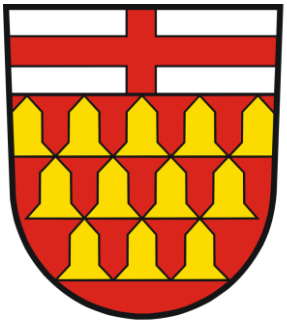

Kommunale Wärmeplanung Stadt Wadern

Zwischenbericht

Wadern/Lampertheim, 7. April 2025

EnergyEffizienz GmbH

Impressum

Auftraggeberin:

Stadt Wadern
Marktplatz 13
66687 Wadern
Telefon: 06871 507 511
E-Mail: mschnur@wadern.de
Web: www.wadern.de

Ansprechpartner:
Manuel Schnur
Klimaschutzmanager der Stadt Wadern

Auftragnehmerin:

EnergyEffizienz GmbH
Gaußstraße 29a
68623 Lampertheim
Telefon: 06206 30312718
E-Mail: a.juettner@e-eff.de
Web: www.e-eff.de

Projektleitung:
Anne Jüttner, Dipl.-Ing.

Projektteam:
Silvia Drohner, B.Sc.
Anne Jüttner, Dipl.-Ing.
Semen Pavlenko, M.A.
Romina Hafner, M.Sc.
Sophie Weisenbach, B.Eng.
Leonie Bremer, M.Sc.
Johanna Müggenborg, M.Sc.
Christopher Wild, M.Sc.
Daniel Leißner, M.Sc.

Gefördert durch die Nationale Klimaschutzinitiative

Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH
Stresemannstr. 69 - 71
10963 Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung 6
1.1. Hintergrund 6
1.2. Aufbau des Zwischenberichts 6
1.3. Zentrale Ergebnisse 7
2. Grundlagen 8
2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans 8
2.2. Datenerfassung / Methodik 9
2.2.1. Bestandsanalyse 9
2.2.2. Potenzialanalyse 10
2.3. Datenschutz 12
3. Bestandsanalyse 13
3.1. Gemeindestruktur 13
3.2. Gebäudenutzung 15
3.3. Baualtersklassen 16
3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur 18
3.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten 20
4. Potenzialanalyse 23
4.1. Senkung des Wärmebedarfs 24
4.1.1. Hinweise und Einschränkungen 24
4.1.2. Potenzial 25
4.2. Zentrale Potenziale (Wärme) 25
4.2.1. Biomasse 25
4.2.2. Solarthermie auf Freiflächen 30
4.2.3. Agrothermie 32
4.2.4. Oberflächennahe Gewässer 35
4.2.5. Tiefengeothermie 36
4.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe 38
4.2.7. Abwärme aus Abwasser 39
4.2.8. Grüner Wasserstoff 41
4.3. Dezentrale Potenziale (Wärme) 41
4.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen 41

4.3.2. Oberflächennahe Geothermie 42
4.3.3. Biomasse 47
4.3.4. Solarthermie auf Dachflächen 47
4.4. Strom-Potenziale 48
4.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen 48
4.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen 49
4.4.3. Agri-PV 51
4.4.4. Windkraft 53
Literaturverzeichnis 56
Tabellenverzeichnis 57
Abbildungsverzeichnis 58
Abkürzungsverzeichnis 62
Anhang A: Bardenbach 64
Anhang B: Büschfeld 68
Anhang C: Dagstuhl 72
Anhang D: Krettnich 76
Anhang E: Lockweiler 80
Anhang F: Löstertal 84
Anhang G: Morscholz 88
Anhang H: Noswendel 92
Anhang I: Nunkirchen 96
Anhang J: Steinberg 100
Anhang K: Wadern Kernstadt 104
Anhang L: Wadrilltal 108
Anhang M: Wedern 114
Anhang N: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen 118

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 mit 17,7 %[1] durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Damit im Wärmesektor die übergeordneten Klimaschutzziele erfüllt werden, sind weitreichende Maßnahmen zur Sicherstellung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Versorgung erforderlich.

Als wegweisende Maßnahme 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 Klimaneutralität bis 2045 entscheidend unterstützt werden. Vor Inkrafttreten des Bundesgesetzes konnte über die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) eine Förderung zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beantragt werden, bei der 100 % der Kosten förderfähig sind. Weiterhin unterstützt das Land Saarland die Stadt Wadern finanziell.

Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Wadern zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung eingestiegen. Im August 2023 hat die Stadtverwaltung einen Förderantrag zur Erarbeitung der Wärmeplanung über die Kommunalrichtlinie beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gestellt. Auf Basis einer öffentlichen Ausschreibung ist der EnergyEffizienz GmbH aus Lampertheim im südhessischen Landkreis Bergstraße der Zuschlag für die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Wadern erteilt worden.

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

1.2. Aufbau des Zwischenberichts

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

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der 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 Wadern (Bestandsanalyse).
- Kapitel 4 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in Wadern bestehen (Potenzialanalyse).

[1] UBA, 2024

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

1.3. Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in Wadern basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe ist, die dringenden Handlungsbedarf offenbart. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu etwa 78 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen und Gebäudeanzahl ausmacht. Mit 22 % der Heizungsanlagen, die älter als 30 Jahre sind, sowie insgesamt 52 % der Anlagen, die mindestens 20 Jahre alt sind, besteht absehbar ein erheblicher Sanierungsdruck. Dies verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, bietet jedoch auch eine wertvolle Gelegenheit, um nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungslösungen zu implementieren.

Die **Potenzialanalyse** hat ein größeres Potenzial für Agrothermie und Freiflächensolarthermie identifiziert. Diese Potenziale sollten genutzt und geeignete Flächen definiert werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen, landwirtschaftlich genutzte Flächen und dem Dach, das den Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung weiter genutzt werden kann. In der Analyse identifizierte Abwärmequellen aus Industrieprozessen sollten möglichst weiter untersucht und erschlossen werden.

2. Grundlagen

2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans

Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung gemäß Leitfaden der KEA-BW in **vier Hauptphasen:**

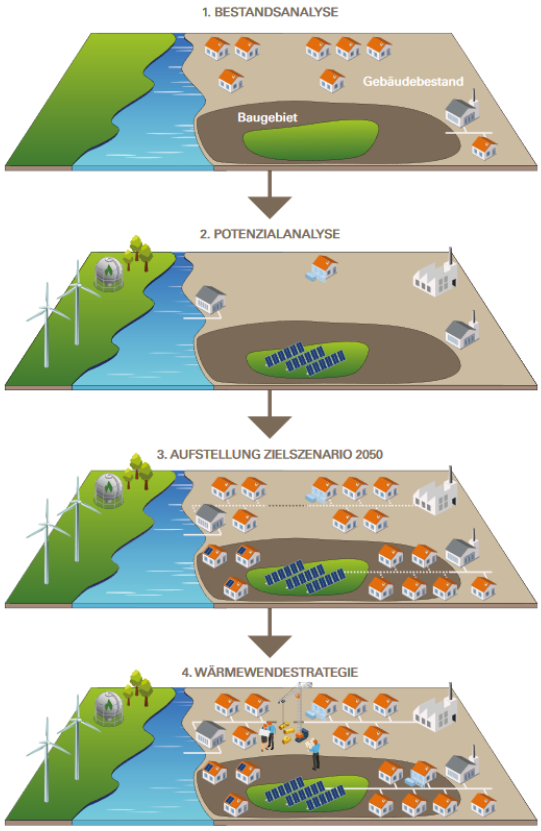

Abbildung 1 Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)

1. **Bestandsanalyse**
   Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und 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 klimaneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der in Phase 2 ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030, 2035,

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

4. **Wärmewendestrategie**
   Formulierung eines Transformationspfads zum Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen sollen spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere eingehen. Insbesondere sollen der Pfad 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 klimaneutrale Wärmeversorgung führen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen sowie Vertreterinnen und Vertreter 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-Prinzips. Dazu wurden zu dem Bestand verschiedene Basisdaten ermittelt. Mit eingeflossen sind dabei GIS-Basisdaten der Stadt Wadern sowie LoD2-Daten des Landes Saarland, Schornsteinfegerdaten (straßenzugsweise geclustert), Verbrauchsangaben der Netzbetreiber (nach Wärmeplanungsgesetz), Openstreetmap, sowie die Daten des Zensus2022 (Baualtersklassen in Clustern von 100x100 Metern). Zusätzlich wurden lizensierte Daten der infas 360 GmbH zur Gebäudenutzung, zur Gebäudegrundfläche sowie zum Gebäudealter verwendet.

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

Daraus ableitbar sind unter anderem

- Beheizte Wohn- und Gewerbefläche
- Spezifische Wärmemenge (kWh/m^2)
- Aktuelle Versorgungsstruktur

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

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

2.2.2. Potenzialanalyse

Das Potenzial im Gebäudebereich wird mit Hilfe eines Transformationspfades beschrieben. Dazu werden ausgehend von der Wärmemenge im Status quo Sanierungsraten für die Jahre bis 2045 zugrunde gelegt. Diese beschreiben den prozentualen Anteil der zu sanierenden Gebäuden und wurden dem Technikkatalog für Kommunale Wärmeplanung entnommen, der im Auftrag des BMWK und des BMWSB erarbeitet wurde (Anhang N). 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. Für den Wasserschutz bestehen auf der Gemarkung der Stadt Wadern Schutzgebiete. Auch die Topografie kann für Flächenpotenziale eine Restriktion darstellen.

Potenzialflächen für erneuerbare Energien (Solar, Wind, Geothermie, Biomasse) können da identifiziert

werden, wo keine Restriktionen der Flächennutzung entgegenstehen. Bei der Standortbeurteilung wird zwischen harten und weichen Restriktionen unterschieden. Wobei harte Restriktionen eine Nutzung der Fläche mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließen und weiche Restriktionen einer Beurteilung im Einzelfall bedürfen und bei denen mit Einschränkungen und/oder Auflagen zu rechnen ist. Die Standortbeurteilung ist je nach Betrachtungsgegenstand durch unterschiedliche Kriterien vorzunehmen. Die Kriterien werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

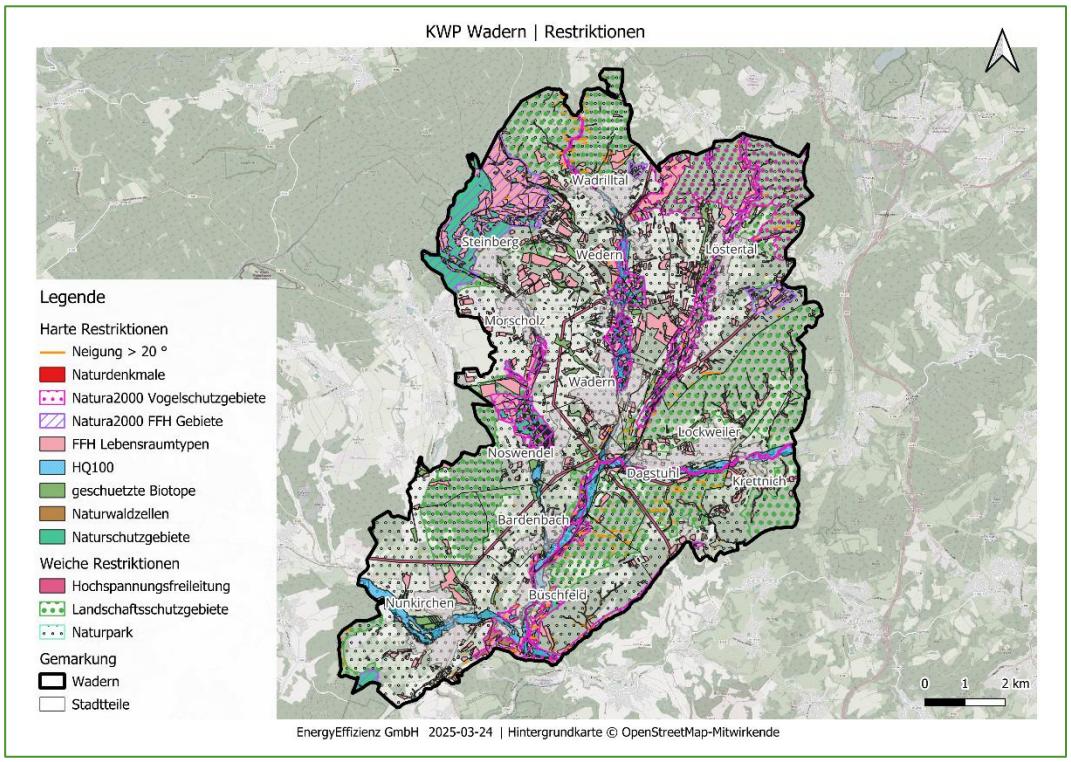

Abbildung 2: Naturschutz als restriktives Element

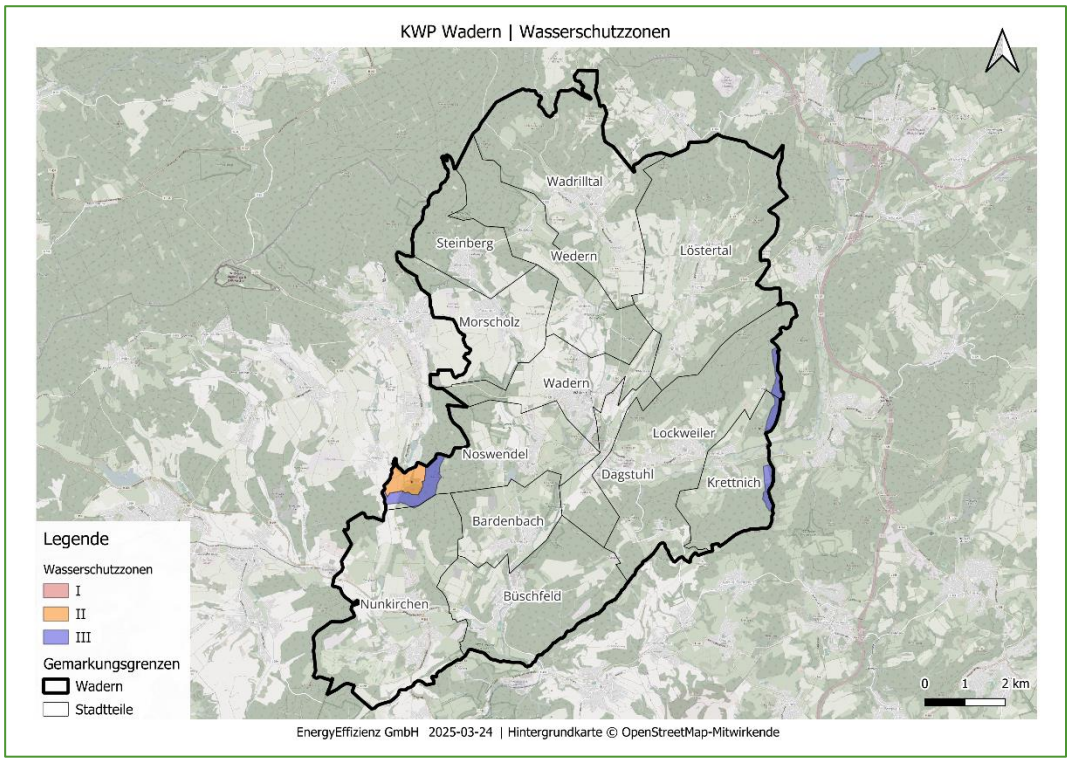

Abbildung 3: Wasserschutzgebiete in der Gemarkung

2.3. Datenschutz

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

3. Bestandsanalyse

Die Analyse beschränkt sich auf die Aspekte, die sowohl für die energetische Beschreibung des Ist-Zustandes als auch für die künftigen energetischen Entwicklungen notwendig sind. Für die Abbildung des Ist-Zustandes wird das Bilanzierungsjahr 2022 verwendet. Das Plangebiet wird in sinnvolle Untersuchungsteilräume zergliedert, die künftig unterschiedliche Entwicklungen aufgrund des Ist-Zustands durchlaufen könnten. Für Wadern bietet sich die Stadtstruktur mit ihren Stadtteilen als Betrachtungseinheit an. Die Gebäudenutzungstypen, die Baualtersklassen sowie die Versorgungs- und Beheizungsstruktur spielen eine zentrale Rolle bei der energetischen Auswertung. Als Ergebnisse der Bestandsanalyse werden die Wärmedichten und Wärmeliniendichten in Karten dargestellt.

3.1. Gemeindestruktur

Die Stadt Wadern wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entsprechend ihren Stadtteilen analysiert. Die Stadtteile bilden bereits sinnvolle Teilgebiete ab und ermöglichen eine effiziente Bearbeitung. Die Teilgebiete werden nach der Analyse zusätzlich zusammengefasst. Die Stadtteile sind:

- Bardenbach
- Büschfeld
- Dagstuhl
- Krettnich
- Lockweiler
- Löstertal
- Morscholz
- Noswendel
- Nunkirchen
- Steinberg
- Wadern
- Wadrilltal
- Wedern

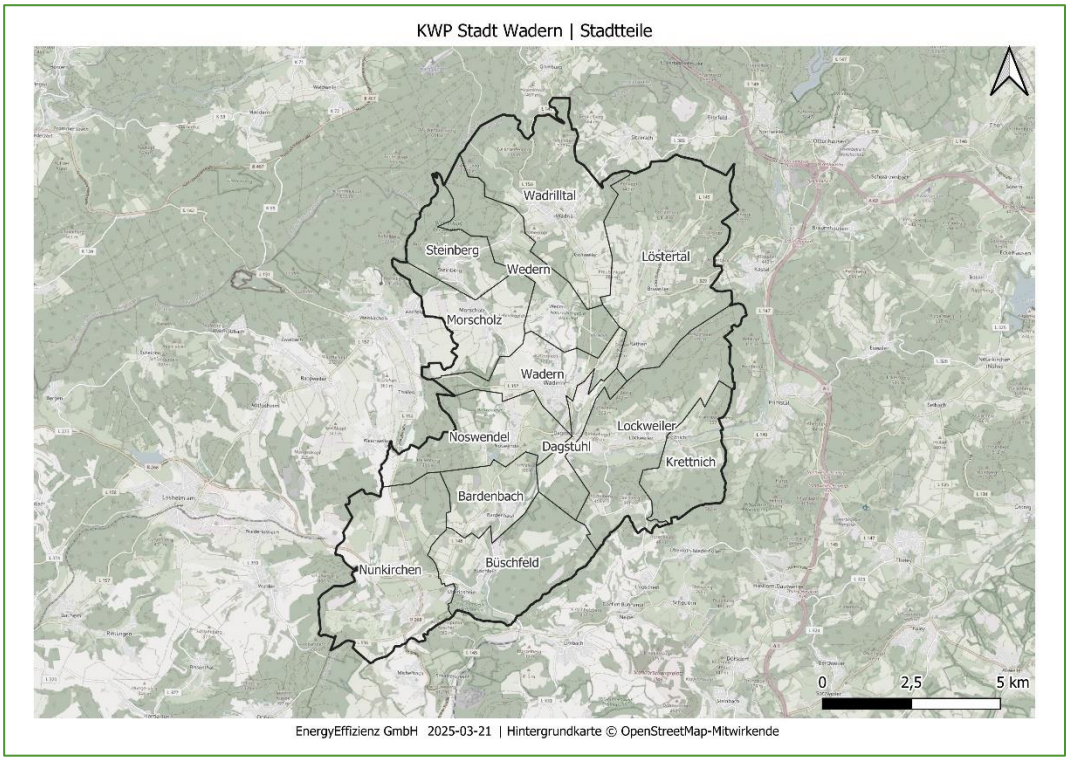

Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung Wadern

Die Stadtteile unterscheiden sich zum Teil stark in ihrer Charakteristik und werden im Folgenden genauer untersucht. Die Kernstadt von Wadern weist einen größeren Anteil an Gewerbe und Industrie auf, während die anderen Stadtteile hauptsächlich von Wohnnutzung geprägt sind.

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

Stadtteil	Fläche	Einwohnerzahl
Bardenbach	453 ha	898
Büschfeld	966 ha	1.217
Dagstuhl	329 ha	321
Krettnich	559 ha	531
Lockweiler	1.336 ha	1.473
Löstertal	1626 ha	1.282
Morscholz	636 ha	900
Noswendel	730 ha	1.197
Nunkirchen	1.344 ha	2.563
Steinberg	463 ha	954
Wadern	567 ha	2.355
Wadrilltal	1.635 ha	2.024
Wedern	236 ha	236
Stadt Wadern	**11.117 ha**	**15.951**

3.2. Gebäudenutzung

Im gesamten Plangebiet werden 86 % der Gebäude zu Wohnzwecken genutzt. Kommunale Gebäude spielen mit insgesamt 2 % eine geringere Rolle. Bezogen auf die beheizte Fläche zeigt sich eine Abweichung zur Verteilung nach Anzahl, da Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie die Industrie in Wadern stark vertreten sind. Zusammen nehmen sie 30 % der beheizten Fläche ein. Die Verteilung wird in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt.

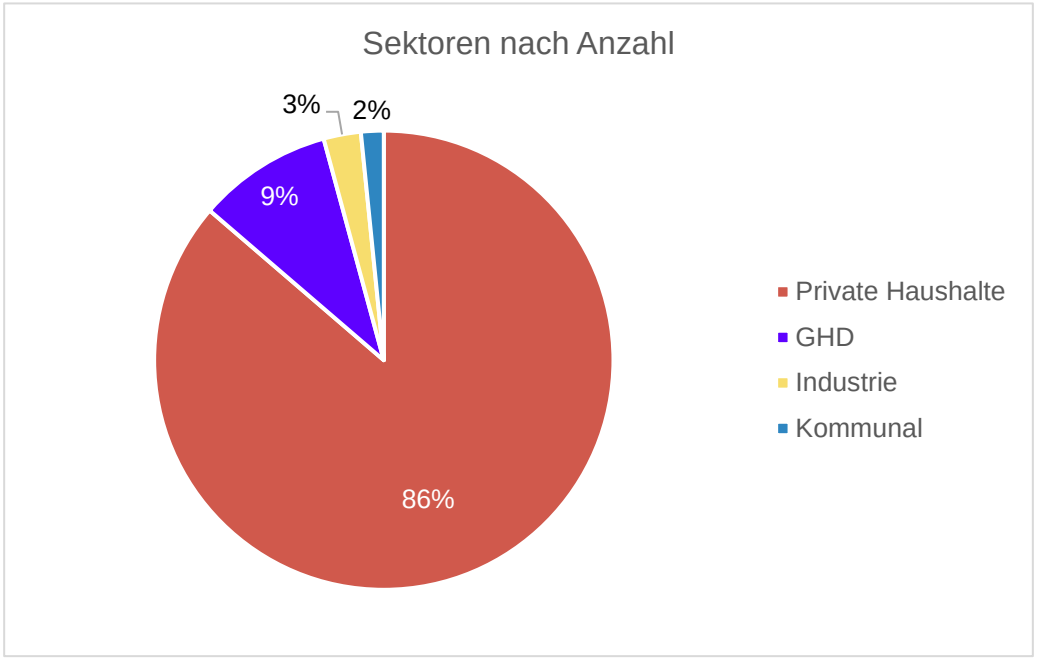

Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Anzahl)

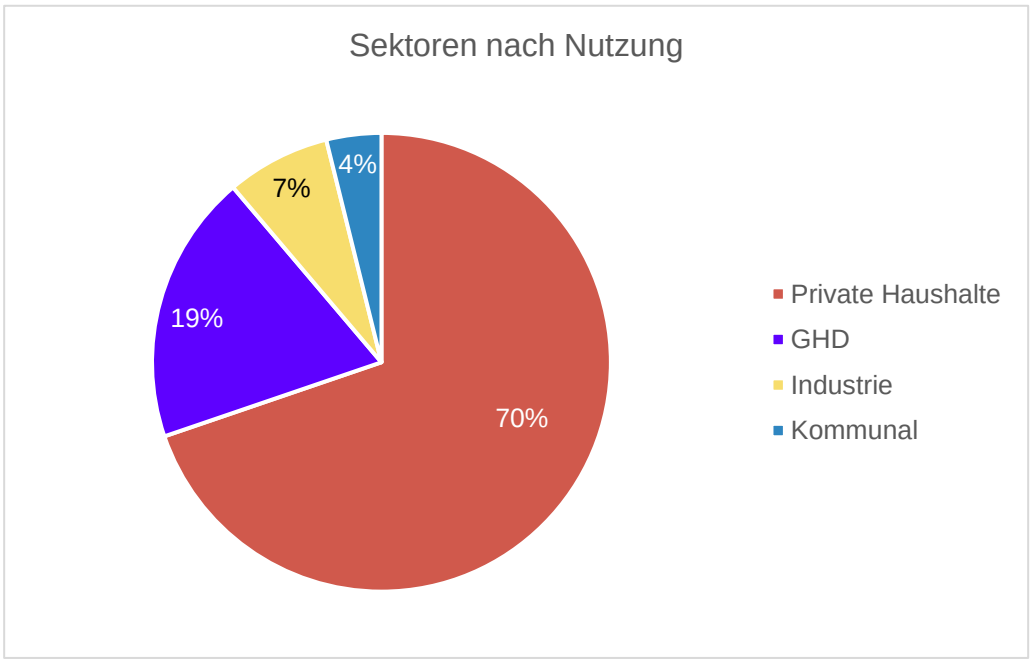

Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (beheizte Fläche)

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

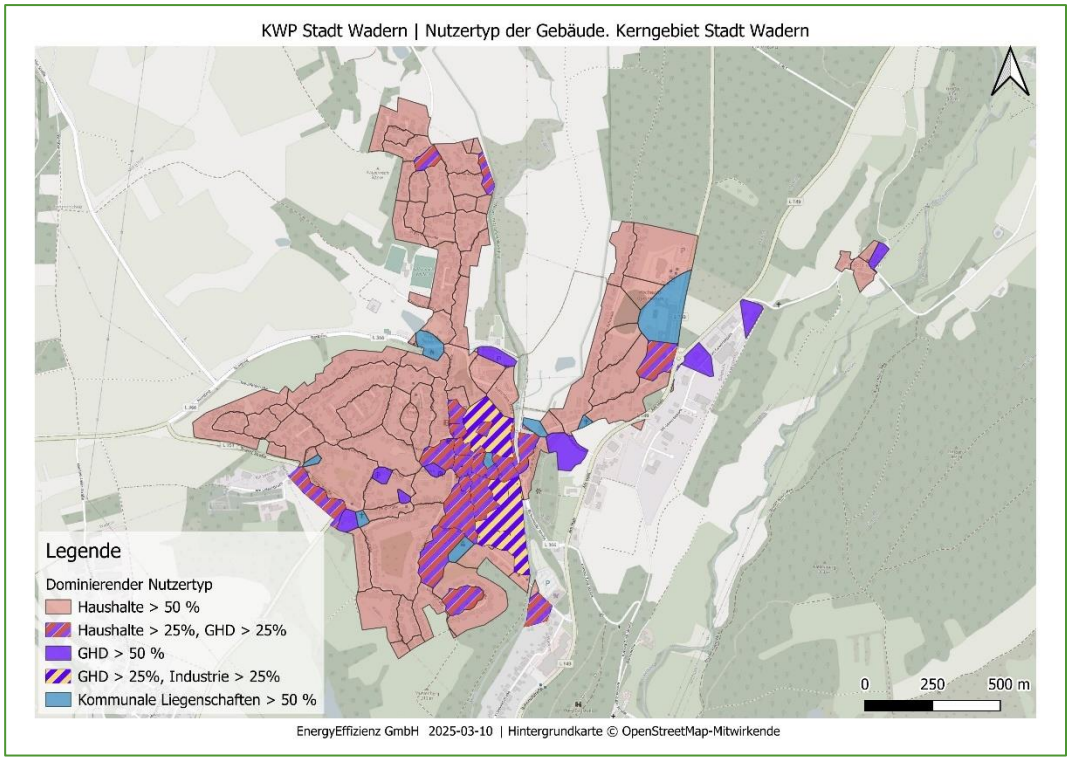

Abbildung 7: Stadtteil Wadern: Dominierender Sektor

3.3. Baualtersklassen

Im gesamten Plangebiet dominieren Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet worden sind. Diese Gebäude verfügen in der Regel über ein hohes Einsparpotenzial durch Hüllsanierungen. Ab dem Jahr 1995 wurden nur noch wenige Gebäude errichtet. Die Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Baualtersklassen. Die Baualtersklassen basieren auf den Daten des Zensus 2022 sowie den lizensierten Daten der infas 360 GmbH.

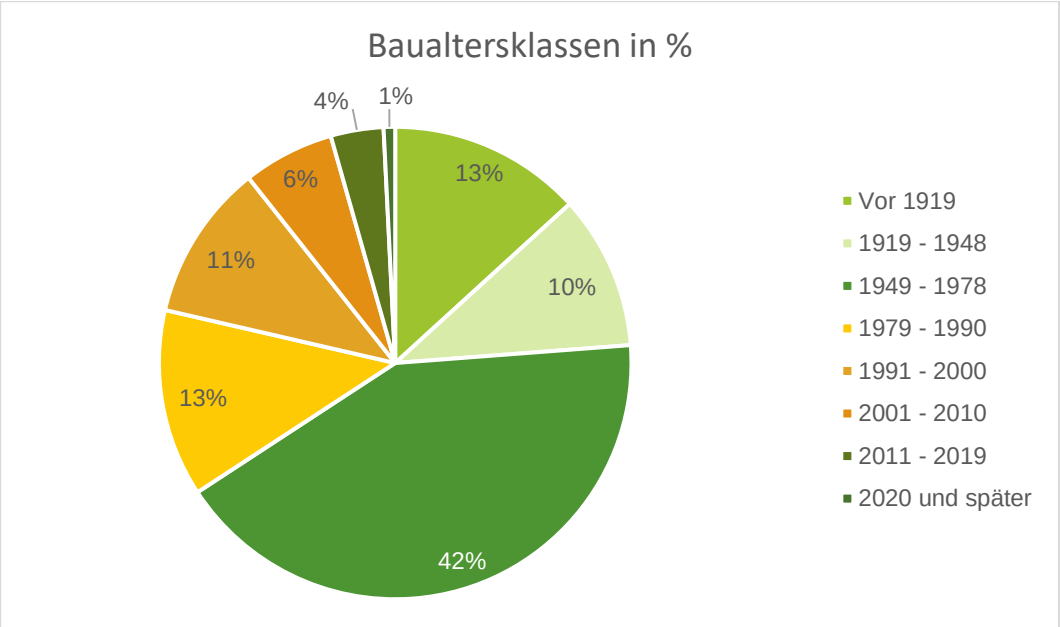

Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH

Die Abbildung 9 zeigt beispielhaft die dominierende Baualtersklassen der Gebäude auf Baublockebene im Stadtteil Wadern. In den meisten Stadtteilen dominieren Gebäude, die nach dem Zweiten Weltkrieg erbaut wurden. Das weitere Wachstum erfolgte dann hauptsächlich in den 70er und 80er Jahren. Nur vereinzelte Gebiete in Wadern erlebten auch ab dem Jahr 2000 eine weitere Phase des Zubaus. Die Verteilungen der dominierenden Baualtersklassen je Baublock in den einzelnen Stadtteilen sind den Anhängen A bis M zu entnehmen.

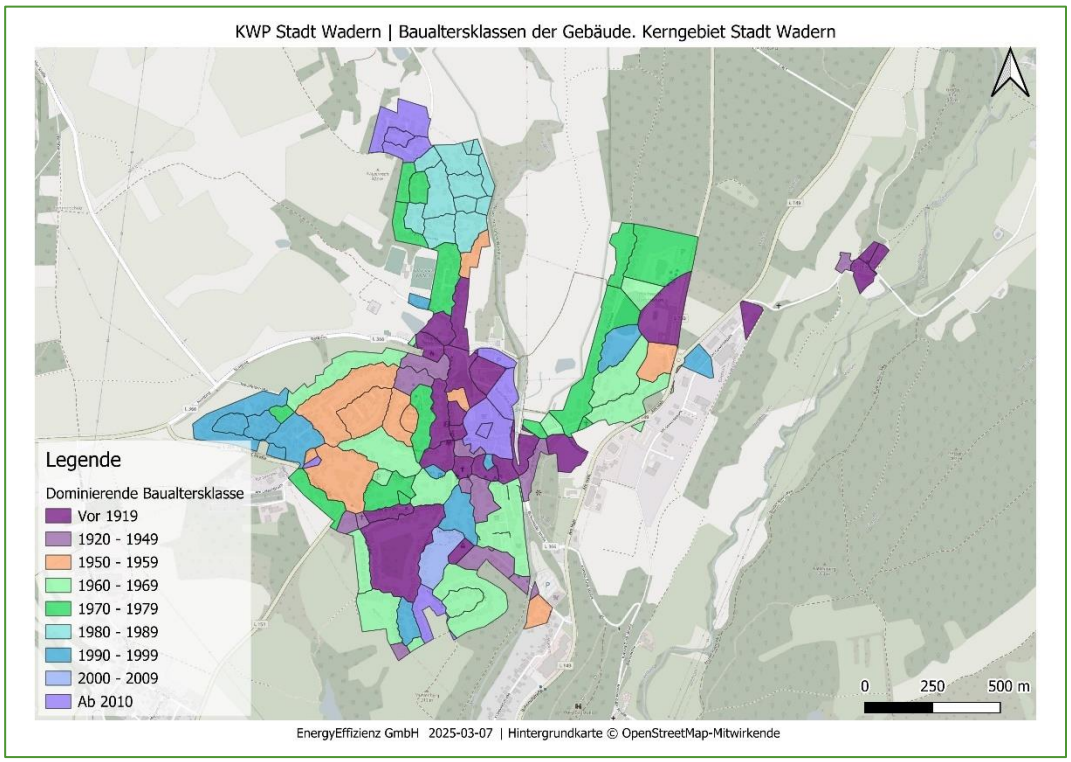

Abbildung 9: Stadtteil Wadern: Baualtersklassen

3.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

Die Stadt Wadern ist nur im Kernstadtgebiet an das Gasnetz angeschlossen. Die restlichen Stadtteile werden über Heizöl oder Biomasse versorgt. Zudem sind keine Bestandswärmenetze vorhanden.

In Abbildung 10 ist die Verteilung der Energieträger der Hauptheizungen in der Stadt Wadern dargestellt. In der Stadt dominiert Heizöl mit 67 %, gefolgt von dem leitungsgebundenen Energieträger Erdgas (11 %). Demnach wird das Untersuchungsgebiet im Status quo zu 78 % durch fossile Energieträger versorgt. Bei der Anzahl der installierten Heizungen nimmt die Biomasse einen Anteil von rund 11 % ein, während Strom (ohne Wärmepumpen) bei ca. 4 % der Hauptheizungen genutzt wird. 5 % der installierten Heizungen werden durch Solar- oder Geothermie und Wärmepumpe versorgt. Bei 3 % ist kein Energieträger bekannt.

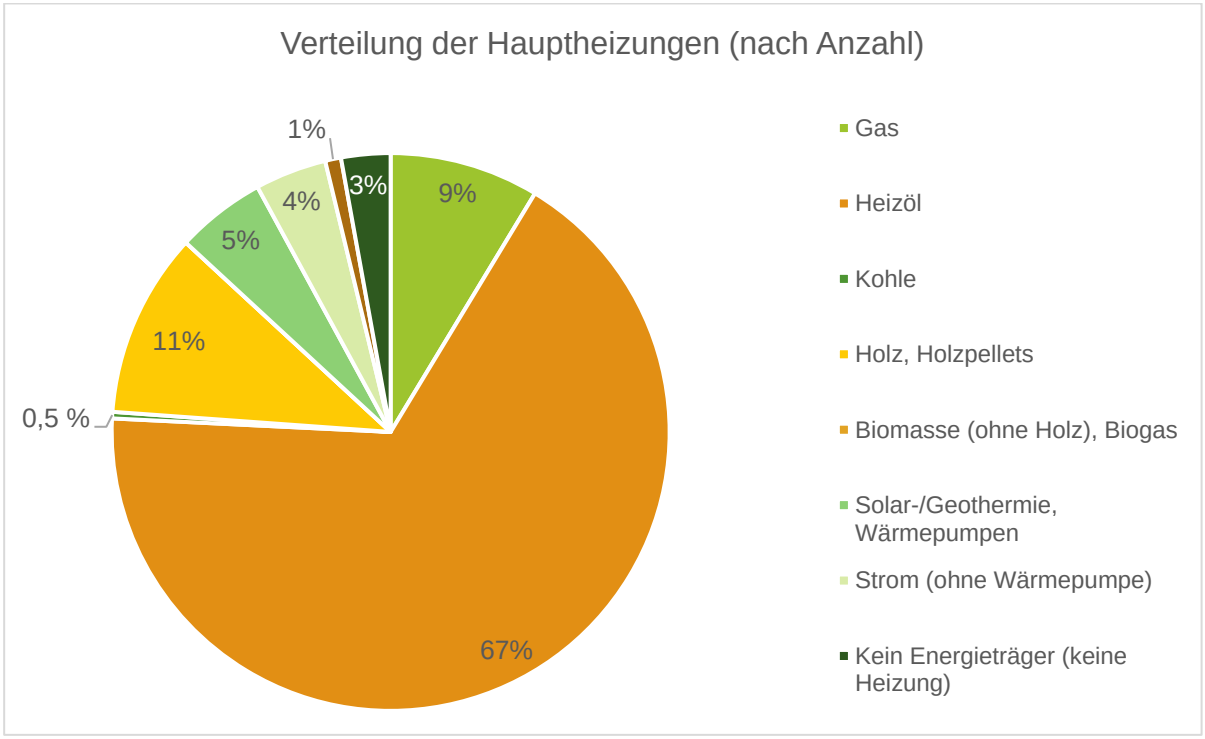

Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kehrbuchdaten, 2022

Die Abbildung 11 zeigt beispielhaft die Verteilung der Energieträger auf Baublockebene. In Anhang A bis Anhang M sind die Energieträger der Hauptheizungen der weiteren Stadtteile abgebildet. Sobald ein Heizungstyp mehr als 25 % Anteil am Energiemix im Baublock hat, wird er abgebildet. Das Kartenmaterial ist hilfreich, um den Entwicklungsstand der Stadtteile räumlich einzuschätzen und um den räumlichen Handlungsdruck in Planungen mit einzubeziehen. Flüssiggas ist in der Kartendarstellung Gas zugeordnet. Bis auf die Kernstadt dominiert in allen Stadtteilen der Energieträger Heizöl. In einzelnen Blöcken haben Erdgasheizungen ebenfalls einen hohen Anteil. Hauptsächlich in Gebieten mit einer neueren Bausubstanz ist der Anteil von Wärmepumpen bzw. Stromheizung erhöht.

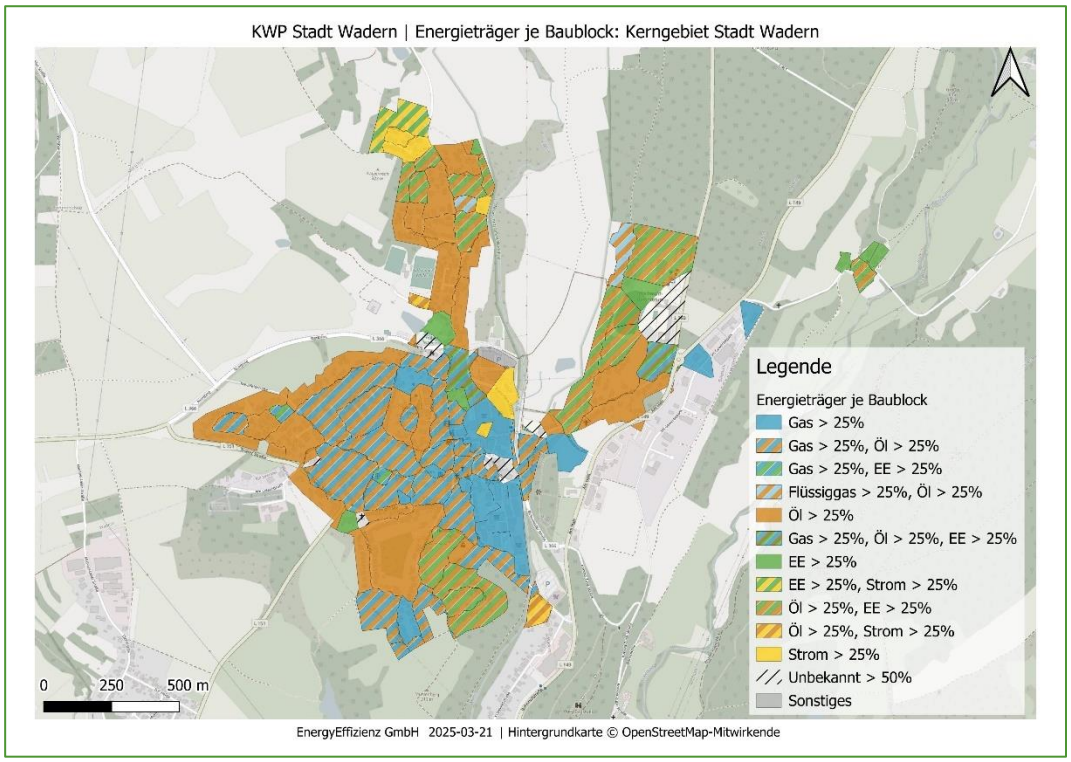

Abbildung 11: Stadtteil Wadern: Energieträger je Baublock

Das Heizungsalter der Hauptheizungen ist in Abbildung 12 für die Gesamtstadt dargestellt und zeigt deutlich, dass bereits 52 % der Heizungen austauschreif sind, während sogar 22 % verpflichtend getauscht werden müssen, da sie ein Heizungsalter über 30 Jahre erreicht haben. Ausgenommen von dieser Austauschpflicht sind Niedertemperatur- und Brennwertkessel sowie Heizungen mit einer Nennleistung größer 400 kW. Sofern diese Heizungen als Hybridheizungen in Kombination mit einem erneuerbaren Energieträger (z.B. Solarthermie) betrieben werden, besteht ebenfalls keine Austauschpflicht.[2]

[2] GEG 2024, § 72 Abs. 1 bis 3

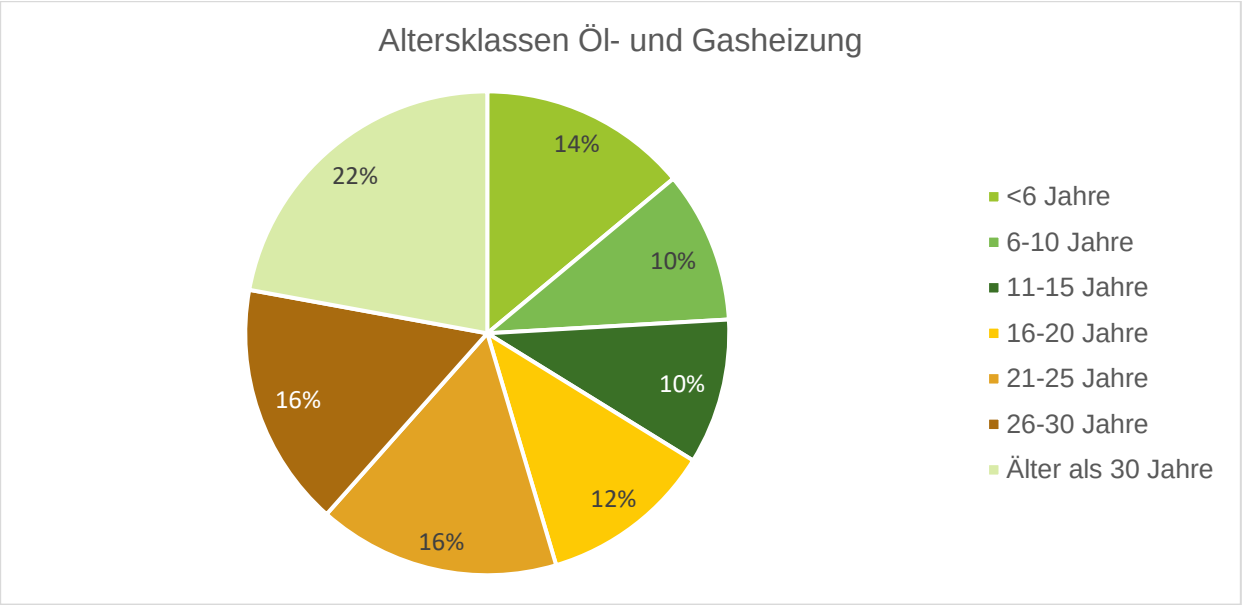

Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen

3.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten

Aus den in Kapitel 2.2.1 dargestellten Merkmalen wurde für jedes Gebäude der Stadt Wadern der Wärmebedarf eines Jahres im Bestand ermittelt bzw. aus den Verbrauchsdaten übernommen. Zusammengefasst ergibt sich für die Stadt Wadern daraus eine jährliche Wärmemenge von 247,87 GWh. In Abbildung 13 sind die benötigten Wärmemengen pro Jahr der einzelnen Stadtteile im Vergleich dargestellt. Dabei wird deutlich, dass neben der Kernstadt auch Nunkirchen, Lockweiler und Wadrilltal einen höheren Bedarf aufweisen.

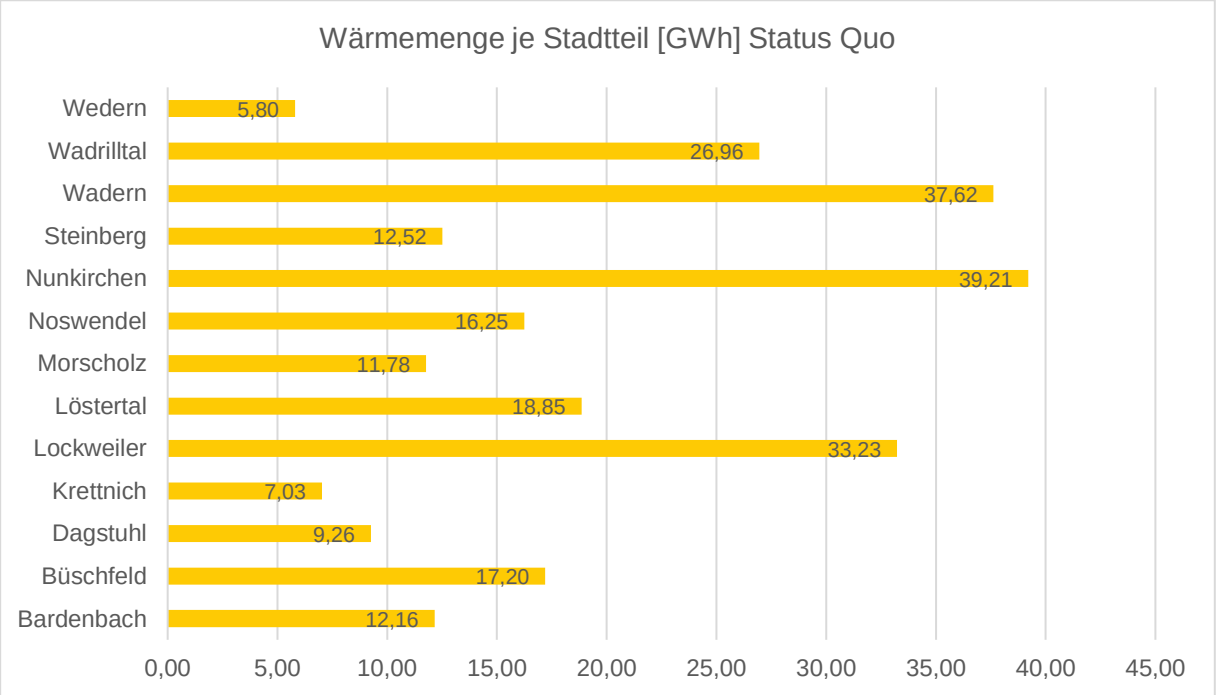

Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen [GWh/a]

Zur weiteren Analyse und Abschätzung von Entwicklungen sind Wärmedichte- und Wärmeliniendichtekarten notwendig. Die Wärmedichte gibt die innerhalb einer Fläche anfallende Wärmemenge in Megawattstunden pro Hektar an und wird auf Baublockebene angegeben, während die Wärmeliniendichte die Wärmemenge entlang einer Straße in Megawattstunden pro Meter beschreibt. Ein Richtwert von über 1,5 MWh/m*a bietet überschlägig laut Leitfaden der Wärmeplanung genügend Wärmeabnahme für ein konventionelles Wärmenetz (Tabelle 2).

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

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

Wärmeliniendichte [MWh/m*a]	**Eignung für Wärmenetze**
0 - 0,7	Kein technisches Potenzial
0,7 - 1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5 - 2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
>2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

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

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

Im Anhang sind die kartografischen Abbildungen der Wärmedichten und Wärmeliniendichten für jeden Stadtteil im Status quo zu finden. Die untenstehende Abbildung 14 und Abbildung 15 stellt beispielhaft die Wärmedichte pro Baublock und Wärmeliniendichten im Stadtteil Wadern dar. Wärmedichten und Wärmeliniendichten der Zwischenjahre und des Zieljahrs werden zusätzlich als Grundlage für die Festlegung von Wärmenetz-Eignungsgebieten erarbeitet und demnach im Abschnitt Zielszenario dargestellt.

