ABTSTEINACH
in der Natur zuhause

Kommunale Wärmeplanung
Gemeinde Abtsteinach

Zwischenbericht

Abtsteinach / Lampertheim, 23. Oktober 2026

e-eff
EnergyEffizienz GmbH



Impressum

PROJEKTINFO

Impressum

AUFTRAGGEBER*IN

Gemeinde Abtsteinach
Kirchstraße 2
69518 Abtsteinach
Telefon: 06207 9407-0
E-Mail: gemeinde@abtsteinach.de

ANSPRECHPARTNER*IN

Herr Helfrich, Leiter Bau- und Umweltamt
Telefon: 06207 9407-19
E-Mail: nils.helfrich@abtsteinach.de

AUFTRAGNEHMER*IN

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

PROJEKTLEITUNG

Anne Jüttner, Dipl.-Ing.

PROJEKTTEAM

Romina Hafner, M.Sc.
Silvia Drohner, B.Sc.
Semen Pavlenko, M.A.
Daniel Leißner, M.Sc.
Lasse Ohlsen, M.Sc.
Jonas John, M.Sc.
Dr. Hans Henniger
Dr. Carlo Licciulli
Nelly-Marie Weingart, B. Eng.

Impressum

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung 6
1.1. Hintergrund 6
1.2. Aufbau des Zwischenberichts 7
1.3. Zentrale Ergebnisse 7
2. Grundlagen 8
2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans 8
2.2. Datenerfassung / Methodik 10
2.2.1. Bestandsanalyse 10
2.2.2. Potenzialanalyse 11
2.2.3. Zielszenario 13
2.2.4. Wärmewendestrategie 15
2.3. Datenschutz 16
3. Bestandsanalyse 17
3.1. Gemeindestruktur 17
3.2. Gebäudenutzung 19
3.3. Baualtersklassen 21
3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur 23
3.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten 25
4. Potenzialanalyse 28
4.1. Senkung des Wärmebedarfs 29
4.1.1. Hinweise und Einschränkungen 29
4.1.2. Potenzial 29
4.2. Zentrale Potenziale (Wärme) 31
4.2.1. Biomasse 31
4.2.2. Solarthermie auf Freiflächen 34
4.2.3. Agrothermie 38
4.2.4. Oberflächennahe Gewässer 42
4.2.5. Tiefengeothermie 43
4.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe 44
4.2.7. Abwärme aus Abwasser 45
4.2.8. Grüner Wasserstoff 45

4.3. Dezentrale Potenziale (Wärme) 47
4.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen 47
4.3.2. Oberflächennahe Geothermie 47
4.3.3. Biomasse 54
4.3.4. Solarthermie auf Dachflächen 54
4.4. Stromerzeugungspotenziale 55
4.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen 55
4.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen 56
4.4.3. Photovoltaik auf Parkflächen 59
4.4.4. Agri-PV 61
4.4.5. Windkraft 64
4.5. Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien 66
5. Ausblick 68
Tabellenverzeichnis 70
Abbildungsverzeichnis 71
Abkürzungsverzeichnis 72
Anhang 74

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.

Die kommunale Wärmeplanung ist dabei als langfristig angelegter, strategischer Planungsprozess zu verstehen. Sie zeigt, wie die Wärmeversorgung vor Ort schrittweise treibhausgasneutral entwickelt werden kann. Grundlage dafür sind der heutige Wärmebedarf, die bestehenden Versorgungsstrukturen sowie lokale Potenziale für erneuerbare Energien. Damit schafft die Wärmeplanung eine wichtige Orientierung für kommunale Entscheidungsträger, Energieversorger und Gebäudeeigentümer*innen und eine Möglichkeit für regionale Wertschöpfung.

Vor diesem Hintergrund ist die Gemeinde Abtsteinach 2026 in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung eingestiegen. Die EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim im südhessischen Landkreis Bergstraße wurde mit der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Abtsteinach beauftragt.

Die Wärmeplanung bildet die strategische Grundlage für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung für die Gemeinde Abtsteinach. Zugleich erfüllt die Gemeinde Abtsteinach mit der abschließend vorliegenden Wärmeplanung die Verpflichtung gemäß Wärmeplanungsgesetz.

1.2. Aufbau des Zwischenberichts

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

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeitung 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 Gemeinde Abtsteinach (Bestandsanalyse).
- Kapitel 4 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme für die Gemeinde Abtsteinach bestehen (Potenzialanalyse).
- Kapitel 5 des Zwischenberichtes gibt einen kurzen Ausblick auf die nächsten Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung und dem Inhalt des Endberichtes für die Gemeinde Abtsteinach.

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.

1.3. Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** der Gemeinde Abtsteinach 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 mindestens 60,7 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen in der Wärmeversorgung ausmacht. In 2024 lag der bundesweite Durchschnitt des Anteils fossiler Energien im Wärmesektor bei 81,8 %.[1] Im Gebiet der Gemeinde Abtsteinach sind 48,5 % der Heizungen älter als 20 Jahre, 21,9 % weisen ein Alter von über 30 Jahren auf. Daher 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 die Nutzung der Solarthermie auf Freiflächen identifiziert. In weiteren Umsetzungsschritten sollten die wirtschaftliche Umsetzbarkeit sowie reale Einschränkungen, etwa durch Flächenverfügbarkeit (Akzeptanz oder Eigentumsverhältnisse), vertiefend geprüft werden. Auch der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dächern und Freiflächen kann einen wichtigen Beitrag zur lokalen Energiewende leisten.

[1] Umweltbundesamt, Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme, 2026

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:**

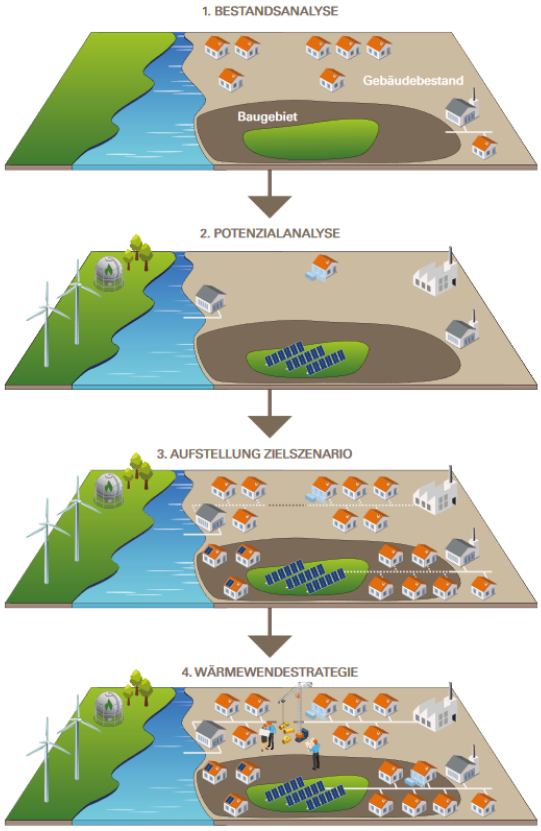


Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)

1. **Bestandsanalyse**
   Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs, der 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. Im Fokus steht dabei die Frage, welche Gebiete künftig zentral über (Nah-)Wärmenetze versorgt werden können und in welchen Bereichen eine dezentrale Einzelversorgung voraussichtlich die geeignetere Lösung darstellt.

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

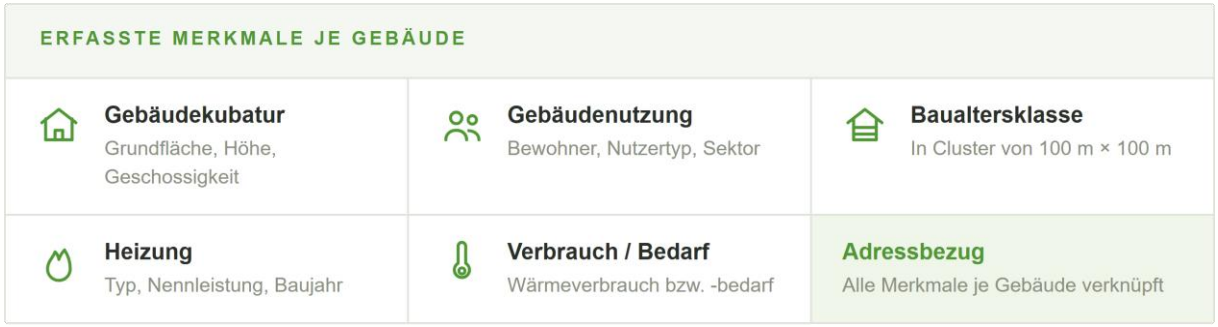
2.2.1. Bestandsanalyse

Die Methodik zur Abbildung des Gebäudebestands beruht auf dem Bottom-Up-Prinzip. Dazu wurden zu dem Bestand verschiedene Basisdaten ermittelt, die in Infobox 1 schematisch dargestellt sind. Mit eingeflossen sind dabei Geoinformationssystem (GIS)-Basisdaten der Gemeinde Abtsteinach, Kehrbuchdaten (straßenzugsweise geclustert), Verbrauchsangaben der Netzbetreiber (geclustert nach Wärmeplanungsgesetz), OpenStreetMap, sowie die Daten des Zensus 2022 (Baualtersklassen in Clustern von 100x100 Metern). Zusätzlich wurden lizenzierte Daten der infas 360 GmbH zur Gebäudenutzung, zur Gebäudegrundfläche sowie zum Gebäudealter verwendet.



Infobox 1: Datenerfassung während der Kommunalen Wärmeplanung (Bottom-up)

Für jede Adresse wurden die Daten aus verschiedenen Quellen verknüpft, sodass die Gebäude alle in Infobox 2 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.



Infobox 2: Erfasste Merkmale je Gebäude während der Kommunalen Wärmeplanung

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 Technikkatalog für die Kommunale Wärmeplanung entnommen, der im Auftrag des BMWK und des BMWSB erarbeitet wurde (vgl. Anhang Tabelle 1). 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 Potenziale 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 der Gemeinde Abtsteinach ist in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. Auch die Topografie kann für Flächenpotenziale eine Restriktion darstellen.

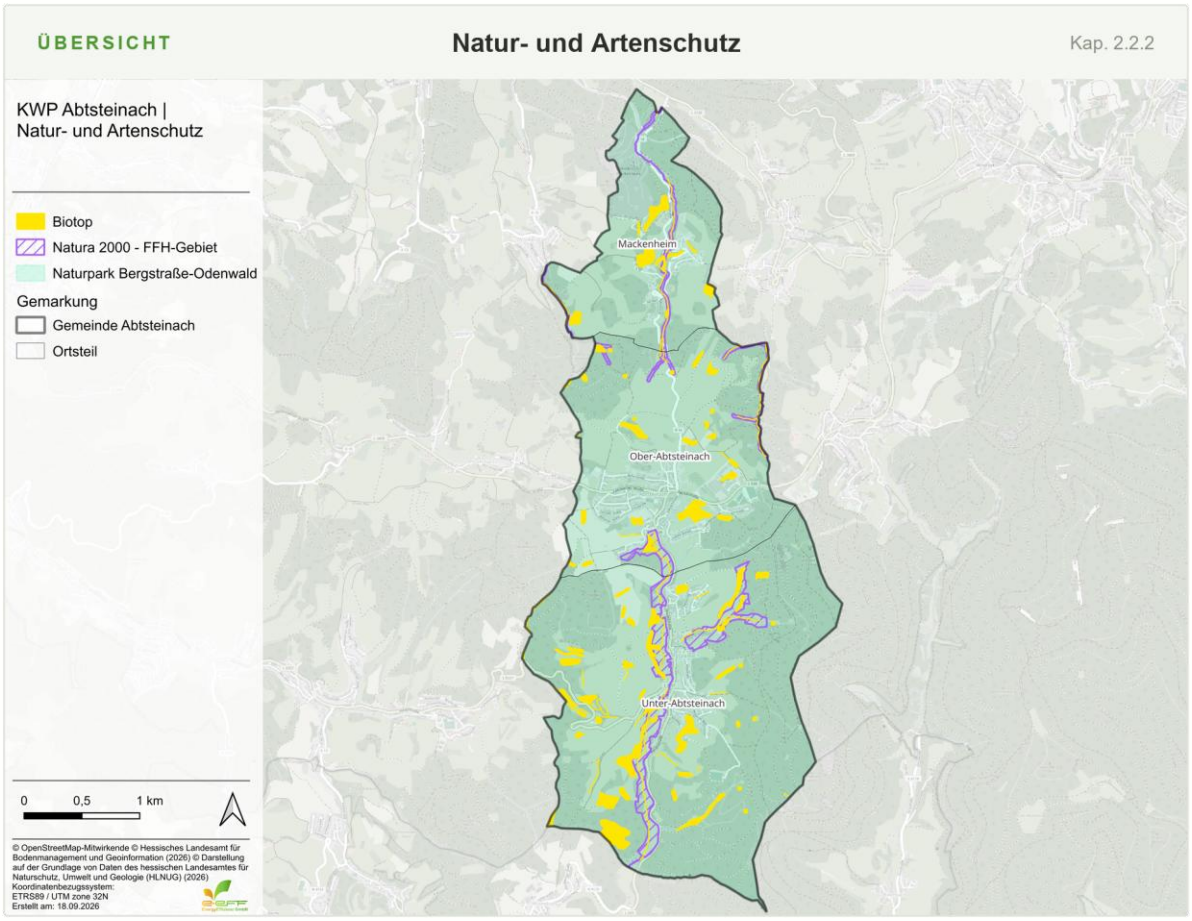


Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element in der Kommunalen Allianz

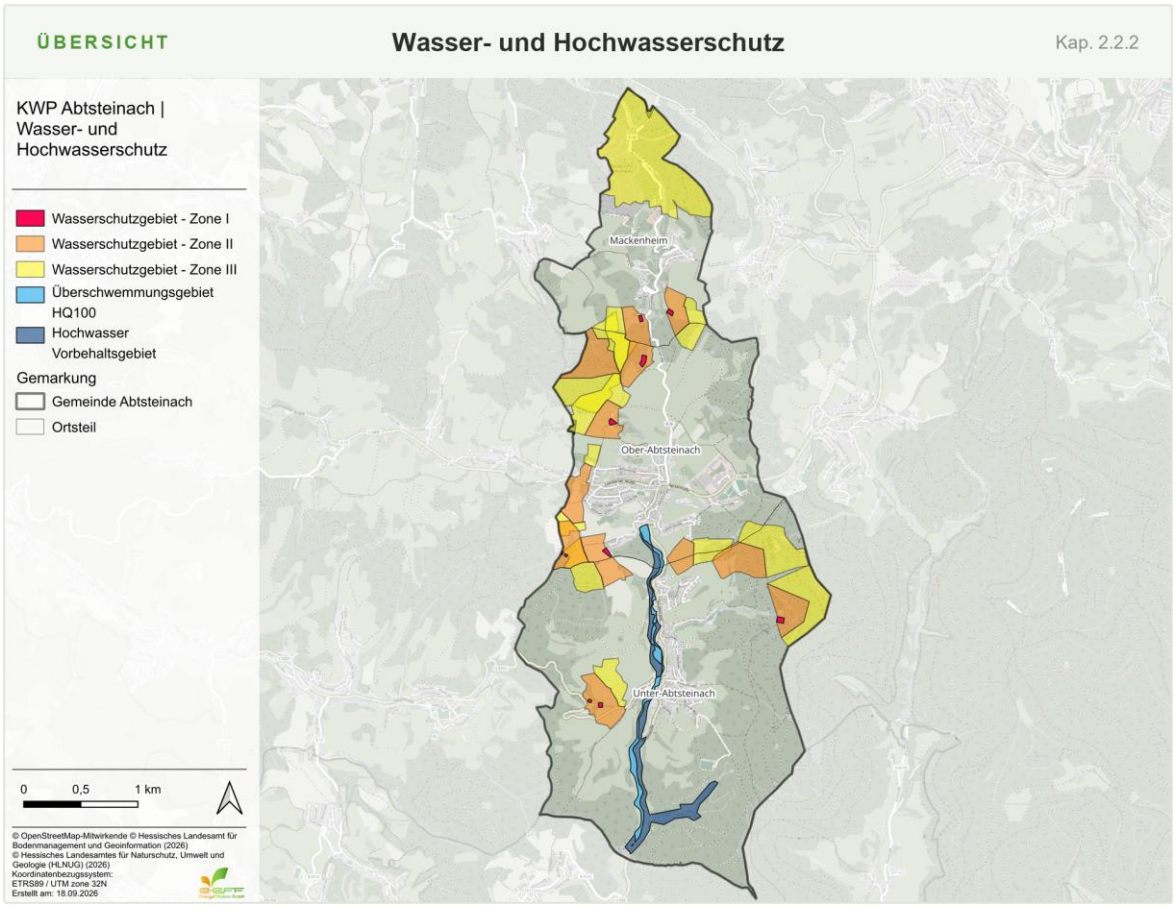


Abbildung 3: Trinkwasserschutz- und Überschwemmungsgebiete in der Kommunalen Allianz

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. Dabei schließen Ausschlusskriterien eine Nutzung der Fläche mit hoher Wahrscheinlichkeit aus, während 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. Generell findet die Betrachtung der Potenziale auf technischer Ebene mit Berücksichtigung der rechtlichen Gegebenheiten statt. Erste wirtschaftliche Aspekte werden erst im Zielszenario (im Endbericht) mit einbezogen und tiefergreifende Kriterien wie z.B. der Nutzungswille der Eigentümer*innen ist nicht Bestandteil der Wärmeplanung.

2.2.3. Zielszenario

Das Zielszenario untersucht gemeinsam mit den örtlichen Fachakteuren die Frage, wie eine Wärmeversorgung im Jahr 2045 aussehen kann. Das Zielszenario beschreibt den anzustrebenden Zustand im Zieljahr 2045 mit den Zwischenjahren 2030, 2035 und 2040. Aufgezeigt wird eine Lösung, die realisierbar ist und Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 ermöglicht. Hierzu werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse miteinander verglichen. Diese Lösung setzt sich zusammen aus Heizungsumstellung, Hüllsanierungen auf Einzelgebäudeebene sowie dem Aufbau von Wärmenetzen. Die Nutzung weiterer ermittelter Potenziale wie Biomasse oder Umweltwärme flankiert die energetische Transformation im Wärme- und Stromsektor. Im Zielszenario werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse kombiniert, Eignungs- und Prüfgebiete für Wärmenetze ermittelt und Gebiete dezentraler Wärmeversorgung empfohlen.

Durch die Teilnahme von den örtlichen Fachakteuren an Workshopformaten können Impulse, interne Entwicklungen und erste Ideen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt und weitergeführt werden. Die Zielszenarioentwicklung berücksichtigt dabei die Gebietszusammensetzung sowie die Realisierbarkeit und bewertet diese unter folgenden Aspekten für die Eignung einer zentralen Wärmeversorgung mittels Wärmenetz.

Die Auswertung wird in Zusammenarbeit mit der Kommune und den Fachakteuren durchgeführt, wobei die Wertung der jeweiligen Punkte unterschiedlich ausfallen kann. Daraus ergibt sich eine empfohlene Einteilung der betrachteten Kommune in Wärmenetzeignungsgebiete, Ausbau- oder Nachverdichtungsgebiete, Prüfgebiete, Eignungsgebiete für Gebäudewärmenetze sowie Einzelversorgungsgebiete.

Tabelle 1: Bewertung der Gebietscharakterisierung für eine zentrale Wärmeversorgung

EIGNUNGSBEWERTUNG **Gebietscharakterisierung** Kap. 2.2.3

Kriterium	Hohe Eignung	Mittlere Eignung	Geringe Eignung
Wärmebedarf/ Wärmeliniendichte	ab 2 MWh/(m·a), mehrere Straßenzüge zusammenhängend	1,5 bis 2 MWh/(m·a), mit vereinzelt WLD über 2 MWh/(m·a)	bis 1,5 MWh/(m·a)
Ankerkunden	Mehrere Großverbraucher im Gebiet vorhanden (Gewerbe und kommunal)	Mehrere kommunale Gebäude vorhanden, einzelne Großverbraucher	Kleine oder keine kommunalen Gebäude/ Groß-Verbraucher vorhanden
Bebauungsstruktur	Dichte Bebauung, viele Mehrfamilienhäuser, Wärmepumpen kaum bis nicht möglich, dominierend alte Baustruktur & alte Heizungen, niedriger Leerstand	Gemischte Baustruktur, gemischte Baualtersklassen & Heizungsalter	Lockere Bebauungen, junge Baualtersklassen, Wärmepumpe gut umsetzbar
Versorgungsstruktur	Anschluss Gasnetz, Wärmenetz vorhanden	Gemischte Struktur, fossile Heizungen dominieren	Erneuerbare Heizungen dominieren

Tabelle 2: Bewertung der Realisierbarkeit für eine zentrale Wärmeversorgung

EIGNUNGSBEWERTUNG **Realisierbarkeit** Kap. 2.2.3

Kriterium	Hohe Eignung	Mittlere Eignung	Geringe Eignung
Wärmequelle	Mehrere Wärmequellen vorhanden in räumlicher Nähe (1.000m) (insb. günstige Abwärmequelle)	Wärmequelle mit Entfernung zwischen 1.000-2.000m vorhanden, Größe der Wärmequelle nicht ausreichend groß/ noch unbekannt, lokales Biomasse Potenzial vorhanden, Großwärmepumpe möglich	Keine Wärmequelle in der Nähe verfügbar
Anschlussquote	Erwarteter Anschlussgrad im Zieljahr über 70 %	Erwarteter Anschlussgrad zwischen 50 - 70 % *Hinweis: Wenn keine Angaben zum Anschlussgrad gemacht werden können, wird von einem Anschlussgrad von 70 % ausgegangen und eine mittlere Eignung festgelegt*	Erwarteter Anschlussgrad unter 50 %
Netzausbau & Standort Heizzentrale	Straßenbaumaßnahmen in naher Zukunft geplant, Ort für Heizzentrale vorhanden	Ort für Heizzentrale noch offen	Querung kritischer Infrastruktur notwendig, ungünstige topografische Verhältnisse / kein Ort für Heizzentrale möglich
Wirtschaftlichkeit	Wärmenetz ist wahrscheinlich wirtschaftlicher als Einzellösungen	Wärmenetz und Einzellösungen sind ca. gleich wirtschaftlich	Die Einzellösungen sind wahrscheinlich wirtschaftlicher als Wärmenetz
Betreibermodell	Mögliche Betreiber sind bekannt und sind offen für weitere Planungen	Betreiber noch offen und/oder Interesse von bestehenden Energiegenossenschaften vorhanden / Gründung von Energiegenossenschaft wahrscheinlich	Betreiber unbekannt und Betreibersuche wird als herausfordernd eingeschätzt

2.2.4. Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie das Zielszenario erreicht werden kann. Die prioritären Maßnahmen werden ausgearbeitet, um einen sofortigen Einstieg in die Umsetzung zu ermöglichen. Ergänzend zeigen Steckbriefe zusammenfassend die wichtigsten Fakten auf, um eine schnelle Übersicht zur Situation und den passenden Maßnahmen zu bekommen. Die Maßnahmen werden gemeinsam mit den Fachakteuren sowie der Kommune besprochen und diskutiert. Folgend wird eine erste Wirtschaftlichkeitsprüfung für die Wärmenetzeignungsgebiete im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung durchgeführt und vorgestellt. Diese sind als Vorschläge zur Erreichung einer erneuerbaren Energieversorgung zu verstehen und können aufgrund von veränderten Rahmenbedingungen und Prioritäten von der realen Umsetzung abweichen. Gleichzeitig sollen die

Maßnahmen eine Orientierungsgrundlage für zukünftige Investitionsentscheidungen der Kommune sowie möglichen Betreibern von Wärmenetzen sein. Weiterhin können weitere Fachakteure von den Maßnahmen betroffen sein, sodass diese frühzeitig bei den weiteren Prozessen einzubinden sind.

Ergänzend werden in der kommunalen Wärmeplanung weitere Maßnahmen formuliert, welche neben den prioritären Maßnahmen in einzelnen Bereichen zu einer erfolgreichen Umsetzung beisteuern können. Diese sind in Maßnahmen für Einzelgebäude, kommunale Gebäude, zentrale Strom- und Wärmeversorgung sowie in strukturelle und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zu unterteilen.

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 2024 verwendet. Das Plangebiet wird in sinnvolle Untersuchungsteilräume zergliedert, die künftig unterschiedliche Entwicklungen aufgrund des Ist-Zustands durchlaufen könnten. Für die Gemeinde Abtsteinach bietet sich die Unterteilung der Gemeinde in Ortsteile 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. Gemeindestruktur

Die Gemeinde Abtsteinach wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entsprechend der oben benannten Ortsteile analysiert. Diese administrative Gliederung bildet bereits sinnvolle Teilräume und ermöglicht eine effiziente Bearbeitung, wie in Abbildung 4 dargestellt. In ihrer Charakteristik ähneln sich die Ortsteile insgesamt und werden im Folgenden näher untersucht. Eine Übersicht mit den zentralen Kennzahlen für die Ortsteile ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Einwohner, Fläche und Gebäudeanzahl je Ortsteil

BESTANDSANALYSE — **Kennzahlen je Ortsteil** — Kap. 3.1

ORTSTEIL	EINWOHNER	FLÄCHE [ha]	GEBÄUDEANZAHL
Mackenheim	150	268	64
Ober-Abtsteinach	1.356	324	442
Unter-Abtsteinach	951	584	331
Gesamt	**2.457**	**1.176**	**837**

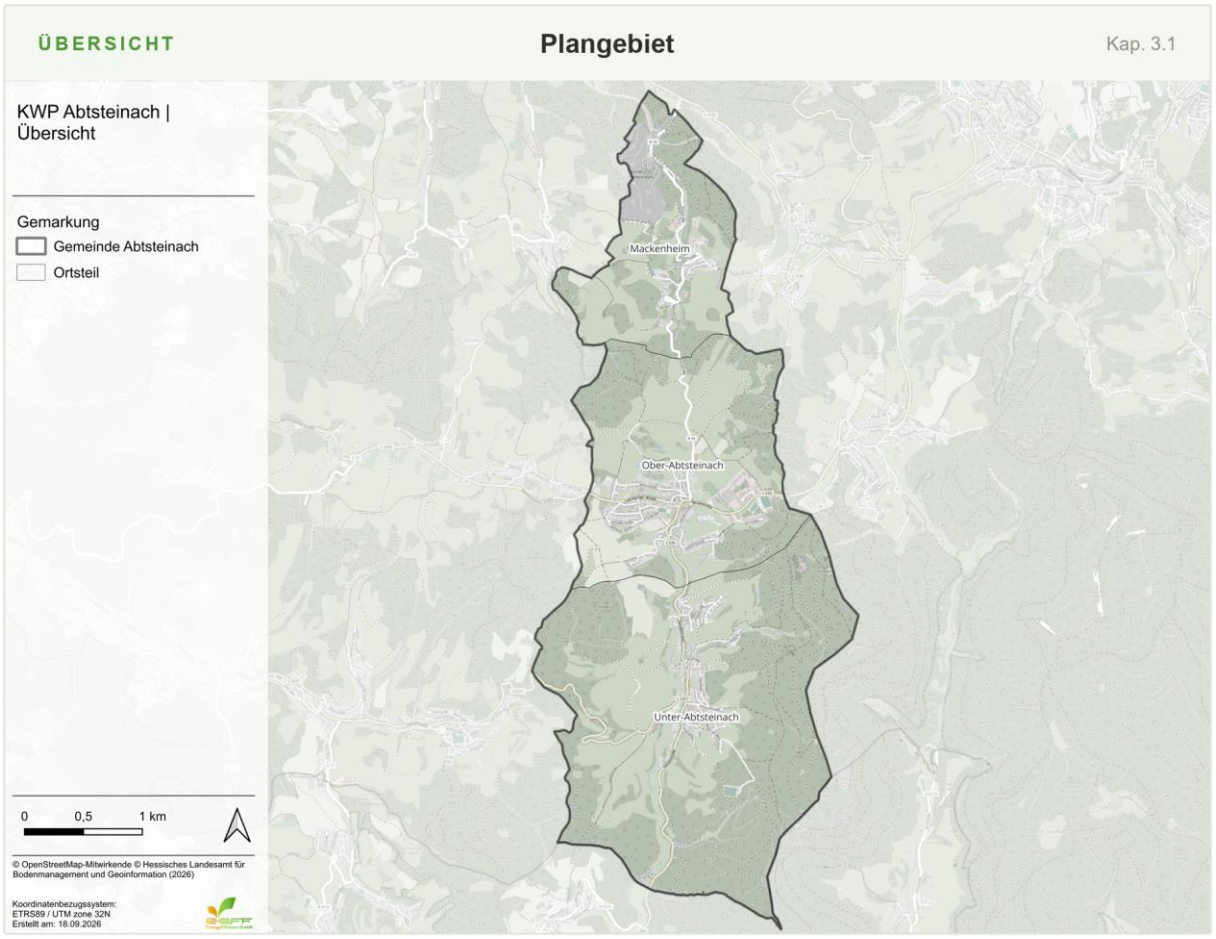


Abbildung 4: Übersicht des Gebiets der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Abtsteinach

3.2. Gebäudenutzung

Im gesamten Plangebiet werden 96,3 % der Gebäude zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor haben einen Anteil von 1,1 %, der Industrie 1,4 % und der Kommunale Gebäude spielen mit insgesamt 1,2 % eine geringere Rolle, können aber in ihrer Vorbildfunktion von größerer Bedeutung sein. Bezogen auf die beheizte Fläche zeigt sich eine Erhöhung der zuletzt genannten Anteile auf insgesamt 16,6 %. Die Einteilung der Nutzertypen erfolgte auf Grundlage der infas 360 Daten. Die Verteilung wird in Abbildung 5 dargestellt.

