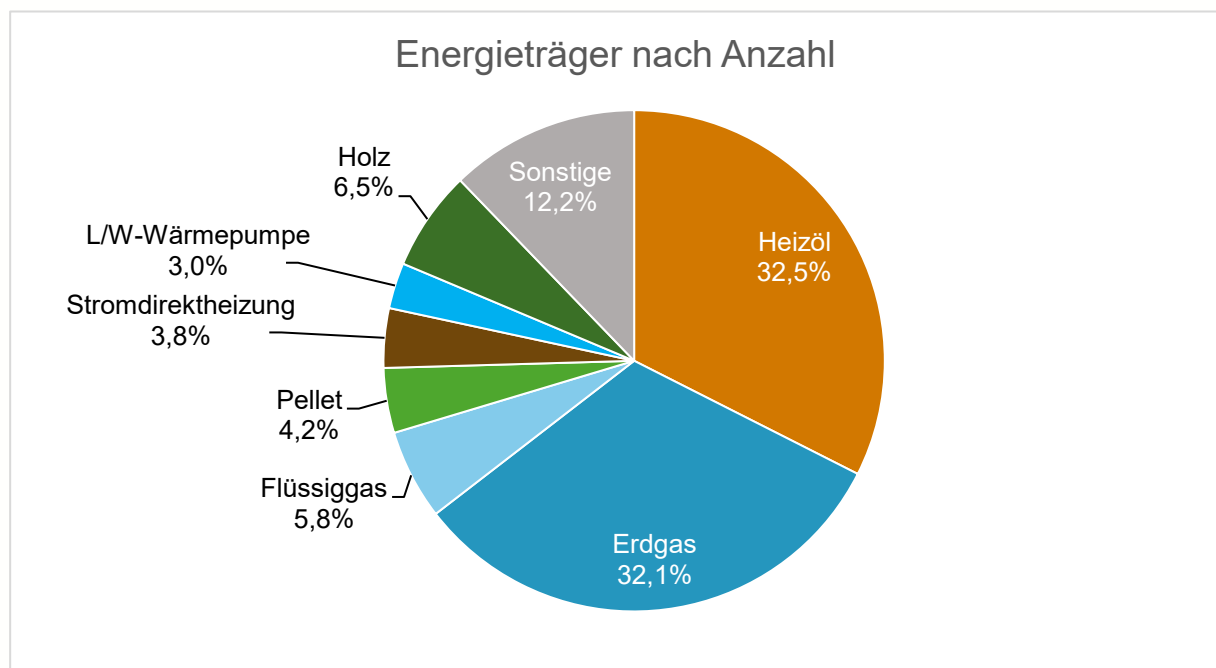


Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kkehrbuchdaten, 2022

Abbildung 11 unterstreicht am Beispiel von der Kernstadt Erbach die Verteilung der Energieträger auf Baublockebene in der Stadt. In Anhang A bis L sind die Energieträger der Hauptheizungen der weiteren Stadtteile abgebildet. Sobald ein Heizungstyp mehr als 25 % Anteil am Energiemix im Baublock hat, wird er abgebildet. Das Kartenmaterial ist hilfreich, um den Entwicklungsstand der Stadtteile räumlich einzuschätzen und um den räumlichen Handlungsdruck in Planungen mit einzubeziehen. Flüssiggas ist in der Kartendarstellung Gas zugeordnet. In einigen Stadtteilen dominiert der Energieträger Gas, in den anderen Heizöl. Eine fossile Struktur der Wärmeversorgung ist in jedem einzelnen Stadtteil prädominant.

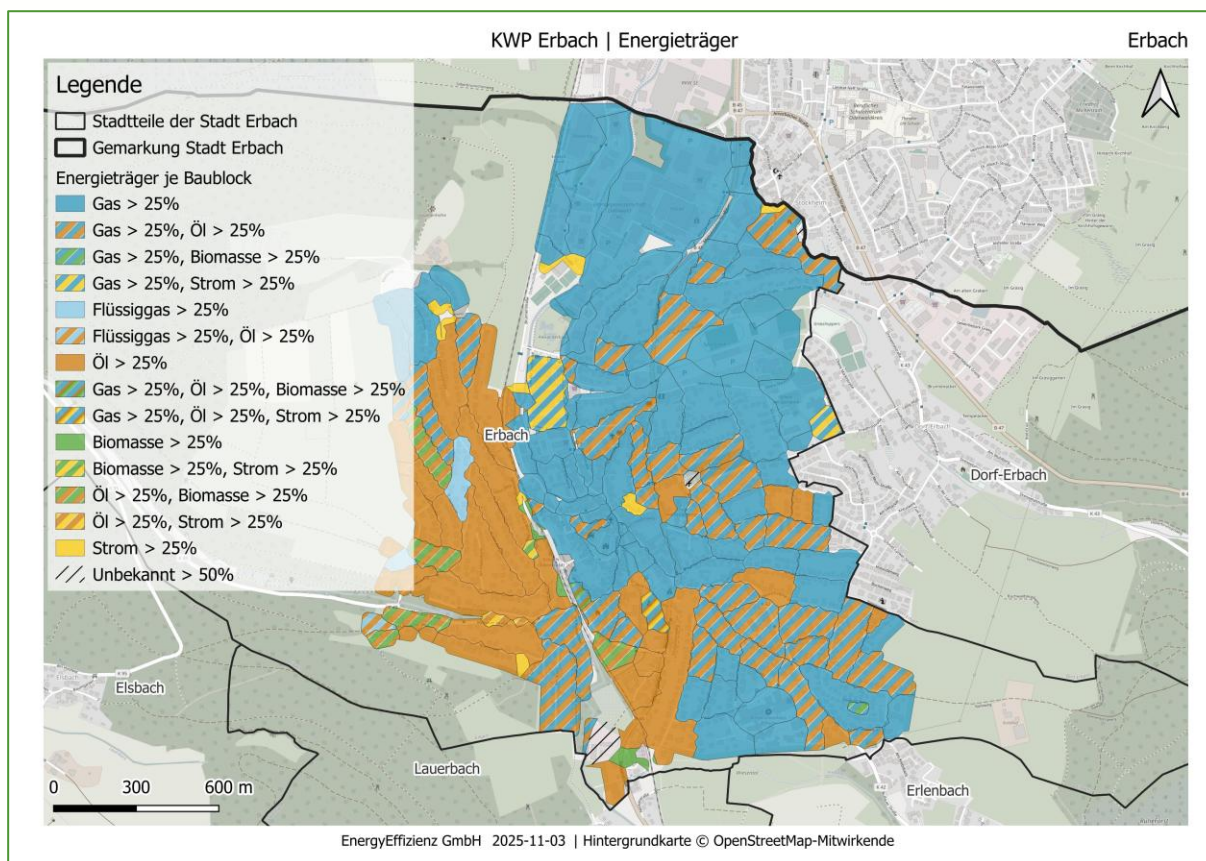


Abbildung 11: Kernstadt Erbach: Energieträger je Baublock

Das Heizungsalter der Hauptheizungen ist in Abbildung 12 für die Stadt dargestellt und zeigt deutlich, dass bereits 40 % der Heizungen austauschreif sind, während sogar 17 % verpflichtend getauscht werden müssen, da sie ein Heizungsalter von über 30 Jahren erreicht haben. Ausgenommen von dieser Austauschpflicht sind Niedertemperatur- und Brennwertkessel sowie Heizungen mit einer Nennleistung größer 400 kW. Sofern diese Heizungen als Hybridheizungen in Kombination mit einem erneuerbaren Energieträger (z.B. Solarthermie) betrieben werden, besteht ebenfalls keine Austauschpflicht.²

² GEG 2024, § 72 Abs. 1 bis 3

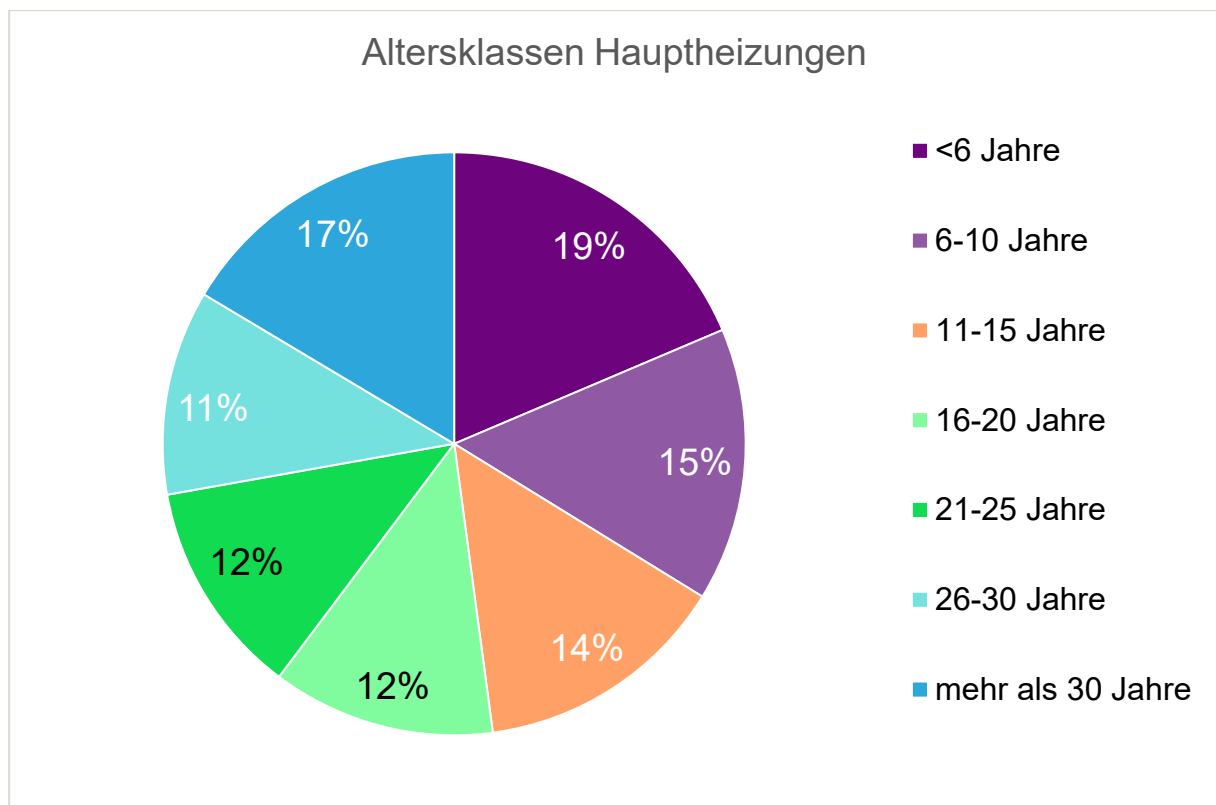


Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen

3.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten

Aus den in Kapitel 2.2.1 dargestellten Merkmalen wurde für jedes Gebäude der Stadt Erbach der Wärmebedarf eines Jahres im Bestand ermittelt bzw. aus den Verbrauchsdaten übernommen. Zusammengefasst ergibt sich für die Stadt Erbach daraus eine **jährliche Wärmemenge von 182,7 Gigawattstunden (GWh)**. In Abbildung 13 sind die benötigten Wärmemengen pro Jahr der einzelnen Stadtteile im Vergleich dargestellt. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass der Stadtteil Erbach den höchsten Wärmebedarf im Stadtgebiet aufweist

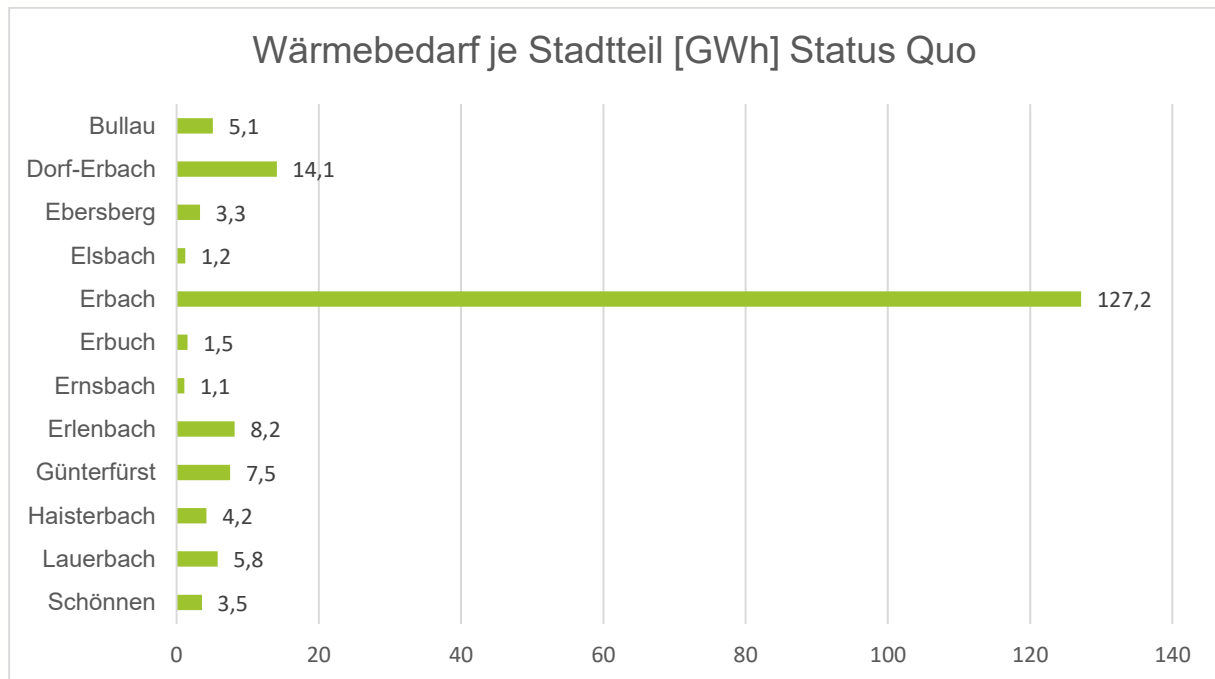


Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen [GWh/a]

Zur weiteren Analyse und Abschätzung von Entwicklungen sind Wärmedichte- und Wärmeliniendichtekarten notwendig. Die Wärmedichte gibt die innerhalb einer Fläche anfallende Wärmemenge in Megawattstunden pro Hektar an und wird auf Baublockebene aggregiert, während die Wärmeliniendichte die Wärmemenge entlang einer Straße in Megawattstunden pro Meter beschreibt. Ein Richtwert von über 1500 kWh/m*a bietet überschlägig laut Technikatalog Kommunale Wärmeplanung genügend Wärmeabnahme für ein konventionelles Wärmenetz (Tabelle 2).

Die angegebenen Richtwerte zeigen allerdings ausschließlich eine Eignung für konventionelle Wärmenetze. Für die Prüfung einer Eignung für Kalte Nahwärmenetze kann die Wärmeliniendichte nur bedingt herangezogen werden. Demnach kann nicht ausschließlich über die Wärmeliniendichte auf festgelegte Wärmenetz-Eignungsgebiete im Zielszenario geschlossen werden.

Tabelle 2: Einteilung der Wärmelinienindichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung

Wärmelinienindichte [kWh/m*a]	Eignung für Wärmenetze
0-700	Kein technisches Potenzial
700 - 1.500	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1.500 - 2.000	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2.000	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Tabelle 3: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung

Wärmedichte [MWh/ha*a]	Eignung für Wärmenetze
0 - 70	Kein technisches Potenzial
70 - 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 - 415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 - 1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Im Anhang A bis L sind die kartografischen Abbildungen der Wärmedichten und Wärmelinienindichten für jeden Stadtteil im Status quo zu finden. Die untenstehende Abbildung 14 und Abbildung 15 stellen beispielhaft die Wärmelinienindichten und Wärmedichte pro Baublock in der Kernstadt Erbach dar. Wärmedichten und Wärmelinienindichten des Zieljahrs werden zusätzlich als Grundlage für die Festlegung von Wärmenetz-Eignungsgebieten erarbeitet und demnach im Abschnitt Zielszenario dargestellt.

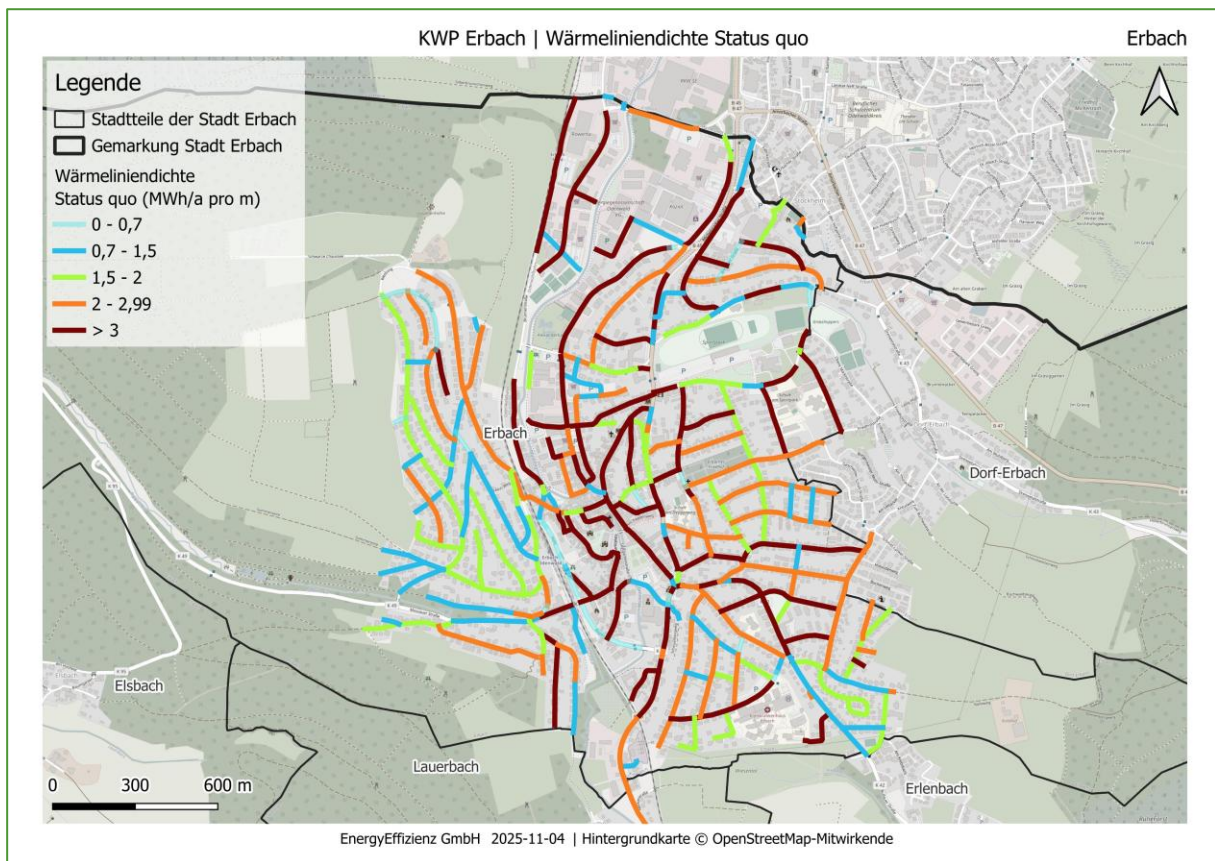


Abbildung 14: Kernstadt Erbach: Wärmeliniendichte Status quo

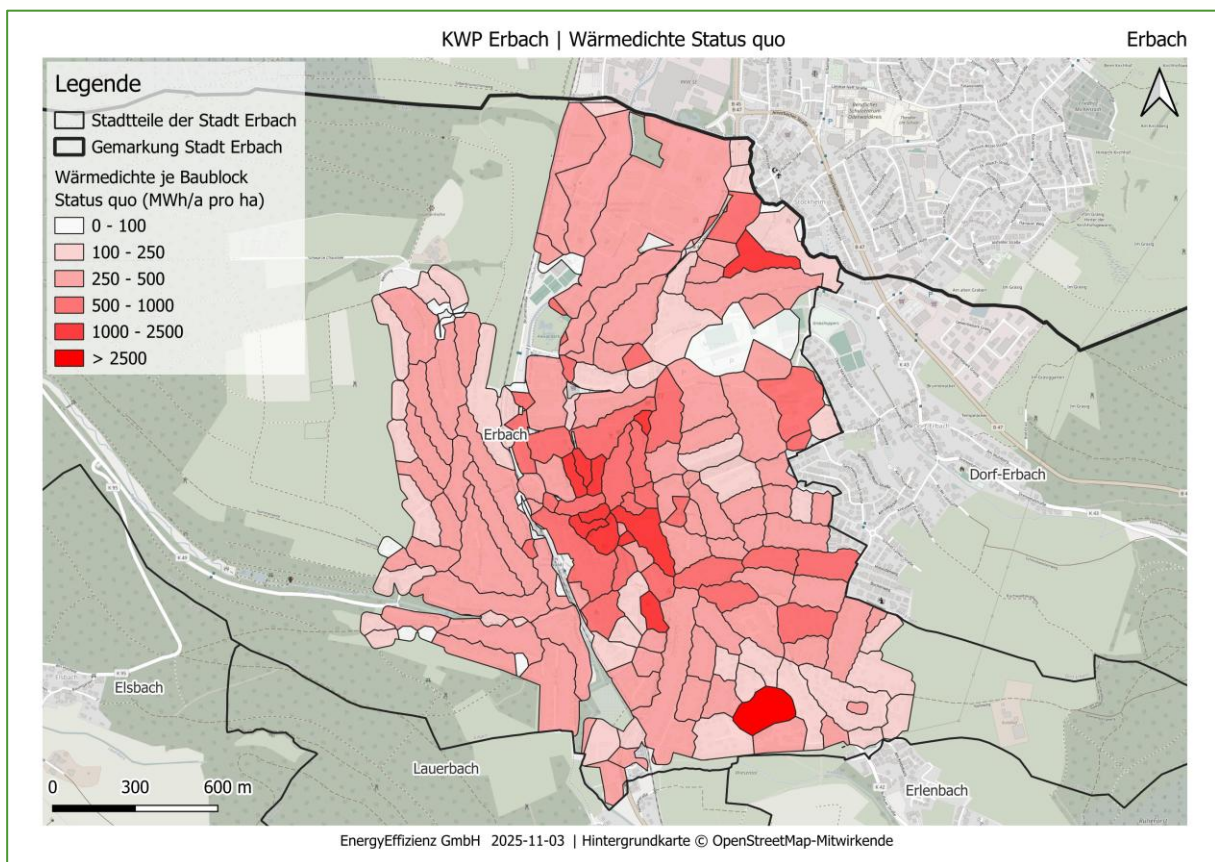


Abbildung 15: Kernstadt Erbach: Wärmedichte je Baublock Status quo

4. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse untersucht das Plangebiet auf Möglichkeiten, erneuerbare Energien zu nutzen und in die energetische Versorgung einzubinden. Dies kann die Nutzung von Sonnenenergie, Biomasse, Abwärme oder Umweltwärme aus Umgebungsluft und Oberflächengewässern oder Geothermie sein oder auch die Nutzung von Windkraft. Der künftig steigende Strombedarf, bedingt u.a. durch die deutlich stärkere Nutzung von Wärmepumpen, erfordert es, die lokale Stromproduktion zu erhöhen. Eine alternative Beheizung mittels Wärmenetze kann diesen erzeugten Strom ebenfalls einbringen oder die Wärme durch lokale Potenziale zumindest in Teilen decken.

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Des Weiteren betrachtet sie das Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen (vgl. Kapitel 4.1). Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Visualisierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung erneuerbaren Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten (inkl. Argothermie)
- Tiefengeothermie: Nutzung des Wärmepotenzials aus tieferen Erdschichten
- Luftwärmepumpe: Energetische Nutzung der Umgebungsluft
- Fluss- und Seewasserwärmepumpen: Nutzung der Gewässerwärme
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen
- Grüner Wasserstoff: Aufbau einer Produktion oder Nutzung überregionaler Strukturen
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Photovoltaik (Freifläche, Agri-Photovoltaik & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Wasserkraft: z.B. Stromerzeugung durch Staustufen

Diese detaillierte Erfassung bildet eine Basis für die strategische Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.

Nachfolgend werden in den jeweiligen Kapiteln zunächst Restriktionen beschrieben, die die Verfügbarkeit von Potenzialen einschränken. Anschließend werden in den jeweiligen Kapiteln die Ergebnisse und deren Berechnung für die einzelnen erneuerbaren Energien sowie die Abwärme aus Industrieprozessen behandelt.

4.1. Senkung des Wärmebedarfs

Neben der Erschließung erneuerbarer Energien für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung sollte auch die benötigte Wärmemenge selbst reduziert werden. Dazu ist es erforderlich, insbesondere bei Gebäuden mit einer älteren Bausubstanz, energetische Sanierungen durchzuführen. Durch eine Wärmedämmung des Daches bzw. der Geschossdecke, der Wand oder der Kellerdecke ergeben sich erhebliche Energieeinsparungen. Auch der Austausch von Fenstern kann zu weiteren Einsparungen und damit zur Reduktion des Wärmebedarfs im Gesamten führen. Durch die Senkung des Wärmebedarfs werden weniger Ressourcen benötigt und es entstehen geringere Betriebskosten für die Gebäudeeigentümer*innen.

4.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde die mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs aus dem Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung verwendet, der im Auftrag des BMWK und BMWWSB erstellt wurde (Tabelle 12). Dabei wurde stets die niedrigere jährliche Reduktion gewählt, da diese ein realistischeres Zielszenario für 2045 zeichnet und die angegebene Sanierungsquote bis zum Zieljahr in der Stadt Erbach erreichbar scheint. Diese basiert auf dem RedEff-Szenario der Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Fraunhofer ISI et. al., 2022). Es ist zu betonen, dass diese Sanierungsquote nicht nur technisch machbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist, um bis zum Jahr 2045 langfristig den Energieverbrauch zu senken und Betriebskosten einzusparen. Die jährliche Wärmebedarfsreduktion variiert je nach Nutzertyp und Baualtersklasse, da Gebäude mit bestimmter Nutzung oder eines bestimmten Baualters ein höheres oder niedrigeres Sanierungspotenzial aufweisen können als andere. Die Baualtersklassen mit dem höchsten Sanierungspotenzial sind demnach auch diejenigen, die die höchste jährliche Wärmebedarfsreduktion aufweisen. Die mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs stellt sicher, dass zum Zieljahr die angestrebte Senkung des Wärmebedarfs erreicht wird. Diese ist auch als absolute Zahl bezogen auf die beheizte Fläche im Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung angegeben. In den Berechnungen wird der Wärmebedarf in der Stadt Erbach gleichmäßig bis zum Zieljahr 2045 reduziert. Diese Methodik wird angewendet, um bezogen auf Straßenzüge ein realistisches Ausbauszenario zu erhalten, auf dessen Basis Wärmenetze geplant und berechnet werden können. Demnach werden keine einzelnen Gebäude in ihrem Wärmebedarf so stark reduziert, wie es bei einer Vollsanierung möglich wäre, sondern die gesamten Gebäude werden leicht in ihrem Bedarf gemindert. In der Praxis kann der zu erzielende Wärmebedarf auf Einzelgebäudeebene abweichen, auf den gesamten Gebäudebestand gesehen, ist die Abschätzung allerdings als realistisch zu bewerten.

4.1.2. Potenzial

Das Einsparpotenzial im Bereich des Wärmebedarfs wurde für die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040 sowie für das Zieljahr 2045 ermittelt. Unter der Annahme der beschriebenen jährlichen Sanierungsraten (vgl. Tabelle 12) kann bis 2045 eine Reduktion des Wärmebedarfs um 24,3 % erreicht werden. Damit sinkt die Wärmemenge der Stadt Erbach von derzeit 182,7 GWh auf 138,6 GWh.

Die Auswirkung der Sanierungen auf den Wärmebedarf und die Wärmelinien-dichte werden im Zielszenario kartografisch dargestellt. Davon ausgehend sind Planungen möglich, die auch zukünftige Sanierungen bereits aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht berücksichtigen.

4.2. Zentrale Potenziale (Wärme)

Im folgenden Kapitel werden die Technologien in der Stadt Erbach untersucht, die sich für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen. Die Potenziale werden zunächst für das gesamte Stadtgebiet ermittelt, unabhängig davon, ob sich im weiteren Prozess der Wärmeplanung eine Wärmenetz-Eignung für ein bestimmtes Gebiet ergibt. Demzufolge kann es dazu kommen, dass ein Teil der nachfolgend errechneten Potenziale ungenutzt bleibt, sollte in der Nähe keine zentrale Wärmeversorgung aufgebaut werden können.

4.2.1. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger wird im Folgenden das Biomasse-Potenzial untersucht. Biomasse aus Waldgrün kann zu Hackschnitzeln und Pellets verarbeitet werden. Zusätzlich ist auch die Produktion von Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen (Ackerfläche und Grünland) möglich und wurde in der vorliegenden Untersuchung betrachtet. Insbesondere aus Naturschutz-Perspektive wird der Einsatz von Biomasse kritisch diskutiert, da Wälder als Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Senken und Habitate gelten. Es gilt daher die Biomasse verträglich mit den Bedarfen des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und dem Naturschutz zu nutzen. Es soll abgeschätzt werden, wie hoch das Potenzial in der gesamten Stadt ist, ohne die lokalen Ressourcen zu überlasten.

4.2.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Rahmen der Analyse wurden diverse Restriktionen und Rahmenbedingungen einbezogen, sodass Umweltauswirkungen minimiert werden. Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, führen Ausschlusskriterien zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche, da eine Nutzung des Potenzials unter keinen Umständen möglich ist. Restriktive Faktoren hingegen weisen nur auf eine bedingte Eignung einer Fläche hin und umfassen in der Regel Restriktionen, die vor einer Nutzung gegenüber einem möglichen Ertrag einer Fläche abgewogen werden sollten oder geben einen Hinweis darauf, dass bei einer Nutzung bestimmte Vorgaben eingehalten werden müssen. Im Folgenden werden Restriktionen aufgezählt, welche für Biomasse aus forst- und landwirtschaftlichen Reststoffen gelten:

Biomasse aus forstwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphären-Reservaten

- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

Restriktive Faktoren

- Flora-Fauna-Habitat- (FFH)- oder Vogelschutzgebiet: FFH- und Vogelschutzgebiete sind gemäß EU-Richtlinien ausgewiesene Schutzgebiete zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Bei der Nutzung von Biomasse in diesen Gebieten müssen strenge Auflagen eingehalten werden, um negative Auswirkungen auf Flora und Fauna zu vermeiden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind notwendig, um mögliche Umweltauswirkungen zu diskutieren und somit die ökologischen Werte dieser Gebiete zu schützen.
- Weitere nach BNatSchG definierte Schutzzonen

Biomasse aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphären-Reservaten
- Wasserschutzgebiete Zone I und II

Restriktive Faktoren

- FFH- oder Vogelschutzgebiet: FFH- und Vogelschutzgebiete sind gemäß EU-Richtlinien ausgewiesene Schutzgebiete zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Bei der Nutzung von Biomasse in diesen Gebieten müssen strenge Auflagen eingehalten werden, um negative Auswirkungen auf Flora und Fauna zu vermeiden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind notwendig, um die ökologischen Werte dieser Gebiete zu schützen.
- Weitere nach BNatSchG definierte Schutzzonen
- Wasserschutzgebiet Zone III
- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

Weiterhin sind die geltenden Gesetze und Verordnungen, welche den Biomassenanbau regulieren, zu berücksichtigen. Dazu zählen insbesondere die Düngeverordnung, die EU-GAP-Verordnung, die Chemikalien- und Pflanzenschutzverordnung sowie das Tierschutzgesetz.

4.2.1.2. Potenzial

Biomasse aus Waldgrün

Für die Berechnung des Biomasse-Potenzials eines Waldgebietes wird zunächst dessen Fläche ermittelt sowie eine Verteilung der Baumarten im Gebiet zugrunde gelegt. Auf dieser Basis werden für jede Baumart die jährlichen Zuwachsraten errechnet. Gemeinsam mit der Dichte und dem Heizwert wird daraus die maximal jährlich verfügbare Energiemenge errechnet. Die Berechnung des Potenzials kann nach zwei verschiedenen Methoden verlaufen, um die untere und obere Grenze der bestehenden Potenziale bestimmen zu können. Bei der herkömmlichen Aushaltungsvariante werden beim Einschlag nur 14 % des Baumes als Energieholz genutzt. Energieholz dient der Wärme- oder Stromerzeugung und umfasst ausschließlich Holz, das sich weder als Industrieholz für die Papier- oder

Spanplattenproduktion noch als Stammholz für die Bau- und Möbelindustrie eignet (Abbildung 16). Die Stammholz-PLUS-Variante nutzt auch das Industrieholz. Hier wird die herkömmliche Aushaltungsvariante als Potenzial ausgewiesen, um den Bedarf an Industrieholz nicht zu verschieben und damit den gesamten Holzbedarf zu erhöhen. Die herkömmliche Aushaltungsvariante stellt eine nachhaltige Nutzungsform dar, bei der kein Wald verloren geht.

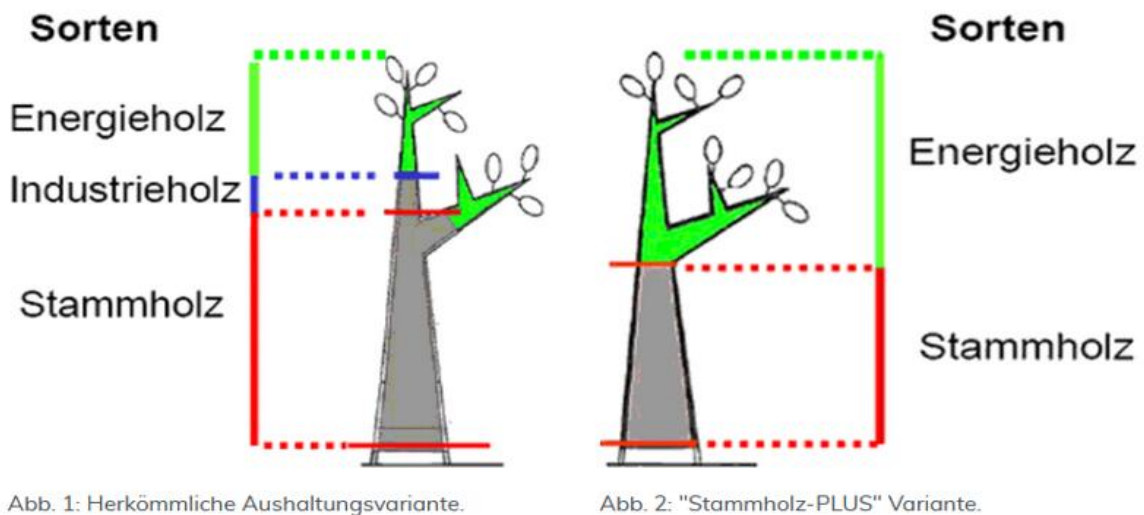


Abbildung 16: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion³

Demnach wird lediglich der nachwachsende Baumanteil als Grundlage für die Potenzialberechnungen herangezogen, sodass eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wald- und Forstwirtschaftsflächen gewährleistet bleibt. Naturschutzflächen wie FFH-Gebiete werden in den Potenzialen als restriktive Faktoren berücksichtigt, da dort eine nachhaltige Forstwirtschaft möglich ist.

Die Nutzung von Biomasse aus Reststoffen der Forstwirtschaft wird grundsätzlich als nur bedingt geeignet bewertet. Ausschlaggebend dafür sind unter anderem die schwer vorhersehbare Verfügbarkeit und Menge der Reststoffe sowie der Grundsatz, dass Biomasse nicht uneingeschränkt als dauerhaft verfügbare Wärmequelle für die Hauptheizung betrachtet werden sollte. Biomassenutzung eignet sich insbesondere für denkmalgeschützte Gebäude sowie als Zusatzheizung.

Unter der Annahme, dass die Heizwerte der Laubbaumarten zwischen 3,7 und 3,9 kWh/kg und der Nadelhölzer zwischen 4,1 und 4,2 kWh/kg liegen, ergibt sich für alle geeigneten Waldflächen im Untersuchungsgebiet ein Potenzial von 13,8 GWh/a. Das Biomassepotenzial je Stadtteil ist in Tabelle 4 dargestellt. Abbildung 17 gibt die räumliche Verteilung des Potenzials im Plangebiet kartografisch wieder.

³ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg- FVA, 2024

Tabelle 4: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen und im gesamten Plangebiet pro Jahr

Stadtteil	Verfügbare Energiemenge potenziell geeignet [GWh/a]	Verfügbare Energiemenge bedingt geeignet [GWh/a]
Bullau	-	2,8
Dorf-Erbach	-	0,9
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	-	1,1
Ebersberg	-	0,6
Elsbach	-	1,4
Erbuch	-	1,0
Erlenbach	-	1,6
Ernsbach	-	0,9
Günterfürst	-	0,7
Haisterbach	-	1,2
Lauerbach	-	0,3
Schönnen	-	1,4
Gesamtes Plangebiet	-	13,8

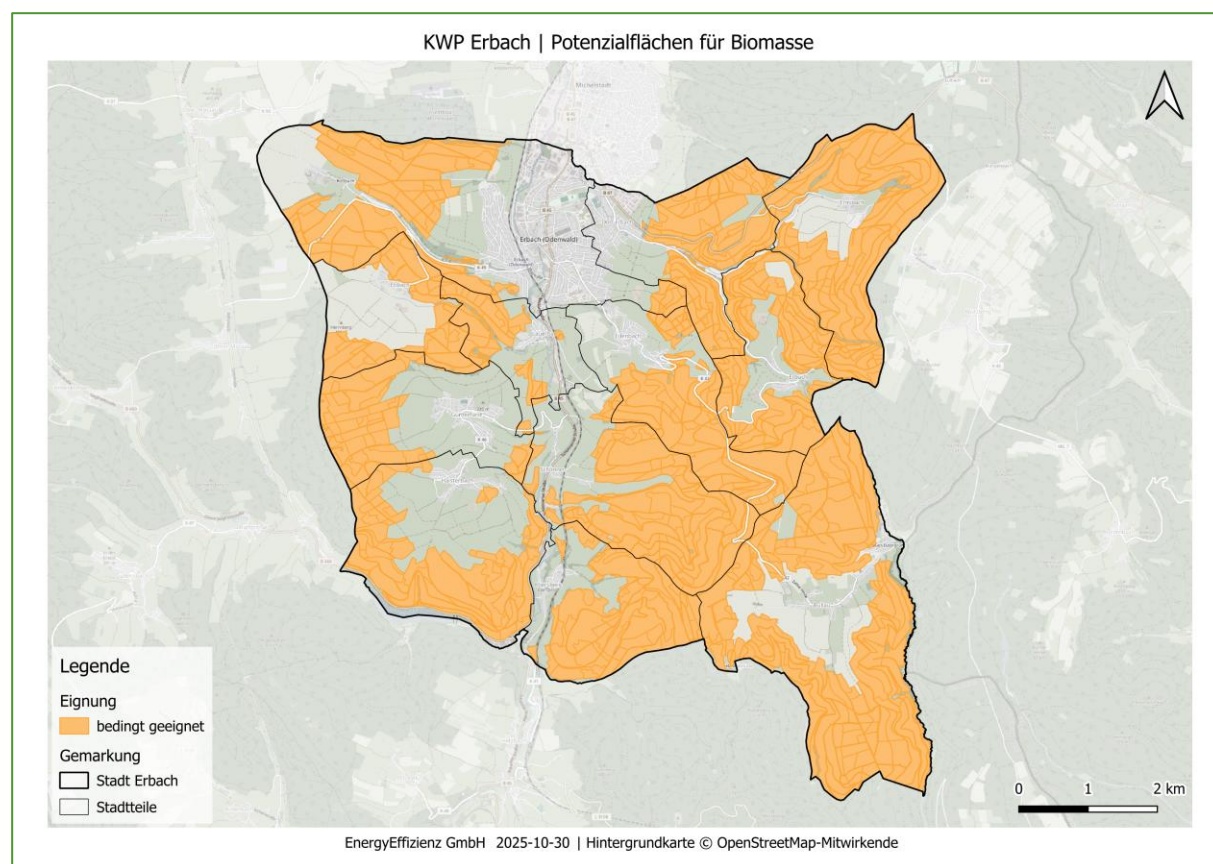


Abbildung 17: Biomassepotenzial im Plangebiet

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

In der Stadt Erbach konnten Biomassepotenziale aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen hingegen aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht ermittelt werden.

4.2.2. Solarthermie auf Freiflächen

Das Potenzial der Solarthermie zur Wärmeerzeugung wird sowohl auf Freiflächen als auch auf Dachflächen betrachtet. Während Freiflächen durch ihre Nähe zu Siedlungsgebieten sowie vorhandenen Restriktionen bewertet werden, wurde bei Dachflächen das technische Potenzial ohne Einbezug des Denkmalschutzes ausgewiesen. Insgesamt ermöglicht die Nutzung beider Flächentypen eine effiziente Anwendung der Solarthermie zur Deckung des Wärmebedarfs.

Im Folgenden wird das Potenzial von Solarthermie-Freiflächen untersucht. Im Gegensatz zu den Dachflächen-Potenzialen, die Einzelgebäudelösungen unterstützen, ist bei Freiflächenanlagen die Nähe zu potenziellen Wärmenetzen erforderlich, um das Potenzial nutzbar zu machen. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden alle verfügbaren Flächen dargestellt, die im Zielszenario auf eine Einbindung in ein Wärmenetz geprüft werden müssen.

4.2.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Folgenden wird das Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen bestimmt. Hierbei werden die Bestimmungen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG, 2023), §37, Abs. 1, 2, 3 zu Grunde gelegt. Untersucht werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Flächenpotenziale, die kein entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden sind und bei denen es sich um

- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung handelt
- Flächen im Abstand von 500 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, längs von Autobahnen oder mehrgleisigen Schienenwegen handelt
- Ackerflächen oder Grünland handelt, die in einem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet liegen

Bei der Berechnung von dem Solarthermie-Potenzial sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete

- Biotope
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebietszonen, Zone I
- Eine Hangneigung größer gleich 20 ° (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (Bezirksregierung Köln, 2024)
- Max. 1000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen)

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Naturparke
- Entwicklungszonen von Biosphärengebieten
- Wasserschutzgebietszonen Zone II
- Hochspannungsfreileitungen

Demnach wird unterschieden in das geeignete Potenzial (exkl. restriktiver Faktoren) und das bedingt geeignete Potenzial (inkl. restriktiver Faktoren). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Sonneneinstrahlung und die Nähe zur Wärmenetz-Heizzentrale entscheidend.

4.2.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie-Anlagen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen eine räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit Wärmeverluste durch lange Rohrleitungen vermieden werden. Die Nutzung für Photovoltaik (PV) oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden. Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 2.000 MWh/a Ertrag angenommen. Das Potenzial für Freiflächen-Solarthermie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 5: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen

Stadtteil	Technisches Potenzial in GWh/a (bedingt geeignet)	Technisches Potenzial in GWh/a (geeignet)	Technisches Potenzial in GWh/a (gut geeignet)
Bullau	280,1	-	-
Dorf-Erbach	-	-	-
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	73,4	-	-
Ebersberg	247,3	-	-
Elsbach	-	-	-
Erbuch	164,5	-	-
Erlenbach	92,4	-	-
Ernsbach	77,8	-	-
Günterfürst	-	-	-
Haisterbach	361,5	-	-
Lauerbach	-	-	-
Schönnen	146,2	-	-
Gesamtes Plangebiet	1.443,2	-	-

Insgesamt ergibt sich für die Stadt Erbach ein technisches Potenzial von 1.443,2 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie-Freiflächenanlagen, in Abbildung 18 räumlich dargestellt. Die untersuchten Gebiete unterliegen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren. Die Integration dieses Potenzials beim Wärmenetzausbau ist im Detail zu prüfen.

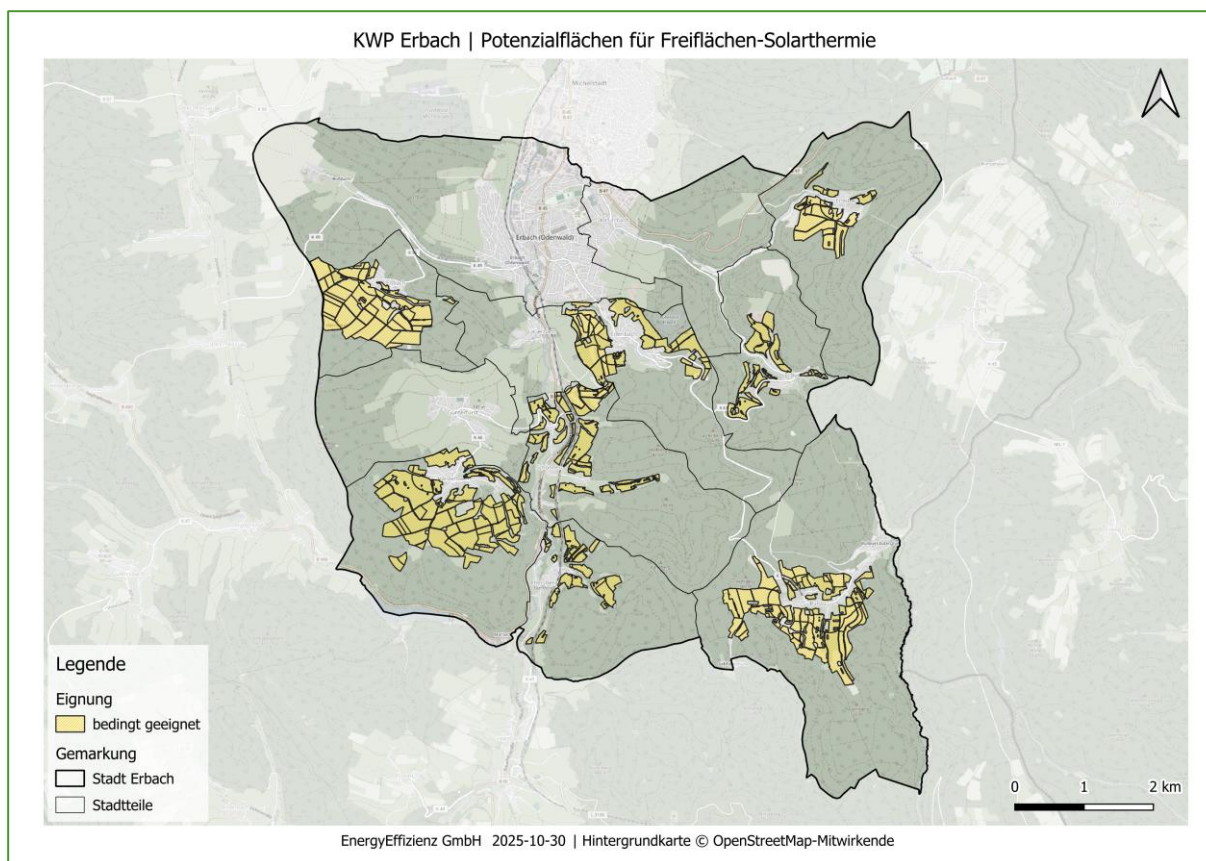


Abbildung 18: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie

4.2.3. Agrothermie

Agrothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme unter Ackerflächen. In einer Tiefe von zwei bis drei Metern werden großflächig Erdwärmekollektoren eingebracht, um weiterhin eine landwirtschaftliche Nutzung zu gewährleisten. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die inzwischen auch verlegt werden können, ohne den fruchtbaren Boden abtragen und wieder aufschütten zu müssen. Ähnlich wie bei genutzten Erdwärmekollektoren für die Einzelgebäudeversorgung handelt es sich um Oberflächennahe Geothermie. Die Erdwärme wird über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einem Wärmenetz geleitet. Dieses Wärmenetz kann in verschiedenen Formen ausgeführt werden, z.B. mit dezentralen Wärmepumpen in jedem angeschlossenen Gebäude oder einer zentralen Großwärmepumpe. Die konkreten Einbindungsmöglichkeiten werden im Zielszenario genauer beschrieben.

Da die Temperatur des Erdsreichs in 2-3 Metern unter der Erdoberfläche im deutschen Mittel im Jahresverlauf zwischen 0 °C und 18 °C liegt, muss das Temperaturniveau mithilfe einer Wärmepumpe auf die erforderliche Vorlauftemperatur der Heizung angehoben werden. Der Temperaturunterschied, den die Wärmepumpe ausgleichen muss, ist dennoch geringer als bei der Umgebungsluft in den Wintermonaten. Aus diesem Grund ist der Betrieb einer Sole/Wasser-Wärmepumpen in der Regel effizienter als Luft/Wasser-Wärmepumpen.

4.2.3.1. Hinweise und Einschränkungen

In den Bereichen der Wasserschutzzonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen kann Agrothermie in den Wasserschutzgebietszonen III - IIIB genehmigt werden. Gemäß dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg zählen zu diesen Voraussetzungen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht besteht oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig.

Bei der Berechnung des Agrothermie-Potenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Ein max. 2.000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen
- Flachgründige Standorte
- Wasserschutzgebiete Zone I und II
- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete
- Biotope
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Geschützte Landschaftsbestandteile

Restriktive Faktoren:

- Wasserschutzgebiete Zone III - IIIB
- Heilquellenschutzgebiete III/1 (qualitativ) und B (quantitative)
- Festgesetzte oder vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete
- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparke
- Hochspannungsfreieleitungen

Ausschlusskriterien führen zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche in einem Wasserschutzgebiet Zone 3 liegt. Dauergrünland wird als besonders geeignet für Agrothermie angesehen, weshalb diese Flächen als „gut geeignet“ markiert werden. Grünland wird als Abstufung dazu lediglich als „geeignet“ bezeichnet. Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Entzugsleistung des Bodens und die Nähe zum Siedlungsgebiet entscheidend. Bei der Potenzialanalyse wurden diese Aspekte so gut wie möglich berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich aufgrund von methodischen Einschränkungen Ungenauigkeiten ergeben

können, und dass es in jedem Fall einer weitere Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

4.2.3.2. Potenzial

Es besteht die Möglichkeit, dass sich die betrachteten Flächen auch für andere Energieträger, zum Beispiel Agri-PV eignen. Zum Teil kann auch eine Mehrfachnutzung der Fläche möglich sein. Dies ist allerdings im Einzelfall zu prüfen. Damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann, muss auch bei Agrothermie-Anlagen die räumliche Nähe zu einer Heizzentrale gegeben sein. Die Einbindung in ein Wärmenetz ist daher im Einzelfall und im Rahmen der Wärmeplanung erst nach festgelegtem Zielszenario zu bewerten und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 400 MWh/a Ertrag angenommen (Professur für Agrarsystemtechnik der TU Dresden, Doppelacker GmbH, 2023). Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt als Kennwert einer Wärmepumpe das Verhältnis der erzeugten Wärme zur benötigten Antriebsenergie bzw. dem benötigten Strom und wird mit 4 angenommen. Das Potenzial für Agrothermie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 6: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial [GWh/a] (Einzelfallbetrachtung)	Technisches Potenzial [GWh/a] (bedingt geeignet)	Technisches Potenzial [GWh/a] (geeignet)
Bullau	4,8	70,7	-
Dorf-Erbach	6,5	21,6	-
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	8,3	11,7	-
Ebersberg	17,4	48,7	-
Elsbach	88,0	11,1	-
Erbuch	0,0	44,0	-
Erlenbach	22,9	2,4	-
Ernsbach	6,1	23,4	-
Günterfürst	30,7	39,5	-
Haisterbach	0,0	100,5	-
Lauerbach	7,2	26,3	-
Schönnen	2,8	38,4	-
Gesamtes Plangebiet	194,7	438,1	-

Insgesamt ergibt sich für die Stadt Erbach ein technisches Potenzial von 632,8 GWh/a für die Wärmezeugung durch Agrothermie. Auf den untersuchten Gebieten liegen Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren vor. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche in einem Wasserschutzgebiet Zone IIIA liegt. Die Potenzialflächen der Agrothermie sind in Abbildung 19 räumlich dargestellt für das gesamte Plangebiet.

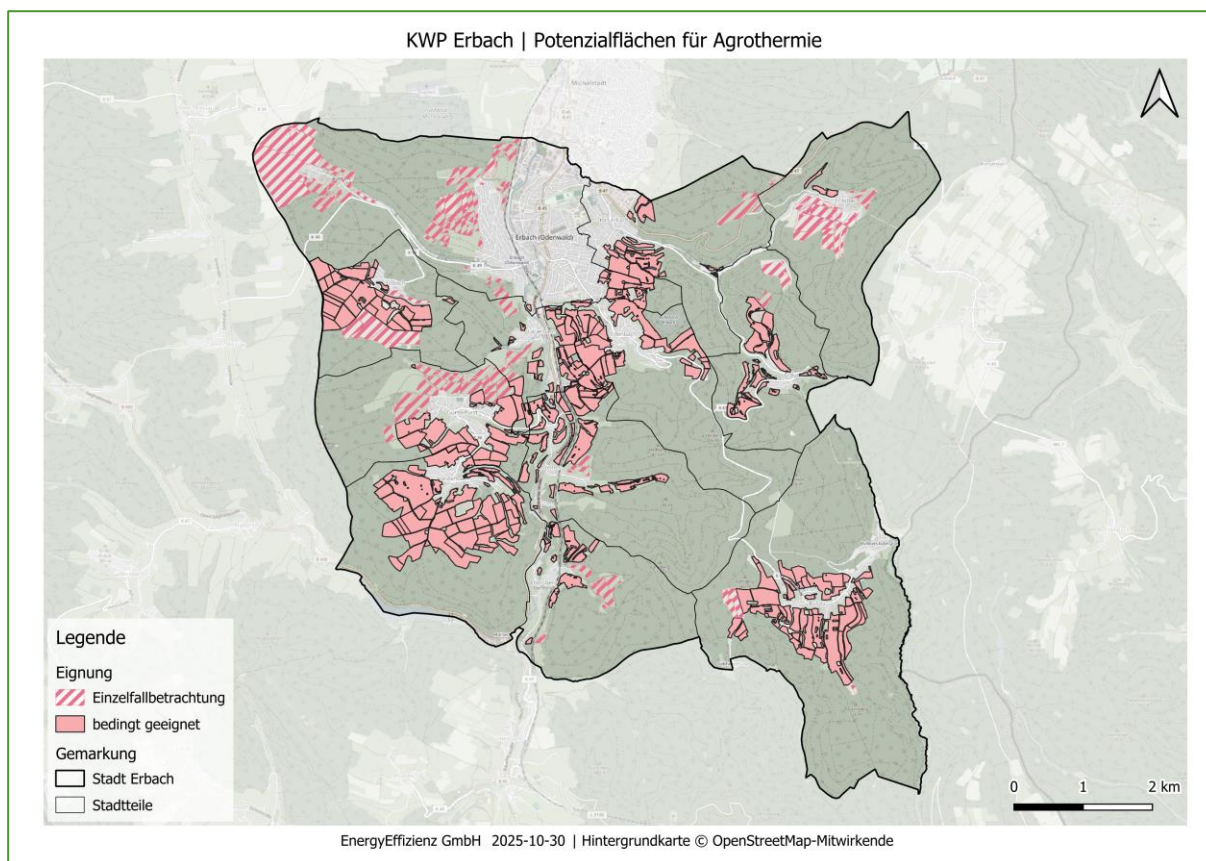


Abbildung 19: Potenzialflächen Agrothermie

4.2.4. Oberflächennahe Gewässer

Oberflächennahe Gewässer bieten ein großes Potenzial für die erneuerbare Wärmeerzeugung. Durch die Nutzung von Flusswärme und Seethermie kann Wärmeenergie effizient mithilfe von Wärmepumpen gewonnen werden. Dabei müssen jedoch zahlreiche ökologische und technische Faktoren berücksichtigt werden, um die natürlichen Gewässer nicht zu beeinträchtigen und die Ökosysteme zu schützen.

4.2.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Bei der Nutzung von oberflächennahen Gewässern zur Wärmeerzeugung müssen verschiedene ökologische und technische Aspekte berücksichtigt werden. Die Gewässerstrukturgüte, die unter anderem Abflussdynamik, Tiefenvariabilität und die Vielfalt des Sohlensubstrats umfasst, darf keinesfalls beeinträchtigt werden. Zudem muss der Abfluss des Gewässers uneingeschränkt bleiben, sodass keine Folgewirkungen den natürlichen Wasserfluss behindern. Ebenso dürfen bestehende Nutzungen wie die Schifffahrt und Maßnahmen des Gewässerschutzes, etwa der Hochwasserschutz, durch die Größe der Anlage nicht beeinträchtigt werden.

Auch die Gewässerökologie und -beschaffenheit müssen unverändert bleiben, um das ökologische Gleichgewicht zu erhalten. Temperaturveränderungen im Gewässer sind besonders kritisch, da sie das Artenspektrum, die Physiologie und die Reproduktion von Fischen und Makrozoobenthos beeinflussen können. Daher ist es notwendig, Maximaltemperaturen und Aufwärmspannen gewässerökologisch zu

beurteilen, wobei die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) als Orientierungshilfe dienen kann.

Zum Schutz vor Leckagen sind angemessene Sicherheitsvorkehrungen und -einrichtungen zu treffen, wobei mögliche Folgen sorgfältig abzuschätzen sind. Vor der Umsetzung eines Projekts muss geprüft werden, ob alternative Wärmequellen besser geeignet sind, um die ökologischen Auswirkungen auf das Gewässer zu minimieren. So wird sichergestellt, dass die natürliche Beschaffenheit und Nutzung der Gewässer nicht beeinträchtigt werden.

4.2.4.2. Potenzial

Flusswärme

Zur Ermittlung des Potenzials für Umweltwärme aus Oberflächengewässern wurde in der Stadt Erbach kein nutzbares Potenzial identifiziert. Innerhalb der Gemarkung existiert kein Fluss, der für die Nutzung von Flusswärme geeignet wäre. Aufgrund der geringen Größe und des damit verbundenen niedrigen Wasserstands sind die in Erbach vorhandenen Bäche für die Gewinnung von Flusswärme nicht geeignet.

Seethermie

In Dorf-Erbach befindet sich ein See, der grundsätzlich als Wärmequelle in Betracht gezogen werden kann (Abbildung 20). Bei der Seethermie wird zwischen zwei Technologien unterschieden: Mit einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe kann aus ausreichend tiefen und volumenreichen Gewässern Wärme entzogen und nach Anhebung des Temperaturniveaus in ein Wärmenetz eingespeist werden. Voraussetzung hierfür sind jedoch eine ausreichende Gewässertiefe sowie eine stabile Temperaturschichtung. Baggerseen werden von der Potenzialermittlung ausgeschlossen, da sie diese Anforderungen in der Regel nicht erfüllen. Der See in Dorf-Erbach weist lediglich eine geringe Tiefe auf, weshalb diese Form der Seethermienutzung ausscheidet. Alternativ können jedoch am Grund des Sees Kollektoren verlegt werden, die nach dem Prinzip von Erdwärmekollektoren arbeiten und dem Gewässer Wärme entziehen. Vorteilhaft ist hierbei, dass das Wasser am Seegrund in der Regel nicht gefriert und somit auch im Winter als Wärmequelle mit mindestens 1 °C verfügbar bleibt. Unter Annahme von 2.000 Volllaststunden und einer spezifischen Entzugsenergie von 40 kWh/(m²*a) ergibt sich eine Wärmeentzugsenergie von 0,09 GWh/a. Nach Anhebung des Temperaturniveaus durch eine Wärmepumpe mit einem COP von 3 steht eine Erzeugernutzwärme von 0,14 GWh/a zur Verfügung.

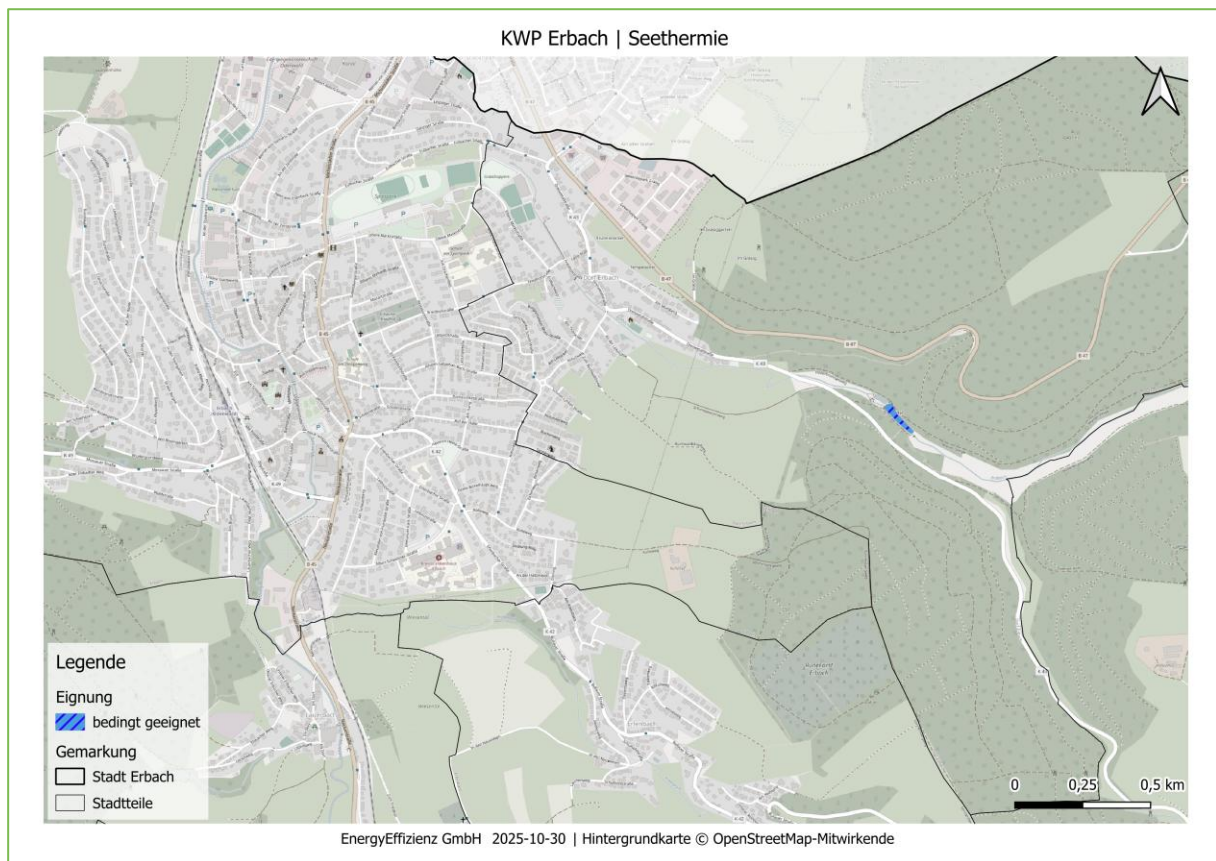


Abbildung 20: Geeignete stille Gewässer für Seethermie

4.2.5. Tiefengeothermie

Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische Konsens. Das Bundeswirtschaftsministerium startete 2022 einen Konsultationsprozess mit Bundesländern, Unternehmen und Verbänden zur verbesserten Nutzung von Erdwärme. Angestrebt wird eine zu 50 % treibhausgasneutrale Erzeugung von Wärme bis 2030. Hinsichtlich der Umsetzung dieses Ziels enthält die „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom Januar 2022 konkrete Ziele in Bezug auf den Ausbau der Nutzung des tiefengeothermischen Potenzials. 10 TWh/a sollen bis 2030 weitestmöglich erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022).

Die Maßnahmen zur Umsetzung des Ziels lauten wie folgt (BMWK, 2022):

- Austausch mit Akteuren – Dialogprozess zu notwendigen Maßnahmen
- Datenkampagne – Systematische Bereitstellung vorhandener Daten, um die Grundlage für erfolgreiche Projekte zu ermöglichen
- Explorationskampagne – vom Bund teilfinanzierte Exploration in Gebieten, die eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit für konkrete Projekte bieten

- Planungsbeschleunigung – Optimierungspotenziale in Genehmigungsverfahren identifizieren und heben
- Förderprogramme – Impulse für die Marktbereitung und Wettbewerbsfähigkeit geben
- Risikoabfederung – Prüfung von Risikoabsicherungsinstrumenten
- Fachkräftesicherung – Entwicklung von Strategien zur Nachwuchsgewinnung
- Akzeptanz – Informationsveranstaltungen und Akzeptanzprogramme als integraler Bestandteil eines jeden Projekts

Als erneuerbare Energiequelle nimmt Tiefengeothermie folglich eine bedeutende Stellung für die Wärmewende ein. Für Kommunen, die sich in Teilen Deutschlands mit einem hohen theoretischen Potenzial für Tiefengeothermie befinden, kann die mögliche Gewinnung von thermischer Energie durch Tiefengeothermieranlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutraler Wärmeversorgung bedeuten.

4.2.5.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Vergleich zu oberflächennahen Erdwärmesonden, werden tiefengeothermische Bohrungen in der Regel nicht in Wasserschutzzonen IIIB genehmigt. Eine umfassende Analyse der Realisierbarkeit einer tiefengeothermischen Bohrung kann erst nach einer 3D-seismologischen Untersuchung erfolgen. Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte in der Umgebung kann die Umsetzbarkeit im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Erbach nicht eingeschätzt werden.