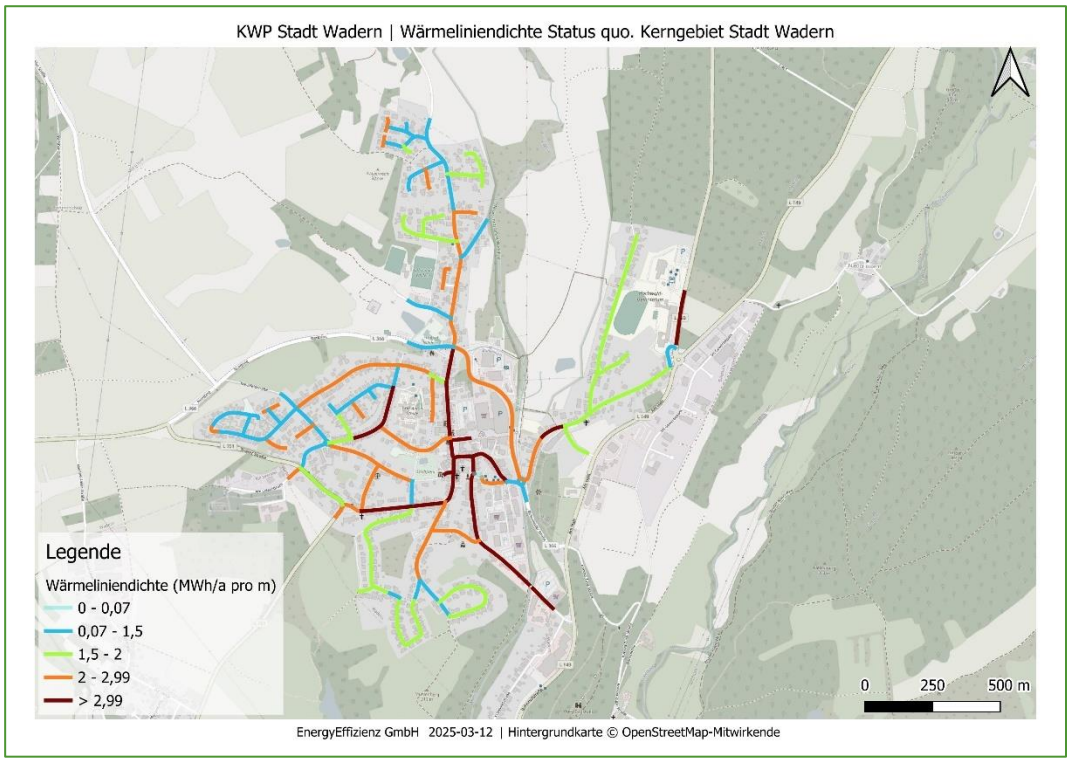

Abbildung 14: Wärmeliniendichte Status quo in Wadern

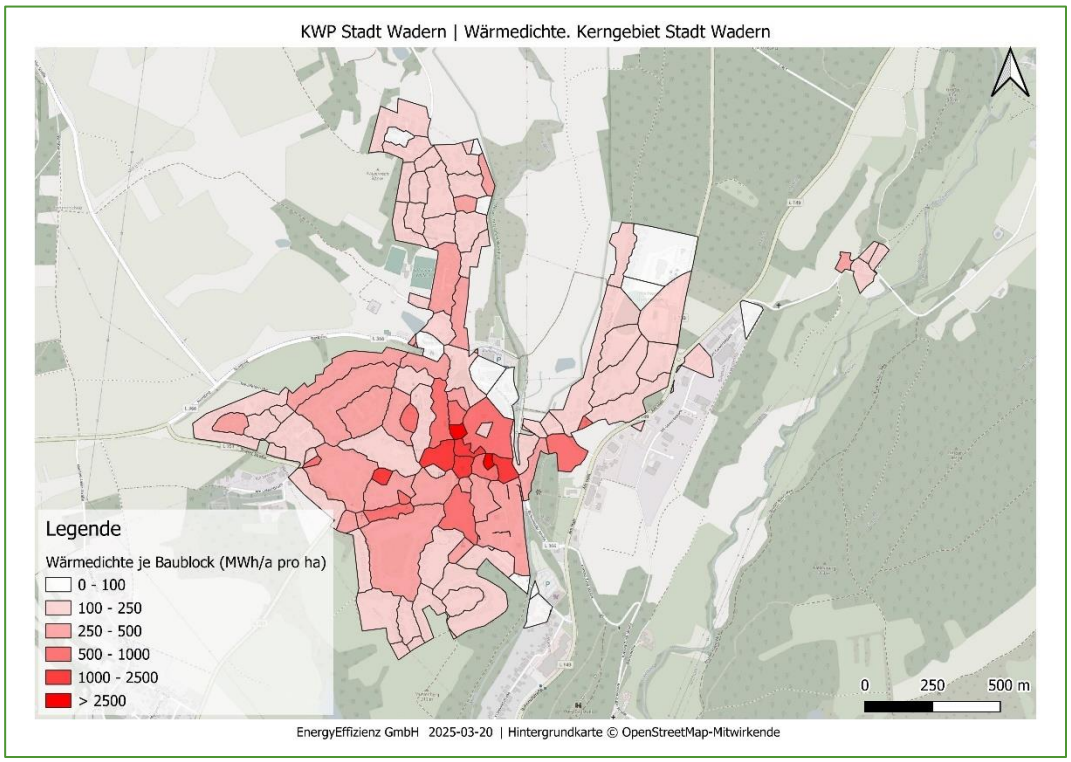

Abbildung 15: Wärmedichte je Baublock Status quo in Wadern

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 wie Umgebungsluft, Oberflächengewässer und Geothermie sein, oder auch die Nutzung von Windkraft. Der künftig steigende Strombedarf, bedingt u.a. durch die deutlich stärkere Nutzung von Wärmepumpen, erfordert es, die lokale Stromproduktion zu erhöhen. Eine alternative Beheizung mittels Wärmenetzen kann den erzeugten Strom ebenfalls nutzen oder die Wärme zumindest teilweise durch lokale Potenziale 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 regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

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

Diese detaillierte Erfassung ist 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 klimaneutrale 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 N). Dabei wurde stets die niedrigere jährliche Reduktion gewählt, da diese ein realistischeres Zielszenario für 2045 zeichnet und die angegebene Sanierungsquote bis zum Zieljahr in der Stadt Wadern erreichbar scheint. Diese basiert auf dem RedEff-Szenario der Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Fraunhofer ISI et. al., 2022). Es ist zu betonen, dass diese Sanierungsquote nicht nur technisch machbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist, um bis zum Jahr 2045 langfristig den Energieverbrauch zu senken und Betriebskosten einzusparen. Die jährliche Wärmebedarfsreduktion variiert je nach Nutzertyp und Baualtersklasse, da Gebäude mit bestimmter Nutzung oder eines bestimmten Baualters ein höheres oder niedrigeres Sanierungspotenzial aufweisen können als andere. Die Baualtersklassen mit dem höchsten Sanierungspotenzial sind demnach auch diejenigen, die die höchste jährliche Wärmebedarfsreduktion aufweisen. Die mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs stellt sicher, dass zum Zieljahr die angestrebte Senkung des Wärmebedarfs erreicht wird. Diese ist auch als absolute Zahl bezogen auf die beheizte Fläche im Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung angegeben. In den Berechnungen wird der Wärmebedarf in der Stadt Wadern 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 der Gebäudebestand in seiner Gesamtheit wird in seinem 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.

Weiterhin können einzelne Potenziale in Flächenkonkurrenz stehen, sodass sich das realistische Potenzial weiterhin einschränkt. Dies gilt insbesondere für Potenziale, welche die selbe Fläche beanspruchen. Für das Potenzial der oberflächennahen Geothermie gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials keine Flächenkonkurrenz zwischen Erdwärmesonden und -kollektoren aufweist, da beim Potenzial der Erdwärmekollektoren nur Grundstücke berücksichtigt wurden, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, die die gleiche Energiequelle nutzen. Die

Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen.

4.1.2. 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 N) kann bis 2045 eine Reduktion des Wärmebedarfs um 42 % erreicht werden. Damit sinkt die Wärmemenge der Stadt Wadern von derzeit auf 175,16 GWh.

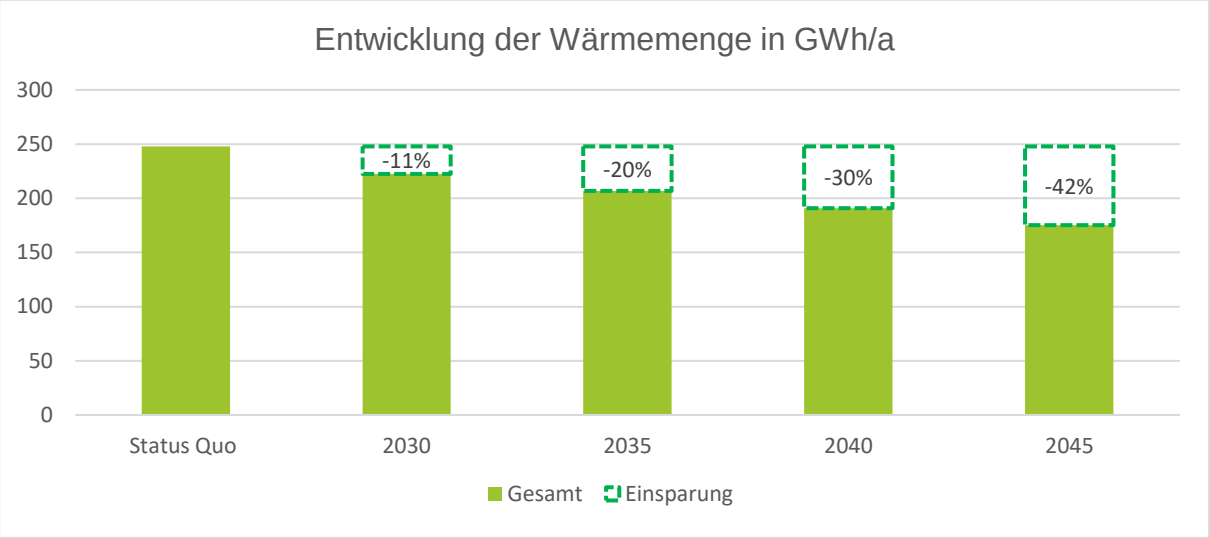

Abbildung 16: Senkung der Wärmemenge in GWh bis 2045

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

4.2. Zentrale Potenziale (Wärme)

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

4.2.1. Biomasse

Als erneuerbarer Energieträger wird im Folgenden das Biomasse-Potenzial untersucht. Unter Biomasse wird in der vorliegenden Untersuchung das Waldgrün gefasst. Dieses kann zu Hackschnitzeln und Pellets verarbeitet werden. In der Potenzialanalyse wird nur das Energieholz betrachtet, welches ca. 14% des Gesamtbaums ausmacht und als Reststoff in der Industrie anfällt. Zusätzlich ist auch die Produktion von Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen (Landwirtschaft und Grünland) möglich und wurde in der vorliegenden Untersuchung betrachtet. Insbesondere aus Naturschutz-Perspektive wird

der Einsatz von Biomasse kritisch diskutiert, da Wälder als CO_2-Senken und Habitate gelten. Es gilt die Biomasse verträglich mit den Bedarfen des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und dem Naturschutz zu nutzen. Es soll abgeschätzt werden, wie hoch das Potenzial der Stadt im Allgemeinen und der Stadtteile im Spezifischen ist, ohne die lokalen Ressourcen zu überlasten.

4.2.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Biomasse aus Waldgrün

Im Rahmen der Analyse wurden aus diesem Grund diverse Restriktionen und Rahmenbedingungen einbezogen, sodass Umweltauswirkungen minimiert und die Nachhaltigkeit gewährleistet wird. Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, führen harte Restriktionen zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche, da eine Nutzung des Potenzials unter keinen Umständen möglich ist. Weiche Restriktionen 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.

Harte Restriktionen

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphären-Reservaten

Weiche Restriktionen

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

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

Harte Restriktionen

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

Weiche Restriktionen

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

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

4.2.1.2. Potenzial

Biomasse aus Waldgrün

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

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 weiche Restriktionen berücksichtigt, da dort eine nachhaltige Forstwirtschaft möglich ist.

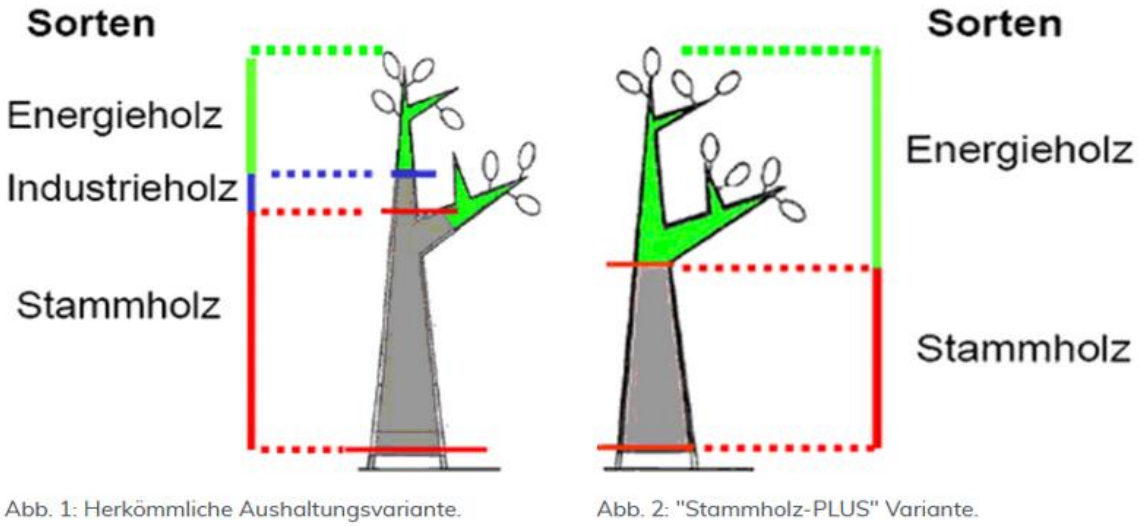

Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante. Abb. 2: "Stammholz-PLUS" Variante.

Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion[3]

Unter der Annahme, dass die Heizwerte der Laubbaumarten zwischen 3,7 und 3,9 kWh/kg und der Nadelhölzer zwischen 4,1 und 4,2 kWh/kg liegen, ergibt sich für alle geeigneten Waldflächen im Untersuchungsgebiet ein Potenzial von 2,16 GWh. In Tabelle 4 ist das Biomasse-Potenzial je Stadtteil dargestellt.

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

Stadtteil	[MWh/a]
Bardenbach	4,2
Büschfeld	520
Dagstuhl	28,1
Krettnich	10,9
Lockweiler	770
Löstertal	115,8
Morscholz	1,5
Noswendel	16,2
Nunkirchen	520
Steinberg	1,5
Wadern	13,5
Wadrilltal	110,2
Wedern	50,2
Gesamtes Plangebiet	**2.161,9**

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

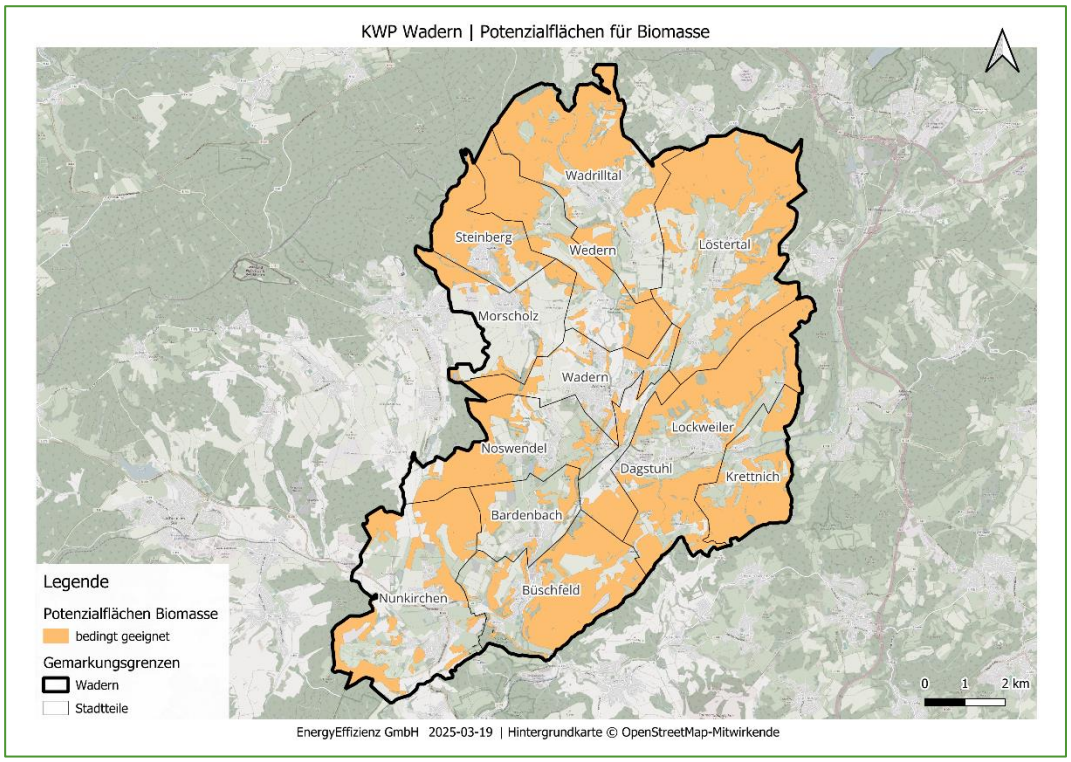

Abbildung 18: Biomassepotenzial

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

In der Stadt Wadern stellt die Biomasse aus Reststoffen der Nutztierhaltung eine potenzielle Wärmequelle dar. Für die Berechnungen wurden ausschließlich diese Reststoffe berücksichtigt. Unter der Annahme, dass pro Mastrind ein Methanertrag von 185 Normkubikmetern und pro Milchkuh ein Methanertrag von 289 Normkubikmetern erzielt wird, ergibt sich ein jährlicher Energieertrag von 3,92 GWh. Dieses Potenzial bezieht sich auf die gesamte Gemarkung.

Biomassepotenziale aus Ackerflächen und Grünschnitt konnten in der Stadt Wadern hingegen aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht ermittelt werden. Ein zukünftiges Potenzial aus dem Anbau von Energiepflanzen wurde aufgrund der starken Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion nicht berücksichtigt. Aufgrund der anhaltenden Flächenkonkurrenz ist davon auszugehen, dass sich das Potenzial in Zukunft nur minimal ändern würde. Dieses Potenzial wird bei der Fortschreibung des Wärmeplans berücksichtigt.

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 bewertet werden, wurde bei Dachflächen das technische Potenzial ohne Einbezug des Denkmalschutzes ausgewiesen. Insgesamt ermöglicht die Nutzung beider Flächentypen eine effiziente und vielseitige Anwendung der Solarthermie zur Deckung des Wärmebedarfs.

Im Folgenden wird das Potenzial von Solarthermie-Freiflächen untersucht. Im Gegensatz zu den Dachflächen-Potenzialen 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 für eine Einbindung in ein Wärmenetz geprüft werden müssen.

4.2.2.1. Hinweise und Einschränkungen

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

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

Bei der Berechnung von dem Solarthermie-Potenzial sind Restriktionen zu beachten, die sich in harte und weiche Restriktionen unterteilen.

Harten Restriktionen:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparke
- Biotope
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebietszonen, Zone I
- Eine Hangneigung größer gleich 20 % (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (Bezirksregierung Köln, 2024)

- Max. 1000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen)

Weiche Restriktionen:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Biosphärenreservate Entwicklungszonen
- Wasserschutzgebietszonen Zone II

Demnach wird unterschieden in das geeignete Potenzial (exkl. weiche Restriktionen) und das bedingt geeignete Potenzial (inkl. weiche Restriktionen). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Sonneneinstrahlung und die Nähe zum Netzverknüpfungspunkt eines Wärmenetzes 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 eine weitere Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

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 die räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Die Nutzung für PV oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden. Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 2.000 MWh/a Ertrag angenommen. Das Potenzial für Freiflächen-Solarthermie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 5: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen

Stadtteil	Technisches Potenzial in GWh/a (bedingt geeignet)	Technisches Potenzial in GWh/a (geeignet)	Technisches Potenzial in GWh/a (gut geeignet)
Bardenbach	18,4	242	76,2
Büschfeld	86,6	148,6	48,8
Dagstuhl	68,8	0,2	7,8
Krettnich	88,2	53,6	48,6
Lockweiler	176,6	97,8	69,4
Löstertal	71	360,6	119,8
Morscholz	10,4	399	118
Noswendel	37,2	118	118,4
Nunkirchen	94,2	373,2	143,2
Steinberg	1,6	20	9,8
Wadern	11,4	178	77,6
Wadrilltal	12,8	251,6	161,2
Wedern	7	139,8	55,4
Gesamtes Plangebiet	**684,2**	**2.382,4**	**1.054,2**

Insgesamt ergibt sich für Wadern ein technisches Potenzial von 4.120,8 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie-Freiflächenanlagen. Auf den untersuchten Gebieten liegen harte und weiche Restriktionen vor. Weiterhin werden Potenziale als „gut geeignet“ bezeichnet, wenn die Flächen maximal 200 Meter vom Siedlungsbereich entfernt sind. Die Integration dieses Potenzials beim Wärmenetzausbau ist im Detail zu prüfen.

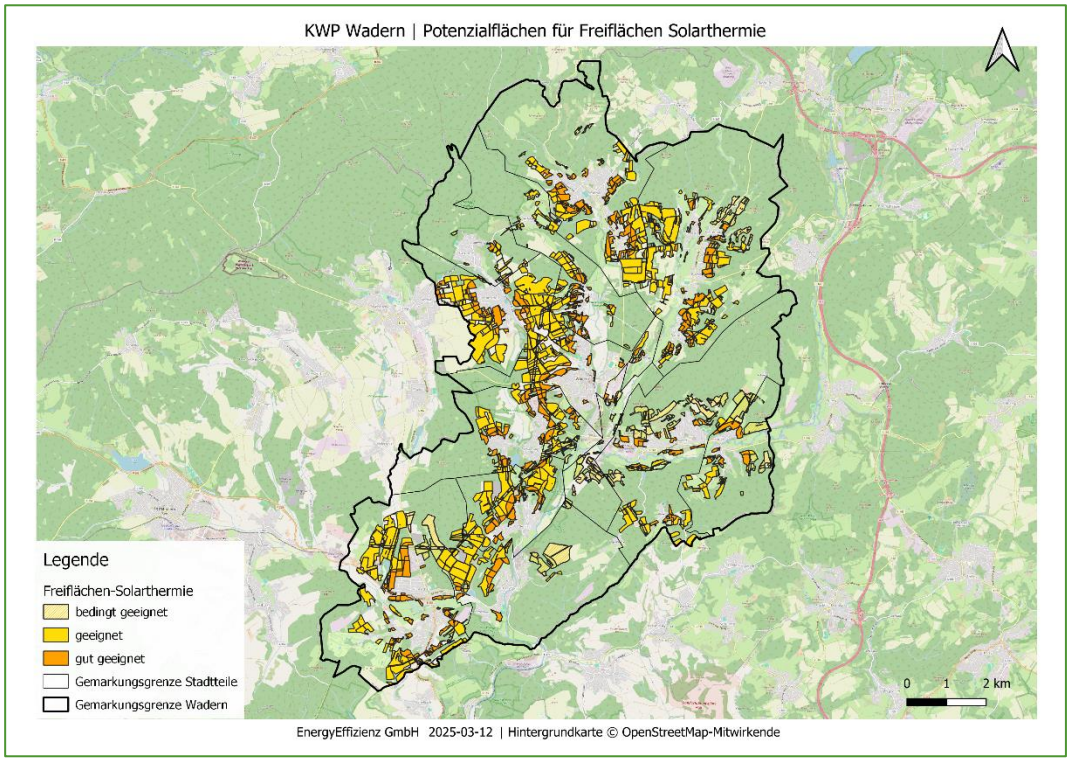

Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie

4.2.3. Agrothermie

Agrothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme unter Ackerflächen. Die Vorteile dieser Technologie liegt in der Vermeidung der Flächenkonkurrenz, da landwirtschaftliche Flächen weiterhin genutzt werden können, bietet durch die gleichzeitige Energie- und Lebensmittelproduktion eine doppelte Ertragsmöglichkeit für Flächeneigentümer und erfordert keinen zusätzlichen Aufwand in der Bauleitplanung. In einer Tiefe von zwei bis drei Metern werden großflächig Erdwärmekollektoren eingebracht, um weiterhin eine landwirtschaftliche Nutzung zu gewährleisten. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die inzwischen auch verlegt werden können, ohne den fruchtbaren Boden abtragen und wieder aufschütten zu müssen. Ähnlich wie bei dezentral genutzten Erdwärmekollektoren handelt es sich um Oberflächennahe Geothermie. Dabei wird die konstante Erdtemperatur genutzt und diese Wärme über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einem Wärmenetz geleitet. Dieses Wärmenetz kann in verschiedenen Formen ausgeführt werden, z.B. mit dezentralen Wärmepumpen in jedem angeschlossenen Gebäude oder einer zentralen Großwärmepumpe. Die konkreten Einbindungsmöglichkeiten werden im Zielszenario genauer beschrieben sein.

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 der einer Luft/Wasser-Wärmepumpe.

4.2.3.1. Hinweise und Einschränkungen

In den Bereichen der Wasserschutzgebietszonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen kann Agrothermie in den Wasserschutzgebietszonen IIIA genehmigt werden. Gemäß des Informationssystems für oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg zählen zu diesen Voraussetzungen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht bestehen oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig. Diese Anforderungen wirken sich direkt auf die Planbarkeit und Genehmigungsfähigkeit von Erdwärmekollektoren aus. Daher ist eine standortspezifische geologische Prüfung vorab zwingend notwendig, um die Eignung für den Einsatz solcher Systeme zu klären.

Bei der Berechnung des Agrothermie-Potenzials sind Restriktionen zu beachten, die sich in harte und weiche Restriktionen unterteilen.

Harte Restriktionen:

- Max. 2000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen
- Flachgründige Standorte
- Wasserschutzgebiete Zone 1 und 2

Weiche Restriktionen:

- Drainierte landwirtschaftliche Flächen

Harte Restriktionen führen zum unmittelbaren Ausschluss der Fläche. Weiche Restriktionen bewirken bei Ackerland eine Kennzeichnung als bedingt geeignet. Dauergrünland wird als besonders geeignet für Agrothermie angesehen, weshalb diese Flächen als „gut geeignet“ markiert werden. Grünland wird als Abstufung dazu lediglich als „geeignet“ bezeichnet. Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die konkrete Entzugsleistung des Bodens und die Nähe zum Siedlungsgebiet entscheidend. Bei der Potenzialanalyse wurden diese Aspekte so gut wie möglich berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich aufgrund von methodischen Einschränkungen Ungenauigkeiten ergeben können, und dass es in jedem Fall einer weitere Fachplanung zur Flächenausweisung bedarf.

4.2.3.2. Potenzial

Es besteht die Möglichkeit, dass sich die betrachteten Flächen auch für andere Energieträger, zum Beispiel Agri-PV eignen. Zum Teil kann auch eine Mehrfachnutzung der Fläche möglich sein. Dies ist allerdings im Einzelfall zu prüfen. Damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann, muss bei

Agrothermie-Anlagen die räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein. Die Einbindung in ein Wärmenetz ist daher im Einzelfall und im Rahmen der Wärmeplanung erst nach festgelegtem Zielszenario zu bewerten und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

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

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

Stadtteil	**Technisches Potenzial [GWh/a] (Einzelfall-betrachtung)**	**Technisches Potenzial [GWh/a] (bedingt geeignet)**	**Technisches Potenzial [GWh/a] (geeignet)**
Bardenbach	-	1,1	88,7
Büschfeld	-	27,1	72,5
Dagstuhl	-	20,2	2,1
Krettnich	2,6	22,8	29,7
Lockweiler	-	58,3	49,2
Löstertal	-	17,4	131,6
Morschholz	-	0	149,7
Noswendel	5,0	5,8	68,7
Nunkirchen		22,3	180,3
Steinberg		0,4	7,9
Wadern		0	71,3
Wadrilltal		18,9	114,4
Wedern		0,4	59,4
Gesamtes Plangebiet	**7,6**	**194,9**	**1.025,6**

Insgesamt ergibt sich für die Gesamtstadt Wadern ein technisches Potenzial von 1.228,1 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Agrothermie. Auf den untersuchten Gebieten liegen harte und weiche Restriktionen vor. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche zusätzlich zu einer weichen Restriktion in einem Wasserschutzgebiet Zone 3 liegt.

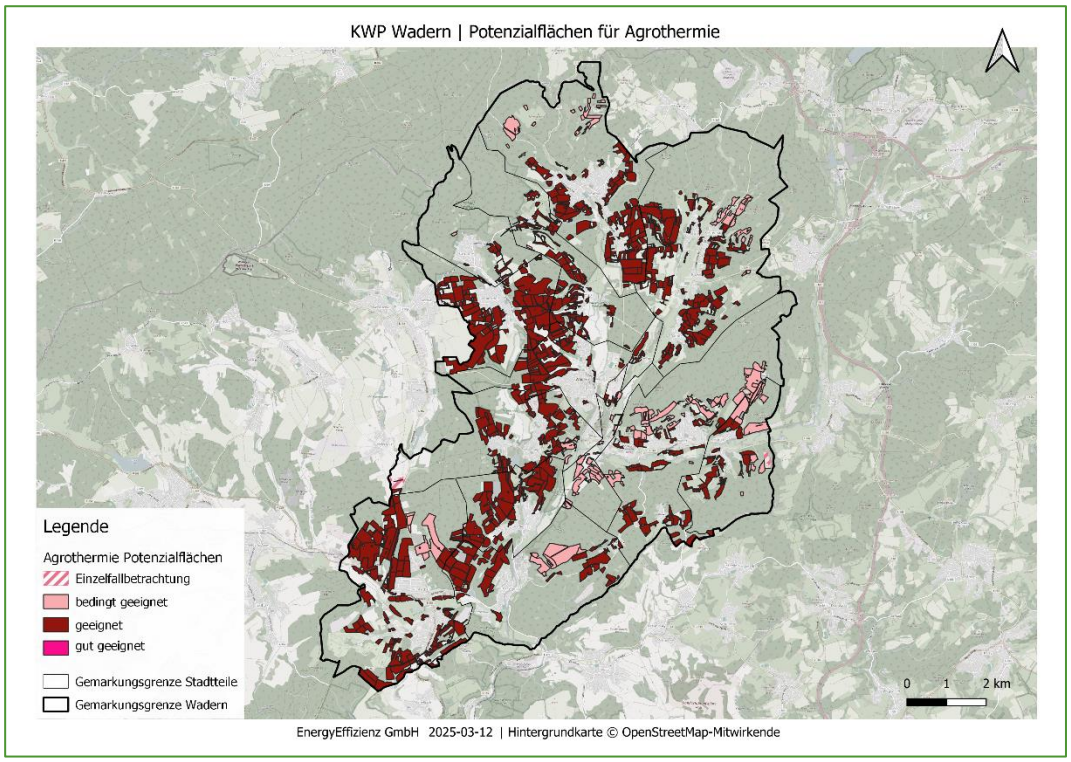

Abbildung 20: Potenzialflächen Agrothermie

4.2.4. Oberflächennahe Gewässer

Oberflächennahe Gewässer bieten ein großes Potenzial für die nachhaltige Wärmeerzeugung. Durch die Nutzung von Flusswärme und Seethermie kann Wärmeenergie effizient gewonnen werden, ohne fossile Brennstoffe zu verbrauchen. Dabei müssen jedoch zahlreiche ökologische und technische Faktoren berücksichtigt werden, um die natürlichen Wasserressourcen zu schützen und deren bestehende Nutzungen nicht zu beeinträchtigen.

4.2.4.1. Hinweise und Einschränkungen

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

Auch die Gewässerökologie und -beschaffenheit müssen unverändert bleiben, um das ökologische Gleichgewicht zu erhalten. Temperaturveränderungen im Gewässer sind besonders kritisch, da sie das Artenspektrum, die Physiologie und die Reproduktion von Fischen und Makrozoobenthos beeinflussen können. Daher ist es notwendig, Maximaltemperaturen und Aufwärmspannen gewässerökologisch zu beurteilen, wobei die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) als Orientierungshilfe dienen kann.

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

4.2.4.2. Potenzial

Flusswärme

Zur Berechnung des Potenzials der Umweltwärme aus Oberflächengewässern wurde die Prims betrachtet. Die Pegel- und Durchflussdaten von der Prims wurden von der Plattform FLUVIDAT für saarländische Fließgewässer bereitgestellt. Für weitere kleine Bäche waren keine Durchflussdaten vorhanden. Durch die Größe und den damit einhergehenden niedrigen Wasserstand kann das Potenzial für Flusswärme bei weiteren Bächen ausgeschlossen werden. Hingegen wurde bei der Prims für eine Entnahmestellen in Nalbach insgesamt ein Potenzial von 32,7 GWh berechnet. Es wurde die Entnahmestelle bei Nalbach betrachtet, da innerhalb der Gemarkung keine Daten zur Prims verfügbar sind. Unter der Beachtung der Grenzwerte, dass die Temperaturdifferenz des Flusses und nach Wiedereinleitung des abgekühlten Wassers maximal 1 Kelvin beträgt und nicht unter 2 °C fällt, lässt sich bei der Prims eine potenzielle Entzugsenergie von 21,8 GWh/a berechnen. Nach der Anhebung des Temperaturniveaus mittels Wärmepumpe ergibt sich eine Wärmeenergie von 32,7 GWh/a. Dabei wird der Prims 10 % des Massenstroms entnommen und über einen Wärmetauscher um 3K abgekühlt. Die Mischtemperatur sinkt dabei maximal um 0,8 K. Bei der Veränderung der Mischtemperatur wird dabei nicht nur die entnommene Wassermenge und die maximale Temperaturveränderung zugrunde gelegt. Insbesondere die Strömung, die Beschaffenheit des Flussbetts sowie die Verwirbelungen im Gewässer bewirken eine Schwankung im Jahresverlauf und werden über einen Realitätsfaktor abgebildet. Zu erwähnen ist, dass die Wärmeenergie in den Wintermonaten am höchsten ist, was vor allem durch den höheren Massenstrom zustande kommt.

Seethermie

In der betrachteten Region gibt es keinen See, der sich für die Seethermie eignet. Geeignete Seen müssen eine ausreichende Tiefe aufweisen und dürfen keine Baggerseen sein. Zudem ist eine stabile Temperaturschichtung erforderlich, um eine effiziente Wärmenutzung zu gewährleisten.

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 % klimaneutrale 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 geothermischen Potenzials. 10 TWh/a aus der tiefen und mitteltiefen Geothermie sollen bis 2030 weitestmöglich

erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022).

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

- Austausch mit Akteuren – Dialogprozess zu notwendigen Maßnahmen
- Datenkampagne – Systematische Bereitstellung vorhandener Daten, um die Grundlage für erfolgreiche Projekte zu ermöglichen
- Explorationskampagne – vom Bund teilfinanzierte Exploration in Gebieten, die eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit für konkrete Projekte bieten
- Planungsbeschleunigung – Optimierungspotenziale in Genehmigungsverfahren identifizieren und heben
- Förderprogramme – Impulse für die Marktbereitung und Wettbewerbsfähigkeit geben
- Risikoabfederung – Prüfung von Risikoabsicherungsinstrumenten
- Fachkräftesicherung – Entwicklung von Strategien zur Nachwuchsgewinnung
- Akzeptanz – Informationsveranstaltungen und Akzeptanzprogramme als integraler Bestandteil eines jeden Projekts

Als grundlastfähige 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 Tiefengeothermie Anlagen 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 seismologischen Untersuchung erfolgen. Aufgrund fehlender Vergleichsprojekte in der Umgebung kann die Umsetzbarkeit im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Wadern nicht ein geschätzt werden.

4.2.5.2. Potenzial

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

4.2.5.3. Grubenwasserspeicher

Geflutete Gruben des ehemaligen Bergbaus stellen ein vielversprechendes thermisches Speichermedium dar, da sie über ein erhebliches Volumen und ein hohes Wärmespeicherpotenzial verfügen. Aufgrund ihrer Lage in unmittelbarer Nähe urbaner und industrieller Verbrauchszentren bieten

sie eine potenziell effiziente Möglichkeit zur saisonalen Wärmespeicherung und -bereitstellung. Erste erfolgreiche Anwendungen solcher Grubenwasserspeicher sind in den Niederlanden, dem Aachener Steinkohlenrevier sowie im Ruhrgebiet zu beobachten, wo sie unter anderem in bestehende Fernwärmesysteme integriert werden. Für das Saarland liegen bislang keine flächendeckenden Untersuchungen zur Eignung ehemaliger Bergwerksinfrastrukturen als Wärmespeicher vor. (Bracke & Huenges, 2022)

4.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

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

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

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

4.2.6.1. Hinweise und Einschränkungen

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

Zur Erhebung der gewerblichen Abwärmepotenziale in Wadern wurde im Zuge der Erarbeitung der Wärmeplanung im Winter 2024/25 eine schriftliche Befragung durchgeführt. Hierbei wurde ein Fragebogen eingesetzt, der Fragen sowohl zu Energieverbräuchen als auch zu Abwärmepotenzialen umfasst. Angeschrieben wurden hierbei Unternehmen, die theoretisch über ein Abwärmepotenzial verfügen könnten. Darunter fallen beispielsweise Unternehmen, die der verarbeitenden Industrie angehören, aber auch Rechenzentren, Krankenhäuser, Biogasanlagen und Müllverbrennungsanlagen. Die anzuschreibenden Unternehmen wurden zuvor gemeinsam mit der Stadtverwaltung festgelegt. Insgesamt haben sich 4 Unternehmen rückgemeldet.

Insgesamt hat ein Betrieb angegeben, dass sie Abwärmepotenziale aufweisen.[4] Eine vertiefende Prüfung der Abwärmepotenziale, ggf. aber auch weitere Betriebe, erscheint daher sinnvoll.

4.2.6.2. Potenzial

Das quantifizierbare, industrielle Abwärmepotenzial im Niedertemperaturbereich beträgt unter 3,2 GWh.

4.2.7. Abwärme aus Abwasser

Abwärme aus Abwasser kann eine wertvolle Energiequelle sein, insbesondere in Bezug auf Kläranlagen. Durch die Nutzung der natürlichen Temperaturunterschiede zwischen Abwasser und Umgebungsluft können effiziente Wärmetauscher eingesetzt werden, um die Abwärme zu extrahieren. Die Verfügbarkeit und Effizienz dieser Energiequelle hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter der Temperatur des Abwassers, der Durchflussmenge und der Infrastruktur der Kläranlage.

4.2.7.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Winter bleibt das Abwasser bei etwa 10 bis 12 °C, während es im Sommer auf 17 bis 20 °C erwärmt wird. Um es effizient zu nutzen, muss ein Mindestdurchmesser der Kanäle von DN 800 vorliegen, was einem Durchfluss von 8-10 l/s und einem Einzugsgebiet von 7000 Einwohner*innen entspricht. Die Entzugsleistung beträgt bei einer Länge von 1 m und einer Fläche von 1 m² etwa 2,5 kW (für DN 800-1000). Hinzu kommt die Leistung einer Wärmepumpe mit einem COP von 4, was einer Heizleistung von 3,3 kW entspricht. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass jede Situation individuell geprüft werden muss, da Gefälle und Geometrie einen starken Einfluss auf die Effizienz haben können.

[4] Aus Datenschutzgründen werden die betreffenden Betriebe hier nicht genannt.

4.2.7.2. Potenzial

Um das Potenzial der Wärme aus den Abwasserkanälen in der Gemarkung Wadern zu berechnen, wurden Daten zu den angeschlossenen Einwohnern der Kläranlage sowie Durchflussmengen der Abwasserkanäle ab DN 800 herangezogen. Somit ergibt sich eine Wärmeentzugsleistung von 7,1 GWh entlang von Abwasserkanälen. Deren Gewinnung erfolgt mittels einzubringender Wärmetauscher im Abwassersammler. Die Berechnung wurde unter der Annahme einer Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,1 durchgeführt. Das Potenzial der Nutzung der Abwärme an Kläranlagen beträgt insgesamt 5,3 GWh/a. Hierbei wurden Daten der Ausbaugröße herangezogen. Die Potenziale werden in Tabelle 7 für die einzelnen Stadtteile dargestellt.

Tabelle 7 Potenziale Abwasserwärme nach Stadtteilen

Stadtteil	**Verfügbare Wärmeenergie Kläranlagen nach Wärmepumpe [GWh/a]**	**Verfügbare Wärmeenergie nach Wärmepumpe Abwässerkanäle [GWh/a]**
Bardenbach	-	0,7
Büschfeld	3,5	0,2
Dagstuhl	1,4	0,3
Krettnich	-	0,9
Lockweiler	0,03	-
Löstertal	0,4	0,6
Morschholz	-	-
Noswendel	-	1,6
Nunkirchen	-	1,4
Steinberg	-	-
Wadern	-	0,14
Wadrilltal	0,6	1,23
Wedern	-	0,1
Gesamtes Plangebiet	**5,3**	**7,1**

4.2.8. Grüner Wasserstoff

Im Folgenden werden die Potenziale für erneuerbare Energien analysiert. Dabei wird das technische Potenzial ermittelt. In weiteren Planungen kann daraus abgeleitet das wirtschaftliche Potenzial berechnet werden.

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 klimafreundliche Alternative umzustellen. Bezüglich der Nutzung von Wasserstoff über die bestehenden Gasnetze sind die weiteren technologischen und politischen Entwicklungen abzuwarten. Mit aktuell plausiblen Preisannahmen ist ein wirtschaftlich vertretbarer Einsatz von Wasserstoff zur Versorgung von Wohngebäuden oder auch kleineren Gewerbeeinheiten nicht darstellbar.

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

4.3. Dezentrale Potenziale (Wärme)

Im Folgenden werden die Potenziale für eine dezentrale Wärmeversorgung untersucht. Die nachfolgenden Technologien sind für einen Einsatz in einem einzelnen Gebäude geeignet und sollen die Möglichkeiten für Gebiete verdeutlichen, die nicht durch ein Wärmenetz versorgt werden können. Wenn zu diesem Zeitpunkt bereits möglich, wird stets das technische Potenzial ermittelt. 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 Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle genutzt wird. Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen, lärmschutzrechtliche Aspekte sowie den Stand des Netzausbaus.

4.3.1.1. Potenzial

Die Nutzung der Umgebungsluft ist grundsätzlich aufgrund der unbegrenzt vorkommenden Ressource nicht limitiert. Luft-Wasser-Wärmepumpen setzen eine ausreichend gedämmte Gebäudehülle voraus, da sie mit niedrigen Vorlauftemperaturen arbeiten und erfordern eine ausreichend große Wärmeübertragungsfläche wie Fußbodenheizungen oder Niedertemperaturheizkörper, um den Wärmebedarf effizient decken zu können. Die weiteren Einsatzmöglichkeiten können allerdings durch Abstandsregelungen zu Gebäuden eingeschränkt sein. Im Vergleich zu den übrigen Wärmepumpentypen, bis auf Luft/Luft-Wärmepumpen, weisen Luft/Wasser-Wärmepumpen den geringsten Wirkungsgrad auf. Das wirtschaftliche Potenzial kann dem Ausbauzustand im Zieljahr 2045

gleichgesetzt werden und wird im Zielszenario dargestellt.

4.3.2. Oberflächennahe Geothermie

Geothermie bezeichnet die unter der Erdoberfläche vorhandene Wärmeenergie, die der Mensch durch verschiedene Verfahren erschließen und für sich nutzbar machen kann. 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 Stromerzeugung, der geologischen Gegebenheiten und der Größe der Endabnehmer, muss dementsprechend tief gebohrt werden.

Oberflächennahe Geothermie kann mit Hilfe unterschiedlicher Technologien für die dezentrale sowie zentrale Wärmeversorgung eingesetzt werden. Für die Kommunale Wärmeplanung Wadern stellten sich Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden als geeignete Technologien heraus. Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die horizontal in einer Tiefe von ungefähr 1,50 m unter der Oberfläche eingebracht werden. Sie nutzen die konstante Erdtemperatur und leiten diese Wärme über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit zu einer Wärmepumpe. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet. Diese Technologie eignet sich insbesondere für einzelne (Wohn-) Gebäude, sprich eine dezentrale Wärmeversorgung.

Erdwärmesonden nutzen konstante Erdtemperaturen in Tiefen von bis zu mehreren hundert Metern, um in einem System aus Sonde und Wärmepumpe die Erdwärme zu erschließen. Neben der dezentralen Wärmeversorgung können Erdwärmesonden als Felder angelegt werden und so zur Wärmeversorgung eines Nahwärmenetzes beitragen.

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

4.3.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Erdwärmekollektoren

In den Bereichen der Wasserschutzgebietszonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig. Unter Einhalten bestimmter Voraussetzungen können jedoch Erdwärmekollektoren in den Wasserschutzgebietszonen IIIA eingebracht werden. Gemäß dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau zählen zu diesen Voraussetzungen, dass kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen darf, eine natürliche flächenhafte Dichtschicht bestehen oder eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden muss. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter

beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig.

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

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in den Wasserschutzgebietszonen I – III nicht zulässig. 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.

4.3.2.2. Potenzial

Erdwärmekollektoren

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

Potenzielle Entzugsleistungen: Die Entzugsleistung des Erdbodens wird in erster Linie durch die Bodenart bestimmt. Sowohl die Wärmeleitfähigkeit und -speicherkapazität als auch die Feldkapazität können anhand der Bodenart abgeschätzt werden. Diese Parameter beeinflussen maßgeblich den Wärmetransport im Erdboden hin zu den Erdwärmekollektoren. Außerdem ermöglichen sie auch eine Aussage über die Regenerationsfähigkeit des Erdbodens nach einer Entzugsperiode. Die Bodenarten im Stadtgebiet von Wadern wurden mithilfe der Karte zu Bodenarten in Oberböden Deutschlands (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2007) ermittelt, da dem öffentlich vom Land Saarland zur Verfügung gestellten, detaillierten Kartenmaterial keine Aussagen zu Siedlungsgebieten entnommen werden konnten.

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

Neben den standortspezifischen Faktoren kann allerdings auch der Zuschnitt der Erdkollektorfläche

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

Erdwärmesonden

Das technische Potenzial für Erdwärmesonden wurde unter Beachtung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen sowie der nachfolgend beschriebenen Einflüsse und Parameter ermittelt. Die Entzugsleistung wurde in Abhängigkeit der lokal vorherrschenden Wärmeleitfähigkeit sowie der Anzahl von benachbarten Sonden ermittelt. Anhand der unbebauten Grundstücksfläche konnte die maximale Sondenzahl ermittelt werden. Es wurde von einer maximalen Bohrtiefe von 99 Metern ausgegangen. Anhand dieser Kennwerte und unter Berücksichtigung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen konnte die Entzugsenergie berechnet werden. Die Maximalzahl der einzubringenden Erdwärmesonden sowie deren jeweiliges Potenzial vor und nach dem Einsatz einer Wärmepumpe ist in Tabelle 9 je Stadtteil dargestellt.

4.3.2.3. Bewertung des Potenzials

Erdwärmekollektoren

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.

Um die konkrete Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks bewerten zu können, müssen zusätzlich die nachfolgend beschriebenen Restriktionen beachtet werden.

Es sind für die Geothermie stets die Wasserschutzgebiete zu beachten. Erdwärmekollektoren sind als einzige geothermische Technologie in Wasserschutzgebieten der Zone III / IIIA unter bestimmten Auflagen zulässig. In den weiteren Zonen ist allerdings keine Geothermie erlaubt.

Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 22 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter und sehr guter Eignung zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 38,8 GWh/a (nach Wärmepumpe) zusammengefasst. Dabei wurden Flächen, die sich für Erdwärmesonden eignen, nicht als Potenziale für Erdwärmekollektoren betrachtet.