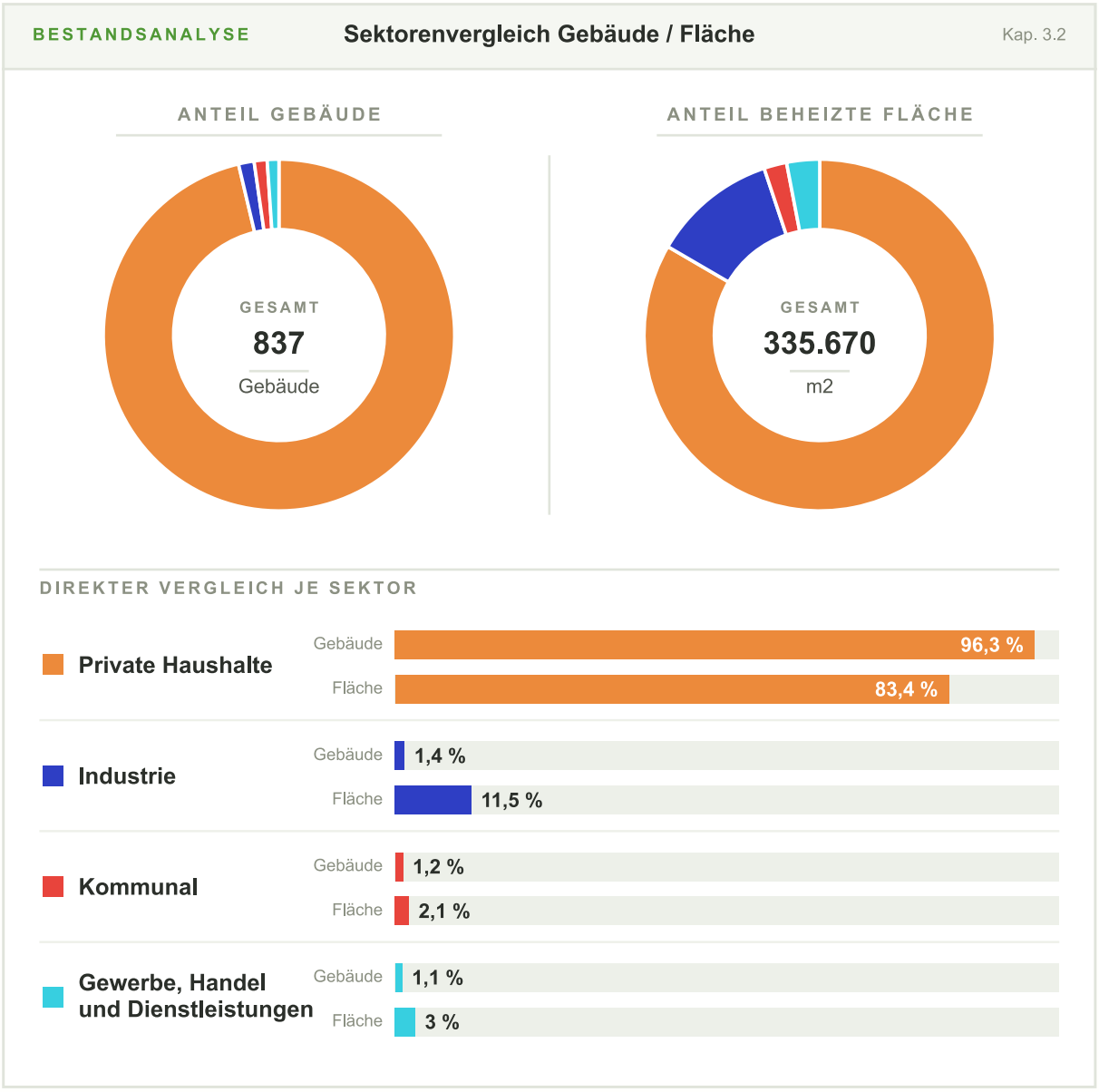


Abbildung 5: Gemeinde Abtsteinach: Sektorvergleich nach Gebäudeanzahl und beheizter Fläche

Zusätzlich zur Gesamtbilanz für die Gemeinde Abtsteinach erfolgt eine exemplarisch kartografische Darstellung der dominierenden Nutzungstypen der Gebäude auf Baublockebene (vgl. Abbildung 6). Dominierend bedeutet in dem Fall, dass die Mehrzahl der Gebäude des Baublocks den dargestellten Nutzertyp haben. 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 Schlüsselakteure beim Ausrollen von Wärmenetzen sein. Die folgende Abbildung 6 zeigt die dominierenden Nutzertypen exemplarisch am Beispiel von Ober-Abtsteinach. Die kartografische Darstellung für die übrigen Ortsteile ist dem Anhang B fortfolgend zu entnehmen.

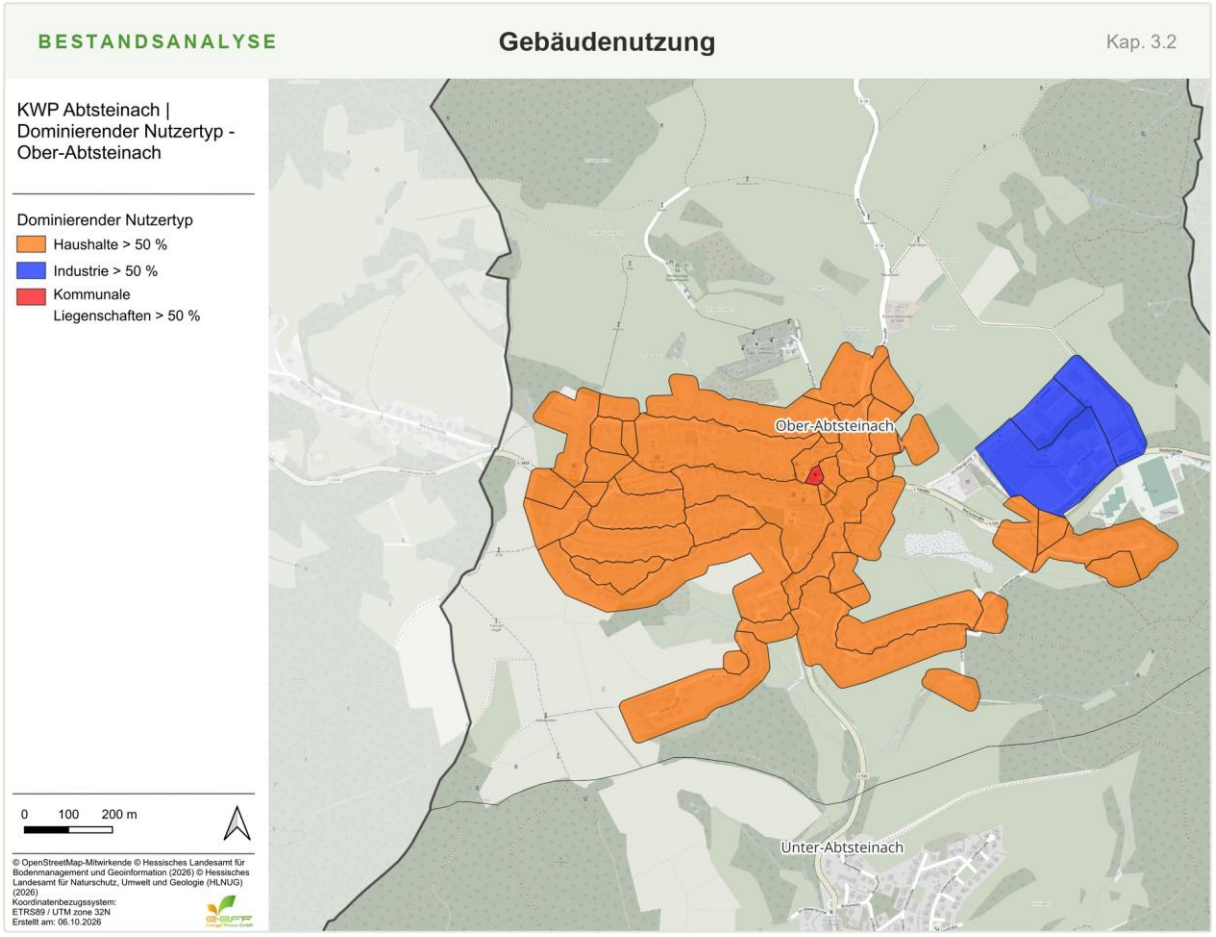


Abbildung 6: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Dominierender Sektor

3.3. Baualtersklassen

Rund 15,4 % der Gebäude wurden vor 1949 errichtet und insgesamt 83,9 % stammen aus der Zeit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1977. Diese Gebäude verfügen in der Regel über ein hohes Einsparpotenzial durch Hüllsanierungen. Gleichzeitig ist vor allem bei den rund 15,4 % der Gebäude, die vor 1949 errichtet wurden, der Denkmalschutz zu berücksichtigen. Die in Abbildung 7 dargestellte Verteilung der Baualtersklassen basiert auf den Daten des Zensus 2022 sowie den lizenzierten Daten der infas 360 GmbH.

BESTANDSANALYSE **Gebäudebestand** Kap. 3.3

BAUALTERSKLASSE	GEBÄUDE
1919 oder früher	70
1920 - 1949	59
1950 - 1959	367
1960 - 1969	121
1970 - 1979	85
1980 - 1989	72
1990 - 1999	49
2000 - 2009	12
2010 oder später	2
Gesamt	**837**

Abbildung 7: Gemeindegebiet Abtsteinach: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH

Die dominierenden Baualtersklassen der Gebäude auf Baublockebene werden exemplarisch in Abbildung 8 veranschaulicht. Dominierend bedeutet in dem Fall, dass die Mehrzahl der Gebäude des Baublocks der dargestellten Baualtersklasse angehören. Die kartografische Darstellung für die übrigen Ortsteile ist dem Anhang B fortfolgend zu entnehmen.

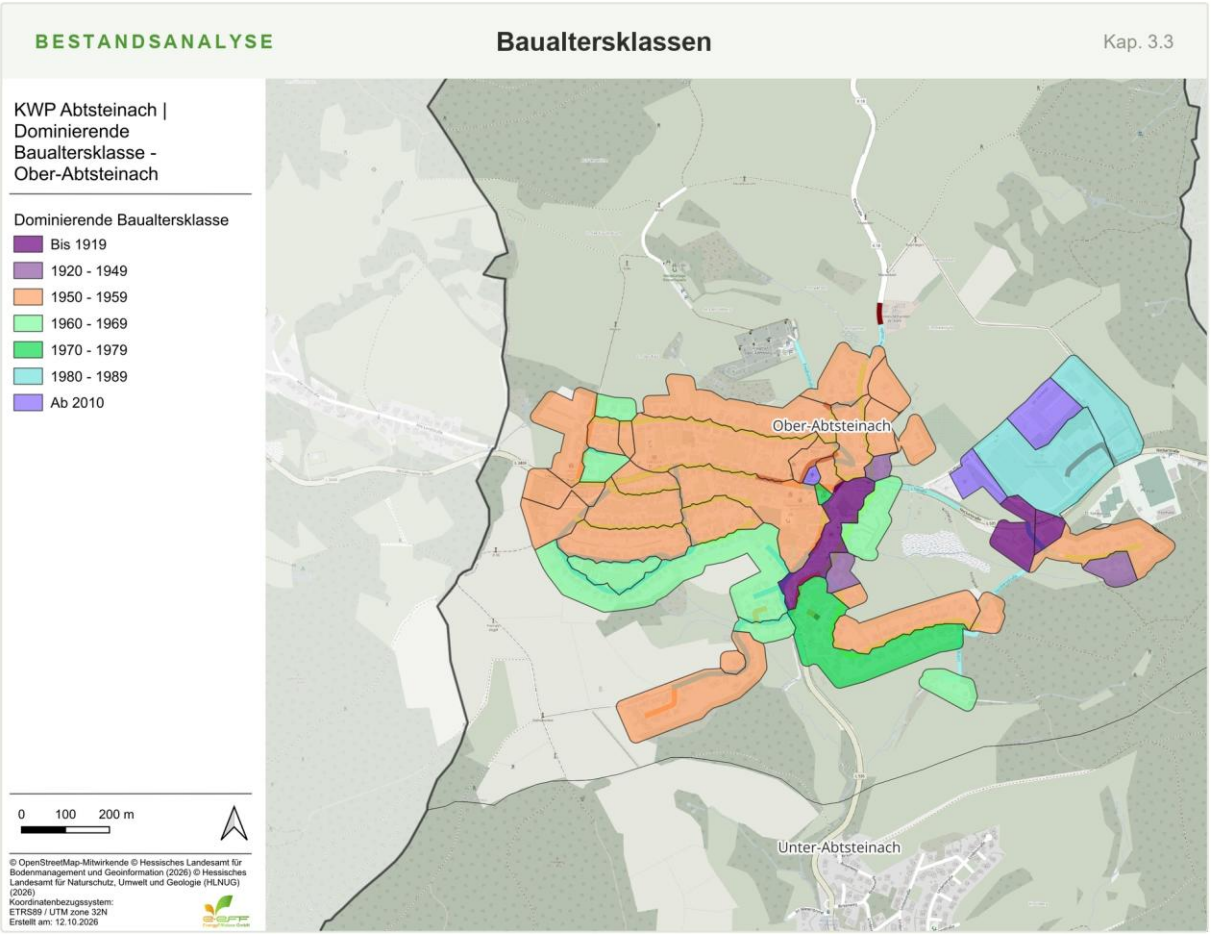


Abbildung 8: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Baualtersklassen

3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Die Verteilung der Energieträger der Hauptheizungen in der Gemeinde Abtsteinach ist in der folgenden Abbildung 9 dargestellt. Die Wärmeversorgung in der Gemeinde Abtsteinach ist deutlich durch Heizöl geprägt. Mit Heizöl (52,4 %) dominiert dieser Energieträger die Wärmeversorgung. Ergänzend tragen Holz (25,1 %) und stromgeführte Heizungen (3,8 %) zur Versorgungsstruktur bei. Insgesamt bildet diese Energieträgerstruktur die Ausgangslage für die weitere Transformation der Wärmeversorgung. Der Anteil an unbekannten Energieträgern (10,4 %) liegt in Datenlücken der Kehrbuch- und Verbrauchsdaten begründet. Ein weiterer Anteil entfällt auf Etagen- und Einzelraumheizungen, die durch die Clusterung von mehreren Gebäuden nicht gebündelt zugewiesen werden können, sowie leerstehende Gebäude. Demnach wird das Untersuchungsgebiet im Status quo zu mindestens 60,7 % durch fossile Energieträger versorgt.

BESTANDSANALYSE — **Hauptheizungen** — Kap. 3.4

ENERGIETRÄGER	HEIZUNGEN
Heizöl	439
Flüssiggas	61
Braunkohle	8
Pellet	44
Hackschnitzel	9
Stromdirektheizung	8
L/W-Wärmepumpe	24
Holz	157
Sonstige	87
Gesamt	**837**

Abbildung 9: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Energieträger. Quelle: Zensus 2022; Kehrbuchdaten 2022

Abbildung 10 unterstreicht die Verteilung der Energieträger und gibt einen Einblick in die Verteilung je Baublock für den Ortsteil Ober-Abtsteinach. Sobald ein oder mehrere Heizungstypen in einem Baublock mehr als 25 % Anteil am Energiemix haben, werden sie farblich dargestellt. Das Kartenmaterial ist hilfreich, um den Entwicklungsstand einzuschätzen und den räumlichen Handlungsdruck in Planungen mit einzubeziehen. Eine fossile Struktur der Wärmeversorgung ist in der gesamten Kommune prädominant. Die kartografische Darstellung für die übrigen Ortsteile ist dem Anhang B fortfolgend zu entnehmen.

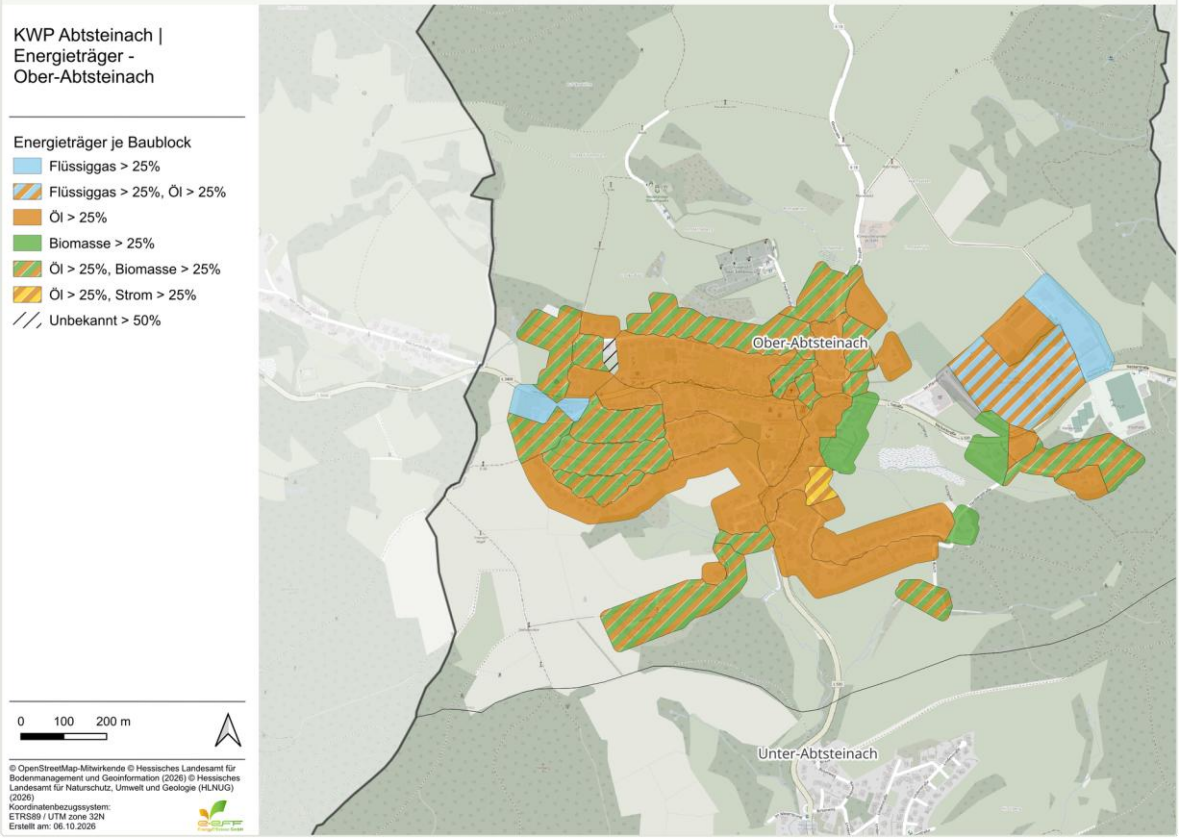


Abbildung 10: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Energieträger auf Baublockebene

ALTERSKLASSE	HEIZUNGEN
<6 Jahre	93
6-10 Jahre	82
11-15 Jahre	93
16-20 Jahre	85
21-25 Jahre	83
26-30 Jahre	100
mehr als 30 Jahre	150
Gesamt	**686**

Abbildung 11: Gesamtes Plangebiet: Heizungsalterklassen

3.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten

Aus den in Kapitel 2.2.1 dargestellten Merkmalen wurde für jedes Gebäude der Gemeinde Abtsteinach der Wärmebedarf eines Jahres im Bestand ermittelt bzw. aus den Verbrauchsdaten übernommen. Zusammengefasst ergibt sich für die Gemeinde Abtsteinach daraus eine **jährliche Wärmemenge von 29,6 Gigawattstunden (GWh/a)**.

BESTANDSANALYSE — **Wärmebedarf je Teilgebiet** — Kap. 3.5

TEILGEBIET	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim	1,7
Ober-Abtsteinach	17,4
Unter-Abtsteinach	10,5
GESAMT	**29,6**

Abbildung 12: Wärmebedarf pro Teilgebiet in Gemeinde Abtsteinach

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 benötigte Wärmemenge entlang einer Straße in Megawattstunden pro Meter beschreibt. Ein Richtwert von über 1500 kWh/m*a bietet überschlägig laut Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung genügend Wärmeabnahme für ein konventionelles Wärmenetz (vgl. Tabelle 4).

Die angegebenen Richtwerte zeigen allerdings ausschließlich eine Eignung für konventionelle Wärmenetze. Für die Prüfung einer Eignung für kalte Nahwärmenetze können die Richtwerte nur bedingt herangezogen werden, da hier gegebenenfalls geringere Kosten für die Umsetzung als bei konventionellen Wärmenetzen anfallen können. Ebenso kann die Realisierung von Nahwärmenetzen durch Energiegenossenschaften auch schon bei geringeren Wärmeliniendichten umsetzbar sein, da diese keine Renditeerwartung haben und dadurch auch ein lediglich kostendeckender Betrieb möglich ist. Demnach kann nicht ausschließlich über die Wärmeliniendichte auf festgelegte Wärmenetzeignungsgebiete im Zielszenario geschlossen werden.

Tabelle 4: Einteilung der Wärmeliniendichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024)

KLASSIFIKATION	Eignung nach Wärmeliniendichte	Kap. 3.5
WÄRMELINIENDICHTE (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	Grundsätzliche Eignung für Wärmenetze in bebauten Gebieten	
2.000 – 3.000	Hohe Wärmenetzeignung; Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)	
> 3.000	Sehr hohe Wärmenetzeignung; starke Indikation für ein mögliches Wärmenetzgebiet	

Tabelle 5: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024)

KLASSIFIKATION	Eignung nach Wärmedichte	Kap. 3.5
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	

Abbildung 13 und Abbildung 14 stellen die Wärmedichte pro Baublock und die Wärmeliniendichten im Ortsteil Ober-Abtsteinach dar. In den verdichteten Siedlungsbereichen sind erhöhte Werte erkennbar, da dort ein hoher Wärmebedarf auf eine geringe Fläche beziehungsweise kurze Straßenabschnitte konzentriert ist. Diese Bereiche können grundsätzlich günstige Voraussetzungen für eine zentrale Wärmeversorgung aufweisen und bilden daher einen wichtigen Ausgangspunkt für die weitere Prüfung potenzieller Wärmenetze im Zielszenario. Neben der Wärmedichte sind dabei jedoch auch die vorhandene Siedlungs- und Gebäudestruktur, mögliche Trassenverläufe sowie die Verfügbarkeit geeigneter Wärmequellen zu berücksichtigen. Wärmedichten und Wärmeliniendichten der Zwischenjahre und des Zieljahrs werden zusätzlich als Grundlage für die Festlegung von Wärmenetz-Eignungsgebieten erarbeitet und werden später im Abschnitt Zielszenario im Endbericht dargestellt. Die kartografische Darstellung für die übrigen Ortsteile ist dem Anhang B fortfolgend zu entnehmen.

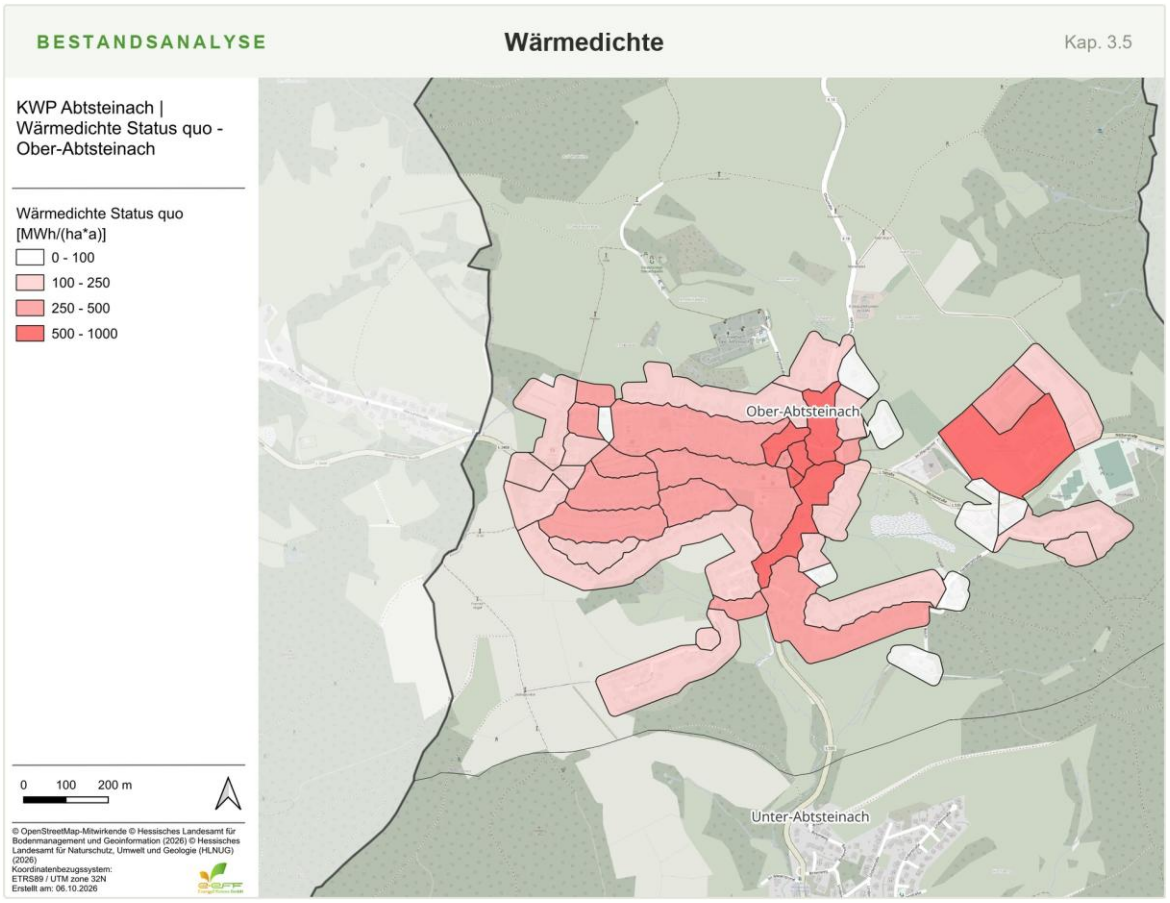


Abbildung 13: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Wärmedichte Status quo



Abbildung 14: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Wärmeliniendichte 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, zu erwarten u.a. durch die deutlich stärkere Nutzung von Wärmepumpen, erfordert es, die lokale Stromproduktion zu erhöhen. Eine alternative Beheizung mittels Wärmenetzen kann diesen erzeugten Strom ebenfalls nutzen 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:

TECHNOLOGIEN — **Erneuerbare Wärme & Strom** — Kap. 4

Biomasse Erschließbare Energie aus organischen Materialien	**Solarthermie** Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung (Freifläche & Dach)
Oberflächennahe Geothermie Wärmepotenzial der oberen Erdschichten (inkl. Agrothermie)	**Tiefengeothermie** Wärmepotenzial aus tieferen Erdschichten
Luft/Wasser-Wärmepumpe Energetische Nutzung der Umgebungsluft	**Fluss- und Seewasserwärme** Umweltwärme aus Oberflächengewässern
Abwärme aus Abwasser Nutzbare Restwärme aus Klärwerken und Kanalnetz	**Industrielle Abwärme** Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen
Grüner Wasserstoff Aufbau einer Produktion oder Nutzung überregionaler Strukturen	**Windkraft** Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
Photovoltaik Freifläche, Agri-PV, Parkflächen & Aufdach	**Wasserkraft** Stromerzeugung z. B. durch Staustufen

● **Wärme** — Wärmeerzeugung ● **Strom** — Stromerzeugung

Infobox 3: Übersicht der erfassten Energiepotenziale

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 BMWSB erstellt wurde (Anhang A) 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 Gemeinde Abtsteinach erreichbar scheint. Diese Quote 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 der Gemeinde Abtsteinach 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. Anhang Tabelle 1) kann bis 2045 eine Reduktion des Wärmebedarfs um 26,8 % erreicht werden. Damit sinkt die jährliche Wärmemenge der Gemeinde Abtsteinach von derzeit **29,6 GWh** auf **21,7 GWh**.

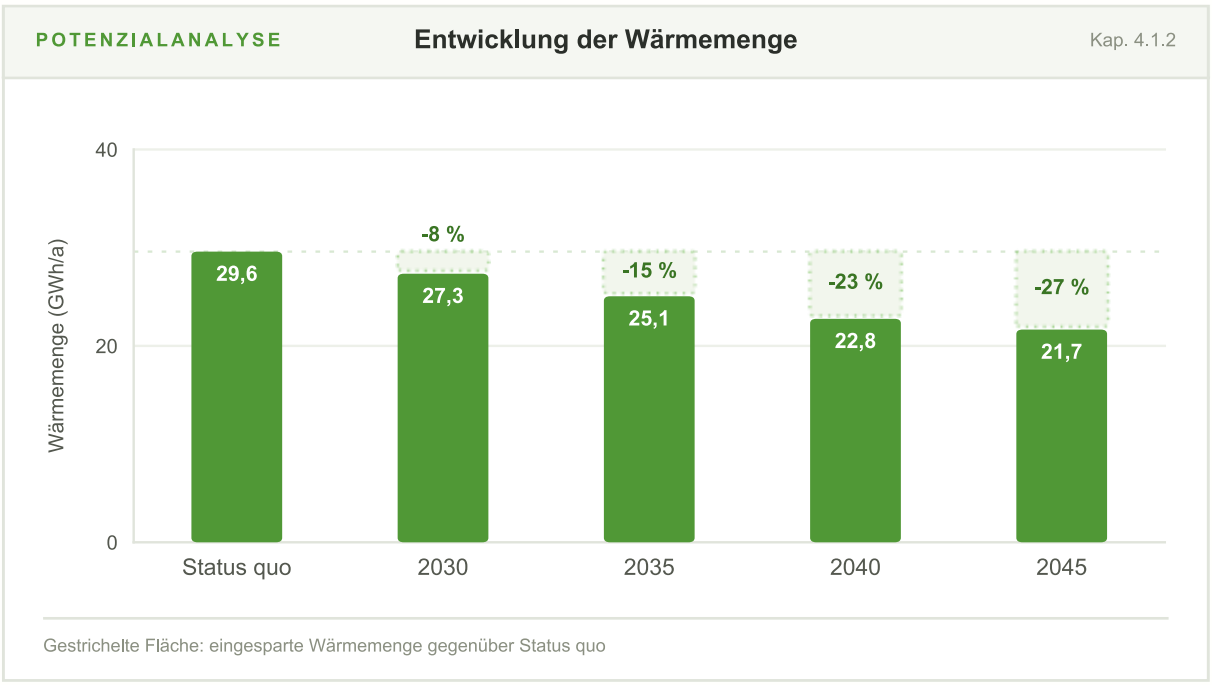


Abbildung 15: Entwicklung des Wärmebedarfs bis Zieljahr 2045

Die Auswirkungen der Sanierungen auf den Wärmebedarf und die Wärmeliniendichte werden im Zielszenario (im Endbericht) 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 der Gemeinde Abtsteinach untersucht, die sich für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen. Die Potenziale werden zunächst für das gesamte Gemeindegebiet ermittelt, unabhängig davon, ob sich im weiteren Prozess der Wärmeplanung eine Wärmenetzeignung für ein bestimmtes Gebiet ergibt. Demzufolge wird es dazu kommen, dass ein Teil der nachfolgend errechneten Potenziale ungenutzt bleibt, wenn in der Nähe keine zentrale Wärmeversorgung aufgebaut werden kann.