4.2.5.2. Potenzial

Aufgrund fehlender detaillierter Untersuchungen und Daten kann im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Erbach kein Potenzial für Tiefengeothermie ermittelt werden, da Einzelfallprüfungen den Detailgrad einer Kommunalen Wärmeplanung überschreiten.

4.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Abwärme aus Industrie und Abwasser stellt ein erhebliches, oft ungenutztes Energiepotenzial dar. In industriellen Prozessen und Abwasserbehandlungsanlagen entstehen große Mengen an Wärme, die häufig ungenutzt in die Umgebung abgegeben werden. Die Rückgewinnung und Nutzung dieser Abwärme kann zur Energieeffizienzsteigerung und Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen. Technologische Fortschritte ermöglichen mittlerweile eine effektive Integration dieser Wärmequellen in bestehende Energiesysteme, was sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet.

Industriebetriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können. Bei Temperaturen unter 65°C ist zwingend eine Wärmepumpe zur Anhebung des Temperaturniveaus erforderlich, wenn eine Einspeisung in ein warmes Wärmenetz erfolgen soll.

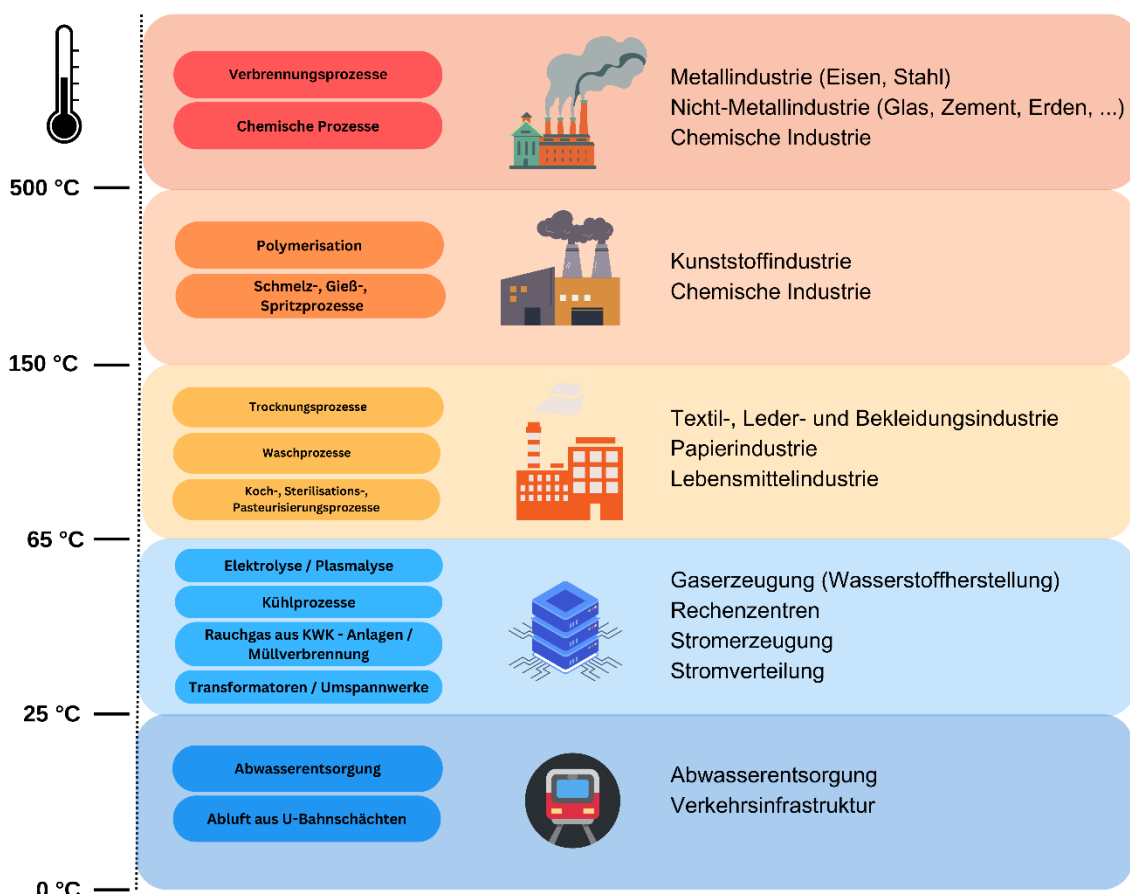


Abbildung 21: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023)

4.2.6.1. Hinweise und Einschränkungen

Die Nutzung gewerblich anfallender Abwärme bietet sich an, wenn z.B. im Rahmen von Industrieprozessen entstehende Wärme nicht im Betrieb selbst direkt genutzt werden kann. Hierbei kann geprüft werden, ob die anfallende Abwärme über Einbindung in ein Wärmenetz technisch und wirtschaftlich sinnvoll durch andere Wärmeverbraucher in der Umgebung genutzt werden kann. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass eine gesicherte Abwärmemenge auch zukünftig zur Verfügung stehen wird.

Zur Erhebung der gewerblichen Abwärmepotenziale in der Stadt Erbach wurde im Zuge der Erarbeitung der Wärmeplanung im Frühjahr 2025 eine schriftliche Befragung durchgeführt. Hierbei wurde ein Fragebogen eingesetzt, der Fragen sowohl zu Energieverbräuchen als auch zu Abwärmepotenzialen umfasst. Angeschrieben wurden Unternehmen, die theoretisch über ein Abwärmepotenzial verfügen könnten. Darunter fallen beispielsweise Unternehmen, die der verarbeitenden Industrie angehören, aber auch Rechenzentren, Krankenhäuser, Biogasanlagen und Müllverbrennungsanlagen. Die anzusprechenden Unternehmen wurden zuvor gemeinsam mit der Stadtverwaltung festgelegt. Insgesamt haben sich 6 Unternehmen⁴ rückgemeldet.

4.2.6.2. Potenzial

Von den sechs Unternehmen, die sich zurückgemeldet haben, hat keines ein eigenes Abwärmepotenzial angegeben. Ein quantifizierbares, industrielles Abwärmepotenzial ist nicht vorhanden in der Stadt.

4.2.7. Abwärme aus Abwasser

Abwärme aus Abwasser kann eine wertvolle Energiequelle sein. Neben großen Kanälen bieten sich insbesondere Kläranlagen durch ihren konstanten Zu- bzw. Abfluss an. Abwasser weist ganzjährig relativ hohe Temperaturen auf, sodass mit Wärmetauschern Energie zurückgewonnen und über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. Die Verfügbarkeit und Effizienz dieser Energiequelle hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter der Temperatur des Abwassers, der Durchflussmenge und der Infrastruktur der Kläranlage oder des Kanalquerschnitts.

4.2.7.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Winter bleibt die Temperatur des Abwassers bei etwa 10 bis 12 °C, während es sich im Sommer auf 17 bis 20 °C erwärmt. Um es effizient zu nutzen, muss ein Minstdurchmesser der Kanäle von einem nominellen Rohrdurchmesser (DN) 800 vorliegen, was einem Durchfluss von 8-10 l/s und einem Einzugsgebiet von 7.000 Einwohner*innen entspricht. Die Entzugsleistung beträgt bei einer Länge von 1 m und einer Fläche von 1 m² etwa 2,5 Kilowattstunden (kWh) (für DN 800-1000). Hinzu kommt die Leistung einer Wärmepumpe mit einer JAZ von 4, was einer Heizleistung von 3,3 kW entspricht. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass jede Situation individuell geprüft werden muss, da Gefälle und Geometrie einen starken Einfluss auf die Effizienz haben können.

⁴ Aus Datenschutzgründen werden die betreffenden Betriebe hier nicht genannt.

4.2.7.2. Potenzial

Um das Potenzial der Wärme aus den Abwasserkanälen in der Gemarkung zu berechnen, wurden Daten zu den angeschlossenen Einwohnern der Kläranlage sowie Durchflussmengen der Abwasserkanäle ab DN 800 herangezogen. Das Potenzial des Hauptsammlers in Erbach beläuft sich auf 12,6 GWh/a. Im Plangebiet selbst befindet sich keine Kläranlage.

4.2.8. Grüner Wasserstoff

Zur Nutzung von Wasserstoff gibt es bundesweit vielfältige Pilotprojekte, und die Thematik wurde mit der Wasserstoffstrategie auch auf die politische Agenda gesetzt. Der Einsatz wird vorwiegend für den industriellen Sektor vorgesehen, um dort bisherige Gasverbräuche auf eine treibhausgasneutrale Alternative umzustellen. Bezüglich der Nutzung von Wasserstoff über die bestehenden Gasnetze sind die weiteren technologischen und politischen Entwicklungen abzuwarten. Mit aktuell plausiblen Preisannahmen ist ein wirtschaftlich vertretbarer Einsatz von Wasserstoff zur Versorgung von Wohngebäuden oder auch kleineren Gewerbeeinheiten nicht darstellbar.

Wo der Wasserstoff im Einzelnen zusätzlich zu lokalen und regionalen Großprojekten erzeugt bzw. woher er importiert werden wird, unterliegt selbstverständlich in hohem Maße den politischen Rahmenbedingungen und Lieferverträgen mit Partnerländern und liegt damit auch nicht im Einflussbereich des lokalen Netzbetreibers.

4.3. Dezentrale Potenziale (Wärme)

Im Folgenden werden die Potenziale für eine dezentrale Wärmeversorgung untersucht. Die nachfolgenden Technologien sind für einen Einsatz in einem einzelnen Gebäude geeignet und sollen die Möglichkeiten für Gebiete verdeutlichen, die nicht durch ein Wärmenetz versorgt werden können. In weiteren Planungen kann daraus abgeleitet das wirtschaftliche Potenzial berechnet werden.

4.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen

Die Installation von Luft/Wasser-Wärmepumpen hat das Potenzial, den Endenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, da die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle genutzt wird. Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft/Wasser-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen und lärmschutzrechtliche Aspekte.

4.3.1.1. Potenzial

Die Nutzung der Umgebungsluft ist grundsätzlich aufgrund der unbegrenzt vorkommenden Ressource nicht limitiert. Die Einsatzmöglichkeiten können allerdings durch Abstandsregelungen zu Gebäuden eingeschränkt sein. Im Vergleich zu den anderen Wärmepumpentypen weisen Luft/Wasser-Wärmepumpen den geringsten Wirkungsgrad auf. Lediglich Luft/Luft-Wärmepumpen können noch schlechter abschneiden. Das wirtschaftliche Potenzial kann dem Ausbauzustand im Zieljahr 2045 gleichgesetzt werden und wird im Zielszenario dargestellt.

4.3.2. Oberflächennahe Geothermie

Geothermie bezeichnet die Wärmeenergie unter der Erdoberfläche, die durch verschiedene Verfahren erschlossen und genutzt werden kann. Unterschieden wird nach VDI 4640 zwischen der oberflächennahen Geothermie (< 400 m) und der Tiefengeothermie (> 400 m). Der dazwischen liegende Bereich wird als mitteltiefe Geothermie bezeichnet. Im mitteleuropäischen Durchschnitt beträgt die vertikale Temperaturzunahme, der geothermische Gradient, ca. 3 °C pro 100 m Tiefe (Bundesverband Geothermie). In Abhängigkeit der Nutzungsintention, d.h. Gewinnung thermischer Energie und / oder der Stromerzeugung, der geologischen Gegebenheiten und der Größe der Endabnehmer muss dementsprechend tief gebohrt werden.

Oberflächennahe Geothermie kann mit Hilfe unterschiedlicher Technologien für die dezentrale sowie zentrale Wärmeversorgung eingesetzt werden. Für die Kommunale Wärmeplanung der Stadt Erbach stellen sich Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden als geeignete Technologien heraus. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die horizontal in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m unter der Oberfläche eingebracht werden. Sie nutzen die konstante Bodentemperatur und leiten diese Wärme über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einer Wärmepumpe. Diese hebt das Temperaturniveau auf die erforderliche Vorlauftemperatur für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung an. Werden mehrere Erdsonden gekoppelt wird von einem Erdsondenfeld gesprochen, das in der Lage sein kann, große Gebäude oder Wärmenetze mit Wärme zu versorgen oder mindestens einen Beitrag am Wärmemix zu leisten.

Da die Temperatur des Erdreichs bis 100 Meter unter der Erdoberfläche im deutschen Mittel bei 11 °C liegt, muss das Temperaturniveau mithilfe einer Wärmepumpe auf die erforderliche Vorlauftemperatur der Heizung angehoben werden. Insbesondere bei der Nutzung einer Erdwärmesonde ist der Temperaturunterschied, den die Wärmepumpe ausgleichen muss, wesentlich geringer als bei der Umgebungsluft in den Wintermonaten. Aus diesem Grund ist der Betrieb einer Sole/Wasser-Wärmepumpe in der Regel effizienter als der einer Luft/Wasser-Wärmepumpe.

4.3.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Erdwärmekollektoren

In den Bereichen der Wasserschutzgebietszonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig. Unter Einhalten bestimmter Voraussetzungen können jedoch Erdwärmekollektoren in den Wasserschutzgebietszonen IIIA festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebietszonen und Heilquellschutzzonen III / IIIA nach Einzelfallbetrachtung eingebracht werden. Zu diesen Voraussetzungen zählen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht besteht oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig. In Bereichen festgesetzter oder vorläufig gesicherter Überschwemmungsgebiete ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Die Berechnung der Entzugsleistungen sowie die Bewertung der Erdwärmekollektoren erfolgte unter der Annahme, dass die unbebauten Grundstücksflächen vollständig unversiegelt sind. Die Potenzialberechnungen können nicht dazu dienen, eine konkrete Dimensionierung von Erdwärmekollektoren für ein Grundstück vorzunehmen. Dazu müsste zunächst die Bodenart konkret untersucht werden, da sich diese in Siedlungsgebieten stark vom lokal anstehenden Boden unterscheiden kann. Außerdem wurden die versiegelten Flächen der Grundstücke bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, sodass die zu realisierende Kollektorfläche abweichen kann.

Insgesamt gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials nur Grundstücke einschließt, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, die die gleiche Energiequelle nutzen. Die Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in den Wasserschutzgebietszonen I – IIIA nicht zulässig. In festgesetzten sowie geplanten Wasserschutzzonen sowie Heilquellschutzzonen IIIB, IIS, IV und B sind sie im Einzelfall bzw. unter Einhaltung von Vorgaben genehmigungsfähig. Die Berechnung der Entzugsleistungen sowie die Bewertung der Erdwärmesonden erfolgte unter der Annahme, dass die unbebauten Grundstücksflächen zum Bau von Erdwärmesonden vollständig entsiegelt werden können. Die Potenzialberechnungen können nicht dazu dienen, eine konkrete Dimensionierung von Erdwärmesonden für ein Grundstück vorzunehmen. Da die Bodenbeschaffenheit und die Entzugsleistung eines konkreten Bohrfeldes nur mithilfe einer Probebohrung und eines Thermal-Response Tests (TRT) ermittelt werden kann, ist darauf hinzuweisen, dass die angegebene Entzugsenergie teilweise stark von den tatsächlich zu erreichenden Werten abweichen kann. Insgesamt gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials keine Flächenkonkurrenz aufweist, da beim Potenzial der Erdwärmekollektoren nur Grundstücke berücksichtigt wurden, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, die die gleiche Energiequelle nutzen. Die Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

4.3.2.2. Potenzial

Erdwärmekollektoren

Das technische Potenzial wurde unter der Berücksichtigung der vorliegenden Restriktionen ermittelt und schließt einen Betrieb der Erdwärmekollektoren ein, der den Erdboden nicht durch einen erhöhten Wärmeentzug nachhaltig schädigt. Die nachfolgend beschriebenen Einflüsse und Parameter haben Eingang in die Berechnungen gefunden.

Potenzielle Entzugsleistungen: Die Entzugsleistung des Erdbodens wird in erster Linie durch die Bodenart bestimmt. Sowohl die Wärmeleitfähigkeit und -speicherkapazität als auch die Feldkapazität können anhand der Bodenart abgeschätzt werden. Diese Parameter beeinflussen maßgeblich den Wärmetransport im Erdboden hin zu den Erdwärmekollektoren. Außerdem ermöglichen sie auch eine Aussage über die Regenerationsfähigkeit des Erdbodens nach einer Entzugsperiode. Die Bodenarten

im Stadtgebiet Erbach wurden mithilfe der Karte zu Bodenarten in Oberböden Deutschlands (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2007) ermittelt.

Die Temperatur des Erdreichs im Jahresverlauf nimmt ebenfalls einen Einfluss auf die Entzugsleistung, da insbesondere bis 10 Meter unterhalb der Erdoberfläche die Temperatur entsprechend dem Verlauf der Umgebungstemperatur schwankt. Für die Potenzialberechnungen in Tabelle 7 wurde der Referenzdatensatz des Standortes Bad Marienberg genommen, da sich die Stadt Erbach nach DIN 4710 in der Klimazone 6 befindet.

Neben den standortspezifischen Faktoren kann allerdings auch der Zuschnitt der Erdkollektorfläche einen maßgeblichen Einfluss auf die Entzugsleistung nehmen. Da die Regeneration des Erdbodens in den Randbereichen schneller erfolgt, kann in den Abschnitten mehr Wärme entzogen werden. Aus diesem Grund wurde das Verhältnis der Fläche zum Umfang (A/U-Verhältnis) der Kollektorfläche als weiterer Einflussfaktor in die Potenzialberechnungen integriert.

Erdwärmesonden

Das technische Potenzial für Erdwärmesonden wurde unter Beachtung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen sowie der nachfolgend beschriebenen Einflüsse und Parameter ermittelt. Die Entzugsleistung wurde in Abhängigkeit der lokal vorherrschenden Wärmeleitfähigkeit sowie der Anzahl von benachbarten Sonden ermittelt. Anhand der unbebauten Grundstücksfläche konnte die maximale Sondenanzahl ermittelt werden. Es wurde von einer maximalen Bohrtiefe von 99 Metern ausgegangen. Anhand dieser Kennwerte und unter Berücksichtigung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen konnte die Entzugsenergie berechnet werden. Die Maximalzahl der einzubringenden Erdwärmesonden sowie deren jeweiliges Potenzial vor und nach dem Einsatz einer Wärmepumpe ist in Tabelle 8 je Stadtteil dargestellt.

4.3.2.3. Bewertung des Potenzials

Erdwärmekollektoren

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf den realisierbaren Kollektorfläche eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Erdwärmekollektorfläche gedeckt werden könnte. Zur Ermittlung der konkreten Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks, wurden die bedarfsbedingten und oben aufgeführten geltenden wasserschutzrechtlichen Restriktionen herangezogen

Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellten Legende wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter Eignung, durchschnittlicher Eignung und Einzelfallbetrachtungen zu einem Gesamtpotenzial von 35,2 GWh/a (nach Wärmepumpe) zusammengefasst. Dabei wurden Flächen, die sich für Erdwärmesonden eignen, nicht als Potenziale für Erdwärmekollektoren betrachtet. Die weiteren Stadtteile werden in den Anhängen A bis L dargestellt.

Tabelle 7: Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe) der Erdwärmekollektoren nach Stadtteilen

Stadtteil	Erzeuger- nutzungswärme nach Wärmepumpe (gut geeignet) [GWh/a]	Erzeuger- nutzungswärme nach Wärmepumpe (geeignet) [GWh/a]	Erzeuger- nutzungswärme nach Wärmepumpe (Einzelfallberechnung) [GWh/a]
Bullau	0,8	0,2	0,1
Dorf-Erbach	0,9	0,5	1,8
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	3,3	1,6	17,5
Ebersberg	0,3	0,1	0,5
Elsbach	0,1	0,1	0,2
Erbuch	0,2	-	-
Erlenbach	0,9	0,4	1,1
Ernsbach	0,3	0,2	0,3
Günterfürst	0,5	0,3	0,6
Haisterbach	0,3	0,1	0,5
Lauerbach	0,3	0,2	0,5
Schönnen	0,3	0,2	0,3
Gesamtes Plangebiet	7,8	3,8	23,6

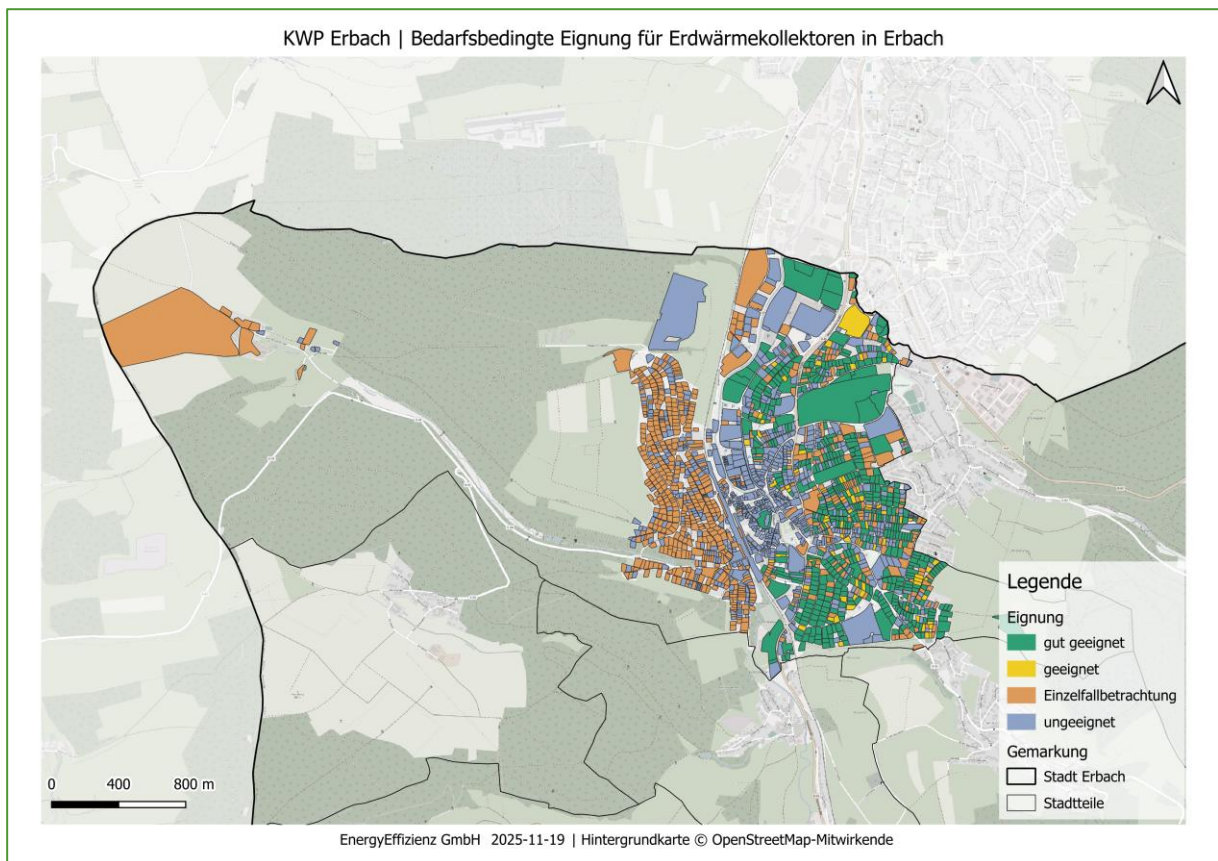


Abbildung 22: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

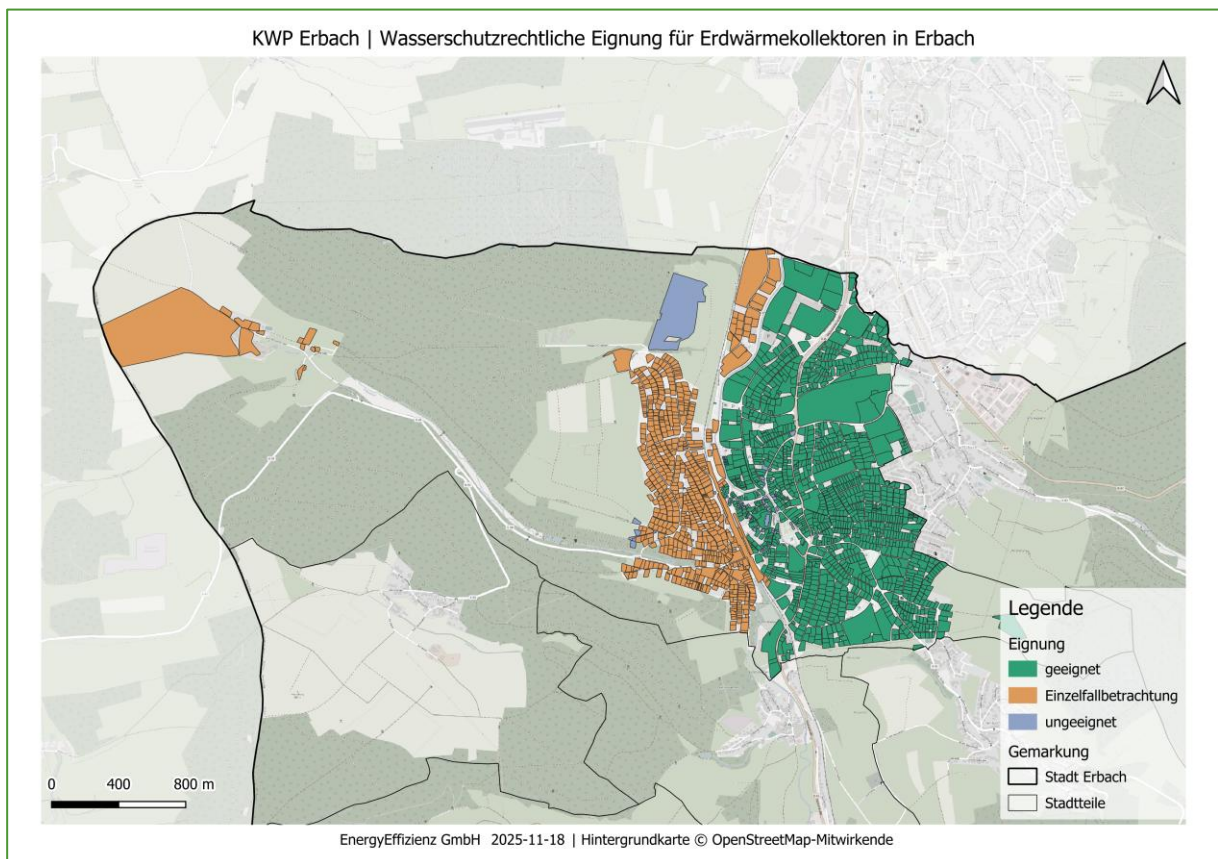


Abbildung 23: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Erdwärmesonden

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf die realisierbare Sondenanzahl eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Sondenanzahl gedeckt werden könnte. Um die konkrete Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks bewerten zu können wurden die bedarfsbedingten und oben aufgeführten wasserschutzrechtlichen Restriktionen betrachtet. Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter Eignung, durchschnittlicher Eignung und Einzelfallbetrachtungen zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 37,6 GWh/a zusammengefasst. Die weiteren Stadtteile werden in den Anhängen A bis L dargestellt.

Tabelle 8: Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteilen

Stadtteil	Anzahl Sonden max.	Erzeuger-nutzungswärme nach Wärmepumpe (gut geeignet) [GWh/a]	Erzeuger-nutzungswärme nach Wärmepumpe (geeignet) [GWh/a]	Erzeuger-nutzungswärme nach Wärmepumpe (Einzelfallbetrachtung) [GWh/a]
Bullau	3.183	1,5	0,1	0,6
Dorf-Erbach	1.679	2,7	0,2	1,0
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	825	0,7	-	0,6
Ebersberg	1.689	0,4	-	0,1
Elsbach	8.619	8,5	1,9	8,9
Erbuch	1.028	0,9	0,5	0,6
Erlenbach	168	0,1	-	-
Ernsbach	1.613	0,8	-	-
Günterfürst	1.796	1,6	0,2	0,5
Haisterbach	2.134	1,4	0,1	0,1
Lauerbach	1.931	1,7	0,1	0,3
Schönnen	1.022	1,2	0,1	0,3
Gesamtes Plangebiet	25.687	21,3	3,1	13,1

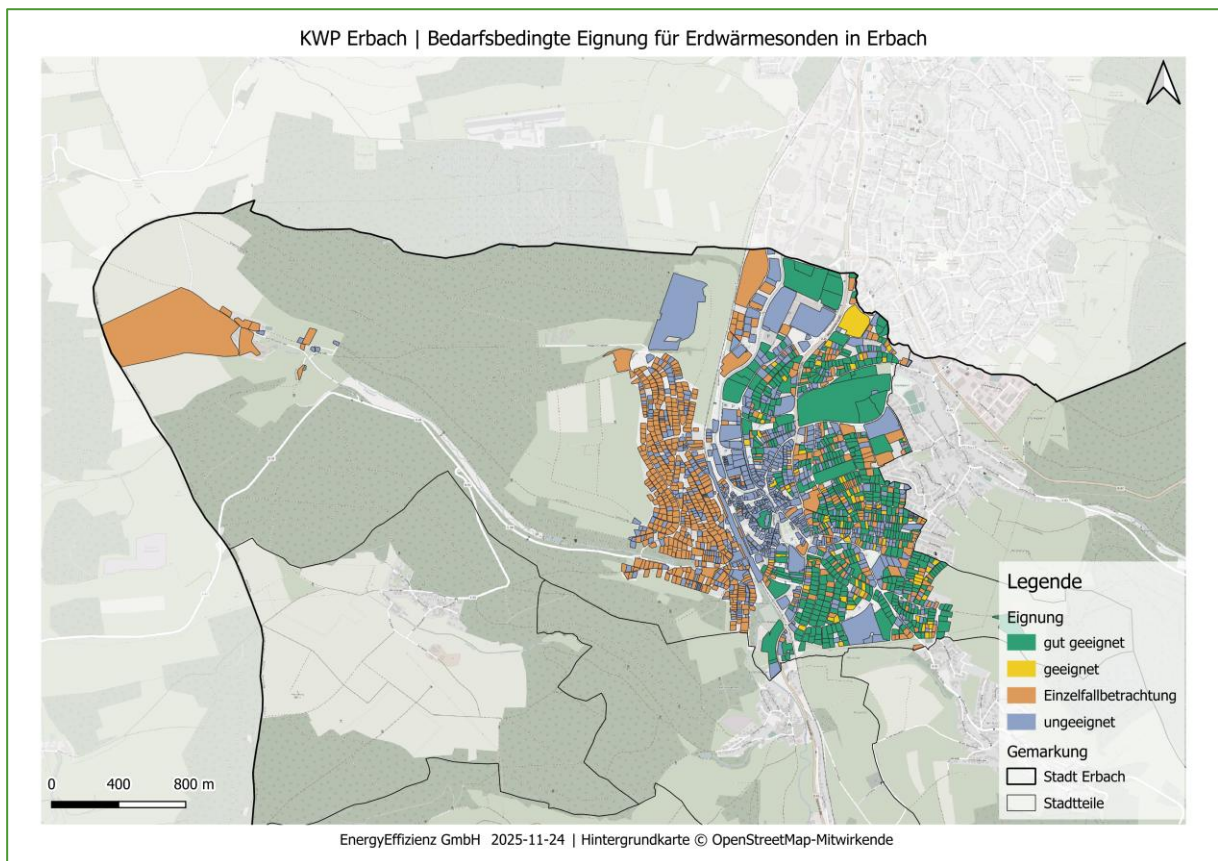


Abbildung 24: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

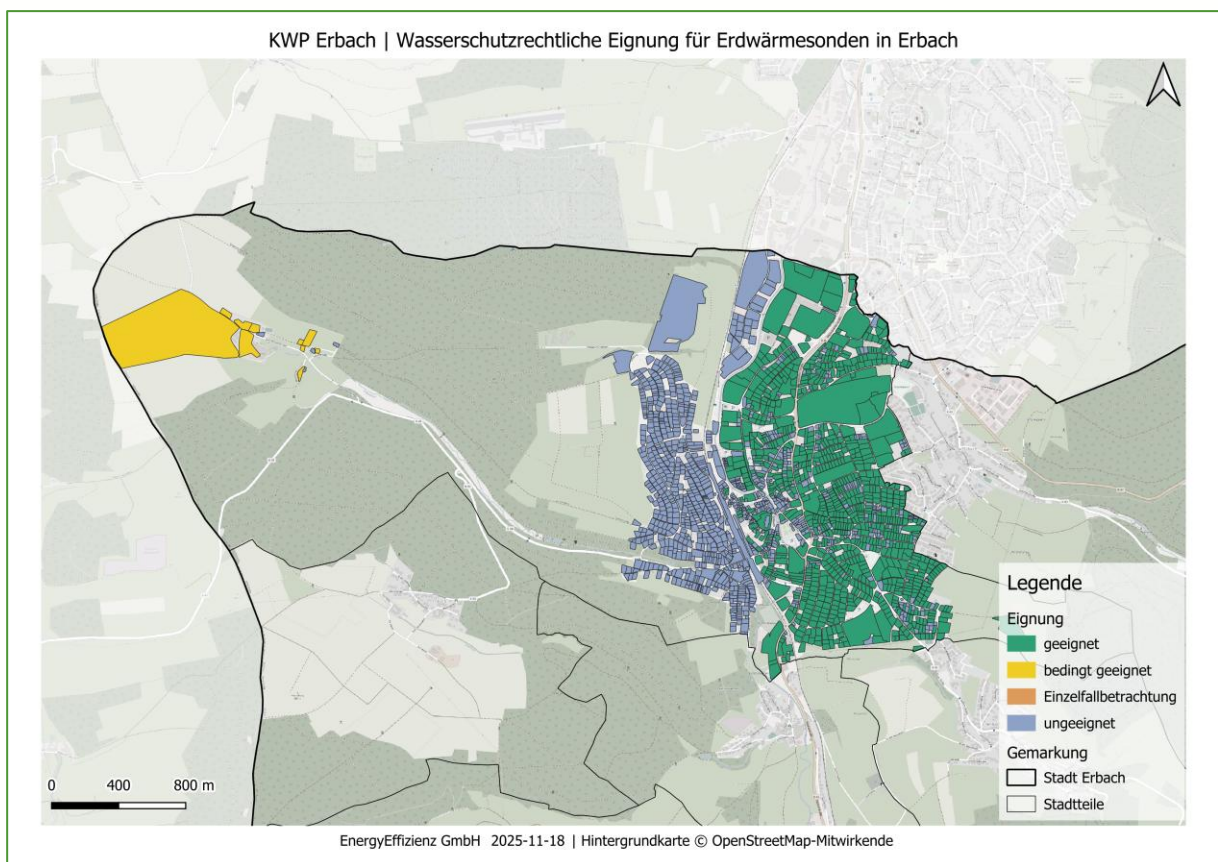


Abbildung 25: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

4.3.3. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger kann das Biomasse-Potenzial sowohl für die zentrale als auch die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden genutzt werden. Das Biomasse-Potenzial wurde bereits in Kapitel 4.2.1 untersucht. Welcher Anteil des Potenzials für die zentrale und für die dezentrale Versorgung genutzt werden kann, wird im Zielszenario definiert.

4.3.4. Solarthermie auf Dachflächen

Neben dem Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation von Solarthermieanlagen auf Dächern betrachtet.

4.3.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Als geographische Eingrenzung dienen hierbei sämtliche Gebäude, wobei das technische Potenzial berücksichtigt wird und gebäudebezogene Einschränkungen aufgrund des Denkmalschutzes unberücksichtigt bleiben. Datengrundlage ist das Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen

4.3.4.2. Potenzial

Für das Plangebiet liegen keine Daten des Solarkatasters der LEA Hessen zur solarthermischen Nutzung von Dachflächen vor. Eine Abschätzung des Solarthermiefpotenzials ist daher auf dieser Grundlage nicht möglich.

4.4. Stromerzeugungspotenziale

Neben den Potenzialen zur zentralen und dezentralen Wärmeversorgung werden im Folgenden die Potenziale zur Stromerzeugung untersucht. Insbesondere im Hinblick auf eine zukünftig stärkere Sektorenkopplung ist die Analyse der Strom-Potenziale wichtig, um eine strombasierte Wärmeversorgung z.B. durch dezentrale Wärmepumpen sicherzustellen. Die konkrete Einbindung der Potenziale zum Beispiel für den Betrieb einer Großwärmepumpe für ein Wärmenetz wird im Zielszenario dargestellt.

4.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen

Photovoltaik spielt eine entscheidende Rolle in der kommunalen Wärmeplanung, da der erzeugte Strom für verschiedene Technologien zur Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von mittels Photovoltaik erzeugtem Strom zur Versorgung von Wärmepumpen. Photovoltaik ist eine flexible Lösung, da sie sowohl auf Dächern als auch auf Freiflächen installiert werden kann und so unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten gerecht wird. Damit trägt Photovoltaik nicht nur zur nachhaltigen Stromerzeugung bei, sondern unterstützt auch maßgeblich die Erzeugung erneuerbarer Wärme.

Neben dem Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation von PV-Anlagen auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen hierbei sämtliche Gebäude, wobei das technische Potenzial berücksichtigt wird und gebäudebezogene Einschränkungen z.B. aufgrund des Denkmalschutzes unberücksichtigt bleiben.

4.4.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Die Leistung von PV-Anlagen auf Dachflächen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Ausrichtung und Neigung des Dachs. Eine Ausrichtung nach Süden in der Nordhalbkugel und ein Neigungswinkel zwischen 30° und 45° sind optimal. Schatten von Gebäuden, Bäumen oder anderen Objekten können die Leistung erheblich beeinträchtigen, selbst kleine Schatten können den Gesamtertrag deutlich reduzieren. Unterschiedliche Dachmaterialien und Oberflächenstrukturen können die Reflexion und Absorption von Sonnenlicht beeinflussen, was sich wiederum auf die Leistung der PV-Module auswirkt. Zusätzlich variieren klimatische Bedingungen wie Sonneneinstrahlung und Temperatur je nach geografischer Lage und Jahreszeit und beeinflussen damit die Leistung der PV-Anlage. Da hohe Umgebungstemperaturen die Leistung einer PV-Anlage reduzieren, ist mindestens eine Hinterlüftung sinnvoll.

4.4.1.2. Potenzial

Potenziale für einzelne Gebäude können aus dem Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen abgerufen werden. Die Zusammenfassung zur Photovoltaik zeigt, dass 122,8 MW_p installiert und daraus ein Stromertrag von 128,5 GWh/a erzeugt werden könnte.

4.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen

Freiflächen-Photovoltaik meint die Aufständigung von Solarmodulen auf großen Flächen – im Gegensatz zu der beispielsweise weit verbreiteten Montage auf Dächern. Photovoltaik-Freiflächenanlagen können bei Nachführung erhöhte Erträge einbringen.

Die Freiflächen-Photovoltaik ist eine äußerst effiziente Methode zur Gewinnung von erneuerbarem Strom. Bei dieser Technologie werden Solaranlagen auf freien Flächen am Boden installiert, wie beispielsweise auf landwirtschaftlich ungenutzten oder brachliegenden Äckern. Diese eignen sich besonders gut für die Errichtung von Photovoltaikanlagen, da sie genügend Raum bieten, um hohe Erträge an Solarstrom zu erzielen.

4.4.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Folgenden wird das Potenzial für Photovoltaik auf Freiflächen bestimmt. Hierbei werden die Bestimmungen nach EEG (2023), §37, Abs. 1, 2, 3 zu Grunde gelegt. Untersucht werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Flächenpotenziale, die kein entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden sind und bei denen es sich um:

- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung handelt
- Flächen im Abstand von 500 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, längs von Autobahnen oder mehrgleisigen Schienenwegen handelt
- Ackerflächen oder Grünland handelt, die in einem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet liegen

Bei der Berechnung des Freiflächen-PV-Potenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen.

Ausschlusskriterien:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparke und Naturdenkmäler
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete
- Biotop
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebietszonen, Zone I
- Eine Hangneigung größer gleich 20 °

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Naturparke
- Entwicklungszonen von Biosphärengebieten
- Wasserschutzgebiete Zone II
- Hochspannungsfreileitungen

Demnach wird unterschieden in das geeignete Potenzial (exklusive Restriktionen) und das bedingt geeignete Potenzial (inkl. Restriktionen). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Sonneneinstrahlung entscheidend. Bereits vorliegende Ergebnisse einer Potenzialstudie wurden in die kommunale Wärmeplanung integriert.

4.4.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen (Abbildung 26) eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie-Anlagen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen die räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Die Nutzung für PV oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

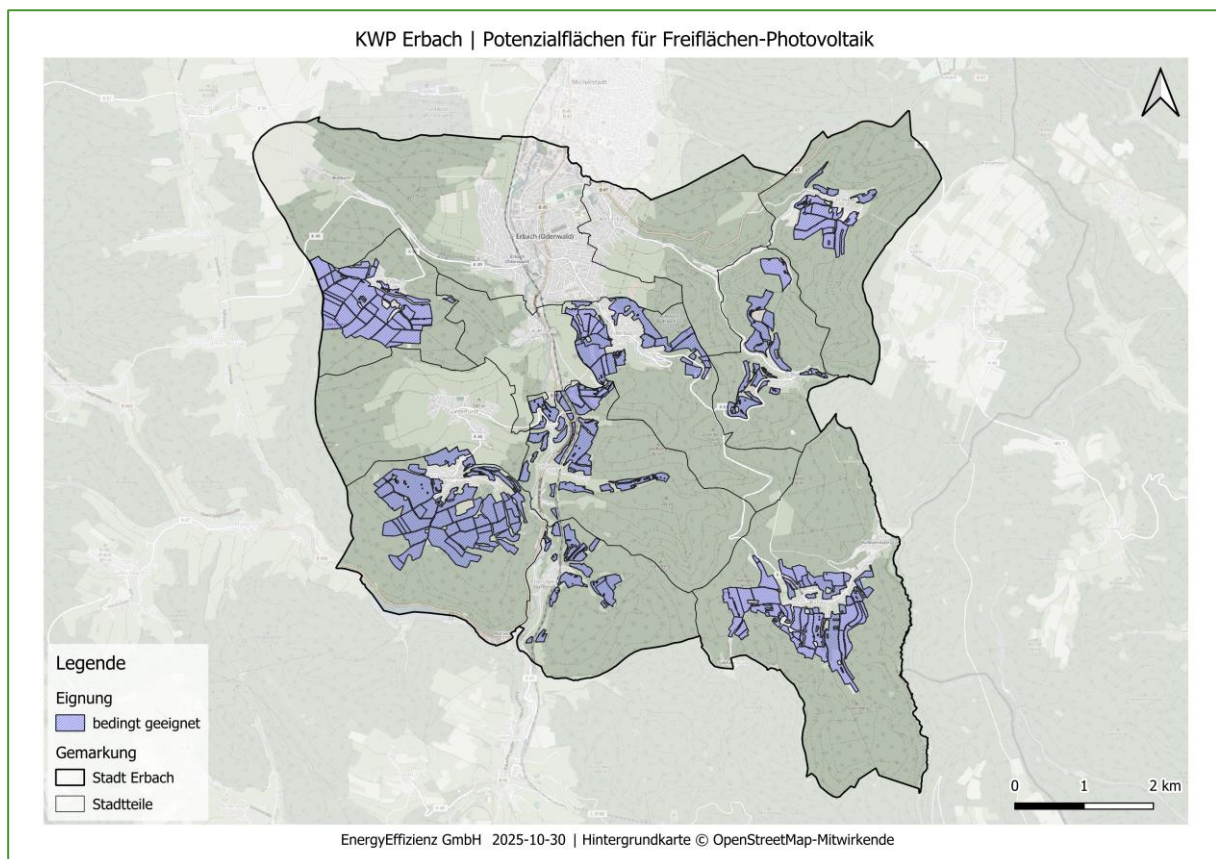


Abbildung 26: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 950 MWh/(ha*a) Ertrag für Photovoltaik angenommen. Dies ergibt ein Gesamtpotenzial von 708,7 GWh/a (Tabelle 9).

Tabelle 9: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]	Technisches Potenzial geeignet [GWh/a]
Bullau	133,7	-
Dorf-Erbach	-	-
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	34,9	-
Ebersberg	117,5	-
Elsbach	-	-
Erbuch	78,2	-
Erlenbach	43,9	-
Ernsbach	52,4	-
Günterfürst	-	-
Haisterbach	177,5	-
Lauerbach	-	-
Schönnen	70,7	-
Gesamtes Plangebiet	708,7	-

4.4.3. Agri-PV

Eine besondere Form der Nutzung von Sonnenenergie ist die sogenannte Agri-Photovoltaik (Agri-PV). Dabei werden im Unterschied zu den Freiflächenanlagen die Kollektoren entsprechend der landwirtschaftlichen Nutzung aufgeständert, sodass unter den Kollektoren weiterhin das Feld bestellt werden kann. Alternativ können die Module vertikal aufgestellt werden, um Platz für landwirtschaftliche Maschinen freizuhalten, oder sie werden als Überdachung von Obst- und Weinkulturen eingesetzt, wo sie zusätzlich Schutz vor Witterungseinflüssen bieten.

4.4.3.1. Hinweise und Einschränkungen

Agri-Photovoltaik-Anlagen sind nach EEG 2023 bevorzugt auf:

- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau
- Anlagen auf Ackerflächen mit gleichzeitigem Anbau von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen
- Anlagen auf Grünland bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland

Nicht alle landwirtschaftlichen Flächen sind für eine entsprechende Anlage geeignet. Streuobstwiesen werden ausgeschlossen. Ackerflächen, Rebflächen, Grünland, Gartenland und Obststrauchplantagen werden bei der Untersuchung berücksichtigt. Als zusätzliche Ausschlusskriterien werden

Wasserschutzgebiete und Hochwasserschutzgebiete ausgeschlossen. Schutzbedürftige Naturflächen, wie Biotop stehen grundlegend nicht im Widerspruch zu Agri-PV, werden aber aufgrund des erhöhten Planungsaufwands und aus Rücksicht auf die Natur ausgeschlossen. Da das Landschaftsbild durch aufgeständerte Anlagen unter Umständen mehr beeinflusst wird als bei Freiflächenanlagen, die am Boden errichtet werden, werden die Landschaftsschutzgebiete (LSG) gesondert berücksichtigt. Es wird von bedingt geeigneten Flächen gesprochen, wenn die LSG inkludiert sind und von geeigneten Flächen, wenn die LSG ausgeschlossen wurden. Zu berücksichtigen ist auch, dass eine Flächenkonkurrenz zwischen Agri-PV-Anlagen und Freiflächen-Anlagen bestehen kann, da sich die Flächenkulisse in Teilen überschneidet.

4.4.3.2. Potenzial

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 570 MWh/ha/a Ertrag für Agri-PV angenommen (Trommsdorff, Dr. M. et al., 2024). Für die Stadt ergibt sich ein technisches Potenzial von 680,4 GWh/a für die Stromerzeugung durch Agri-PV. Das Potenzial für Agri-PV für die einzelnen Stadtteile wird dargestellt in

Tabelle 10 und Abbildung 27.

Tabelle 10: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) in GWh/a	Technisches Potenzial (geeignet) in GWh/a
Bullau	80,2	-
Dorf-Erbach	29,0	-
Kernstadt Erbach (inklusive Weiler Roßbach)	21,0	-
Ebersberg	70,5	-
Elsbach	109,4	-
Erbuch	46,9	-
Erlenbach	26,3	-
Ernsbach	31,4	-
Günterfürst	80,7	-
Haisterbach	106,5	-
Lauerbach	36,1	-
Schönnen	42,4	-
Gesamtes Plangebiet	680,4	-

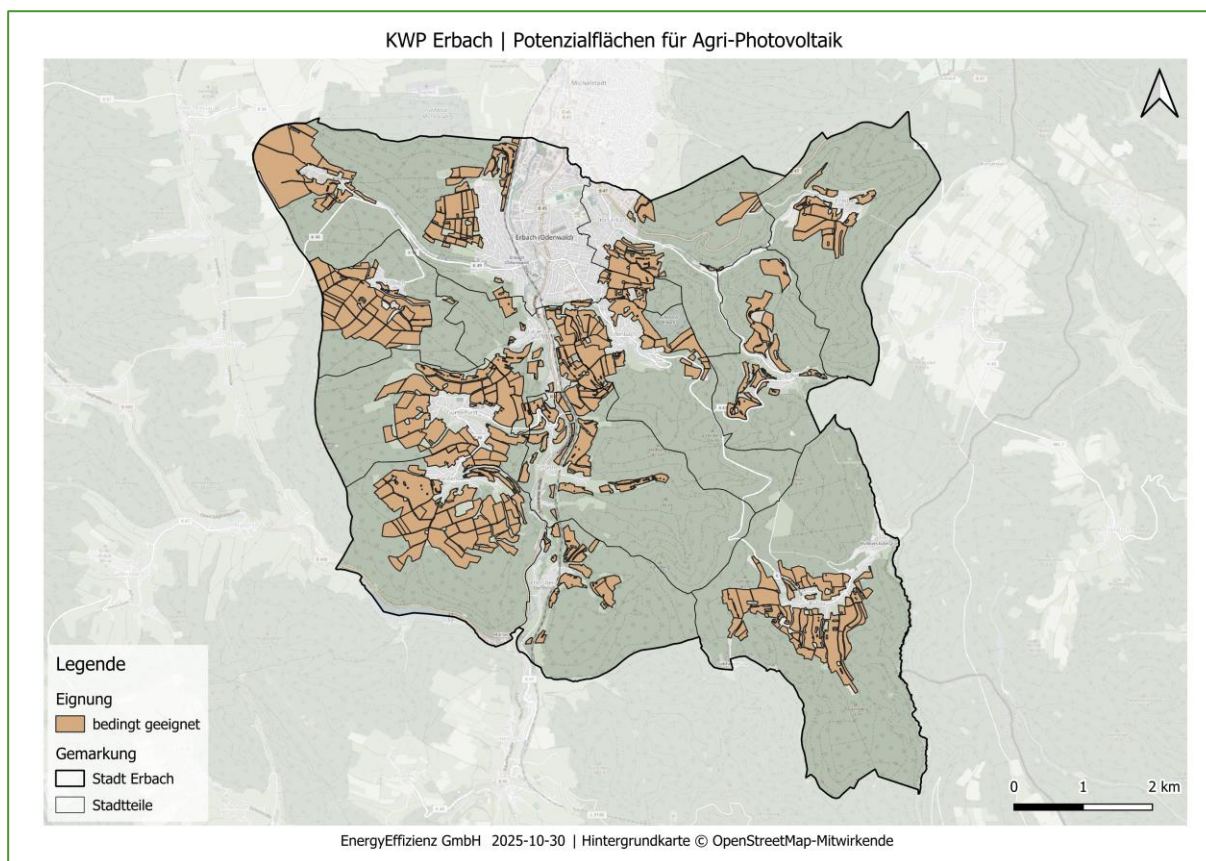


Abbildung 27: Potenzialflächen Agri-PV

4.4.4. Windkraft

Windkraftanlagen machen sich die Strömungen des Windes zunutze, welche die Rotorblätter in Bewegung setzen. Mittels eines Generators erzeugen diese aus der Bewegungsenergie elektrischen Strom, der anschließend ins Netz eingespeist wird. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Windenergienutzung. Die mit großem Abstand dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

4.4.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Auf Bundesebene soll der Ausbau der Windenergie beschleunigt werden. Als Grundlage dient neben den deutlich erhöhten Ausbauzielen im Rahmen des EEG 2023 das im Februar 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz⁵, laut dem in Hessen 2,2 % der Landesfläche für Windkraft ausgewiesen sein sollen bis 2032, um die bundesweiten klimapolitischen Ziele tatsächlich erreichen zu können. In Hessen sind inzwischen alle drei⁶ Teilregionalpläne Energie in Kraft. Sie weisen insgesamt 418 Windvorranggebiete aus, was etwa 1,9 % der Landesfläche entspricht und damit ist das bundesrechtliche Zwischenziel von 1,8 % bis 2027 bereits erfüllt. Bis 2032 müssen jedoch 2,2 % erreicht

⁵ Wind BG 2023, § 3 Abs. 1

⁶ Teilregionalpläne Energie: Nordhessen, Mittelhessen und Südhessen

werden, sodass in den kommenden Jahren noch rund 6.500 ha zusätzliche Vorrangflächen auszuweisen sind⁷.

4.4.4.2. Potenzial

Für die Nutzung der Windenergie ist es besonders wichtig, windhöfliche Gebiete zu erschließen, da sie das höchste Ertragspotenzial bieten. Auf dieser Basis wurden die gekennzeichneten Flächen anhand der vorliegenden, konkreteren Flächenanalyse genauer definiert und die maximale Anzahl von installierbaren Windkraftanlagen (WKA) errechnet. Dabei wurde ein Flächenbedarf von 2,5 ha je Windkraftanlage angenommen. Es wird von einem Zubau von 3 Windkraftanlagen in den ausgewiesenen Suchräumen ausgegangen. Unter der Annahme, dass pro Anlage 4 MWp Leistung installiert und 1.752 Volllaststunden pro Jahr ausgenutzt werden können, kann ein Stromertrag von 21,0 GWh/a erreicht werden. Das Potenzial für Windenergie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 11: Potenzial Windkraft nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (geeignet) in GWh/a	Mögliche Anzahl von WEA
Elsbach	14,0	2
Günterfürst	7,0	1
Gesamtes Plangebiet	21,0	3

⁷ <https://www.lea-hessen.de/energiewende-in-hessen/windenergie/>

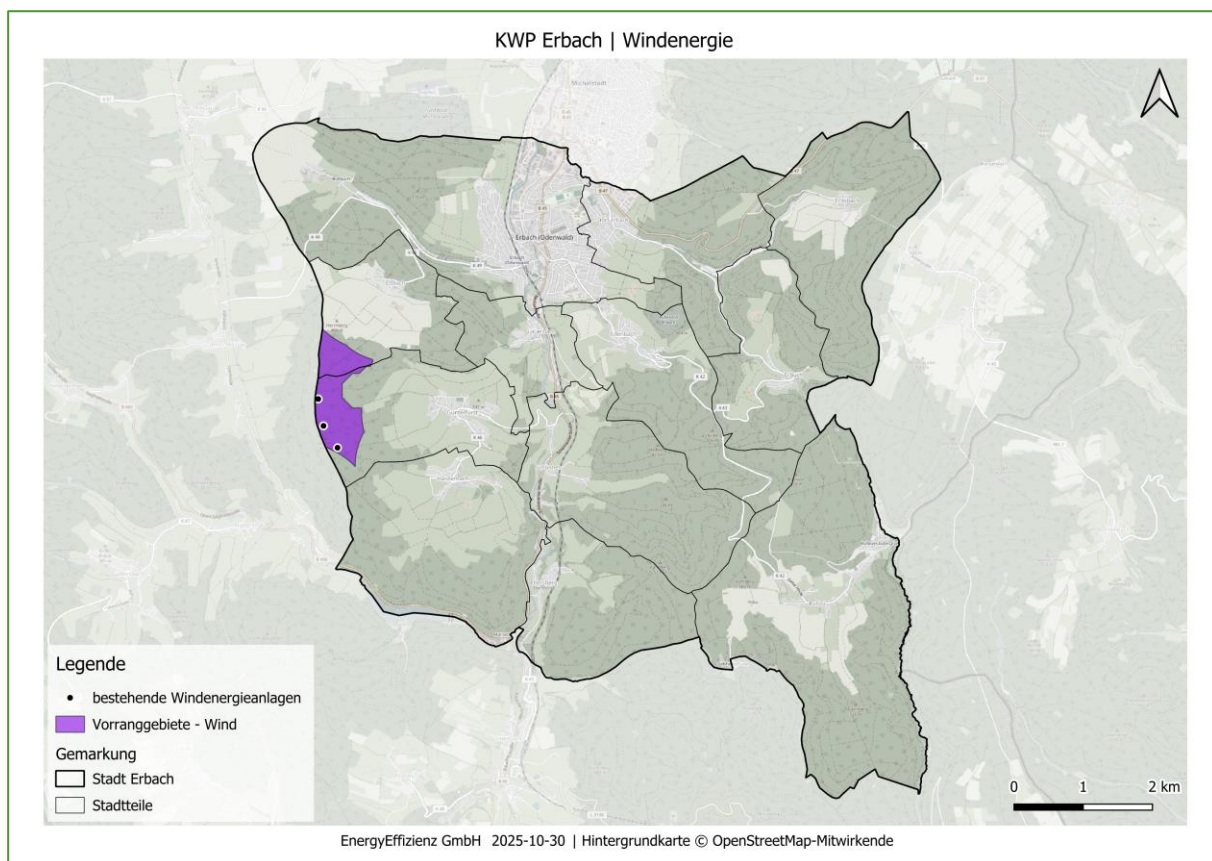


Abbildung 28: Potenzialflächen Windkraft

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende, Prognos, Consentec. (2022). *Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann.*
- BMWK. (2022). *Geothermie für die Wärmewende-Bundeswirtschaftsministerium startet Konsultationsprozess.* Von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/11/20221111-geothermie-fuer-die-waermewende.html> abgerufen
- Bracke, R., & Huenges, E. (Februar 2022). www.geothermie.de. Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie & Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ). Von https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Roadmap_Tiefe_Geothermie_in_Deutschland_FhG_HGF_02022022.pdf abgerufen
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). (2007). *Bodenarten in Oberböden Deutschlands.*
- Bundesverband Geothermie. (kein Datum). Abgerufen am 20. 09 2023 von <https://www.geothermie.de/geothermie/einstieg-in-die-geothermie.html>
- Dunkelberg, E. A. (2023). *Bestimmung des Potenzials von Abwärme in Berlin.* Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Beauftragt durch das Land Berlin, vertreten durch die Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klima- und Umweltschutz.
- LABO. (2023). Von https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO-Arbeitshilfe_FFA_Photovoltaik_und_Solarthermie.pdf abgerufen
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe.* (R. u. Landesamt für Geologie, Hrsg.) Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete.* Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Lauf, T., Memmler, M., & Schneider, S. (2022). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Dessau-Roßlau.
- Leitfaden Wärmeplanung (Ortner et al. . (2024)). *Ortner, Sara; Paar, Angelika; Johannsen, Lea; Wachter, Philipp; Hering, Dominik; Pehnt, Martin et al. (2024): Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche.* Hg. v. ifeu - Institut für . Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW. (2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen.*
- Peters, M., Miocic, J., & Koenigsdorff, R. (2022). *Erdwärmesonden-Potenzial für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg.* (K. K.-u.-W. GmbH, Hrsg.) Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Erdwaermesonden/230918_Dokumentation_Potenzial_EWS-BW.pdf abgerufen
- Schönberger, P., Dietrich, C., Falke, T., Fischer, M., Hensel, P., & Janssen, S. (2017). *EnEff:Stadt-Modellstadt25+/Lampertheim effizient - Innovative Konzepte zur Realisierung von Energieeffizienzpotenzialen in Mittelstädten.* Aachen/Lampertheim: EnergyEffizienz GmbH.
- Technikkatalog (Langreder et al. (2024)). *Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wunsch, Aurel; Lengning, Saskia et al. (2024): Technikkatalog Wärmeplanung.* Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelph. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kurzstatistik über Stadtteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2024)	14
Tabelle 2: Einteilung der Wärmeliniendichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung	23
Tabelle 3: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung	23
Tabelle 4: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen und im gesamten Plangebiet pro Jahr	30
Tabelle 5: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen	33
Tabelle 6: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen ...	36
Tabelle 7: Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe) der Erdwärmekollektoren nach Stadtteilen	47
Tabelle 8: Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteilen	49
Tabelle 9: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen	55
Tabelle 10: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen	56
Tabelle 11: Potenzial Windkraft nach Stadtteilen	58
Tabelle 12 Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs auf Basis des Technikkatalogs Kommunale Wärmeplanung (ifeu gGmbH et al., 2024)	130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)	8
Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element.....	11
Abbildung 3: Trinkwasserschutzgebiete in der Gemarkung	12
Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Erbach	13
Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Sektoren nach Anzahl)	15
Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (Sektoren nach beheizter Fläche)	15
Abbildung 7: Kernstadt Erbach: Dominierender Sektor.....	16
Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH	17
Abbildung 9: Kernstadt Erbach: Baualtersklassen.....	18
Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kehrbuschdaten, 2022	19
Abbildung 11: Kernstadt Erbach: Energieträger je Baublock	20
Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen	21
Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen [GWh/a)	22
Abbildung 14: Kernstadt Erbach: Wärmelinien-dichte Status quo	24
Abbildung 15: Kernstadt Erbach: Wärmedichte je Baublock Status quo	24
Abbildung 16: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion	29
Abbildung 17: Biomassepotenzial im Plangebiet	30
Abbildung 18: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie	34
Abbildung 19: Potenzialflächen Agrothermie	37
Abbildung 20: Geeignete stille Gewässer für Seethermie	39
Abbildung 21: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023).....	41
Abbildung 22: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	48
Abbildung 23: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	48
Abbildung 24: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	50
Abbildung 25: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	50
Abbildung 26: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik	54
Abbildung 27: Potenzialflächen Agri-PV.....	57
Abbildung 28: Potenzialflächen Windkraft	59
Abbildung 40: Stadtteil Bullau: Dominierende Sektoren	70
Abbildung 41: Stadtteil Bullau: Baualtersklassen.....	70
Abbildung 42: Stadtteil Bullau: Energieträger im Status quo.....	71
Abbildung 43: Stadtteil Bullau: Wärmedichte im Status quo.....	71
Abbildung 44: Stadtteil Bullau: Wärmelinien-dichte im Status quo.....	72
Abbildung 45: Stadtteil Bullau: Wärmelinien-dichte im Zieljahr 2045	72

Abbildung 46: Stadtteil Bullau: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	73
Abbildung 47: Stadtteil Bullau: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	73
Abbildung 46: Stadtteil Bullau: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	74
Abbildung 47: Stadtteil Bullau: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	74
Abbildung 48: Stadtteil Dorf-Erbach: Dominierende Sektoren	75
Abbildung 49: Stadtteil Dorf-Erbach: Baualtersklassen	76
Abbildung 50: Stadtteil Dorf-Erbach: Energieträger im Status quo	76
Abbildung 51: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmedichte im Status quo	76
Abbildung 52: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmelinienendichte im Status quo	77
Abbildung 53: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	77
Abbildung 54: Stadtteil Dorf-Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	78
Abbildung 55: Stadtteil Dorf-Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	78
Abbildung 54: Stadtteil Dorf-Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	79
Abbildung 55: Stadtteil Dorf-Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	79
Abbildung 56: Stadtteil Ebersberg: Dominierende Sektoren	80
Abbildung 57: Stadtteil Ebersberg: Baualtersklassen	80
Abbildung 58: Stadtteil Ebersberg: Energieträger im Status quo	81
Abbildung 59: Stadtteil Ebersberg: Wärmedichte im Status quo	81
Abbildung 60: Stadtteil Ebersberg: Wärmelinienendichte im Status quo	82
Abbildung 61: Stadtteil Ebersberg: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	82
Abbildung 62: Stadtteil Ebersberg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene ..	83
Abbildung 63: Stadtteil Ebersberg: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	83
Abbildung 62: Stadtteil Ebersberg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	84
Abbildung 63: Stadtteil Ebersberg: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	84
Abbildung 64: Stadtteil Elsbach: Dominierende Sektoren	85
Abbildung 65: Stadtteil Elsbach: Baualtersklassen	85
Abbildung 66: Stadtteil Elsbach: Energieträger im Status quo	86
Abbildung 67: Stadtteil Elsbach: Wärmedichte im Status quo	86
Abbildung 68: Stadtteil Elsbach: Wärmelinienendichte im Status quo	87
Abbildung 69: Stadtteil Elsbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	87
Abbildung 70: Stadtteil Elsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	88
Abbildung 71: Stadtteil Elsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	88
Abbildung 70: Stadtteil Elsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	89

Abbildung 71: Stadtteil Elsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene ..	89
Abbildung 72: Stadtteil Erbach: Dominierende Sektoren	90
Abbildung 73: Stadtteil Erbach: Baualtersklassen.....	90
Abbildung 74: Stadtteil Erbach: Energieträger im Status quo.....	91
Abbildung 75: Stadtteil Erbach: Wärmedichte im Status quo	91
Abbildung 76: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Status quo.....	92
Abbildung 77: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	92
Abbildung 78: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	93
Abbildung 79: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	93
Abbildung 78: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	94
Abbildung 79: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene ...	94
Abbildung 80: Stadtteil Erbach: Dominierende Sektoren	95
Abbildung 81: Stadtteil Erbach: Baualtersklassen	95
Abbildung 82: Stadtteil Erbach: Energieträger im Status quo	96
Abbildung 83: Stadtteil Erbach: Wärmedichte im Status quo	96
Abbildung 84: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Status quo	97
Abbildung 85: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	97
Abbildung 86: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	98
Abbildung 87: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	98
Abbildung 86: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	99
Abbildung 87: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene ...	99
Abbildung 88: Stadtteil Erlenbach: Dominierende Sektoren	100
Abbildung 89: Stadtteil Erlenbach: Baualtersklassen.....	100
Abbildung 90: Stadtteil Erlenbach: Energieträger im Status quo.....	101
Abbildung 91: Stadtteil Erlenbach: Wärmedichte im Status quo.....	101
Abbildung 92: Stadtteil Erlenbach: Wärmeliniendichte im Status quo.....	102
Abbildung 93: Stadtteil Erlenbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	102
Abbildung 94: Stadtteil Erlenbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene ..	103
Abbildung 95: Stadtteil Erlenbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	103
Abbildung 94: Stadtteil Erlenbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	104
Abbildung 95: Stadtteil Erlenbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	104
Abbildung 96: Stadtteil Ernsbach: Dominierende Sektoren	105
Abbildung 97: Stadtteil Ernsbach: Baualtersklassen	105
Abbildung 98: Stadtteil Ernsbach: Energieträger im Status quo (2024).....	106