Tabelle 8 Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe) der Erdwärmekollektoren nach Stadtteil

Stadtteil	Erzeugernutzungswärme nach Wärmepumpe (geeignet) [GWh/a]	Erzeugernutzungswärme nach Wärmepumpe (bedingt geeignet) [GWh/a]
Bardenbach	0,9	1,0
Büschfeld	0,9	1,9
Dagstuhl	0,1	0,4
Krettnich	0,5	0,8
Lockweiler	1,2	2,3
Löstertal	1,1	1,5
Morscholz	0,9	1,3
Noswendel	2,8	2,2
Nunkirchen	3,5	3,0
Steinberg	0,5	1,3
Wadern	3,5	2,4
Wadrilltal	1,6	2,4
Wedern	0,3	0,6
Gesamtes Plangebiet	**17,6**	**21,1**

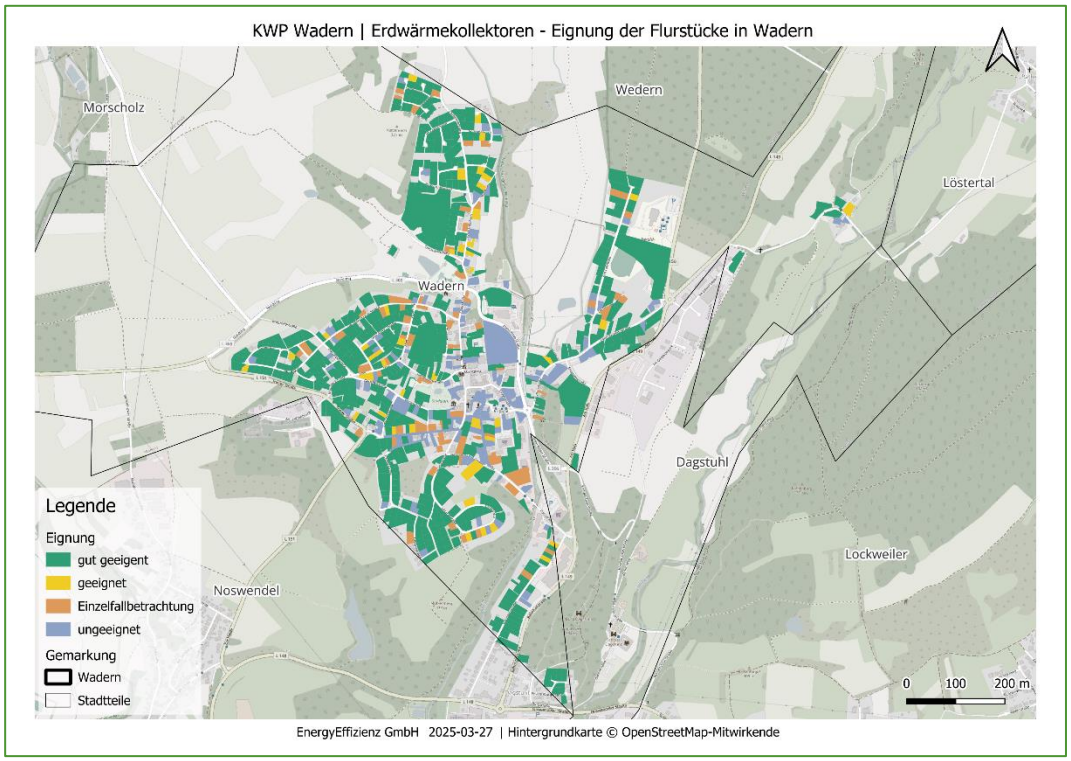

Abbildung 22 Eignung von Erdwärmekollektoren in Wadern Kernstadt

Erdwärmesonden

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf die realisierbare Sondenanzahl eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Sondenanzahl gedeckt werden könnte. Um die konkrete Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks bewerten zu können, müssen zusätzlich die nachfolgend beschriebenen Restriktionen beachtet werden. Es sind für die Geothermie stets die Wasserschutzgebiete zu beachten. In den Wasserschutzzonen I bis III sind keine Erdwärmesonden erlaubt. Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 23 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter und sehr guter Eignung zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 62,1 GWh/a zusammengefasst.

Tabelle 9 Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteil

Stadtteil	Anzahl Sonden max.	Erzeugernutzungswärme nach Wärmepumpe (geeignet) [GWh/a]	Erzeugernutzungswärme nach Wärmepumpe (bedingt geeignet) [GWh/a]
Bardenbach	528	2,6	0,9
Büschfeld	507	2,5	2,4
Dagstuhl	261	1,4	1,0
Krettnich	228	1,1	0,8
Lockweiler	929	4,6	2,2
Löstertal	470	2,3	1,4
Morscholz	560	2,7	1,0
Noswendel	638	3,1	1,3
Nunkirchen	1.646	8,2	2,5
Steinberg	238	1,2	0,6
Wadern	1.341	6,6	2,4
Wadrilltal	1.058	5,1	2,1
Wedern	344	1,7	0,5
Gesamtes Plangebiet	**14.506**	**43**	**19,1**

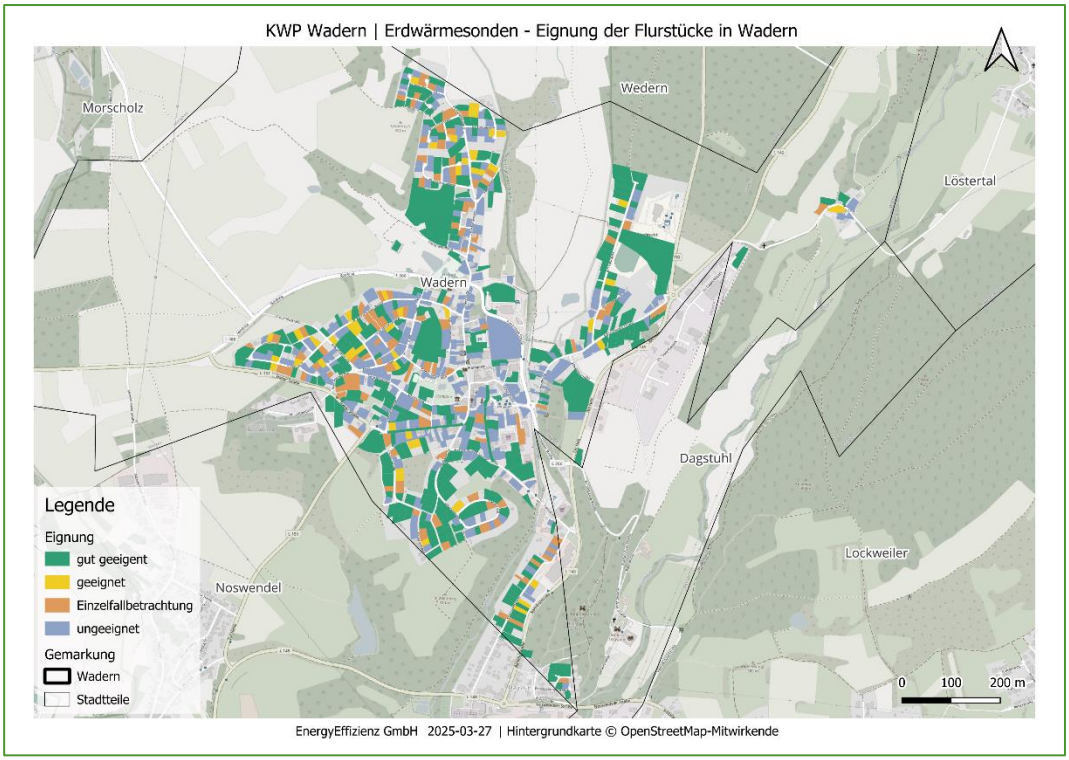

Abbildung 23 Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene in Wadern Kernstadt

4.3.3. Biomasse

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

4.3.4. Solarthermie auf Dachflächen

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

4.3.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Als geographische Eingrenzung dienen hierbei sämtliche Gebäude, wobei das technische Potenzial berücksichtigt wird und gebäudebezogene Einschränkungen aufgrund des Denkmalschutzes unberücksichtigt bleiben. Das Potenzial wurde vom Integrierten Klimaschutzkonzept, erstellt durch das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, überführt. Datengrundlage ist das Solarkataster des Landkreises Merzig-Wadern, welches über das Geoportal des Saarlandes [5] kostenlos abrufbar ist und Interessierten als Hilfestellung zur Installation von Solar- und/oder Photovoltaikanlagen zur Verfügung steht.

[5] https://geoportal.saarland.de/

4.3.4.2. Potenzial

Im Integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Wadern wurden die technischen Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen intern berechnet. Potenziale für einzelne Gebäude können in der Webanwendung des saarländischen Geoportals abgerufen werden. Die Zusammenfassung zur Solarthermie zeigt, dass eine Wärmemenge von 13 GWh/a erzeugt werden könnte.

4.4. Strom-Potenziale

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

4.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen

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

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

4.4.1.1. Hinweise und Einschränkungen

Die Leistung von PV-Anlagen auf Dachflächen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Ausrichtung und Neigung des Dachs. Eine Ausrichtung nach Süden in der Nordhalbkugel gilt als optimal und ein Neigungswinkel zwischen 30° und 45° wird oft empfohlen. Schatten von Gebäuden, Bäumen oder anderen Hindernissen 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 können klimatische Bedingungen wie Sonneneinstrahlung und Temperatur je nach geografischer Lage und Jahreszeit variieren und die Leistung der PV-Anlage beeinflussen. Während hochsommerliche Temperaturen die Leistung reduzieren können, können kältere Temperaturen die Effizienz steigern.

4.4.1.2. Potenzial

Im Integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Wadern wurden die technischen Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie auf Dachflächen intern berechnet. Potenziale für einzelne Gebäude können in der Webanwendung des saarländischen Geoportals abgerufen werden. Die Zusammenfassung zur Photovoltaik zeigt, dass ein Stromertrag von 53 GWh/a erzeugt werden könnte.

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, jedoch sind die Investitions- sowie Wartungskosten höher.

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

Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen sind nach EEG 2023 grundsätzlich möglich

- auf einem 500 m breiten Streifen entlang von Schienen und Autobahnen (wovon 200 m planungsrechtlich privilegiert sind)
- auf Konversionsflächen und bereits versiegelten Flächen und
- auf nach Landesverordnung freigegebenen benachteiligten Acker- und Grünlandflächen, gemäß Verordnung des Europäischen Parlaments ELER-VO 1305/2013.

Dem theoretischen Flächenpotenzial stehen einige Restriktionen entgegen. Naturschutzrechtliche Belange und Restriktionen hinsichtlich Gebiets-, Arten- und Umweltschutz sind zu berücksichtigen. Dabei wird zwischen harten und weichen Restriktionen unterschieden.

Neben den sogenannten harten Restriktionen:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparke
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Biotope
- Naturdenkmäler
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete
- Überschwemmungsflächen (HQ 100)
- Eine Hangneigung größer gleich 20 °

- Wasserschutzgebietszonen, Zone I

Werden auch die sogenannten weichen Restriktionen berücksichtigt:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
- Wasserschutzgebietszonen Zone II

Demnach wird unterschieden in das geeignete Potenzial (exkl. weiche Restriktionen) und das bedingt geeignete Potenzial (inkl. weiche Restriktionen). Zusätzlich zu den Restriktionen ist für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes der Flächenzuschnitt, die Sonneneinstrahlung und die Nähe zum Netzverknüpfungspunkt 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. An dieser Stelle werden Potenzialflächen nach EEG 2023 ausgewiesen, welche innerhalb eines 200 m Streifen entlang von Schienen und Autobahnen liegen und daher planungsrechtlich privilegiert sind.

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 Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein muss, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Die Nutzung für PV oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

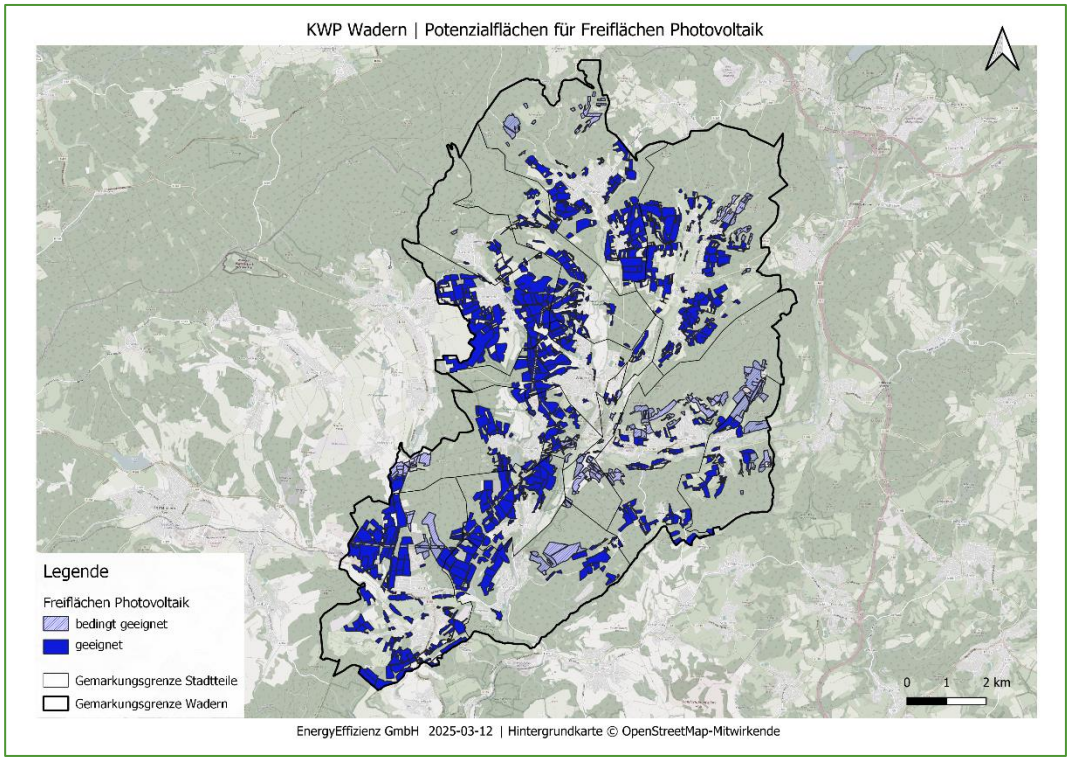

Abbildung 24: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 950 MWh/(ha*a) Ertrag für Photovoltaik angenommen. Es folgt eine getrennte Betrachtung von geeigneten und bedingt geeigneten Flächen, wobei sich das Gesamtpotenzial von 2.197 GWh/a aus deren Summe ergibt (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) [GWh/a]	Technisches Potenzial (geeignet) [GWh/a]
Bardenbach	8,7	151,4
Büschfeld	48,6	128,4
Dagstuhl	35,5	3,8
Krettnich	47,2	50,7
Lockweiler	110,1	80
Löstertal	36,4	229,3
Morscholz	4,9	261,82
Noswendel	42,7	123,2
Nunkirchen	48	308,2
Steinberg	0,77	14,2
Wadern	5,5	121,5
Wadrilltal	36,7	196,3
Wedern	4,1	99,4
Gesamtes Plangebiet	**429,1**	**1.768,2**

4.4.3. Agri-PV

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

4.4.3.1. Hinweise und Einschränkungen

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

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

Nicht alle landwirtschaftlichen Flächen sind für eine entsprechende Anlage geeignet. Streuobstwiesen werden ausgeschlossen. Ackerflächen, Rebflächen, Grünland, Gartenland und Obststrauchplantagen werden bei der Untersuchung berücksichtigt. Als zusätzliche Restriktionen 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. Es wird von bedingt geeigneten Flächen gesprochen, wenn die LSG inkludiert sind und von geeigneten Flächen, wenn die LSG ausgeschlossen wurden. Zu berücksichtigen ist auch, dass eine Flächenkonkurrenz zwischen Agri-PV-Anlagen und Freiflächen-Anlagen bestehen kann, da sich die Flächenkulisse in Teilen überschneidet.

4.4.3.2. Potenzial

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 570 MWh/(ha*a) Ertrag für Agri-PV angenommen (Trommsdorff, Dr. M. et al., 2024). Für die Stadt ergibt sich ein technisches Potenzial von 1.318,4 GWh/a für die Stromerzeugung durch Agri-PV. Das Potenzial für Agri-PV stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 11: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) [GWh/a]	Technisches Potenzial (geeignet) [GWh/a]
Bardenbach	5,2	90,9
Büschfeld	29,1	77,1
Dagstuhl	21,3	2,3
Krettnich	28,3	30,4
Lockweiler	66,1	48
Löstertal	21,8	137,6
Morscholz	3	157,1
Noswendel	25,6	73,9
Nunkirchen	28,8	184,9
Steinberg	0,5	8,5
Wadern	3,3	72,9
Wadrilltal	22,0	117,8
Wedern	2,5	59,6
Gesamtes Plangebiet	**257,5**	**1.060,9**

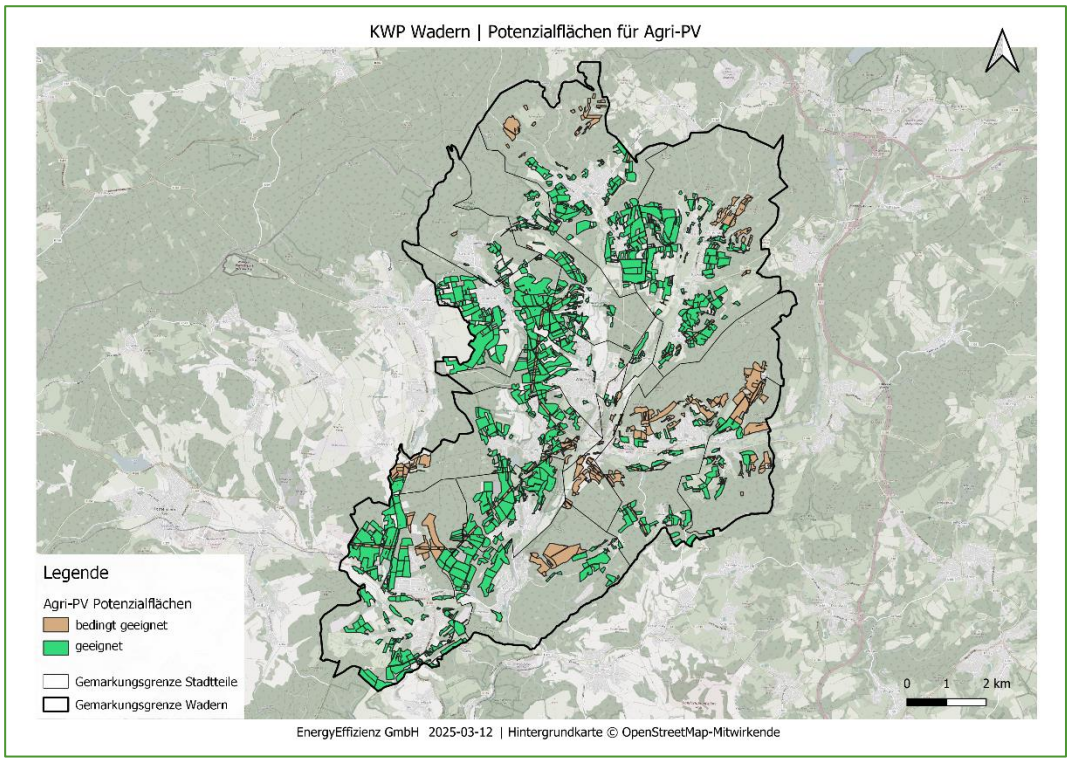

Abbildung 25 Potenzialflächen Agri-PV

4.4.4. Windkraft

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

4.4.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Auf Bundesebene soll der Ausbau der Windenergie nun kurzfristig beschleunigt werden. Als Grundlage dient neben den deutlich erhöhten Ausbauzielen im Rahmen des EEG 2023 das im Februar 2023 in Kraft getretene Windenergie-an-Land-Gesetz, laut dem in Saarland 1,8 % der Landesflächen für Windkraft bis zum Jahr 2032 ausgewiesen sein sollen, um die bundesweiten klimapolitischen Ziele tatsächlich erreichen zu können. Aktuell werden nur rund 0,8 % der Landesfläche von Windenergieanlagen beansprucht. Der Gesetzgeber hat unter anderem das Zwischenziel von 1,1 % bis zum Jahr 2027 festgeschrieben, was einen großen Handlungsbedarf in den kommenden Jahren bedeutet.[6] Solange die im Gesetz geforderten 1,8 % der Landesfläche nicht für Windenergie ausgewiesen sind, gilt die Privilegierung im Außenbereich, womit eine planerische Steuerung in Form eines Teilflächennutzungsplanes derzeit nicht möglich ist.

[6] Wind BG 2023, § 3 Abs. 1

Für das Bundesland Saarland wurde im vergangenen Jahr 2024 eine Analyse der Flächenpotenziale für die Windenergienutzung durchgeführt. Die Studie hat das Ziel, die planerischen Möglichkeiten zur Gestaltung des Windenergieausbaus aufzuzeigen und Hilfestellung zur rechtmäßigen Einzelfallprüfung zu leisten. (Saarländisches Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie, 2024)

4.4.4.2. Potenzial

Für die Nutzung der Windenergie ist es besonders wichtig, windhöffige Gebiete zu erschließen, da sie das höchste Ertragspotenzial bieten. Die Flächenpotenzialstudie des Landes Saarland berücksichtigt sowohl alle rechtlichen Vorgaben als auch die Windgeschwindigkeiten. Auf dieser Basis wurden die gekennzeichneten Flächen anhand der vorliegenden, konkreteren Flächenanalyse genauer definiert und die maximale Anzahl von installierbaren Windkraftanlagen (WKA) errechnet. Dabei wurde ein Flächenbedarf von 2,5 ha je Windkraftanlage angenommen. Es wird von einem Zubau von 57 Windkraftanlagen in den ausgewiesenen Suchräumen ausgegangen. Eine detaillierte Flächenausweisung bedarf eine nachgelagerte Potenzialstudie, weshalb an dieser Stelle nur geeignete Flächen dargestellt werden (vgl. Abbildung 26). Unter der Annahme, dass pro Anlage 4 MWp Leistung installiert und 1.752 Volllaststunden pro Jahr ausgenutzt werden können, kann ein Stromertrag von 399 GWh/a erreicht werden. Die Gemarkung Wadern befindet sich im Naturpark Saar-Hunsrück, weshalb die Windpotenziale als bedingt geeignet ausgewiesen werden. Das Potenzial für Windenergie stellt sich für die einzelnen Stadtteilen wie folgt dar:

Tabelle 12 Potenzial Windkraft nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) [GWh/a]	Mögliche Anzahl von WEA
Bardenbach	7	1
Büschfeld	42	6
Dagstuhl	14	2
Krettnich	42	6
Lockweiler	56,1	8
Löstertal	35	5
Morscholz	28	4
Noswendel	21	3
Nunkirchen	56,1	8
Steinberg	-	-
Wadern	14	2
Wadrilltal	63,1	9
Wedern	21	3
Gesamtes Plangebiet	**399,5**	**57**

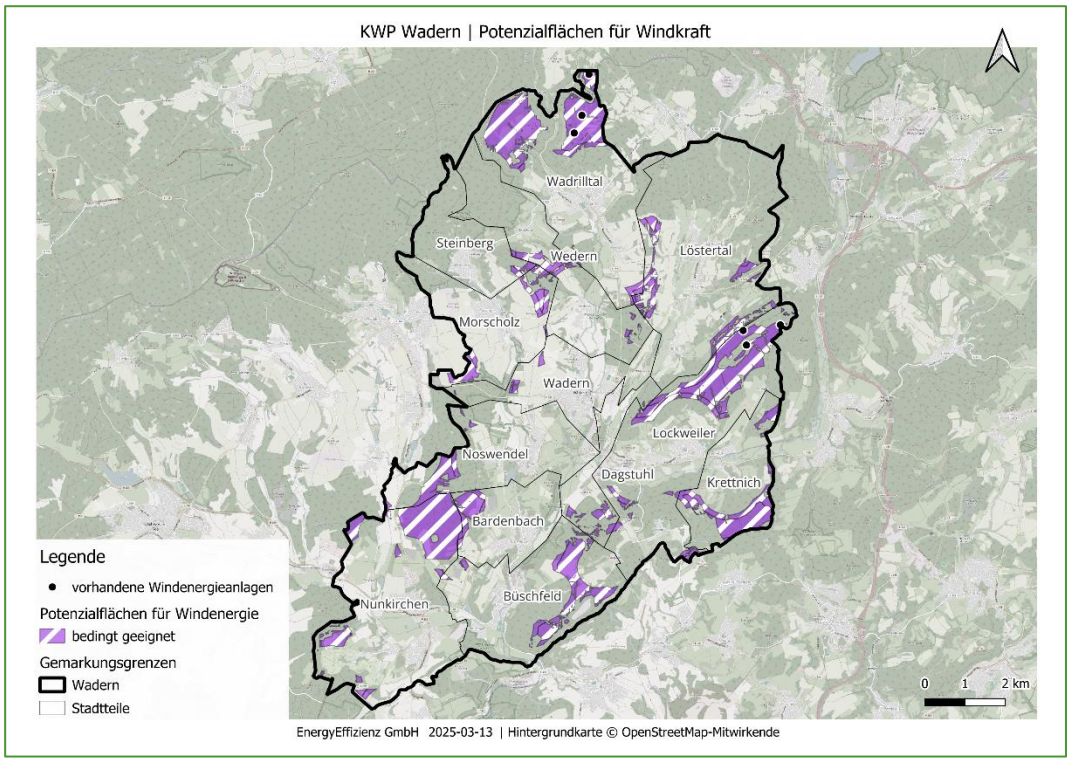

Abbildung 26 Potenzialflächen Windkraft

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

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.

Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB).

KEA Baden-Württemberg. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung.* Stuttgart.

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/

LUBW. (2022). *Energieatlas: Sonne.* Von https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflachen abgerufen

Professur für Agrarsystemtechnik der TU Dresden, Doppelacker GmbH. (27. 11 2023). Bringt Agrothermie die Wärmewende? *Verband deutscher Ingenieure (VDI)*. Von https://www.vdi.de/news/detail/bringt-agrothermie-die-waermewende abgerufen

Saarländisches Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie. (März 2024). *www.saarland.de*. Von https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mwide/energie/dld_windBG_SL_endbericht_wfps_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=4 abgerufen

Statistisches Bundesamt. (2022). *Ergebnisse des Zensus 2022.* Wiesbaden.

Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme- Solites. (2024). Wärmeertrag je Hektar Landfläche. Stuttgart. Von https://www.solare-waermenetze.de/faq-solarthermie-waermenetze/ abgerufen

Trommsdorff, Dr. M. et al. (2024). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende.* (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Hrsg.) Freiburg. Von https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf abgerufen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kurzstatistik über Stadtteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2024) 14

Tabelle 2: Einteilung der Wärmeliniendichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung 21

Tabelle 3: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung 21

Tabelle 4: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen und im gesamten Plangebiet.....28

Tabelle 5: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen 31

Tabelle 6 Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) 34

Tabelle 7 Potenziale Abwasserwärme nach Stadtteilen 40

Tabelle 8 Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe der Erdwärmekollektoren nach Stadtteil 45

Tabelle 9 Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteil 46

Tabelle 10: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen 51

Tabelle 11: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen.....52

Tabelle 12 Potenzial Windkraft nach Stadtteilen.....54

Tabelle 13 Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs auf Basis des Technikkatalogs Kommunale Wärmeplanung 118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung 8
Abbildung 2: Naturschutz als restriktives Element 11
Abbildung 3: Wasserschutzgebiete in der Gemarkung 12
Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung Wadern 14
Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Anzahl) 15
Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (beheizte Fläche) 15
Abbildung 7: Stadtteil Wadern: Dominierender Sektor 16
Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. 17
Abbildung 9: Stadtteil Wadern: Baualtersklassen 17
Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. 18
Abbildung 11: Stadtteil Wadern: Energieträger je Baublock 19
Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen 20
Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen [GWh/a] 20
Abbildung 14: Wärmeliniendichte Status quo in Wadern 22
Abbildung 15: Wärmedichte je Baublock Status quo in Wadern 22
Abbildung 16: Senkung der Wärmemenge in GWh bis 2045 25
Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion 28
Abbildung 18: Biomassepotenzial 29
Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie 32
Abbildung 20: Potenzialflächen Agrothermie 35
Abbildung 21: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen 38
Abbildung 22 Eignung von Erdwärmekollektoren in Wadern Kernstadt 45
Abbildung 23 Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene in Wadern Kernstadt 47
Abbildung 24: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik 50
Abbildung 25 Potenzialflächen Agri-PV 53
Abbildung 26 Potenzialflächen Windkraft 55
Abbildung 27 Stadtteil Bardenbach: Dominierende Sektoren 64
Abbildung 28 Stadtteil Bardenbach: Baualtersklassen 64
Abbildung 29 Stadtteil Bardenbach: Energieträger im Status quo 65
Abbildung 30 Stadtteil Bardenbach: Wärmedichte im Status quo 65
Abbildung 31 Stadtteil Bardenbach: Wärmeliniendichte im Status quo 66
Abbildung 32 Stadtteil Bardenbach: Eignung Erdwärmesonden 66
Abbildung 33 Stadtteil Bardenbach: Eignung Erdwärmekollektoren 67
Abbildung 34 Büschfeld: Dominierende Sektoren 68
Abbildung 35 Stadtteil Büschfeld: Baualtersklassen 68
Abbildung 36 Stadtteil Büschfeld: Energieträger im Status quo 69

Abbildung 37 Stadtteil Büschfeld: Wärmedichte im Status quo 69
Abbildung 38 Stadtteil Büschfeld: Wärmeliniendichte im Status quo 70
Abbildung 39 Stadtteil Büschfeld: Eignung Erdwärmesonden 70
Abbildung 40 Stadtteil Büschfeld: Eignung Erdwärmekollektoren 71
Abbildung 41 Stadtteil Dagstuhl: Dominierende Sektoren 72
Abbildung 42 Stadtteil Dagstuhl: Baualtersklassen 72
Abbildung 43 Stadtteil Dagstuhl: Energieträger im Status quo 73
Abbildung 44 Stadtteil Dagstuhl: Wärmedichte im Status quo 73
Abbildung 45 Stadtteil Dagstuhl: Wärmeliniendichte im Status quo 74
Abbildung 46 Stadtteil Dagstuhl: Eignung Erdwärmesonden 74
Abbildung 47 Stadtteil Dagstuhl: Eignung Erdwärmekollektoren 75
Abbildung 48 Stadtteil Krettnich: Dominierende Sektoren 76
Abbildung 49 Stadtteil Krettnich: Baualtersklassen 76
Abbildung 50 Stadtteil Krettnich: Energieträger im Status quo 77
Abbildung 51 Stadtteil Krettnich: Wärmedichte im Status quo 77
Abbildung 52 Stadtteil Krettnich: Wärmeliniendichte im Status quo 78
Abbildung 53 Stadtteil Krettnich: Eignung Erdwärmesonden 78
Abbildung 54 Stadtteil Krettnich: Eignung Erdwärmekollektoren 79
Abbildung 55 Stadtteil Lockweiler: Dominierende Sektoren 80
Abbildung 56 Stadtteil Lockweiler: Baualtersklassen 80
Abbildung 57 Stadtteil Lockweiler: Energieträger im Status quo 81
Abbildung 58 Stadtteil Lockweiler: Wärmedichte im Status quo 81
Abbildung 59 Stadtteil Lockweiler: Wärmeliniendichte im Status quo 82
Abbildung 60 Stadtteil Lockweiler: Eignung Erdwärmesonden 82
Abbildung 61 Stadtteil Lockweiler: Eignung Erdwärmekollektoren 83
Abbildung 62 Stadtteil Löstertal: Dominierende Sektoren 84
Abbildung 63 Stadtteil Löstertal: Baualtersklassen 84
Abbildung 64 Stadtteil Löstertal: Energieträger im Status quo 85
Abbildung 65 Stadtteil Löstertal: Wärmedichte im Status quo 85
Abbildung 66 Stadtteil Löstertal: Wärmeliniendichte im Status quo 86
Abbildung 67 Stadtteil Löstertal: Eignung Erdwärmesonden 86
Abbildung 68 Stadtteil Löstertal: Eignung Erdwärmekollektoren 87
Abbildung 69 Stadtteil Morscholz: Dominierende Sektoren 88
Abbildung 70 Stadtteil Morscholz: Baualtersklassen 88
Abbildung 71 Stadtteil Morscholz: Energieträger im Status quo 89
Abbildung 72 Stadtteil Morscholz: Wärmedichte im Status Quo 89
Abbildung 73 Stadtteil Morscholz: Wärmeliniendichte im Status quo 90

Abbildung 74 Stadtteil Moscholz: Eignung Erdwärmesonden 90
Abbildung 75 Stadtteil Moscholz: Eignung Erdwärmekollektoren....91
Abbildung 76 Stadtteil Noswendel: Dominierende Sektoren 92
Abbildung 77 Stadtteil Noswendel: Baualtersklassen....92
Abbildung 78 Stadtteil Noswendel: Energieträger im Status quo....93
Abbildung 79 Stadtteil Noswendel: Wärmedichte im Status quo....93
Abbildung 80 Stadtteil Noswendel: Wärmeliniendichte im Status quo....94
Abbildung 81 Stadtteil Noswendel: Eignung Erdwärmesonden 94
Abbildung 82 Stadtteil Noswendel: Eignung Erdwärmesonden 95
Abbildung 83 Stadtteil Nunkirchen: Dominierende Sektoren....96
Abbildung 84 Stadtteil Nunkirchen: Baualtersklassen 96
Abbildung 85 Stadtteil Nunkirchen: Energieträger im Status quo 97
Abbildung 86 Stadtteil Nunkirchen: Wärmedichte im Status quo 97
Abbildung 87 Stadtteil Nunkirchen: Wärmeliniendichte im Status quo 98
Abbildung 88 Stadtteil Nunkirchen: Eignung Erdwärmesonden....98
Abbildung 89 Stadtteil Nunkirchen: Eignung Erdwärmekollektoren 99
Abbildung 90 Stadtteil Steinberg: Dominierende Sektoren 100
Abbildung 91 Stadtteil Steinberg: Baualtersklassen 100
Abbildung 92 Stadtteil Steinberg: Energieträger im Status quo 101
Abbildung 93 Stadtteil Steinberg: Wärmedichte im Status quo 101
Abbildung 94 Stadtteil Steinberg: Wärmeliniendichte im Status quo 102
Abbildung 95 Stadtteil Steinberg: Eignung Erdwärmesonden 102
Abbildung 96 Stadtteil Steinberg: Eignung Erdwärmekollektoren.... 103
Abbildung 97 Stadtteil Wadern: Dominierende Sektoren 104
Abbildung 98 Stadtteil Wadern: Baualtersklassen.... 104
Abbildung 99 Stadtteil Wadern: Energieträger im Status quo.... 105
Abbildung 100 Stadtteil Wadern: Wärmedichte im Status quo.... 105
Abbildung 101 Stadtteil Wadern: Wärmeliniendichte im Status quo.... 106
Abbildung 102 Stadtteil Wadern: Eignung Erdwärmesonden 106
Abbildung 103 Stadtteil Wadern: Eignung Erdwärmekollektoren 107
Abbildung 104 Stadtteil Wadrill: Dominierende Sektoren.... 108
Abbildung 105 Stadtteil Gehweiler: Dominierende Sektoren.... 108
Abbildung 106 Stadtteil Wadrill: Baualtersklassen 109
Abbildung 107 Stadtteil Gehweiler: Baualtersklassen 109
Abbildung 108 Stadtteil Wadrill: Energieträger im Status quo 110
Abbildung 109 Stadtteil Gehweiler: Energieträger im Status quo 110
Abbildung 110 Stadtteil Wadrill: Wärmedichte im Status quo 111

Abbildung 111 Stadtteil Gehweiler: Wärmedichte im Status quo 111
Abbildung 112 Stadtteil Wadrill: Wärmeliniendichte im Status quo 112
Abbildung 113 Stadtteil Gehweiler: Wärmeliniendichte im Status quo 112
Abbildung 114 Stadtteil Wadrilltal: Eignung Erdwärmesonden 113
Abbildung 115 Stadtteil Wadrilltal: Eignung Erdwärmekollektoren 113
Abbildung 116 Stadtteil Wedern: Dominierende Sektoren 114
Abbildung 117 Stadtteil Wedern: Baualtersklassen 114
Abbildung 118 Stadtteil Wedern: Energieträger im Status quo 115
Abbildung 119 Stadtteil Wedern: Wärmedichte im Status quo 115
Abbildung 120 Stadtteil Wedern: Wärmeliniendichte im Status quo 116
Abbildung 121 Stadtteil Wedern: Eignung Erdwärmesonden 116
Abbildung 122 Stadtteil Wedern: Eignung Erdwärmekollektoren 117

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

Anhang A: Bardenbach

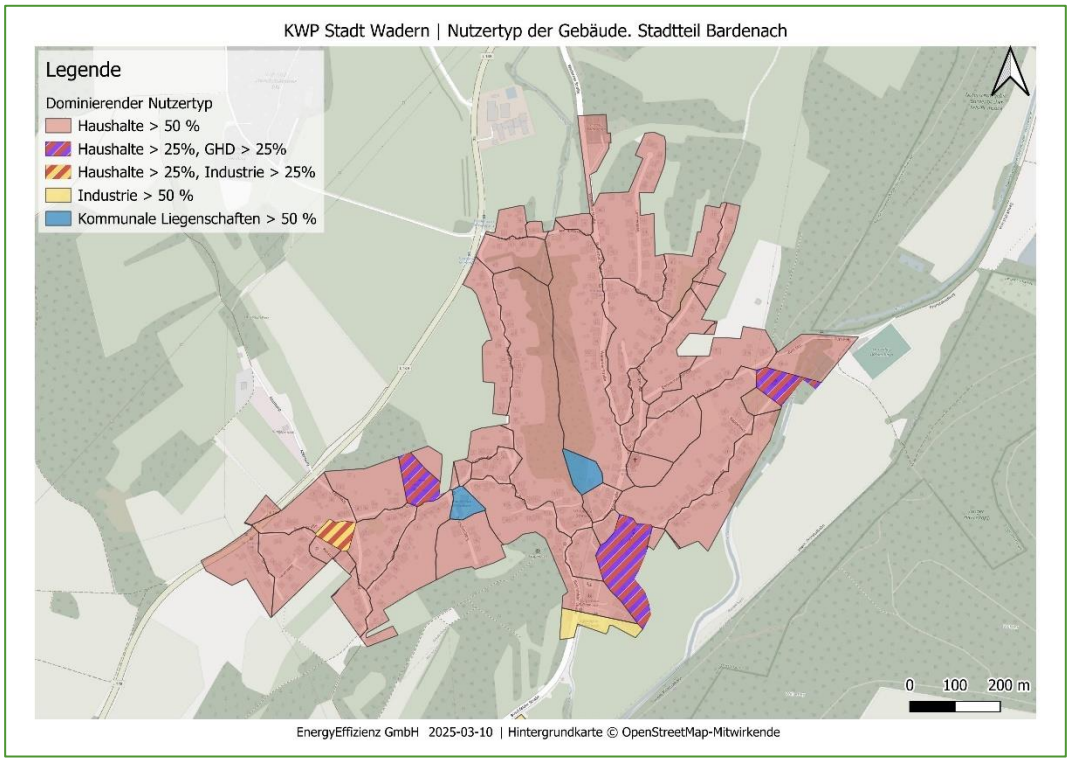

Abbildung 27 Stadtteil Bardenbach: Dominierende Sektoren

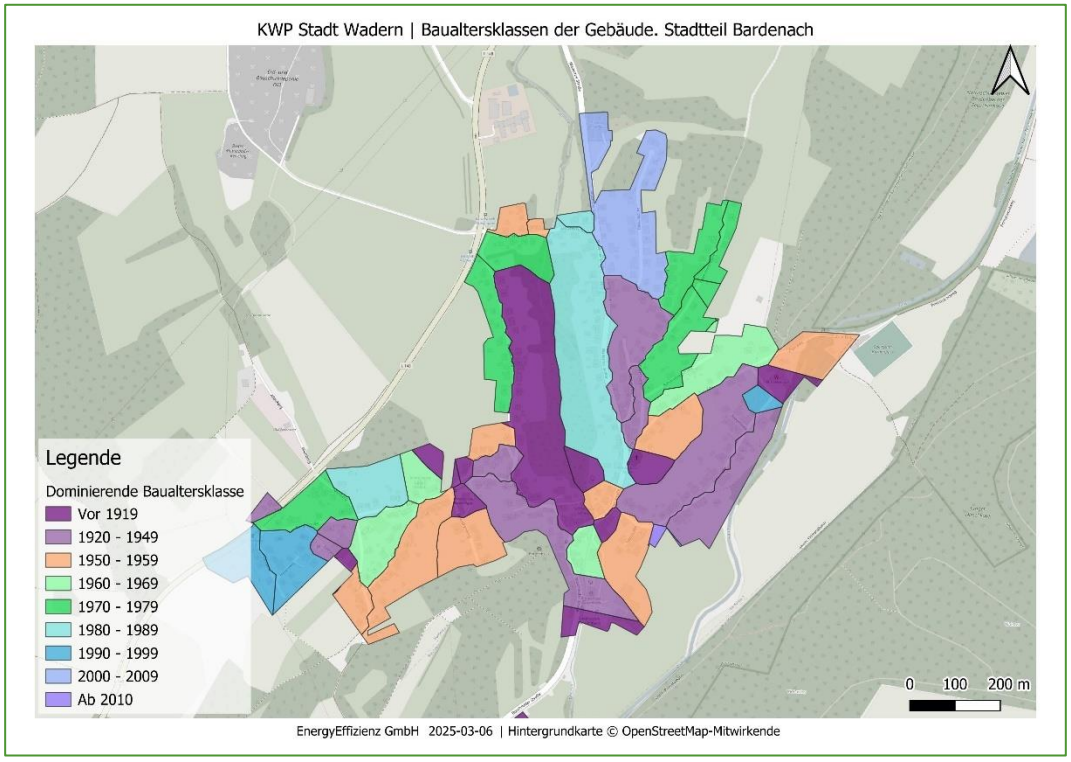

Abbildung 28 Stadtteil Bardenbach: Baualtersklassen

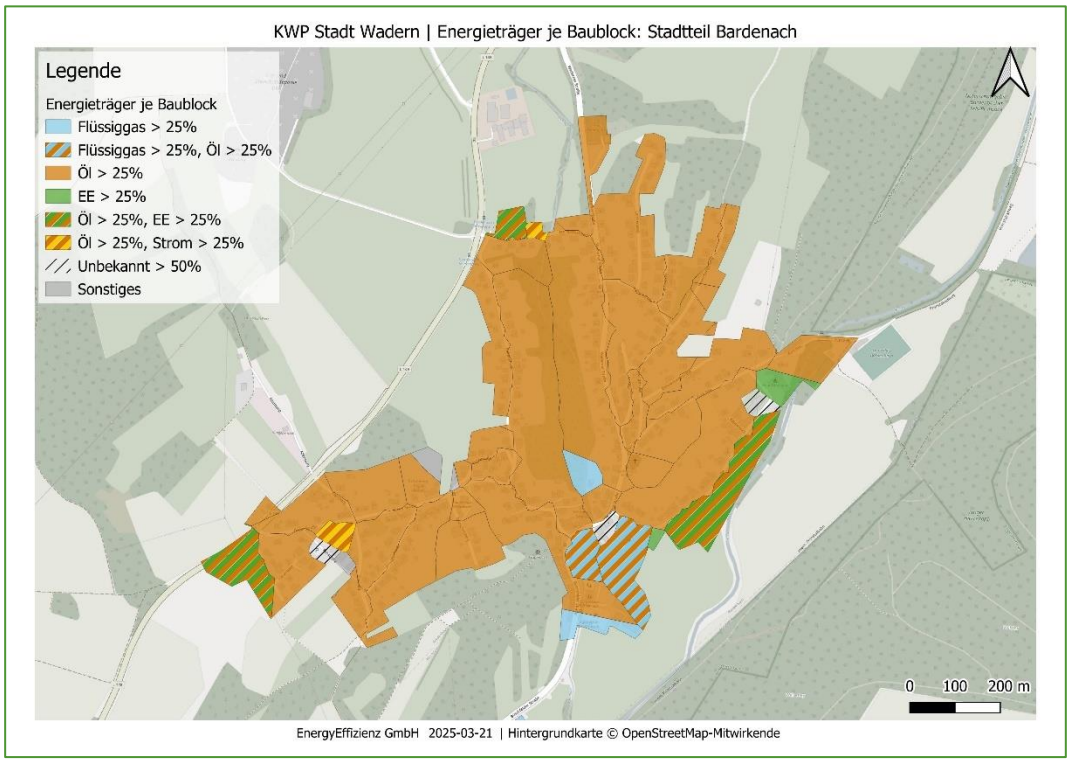

Abbildung 29 Stadtteil Bardenbach: Energieträger im Status quo

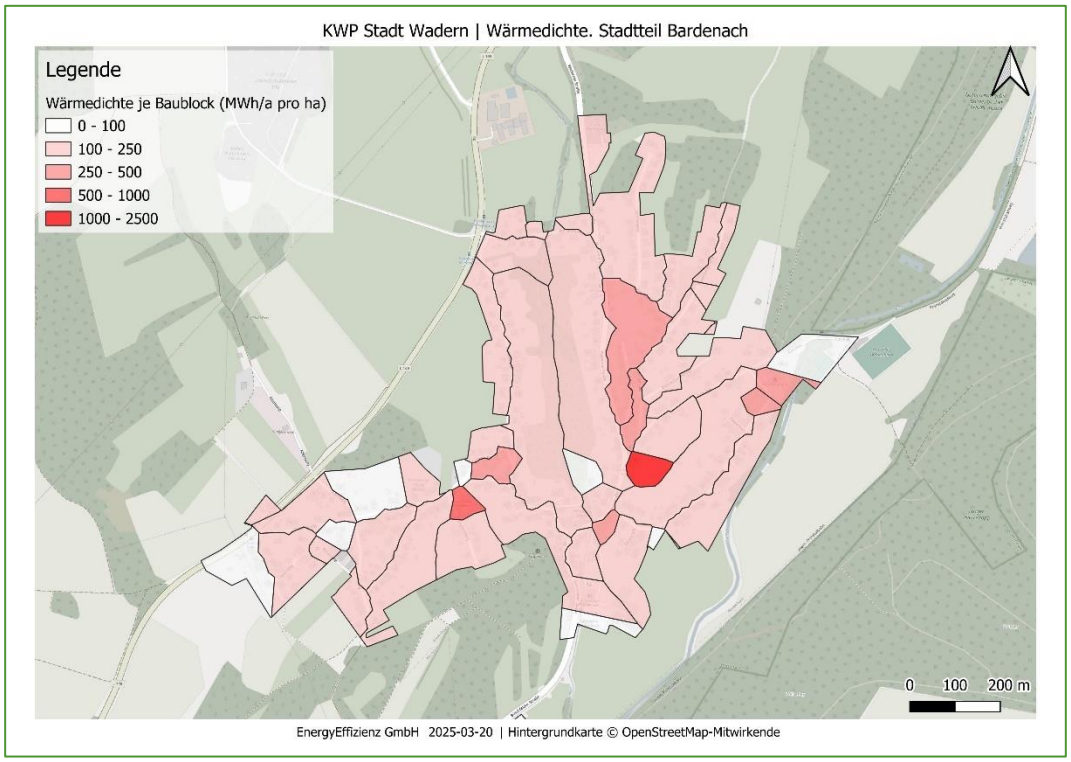

Abbildung 30 Stadtteil Bardenbach: Wärmedichte im Status quo

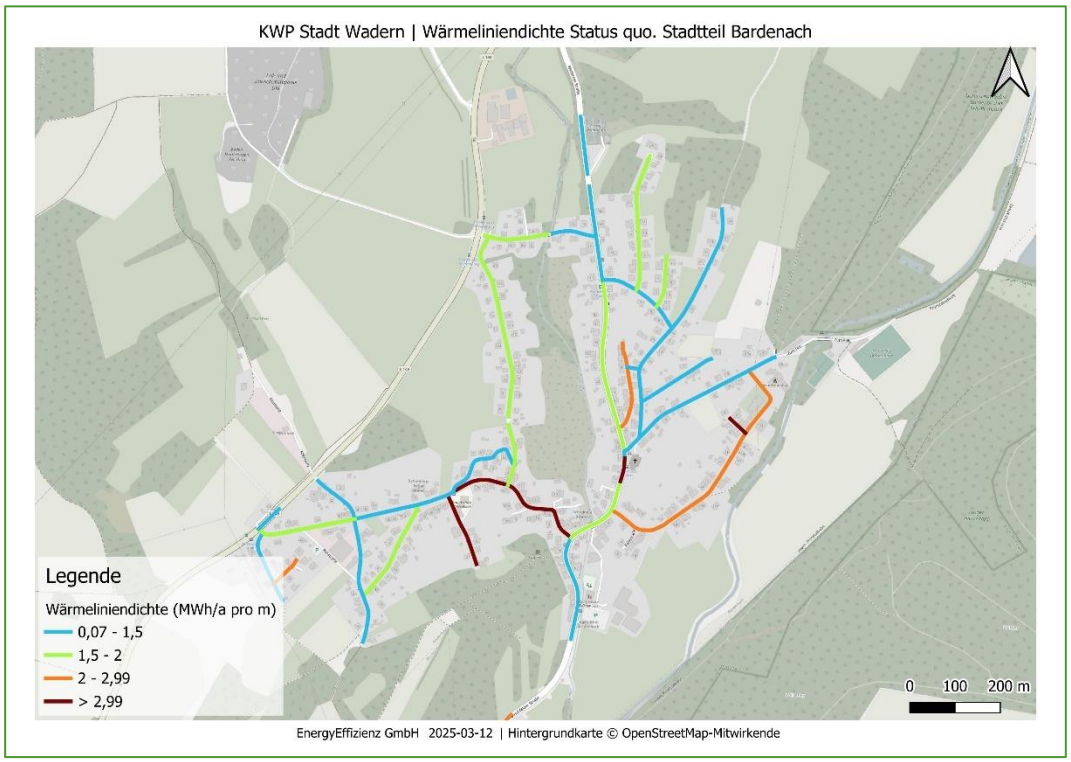

Abbildung 31 Stadtteil Bardenbach: Wärmeliniendichte im Status quo

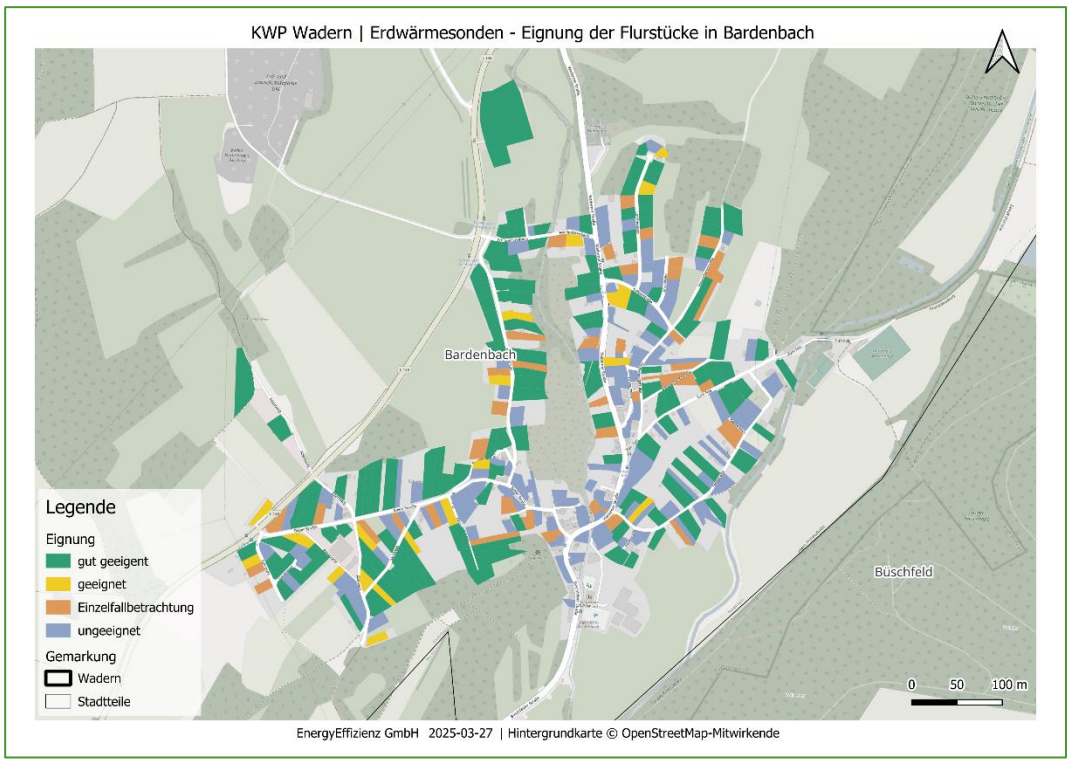

Abbildung 32 Stadtteil Bardenbach: Eignung Erdwärmesonden

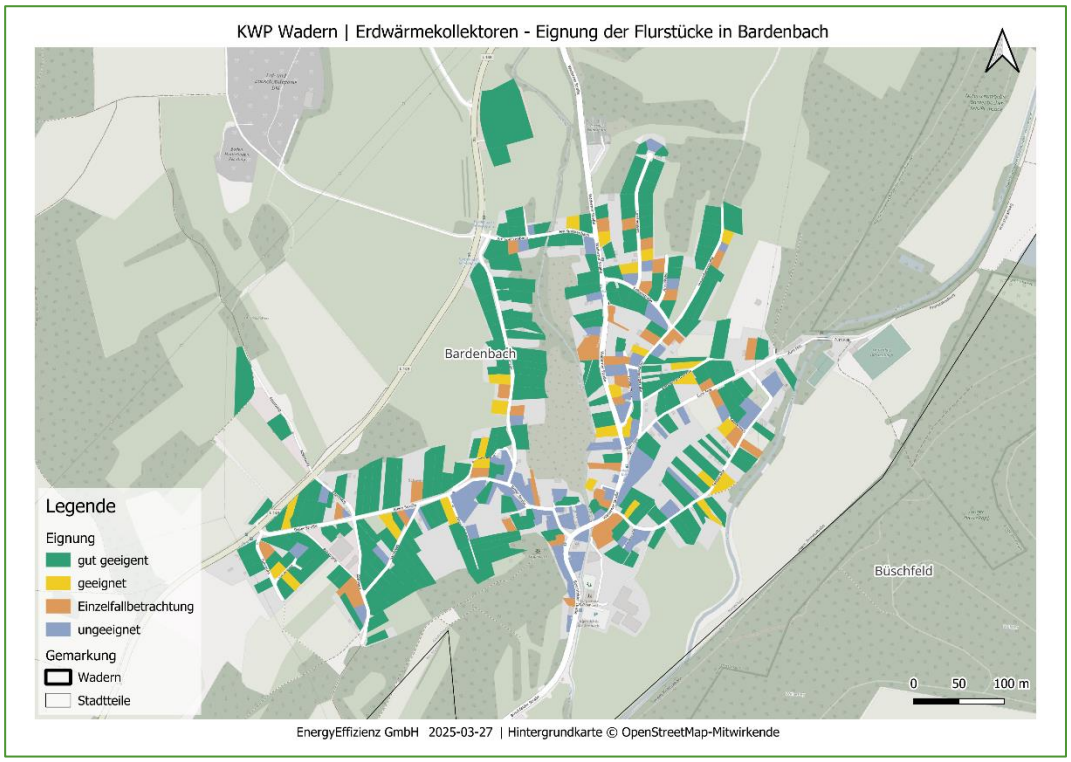

Abbildung 33 Stadtteil Bardenbach: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang B: Büschfeld