4.2.1. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger wird im Folgenden das Biomassepotenzial 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 Naturschutzperspektive wird der Einsatz von Biomasse kritisch diskutiert, da Wälder als Kohlenstoffdioxid (CO_2)-Senken und Habitate gelten. Es gilt daher die Biomasse verträglich mit den Bedarfen des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und des Naturschutzes zu nutzen. Ziel ist eine Abschätzung des Potenzials für die Gemeinde Abtsteinach, 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 für Hessen aufgezählt und Räumlich beschrieben, welche für Biomasse aus forstwirtschaftlichen Reststoffen gelten:

RESTRIKTIONEN — **Biomasse** — Kap. 4.2.1

● AUSSCHLUSSKRITERIEN ausgeschlossen	● RESTRIKTIVE FAKTOREN bedingt geeignet
Nationalparke	Natura 2000 (FFH- & Vogelschutzgebiete)
Biosphärenreservate (Kernzonen)	Biosphärenreservate (Pflege- und Entwicklungszonen)
Naturdenkmäler	Geschützte Landschaftsbestandteile
Geschützte Biotope	Weitere Gebiete nach BNatSchG
	UNESCO-Weltnaturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

● **Geeignet** = exkl. restriktiver Faktoren ● **Bedingt geeignet** = inkl. restriktiver Faktoren

Infobox 4: Restriktionen (Hessen) für Biomasse aus Forstwirtschaftlichen Reststoffen

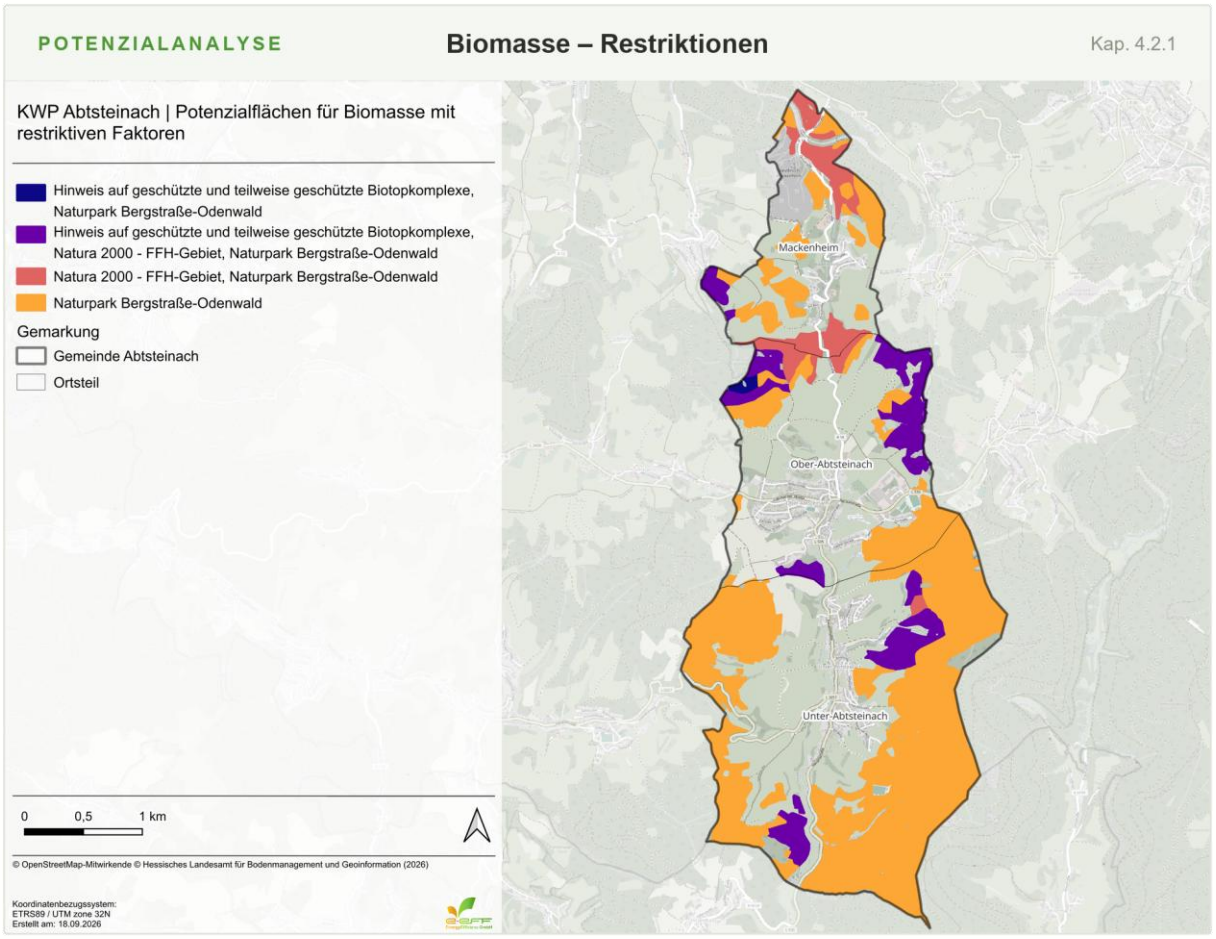


Abbildung 16: Biomasse Potenzial mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach

4.2.1.2. Potenzial

Biomasse aus Waldgrün

Für die Berechnung des Biomassepotenzials 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 17). 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.

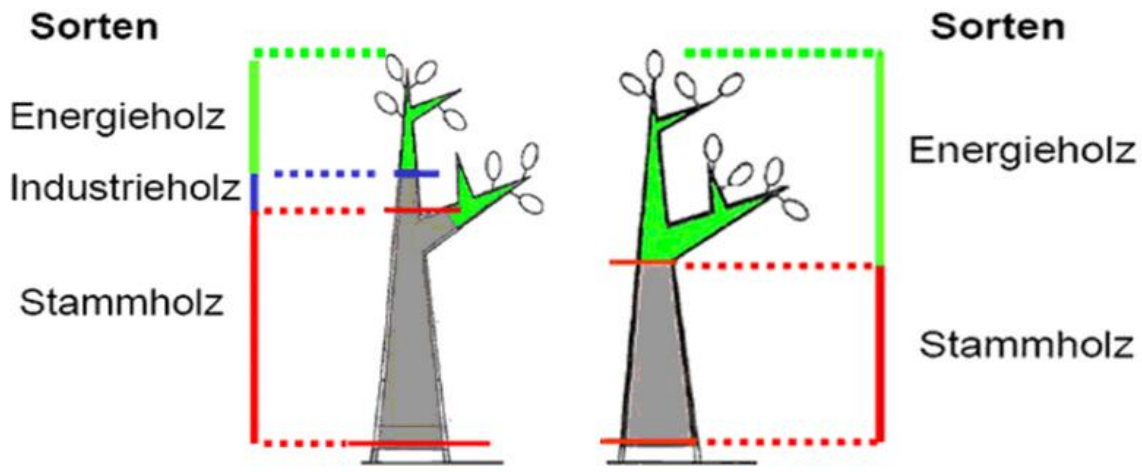


Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante. Abb. 2: "Stammholz-PLUS" Variante.

Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion[2]

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.

Es wird angenommen, 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. Daraus folgt für die Gemeinde Abtsteinach ein Potenzial von **1,4 GWh/a** aus der Biomasse Holz, welches in Tabelle 6 für jeden Ortsteil dargestellt wird.

Tabelle 6: Biomasse Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Biomasse (Wald)	Kap. 4.2.1
TEILGEBIET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		0,23
Ober-Abtsteinach		0,24
Unter-Abtsteinach		0,94

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	BEDINGT GEEIGNET
1,41 GWh/a	**1,41** GWh/a
alle Teilgebiete	inkl. restriktiver Faktoren

Innerhalb der Gemarkung der Gemeinde Abtsteinach sind einige zusammenhängende Waldflächen ausgewiesen, dargestellt in Abbildung 18.

[2] Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg- FVA, 2024

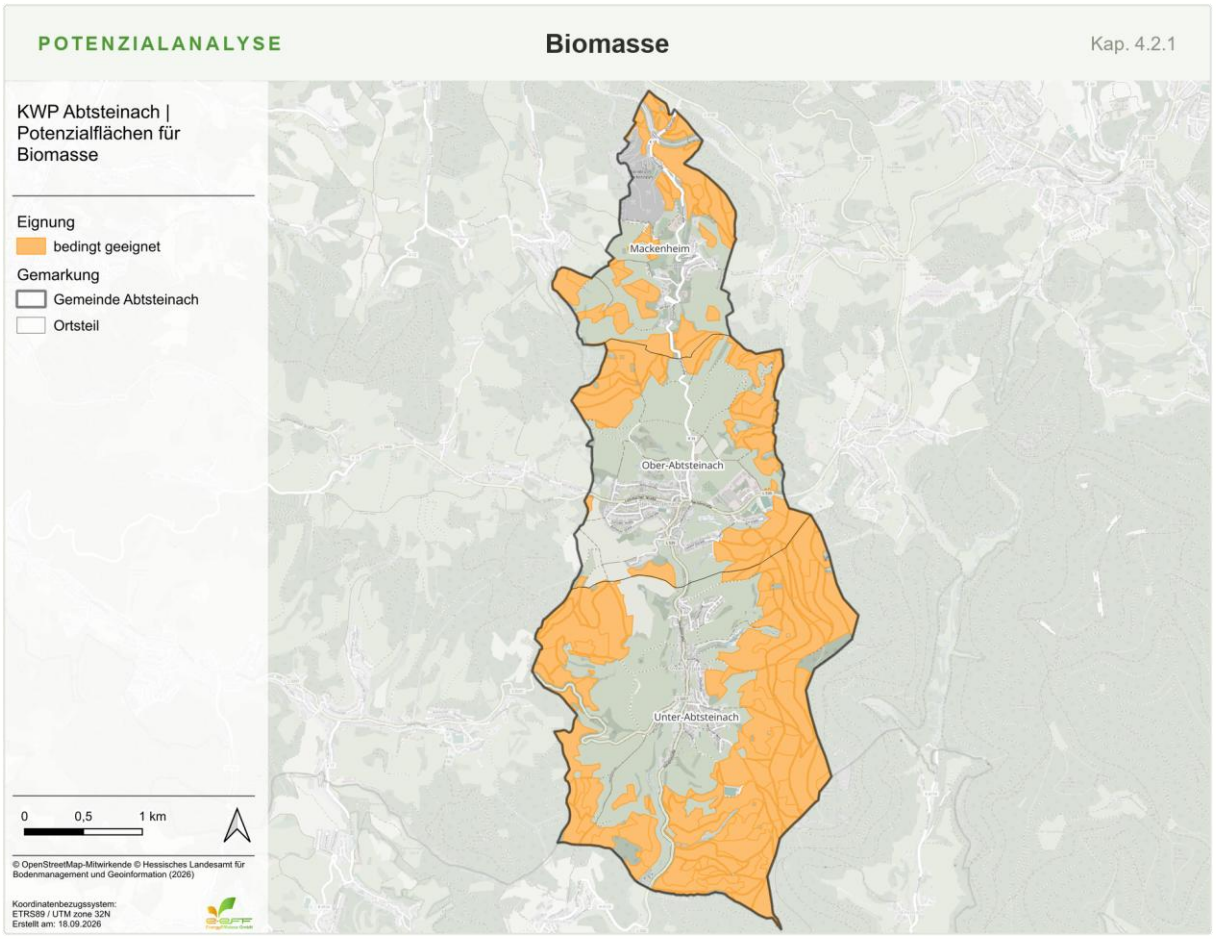


Abbildung 18: Biomasse Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

Für die Gemeinde Abtsteinach konnten Biomassepotenziale aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen hingegen aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht ermittelt werden. Eigene Berechnungen zum zukünftigen Potenzial aus dem Anbau von Energiepflanzen wurden aufgrund der starken Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion nicht durchgeführt.

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 Dachflächenpotenzialen, 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

Für die Ermittlung des Solarthermiepotenzials auf Freiflächen werden zunächst geeignete Flächenkulissen bestimmt.



Infobox 5: Flächenkulissen (Hessen) für Solarthermie

Bei der Berechnung des Solarthermiepotenzials sind Restriktionen zu beachten. Diese unterteilen sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren. Flächen, die von einem Ausschlusskriterium betroffen sind, werden nicht als Potenzialflächen berücksichtigt.

Demnach wird unterschieden in gut geeignetes Potenzial (exkl. restriktiver Faktoren und in einer maximalen Entfernung von 200 m zur Siedlungsfläche gelegen), geeignetes 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 Wärmenetzheizzentrale 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 weiteren Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf. Infobox 6 fasst die bei der Ermittlung des Freiflächen-Solarthermiepotenzials berücksichtigten Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren für Hessen zusammen und Abbildung 19 beschreibt diese räumlich.

RESTRIKTIONEN

Solarthermie auf Freiflächen

Kap. 4.2.2

AUSSCHLUSSKRITERIEN ausgeschlossen

- Siedlungs-, Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer, Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete, Nationalparke und Naturdenkmäler
- Nationale Naturmonumente
- Biosphärenreservate (Kern- und Pflegezonen)
- Biotope
- Natura 2000 (FFH- & Vogelschutzgebiete)
- Überschwemmungsgebiete (HQ100)
- Wasserschutzgebiete Zone I – II
- Hangneigung > 20°
- Moorböden

RESTRIKTIVE FAKTOREN bedingt geeignet

- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparke
- Biosphärenreservate (Entwicklungszonen)
- Wasserschutzgebiete Zone III

- **Gut geeignet** = bis 200 m zur Siedlungsfläche, exkl. restriktiver Faktoren
- **Geeignet** = über 200 bis 1.000 m zur Siedlungsfläche, exkl. restriktiver Faktoren
- **Bedingt geeignet** = bis 1.000 m zur Siedlungsfläche, inkl. restriktiver Faktoren

Infobox 6: Restriktionen (Hessen) für Solarthermie auf Freiflächen

POTENZIALANALYSE

Solarthermie auf Freiflächen – Restriktionen

Kap. 4.2.2

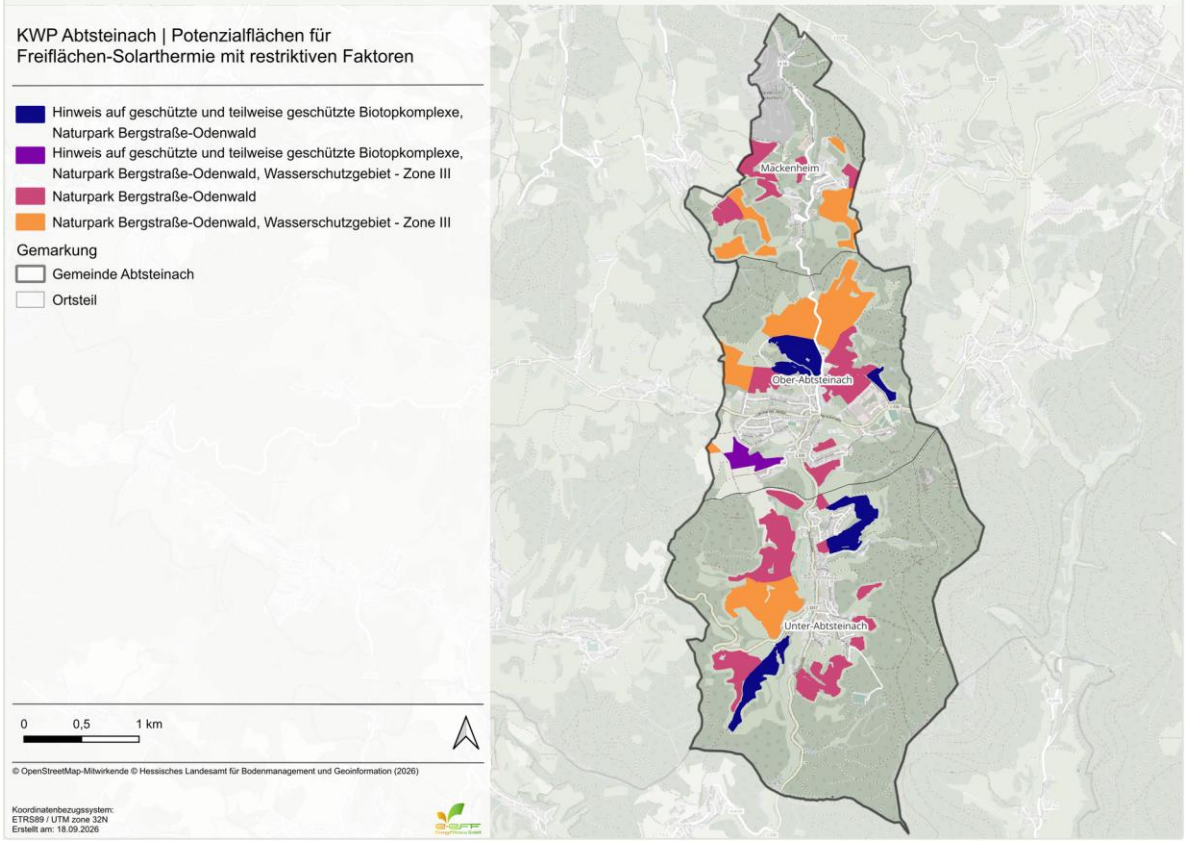


Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach

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 Wärmenetzheizzentrale 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 in der Gemeinde Abtsteinach ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Freiflächen-Solarthermie	Kap. 4.2.2
TEILGEBIET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		54,5
Ober-Abtsteinach		138,1
Unter-Abtsteinach		126,2

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	BEDINGT GEEIGNET
318,9 GWh/a	318,9 GWh/a
alle Teilgebiete	inkl. restriktiver Faktoren

Insgesamt ergibt sich für die Gemeinde Abtsteinach ein technisches Potenzial von **318,9 GWh/a** (bedingt geeignet) für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie-Freiflächenanlagen. Die räumliche Verortung der Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie wird in der folgenden Abbildung 20 dargestellt. Die untersuchten Gebiete unterliegen nur zu geringen Teilen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren. Die Integration dieses Potenzials beim Wärmenetzausbau ist im Detail zu prüfen und so sind die dargestellten Flächen nur als Flächenpool zu verstehen, welches durch weitere Analysen konkretisiert werden muss.

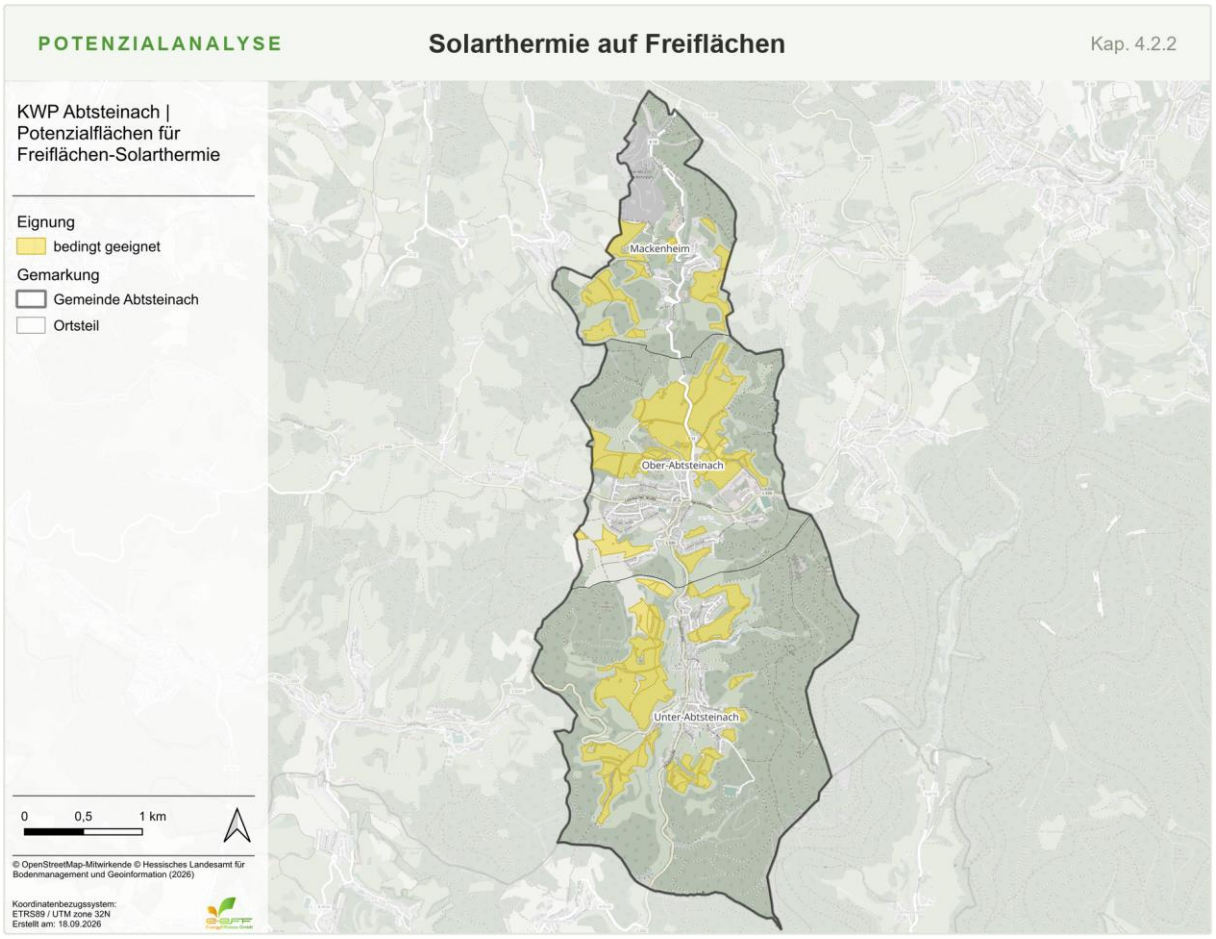


Abbildung 20: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie der Gemeinde Abtsteinach

4.2.3. Agrothermie

Agrothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme unter Ackerflächen. In einer Tiefe von zwei bis drei Metern werden großflächig Erdwärmekollektoren eingebracht. Das Verlegen des Kollektors in dieser Tiefe gewährleistet die zeitgleiche landwirtschaftliche Nutzung der Ackerflächen. 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 im Endbericht genauer beschrieben.

Da die Temperatur des Erdreichs 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-Wärmepumpe in der Regel effizienter als Luft/Wasser-Wärmepumpen.

4.2.3.1. Hinweise und Einschränkungen

Bei der Berechnung des Agrothermiepotenzials werden räumliche Restriktionen berücksichtigt, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen (siehe Infobox). Ausschlusskriterien führen dazu, dass eine Fläche nicht als Potenzialfläche berücksichtigt wird. In den Bereichen der Wasserschutzzonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Nach Einzelfallbetrachtung und ggf. unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen kann Agrothermie in den Wasserschutzgebietszonen III - IIIB genehmigt werden. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche in einem solchem Wasserschutzgebiet Zone III oder einem Überschwemmungsgebiet liegt. Nach §49 WHG bedürfen Erdwärmekollektoren i.d.R. einer wasserrechtlichen Anzeige. Je nach lokalen Gegebenheiten kann eine wasserrechtliche Erlaubnis benötigt werden.



Infobox 7: Restriktionen (Hessen) für Agrothermie

Ausschlusskriterien führen zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche. Dauergrünland wird als besonders geeignet für Agrothermie angesehen, weshalb diese Flächen als „gut geeignet“ markiert werden. Grünland wird als Abstufung dazu 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. Die für die Potenzialflächen bestehenden restriktiven Faktoren werden in der folgenden Abbildung 20 veranschaulicht.

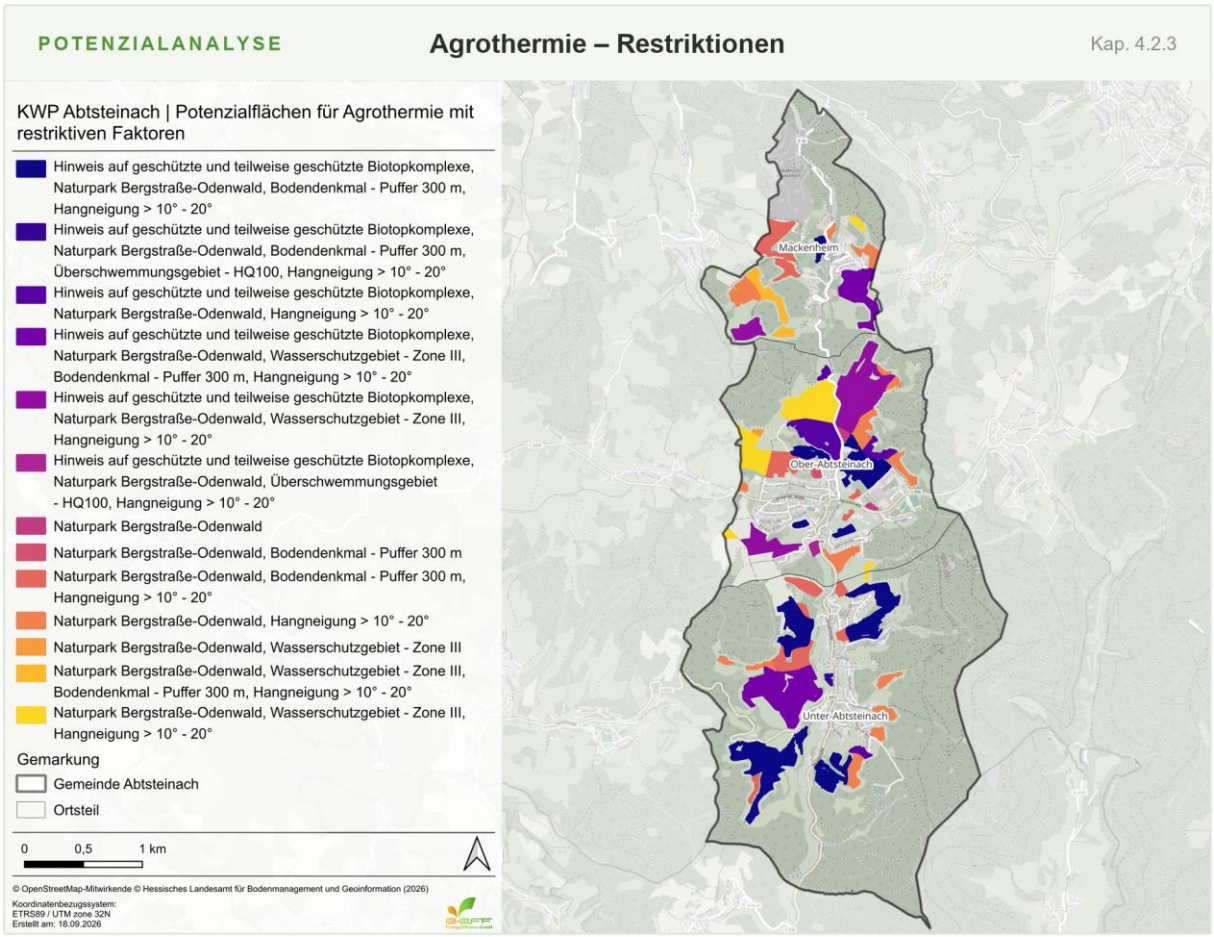


Abbildung 21: Potenzialflächen Agrothermie mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach

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 eine Mehrfachnutzung der Fläche möglich sein. Dies ist allerdings im Einzelfall zu prüfen. Die räumliche Nähe des Erdwärmekollektors zur Heizzentrale ist, wie im Fall der Freiflächen-Solarthermie, für eine effiziente Nutzung der Wärme von Bedeutung.

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 wird mit 4 angenommen. Sie beschreibt als Kennwert einer Wärmepumpe das Verhältnis der erzeugten Wärme zur benötigtem Antriebsenergie bzw. dem benötigten Strom – hier im Verhältnis 4:1. Das Potenzial für Agrothermie für die Gemeinde Abtsteinach ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Potenzial für Agrothermie in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Agrothermie	Kap. 4.2.3
TEILGEBIET	● BEDINGT ● EINZELFALL	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		14,8
Ober-Abtsteinach		39,5
Unter-Abtsteinach		34,1

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	BEDINGT GEEIGNET	EINZELFALL
88,5 GWh/a	**15,9** GWh/a	**72,6** GWh/a
alle Teilgebiete	inkl. restriktiver Faktoren	inkl. restriktiver Faktoren

Insgesamt ergibt sich für die Gemeinde Abtsteinach ein technisches Potenzial von **88,5 GWh/a** (bedingt geeignet und Einzelfallbetrachtung) für die Wärmeerzeugung durch Agrothermie. Auf den untersuchten Gebieten liegen Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren vor. Potenzialflächen werden hier größtenteils als Einzelfallbetrachtung gekennzeichnet, da sie in einem Hochwasserschutzgebiet Zone III liegen. Die Potenzialflächen der Agrothermie sind in Abbildung 22 räumlich für das gesamte Plangebiet dargestellt.

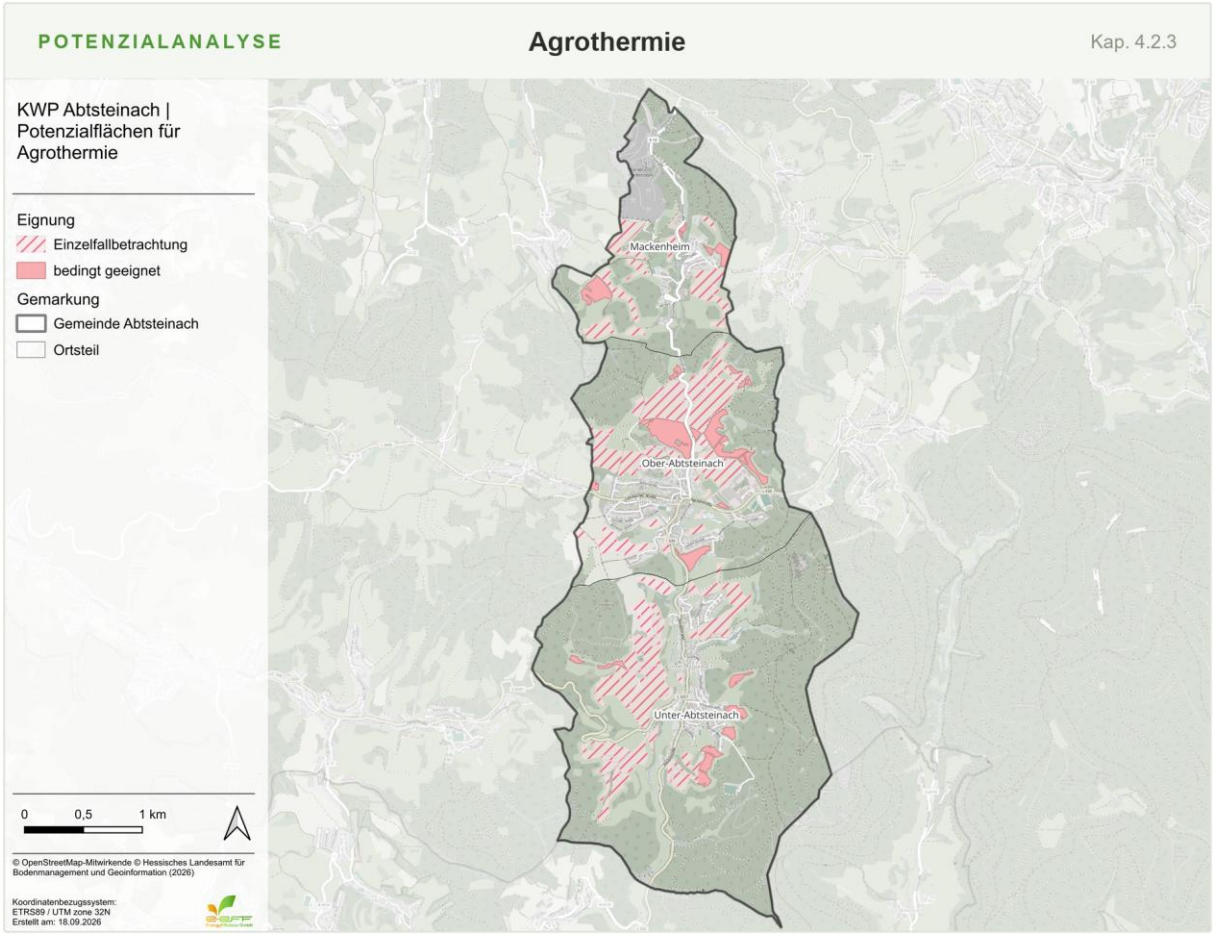


Abbildung 22: Potenzialflächen Agrothermie der Gemeinde Abtsteinach

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 anhand der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) zu beurteilen. Zudem erfordert die Wärmegewinnung aus oberirdischen Gewässern nach §§ 8, 9 WHG eine wasserrechtliche Erlaubnis.

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

Auf der Gemarkung der Gemeinde Abtsteinach sind aus den vorliegenden Daten keine geeigneten Fließgewässer oder Seen mit nutzbarem Flusswärmepotenzial bzw. Seethermiepotenzial ausgewiesen. Die vorhandenen Fließ- und Stehgewässer sind aufgrund ihrer Größe, Tiefe und Durchflussmenge für eine technische und wirtschaftliche Nutzung von Fluss- und Seethermie nicht geeignet.

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):

MASSNAHMEN ZUR UMSETZUNG **Tiefengeothermie** Kap. 4.2.5

- **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

Quelle: BMWK (2022)

Infobox 8: Maßnahmen zur Geothermie (BMWK, 2022)

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 Tiefengeothermieanlagen einen großen Schritt in Richtung klimaneutrale 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.