Abbildung 99: Stadtteil Ernsbach: Wärmedichte im Status quo	106
Abbildung 100: Stadtteil Ernsbach: Wärmelinienendichte im Status quo	107
Abbildung 101: Stadtteil Ernsbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	107
Abbildung 102: Stadtteil Ernsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	108
Abbildung 103: Stadtteil Ernsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	108
Abbildung 102: Stadtteil Ernsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	109
Abbildung 103: Stadtteil Ernsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	109
Abbildung 104: Stadtteil Günterfürst: Dominierende Sektoren	110
Abbildung 105: Stadtteil Günterfürst: Baualtersklassen	110
Abbildung 106: Stadtteil Günterfürst: Energieträger im Status quo (2024)	111
Abbildung 107: Stadtteil Günterfürst: Wärmedichte im Status quo	111
Abbildung 108: Stadtteil Günterfürst: Wärmelinienendichte im Status quo	112
Abbildung 109: Stadtteil Günterfürst: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	112
Abbildung 110: Stadtteil Günterfürst: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	113
Abbildung 111: Stadtteil Günterfürst: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	113
Abbildung 110: Stadtteil Günterfürst: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene ..	114
Abbildung 111: Stadtteil Günterfürst: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	114
Abbildung 112: Stadtteil Halsterbach: Dominierende Sektoren	115
Abbildung 113: Stadtteil Halsterbach: Baualtersklassen	115
Abbildung 114: Stadtteil Halsterbach: Energieträger im Status quo (2024)	116
Abbildung 115: Stadtteil Halsterbach: Wärmedichte im Status quo	116
Abbildung 116: Stadtteil Halsterbach: Wärmelinienendichte im Status quo	117
Abbildung 117: Stadtteil Halsterbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	117
Abbildung 118: Stadtteil Halsterbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	118
Abbildung 119: Stadtteil Halsterbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	118
Abbildung 118: Stadtteil Halsterbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene .	119
Abbildung 119: Stadtteil Halsterbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	119
Abbildung 120: Stadtteil Lauerbach: Dominierende Sektoren	120
Abbildung 121: Stadtteil Lauerbach: Baualtersklassen	120
Abbildung 122: Stadtteil Lauerbach: Energieträger im Status quo (2024)	121
Abbildung 123: Stadtteil Lauerbach: Wärmedichte im Status quo	121
Abbildung 124: Stadtteil Lauerbach: Wärmelinienendichte im Status quo	122

Abbildung 125: Stadtteil Lauerbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	122
Abbildung 126: Stadtteil Lauerbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	123
Abbildung 127: Stadtteil Lauerbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	123
Abbildung 126: Stadtteil Lauerbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	124
Abbildung 127: Stadtteil Lauerbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	124
Abbildung 128: Stadtteil Schönnen: Dominierende Sektoren	125
Abbildung 129: Stadtteil Schönnen: Baualtersklassen	125
Abbildung 130: Stadtteil Schönnen: Energieträger im Status quo (2024)	126
Abbildung 131: Stadtteil Schönnen: Wärmedichte im Status quo	126
Abbildung 132: Stadtteil Schönnen: Wärmeliniendichte im Status quo	127
Abbildung 133: Stadtteil Schönnen: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	127
Abbildung 134: Stadtteil Schönnen: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	128
Abbildung 135: Stadtteil Schönnen: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	128
Abbildung 134: Stadtteil Schönnen: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	129
Abbildung 135: Stadtteil Schönnen: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	129

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr (anno)
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
B-Plan	Bebauungsplan
bzgl.	Bezüglich
°C	Grad Celsius
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
d.h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DN	Nomineller Rohrdurchmesser
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EUR	Euro
etc.	et cetera
et al	und andere
e.V.	eingetragener Verein
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
GEG	Gebäudeenergiegesetz (Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geoinformationssystem
GWh	Gigawattstunde(n)
Hg.	Herausgeber
HQ100	100-jährliches Hochwasser
ha	Hektar
ID	Identifikation
inkl.	Inklusive
K	Kelvin

KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde(n)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt peak
LB	Laubbäume
LED	Light Emitting Diode
m	Meter
m ²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunde(n)
MW	Megawatt
MWp	Megawatt peak
neg.	Negativ
NSG	Naturschutzgebiet
OG	Ortsgemeinde
PV	Photovoltaik
ST	Solarthermie
St.	Stück
t	Tonne
u.a.	und andere(s) / unter anderem
VG	Verbandsgemeinde
vgl.	vergleiche
vs.	gegen (versus)
WE	Wohneinheit
WEA	Windenergieanlage(n)
Whg.	Wohnungen
WP	Wärmepumpe
WÜS	Wärmeübergabestation
z.B.	zum Beispiel
ZFH	Zweifamilienhaus
zzgl.	zuzüglich

Anhangsverzeichnis

Anhang A: Bullau.....	70
Anhang B: Dorf-Erbach.....	75
Anhang C: Ebersberg.....	80
Anhang D: Elsbach.....	85
Anhang E: Erbach	90
Anhang F: Erbuch	95
Anhang G: Erlenbach.....	100
Anhang H: Ernsbach	105
Anhang I: Günterfürst	110
Anhang J: Halsterbach.....	115
Anhang K: Lauerbach	120
Anhang L: Schönnen.....	125
Anhang M: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen	130

Anhang A: Bullau

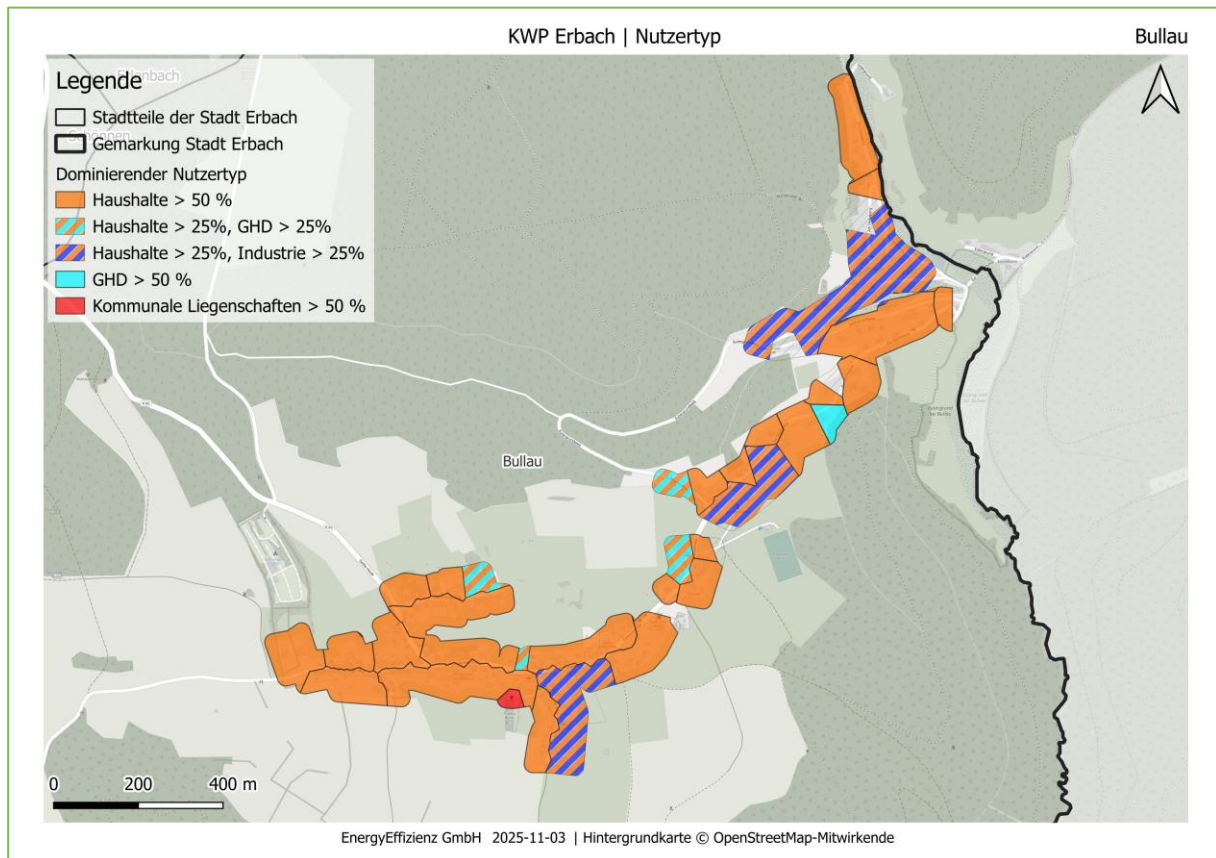


Abbildung 29: Stadtteil Bullau: Dominierende Sektoren

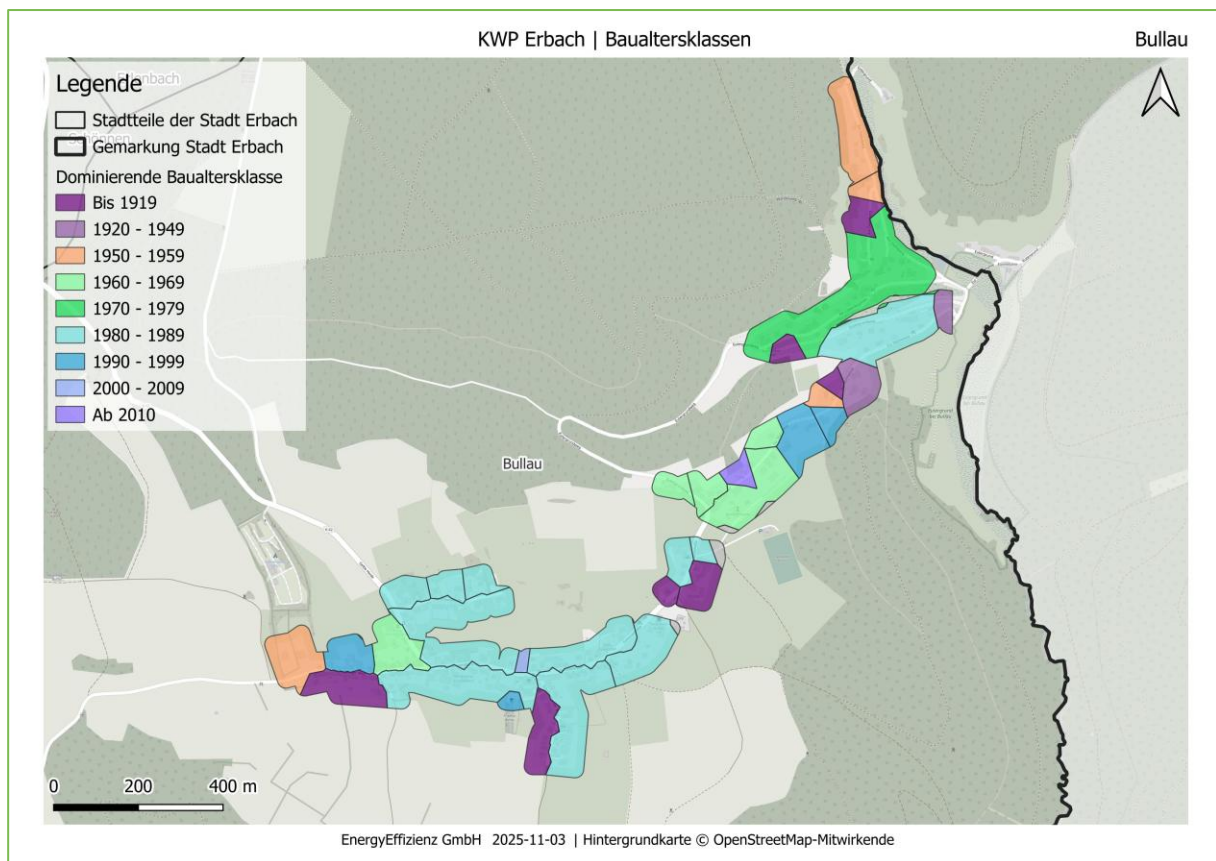


Abbildung 30: Stadtteil Bullau: Baualtersklassen

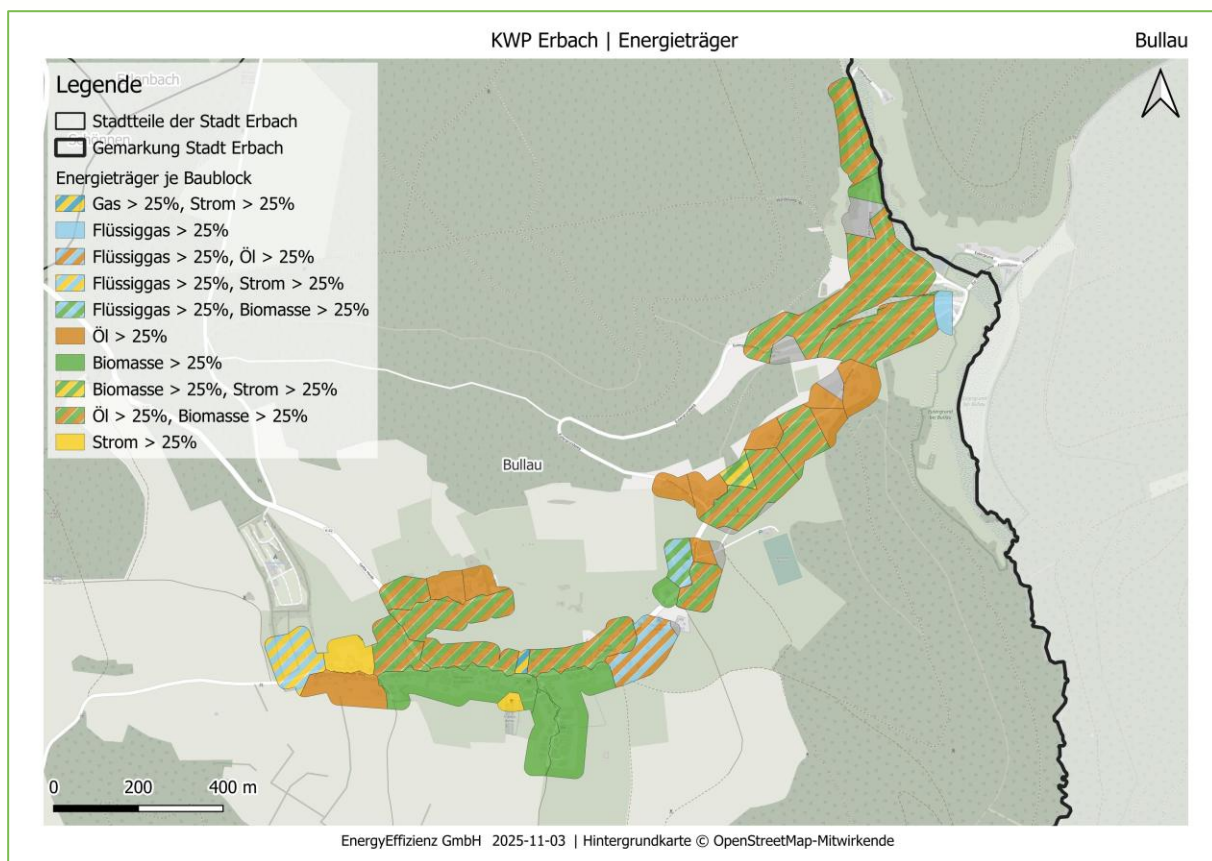


Abbildung 31: Stadtteil Bullau: Energieträger im Status quo

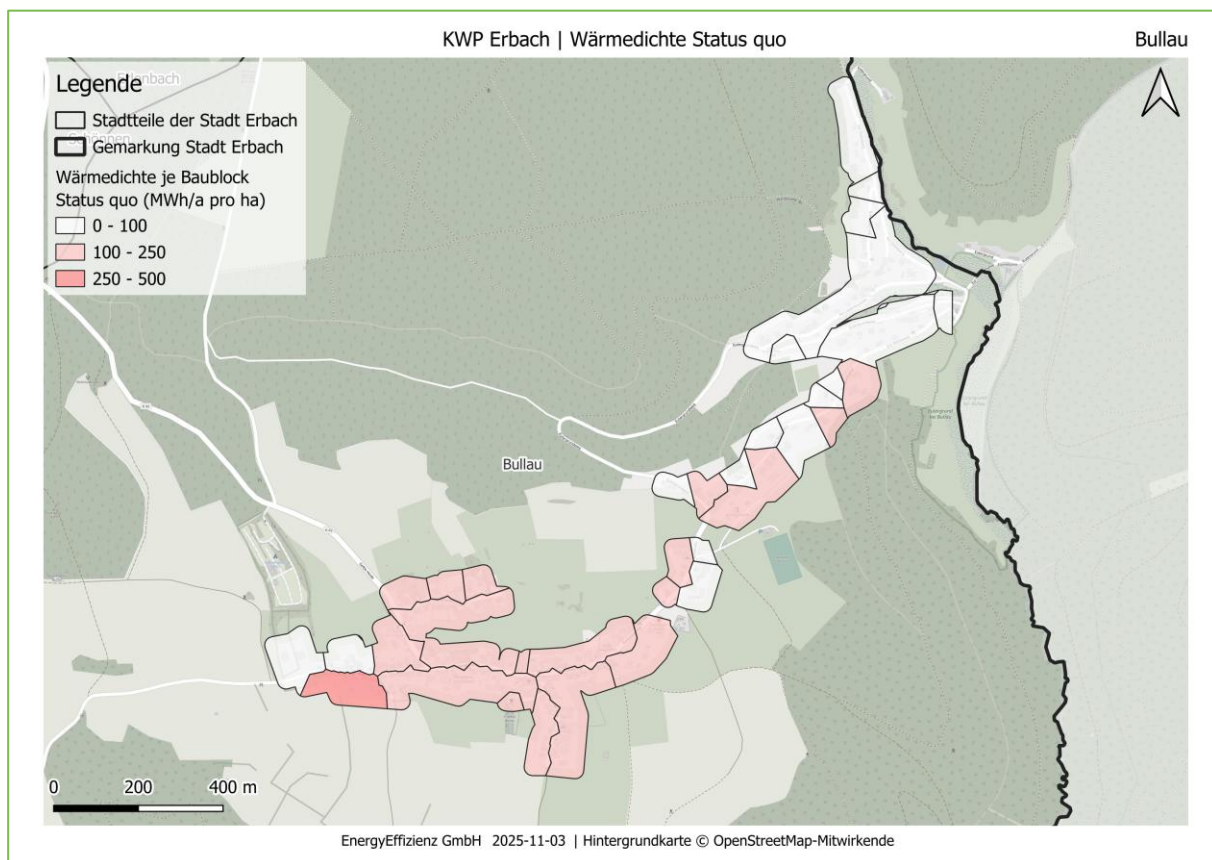


Abbildung 32: Stadtteil Bullau: Wärmedichte im Status quo

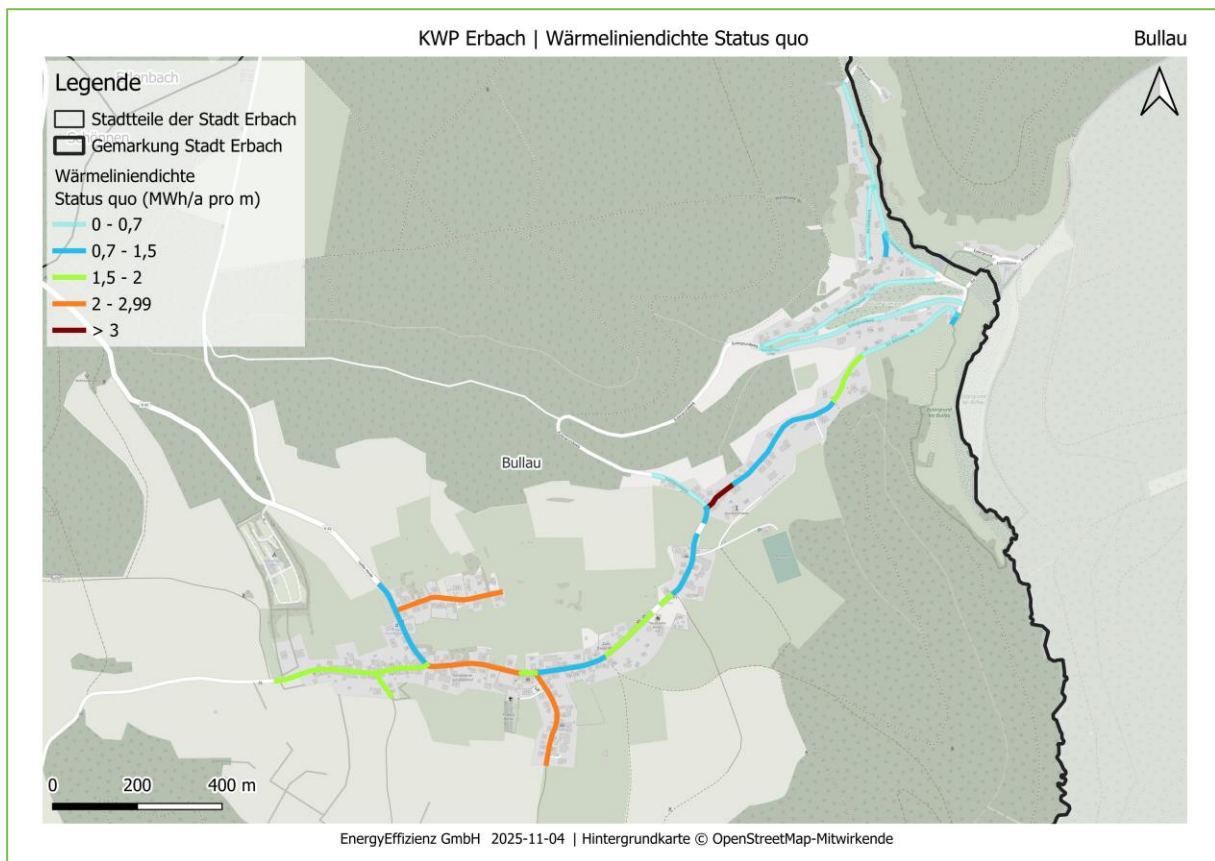


Abbildung 33: Stadtteil Bullau: Wärmeliniendichte im Status quo

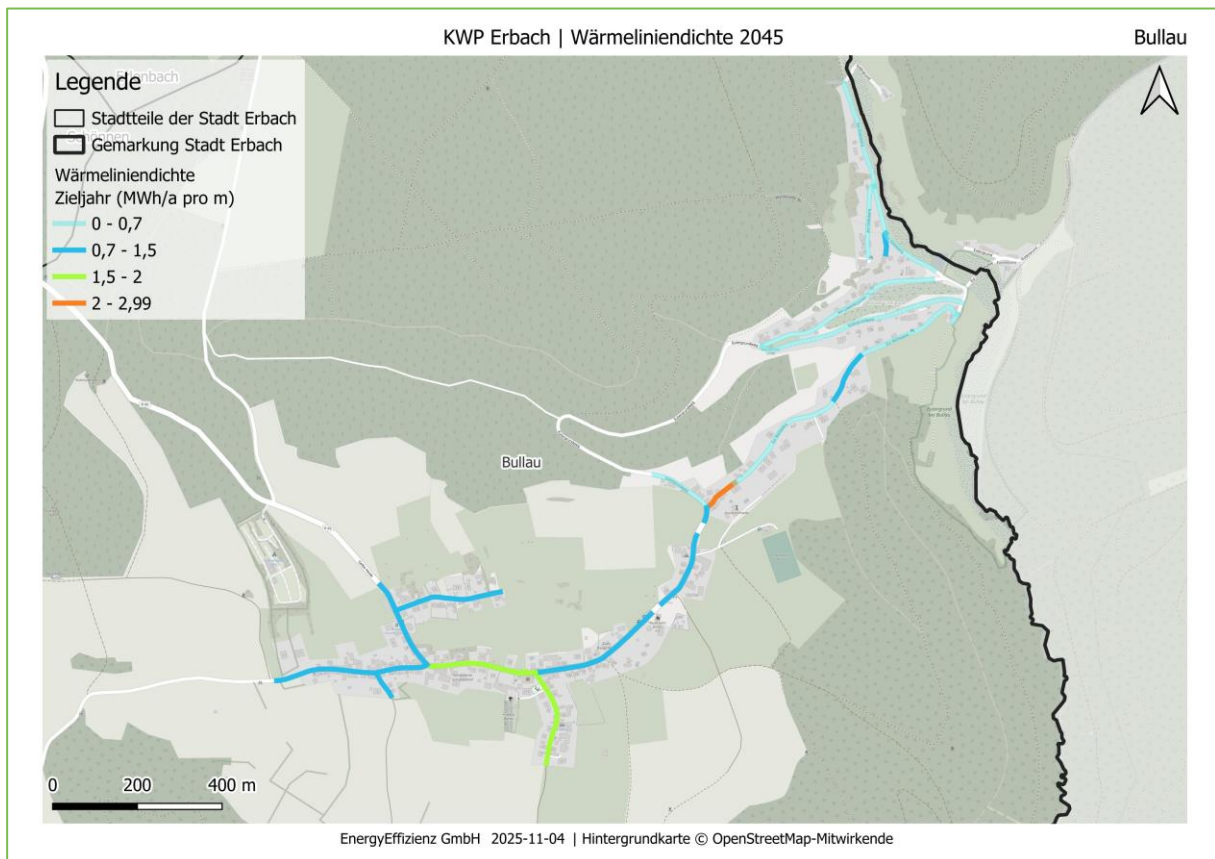


Abbildung 34: Stadtteil Bullau: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

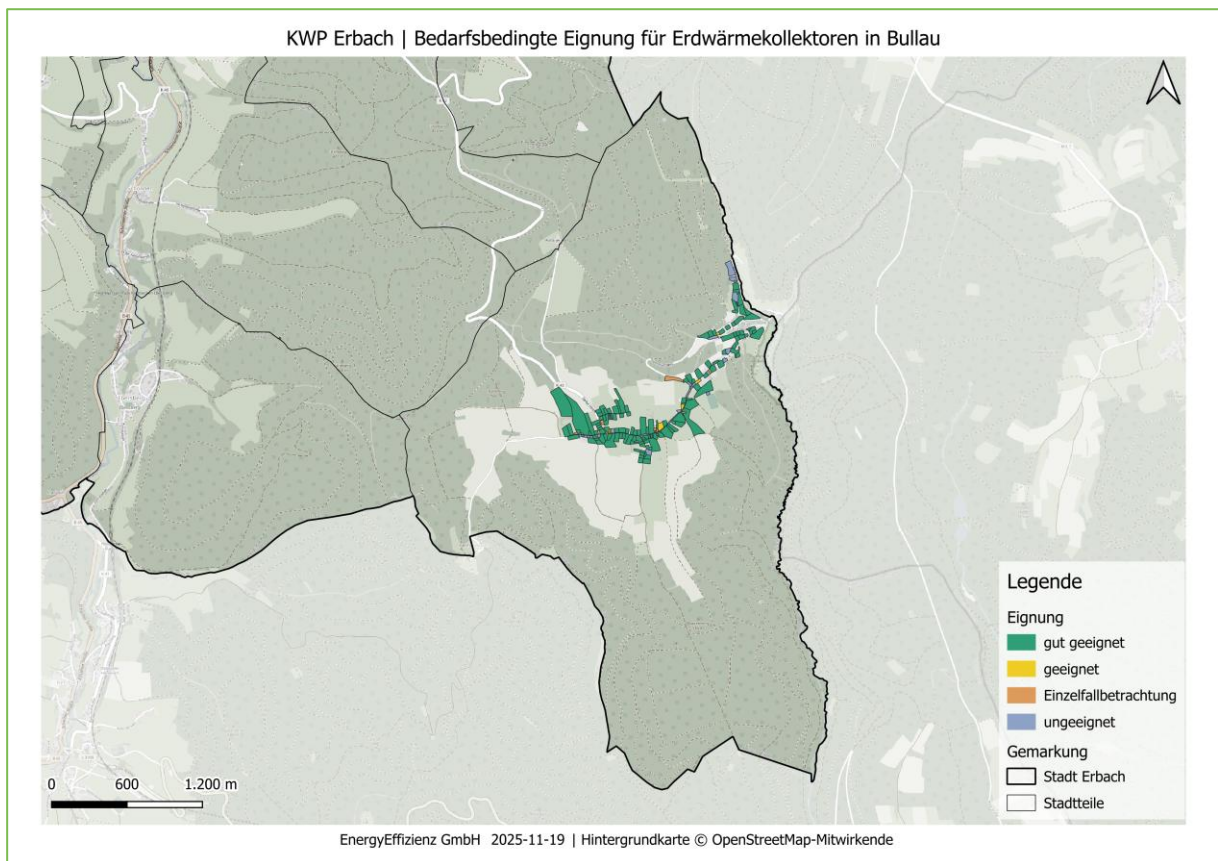


Abbildung 35: Stadtteil Bullau: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

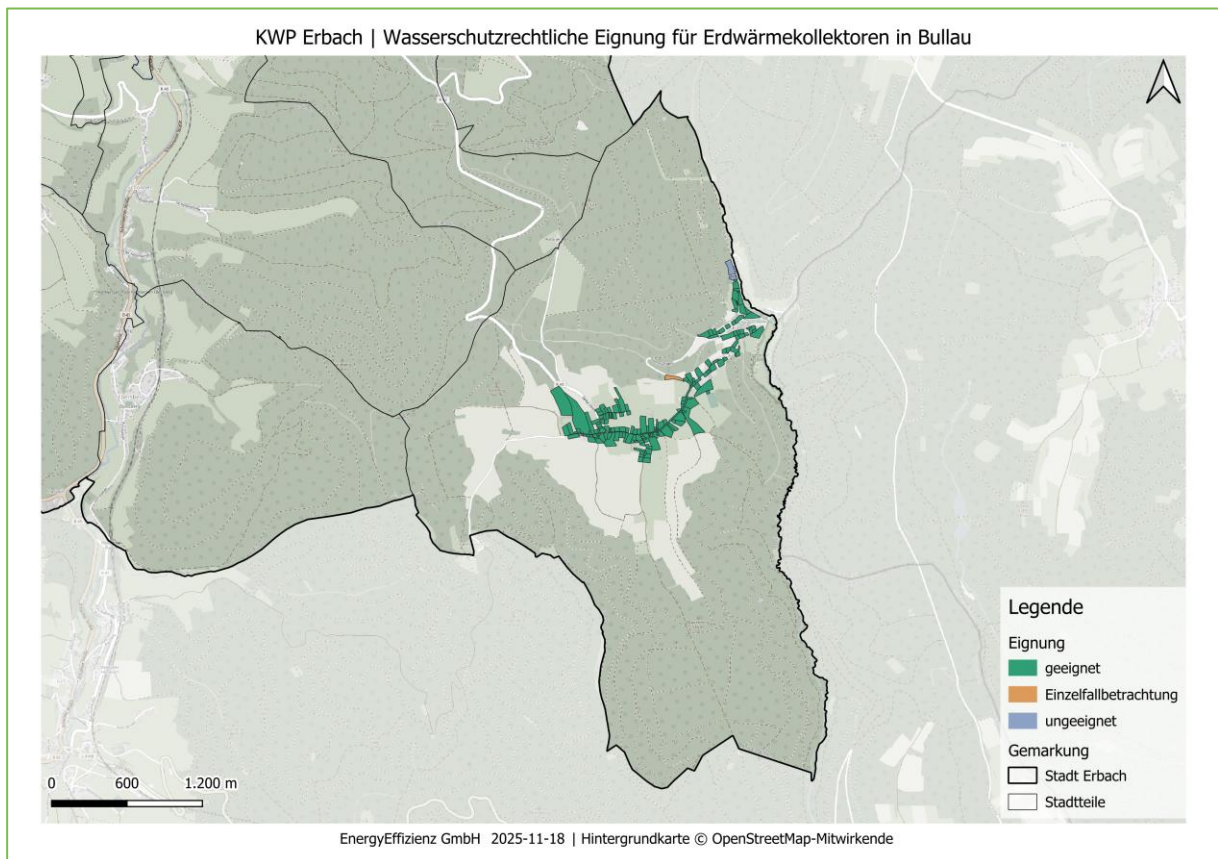


Abbildung 36: Stadtteil Bullau: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

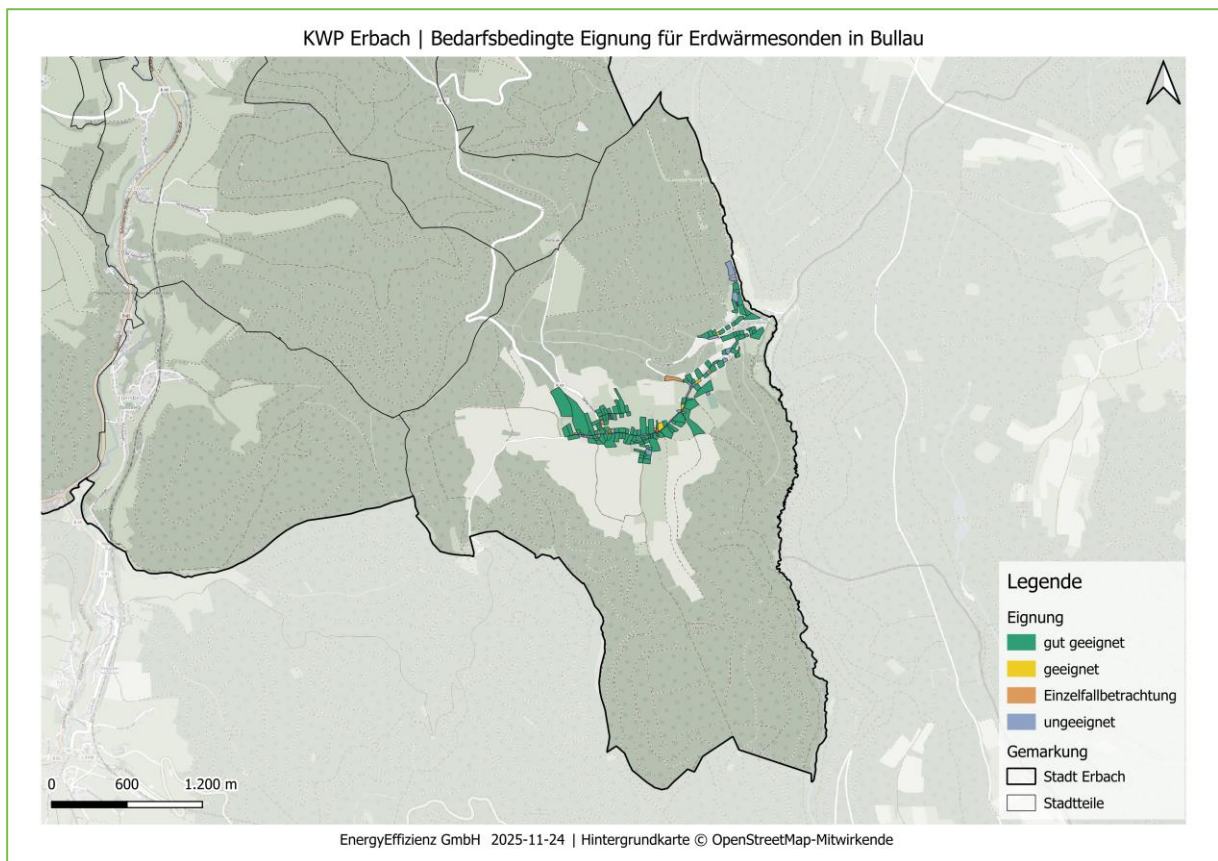


Abbildung 37: Stadtteil Bullau: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

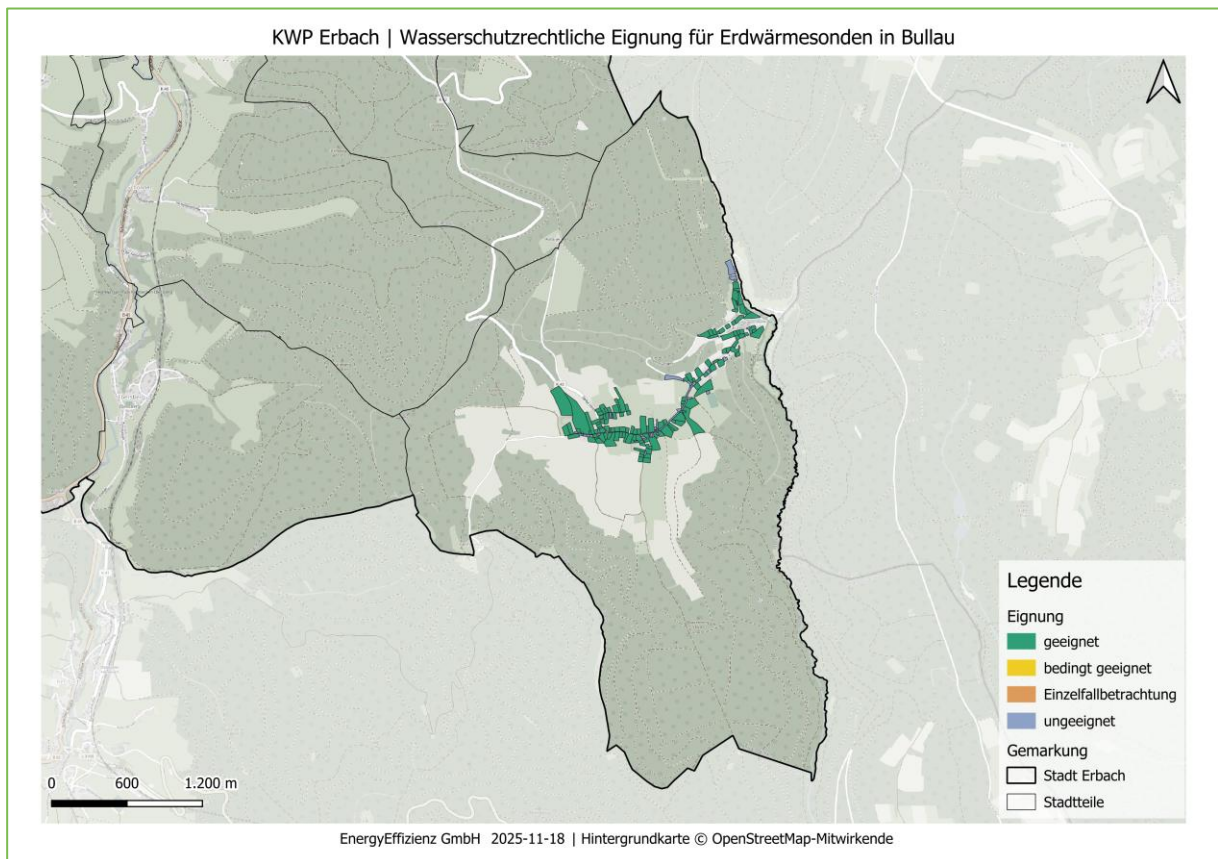


Abbildung 38: Stadtteil Bullau: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang B: Dorf-Erbach

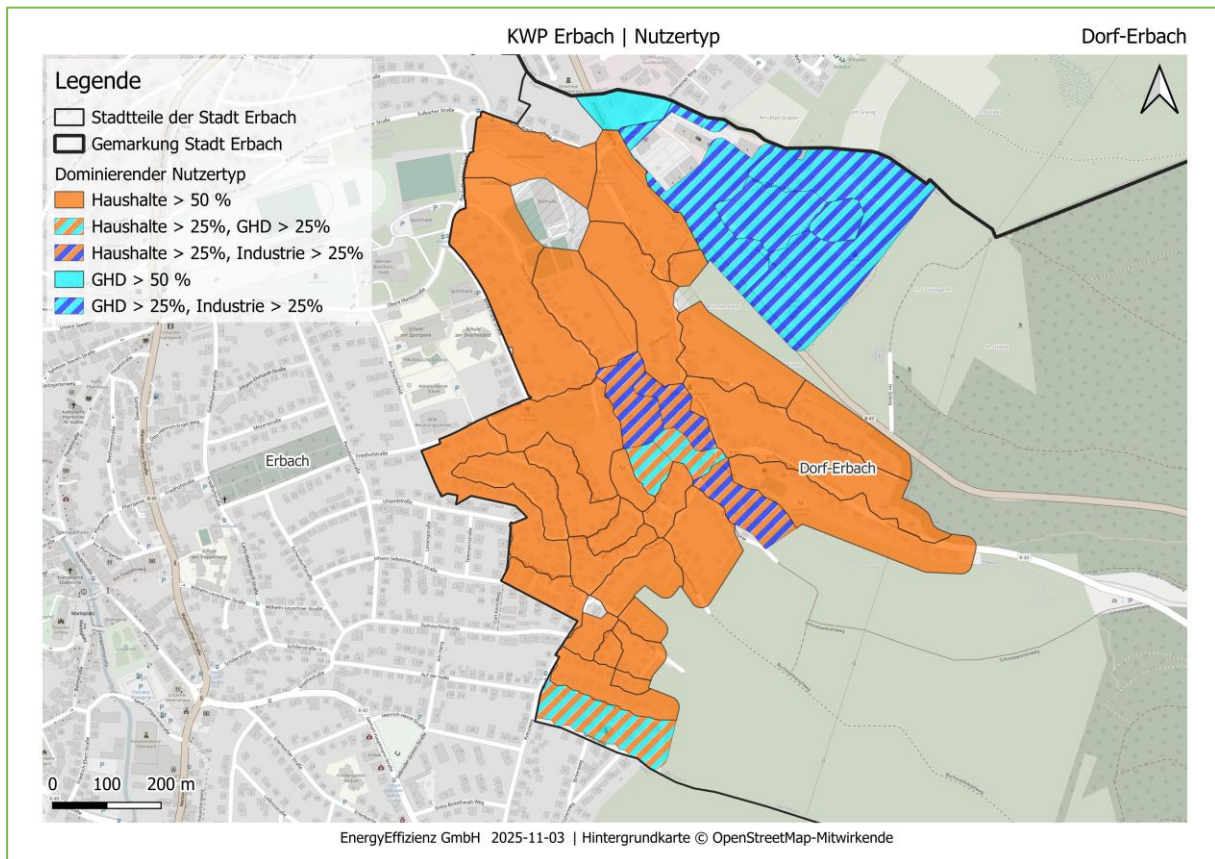


Abbildung 39: Stadtteil Dorf-Erbach: Dominierende Sektoren

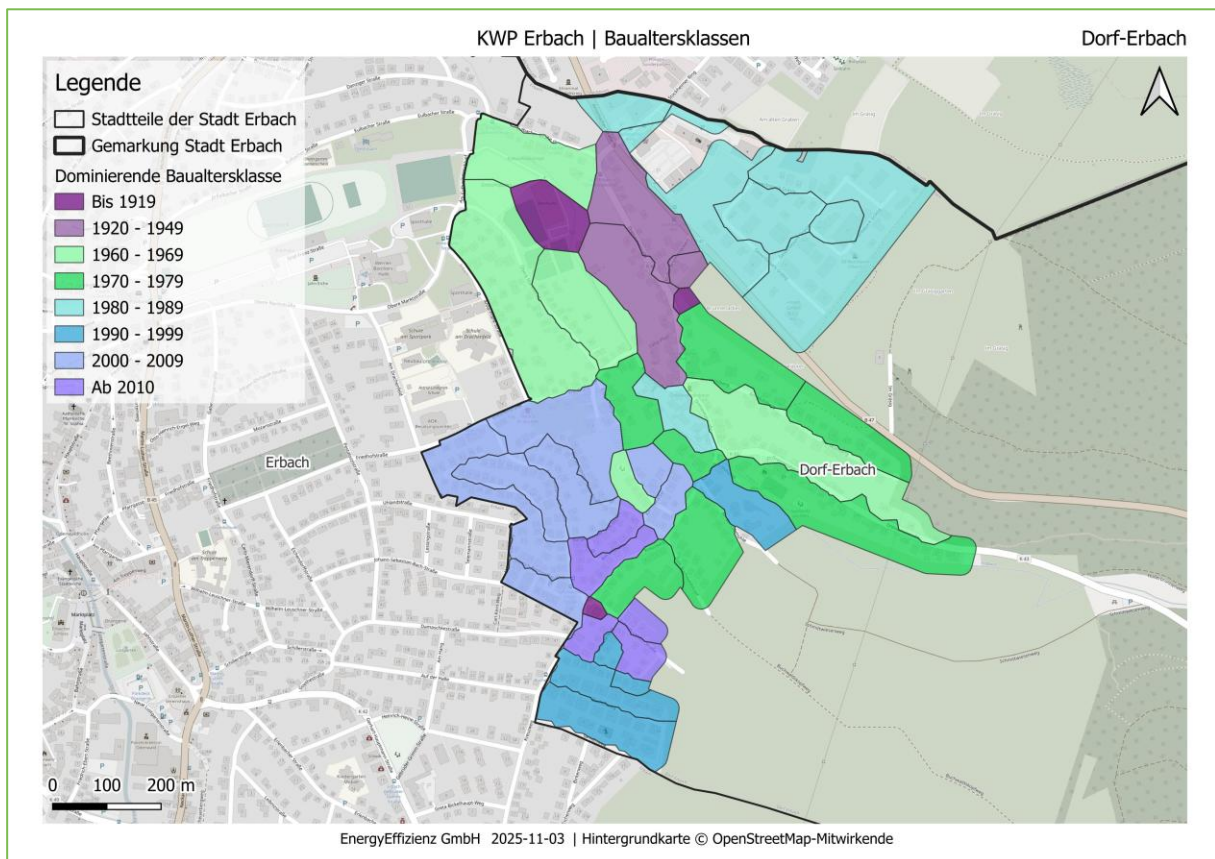


Abbildung 40: Stadtteil Dorf-Erbach: Baualtersklassen

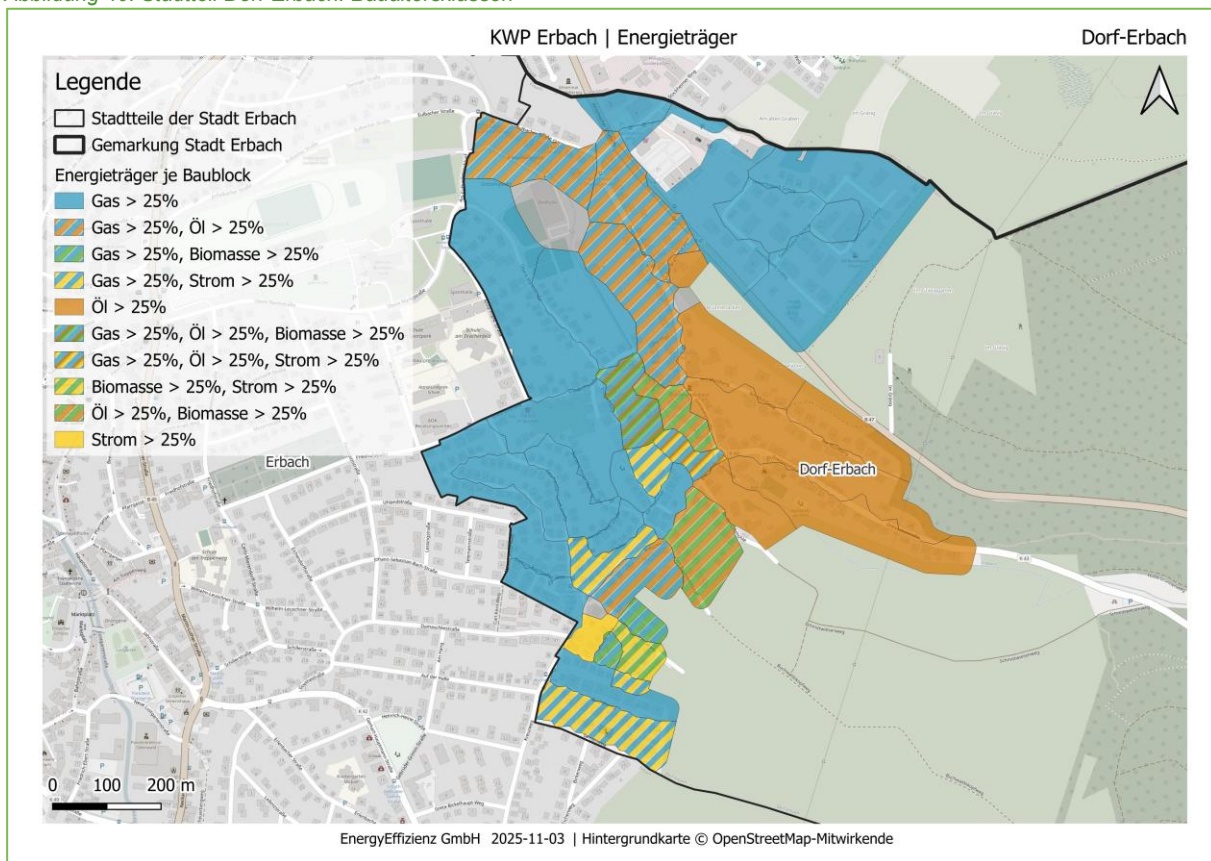


Abbildung 41: Stadtteil Dorf-Erbach: Energieträger im Status quo

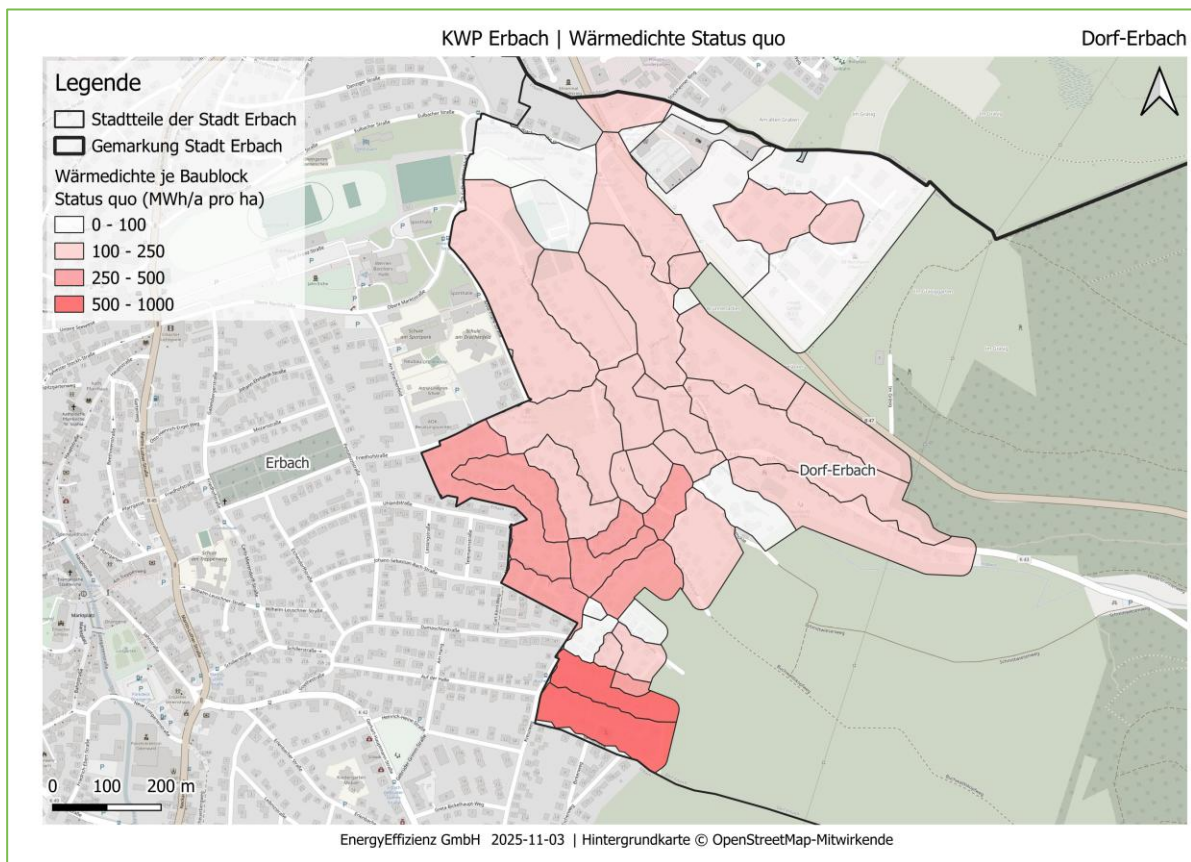


Abbildung 42: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmedichte im Status quo

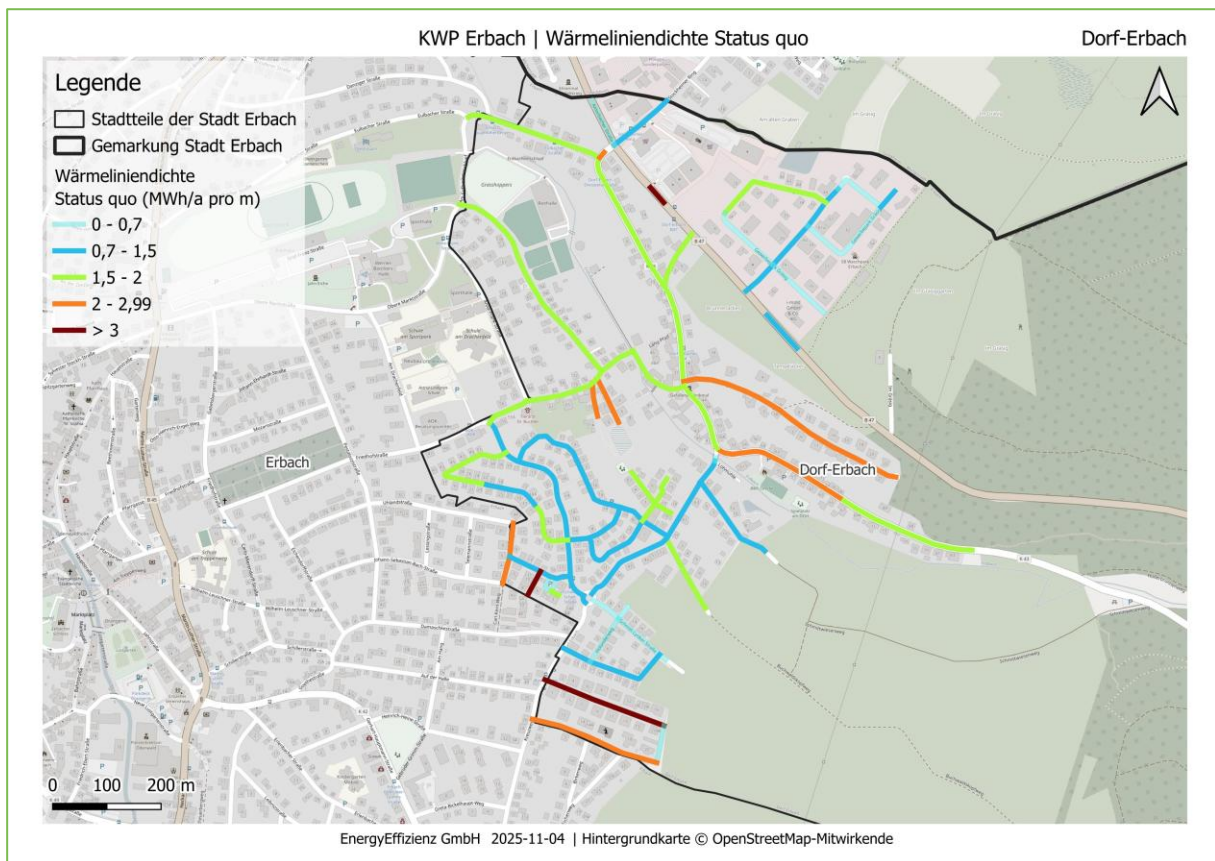


Abbildung 43: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmelinien-dichte im Status quo

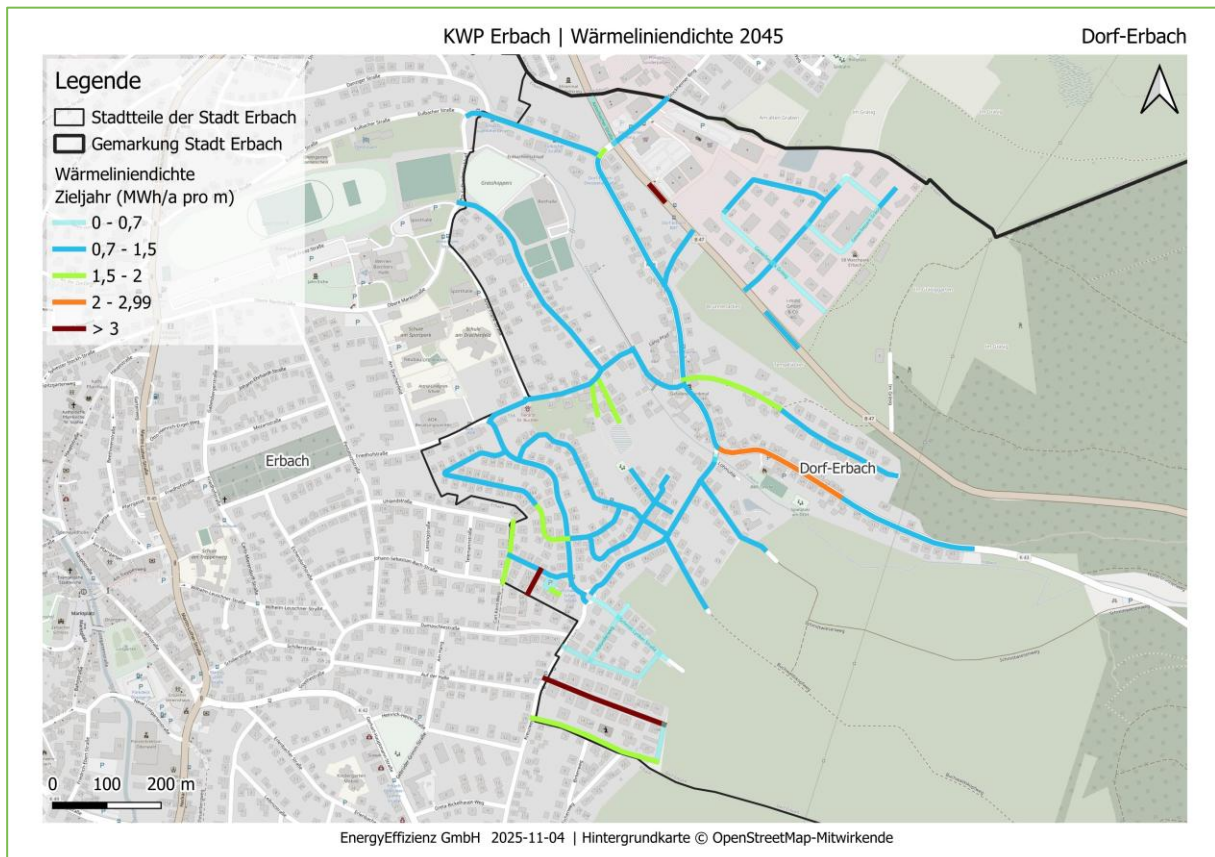


Abbildung 44: Stadtteil Dorf-Erbach: Wärmelinien-dichte im Zieljahr 2045

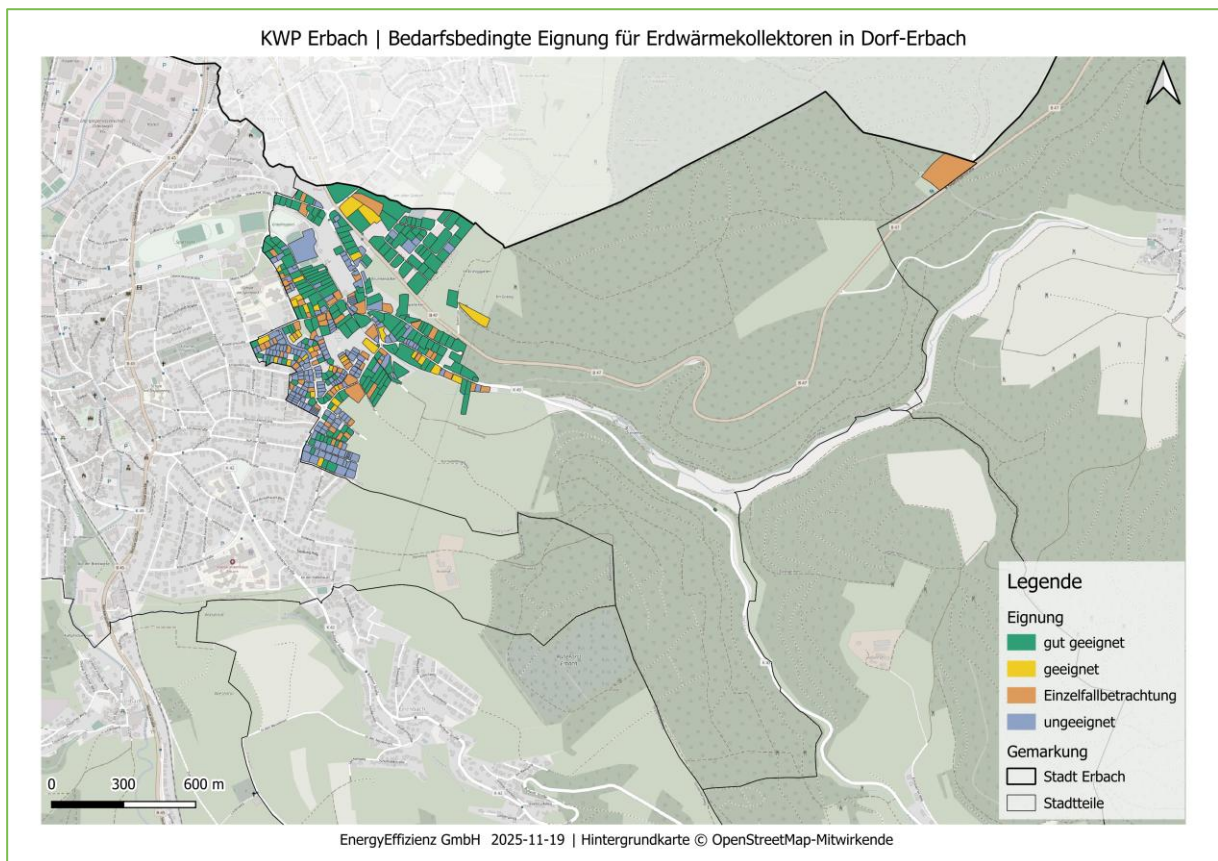


Abbildung 45: Stadtteil Dorf-Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

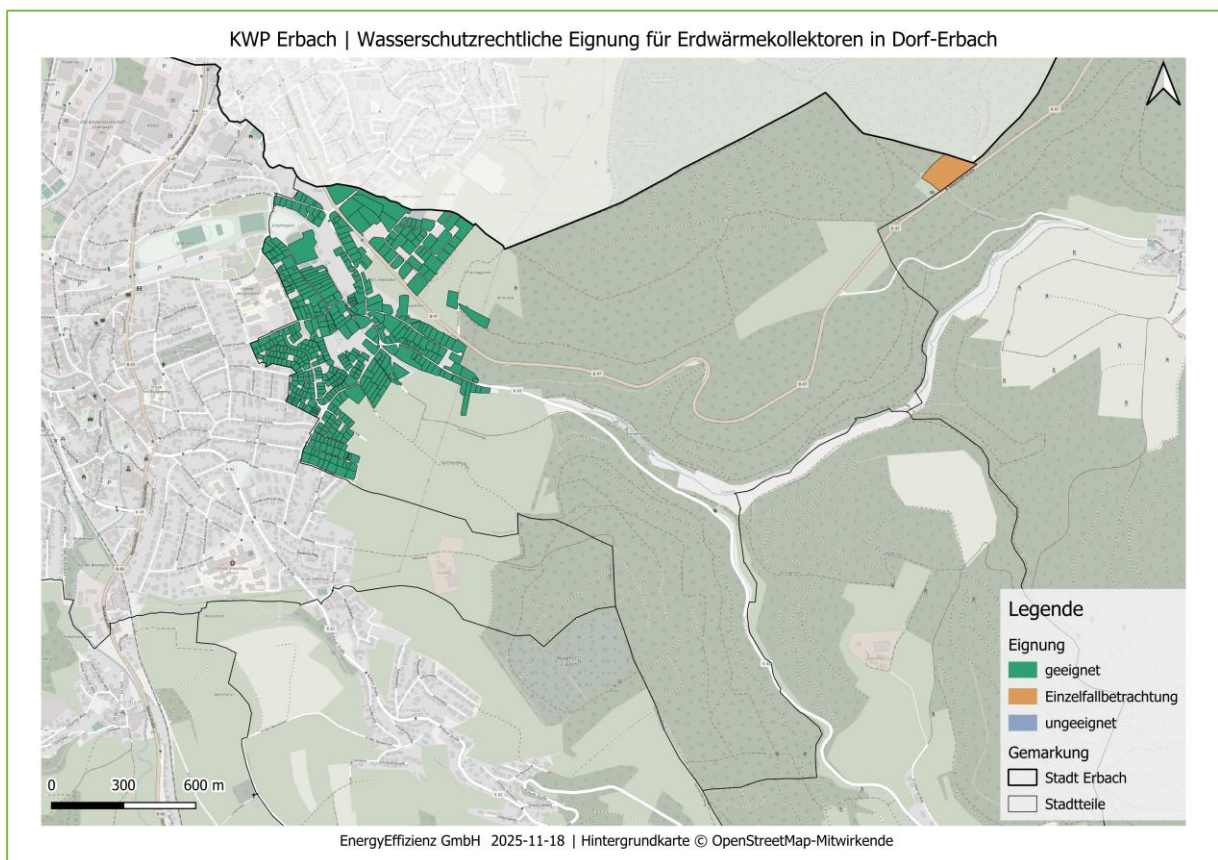


Abbildung 46: Stadtteil Dorf-Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