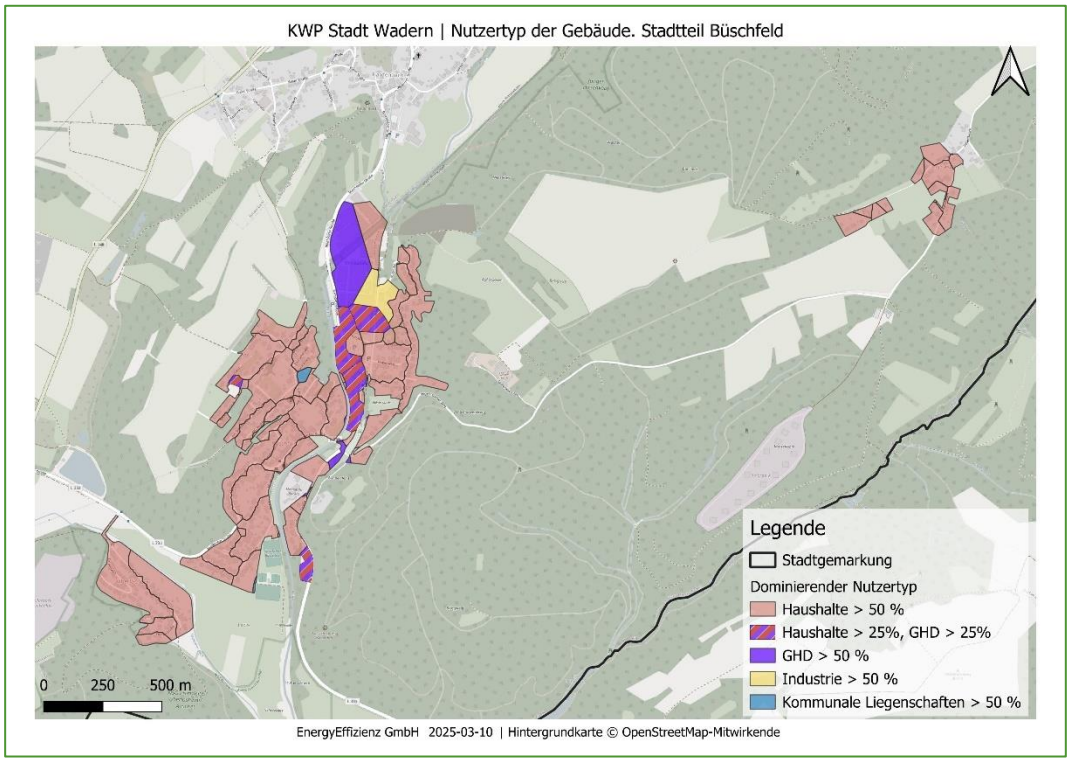

Abbildung 34 Büschfeld: Dominierende Sektoren

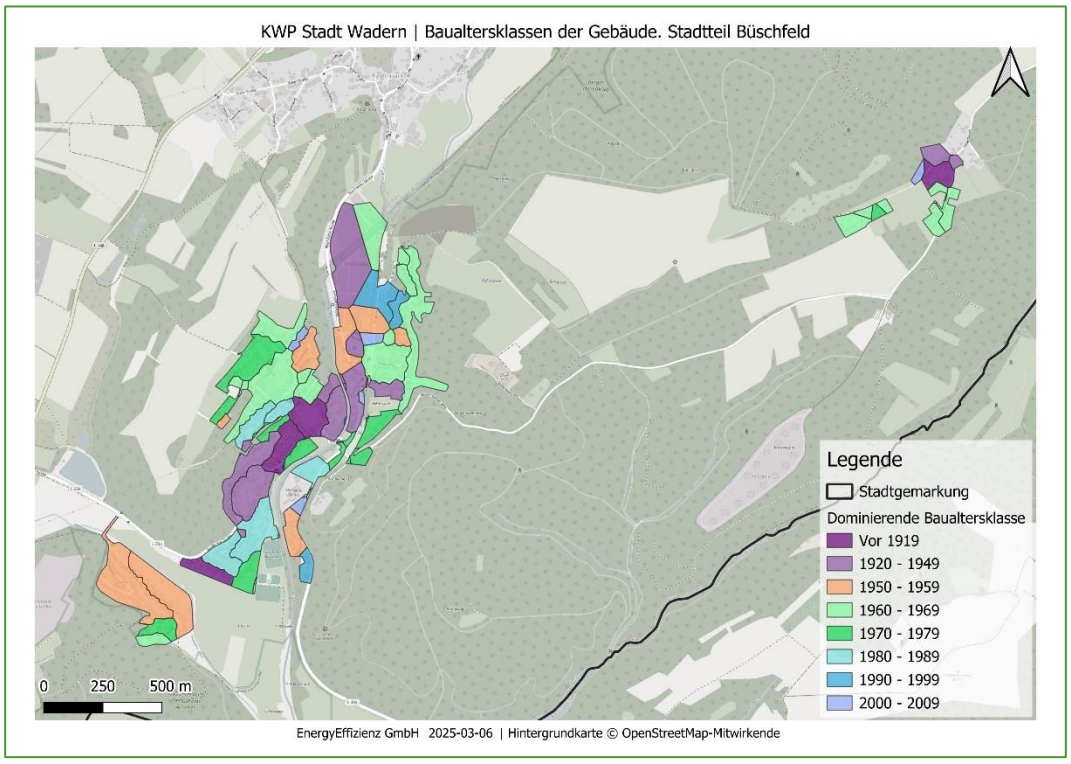

Abbildung 35 Stadtteil Büschfeld: Baualtersklassen

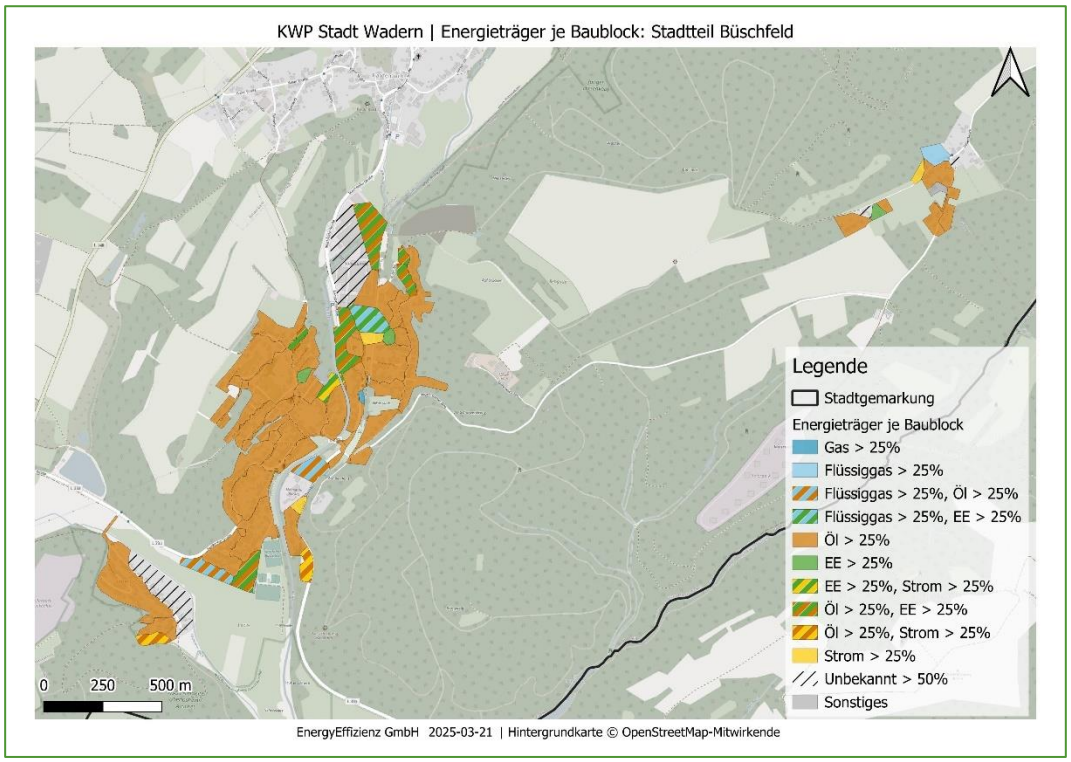

Abbildung 36 Stadtteil Büschfeld: Energieträger im Status quo

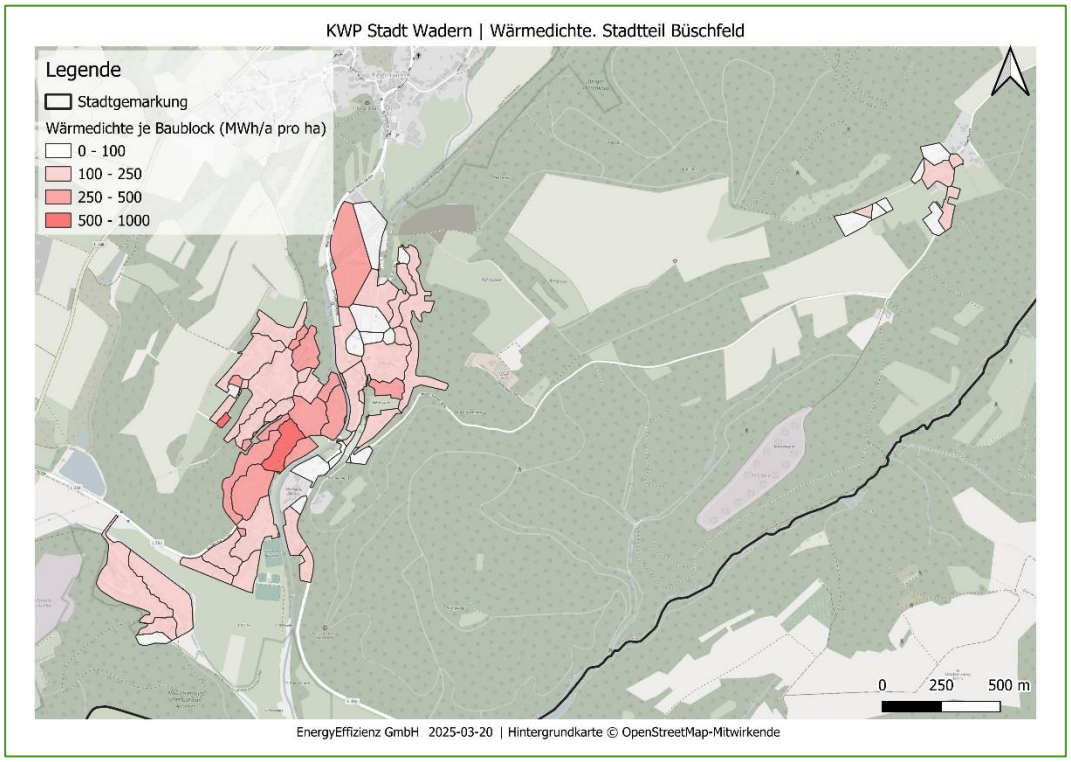

Abbildung 37 Stadtteil Büschfeld: Wärmedichte im Status quo

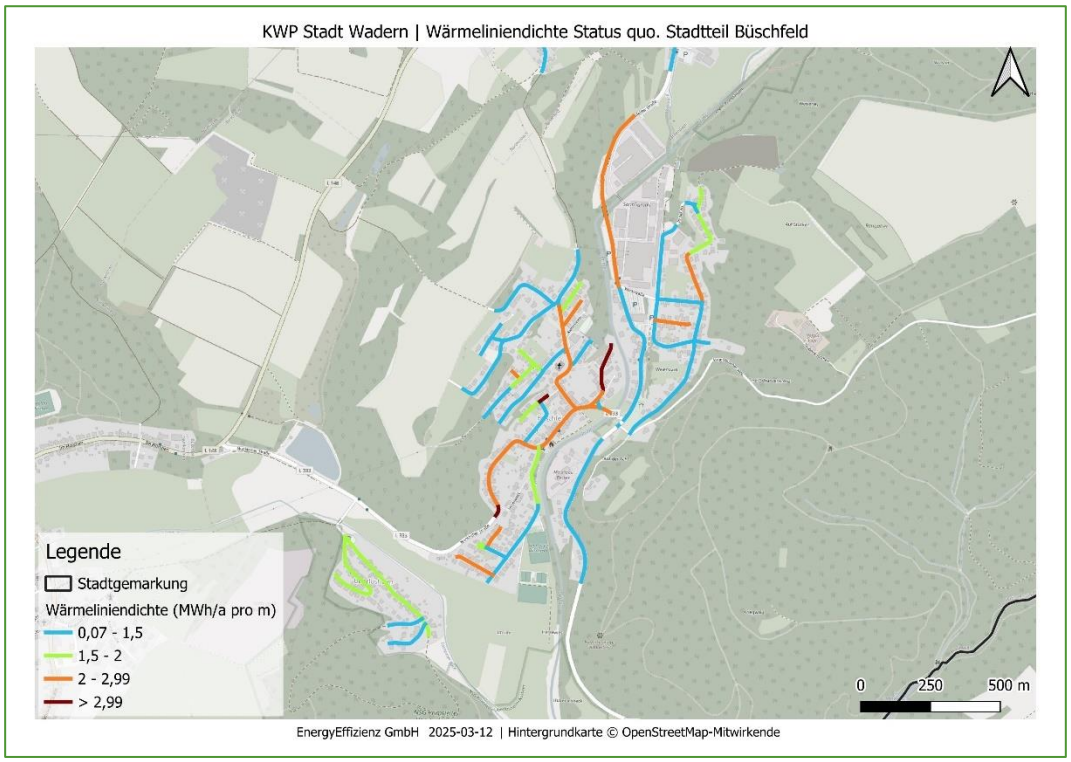

Abbildung 38 Stadtteil Büschfeld: Wärmeliniendichte im Status quo

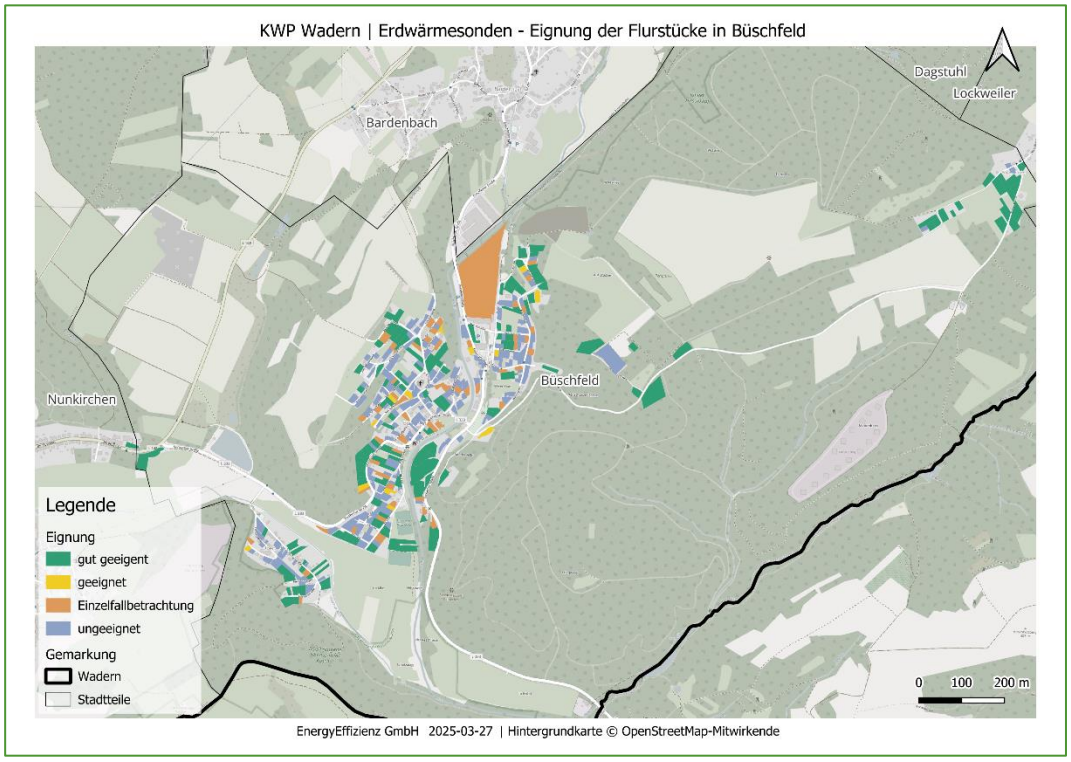

Abbildung 39 Stadtteil Büschfeld: Eignung Erdwärmesonden

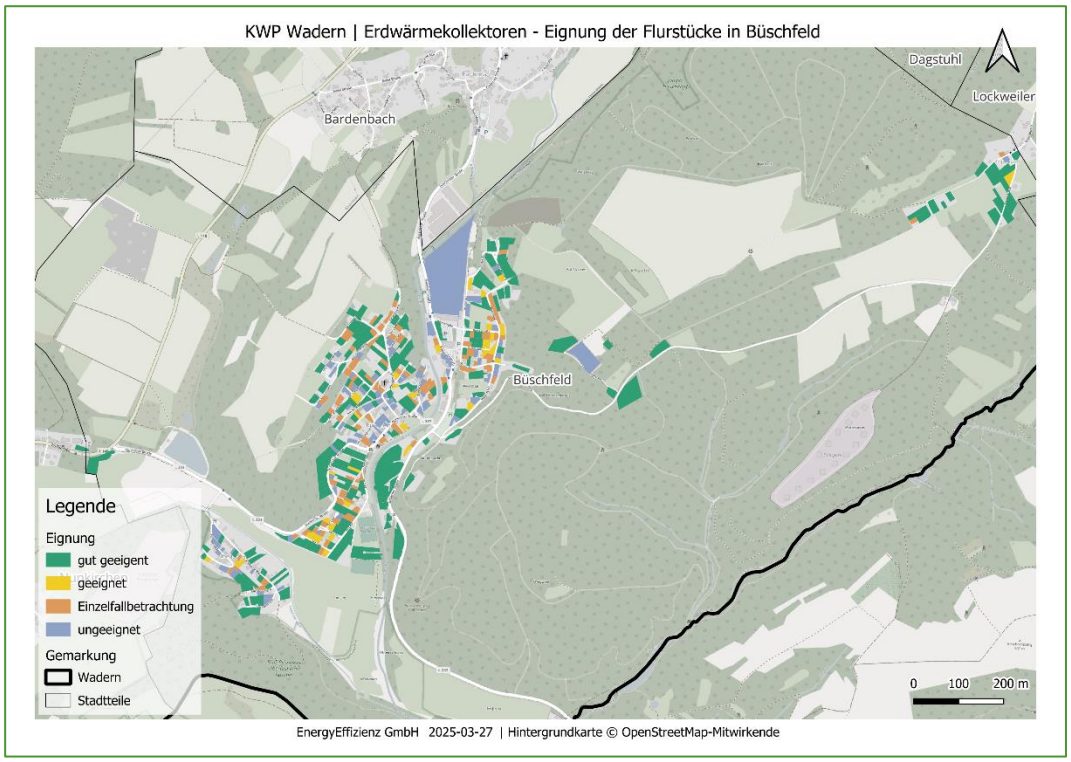

Abbildung 40 Stadtteil Büschfeld: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang C: Dagstuhl

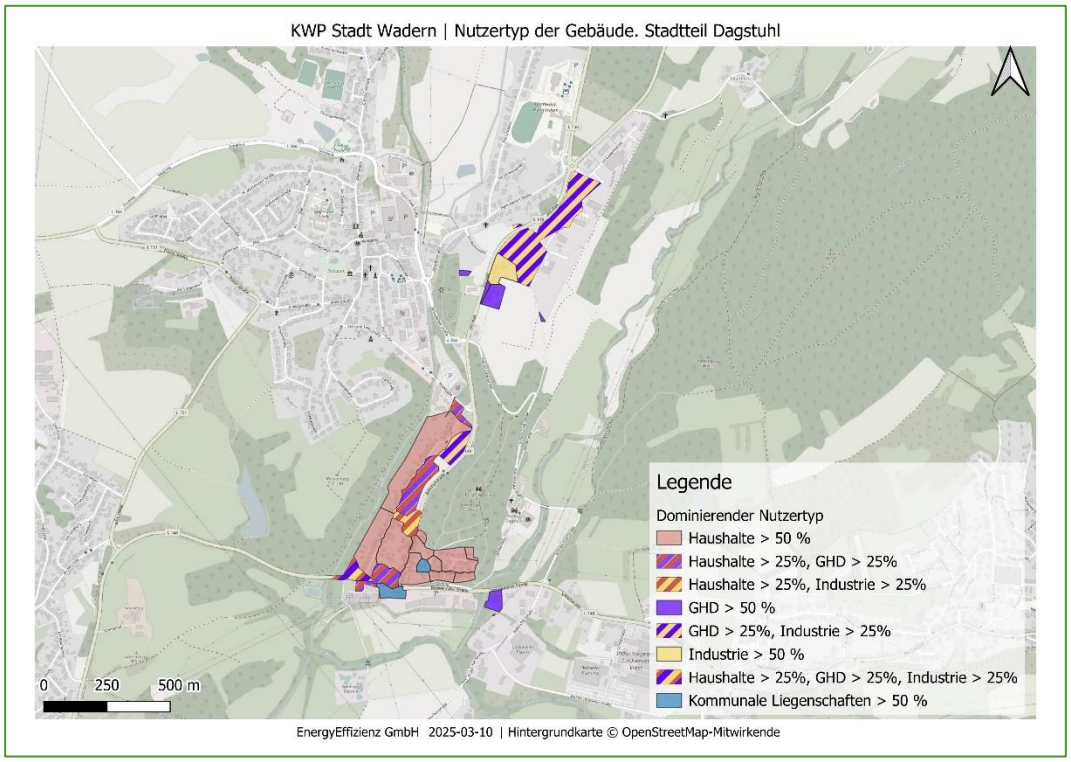

Abbildung 41 Stadtteil Dagstuhl: Dominierende Sektoren

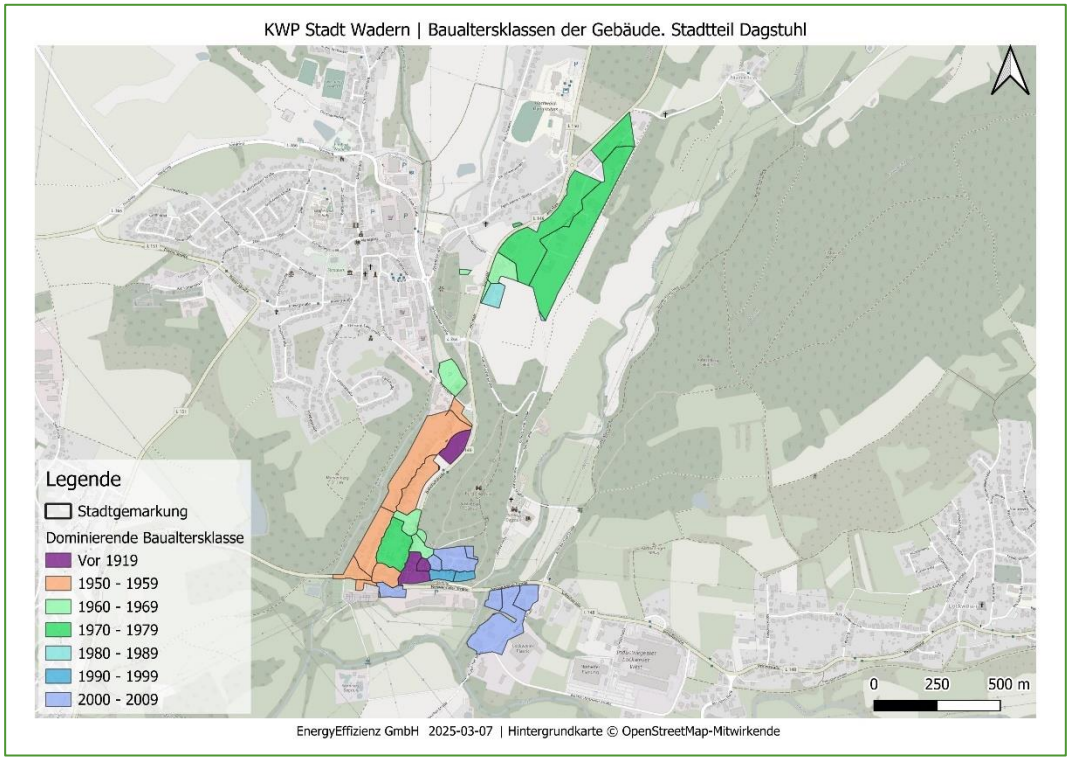

Abbildung 42 Stadtteil Dagstuhl: Baualtersklassen

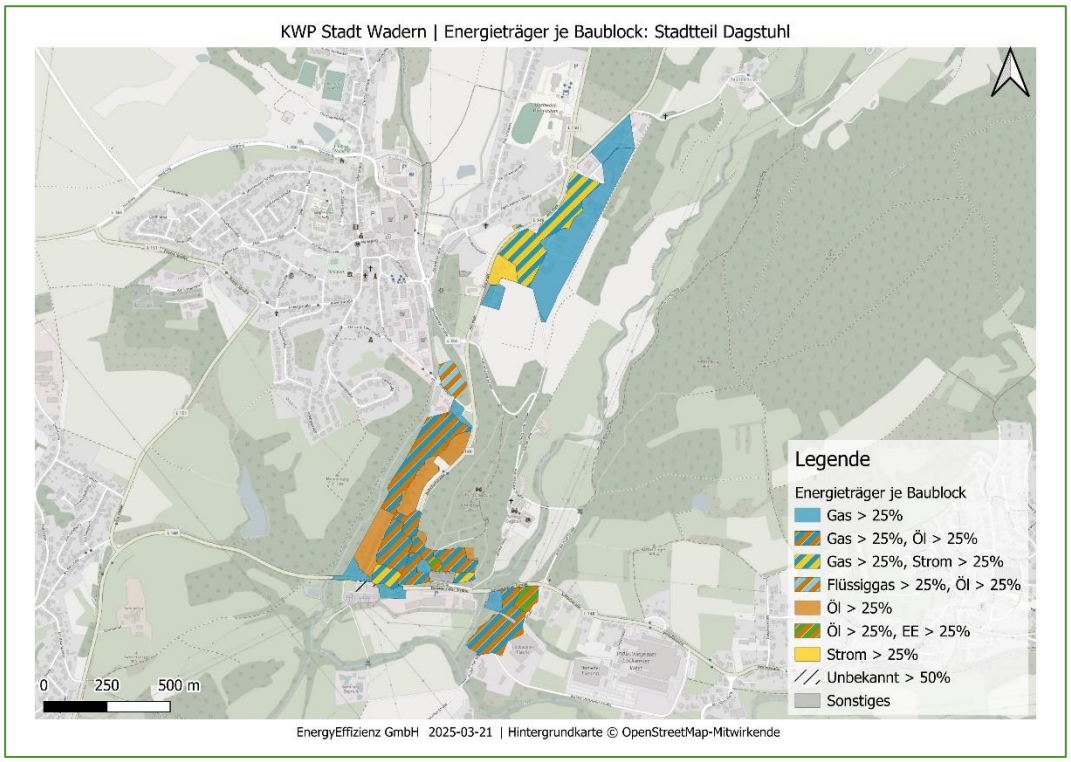

Abbildung 43 Stadtteil Dagstuhl: Energieträger im Status quo

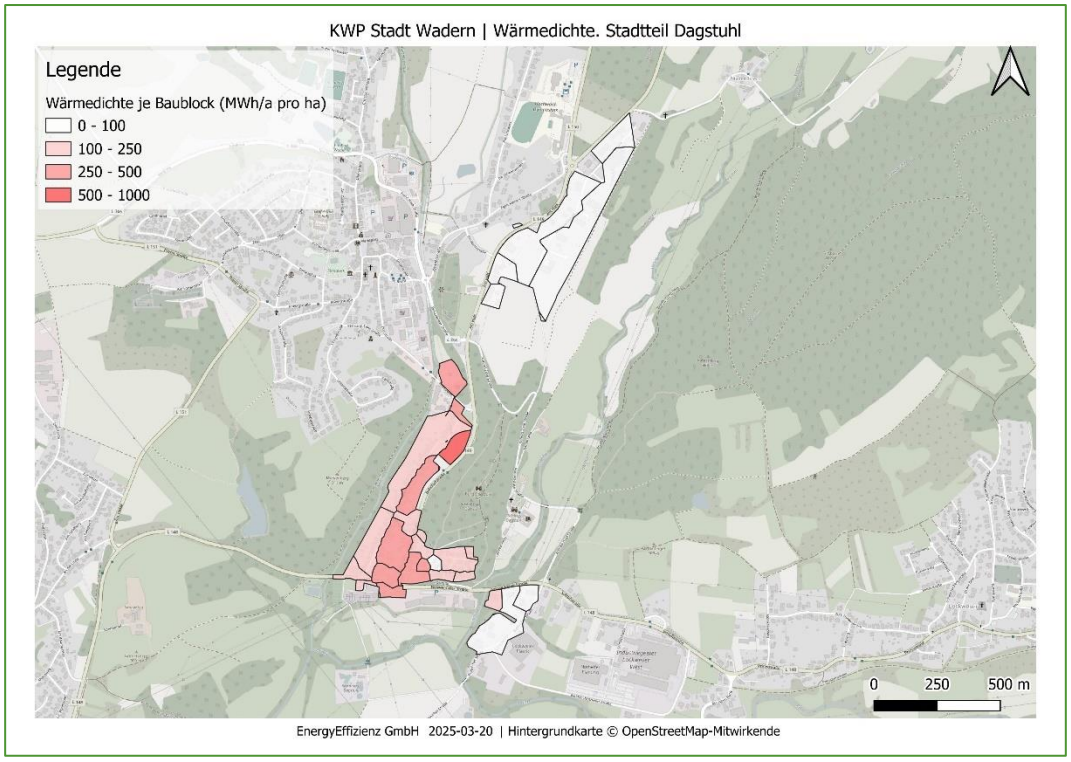

Abbildung 44 Stadtteil Dagstuhl: Wärmedichte im Status quo

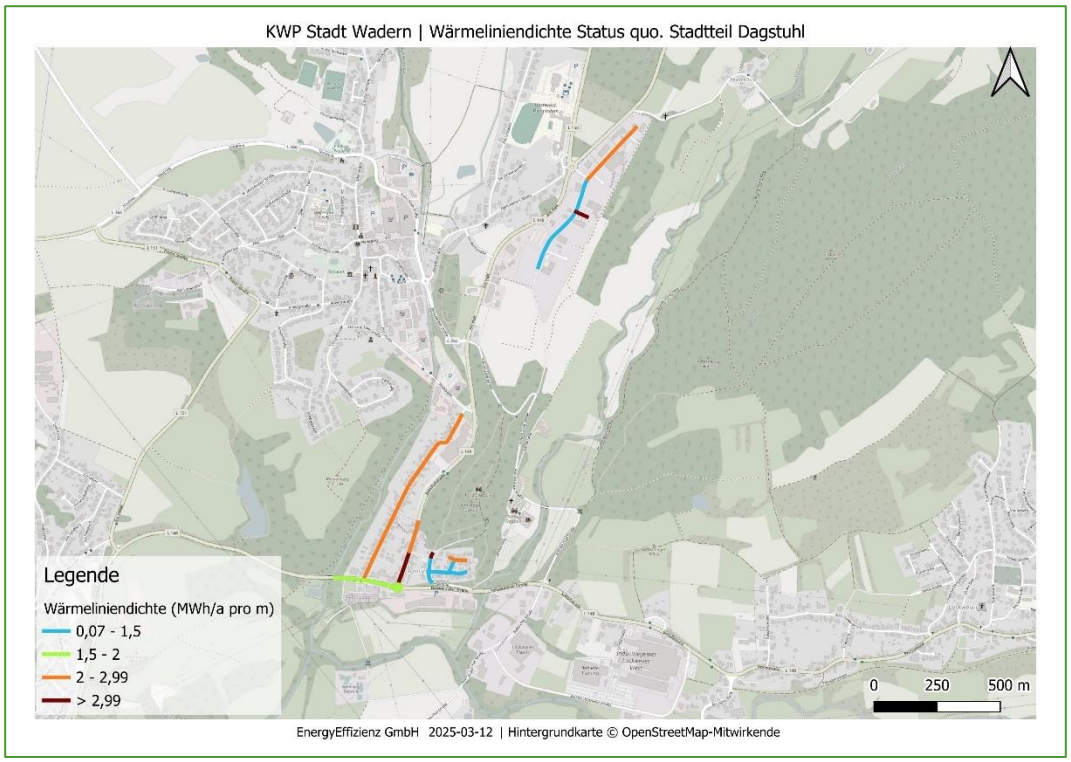

Abbildung 45 Stadtteil Dagstuhl: Wärmeliniendichte im Status quo

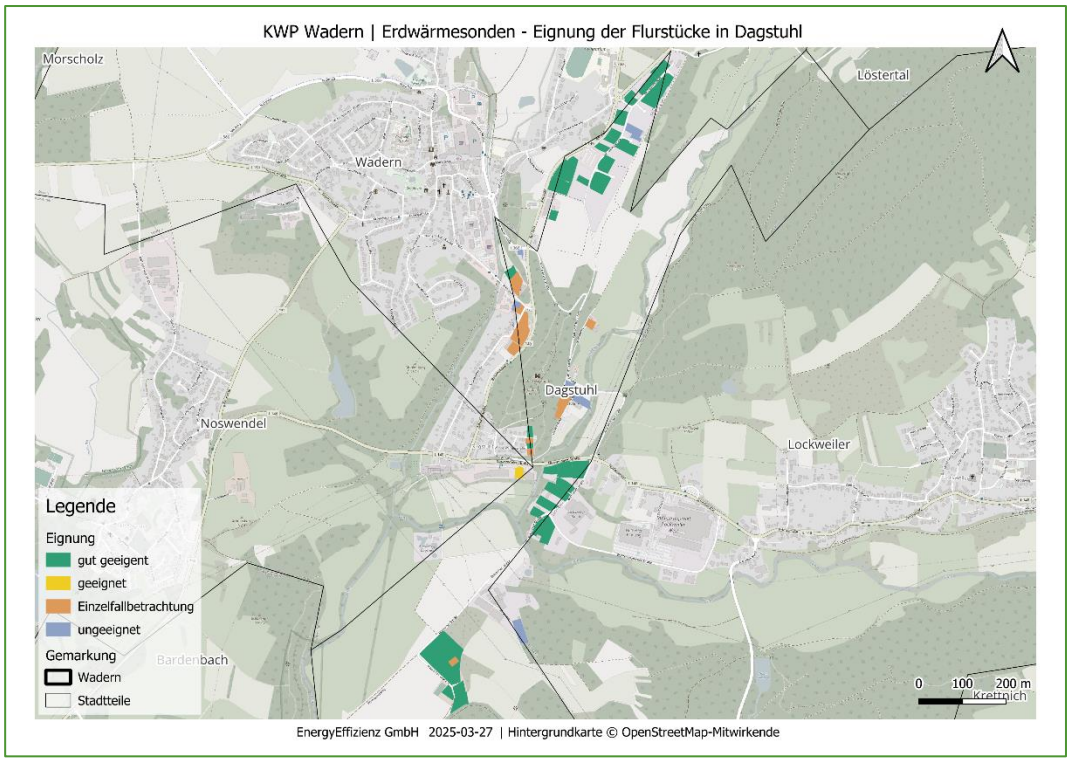

Abbildung 46 Stadtteil Dagstuhl: Eignung Erdwärmesonden

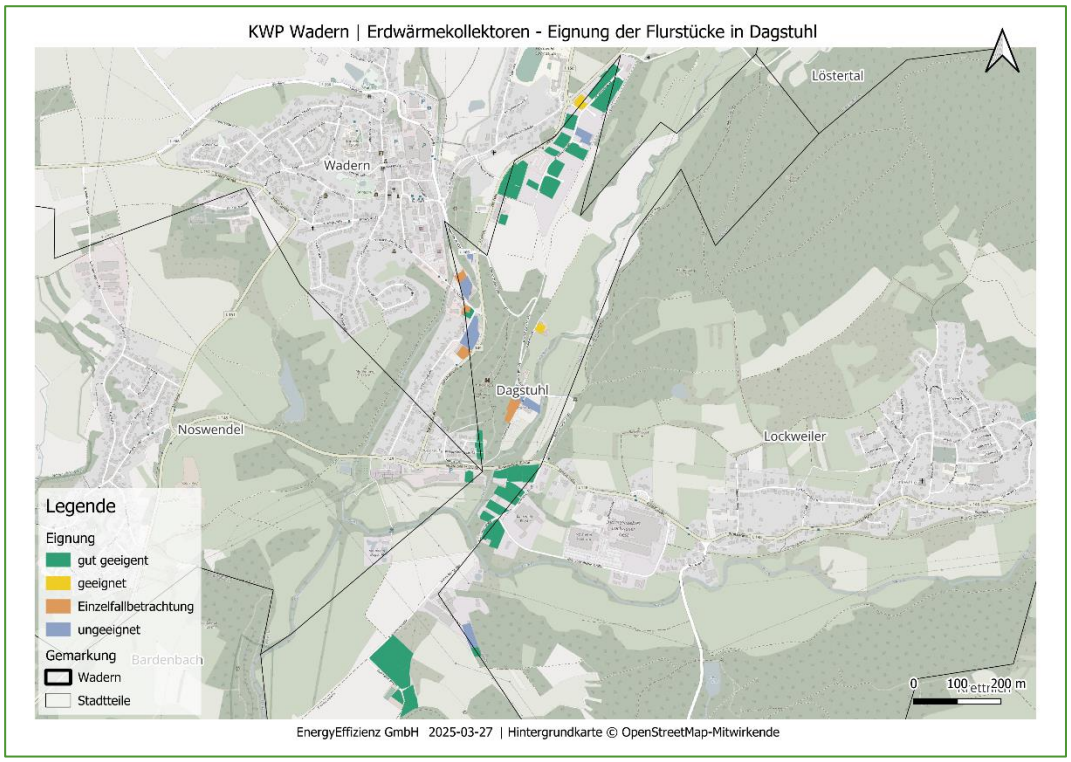

Abbildung 47 Stadtteil Dagstuhl: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang D: Krettnich