4.2.5.2. Potenzial

Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte in der Umgebung und fehlender detaillierter Untersuchungen in Form einer 3D-Seismik kann das Potenzial im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht quantifiziert 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 50 °C ist zwingend eine Wärmepumpe zur Anhebung des Temperaturniveaus erforderlich, wenn eine Einspeisung in ein warmes Wärmenetz erfolgen soll.

INDUSTRIE & GEWERBE

Temperaturniveau der Abwärme

Kap. 4.2.6

TEMPERATUR	PROZESSE	INDUSTRIEZWEIGE
≥ 500 °C	Verbrennungsprozesse Chemische Prozesse	Metallindustrie (Eisen, Stahl) Nicht-Metallindustrie (Glas, Zement, Erden, …) Chemische Industrie
150–500 °C	Polymerisation Schmelz-, Gieß-, Spritzprozesse	Kunststoffindustrie Chemische Industrie
65–150 °C	Trocknungsprozesse Waschprozesse Koch-, Sterilisations-, Pasteurisierungsprozesse	Textil-, Leder- und Bekleidungsindustrie Papierindustrie Lebensmittelindustrie
25–65 °C	Elektrolyse / Plasmalyse Kühlprozesse Rauchgas aus KWK-Anlagen / Müllverbrennung Transformatoren / Umspannwerke	Gaserzeugung (Wasserstoffherstellung) Rechenzentren Stromerzeugung Stromverteilung
0–25 °C	Abwasserentsorgung Abluft aus U-Bahnschächten	Abwasserentsorgung Verkehrsinfrastruktur

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

Abbildung 23: 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.

4.2.6.2. Potenzial

Es ergibt sich kein quantifizierbares industrielles Abwärmepotenzial in der Gemeinde Abtsteinach.

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 Mindestdurchmesser der Kanäle eines nominellen Rohrdurchmessers (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 800-1.000). 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.

4.2.7.2. Potenzial

Aus den vorliegenden Daten ergibt sich für die Gemeinde Abtsteinach kein quantifizierbares Potenzial zur Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen oder Abwasserkanälen. Die Abwasserkanäle eignen sich aufgrund ihrer Größe, Durchflussmenge und angeschlossenen Einwohnern nicht für eine wirtschaftliche Nutzung von Abwasserwärme.

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 in hohem Maße den politischen Rahmenbedingungen und Lieferverträgen mit Partnerländern und liegt somit 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 bereits betrachteten Wärmepotenzialen erreichen Luft/Wasser-Wärmepumpen in der Regel geringe Wirkungsgrade. Noch geringere Werte werden in der Regel von Luft/Luft-Wärmepumpen verzeichnet. 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. Zu den gängigsten Systemen zählen Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die horizontal in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m unter der Oberfläche eingebracht werden. Über ein mit Wärmeträgerflüssigkeit gefülltes Rohrsystem nehmen sie die im Boden gespeicherte Wärme auf und führen diese einer Wärmepumpe zu. Da für ihre Verlegung vergleichsweise große unbebaute Flächen erforderlich sind, eignen sich Erdwärmekollektoren insbesondere für Grundstücke mit einem ausreichenden Flächenangebot. Erdwärmesonden werden hingegen vertikal über Bohrungen in den Untergrund eingebracht. In den Bohrlöchern verlaufen geschlossene Rohrsysteme, in denen eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert und dem umgebenden Erdreich Wärme entzieht. Durch die vertikale Erschließung benötigen Erdwärmesonden an der Oberfläche nur wenig Platz und können daher auch

bei begrenzter Grundstücksfläche eingesetzt 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. Erdwärmekollektoren

In den Bereichen der Wasserschutzzonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Nach Einzelfallbetrachtung und ggf. unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen können Erdwärmekollektoren in den Wasserschutzgebietszonen III - IIIB genehmigt werden. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche in einem solchem Wasserschutzgebiet Zone III oder einem Überschwemmungsgebiet liegt. Nach §49 WHG bedürfen Erdwärmekollektoren i.d.R. einer wasserrechtlichen Anzeige. Je nach lokalen Gegebenheiten kann eine wasserrechtliche Erlaubnis benötigt werden.

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 von dem lokal anstehenden Boden unterscheiden kann. Außerdem wurden die versiegelten Flächen der Grundstücke bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, sodass die zu realisierende Kollektorfläche abweichen kann. Weiterhin werden Grundstücke mit einer Handneigung > 20° als ungeeignet, bei einer Handneigung zwischen 10°- 20° als bedingt geeignet eingestuft. Eine starke Hangneigung begrenzt die technische Umsetzbarkeit von Erdwärmekollektoren, wodurch der Betrieb und die Installation wirtschaftlich nicht darstellbar ist.

Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, welche die gleiche Energiequelle nutzen. Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

Das technische Potenzial wurde unter der Berücksichtigung der vorliegenden Restriktionen und der Beachtung von Mindestabständen, welche zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen eingehalten werden müssen, 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 Gebiet der Gemeinde Abtsteinach 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 des Verlaufs der Umgebungstemperatur schwankt. Für die Potenzialberechnungen in Tabelle 9 wurde der Referenzdatensatz des Standortes Bad Marienberg genommen, da sich die Gemeinde Abtsteinach nach DIN 4710 in der Klimazone 6 befindet. Bleiben nach Einbezug aller Mindestabstände Flächen mit einer geringen Quadratmeterzahl übrig, welche für das Einbringen eines Erdwärmekollektors in Betracht gezogen werden, ergibt sich daraus eine Einzelfallbetrachtung, da die Wegbarkeit und Platzverhältnisse vor Ort durch Fachpersonal geprüft werden müssen.

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.

Das Potenzial für Erdwärmekollektoren nach dem Einsatz einer Wärmepumpe ist zusammengefasst für alle Ortsteile in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Potenzial Erdwärmekollektoren in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Erdwärmekollektoren (EWK)	Kap. 4.3.2
TEILGEBIET	GUT GEEIGNET	GESAMT (GWh/a)
Ober-Abtsteinach		0,20
Unter-Abtsteinach		0,01

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	GUT GEEIGNET
0,21 GWh/a	**0,21** GWh/a
alle Teilgebiete	

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf die realisierbare 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 oben aufgeführten geltenden wasserschutzrechtlichen Restriktionen herangezogen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die die

Hangneigungen in der Gemeinde Abtsteinach großflächig > 20° ausfällt. Falls Flurstücke von einer unebenen Fläche teilweise betroffen sind, können diese als ungeeignet eingestuft werden. Jedoch können Erdwärmekollektoren weiterhin auf der ebenen Fläche installiert werden. Die Auswertung der Hangneigung innerhalb eines Grundstücks ist aufgrund der Detailebene der Wärmeplanung nicht darstellbar, weshalb bei Interesse an Erdwärmekollektoren Fachplaner zu Rat gezogen werden sollten. Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellten Legende wurden die Potenziale der Grundstücke guter Eignung zu einem Gesamtpotenzial von **0,2 GWh/a** (nach Wärmepumpe) zusammengefasst. Die Karten für die weiteren Ortsteile sind in Anhang B dargestellt.

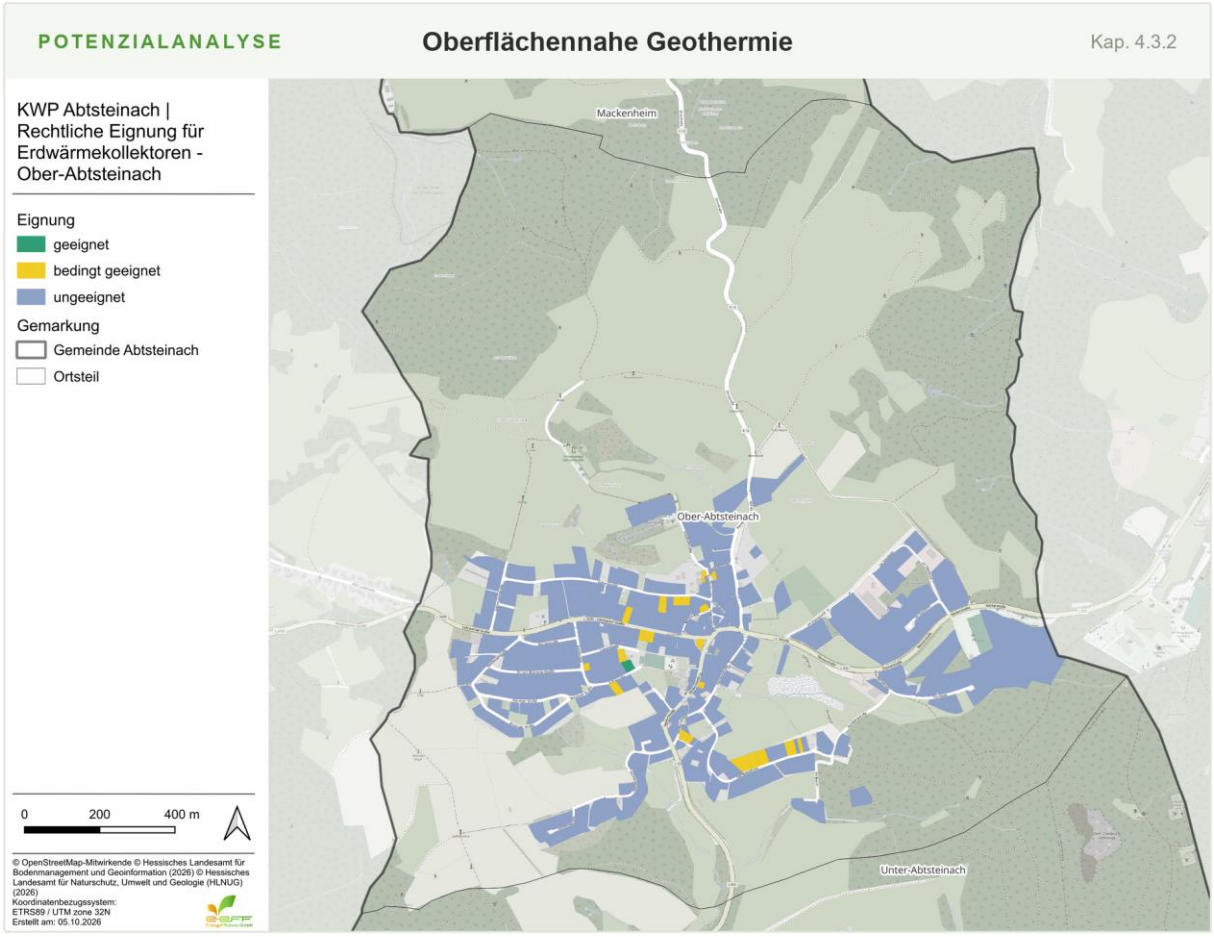


Abbildung 24: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren

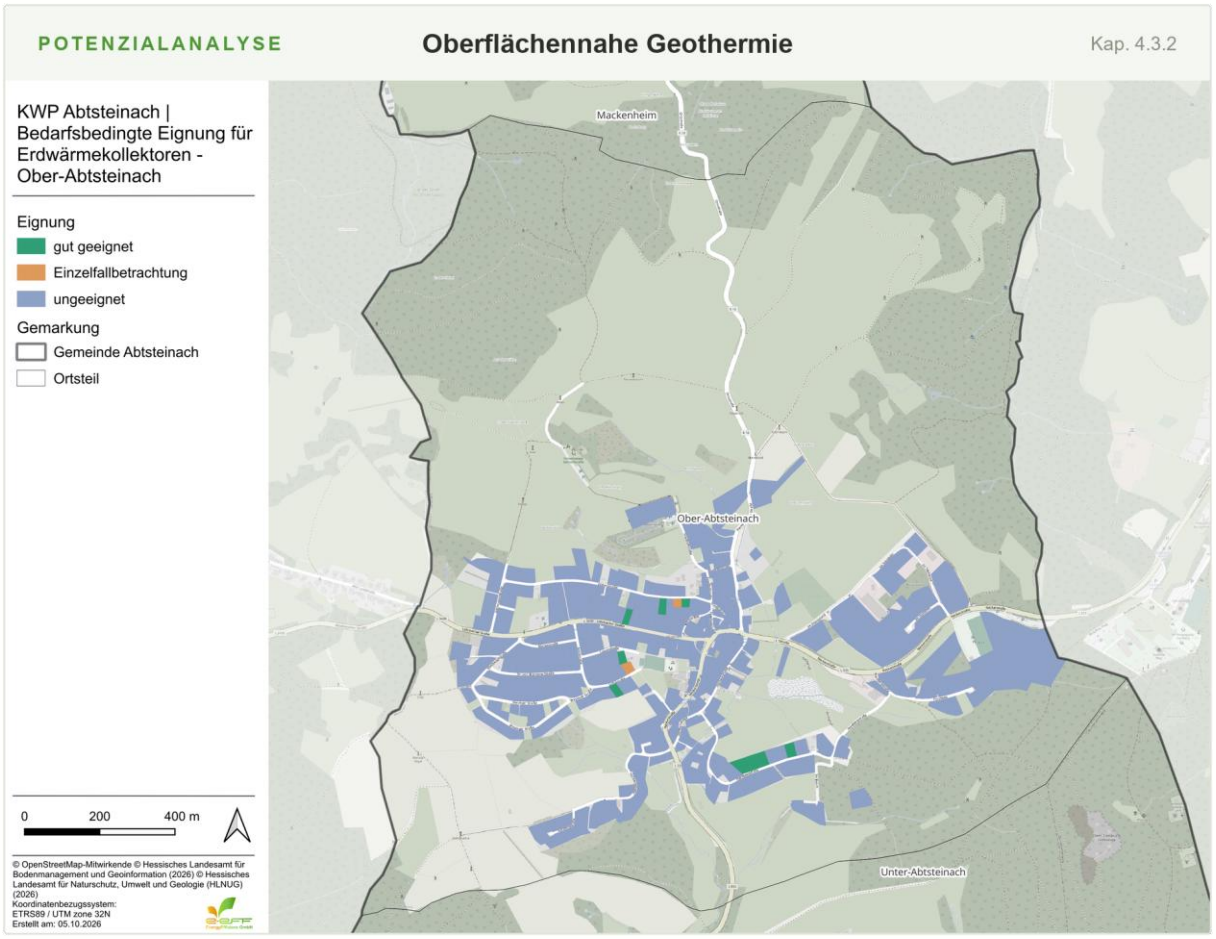


Abbildung 25: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren

4.3.2.2. Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in den Wasserschutzgebietszonen nicht zulässig. Nach §49 WHG bedürfen Erdwärmesonden i.d.R. einer wasserrechtlichen Erlaubnis. 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 Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren unterschiedliche Randbedingungen eine Rolle spielen. Die Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

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, der Beachtung von Mindestabständen, welche zu Gebäuden und Grundstücksgrenzen sowie Erdwärmesonden untereinander eingehalten werden müssen, und unter Berücksichtigung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen konnte die Entzugsenergie berechnet werden. Bleiben nach Einbezug aller Mindestabstände Flächen mit einer geringen Quadratmeterzahl übrig, welche für das Einbringen einer Erdwärmesonde in Betracht gezogen werden, ergibt sich daraus eine Einzelfallbetrachtung, da die Wegbarkeit und Platzverhältnisse vor Ort durch Fachpersonal geprüft werden müssen. Das Potenzial nach dem Einsatz einer Wärmepumpe der Gemeinde Abtsteinach ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Potenzial Erdwärmesonden in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Erdwärmesonden (EWS)	Kap. 4.3.2
TEILGEBIET	● GUT GEEIGNET ● GEEIGNET	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		1,0
Ober-Abtsteinach		6,8
Unter-Abtsteinach		4,8

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	GUT GEEIGNET	GEEIGNET
12,6 GWh/a	**11,6** GWh/a	**1,0** GWh/a
alle Teilgebiete		exkl. restriktiver Faktoren

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 aufgeführten wasserschutzrechtlichen Restriktionen betrachtet.

Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter Eignung zu einem Gesamtpotenzial von **12,6 GWh/a** (nach Wärmepumpe) zusammengefasst.

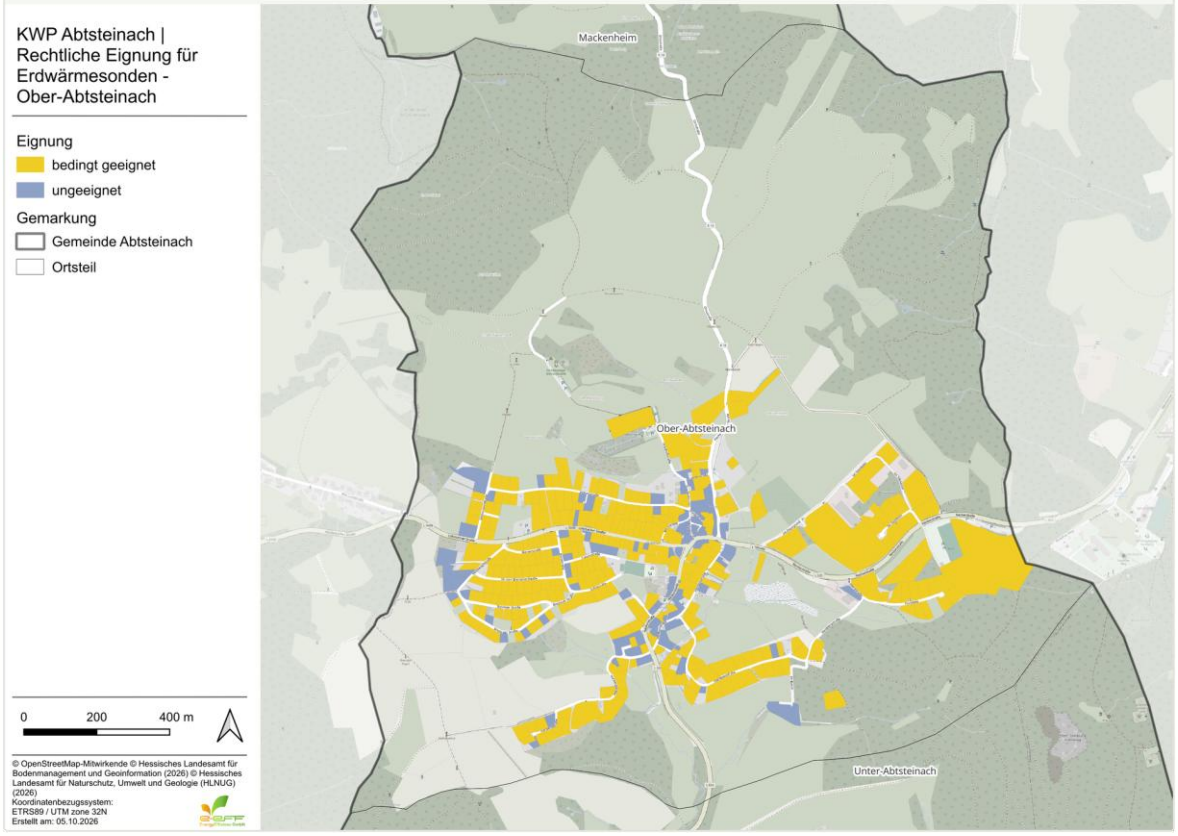


Abbildung 26: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden

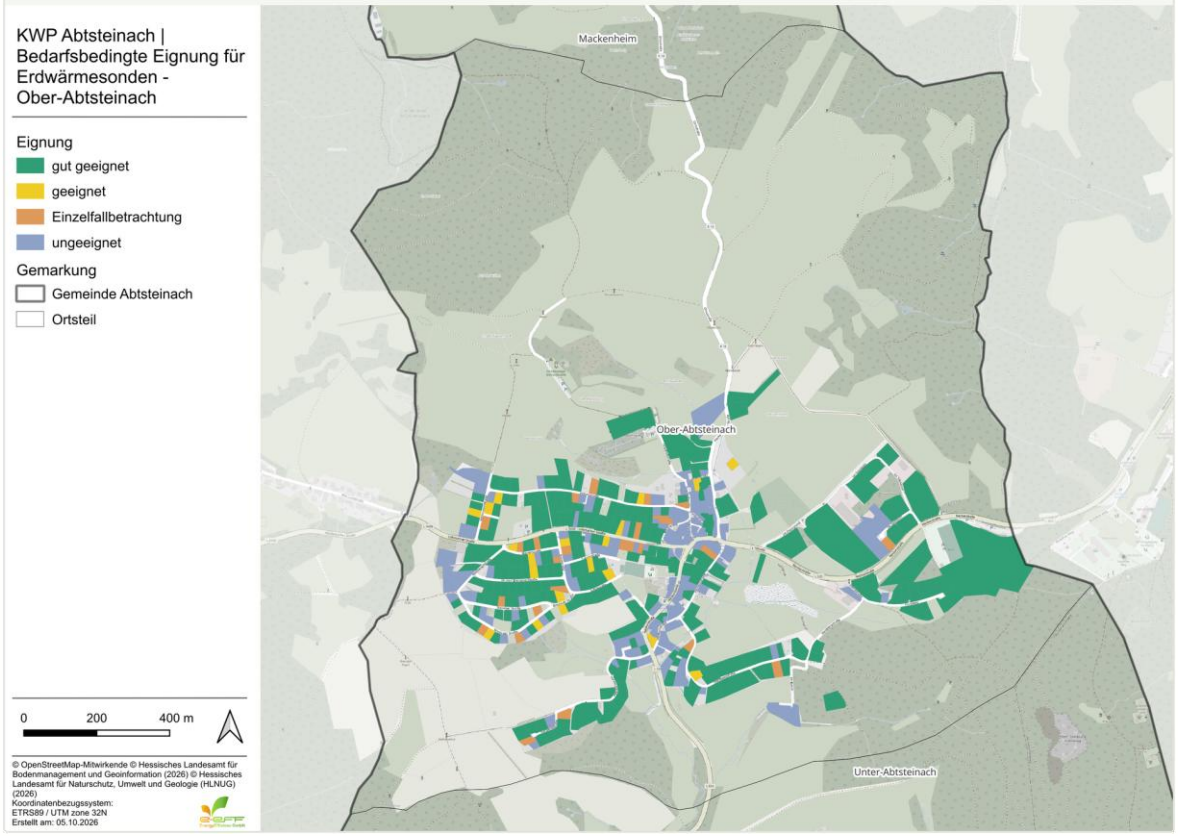


Abbildung 27: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden

4.3.3. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger kann das Biomassepotenzial 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 Freiflächenpotenzial 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 der Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen.

4.3.4.2. Potenzial

Für das Plangebiet liegen keine Daten des Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen zur solarthermischen Nutzung von Dachflächen vor. Eine Abschätzung des Solarthermiepotenzials 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 Strompotenziale 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 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 Freiflächenpotenzial 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 auf 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

Die Zusammenfassung zur Photovoltaik zeigt, dass auf den betrachteten Dachflächen ein Stromertrag von 23 GWh/a erzeugt werden könnte. Potenziale für einzelne Gebäude können aus dem Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen abgerufen werden.

4.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen

Freiflächen-Photovoltaik meint die Aufständerung 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, wie in Infobox 9 beschrieben.

FLÄCHENKULISSE **Photovoltaik auf Freiflächen** Kap. 4.4.2

● **BEVORZUGTE FLÄCHEN** nach EEG

500-m-Streifen längs Autobahnen oder Schienenwegen
davon 200 m planungsrechtlich privilegiert, an Schienen nur mit mind. zwei Hauptgleisen

Konversionsflächen und bereits versiegelte Flächen

Acker- oder Grünflächen in landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten
nach § 37 EEG; die frühere Landesverordnung ist außer Kraft

Infobox 9: Flächenkulissen (Hessen) für Freiflächen-PV nach EEG

Bei der Berechnung des Freiflächen-PV-Potenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren unterteilen. Ausschlusskriterien führen dazu, dass die betroffenen Flächen nicht als Potenzialflächen berücksichtigt werden. Flächen, die von keinem Ausschlusskriterium und keinem restriktiven Faktor betroffen sind, werden als geeignet eingestuft. Überlagern sich nutzbare Flächen mit restriktiven Faktoren, erfolgt eine Einstufung als bedingt geeignet.

Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt und die Sonneneinstrahlung 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. Die oben beschriebenen Restriktionen für das Plangebiet werden mit der folgenden Abbildung 31 dargestellt.

RESTRIKTIONEN

Photovoltaik auf Freiflächen

Kap. 4.4.2

AUSSCHLUSSKRITERIEN ausgeschlossen

- Siedlungs-, Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer, Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete, Nationalparke und Naturdenkmäler
- Nationale Naturmonumente
- Biosphärenreservate (Kern- und Pflegezonen)
- Biotope
- Natura 2000 (FFH- & Vogelschutzgebiete)
- Überschwemmungsgebiete (HQ100)
- Wasserschutzgebiete Zone I – II
- Hangneigung > 20°
- Moorböden

RESTRIKTIVE FAKTOREN bedingt geeignet

- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparke
- Biosphärenreservate (Entwicklungszonen)
- Wasserschutzgebiete Zone III

Geeignet = exkl. restriktiver Faktoren **Bedingt geeignet** = inkl. restriktiver Faktoren

Infobox 10: Restriktionen (Hessen) für Freiflächen-Photovoltaik

POTENZIALANALYSE

Photovoltaik auf Freiflächen – Restriktionen

Kap. 4.4.2

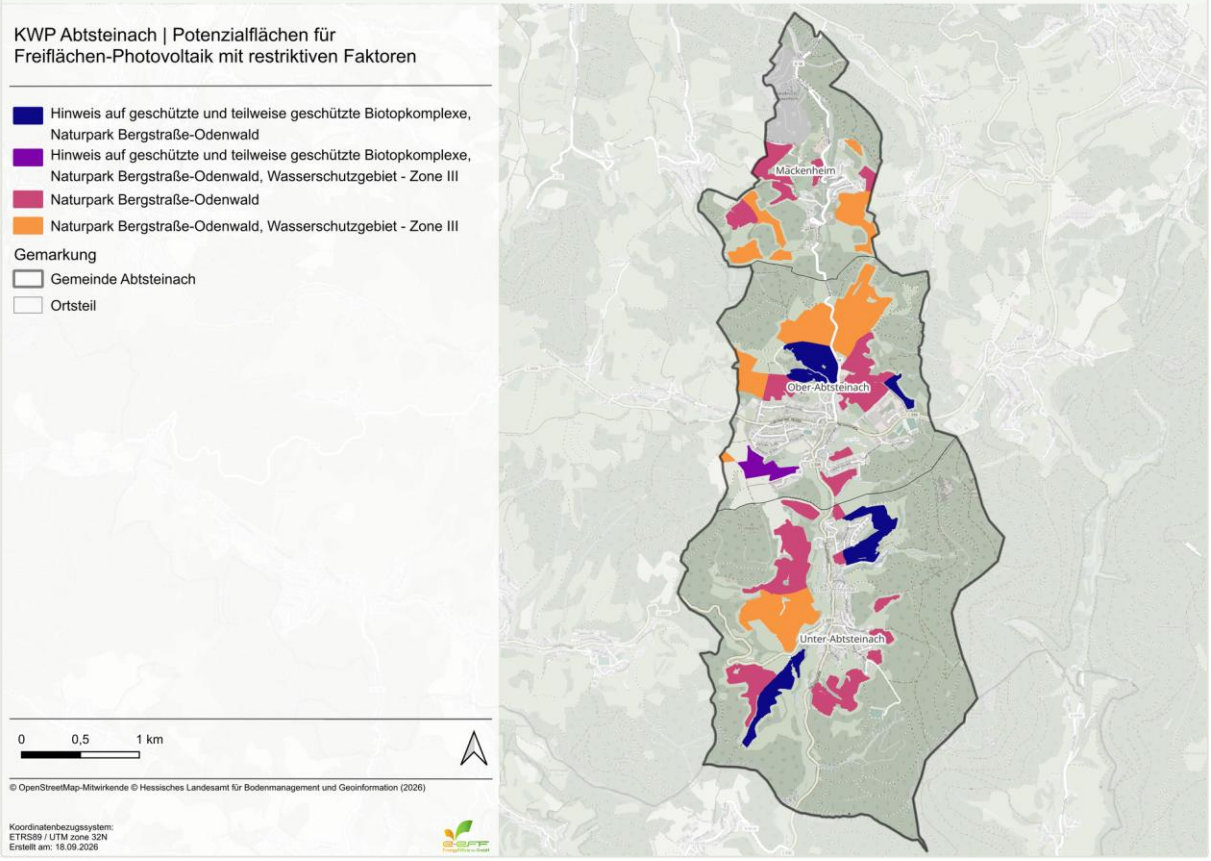


Abbildung 28: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach

4.4.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie-anlagen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen die räumliche Nähe zu einer Wärmenetzheizzentrale 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. Die folgende Abbildung 29 veranschaulichen die Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik.

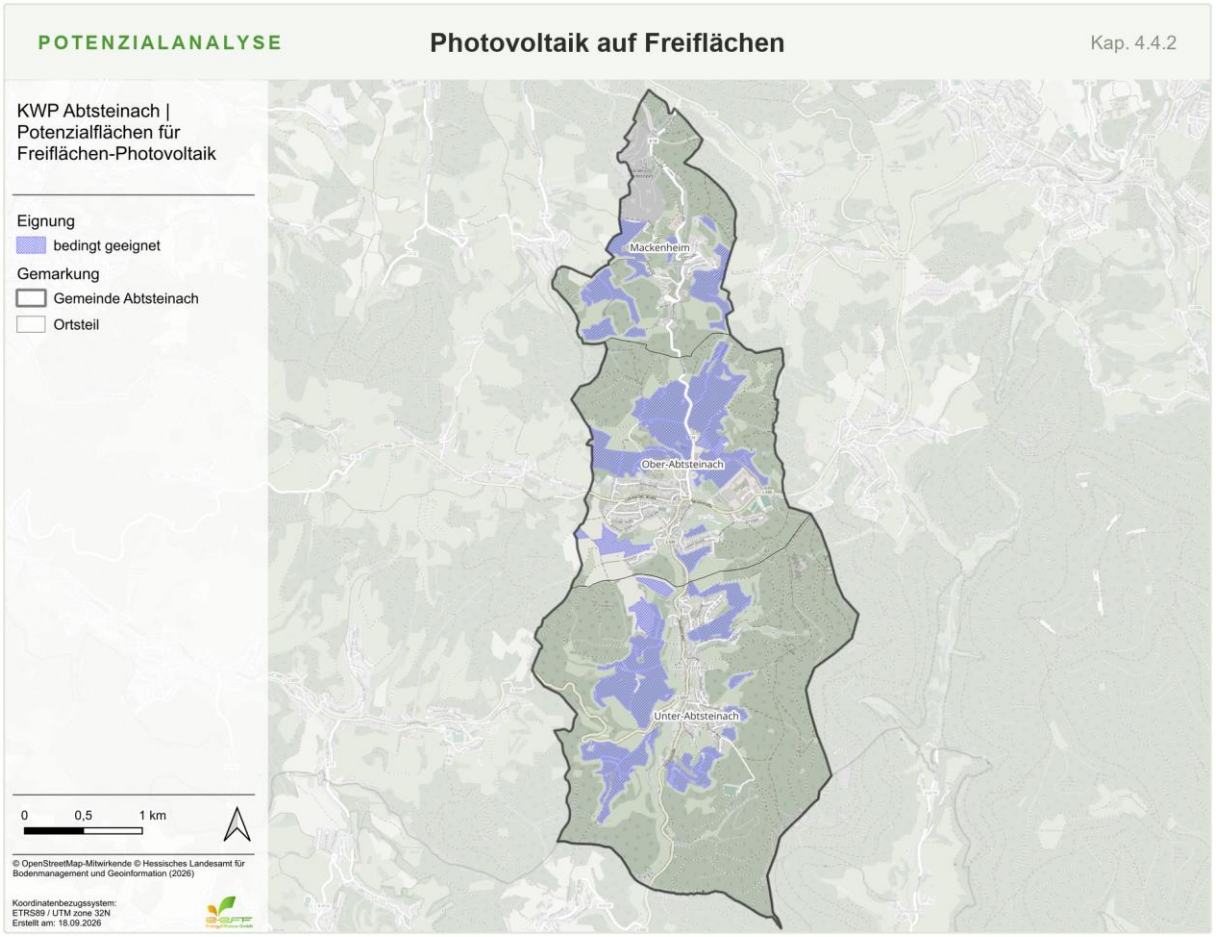


Abbildung 29: Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik der Gemeinde Abtsteinach

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 950 MWh/(ha*a) Ertrag für Photovoltaik angenommen. Es ist wichtig klarzustellen, dass die in Abbildung 29 dargestellten Flächen als Flächenpool zu verstehen sind. Dies ergibt ein Gesamtpotenzial von 151,6 GWh/a (bedingt geeignet), dargestellt in Tabelle 11.