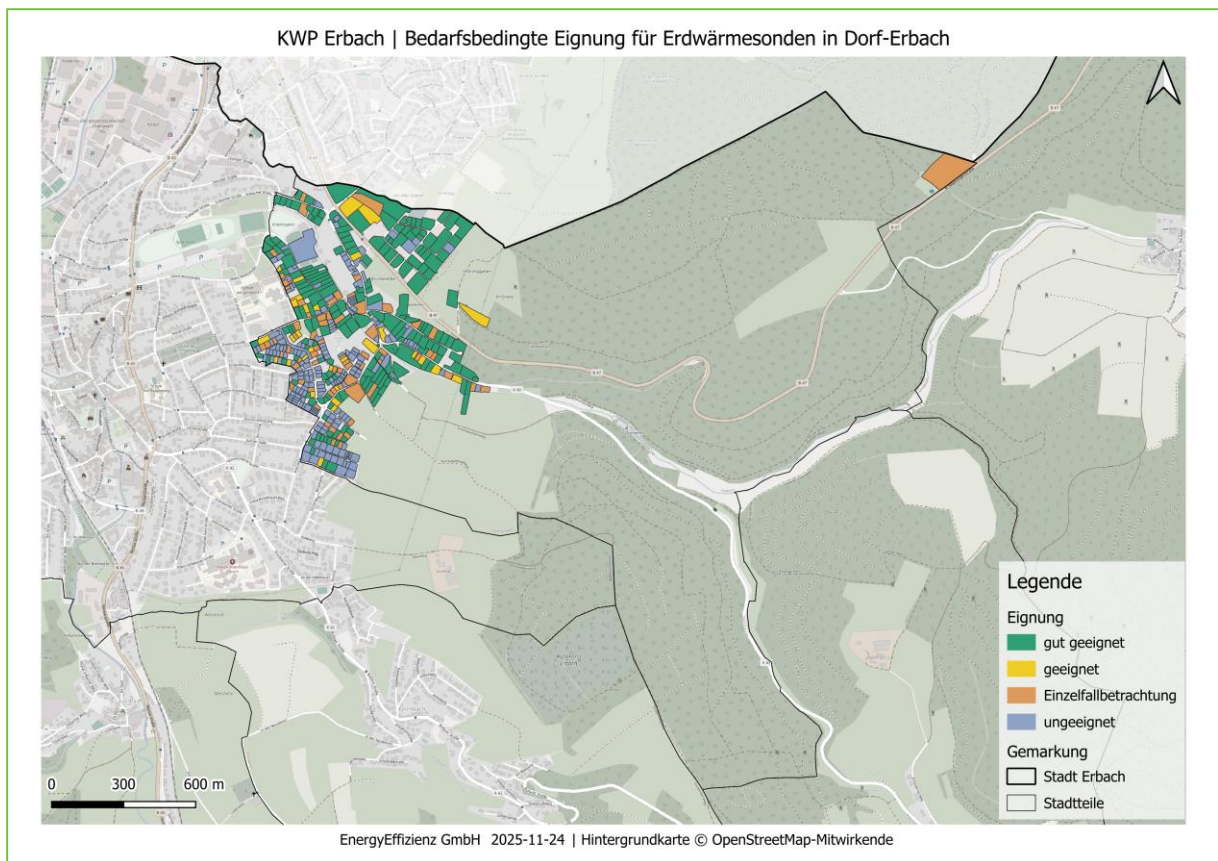


Abbildung 47: Stadtteil Dorf-Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

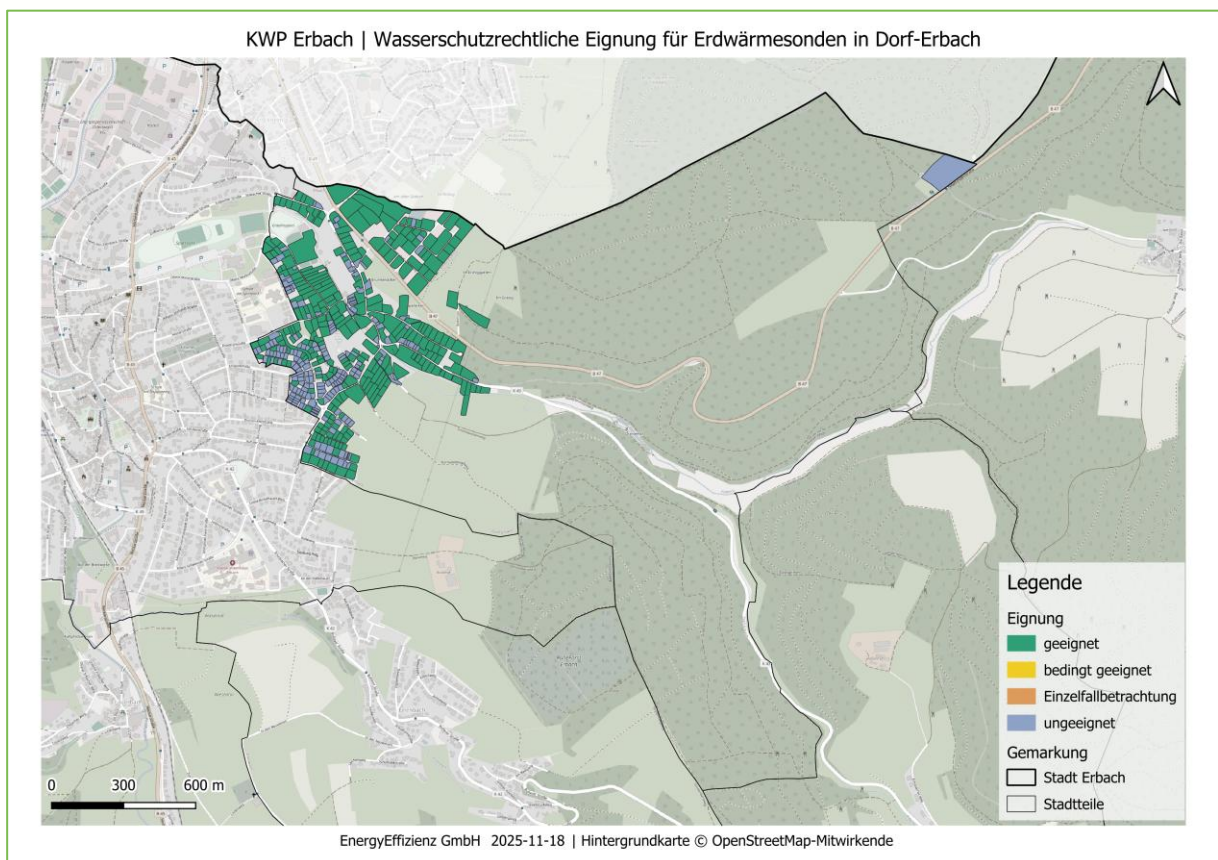


Abbildung 48: Stadtteil Dorf-Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang C: Ebersberg

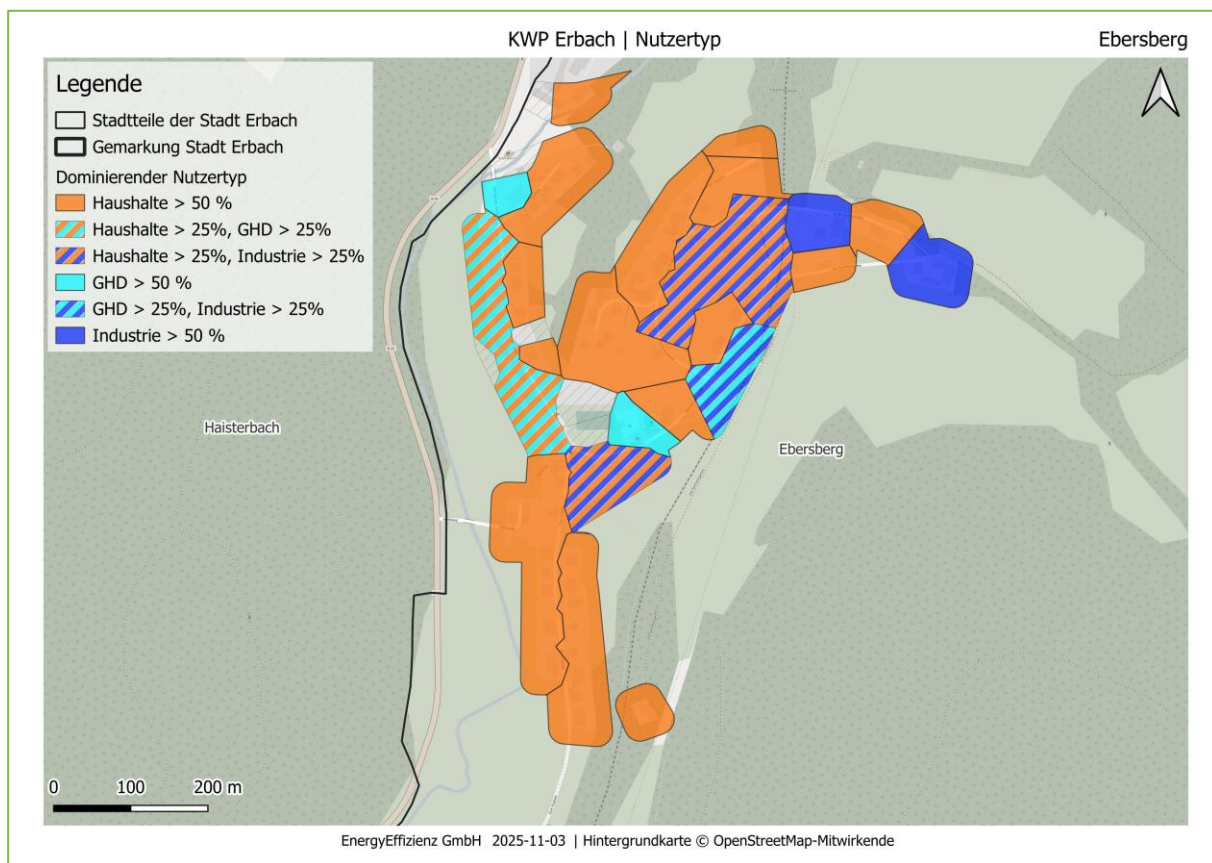


Abbildung 49: Stadtteil Ebersberg: Dominierende Sektoren

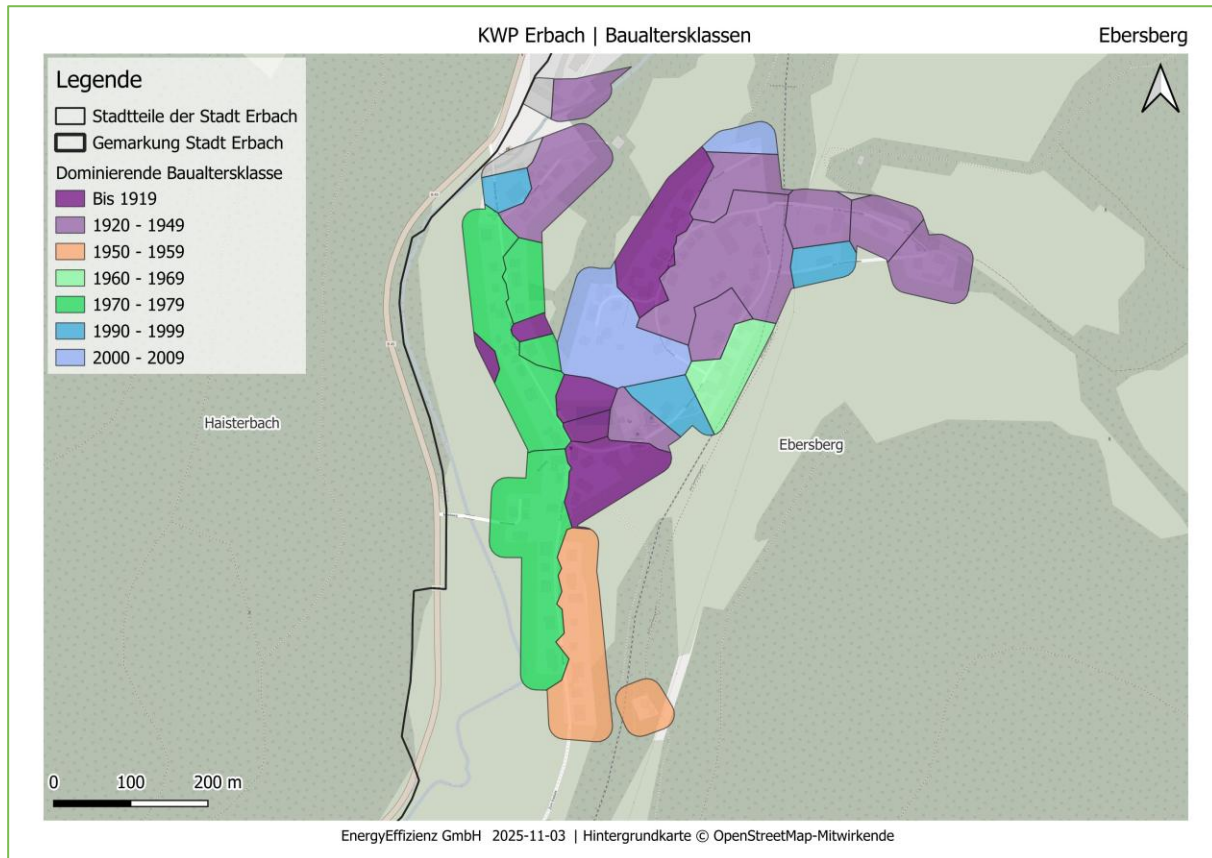


Abbildung 50: Stadtteil Ebersberg: Baualtersklassen

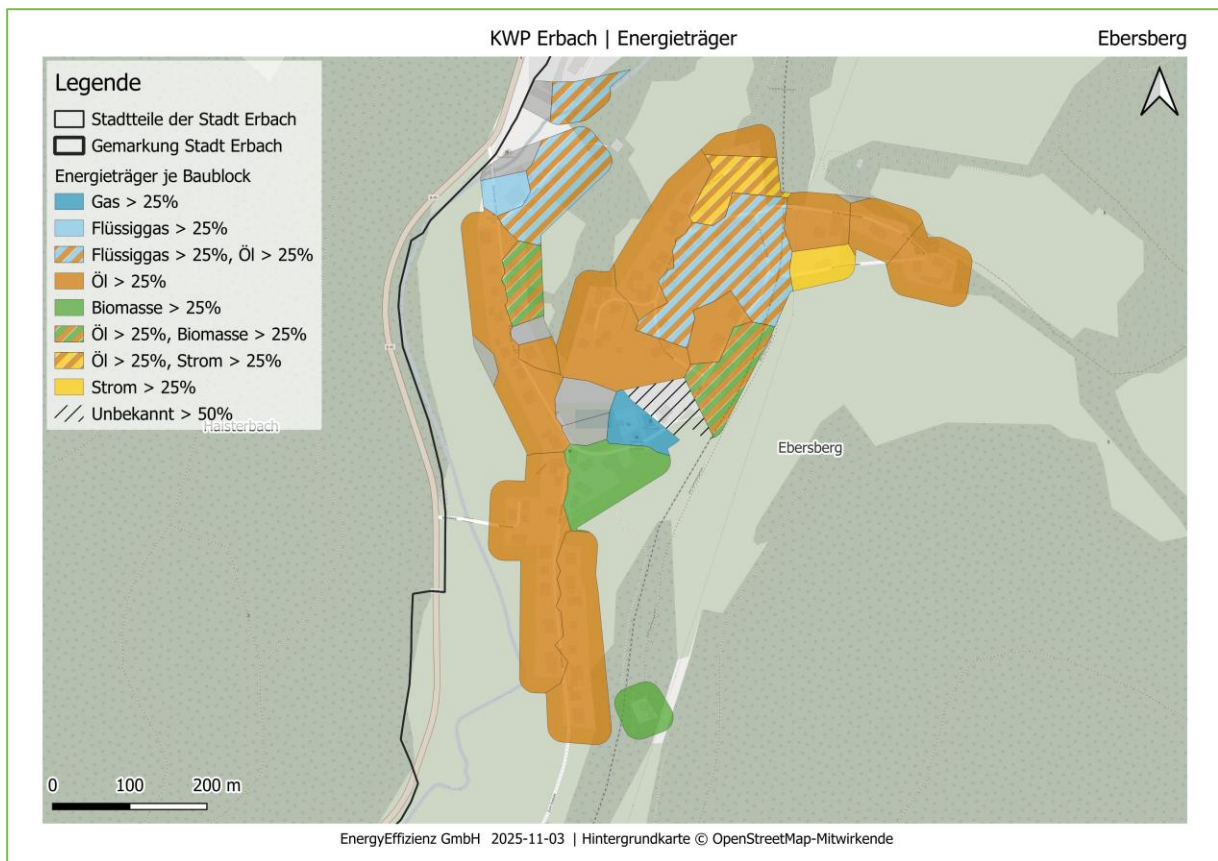


Abbildung 51: Stadtteil Ebersberg: Energieträger im Status quo

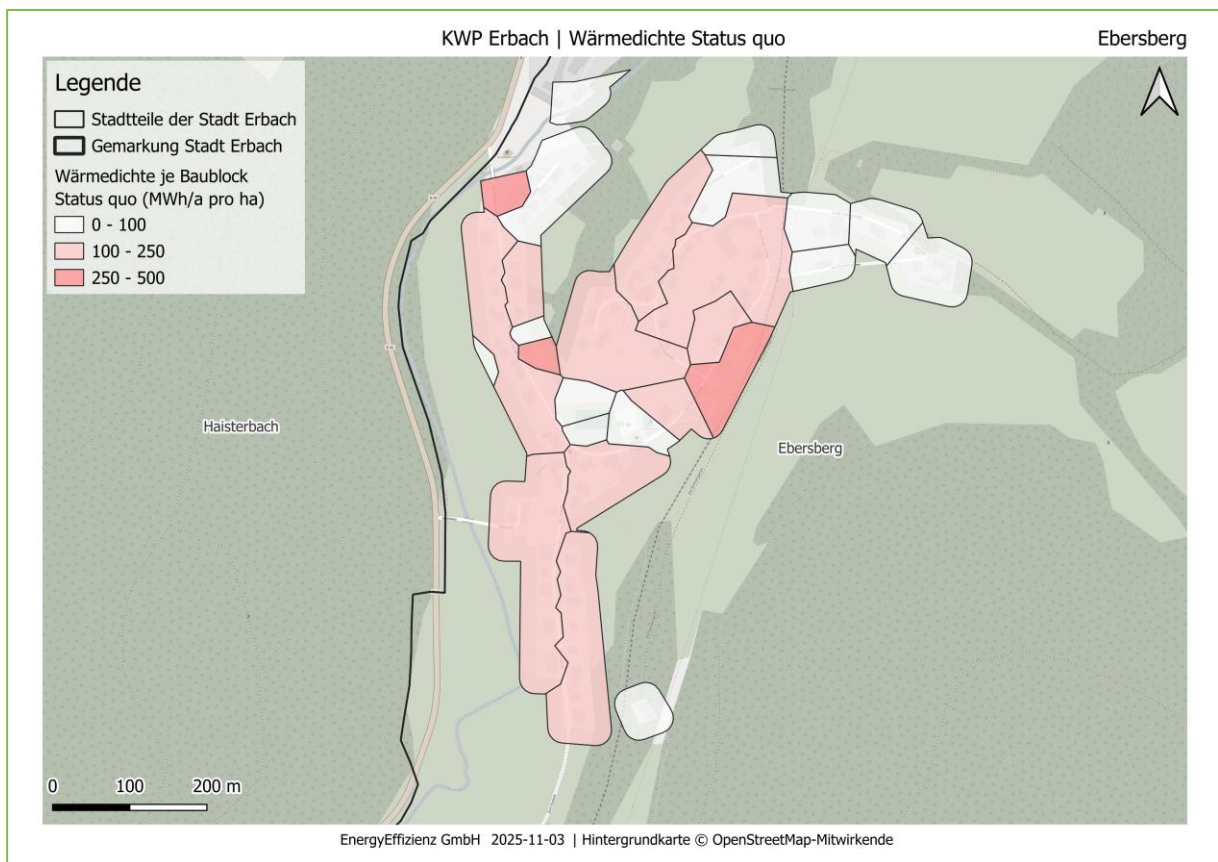


Abbildung 52: Stadtteil Ebersberg: Wärmedichte im Status quo

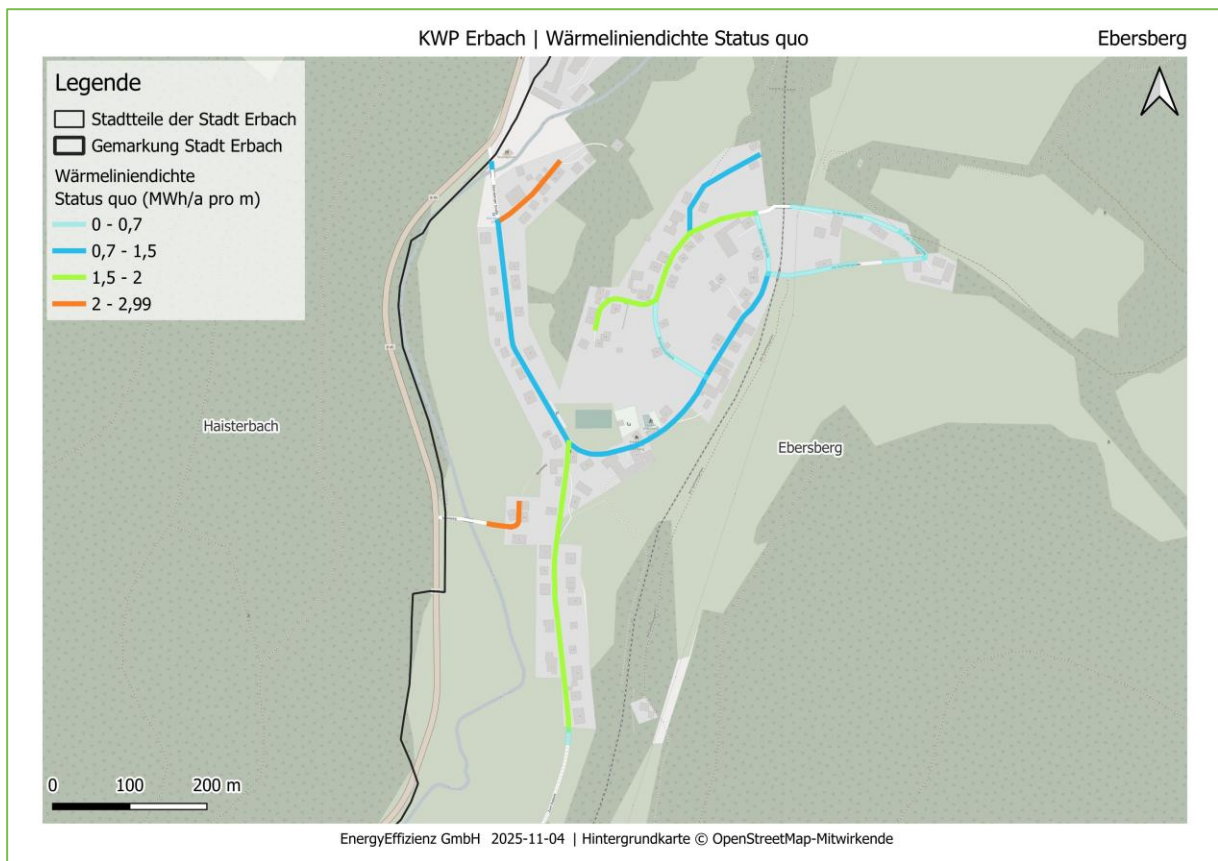


Abbildung 53: Stadtteil Ebersberg: Wärmeliniendichte im Status quo

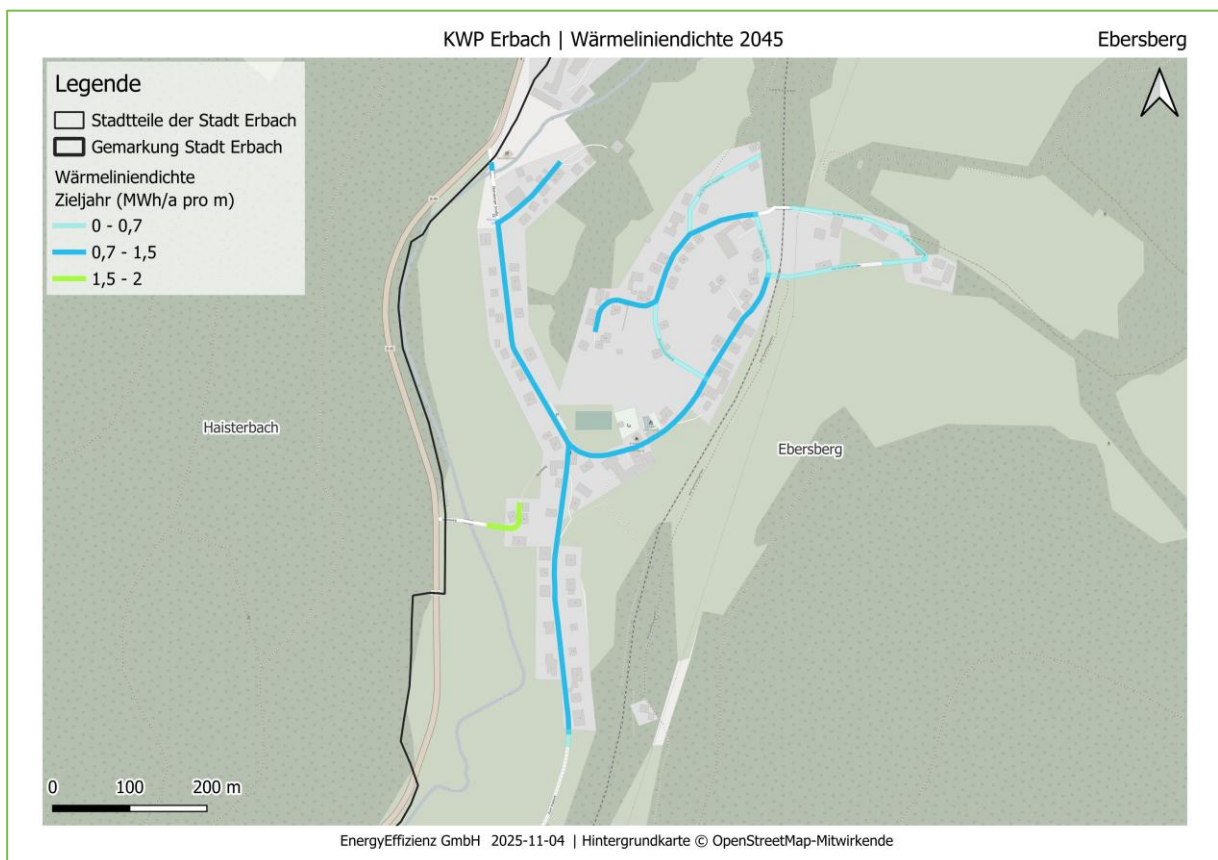


Abbildung 54: Stadtteil Ebersberg: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

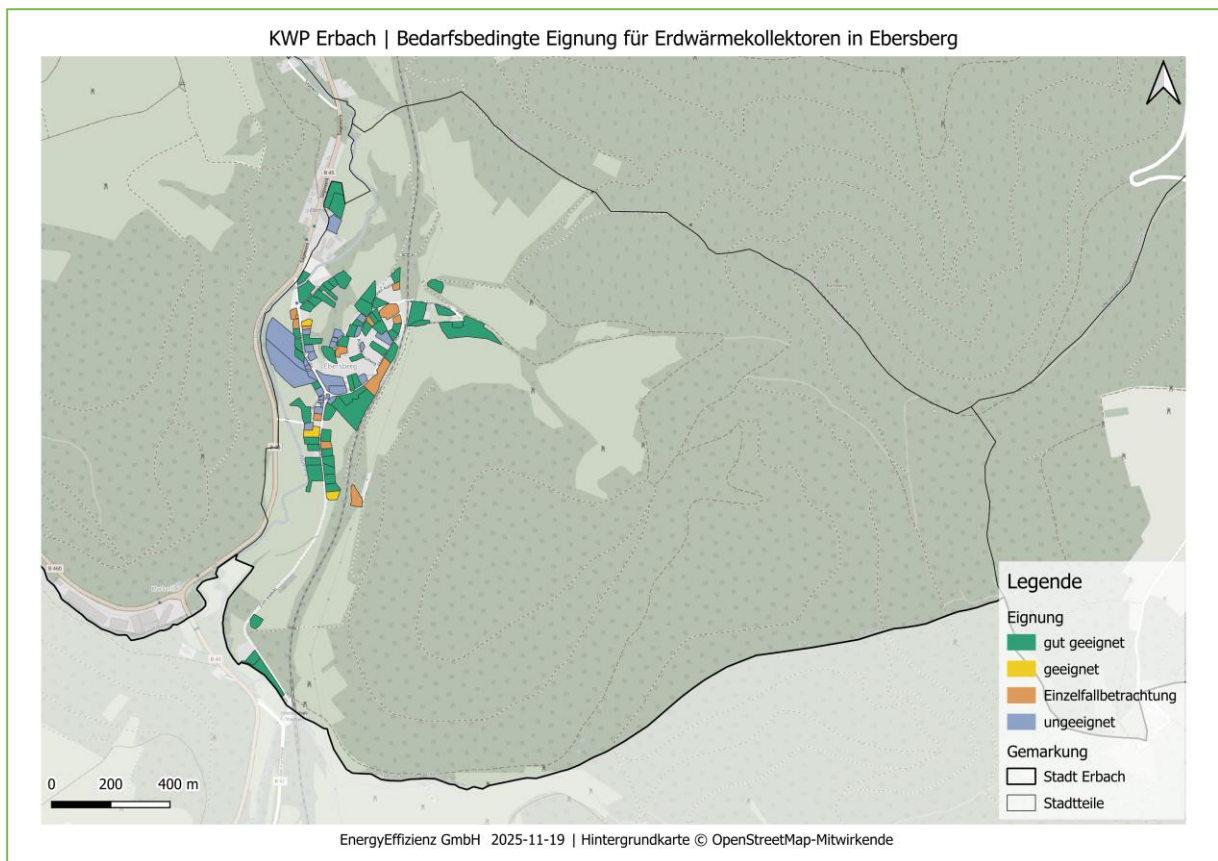


Abbildung 55: Stadtteil Ebersberg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

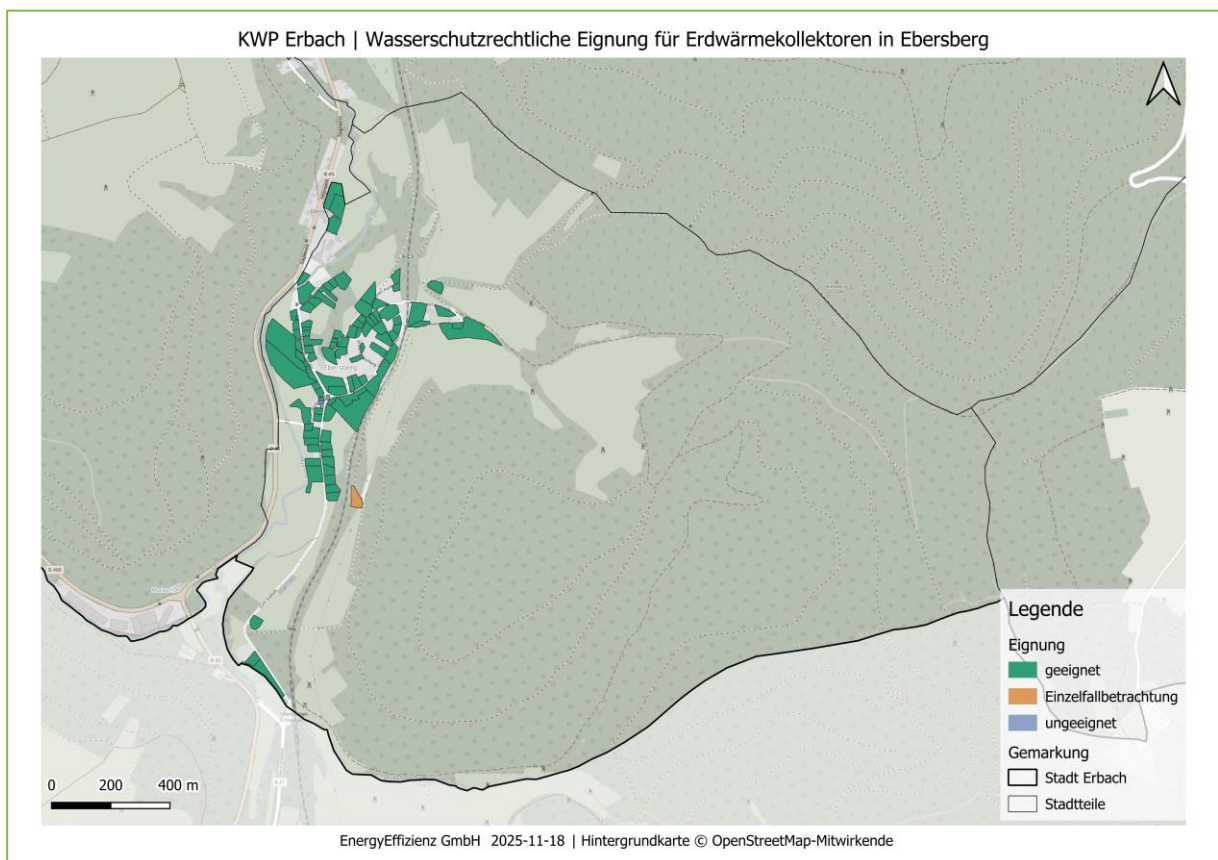


Abbildung 56: Stadtteil Ebersberg: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

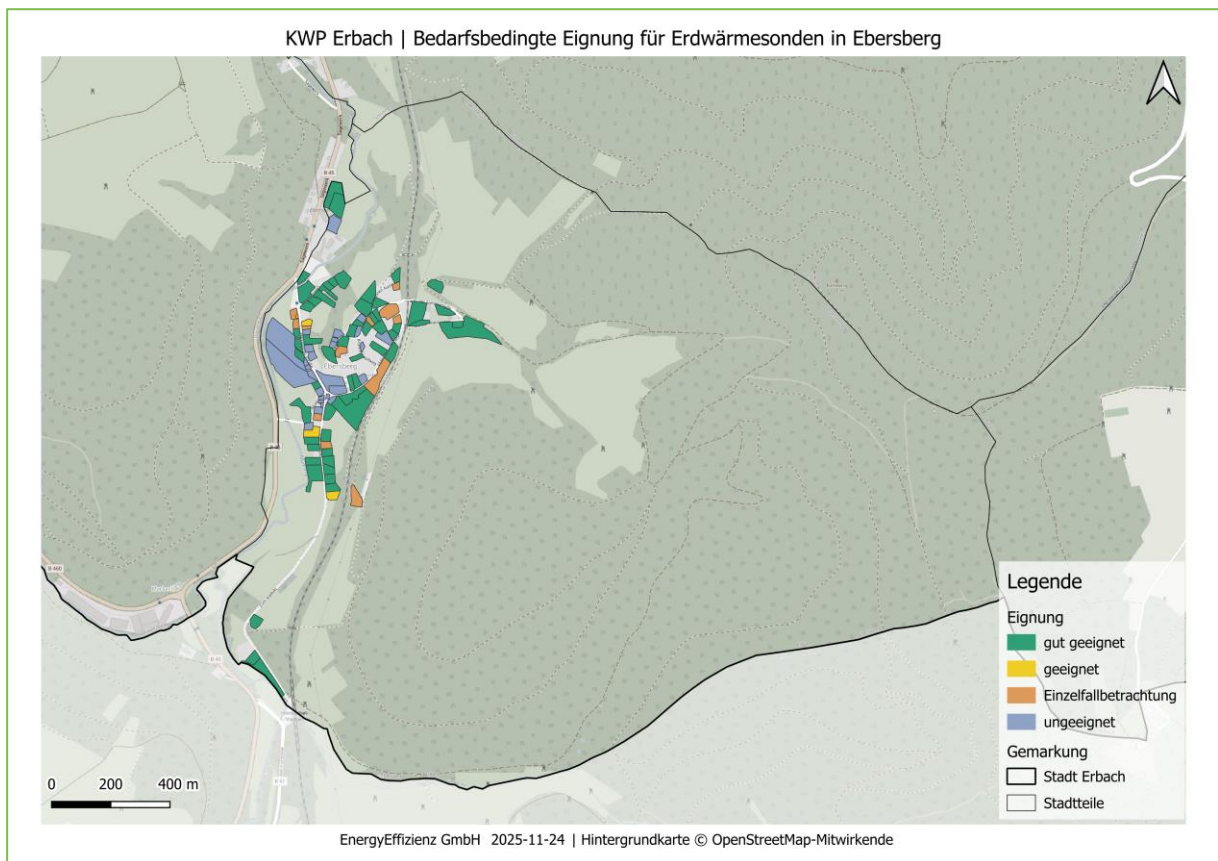


Abbildung 57: Stadtteil Ebersberg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

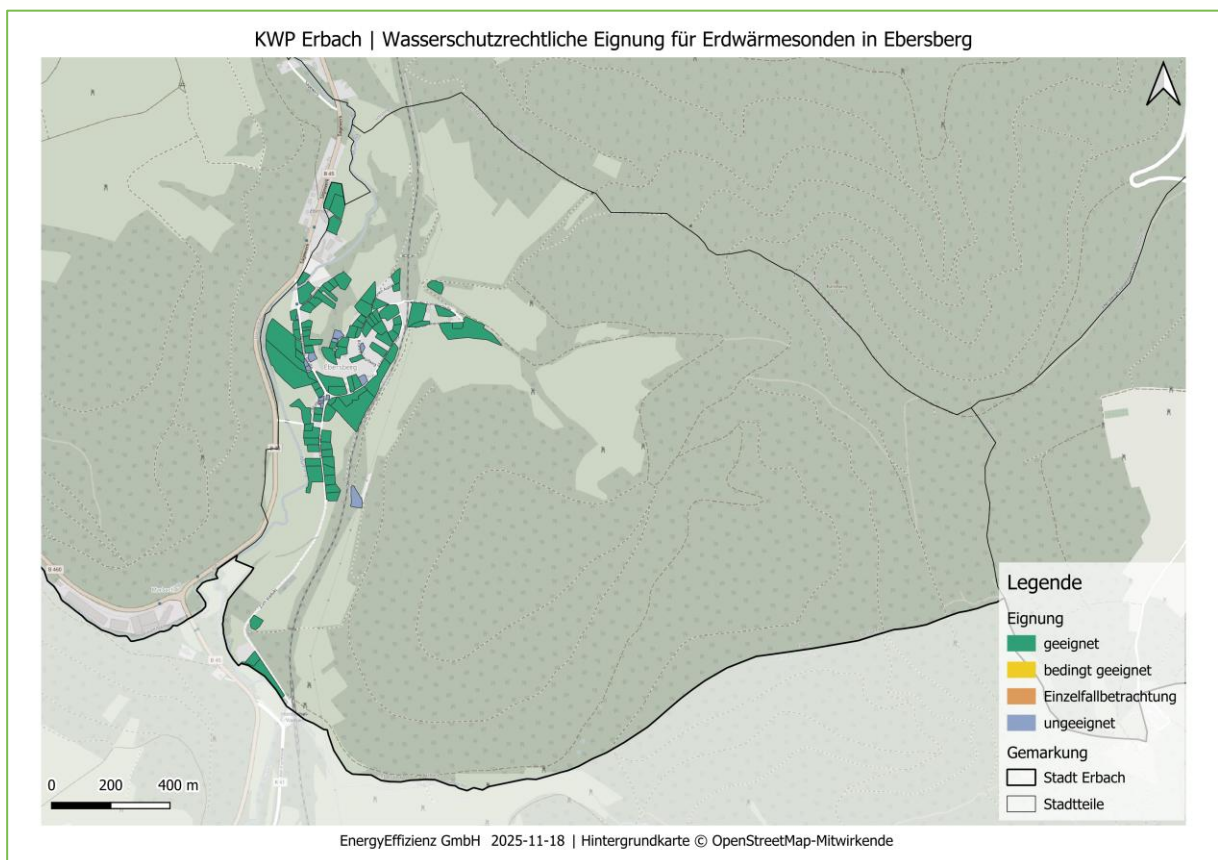


Abbildung 58: Stadtteil Ebersberg: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang D: Elsbach

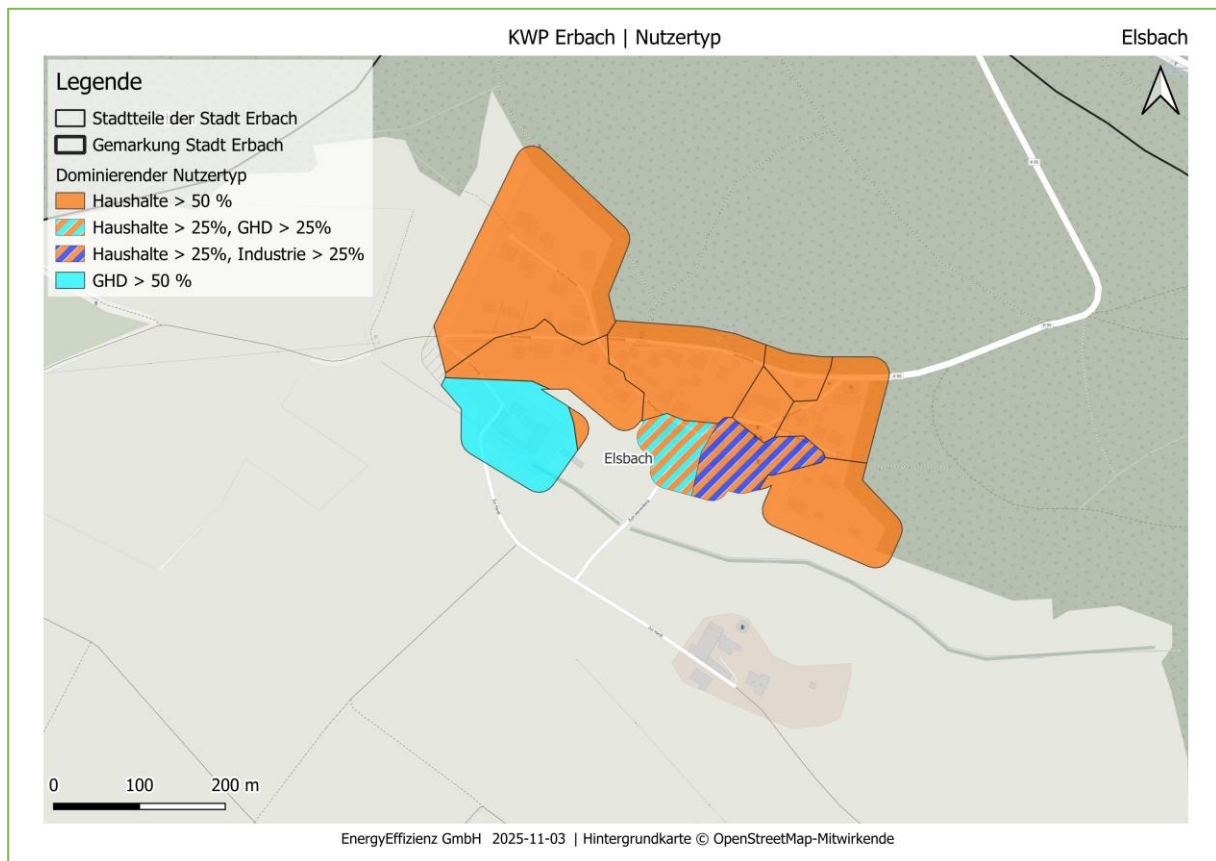


Abbildung 59: Stadtteil Elsbach: Dominierende Sektoren

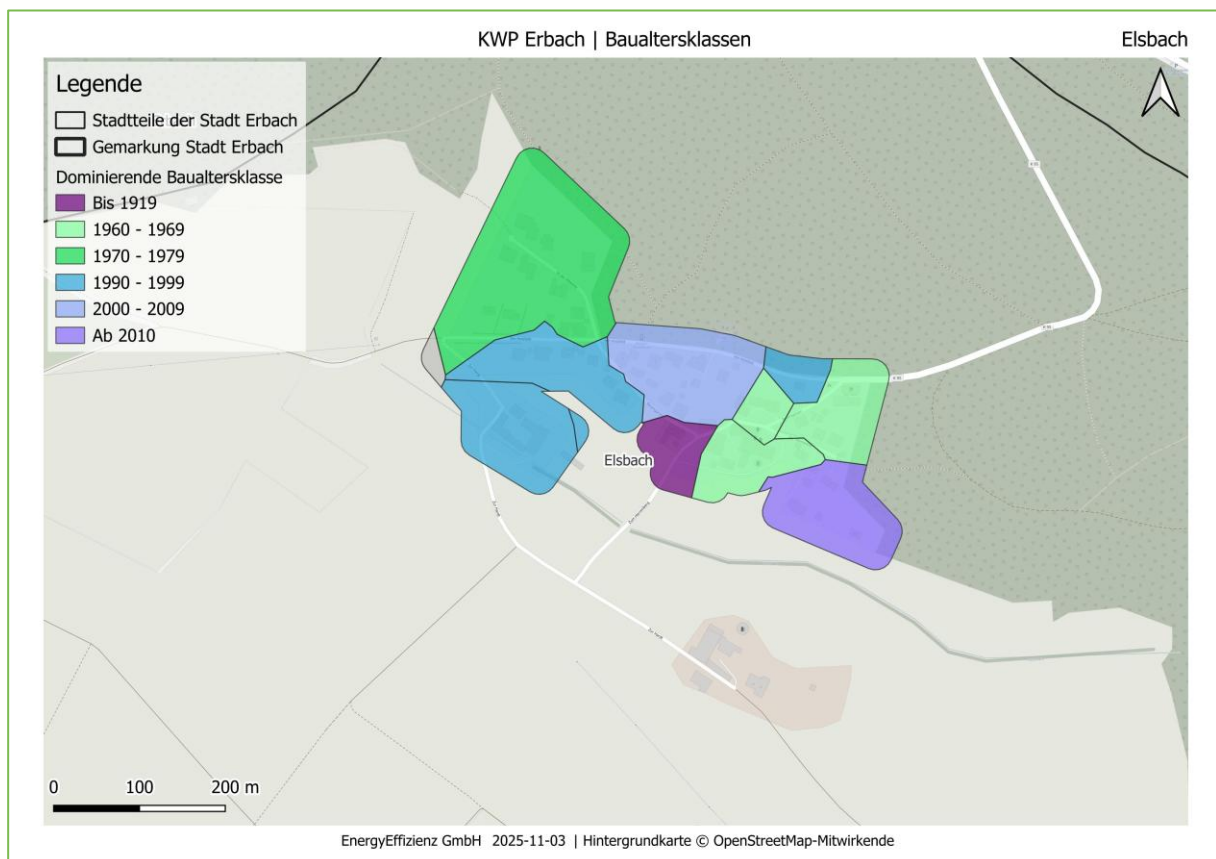


Abbildung 60: Stadtteil Elsbach: Baualtersklassen

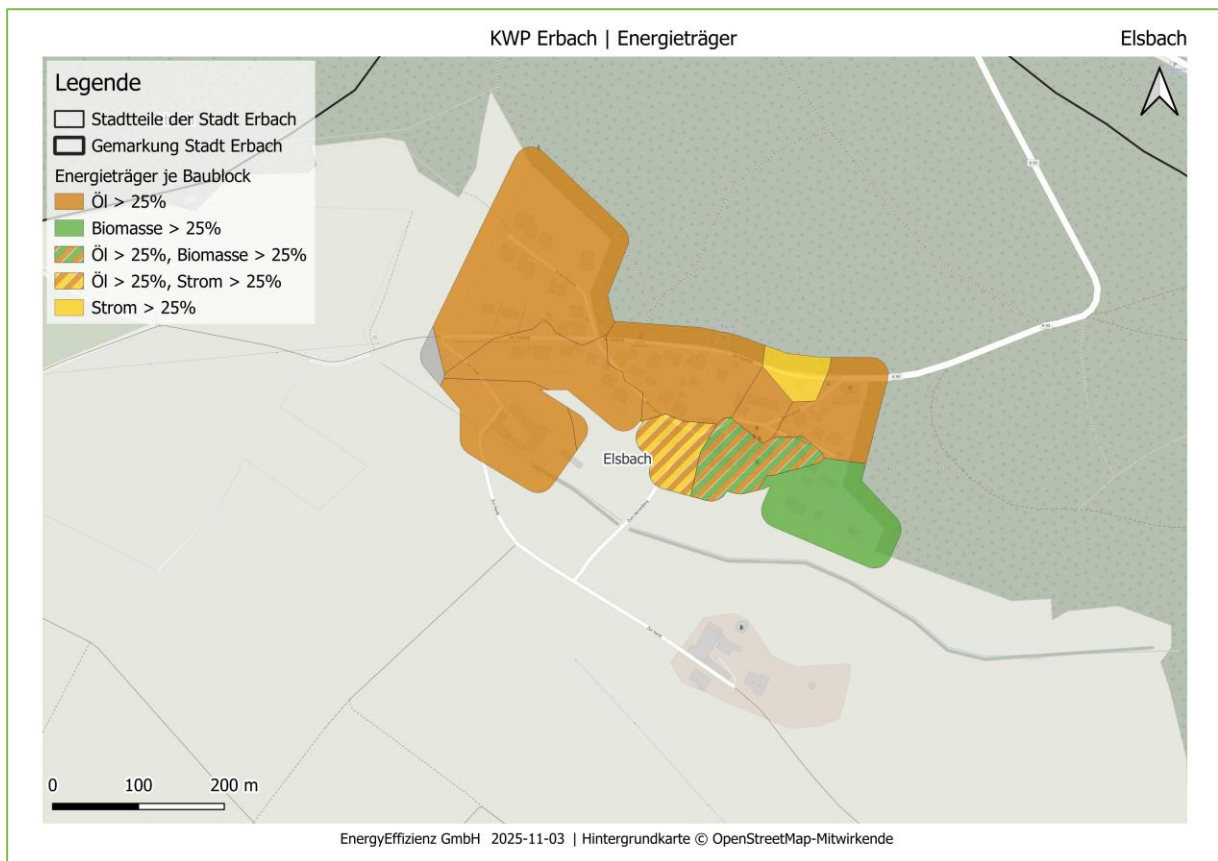


Abbildung 61: Stadtteil Elsbach: Energieträger im Status quo

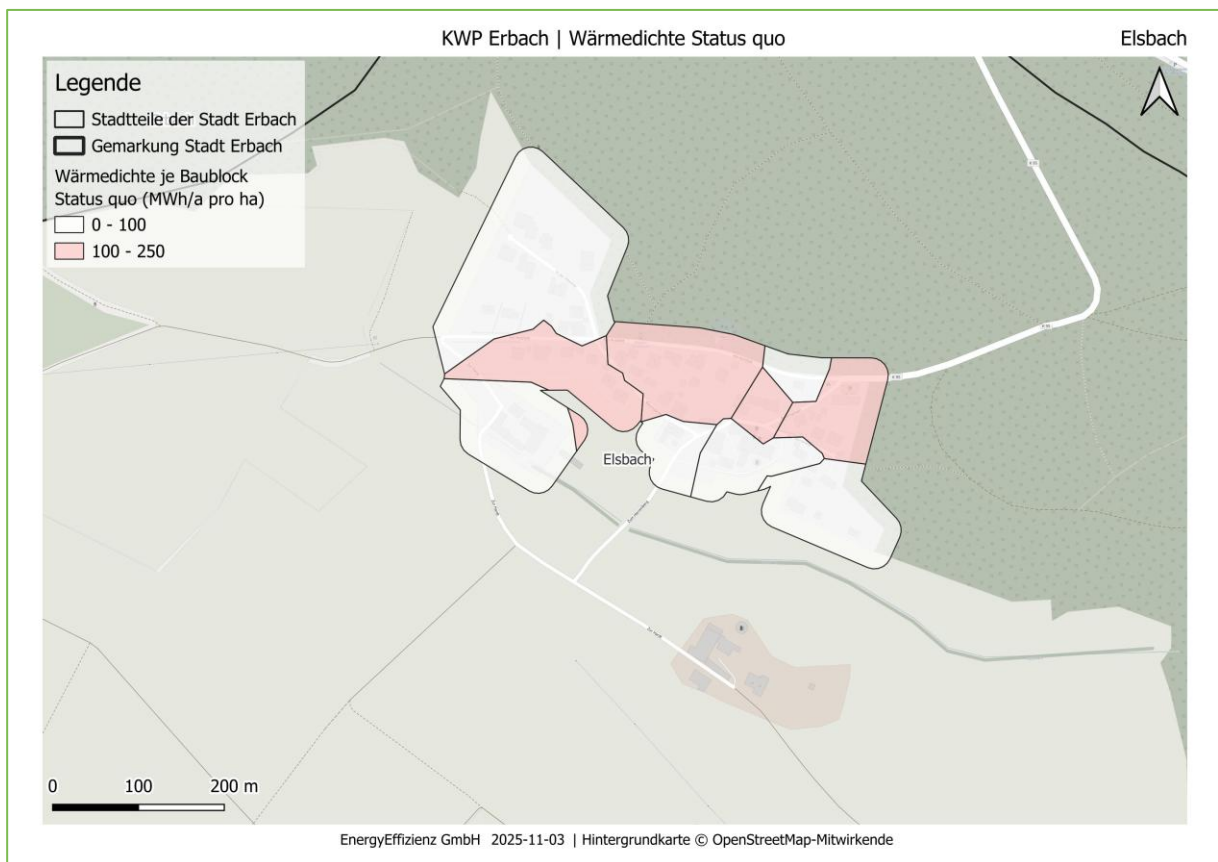


Abbildung 62: Stadtteil Elsbach: Wärmedichte im Status quo



Abbildung 63: Stadtteil Elsbach: Wärmeliniendichte im Status quo



Abbildung 64: Stadtteil Elsbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

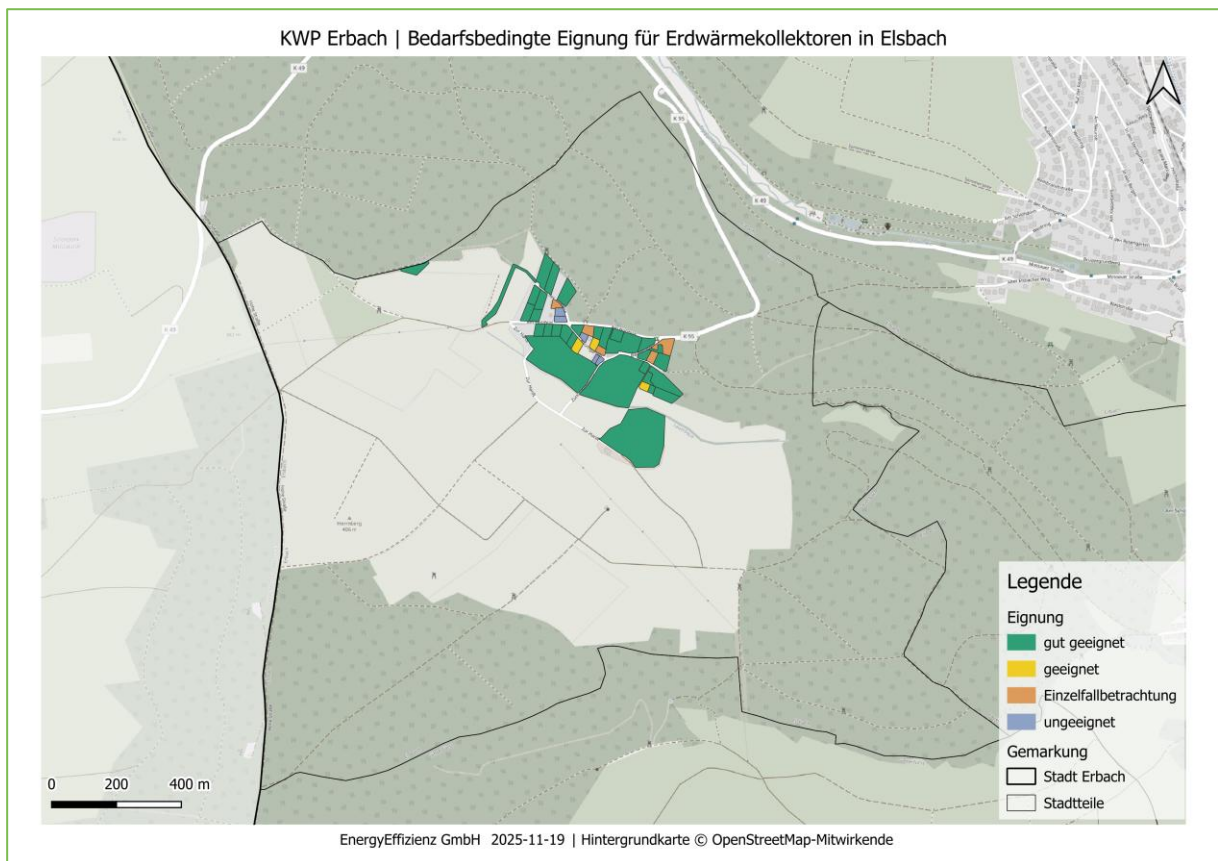


Abbildung 65: Stadtteil Elsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

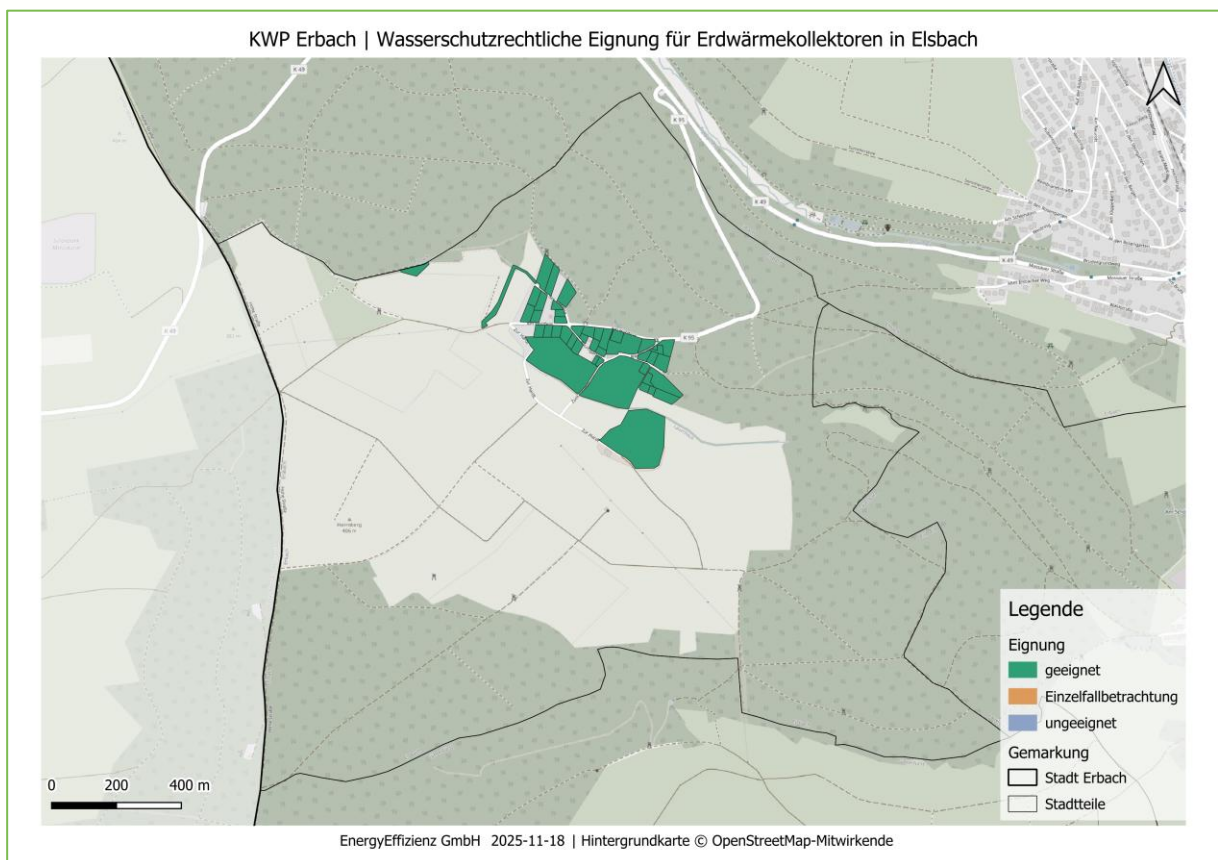


Abbildung 66: Stadtteil Elsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

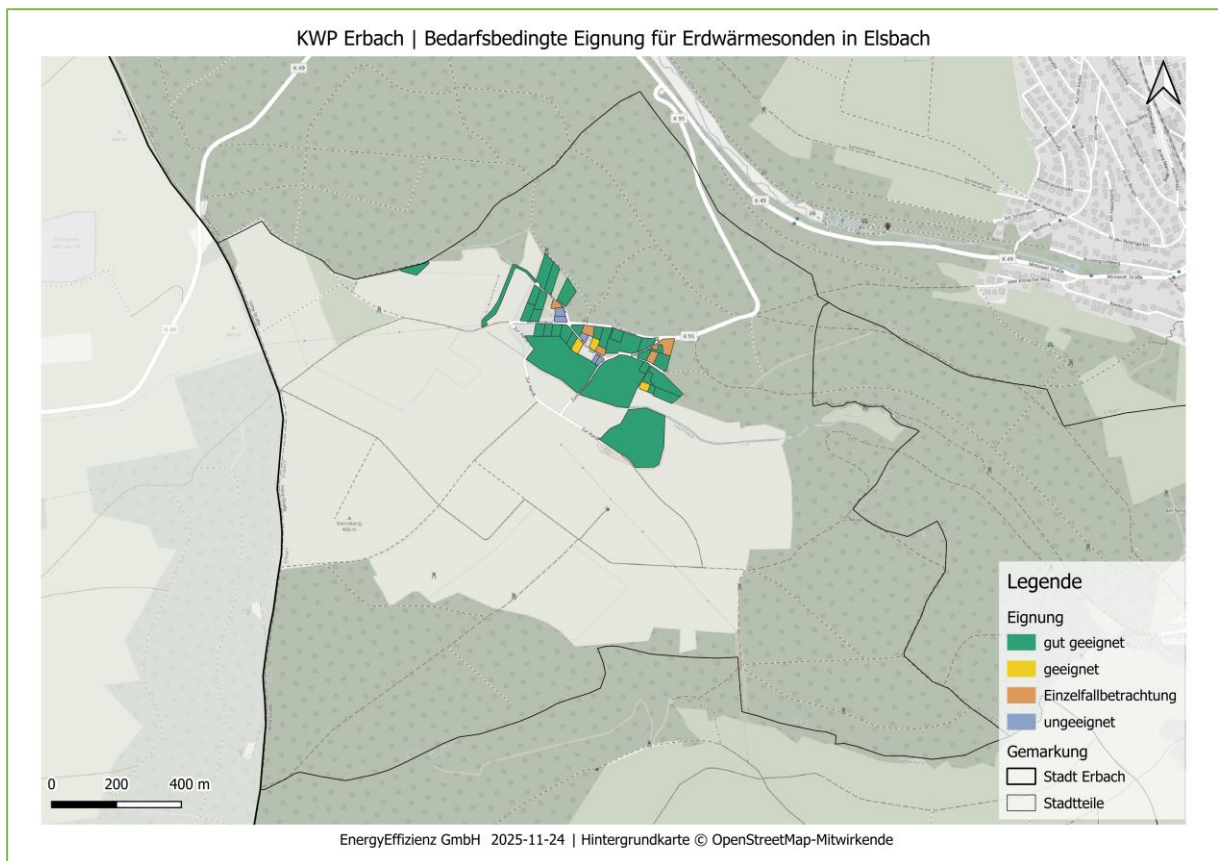


Abbildung 67: Stadtteil Elsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

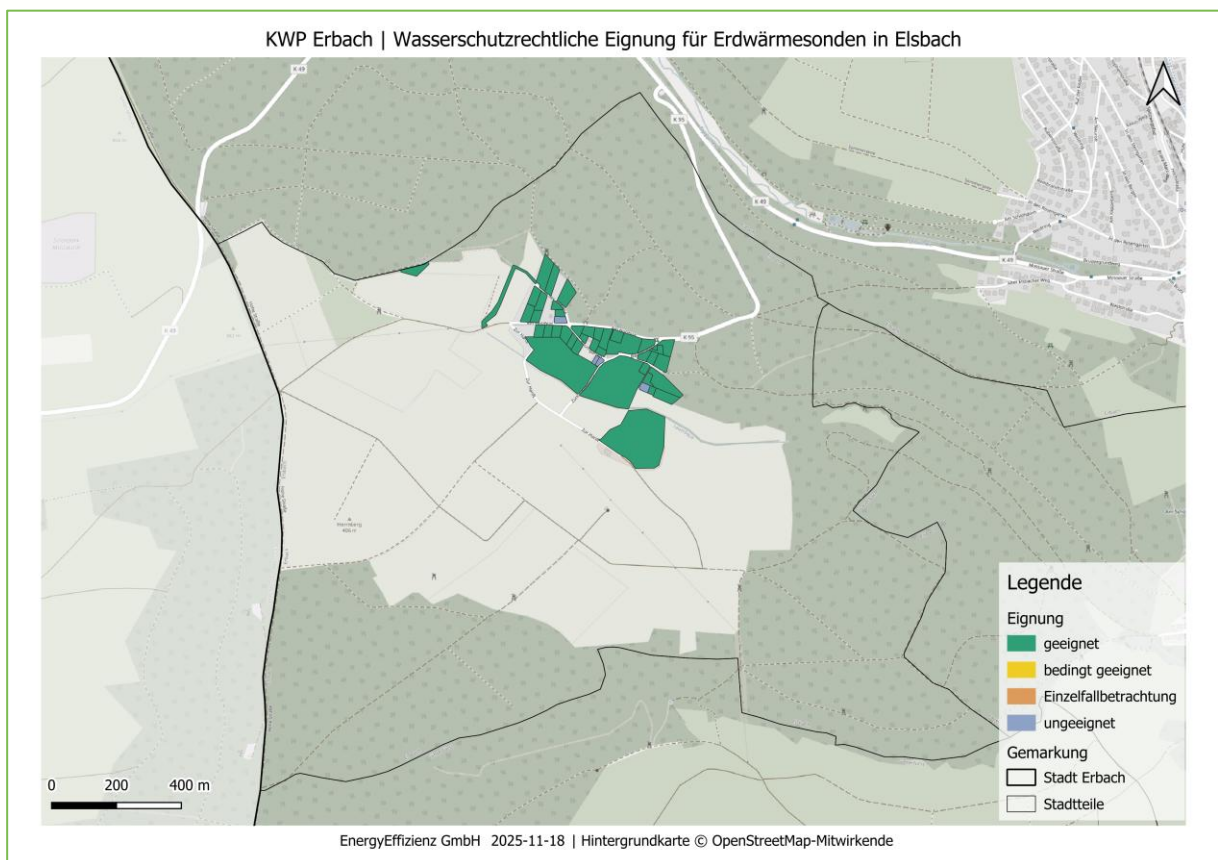


Abbildung 68: Stadtteil Elsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang E: Erbach

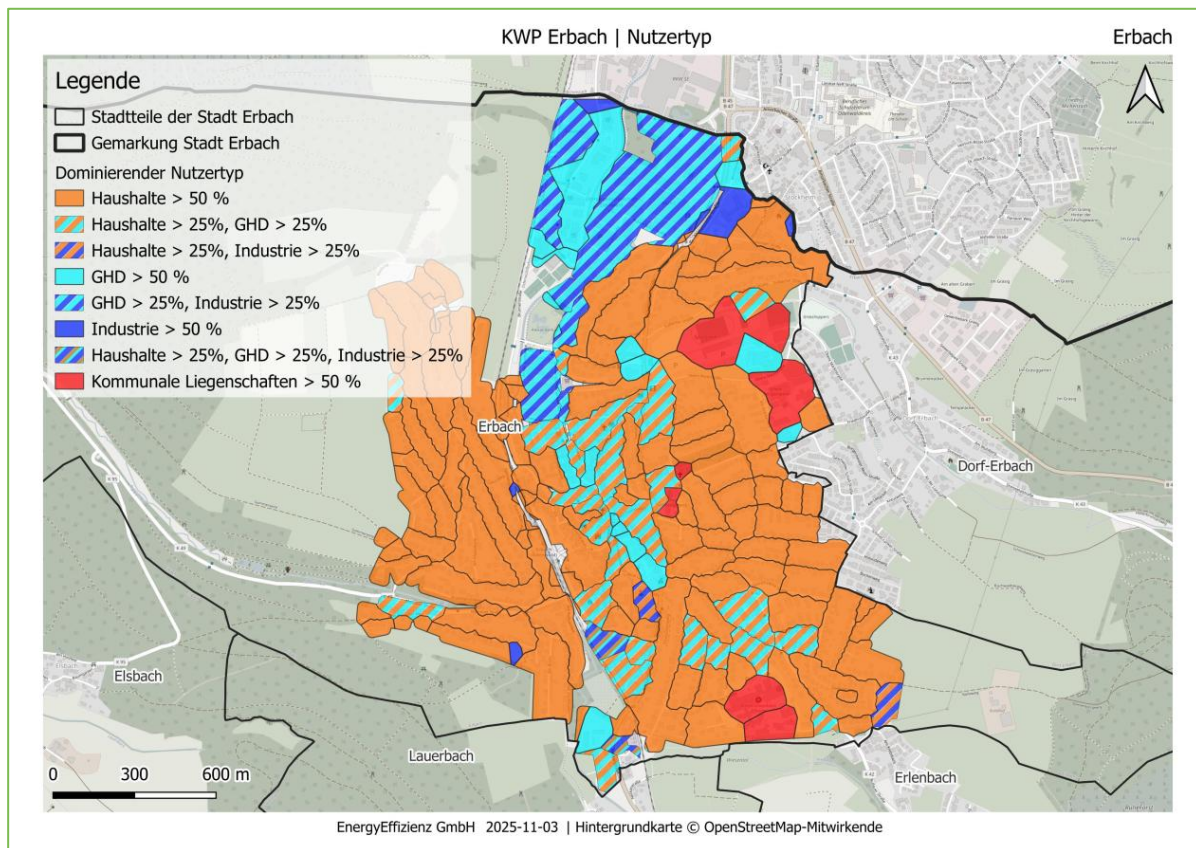


Abbildung 69: Stadtteil Erbach: Dominierende Sektoren

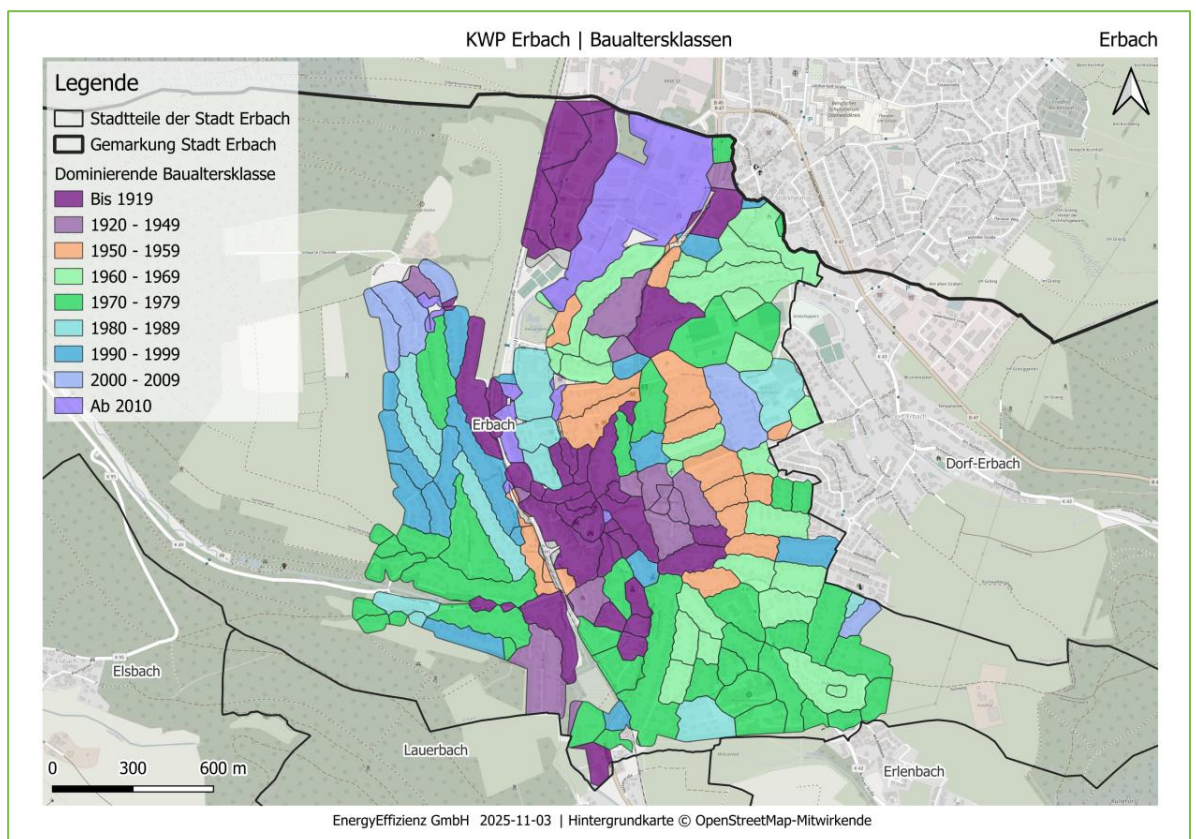


Abbildung 70: Stadtteil Erbach: Baualtersklassen

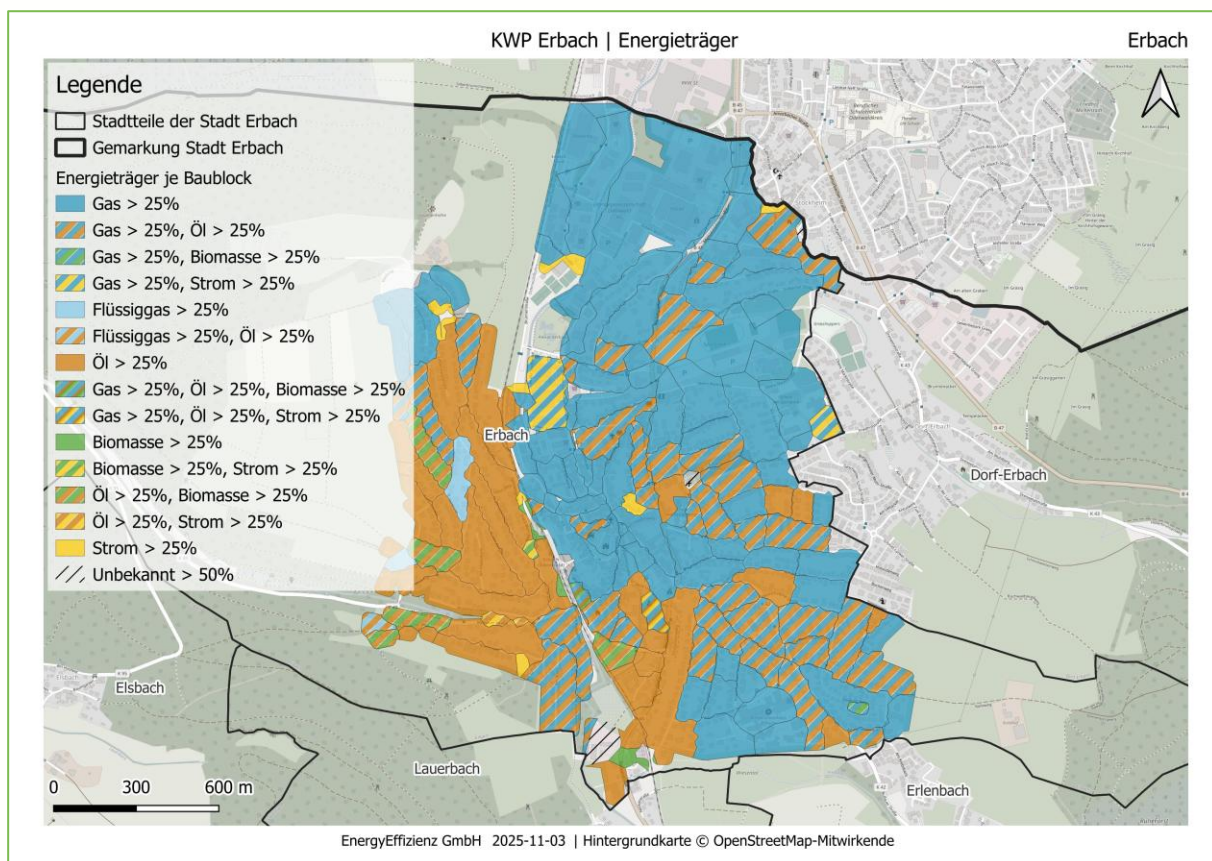


Abbildung 71: Stadtteil Erbach: Energieträger im Status quo

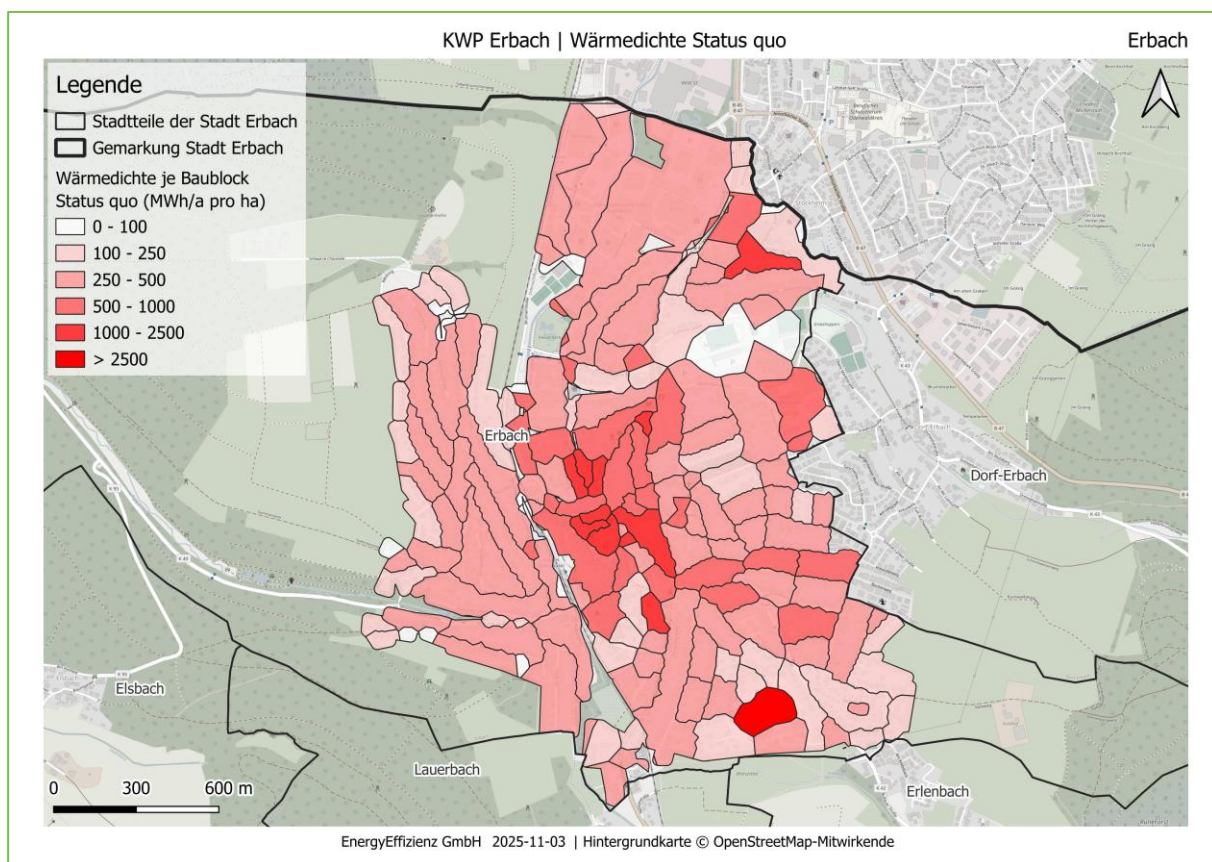


Abbildung 72: Stadtteil Erbach: Wärmedichte im Status quo

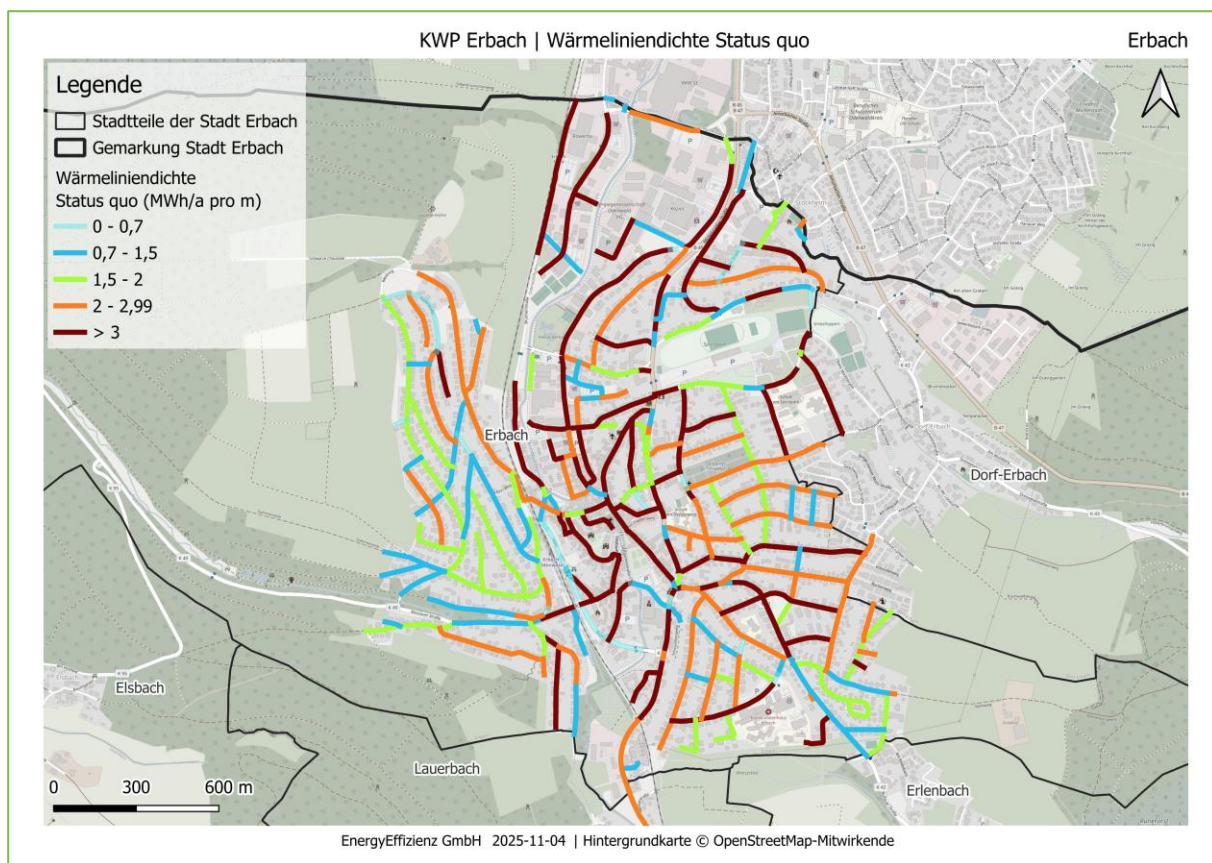


Abbildung 73: Stadtteil Erbach: Wärmelinienendichte im Status quo

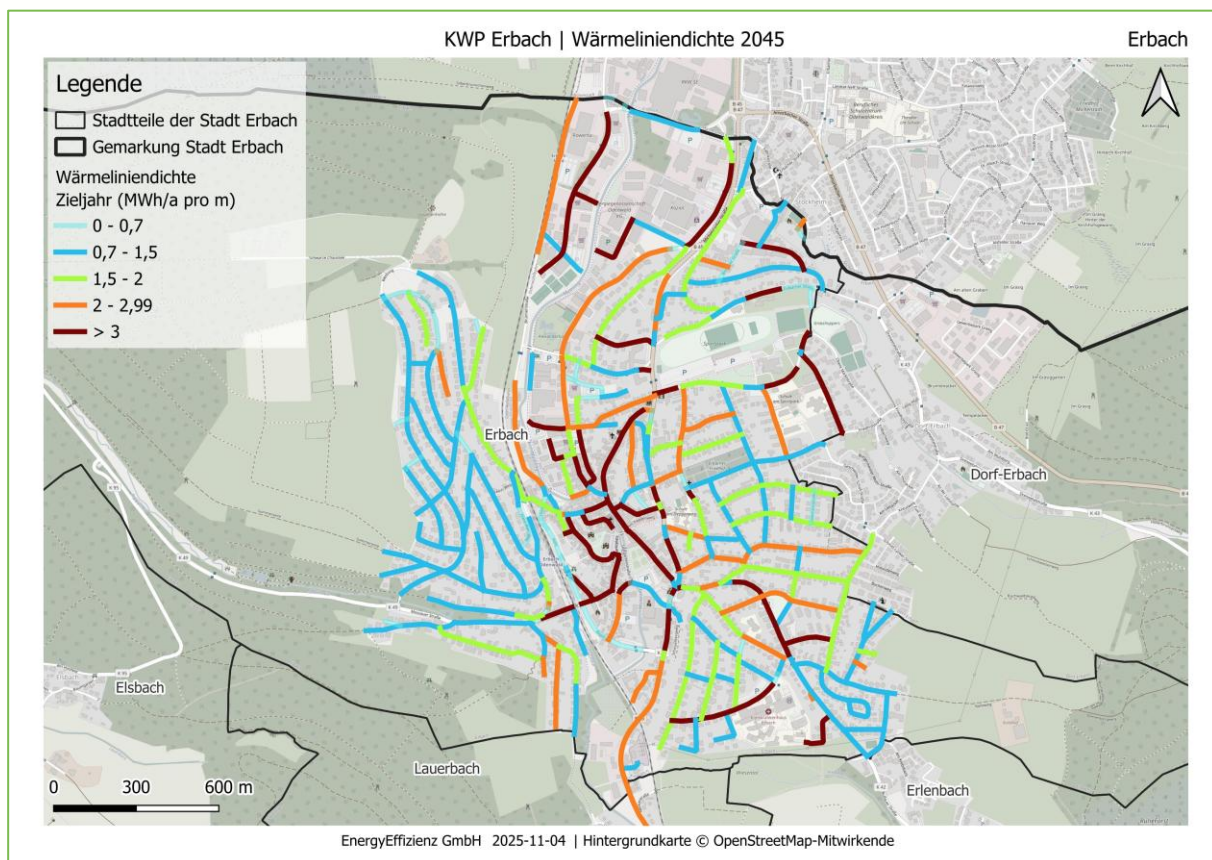


Abbildung 74: Stadtteil Erbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045

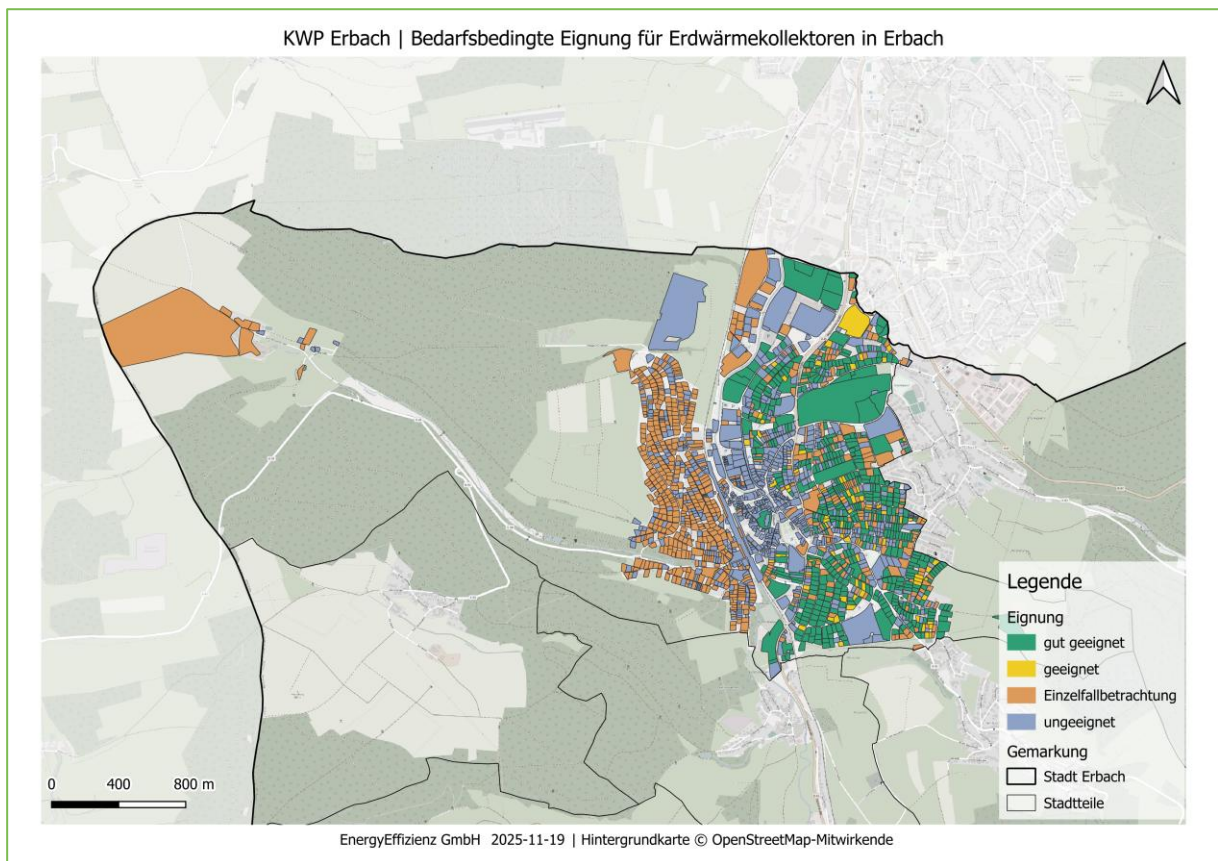


Abbildung 75: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

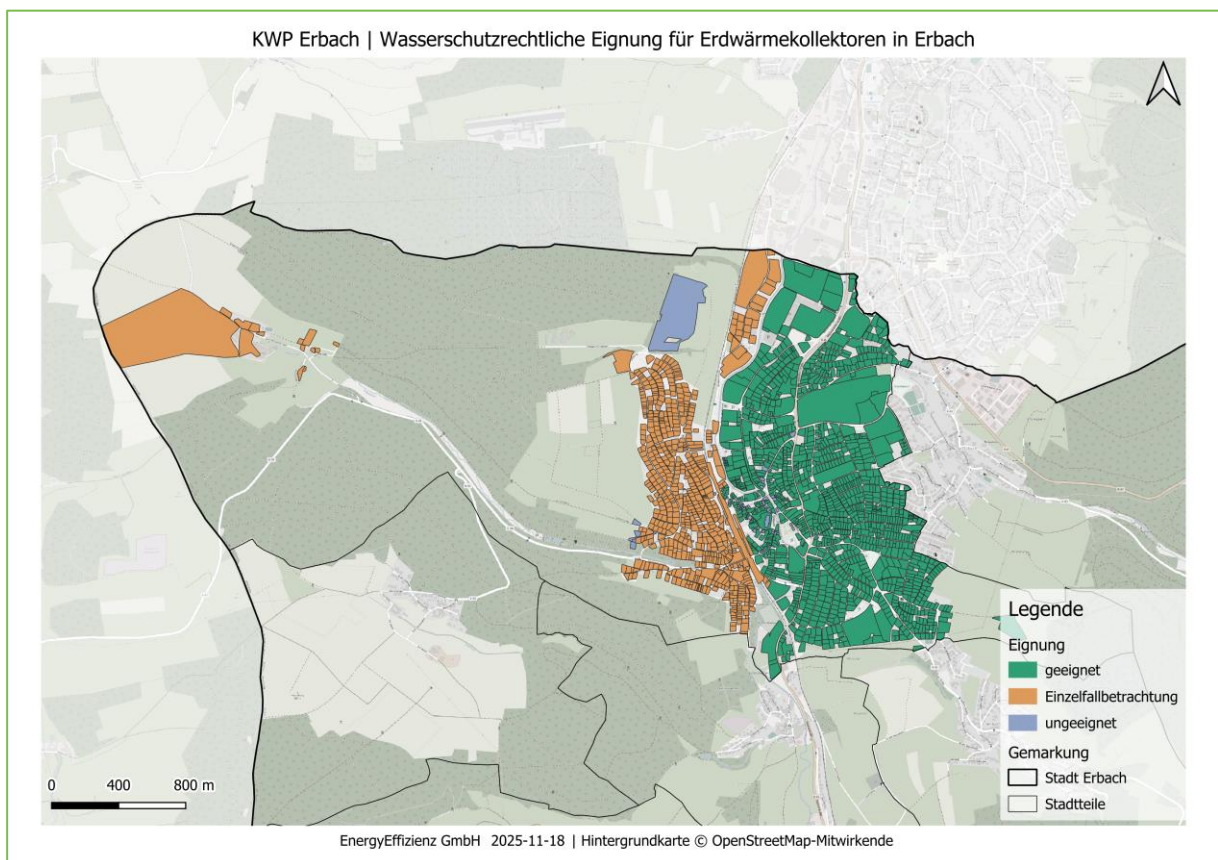


Abbildung 76: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

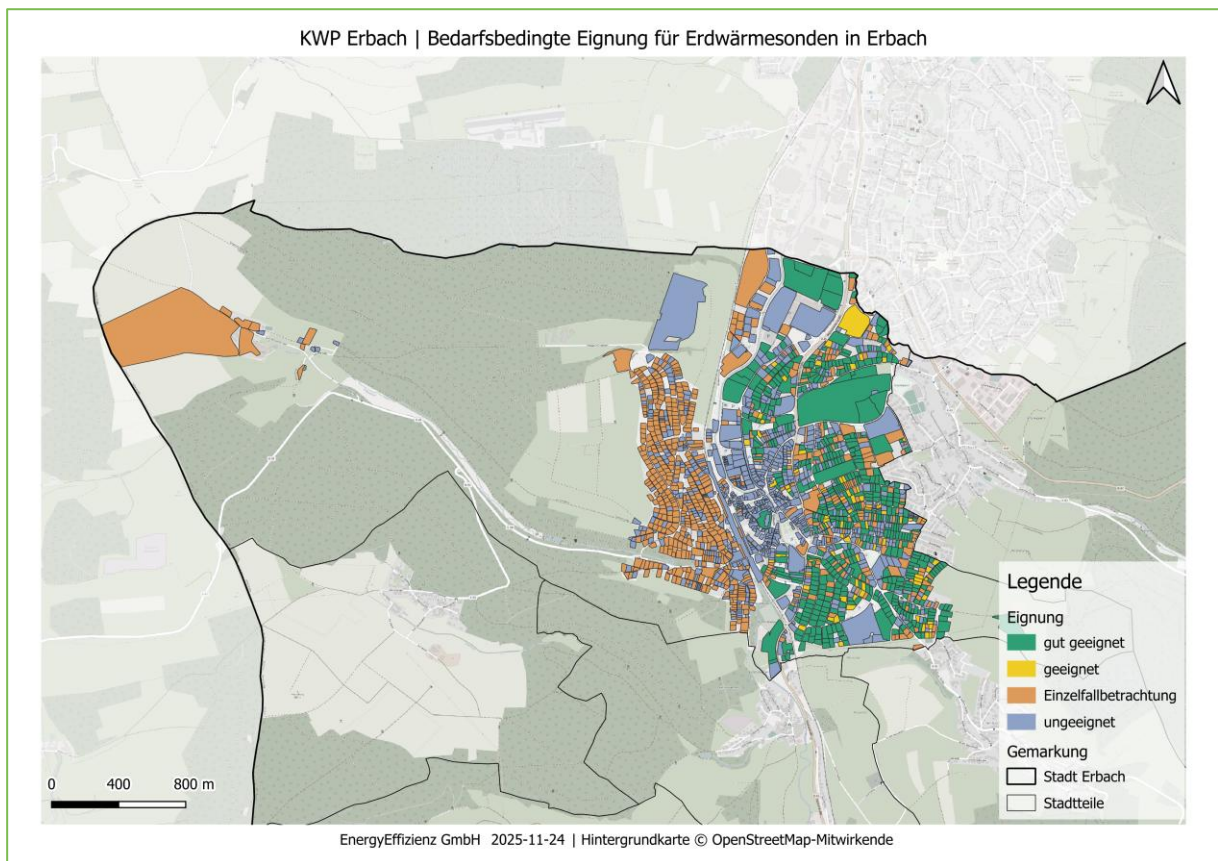


Abbildung 77: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

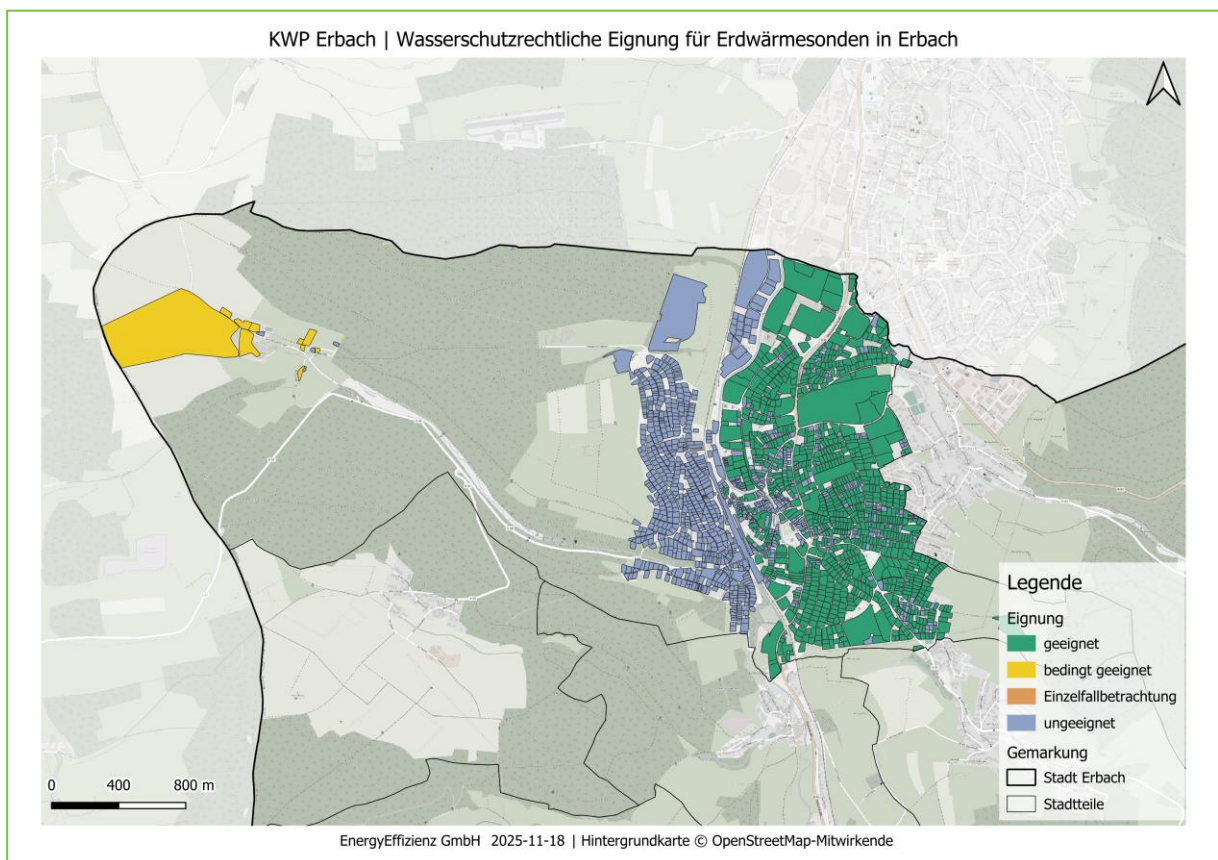


Abbildung 78: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang F: Erbach

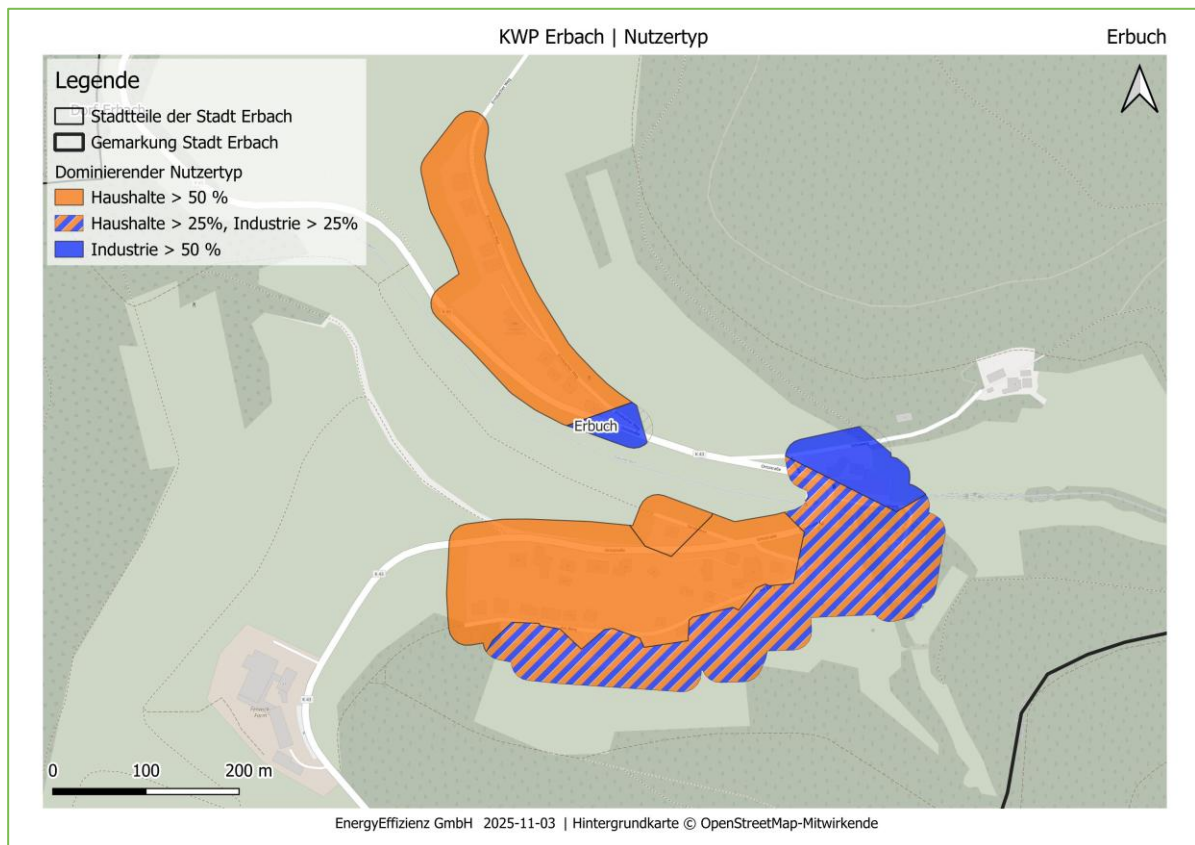


Abbildung 79: Stadtteil Erbach: Dominierende Sektoren

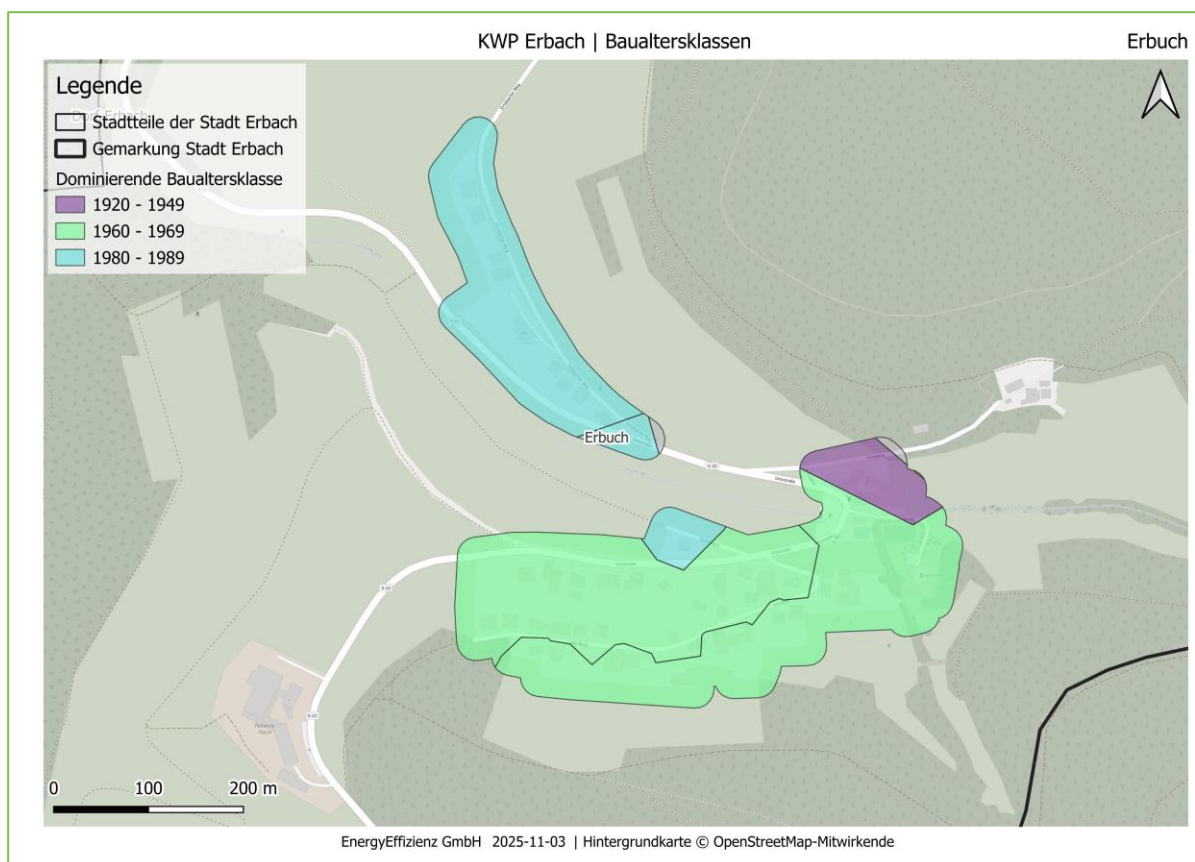


Abbildung 80: Stadtteil Erbach: Baualtersklassen

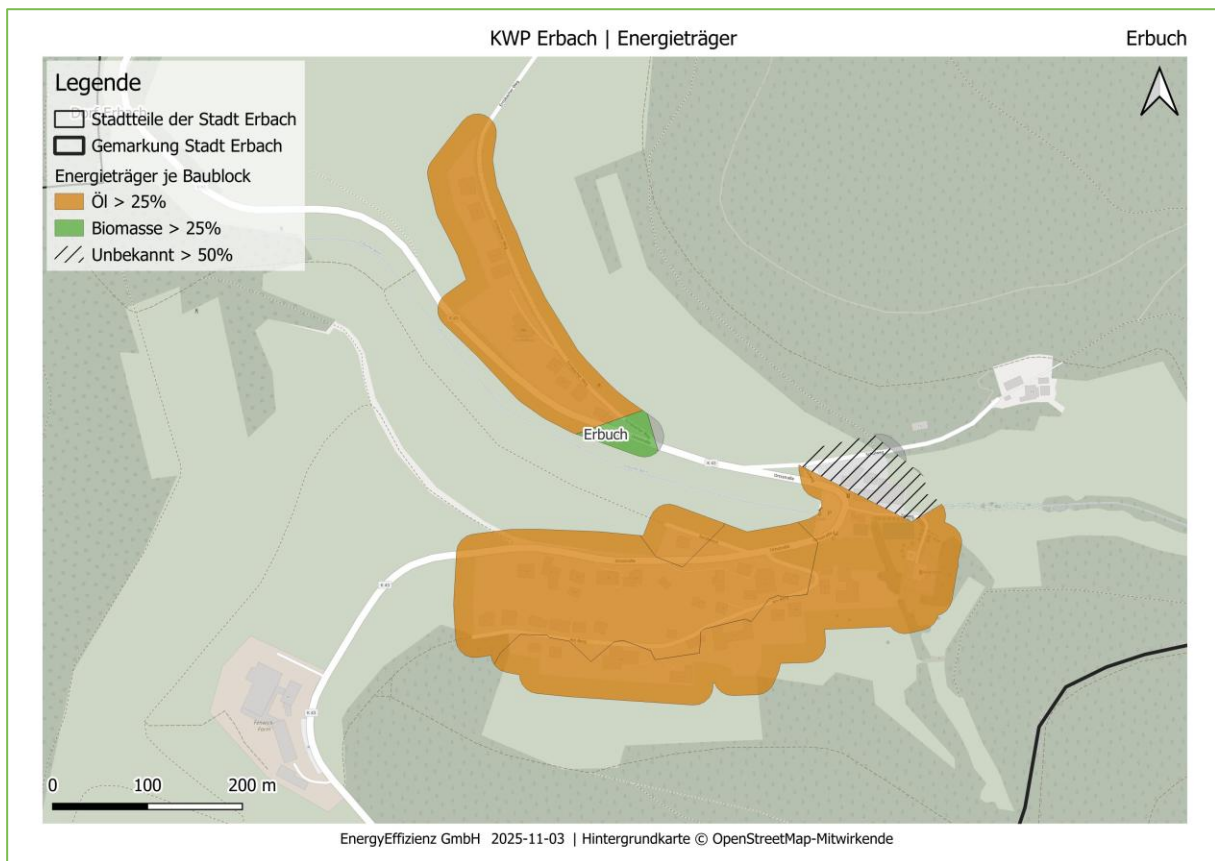


Abbildung 81: Stadtteil Erbach: Energieträger im Status quo

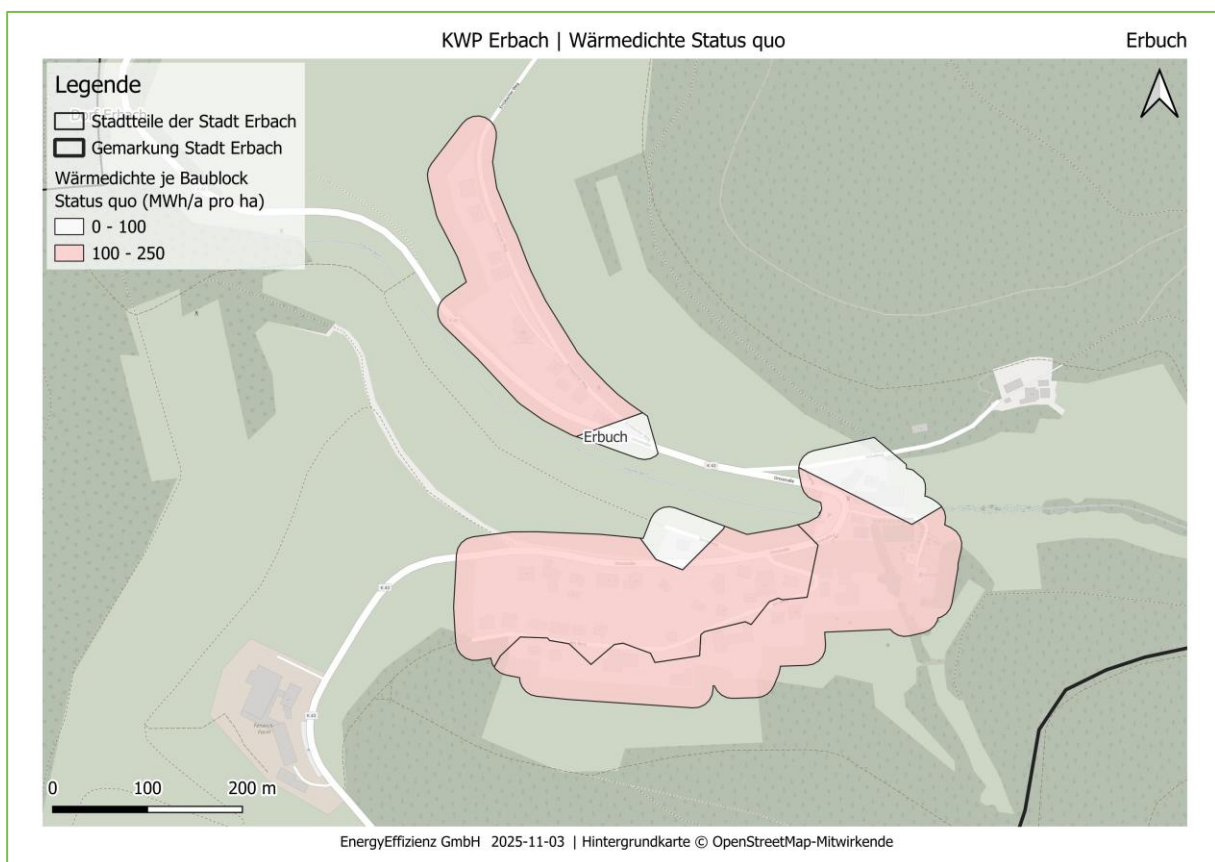


Abbildung 82: Stadtteil Erbach: Wärmedichte im Status quo

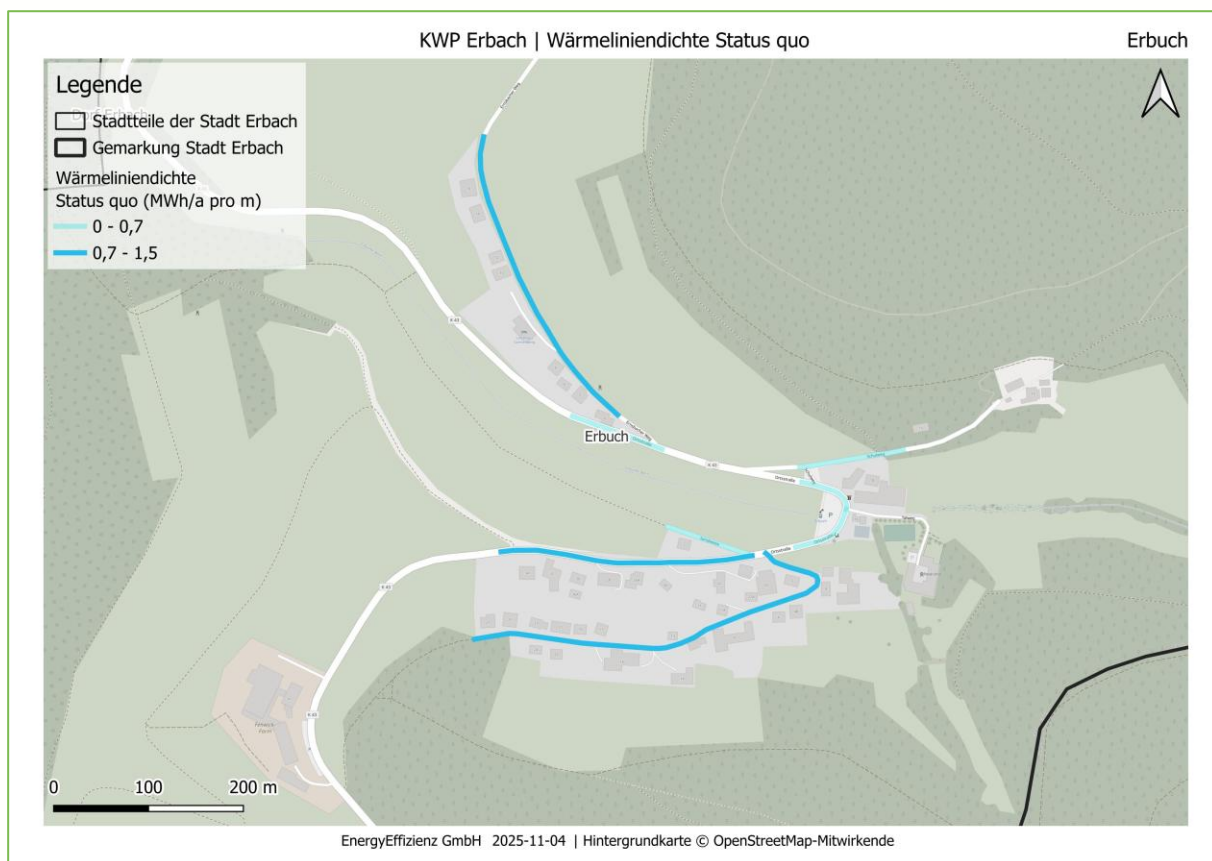


Abbildung 83: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Status quo

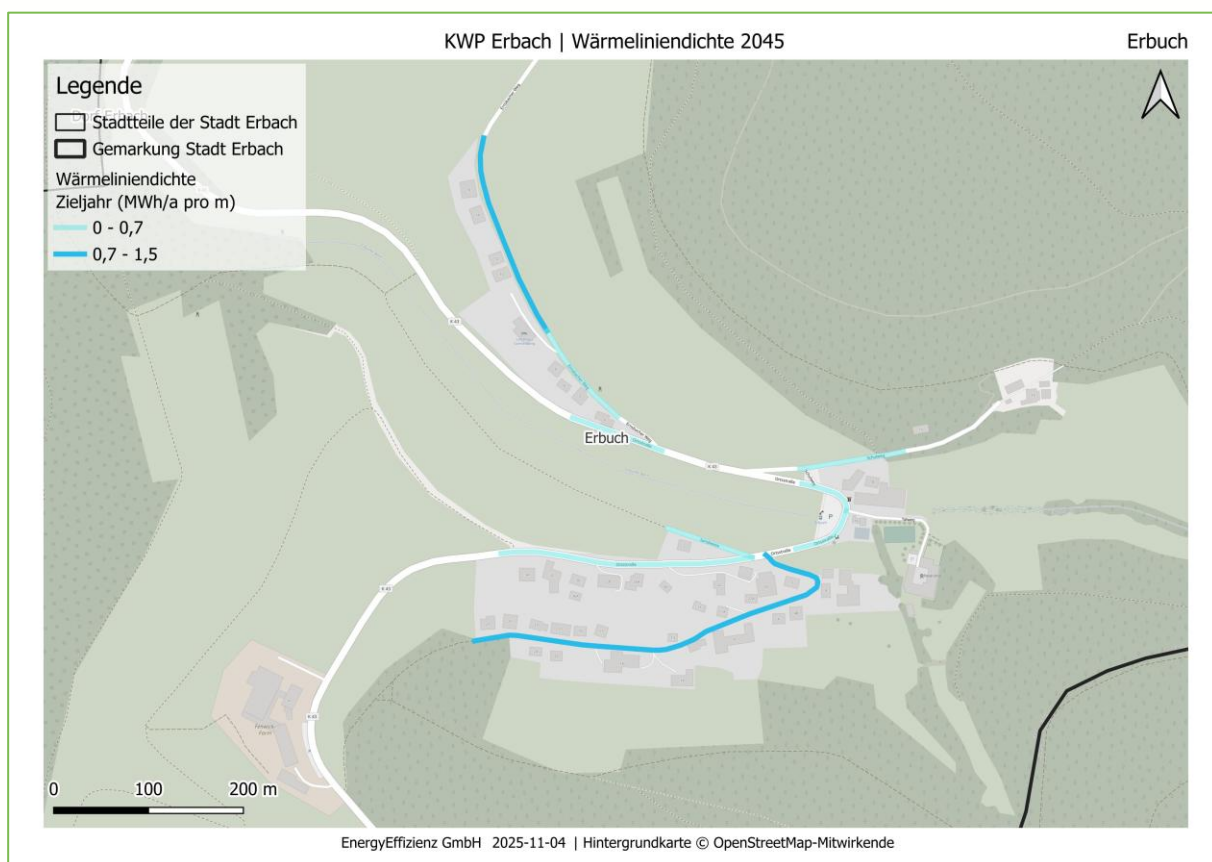


Abbildung 84: Stadtteil Erbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

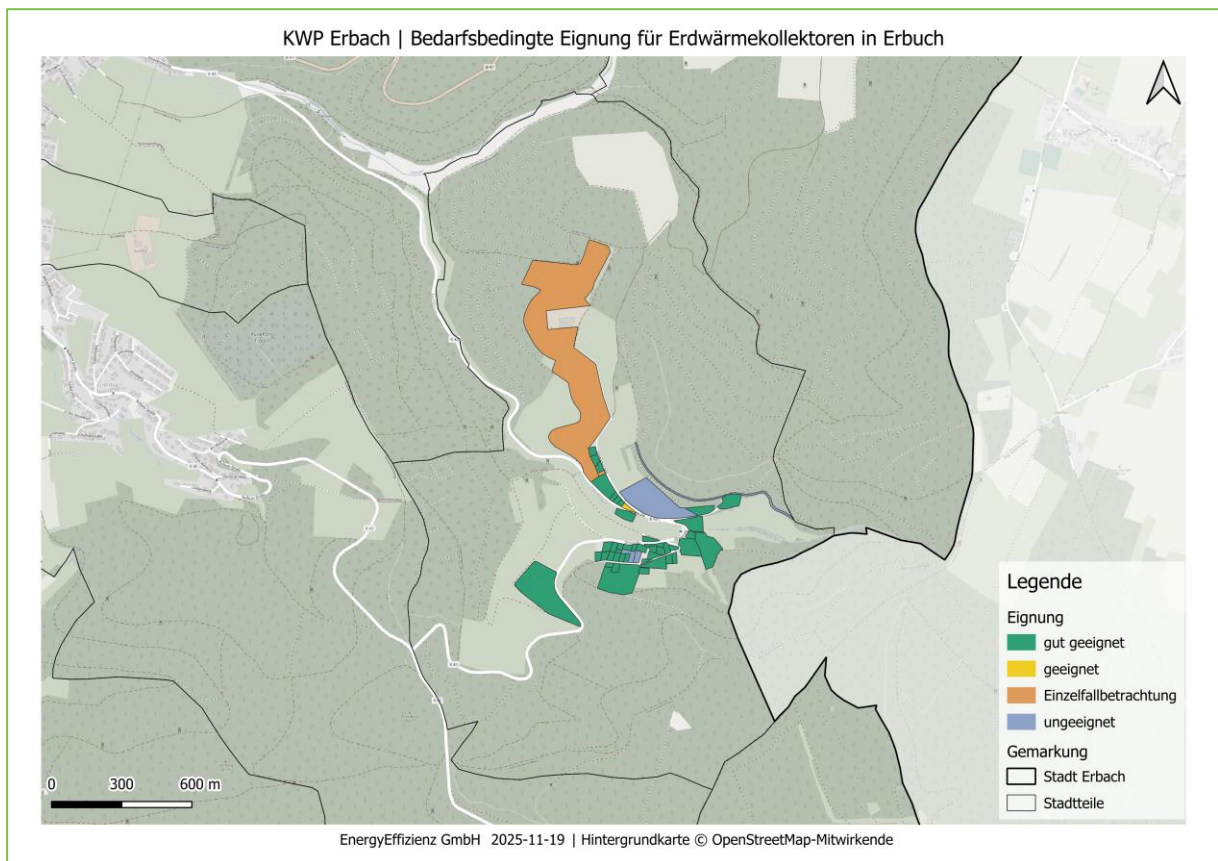


Abbildung 85: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

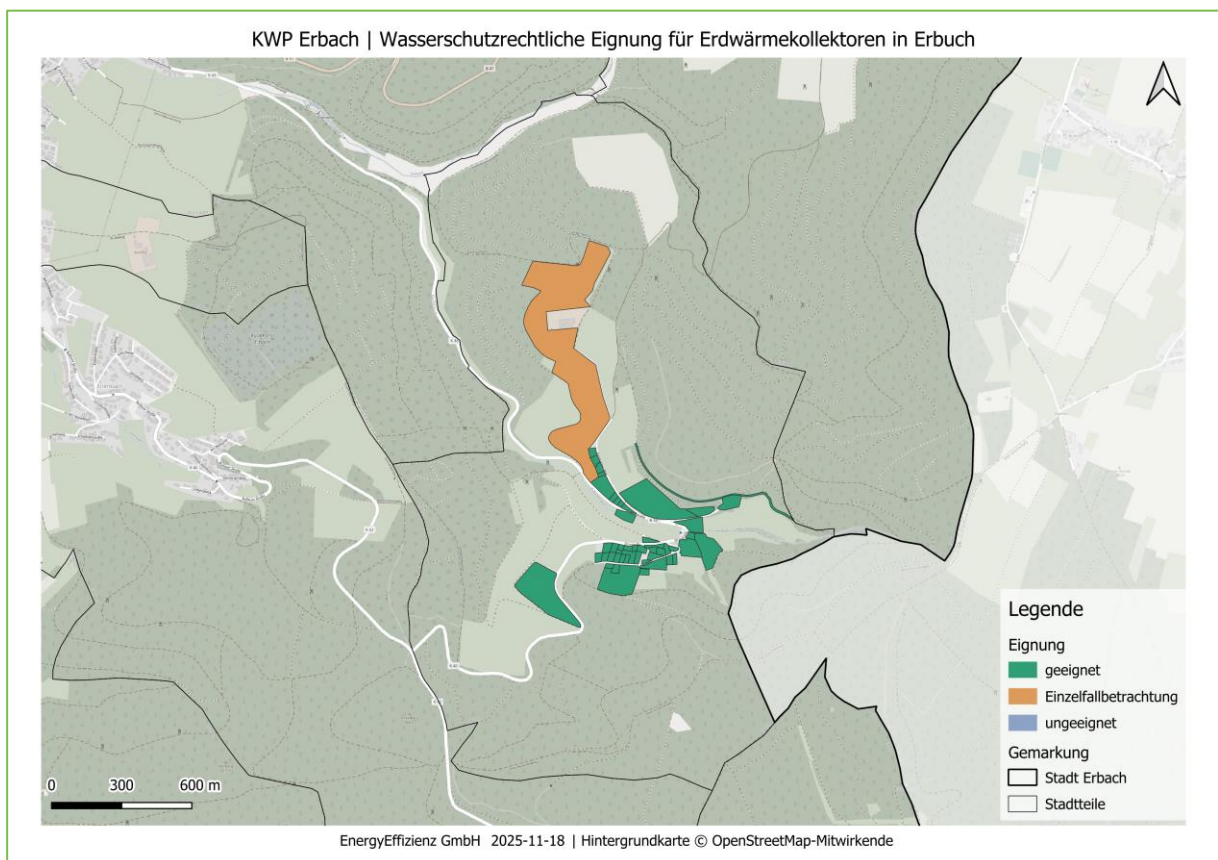


Abbildung 86: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

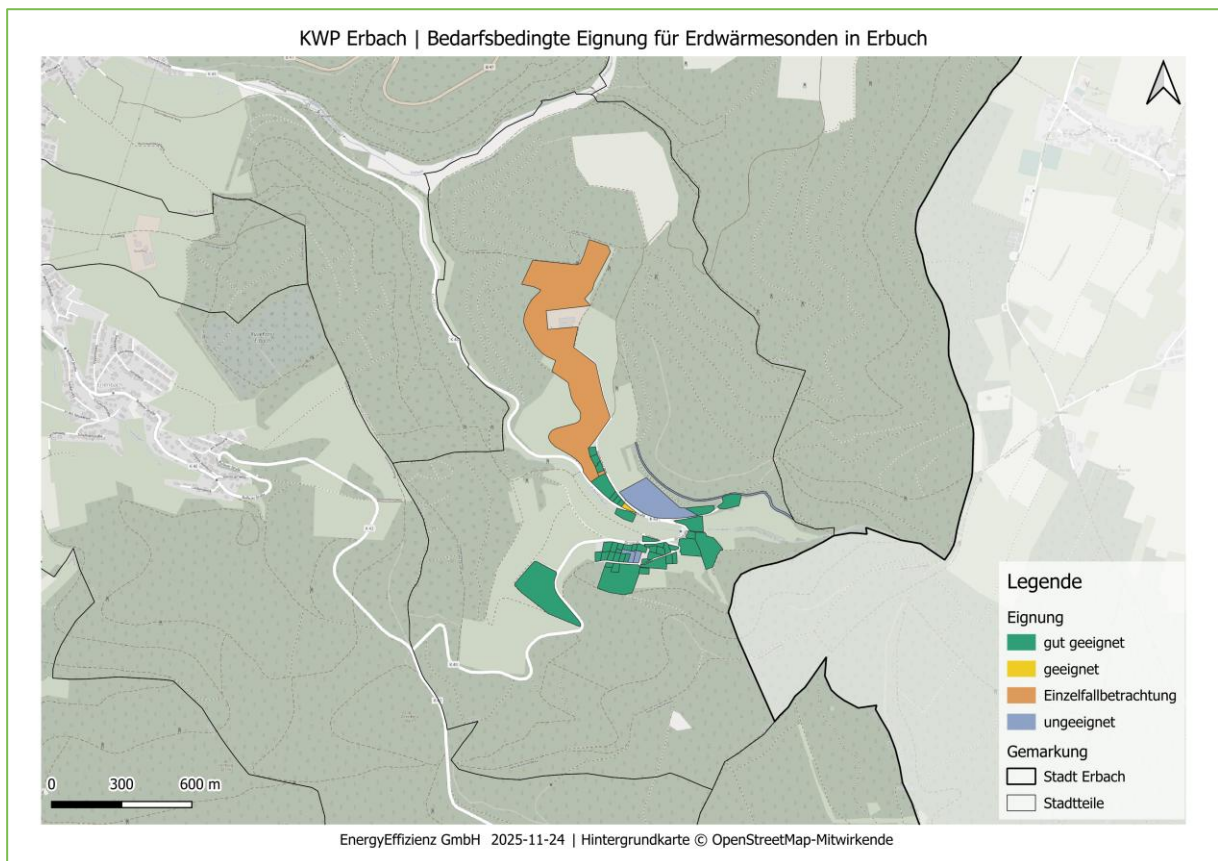


Abbildung 87: Stadtteil Erbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

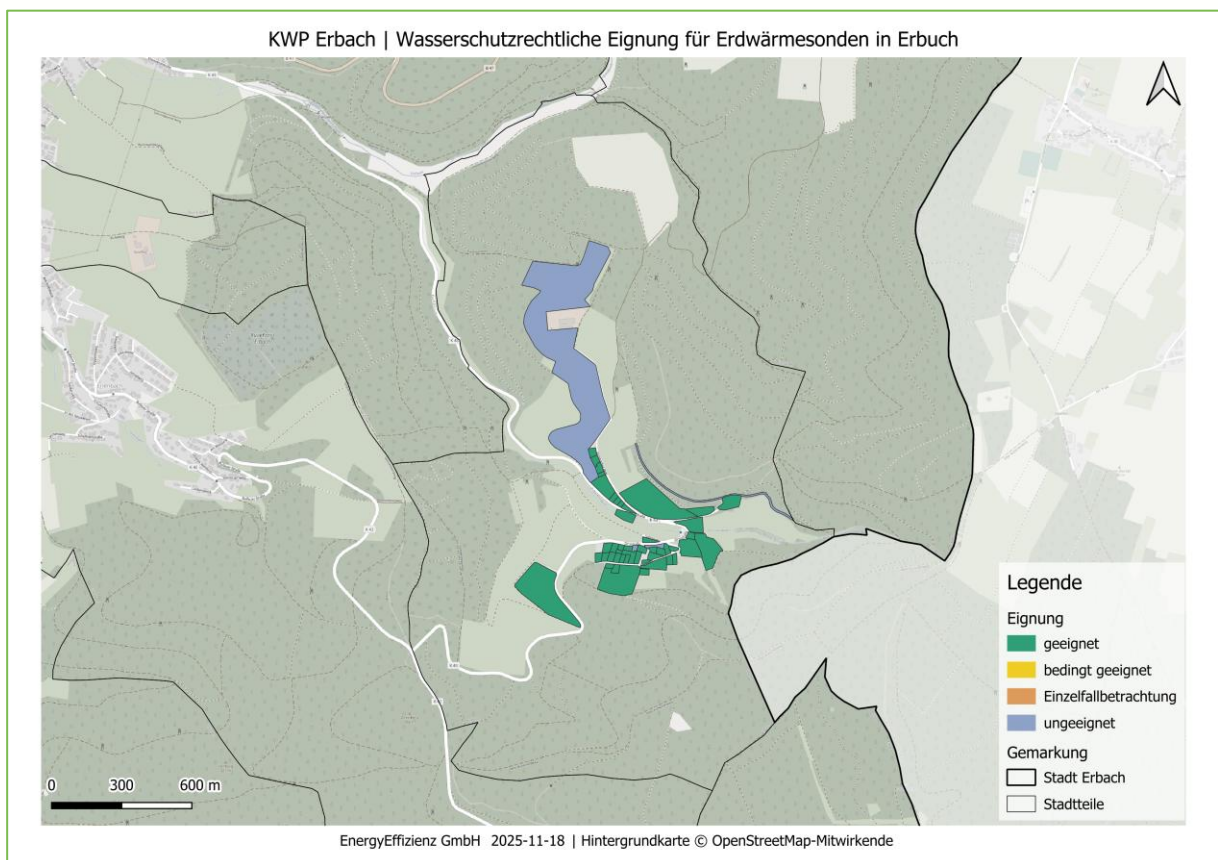


Abbildung 88: Stadtteil Erbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang G: Erlenbach