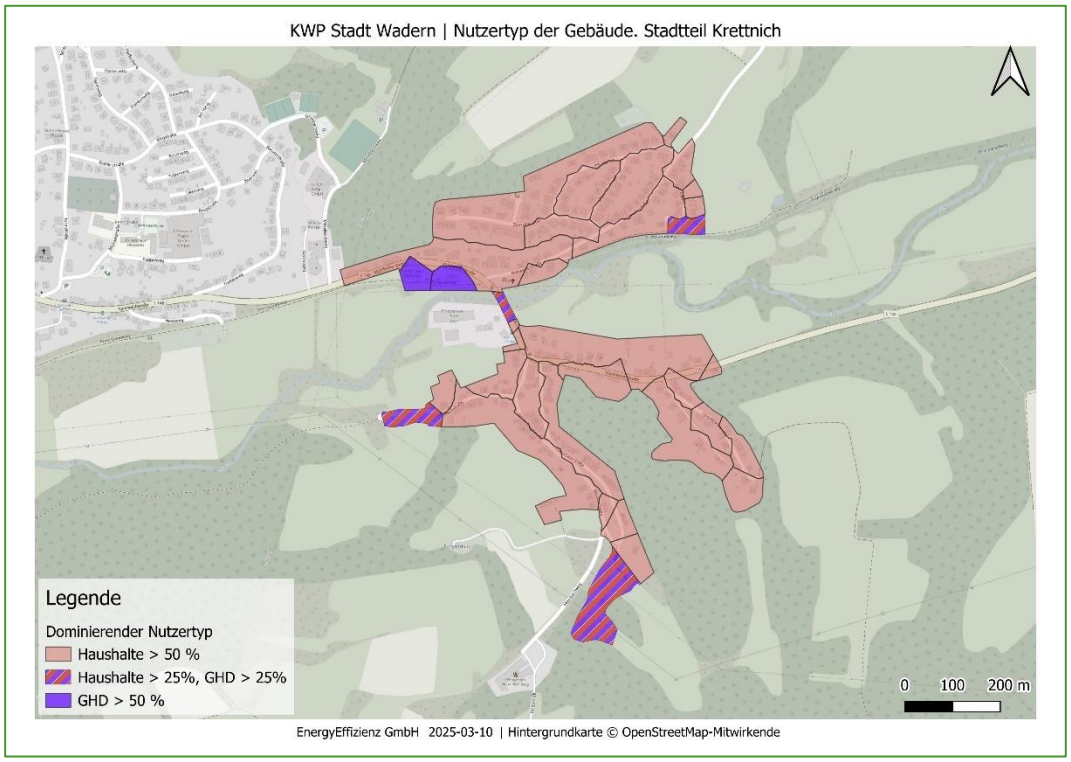

Abbildung 48 Stadtteil Krettnich: Dominierende Sektoren

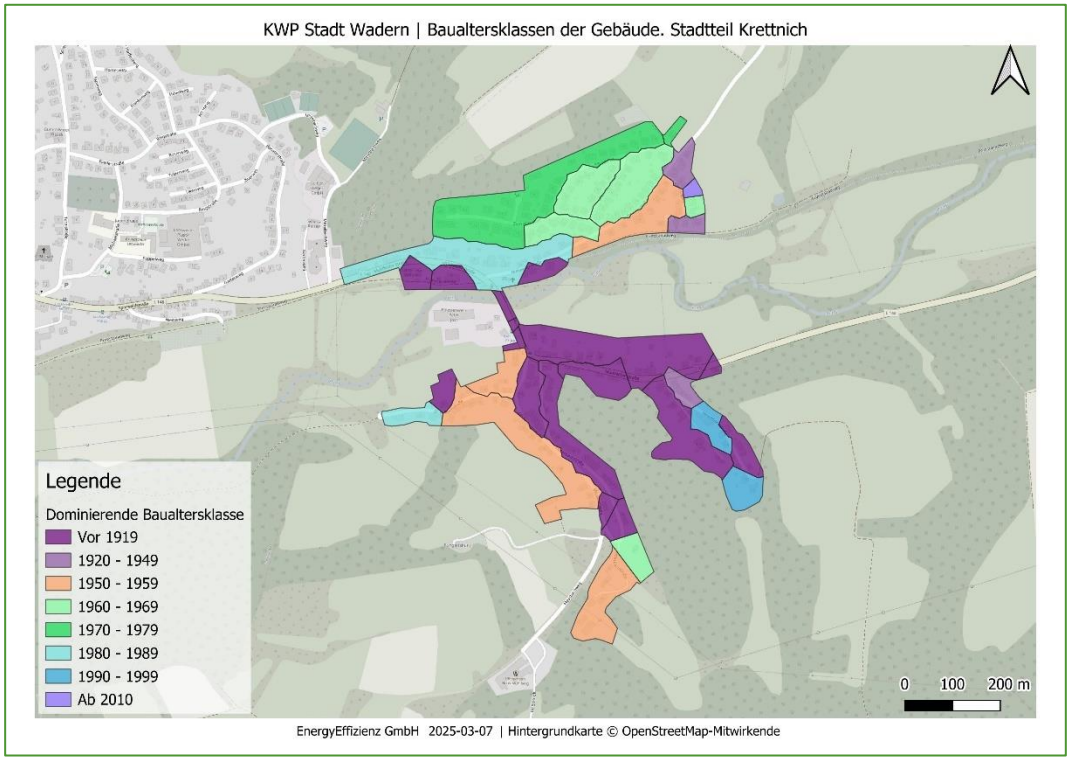

Abbildung 49 Stadtteil Krettnich: Baualtersklassen

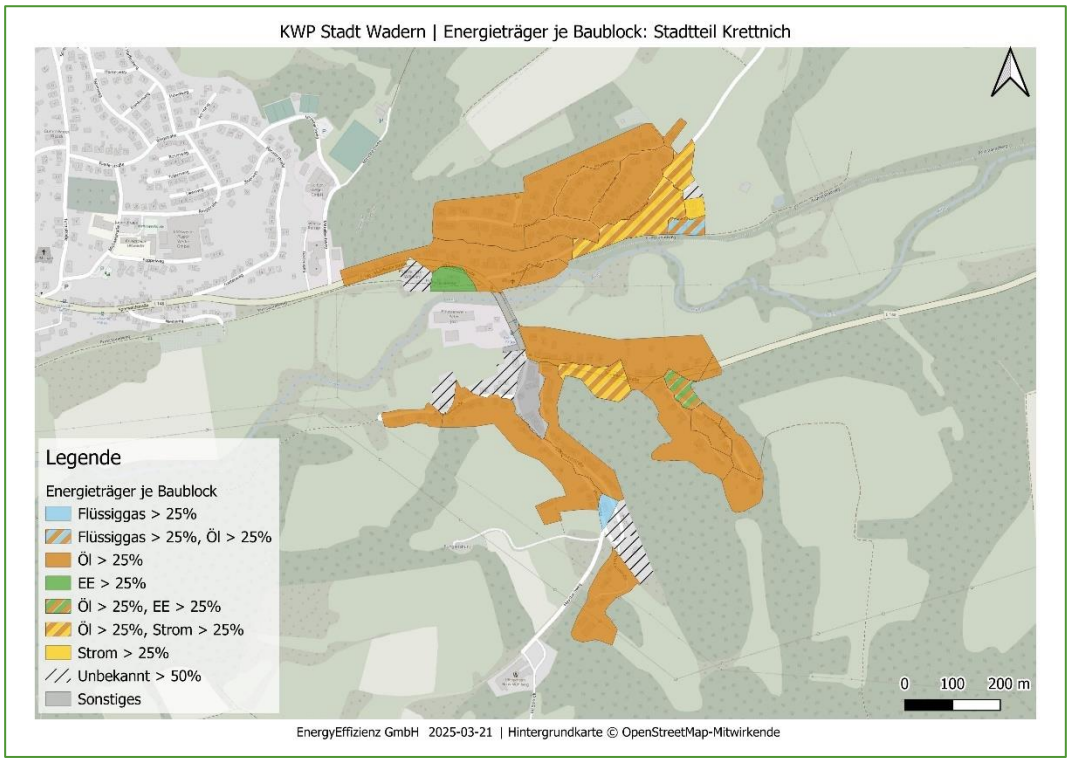

Abbildung 50 Stadtteil Krettnich: Energieträger im Status quo

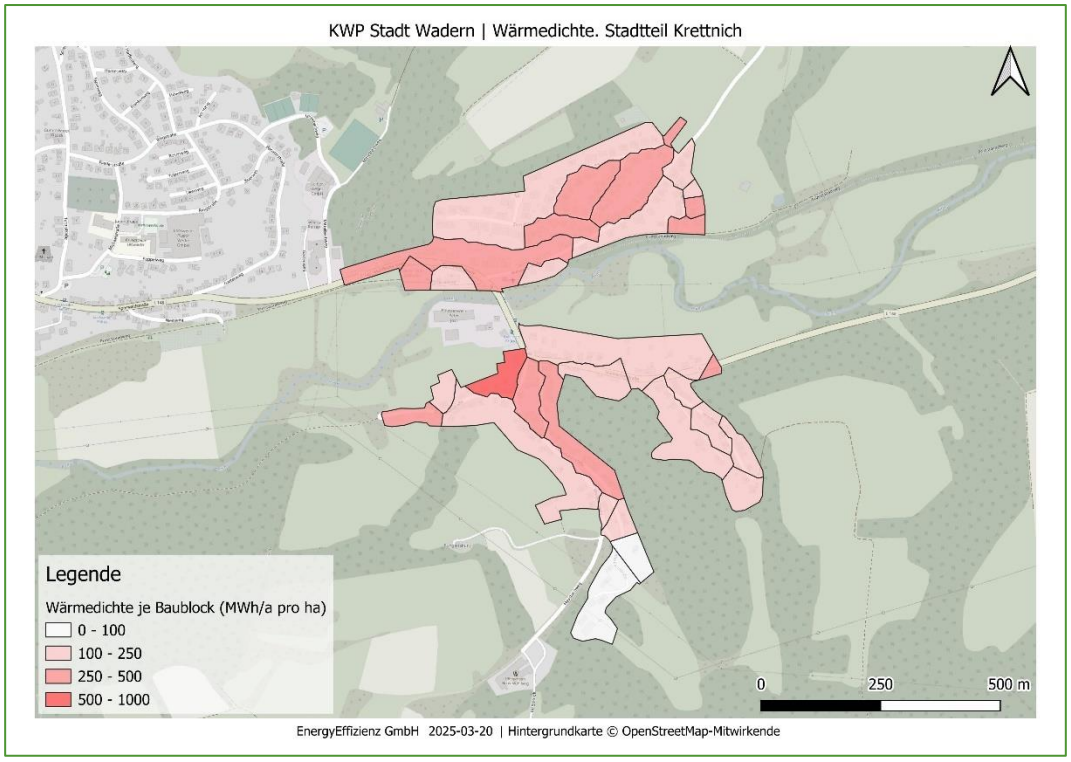

Abbildung 51 Stadtteil Krettnich: Wärmedichte im Status quo

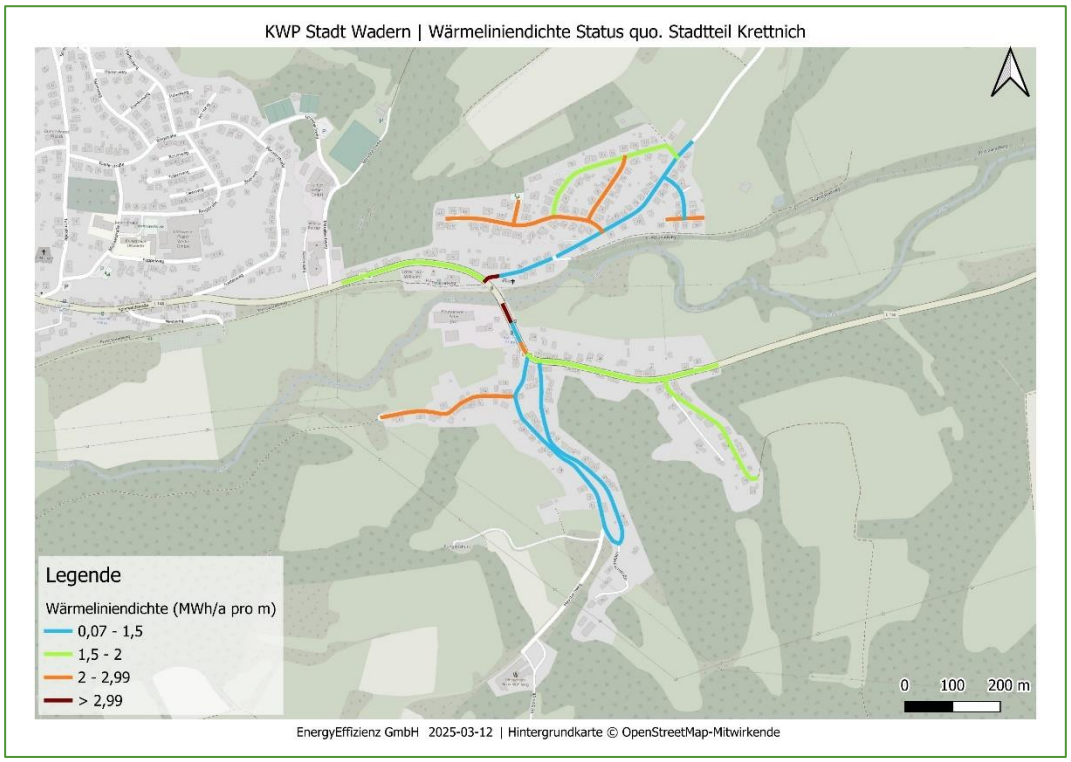

Abbildung 52 Stadtteil Krettnich: Wärmeliniendichte im Status quo

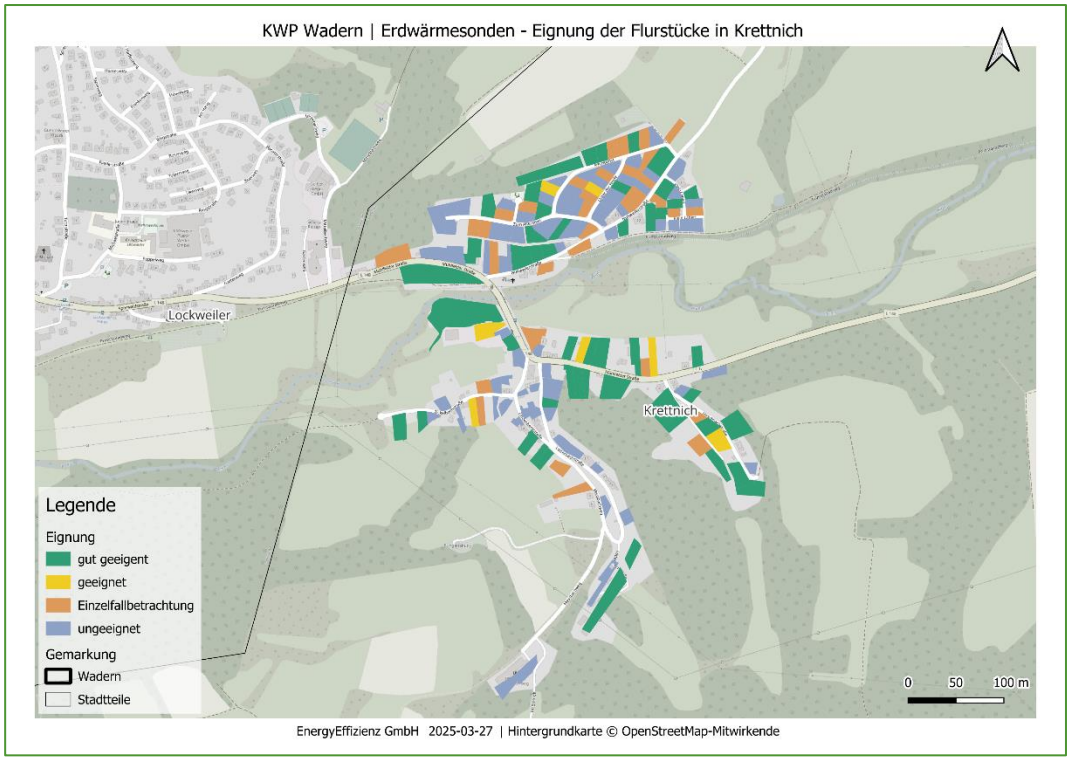

Abbildung 53 Stadtteil Krettnich: Eignung Erdwärmesonden

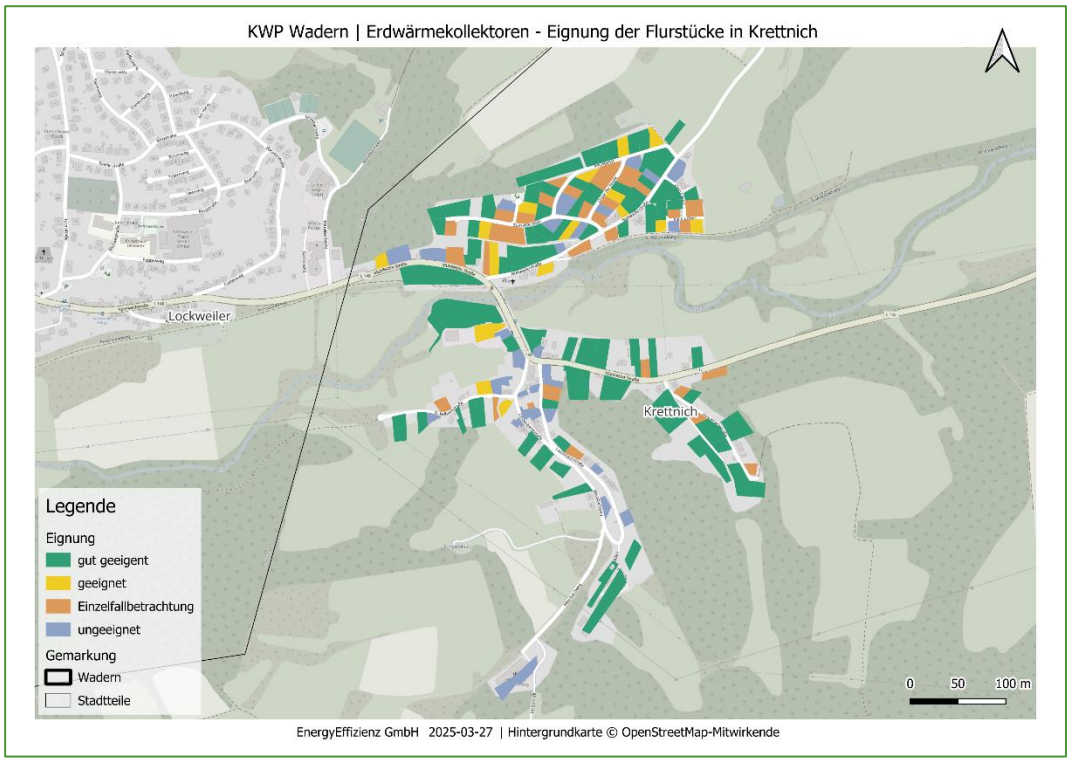

Abbildung 54 Stadtteil Krettnich: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang E: Lockweiler

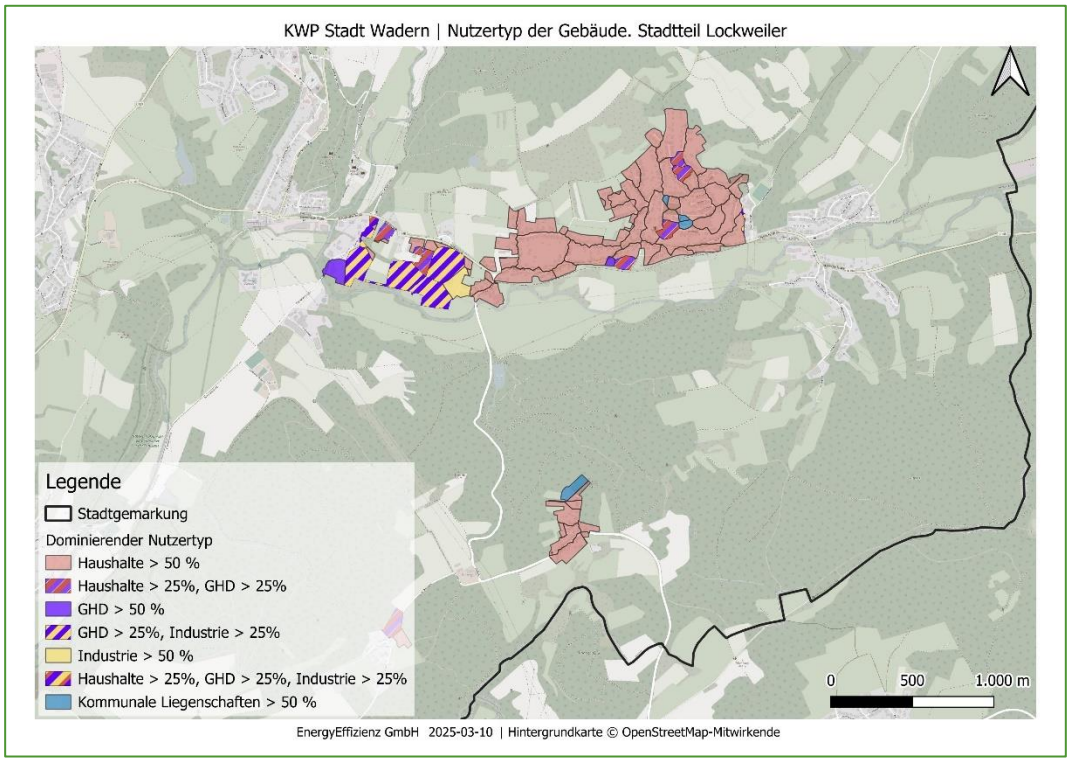

Abbildung 55 Stadtteil Lockweiler: Dominierende Sektoren

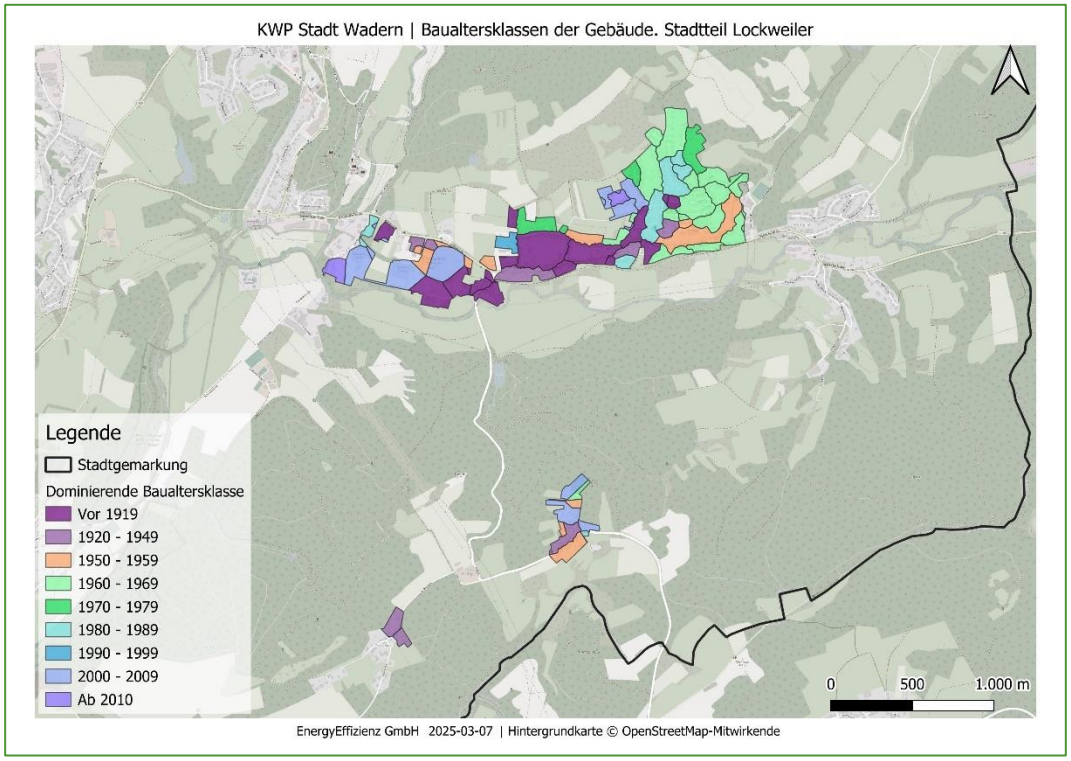

Abbildung 56 Stadtteil Lockweiler: Baualtersklassen

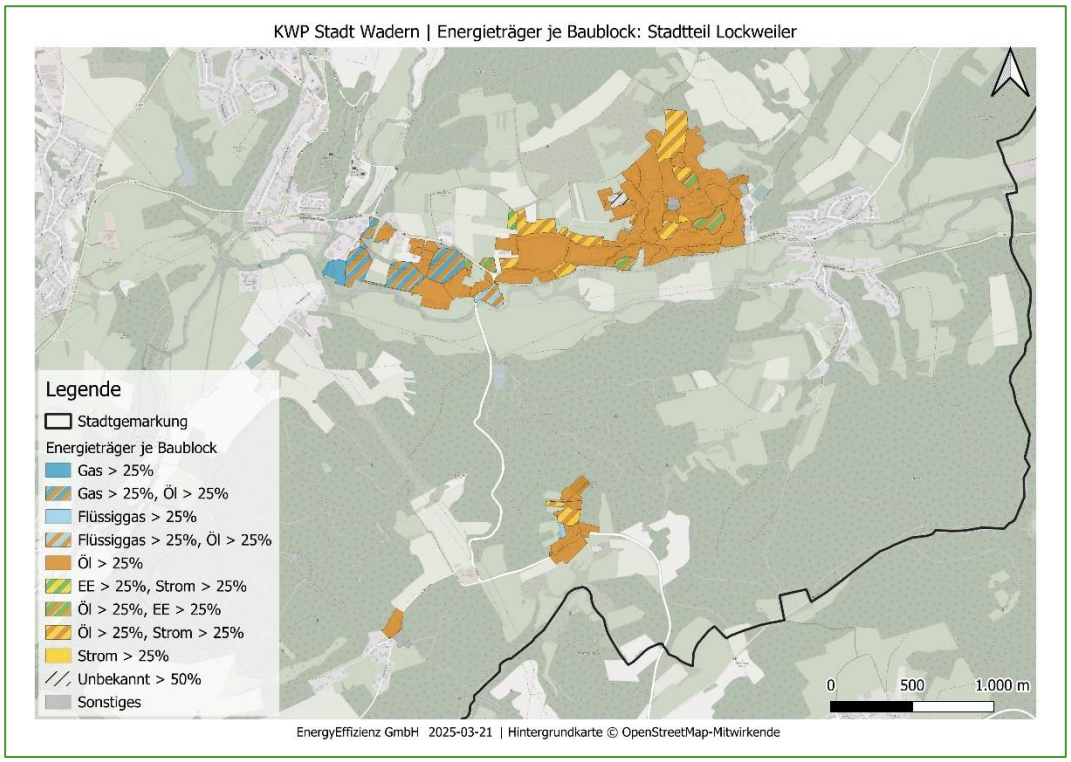

Abbildung 57 Stadtteil Lockweiler: Energieträger im Status quo

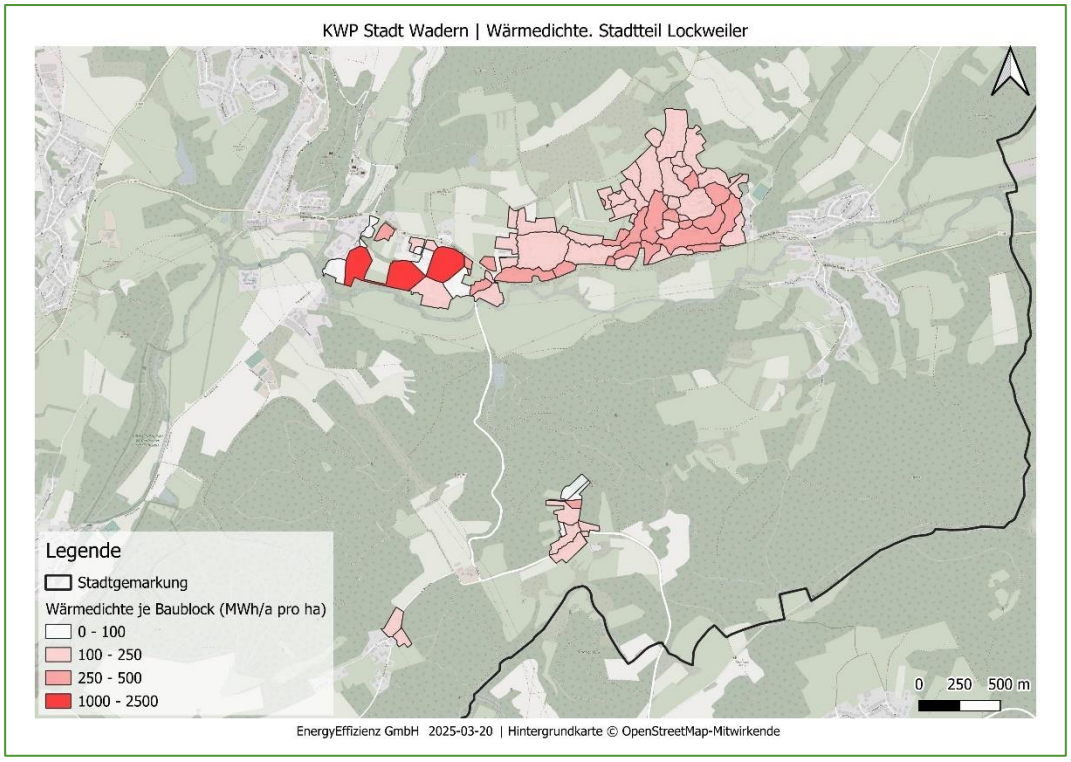

Abbildung 58 Stadtteil Lockweiler: Wärmedichte im Status quo

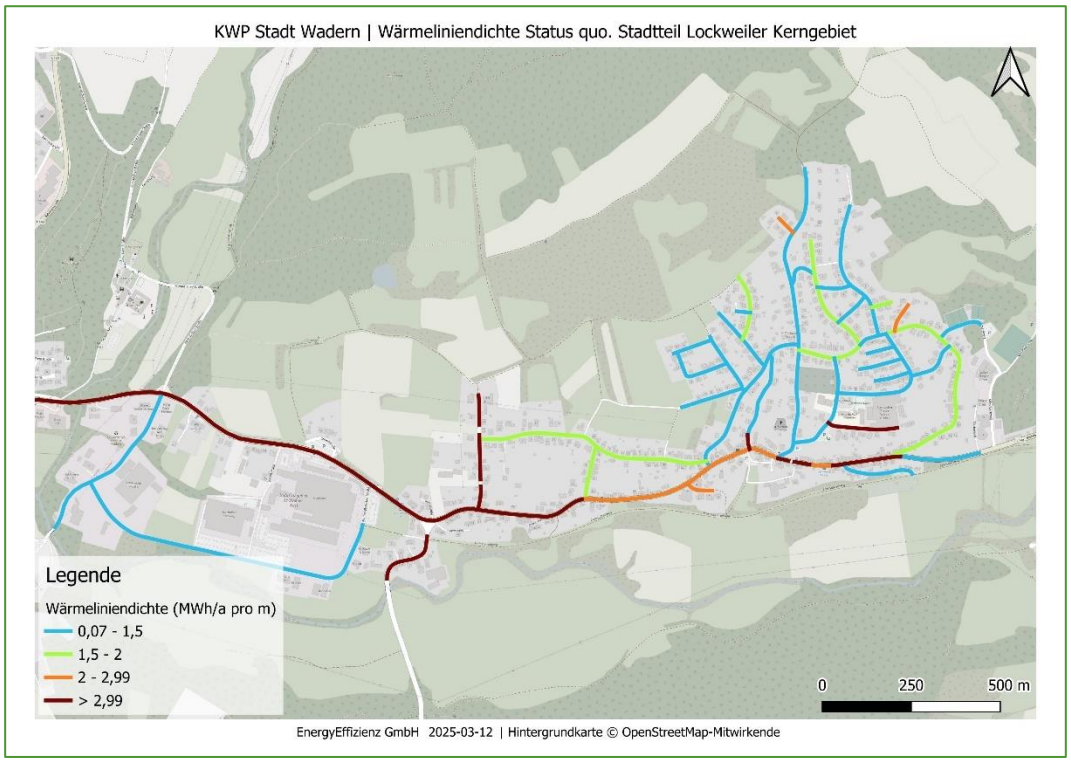

Abbildung 59 Stadtteil Lockweiler: Wärmeliniendichte im Status quo

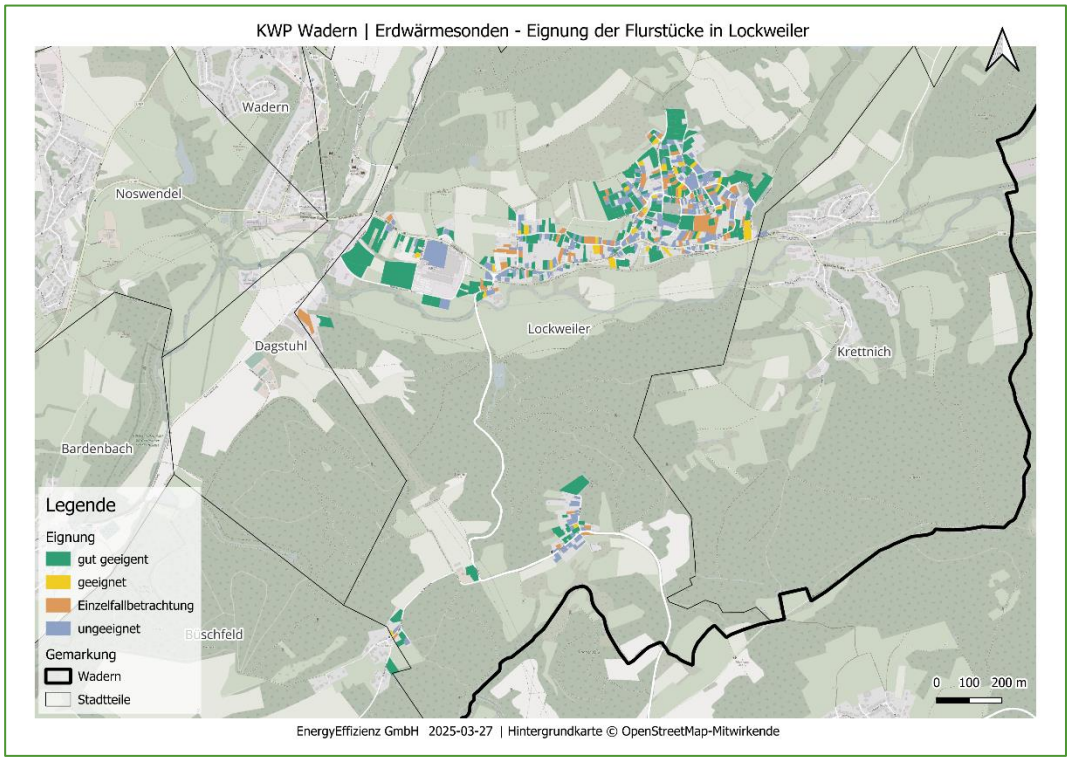

Abbildung 60 Stadtteil Lockweiler: Eignung Erdwärmesonden

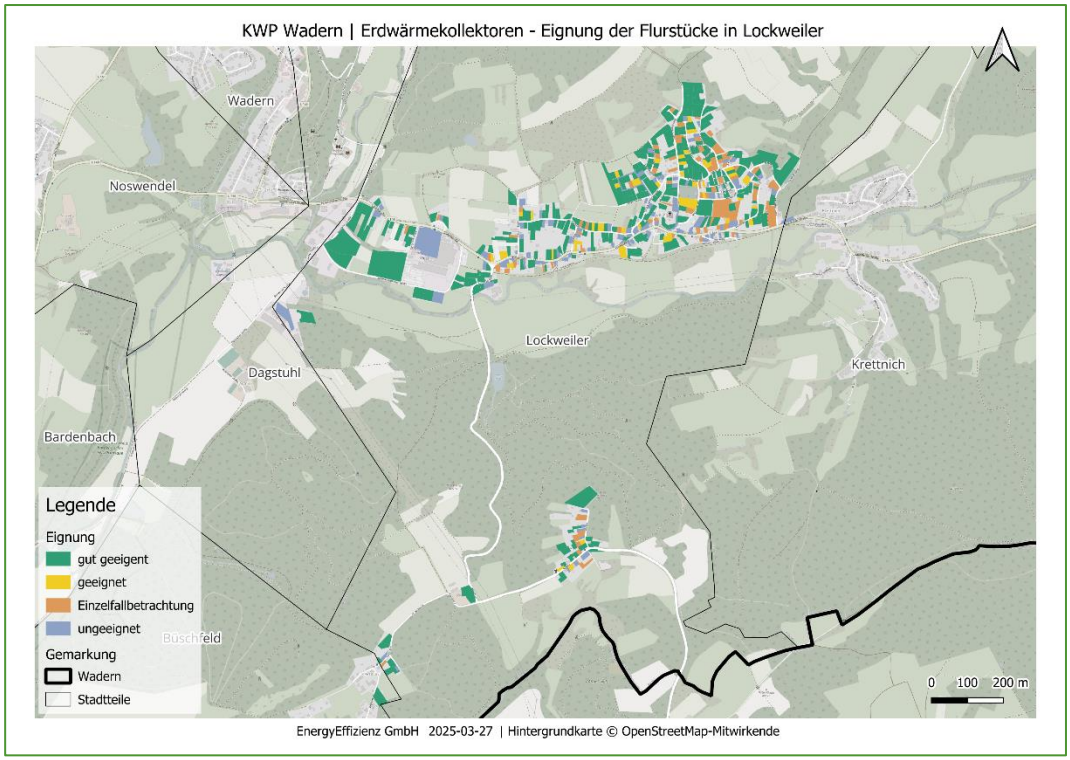

Abbildung 61 Stadtteil Lockweiler: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang F: Löstertal

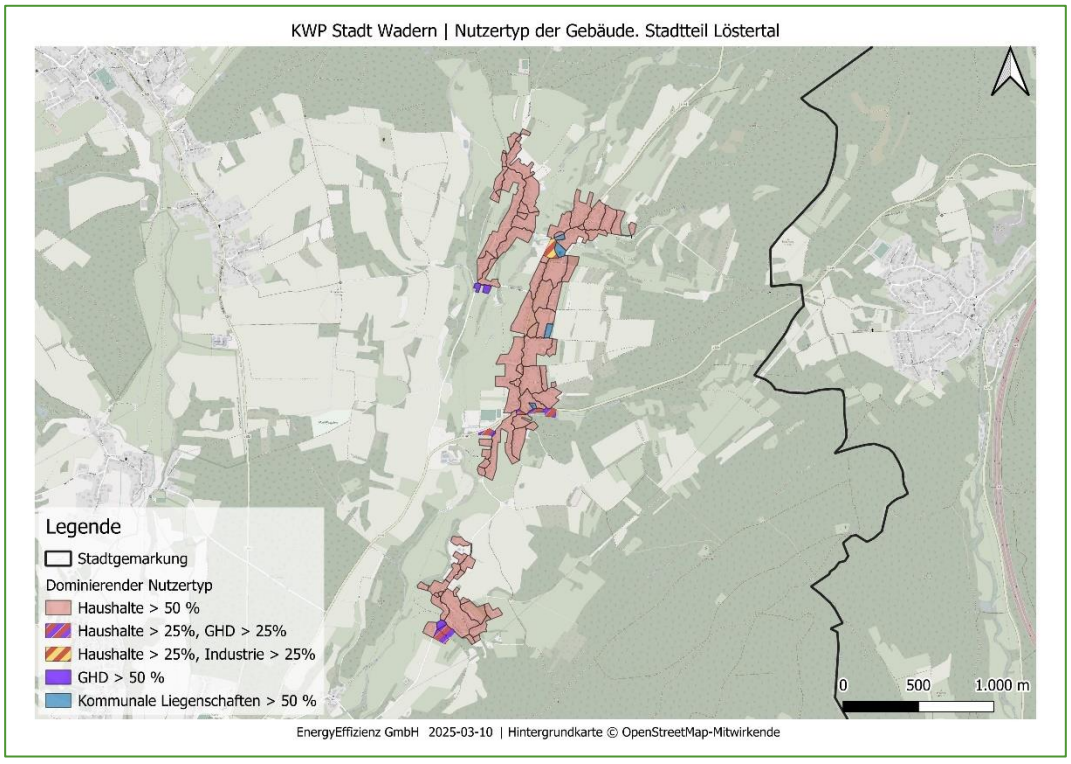

Abbildung 62 Stadtteil Löstertal: Dominierende Sektoren

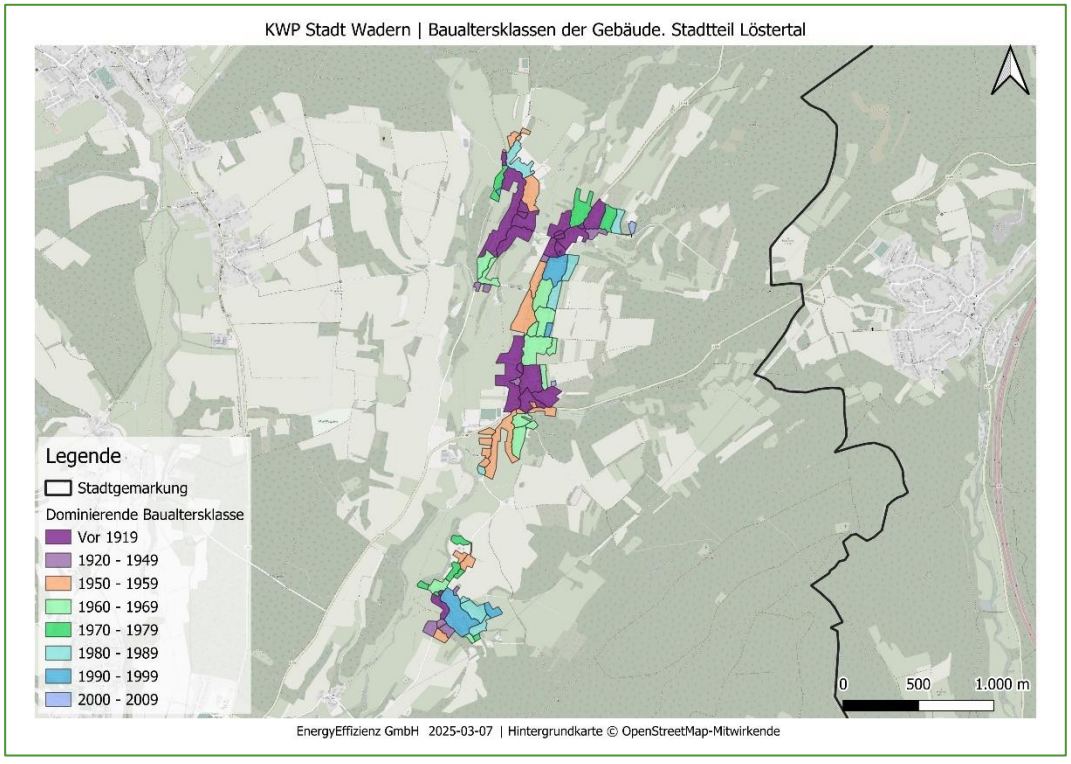

Abbildung 63 Stadtteil Löstertal: Baualtersklassen

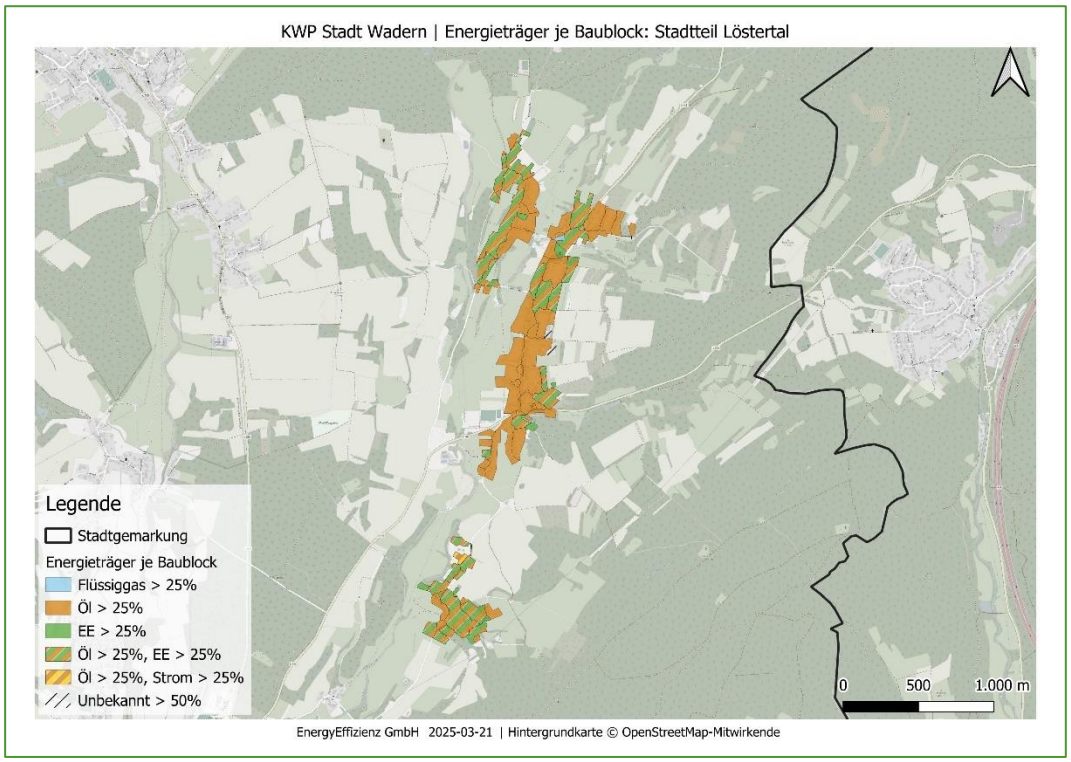

Abbildung 64 Stadtteil Löstertal: Energieträger im Status quo

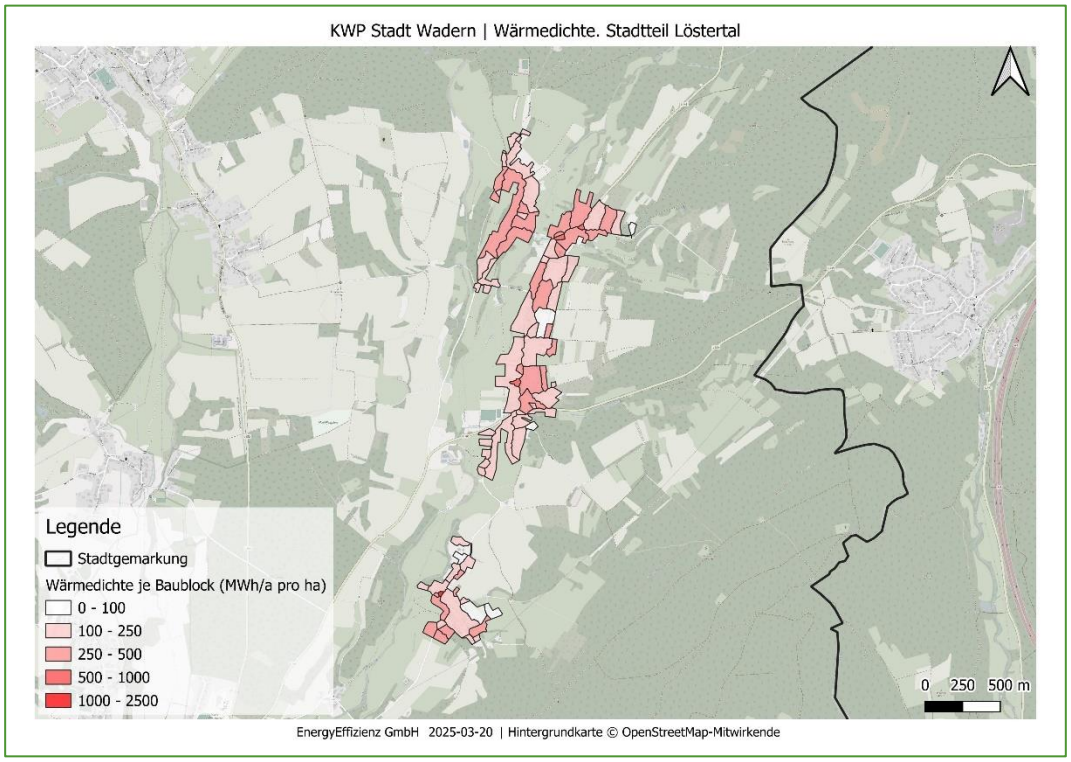

Abbildung 65 Stadtteil Löstertal: Wärmedichte im Status quo

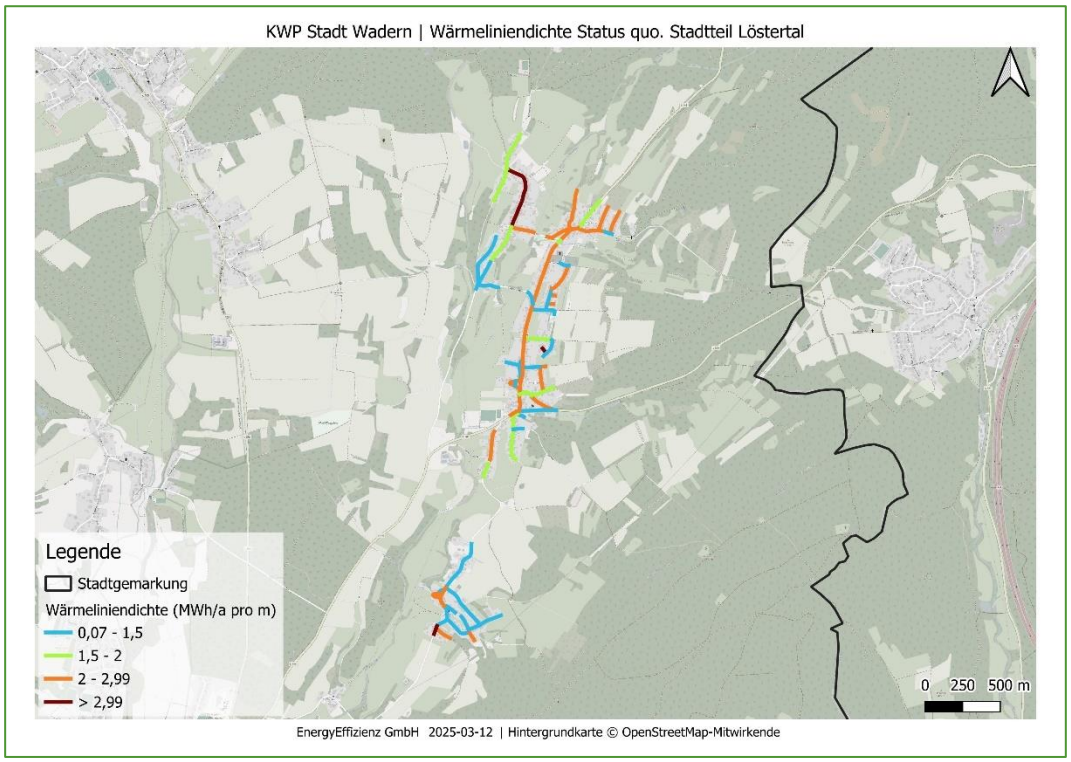

Abbildung 66 Stadtteil Löstertal: Wärmeliniendichte im Status quo

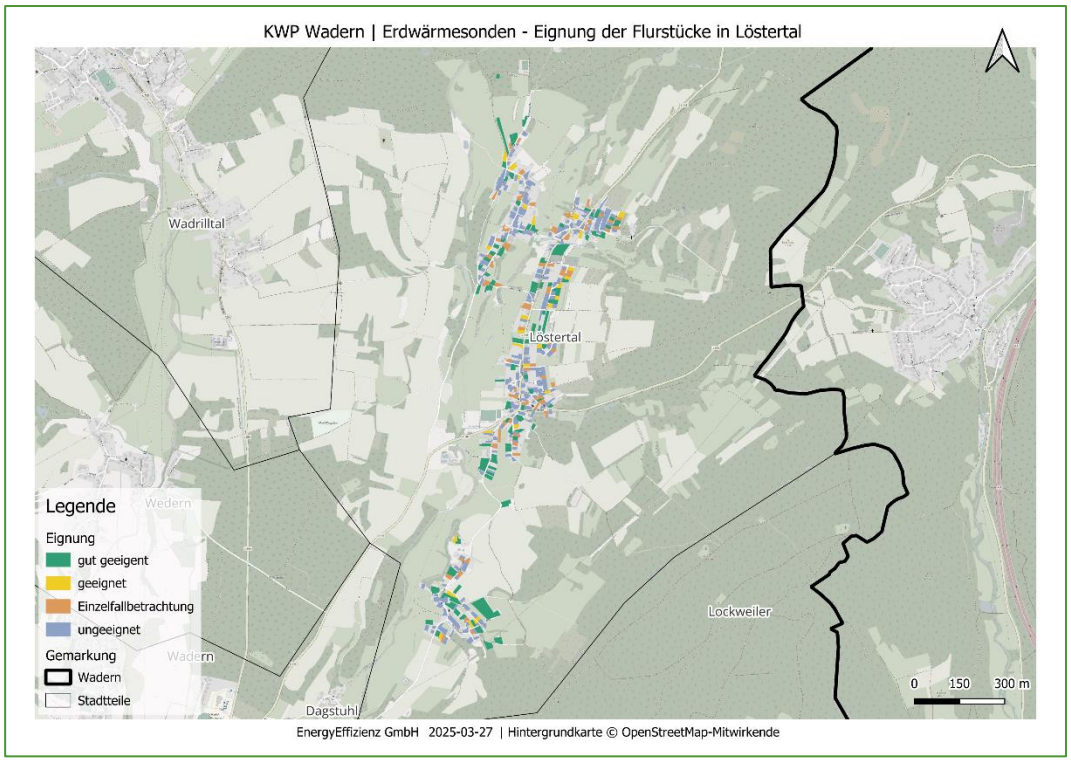

Abbildung 67 Stadtteil Löstertal: Eignung Erdwärmesonden

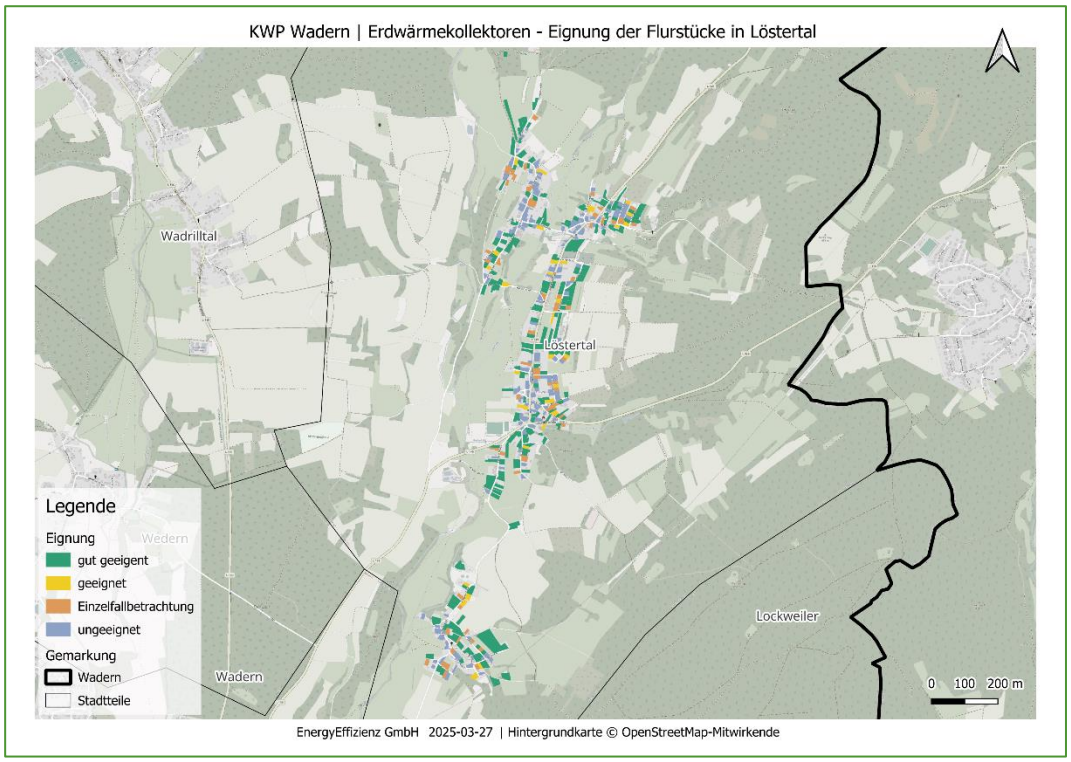

Abbildung 68 Stadtteil Löstertal: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang G: Morscholz

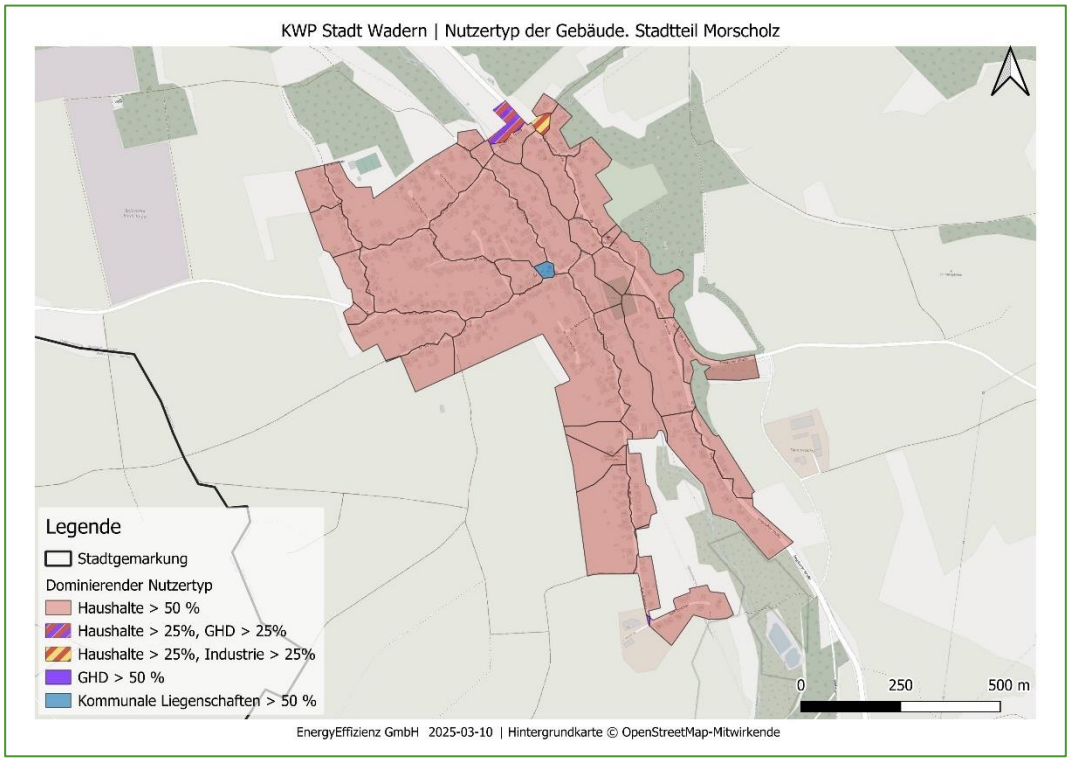

Abbildung 69 Stadtteil Morscholz: Dominierende Sektoren

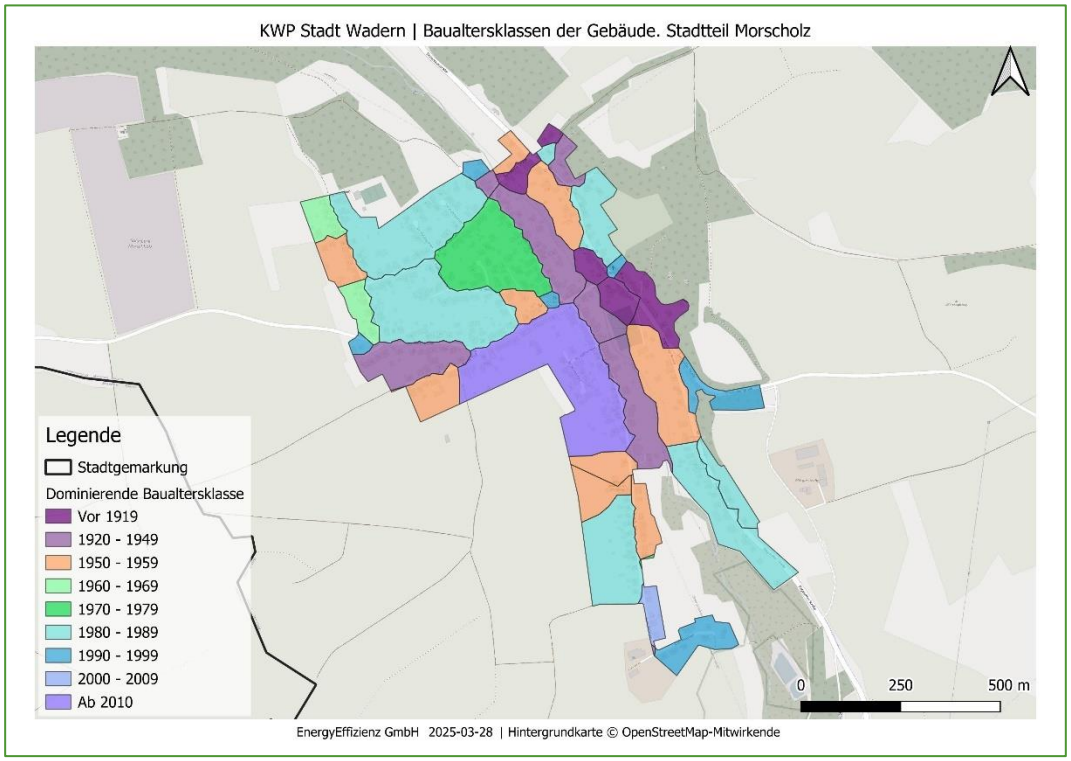

Abbildung 70 Stadtteil Morscholz: Baualtersklassen

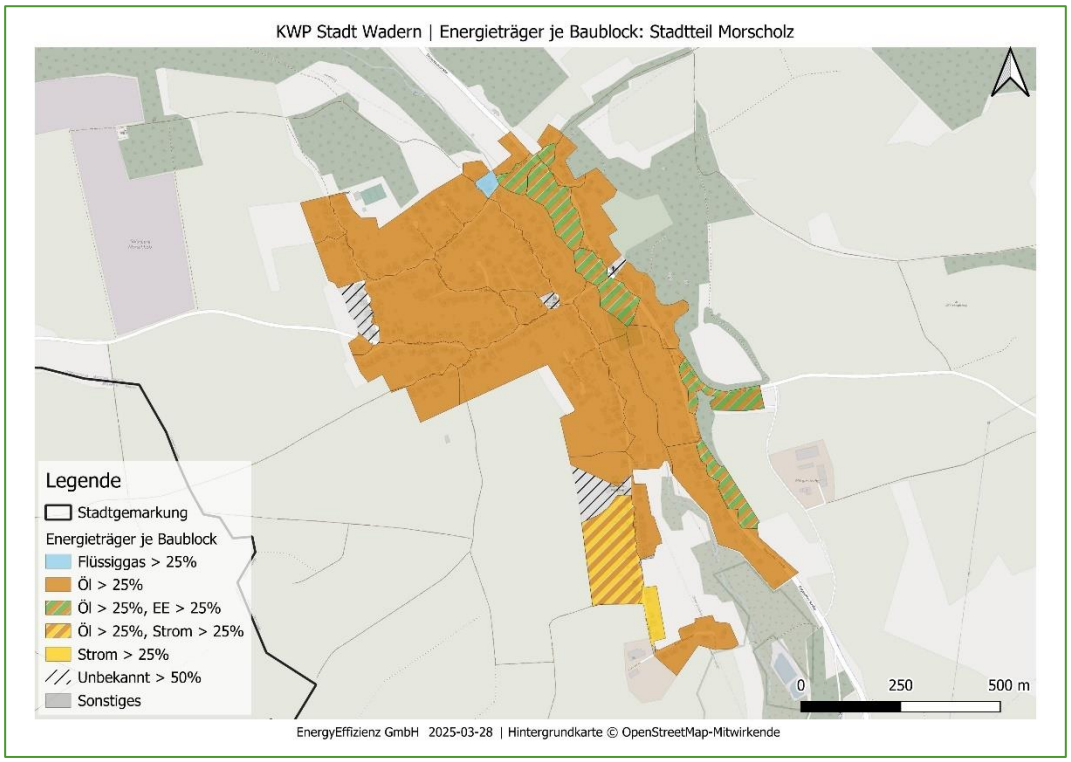

Abbildung 71 Stadtteil Morscholz: Energieträger im Status quo

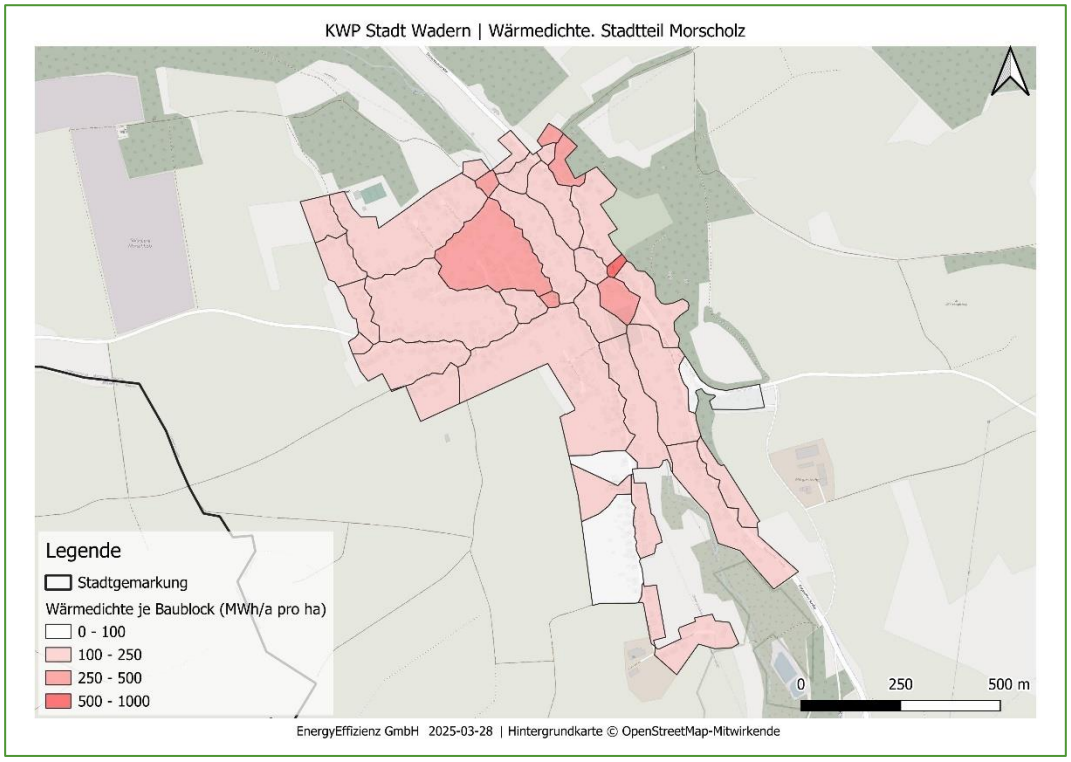

Abbildung 72 Stadtteil Morscholz: Wärmedichte im Status Quo

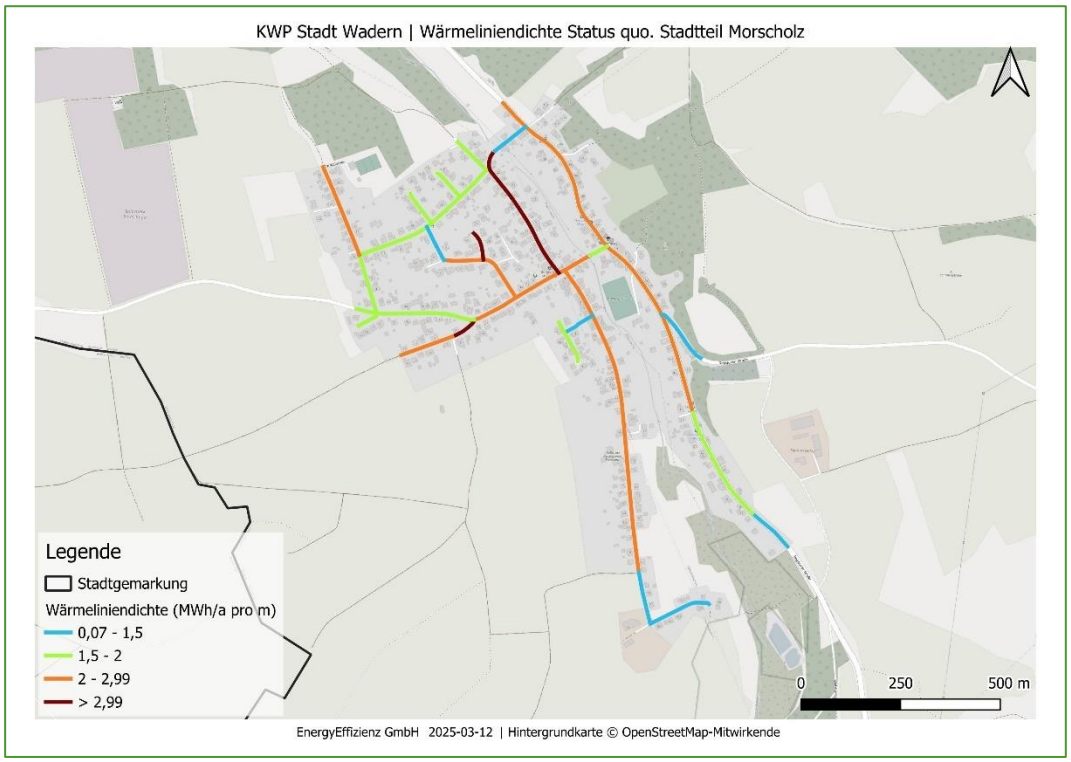

Abbildung 73 Stadtteil Morscholz: Wärmeliniendichte im Status quo

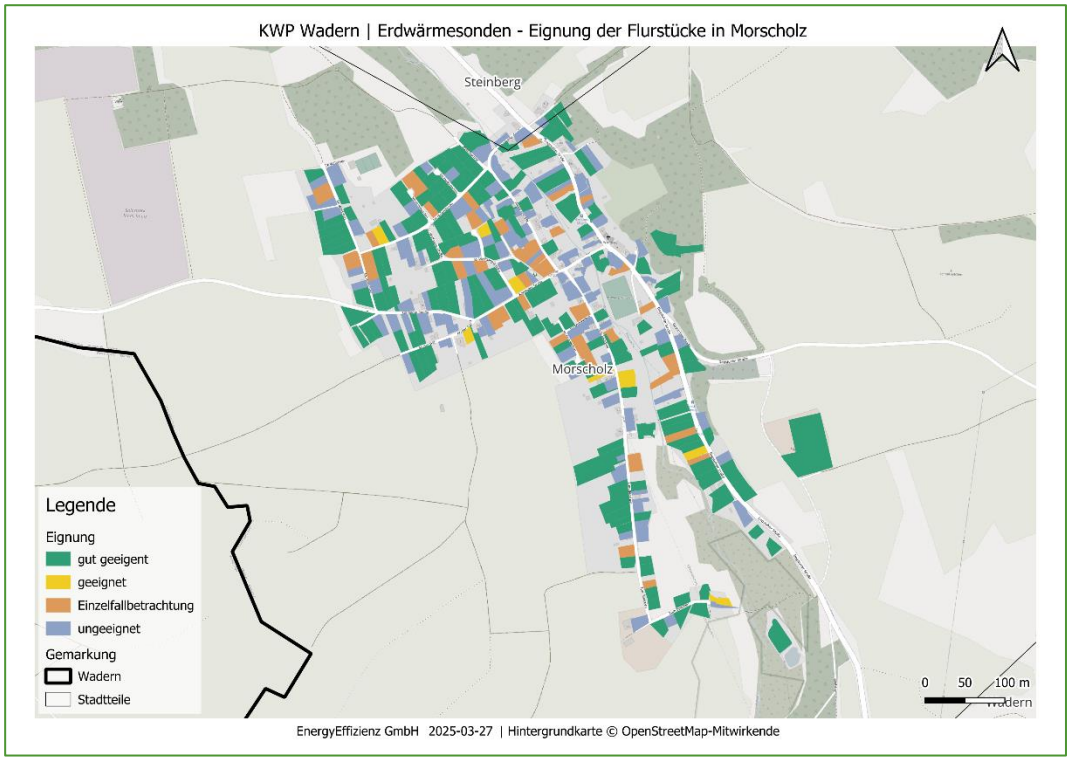

Abbildung 74 Stadtteil Moscholz: Eignung Erdwärmesonden

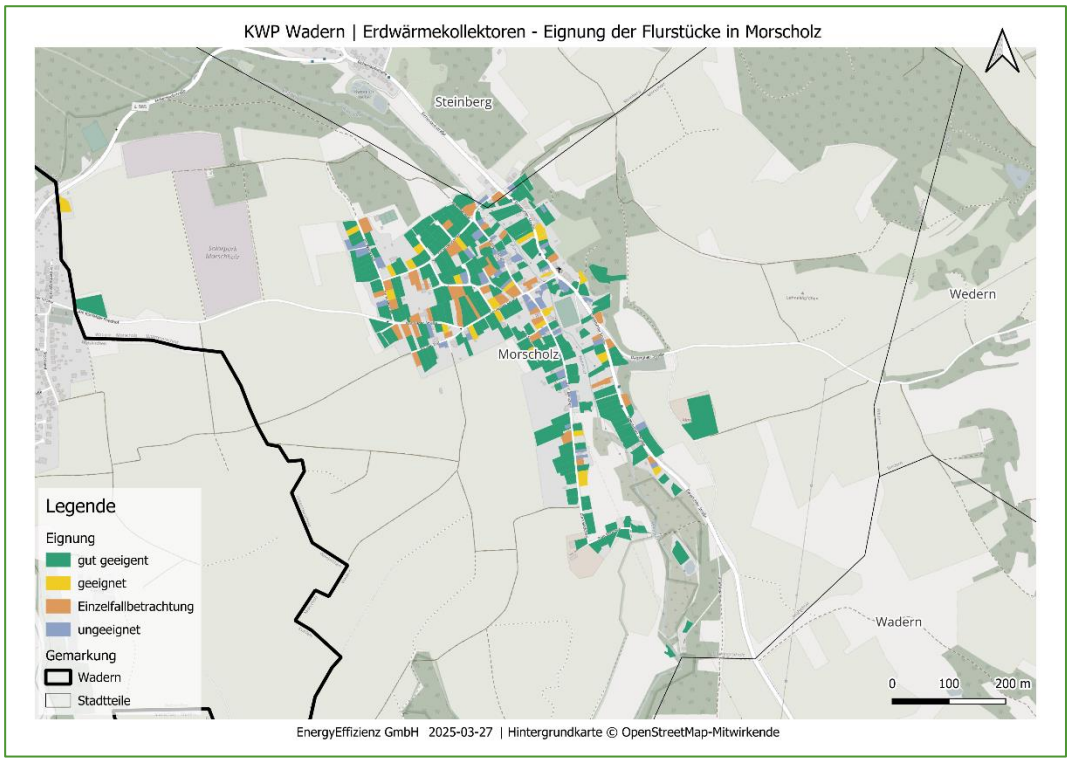

Abbildung 75 Stadtteil Moscholz: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang H: Noswendel

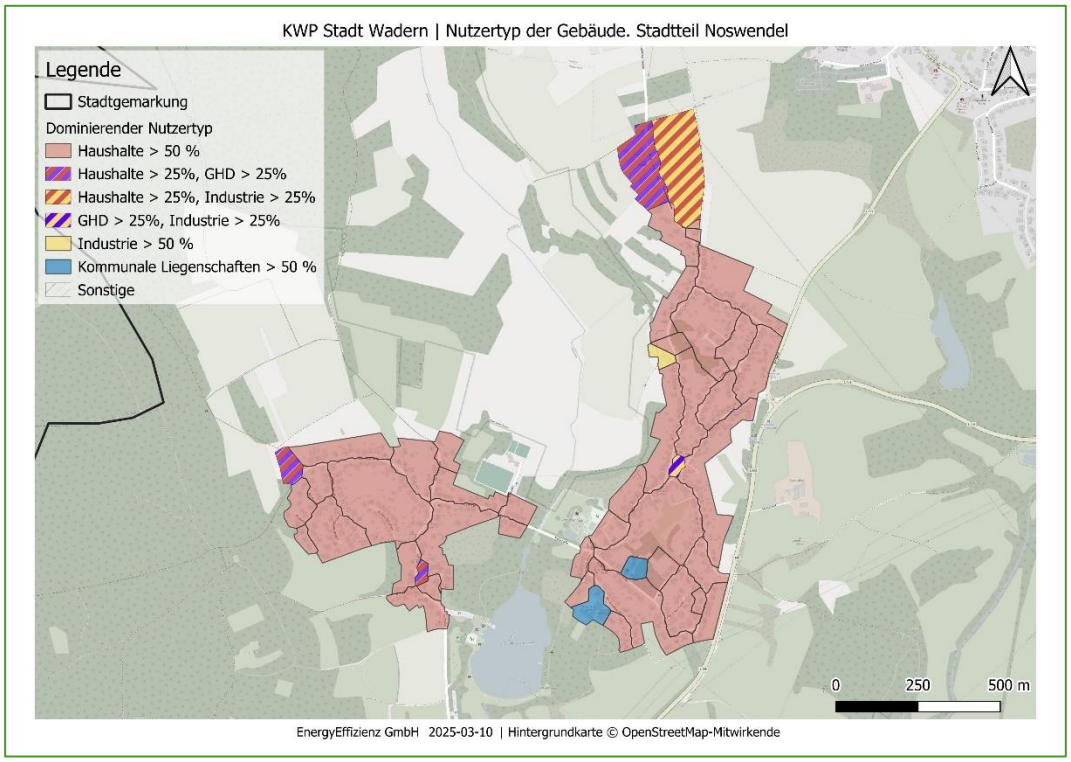

Abbildung 76 Stadtteil Noswendel: Dominierende Sektoren

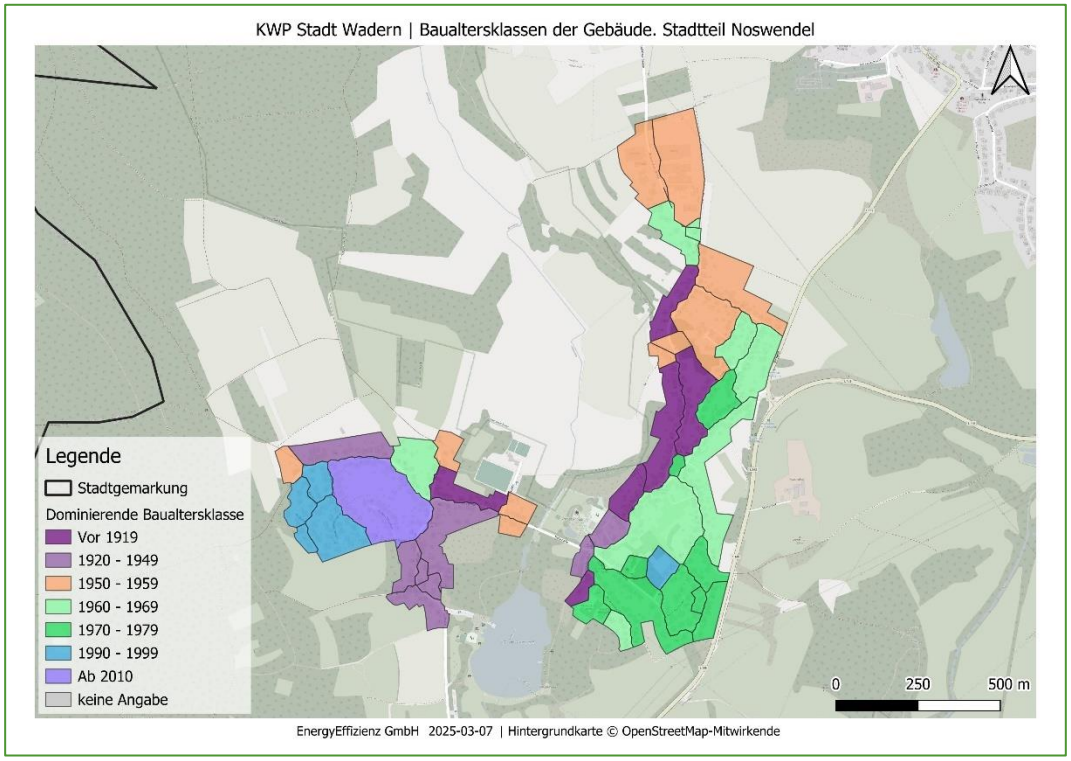

Abbildung 77 Stadtteil Noswendel: Baualtersklassen

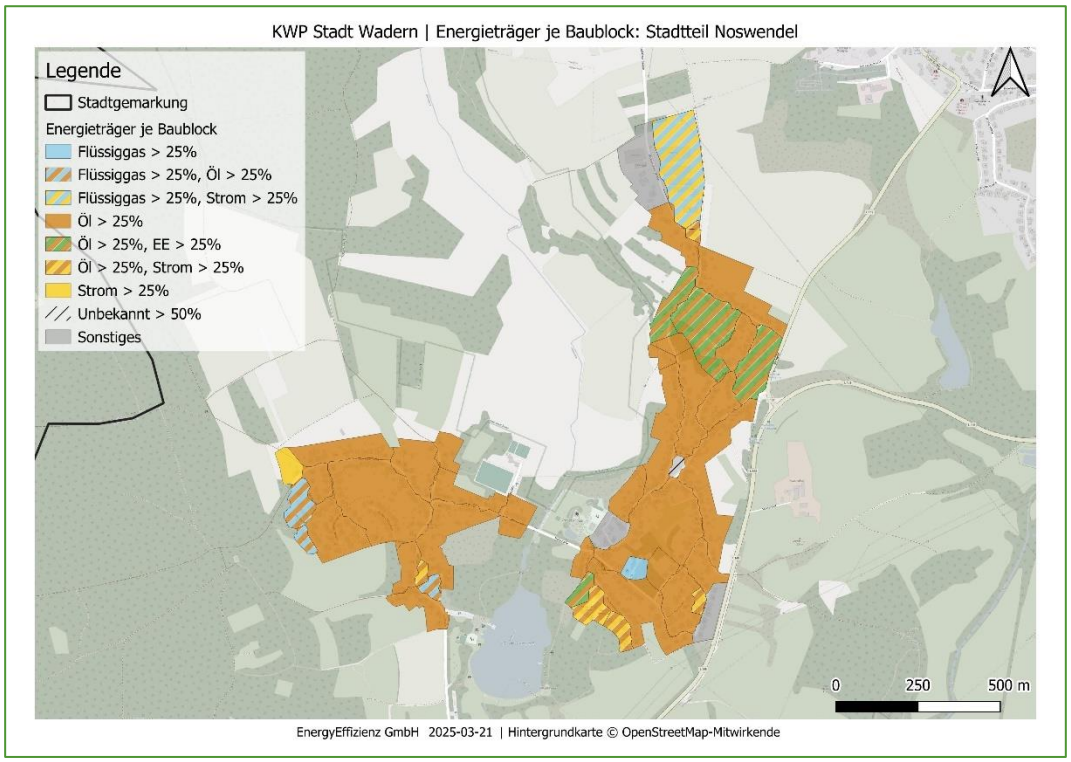

Abbildung 78 Stadtteil Noswendel: Energieträger im Status quo

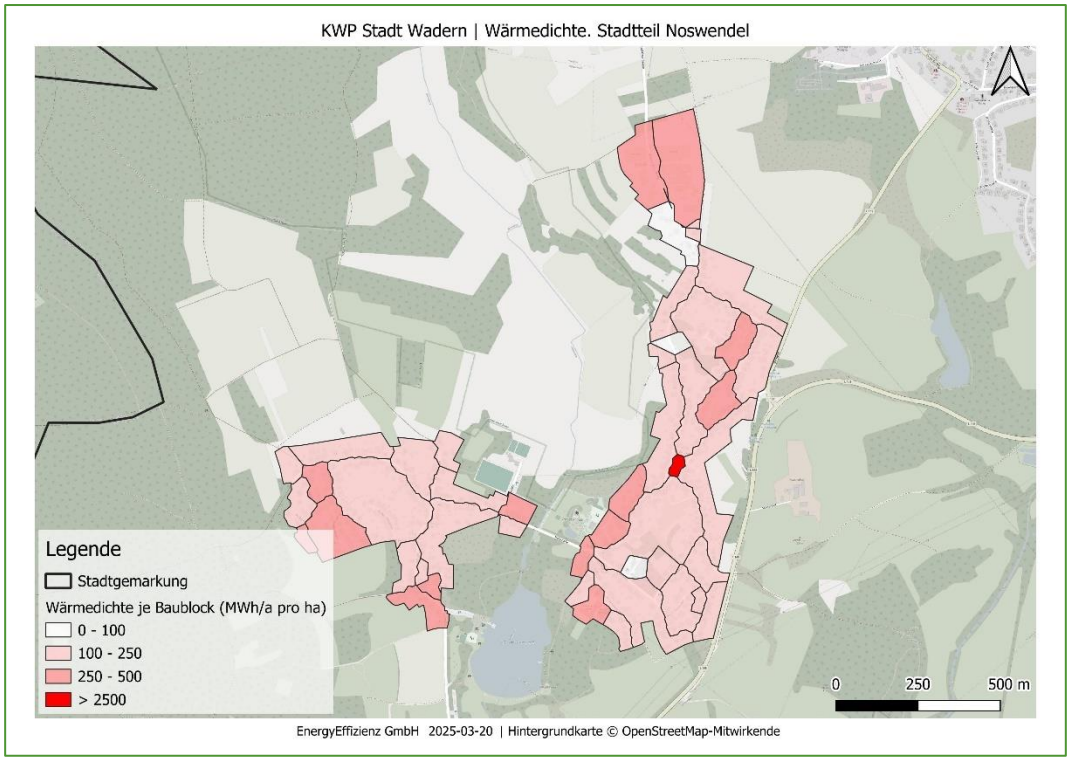

Abbildung 79 Stadtteil Noswendel: Wärmedichte im Status quo

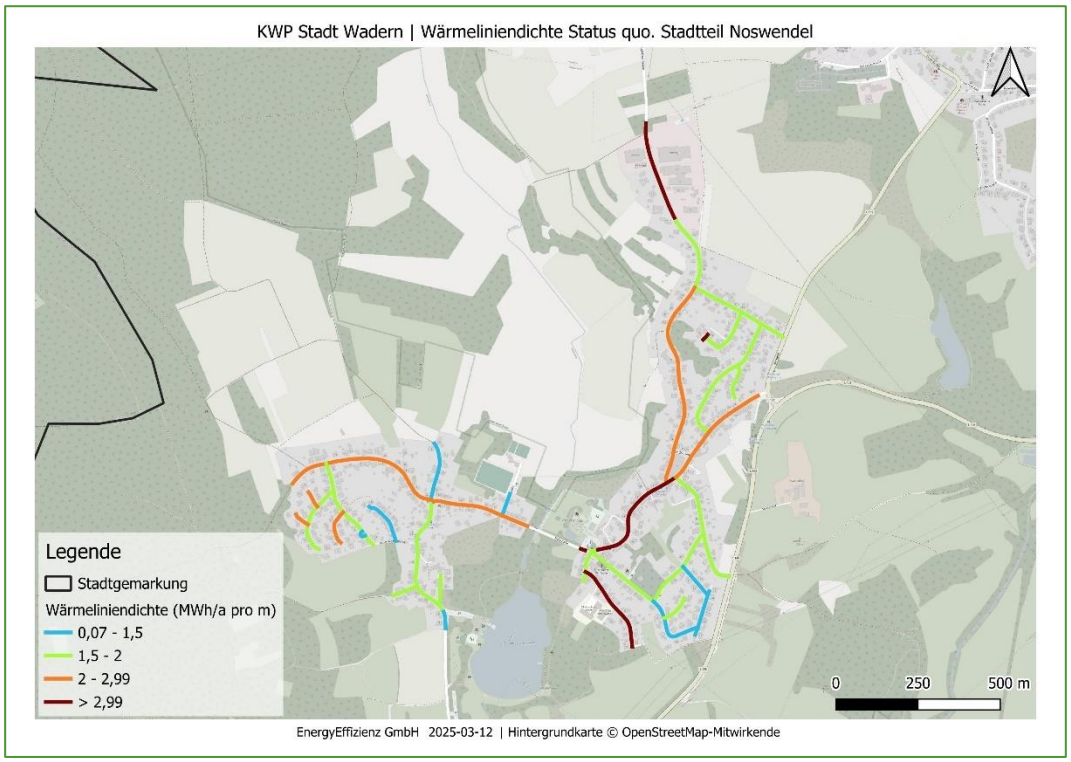

Abbildung 80 Stadtteil Noswendel: Wärmeliniendichte im Status quo

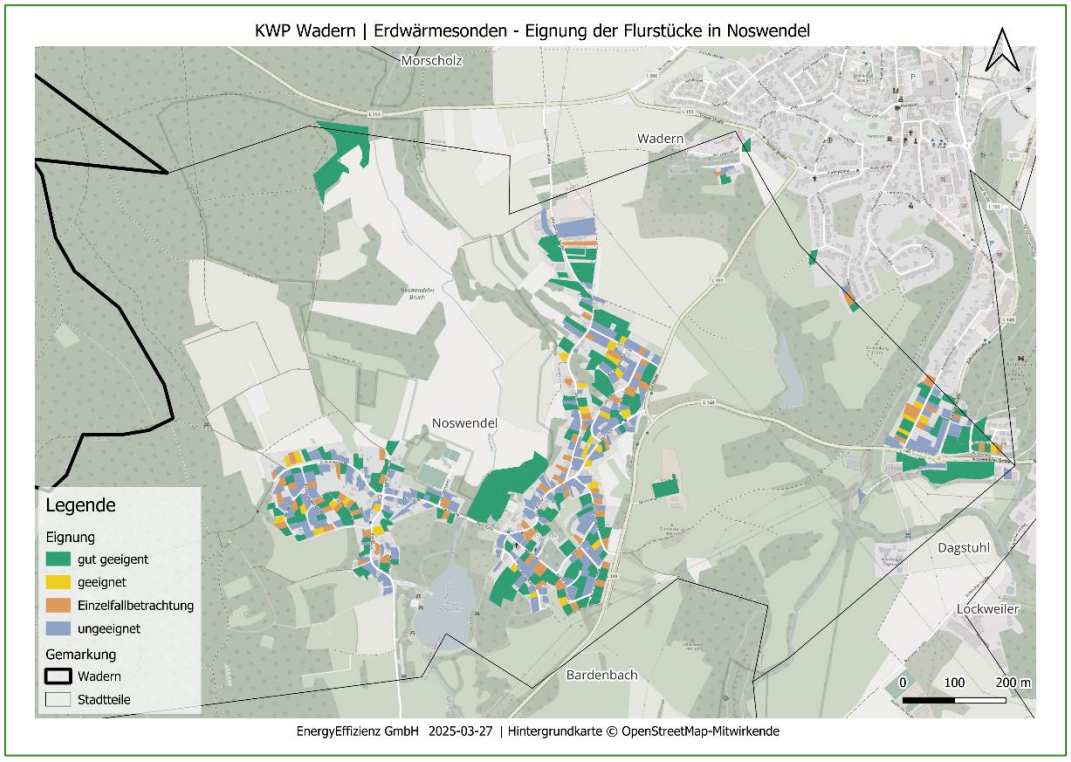

Abbildung 81 Stadtteil Noswendel: Eignung Erdwärmesonden

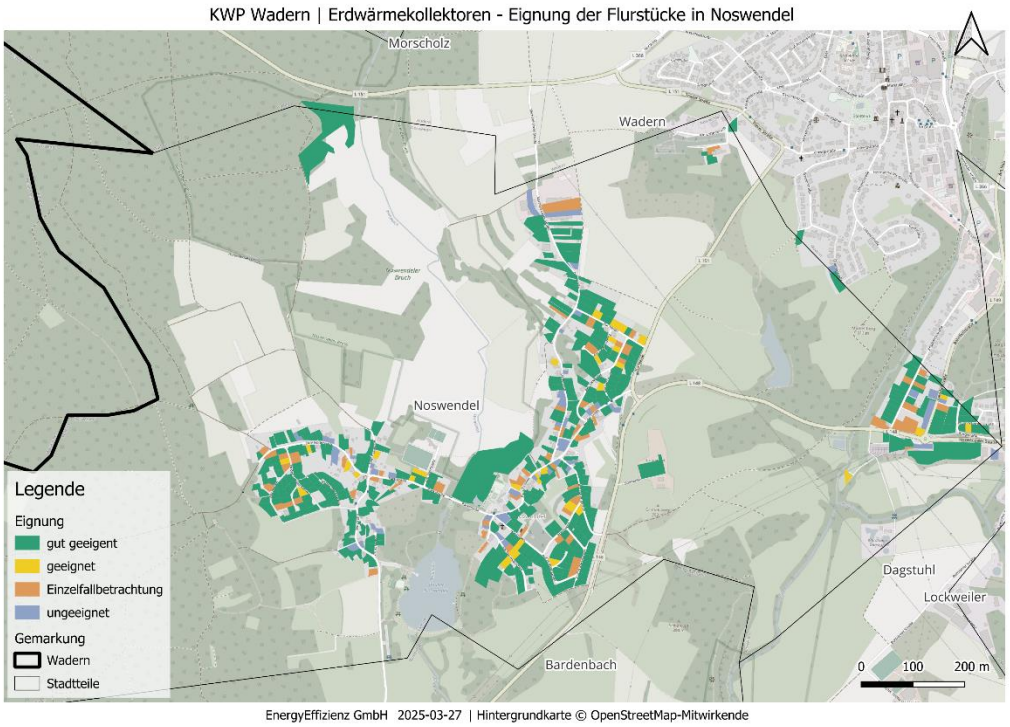

Abbildung 82 Stadtteil Noswendel: Eignung Erdwärmesonden

Anhang I: Nunkirchen

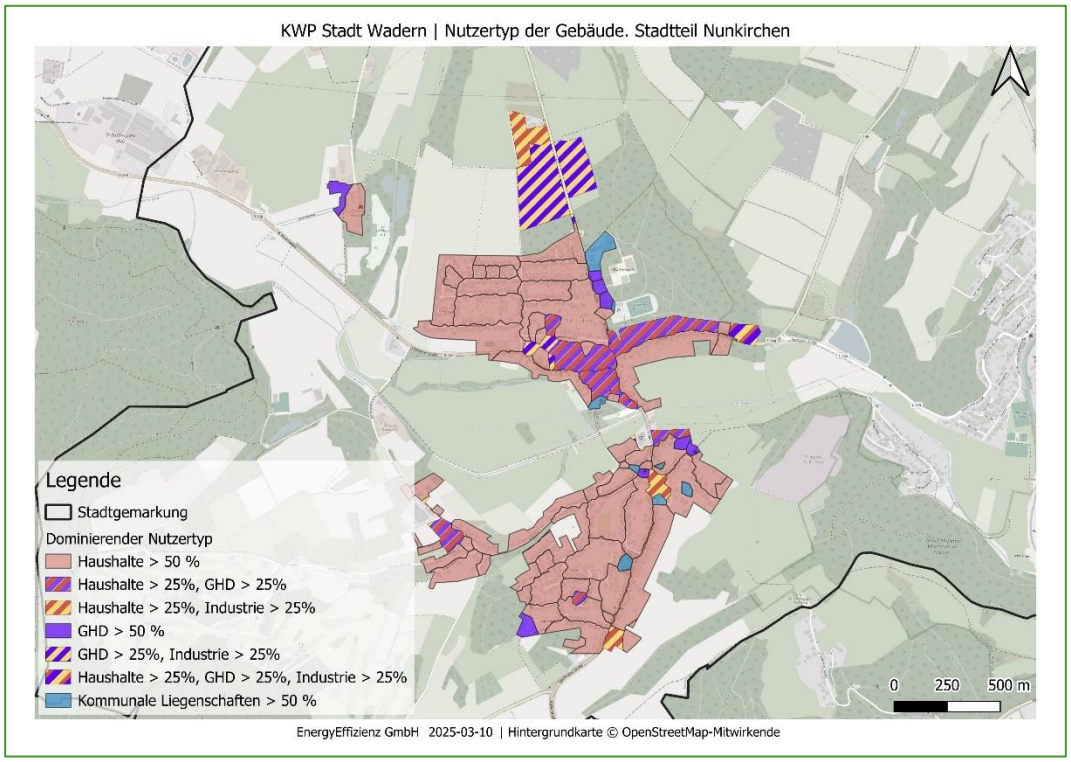

Abbildung 83 Stadtteil Nunkirchen: Dominierende Sektoren

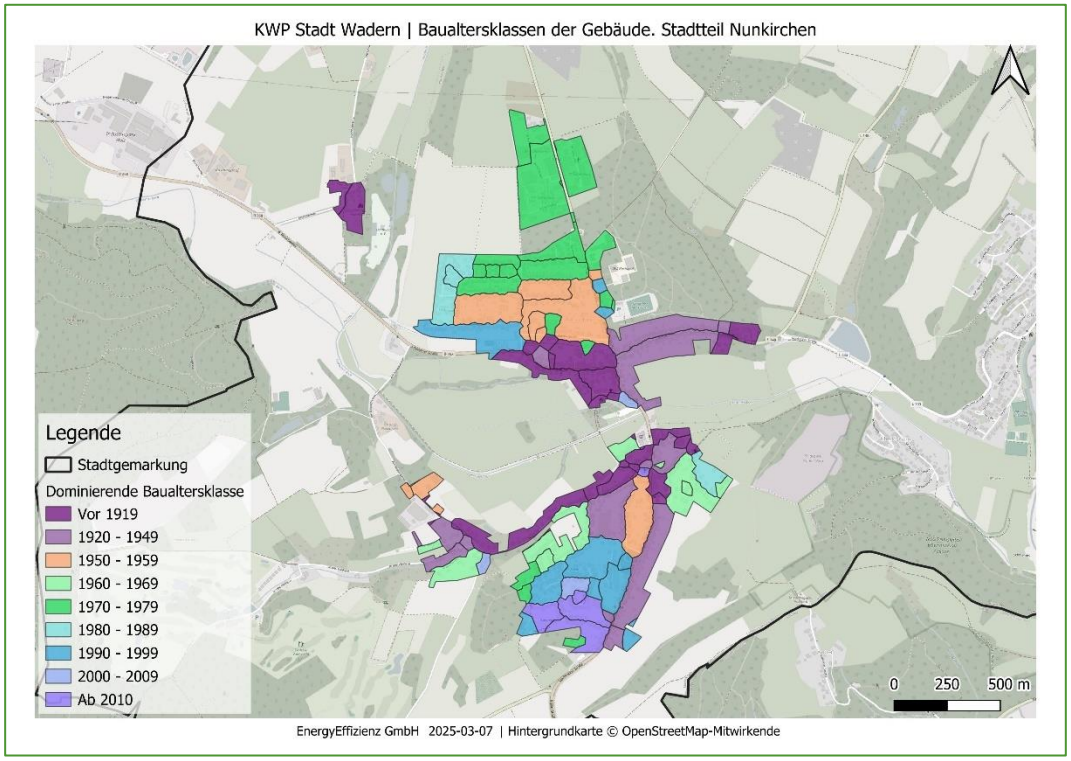

Abbildung 84 Stadtteil Nunkirchen: Baualtersklassen

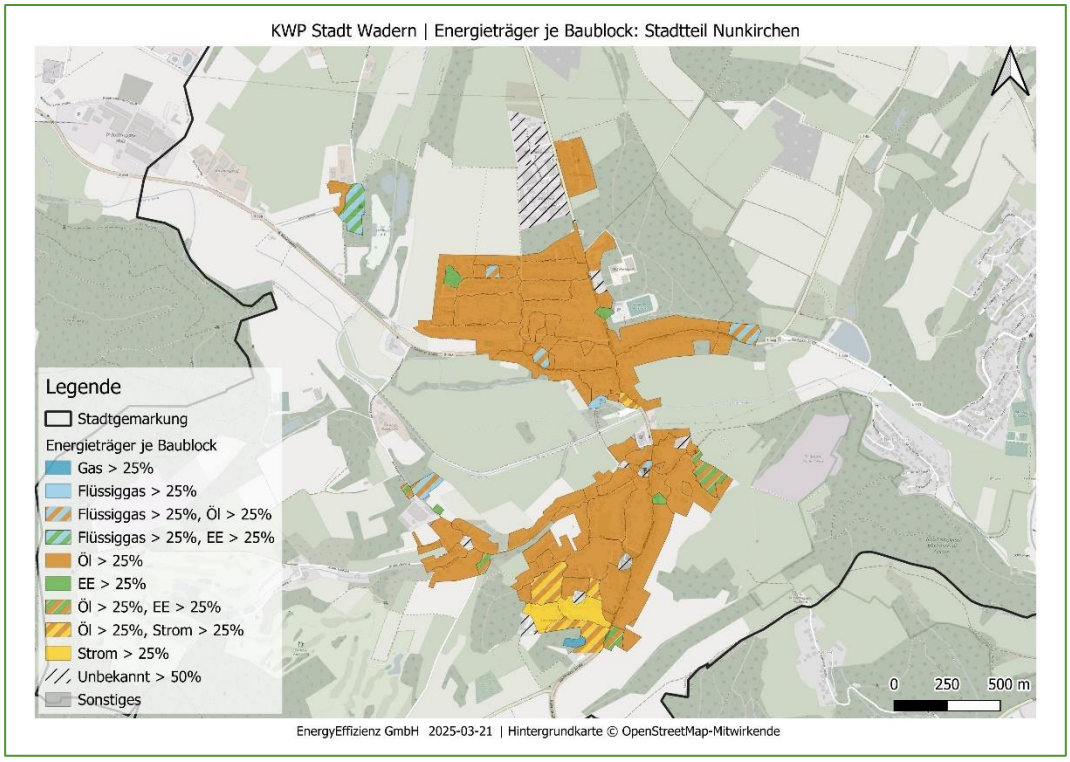

Abbildung 85 Stadtteil Nunkirchen: Energieträger im Status quo

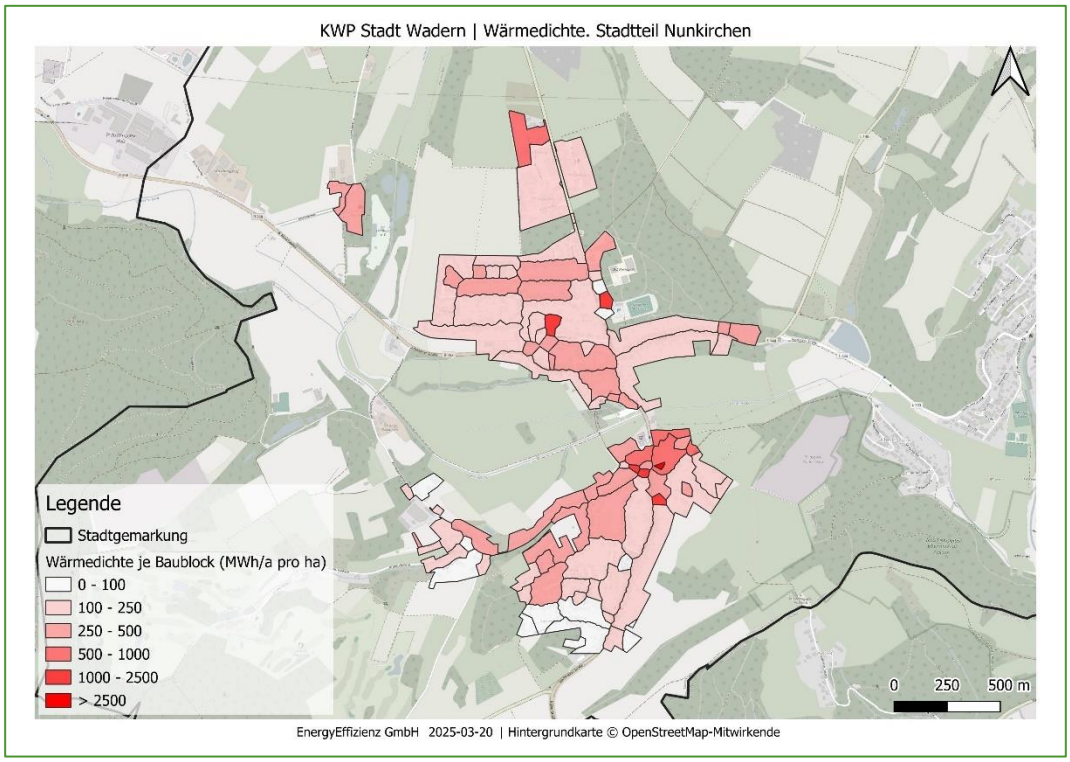

Abbildung 86 Stadtteil Nunkirchen: Wärmedichte im Status quo

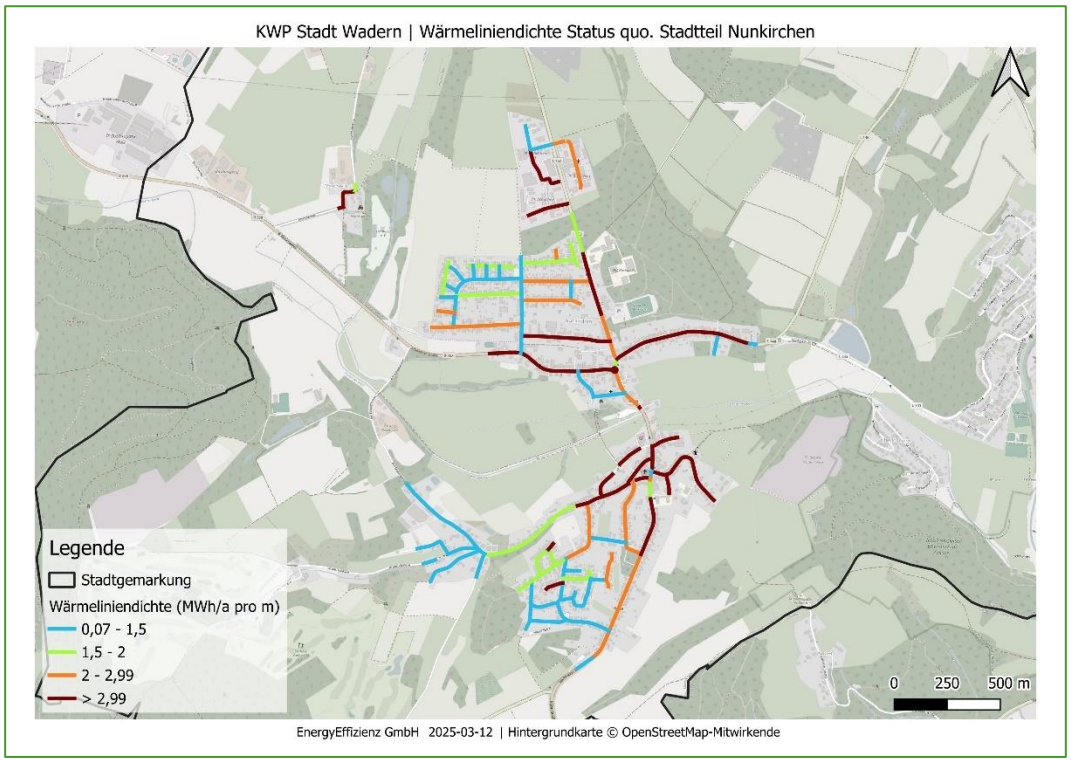

Abbildung 87 Stadtteil Nunkirchen: Wärmeliniendichte im Status quo

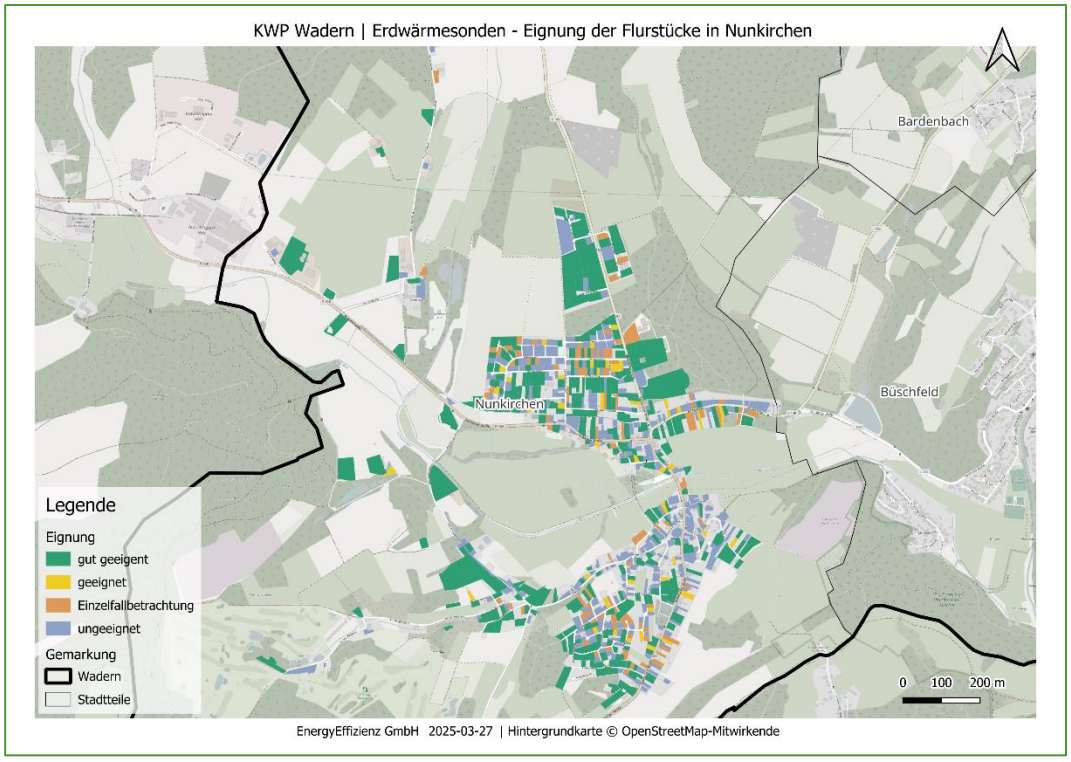

Abbildung 88 Stadtteil Nunkirchen: Eignung Erdwärmesonden

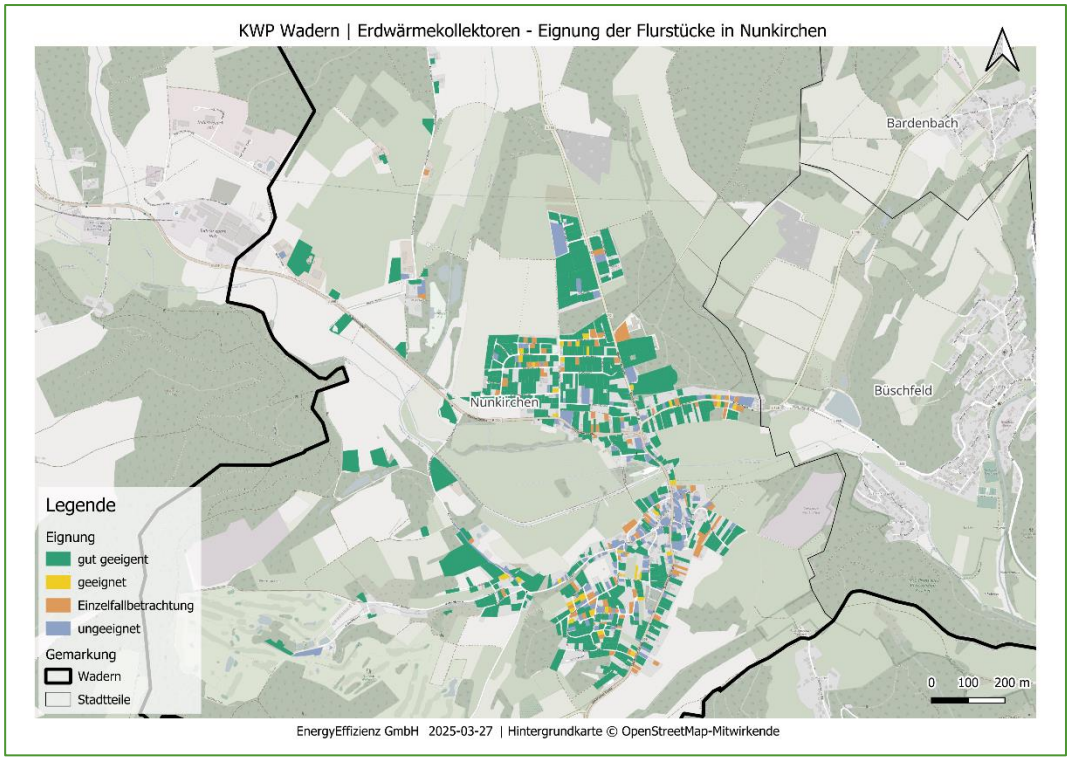

Abbildung 89 Stadtteil Nunkirchen: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang J: Steinberg

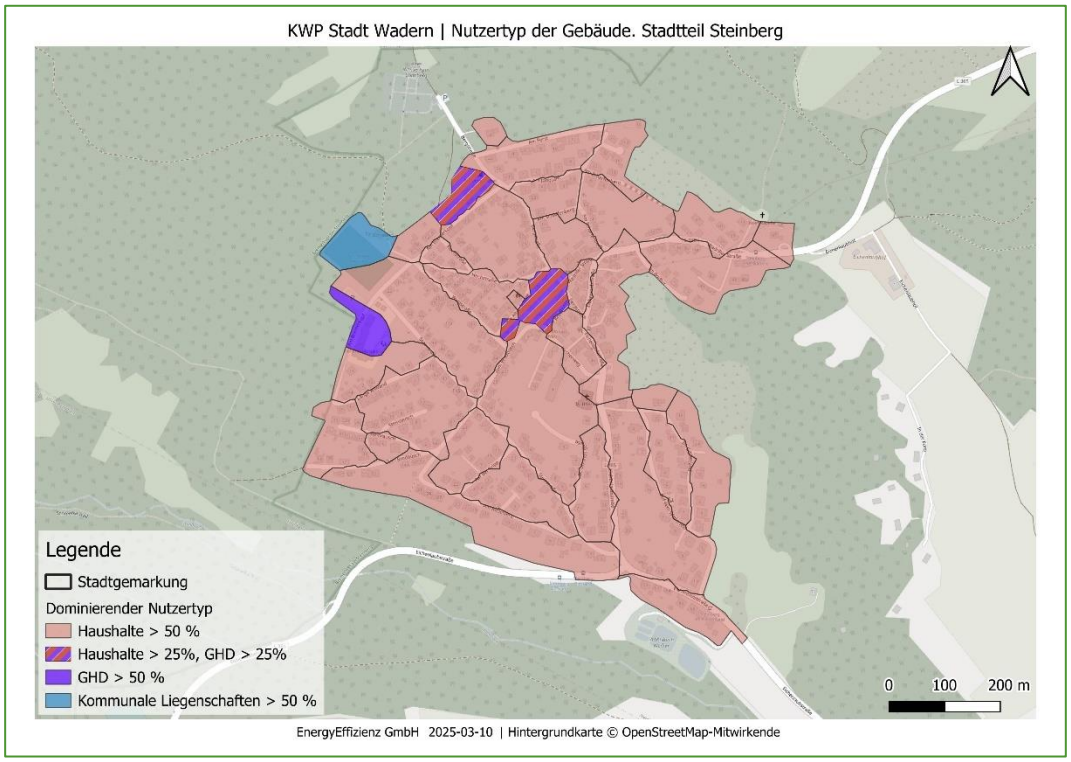

Abbildung 90 Stadtteil Steinberg: Dominierende Sektoren

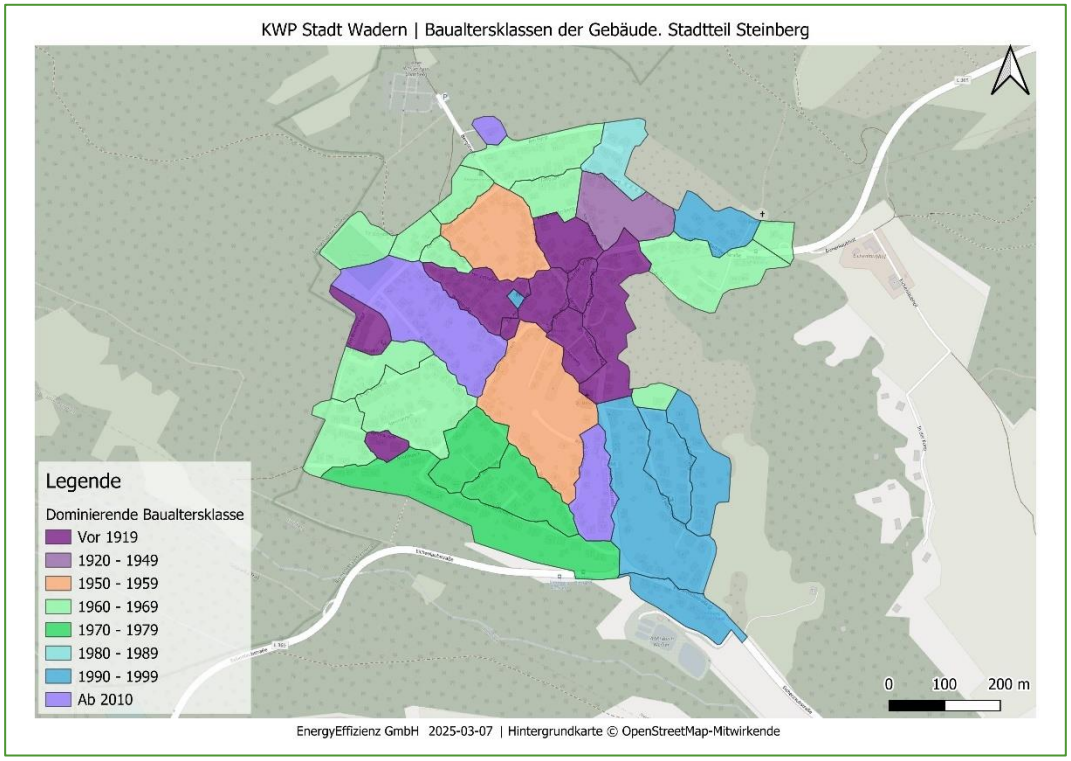

Abbildung 91 Stadtteil Steinberg: Baualtersklassen

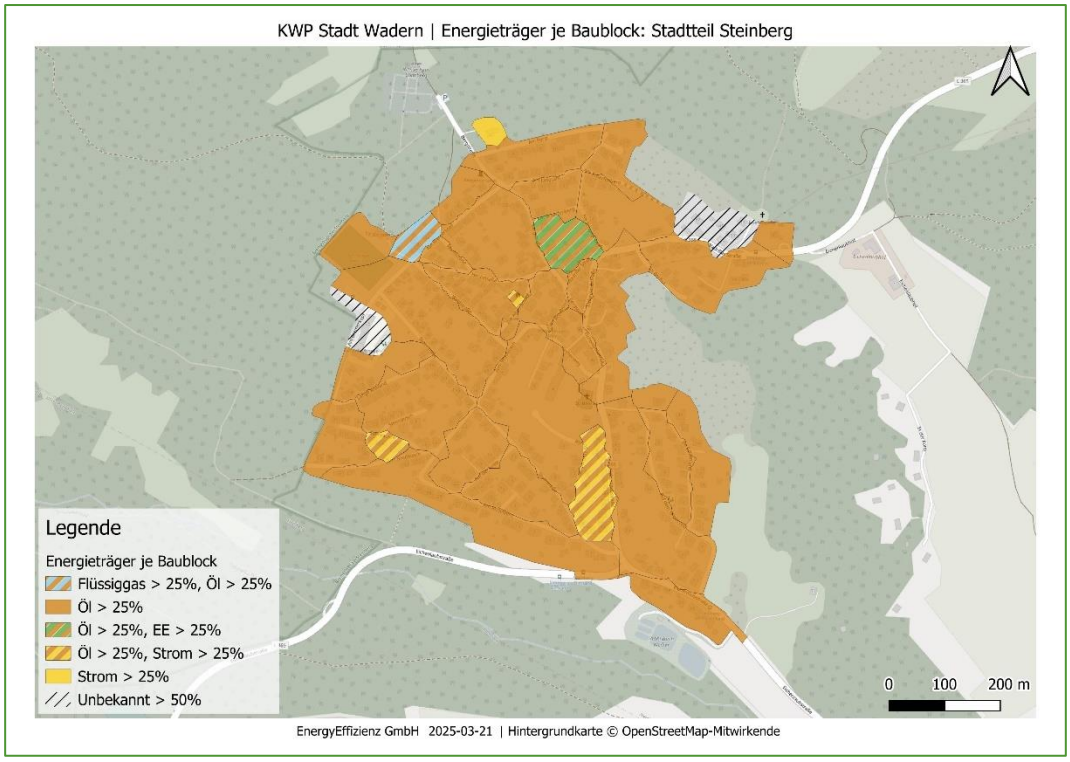

Abbildung 92 Stadtteil Steinberg: Energieträger im Status quo

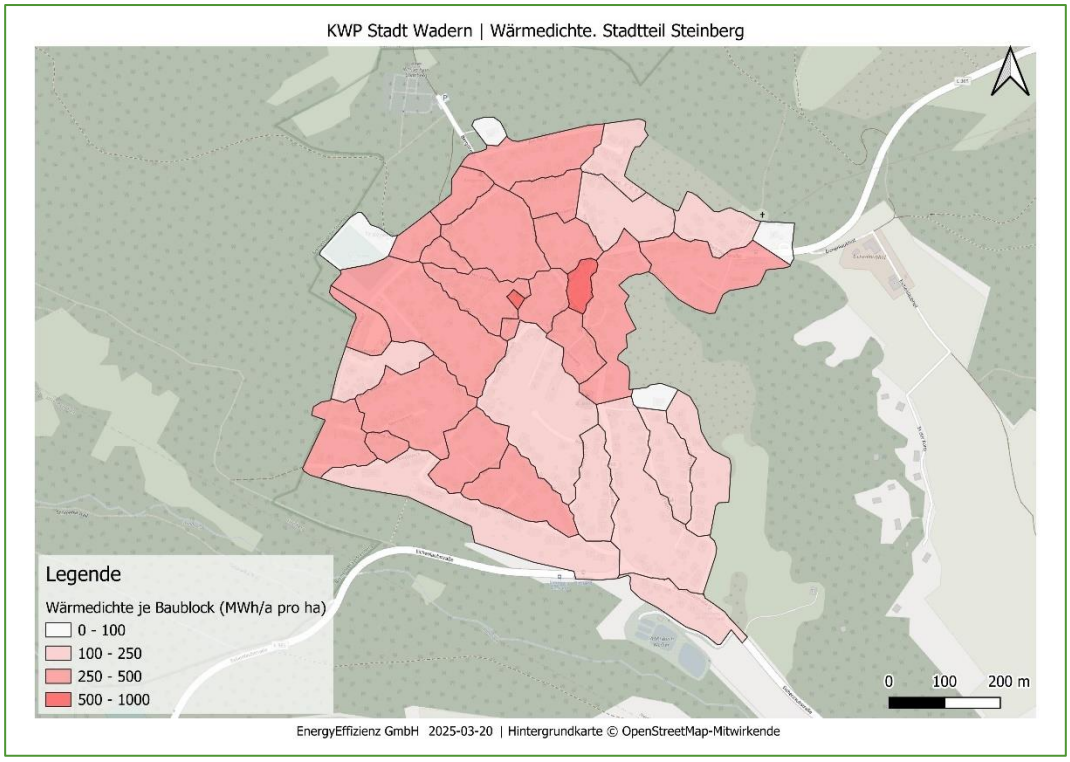

Abbildung 93 Stadtteil Steinberg: Wärmedichte im Status quo

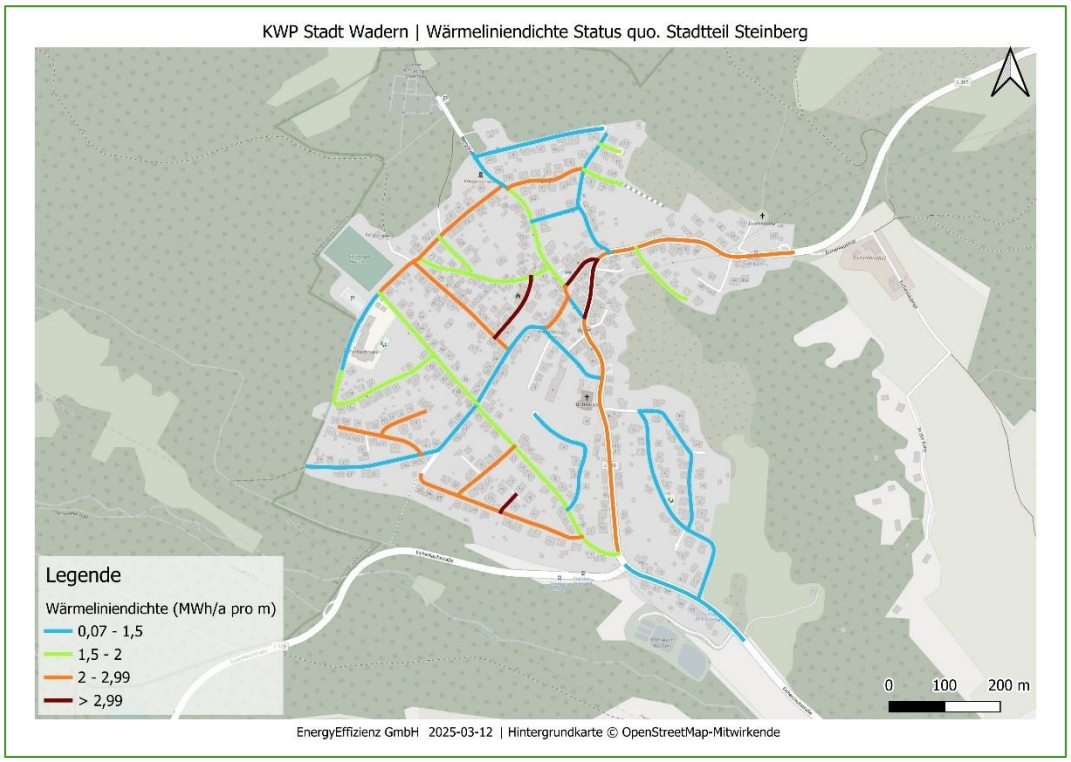

Abbildung 94 Stadtteil Steinberg: Wärmeliniendichte im Status quo

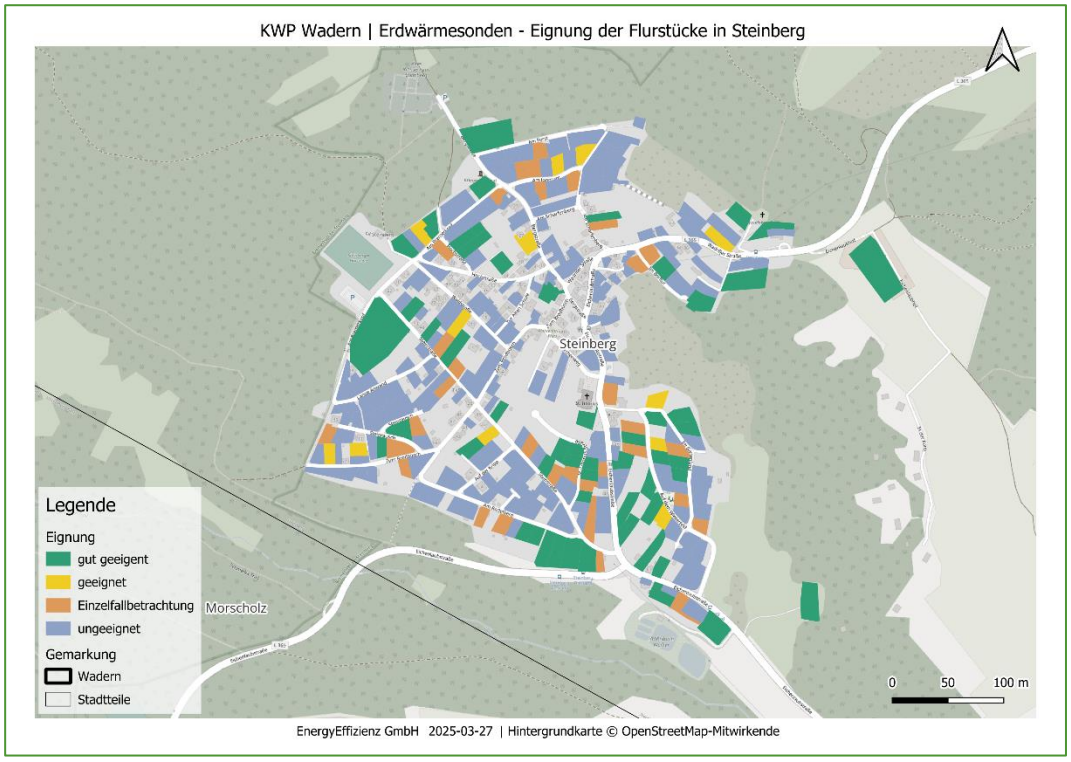

Abbildung 95 Stadtteil Steinberg: Eignung Erdwärmesonden

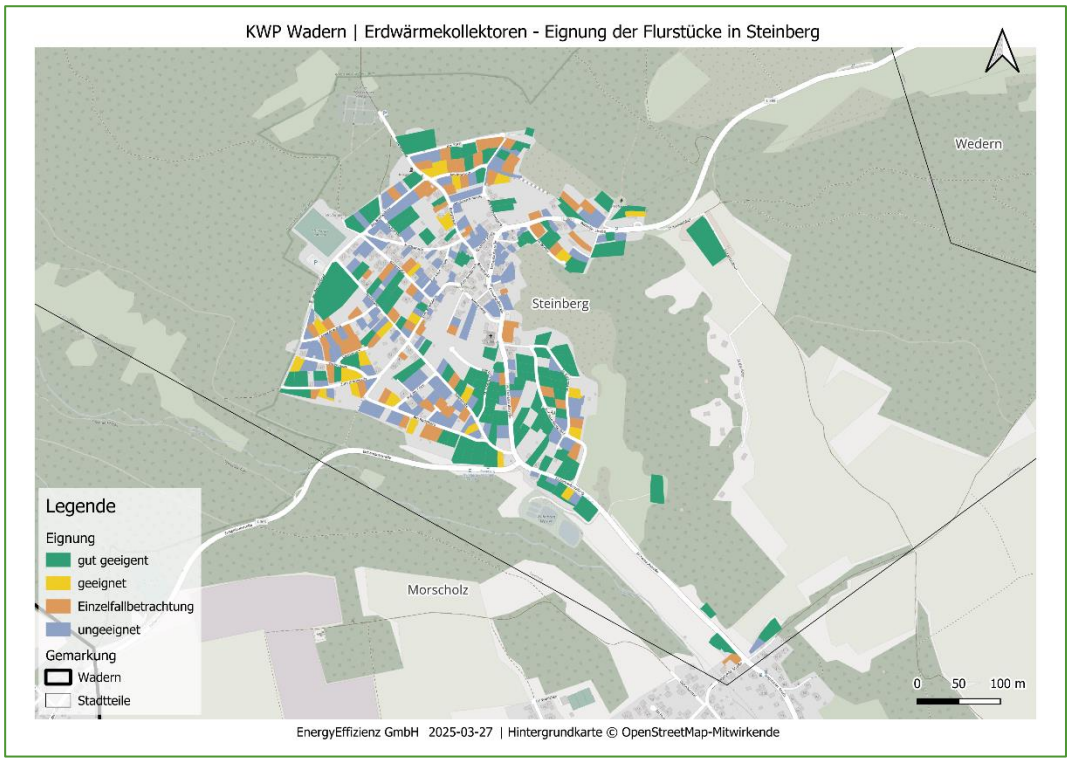

Abbildung 96 Stadtteil Steinberg: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang K: Wadern Kernstadt

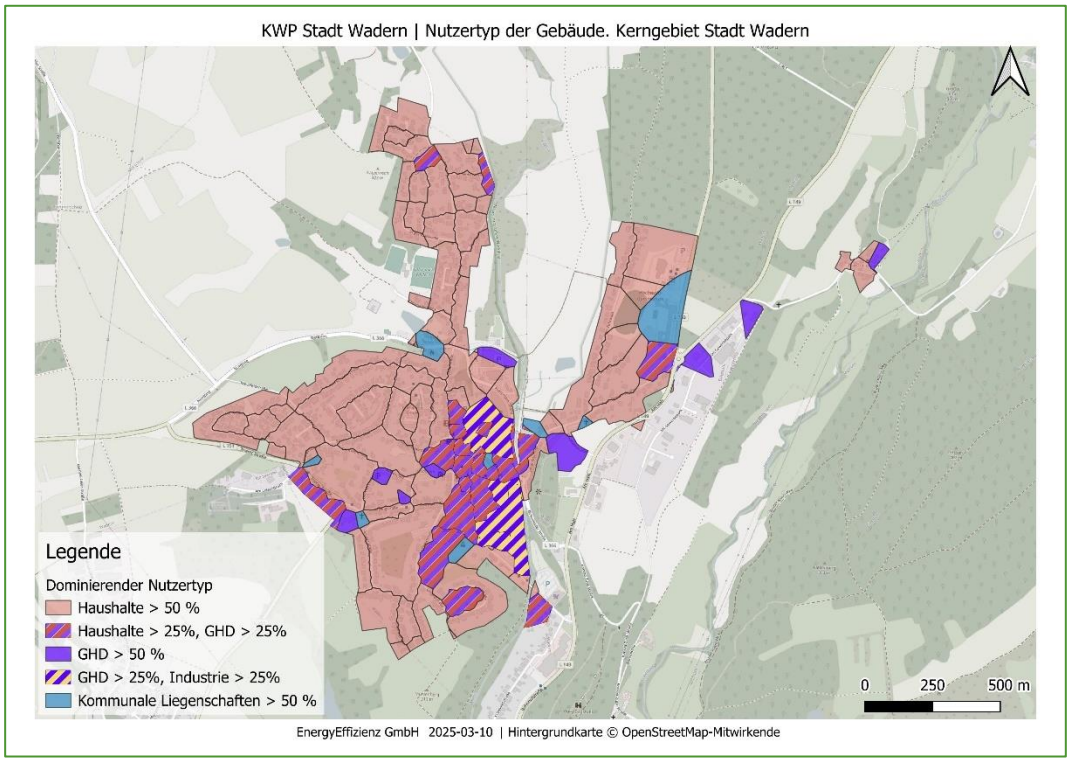

Abbildung 97 Stadtteil Wadern: Dominierende Sektoren

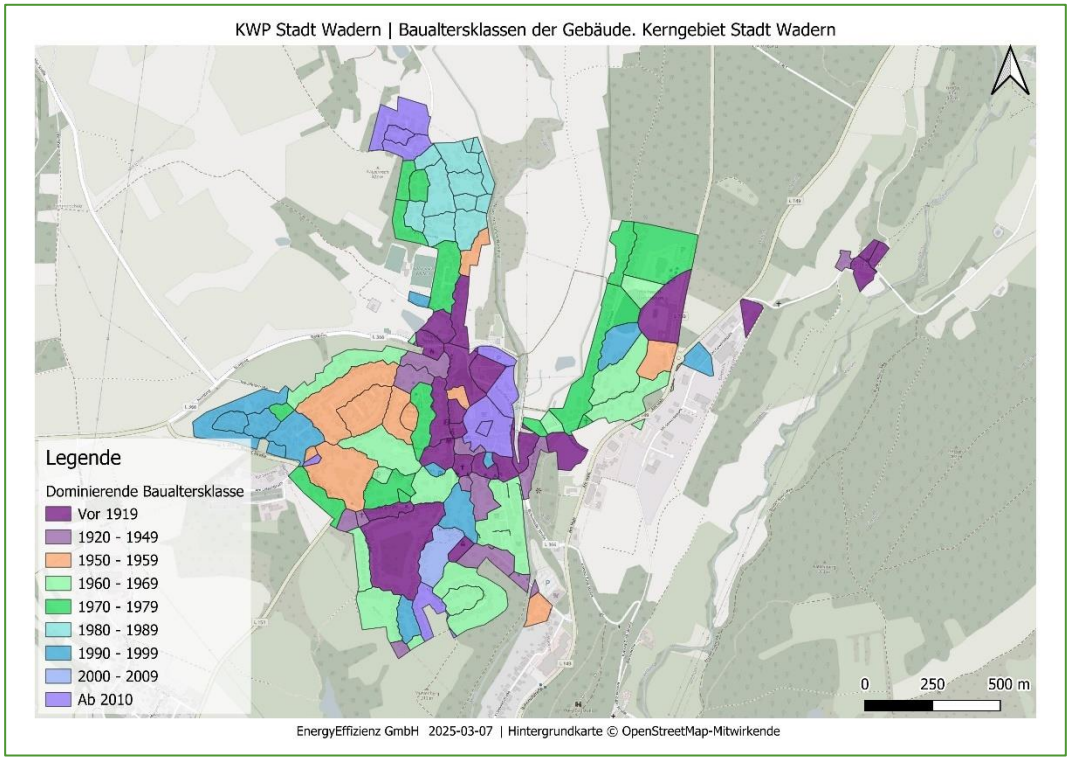

Abbildung 98 Stadtteil Wadern: Baualtersklassen

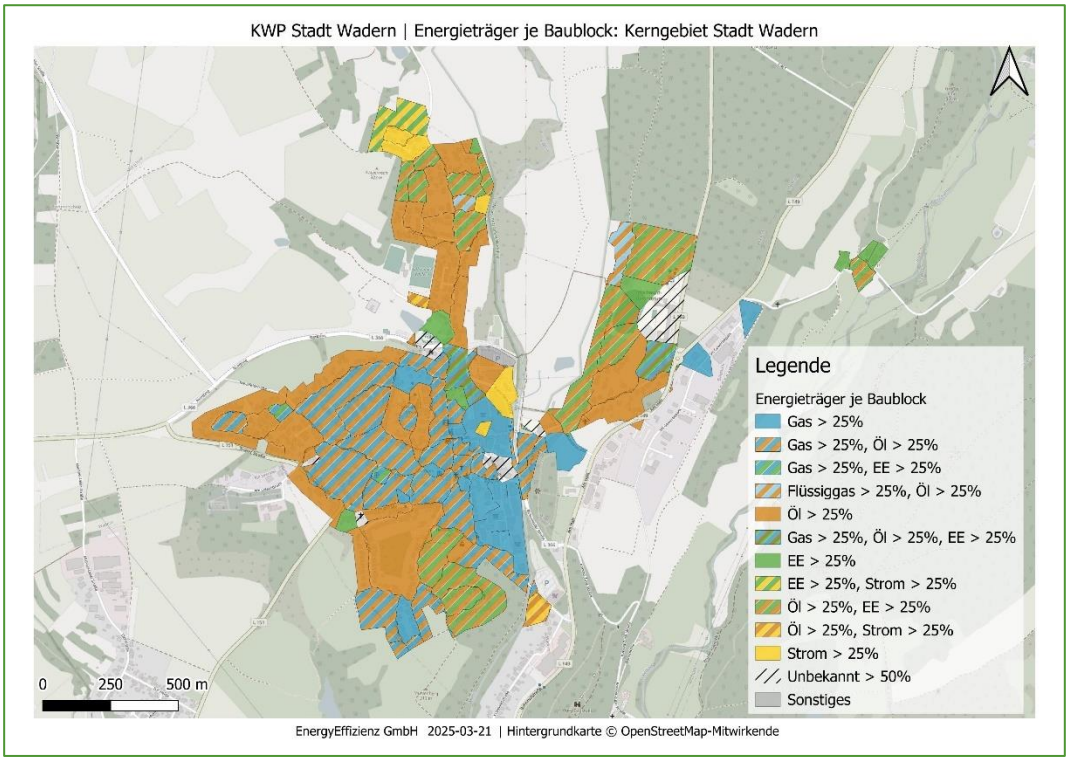

Abbildung 99 Stadtteil Wadern: Energieträger im Status quo

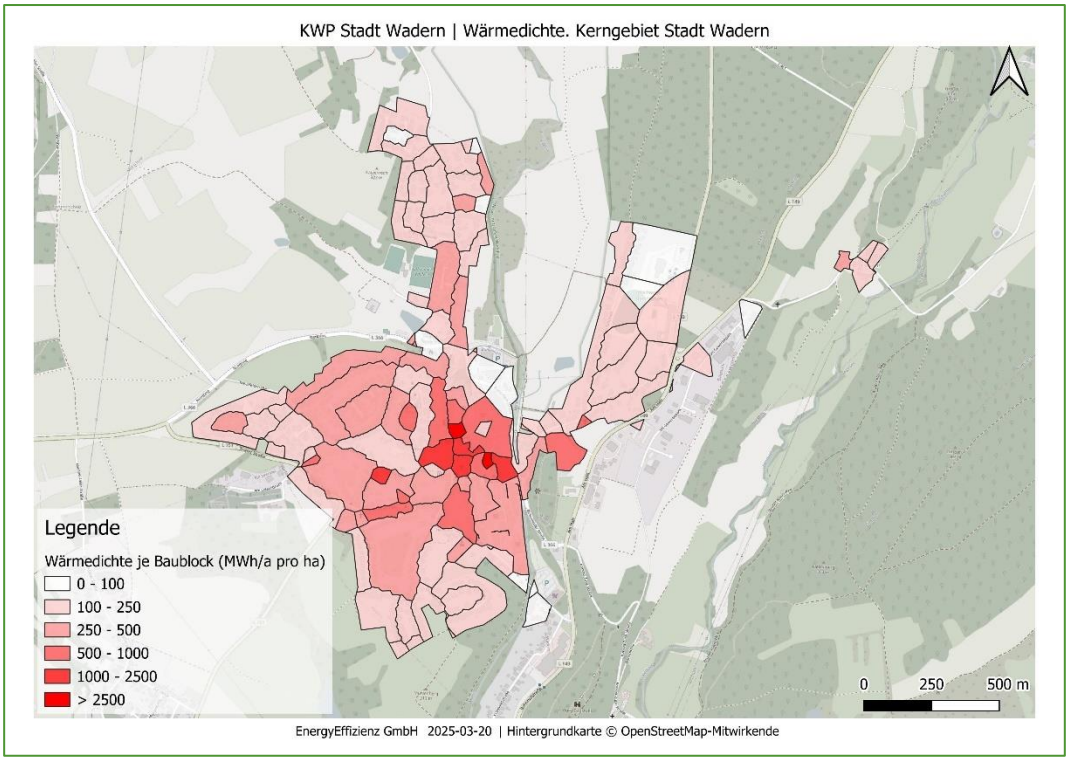

Abbildung 100 Stadtteil Wadern: Wärmedichte im Status quo

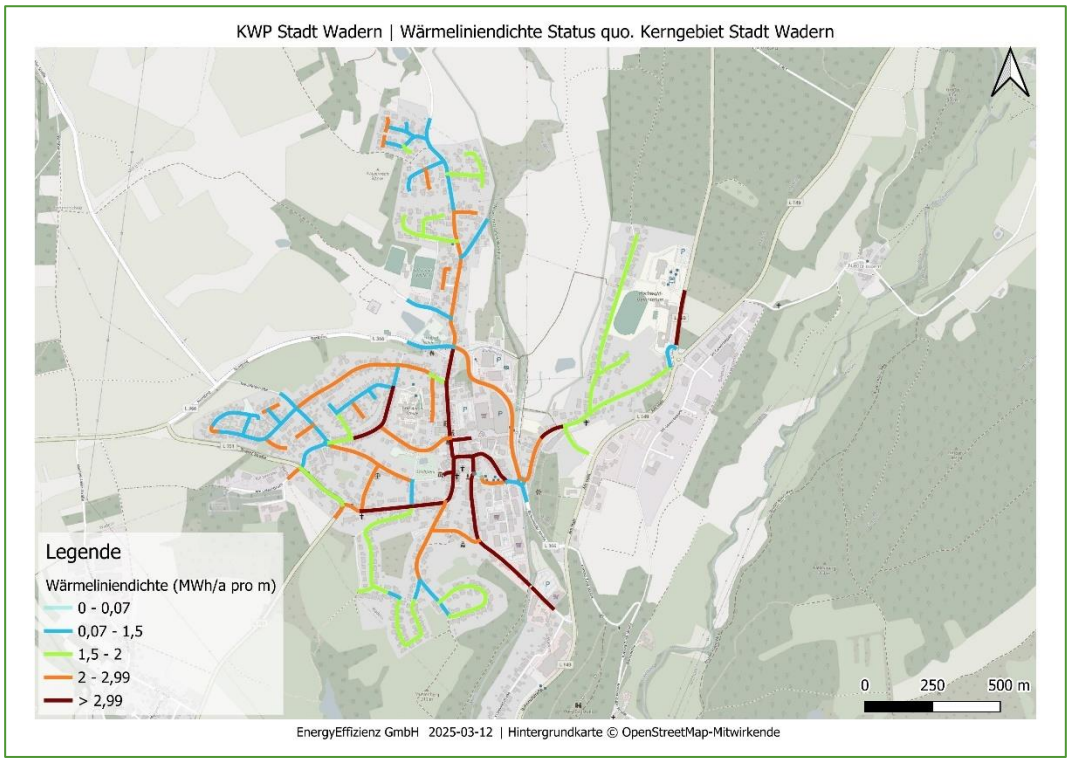

Abbildung 101 Stadtteil Wadern: Wärmeliniendichte im Status quo

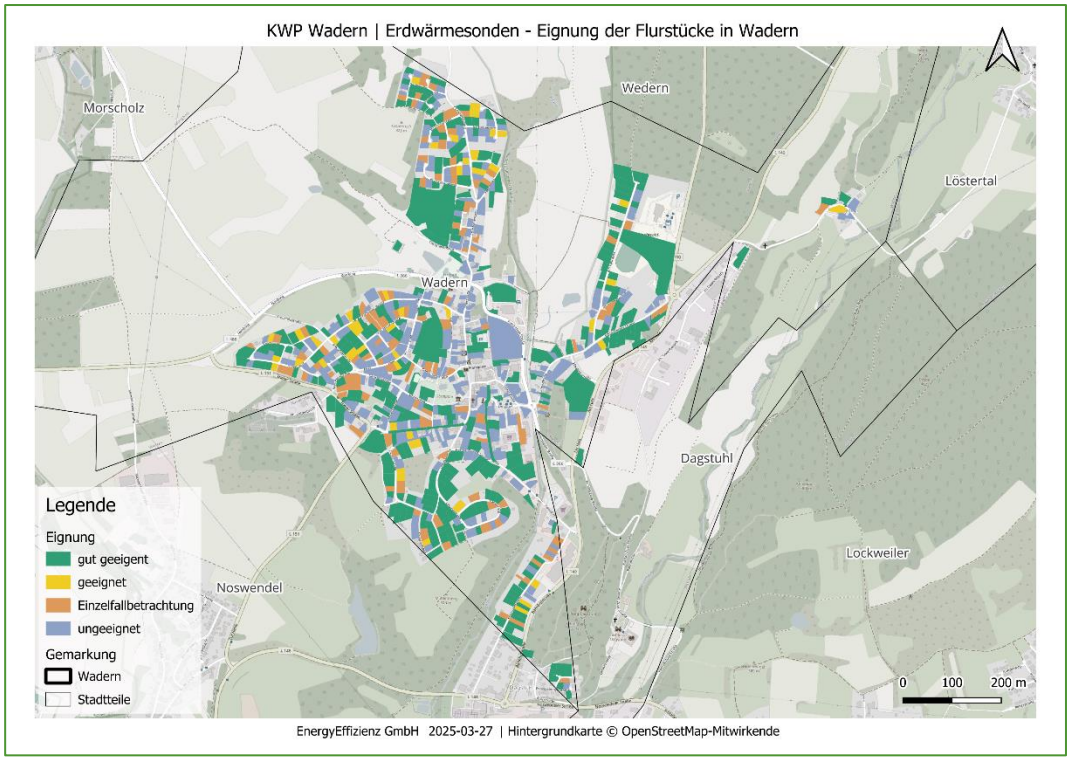

Abbildung 102 Stadtteil Wadern: Eignung Erdwärmesonden

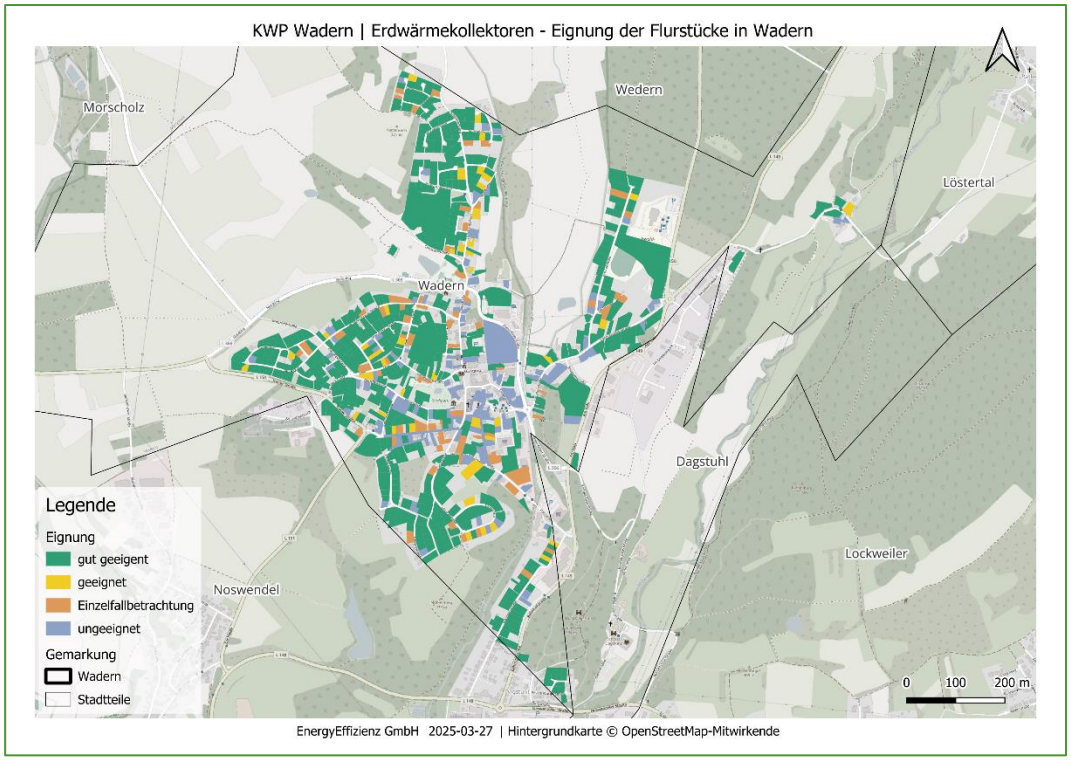

Abbildung 103 Stadtteil Wadern: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang L: Wadrilltal

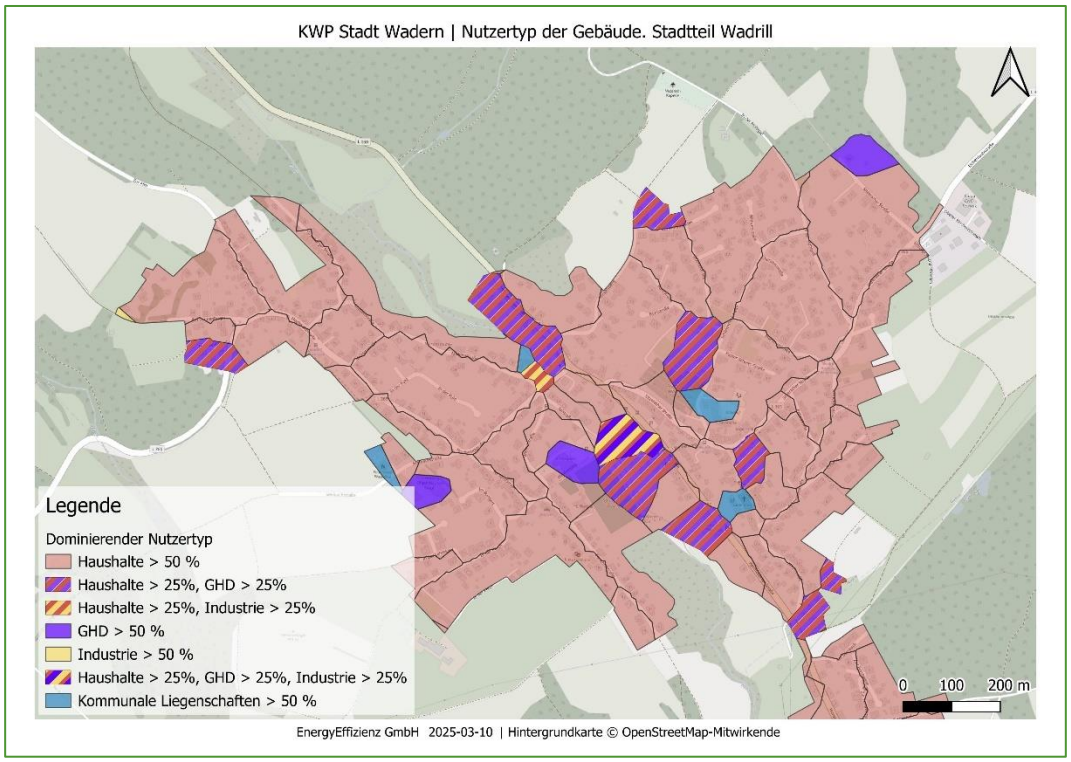

Abbildung 104 Stadtteil Wadrill: Dominierende Sektoren

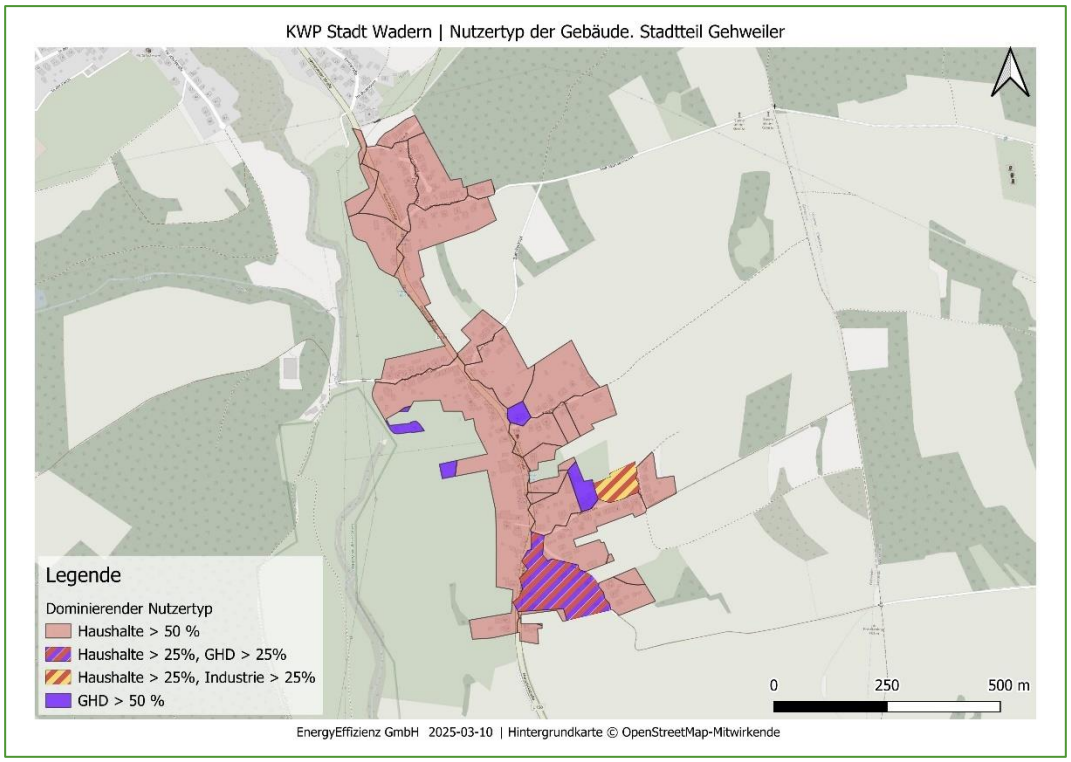

Abbildung 105 Stadtteil Gehweiler: Dominierende Sektoren

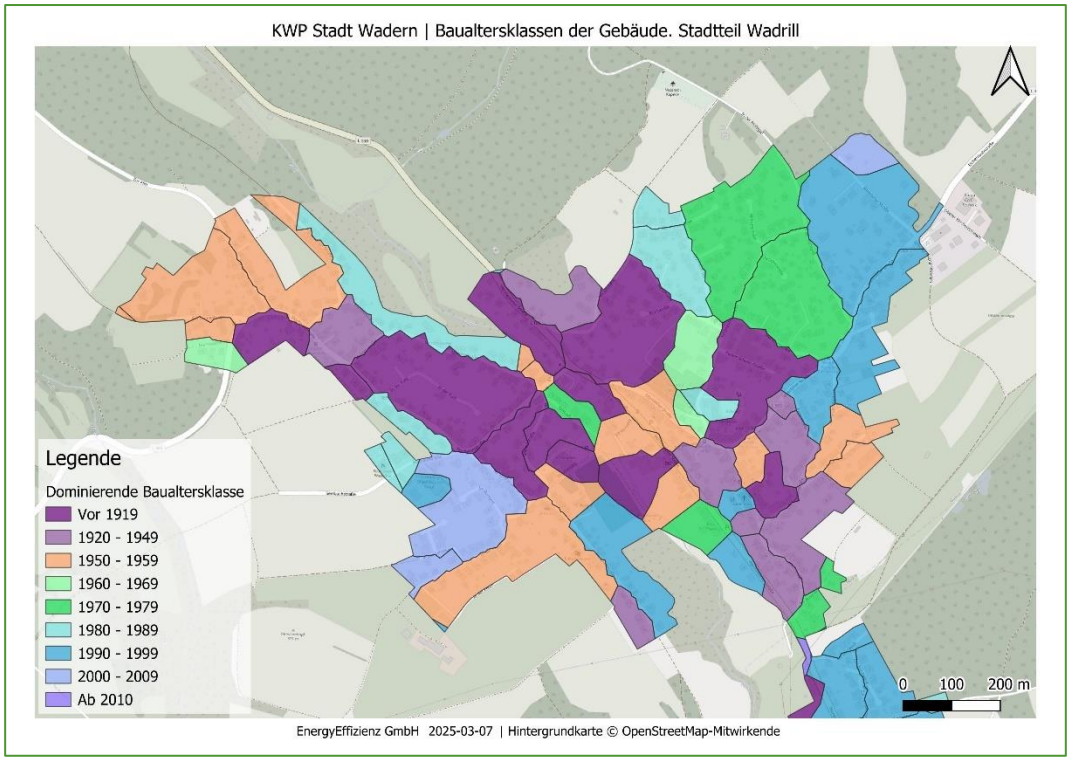

Abbildung 106 Stadtteil Wadrill: Baualtersklassen

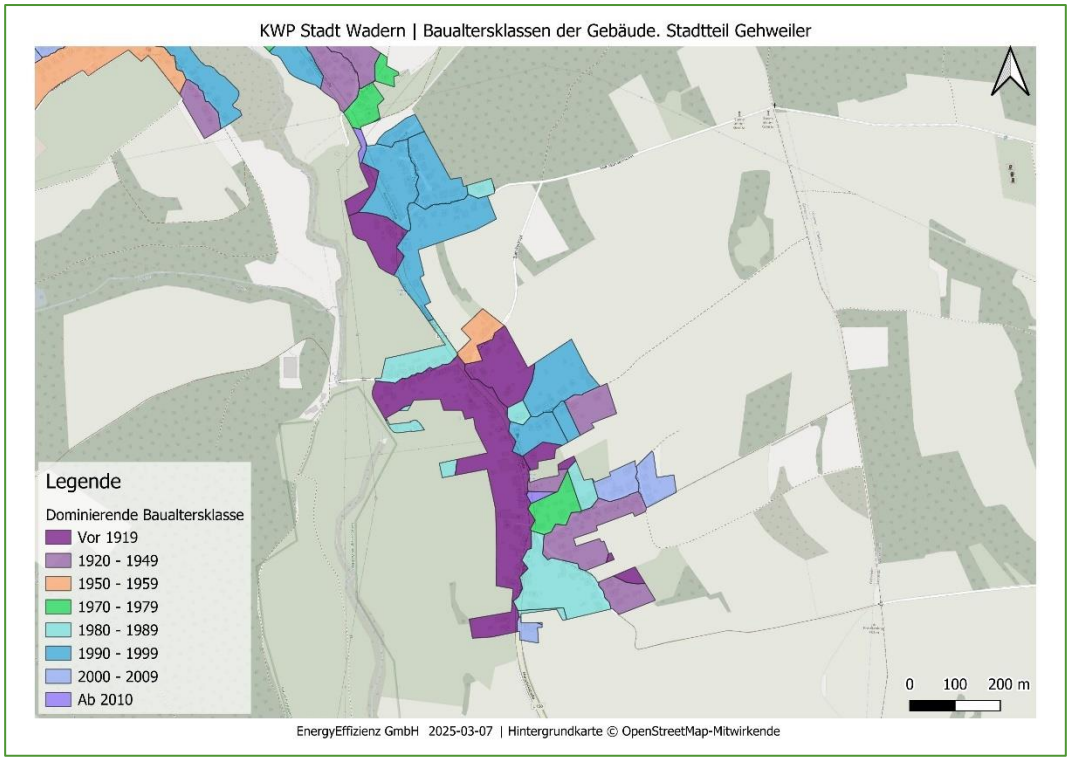

Abbildung 107 Stadtteil Gehweiler: Baualtersklassen

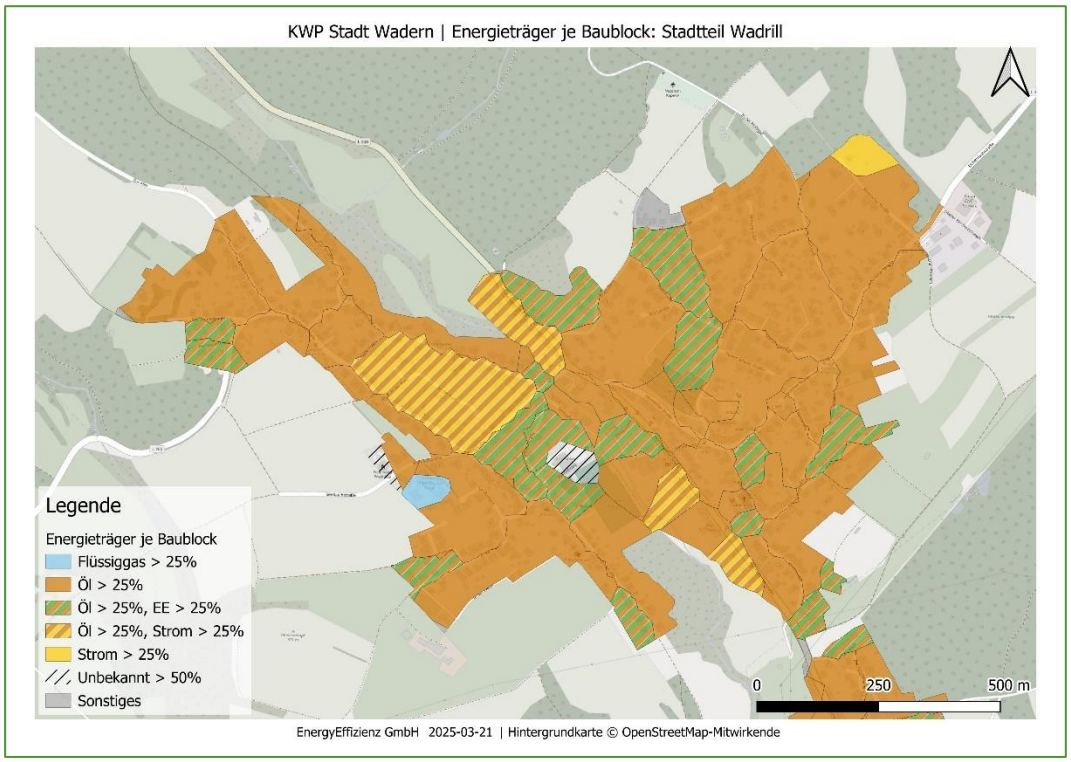

Abbildung 108 Stadtteil Wadrill: Energieträger im Status quo

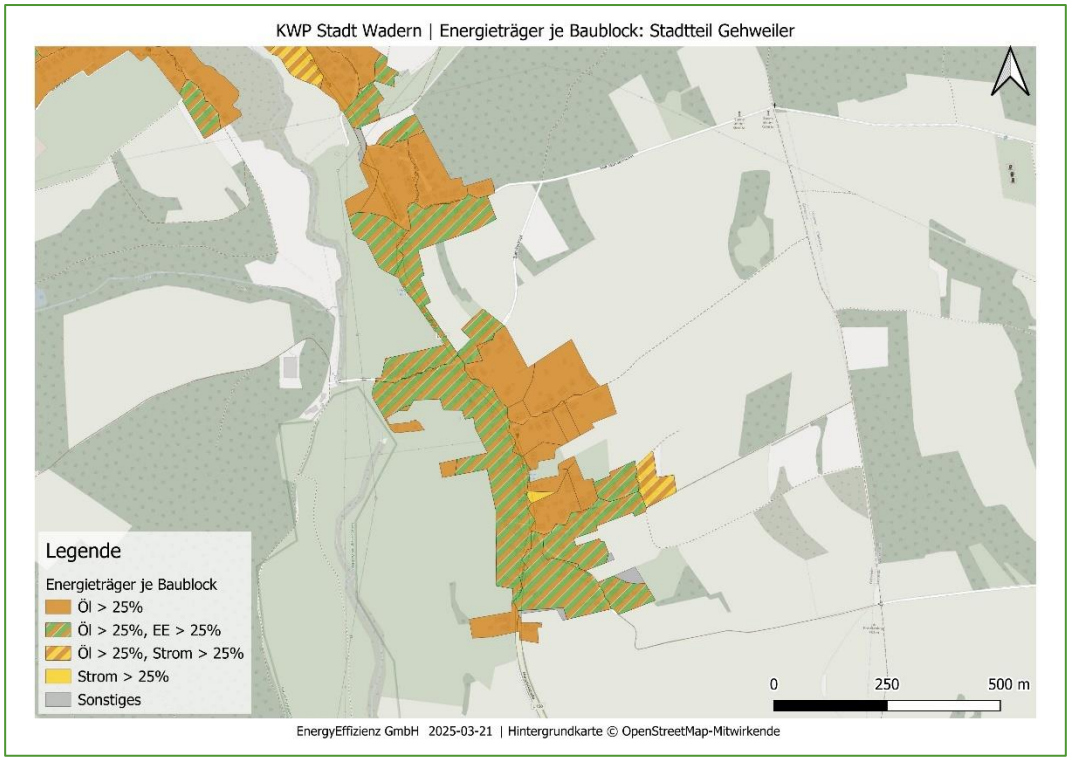

Abbildung 109 Stadtteil Gehweiler: Energieträger im Status quo

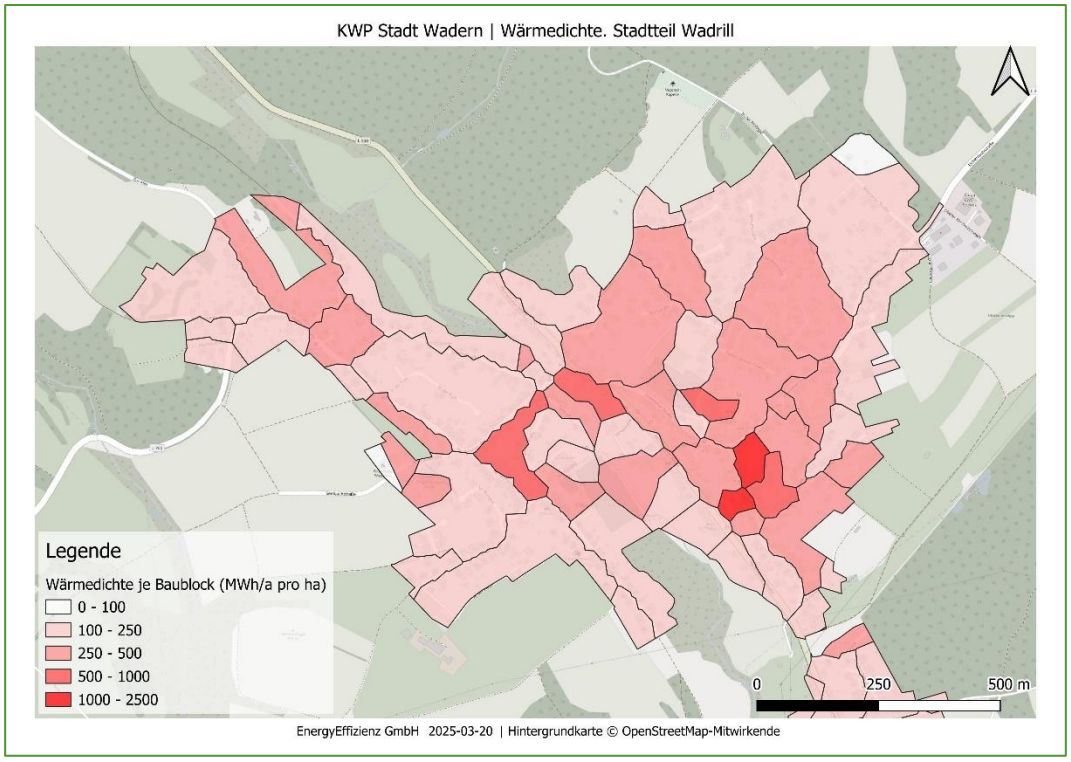

Abbildung 110 Stadtteil Wadrill: Wärmedichte im Status quo

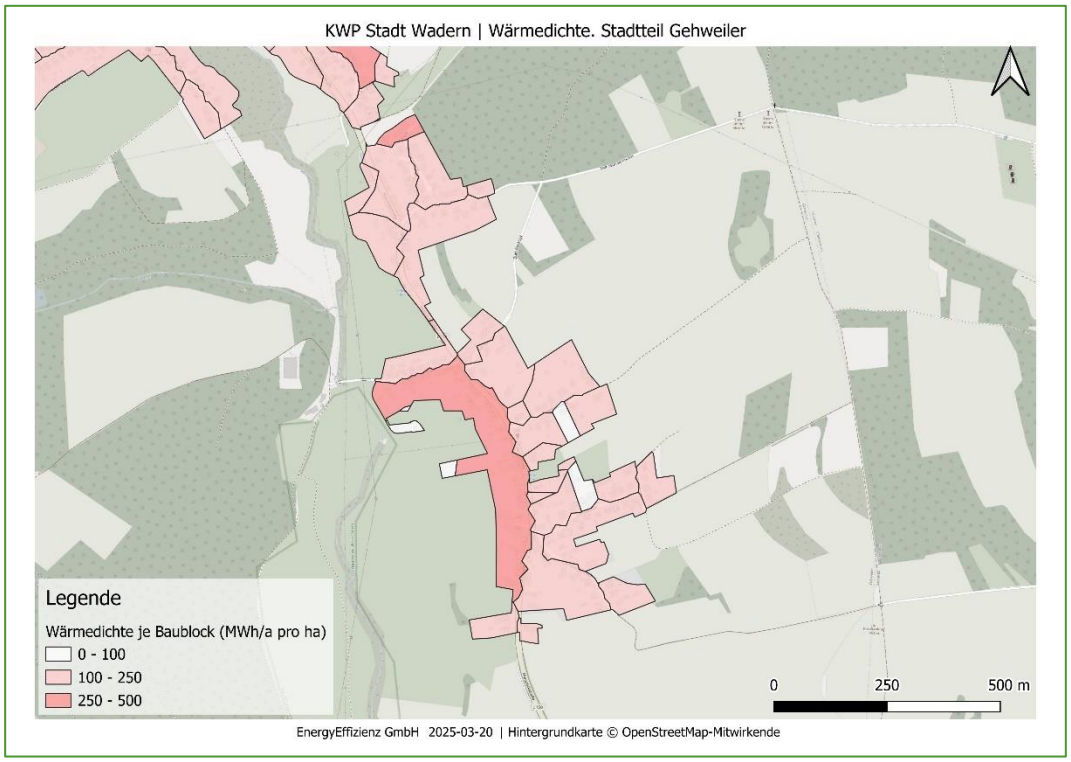

Abbildung 111 Stadtteil Gehweiler: Wärmedichte im Status quo

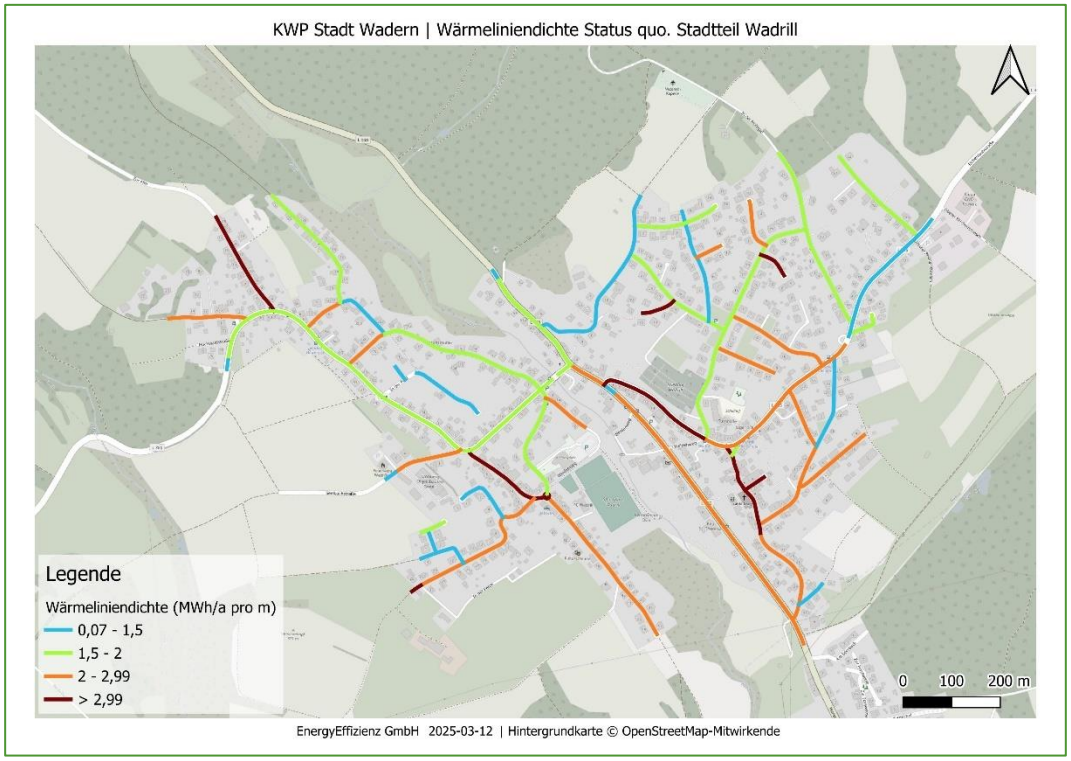

Abbildung 112 Stadtteil Wadrill: Wärmeliniendichte im Status quo

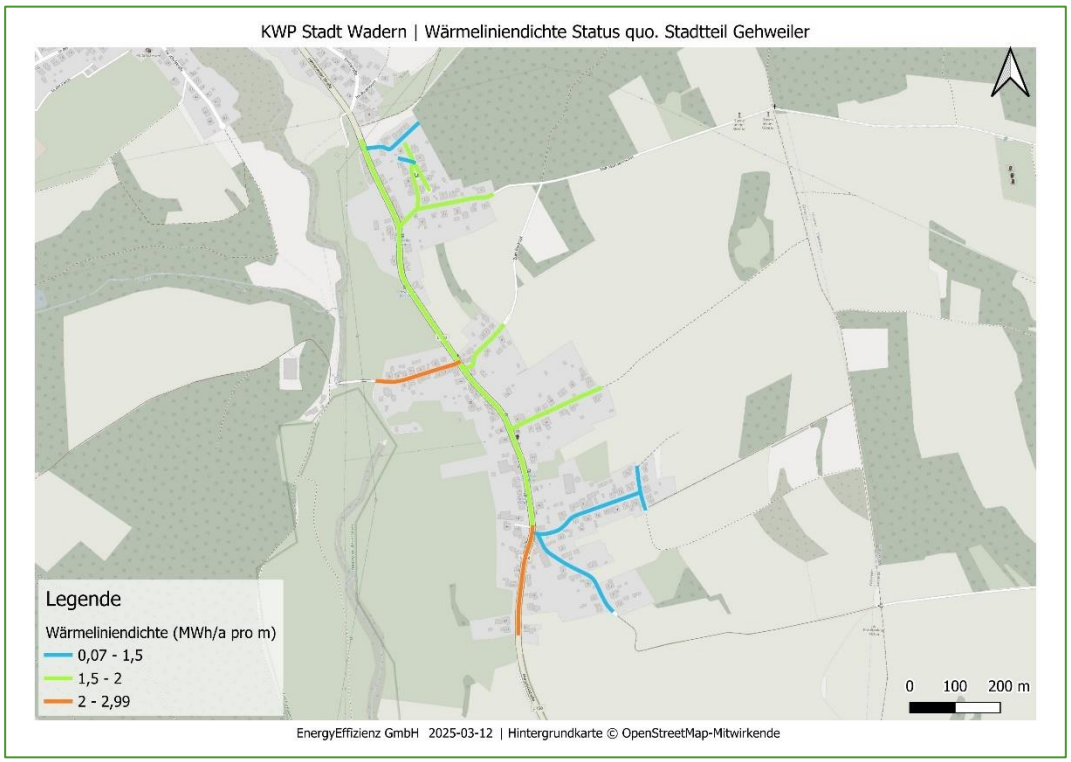

Abbildung 113 Stadtteil Gehweiler: Wärmeliniendichte im Status quo

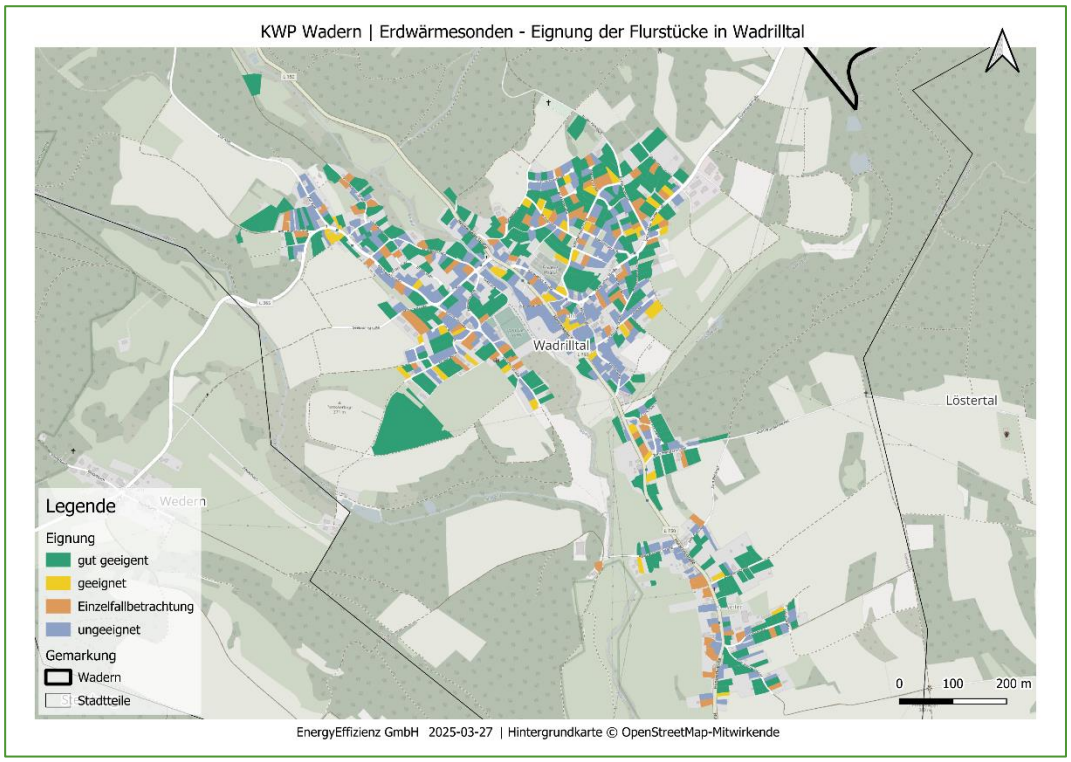

Abbildung 114 Stadtteil Wadrilltal: Eignung Erdwärmesonden

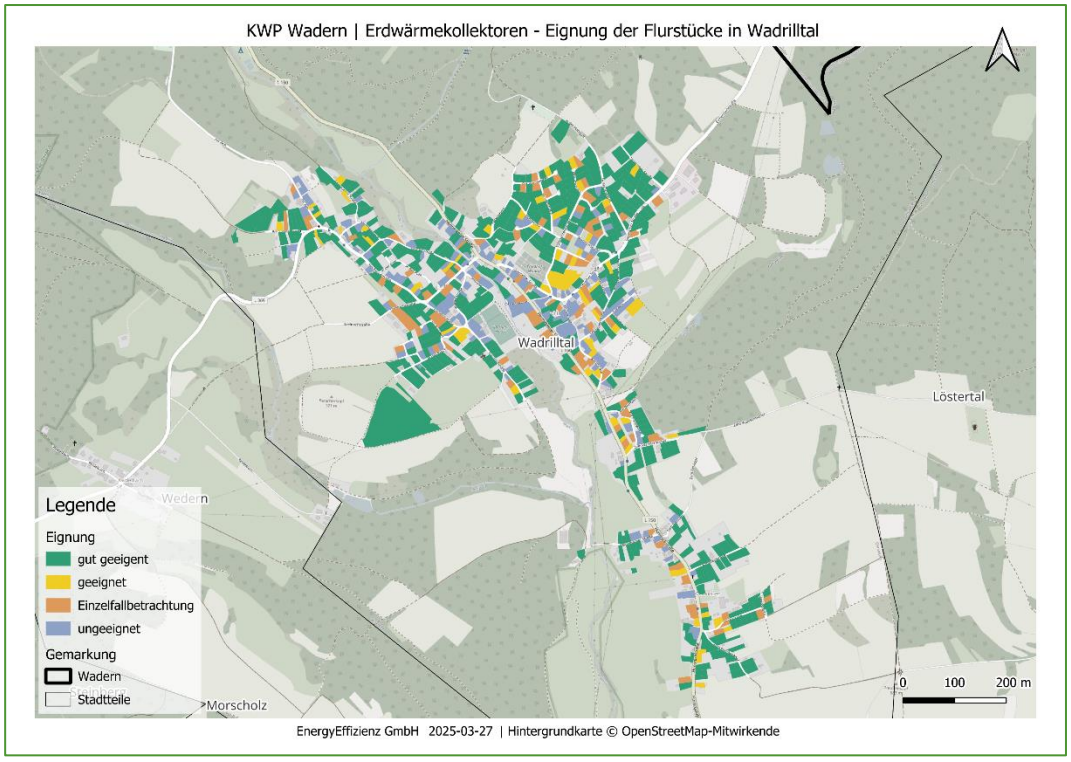

Abbildung 115 Stadtteil Wadrilltal: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang M: Wedern

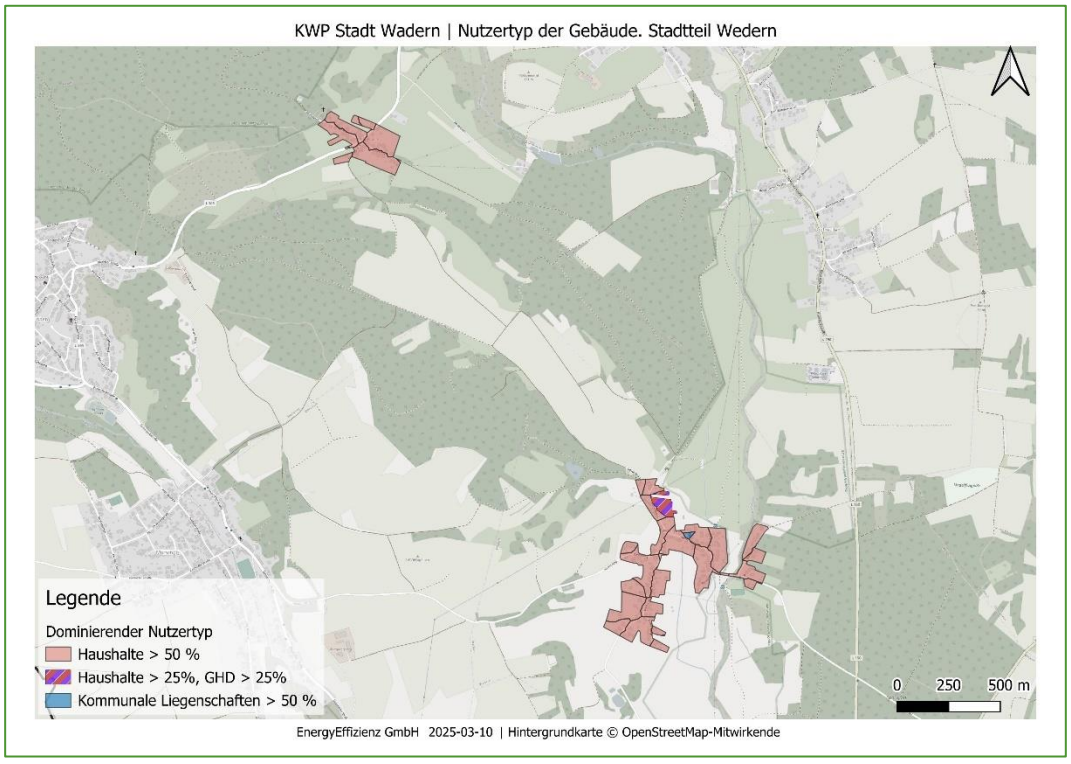

Abbildung 116 Stadtteil Wedern: Dominierende Sektoren

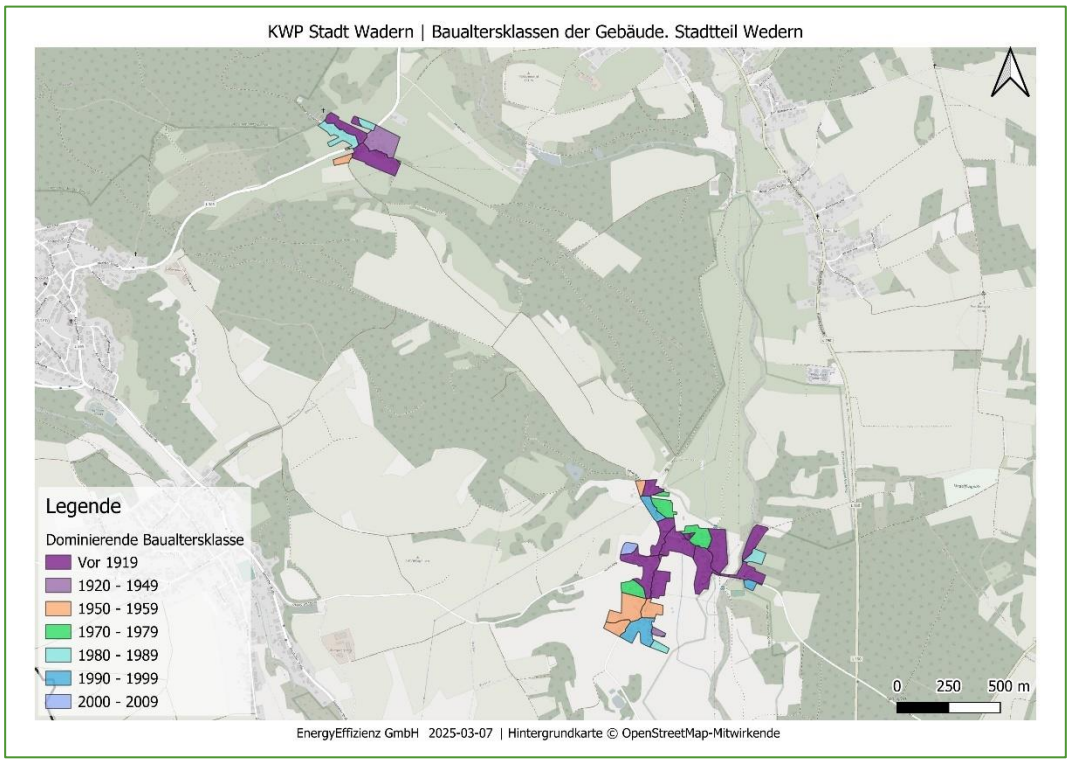

Abbildung 117 Stadtteil Wedern: Baualtersklassen

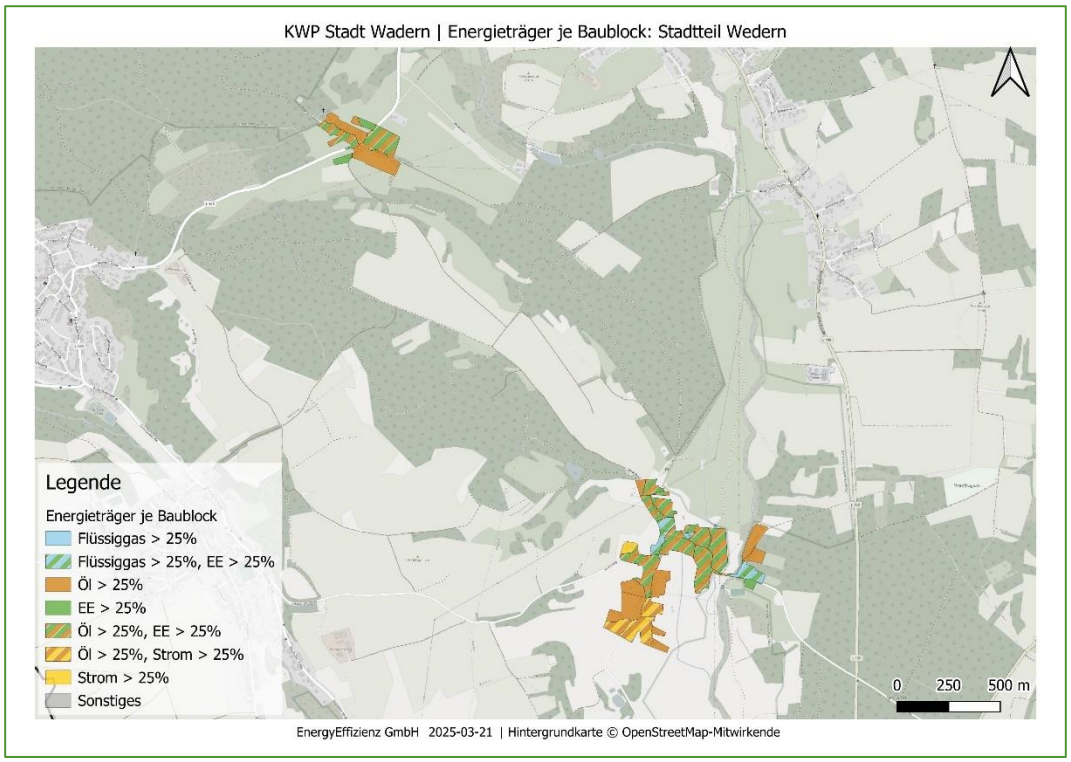

Abbildung 118 Stadtteil Wedern: Energieträger im Status quo

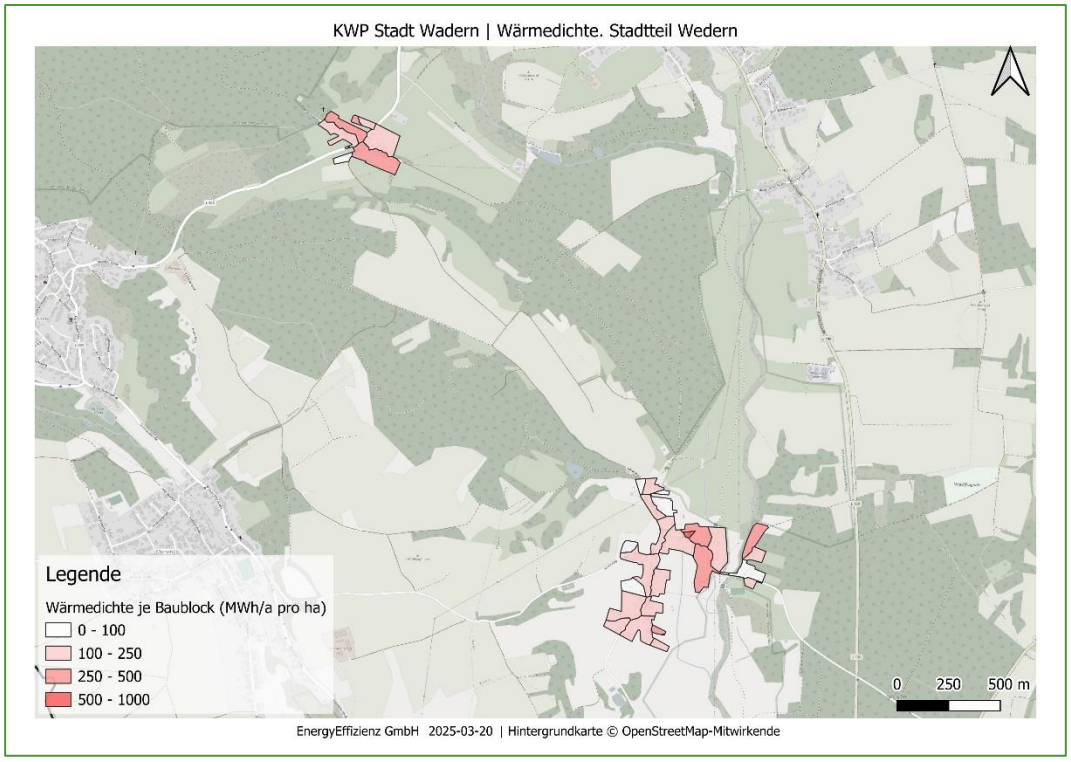

Abbildung 119 Stadtteil Wedern: Wärmedichte im Status quo

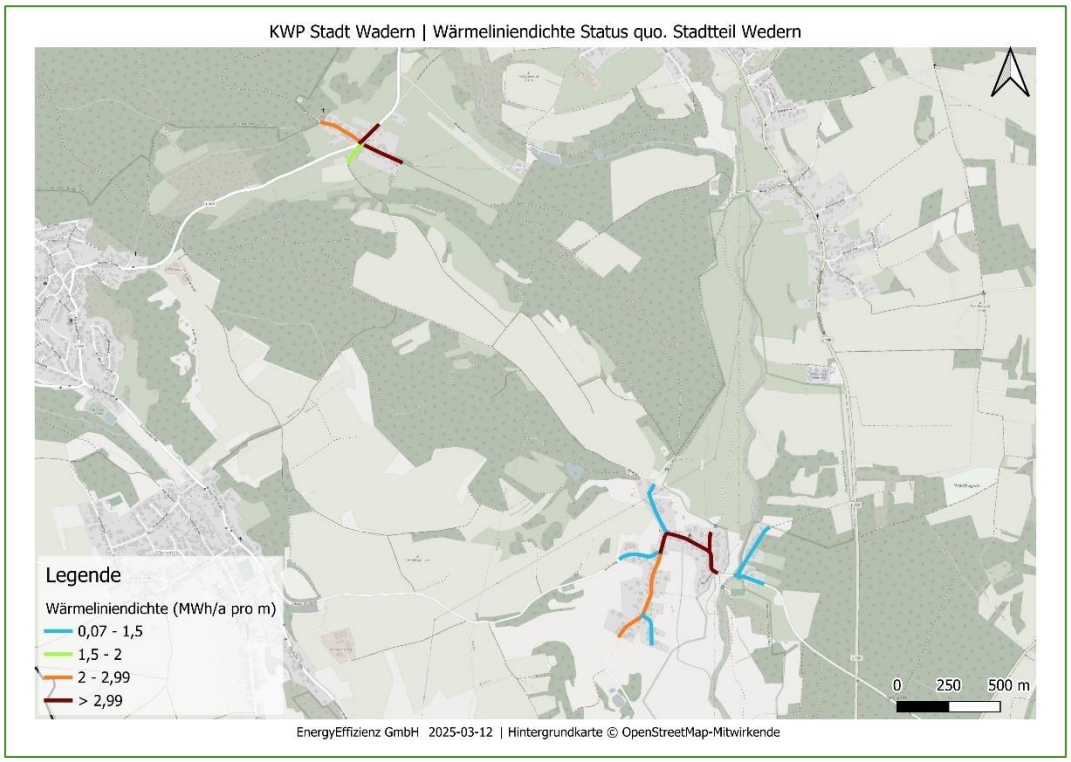

Abbildung 120 Stadtteil Wedern: Wärmeliniendichte im Status quo

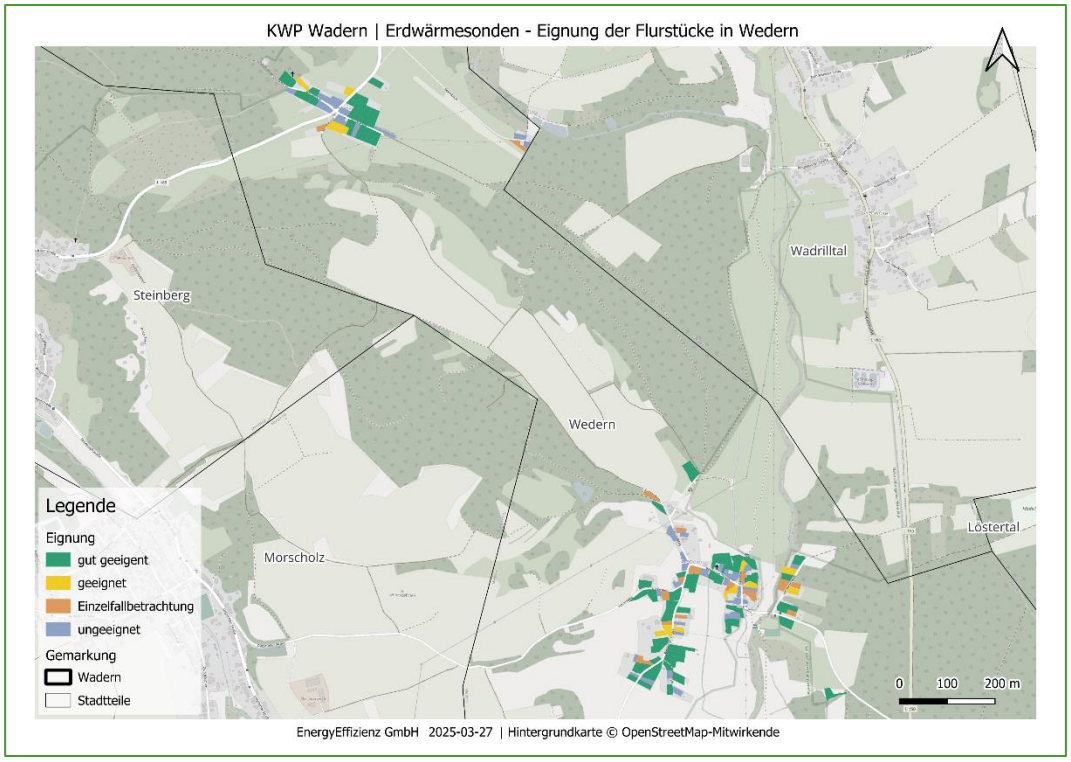

Abbildung 121 Stadtteil Wedern: Eignung Erdwärmesonden

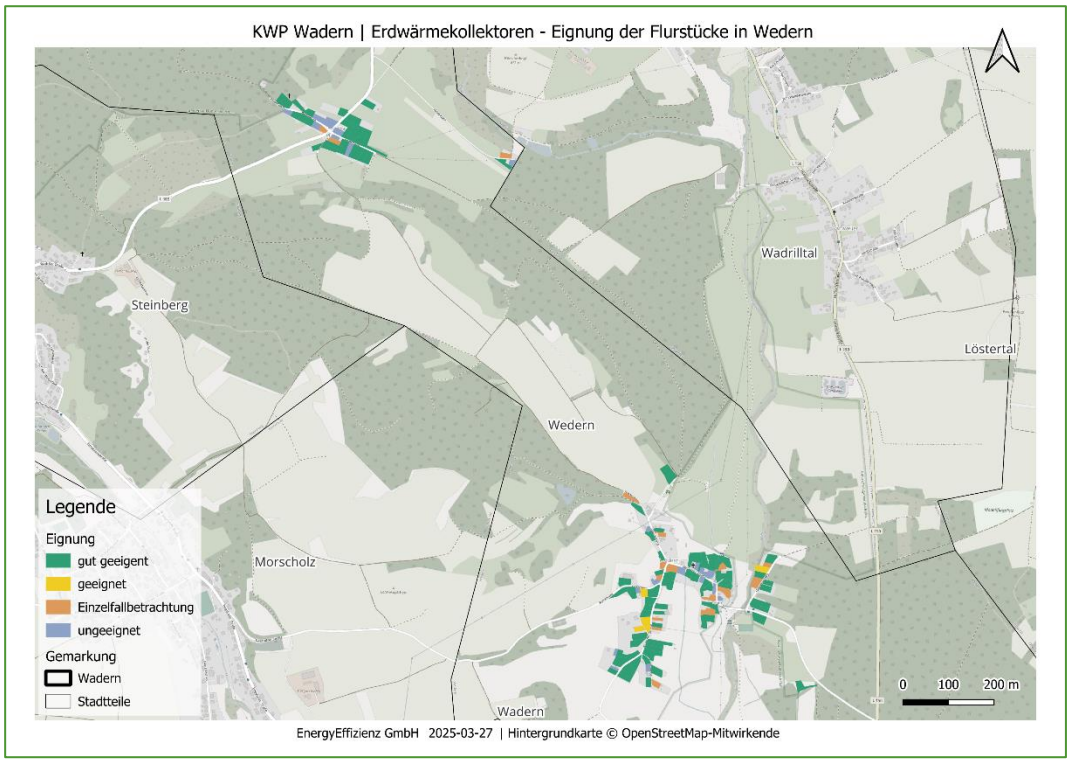

Abbildung 122 Stadtteil Wedern: Eignung Erdwärmekollektoren

Anhang N: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen

Tabelle 13 Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs auf Basis des Technikkatalogs Kommunale Wärmeplanung (ifeu gGmbH et al., 2024)

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