Tabelle 11: Freiflächen-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Freiflächen-PV	Kap. 4.4.2
TEILGEBIET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		25,9
Ober-Abtsteinach		65,6
Unter-Abtsteinach		60,1

STROMPOTENZIAL GESAMT	BEDINGT GEEIGNET
151,6 GWh/a	**151,6** GWh/a
alle Teilgebiete	inkl. restriktiver Faktoren

4.4.3. Photovoltaik auf Parkflächen

Photovoltaikanlagen auf Parkflächen stellen eine Ergänzung zu Dach- und Freiflächenpotenzialen dar. Die doppelte Flächennutzung, auf den zum überwiegenden Teil versiegelten Parkflächen im städtischen Bereich, wird als sinnvolle Maßnahme gesehen, um die zusätzliche Inanspruchnahme von Böden zu reduzieren und die darunter liegenden Parkplätze aufzuwerten. Die Installation von Parkplatz-PV bietet neben der Möglichkeit zum Laden von E-Autos einen Hitze- und Witterungsschutz für stark versiegelte Flächen und die parkenden Fahrzeuge. Zudem tragen sie durch die Verschattung zur Reduktion von Hitzeinseln und somit zur Verbesserung des Mikroklimas bei.

Für die Nutzung der aufgeständerten Photovoltaik-Module sind vorrangig großflächige Parkplätze in den Fokus zu nehmen. Diese finden sich beispielsweise angrenzend an Einrichtungen mit erhöhtem Personenaufkommen wie Supermärkten, Veranstaltungsstätten oder Kliniken. Entlang angrenzender Schnellstraßen können Autobahnraststätten oder größere Park & Ride - Parkplätze eine weitere Möglichkeit für den Einsatz von Parkplatz-PV sein. Neben den großflächigen Potenzialen kann auch eine Vielzahl an kleineren Parkflächen zu einer insgesamt nennenswerten Gewinnung erneuerbaren Stroms beitragen. Hierbei gilt eine wirtschaftliche Untergrenze von mindestens vier aneinandergereihten Stellplätzen.

4.4.3.1. Hinweise und Einschränkungen

Zur Ermittlung des Potenzials für Parkplatz-PV wurden alle bestehenden Parkplätze innerhalb der Gemarkung der Gemeinde Abtsteinach analysiert. Bei der Ausweisung des PV-Potenzials wurden die folgenden Ausschlusskriterien betrachtet:

RESTRIKTIONEN	Photovoltaik auf Parkflächen	Kap. 4.4.3
AUSSCHLUSSKRITERIEN ausgeschlossen		
Ausschluss von Parkplätzen mit einer Neigung > 10°		
Wirtschaftliche Mindestgröße: vier aneinandergereihte Stellplätze		

Infobox 11: Ausschlusskriterien (Hessen) für Photovoltaik auf Parkflächen

Zur Ermittlung des Potenzials wurden Annahmen zu Hochrechnungen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme herangezogen[3]. Aufgrund des Detailgrades der kommunalen Wärmeplanung, können mögliche Einschränkungen durch lokale Bepflanzungen nicht betrachtet werden.

4.4.3.2. Potenzial

Die Anzahl der potenziell verfügbaren Flächen für Parkplatz-PV steht in direkter Abhängigkeit zu den vorherrschenden Gebietsstrukturen und vorliegenden Einrichtungen innerhalb der Gemarkung. Die in Abbildung 30 dargestellten Flächen sind potenziell geeignet für die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf ausgewiesenen Parkplatzflächen innerhalb der Gemarkung.

Die Parkflächen der kommunalen Liegenschaften können hierbei als Startpunkt dienen und eine Vorbildrolle für die z.B. lokalen Gewerbeunternehmen einnehmen sowie als sichtbares Zeichen für den Klimaschutz der Gemeinde Abtsteinach fungieren. Des Weiteren können Photovoltaikanlagen über versiegelten Nutzflächen oder Orten mit Aufenthaltsfunktionen, neben der solaren Energiegewinnung auch zur partiellen Verschattung und temporären Kühlwirkung beitragen, ebenso zu einer Erhöhung der Aufenthaltsqualität für die Bürger*innen.



Abbildung 30: Potenzialflächen für Parkplatz-Photovoltaik der Gemeinde Abtsteinach am Beispiel von Ober-Abtsteinach

[3] (Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme, 2023)

Für die Berechnung des möglichen Ertrags wird von einer maximalen Belegung des Parkplatzgeländes mit 60 % aufgeständerten PV-Modulen ausgegangen. Hieraus ergibt sich eine verfügbare PV-Fläche von 0,3 ha innerhalb der Gemarkung.

Zur Abbildung der standortspezifischen Potenziale für die Gemeinde Abtsteinach wird eine Globalstrahlung von 1.200 kWh/(m²*a) bei einem Bedeckungsgrad von 60 %, einem Wirkungsgrad von 20 % und eine Performance Ratio von 87 % herangezogen. Somit ergibt sich ein technisches Gesamtpotenzial von **0,7 GWh/a** (Geeignet).

Tabelle 12: Parkplatz-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE	Parkplatz-PV	Kap. 4.4.3
TEILGEBIET	GEEIGNET	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		0,01
Ober-Abtsteinach		0,46
Unter-Abtsteinach		0,18

STROMPOTENZIAL GESAMT	GEEIGNET
0,65 GWh/a	**0,65** GWh/a
alle Teilgebiete	exkl. restriktiver Faktoren

4.4.4. 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.

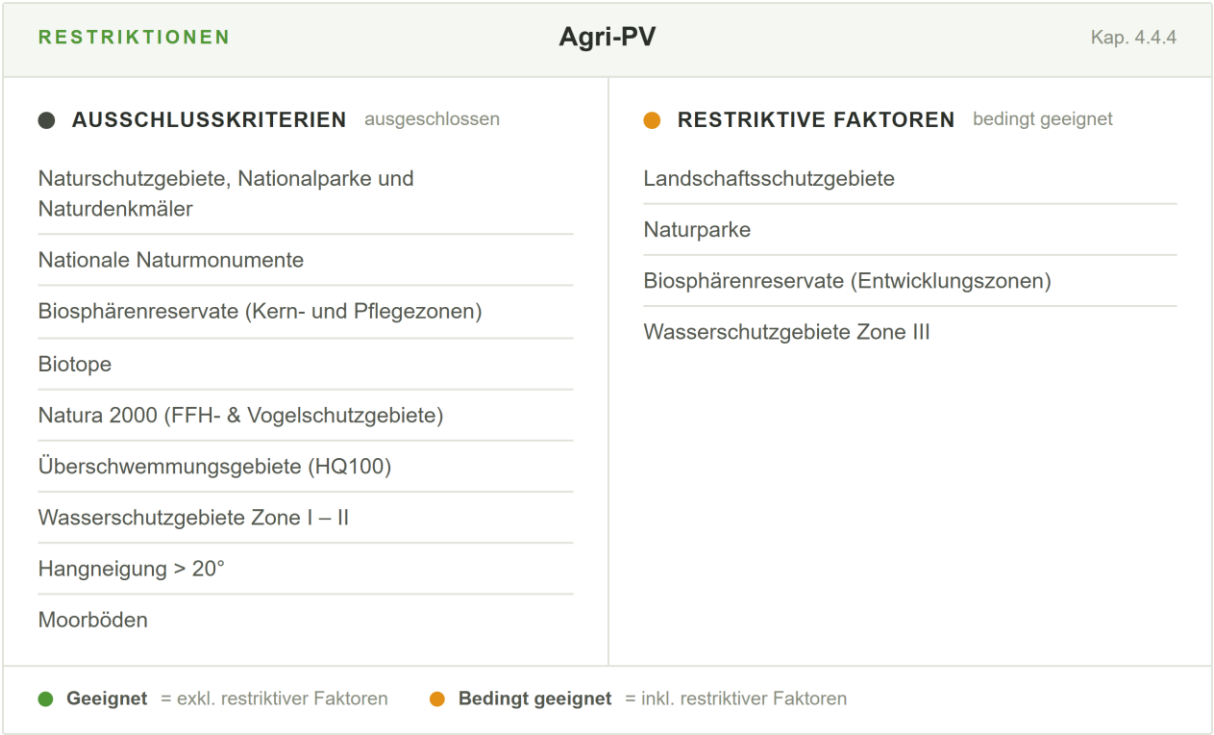
4.4.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Grundlage der Potenziale für Agri-Photovoltaikanlagen bilden die Vorgaben des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, in Infobox 11 zusammengefasst.

FLÄCHENKULISSE	Agri-PV	Kap. 4.4.4
BEVORZUGTE FLÄCHEN nach EEG 2023		
Ackerflächen mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau		
Ackerflächen mit gleichzeitigem Anbau von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen		
Grünland mit gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland		

Infobox 12: Flächenkulissen (Hessen) für Agri-PV nach EEG

Nicht alle landwirtschaftlichen Flächen sind für eine entsprechende Anlage geeignet. Streuobstwiesen werden ausgeschlossen. Ackerflächen, Rebflächen, Grünland, Gartenland und Obststrauchplantagen werden bei der Untersuchung berücksichtigt. Flächen ohne Ausschlusskriterien und ohne Überlagerung mit restriktiven Faktoren werden als geeignet eingestuft. Bei einer Überlagerung mit restriktiven Faktoren erfolgt eine Einstufung als bedingt geeignet. Als zusätzliche Ausschlusskriterien werden Wasserschutzgebiete und Hochwasserschutzgebiete ausgeschlossen. Schutzbedürftige Naturflächen, wie Biotope 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. Zu berücksichtigen ist auch, dass eine Flächenkonkurrenz zwischen Agri-PV-Anlagen und Freiflächenanlagen bestehen kann, da sich die Flächenkulisse in Teilen überschneidet. Die Ausschlusskriterien und Restriktionen sind in der Infobox 13 zusammengefasst. Die folgende Abbildung 31 veranschaulicht die geltenden Restriktionen für die Potenzialflächen der Agri-Photovoltaik innerhalb der Gemarkung.



Infobox 13: Restriktionen (Hessen) für Agri-Photovoltaik

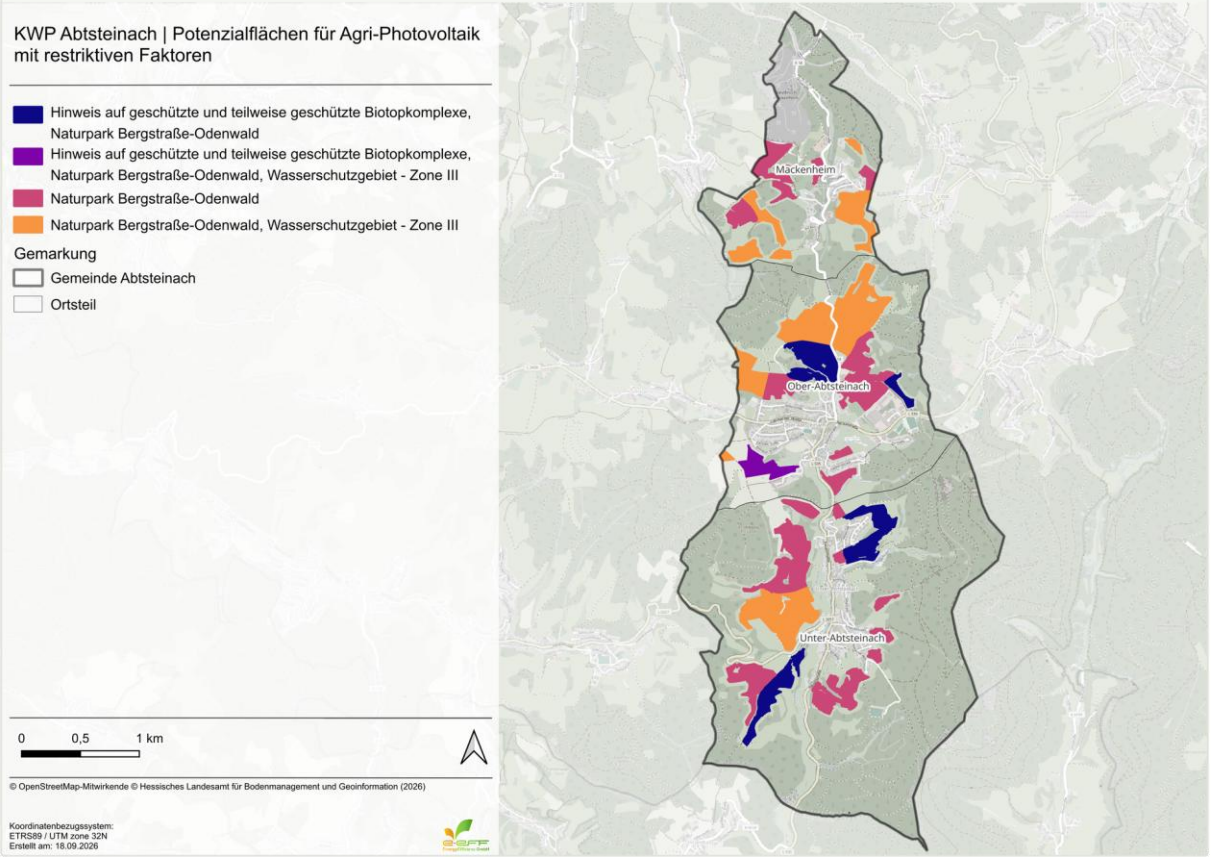


Abbildung 31: Potenzialflächen Agri-PV mit restriktiven Faktoren für Gemeinde Abtsteinach

4.4.4.2. Potenzial

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro m² Fläche 57 KWh/a Ertrag für Agri-PV angenommen (Trommsdorff, Dr. M. et al., 2024). Für die Gemeinde ergibt sich ein technisches Potenzial von **90,9 GWh/a** (bedingt geeignet) für die Stromerzeugung durch Agri-PV. Die folgenden Darstellungen in Tabelle 13 und Abbildung 32 verdeutlicht die Verteilung der Potenzialflächen für Agri-Photovoltaik innerhalb der Gemarkung.

Tabelle 13: Agri-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach

POTENZIALANALYSE **Agri-PV** Kap. 4.4.4

TEILGEBIET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Mackenheim		15,5
Ober-Abtsteinach		39,4
Unter-Abtsteinach		36,0

STROMPOTENZIAL GESAMT	BEDINGT GEEIGNET
90,9 GWh/a	**90,9** GWh/a
alle Teilgebiete	inkl. restriktiver Faktoren

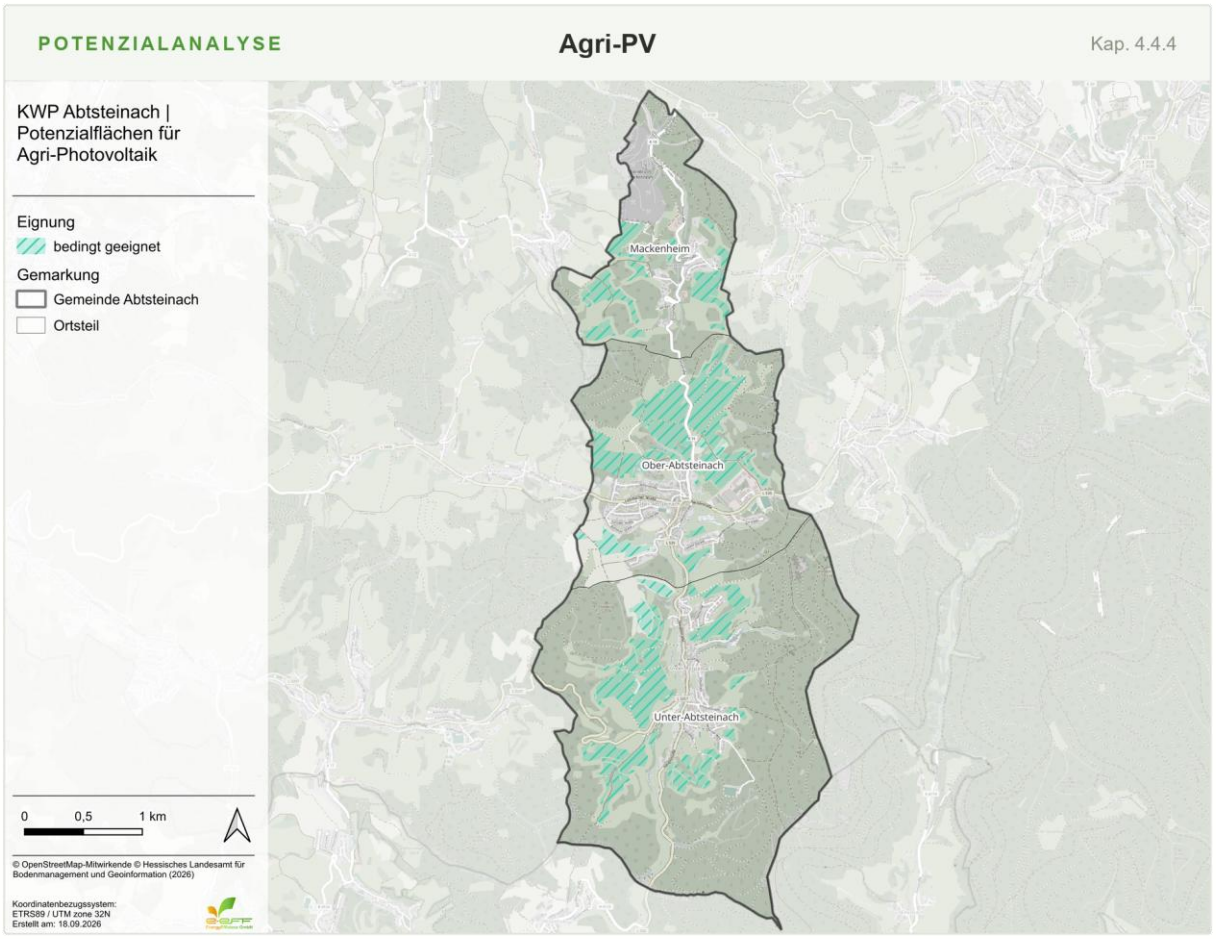


Abbildung 32: Potenzialflächen Agri-PV der Gemeinde Abtsteinach

4.4.5. 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 in das 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.

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 Windenergieflächenbedarfsgesetz, 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 drei Teilregionalpläne Energie in Kraft. Sie weisen insgesamt 418 Windvorranggebiete aus, was etwa 1,9 % der Landesfläche entspricht und damit das bundesrechtliche Zwischenziel von 1,8 % bis 2027 bereits erfüllt. Bis 2032 müssen jedoch 2,2 % erreicht werden, sodass in den kommenden Jahren noch rund 6.500 ha zusätzliche Vorrangflächen auszuweisen sind.

4.4.5.1. Hinweise und Einschränkungen

STANDORTKRITERIEN — **Windkraft** — Kap. 4.4.5.

ABSTANDSFLÄCHEN Ausschließlich Auswahl von ertragsreichen und wirtschaftlichen Standorten

Kein gesetzlich verpflichtender Abstand Vorsorgeabstände der Planung; Lärmschutz im Einzelfall nach TA Lärm (Immissionsrichtwerte)
Mind. 1.000 m zu Wohnsiedlungen
Mind. 600 m zu Aussiedlerhöfen und Splittersiedlungen
Mind. 300 m zu Industrie und Gewerbe je nach Regionalplan mehr, in Südhessen 600 m
Verschiedene Abstandsflächen zu Verkehrswegen

Infobox 14: Gesetzliche Abstandsflächen für Windkraft

RESTRIKTIONEN — **Windkraft** — Kap. 4.4.5.

AUSSCHLUSSKRITERIEN ausgeschlossen

Naturschutzgebiete
Nationalparke, gesetzlich geschützte Schutz- und Bannwälder
Nahbereich von Naturdenkmälern
Biosphärenreservate (Kern- und Pflegezonen)
Biotope
Natura 2000 (FFH- & Vogelschutzgebiete)
Feuchtgebiete
Überschwemmungsgebiete (HQ100)
Wasserschutzgebiete Zone I – II
Hangneigung > 30 %

RESTRIKTIVE FAKTOREN bedingt geeignet

Naturparke
Landschaftsschutzgebiete
Biosphärenreservate (Entwicklungszonen)
Wasserschutzgebiete Zone III
Flussauen und Feuchtlebensräume
Bodendenkmäler Einzelfallbetrachtung

Geeignet = exkl. restriktiver Faktoren **Bedingt geeignet** = inkl. restriktiver Faktoren

Infobox 15: Restriktionen (Hessen) für Windkraft

4.4.5.2. Potenzial

Auf der Gemarkung der Gemeinde wurde kein Windkraftpotenzial innerhalb dieser Kommunalen Wärmeplanung aufgrund nicht vorhandener Vorranggebiete für Windkraftanlagen ermittelt.

4.5. Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien

Die nachfolgende Abbildung 33 und Abbildung 34 fasst die in Kapitel 4 ermittelten Potenziale für die lokale Nutzung von erneuerbaren Energien für die Wärme- und Stromerzeugung zusammen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Zuge der Potenzialanalyse ausschließlich technische Potenziale ermittelt wurden und diese nur in geringem Maße wirtschaftliche Faktoren sowie weitere eigentumsrechtliche Voraussetzungen für die Umsetzung berücksichtigen (s. Einleitung Kapitel 4). Darüber hinaus bestehen zwischen verschiedenen Potenzialen Flächenkonkurrenzen, sodass diese nicht aufsummiert werden können. Die Strompotenziale werden mitbetrachtet, da sie im Zuge einer zunehmenden Sektorenkopplung eine wichtige Rolle für die zukünftige Wärmeversorgung einnehmen. Dies betrifft insbesondere den steigenden Strombedarf für dezentrale Wärmepumpen sowie weitere strombasierte Versorgungslösungen.

POTENZIALANALYSE — **Übersicht Wärmepotenziale** — Kap. 4.5

ZENTRALE WÄRMEPOTENZIALE	GEEIGNET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Freiflächen-Solarthermie	–	318,9	318,9
Agrothermie	–	88,5	88,5
Biomasse (Wald)	–	1,4	1,4

DEZENTRALE WÄRMEPOTENZIALE	GEEIGNET	BEDINGT	GESAMT (GWh/a)
Erdwärmesonden (EWS)	12,6	–	12,6
Erdwärmekollektoren (EWK)	0,2	–	0,2

WÄRMEPOTENZIAL GESAMT	DAVON GEEIGNET	DAVON BEDINGT GEEIGNET
421,5 GWh/a	**12,8** GWh/a	**408,8** GWh/a
zentral + dezentral	exkl. restriktiver Faktoren	inkl. restriktiver Faktoren

EINORDNUNG — WÄRMEPOTENZIAL VS. WÄRMEBEDARF 2045



Abbildung 33: Wärmepotenziale (GWh/a) in der Gemeinde Abtsteinach

Eine Einbindung der Potenziale zur Versorgung von Einzelgebäuden oder in Wärmenetze kann nicht anhand der Jahresmengen pauschal ermittelt werden. Dazu ist stets eine Betrachtung von Potenzialen und Wärmebedarf im Jahresverlauf erforderlich. Neben der direkten Nutzung von regenerativem Strom und regenerativer Wärme betrifft dies auch einen bilanziellen Beitrag von Wind- und Solarstrom zum zukünftig steigenden Strombedarf zur Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen. Aus diesem Grund wird die Betrachtung des Bedarfs und der Potenziale im Rahmen des Zielszenarios, dem nachfolgenden Schritt in der Wärmeplanung, nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten und im Jahresverlauf erfolgen. So kann zum Ende der Wärmeplanung bewertet werden, welche Potenziale in Frage kommen, einen Teil des Wärmebedarfs der Gemeinde zu decken.

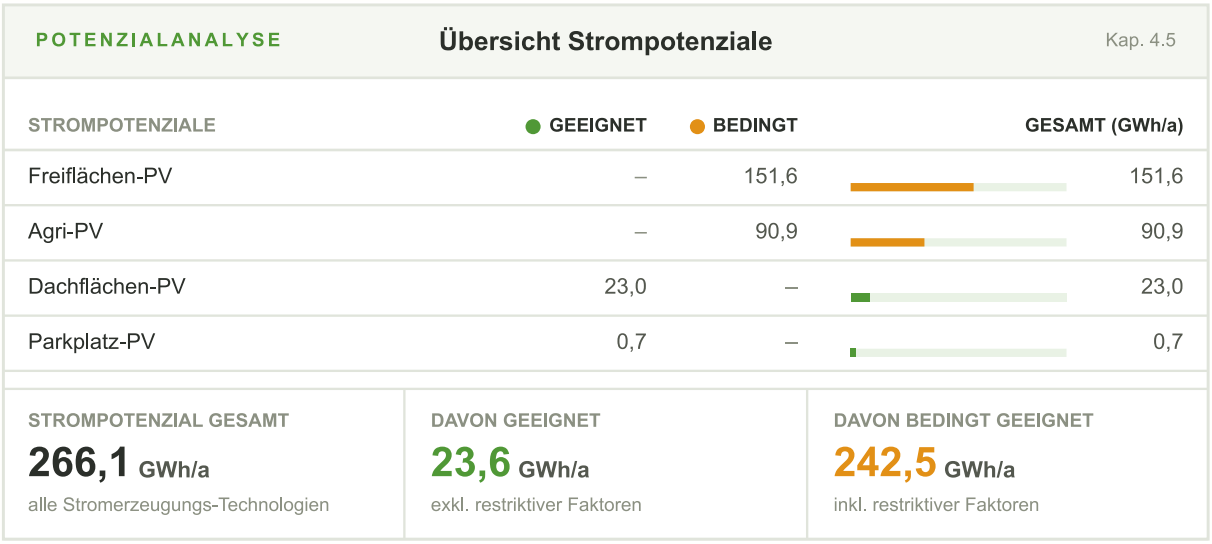


Abbildung 34: Strompotenziale (GWh/a) in der Gemeinde Abtsteinach

Zusammenfassend zeigt die Potenzialanalyse, dass in der Gemeinde Abtsteinach theoretisch ausreichend technische Potenziale vorhanden sind, um die Gemeinde bis 2045 treibhausgasneutral mit Wärme zu versorgen. Ob und in welchem Umfang diese Potenziale tatsächlich genutzt werden können, hängt jedoch von weiteren Voraussetzungen ab. Entscheidend ist, ob die jeweiligen Wärmequellen räumlich und zeitlich mit den bestehenden beziehungsweise zukünftigen Wärmebedarfen zusammengeführt werden können.

Für eine Einbindung in ein Wärmenetz müssen eine ausreichende Wärmeliniendichte, geeignete Flächen für Erzeugungsanlagen und gegebenenfalls Wärmespeicher sowie wirtschaftlich erschließbare Trassen vorhanden sein. Darüber hinaus müssen das Temperaturniveau und die zeitliche Verfügbarkeit der Potenziale mit den Anforderungen des Wärmenetzes übereinstimmen. Saisonale Potenziale, beispielsweise aus Solarthermie, stehen nicht jederzeit bedarfsgerecht zur Verfügung und erfordern daher ergänzende Wärmeerzeuger oder Speicherlösungen. Bei Umweltwärme- und Geothermiepotenzialen ist zudem der Einsatz von Wärmepumpen erforderlich, wodurch zusätzliche Anforderungen an die Stromversorgung, die verfügbaren Netzanschlusskapazitäten und die erreichbaren Vorlauftemperaturen entstehen.

Einschränkungen können sich aus den Eigentumsverhältnissen, konkurrierenden Flächennutzungen, naturschutz- und wasserrechtlichen Vorgaben, Genehmigungsverfahren sowie der technischen Erschließbarkeit ergeben. Auch die Investitions- und Betriebskosten, die langfristige Verfügbarkeit der eingesetzten Energieträger, die Anschlussbereitschaft potenzieller Wärmekund*innen sowie geeignete Betreiber- und Finanzierungsmodelle beeinflussen die Umsetzbarkeit. Welche Potenziale tatsächlich erschlossen und in die zukünftige Wärmeversorgung eingebunden werden können, wird daher im weiteren Planungsprozess für die jeweiligen Versorgungsgebiete und anhand von konkreten Maßnahmen vertieft untersucht.

5. Ausblick

Mit dem vorliegenden Zwischenbericht liegen die Bestands- und Potenzialanalyse als Grundlage für die nächsten Schritte der Wärmeplanung aus. Im weiteren Prozess werden gemeinsam mit der Gemeinde und den relevanten Akteuren das Zielszenario sowie die Umsetzungsstrategie erarbeitet. Dabei wird geprüft, in welchen Bereichen zentrale Wärmeversorgungslösungen sinnvoll sein können und wo dezentrale Lösungen voraussichtlich geeigneter sind. Maßgeblich sind hierbei unter anderem die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe, die Nähe zu nutzbaren Potenzialen, die technische Erschließbarkeit sowie die Wirtschaftlichkeit.

Der Endbericht gibt anschließend eine Orientierung für die zukünftige Wärmeversorgung der Gemeinde Abtsteinach bis 2045. Zudem werden prioritäre Maßnahmen benannt, mit denen die Umsetzung vorbereitet und schrittweise vorangetrieben werden kann.

Literaturverzeichnis

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

Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (dena, 2025). (kein Datum). *KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.* Von https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument abgerufen

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.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2019). *Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen.* Von https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/geologie/erdwaerme/Leitfaden_Erdwaerme_6._Auflage_gesamt.pdf abgerufen

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat. (2025). *Anforderungen des Gewässerschutzes an oberflächennahe.* Von https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2025-03/anforderungen_des_gewaesserschutzes_an_oberflaechennahe_erdwaermesondenanlagen.pdf abgerufen

HHP Raumentwicklung. (2022). *Überprüfung der Möglichkeit einer Steuerung der Windenergienutzung.*

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/

Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für*. Von https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung abgerufen

Lauf, T., Memmler, M., & Schneider, S. (2022). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Dessau-Roßlau.