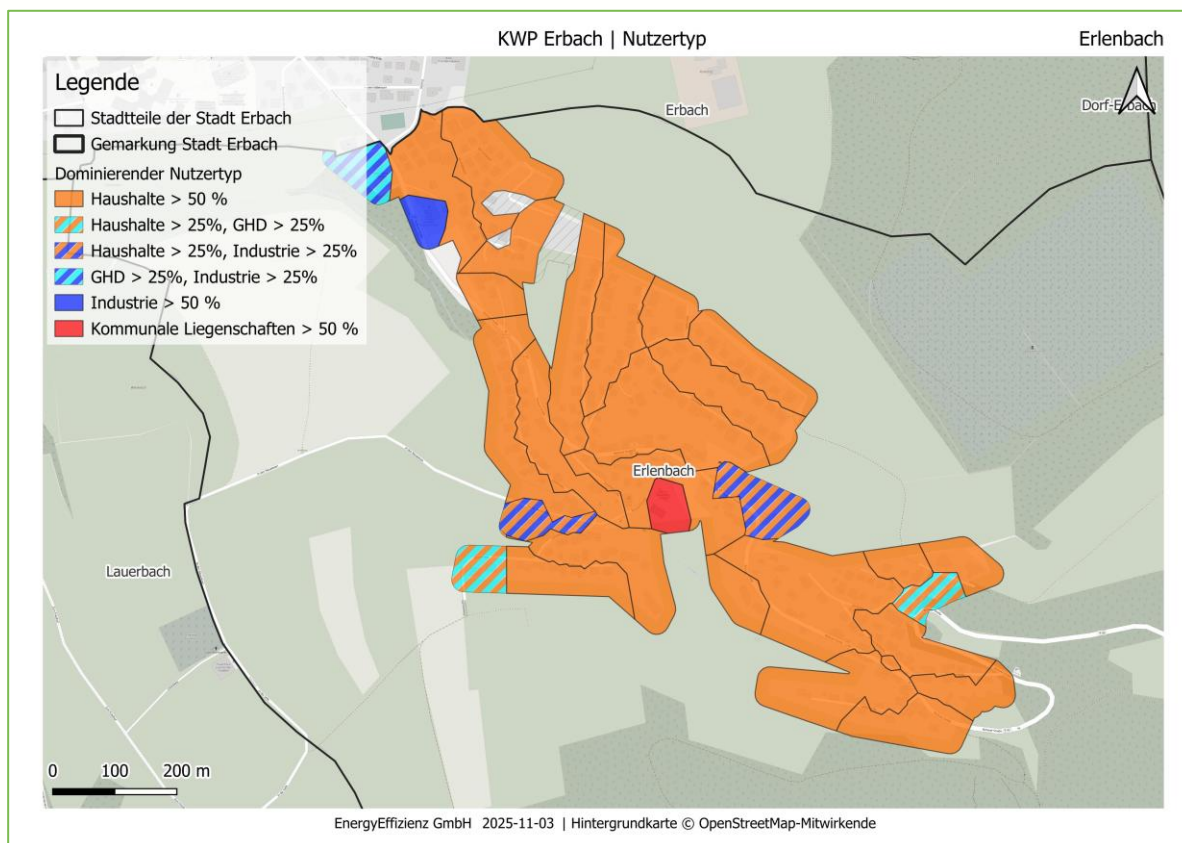


Abbildung 89: Stadtteil Erlenbach: Dominierende Sektoren

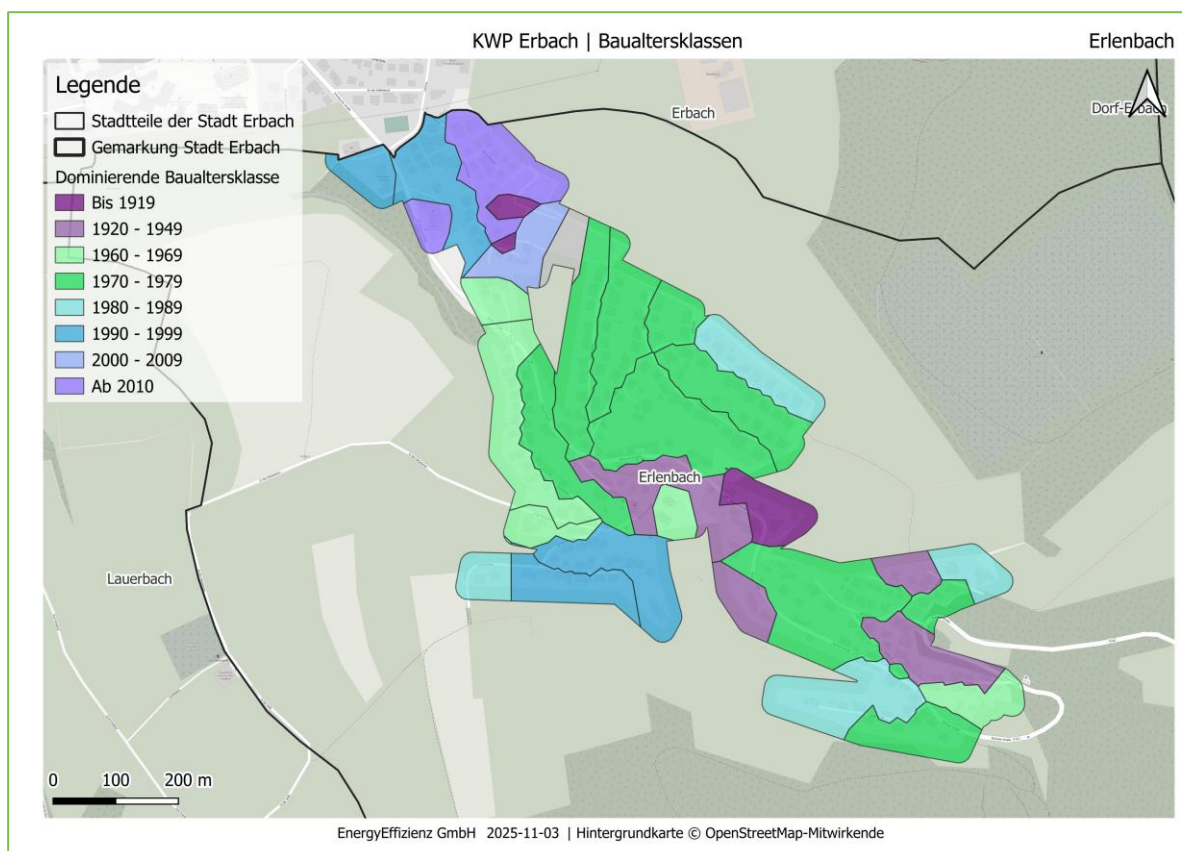


Abbildung 90: Stadtteil Erlenbach: Baualtersklassen

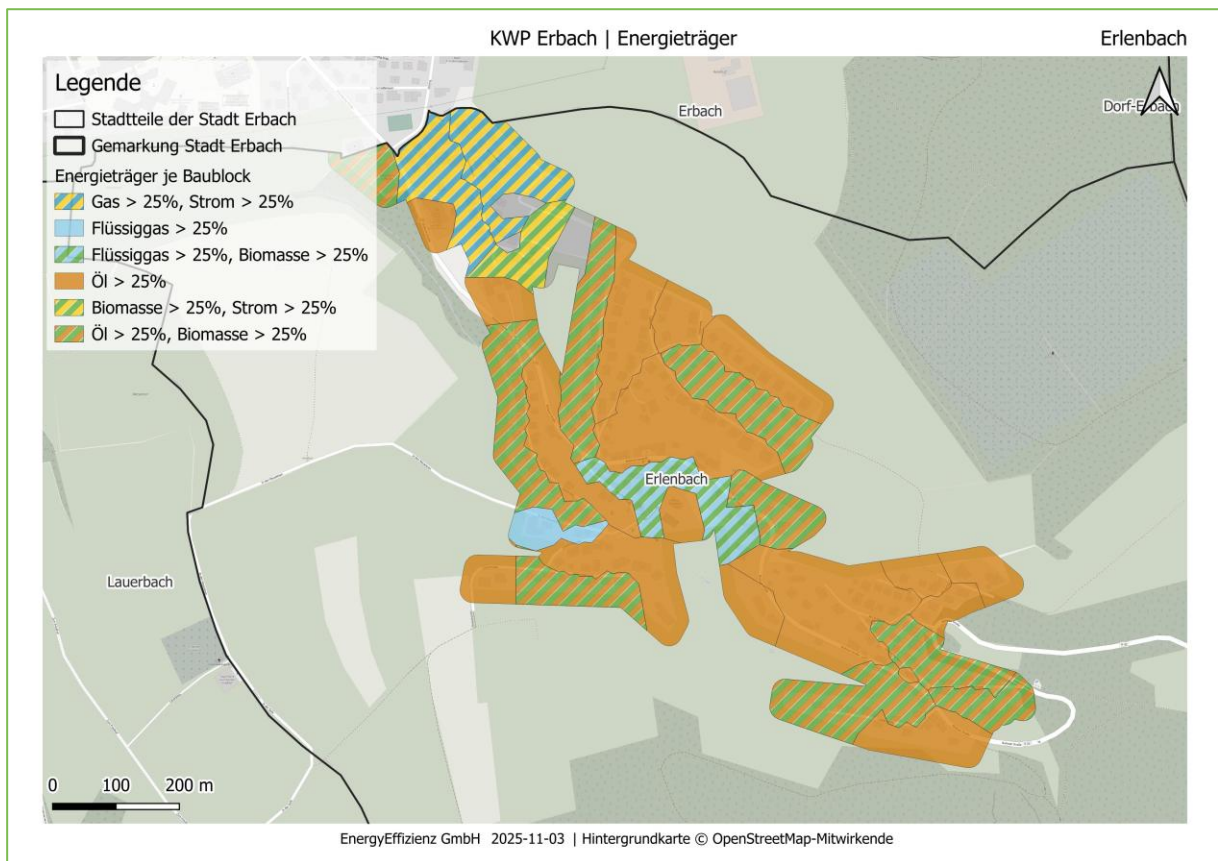


Abbildung 91: Stadtteil Erlenbach: Energieträger im Status quo

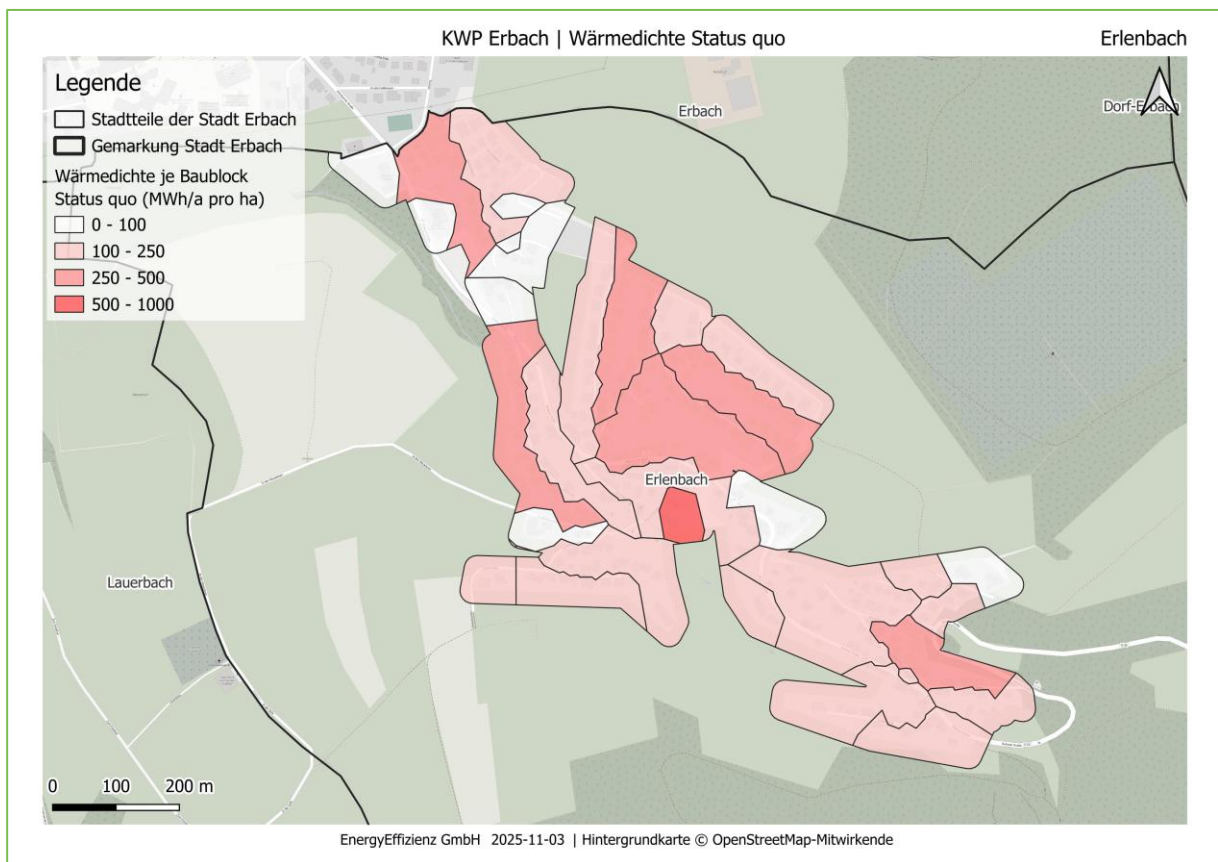


Abbildung 92: Stadtteil Erlenbach: Wärmedichte im Status quo

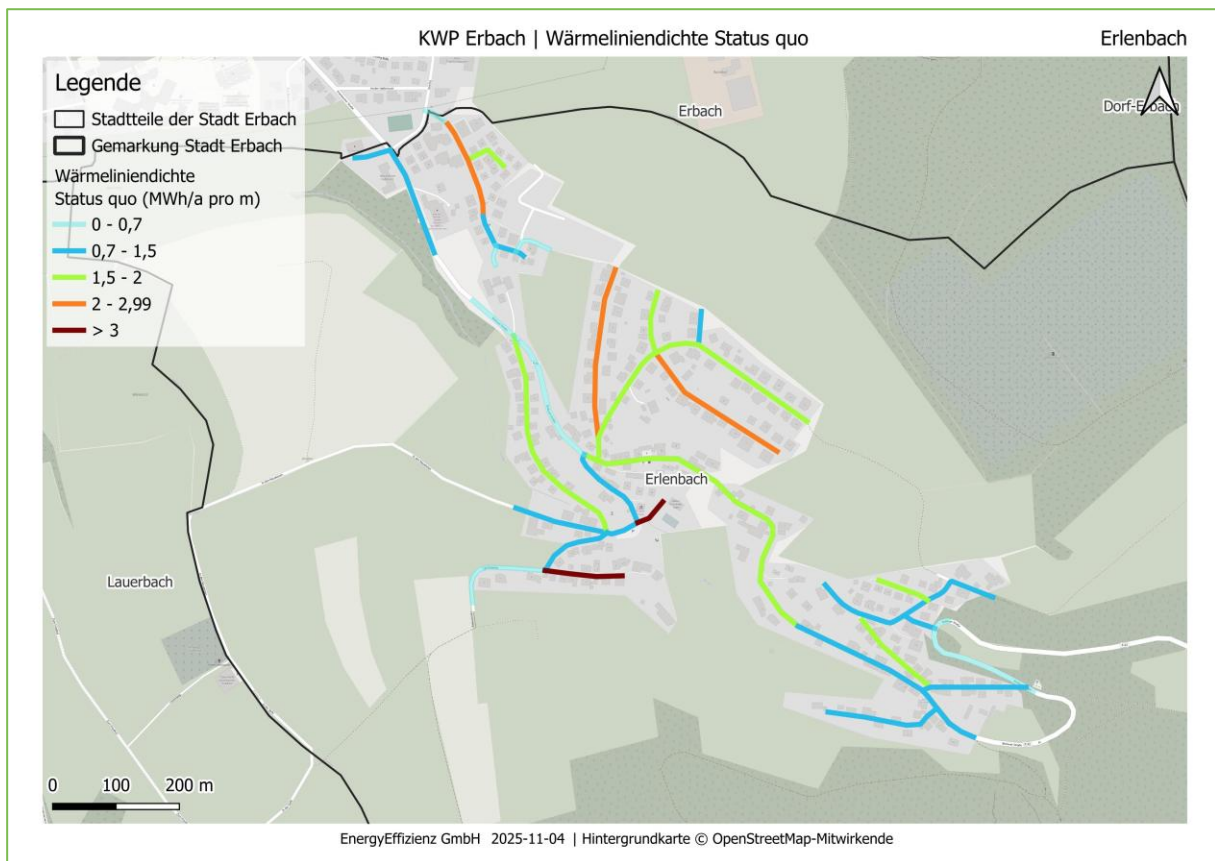


Abbildung 93: Stadtteil Erlench: Wärmeliniendichte im Status quo

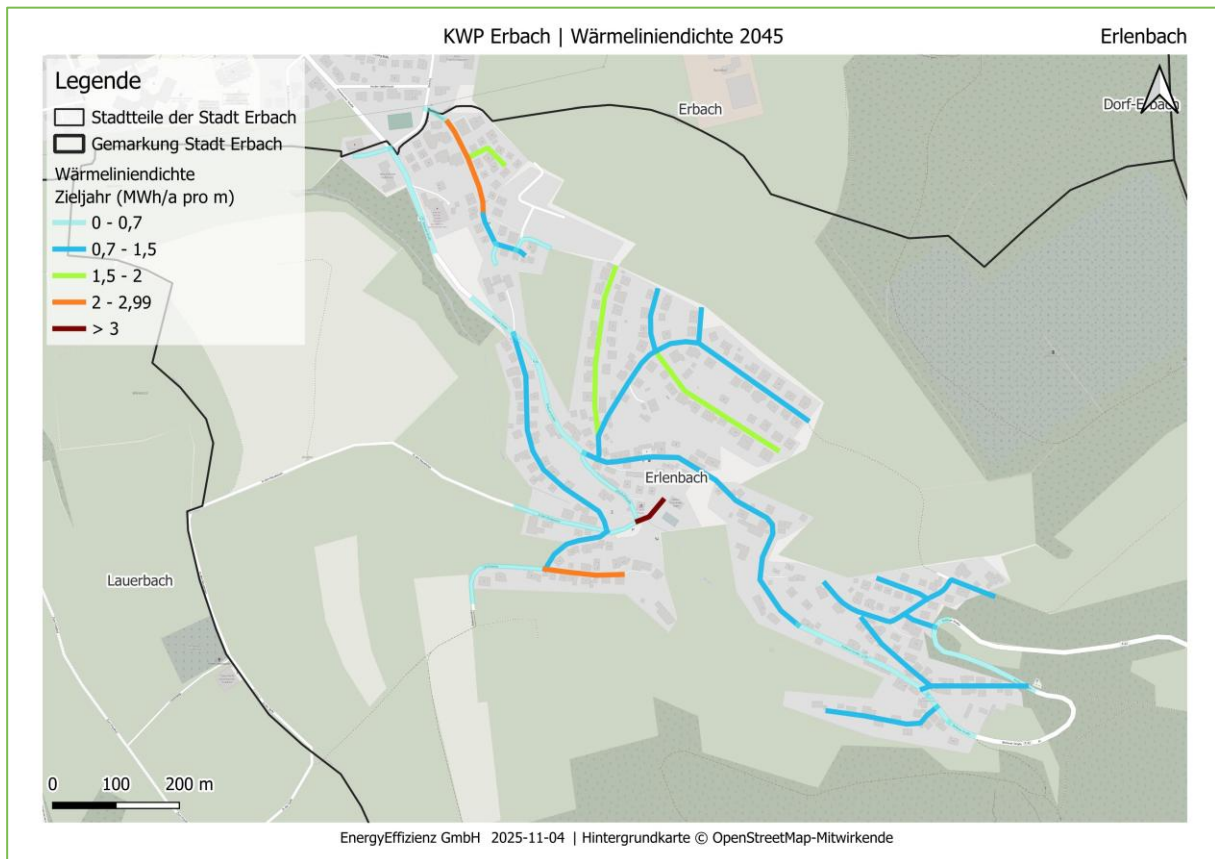


Abbildung 94: Stadtteil Erlench: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

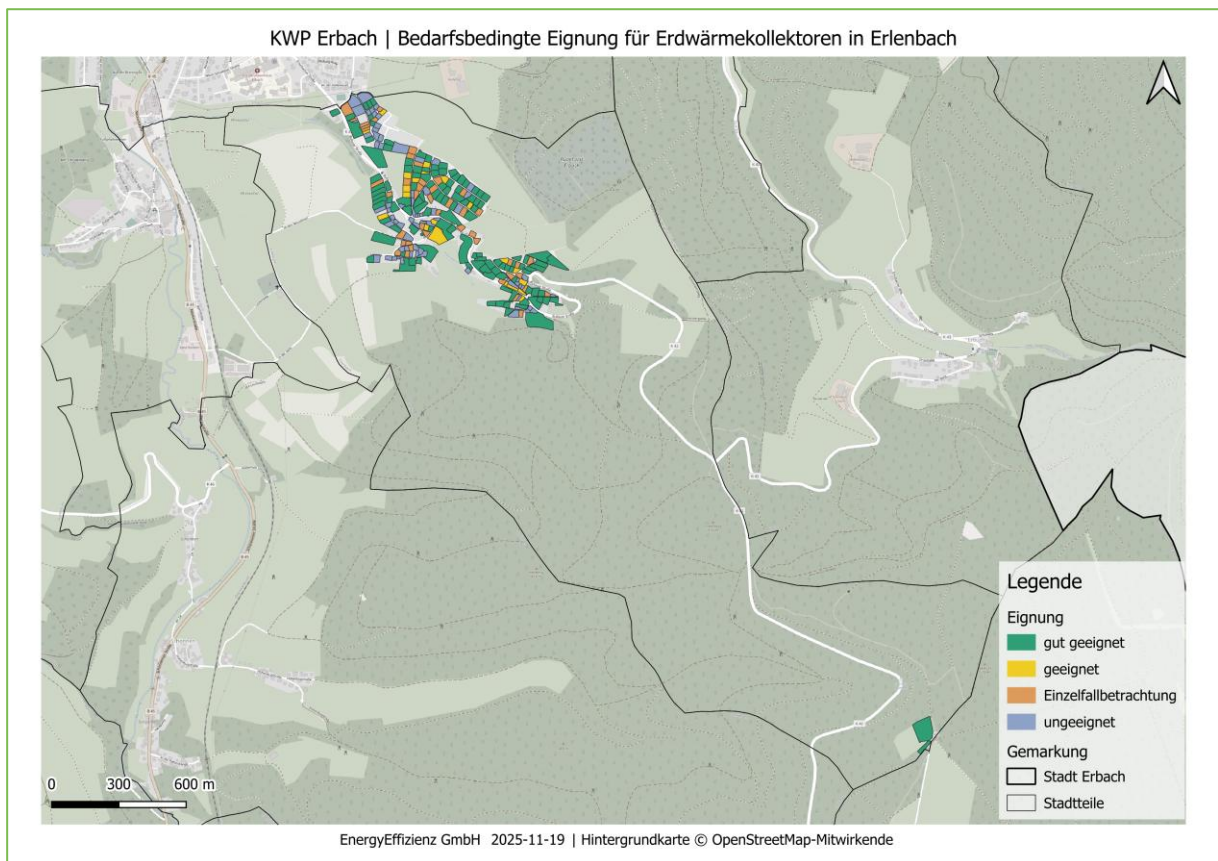


Abbildung 95: Stadtteil Erlenbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

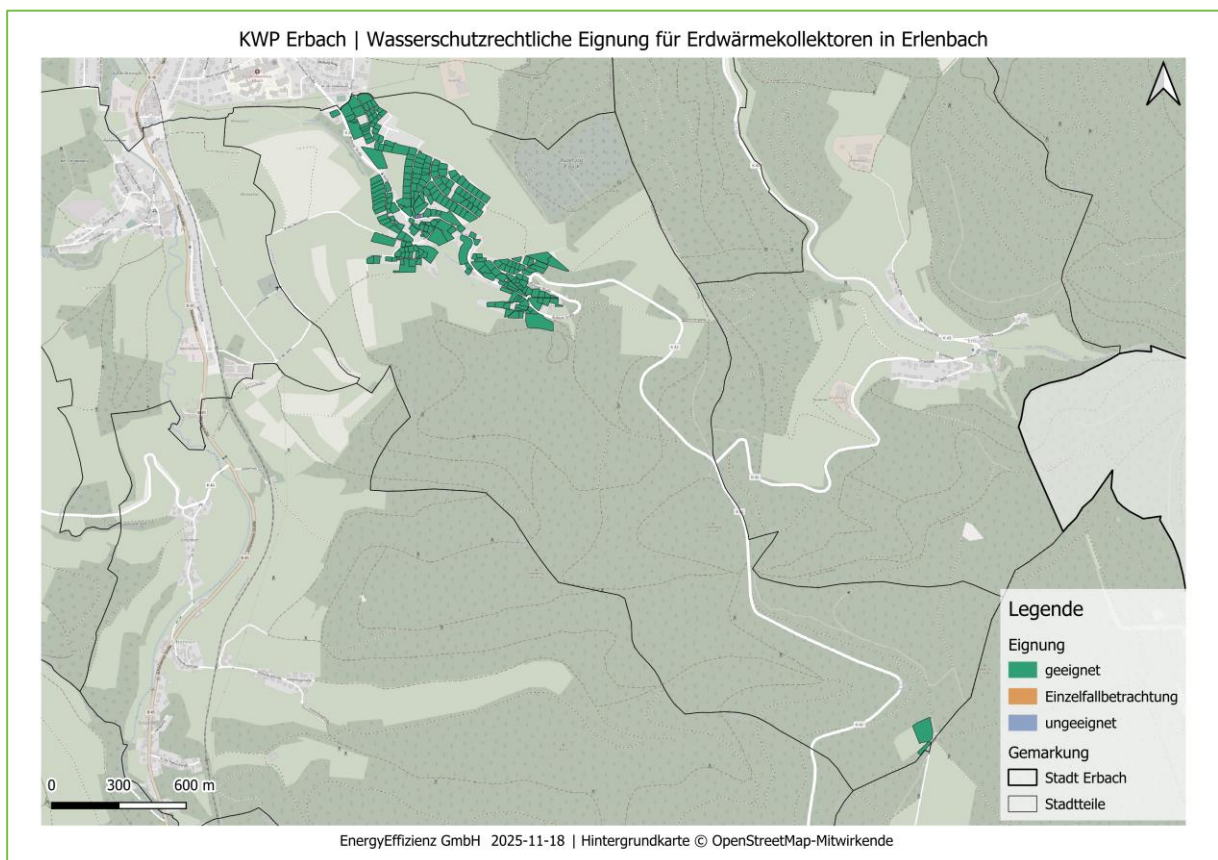


Abbildung 96: Stadtteil Erlenbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

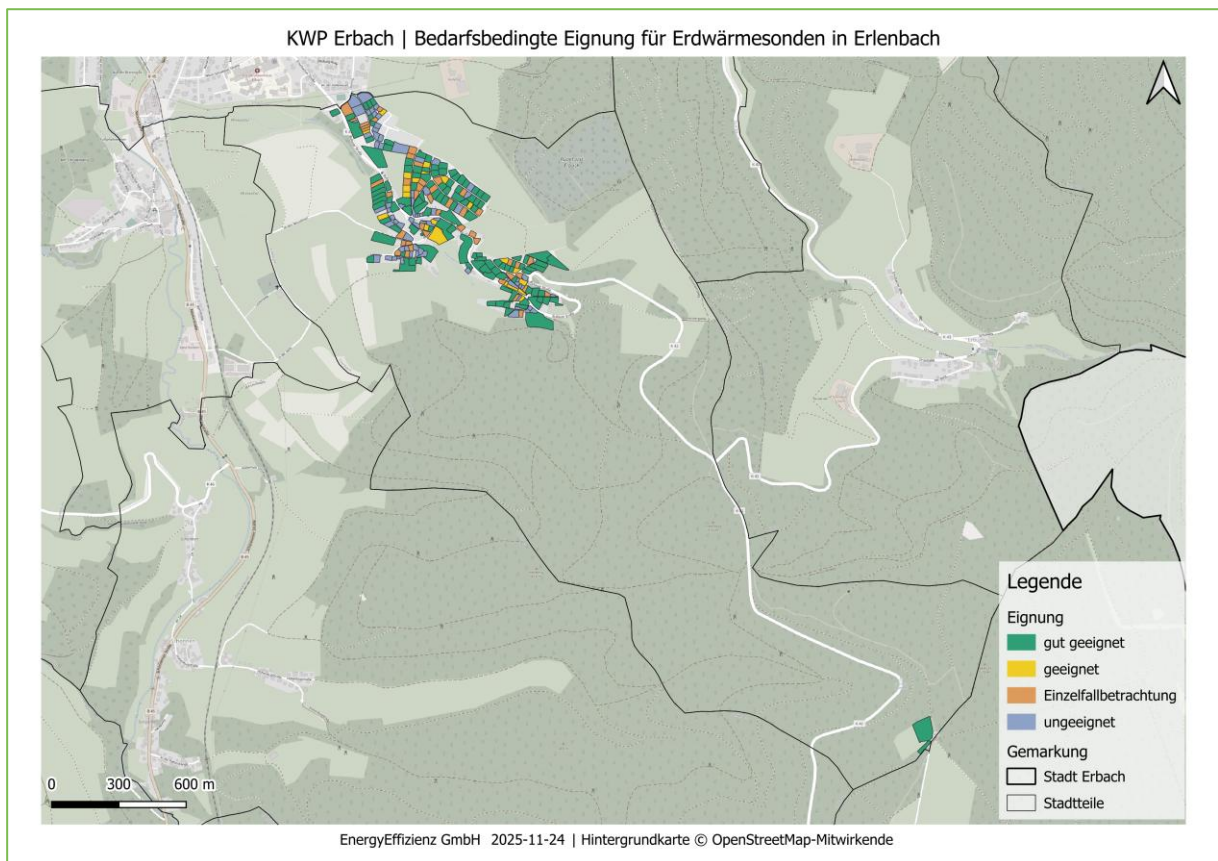


Abbildung 97: Stadtteil Erlenbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

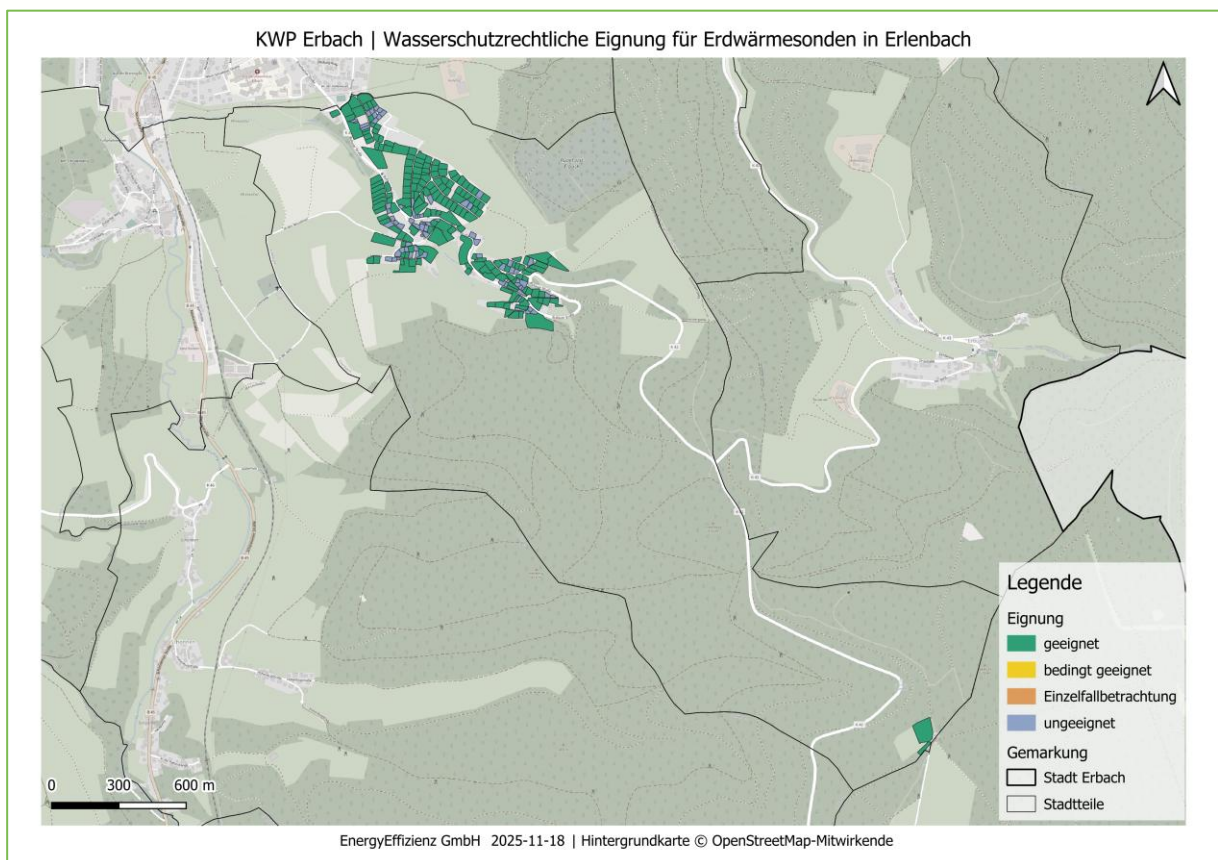


Abbildung 98: Stadtteil Erlenbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang H: Ernsbach

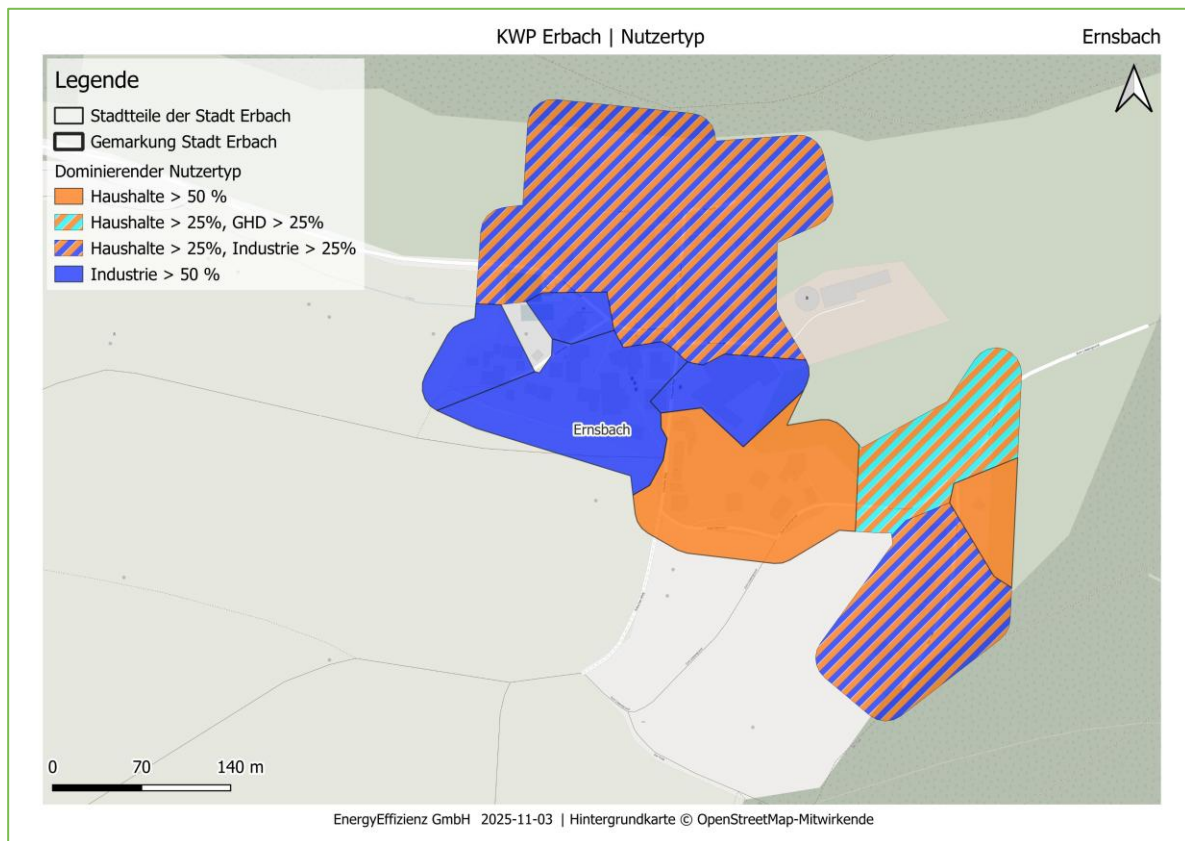


Abbildung 99: Stadtteil Ernsbach: Dominierende Sektoren

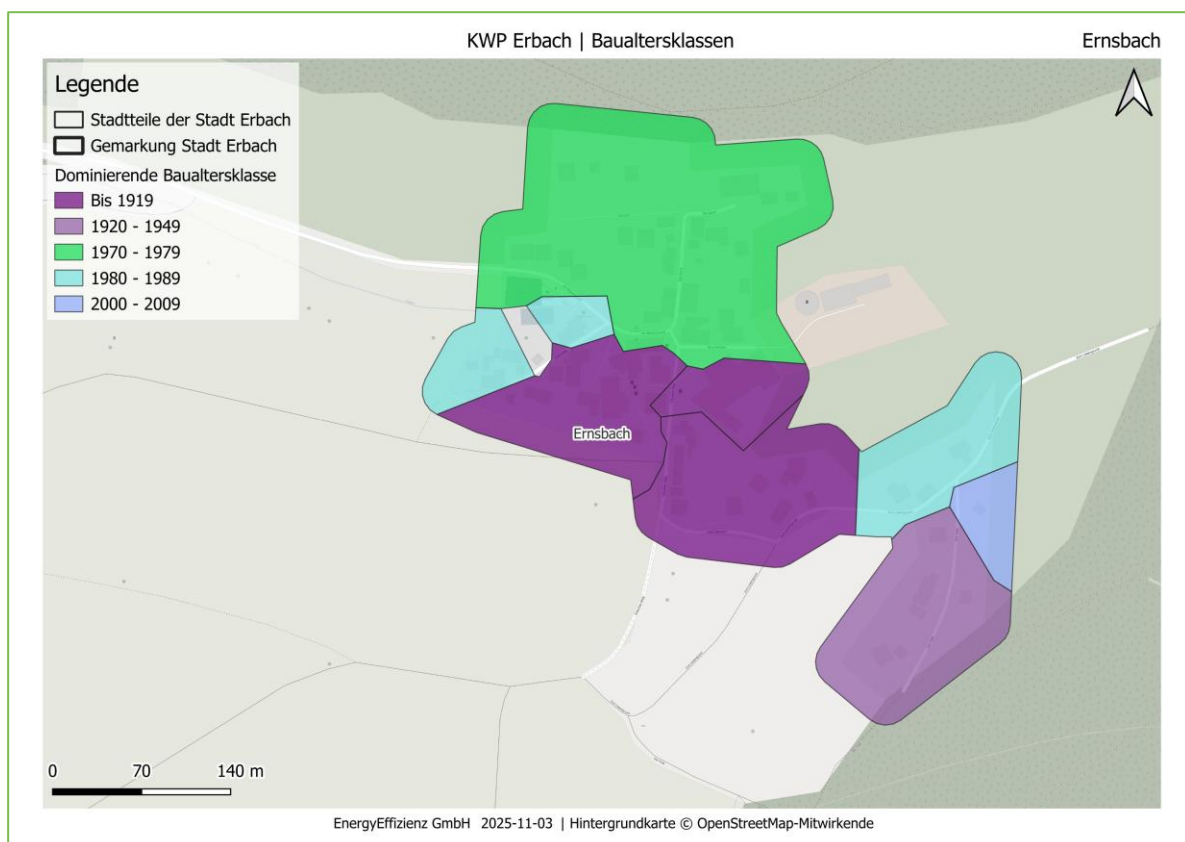


Abbildung 100: Stadtteil Ernsbach: Baualtersklassen

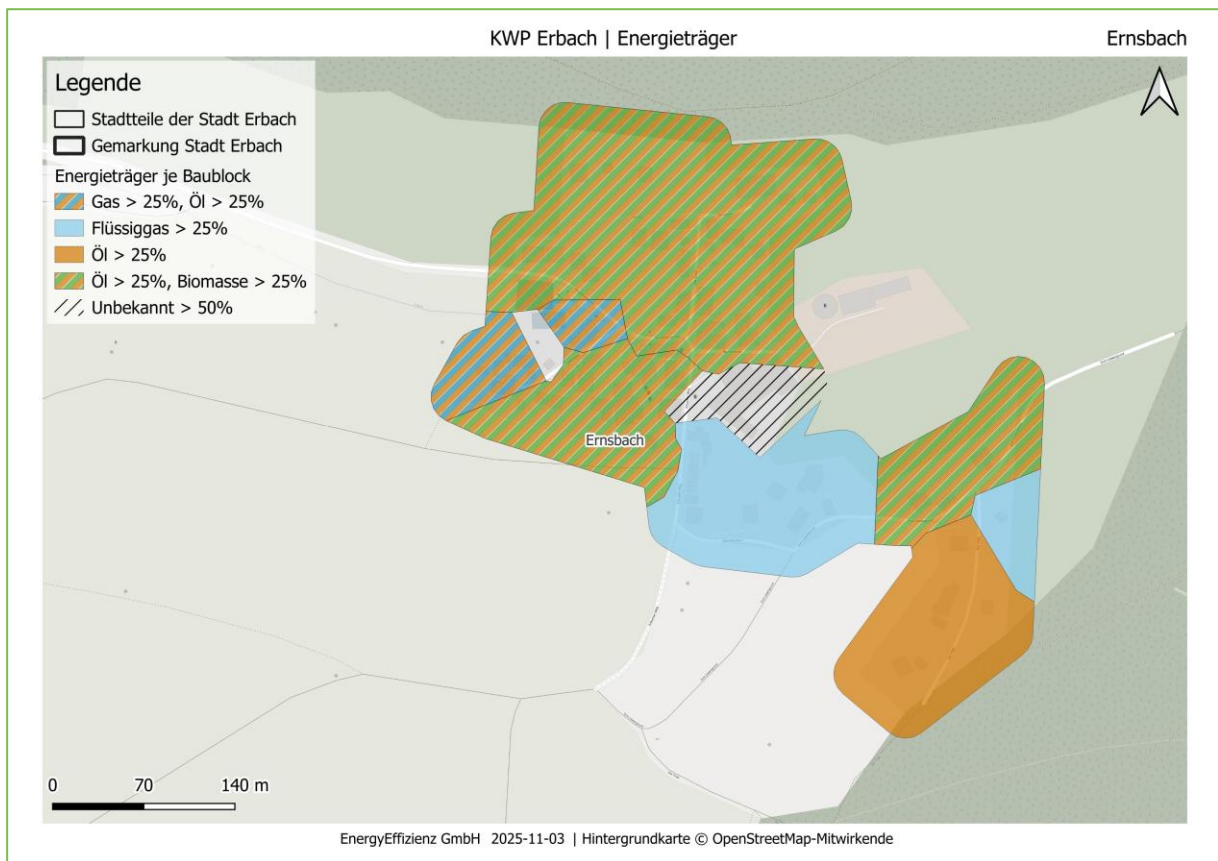


Abbildung 101: Stadtteil Ernsbach: Energieträger im Status quo (2024)

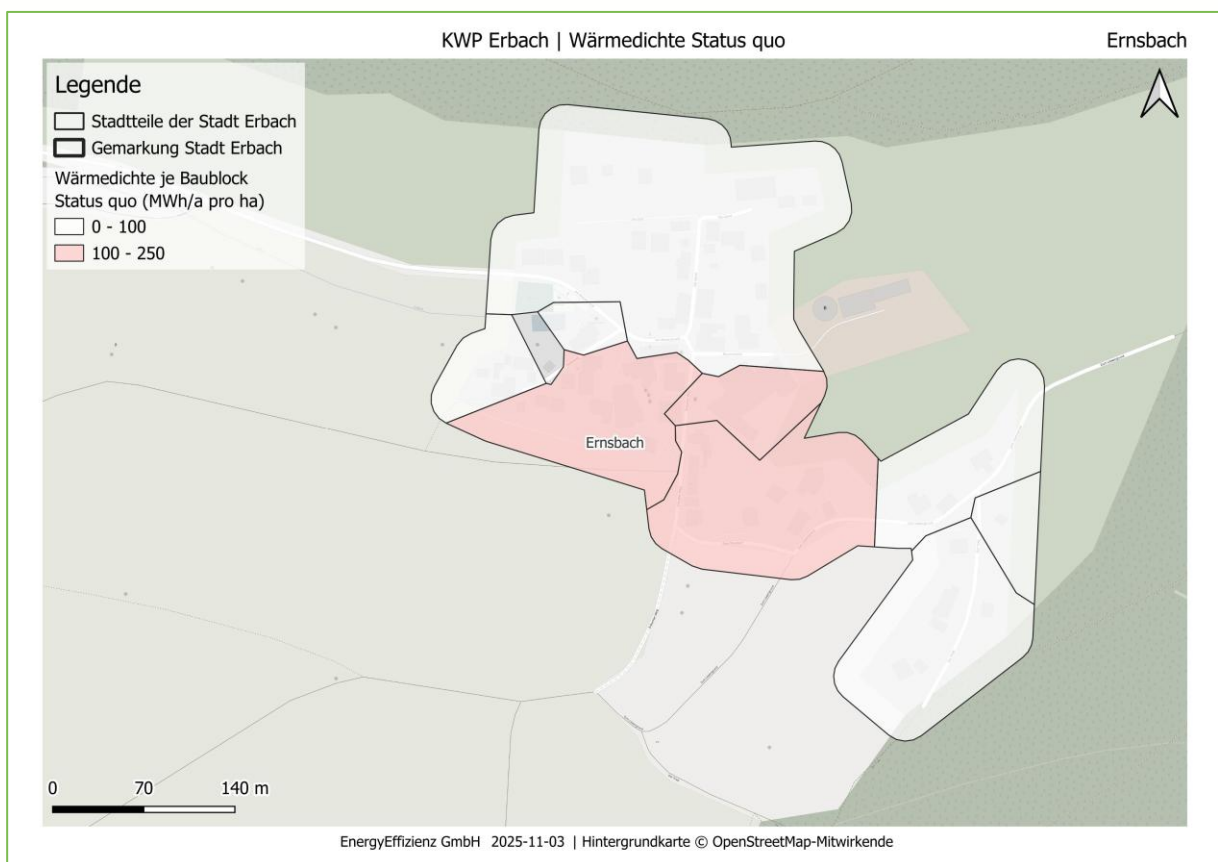


Abbildung 102: Stadtteil Ernsbach: Wärmedichte im Status quo

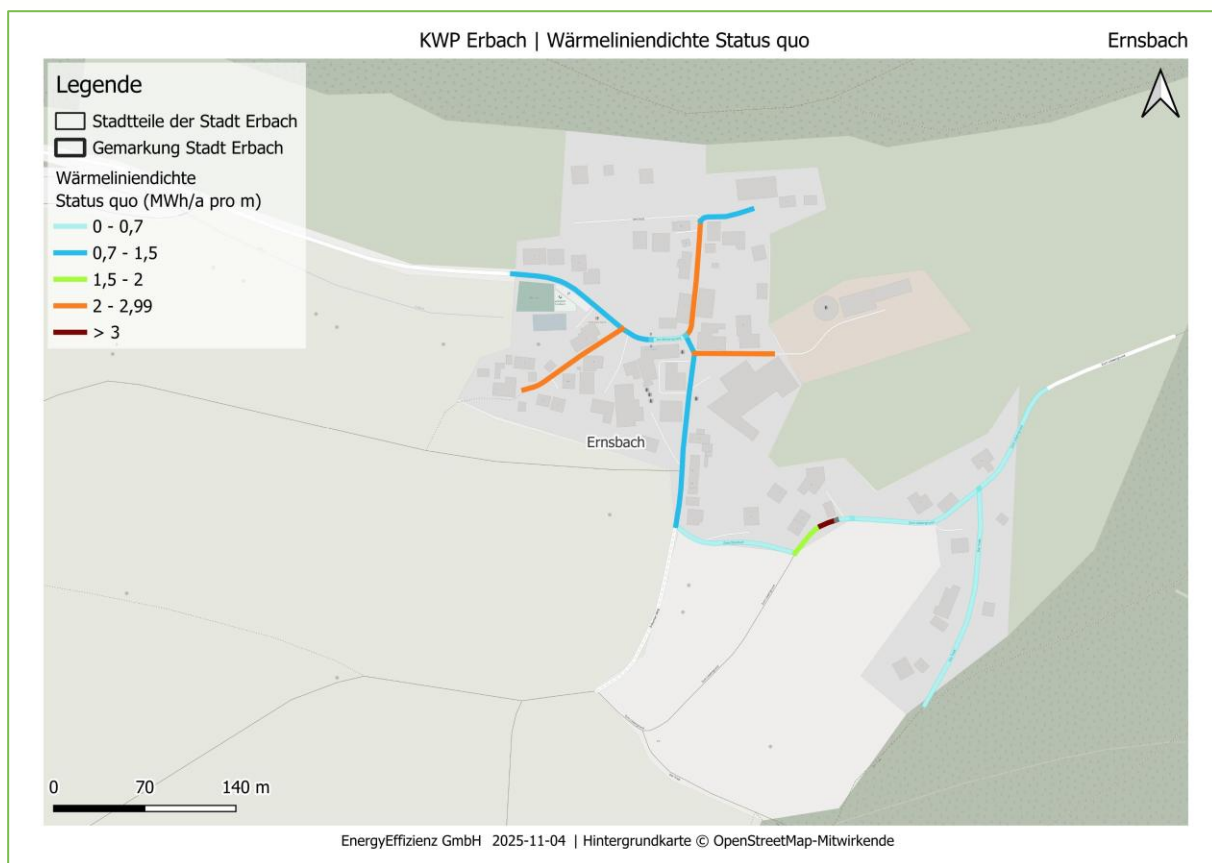


Abbildung 103: Stadtteil Ernsbach: Wärmelinienendichte im Status quo

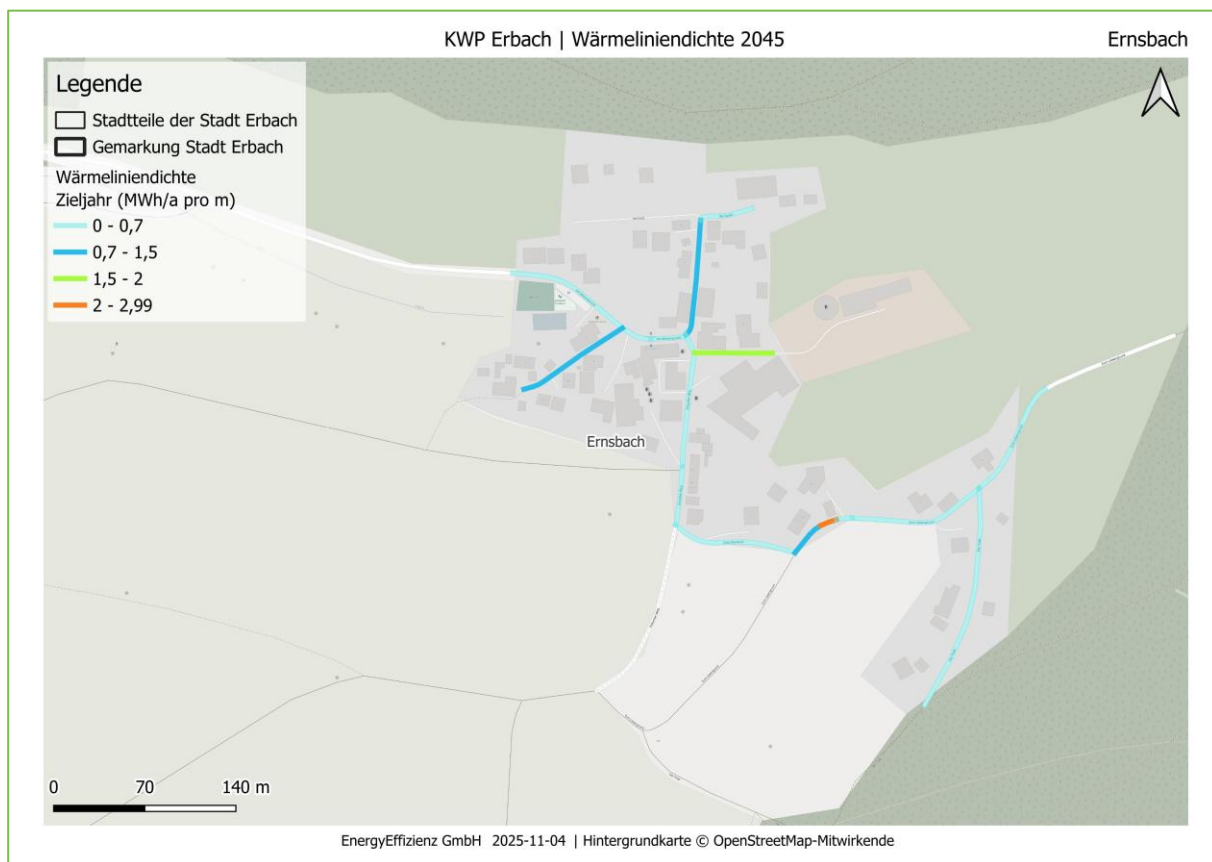


Abbildung 104: Stadtteil Ernsbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045

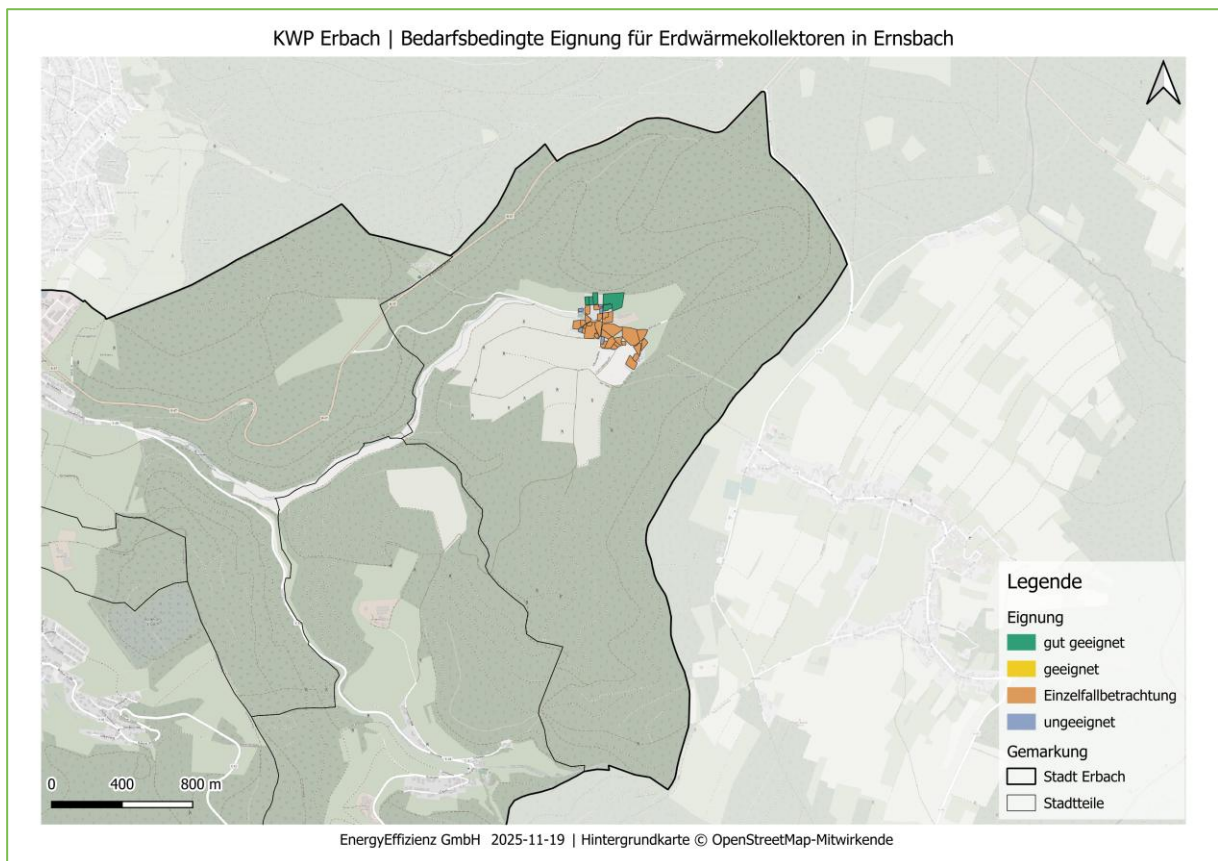


Abbildung 105: Stadtteil Ernsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

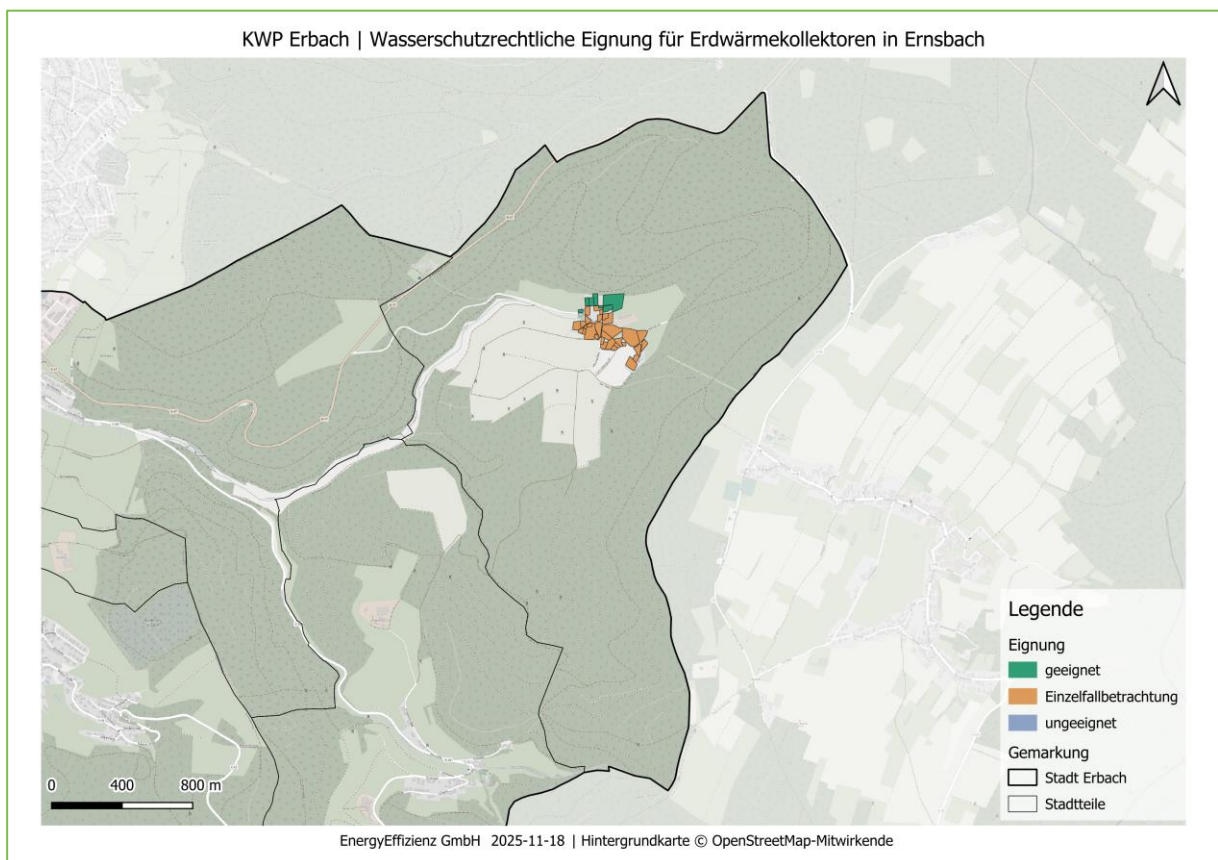


Abbildung 106: Stadtteil Ernsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

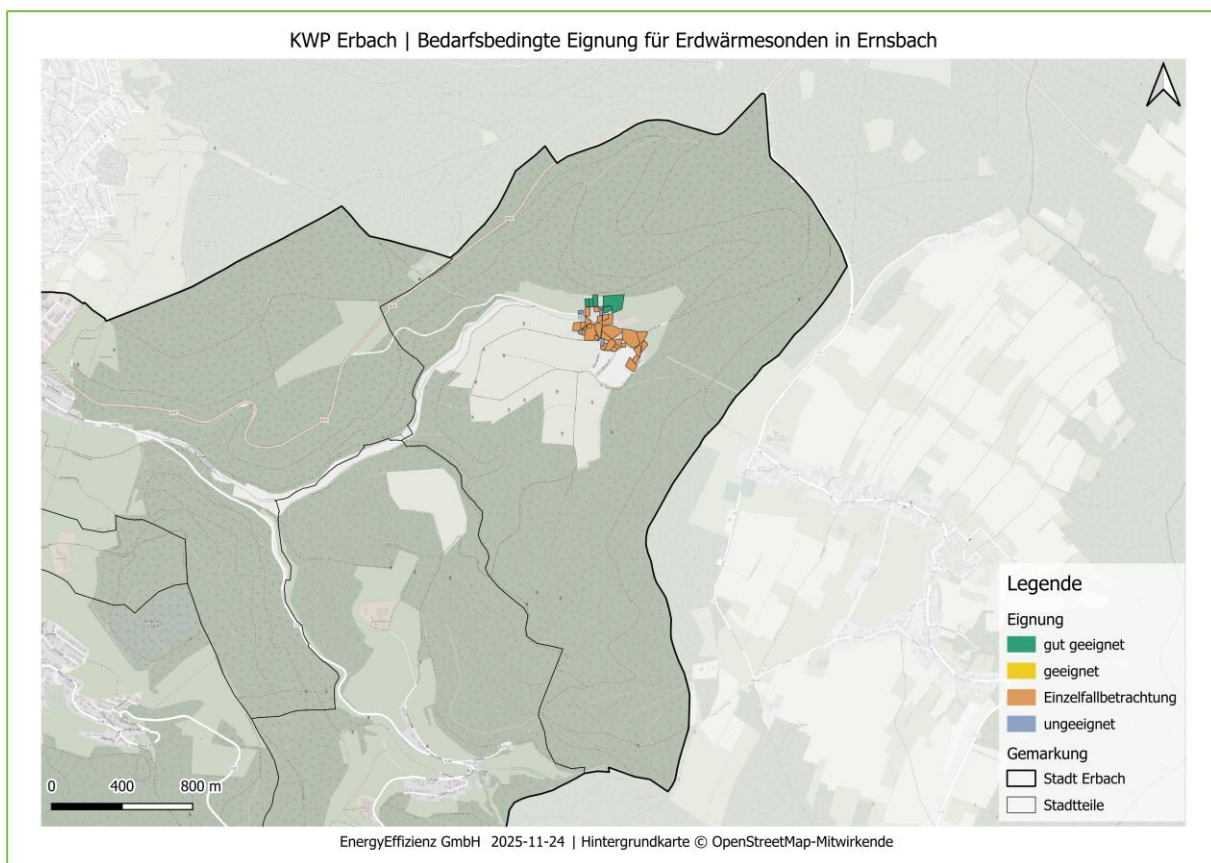


Abbildung 107: Stadtteil Ernsbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

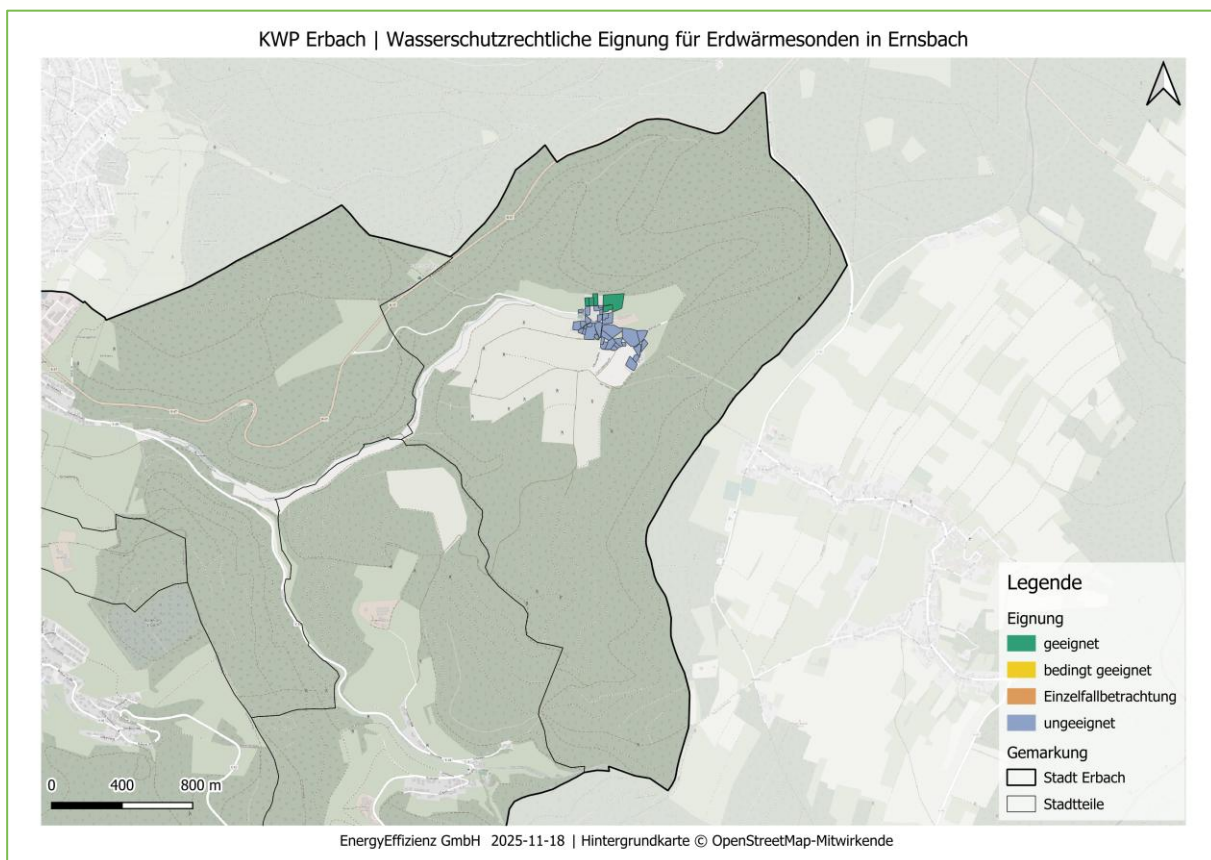


Abbildung 108: Stadtteil Ernsbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang I: Günterfürst

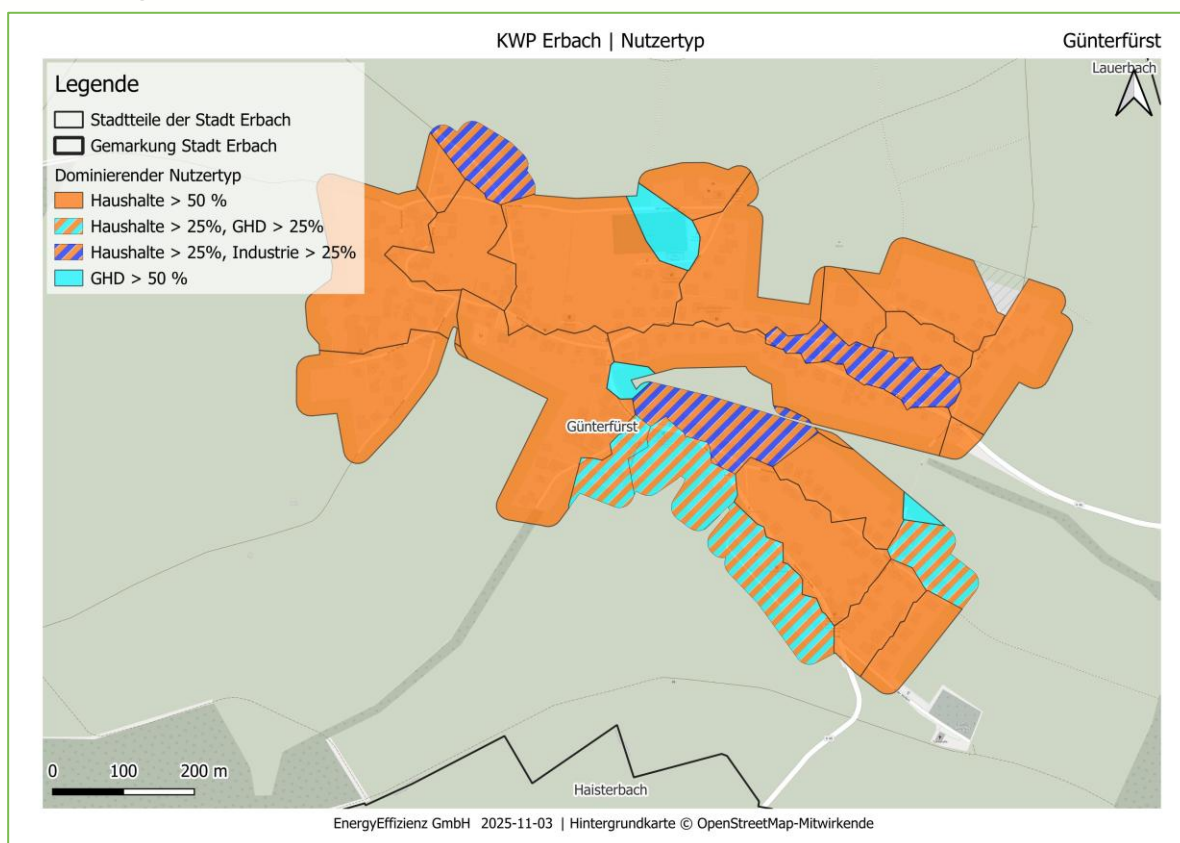


Abbildung 109: Stadtteil Günterfürst: Dominierende Sektoren

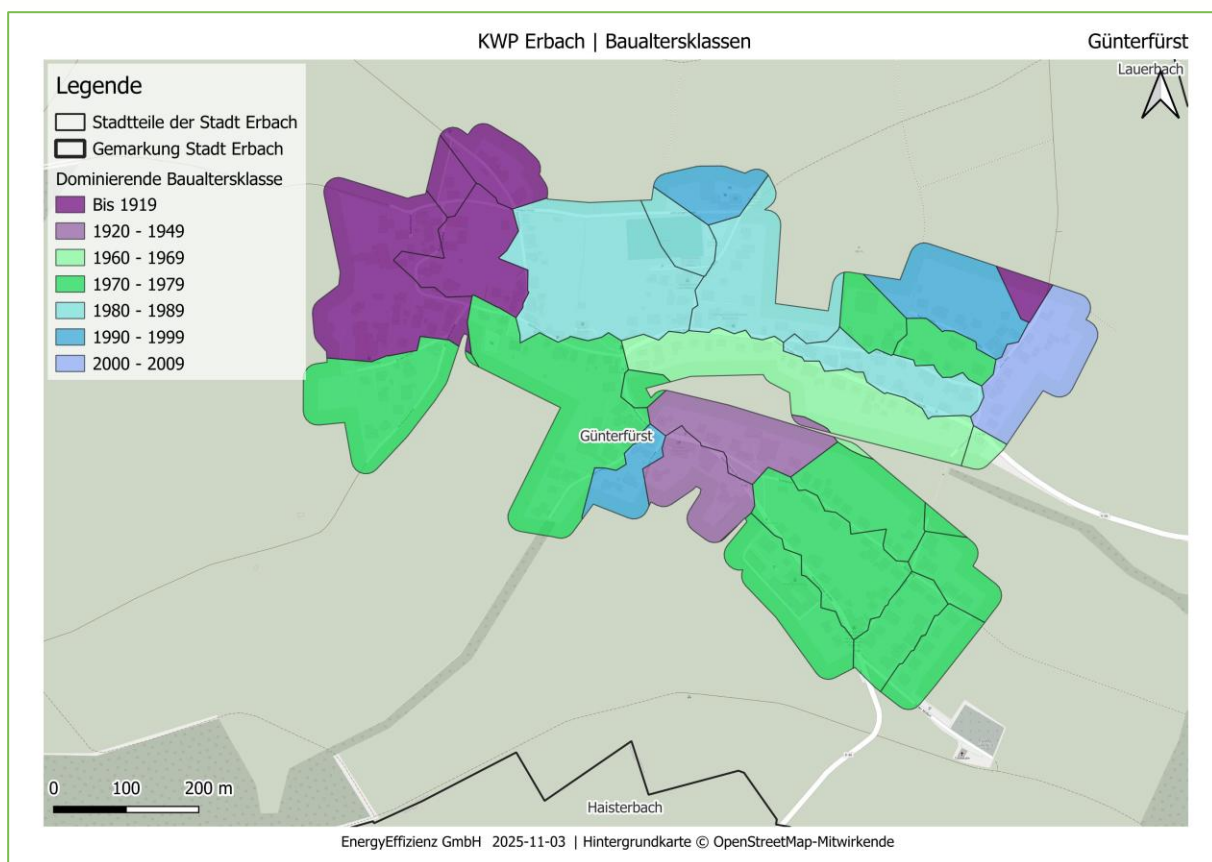


Abbildung 110: Stadtteil Günterfürst: Baualtersklassen

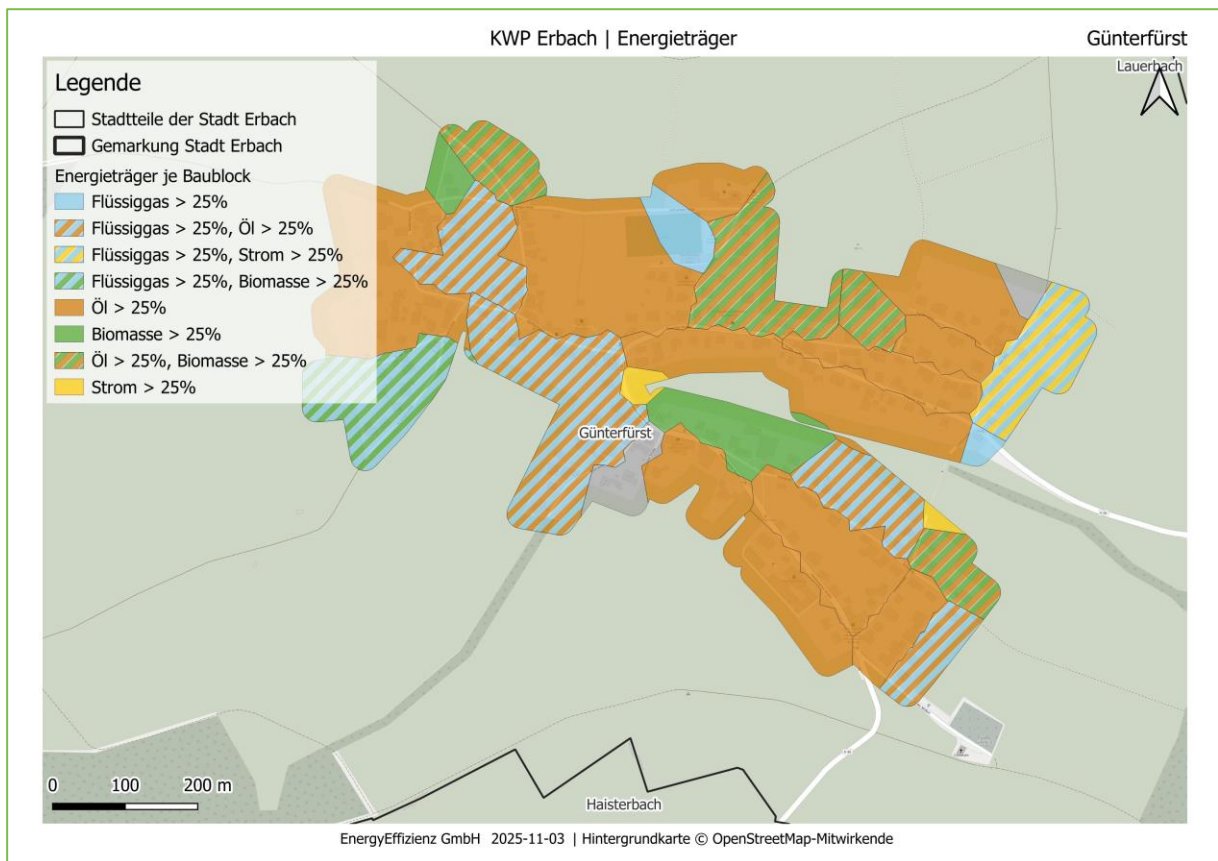


Abbildung 111: Stadtteil Günterfürst: Energieträger im Status quo (2024)

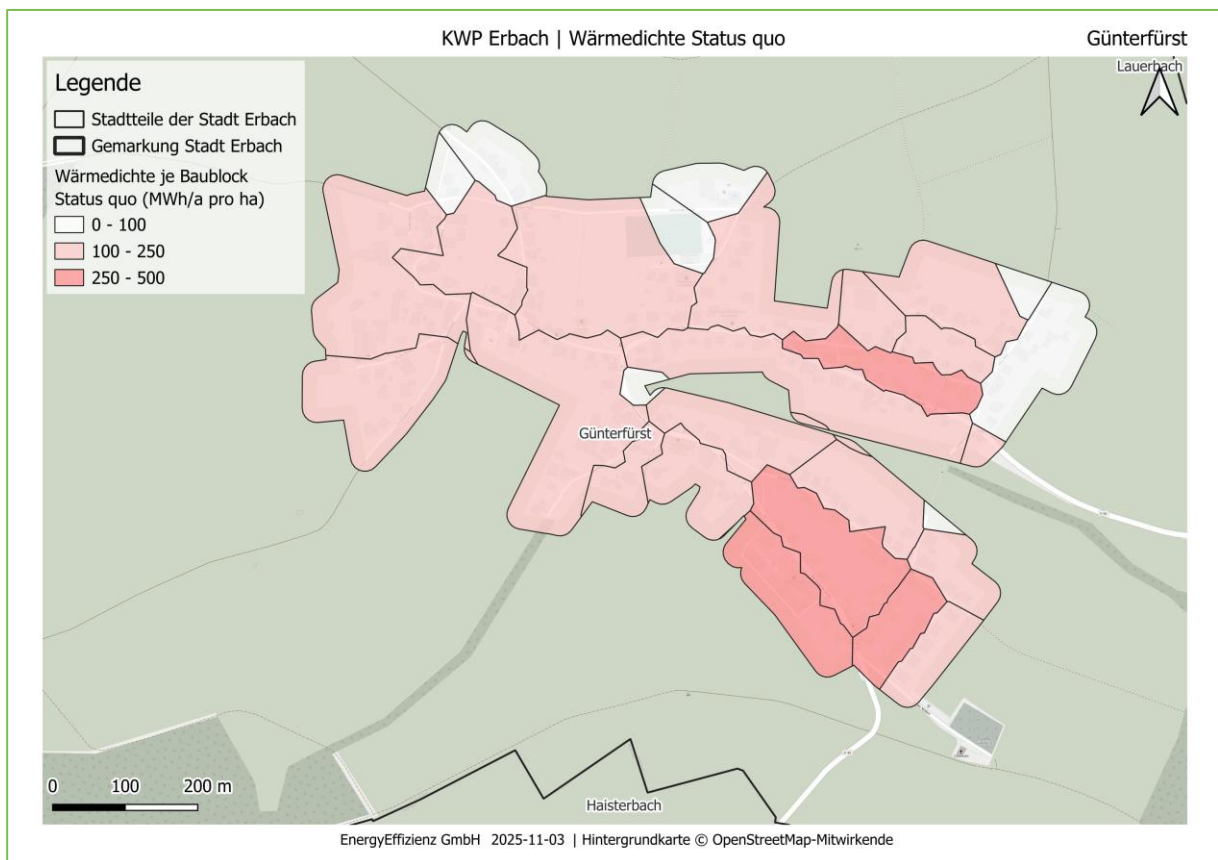


Abbildung 112: Stadtteil Günterfürst: Wärmedichte im Status quo



Abbildung 113: Stadtteil Günterfürst: Wärmelinienendichte im Status quo



Abbildung 114: Stadtteil Günterfürst: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045

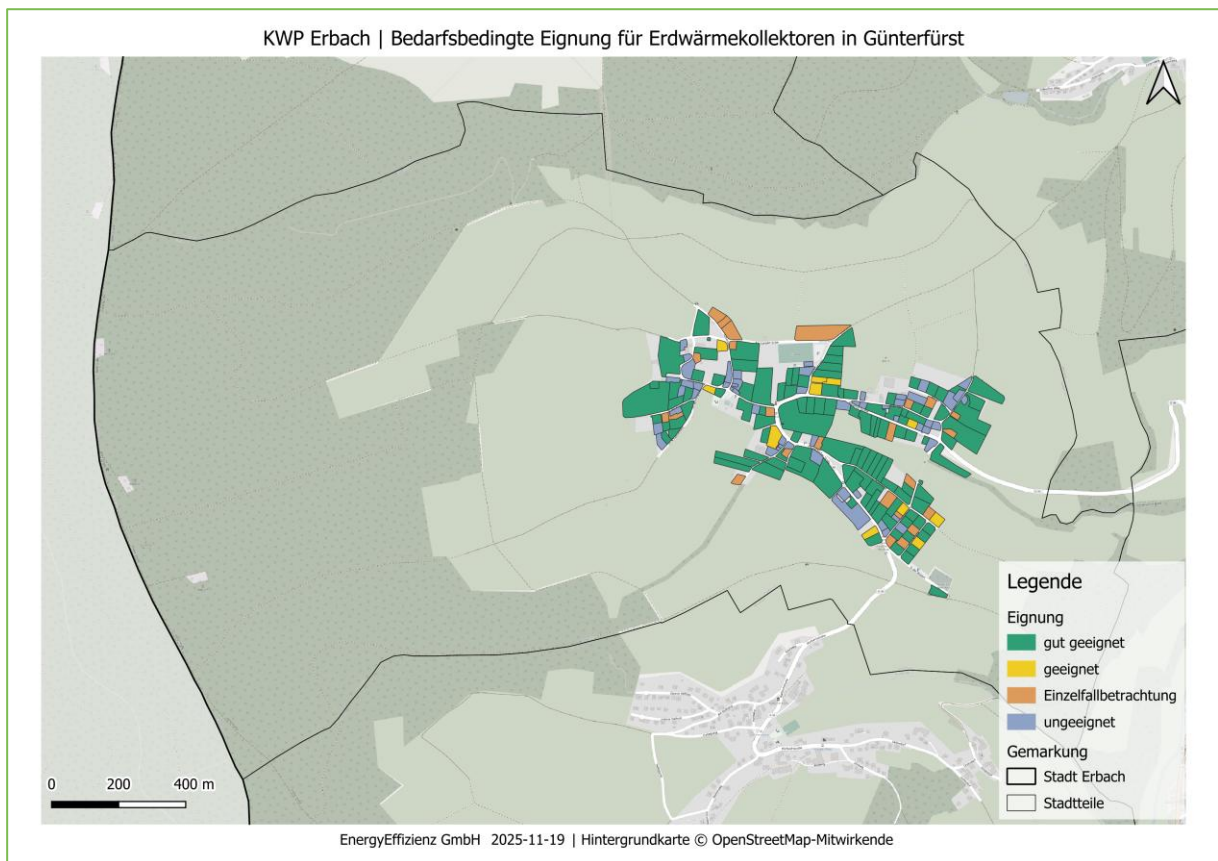


Abbildung 115: Stadtteil Günterfürst: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

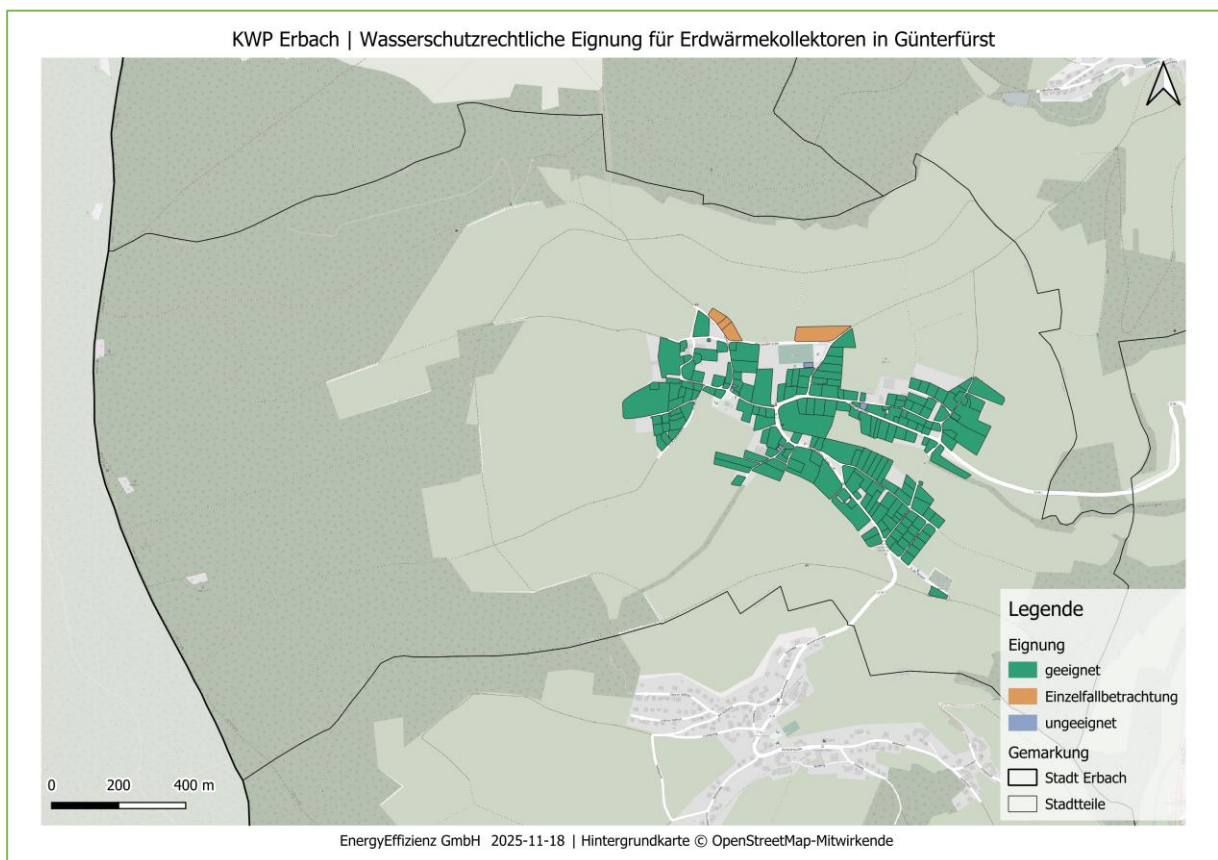


Abbildung 116: Stadtteil Günterfürst: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

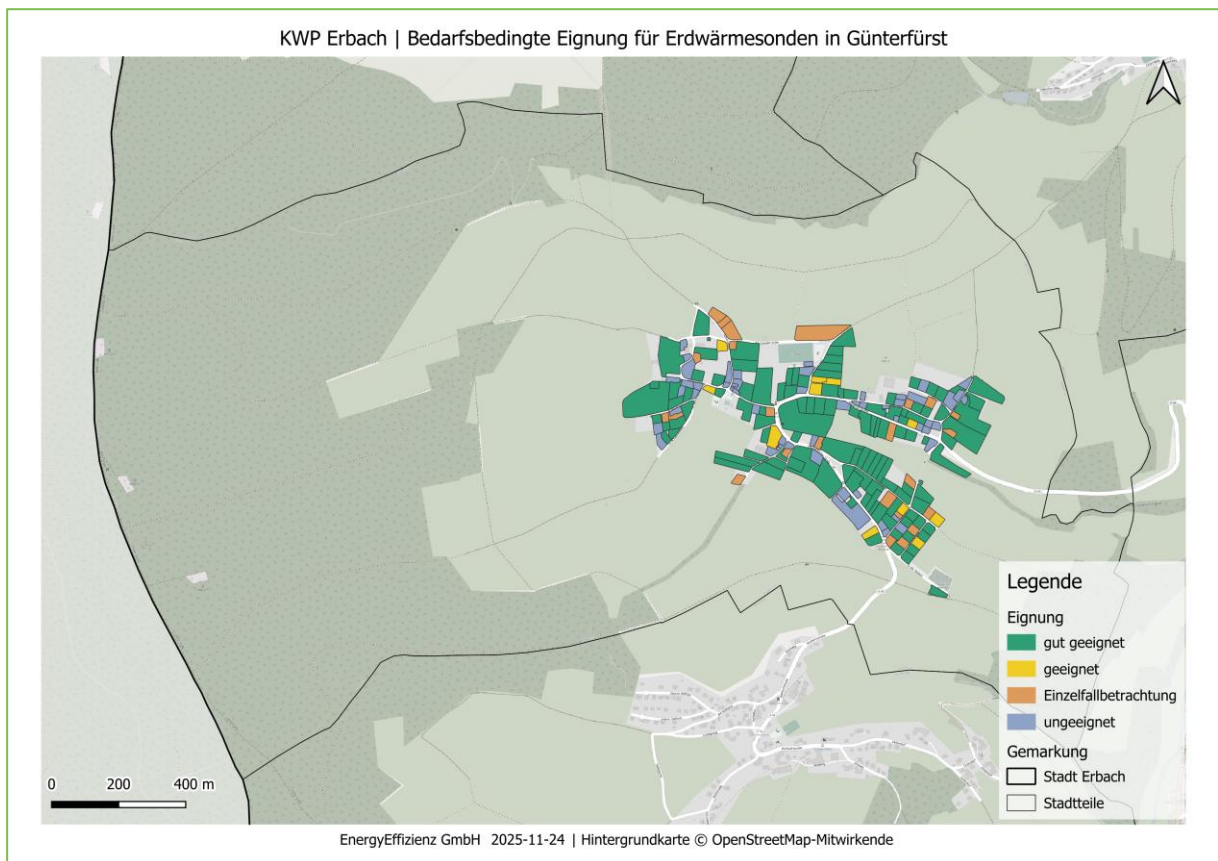


Abbildung 117: Stadtteil Günterfürst: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

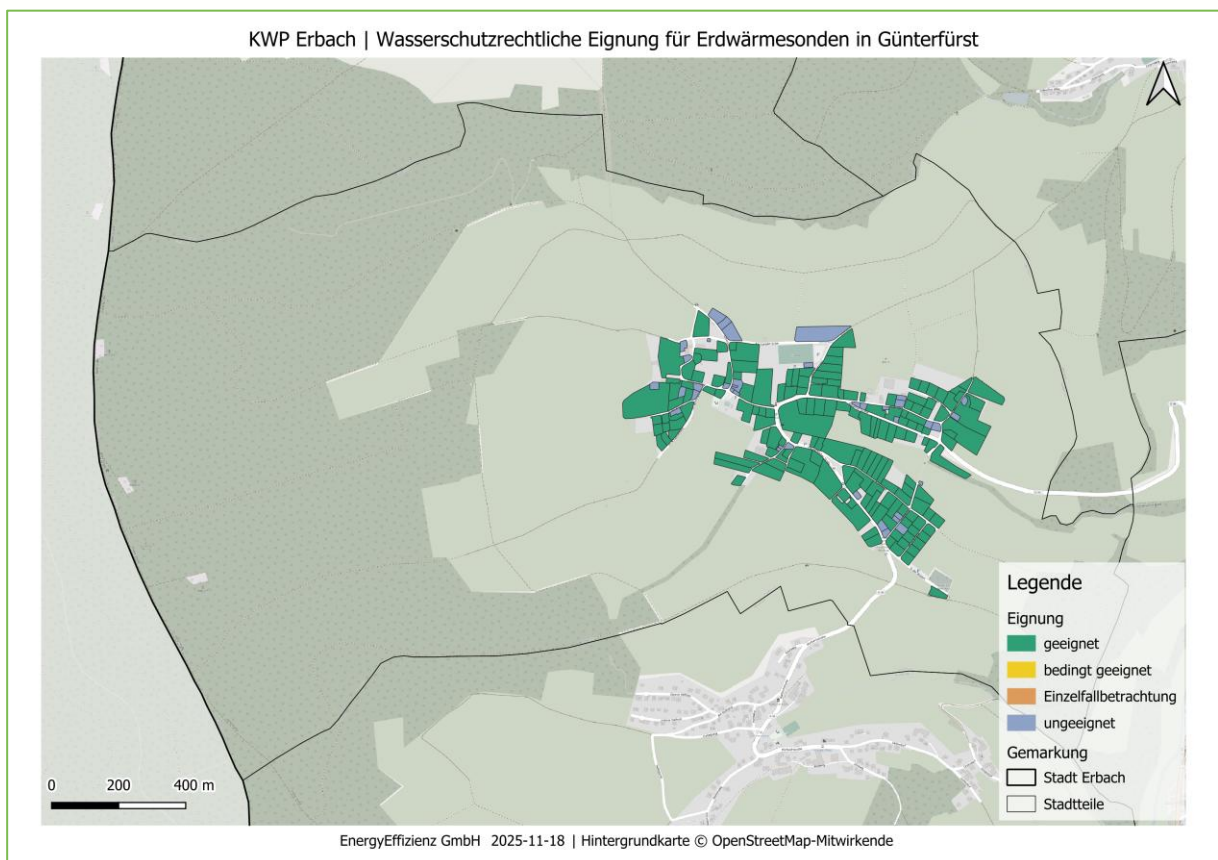


Abbildung 118: Stadtteil Günterfürst: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang J: Halsterbach

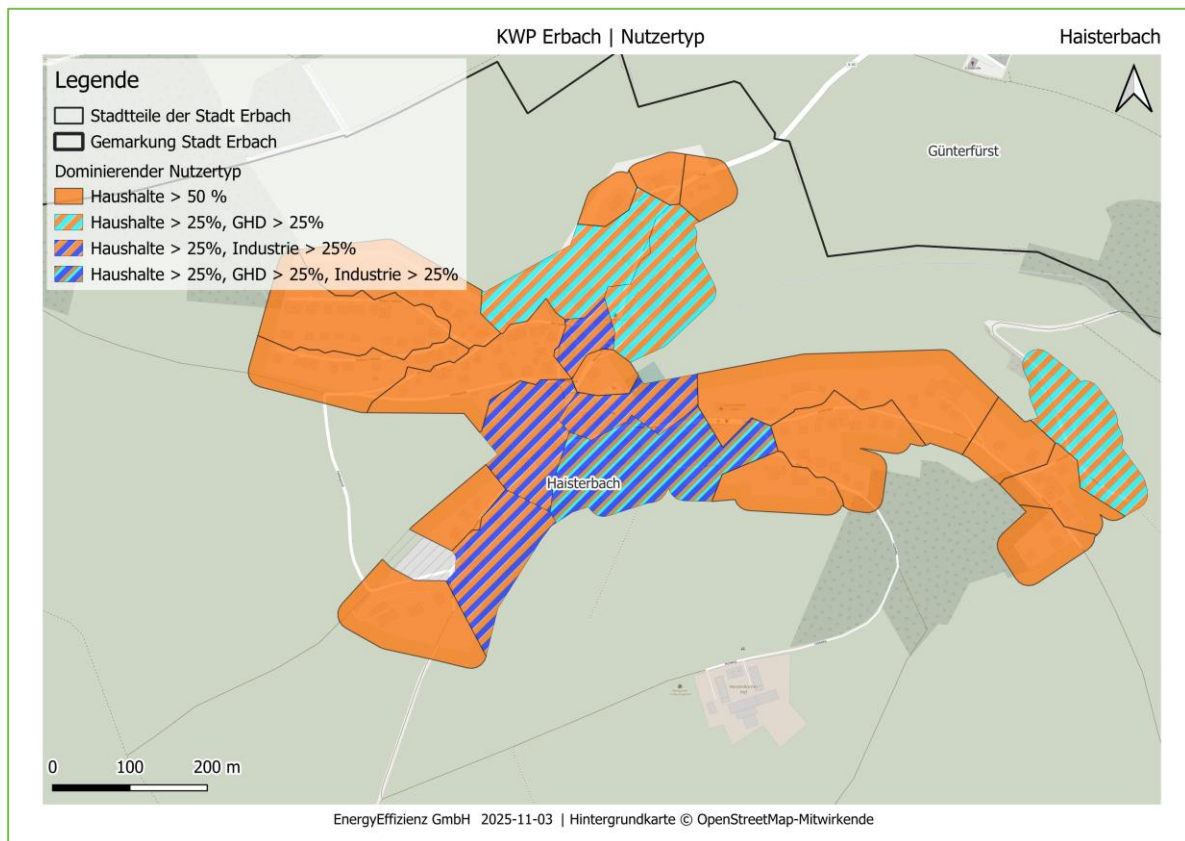


Abbildung 119: Stadtteil Halsterbach: Dominierende Sektoren

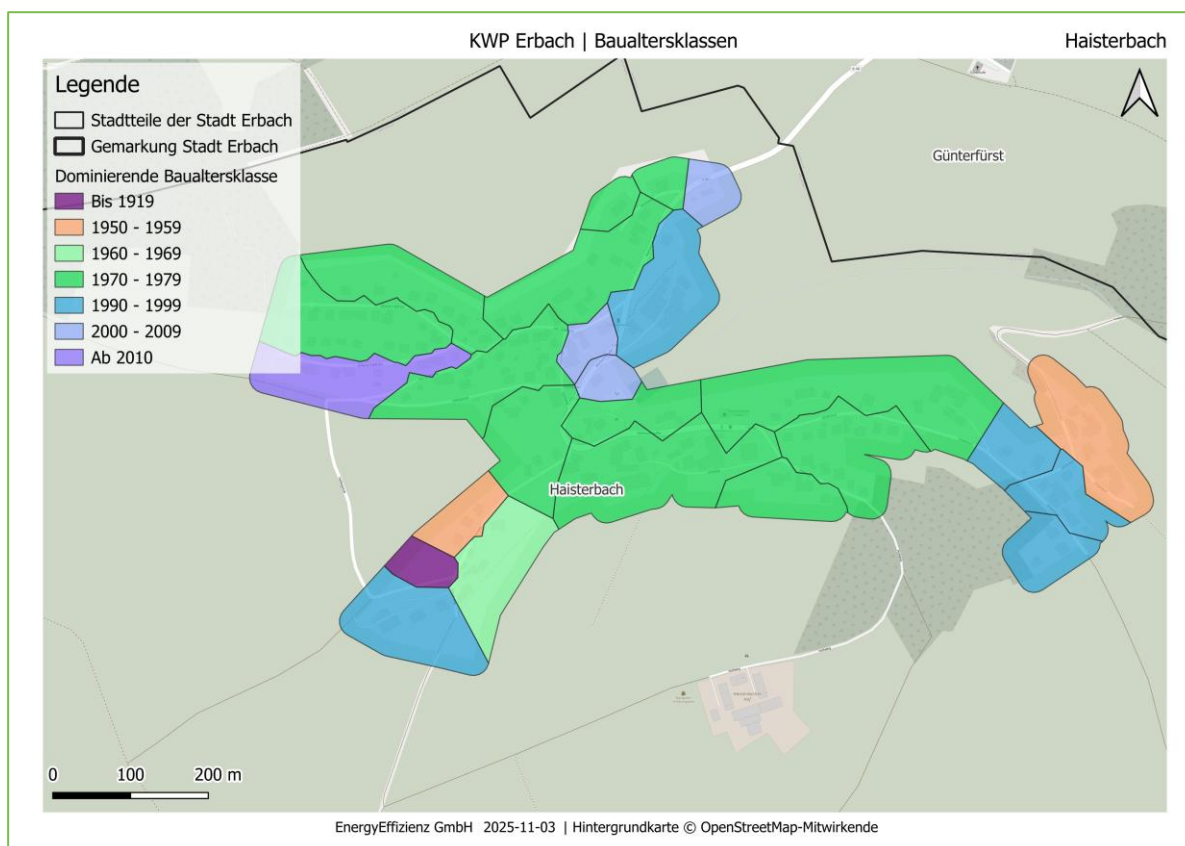


Abbildung 120: Stadtteil Halsterbach: Baualtersklassen

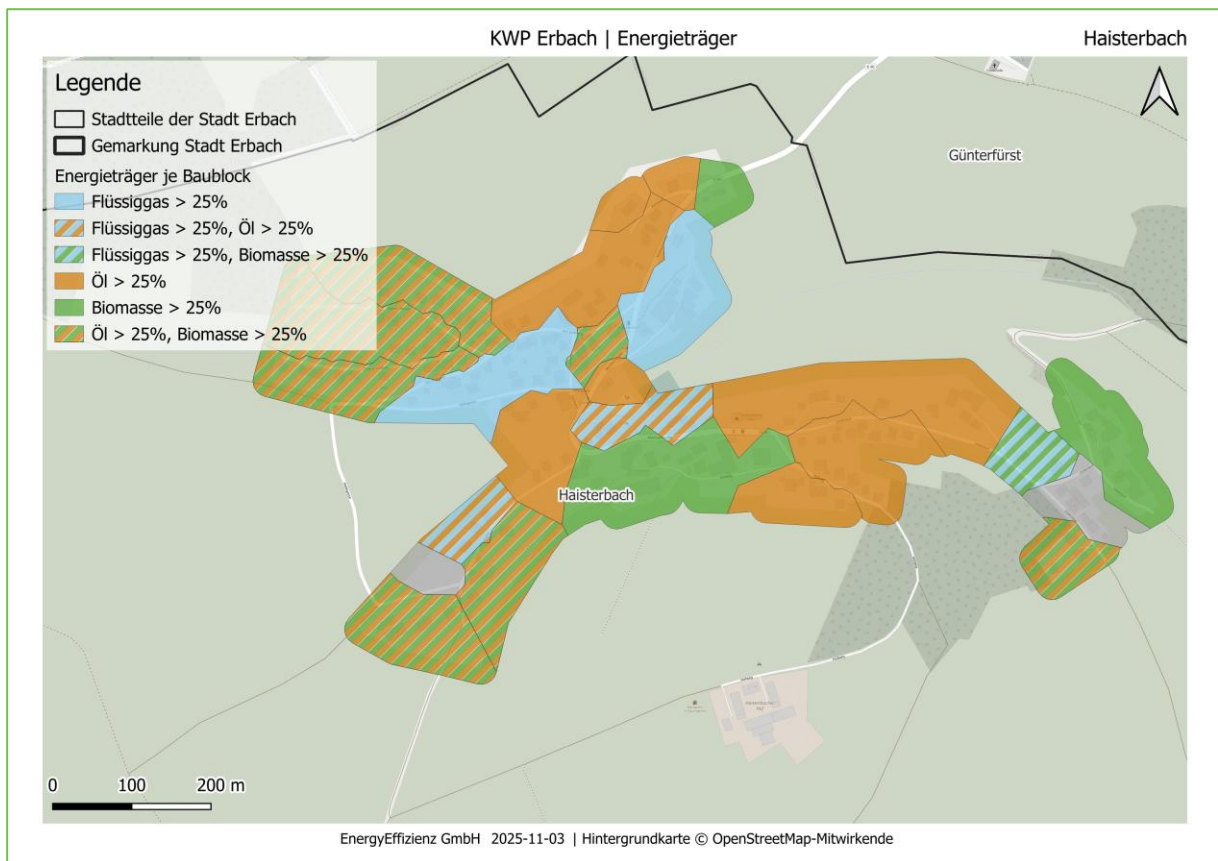


Abbildung 121: Stadtteil Halsterbach: Energieträger im Status quo (2024)

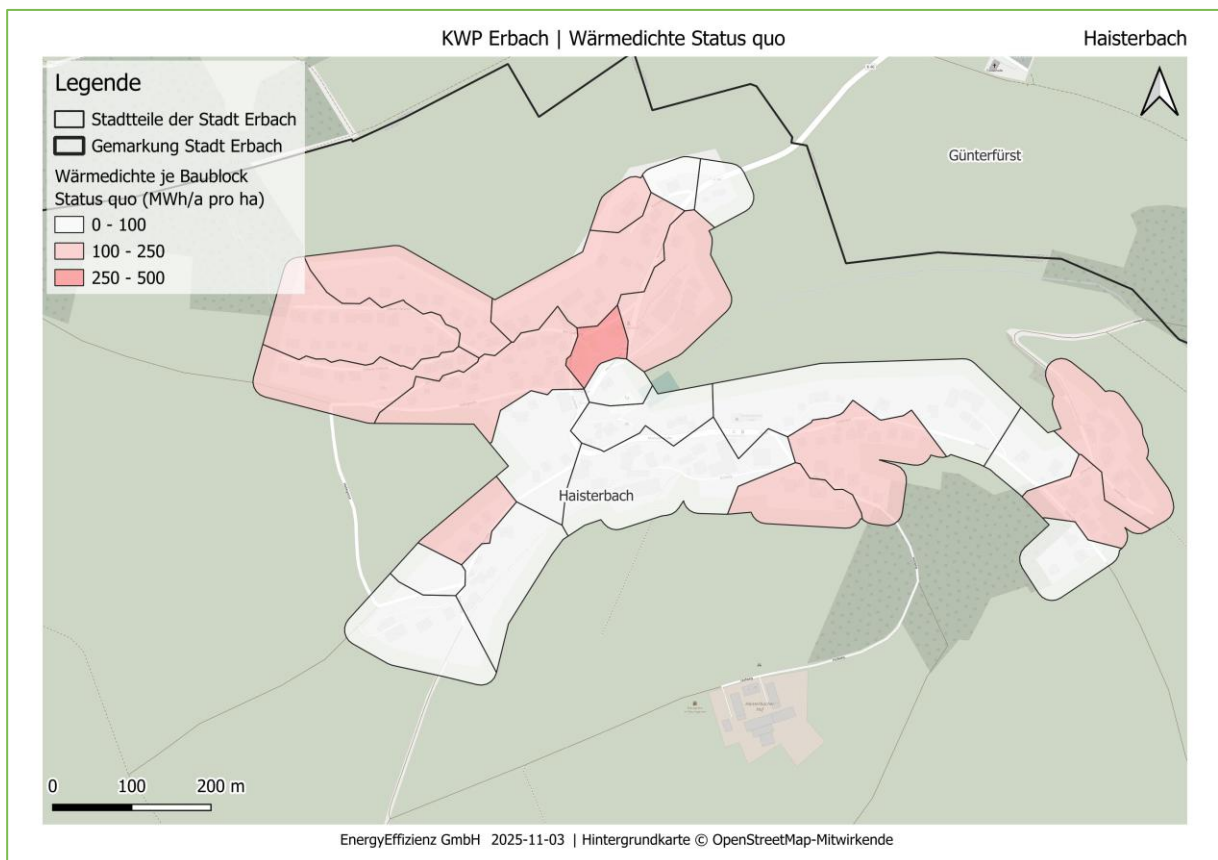


Abbildung 122: Stadtteil Halsterbach: Wärmedichte im Status quo

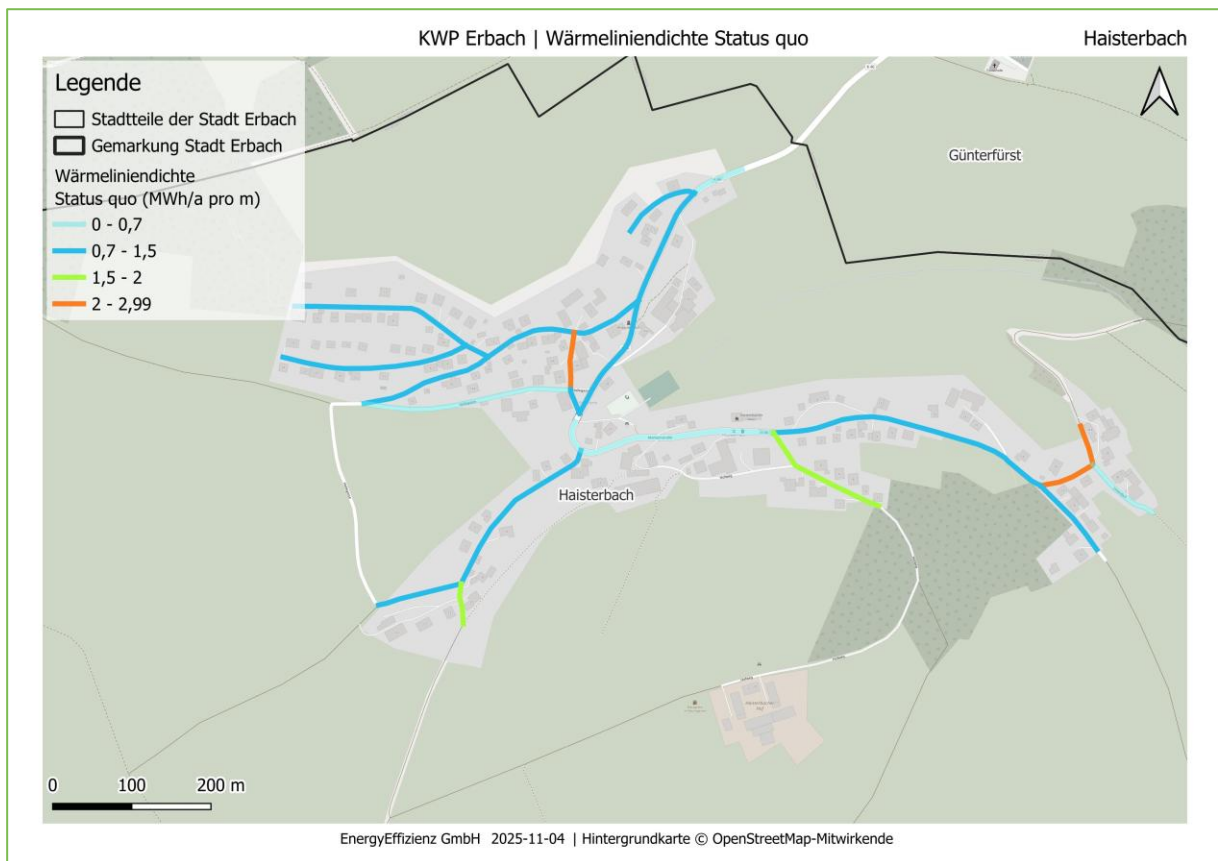


Abbildung 123: Stadtteil Halsterbach: Wärmeliniendichte im Status quo

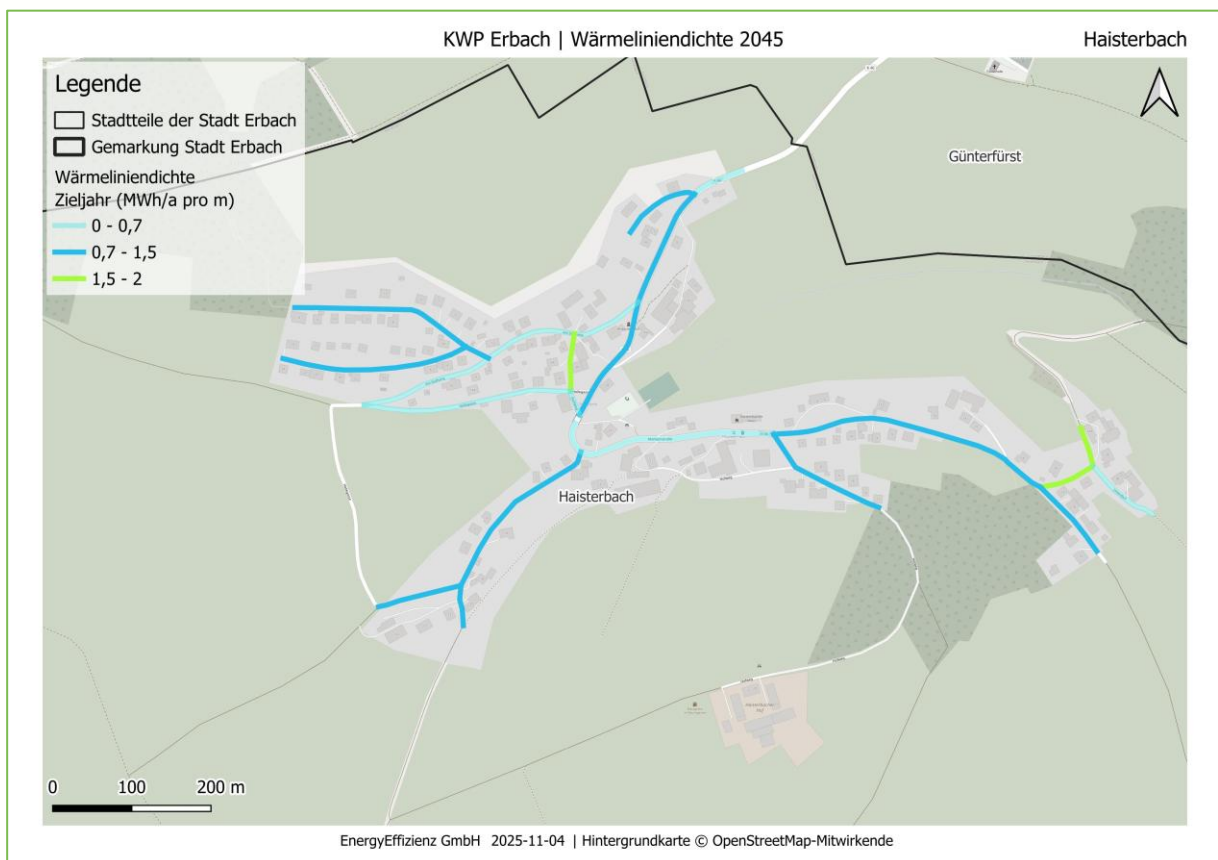


Abbildung 124: Stadtteil Halsterbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

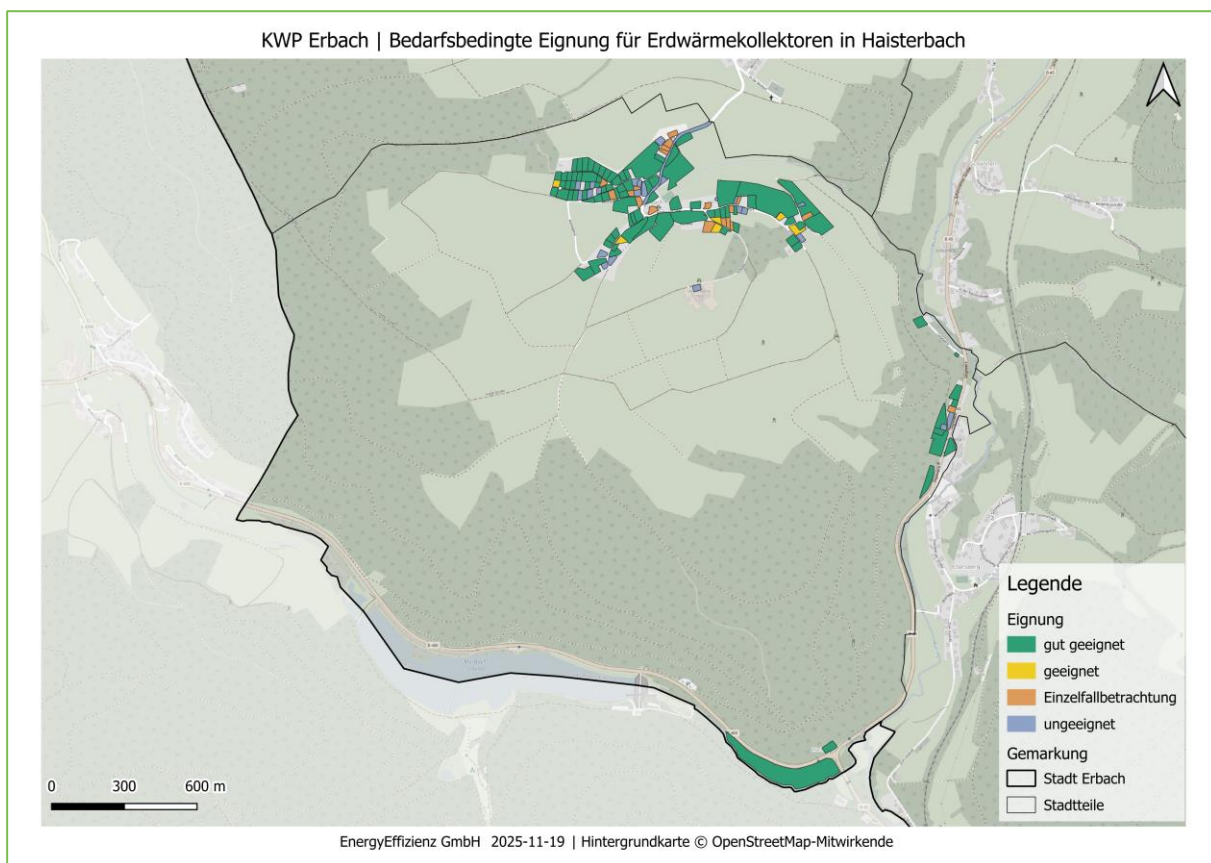


Abbildung 125: Stadtteil Halsterbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

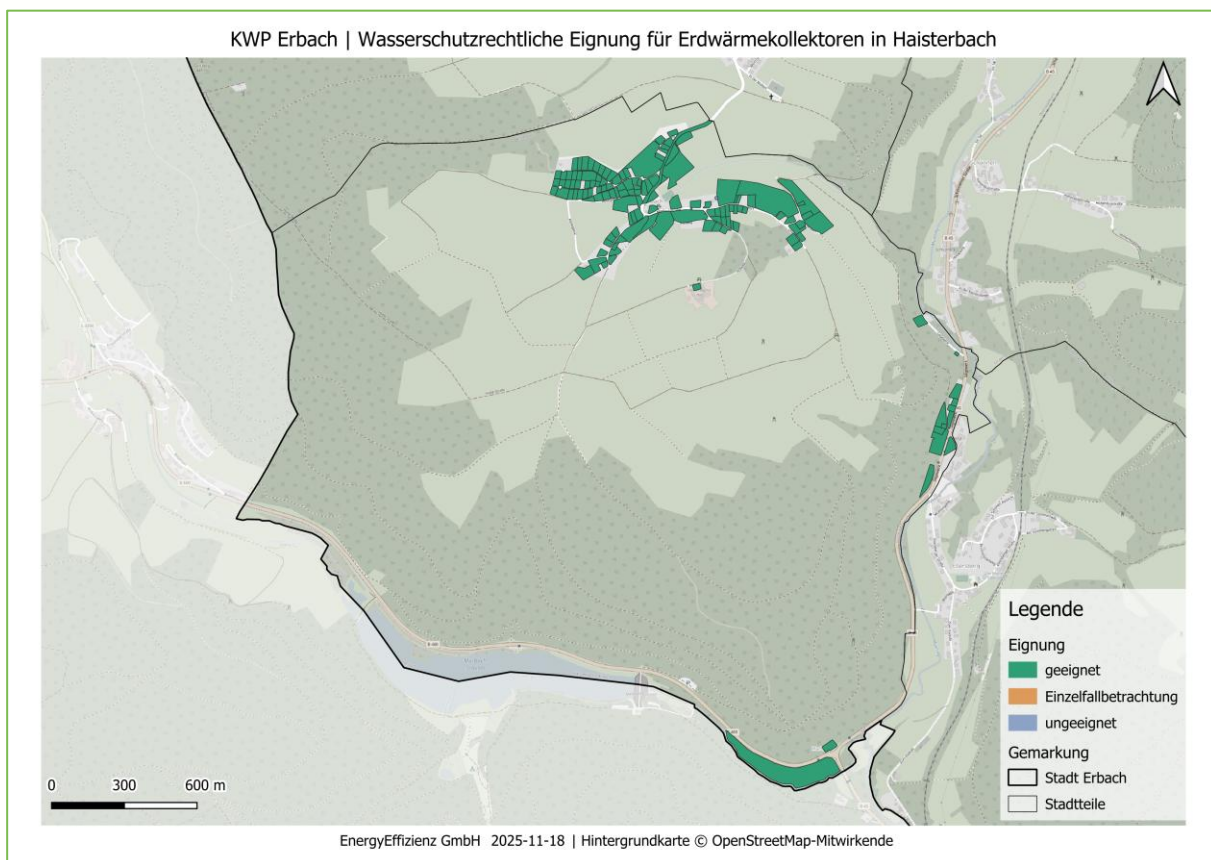


Abbildung 126: Stadtteil Halsterbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

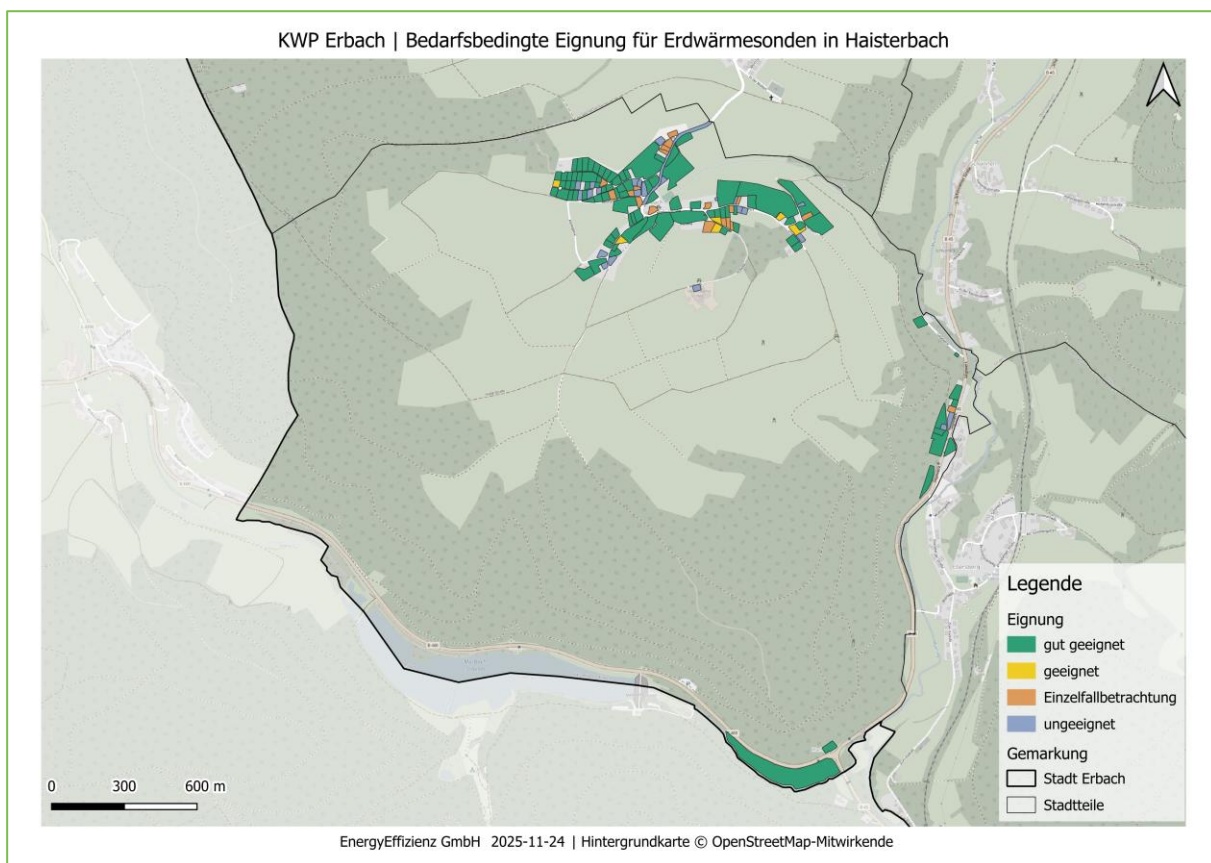


Abbildung 127: Stadtteil Halsterbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

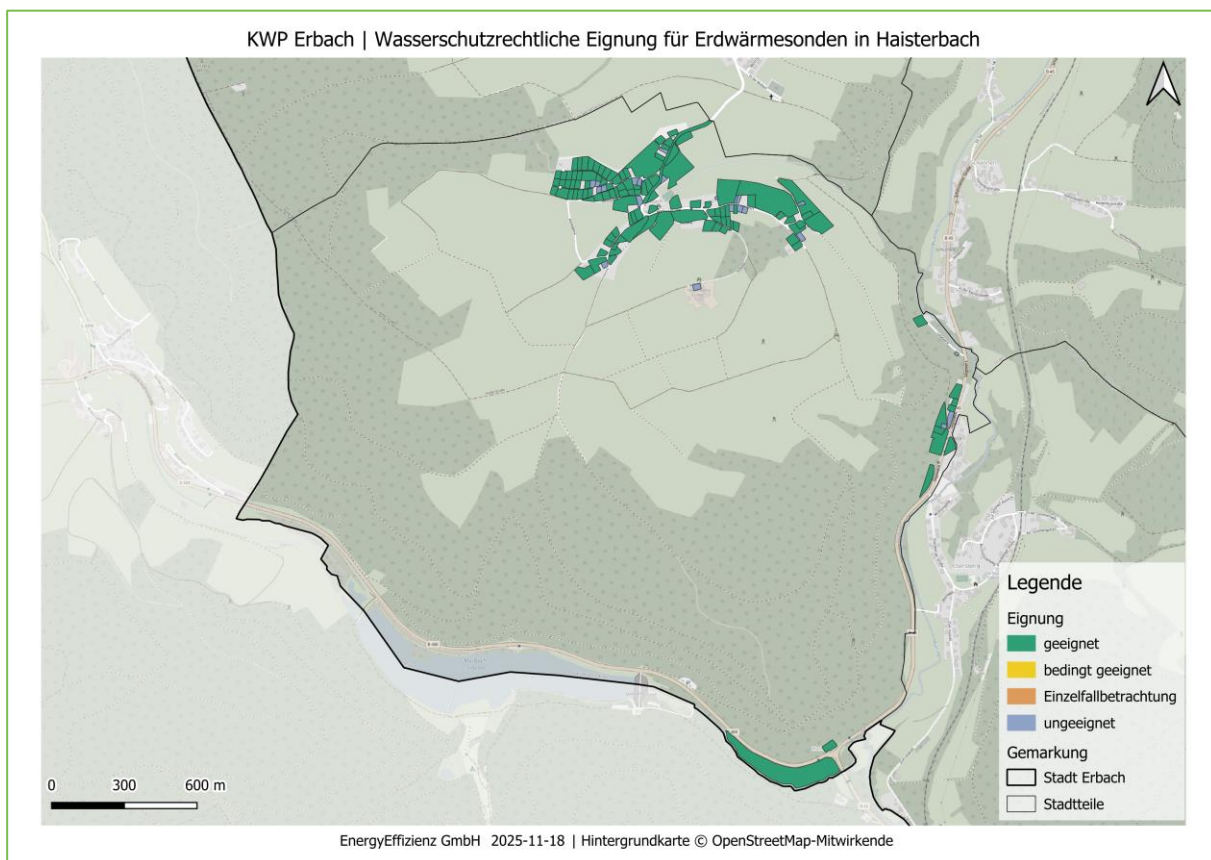


Abbildung 128: Stadtteil Halsterbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang K: Lauerbach

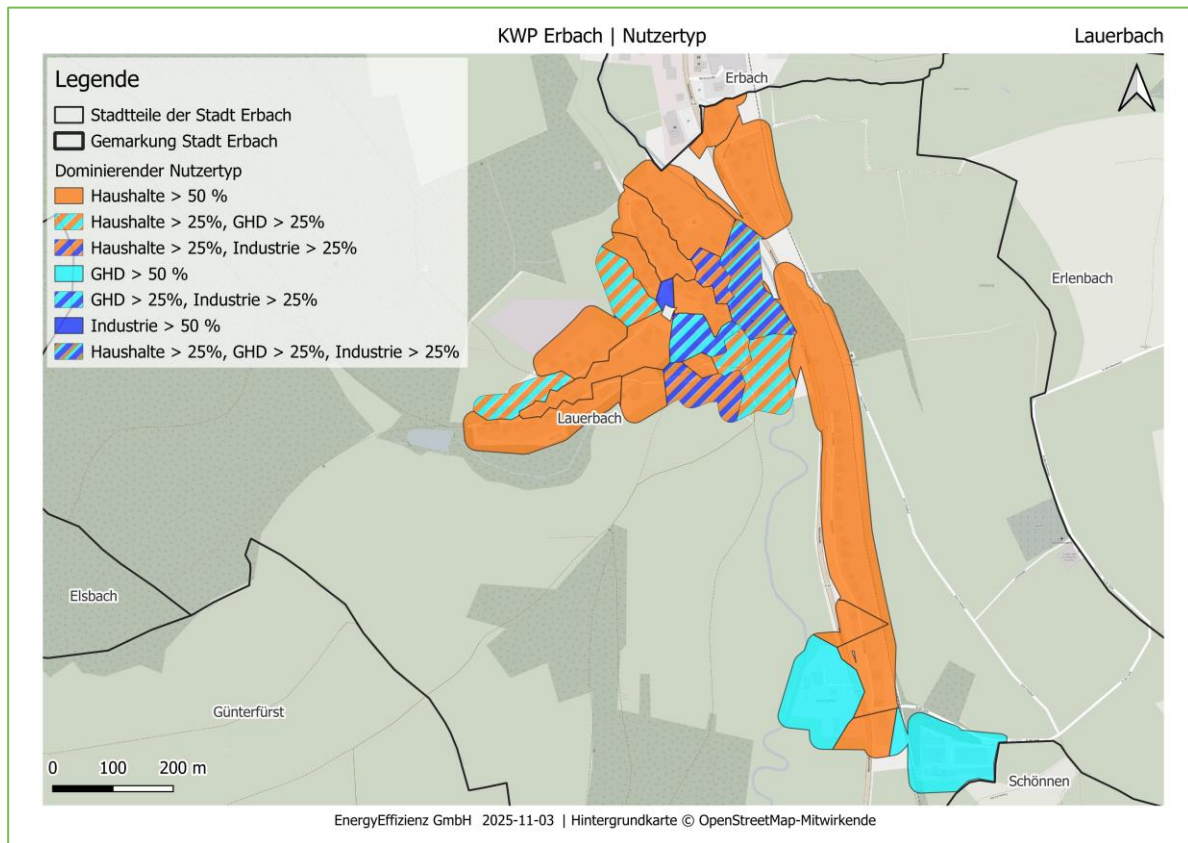


Abbildung 129: Stadtteil Lauerbach: Dominierende Sektoren

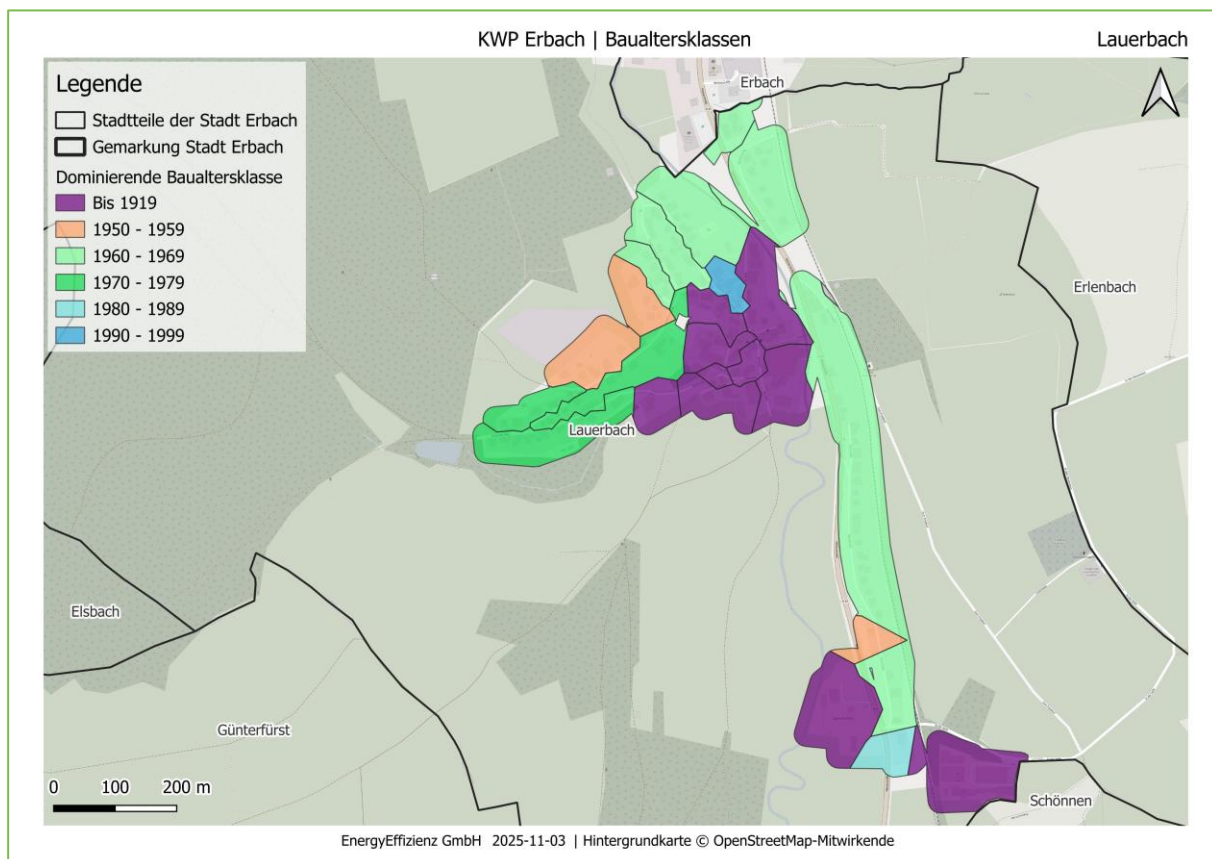


Abbildung 130: Stadtteil Lauerbach: Baualtersklassen

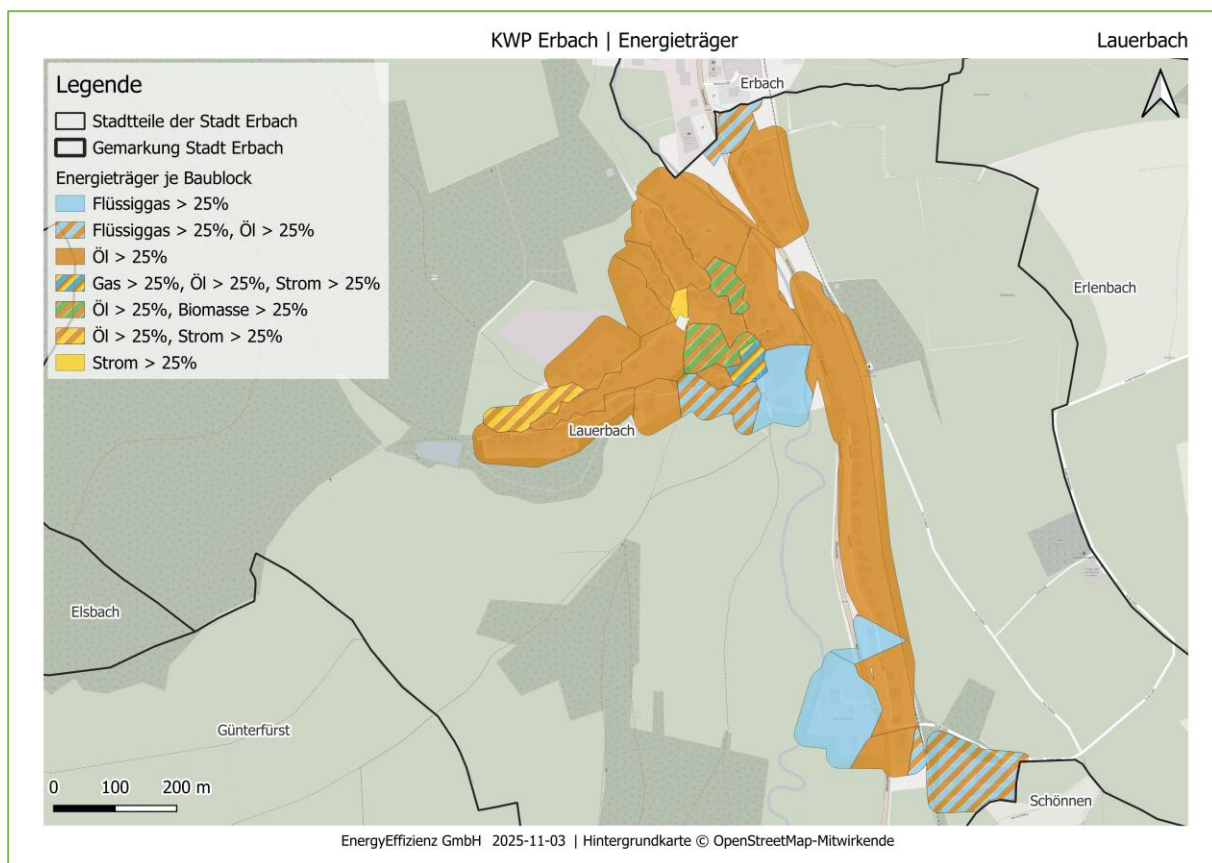


Abbildung 131: Stadtteil Lauerbach: Energieträger im Status quo (2024)

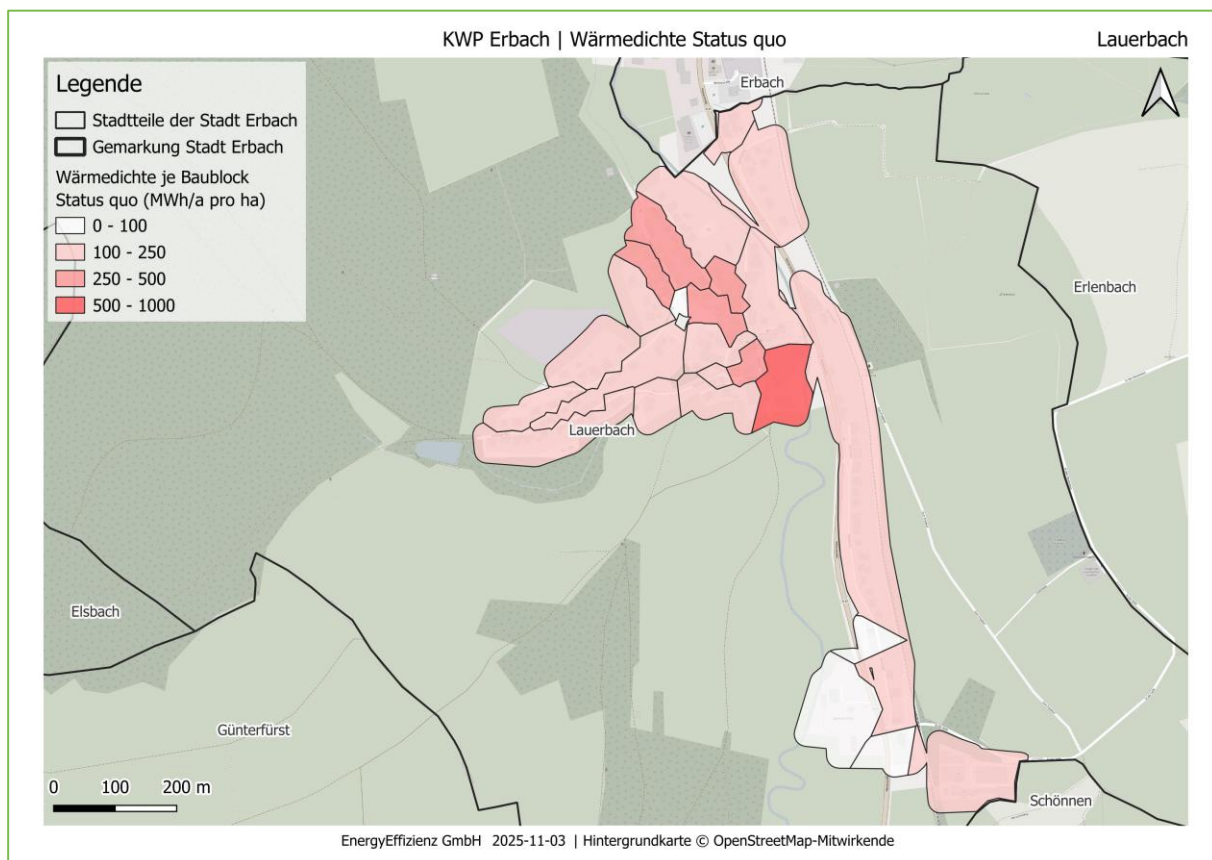


Abbildung 132: Stadtteil Lauerbach: Wärmedichte im Status quo

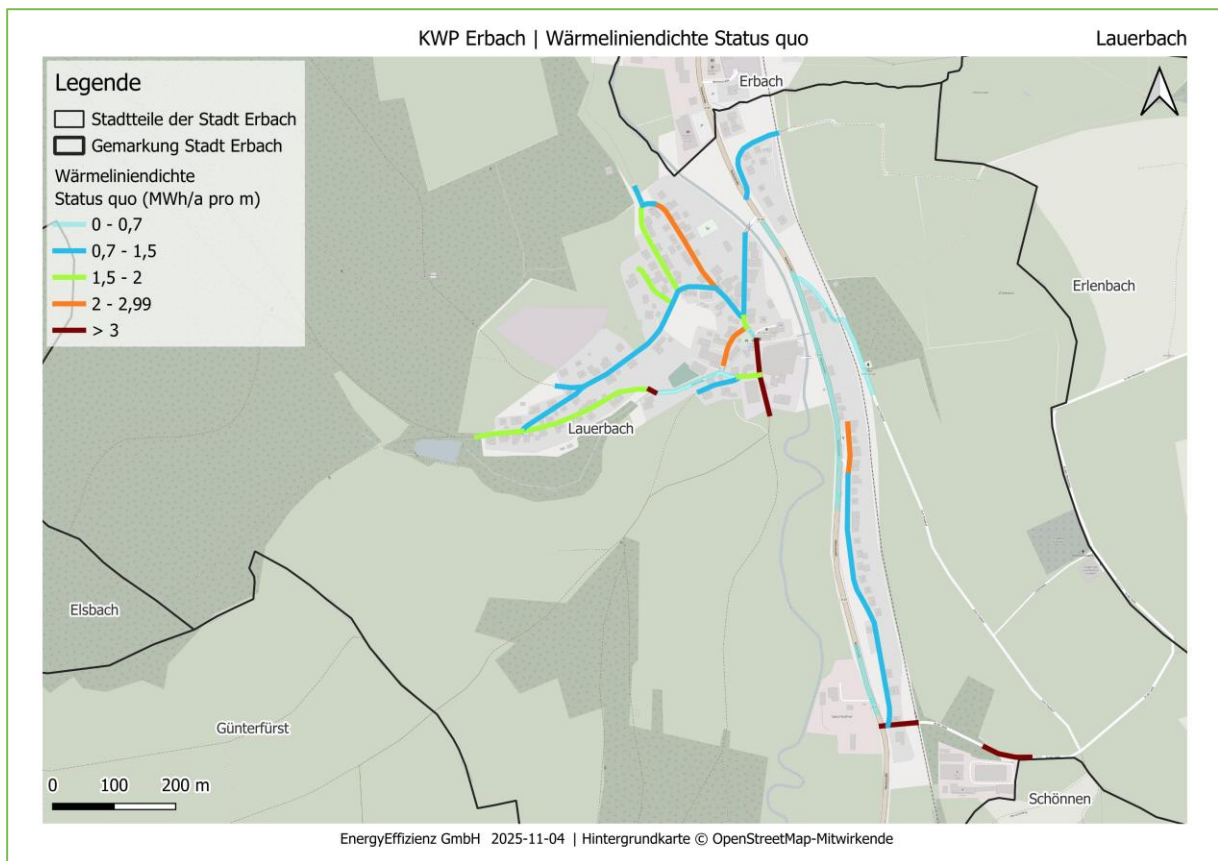


Abbildung 133: Stadtteil Lauerbach: Wärmelinienendichte im Status quo

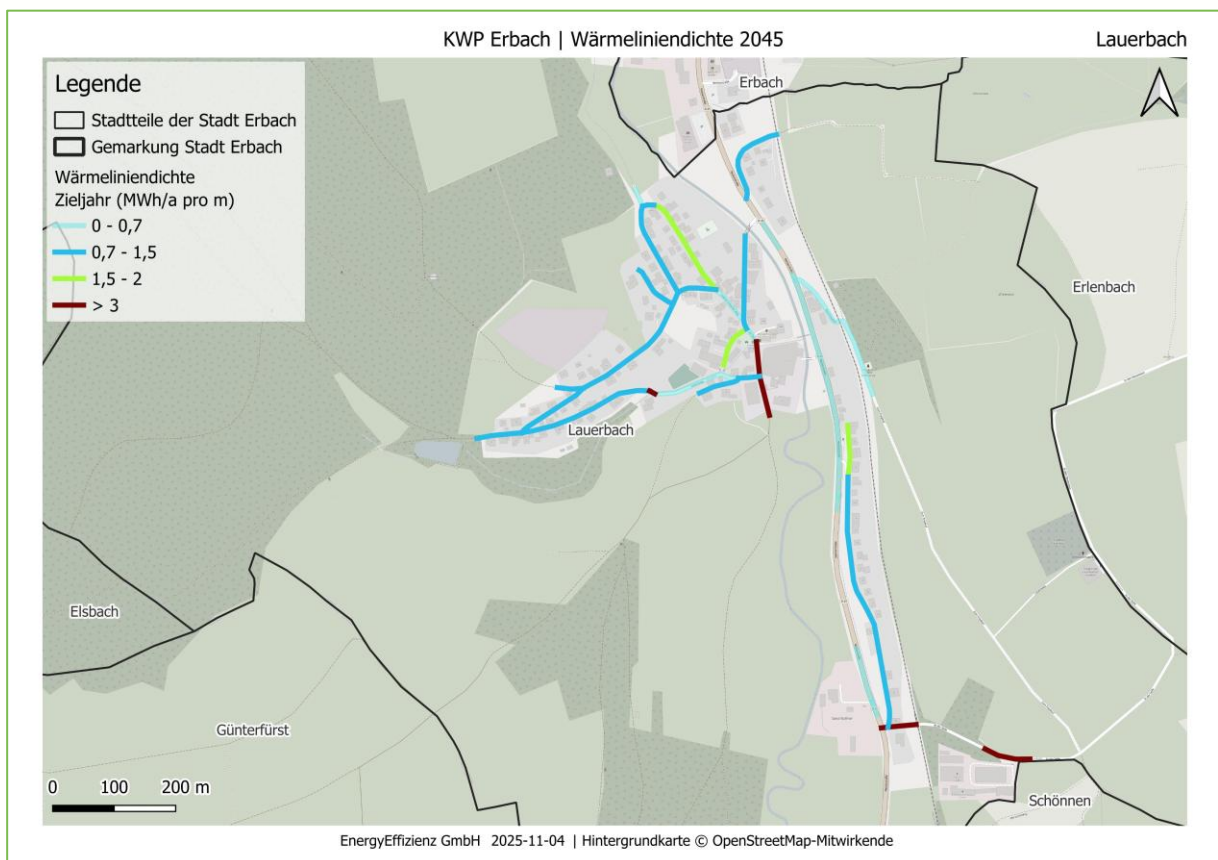


Abbildung 134: Stadtteil Lauerbach: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045

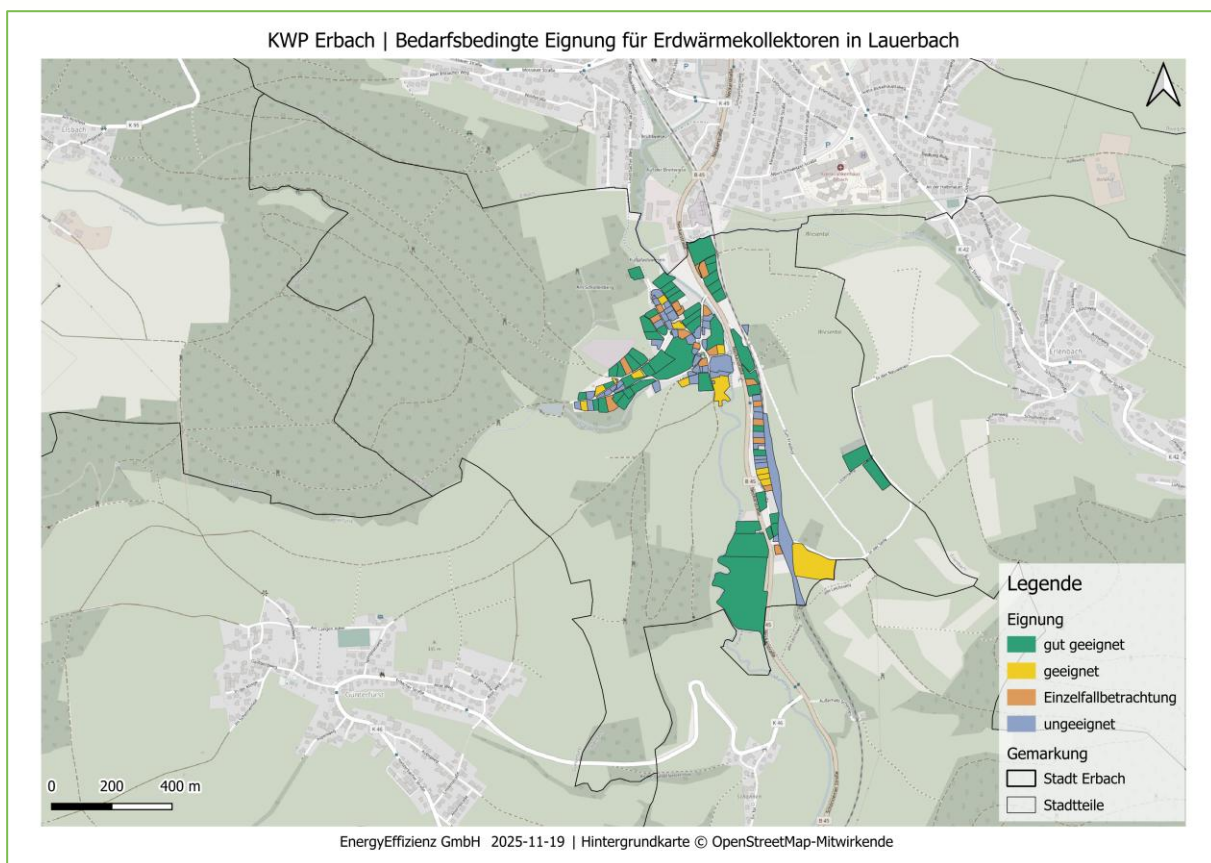


Abbildung 135: Stadtteil Lauerbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

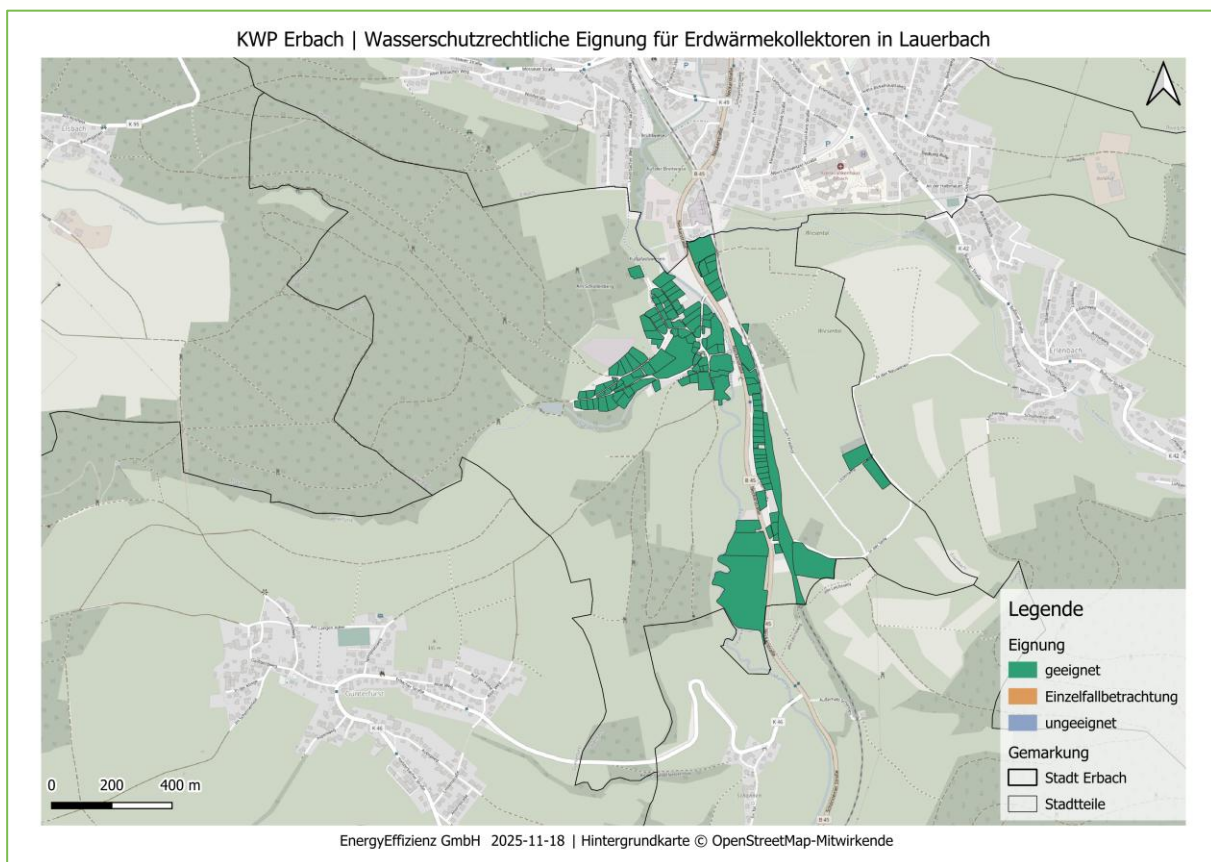


Abbildung 136: Stadtteil Lauerbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

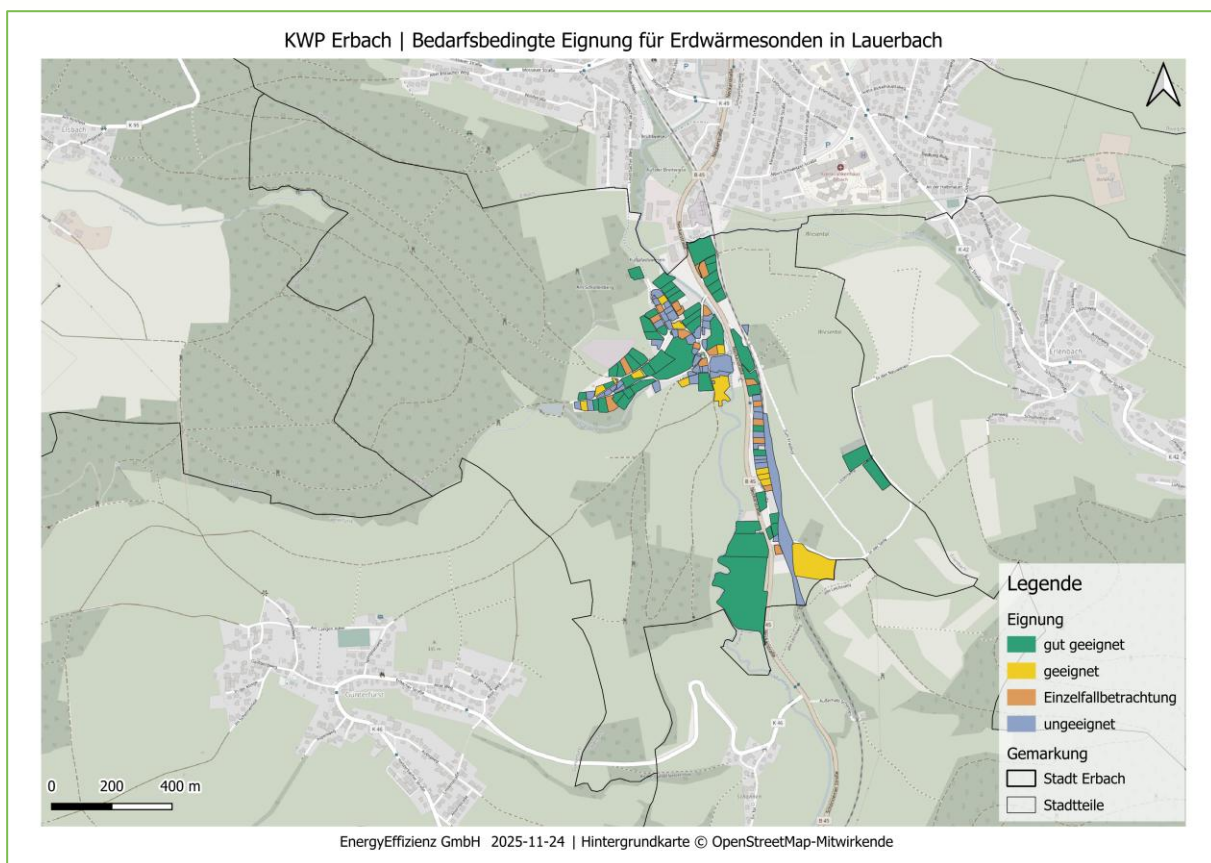


Abbildung 137: Stadtteil Lauerbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

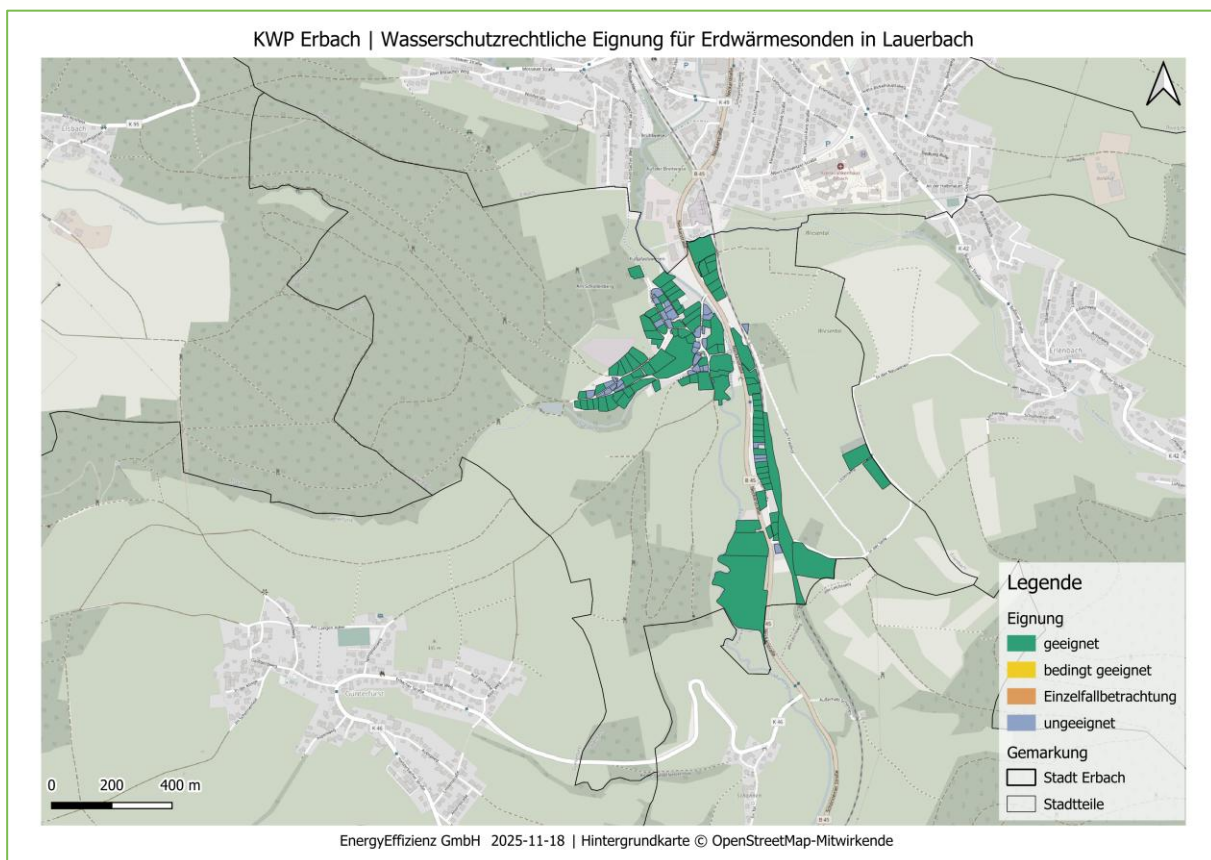


Abbildung 138: Stadtteil Lauerbach: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang L: Schönnen

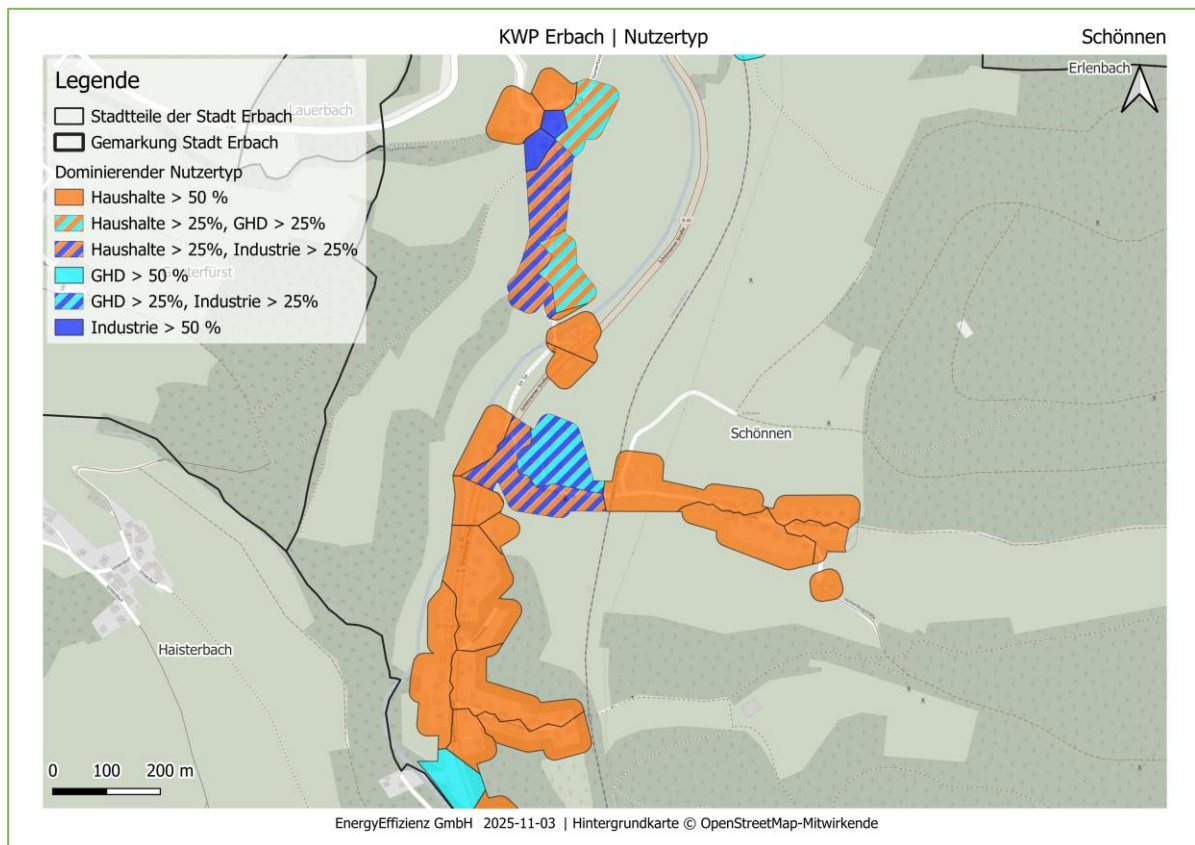


Abbildung 139: Stadtteil Schönnen: Dominierende Sektoren

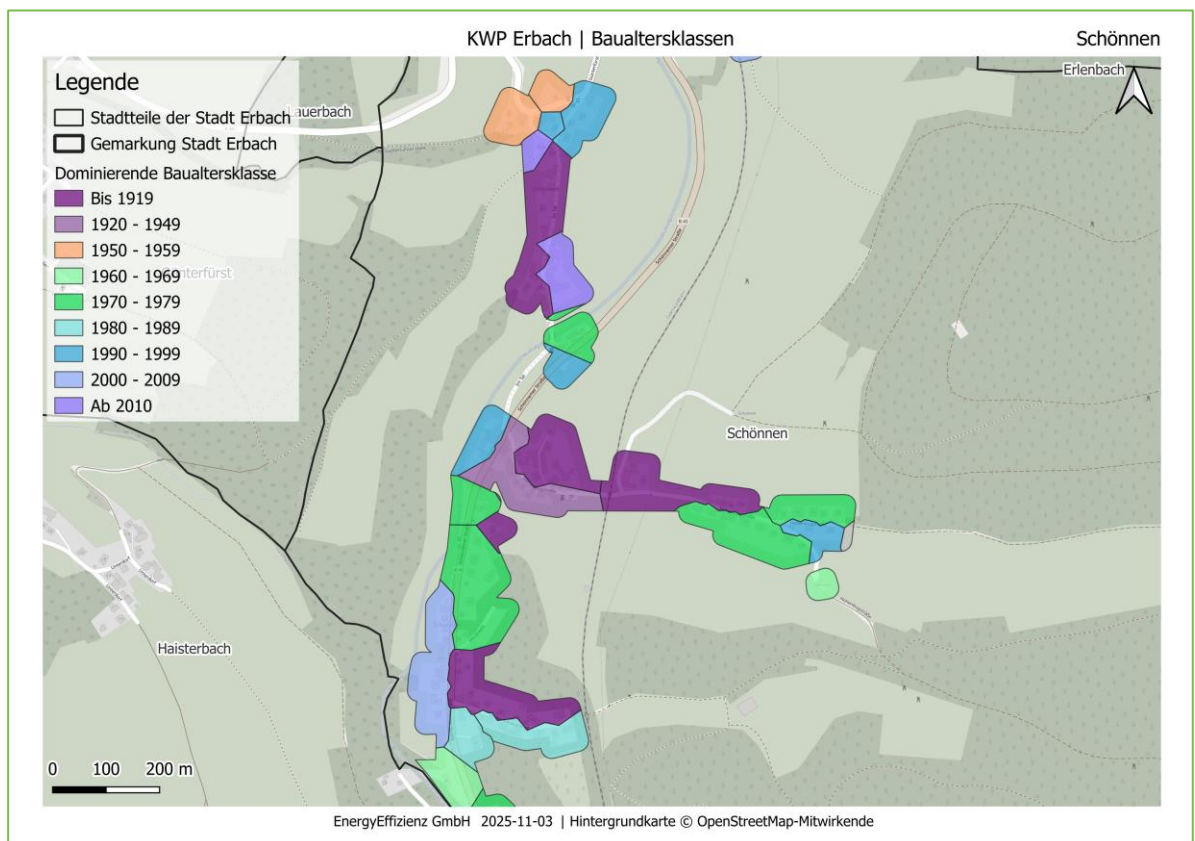


Abbildung 140: Stadtteil Schönnen: Baualtersklassen

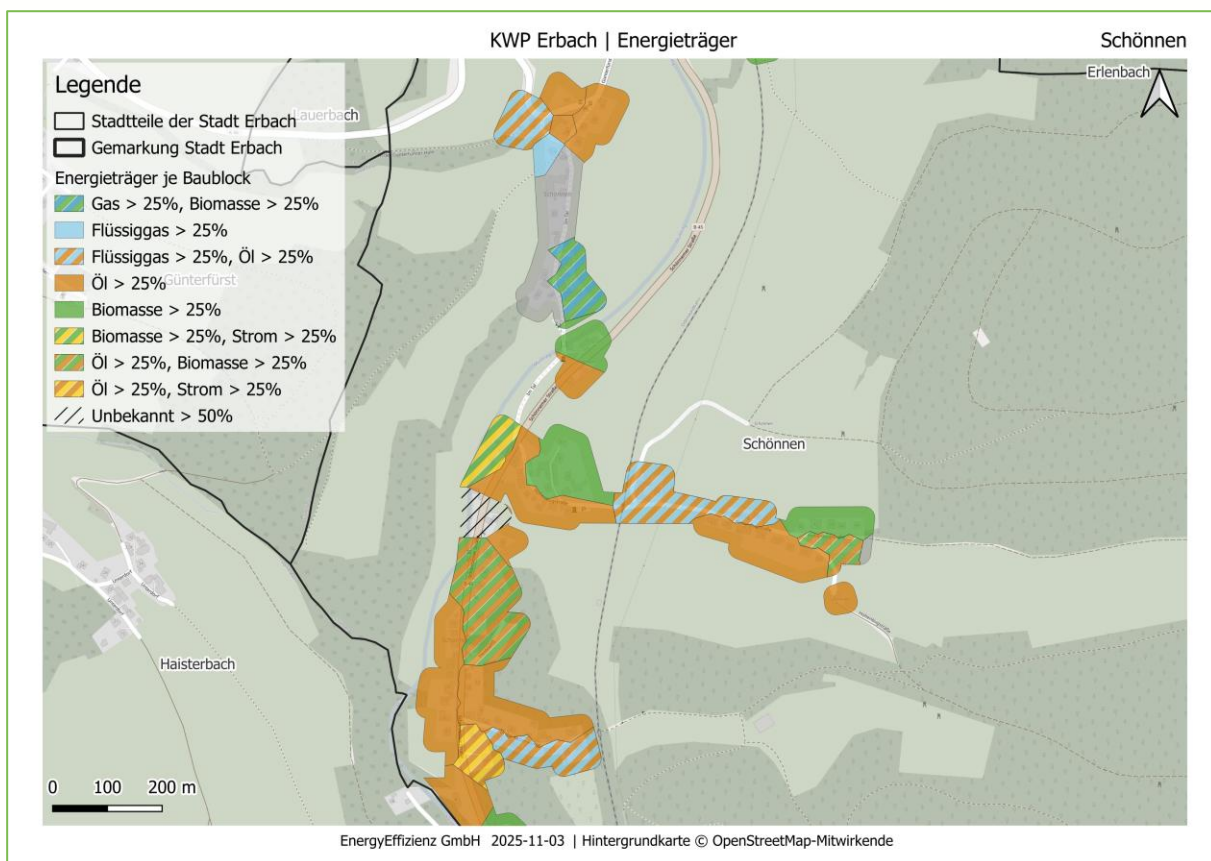


Abbildung 141: Stadtteil Schönnen: Energieträger im Status quo (2024)

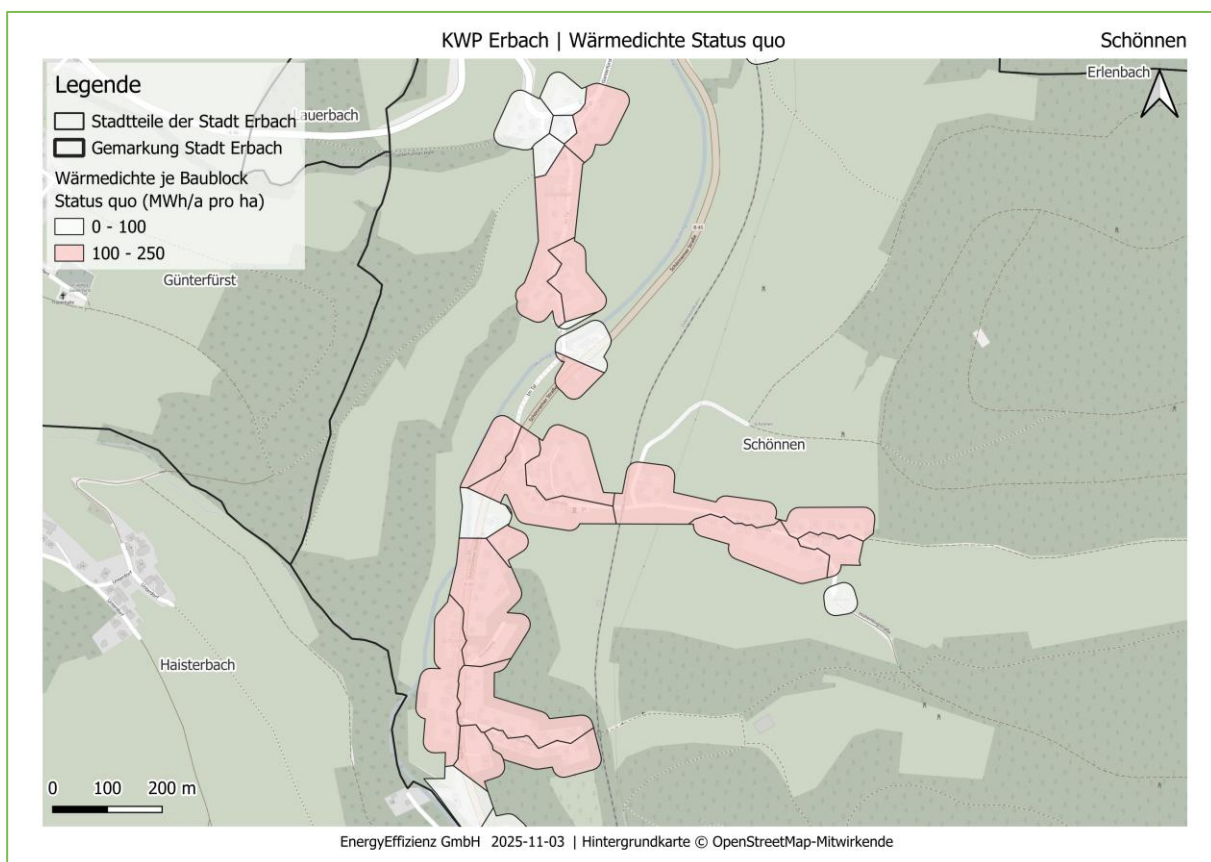


Abbildung 142: Stadtteil Schönnen: Wärmedichte im Status quo

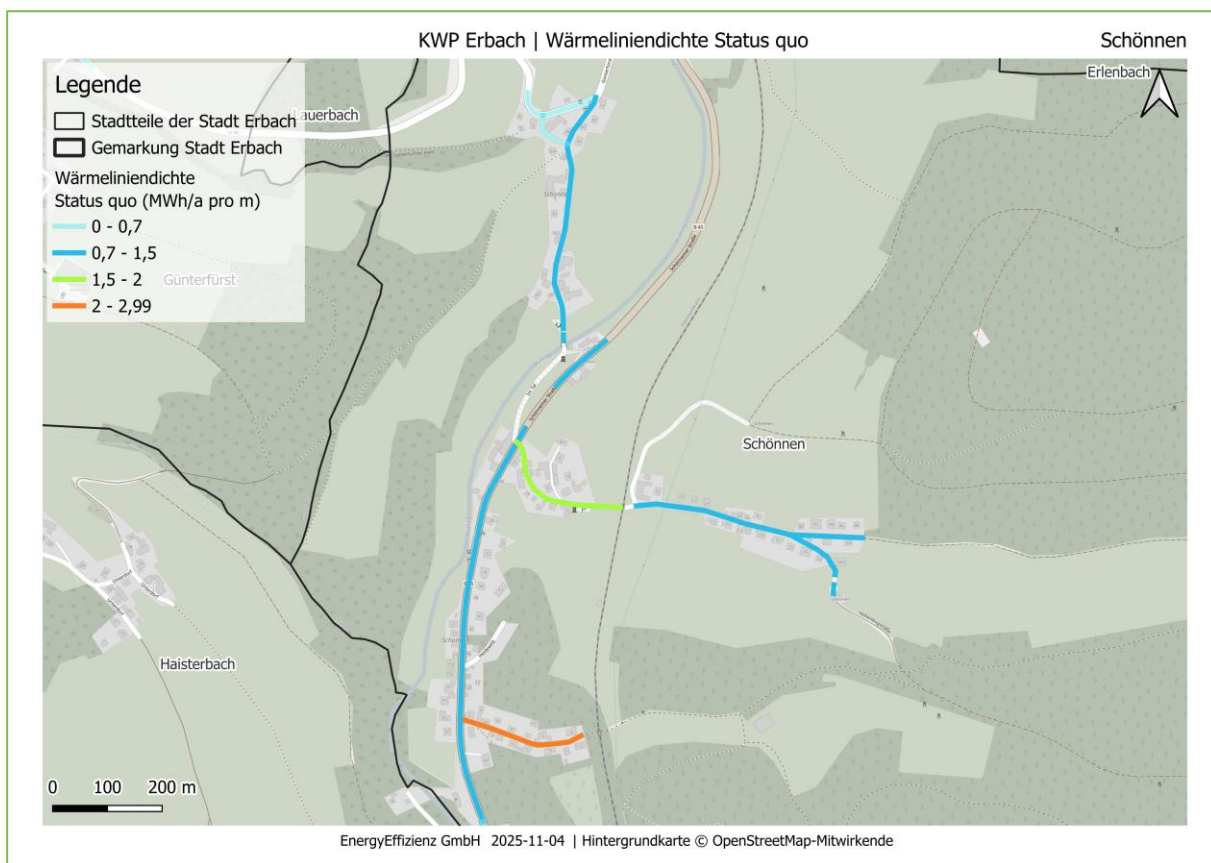


Abbildung 143: Stadtteil Schönnen: Wärmeliniendichte im Status quo



Abbildung 144: Stadtteil Schönnen: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

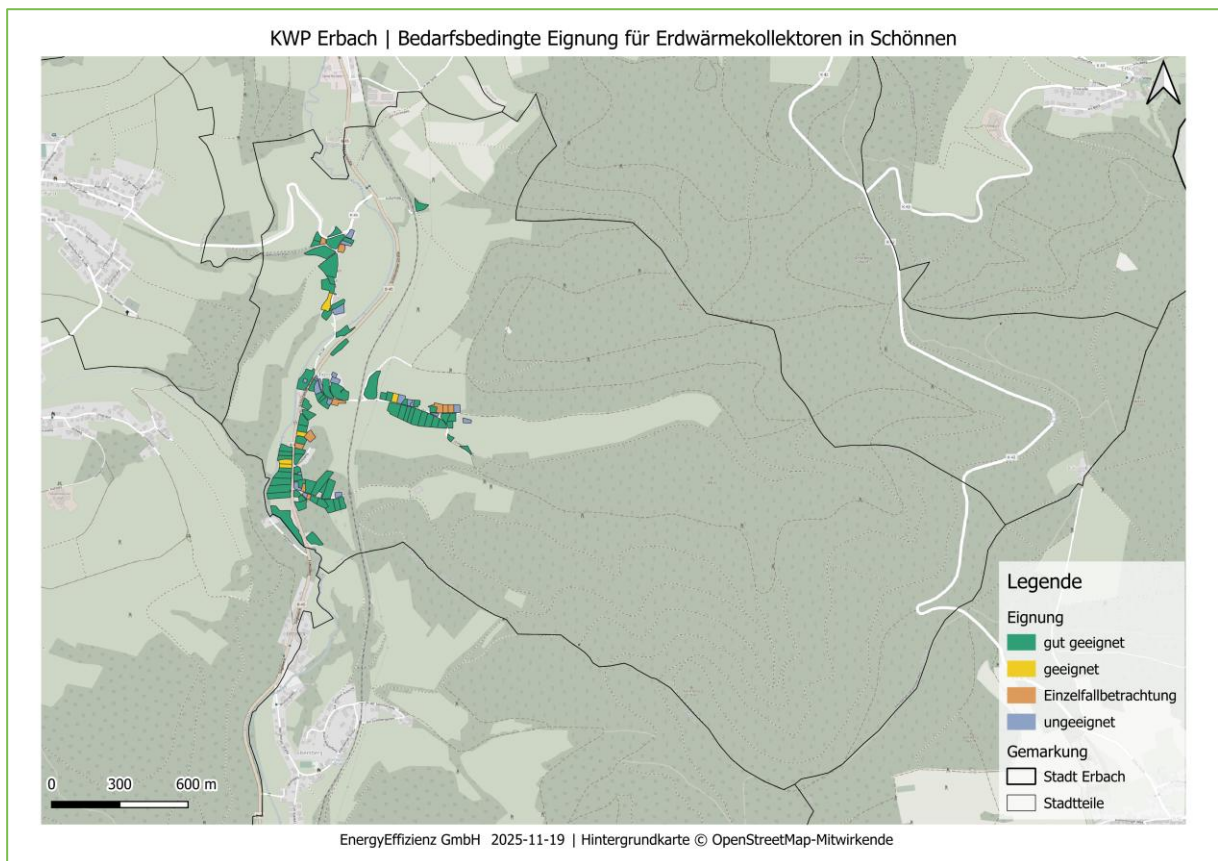


Abbildung 145: Stadtteil Schönnen: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

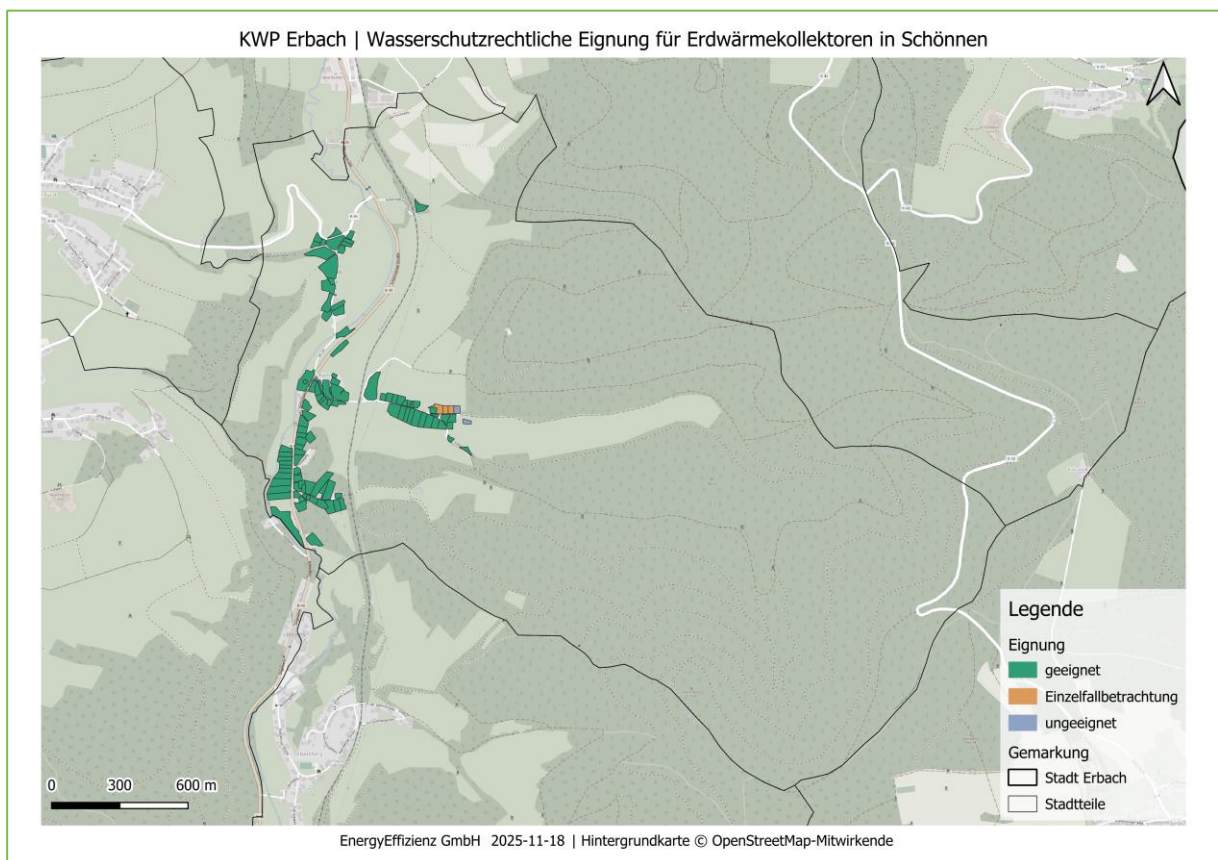


Abbildung 146: Stadtteil Schönnen: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

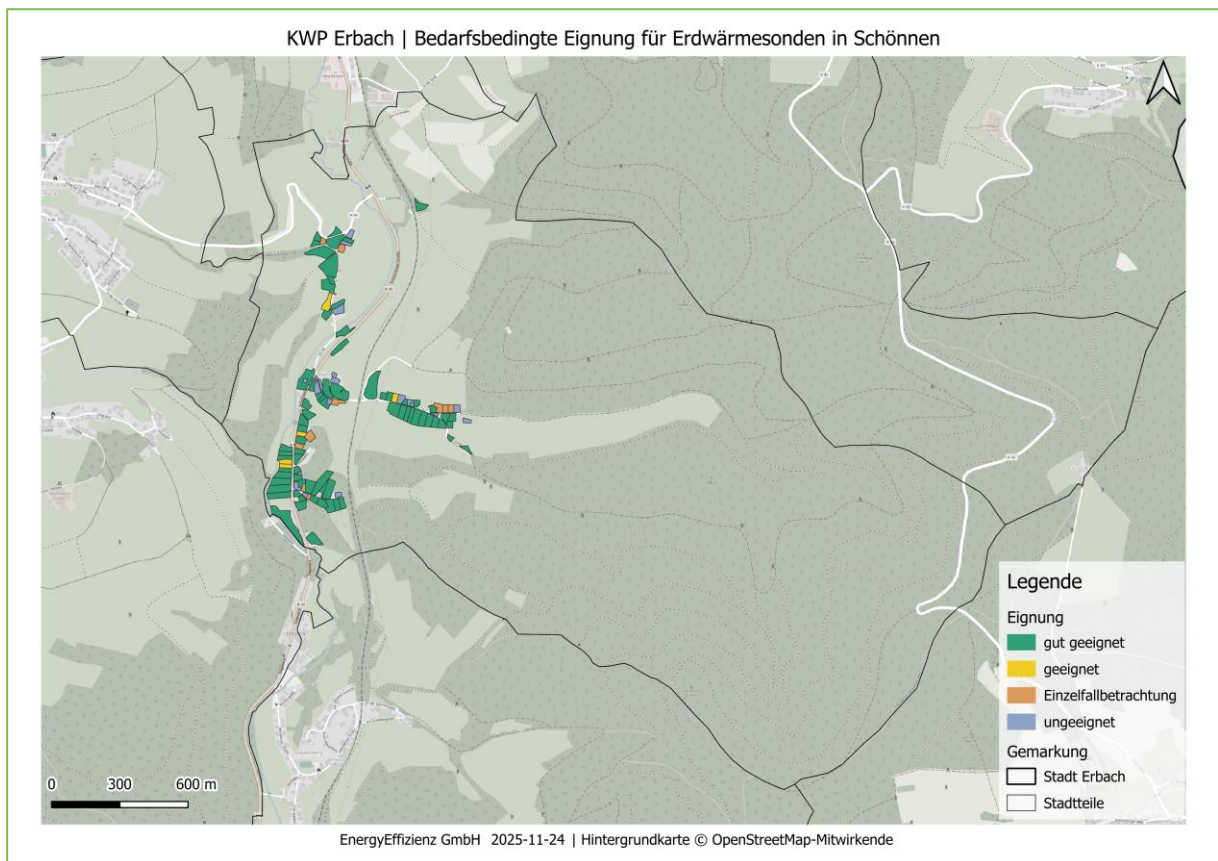


Abbildung 147: Stadtteil Schönnen: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

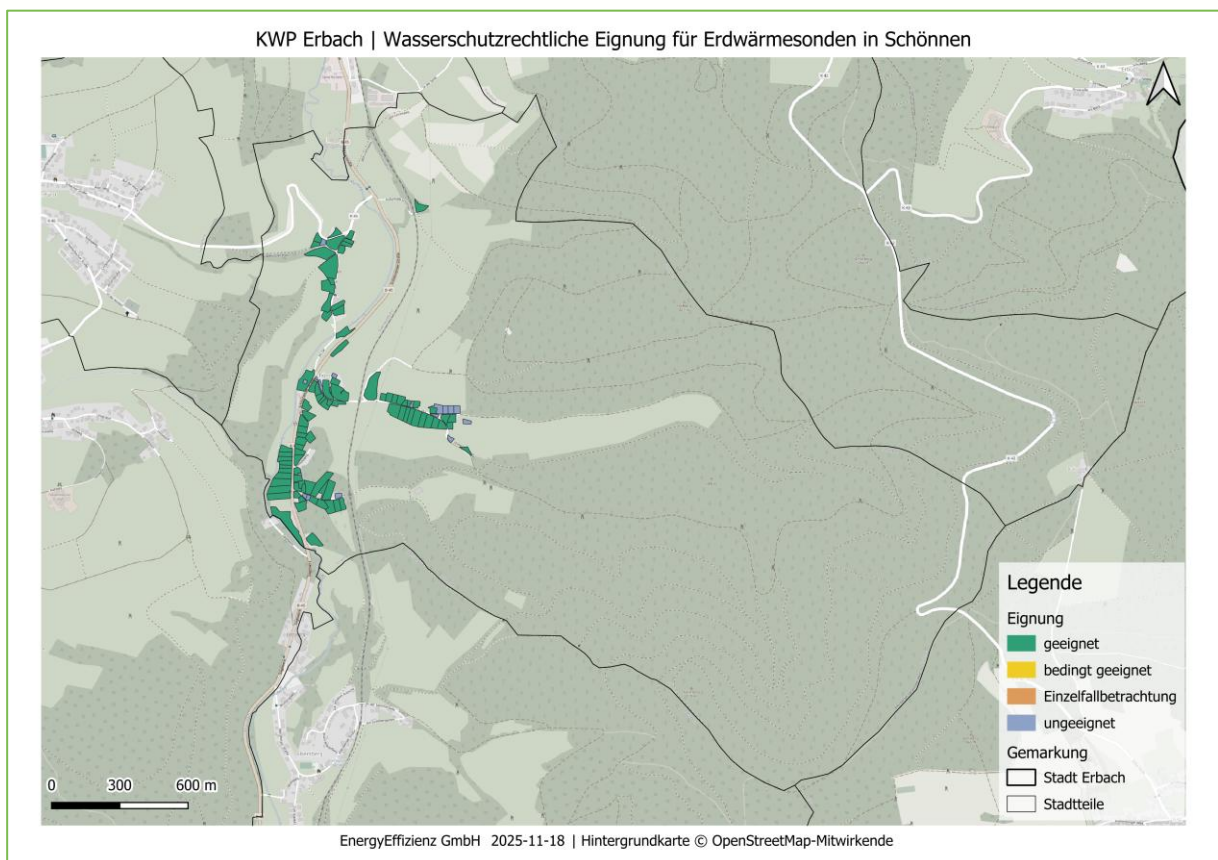


Abbildung 148: Stadtteil Schönnen: Wasserschutzrechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang M: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen

Tabelle 12 Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs auf Basis des Technikkatalogs Kommunale Wärmeplanung (ifeu gGmbH et al., 2024)

Nutzungen	vor 1900	1900 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010	2011 - 2015	ab 2016
EFH	1,3%	2,0%	1,3%	1,3%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%
MFH	1,0%	2,0%	1,1%	1,1%	1,1%	1,8%	1,8%	1,8%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%
Gewerbe	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Oeff. Einrichtung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Kultur	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Sport	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Bildung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Dienstleistung und Verwaltung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Verwaltung	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Handel	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Landwirtschaft	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Baugewerbe	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Sonstiges	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,2%	0,2%
Industrie	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	0,2%	0,2%