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

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertung der Gebietscharakterisierung für eine zentrale Wärmeversorgung 14

Tabelle 2: Bewertung der Realisierbarkeit für eine zentrale Wärmeversorgung 15

Tabelle 3: Einwohner, Fläche und Gebäudeanzahl je Ortsteil 17

Tabelle 4: Einteilung der Wärmeliniendichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024) 26

Tabelle 5: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024) 26

Tabelle 6: Biomasse Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach 33

Tabelle 7: Potenzial für Freiflächen-Solarthermie in der Gemeinde Abtsteinach.....37

Tabelle 8: Potenzial für Agrothermie in der Gemeinde Abtsteinach 41

Tabelle 9: Potenzial Erdwärmekollektoren in der Gemeinde Abtsteinach 49

Tabelle 10: Potenzial Erdwärmesonden in der Gemeinde Abtsteinach.....52

Tabelle 11: Freiflächen-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach.....59

Tabelle 12: Parkplatz-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach.....61

Tabelle 13: Agri-PV Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach 63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22) 8
Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element in der Kommunalen Allianz 12
Abbildung 3: Trinkwasserschutz- und Überschwemmungsgebiete in der Kommunalen Allianz 12
Abbildung 4: Übersicht des Gebiets der kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Abtsteinach 18
Abbildung 5: Gemeinde Abtsteinach: Sektorvergleich nach Gebäudeanzahl und beheizter Fläche 19
Abbildung 6: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Dominierender Sektor 20
Abbildung 7: Gemeindegebiet Abtsteinach: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH 21
Abbildung 8: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Baualtersklassen 22
Abbildung 9: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Energieträger. Quelle: Zensus 2022; Kehrbuchdaten 2022 23
Abbildung 10: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Energieträger auf Baublockebene 24
Abbildung 11: Gesamtes Plangebiet: Heizungsalterklassen 24
Abbildung 12: Wärmebedarf pro Teilgebiet in Gemeinde Abtsteinach 25
Abbildung 13: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Wärmedichte Status quo 27
Abbildung 14: Ortsteil Ober-Abtsteinach - Wärmeliniendichte Status quo 27
Abbildung 15: Entwicklung des Wärmebedarfs bis Zieljahr 2045 30
Abbildung 16: Biomasse Potenzial mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach 32
Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion 33
Abbildung 18: Biomasse Potenzial in der Gemeinde Abtsteinach 34
Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach 36
Abbildung 20: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie der Gemeinde Abtsteinach 38
Abbildung 21: Potenzialflächen Agrothermie mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach 40
Abbildung 22: Potenzialflächen Agrothermie der Gemeinde Abtsteinach 41
Abbildung 23: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023) 44
Abbildung 24: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren 50
Abbildung 25: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren 51
Abbildung 26: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden 53
Abbildung 27: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden 53
Abbildung 28: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik mit restriktiven Faktoren für die Gemeinde Abtsteinach 57
Abbildung 29: Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik der Gemeinde Abtsteinach 58
Abbildung 30: Potenzialflächen für Parkplatz-Photovoltaik der Gemeinde Abtsteinach am Beispiel von Ober-Abtsteinach 60
Abbildung 31: Potenzialflächen Agri-PV mit restriktiven Faktoren für Gemeinde Abtsteinach 63
Abbildung 32: Potenzialflächen Agri-PV der Gemeinde Abtsteinach 64
Abbildung 33: Wärmepotenziale (GWh/a) in der Gemeinde Abtsteinach 66
Abbildung 34: Strompotenziale (GWh/a) in der Gemeinde Abtsteinach 67

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_2e	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	Ortsteil
PV	Photovoltaik
ST	Solarthermie
St.	Stück
t	Tonne
u.a.	und andere(s) / unter anderem
vgl.	vergleiche
vs.	gegen (versus)
WE	Wohneinheit
WEA	Windenergieanlage(n)
Whg.	Wohnungen
WP	Wärmepumpe
WÜS	Wärmeübergabestation
z.B.	zum Beispiel
ZFH	Zweifamilienhaus
zzgl.	zuzüglich

Anhang

Anhangsverzeichnis

Anhang A: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen.....76

Anhang B: Mackenheim.....77

Anhang C: Ober-Abtsteinach.....82

Anhang D: Unter-Abtsteinach.....87

Anhang A: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen

Tabelle 1: Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs (Technikkatalog (Langreder 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%

Anhang B: Mackenheim

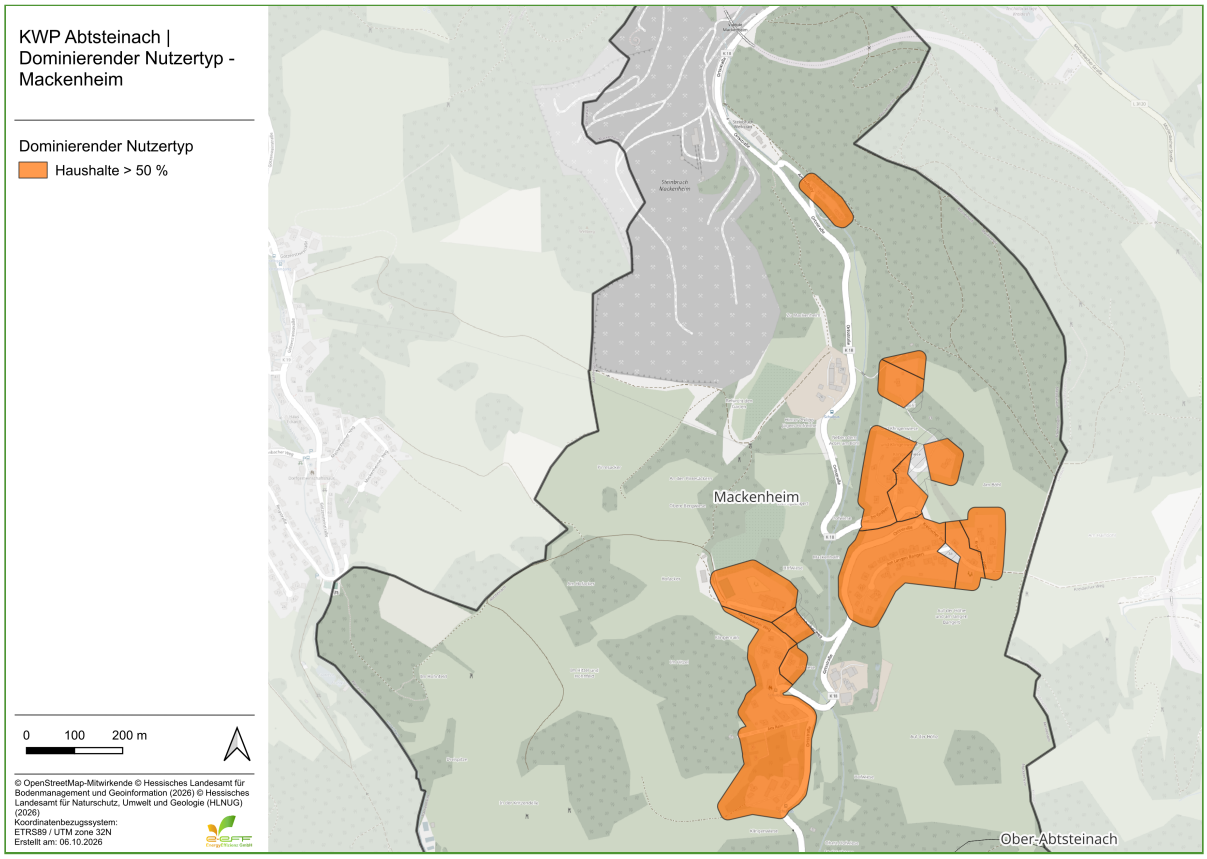


Abbildung Anhang 1: Ortsteil Mackenheim: Dominierende Sektoren auf Baublockebene

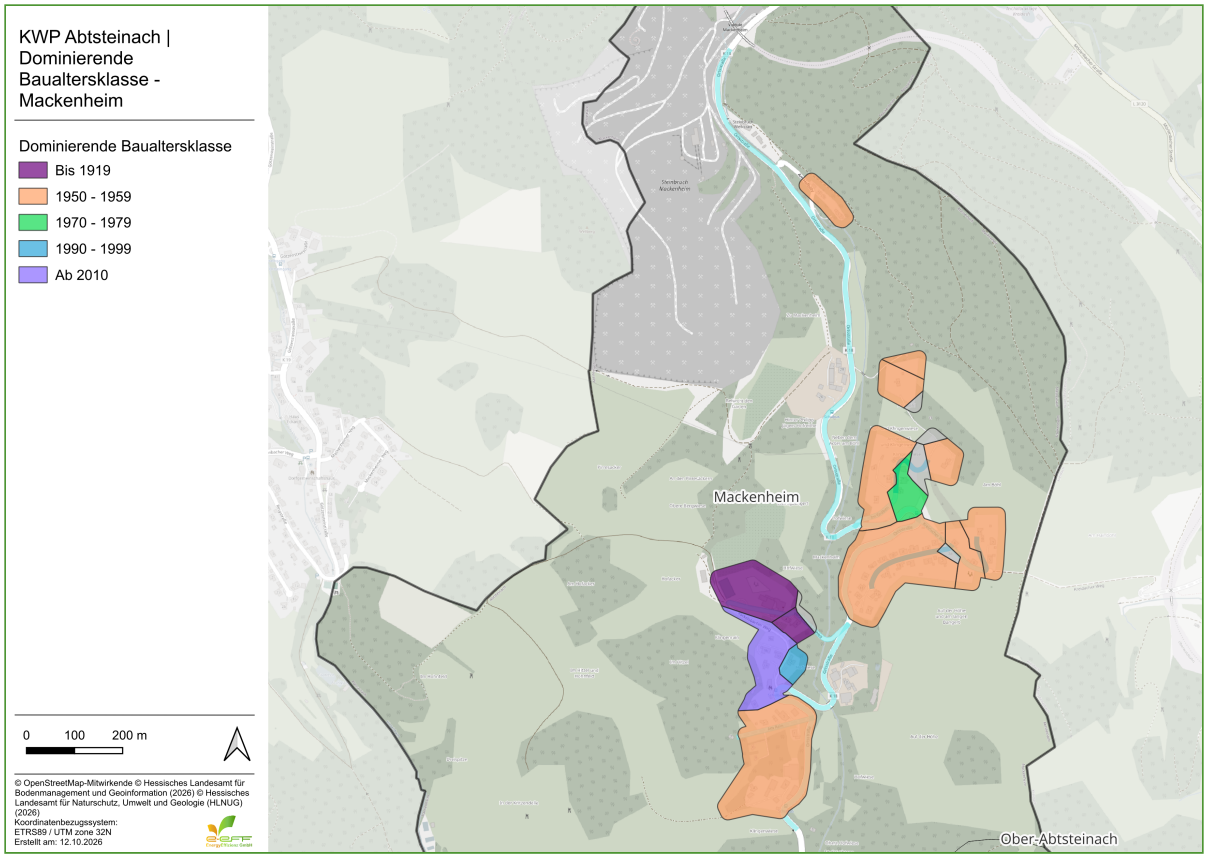


Abbildung Anhang 2: Ortsteil Mackenheim: Dominierende Baualtersklassen auf Baublockebene

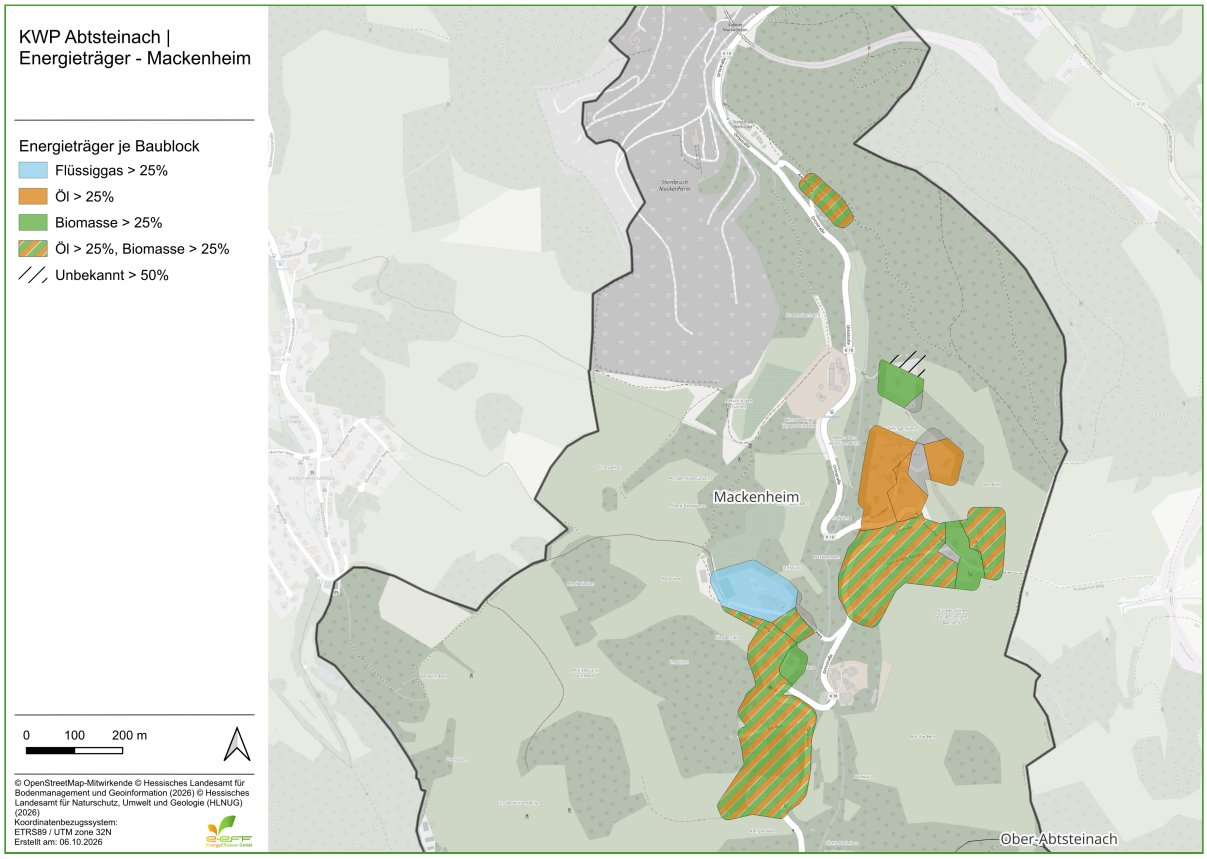


Abbildung Anhang 3: Ortsteil Mackenheim: Energieträger im Status quo auf Baublockebene

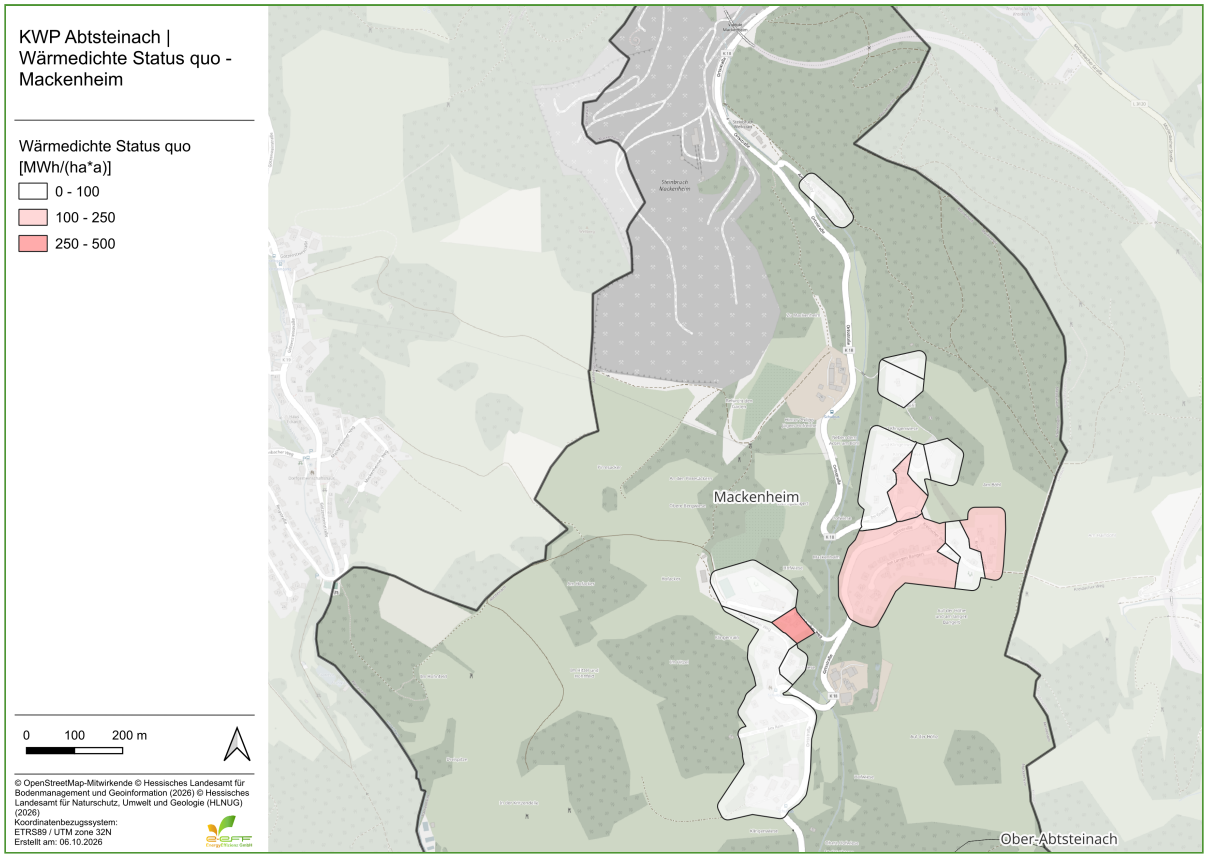


Abbildung Anhang 4: Ortsteil Mackenheim: Wärmedichte je Baublock im Status quo

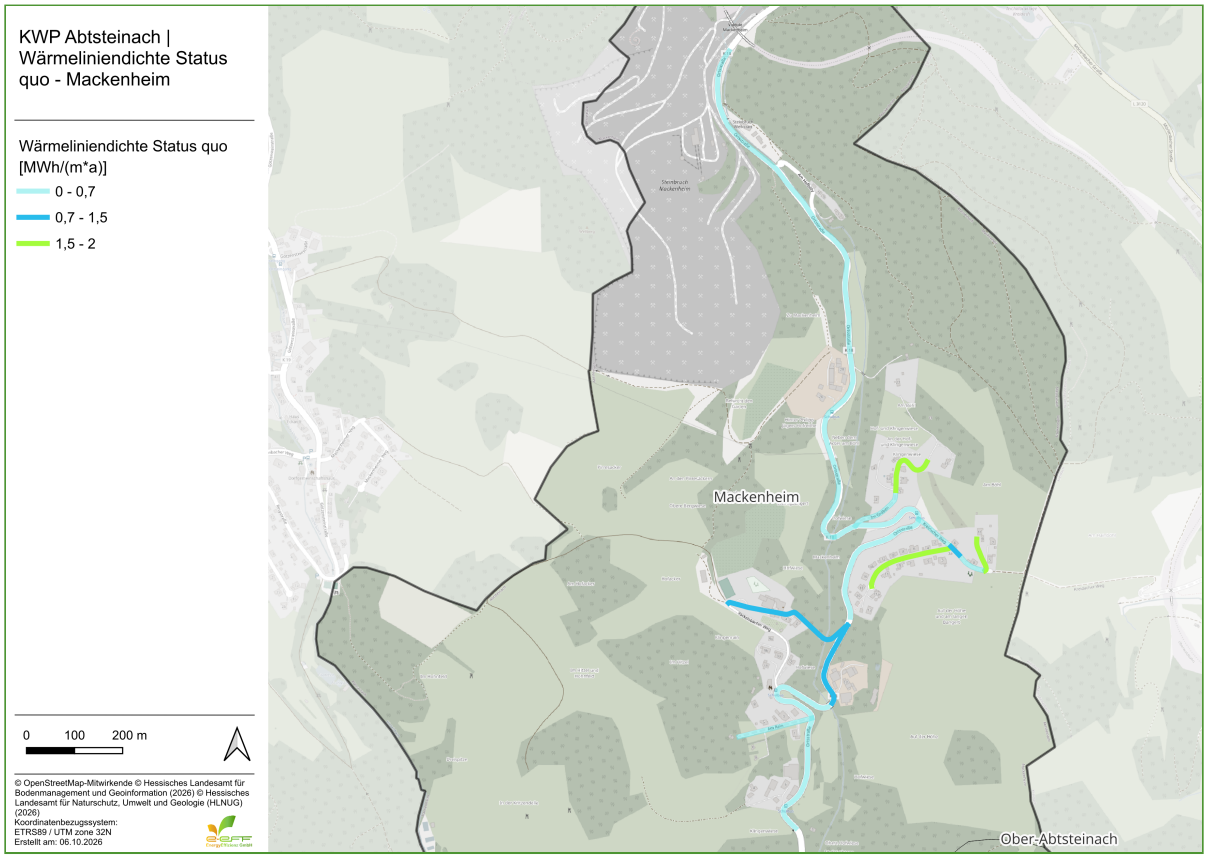


Abbildung Anhang 5: Ortsteil Mackenheim: Wärmeliniendichte im Status quo

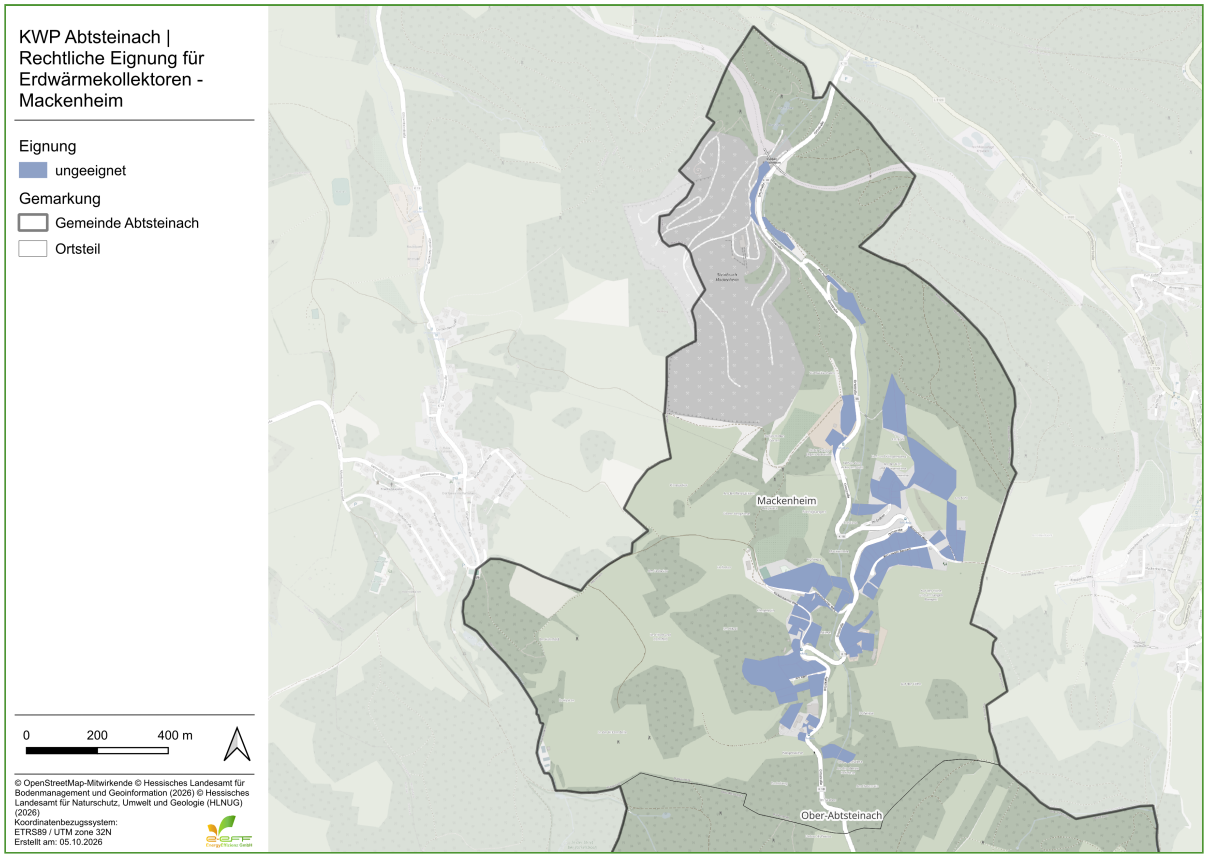


Abbildung Anhang 6: Ortsteil Mackenheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

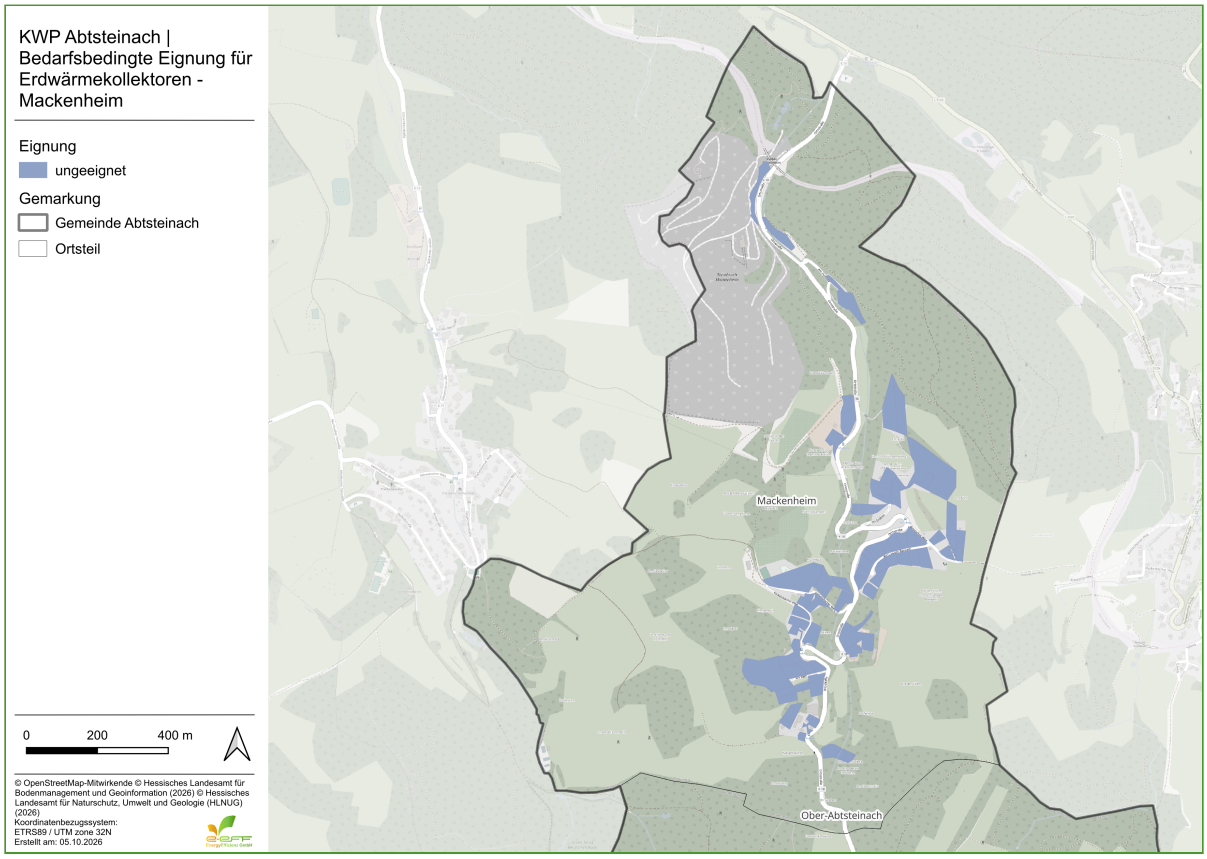


Abbildung Anhang 7: Ortsteil Mackenheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

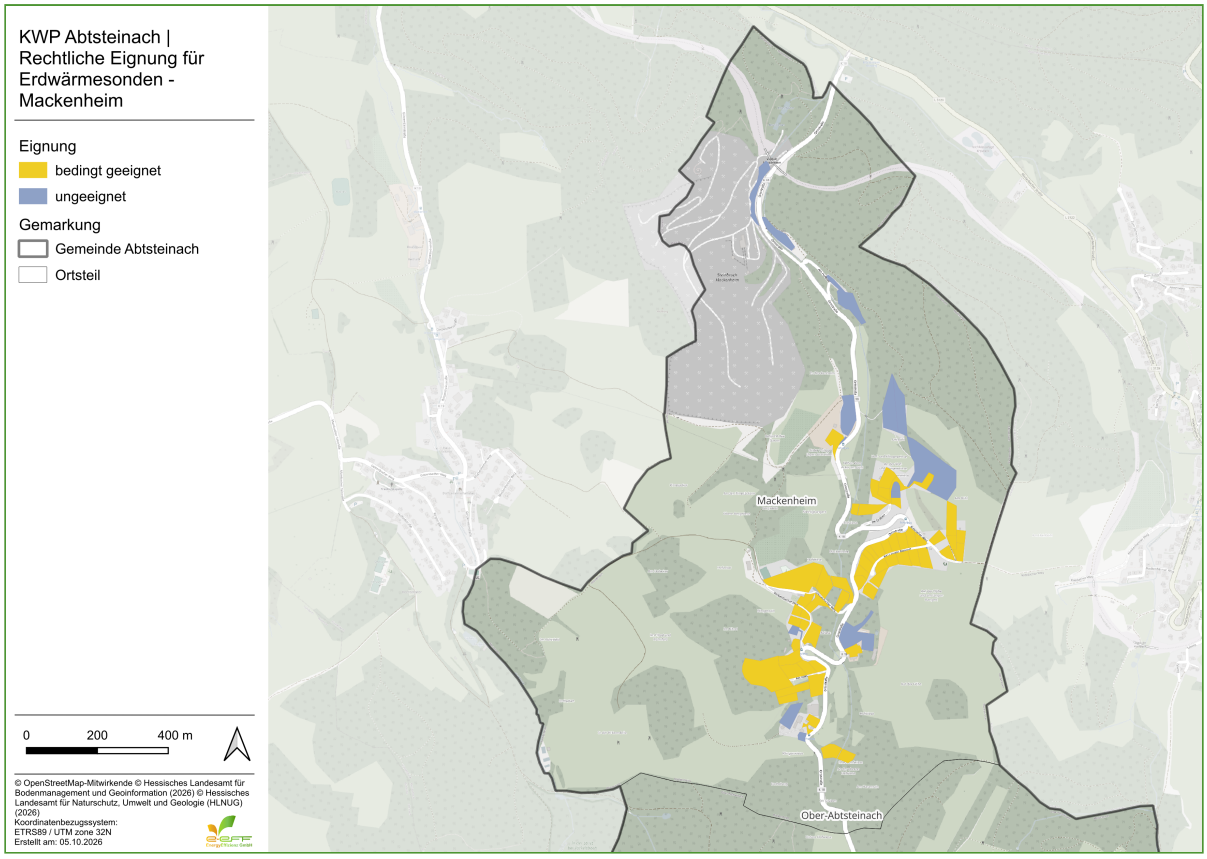


Abbildung Anhang 8: Ortsteil Mackenheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

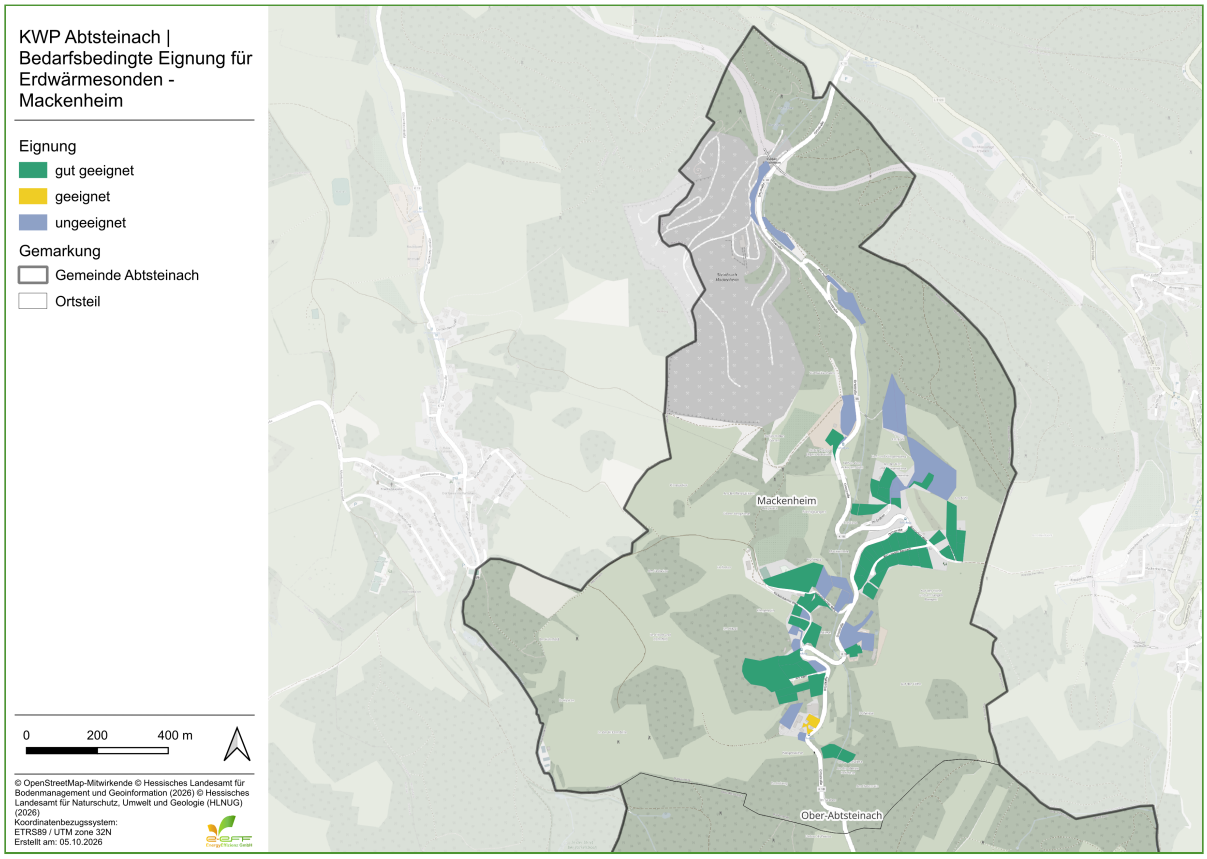


Abbildung Anhang 9: Ortsteil Mackenheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang C: Ober-Abtsteinach

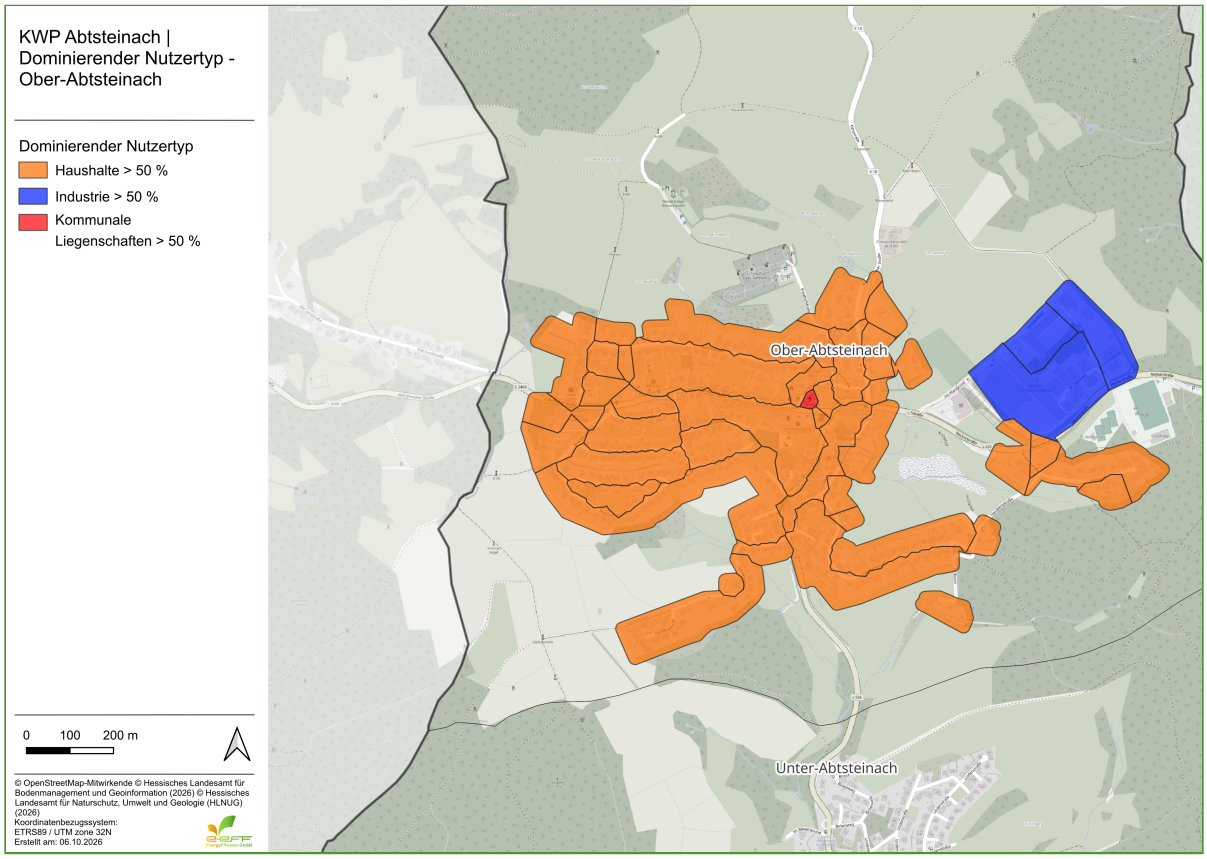


Abbildung Anhang 10: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Sektoren auf Baublockebene

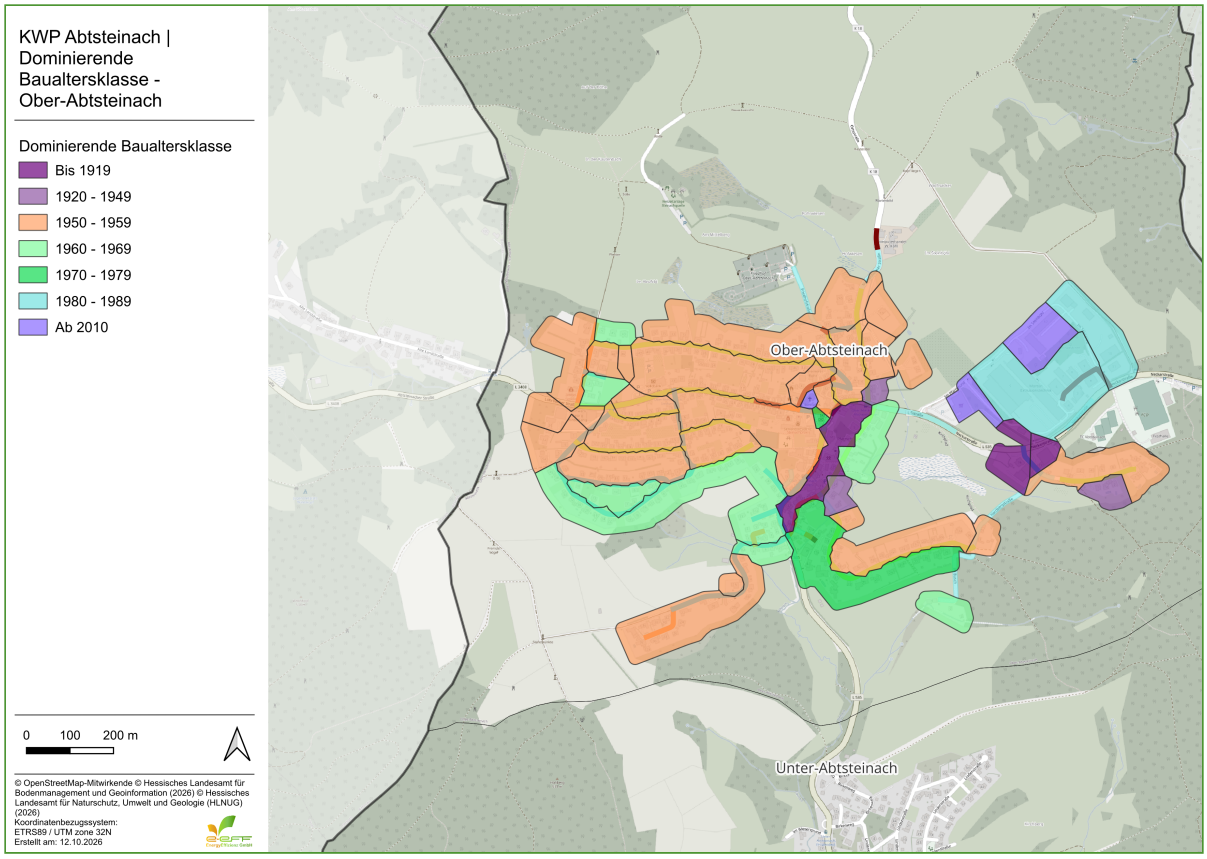


Abbildung Anhang 11: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Dominierende Baualtersklassen auf Baublockebene

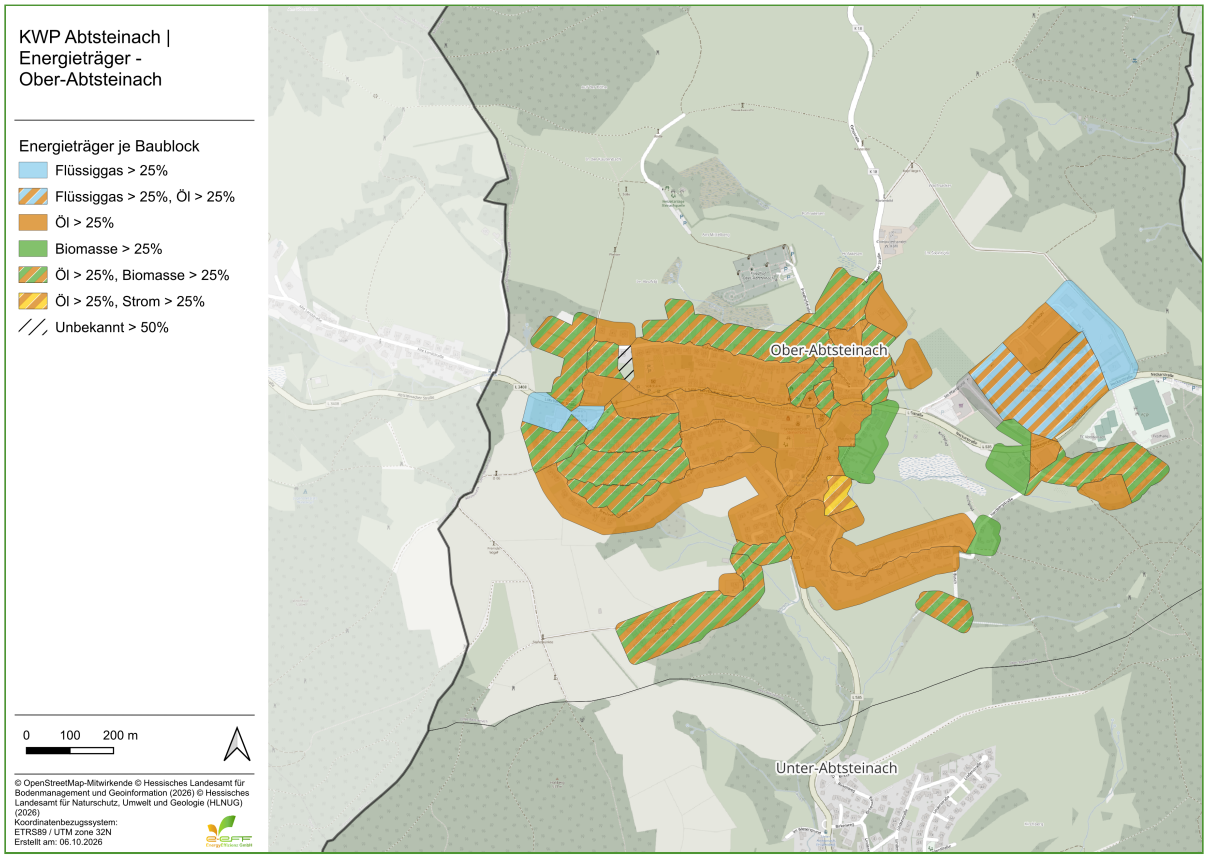


Abbildung Anhang 12: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Energieträger im Status quo auf Baublockebene

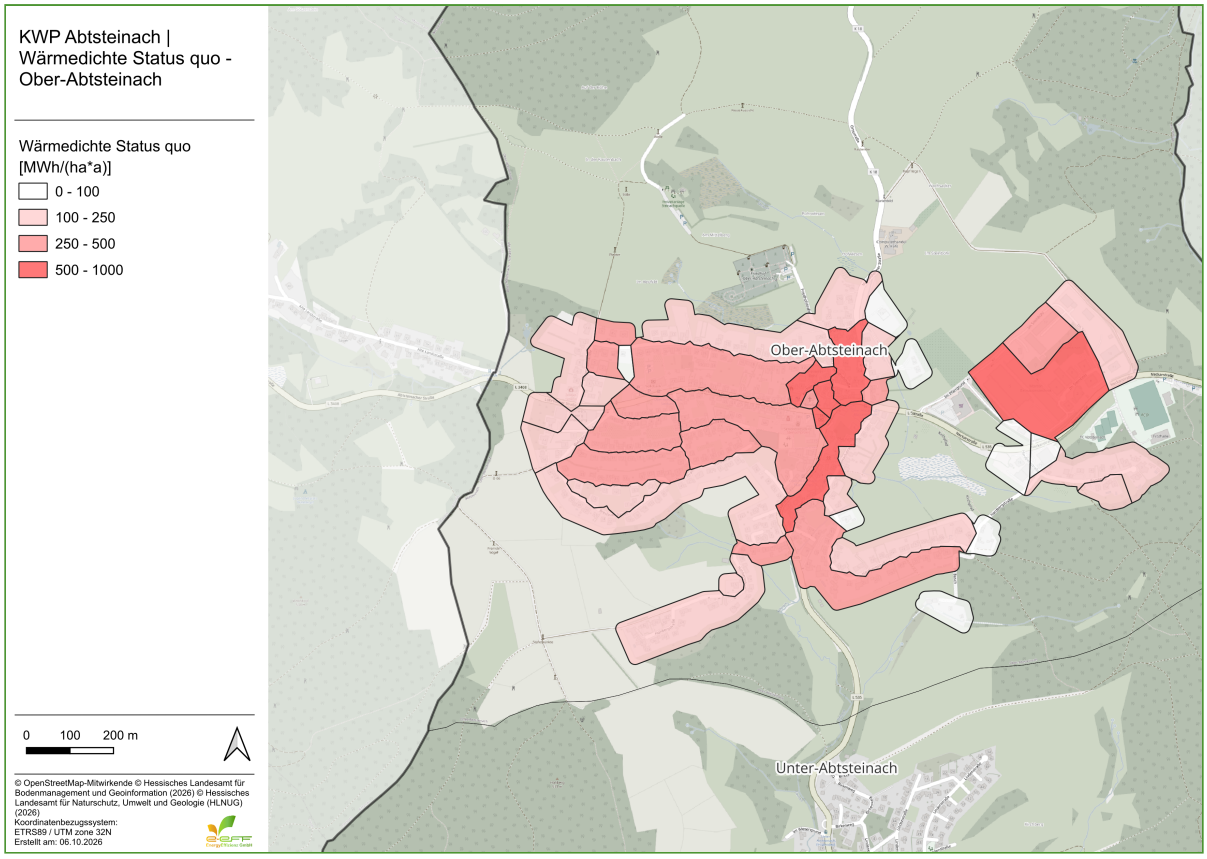


Abbildung Anhang 13: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Wärmedichte je Baublock im Status quo

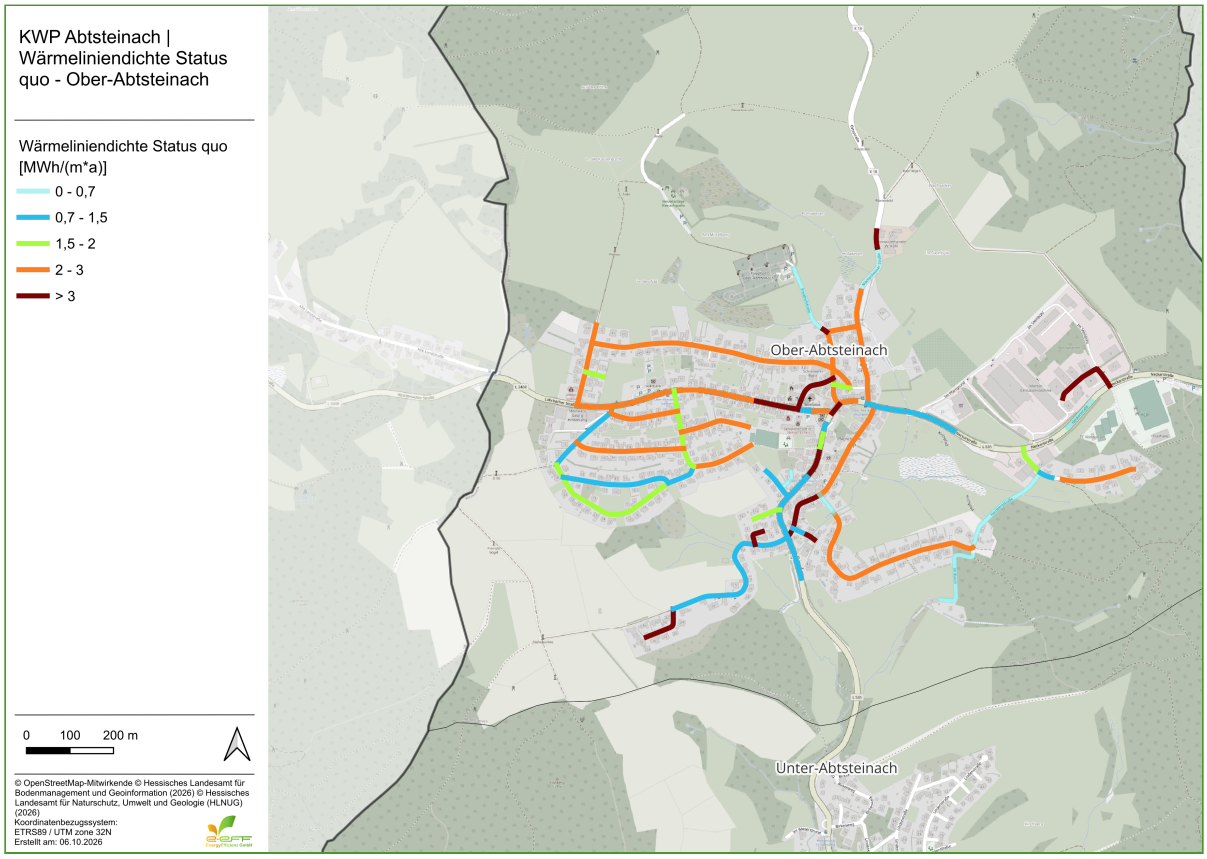


Abbildung Anhang 14: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Wärmeliniendichte im Status quo

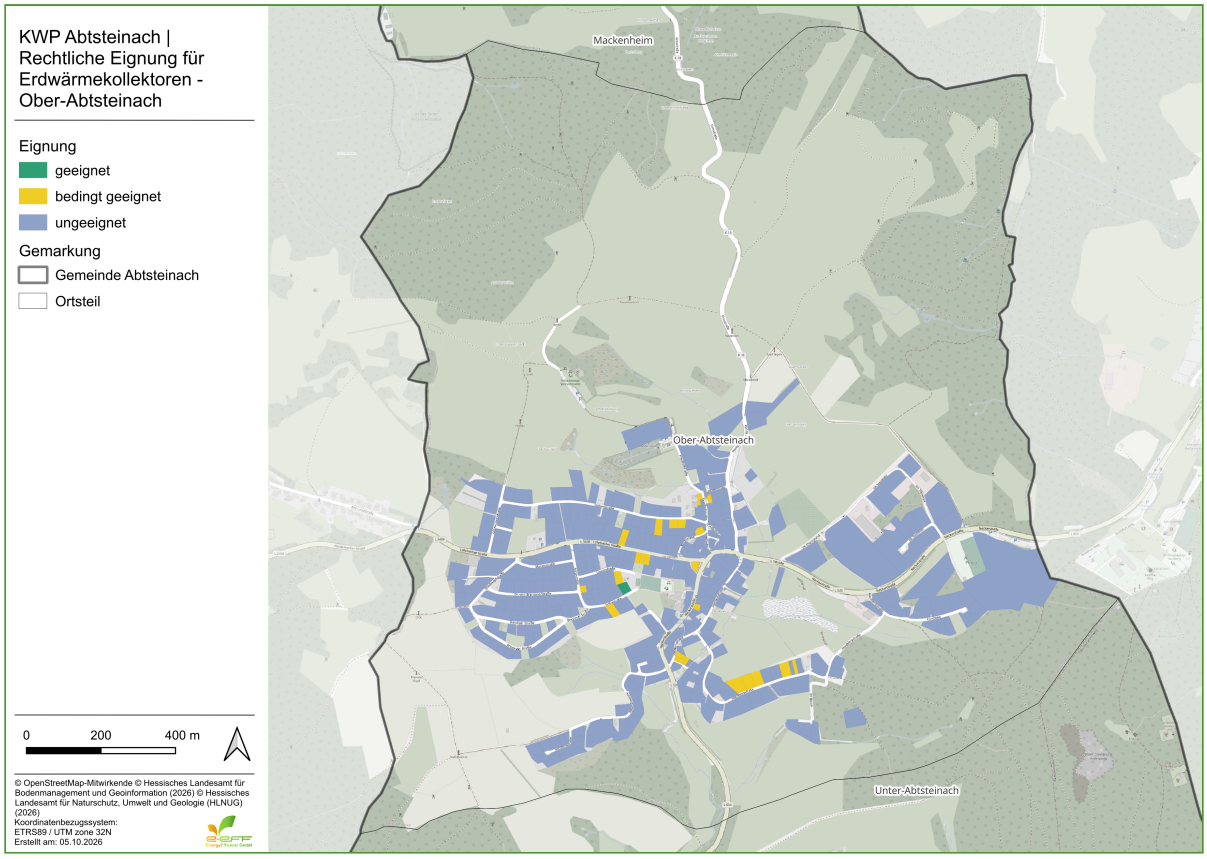


Abbildung Anhang 15: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

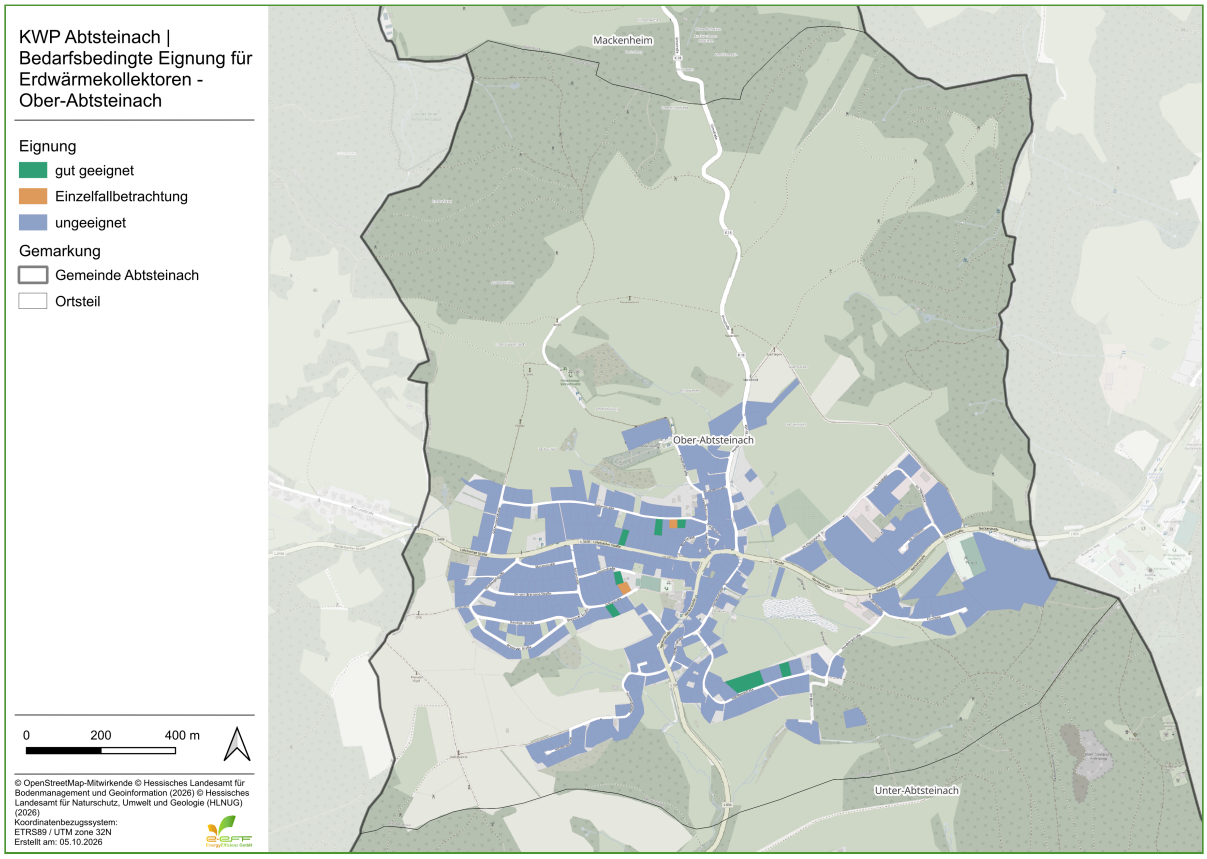


Abbildung Anhang 16: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

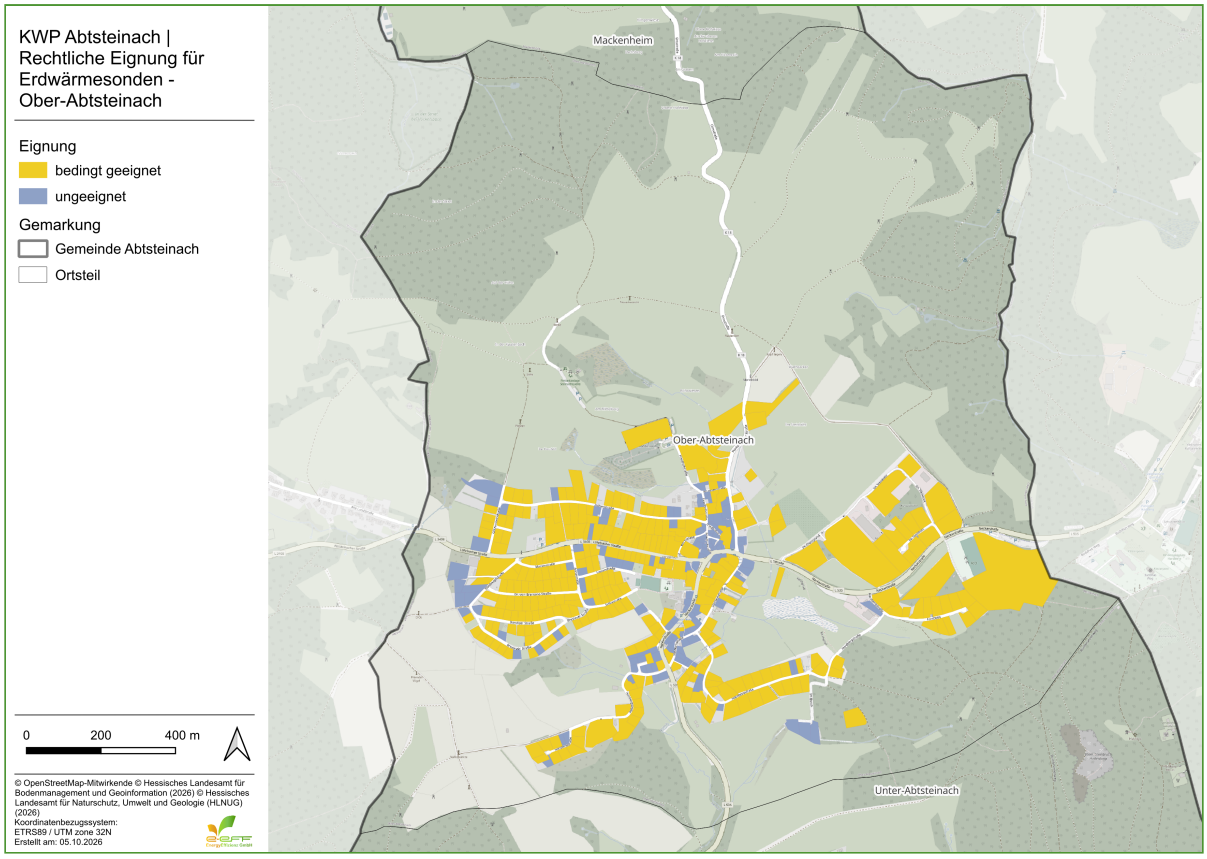


Abbildung Anhang 17: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

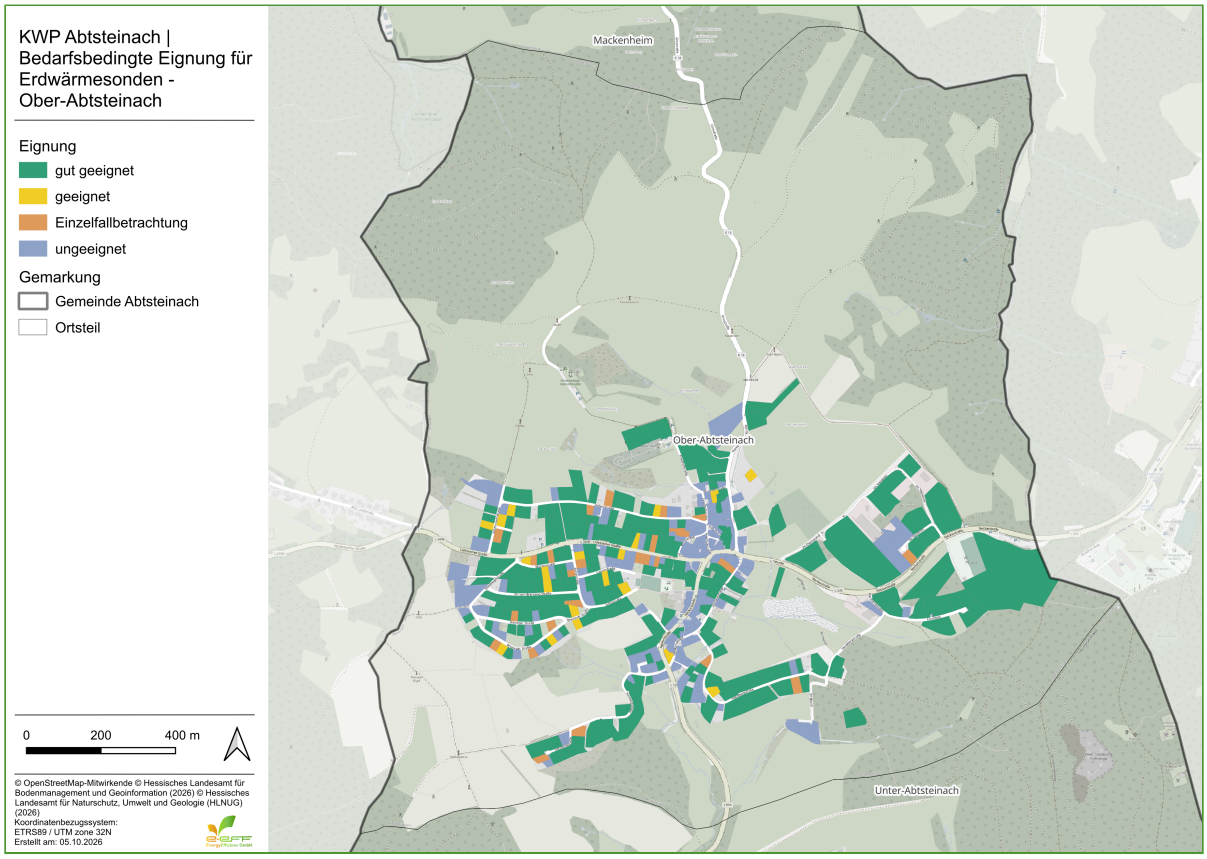


Abbildung Anhang 18: Ortsteil Ober-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

Anhang D: Unter-Abtsteinach

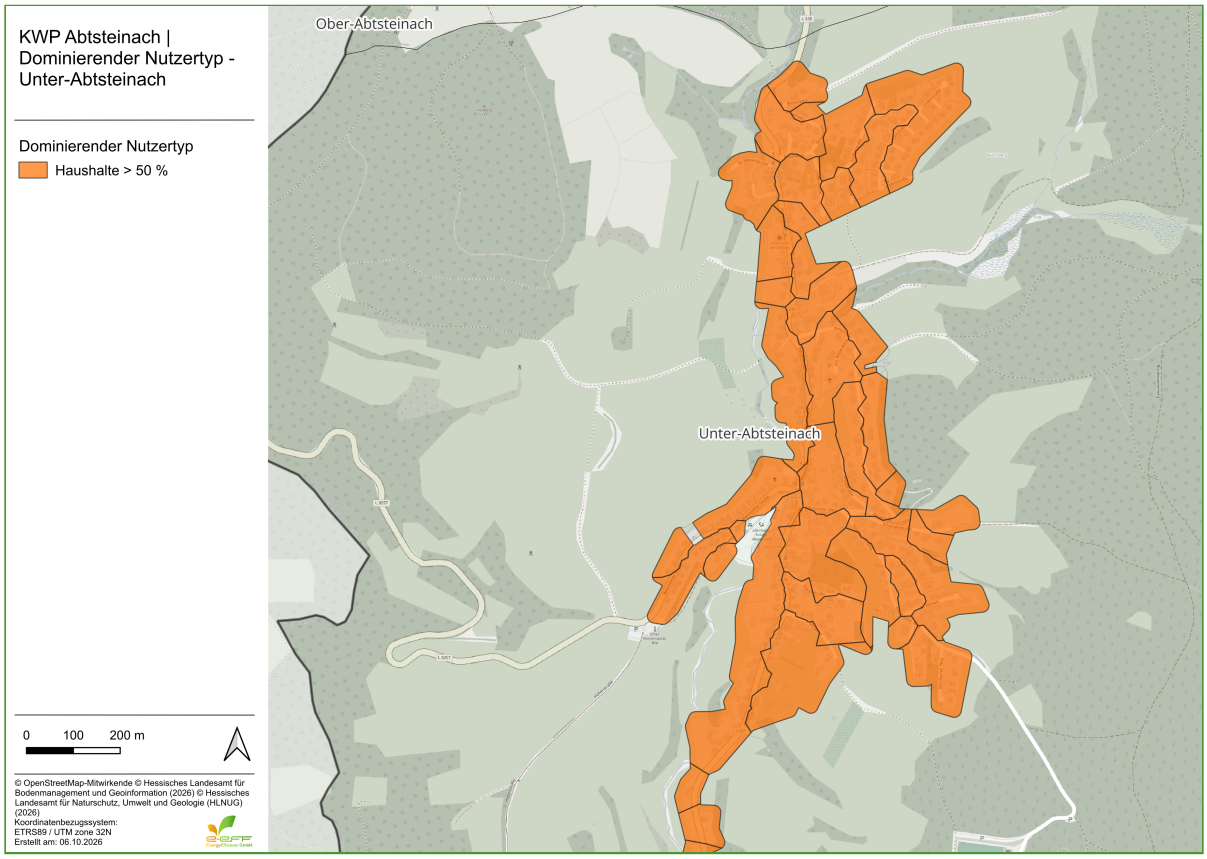


Abbildung Anhang 19: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Dominierende Sektoren auf Baublockebene

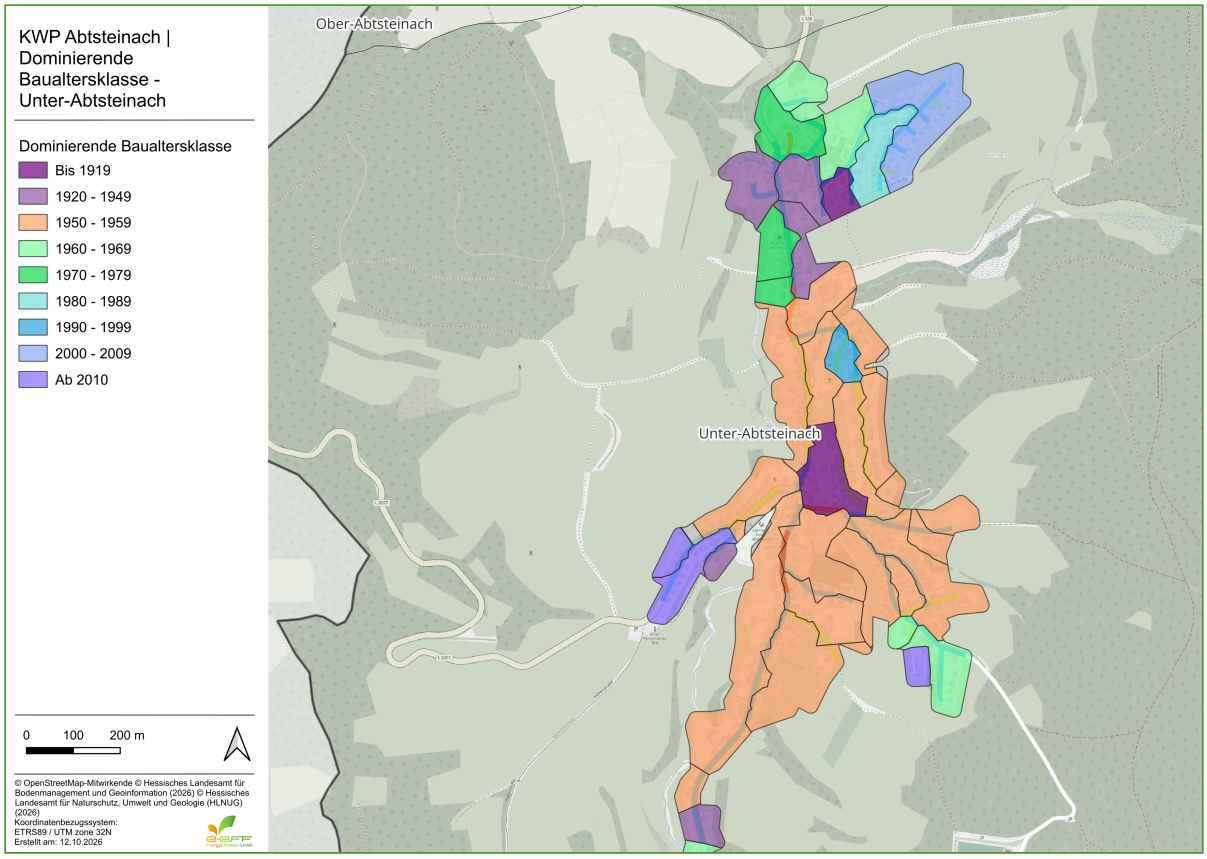


Abbildung Anhang 20: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Dominierende Baualtersklassen auf Baublockebene

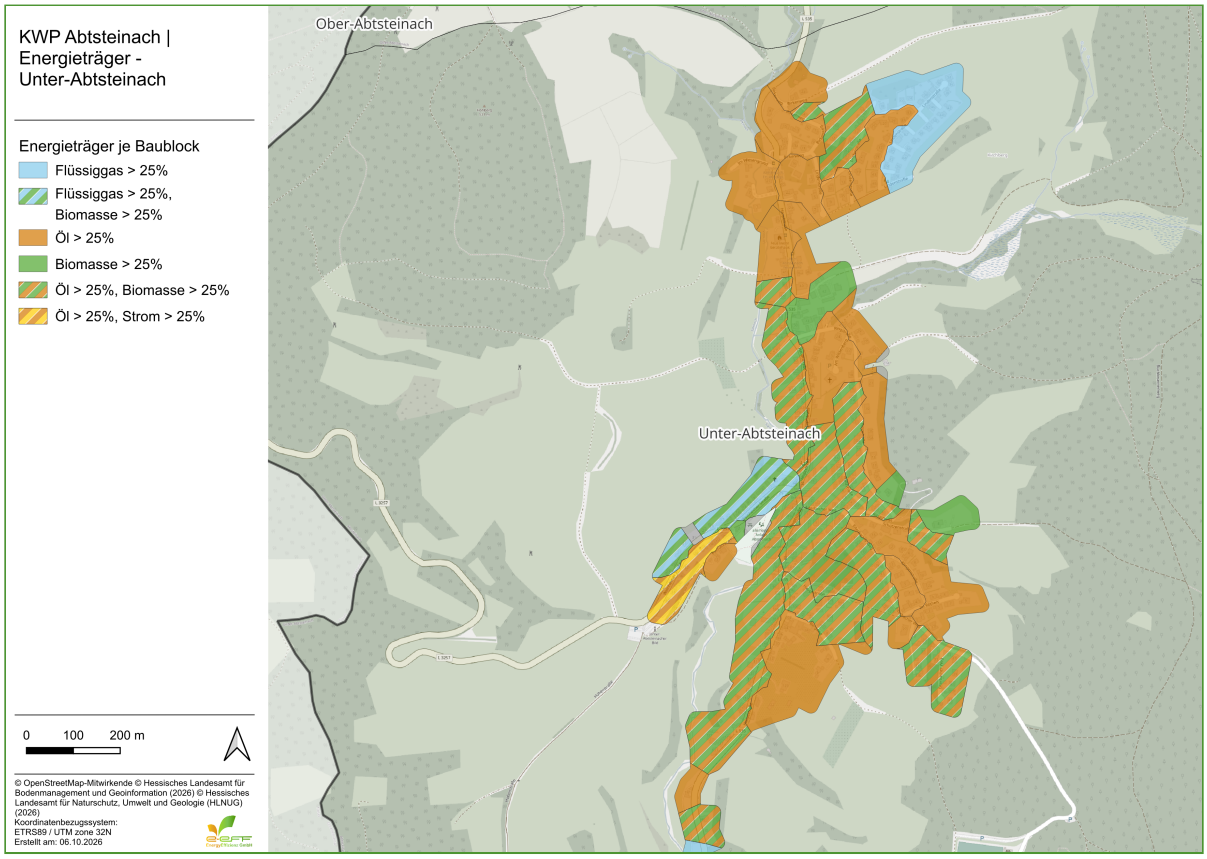


Abbildung Anhang 21: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Energieträger im Status quo auf Baublockebene

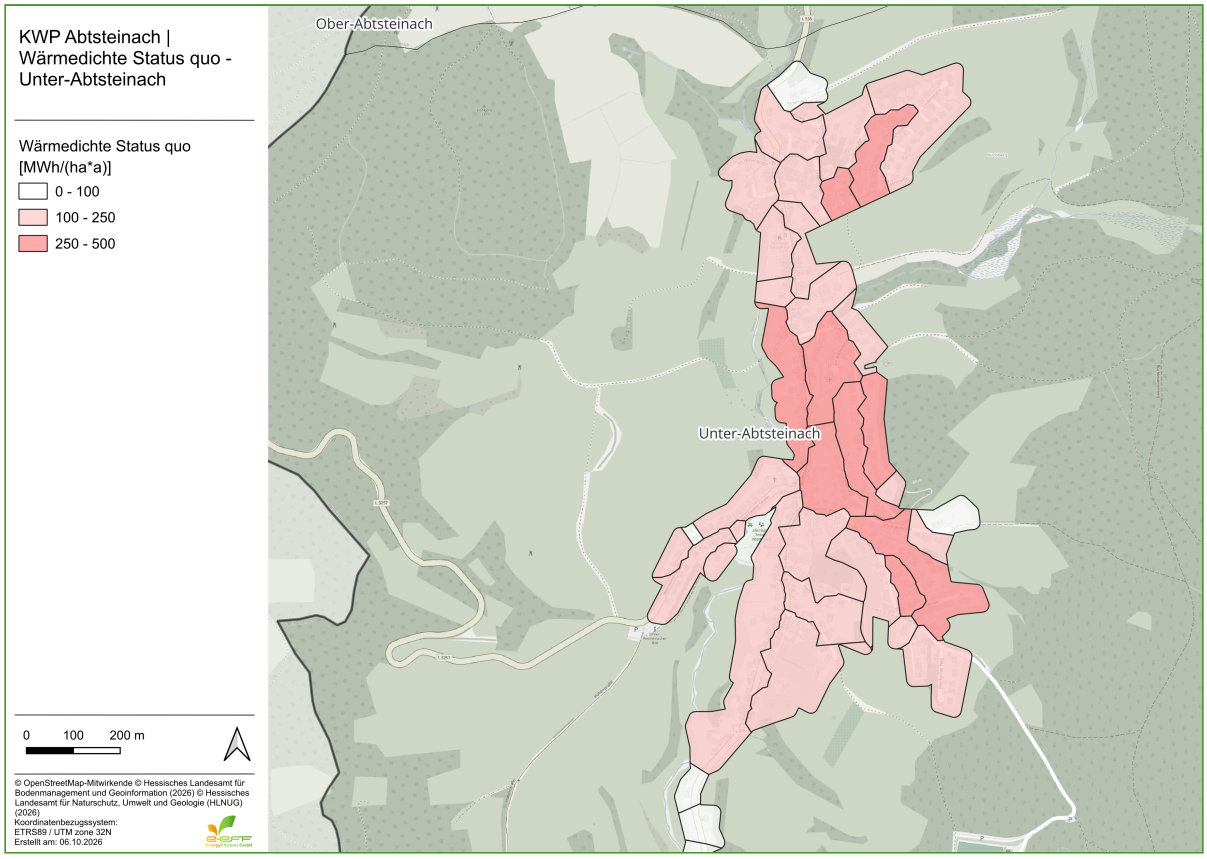


Abbildung Anhang 22: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Wärmedichte je Baublock im Status quo

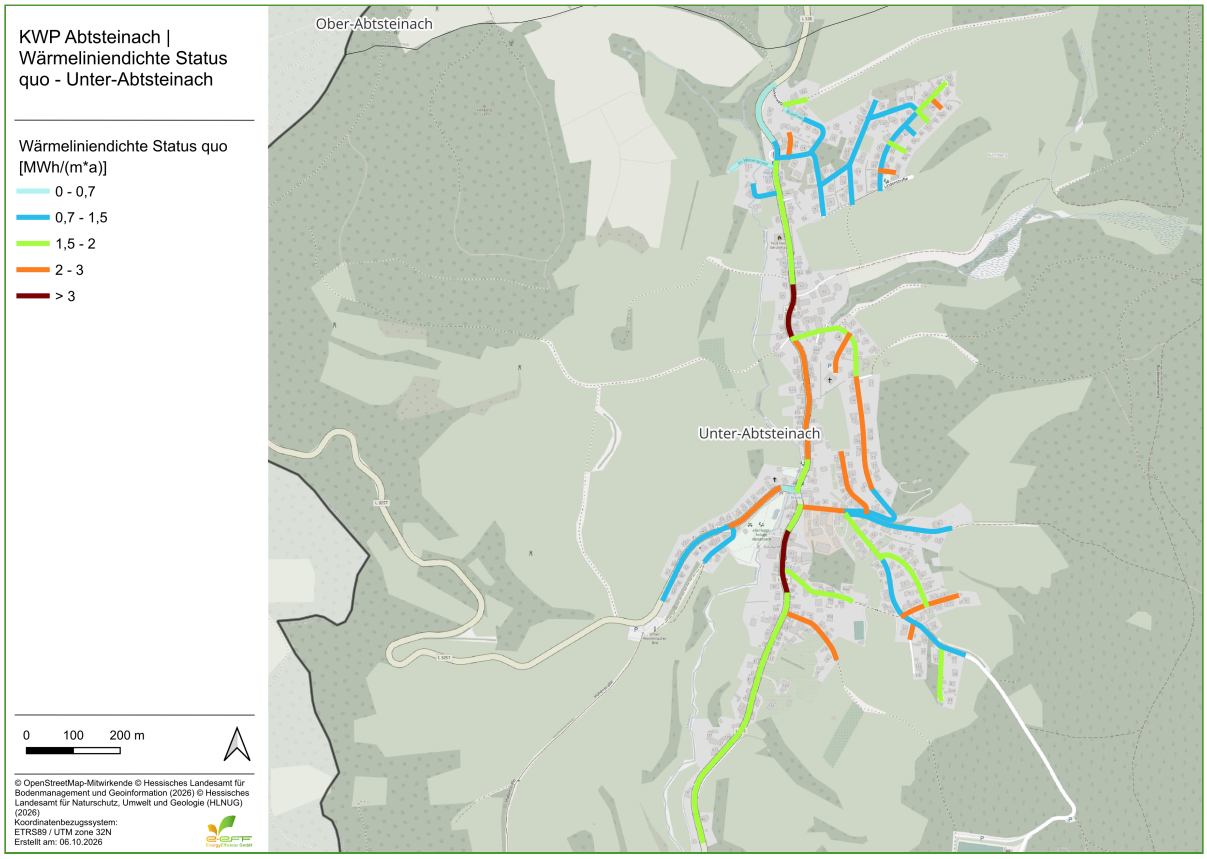


Abbildung Anhang 23: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Wärmeliniendichte im Status quo

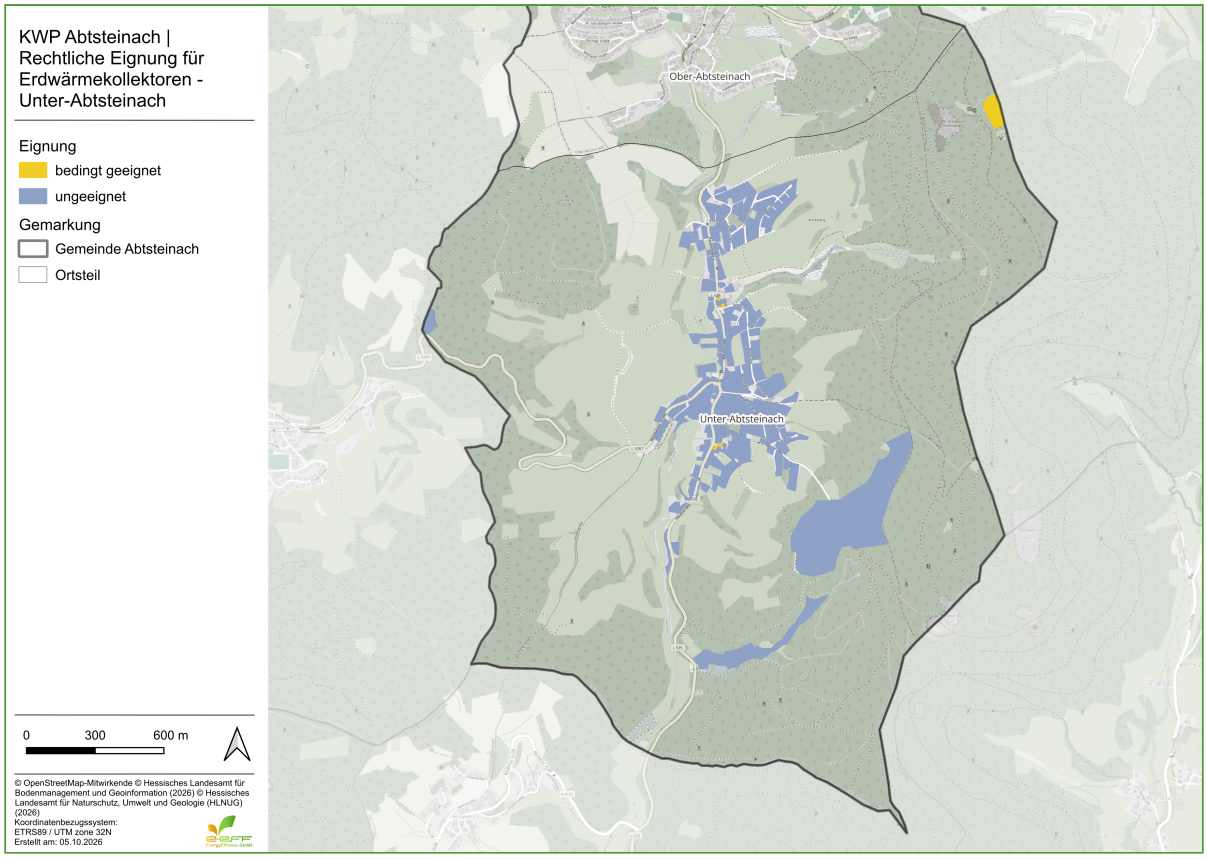


Abbildung Anhang 24: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

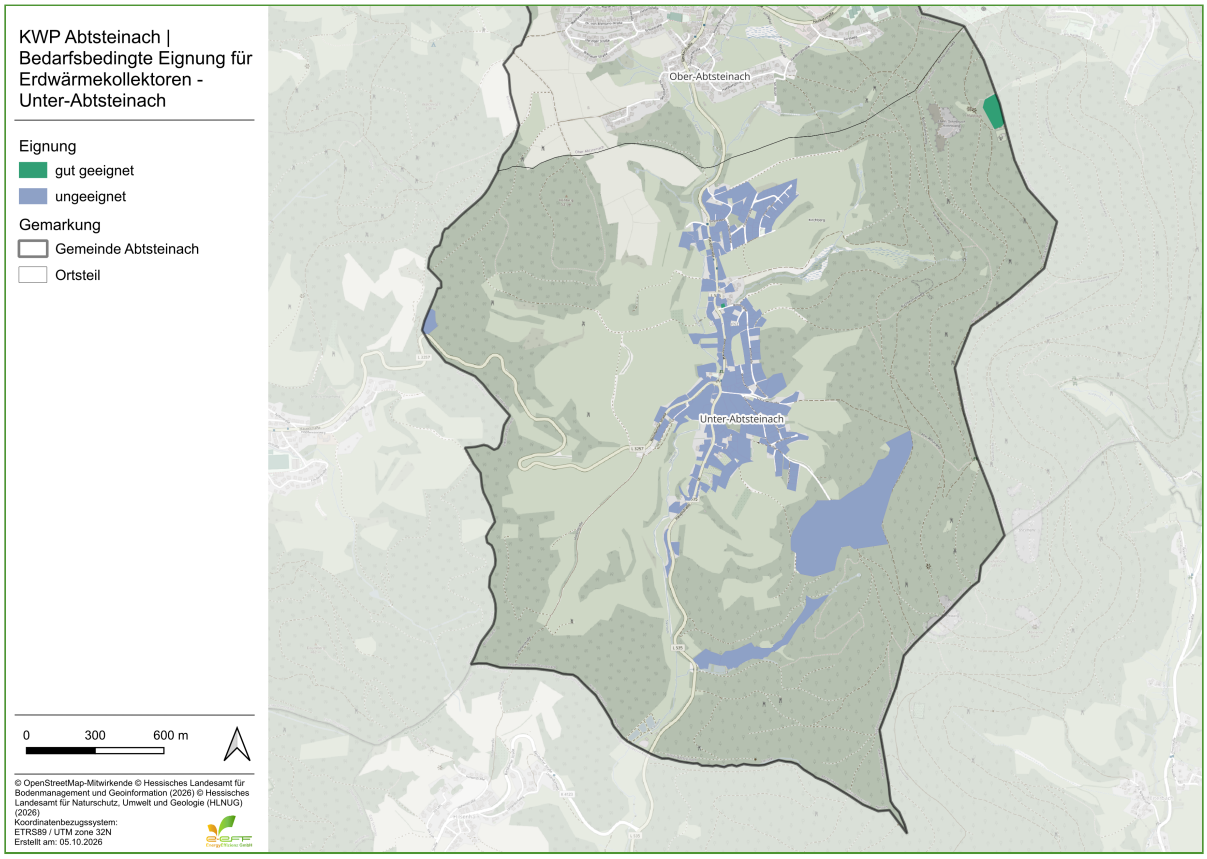


Abbildung Anhang 25: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

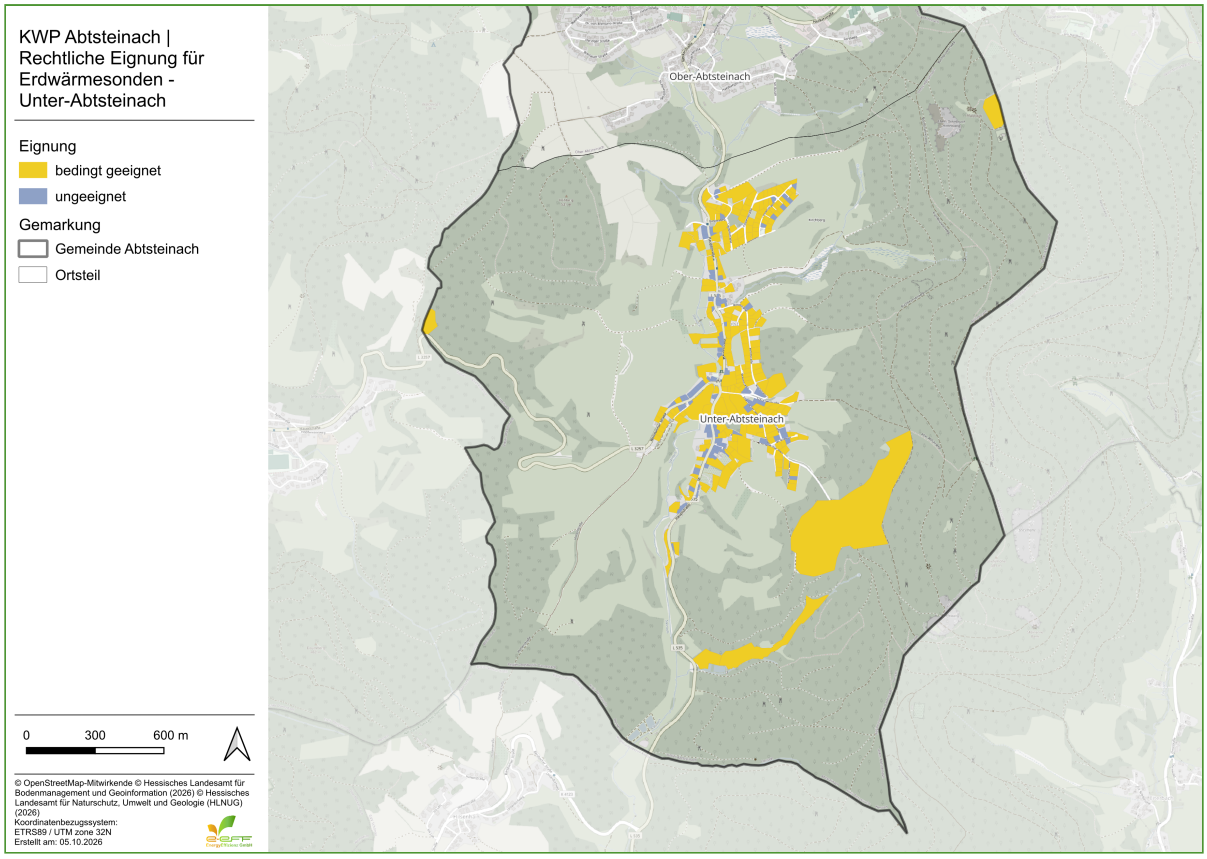


Abbildung Anhang 26: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

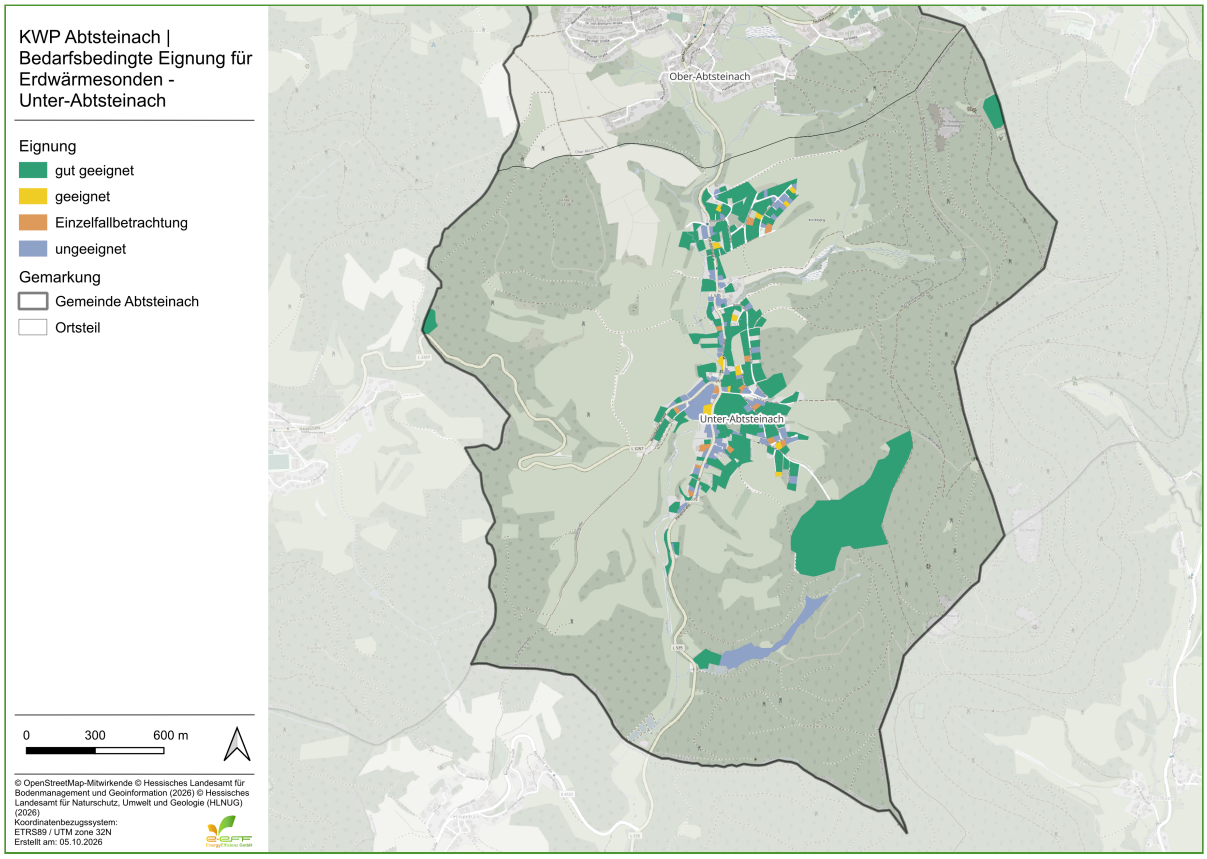


Abbildung Anhang 27: Ortsteil Unter-Abtsteinach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene