



Kommunale Wärmeplanung Stadt Michelstadt

Endbericht

Michelstadt / Lampertheim, 13. Mai 2026



Impressum

Auftraggeberin:



Stadt Michelstadt
Stadthaus, Frankfurter Straße 3
64720 Michelstadt
Telefon: 06061-74-0
E-Mail: stadtverwaltung@michelstadt.de
Web: <https://www.michelstadt.de/>

Ansprechpartnerin:
Stephanie Edelmann
Abteilung Bauamt
Frankfurter Straße 3
64720 Michelstadt

Auftragnehmerin:



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

Projektleitung:
Steffen Molitor, B.Eng.

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zusammenfassung	7
1.1. Hintergrund	7
1.2. Aufbau des Endberichts	8
1.3. Zentrale Ergebnisse	8
1.4. Nächste Schritte zur Wärmewende in Michelstadt	10
2. Grundlagen.....	12
2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans	12
2.2. Datenerfassung / Methodik	13
2.2.1. Bestandsanalyse	13
2.2.2. Potenzialanalyse	14
2.2.3. Zielszenario.....	16
2.2.4. Wärmewendestrategie	16
2.3. Datenschutz.....	16
3. Kommunikation und Beteiligung	17
4. Bestandsanalyse.....	20
4.1. Stadtstruktur	20
4.2. Gebäudenutzung.....	21
4.3. Baualtersklassen	24
4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur.....	26
4.5. Wärmemengen und Wärmelinindichten	29
4.6. Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial	32
5. Potenzialanalyse	33
5.1. Senkung des Wärmebedarfs.....	34
5.1.1. Hinweise und Einschränkungen.....	34
5.1.2. Potenzial	34
5.2. Zentrale Potenziale (Wärme)	35
5.2.1. Biomasse	35
5.2.2. Solarthermie auf Freiflächen	39
5.2.3. Agrothermie	43
5.2.4. Oberflächennahe Gewässer	46
5.2.5. Tiefengeothermie	48

5.2.6.	Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe	49
5.2.7.	Abwärme aus Abwasser	51
5.2.8.	Grüner Wasserstoff	52
5.2.9.	Wärmespeicher	52
5.3.	Dezentrale Potenziale (Wärme).....	55
5.3.1.	Luft/Wasser-Wärmepumpen	55
5.3.2.	Oberflächennahe Geothermie	55
5.3.3.	Biomasse	62
5.3.4.	Solarthermie auf Dachflächen	62
5.4.	Stromerzeugungspotenziale	63
5.4.1.	Photovoltaik auf Dachflächen	63
5.4.2.	Photovoltaik auf Freiflächen	63
5.4.3.	Agri-PV	67
5.4.4.	Windkraft	68
6.	Zielszenario 2045	71
6.1.	Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme ..	71
6.2.	Perspektiven der Gasversorgung in Michelstadt	72
6.3.	Eignungsgebiete für Einzelversorgung und Wärmenetze	72
6.3.1.	Herleitung der Eignungsgebiete	72
6.3.2.	Festgelegte Eignungsgebiete	73
6.4.	Versorgungsstruktur Einzelversorgung	76
6.4.1.	Entwicklung der Beheizungsstruktur	76
6.5.	Versorgungsstruktur Wärmenetze	78
6.5.1.	Eignungsgebiet Michelstadt Altstadt	78
6.5.2.	Eignungsgebiet Michelstadt Nord	82
6.6.	Versorgungssicherheit und Realisierungsrisiko	85
6.6.1.	Wärmenetzgebiete	85
6.6.2.	Wasserstoffnetzgebiet.....	86
6.6.3.	Gebiete für die dezentrale Versorgung	86
6.7.	Energie- und Emissionsbilanzen zum Zielszenario	87
6.7.1.	Energie- und Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren	87
6.7.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern	90
6.7.3.	Emissionsentwicklung bis 2045 auf einen Blick	93
7.	Wärmewendestrategie	95

7.1.	Fokusgebiete	95
7.1.1.	Fokusgebiet 1: Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiet	98
7.1.2.	Fokusgebiet 2: Wirtschaftlichkeitsprüfung Nahwärme Gewerbe.....	102
7.1.3.	Fokusgebiet 3: Gebäudewärmenetzeignungsgebiete	106
7.1.4.	Fokusgebiet 4: Integriertes Quartierskonzept und Sanierungsmanagement ..	111
7.1.5.	Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung.....	115
7.2.	Ergänzende Maßnahmen	118
7.2.1.	Maßnahmen Einzelgebäude	119
7.2.2.	Maßnahmen für kommunale Gebäude.....	120
7.2.3.	Zentrale Strom- und Wärmeversorgung	121
7.2.4.	Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit	122
7.2.5.	Strukturelle Maßnahmen	123
7.3.	Stadtteil-Steckbriefe	124
8.	Controlling-Konzept und Verstetigungsstrategie	149
8.1.	Kontrollziele.....	149
8.2.	Berichterstattung und Kommunikation.....	150
8.3.	Verstetigungsstrategie	150
Tabellenverzeichnis		154
Abbildungsverzeichnis		155
Abkürzungsverzeichnis		160
Anhangsverzeichnis		162

1. Einleitung und Zusammenfassung

1.1. Hintergrund

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

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

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

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

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

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Michelstadt wurde auf Grundlage des zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen Rechtsrahmens – insbesondere des Gebäudeenergiegesetzes (GEG, in Kraft seit 1. Januar 2024) sowie des Wärmeplanungsgesetzes (WPG vom 20. Dezember 2023, BGBl. 2023 I Nr. 394) – erarbeitet. Die Bundesregierung hat am 24./25. Februar 2026 Eckpunkte für ein neues Gebäudemodernisierungsgesetz (GMG) vorgestellt, welches das GEG voraussichtlich zum 1. Juli 2026 ablösen soll. Da sich das Gesetzgebungsverfahren zum Zeitpunkt der Erstellung in Erarbeitung ist, werden mögliche Rechtsänderungen in der vorliegenden Planung nicht berücksichtigt.

1.2. Aufbau des Endberichts

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

- Kapitel 2 stellt die Grundlagen der Planerarbeit dar. Dies sind insbesondere die Projektphasen und der organisatorische Rahmen, Grundbegriffe und Definitionen sowie die angewendete Methodik.
- Kapitel 3 zeigt den partizipativen Charakter der Planerarbeit für die Stadt Michelstadt auf. Für die Erarbeitung des Wärmeplans bildete die Beteiligung und Einbindung lokaler und regionaler Akteurinnen und Akteure eine wesentliche Basis.
- Kapitel 4 widmet sich dem Ist-Zustand der Wärmeversorgung in Michelstadt (Bestandsanalyse).
- Kapitel 5 legt dar, welche Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme in der Stadt Michelstadt bestehen (Potenzialanalyse).
- Kapitel 6 entwickelt ein Zielszenario für das Jahr 2045 sowie – als Zwischenziele – für die Jahre 2030, 2035 und 2040.
- Kapitel 7 beschreibt auf Basis der vorherigen Arbeitsschritte eine Wärmewendestrategie mit ausgewählten Fokusgebieten und dazu gehörigen Maßnahmen für die Umsetzungsphase.
- In Kapitel 8 wird das Controllingkonzept und die Verstetigungsstrategie vorgestellt.

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 NKL.

1.3. Zentrale Ergebnisse

Die **Bestandsanalyse** in der Stadt basiert auf der Analyse und Aufbereitung zahlreicher Datenquellen wie Kehrbücher, Statistiken, Fragebögen und Verbrauchsdaten. Ergänzt wird die Bestandsanalyse durch eigene Energiebedarfsrechnungen. Sie verdeutlicht, dass die Wärmewende eine herausfordernde Aufgabe mit dringendem Handlungsbedarf ist. Aktuell basiert die Wärmeversorgung zu mindestens 73 % auf fossilen Energieträgern, wobei der Wohnsektor den größten Anteil an Emissionen in der Wärmeversorgung ausmacht. 2024 lag der bundesweite Durchschnitt des Anteils fossiler Energien im Wärmesektor bei 82 %.¹ In den Stadtteilen Stockheim, Steinbach und der Kernstadt besteht ein Gasnetz. In den anderen Stadtteilen dominiert Heizöl. Ein bestehendes Wärmenetz gibt es in der Kernstadt (Stand Januar 2026). Ein hoher Sanierungsdruck entsteht durch die Altersstruktur der Heizungsanlagen: 41 % der Anlagen sind mindestens 20 Jahre alt, 17 % sind sogar älter als 30 Jahre. Gleichzeitig bietet sich durch den Tauschzyklus bei Heizungen eine wertvolle Gelegenheit, um in nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungs-lösungen zu investieren.

Im Rahmen der **Potenzialanalyse** wurde ein größeres Potenzial für Agrothermie und

¹ Umweltbundesamt, 2025

Freiflächensolarthermie sowie ein kleineres Potenzial für Abwasserwärme identifiziert. Auch der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dächern und Freiflächen kann einen wichtigen Beitrag zur lokalen Energiewende leisten. Insgesamt ergibt sich ein technisches Wärmeerzeugungspotenzial aller betrachteten Technologien von 3.874,5 GWh. In weiteren Umsetzungsschritten sollten die wirtschaftliche Umsetzbarkeit sowie reale Einschränkungen – etwa durch Flächenverfügbarkeit, Akzeptanz oder Eigentumsverhältnisse – vertiefend geprüft werden.

Im **Zielszenario** wird dementsprechend anvisiert, die ermittelten Potenziale nach konkreter Flächenauswahl zu realisieren, mit besonderem Fokus auf Wärmenetze, Wärmepumpen, Biomasse, oberflächennahe Geothermie sowie Energieeinsparung durch Sanierungen. Im Zieljahr 2045 resultiert dies entsprechend der vorliegenden Wärmeplanung in einem Energiemix zur Wärmeversorgung, der durch regenerative Energienutzung zur Wärmebereitstellung und einen reduzierten Wärmebedarf geprägt ist. Das Ziel der Treibhausgasneutralität wird nach aktuellen Annahmen erreicht.

Die **Wärmewendestrategie** stellt dar, welche (kommunalen) Maßnahmen zur Erreichung des zuvor dargestellten Zielszenarios beitragen können. Mit höchster Priorität aus Perspektive der Stadt werden folgende sechs Fokusgebiete empfohlen (deren dazugehörige Maßnahmen siehe Kapitel 7), die innerhalb der nächsten fünf Jahre begonnen werden sollten.

- 1) Wärmenetzeignungsgebiet in der Kernstadt: Die Potenziale weiterer erneuerbarer Energieträger, die technische Machbarkeit und das Anschlussinteresse sollen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines Nahwärmenetzes geprüft werden. Dabei sollen für die ausgewählten Bereiche die ersten Wirtschaftlichkeitsberechnungen der kommunalen Wärmeplanung konkretisiert werden.
- 2) Wärmeversorgung des Prüfgebiets Gewerbe: Eine Vorstudie zur zentralen Versorgung dieser Gebiete soll anhand der Beteiligungsbereitschaft, einer Kosten-Nutzenanalyse zu möglichen Versorgungsszenarien und eines potenziellen Standorts für eine Heizzentrale durchgeführt werden. Insbesondere fokussiert sollte die Einbindung von Ankerkunden und wirtschaftlich günstiger Potenziale geprüft werden.
- 3) Gebäudenetzeignungsgebiete in den Stadtteilen Vielbrunn und Würzburg: Dabei soll die Wirtschaftlichkeit für Gebäudenetze, die bis zu 16 Gebäuden und bis zu 100 Wohneinheiten² umfassen können, berechnet werden, wichtige Ankerkunden eingebunden und die Beteiligungsbereitschaft abgefragt werden.
- 4) Integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement (KfW 432): Für ausgewählte Quartiere der Gemeinde sollen integrierte Quartierskonzepte nach KfW-Förderung 432 als strategische Grundlage zur Identifikation energetischer, klimarelevanter und infrastruktureller Maßnahmen erarbeitet werden. Zur nachhaltigen und zielgerichteten Umsetzung der definierten Maßnahmen wird die Einrichtung eines Sanierungsmanagements empfohlen. Dieses übernimmt die Koordination und Steuerung der Maßnahmen, vernetzt relevante Akteurinnen und Akteure und berät zu Fördermöglichkeiten sowie zur Umsetzung von Sanierungsvorhaben.

² Kriterium für Förderfähigkeit

- 5) Dezentrale Versorgungsoptionen für die weiteren Stadtteile: Informationsreihen zu dezentralen Wärmeversorgungsoptionen sollen in Zusammenarbeit mit lokalen Fachakteuren Bürger*innen zur Verfügung gestellt werden. Es sollen Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Fördermittelmöglichkeiten inklusive Hilfestellung bei der Antragstellung und grundlegende Informationen zur Gesetzeslage und den verschiedenen Technologien gegeben werden.

1.4. Nächste Schritte zur Wärmewende in Michelstadt

Als nächster Schritt für die Wärmewende in der Stadt Michelstadt bietet sich die **Umsetzung der genannten fünf Fokusgebiete** an. Hierbei können auch **Fördermittel des Bundes** genutzt werden:

- So sind Machbarkeitsstudien zu einer geplanten Wärmenetzversorgung mit 50 % im Rahmen des Programms „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) förderfähig. Die Durchführung einer Machbarkeitsstudie dauert ca. 12 Monate. Erst danach können weitere Schritte zur Planung folgen.
- Der Ausbau von Wärmepumpen wiederum wird im Zuge der erneuerten „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) seit 2024 mit bis zu 70 % der Kosten gefördert.

Durch die Umsetzung der identifizierten Fokusgebiete kann in der Stadt gleich ein dreifacher Nutzen erzielt werden: 1) Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit, 2) Kostensenkung durch die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, 3) Stärkung der regionalen Wertschöpfung durch vermehrte Beauftragung lokaler Handwerksbetriebe durch Nutzung von Fördermitteln des Bundes.

In regelmäßigen Abständen wird zudem zukünftig eine **Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans** notwendig sein. Das Wärmeplanungsgesetz des Bundes, das zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, sieht eine Fortschreibung alle fünf Jahre vor.

Ein weiterer wichtiger Einfluss auf die Wärmewende in Michelstadt besteht außerdem in der **Novelle des Gebäudeenergiegesetzes** (GEG) zum 01.01.2024. Hierin ist festgelegt, dass zukünftig neue Heizungen grundsätzlich zu mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Hierfür kommt eine breite Palette an Technologien in Betracht, von Wärmenetzen und Wärmepumpen über Solarthermie, Hybridheizungen und Stromdirektheizungen bis hin zu grünen Gasen und grünen Ölen. Für Neubaugebiete gilt diese Regelung unmittelbar ab 2024, für Bestandsgebiete in Kommunen unter 100.000 Einwohner*innen ab 01.07.2028. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (Stand Mai 2025) befinden sich Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) noch in der politischen Abstimmung und bleiben abzuwarten.

Wichtig ist hierbei zu wissen, dass die 65%-Regelung in Michelstadt in Bezug auf Bestandsgebiete durch die (im Unterschied zu vielen anderen Kommunen) nun bereits vorliegende Wärmeplanung grundsätzlich nicht früher in Kraft tritt.³ Da es sich gerade bei Wärmenetzen und Wärmepumpen gemäß der vorliegenden Wärmeplanung allerdings ohnehin bei den meisten Gebäuden in Michelstadt um die wirtschaftlichsten Heizungsoptionen handelt, kommt insbesondere einer aufklärenden Informations- und

³ Eine Ausnahme hiervon kann lediglich für Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebiete eintreten, soweit diese durch die Stadtverordnetenversammlung gesondert als kommunale Satzung ausgewiesen werden.

Beratungsarbeit zu den gesetzlichen Vorgaben und Fördermöglichkeiten eine hohe Bedeutung zu.

Insgesamt hängen eine erfolgreiche Umsetzung und Weiterentwicklung des vorliegenden Wärmeplans maßgeblich von einer **zielführenden und konstruktiven Zusammenarbeit aller relevanten Akteur*innen in der Stadt** Michelstadt ab. Dies betrifft sowohl die Verwaltung (mit einem zukünftig einzurichtendem Klimaschutzmanagement) und die Stadtverordnetenversammlung als auch die Stadtteile, Gewerbe und Bürgerschaft sowie Facheinrichtungen wie das Handwerk.

2. Grundlagen

2.1. Methodik und Aufbau des Wärmeplans

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

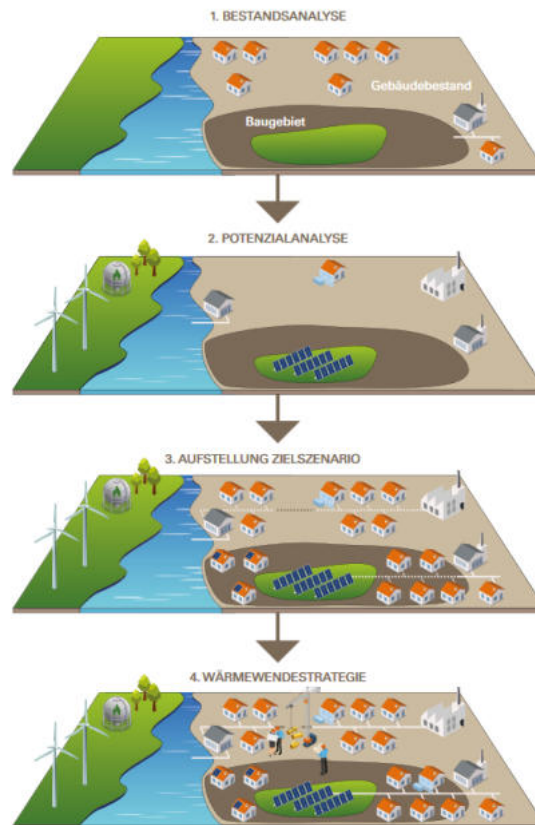


Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)

1. Bestandsanalyse

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

2. Potenzialanalyse

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

3. Zielszenario

Entwicklung eines Szenarios für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die

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

4. **Wärmewendestrategie**

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

2.2. Datenerfassung / Methodik

2.2.1. Bestandsanalyse

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

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

- Verbrauch/Bedarf
 - Wärme

Daraus ableitbar sind unter anderem

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

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

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

2.2.2. Potenzialanalyse

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

Die Analyse der weiteren Potenzialen unterscheidet sich je nach Energiequelle erheblich. In Kapitel 5.2 wird die jeweilige Methodik daher im Einzelnen für die verschiedenen Energiequellen dargestellt.

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

kann für Flächenpotenziale eine Restriktion darstellen.

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

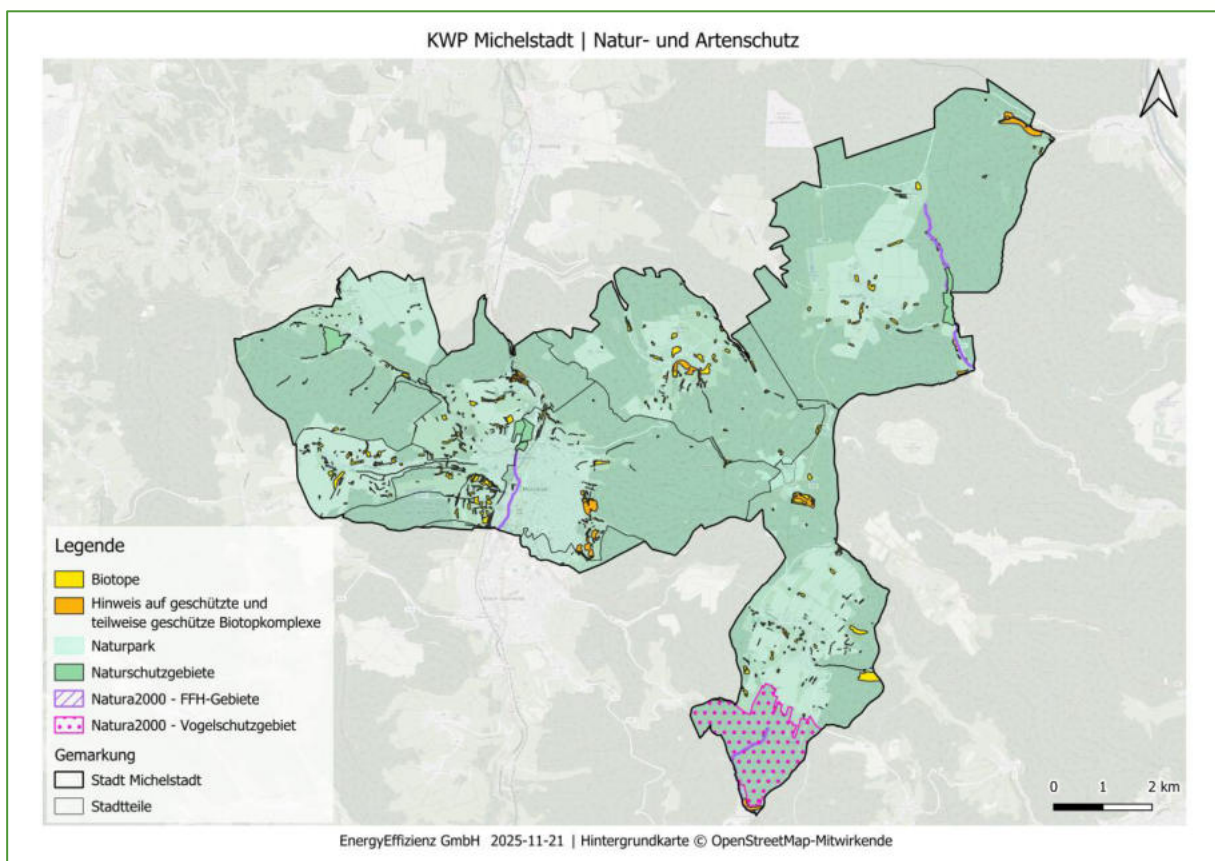


Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element

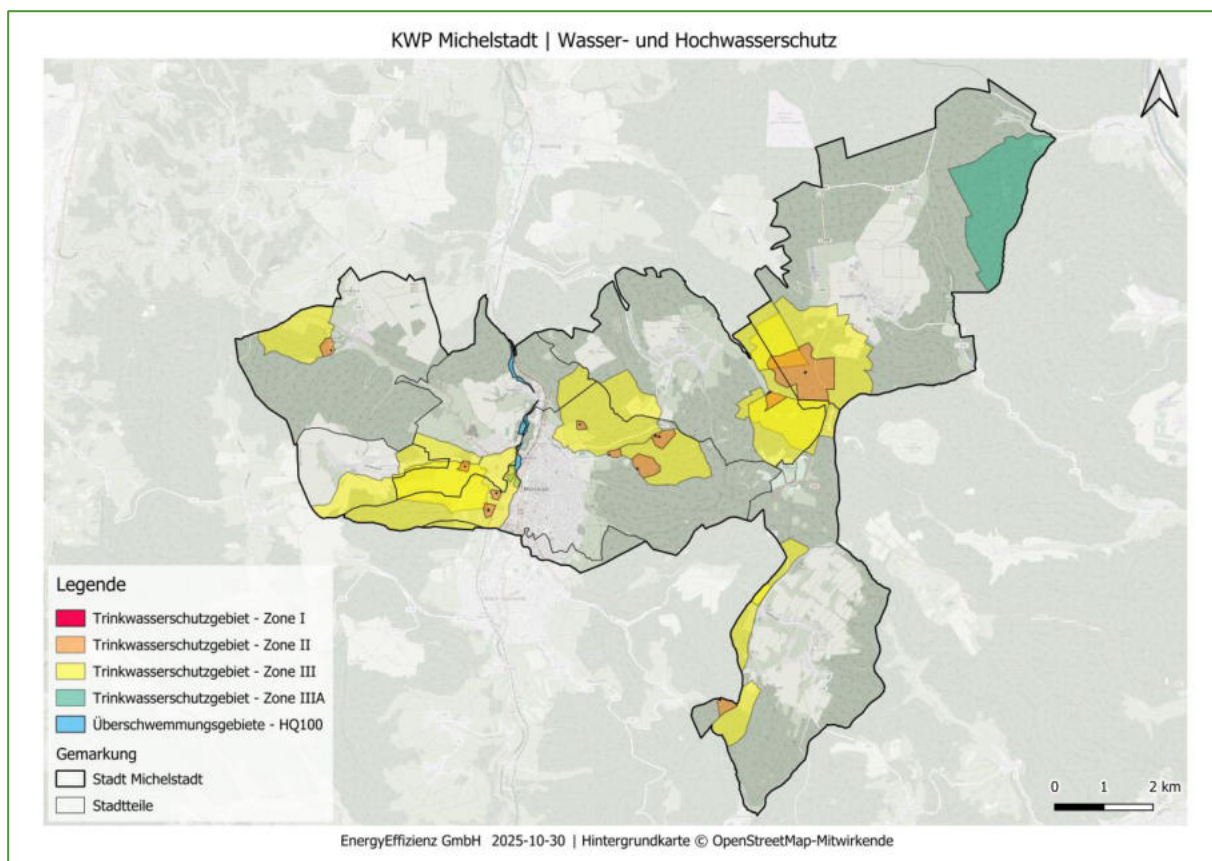


Abbildung 3: Trinkwasserschutz- und Überschwemmungsgebiete in der Gemarkung

2.2.3. Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt den anzustrebenden Zustand im Zieljahr 2045 mit den Zwischenjahren 2030, 2035 und 2040. Aufgezeigt wird eine Lösung, die realisierbar ist und Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 ermöglicht. Diese Lösung setzt sich zusammen aus Heizungsumstellung, der Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik sowie Hüllsanierungen auf Einzelgebäudeebene sowie aus dem Aufbau von Wärmenetzen. Die Nutzung weiterer ermittelter Potenziale wie Abwasserwärme, Biomasse oder Umweltwärme flankieren die energetische Transformation im Wärme- und Stromsektor. Im Zielszenario werden sämtliche zuvor ermittelten Datensätze und Karten kombiniert. Es werden Eignungsgebiete für die Einzelversorgung und für Wärmenetze empfohlen.

2.2.4. Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie beschreibt, wie das Zielszenario erreicht werden kann. Die wichtigsten Maßnahmen werden ausgearbeitet, um einen sofortigen Einstieg in die Umsetzung zu ermöglichen. Ergänzend zeigen Stadtteilsteckbriefe zusammenfassend die wichtigsten Fakten auf, um eine schnelle Übersicht zur Situation und den passenden Maßnahmen zu bekommen.

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. Kommunikation und Beteiligung

Die **Erfassung und Analyse der relevanten Akteur*innen** sowie ihrer Rollen im lokalen Akteursgefüge sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung und Umsetzung eines Wärmeplans. Es ist wichtig zu betonen, dass jeder Wärmeplan einzigartig ist und daher die örtlichen Gegebenheiten und die spezifischen Akteurskonstellationen sorgfältig berücksichtigen muss. Die Durchführung einer Akteursanalyse markiert den ersten Schritt in einem umfassenden Beteiligungskonzept und dient der gründlichen Vorbereitung aller Akteure, die am Prozess beteiligt sind.

Im Rahmen eines Stakeholder Mappings konnten folgenden Akteur*innen als zentral für die Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende in Michelstadt identifiziert werden:

- Bürgerschaft / Eigentümer*innen / Mieter*innen
- Gewerbe und Handwerk
- Energieversorger/ Netzbetreiber
- Stadtverordnetenversammlung
- Mandatsträger
- Magistrat
- Stadtverwaltung (insbesondere das Bauamt)
- Stadtteile
- Vertreter zentraler Industrieunternehmen

Die Stadtverwaltung ist als Auftraggeber mit allen Akteursgruppen verbunden und spielt daher die zentrale Rolle, um alle aufgeführten Akteur*innen sowie ihre jeweiligen Erfahrungen und Kenntnisse in den Projektprozess sowie in den ab Frühjahr 2026 anstehenden Umsetzungsprozess zur Wärmeplanung einzubinden.

Die wichtigsten **Kommunikations- und Beteiligungsschritte im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans** sind nachfolgend dargestellt. Neben der Beteiligung von Öffentlichkeit/Bürgerschaft, der gewählten Mandatsträger, der Industrie und des Gewerbes bildete im Projektverlauf die enge Abstimmung zwischen der Stadtverwaltung und dem beauftragten Büro im Rahmen regelmäßiger Treffen ein wichtiges Element. Nachfolgend nicht aufgeführt sind zusätzliche bilaterale Kontakte zwischen dem beauftragten Büro und diversen Akteur*innen zur Abstimmung einzelner Sachverhalte.

Tabelle 1: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Michelstadt

Datum	Inhalt	Adressierter Akteurskreis
Juni 2025	Auftaktgespräch mit Stakeholder Mapping und Abstimmung zur Datenerhebung und den notwendigen Schritten im Projekt	Vertreter der Bauämter Erbach und Michelstadt
Juni 2025	Öffentliche Bekanntmachung zur Datenerhebung zwecks Erstellung des Wärmeplans für Michelstadt	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Michelstadt
Sommer 2025	Befragung zu Abwärme und Energieverbräuchen	Gewerbetreibende in Michelstadt
November 2025	Vorstellung der Ergebnispräsentation zu Bestands- und Potenzialanalyse	Vertreter der Bauämter Erbach und Michelstadt, Bürgermeister Erbach und Michelstadt
November 2025	Vorstellung der Ergebnispräsentation zu Bestands- und Potenzialanalyse	Fachausschuss, Mandatsträger, Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Michelstadt
Dezember 2025/ Januar 2026	Offenlage des Zwischenberichts	Träger öffentlicher Belange, Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Michelstadt
Dezember 2025	Workshop zur Zielszenario-Entwicklung	Vertreter der Bauämter Erbach und Michelstadt, Externe Akteure
Januar 2026	Vorstellung und Diskussion der Wärmewendestrategie	Vertreter der Bauämter Erbach und Michelstadt, Bürgermeister Erbach und Michelstadt, Externe Akteure
Januar 2026	Vorstellung Ergebnisse Zielszenario und Umsetzungsstrategie	Mandatsträger
Februar 2026	Informationsveranstaltung Kommunale Wärmeplanung	Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Michelstadt
Februar/März 2026 (mind. 30 Tage)	Öffentliche Auslegung des Endberichts der Kommunalen Wärmeplanung	Träger öffentlicher Belange, Öffentlichkeit, Gewerbe und Bürgerschaft in Michelstadt
Sommer 2026	Beschluss über den Wärmeplan	Mandatsträger

Mit den erfolgten Beteiligungsschritten sind die Vorgaben des WPG für beide Beteiligungsphasen erfüllt.

Die Beteiligungsschritte wurden gemeinsam mit der Stadt Erbach durchgeführt, da für beide Städte durch die räumliche Nähe die gleiche Akteursgruppe zuzuordnen ist. Zusätzlich zu den genannten Beteiligungsschritten wurde eine Bürgerumfrage im Herbst 2025 durch die Städte Michelstadt und Erbach durchgeführt. Die Ergebnisse wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung und werden

bei der weiteren Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt.

Insgesamt legt der partizipative Erarbeitungsprozess der Wärmeplanung den Grundstein für die anschließende Umsetzungsphase, bei der wiederum eine gemeinsame engagierte Zusammenarbeit der örtlichen und regionalen Akteur*innen von entscheidender Bedeutung ist.

4. Bestandsanalyse

Die Analyse beschränkt sich auf die Aspekte, die sowohl für die energetische Beschreibung des Ist-Zustandes als auch für die künftigen energetischen Entwicklungen notwendig sind. Für die Abbildung des Ist-Zustandes wird das Bilanzierungsjahr 2023 verwendet. Das Plangebiet wird in sinnvolle Untersuchungsteilräume zergliedert, die künftig unterschiedliche Entwicklungen aufgrund des Ist-Zustands durchlaufen könnten. Für die Stadt Michelstadt 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. Die Bilanzen und Bilanzkennwerte zum Status quo werden zusammengefasst mit denen der Zwischenjahre und des Zieljahres in Kapitel 6 abgebildet.

4.1. Stadtstruktur

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

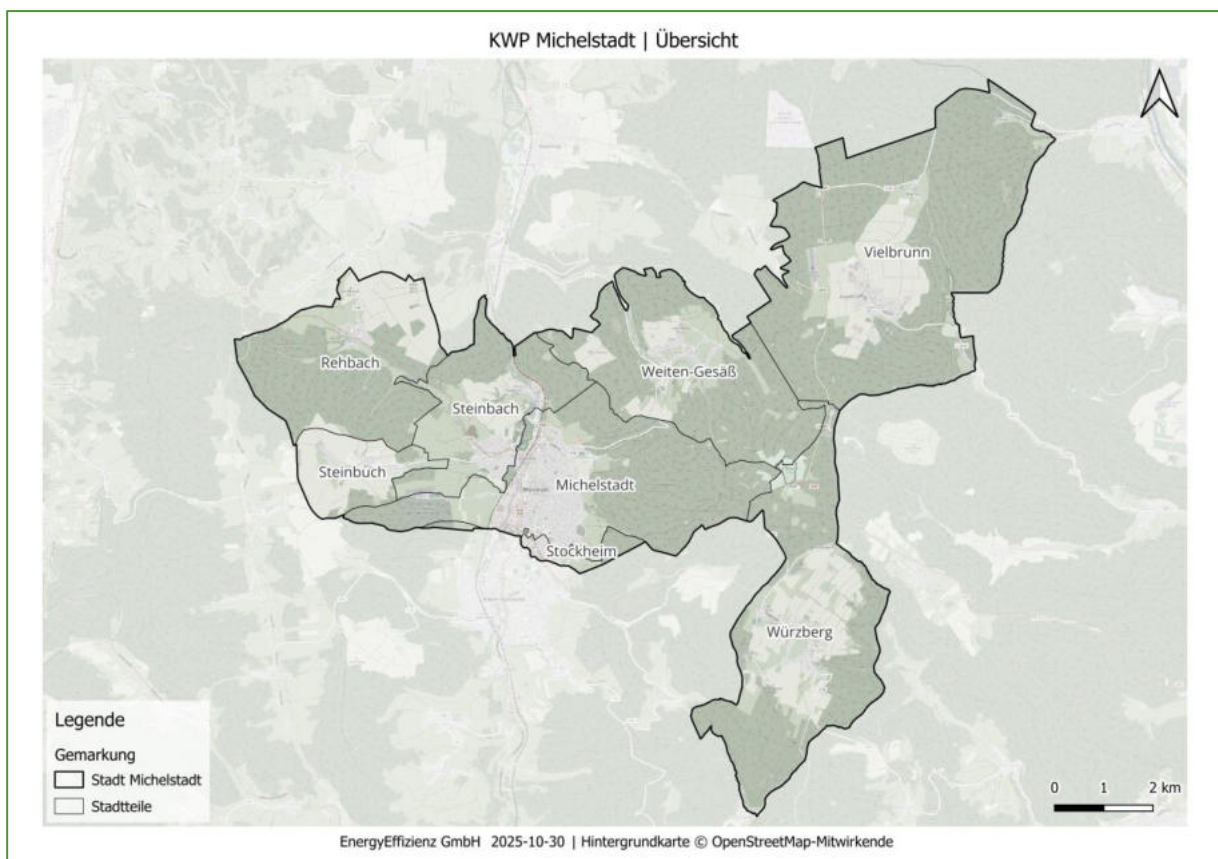


Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Michelstadt

Die Stadtteile unterscheiden sich zum Teil stark in ihrer Charakteristik und werden im Folgenden genauer untersucht. Eine Übersicht mit den zentralen Kennzahlen ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Gebäudenutzung innerhalb der Stadt ist insgesamt vorwiegend wohnorientiert, mit lokal begrenzten gewerblich geprägten Strukturen.

Tabelle 2: Kurzstatistik über Stadtteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2024)

Stadtteil	Fläche in ha	Einwohnerzahl
Michelstadt (Kernstadt)	3.142	10.763
Rehbach	455	559
Steinbach	741	2.063
Steinbuch	330	546
Stockheim	103	1.355
Vielbrunn	2.422	1.333
Weiten-Gesäß	1.184	961
Würzburg	1.493	758
Stadt Michelstadt	8.698	15.396

4.2. Gebäudenutzung

Im gesamten Plangebiet werden 78 % der Gebäude zu Wohnzwecken genutzt. Gebäude im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor haben einen Anteil von 14 %, die der Industrie 6 %. Kommunale Gebäude spielen mit insgesamt 2 % eine geringere Rolle. Bezogen auf die beheizte Fläche zeigt sich eine Abweichung zur Verteilung nach Anzahl, da Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie die Industrie in der Stadt Michelstadt flächenmäßig stärker vertreten sind. Zusammen nehmen sie 40 % der beheizten Fläche ein. Die Einteilung der Nutzertypen erfolgte auf Grundlage der infas 360 Daten. Die Verteilung wird in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt.

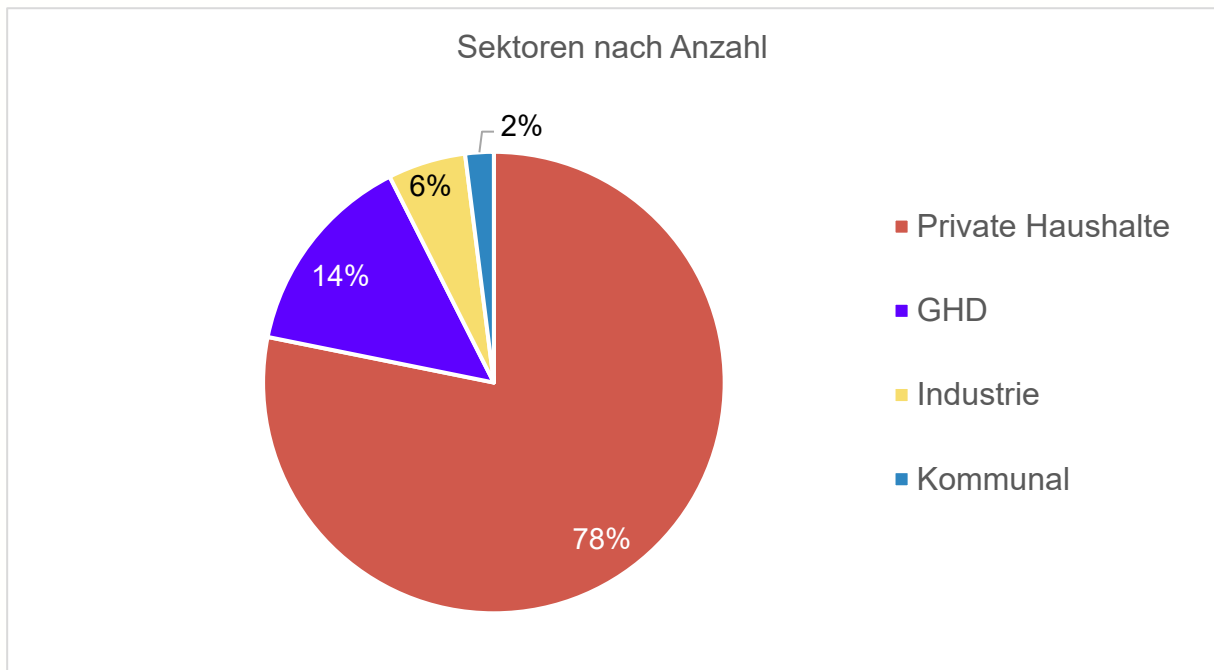


Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Sektoren nach Anzahl)

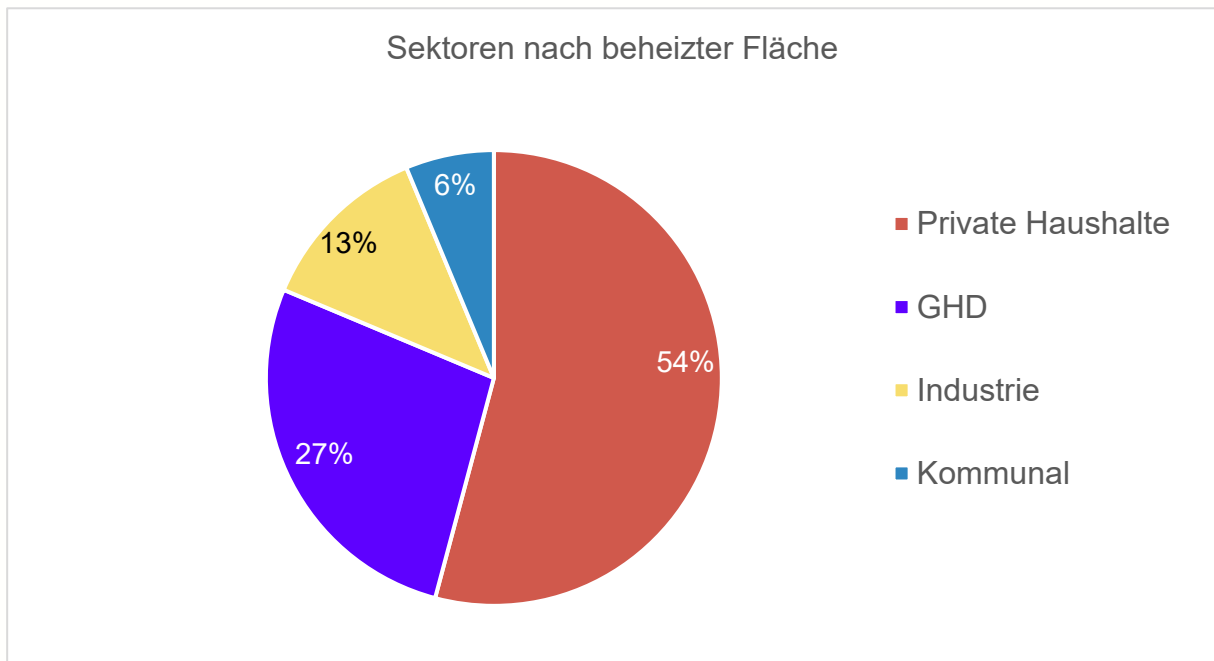


Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (Sektoren nach beheizter Fläche)

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

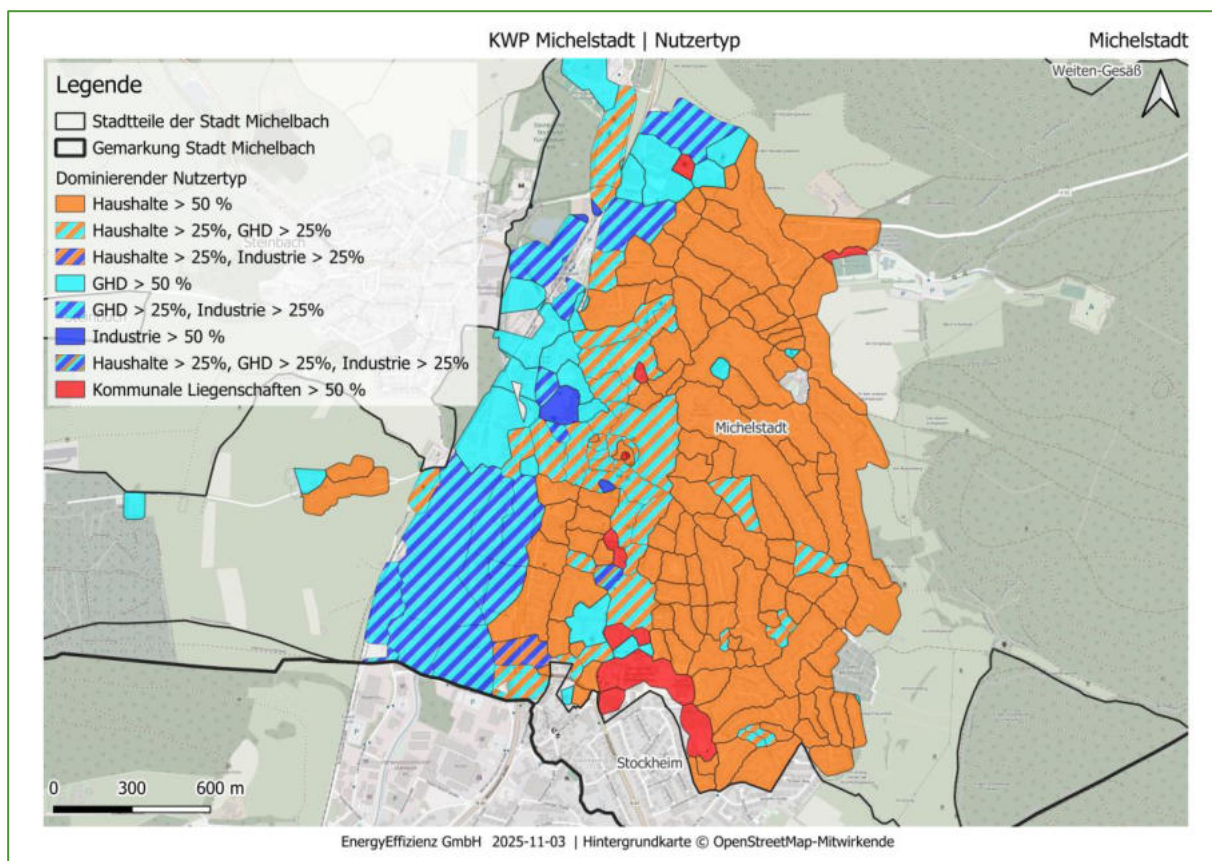


Abbildung 7: Kernstadt Michelstadt: Dominierender Sektor

4.3. Baualtersklassen

Im gesamten Plangebiet dominieren Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet worden sind. Diese Gebäude verfügen in der Regel über ein hohes Einsparpotenzial durch Hüllsanierungen. So sind 40 % des Gebäudebestands auf die Baualtersklassen 1949 bis 1978 zurückzuführen. Die in Abbildung 8 dargestellte Verteilung der Baualtersklassen basiert auf den Daten des Zensus 2022 sowie den lizenzierten Daten der infas 360 GmbH.

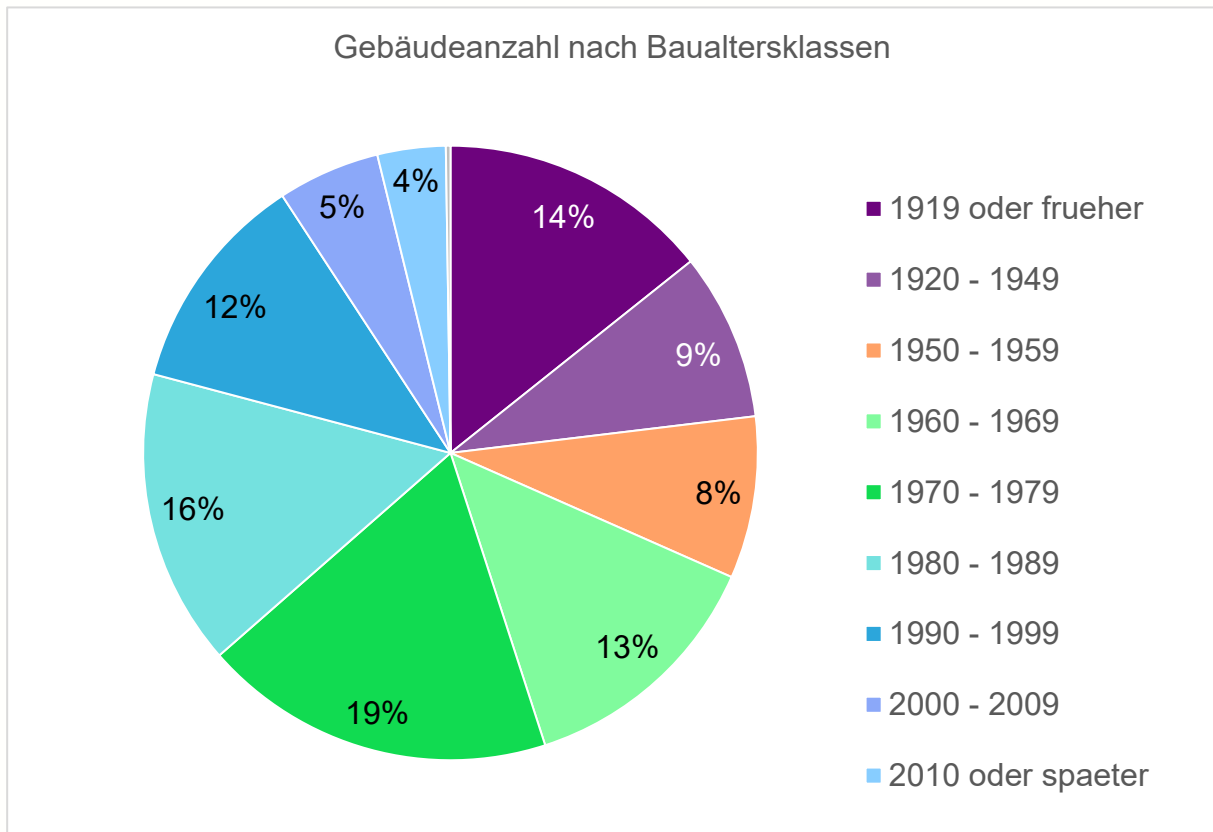


Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH

Die dominierenden Baualtersklassen der Gebäude auf Baublockebene werden in Abbildung 9 für die Kernstadt Michelstadt veranschaulicht. In den meisten Stadtteilen prägen Altbauten den historischen Stadtkern. Das weitere Wachstum erfolgte hauptsächlich von den 50er bis in die 90er Jahre. Nur vereinzelte Gebiete in der Stadt Michelstadt 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 H zu entnehmen.

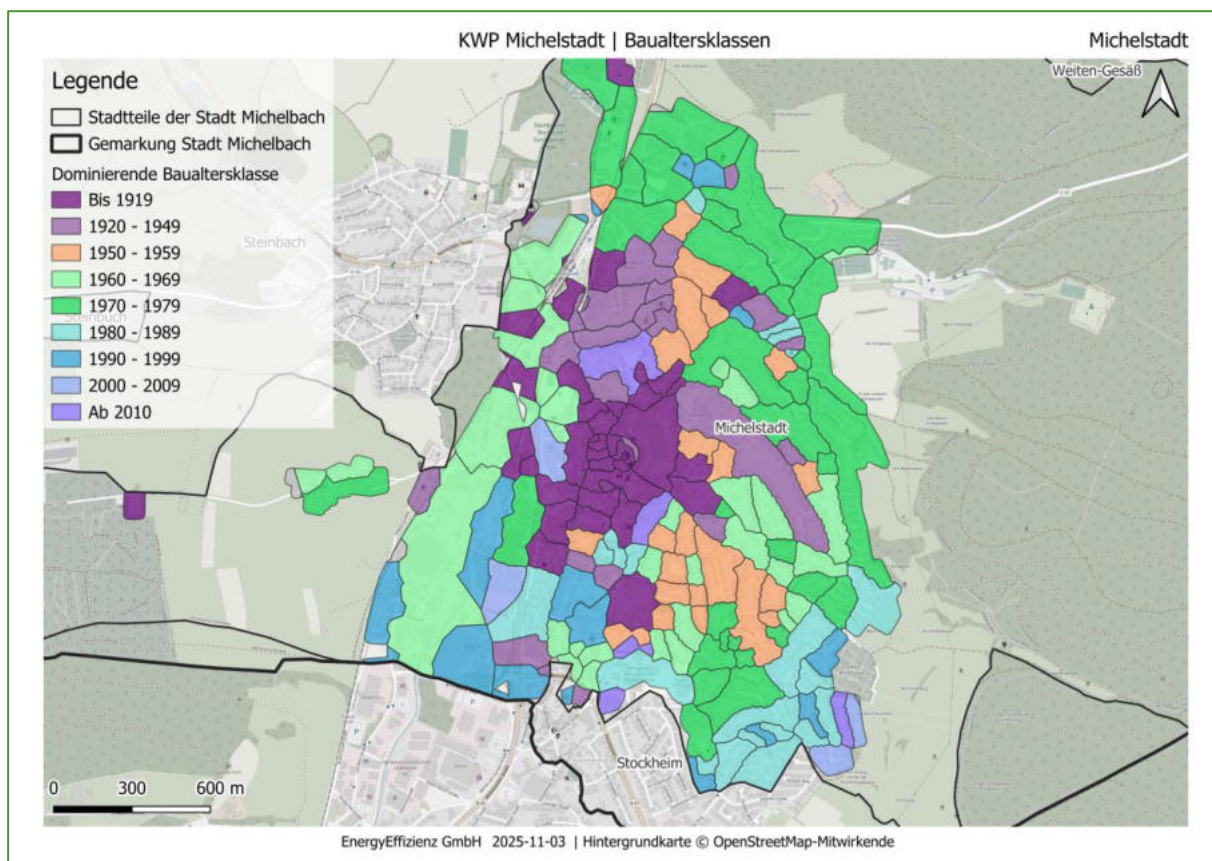


Abbildung 9: Kernstadt Michelstadt: Baualtersklassen

4.4. Versorgungs- und Beheizungsstruktur

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

- Michelstadt
- Stockheim
- Steinbach

Die Verteilung der Energieträger der Hauptheizungen in der Stadt Michelstadt ist in Abbildung 10 dargestellt. Der leitungsgebundene Energieträger Erdgas (42 %) stellt den größten Anteil dar, gefolgt von Heizöl (27 %). Weitere 4 % der Heizungen werden mit Flüssiggas betrieben. Erneuerbare Energieträger wie Pellets (4 %), Holz (5 %), Stromdirektheizungen (4 %) sowie Luft-/Wasser-Wärmepumpen (2 %) spielen bislang eine untergeordnete Rolle. Der Anteil an sonstigen Energieträgern (12 %) liegt in Datenlücken der Kkehrbuch- und Verbrauchsdaten begründet. Da Etagen- und Einzelraumheizungen durch die Clusterung von mehreren Gebäuden nicht gebündelt zugewiesen werden können. Insgesamt wird das Untersuchungsgebiet im Status quo zu rund 73 % durch fossile Energieträger versorgt.

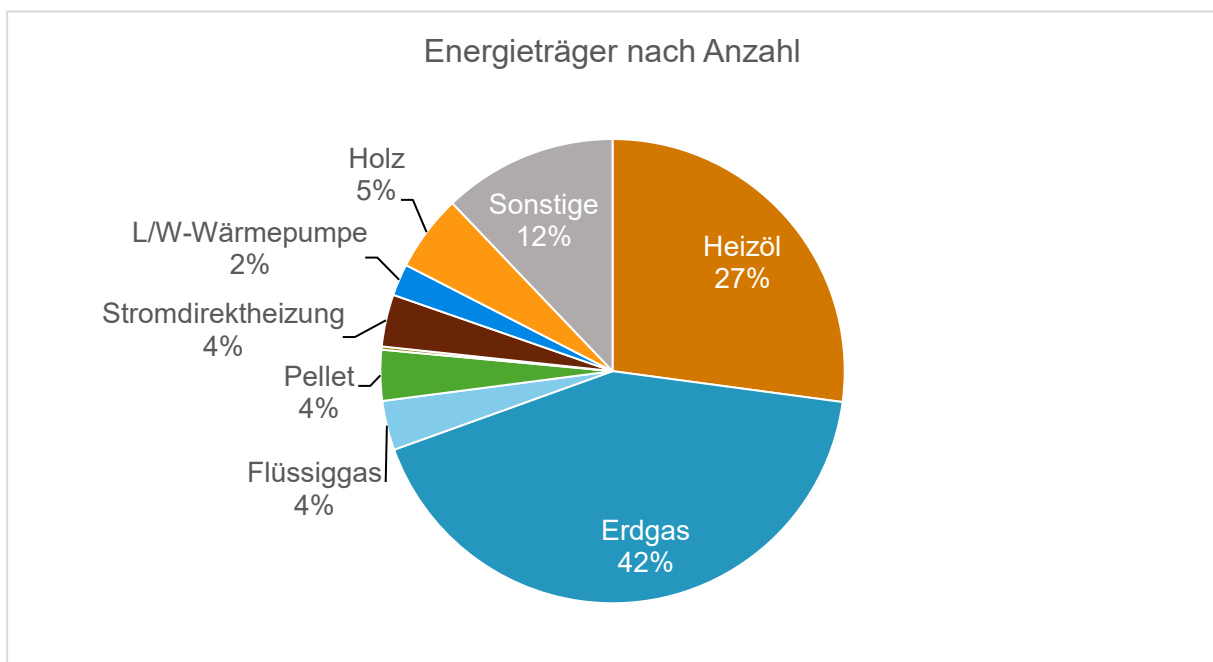


Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kkehrbuchdaten, 2022

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

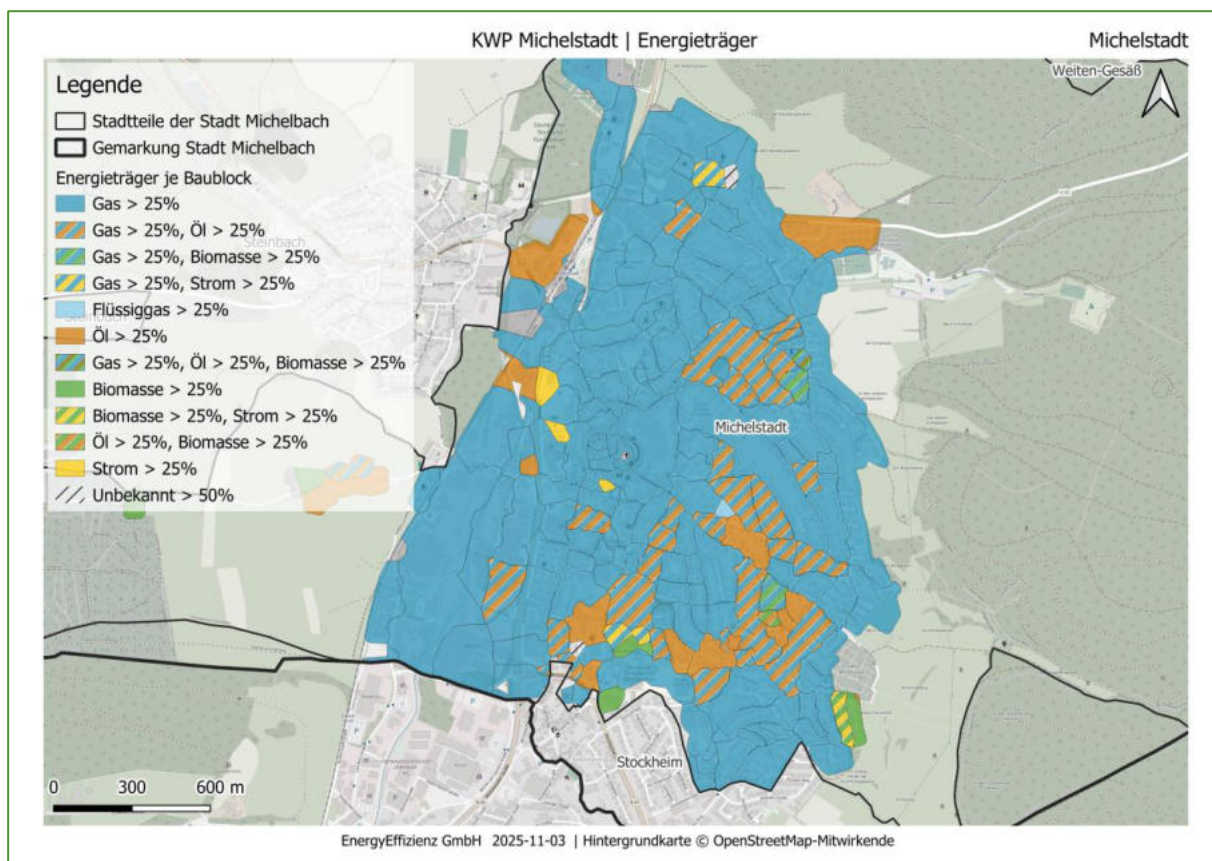


Abbildung 11: Kernstadt Michelstadt: Energieträger je Baublock

Das Heizungsalter der Hauptheizungen ist in Abbildung 12 für die gesamte Stadt dargestellt und zeigt deutlich, dass bereits 41 % der Heizungen austauschreif sind, während sogar 17 % verpflichtend getauscht werden müssen, da sie ein Heizungsalter von über 30 Jahren erreicht haben. Ausgenommen von dieser Austauschpflicht sind Niedertemperatur- und Brennwertkessel sowie Heizungen mit einer Nennleistung größer 400 kW. Sofern diese Heizungen als Hybridheizungen in Kombination mit einem erneuerbaren Energieträger (z.B. Solarthermie) betrieben werden, besteht ebenfalls keine Austauschpflicht.⁴

⁴ GEG 2024, § 72 Abs. 1 bis 3

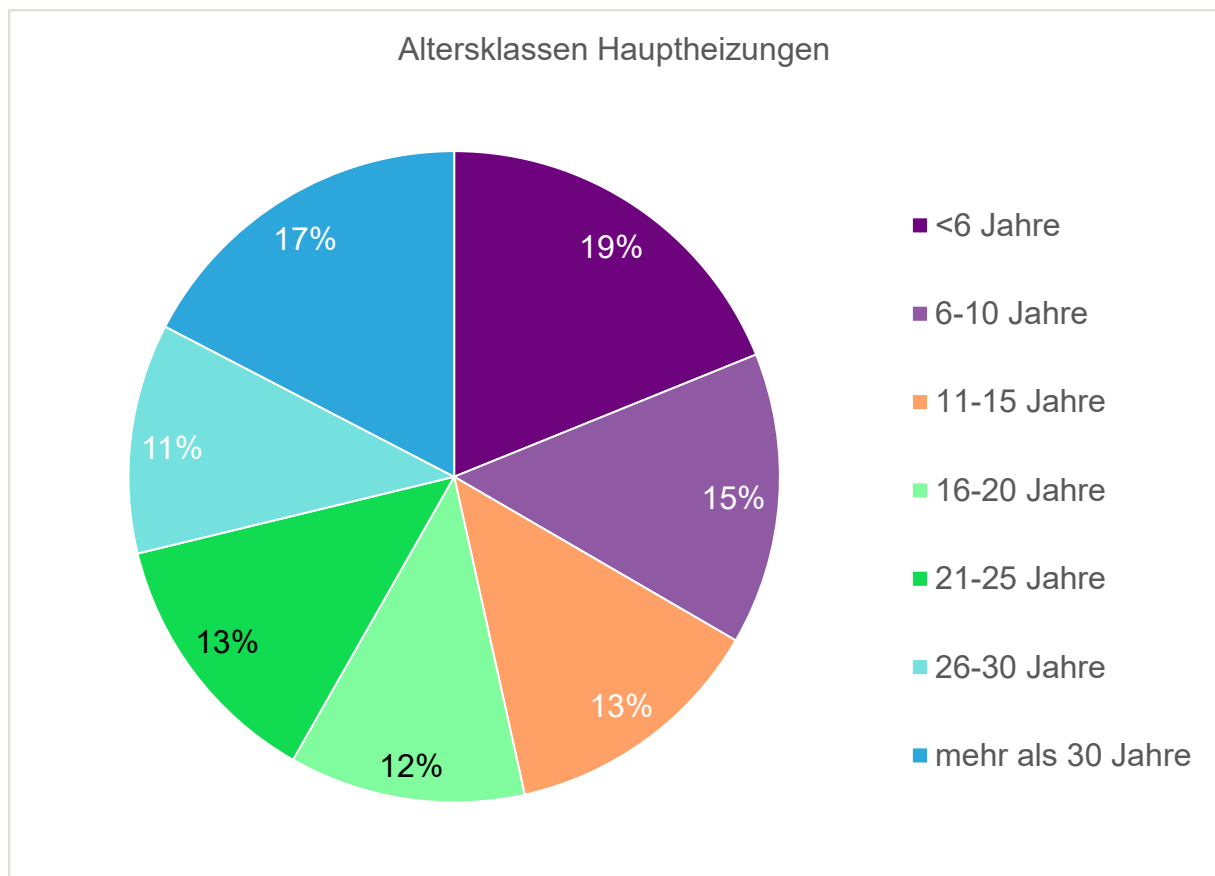


Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen

4.5. Wärmemengen und Wärmeliniendichten

Aus den in Kapitel 2.2.1 dargestellten Merkmalen wurde für jedes Gebäude der Stadt Michelstadt der Wärmebedarf eines Jahres im Bestand ermittelt bzw. aus den Verbrauchsdaten übernommen. Zusammengefasst ergibt sich für Michelstadt daraus eine **jährliche Wärmemenge von 222,5 Gigawattstunden (GWh)**. In Abbildung 13 sind die benötigten Wärmemengen pro Jahr der einzelnen Stadtteile im Vergleich dargestellt. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass der Stadtteil Michelstadt den höchsten Wärmebedarf im Stadtgebiet aufweist.

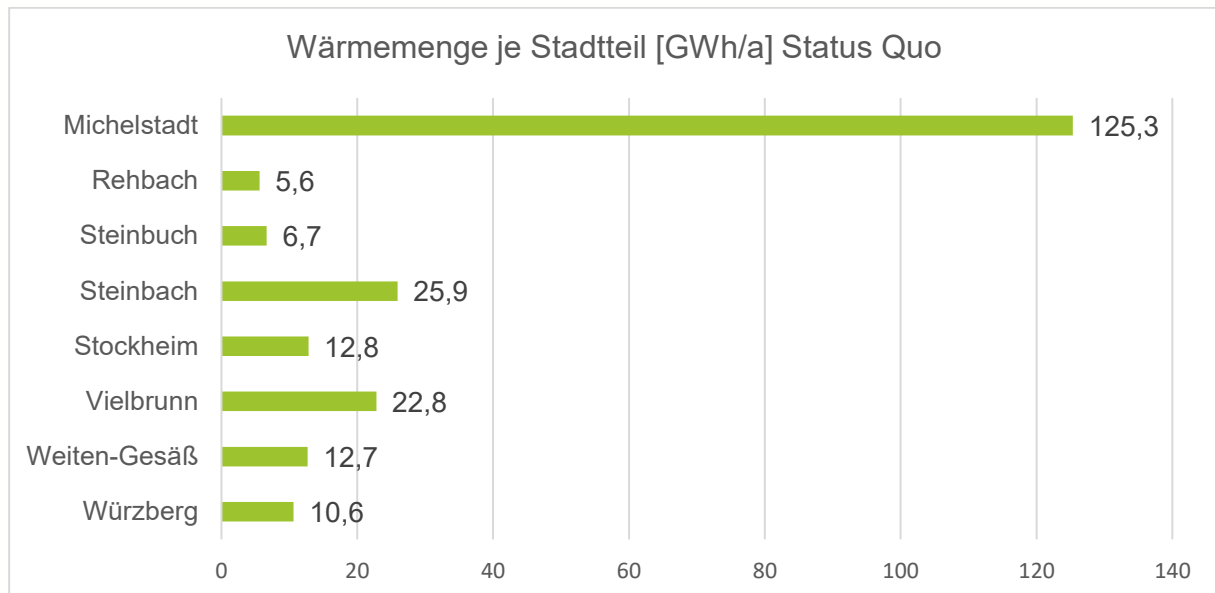


Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen (GWh/a)

Zur weiteren Analyse und Abschätzung von Entwicklungen sind Wärmedichte- und Wärmeliniendichtekarten notwendig. Die Wärmedichte gibt die innerhalb einer Fläche anfallende Wärmemenge in Megawattstunden pro Hektar an und wird auf Baublockebene aggregiert, während die Wärmeliniendichte die Wärmemenge entlang einer Straße in Megawattstunden pro Meter beschreibt. Ein Richtwert von über 1.500 kWh/m*a bietet überschlägig laut Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung genügend Wärmeabnahme für ein konventionelles Wärmenetz (Tabelle 3).

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

Tabelle 3: Einteilung der Wärmelinieindichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024)

Wärmelinieindichte [kWh/m²*a]	Eignung für Wärmenetze
0-700	Kein technisches Potenzial
700 - 1.500	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1.500 - 2.000	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2.000	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

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

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

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

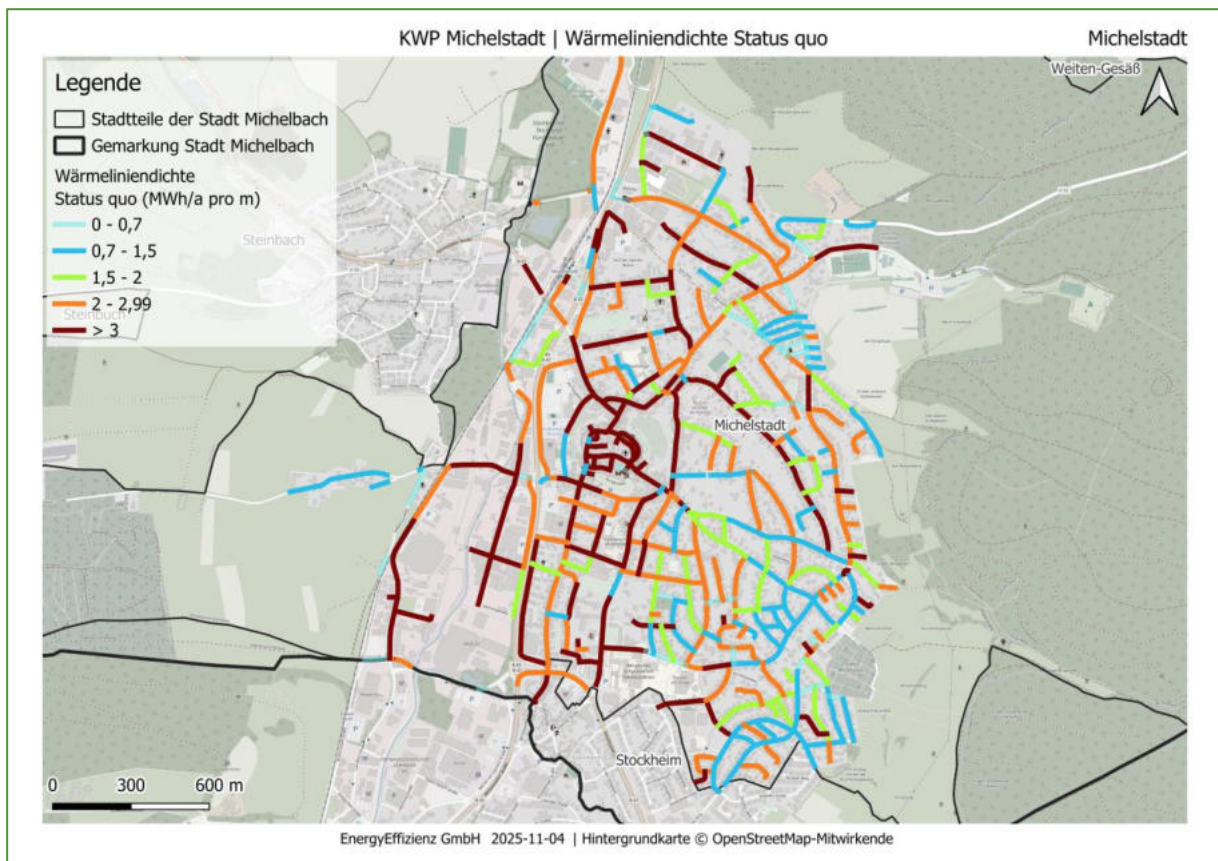


Abbildung 14: Kernstadt Michelstadt: Wärmelinienichte Status quo

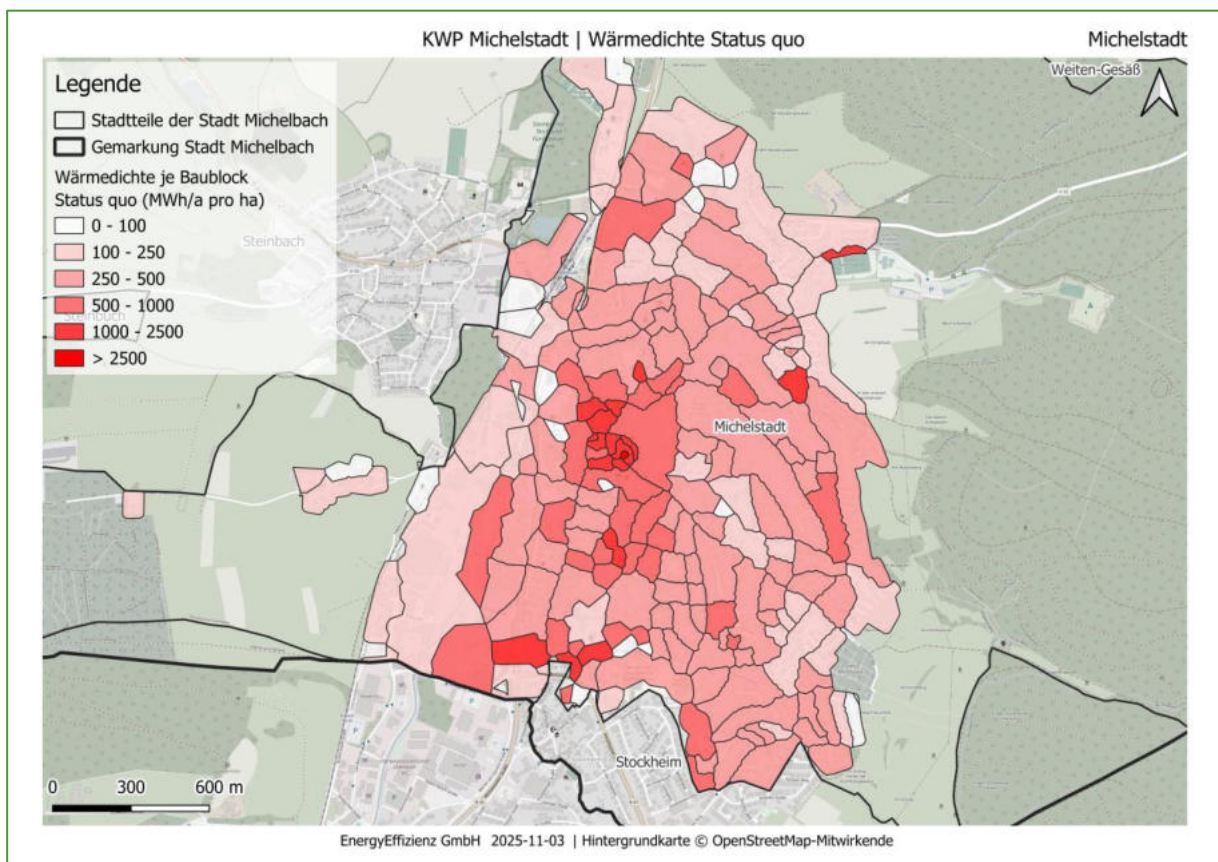


Abbildung 15: Kernstadt Michelstadt: Wärmedichte je Baublock Status quo

4.6. Gebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial

Durch die systematische Analyse von Heizungsalter und Baualtersklasse können gezielt Gebiete mit besonders hohem Einsparpotenzial identifiziert werden. Diese Gebiete sind für zeitnahe Energieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen und Heizungswechsel prädestiniert und sollten in zukünftigen Maßnahmen priorisiert werden.

Ein erhöhtes Einsparpotenzial liegt vor, wenn in einem Baublock folgende Bedingungen erfüllt sind:

- **Baualtersklasse zwischen 1949 - 1979:** Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurden, entsprechen in der Regel nicht den heutigen energetischen Standards. Sie weisen oft einen höheren Energieverbrauch auf und bieten daher ein großes Potenzial für Energieeinsparungen durch Sanierungen.
- **Heizungsalter über 15 Jahre:** Heizungsanlagen, die älter als 15 Jahre sind, arbeiten meist weniger effizient als moderne Systeme. Ein Wechsel zu einer neuen, energieeffizienten Heizung kann hier erhebliche Einsparungen bewirken.

Gebiete, in denen beide Kriterien dominieren, bieten ein besonders hohes Einsparpotenzial, da hier durch kombinierte Maßnahmen (z. B. Gebäudesanierung und Heizungstausch) die Energieeffizienz deutlich verbessert werden kann.

Die Ergebnisse dieser Analyse sind in den Karten im Anhang A bis H dargestellt. Bereits sanierte Häuser wurden nicht in die Analyse einbezogen, da für diese keine ausreichende Datengrundlage vorliegt.

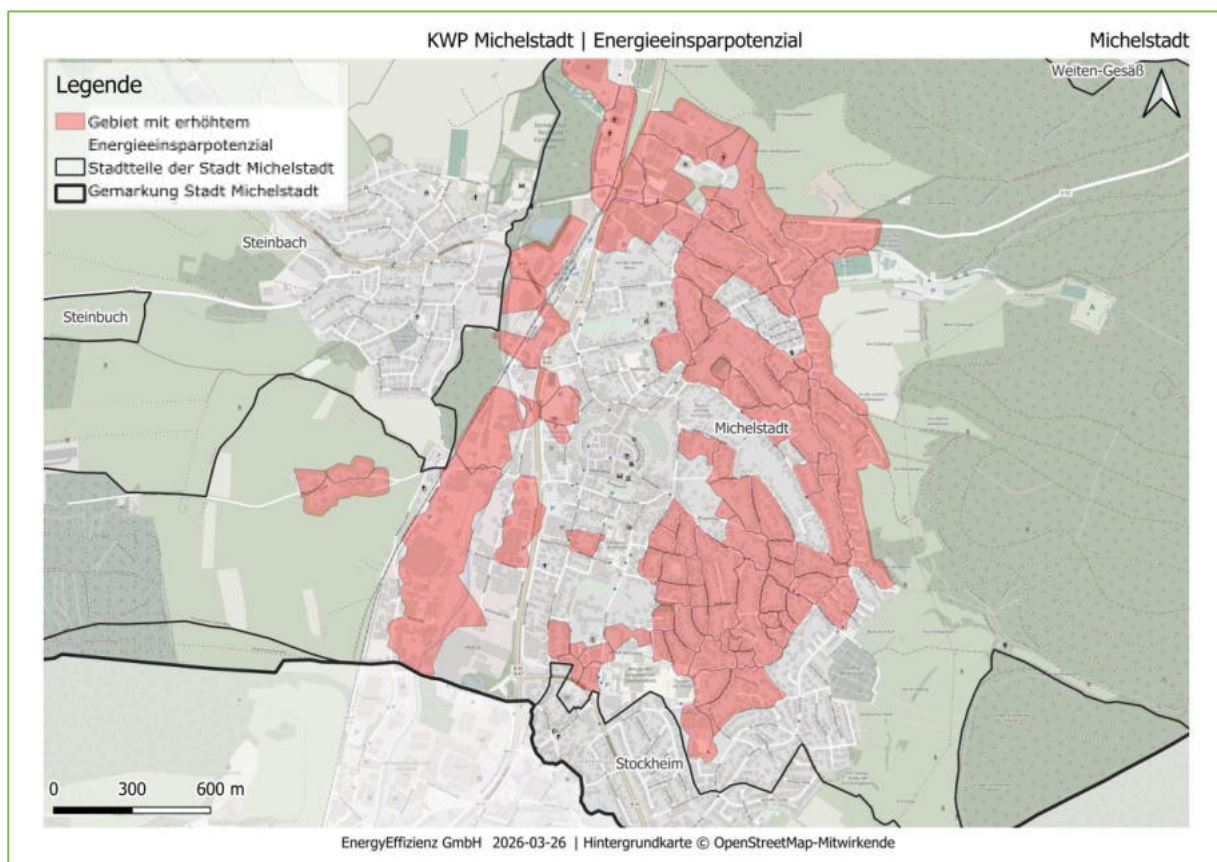


Abbildung 16: Stadtteil Michelstadt: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

5. Potenzialanalyse

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

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

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

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

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

5.1. Senkung des Wärmebedarfs

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

5.1.1. 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 BMWStB erstellt wurde (Anhang I). 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 Michelstadt 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 Michelstadt gleichmäßig bis zum Zieljahr 2045 reduziert. Diese Methodik wird angewendet, um bezogen auf Straßenzüge ein realistisches Ausbauszenario zu erhalten, auf dessen Basis Wärmenetze geplant und berechnet werden können. Demnach werden keine einzelnen Gebäude in ihrem Wärmebedarf so stark reduziert, wie es bei einer Vollsanierung möglich wäre, sondern die gesamten Gebäude werden leicht in ihrem Bedarf gemindert. In der Praxis kann der zu erzielende Wärmebedarf auf Einzelgebäudeebene abweichen, auf den gesamten Gebäudebestand gesehen, ist die Abschätzung allerdings als realistisch zu bewerten.

5.1.2. 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 I) kann bis 2045 eine Reduktion des Wärmebedarfs um 25,4 % erreicht werden. Damit sinkt die Wärmemenge der Stadt Michelstadt von derzeit 222,7 GWh auf 166,1 GWh.

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

5.2. Zentrale Potenziale (Wärme)

Im folgenden Kapitel werden die Technologien in der Stadt Michelstadt 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 Wärmenetzeignung 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.

5.2.1. Biomasse

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

5.2.1.1. Hinweise und Einschränkungen

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

Biomasse aus forstwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphären-Reservaten
- UNESCO-Weltkulturerbe „Alte Buchenwälder Deutschlands“

Restriktive Faktoren

- Nature2000 - Flora-Fauna-Habitat- (FFH)- oder Vogelschutzgebiet: FFH- und Vogelschutzgebiete sind gemäß EU-Richtlinien ausgewiesene Schutzgebiete zur Erhaltung der

biologischen Vielfalt. Bei der Nutzung von Biomasse in diesen Gebieten müssen strenge Auflagen eingehalten werden, um negative Auswirkungen auf Flora und Fauna zu vermeiden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind notwendig, um mögliche Umweltauswirkungen zu diskutieren und somit die ökologischen Werte dieser Gebiete zu schützen.

- Weitere nach BNatSchG definierte Schutzzonen

Biomasse aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Ausschlusskriterien

- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Kernzonen von Biosphärenreservaten
- Wasserschutzgebiete Zone I und II

Restriktive Faktoren

- Natura2000 - 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
- Wasserschutzgebiete 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.

5.2.1.2. 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 zusätzlicher Waldverlust entsteht. Im Rahmen der

kommunalen Wärmeplanung bezieht sich das Potenzial der Biomasse daher ausschließlich auf die energetische Nutzung derjenigen Baumteile, die nach Abzug der Industrie- und Stammholznutzung verbleiben. Für das dargestellte Potenzial ist somit keine zusätzliche Abholzung von Biomasse erforderlich.

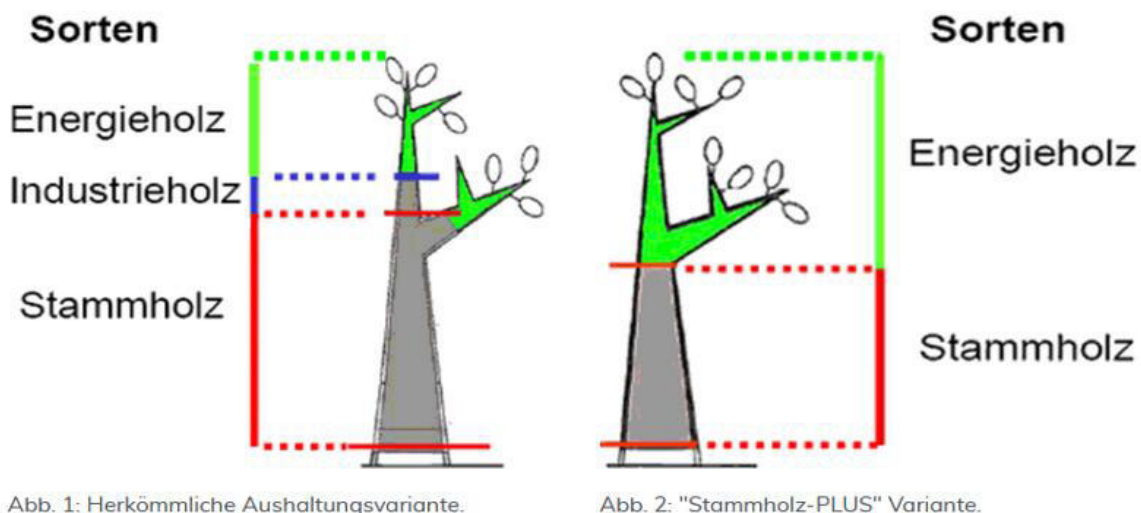


Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion⁵

Allerdings wird lediglich der nachwachsende Baumanteil als Grundlage für die Potenzialberechnungen herangezogen, sodass eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wald- und Forstwirtschaftsflächen im Wesentlichen gewährleistet bleibt. Naturschutzflächen wie FFH-Gebiete werden in den Potenzialen als restriktive Faktoren berücksichtigt.

Die Nutzung von Biomasse aus Reststoffen der Forstwirtschaft wird grundsätzlich als nur bedingt geeignet bewertet. Das Forstamt Michelstadt führt zu den Einschränkungen der Biomassennutzung aus Waldgrün aus, dass bei einer Vollbaumnutzung sämtliches Holz gefällter Bäume verwertet werde, auch solches unterhalb der sogenannten Derbholzgrenze, die bei sieben Zentimetern Durchmesser liegt. Vor dem Hintergrund, dass in den Ästen und Blättern beziehungsweise Nadeln – die ungefähr ein Zehntel der Biomasse ausmachen – bis zu einem Drittel der Nährstoffe eines Waldbestandes gespeichert seien, werden durch die Vollbaumnutzung unverhältnismäßig viele Nährstoffe entzogen. Anders als in der Landwirtschaft könne der Nährstoffentzug im Wald nicht durch eine Düngung ausgeglichen werden, zudem gleichen Mineralverwitterung und atmosphärische Depositionen den Nährstoffentzug nur zu einem sehr geringen Teil aus – die entzogenen Nährstoffe stehen den verbleibenden Bäumen also nicht mehr zur Verfügung. Der daraus schlussendlich resultierende Nährstoffmangel könne Zuwachseinbußen aufgrund verschiedener ökologischer Zusammenhänge nach sich ziehen. Diese grob skizzierten ökologischen und ökonomischen Auswirkungen einer Vollbaumnutzung wirken selbstverständlich in Abhängigkeit der jeweiligen standörtlichen Gegebenheiten, sind jedoch grundsätzlich relevant. Ob der kurzfristige ökonomische Nutzen einer Vollbaumnutzung die langfristigen ökonomischen Auswirkungen rechtfertigt, ist nicht abschließend geklärt.

⁵ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg- FVA, 2024

Da in der kommunalen Wärmeplanung nur das technische Potenzial ermittelt wird, ist eine weitergehende Differenzierung des Potenzials unter Berücksichtigung der standortbezogen verfügbaren Pflanzennährstoffe in der Analyse nicht möglich. Daher wird auf die Einschränkung nur hingewiesen.

Auch die Besitzstruktur der Waldfläche könne laut Forstamt Michelstadt, die Mobilisierung des verfügbaren Materials maßgeblich beeinflussen. Insbesondere im Kleinprivatwald dürfe eine Mobilisierung schwer sein, auch im Großprivatwald könne es aus ökonomischen Gründen zu Einschränkungen der Verfügbarkeit kommen, obgleich in diesen aufgrund der verpflichtenden Aufstellung von Betriebsplänen sonst eine recht genaue Planbarkeit gegeben sei. Ausschlaggebend dafür sind unter anderem die schwer vorhersehbare Verfügbarkeit und Menge der Reststoffe sowie der Grundsatz, dass Biomasse nicht uneingeschränkt als dauerhaft verfügbare Wärmequelle für die Hauptheizung betrachtet werden sollte. Biomassennutzung eignet sich insbesondere für denkmalgeschützte Gebäude sowie als Zusatzheizung.

Unter der Annahme, dass die Heizwerte der Laubbaumarten zwischen 3,7 und 3,9 kWh/kg und der Nadelhölzer zwischen 4,1 und 4,2 kWh/kg liegen, ergibt sich für alle geeigneten Waldflächen im Untersuchungsgebiet ein Potenzial von 17,8 GWh/a. Das Biomassepotenzial je Stadtteil ist in Tabelle 5 dargestellt. Abbildung 18 gibt die räumliche Verteilung des Potenzials im Plangebiet kartografisch wieder.

2023 ließ die Stadt Michelstadt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Eigenproduktion von Holzhackschnitzeln erstellen. Im Zuge dieser Analysen wurde eine jährliche Holzhackschnitzelmenge von 3.100 Schüttraummeter ermittelt. Dies setzt sich aus schadhaftem und oberem Stammholz zusammen sowie aus Grünanlagen und Laderesten. Die Wärmeerzeugungsleistung der aktuell betriebenen Anlage am Bauhof beträgt 513 kWh pro Schüttraummeter. Somit ergibt sich nach dieser Berechnung ein jährliches Potenzial von ca. 1,6 GWh pro Jahr. Dieser Wert konkretisiert die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung.

Tabelle 5: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen und im gesamten Plangebiet pro Jahr

Stadtteil	Verfügbare Energiemenge bedingt geeignet [GWh/a]
Michelstadt (Kernstadt)	2,2
Rehbach	2,5
Steinbach	1,1
Steinbuch	0,1
Stockheim	0,01
Vielbrunn	6,9
Weiten-Gesäß	3,1
Würzburg	1,8
Gesamtes Plangebiet	17,8

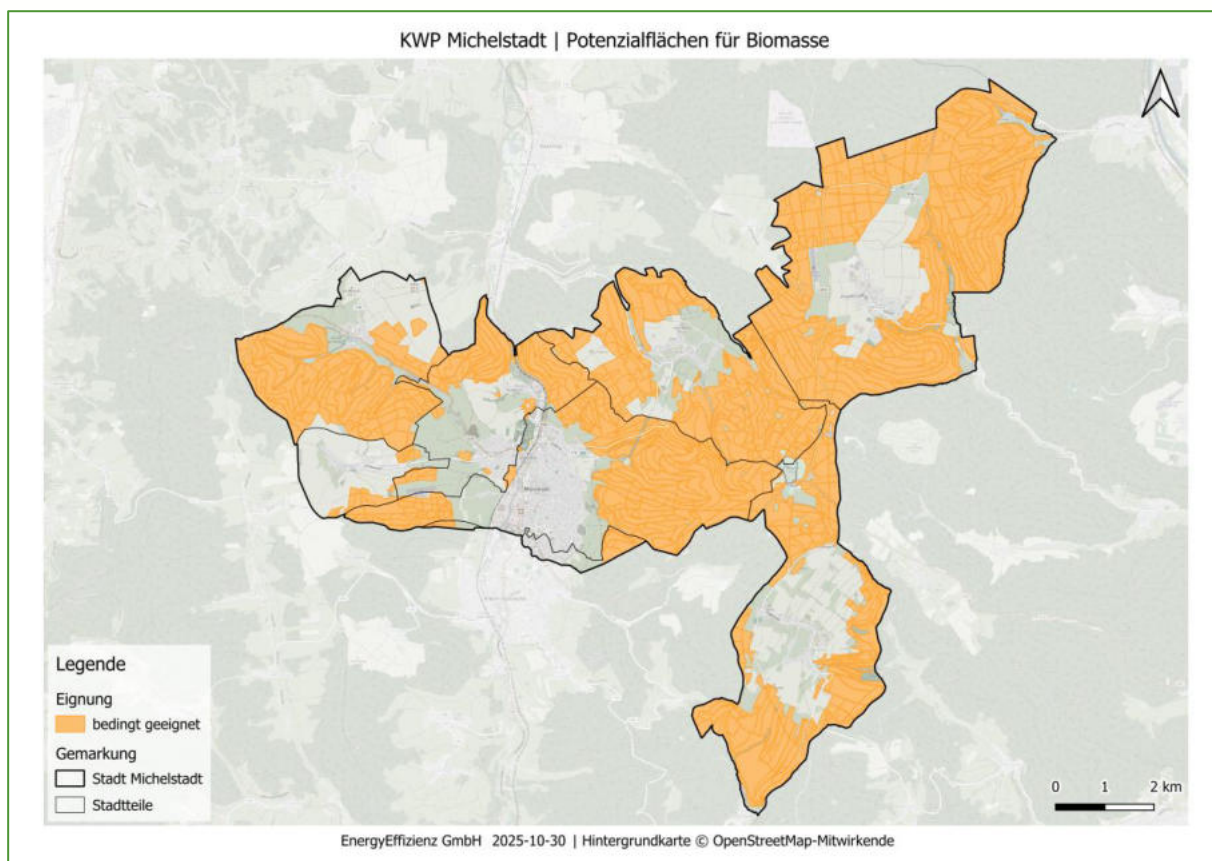


Abbildung 18: Biomassepotenzial im Plangebiet

Biomasse aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen

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

5.2.2. Solarthermie auf Freiflächen

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

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

5.2.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Im Folgenden wird das Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen bestimmt. Zwar beziehen sich die Regelungen des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG, 2023), §37, Abs. 1, 2, 3 auf die Stromproduktion, jedoch orientieren sich die Analysen an diese Grundlagen. Untersucht werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Flächenpotenziale für die Stromproduktion, die kein entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden sind und bei denen es sich um

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

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

Ausschlusskriterien:

- Siedlungsflächen
- Straßen- und Schienenflächen
- Gewässer
- Wald- und Forstflächen
- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- Natura2000 - FFH-, Vogelschutzgebiete
- Biotope
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Geschützte Landschaftsbestandteile
- Überflutungsflächen HQ100
- Wasserschutzgebiete, Zone I und Zone II
- Eine Hangneigung größer gleich 20 ° (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen) (Bezirksregierung Köln, 2024)
- Max. 1000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche (wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen)

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Naturparke
- Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten
- Hochspannungsfreileitungen

Der Naturpark Bergstraße-Odenwald stellt einen flächenrestriktiven Faktor dar, weshalb das Potenzial an den betreffenden Standorten als bedingt geeignet eingestuft wird. Hintergrund ist die touristische Zielsetzung, die mit der Ausweisung des Naturparks verfolgt wird. Eine Umsetzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, jedoch können im Rahmen der Genehmigung zusätzliche Auflagen für Errichtung und Betrieb der Anlagen festgelegt werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die Anlagen die touristischen Ziele des Naturparks nicht beeinträchtigen. Die endgültige Entscheidung über die Zulässigkeit obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

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

5.2.2.2. Potenzial

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

Tabelle 6: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen

Stadtteil	Technisches Potenzial in GWh/a (bedingt geeignet)
Michelstadt (Kernstadt)	172,1
Rehbach	415,4
Steinbach	421,7
Steinbuch	376,0
Stockheim	41,1
Vielbrunn	601,2
Weiten-Gesäß	355,5
Würzburg	754,5
Gesamtes Plangebiet	3.137,5

Insgesamt ergibt sich für die Stadt Michelstadt ein technisches Potenzial von 3.137,5 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Solarthermie-Freiflächenanlagen, in Abbildung 19 räumlich dargestellt. Die untersuchten Gebiete unterliegen Ausschlusskriterien und restriktiven Faktoren. Die Integration dieses Potenzials beim Wärmenetzausbau ist im Detail zu prüfen.

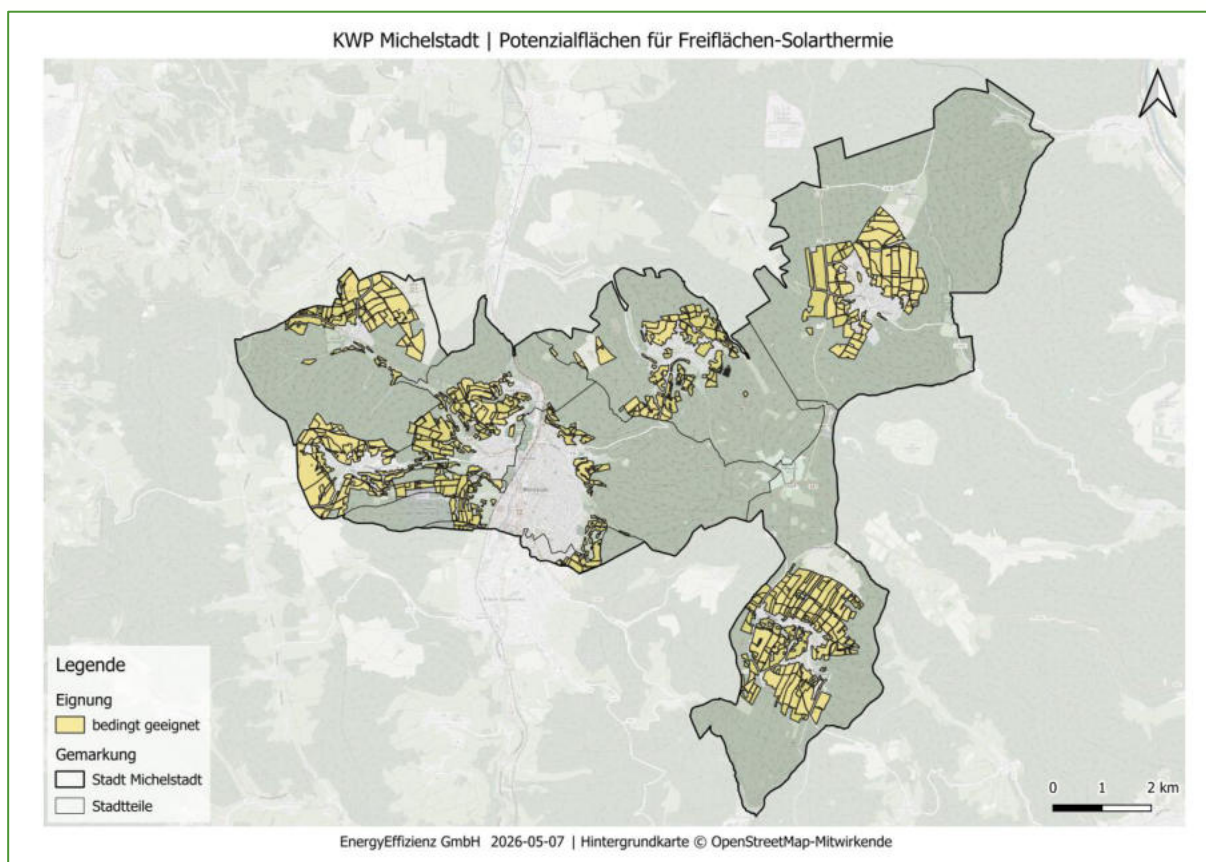


Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie

5.2.3. Agrothermie

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

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

5.2.3.1. Hinweise und Einschränkungen

In den Bereichen der Wasserschutzzonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig, sodass auch keine Agrothermie möglich ist. Unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen kann Agrothermie in den Wasserschutzzonen III - IIIB genehmigt werden, insofern ein Mindestabstand von 1 m zu dem höchsten Grundwasserstand eingehalten und eine Einbautiefe von 3 m nicht überschritten wird. Sofern diese Kriterien nicht erfüllt sind, werden die Anlagen wie Erdwärmesonden behandelt. Welche genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen den Einsatz dieser Technologie in den genannten Wasserschutzzonen ggf. ermöglichen, werden durch den Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hessen dargelegt. Hinweise zu den technischen Vorkehrungen zum Grundwasserschutz finden sich auch in den Erläuterungen zum Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (ISONG). Es darf kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen, es besteht eine natürliche flächenhafte Dichtschicht oder es muss eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig.

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

Ausschlusskriterien:

- Ein max. 2.000 Meter Abstand zur Siedlungsfläche wird als hoher technischer Aufwand und nicht ökonomisch gesehen
- Flachgründige Standorte

- Wasserschutzgebiete Zone I und II
- Naturschutzgebiete
- Nationalparks und Naturdenkmäler
- FFH-Gebiete/ Natura 2000-Gebiete
- Biotop
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten
- Geschützte Landschaftsbestandteile

Restriktive Faktoren:

- Wasserschutzgebiete Zone III - IIIB
- Heilquellschutzgebiete III/2, IIIB
- Festgesetzte oder vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete
- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparke
- Hochspannungsfreileitungen

Der Naturpark Bergstraße-Odenwald stellt einen flächenrestriktiven Faktor dar, weshalb das Potenzial an den betreffenden Standorten als bedingt geeignet eingestuft wird. Hintergrund ist die touristische Zielsetzung, die mit der Ausweisung des Naturparks verfolgt wird. Eine Umsetzung von Agrothermie ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, jedoch können im Rahmen der Genehmigung zusätzliche Auflagen für Errichtung und Betrieb der Anlagen festgelegt werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die Anlagen die touristischen Ziele des Naturparks nicht beeinträchtigen. Die endgültige Entscheidung über die Zulässigkeit obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

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

5.2.3.2. Potenzial

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

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 400 MWh/a Ertrag angenommen

(Professur für Agrarsystemtechnik der TU Dresden, Doppelacker GmbH, 2023). Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt als Kennwert einer Wärmepumpe das Verhältnis der erzeugten Wärme zur benötigten Antriebsenergie bzw. dem benötigten Strom und wird mit 4 angenommen. Das Potenzial für Agrothermie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 7: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial [GWh/a] (Einzelfallbetrachtung)	Technisches Potenzial [GWh/a] (bedingt geeignet)
Michelstadt (Kernstadt)	20,7	17,0
Rehbach	3,9	102,5
Steinbach	36,3	44,5
Steinbuch	32,1	60,5
Stockheim	2,5	5,8
Vielbrunn	18,8	73,5
Weiten-Gesäß	12,1	84,7
Würzberg	6,8	145,3
Gesamtes Plangebiet	133,2	533,8

Insgesamt ergibt sich für die Stadt Michelstadt ein technisches Potenzial von 667 GWh/a für die Wärmeerzeugung durch Agrothermie. Auf den untersuchten Gebieten liegen Ausschlusskriterien und restriktive Faktoren vor. Flächen werden als Einzelfallbetrachtung ausgewiesen, wenn die Fläche in einem Wasserschutzgebiet Zone IIIA liegt. Die Potenzialflächen der Agrothermie sind in Abbildung 20 räumlich dargestellt für das gesamte Plangebiet.

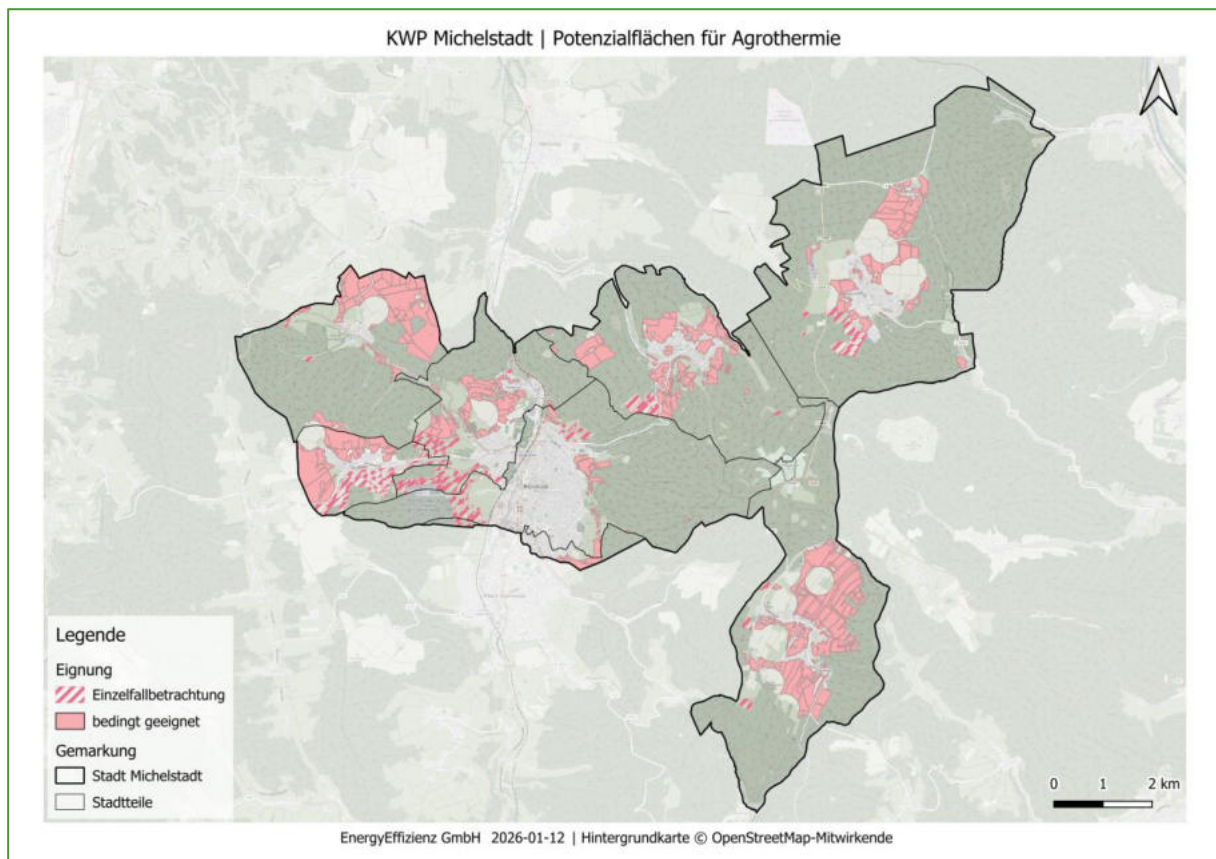


Abbildung 20: Potenzialflächen Agrothermie

5.2.4. Oberflächennahe Gewässer

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

5.2.4.1. 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.

5.2.4.2. Potenzial

Flusswärme

Zur Berechnung des Potenzials der Umweltwärme aus Oberflächengewässern wurde die Mümling bei Michelstadt betrachtet. Die Pegel- und Durchflussdaten wurden von dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) 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. 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 Mümling in Michelstadt eine potenzielle Entzugsenergie von 6,1 GWh/a berechnen. Nach der Anhebung des Temperaturniveaus mittels Wärmepumpe ergibt sich eine Wärmeenergie von 9,1 GWh/a für die Mümling bei Michelstadt. Dabei wird dem Fluss 10 % des Massenstroms entnommen und über einen Wärmetauscher um 3 K 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 Michelstadt befinden sich mehrere Seen, die grundsätzlich als Wärmequelle in Betracht gezogen werden können (Abbildung 21). Bei der Seethermie wird zwischen zwei Technologien unterschieden. Mit einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe kann aus ausreichend tiefen und volumenreichen Gewässern Wärme entzogen und nach Anhebung des Temperaturniveaus in ein Wärmenetz eingespeist werden. Voraussetzung hierfür sind jedoch eine ausreichende Gewässertiefe sowie eine stabile Temperaturschichtung. Baggerseen werden von der Potenzialermittlung ausgeschlossen, da sie diese Anforderungen in der Regel nicht erfüllen. Die Seen in Michelstadt weisen lediglich eine geringe Tiefe auf, weshalb diese Form der Seethermienutzung ausscheidet. Alternativ können jedoch am Grund der Seen Kollektoren verlegt werden, die nach dem Prinzip von Erdwärmekollektoren arbeiten und den Gewässern Wärme entziehen. Vorteilhaft ist hierbei, dass das Wasser am Seegrund in der Regel nicht gefriert und somit auch im Winter als Wärmequelle mit mindestens 1 °C verfügbar bleibt. Unter Annahme von 2.000 Volllaststunden und einer spezifischen Entzugsenergie von 40 kWh/(m²*a) ergibt

sich eine Wärmeentzugsenergie von 0,8 GWh/a. Nach Anhebung des Temperaturniveaus durch eine Wärmepumpe mit einem COP von 3 steht eine Erzeugernutzwärme von 1,2 GWh/a zur Verfügung. Die Erzeugernutzwärme und Fläche der Seen nach Stadtteil sind in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Potenzial Seethermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen

Stadtteil	Fläche in ha	Erzeugernutzwärme [GWh/a]
Michelstadt (Kernstadt)	4,8	0,3
Rehbach	11,1	0,7
Steinbach	3,9	0,2
Gesamtes Plangebiet	19,8	1,2

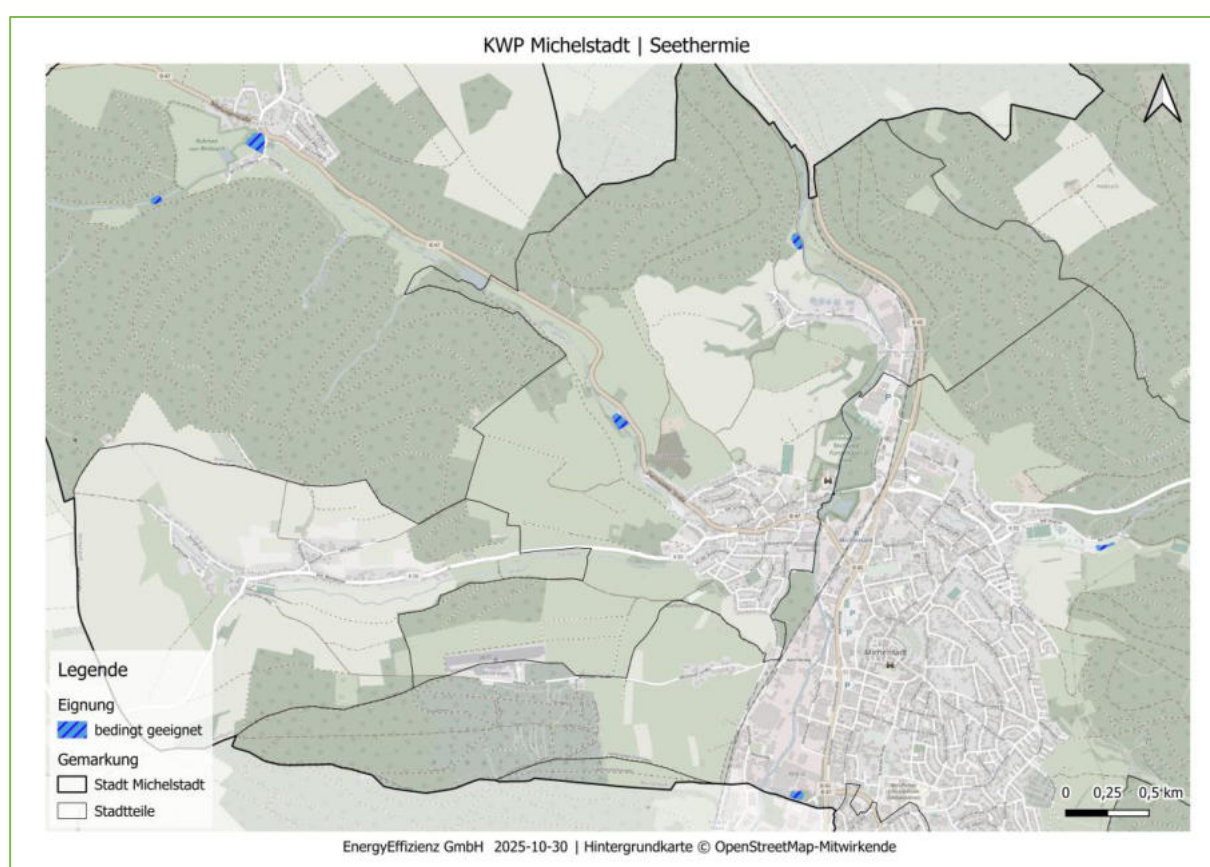


Abbildung 21: Geeignete stille Gewässer für Seethermie

5.2.5. Tiefengeothermie

Tiefengeothermie wird in Deutschland für die Wärmewende zukünftig an Bedeutung gewinnen, so der politische Konsens. Das Bundeswirtschaftsministerium startete 2022 einen Konsultationsprozess mit Bundesländern, Unternehmen und Verbänden zur verbesserten Nutzung von Erdwärme. Angestrebt wird eine zu 50 % treibhausgasneutrale Erzeugung von Wärme bis 2030. Hinsichtlich der Umsetzung dieses Ziels enthält die „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom Januar 2022 konkrete Ziele in Bezug auf den Ausbau der Nutzung des

tiefengeothermischen Potenzials. 10 TWh/a sollen bis 2030 weitestmöglich erschlossen werden. Das entspricht einer Verzehnfachung der aktuellen Einspeisung in Wärmenetze aus geothermischer Energie. Das BMWK sieht daher vor, bis 2030 mindestens 100 weitere geothermische Projekte zu initiieren. Dies inkludiert deren Anschluss an Wärmenetze und die Bereitstellung von geothermischer Energie für industrielle Prozesse, Quartiere und Wohngebäude (BMWK, 2022).

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

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

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

5.2.5.1. Hinweise und Einschränkungen

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

5.2.5.2. Potenzial

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

5.2.6. Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Abwärme aus Industrie und Abwasser stellt ein erhebliches, oft ungenutztes Energiepotenzial dar. In industriellen Prozessen und Abwasserbehandlungsanlagen entstehen große Mengen an Wärme, die häufig ungenutzt in die Umgebung abgegeben werden. Die Rückgewinnung und Nutzung dieser Abwärme kann zur Energieeffizienzsteigerung und Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen.

Technologische Fortschritte ermöglichen mittlerweile eine effektive Integration dieser Wärmequellen in bestehende Energiesysteme, was sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet.

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

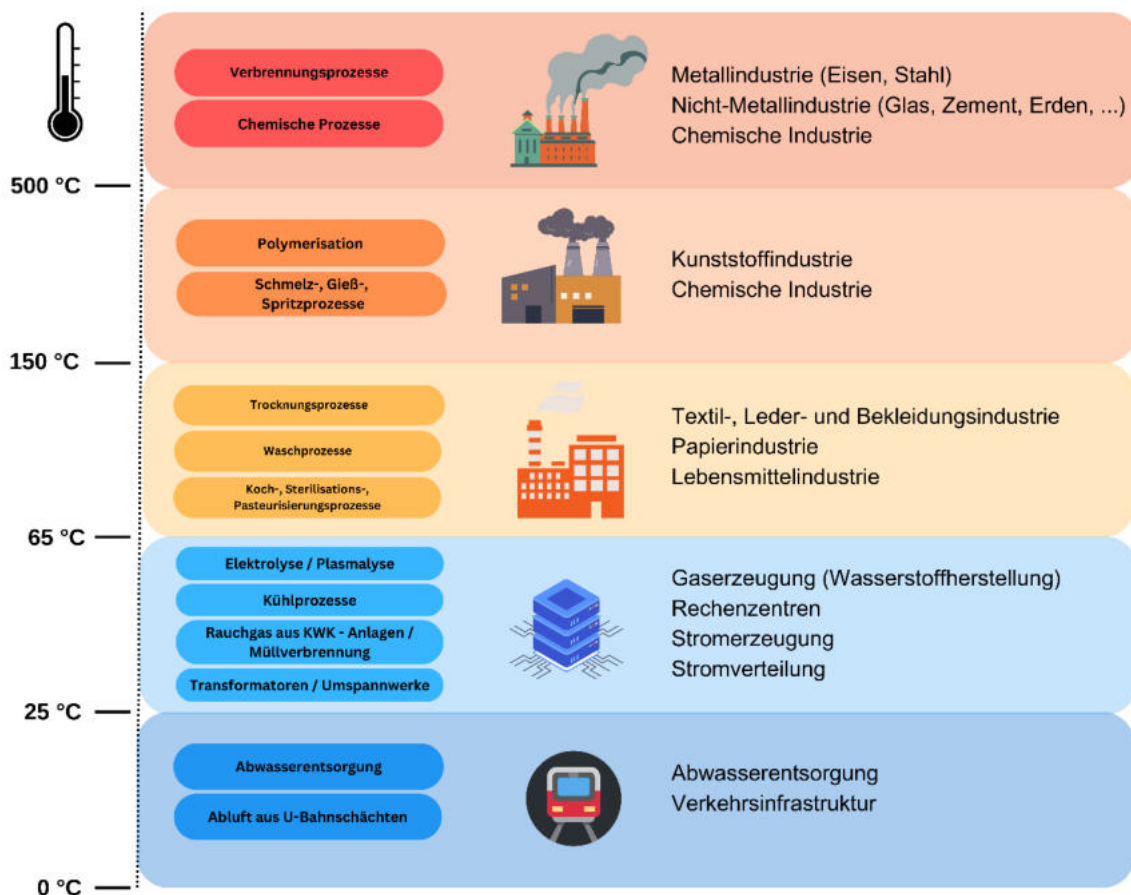


Abbildung 22: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023)

5.2.6.1. Hinweise und Einschränkungen

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

Zur Erhebung der gewerblichen Abwärmepotenziale in der Stadt Michelstadt wurde im Zuge der Erarbeitung der Wärmeplanung im Frühjahr 2025 eine schriftliche Befragung durchgeführt. Hierbei wurde ein Fragebogen eingesetzt, der Fragen sowohl zu Energieverbräuchen als auch zu Abwärmepotenzialen umfasst. Angeschrieben wurden Unternehmen, die theoretisch über ein Abwärmepotenzial verfügen könnten. Darunter fallen beispielsweise Unternehmen, die der

verarbeitenden Industrie angehören, aber auch Rechenzentren, Krankenhäuser, Biogasanlagen und Müllverbrennungsanlagen. Die anzuschreibenden Unternehmen wurden zuvor gemeinsam mit der Stadtverwaltung festgelegt. Insgesamt haben sich 6 Unternehmen⁶ rückgemeldet.

5.2.6.2. Potenzial

Von den sechs Unternehmen, die sich zurückgemeldet haben, haben zwei ein eigenes Abwärmepotenzial angegeben. Zusätzlich weist die Abwärmeplattform des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für ein weiteres Unternehmen ein Abwärmepotenzial aus. Damit ergibt sich ein quantifizierbares industrielles Abwärmepotenzial von 0,77 GWh/a.

5.2.7. Abwärme aus Abwasser

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

5.2.7.1. Hinweise und Einschränkungen

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

5.2.7.2. Potenzial

Um das Potenzial der Wärme aus den Abwasserkanälen in der Gemarkung zu berechnen, wurden Daten zu den angeschlossenen Einwohnern der Kläranlage sowie Durchflussmengen der Abwasserkanäle ab DN 800 herangezogen. Das Potenzial des Hauptsammlers in Michelstadt beläuft sich auf 14,9 GWh/a. Das Potenzial der Abwärmenutzung an den Kläranlagen wurde bereits durch die eine Potenzialstudie der LEA Hessen ermittelt und beträgt 26,9 GWh/a. Auf Abbildung 23 ist der für eine Wärmenutzung relevanten Kläranlagenstandort in der Stadt dargestellt.

⁶ Aus Datenschutzgründen werden die betreffenden Betriebe hier nicht genannt.

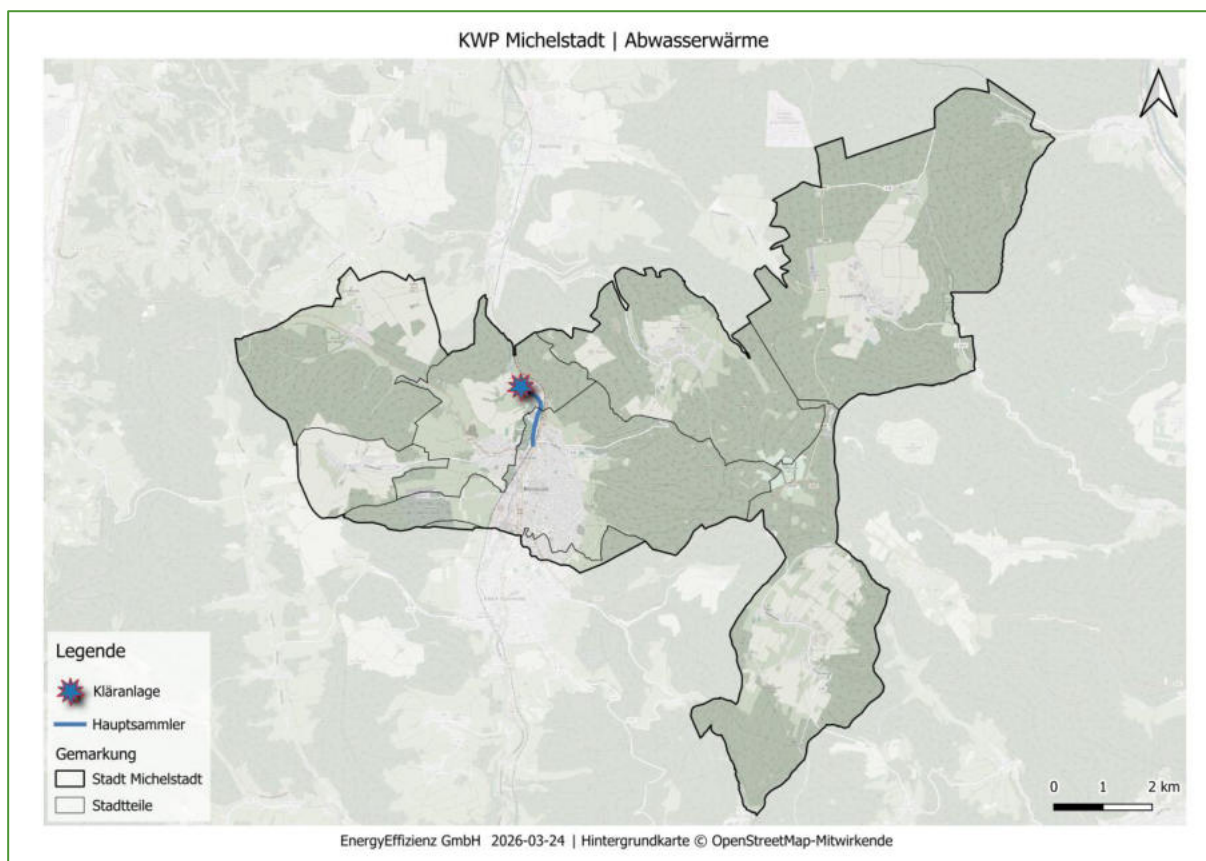


Abbildung 23: Abwasserwärme – Kläranlagen in der Stadt

5.2.8. Grüner Wasserstoff

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

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

5.2.9. Wärmespeicher

Großwärmespeicher stellen in modernen Wärmenetzen ein zentrales Element dar, um die Integration erneuerbarer Wärmequellen sowie unvermeidbarer Abwärme zu ermöglichen. Sie dienen dazu, den zeitlichen Versatz zwischen dem Angebot und der Nachfrage von Wärme auszugleichen und leisten darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Sektorenkopplung zwischen Strom und Wärme.

Je nach lokalen Gegebenheiten, Temperaturanforderungen und gewünschten Speicherzeiträumen

kommen unterschiedliche Technologien infrage. Grundsätzlich wird zwischen saisonalen Speichern, die Wärme über mehrere Monate vorhalten, mittelfristigen Speichern mit Kapazitäten über wenige Wochen und kurzfristigen Speichern für Zeiträume von wenigen Stunden bis Tagen unterschieden. Die Wahl des geeigneten Speichertyps hängt dabei nicht nur von technischen Parametern ab, sondern auch von der verfügbaren Fläche und den geologischen Voraussetzungen.

Für die saisonale Wärmespeicherung stehen verschiedene bewährte Technologien zur Verfügung. Erdbeckenspeicher sind eine etablierte und vergleichsweise kostengünstige Lösung: Entweder als flach angelegte, abgedeckte Erdbecken mit größerem Flächenbedarf oder als kompaktere Stahl-Beton-Konstruktionen mit größerer Bautiefe. In beiden Varianten wird in der Regel Wasser als Speichermedium eingesetzt, wobei Temperaturen von bis zu 95 °C erreicht werden können. Aufgrund ihres Flächenbedarfs eignen sich Erdbeckenspeicher insbesondere für Standorte am Stadtrand oder in ländlich geprägten Gebieten.

Eine weitere Option zur saisonalen Speicherung bieten Aquifer-Wärmespeicher, bei denen natürliche wasserführende Gesteinsschichten im Untergrund als Speichermedium genutzt werden. Um hohe Temperaturen von bis zu 95 °C bei gleichzeitig geringen Wärmeverlusten zu ermöglichen, sind Tiefen von bis zu 1.500 m unter Geländeoberkante erforderlich. Wesentliche Voraussetzungen sind eine geringe natürliche Grundwasserbewegung sowie eine geeignete hydrochemische Zusammensetzung des Grundwassers; die Speicherschicht sollte mindestens 20 m mächtig sein. Besonders günstige geologische Rahmenbedingungen finden sich in den Regionen des Oberrheingrabens, des Norddeutschen Beckens sowie des Süddeutschen Molassebeckens. Im Vergleich zu Erdbeckenspeichern ist der oberflächliche Flächenbedarf gering, allerdings steigt er mit der Anzahl der benötigten Förder- und Injektionsbrunnen (sogenannte Dubletten) für größere Speicherkapazitäten. Aquifer-Speicher sind in der Errichtung deutlich aufwendiger und kostenintensiver; hinzu kommt das Risiko, dass keine geeigneten geologischen Strukturen angetroffen werden, da die Datenlage im Untergrund vielerorts noch unzureichend ist.

Erdsonden-Wärmespeicher stellen eine dritte Variante dar, bei der Wärme in geringeren Tiefen (typischerweise bis 400 m) im Untergrund gespeichert wird. Aufgrund der niedrigeren Temperaturniveaus eignen sie sich vor allem für Wärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Voraussetzungen sind ein ausreichend großes Sondenfeld, ein gut bohr- und wärmeleitfähiger Untergrund sowie eine geringe hydraulische Leitfähigkeit. Die Datenlage für diese Tiefen ist im Vergleich zu tiefen Aquifer-Speichern deutlich besser. Auch hier ist die Eignung des Untergrunds im Rahmen einer Geothermie-Potenzialanalyse zu bewerten. Werden saisonale Speicher in Hochtemperatur-Wärmenetze integriert, ist in der Regel eine Temperaturanhebung, z. B. mittels Großwärmepumpen, notwendig.

Für kürzere Speicherzeiträume bieten sich Behälterspeicher an, die in der Regel aus gedämmtem Stahlbeton bestehen. Mit Volumina von bis zu 50.000 m³ und möglichen Betriebstemperaturen von über 100 °C sind sie vielseitig einsetzbar. Ihr geringer Grundflächenbedarf im Vergleich zu Erdbeckenspeichern ermöglicht auch eine Errichtung im städtischen Umfeld, häufig auf Arealen bestehender Energieanlagen oder Kraftwerksstandorten. Voraussetzung für den Bau ist ausreichende Bodentragfähigkeit.

Für besonders hohe Speichertemperaturen von bis zu 160 °C können Druckspeicher eingesetzt werden. Diese sind ebenfalls zylindrisch aufgebaut, weisen jedoch ein geringeres Einzelvolumen auf als drucklose Behälterspeicher. Durch die Reihenschaltung mehrerer Einheiten zu sogenannten Speicherkaskaden lassen sich dennoch große Gesamtkapazitäten realisieren. Trotz des höheren spezifischen Flächenbedarfs sind Druckspeicher grundsätzlich für den urbanen Einsatz geeignet, beispielsweise auf dem Gelände neuer oder bestehender Wärmezentralen.

Das Thema zentrale Energiespeicherung wurde in der KWP Michelstadt theoretisch analysiert. Bei der Planung von Wärmenetzen ist die Bedeutung von Speicherlösungen hoch und sollte bei weiteren Planungen betrachtet werden. Die Ermittlung konkreter Standorte ist pauschal weniger sinnvoll, sondern sollte mit der Einbindung von konkreten Technologien, wie z. B. Solarthermie in einer Machbarkeitsstudie verbunden werden. Bei den Eignungsgebieten, die zum Teil mit Solarthermie versorgt werden könnten, ist eine Eignung auf der Fläche bzw. angrenzenden Flächen gegeben.

In der Praxis empfiehlt es sich, die Frage der Speicherkapazität frühzeitig in die technische Konzeptionierung von Wärmenetzen einzubeziehen. Eine kombinierte Betrachtung von Wärmeerzeugung und -speicherung erlaubt eine fundierte Abwägung hinsichtlich Technologieauswahl, Dimensionierung und wirtschaftlicher Tragfähigkeit. Damit können Synergien zwischen saisonaler Speicherung und anderen Wärmequellen optimal genutzt und eine zukunftsfähige, systemdienliche Wärmeversorgung gestaltet werden.

5.3. Dezentrale Potenziale (Wärme)

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

5.3.1. Luft/Wasser-Wärmepumpen

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

5.3.1.1. Potenzial

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

5.3.2. Oberflächennahe Geothermie

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

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

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

5.3.2.1. Hinweise und Einschränkungen

Erdwärmekollektoren

In den Bereichen der Wasserschutzgebietszonen I – II sind Erdwärmekollektoren nicht genehmigungsfähig. Unter Einhalten bestimmter Voraussetzungen können sie jedoch in den Wasserschutzgebietszonen III - IIIB festgesetzter und geplanter Wasserschutzgebietszonen und Heilquellschutzgebieten III/1, IIIA nach Einzelfallbetrachtung eingebracht werden, insofern ein Mindestabstand von 1 m zu dem höchsten Grundwasserstand eingehalten und eine Tiefe von 3 m nicht überschritten wird (HLNUG). Sofern diese Kriterien nicht erfüllt sind, werden die Anlagen wie Erdwärmesonden behandelt. Welche genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen den Einsatz dieser Technologie in den genannten Wasserschutzzonen ggf. ermöglichen, werden durch den Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hessen dargelegt. Hinweise zu technischen Vorkehrungen zum Grundwasserschutz finden sich aber auch in den Erläuterungen zum Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG). Es darf kein Kontakt zu dem Grundwasser bestehen, es besteht eine natürliche flächenhafte Dichtschicht oder es muss eine Dichtschicht aus einem natürlichen mineralischen Material eingebracht werden. Insofern die Grundwasserüberdeckung zwischen dem Erdwärmekollektor und dem höchsten Grundwasserstand mindestens einen Meter beträgt und der Kollektor nur mit Wasser betrieben wird, ist die Dichtschicht ggf. nicht notwendig. In Bereichen festgesetzter oder vorläufig gesicherter Überschwemmungsgebiete ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Bei Tiefbauarbeiten ist das Landesamt für Denkmalpflege sowie die höhere und untere Denkmalschutzbehörde zu beteiligen. Das Potenzial für oberflächennahe Geothermie wird durch das Aufkommen an archäologischen Denkmälern als Ausschlusskriterium eingeschränkt.

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

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

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind in den Wasserschutzgebietszonen I – IIIA und den Heilquellschutzgebieten I-III/1, IIIA unzulässig. In festgesetzten sowie geplanten Wasserschutzgebieten IIIB sowie Heilquellschutzgebieten III/2, IIIB sind sie im Einzelfall bzw. unter Einhaltung von Vorgaben genehmigungsfähig. Die Berechnung der Entzugsleistungen sowie die Bewertung der Erdwärmesonden erfolgte unter der Annahme, dass die unbebauten Grundstücksflächen zum Bau von Erdwärmesonden vollständig entsiegelt werden können. Die Potenzialberechnungen können nicht dazu dienen, eine konkrete Dimensionierung von Erdwärmesonden für ein Grundstück vorzunehmen. Da die Bodenbeschaffenheit und die Entzugsleistung eines konkreten Bohrfeldes nur mithilfe einer Probebohrung und eines Thermal-Response Tests (TRT) ermittelt werden kann, ist darauf hinzuweisen, dass die angegebene Entzugsenergie teilweise stark von den tatsächlich zu erreichenden Werten abweichen kann. Insgesamt gilt es zu beachten, dass die Ausweisung des technischen Gesamtpotenzials keine Flächenkonkurrenz aufweist, da beim Potenzial der Erdwärmekollektoren nur Grundstücke berücksichtigt wurden, bei denen der Bau von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind konkurrierende Technologien, die die gleiche Energiequelle nutzen. Die Erdwärmesonden sind in diesem Fall zu bevorzugen, da diese aufgrund der ganzjährig stabilen Untergrundtemperaturen die effizientere Lösung darstellen. Bei Tiefbauarbeiten ist das Landesamt für Denkmalpflege sowie die höhere und untere Denkmalschutzbehörde zu beteiligen. Das Potenzial für oberflächennahe Geothermie wird durch das Aufkommen an archäologischen Denkmälern als Ausschlusskriterium eingeschränkt. Bei der Analyse des Potenzials wird eine durchschnittliche Bohrtiefe von 99 m verwendet. Ab einer Bohrtiefe von 100 m sind bergrechtliche Genehmigungen notwendig.

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

Die Temperatur des Erdreichs im Jahresverlauf nimmt ebenfalls einen Einfluss auf die Entzugsleistung, da insbesondere bis 10 Meter unterhalb der Erdoberfläche die Temperatur entsprechend dem Verlauf der Umgebungstemperatur schwankt. Für die Potenzialberechnungen wurde der Referenzdatensatz

des Standortes Bad Marienberg genommen, da sich die Stadt Michelstadt 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, der hydrogeologischen Beurteilung des Hessisches Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) 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 und der Einhaltung von Mindestabständen, konnte die maximale Sondenanzahl ermittelt werden. Es wurde von einer maximalen Bohrtiefe von 99 Metern ausgegangen. Anhand dieser Kennwerte und unter Berücksichtigung der wasserschutzrechtlichen Restriktionen konnte die Entzugsenergie berechnet werden. Die Maximalzahl der einzubringenden Erdwärmesonden sowie deren jeweiliges Potenzial vor und nach dem Einsatz einer Wärmepumpe ist in Tabelle 9 je Stadtteil dargestellt.

5.3.2.3. Bewertung des Potenzials

Erdwärmekollektoren

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

Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Entsprechend der in Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellten Legende wurden die Potenziale der Grundstücke mit guter Eignung, durchschnittlicher Eignung und Einzelfallbetrachtungen zu einem Gesamtpotenzial von 78,9 GWh/a (nach Wärmepumpe) zusammengefasst. Dabei wurden Flächen, die sich für Erdwärmesonden eignen, nicht als Potenziale für Erdwärmekollektoren betrachtet. Die weiteren Stadtteile werden in den Anhängen A bis H dargestellt.

Tabelle 9: Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe) der Erdwärmekollektoren nach Stadtteilen

Stadtteile	Erzeugernutzwärme nach Wärmepumpe (gut geeignet) [GWh/a]	Erzeugernutzwärme nach Wärmepumpe (geeignet) [GWh/a]	Erzeugernutzwärme nach Wärmepumpe (Einzelfall) [GWh/a]
Michelstadt (Kernstadt)	15,5	3,9	20,0
Rehbach	1,7	0,3	0,7
Steinbach	3,2	0,9	5,8
Steinbuch	1,7	0,3	0,9
Stockheim	2,1	0,6	1,4
Vielbrunn	6,0	0,4	1,4
Weiten- Gesäß	5,5	0,6	1,2
Würzburg	3,8	0,4	1,0
Gesamtes Plangebiet	39,5	7,3	32,2

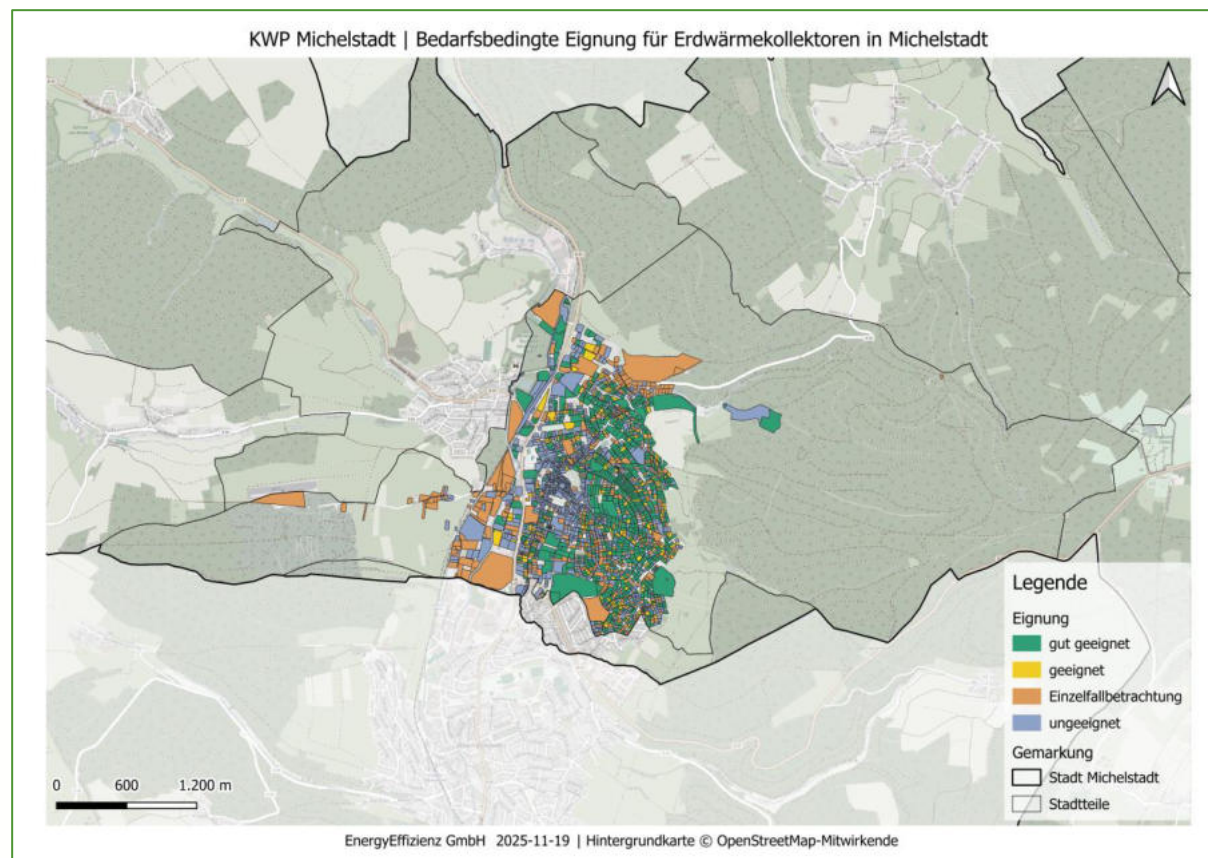


Abbildung 24: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

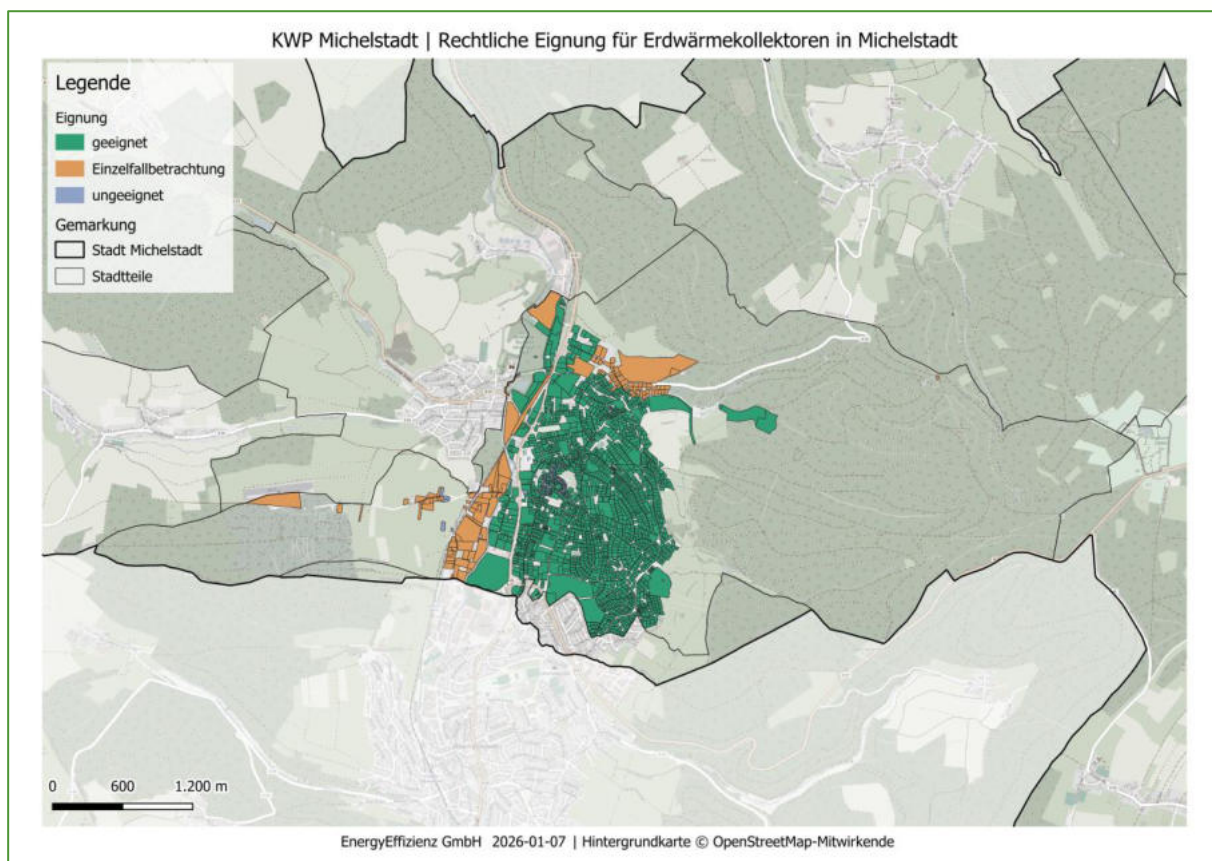


Abbildung 25: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Erdwärmesonden

Für die Bewertung des Potenzials wurde die spezifische Entzugsleistung auf die realisierbare Sondenanzahl eines Grundstücks bezogen und dem in der Bestandsanalyse berechneten Wärmebedarf des zu versorgenden Gebäudes gegenübergestellt. Auf diese Weise konnte ein Deckungsfaktor ermittelt werden, der abbildet, wie gut der Wärmebedarf mithilfe der maximalen Sondenanzahl gedeckt werden könnte. Um die konkrete Eignung eines Gebäudes und des dazugehörigen Grundstücks bewerten zu können wurden die bedarfsbedingten und oben aufgeführten wasserschutzrechtlichen Restriktionen betrachtet. Die abschließende Bewertung erfolgte gebäude- bzw. grundstücksscharf. Die vorherrschenden hydrogeologischen Begebenheiten erfordern bei Bohrvorhaben für das gesamte Stadtgebiet eine Einzelfallbetrachtung. Aus diesem Grund wurden alle Grundstücke, für die eine Eignung besteht, als Einzelfallbetrachtung eingestuft. Entsprechend der in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellten Legende, wurden die Potenziale der Grundstücke mit Einzelfallbetrachtungen zu einem gesamtstädtischen Potenzial von 46,2 GWh/a zusammengefasst. Die weiteren Stadtteile werden in den Anhängen A bis H dargestellt.

Tabelle 10: Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteilen

Stadtteile	Erzeugernutzungswärme nach Wärmepumpe (Einzelfall) [GWh/a]
Michelstadt (Kernstadt)	3,2
Rehbach	4,1
Steinbach	24,3
Steinbuch	4,7
Stockheim	5,0
Vielbrunn	1,9
Weiten-Gesäß	1,2
Würzburg	1,8
Gesamtes Plangebiet	46,2

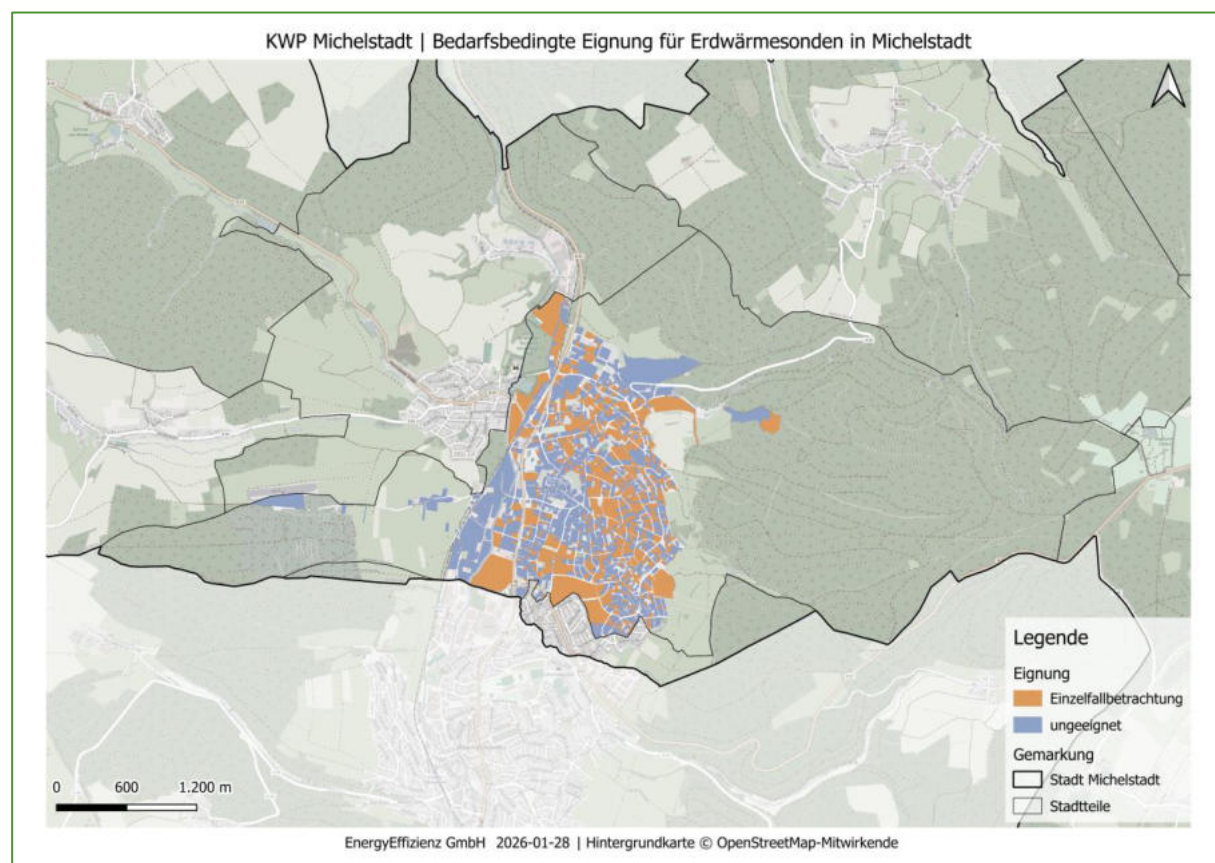


Abbildung 26: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

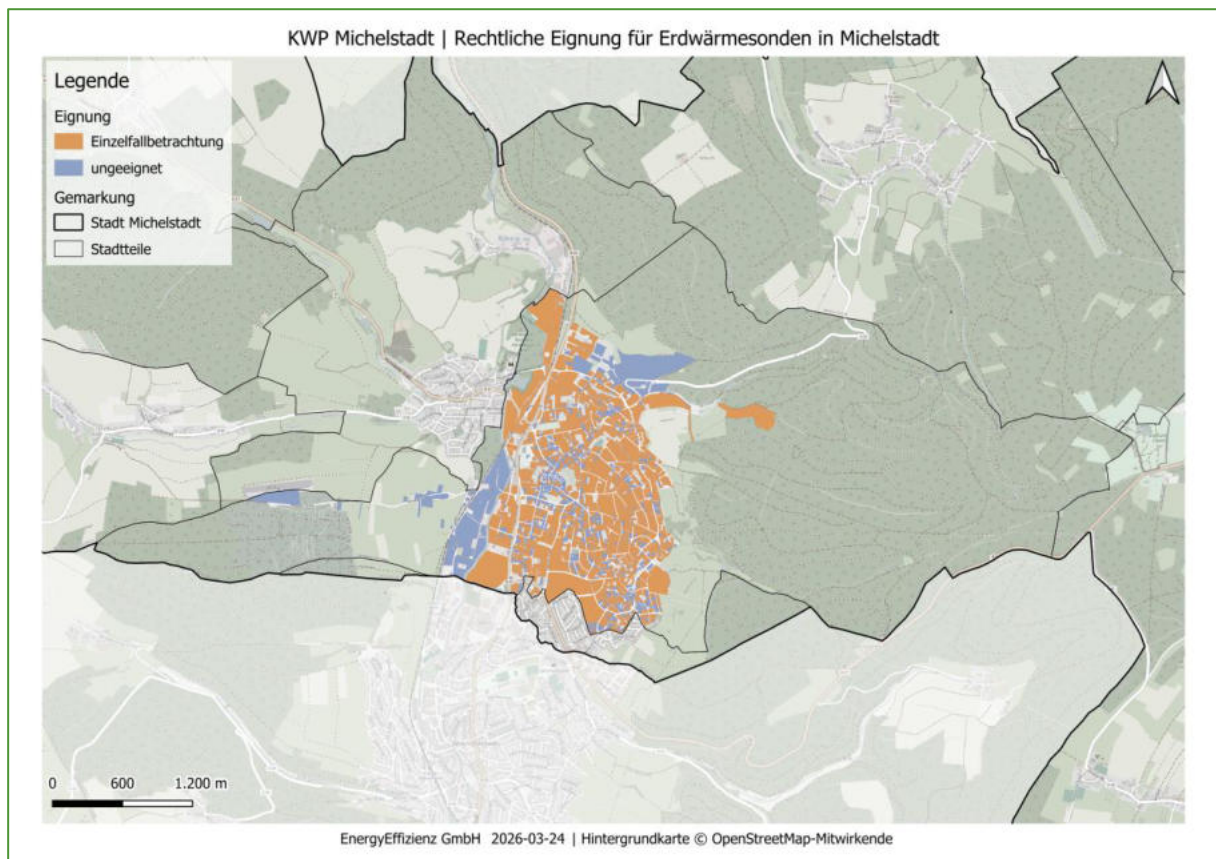


Abbildung 27: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

5.3.3. 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 5.2.1 untersucht. Welcher Anteil des Potenzials für die zentrale und für die dezentrale Versorgung genutzt werden kann, wird im Zielszenario definiert.

5.3.4. Solarthermie auf Dachflächen

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

5.3.4.1. Hinweise und Einschränkungen

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

5.3.4.2. Potenzial

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

5.4. Stromerzeugungspotenziale

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

5.4.1. Photovoltaik auf Dachflächen

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

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

5.4.1.1. Hinweise und Einschränkungen

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

5.4.1.2. Potenzial

Potenziale für einzelne Gebäude können aus dem Solarkataster der LandesEnergieAgentur Hessen abgerufen werden. Die Zusammenfassung zur Photovoltaik zeigt, dass 164,5 MW_p installiert und daraus ein Stromertrag von 127,7 GWh/a erzeugt werden könnte.

5.4.2. Photovoltaik auf Freiflächen

Freiflächen-Photovoltaik meint die Aufständigung von Solarmodulen auf großen Flächen – im Gegensatz zu der beispielsweise weit verbreiteten Montage auf Dächern. Photovoltaik-

Freiflächenanlagen können bei Nachführung erhöhte Erträge einbringen.

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

5.4.2.1. Hinweise und Einschränkungen

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

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

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

Ausschlusskriterien:

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

Restriktive Faktoren:

- Landschaftsschutzgebiete (LSG)
- Naturparke

- Entwicklungszonen von Biosphärengebieten
- Hochspannungsfreileitungen

Der Naturpark Bergstraße-Odenwald stellt einen flächenrestriktiven Faktor dar, weshalb das Potenzial an den betreffenden Standorten als bedingt geeignet eingestuft wird. Hintergrund ist die touristische Zielsetzung, die mit der Ausweisung des Naturparks verfolgt wird. Eine Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, jedoch können im Rahmen der Genehmigung zusätzliche Auflagen für Errichtung und Betrieb der Anlagen festgelegt werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die Anlagen die touristischen Ziele des Naturparks nicht beeinträchtigen. Die endgültige Entscheidung über die Zulässigkeit obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

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

5.4.2.2. Potenzial

Die betrachteten Flächen (Abbildung 28) eignen sich grundsätzlich sowohl für Photovoltaik als auch für Solarthermie-Anlagen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei Solarthermie-Freiflächenanlagen die räumliche Nähe zu einer Wärmenetz-Heizzentrale gegeben sein sollte, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Die Nutzung für PV oder Solarthermie ist daher im Einzelfall und unter Berücksichtigung weiterer Planungen zu entscheiden.

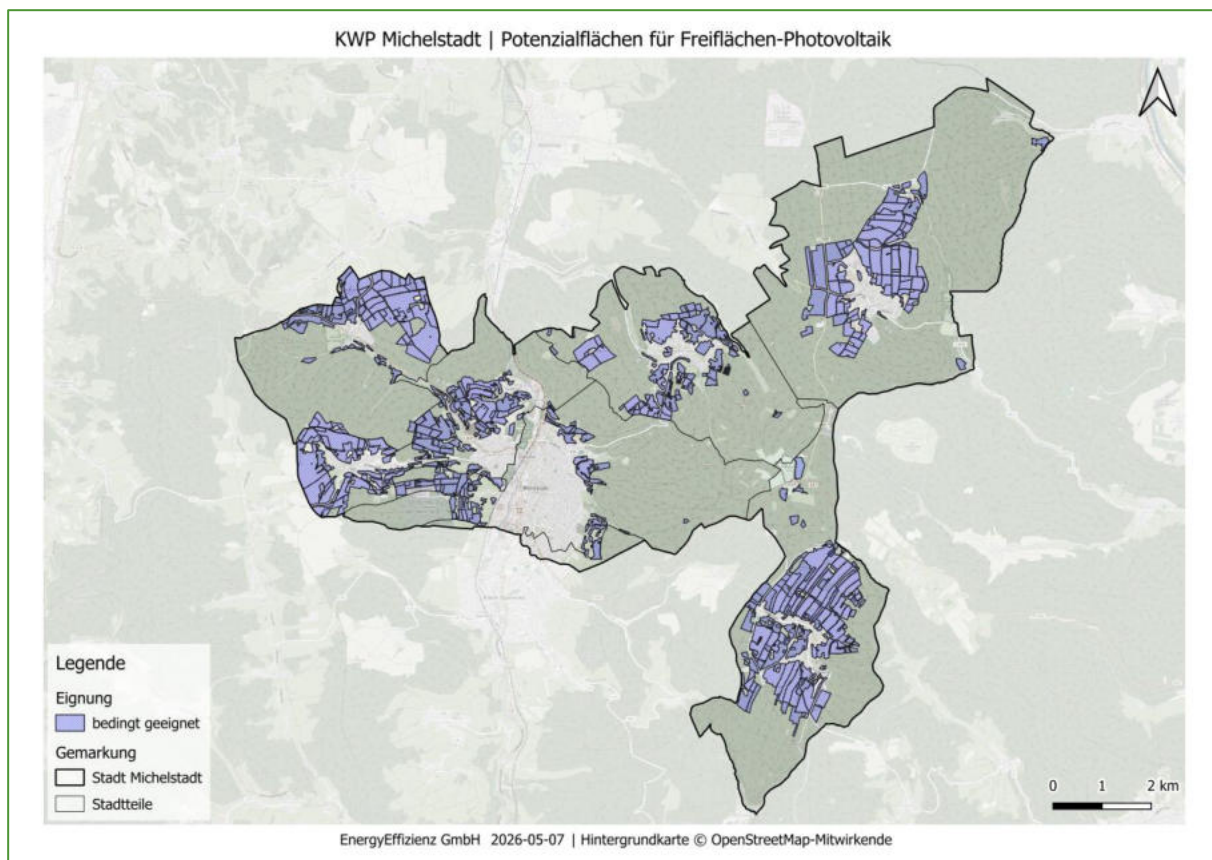


Abbildung 28: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik

Für die Berechnung des möglichen Ertrags werden pro ha Fläche 950 MWh/(ha*a) Ertrag für Photovoltaik angenommen. Dies ergibt ein Gesamtpotenzial von 1.687,3 GWh/a (Tabelle 11).

Tabelle 11: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial bedingt geeignet [GWh/a]
Michelstadt (Kernstadt)	82,3
Rehbach	256,1
Steinbach	201,3
Steinbuch	178,6
Stockheim	-
Vielbrunn	342,1
Weiten-Gesäß	189,3
Würzburg	437,6
Gesamtes Plangebiet	1.687,3

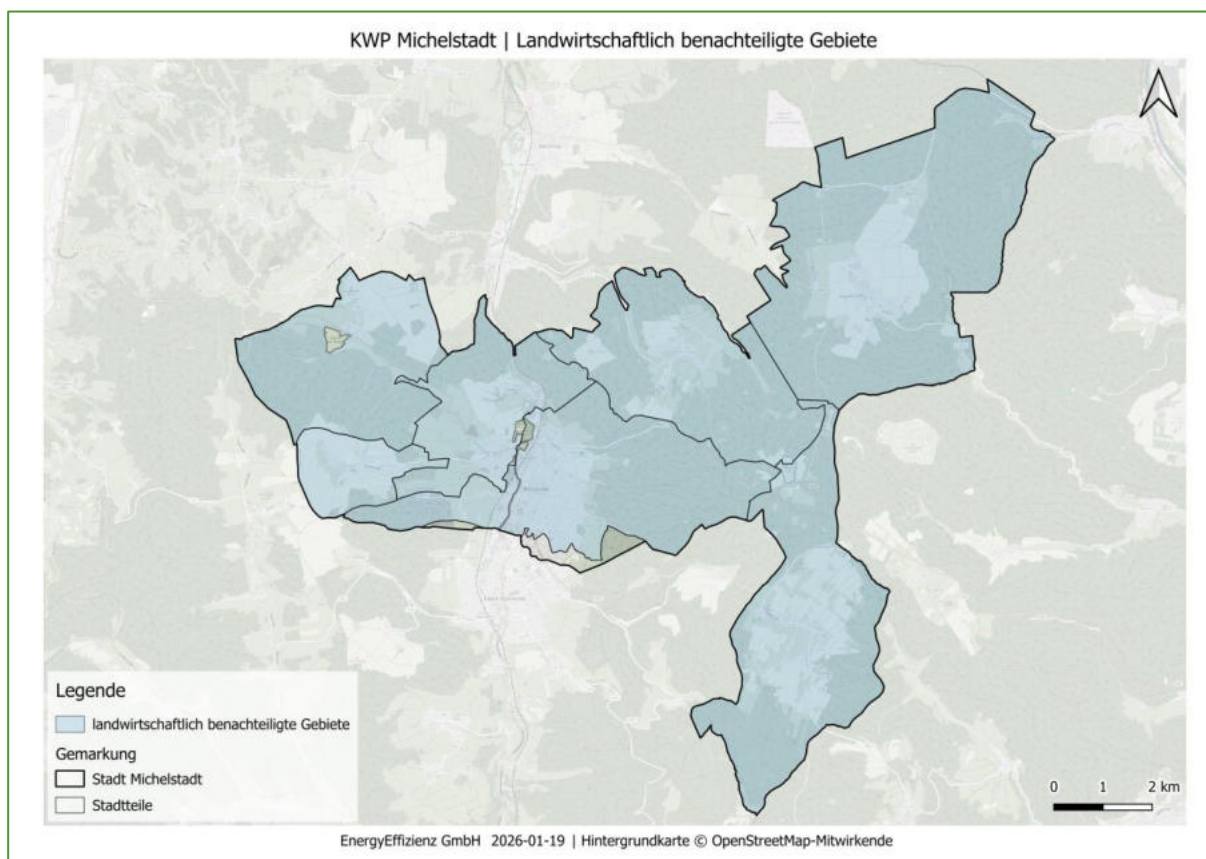


Abbildung 29: Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete

5.4.3. 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.

5.4.3.1. Hinweise und Einschränkungen

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

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

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

Der Naturpark Bergstraße-Odenwald stellt einen flächenrestriktiven Faktor dar, weshalb das Potenzial an den betreffenden Standorten als bedingt geeignet eingestuft wird. Hintergrund ist die touristische Zielsetzung, die mit der Ausweisung des Naturparks verfolgt wird. Eine Umsetzung von Agri-PV-Anlagen ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, jedoch können im Rahmen der Genehmigung zusätzliche Auflagen für Errichtung und Betrieb der Anlagen festgelegt werden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die Anlagen die touristischen Ziele des Naturparks nicht beeinträchtigen. Die endgültige Entscheidung über die Zulässigkeit obliegt der zuständigen Genehmigungsbehörde.

5.4.3.2. 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 1.023,6 GWh/a für die Stromerzeugung durch Agri-PV. Das Potenzial für Agri-PV für die einzelnen Stadtteile wird dargestellt in Tabelle 12 und Abbildung 30.

Tabelle 12: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen

Stadtteil	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) in GWh/a
Michelstadt (Kernstadt)	49,4
Rehbach	153,4
Steinbach	120,8
Steinbuch	107,2
Stockheim	11,7
Vielbrunn	205,3
Weiten-Gesäß	113,4
Würzburg	262,6
Gesamtes Plangebiet	1.023,6

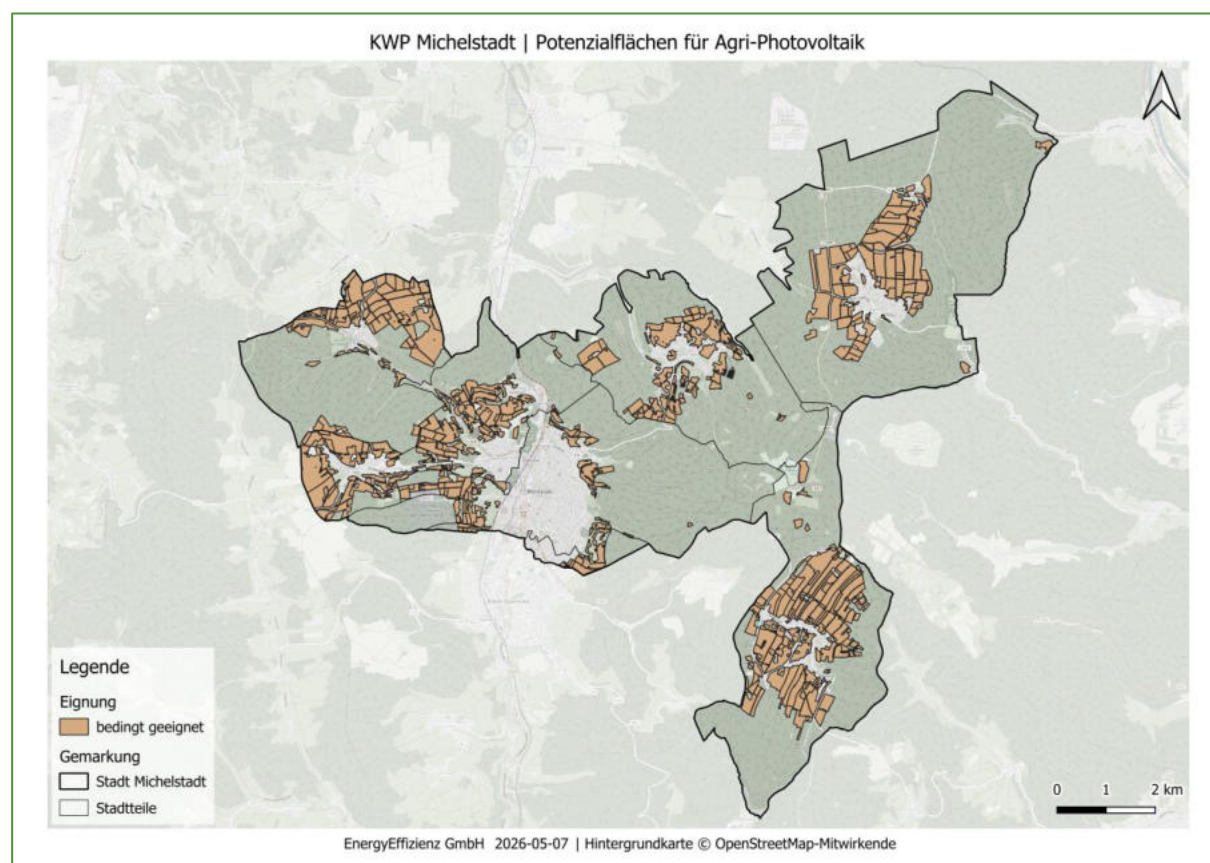


Abbildung 30: Potenzialflächen Agri-PV

5.4.4. 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.

5.4.4.1. Hinweise und Einschränkungen

Auf Bundesebene soll der Ausbau der Windenergie beschleunigt werden. Als Grundlage dient neben den deutlich erhöhten Ausbauzielen im Rahmen des EEG 2023 das im Februar 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz⁷, laut dem in Hessen 2,2 % der Landesfläche für Windkraft ausgewiesen sein sollen bis 2032, um die bundesweiten klimapolitischen Ziele tatsächlich erreichen zu können. In Hessen sind inzwischen alle drei⁸ Teilregionalpläne Energie in Kraft getreten. Sie weisen insgesamt 418 Windvorranggebiete aus, was etwa 1,9 % der Landesfläche entspricht und damit das bundesrechtliche Zwischenziel von 1,8 % bis 2027 bereits erfüllt. Bis 2032 müssen jedoch 2,2 % erreicht werden, sodass in den kommenden Jahren noch rund 6.500 ha zusätzliche Vorrangflächen auszuweisen sind⁹.

5.4.4.2. Potenzial

Für die Nutzung der Windenergie ist es besonders wichtig, windhöfliche Gebiete zu erschließen, da sie das höchste Ertragspotenzial bieten. Auf dieser Basis wurden die gekennzeichneten Flächen anhand der vorliegenden, konkreteren Flächenanalyse genauer definiert und die maximale Anzahl von installierbaren Windkraftanlagen (WKA) errechnet. Dabei wurde ein Flächenbedarf von 2,5 ha je Windkraftanlage angenommen. Es wird von einem Zubau von 16 Windkraftanlagen in den ausgewiesenen Suchräumen ausgegangen. Unter der Annahme, dass pro Anlage 4 MWp Leistung installiert und 1.752 Volllaststunden pro Jahr ausgenutzt werden können, kann ein Stromertrag von 112,1 GWh/a erreicht werden. Das Potenzial für Windenergie stellt sich für die einzelnen Stadtteile wie folgt dar:

Tabelle 13: Potenzial Windkraft nach Stadtteilen

Stadtteile	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) in GWh/a	Mögliche Anzahl von WKA
Michelstadt (Kernstadt)	28,0	4
Vielbrunn	77,1	11
Weiten-Gesäß	7,0	1
Gesamtes Plangebiet	112,1	16

⁷ Wind BG 2023, § 3 Abs. 1

⁸ Teilregionalpläne Energie: Nordhessen, Mittelhessen und Südhessen

⁹ <https://www.lea-hessen.de/energiewende-in-hessen/windenergie/>

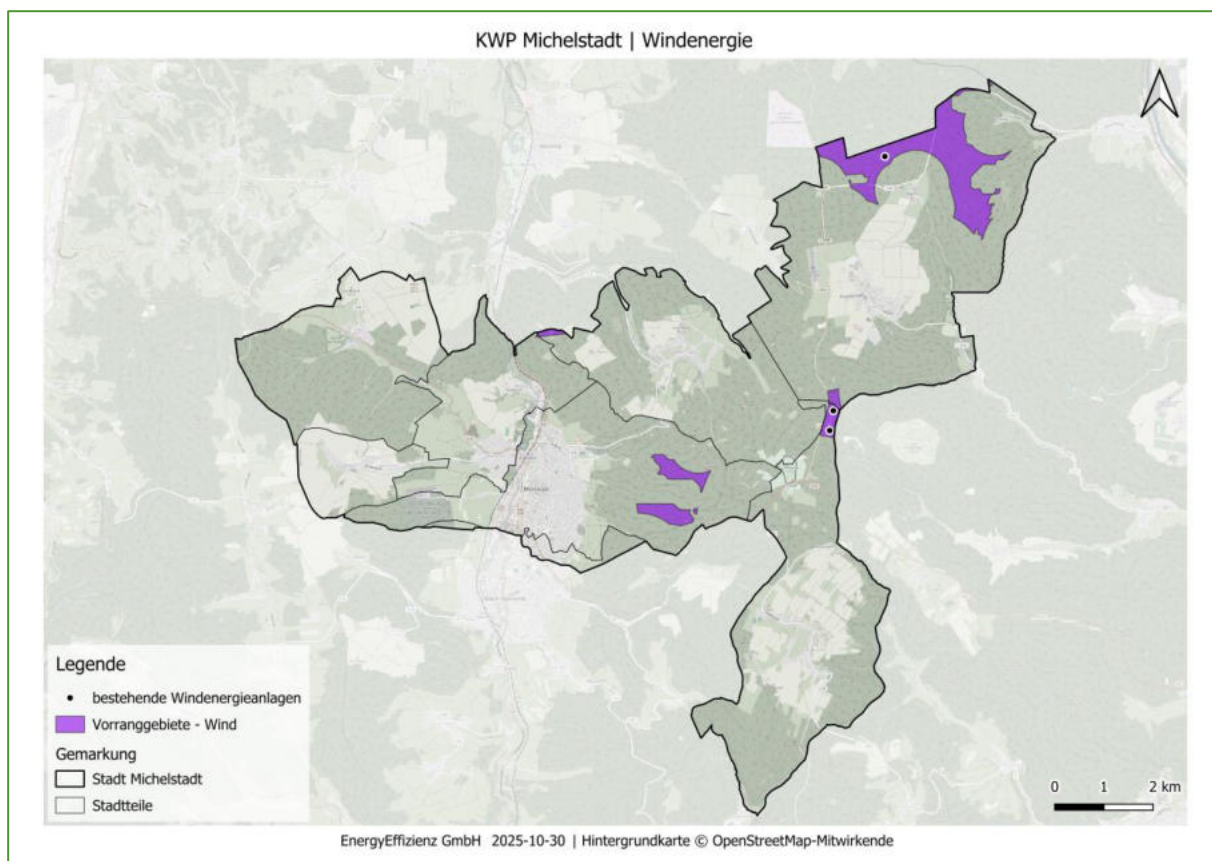


Abbildung 31: Potenzialflächen Windkraft

6. Zielszenario 2045

Das Zielszenario bildet die anzustrebenden Ausbauziele ab, die sich sowohl auf Einzelgebäudeebene als auch auf Wärmenetzebene eignen, um Treibhausgasneutralität im Zieljahr 2045 zu gewährleisten. Durch das angewendete Berechnungsverfahren werden die Energie- und Treibhausgasbilanzen für das Jahr 2021 sowie die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 in einem Transformationspfad abgebildet und können zusammenhängend diskutiert werden. Die Berechnungen erfolgten gemäß den Angaben in den Kapiteln 2.2.1 Bestandsanalyse und 2.2.2 Potenzialanalyse.

6.1. Nutzung der Potenziale für erneuerbare Energien und Abwärme

Die nachfolgende Abbildung fasst die in Kapitel 5 ermittelten Potenziale für die lokale Nutzung von erneuerbaren Energien für die Wärme- und Stromerzeugung zusammen. Als Ziel wird definiert, diese Potenziale bis 2045 weitreichend auszuschöpfen, um einen möglichst großen Beitrag aus lokalen regenerativen Quellen sowohl für die Wärmenetze als auch für die Einzelgebäudeversorgung zu leisten. Dennoch gilt es zu beachten, dass im Zuge der Potenzialanalyse ausschließlich technische Potenziale ermittelt wurden und diese nur in geringem Maße wirtschaftliche Faktoren sowie weitere eigentumsrechtliche Voraussetzungen für die Umsetzung berücksichtigen. Neben der direkten Nutzung von regenerativem Strom und regenerativer Wärme betrifft dies auch einen bilanziellen Beitrag von Wind- und Solarstrom zum zukünftig steigenden Strombedarf zur Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen.

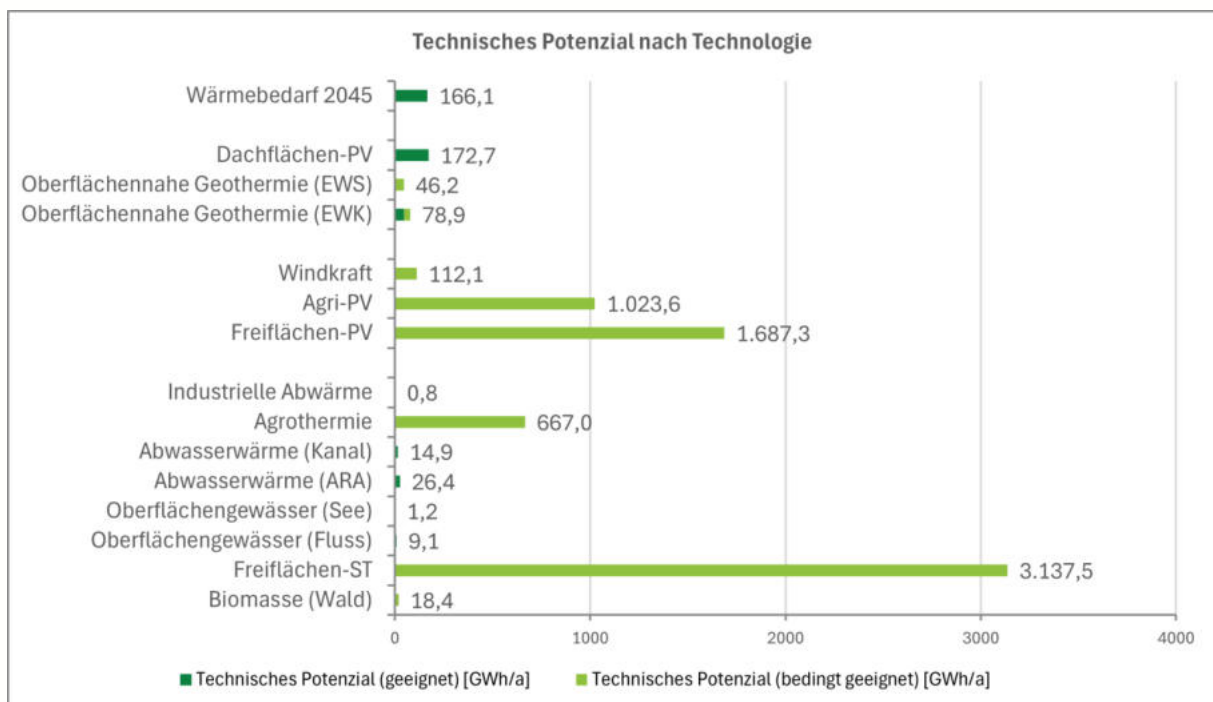


Abbildung 32: Gesamtübersicht Potenziale in der Stadt

6.2. Perspektiven der Gasversorgung in Michelstadt

Die Perspektive des aktuellen Bestandsnetzes muss im Rahmen der rollierenden Planung regelmäßig erneut geprüft werden. Eine mögliche zukünftige Stilllegung von Teilen des Netzes ist abhängig vom Ausbau der Wärmenetze sowie technischen und politischen Weichenstellungen zur Nutzung von grünen Gasen. Eine Stilllegung, auch in Teilen, ist derzeit noch nicht konkret absehbar, da die Grundlagen für einen Ersatz erst zu schaffen sind. In jedem Fall ist als gravierende Weichenstellung zu berücksichtigen, dass die heute noch weit verbreitete Verbrennung von fossilem Erdgas zur Wärmebereitstellung ab dem Zieljahr der Treibhausgasneutralität 2045 gesetzlich nicht mehr zulässig ist.

6.3. Eignungsgebiete für Einzelversorgung und Wärmenetze

Die Eignungsgebiete sollen einen Anhaltspunkt geben, welche Versorgungsart aus wirtschaftlichen, aber zum Teil auch aus technischen Gesichtspunkten besser geeignet ist. Dazu wird im Folgenden sowohl die Herleitung der Eignungsgebiete als auch deren Bedeutung beschrieben.

6.3.1. Herleitung der Eignungsgebiete

Wärmenetze stellen insbesondere in dicht bebauten oder baulich anspruchsvollen Gebieten eine sinnvolle und zukunftsfähige Lösung für die Wärmeversorgung dar. Sie ermöglichen die effiziente Nutzung zentraler, erneuerbarer oder unvermeidbarer Wärmequellen wie Abwärme aus Industrie und Rechenzentren, Umweltwärme oder Großwärmepumpen. In Bestandsgebäuden können Einzellösungen an technische, wirtschaftliche oder räumliche Grenzen stoßen, beispielsweise aufgrund unzureichender Dämmstandards, fehlender Aufstellflächen, hoher Lärmschutzanforderungen oder begrenzter elektrischer Anschlussleistungen. Wärmenetze können diese Einschränkungen überwinden, indem sie eine gebündelte Versorgung mehrerer Gebäude ermöglichen und Skaleneffekte nutzen. Die systematische Prüfung von Wärmenetzen ist daher ein zentraler Bestandteil einer wirtschaftlich tragfähigen und klimafreundlichen Wärmeversorgung, insbesondere dort, wo dezentrale Einzelmaßnahmen nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand umsetzbar sind.

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze wurden unter anderem auf Basis der Wärmelinienichte für den Status quo und das Zieljahr 2045 sowie der Verfügbarkeit von Potenzialen festgelegt. Die Wärmelinienichte wurde in Kapitel 4.5 für den Status quo erarbeitet, während die Ermittlung der Potenziale in Kapitel 5.2 beschrieben ist. Die Grafiken der einzelnen Stadtteile befinden sich in den Anhängen A bis H. Zusätzlich wurden weitere Bedingungen wie das Vorhandensein eines Gasnetzes, die Versorgungsmöglichkeiten auf Einzelgebäudeebene sowie vorhandene Potenziale in direkter Umgebung einbezogen. Außerdem wurden Gebiete der dezentralen Versorgung identifiziert, in denen sich ein Teilbereich für ein Gebäudenetz eignet. Ein Gebäudenetz umfasst im Gegensatz zum Wärmenetz weniger als 16 Gebäude und wird wie die Heizung eines einzelnen Gebäudes über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. In den Stadtteilen, in denen eine Eignung für ein Gebäudenetz vorliegt, befindet sich nur ein Straßenzug, in dem eine ausreichende Wärmelinienichte vorliegt, um eine zentrale Wärmeversorgung wirtschaftlich zu betreiben.

Eine Eignung für Wasserstoffnetzgebiete wurde auf Grundlage der aktuellen Unsicherheit der

zukünftigen Verfügbarkeit von Wasserstoff in der Stadt Michelstadt sowie den zu erwartenden Kosten nicht festgestellt.

Alle Eignungsgebiete wurden gemeinsam mit Fachakteuren erarbeitet und mit der Stadtverwaltung abgestimmt.

6.3.2. Festgelegte Eignungsgebiete

Das Plangebiet wurde gemäß Kapitel 6.3.1 bereits auf Wärmenetze hin untersucht. Diese Bereiche werden nun in Eignungsgebiete für Wärmenetze eingeteilt, die im nächsten Schritt im Rahmen von Machbarkeitsstudien geprüft werden müssen. Alle Bereiche, die nicht in Wärmenetzbereiche fallen, werden als Eignungsgebiete für Einzelversorgung oder Gebäudenetze definiert. Abbildung 33 zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze (sowie Prüfgebiete), Gebäudenetze und die Einzelversorgung. Die Eignungsgebiete sind in separaten Karten im Anhang innerhalb der Stadt konkret dargestellt.

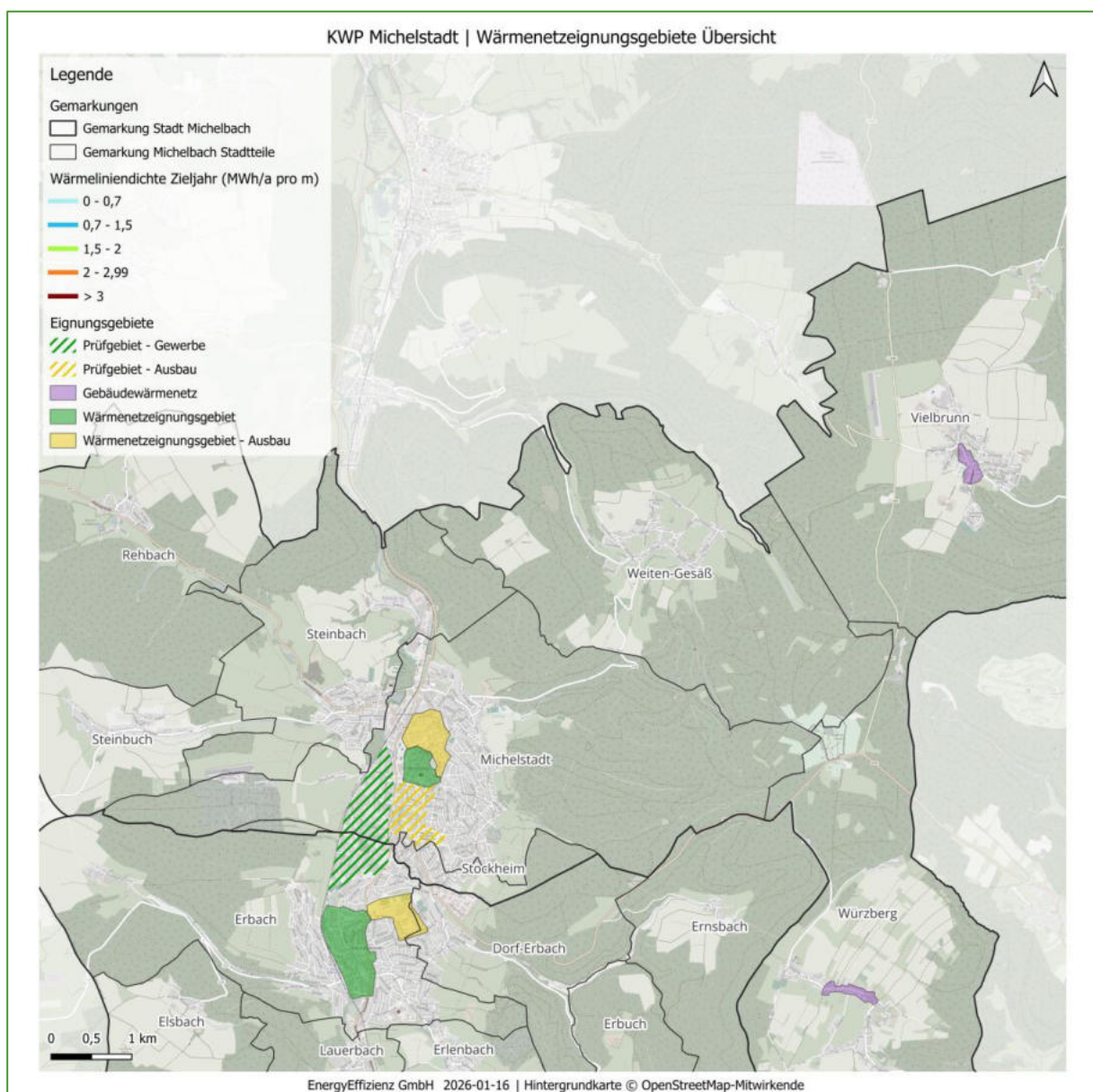


Abbildung 33: Eignungsgebiete in Michelstadt

Die einzigen Eignungsgebiete für ein Wärmenetz liegen in der Kernstadt. Dort soll eine Machbarkeitsstudie die Realisierung eines Wärmenetzes prüfen. Eine darüber hinausgehende Realisierung des Netzes muss zunächst hinsichtlich verfügbarer Energieträger und Anschlussbereitschaft bewertet werden. Im Gewerbegebiet der Kernstadt von Michelstadt, das sich in die Nachbarstadt Erbach ausweitet, wurden zudem erhöhte Wärmebedarfe festgestellt. Insbesondere bei Gewerbegebieten hängt die Wirtschaftlichkeit jedoch maßgeblich von der Anschlussquote ab. Aus diesem Grund wird der untersuchte Siedlungsbereich zunächst als Prüfgebiet ausgewiesen. Alle anderen Bereiche sind als Eignungsgebiete für die Einzelversorgung eingestuft. Einige dieser Gebiete weisen zudem eine Eignung für Gebäudewärmenetze auf und sind im Kartenmaterial entsprechend gekennzeichnet.

Die Herleitung der Eignungsgebiete erfolgte anhand der Gebietseignung sowie der Realisierbarkeit für Wärmenetze. Dabei wurden die Wärmebedarfe für das Jahr 2045 – dargestellt als Wärmeliniendichten –, die Bebauungsstruktur, das Vorhandensein von Ankerkunden sowie die Versorgungsstruktur untersucht. Die Realisierbarkeit wurde anhand des Vorhandenseins einer Wärmequelle, des erforderlichen Netzausbaus, der möglichen Anschlussquote sowie der Wirtschaftlichkeit bewertet.

Untersucht wurden Gebiete in Michelstadt, die einen erhöhten Wärmebedarf aufweisen. Insbesondere Bereiche mit einer Wärmedichte von über 500 MWh/ha pro Jahr wurden hinsichtlich ihrer Eignung für eine Nahwärmelösung analysiert. Diese Analyse wurde in Zusammenarbeit mit der Verwaltung sowie externen Fachakteuren im Rahmen eines Workshopformats erarbeitet.

Dabei haben sich vier Gebiete für eine Prüfung zur Nahwärmeversorgung angeboten: die Altstadt von Michelstadt, der Bereich nördlich sowie südlich der Altstadt und das Gewerbegebiet im Westen der Kernstadt. Die weiteren Stadtteile wurden der dezentralen Versorgung mit der Option von Gebäudewärmenetzen zugeordnet, da eine geringe Wärmedichte sowie eine lockere Bebauungsstruktur Einzellösungen begünstigen.

Zusammenfassend haben sich für Michelstadt zwei Eignungsgebiete für Nahwärmelösungen ergeben. Die Altstadt wird dabei prioritär betrachtet, da die alte und dichte Bebauungsstruktur in Verbindung mit hohen Wärmebedarfen und dem Vorhandensein kommunaler Gebäude eine Nahwärmelösung nahelegt. Die Realisierbarkeit wurde mit einer mittleren Eignung bewertet, was vor allem auf den noch nicht festgelegten Standort einer Heizzentrale sowie das Fehlen einer wirtschaftlich günstigen Wärmequelle zurückzuführen ist.

Der Bereich nördlich der Altstadt wird als Ausbaugebiet eingestuft. Auch hier prägt eine überwiegend alte Bebauungsstruktur das Gebiet, ergänzt durch kommunale Ankerkunden. Da der Wärmebedarf in diesem Bereich jedoch abnimmt, ist er als nachgelagerte Ausbaustufe vorgesehen.

Der Bereich südlich der Altstadt wurde einem Prüfgebiet zugeordnet. Die Bebauungsstruktur ist lockerer und im Vergleich jünger, sodass Einzellösungen grundsätzlich umsetzbar wären. Darüber hinaus lassen sich derzeit keine belastbaren Aussagen zur Wirtschaftlichkeit treffen, da diese vom Erfolg und Betrieb des Altstadtnetzes abhängt. Dieser Bereich kann als optionale Ausbaustufe betrachtet werden.

EIGNUNGS-CHECK

Gewerbegebiet Michelstadt/Erbach				
Michelstadt Süd				
Michelstadt Nord				
Michelstadt Altstadt				
	1	2	3	4
Kategorie 1: Gebietscharakterisierung				
Wärmebedarf/ Wärmeliniendichte:				
Hohe Eignung	ab 2 MWh/m*a, mehrere Straßenzüge zusammenhängend			
Mittlere Eignung	1,5 bis 2 MWh/m*a, mit vereinzelt WLD über 2 MWh/m*a	Hoch	Mittel	Mittel
Geringe Eignung	bis 1,5 MWh/m*a			Hoch
Ankerkunden:				
Hohe Eignung	Mehrere Großverbraucher im Gebiet vorhanden (Gewerbe und kommunal)			
Mittlere Eignung	Mehrere Kommunale Gebäude vorhanden, einzelne Großverbraucher	Hoch	Hoch	Hoch
Geringe Eignung	Kleine oder keine kommunale Gebäude/ Großverbraucher vorhanden			
Bebauungsstruktur:				
Hohe Eignung	Dichte Bebauung, viele MFH, WP ggf. nicht möglich, dominierend alte Baustruktur + alte Heizungen, niedriger Leerstand			
Mittlere Eignung	Gemischte Baustruktur, gemischte Baualtersklassen & Heizungsalter	Hoch	Hoch	Mittel
Geringe Eignung	Lockere Bebauungen, junge Baualtersklassen, WP gut umsetzbar			Gering
Versorgungsstruktur:				
Hohe Eignung	Anschluss Gasnetz, Wärmenetz vorhanden	Hoch	Hoch	Hoch
Mittlere Eignung	Gemischte Struktur, fossile Heizungen dominieren			
Geringe Eignung	Erneuerbare Heizungen dominieren			
Kategorie 2: Realisierbarkeit				
Wärmequelle:				
Hohe Eignung	Mehrere Wärmequellen vorhanden in räumlicher Nähe (1.000m) (insb. günstige Abwärmequelle)			
Mittlere Eignung	Wärmequelle mit Entfernung zwischen 1.000-2.000m vorhanden, Größe der Wärmequelle nicht ausreichend groß/ noch unbekannt, lokales Biomasse Potenzial vorhanden, Großwärmepumpe möglich	Mittel	Mittel	Mittel
Geringe Eignung	Keine Wärmequelle in der Nähe verfügbar			
Netzausbau & Standort Heizzentrale				
Hohe Eignung	Straßenbaumaßnahmen in naher Zukunft geplant, Ort für Heizzentrale vorhanden			
Mittlere Eignung	Ort für Heizzentrale noch offen	Mittel	Mittel	Mittel
Geringe Eignung	Querung kritischer Infrastruktur notwendig, ungünstig topografische Verhältnisse / kein Ort für Heizzentrale möglich			
Anschlussquote				
Hohe Eignung	Erwarteter Anschlussgrad im Zieljahr über 70 %			
Mittlere Eignung	Erwarteter Anschlussgrad zwischen 50- 70 % <i>Hinweis:</i> Wenn keine Angaben zur Anschlussgrad gemacht werden können, wird von einer 70%-Anschlussgrad ausgegangen und eine mittlere Eignung festgelegt	Mittel	Mittel	Mittel
Geringe Eignung	Erwartete Anschlussgrad unter 50 %			Nicht abschätzbar
Wirtschaftlichkeit				
Hohe Eignung	Wärmenetz ist wirtschaftlicher als Einzellösungen	Hoch	Hoch	Nicht abschätzbar
Mittlere Eignung	Wärmenetz und Einzellösung ca. gleich wirtschaftlich			Nicht abschätzbar
Geringe Eignung	Einzellösung ist wirtschaftlicher als Wärmenetz			
FAZIT				
Wärmenetzeignungsgebiet	✓	✓	✗	✗
Prüfgebiet/ ggf. Ausbaugbiet	✗	✗	✓	✓
Dezentrale Versorgung	✗	✗	✓	✓

Abbildung 34: Bewertung der Eignungsgebiete

Das Gewerbegebiet zeichnet sich durch wenige potenzielle Anschluss Teilnehmer bei gleichzeitig hohen Wärmebedarfen aus. Die lockere Bebauungsstruktur bietet ausreichend Raum für Einzellösungen. Die Realisierbarkeit hängt stark von der erzielbaren Anschlussquote ab. Da diese bei einer geringen Anzahl von Gebäuden kaum verlässlich abzuschätzen ist, kann keine abschließende Aussage zur Wirtschaftlichkeit getroffen werden, weshalb dieses Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen wurde.

Alle weiteren Stadtteile und Bereiche der Kernstadt sind der Einzelversorgung mit der Option von Gebäudewärmenetzen zuzuordnen.

6.4. Versorgungsstruktur Einzelversorgung

Im Folgenden werden die Gebäude insbesondere in ihrem Heizungsumstellungsverhalten untersucht. Die Einsparmöglichkeiten durch Sanierungen wurden bereits im dazugehörigen Kapitel der Potenzialanalyse errechnet und beschrieben.

6.4.1. Entwicklung der Beheizungsstruktur

Um sich von den fossilen Energieträgern zu lösen, wird sich das Plangebiet entlang eines Transformationspfades weiterentwickeln müssen. Dieser Pfad wird mithilfe der im Folgenden erläuterten Berechnungslogik ermittelt.

Basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse wurden die zukünftigen Sanierungen prognostiziert, wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben. Unter Berücksichtigung von Heizlast und örtlichen Restriktionen wurden geeignete nachhaltige Heizsysteme für alle Gebäude dimensioniert und nach deren Wirtschaftlichkeit ausgewählt. Dafür wurden folgende Preisannahmen getroffen:

- Die Investitions- und Wartungskosten für das Zieljahr sind dem Technikkatalog des KWW entnommen.
- Die Investitionskosten für Wärmepumpen beinhalten die Aufwendungen für den Austausch der Heizflächen, den Einbau von Pufferspeichern sowie die erforderlichen geringinvestiven Maßnahmen.
- Die Investitionskosten für Pelletheizungen umfassen die Kosten für die Schornsteinertüchtigung, das Pellet-Lager und die damit verbundenen geringinvestiven Maßnahmen.
- Zur Berechnung der Betriebskosten werden Parameter-Tabellen des Technikkatalog_Tabellen_v1.1 der KEA Baden-Württemberg (Januar 2024) herangezogen, da der Technikkatalog des KWW noch keine Betriebskosten umfasst (Stand: Dezember 2024).
- Für den Heizungstausch wird der einkommensunabhängige Grundfördersatz¹⁰ berücksichtigt. Dieser beträgt seit dem 01.01.2024 für Pellet-Heizungen und Luft/Wasser-Wärmepumpen 30 % und für Sole/Wasser-Wärmepumpen 35 % der Investitionskosten.

Die berechneten annuitätischen Kosten werden über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren

¹⁰ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

ermittelt und beinhalten Investitions- und Betriebskosten von Wärme (inkl. Heizungstausch) und basieren auf einem Kalkulationszins von 3 %.

Wann ein Wechsel der Heizungstechnologie erfolgt, wurde auf Basis der Altersverteilung der bestehenden Heizungen ermittelt und entsprechend in die Bilanzen der Zwischenjahre integriert.

Abbildung 35 zeigt die Verteilung der eingesetzten Heiztechnologien nach dem Wärmebedarf im Zieljahr über alle Gebäude hinweg. Die einzelnen Gebäude werden sich in ihrer Mehrzahl sukzessive von Gas- und Ölheizungen zu erneuerbaren Versorgungsoptionen hinwenden. Es ist davon auszugehen, dass Ölheizungen bis 2045 keine Rolle mehr spielen, es könnten aber noch einige Objekte am Gasnetz bleiben. Sollten diese Objekte bis 2045 nicht wechseln, so müssen sie in jedem Fall grünes Gas verwenden. Der Netzbetreiber weist in seiner Stellungnahme zum Endbericht darauf hin, dass die Versorgung nach 2045 nicht durch das Gasnetz, sondern über eine dezentrale Bereitstellung (bspw. mit Gastanks) erfolgen müsste. Wie hoch der Anteil dieser Heizungen im Zieljahr ist, hängt sowohl von der im Zieljahr zur Verfügung stehenden Infrastruktur sowie der Wirtschaftlichkeit dieser Versorgungsart ab und kann im Rahmen des Wärmeplans nicht abgeschätzt werden. Aus diesem Grund bleibt diese Versorgungsart zunächst unberücksichtigt, gilt es aber in einer Fortschreibung erneut zu prüfen. Für die meisten Gebäude wird dennoch die Luft/Wasser-Wärmepumpe eine zentrale Rolle spielen. Der Anteil elektrischer Heizungen und Biomasseheizungen (z.B. Pellet) wird sich geringfügig verändern. Das Gasnetz wird durch die Entscheidungen der Eigentümer*innen künftig Abnehmer verlieren. Insgesamt wird in Zukunft weniger Leistung der Heizungsanlagen notwendig sein, da Hüllsanierungen den Bedarf senken. In jedem Einzelfall muss dennoch der*die Eigentümer*in eine gesonderte energetische Untersuchung am Gebäude vornehmen lassen, um zu prüfen ab welchem Sanierungszustand sich das Gebäude für eine Wärmepumpe eignet.

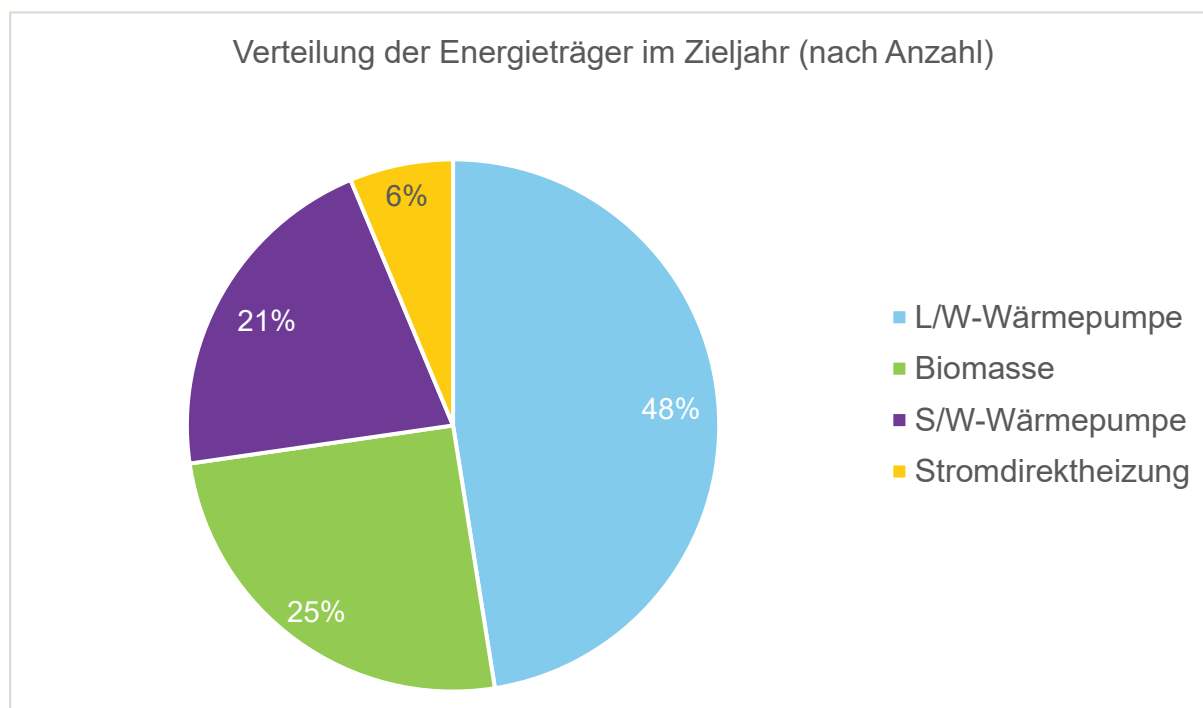


Abbildung 35: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Energieträger im Zieljahr 2045 nach Anzahl

6.5. Versorgungsstruktur Wärmenetze

Als Basis für die Erarbeitung eines anzustrebenden Wärmenetzausbaus im Zieljahr sind die Wärmebedarfe und -dichten in den Stadtteilen zu ermitteln. Weitere Aspekte wie die Gebäudenutzung und die energetischen Zustände der Gebäude spielen ebenfalls eine Rolle. Sind Untersuchungsgebiete definiert, können exemplarische Wärmenetze berechnet werden, um ein Investitionsvolumen sowie Anlagenleistungen, Wärmebedarfe und -verluste abschätzen zu können. Auf Basis von Subquartiersspezifika (Clusterspezifika) wie Wärmebedarf, Wärmedichte, Baualtersklassen, Heizungstypen, Nutzungstypen, Standortmöglichkeiten für Heizzentralen und räumlich nahegelegenen Erneuerbare-Energien-Potenzialen wurden Wärmenetze für räumlich zusammenhängende Cluster exemplarisch berechnet. So können Investitionskosten, die Dimensionierung der Heizzentrale und der Rohrleitungen abgeschätzt werden.

Für die Wirtschaftlichkeit der Energieträger werden nach Möglichkeit zukünftige Investitions- und Betriebskosten verwendet. Die Berechnungsparameter für das Verteilnetz, Übergabestationen, Großwärmepumpe, dezentralen Wärmepumpen und Wärmespeicher basieren auf dem Technikkatalog des KWW (Juni 2024). Für alle Wärmenetz-Szenarien mit Hackschnitzelversorgung bis 1 MW thermischer Leistung und/oder Großwärmepumpe wird von einer Förderfähigkeit gemäß der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)¹¹ ausgegangen. Bei den nachfolgenden Kostenabschätzungen wird von einer durchschnittlichen Anschlussquote von 70 % ausgegangen, die für eine Umsetzung benötigte tatsächliche Anschlussquote gilt es in einer Machbarkeitsstudie zu ermitteln.

6.5.1. Eignungsgebiet Michelstadt Altstadt

Das untersuchte Eignungsgebiet liegt in der Stadtmitte bzw. Altstadt von Michelstadt und umfasst im Wesentlichen den Bereich innerhalb und entlang des Altstadttrings mit Unterer und Oberer Pfarrgasse, Mauerstraße, Burggraben und Neutorstraße. Nördlich wird das Gebiet unter anderem durch die Waldstraße begrenzt, östlich reicht es bis in den Bereich um den Stadtgarten. In südlicher Richtung bildet die Kellereibergstraße die Gebietsgrenze, im Westen der Wiesenweg. Die Bebauung ist überwiegend dicht und kleinteilig und geprägt von historischer Wohnbebauung mit Mischnutzungen sowie öffentlichen Einrichtungen. Aus fachlicher Sicht ist dieses Wärmenetzeignungsgebiet mit der höchsten Priorität zu behandeln und stellt die erste empfohlene Ausbaustufe im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dar, da insbesondere durch die Bebauungsstruktur die Umsetzung von Einzellösungen sich komplex gestalten könnte.

Das Eignungsgebiet umfasst 324 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden können. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 36 sind die jeweiligen Wärmelinienindichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 beziffern. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmelinienindichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter

¹¹ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.¹²

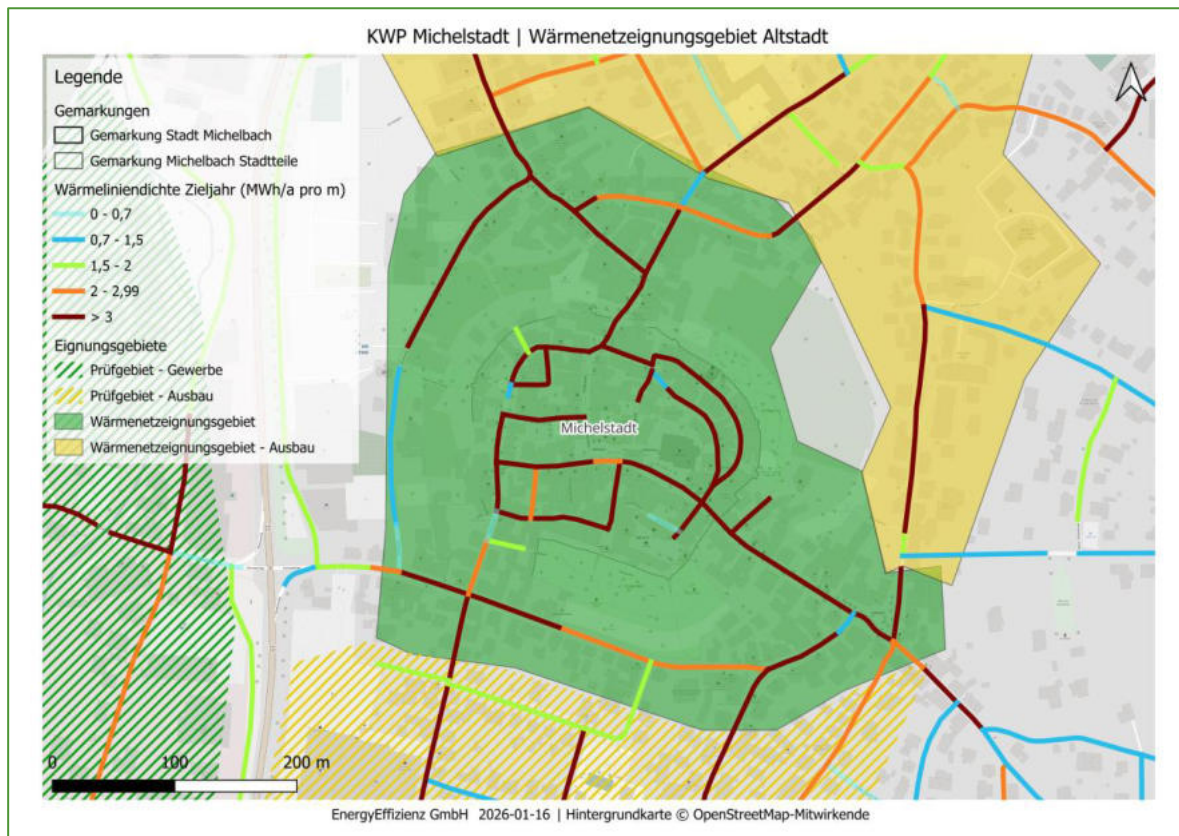


Abbildung 36: Wärmelinien-dichte im Wärmenetz Michelstadt Altstadt, 100 % Anschlussquote

Basierend auf Abbildung 36 wurde für das Wärmenetz eine erste konzeptionelle Analyse für die Wärmenetzversorgung geprüft. Tabelle 14 zeigt die ermittelten Eckdaten für die Ausbaustufe im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 %. Auf Grundlage der in Tabelle 14 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 14: Eckdaten Wärmenetz Michelstadt Altstadt

Eckdaten Netz und Zentrale	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	227
Wärmebedarf	10,4 GWh/a
zzgl. Wärmeverluste	1,7 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	5,7 MW
Grundfläche Heizzentrale	175 m ²
Rohrleitungslänge	2.995 m

¹² Leitfaden Wärmeplanung Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), Tabelle 12

Betrachtet werden eine Versorgungsvariante mit einer Holzhackschnitzelanlage sowie eine Variante mit einer Großwärmepumpe (Luft/Wasser). Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹³ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) bei rund 15,4 bis 16,1 Millionen €. Nachdem für Wärmenetz-Szenarien mit Hackschnitzelversorgung ab 1 MW thermischer Leistung von keiner Förderfähigkeit gemäß BEW ausgegangen wird,¹⁴ werden Fördermittel ausschließlich für die Variante mit Luft/Wasser-Wärmepumpe angenommen. Unter der Berücksichtigung der Fördermittel für diese Variante reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten potenziell auf 9,7 Millionen €. Folgende Erkenntnisse können darüber hinaus der ersten konzeptionellen Analyse entnommen werden:

- Basierend auf den aktuellen Energieträgerpreisen – ohne Berücksichtigung der Fördermittel – liegen die annuitätischen Kosten der Variante mit einer Holzhackschnitzelanlage durchschnittlich etwa 29 % unter den Kosten einer Großwärmepumpe (Luft/Wasser).
- Eine reine Hackschnitzelversorgung mit der benötigten Heizleistung ist nur unter bestimmten Bedingungen und mit erheblichen Einschränkungen in der Brennstoffliste förderfähig. Entfällt die Förderfähigkeit für Hackschnitzel, sind die annuitätischen Kosten für die Wärmeversorgung durch eine Großwärmepumpe in etwa vergleichbar mit denen einer Hackschnitzelanlage.
- Für das Eignungsgebiet Michelstadt Altstadt wurde im Zielszenario dennoch die Hackschnitzelvariante als präferierte Wärmeerzeugung gewählt. Begründet wird dies durch das südlich angrenzende Bestandsnetz mit Hackschnitzelnutzung sowie das hohe regionale Biomassepotenzial im Odenwald. Alternativ kann die Wärmepumpenvariante herangezogen werden, die bei einer Heizleistung von 5,7 MW vollständig förderfähig ist, einschließlich der Betriebskosten.
- Neben dem Vergleich der beiden genannten Versorgungsvarianten sind jedoch weitere Energiequellen, wie beispielsweise Solarthermie und Agrothermie, nicht ausgeschlossen. Der Einsatz weiterer Wärmequellen kann in einer nachgelagerten Machbarkeitsstudie geprüft werden.

Die annuitätischen Kosten der im untersuchten Eignungsgebiet betrachteten Wärmenetzvarianten liegen mit rund 1,03 Millionen Euro pro Jahr für die Hackschnitzelvariante (ohne Förderung) und 1,02 Millionen Euro pro Jahr für die Wärmepumpenvariante (mit Förderung) etwa 8 % bis 9 % unter den Kosten einer Einzelgebäudeversorgung. Dabei ist zu beachten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auch von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 37 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Eignungsgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich etwa 8 % niedriger oder bis zu 15 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als

¹³ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

¹⁴ Für die Förderfähigkeit von Wärmenetzen dürfen bei einer installierten Leistung ab 1 MW keine Hackschnitzel, Scheithölzer oder Pellets aus naturbelassenem Holz genutzt werden, es muss stattdessen unter anderem auf Holzreste aus Abfällen oder aus Pflegeschnittgut zurückgegriffen werden.

auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

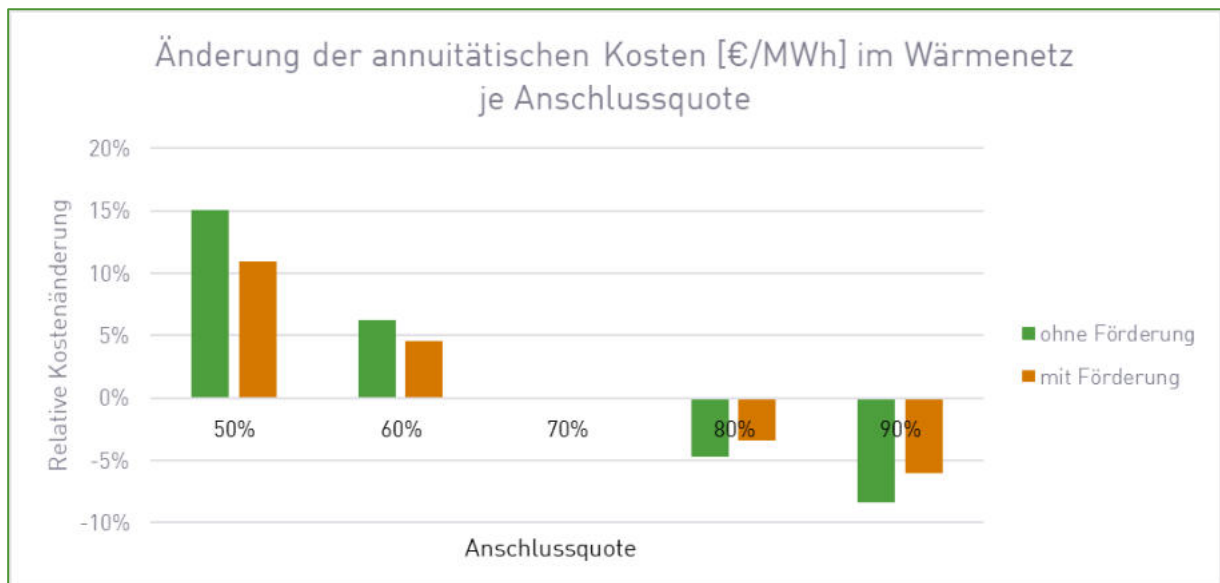


Abbildung 37: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Michelstadt Altstadt

6.5.2. Eignungsgebiet Michelstadt Nord

Das untersuchte Wärmenetzeignungsgebiet umfasst den nördlich an die Altstadt angrenzenden Siedlungsbereich von Michelstadt mit überwiegend zusammenhängender Wohnbebauung und einzelnen öffentlichen Einrichtungen (wie z. B. der Stadtschule und Stadtverwaltung). Im Westen wird das Gebiet im Wesentlichen durch die B 45 begrenzt, im Norden durch den Bereich um die Pestalozzistraße, im Osten durch die Ludwig-Kurz-Straße und Waldstraße. Die südliche Abgrenzung verläuft entlang der Grenze zum Eignungsgebiet Altstadt und orientiert sich an den dortigen innerstädtischen Straßen- und Quartiersstrukturen. Das Eignungsgebiet Michelstadt Nord ist als zweite Priorität vorgesehen und stellt eine potenzielle Ausbaustufe in direkter räumlicher Anknüpfung an das prioritäre Eignungsgebiet Altstadt dar.

Das Eignungsgebiet umfasst 268 Gebäude, die potenziell angeschlossen werden können. Ein möglicher Standort für die Heizzentrale wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht bestimmt und würde erst bei einer konkreten Machbarkeitsstudie final festgelegt werden. In Abbildung 38 sind die jeweiligen Wärmelinienindichten je Straßenzug dargestellt, die den prognostizierten Wärmeverbrauch im Zieljahr 2045 beziffern. Aus dem Leitfaden für kommunale Wärmeplanung geht hervor, dass in bebauten Gebieten ab einer Wärmelinienindichte von 1,5 bis 2,0 MWh pro Meter Trassenlänge eine genauere Prüfung zur Wärmenetzeignung als sinnvoll erscheint.¹⁵

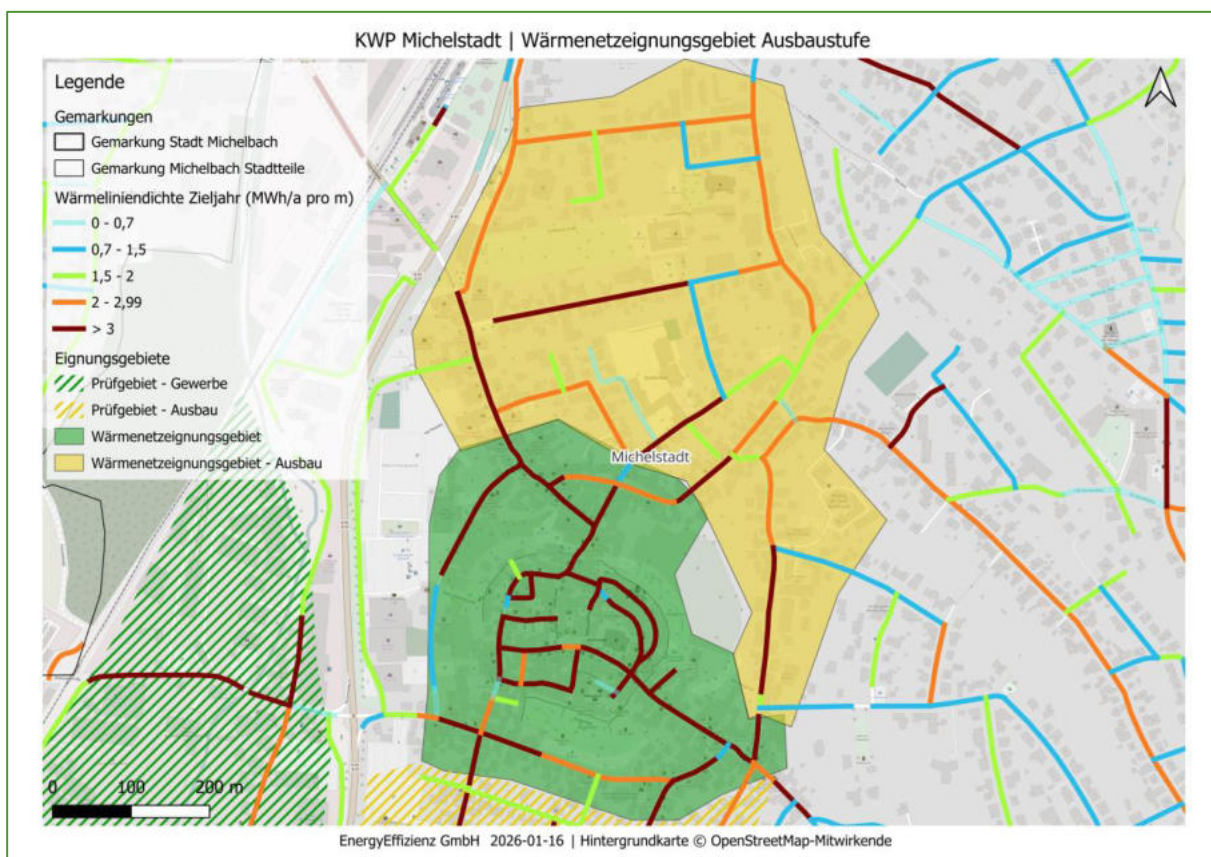


Abbildung 38: Wärmelinienindichte im Wärmenetz Michelstadt Nord, 100 % Anschlussquote

¹⁵ Leitfaden Wärmeplanung Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), Tabelle 12

Basierend auf Abbildung 38 wurde für das Wärmenetz eine erste konzeptionelle Analyse für die Wärmenetzversorgung geprüft. Tabelle 15 zeigt die ermittelten Eckdaten für die Ausbaustufe im Zieljahr 2045, exemplarisch unter der Berücksichtigung einer Anschlussquote von 70 %. Auf Grundlage der in Tabelle 15 ermittelten Eckdaten werden die Gesamtinvestitionskosten über einem Zeitraum der technischen Nutzungsdauer annualisiert und zu den jährlichen Betriebs- und Wartungskosten addiert. Dadurch können die ermittelten Kosten der dezentralen Wärmeversorgung direkt gegenübergestellt werden.

Tabelle 15: Eckdaten Wärmenetz Michelstadt Nord

Eckdaten Netz und Zentrale	
Anschlussquote	70 %
Anzahl Gebäude	187
Wärmebedarf	6,2 GWh/a
zzgl. Wärmeverluste	1,0 GWh/a
Heizleistung (thermisch)	3,4 MW
Grundfläche Heizzentrale	130 m ²
Rohrleitungslänge	3.773 m

Betrachtet werden eine Versorgungsvariante mit einer Holzhackschnitzelanlage sowie eine Variante mit einer Großwärmepumpe (Luft/Wasser). Ohne die Berücksichtigung aller Fördermittel¹⁶ liegen die Gesamtinvestitionskosten (Heizung und Gebäude, Wärmenetz, Wärmeübergabestationen) bei rund 13,4 bis 14,6 Millionen €. Nachdem für Wärmenetz-Szenarien mit Hackschnitzelversorgung ab 1 MW thermischer Leistung von keiner Förderfähigkeit gemäß BEW ausgegangen wird,¹⁷ werden Fördermittel ausschließlich für die Variante mit Luft/Wasser-Wärmepumpe angenommen. Unter der Berücksichtigung der Fördermittel für diese Variante reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten potenziell auf 8,7 Millionen €. Folgende Erkenntnisse können darüber hinaus der ersten konzeptionellen Analyse entnommen werden:

- Basierend auf den aktuellen Energieträgerpreisen – ohne Berücksichtigung der Fördermittel – liegen die annuitätischen Kosten der Variante mit einer Holzhackschnitzelanlage durchschnittlich etwa 29 % unter den Kosten einer Großwärmepumpe (Luft/Wasser).
- Eine reine Hackschnitzelversorgung mit der benötigten Heizleistung ist nur unter bestimmten Bedingungen und mit erheblichen Einschränkungen in der Brennstoffliste förderfähig. Entfällt die Förderfähigkeit für Hackschnitzel, sind die annuitätischen Kosten für die Wärmeversorgung durch eine Großwärmepumpe in etwa vergleichbar mit denen einer Hackschnitzelanlage.

¹⁶ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Modul 1-4, www.bafa.de

¹⁷ Für die Förderfähigkeit von Wärmenetzen dürfen bei einer installierten Leistung ab 1 MW keine Hackschnitzel, Scheithölzer oder Pellets aus naturbelassenem Holz genutzt werden, es muss stattdessen unter anderem auf Holzreste aus Abfällen oder aus Pflegeschnittgut zurückgegriffen werden.

- Im Zielszenario wird für das Eignungsgebiet daher die Großwärmepumpe (Luft/Wasser) herangezogen, die im Vergleich zur Hackschnitzelversorgung eine Investitions- und Betriebskosten-Förderung ermöglicht.
- Neben dem Vergleich der beiden genannten Versorgungsvarianten sind jedoch weitere Energiequellen, wie beispielsweise Solarthermie und Agrothermie, nicht ausgeschlossen. Der Einsatz weiterer Wärmequellen kann in einer nachgelagerten Machbarkeitsstudie geprüft werden.

Die annuitätischen Kosten der im untersuchten Eignungsgebiet betrachteten Wärmenetzvarianten liegen mit rund 721 Tausend Euro pro Jahr für die Hackschnitzelvariante (ohne Förderung) und 710 Tausend Euro pro Jahr für die Wärmepumpenvariante (mit Förderung) etwa 7 % bis 9 % unter den Kosten einer Einzelgebäudeversorgung. Dabei ist zu beachten, dass die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auch von der final vertraglich zugesicherten Anschlussquote abhängt. Abbildung 39 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Anschlussquoten im Eignungsgebiet auf die jährlichen Gesamtkosten je bereitgestellter Megawattstunde Wärme auswirken können. Ausgehend von der angenommenen Anschlussquote von 70 % können diese, je nach tatsächlicher Quote, um durchschnittlich etwa 8 % niedriger oder bis zu 14 % höher ausfallen. Die Gesamtkosten umfassen sowohl die Investitionen als auch laufende Kosten für Wartung und Betrieb und basieren auf den allgemeinen Technologie- und Kostenparametern aus Kapitel 6.4.1.

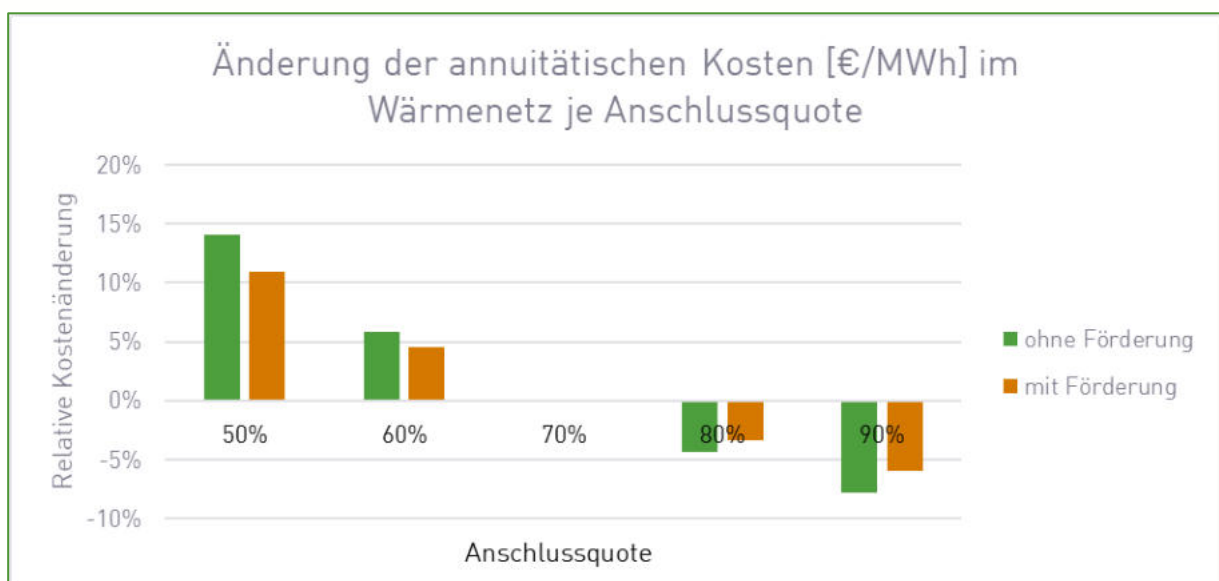


Abbildung 39: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Michelstadt Nord

6.6. Versorgungssicherheit und Realisierungsrisiko

Im folgenden Abschnitt soll eine Abschätzung der Risiken bezüglich Versorgungssicherheit und Realisierung für die vorgenommene Gebietseinteilung erfolgen.

Diese 4 Fragen spielen dabei eine wichtige Rolle:

1. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf den rechtzeitigen Auf-, Aus- und Umbau der erforderlichen Infrastruktur im beplanten Gebiet?
2. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf die rechtzeitige Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen?
3. Wie hoch sind die Risiken mit Blick auf die rechtzeitige lokale Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen?
4. Wie robust ist die Bewertung der Eignung der verschiedenen Wärmeversorgungsarten hinsichtlich möglicher veränderter Rahmenbedingungen?

6.6.1. Wärmenetzgebiete

Bei der Planung von Wärmenetzgebieten sind zur Sicherstellung der Realisierbarkeit viele Faktoren bereits frühzeitig zu beachten. Hierzu zählt u. a. die Belegung des Untergrunds durch andere Leitungen. In der Kernstadt wird keine Einschränkung möglicher Wärmeleitungen angenommen.

Vorgelagerte Infrastrukturen haben keinen wesentlichen Einfluss auf die lokale Infrastruktur der Wärmenetze. Lediglich die Anbindung an das Stromnetz zum Betrieb von Großwärmepumpen spielt eine Rolle.

Der Netzbetreiber hat in seiner Stellungnahme zum Endbericht dahingehend ausgeführt, dass seine Zielnetzplanung in Einklang mit § 14d EnWG keine explizite Anbindung von Großwärmepumpen in Michelstadt und Erbach vorsehe. Gleichwohl berücksichtige die Planung in den vorgelagerten Netzebenen, dass die für die Generierung der Raumwärme erforderliche Energie weitgehend über das öffentlich Stromversorgungsnetz bezogen werden wird. Damit ist die Bereitstellung der für die Wärmeversorgung erforderlichen elektrischen Leistung grundsätzlich über Planung Netzbetreibers sichergestellt. Dabei spielt es in den vorgelagerten Netzebenen nur eine untergeordnete Rolle, ob die unmittelbare Versorgung der Anschlusskunden über dezentrale Wärmepumpen oder ein Wärmepumpen-betriebenes Heizwerk mit nachgelagertem Wärmenetz erfolgt. Der Unterschied ist, ob das Niederspannungsnetz zu ertüchtigen ist oder Anschlussleitungen und Strom-Übergabestationen für Heizwerke zu planen sind. Diese konkrete Ausführungsplanung wird aber erst erfolgen, wenn endgültig feststeht, wo Wärmenetze und Heizwerke installiert werden.

Risiken der lokalen Verfügbarkeit von Energieträgern hängen stark von deren Erschließung ab. In vielen Fällen empfiehlt es sich, das Risiko mit einer vorangehenden Machbarkeitsstudie einzuschätzen und mithilfe einer konkreten Zeitplanung zu minimieren. Die Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen ist ebenfalls stark von der Energieträgerwahl abhängig. Kann die Umsetzung des Wärmenetzeignungsgebiets mit der Nutzung lokal verfügbarer Wärmequellen stattfinden, bestehen weniger Risiken als beim Einsatz überregional gehandelter Energieträger.

Das Risiko hinsichtlich Versorgungssicherheit und Realisierung wird im vorgeschlagenen

Wärmenetzeignungsgebiet insgesamt als mittel bis gering eingeschätzt und mithilfe der Machbarkeitsstudie weiter reduziert.

6.6.2. Wasserstoffnetzgebiet

Zum Stand 2026 ist keine Anbindung an ein Wasserstofftransportnetz vorgesehen. Auch zur Versorgung von lokaler Wasserstofferzeugung und -speicherung bestehen bisher keine konkreten Planungen, weshalb die Versorgung eines Wasserstoffnetzes in naher Zukunft nicht möglich ist.

Sollte sich in den kommenden Jahren angebotsseitig (Versorgungsmöglichkeit über Anschluss an das Wasserstoffkernnetz, lokale Erzeugungsprojekte o.ä.) Änderungen ergeben wäre die entscheidende Frage, inwiefern sich die vorhandene Erdgasleitung für eine umgestellte Versorgung eignen würde.

Der Netzbetreiber weist darauf hin, dass er im Netz physikalisch keinen „Grüngasanteil“ darstellen könne. Für einzelne Kunden könne gegebenenfalls bilanziell eine Versorgung mit „Grüngasanteil“ angeboten werden. Dies stelle jedoch keinen physikalischen Anteil im Netz dar. Darüber hinaus wird aufgrund hoher Nachfrage auch zukünftig die Preisentwicklungen von Wasserstoff mit großen Unsicherheiten behaftet sein.

Zusammenfassend wird die Versorgung und Realisierung von Wasserstoffnetzen aktuell als nicht umsetzbar eingeschätzt. Die Entwicklung sollte dennoch beobachtet und in zukünftigen Fortschreibungen der Kommunalen Wärmeplanung neu bewertet werden.

6.6.3. Gebiete für die dezentrale Versorgung

Die dezentrale Versorgung ist mit dem Ausbau von Wärmepumpen für Einzelgebäude auf den Anschluss an das Stromverteilnetz angewiesen.

Aktuell geht der Netzbetreiber davon aus, dass sich die meisten Abnehmer zukünftig für eine strombasierte Wärmelösungen entscheiden werden und die Netzinfrastruktur (Gas & Strom) sektorübergreifend dahingehend transformiert werden muss. Dementsprechend plane der Netzbetreiber die Ertüchtigung des Stromnetzes. Dazu gehören unter an unter anderem der Bau weiterer Umspannanlagen im Netzgebiet sowie die bedarfsorientierte Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Ortsnetzstationen im Zuge der fortschreitenden Wärme- und Mobilitätswende. Dies sei auch in den Investitionsplänen entsprechend berücksichtigt.

Sofern für die Umsetzung notwendiger Ausbaumaßnahmen die Mitwirkung der Kommune erforderlich ist, empfiehlt sich ein frühzeitiger Austausch zwischen Netzbetreiber und Kommune. Dies erleichtert die Planung und senkt das Risiko hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit benötigter Netzkapazität.

Bei der Nutzung von Biomasse sollte stets auf lokale Ressourcen zurückgegriffen werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und die Abhängigkeit von überregionalen Märkten zu reduzieren. Die verstärkte Biomassenutzung könnte in Zukunft mit einem Preisanstieg verbunden sein, wird allerdings bisher als geeignete Alternative neben der Wärmepumpe eingeschätzt.

6.7. Energie- und Emissionsbilanzen zum Zielszenario

Im folgenden Abschnitt werden die Energie- und Emissionsbilanzen zusammenfassend für den Status quo (Bilanzierungsjahr 2023), die Zwischenjahre 2030, 2035, 2040, sowie für das Zieljahr 2045 dargestellt. Die Bilanzen der Zwischenjahre ergeben sich aus einer Kombination aus energetischen Sanierungen (gemäß Potenzialanalyse), dem Wechsel der Heizungstechnologie (gestaffelt nach dem Heizungsalter) und dem Bau und Ausbau von Wärmenetzen. Auch die Emissionsreduktion des allgemeinen Strommix hat Auswirkungen auf die dargestellten Bilanzen.

6.7.1. Energie- und Treibhausgasbilanz nach Verbrauchssektoren

Nachfolgend werden jeweils der Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) in Status quo und Zielszenario differenziert nach Verbrauchssektoren dargestellt. Hierbei zeigt sich, dass die prozentualen Verteilungen von Endenergiebedarf und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen nur leichten Veränderungen bis zum Zieljahr unterliegen. Besonders hervorzuheben ist die Reduzierung des Endenergiebedarfs um 127,1 GWh, von 231,6 GWh im Jahr 2023 auf 104,5 GWh im Jahr 2045. Durch den Einsatz nachhaltigerer Energieträger und den geringeren Endenergiebedarf können die CO₂-Emissionen um 54.307,5 Tonnen reduziert werden, von 56.334,9 Tonnen im Jahr 2022 auf 2.027,4 Tonnen im Jahr 2045.

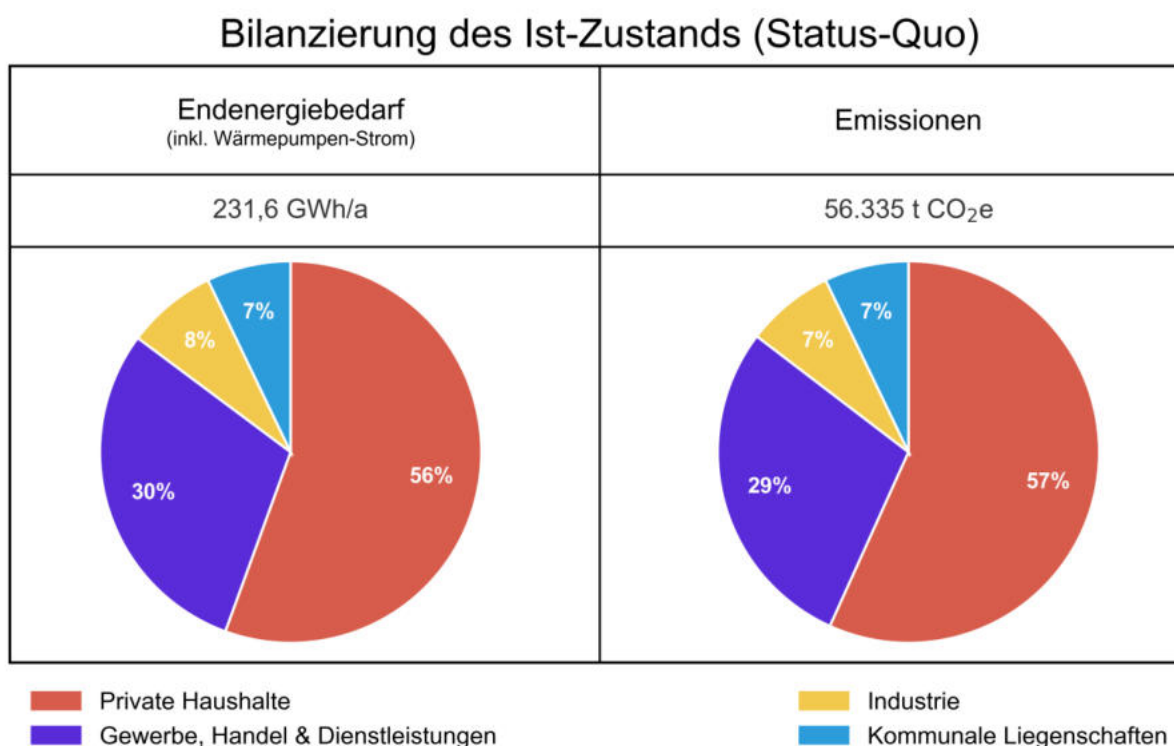


Abbildung 40: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Ist-Zustand

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2030

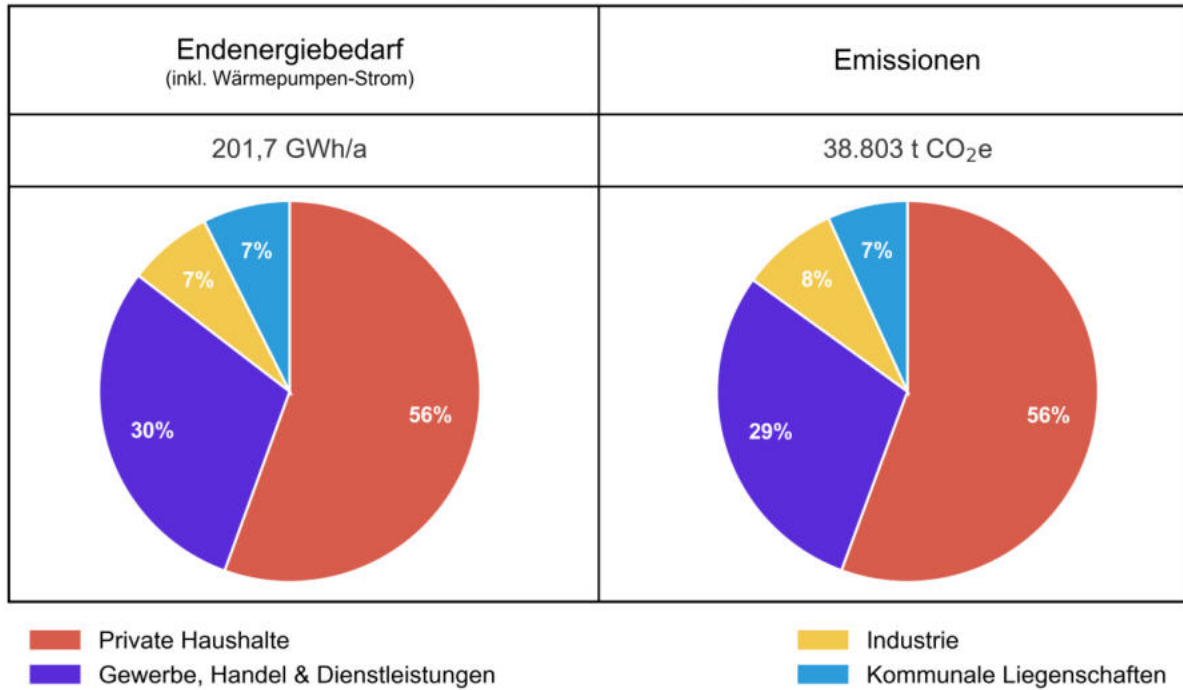


Abbildung 41: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2030

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2035

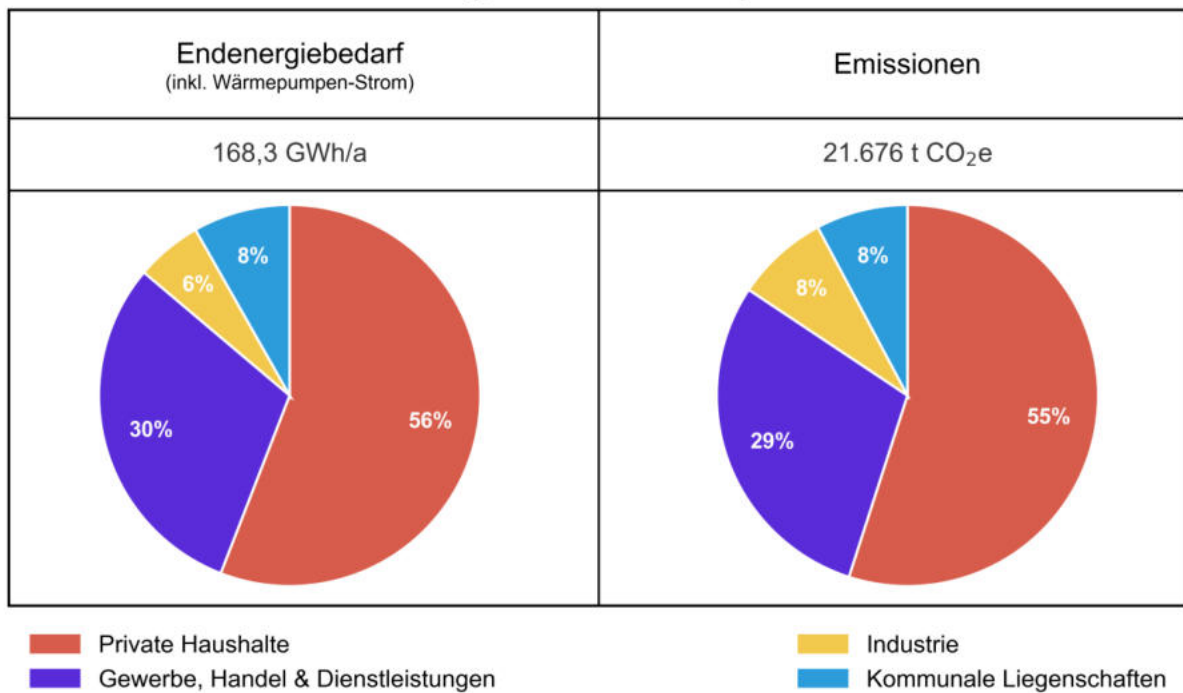


Abbildung 42: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2035

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2040

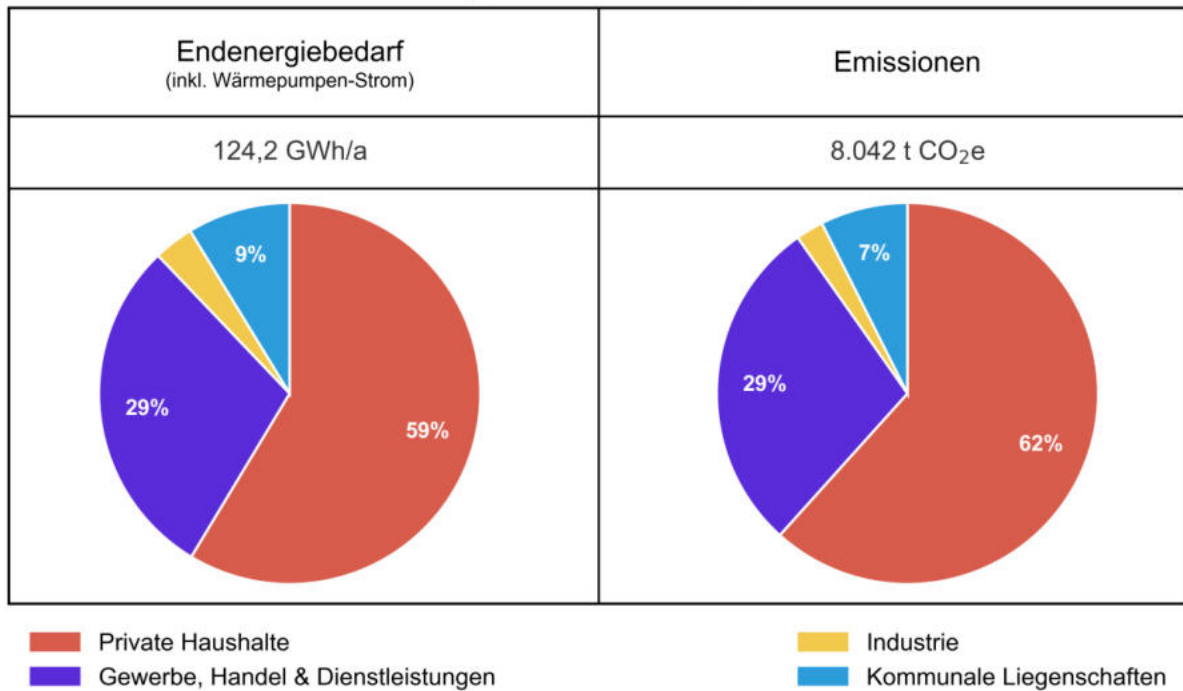


Abbildung 43: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2040

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2045

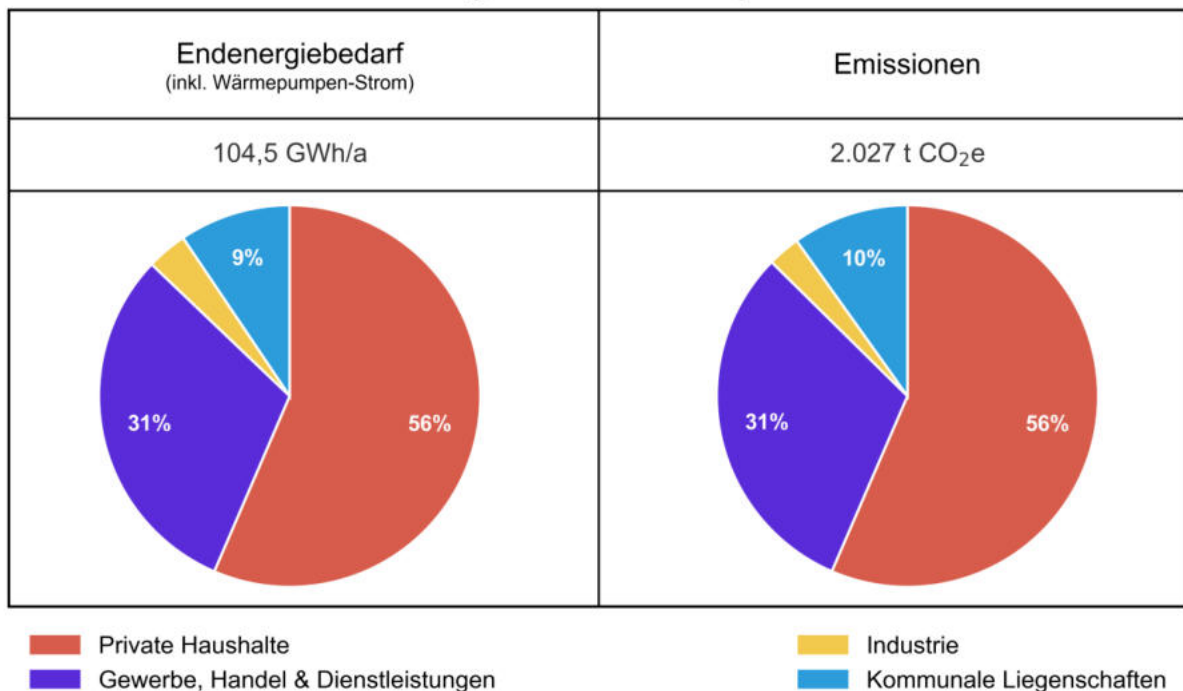


Abbildung 44: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zieljahr 2045

6.7.2. Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern

Nachfolgend werden jeweils der Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) in Status quo und Zielszenario differenziert nach Energieträgern dargestellt. Der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energieträger erhöht zwar deren prozentualen Anteil an den CO₂-Emissionen, reduziert jedoch die absolute Menge der Emissionen.

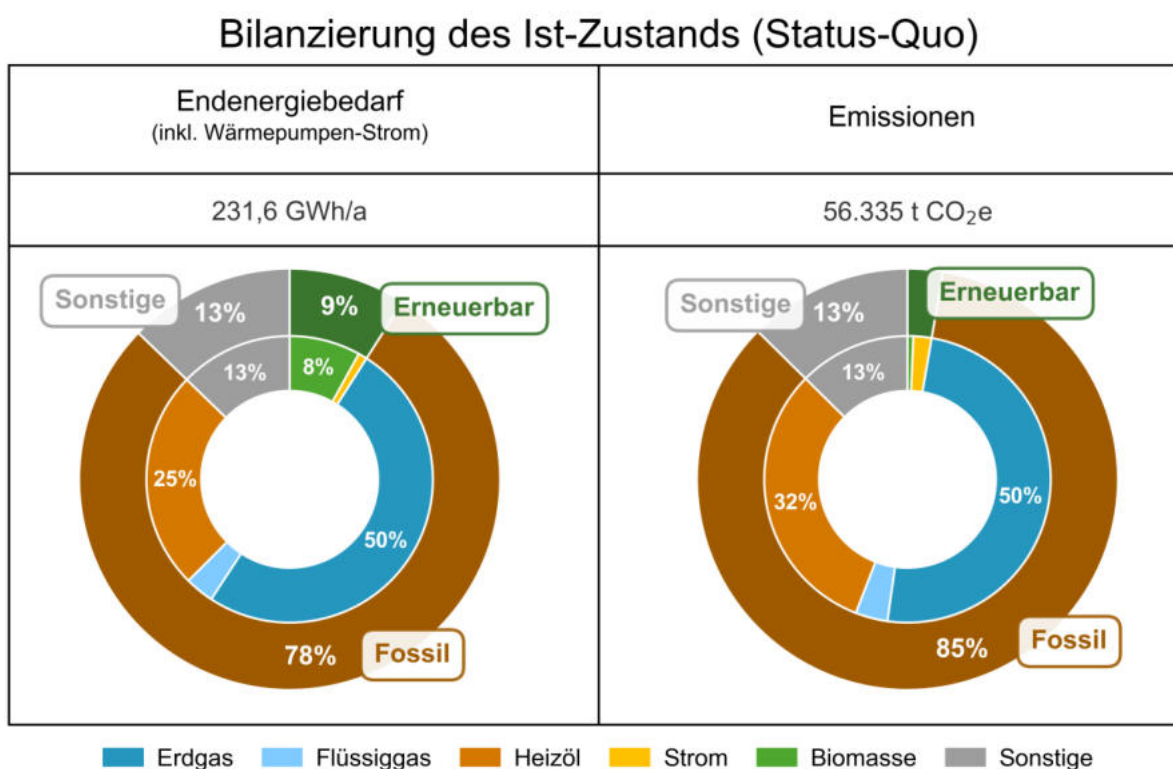


Abbildung 45: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Ist-Zustand 2023

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2030

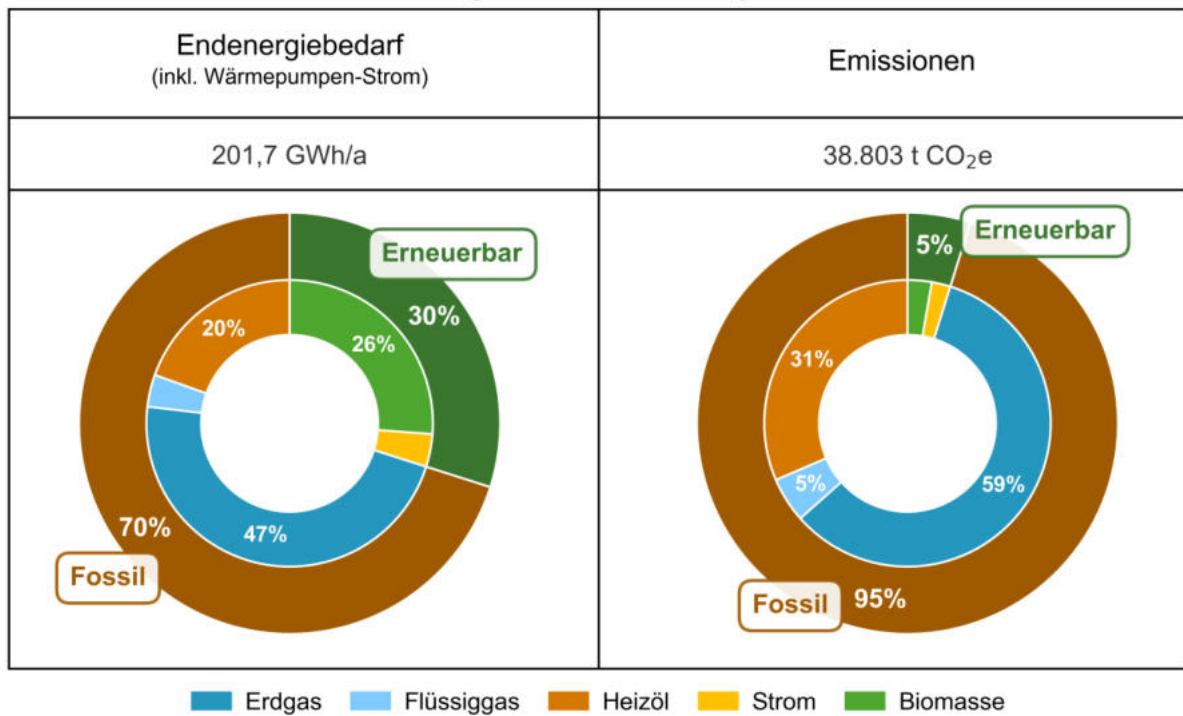


Abbildung 46: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2030

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2035

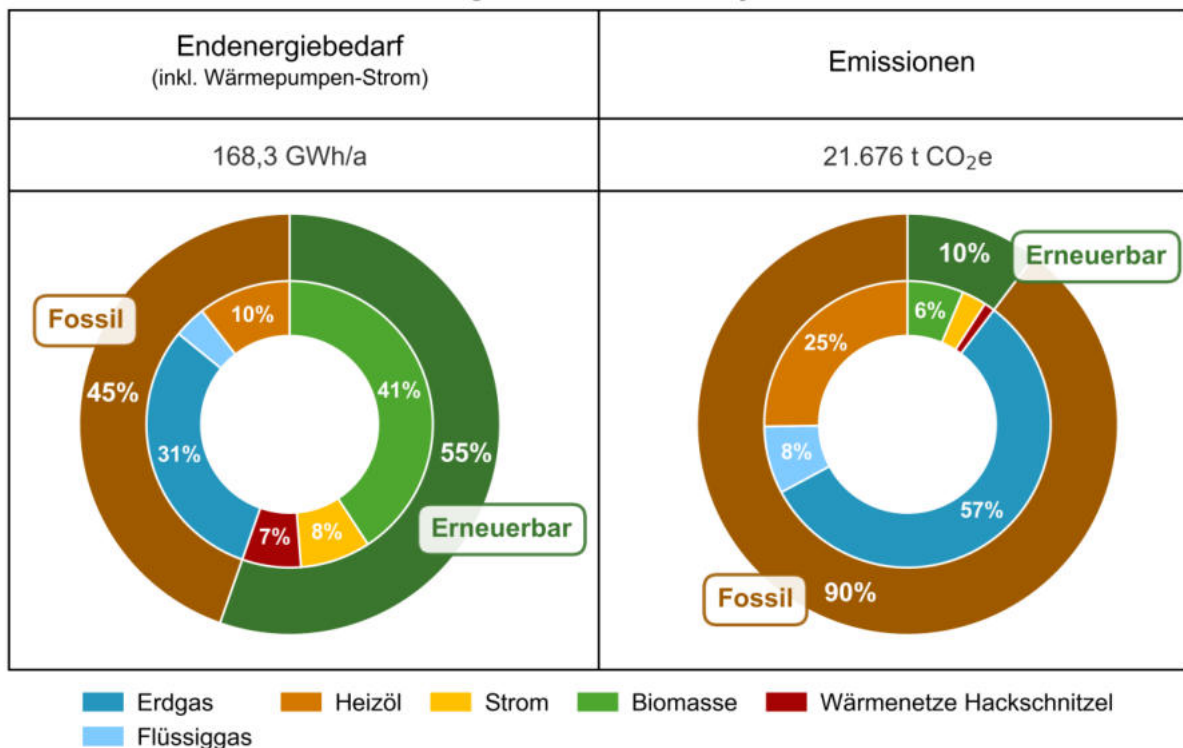


Abbildung 47: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2035

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2040

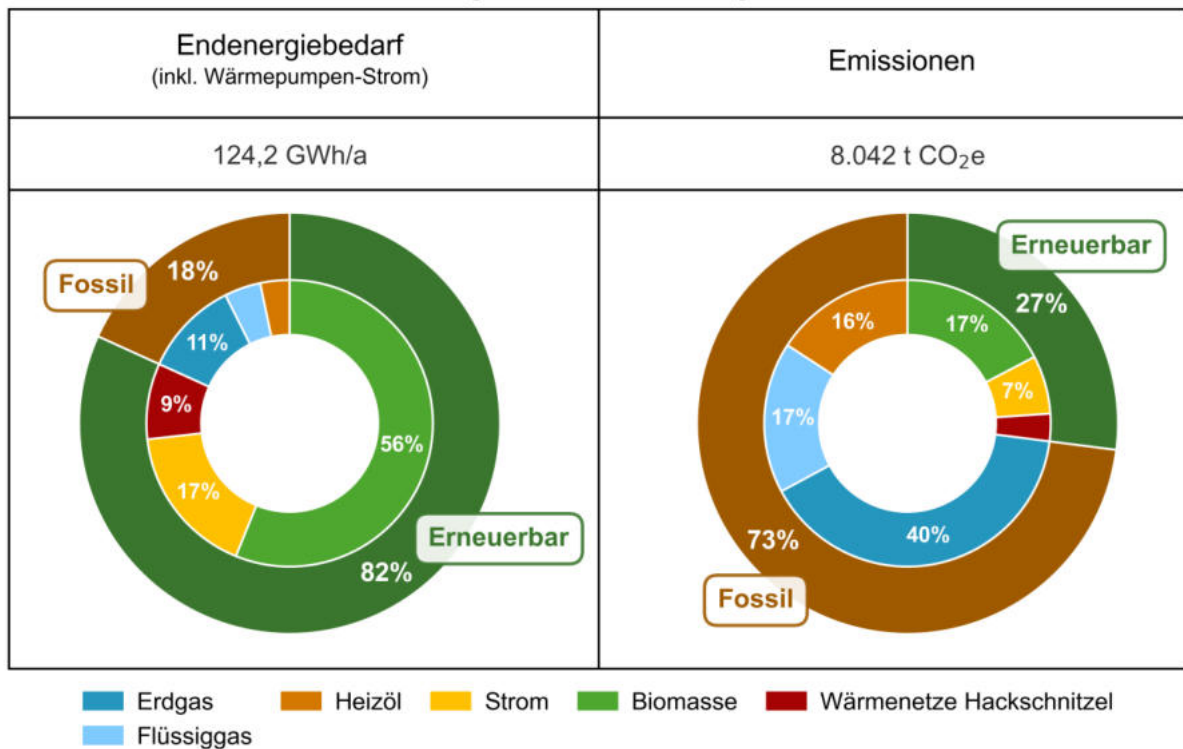


Abbildung 48: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2040

Bilanzierung des Zwischenjahrs 2045

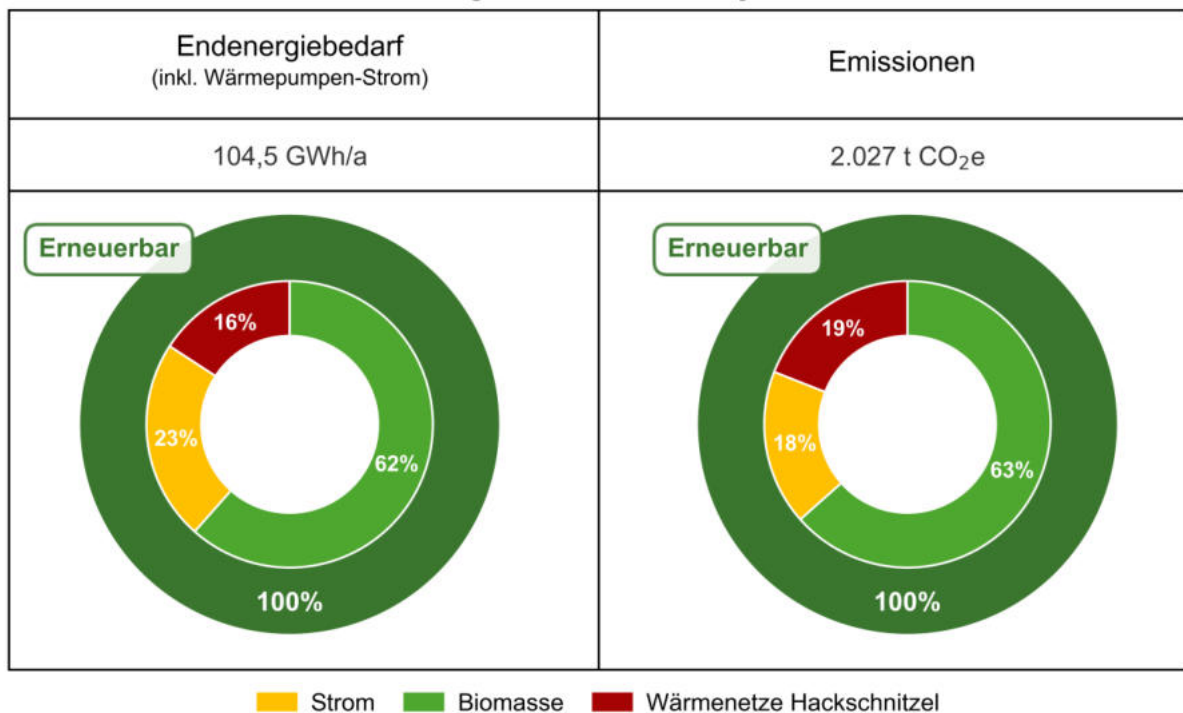


Abbildung 49: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zieljahr 2045

6.7.3. Emissionsentwicklung bis 2045 auf einen Blick

Nachfolgend wird die Emissionsentwicklung gemäß Zielszenario dargestellt, vom Status quo über die Zwischenjahre 2030, 2035 und 2040 bis zum Zieljahr 2045. Insgesamt wird eine Emissionsreduktion von 98 Prozent erreicht, was je nach Nutzung von Emissionssenkten dem bundesgesetzlich definierten Ziel der Treibhausneutralität bis zu diesem Jahr entspricht.

Zu beachten ist, dass der Endenergiebedarf dargestellt ist. Würde hier die Wärmemenge dargestellt werden, würde der Anteil des Stroms, durch den hohen Wirkungsgrad von Wärmepumpen, wesentlich höher ausfallen (besonders im Jahr 2045). Der hohe Anteil der Biomasse lässt sich in großen Teilen auf den industriellen Bedarf an Prozesswärme zurückführen – hier sind auch andere Technologien, wie Wasserstoff, denkbar.

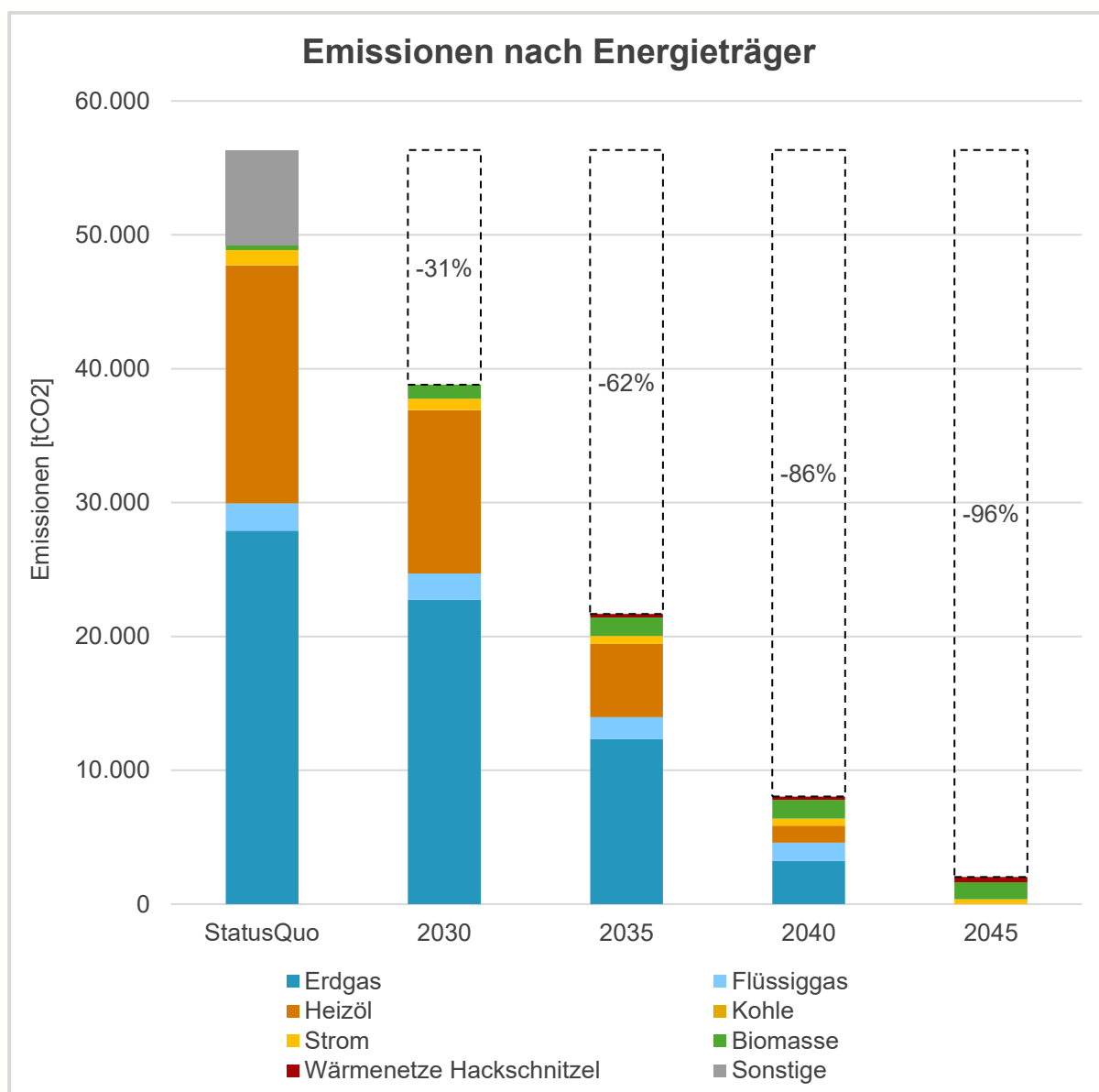


Abbildung 50: Emissionsreduktion bis 2045 nach Energieträger

In folgender Darstellung sind die kumulierten Emissionen dargestellt, welche nach Berechnungen des Zielszenarios bis zum Zieljahr 2045 in der Stadt Michelstadt entstehen werden. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen verlangsamt den Anstieg der kumulierten Emissionen. Im Vergleich zum Status quo ist der Anstieg im Zieljahr 2045 deutlich abgeflacht.

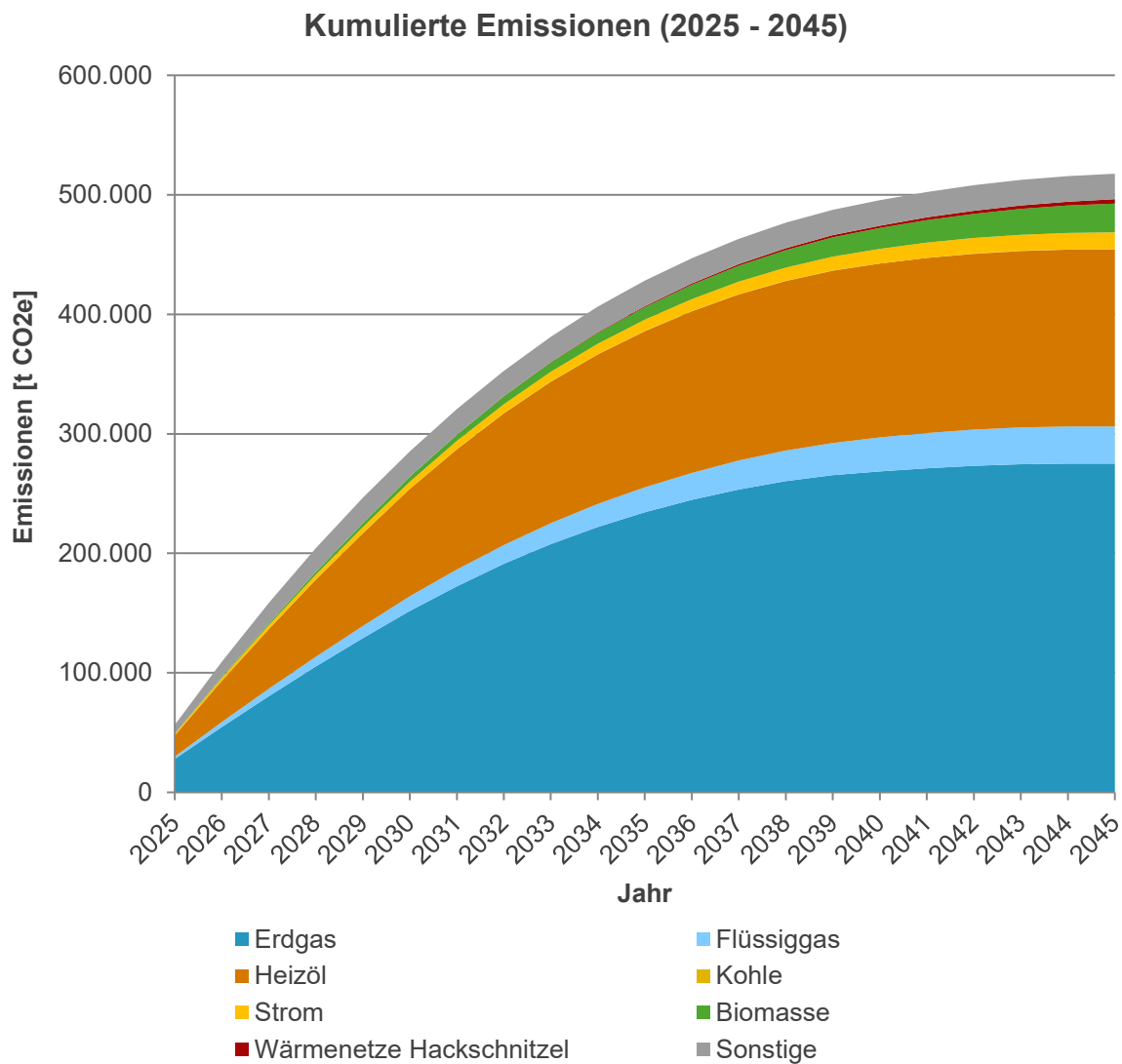


Abbildung 51: Kumulierte Emissionen bis 2045 nach Energieträger

7. Wärmewendestrategie

Aufbauend auf der Potenzialanalyse sollen mithilfe der Wärmewendestrategie Transformationspfade hin zum Zielszenario aufgezeigt werden. Die nachfolgend formulierte Handlungsstrategie kann als Leitfaden zur weiteren Stadt- und Energieplanung sowie zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung dienen. Die Wärmewendestrategie umfasst ausgearbeitete Maßnahmen, die einzelnen Fokusgebieten zugeordnet wurden. Insgesamt wurden fünf Fokusgebiete sowie deren zugehörige Maßnahmen zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung identifiziert. Die identifizierten Fokusgebiete sind zur Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Priorität nach gewichtet (Kapitel 7.1). Ergänzt werden sie durch weitere Maßnahmen, die in verschiedene Teilbereiche gegliedert und durch eine kurze Beschreibung konkretisiert werden (Kapitel 7.2). Die Wärmewendestrategie wird abschließend mithilfe von Stadtteil-Steckbriefen differenziert dargestellt und konkretisiert (Kapitel 7.3).

7.1. Fokusgebiete

Aus dem Zielszenario wurden Fokusgebiete abgeleitet. Die darin beschriebenen konkreten Umsetzungspläne sollten zeitnah umgesetzt werden, sodass die Transformation hin zu einer zukunftsfähigen treibhausgasneutralen Versorgungsstruktur erfolgreich gestaltet werden kann. Ein Fokusgebiet bezeichnet einen Bereich mit inhaltlich ähnlichen Herausforderungen in der Wärmeplanung und muss nicht zwangsläufig ein räumlich zusammenhängendes Gebiet sein.

In den nachfolgenden Beschreibungen der Fokusgebiete werden die weiteren Schritte, die anfallenden Kosten sowie weitere Kriterien beschrieben. Die Abstufung der einzelnen Kategorien ist in Tabelle 16 dargestellt. Die Ausgaben beziehen sich auf die für die Stadt anfallenden Kosten, um die jeweilige Maßnahme umzusetzen. Förderungen, die für die Umsetzung beantragt werden können, werden ebenfalls angegeben. Die zu erzielenden Gewinne, beispielsweise aufgrund von Energieeinsparungen, wurden nicht eingerechnet.

Tabelle 16: Übersicht der fünf Fokusgebiete

Fokusgebiete	
F-1	Machbarkeitsstudie Wärmenetzeignungsgebiete
F-2	Wirtschaftlichkeitsprüfung Nahwärme Gewerbe
F-3	Gebäudewärmenetze
F-4	Integriertes Quartierskonzept & Sanierungsmanagement (KfW 432)
F-5	Dezentrale Versorgung

Tabelle 17: Legende Maßnahmen-Steckbriefe

Ausgaben

keine	niedrig	mittel	hoch
keine Kosten	< 80.000 Euro	80.000 – 200.000 Euro	> 200.000 Euro

Personalaufwand

keiner	niedrig	mittel	hoch
kein Personalaufwand	1-20 AT	21-40 AT	> 40 AT

Klimaschutzwirkung

Indirekte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die keinen unmittelbaren Einfluss auf die Emissionsreduktion haben, aber durch Bewusstseinsbildung, Information oder Förderung einen positiven Beitrag leisten können, beispielsweise durch die Motivation zu energetischen Sanierungen oder die verstärkte Nutzung nachhaltiger Technologien.

indirekt: niedrig	indirekt: mittel	indirekt: hoch
Erreichung von Personengruppen zu Themen mit eher geringem Emissionsreduktionspotenzial	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit erhöhtem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. Sanierungen)	Erreichung von Personengruppen zu Themen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (bspw. PV-Installationen, nachhaltige Heiztechnologien)

Direkte Klimaschutzwirkung: Maßnahmen, die einen direkten Einfluss auf die verursachten Emissionen ausüben (z. B. Sanierungsmaßnahmen, Photovoltaik-Ausbau etc.).

direkt: niedrig	direkt: mittel	direkt: hoch
Einzelmaßnahmen, z.B. Sanierung kommunaler Gebäude	Umsetzung von Maßnahmen mit mittlerem Emissionsreduktionspotenzial (abhängig von Verbrauchergruppe und Höhe von Einsparungseffekten)	Umsetzung von Maßnahmen mit sehr hohem Emissionsreduktionspotenzial (z.B. PV und Windkraft) in großem Stil

Lokale Wertschöpfung

keine	niedrig	Mittel	hoch
Keine Wertschöpfungseffekte	Einzelfälle an lokaler Wertschöpfung (z.B. Unterstützung ökologischer Initiativen)	Lokale Wertschöpfung in größerem Stil (z.B. Wirtschaftsförderung für nachhaltige Unternehmen)	Vergleichsweise viele Möglichkeiten intensiver lokaler Wertschöpfung

Akzeptanz und Strahlkraft

keine	niedrig	Mittel	hoch
Maßnahmen, die auf starken Widerstand stoßen oder kaum bekannt sind.	Maßnahmen, die auf gemischte Reaktionen stoßen und wenig Öffentlichkeitswirkung haben.	Maßnahmen, die positiv aufgenommen werden und potenziell lokale oder regionale Aufmerksamkeit erzeugen.	Maßnahmen, die breite Akzeptanz genießen und als Vorzeigeprojekt für nachhaltige Entwicklung oder innovative Lösungen wahrgenommen werden.

Risiko und Hemmnisse

keine	niedrig	Mittel	hoch
Keine erkennbaren Risiken	Geringe Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. technische Herausforderungen), gut beherrschbar und einfach lösbar.	Einige Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. Akzeptanzfragen, potenzielle Verzögerungen durch Genehmigungsprozesse), durch gezielte Maßnahmen lösbar.	Signifikante Unsicherheiten oder Hindernisse (z.B. technologische, rechtliche oder finanzielle Risiken), Gefahr des Scheiterns.

7.1.1. Fokusgebiet 1: Machbarkeitsstudie Wärmenetzzeignungsgebiet

Fokusgebiet 1:

Machbarkeitsstudie Wärmenetzzeignungsgebiet

F-1

Beschreibung des Fokusgebietes

Das erste Fokusgebiet stellt das identifizierte Wärmenetzzeignungsgebiet in der Altstadt von Michelstadt (*Stufe 1*) dar, welches für die Versorgung durch ein Wärmenetz geeignet erscheint. Auf Basis der Wärmedichte und in Absprache mit lokalen Akteur*innen wurde dieses Gebiet als priorisierte erste Stufe festgelegt. Darauf aufbauend wurde das Gebiet um die nördliche Kernstadt (*Stufe 2*) als zweite Stufe für einen potenziellen Ausbau definiert. Ergänzend hierzu wurde die südliche Kernstadt als mögliches Prüfgebiet für den weiteren Ausbau des Wärmenetzes ausgewiesen (*Stufe 3*).

Die folgende Abbildung 52 zeigt das konkrete Eignungsgebiet der Altstadt sowie die erste und potenzielle zweite Ausbaustufe und bietet den Gebäudeeigentümer*innen eine Orientierung zur Planung ihrer zukünftigen Wärmeversorgungsoptionen. Die Darstellung zeigt das Potenzial eines Wärmenetzaufbaus sowie der ersten und möglichen zweiten Ausbaustufe, garantiert jedoch keine Umsetzung, da weitere Untersuchungen erforderlich sind (siehe Beschreibung der Maßnahme).

Ein weiterer Schwerpunkt des Fokusgebietes ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Speisung der Wärmenetze. Hierbei sollen verschiedene Potenziale analysiert werden. Die Nutzung dieser Technologien könnte eine stabile, treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Wärmeversorgung sicherstellen. So könnte die Wärmeversorgung der dargestellten Eignungsgebiete nachhaltig gestaltet und der Anteil erneuerbarer Energien deutlich erhöht werden.

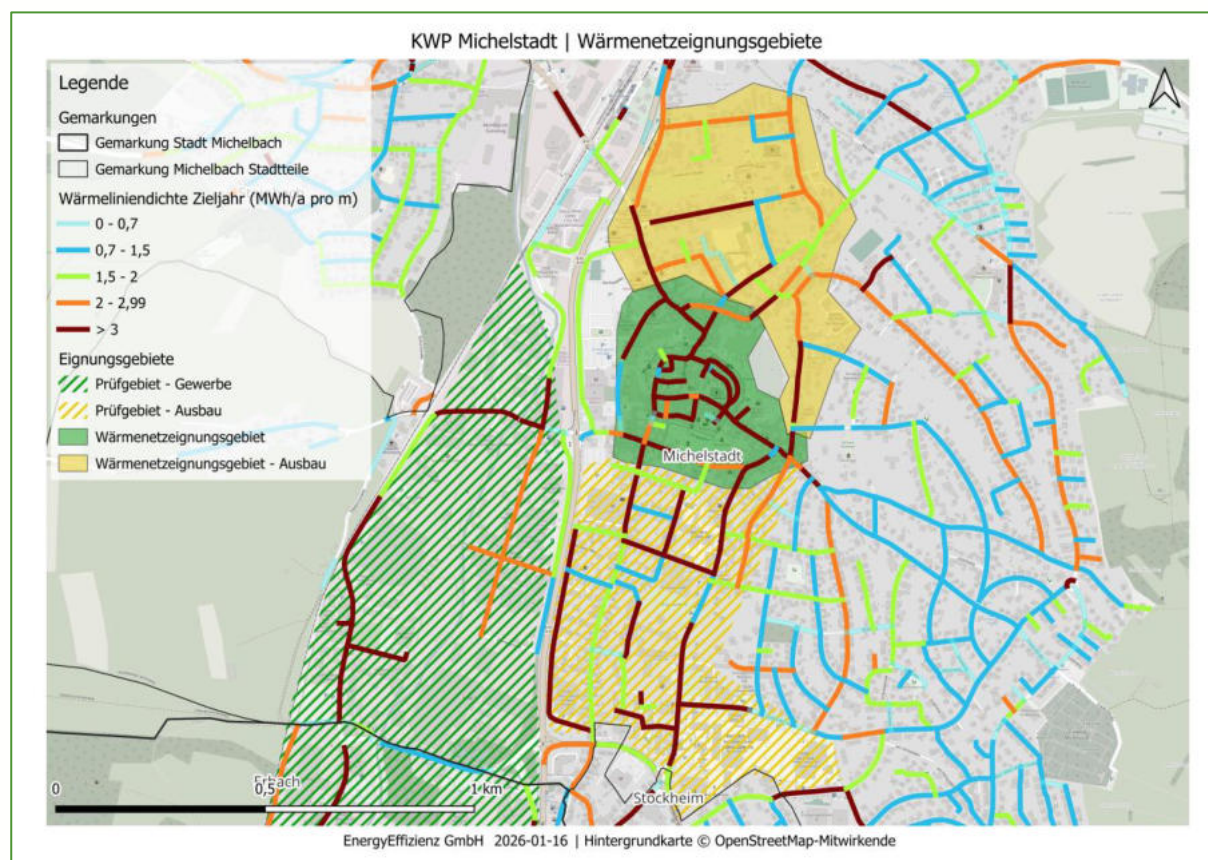


Abbildung 52: Fokusgebiet 1 – Wärmenetzzeignungsgebiet Michelstadt

Fokusgebiet 1: Machbarkeitsstudie Wärmenetzzeignungsgebiet		F-1
Beschreibung der Maßnahmen		
M-1: Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Versorgung des Gebiets durch die Erschließung der Wärmepotenziale		
Beschreibung	Die Maßnahme fokussiert sich auf die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zur Evaluierung der Wärmenetzzeignungsgebiete im Bereich der Altstadt (<i>Stufe 1</i>) sowie der nördlichen (<i>Stufe 2 - Ausbau</i>) und südlichen Kernstadt (<i>Stufe 3 - Ausbau</i>). Ziel der Studie ist es, verschiedene Technologien zur Energieversorgung sowie die Anschlussbereitschaft zu prüfen. Die benannten Eignungsgebiete zeichnen sich durch eine Vielzahl an Ankerkunden aus, welche als Startpunkt für ein Wärmenetz dienen können. Die Machbarkeitsstudie umfasst mehrere zentrale Aspekte. Zunächst wird die technische Machbarkeit betrachtet, um die Eignung der Gebiete für verschiedene erneuerbare Energiequellen zu bestimmen und Möglichkeiten zur Integration dieser Quellen in jeweils ein gemeinsames Wärmenetz zu identifizieren. Dies schließt die erforderliche Infrastruktur sowie die technischen Anforderungen für den Betrieb eines Wärmenetzes ein. Des Weiteren erfolgt eine Analyse der Wirtschaftlichkeit, in der eine Kosten-Nutzen-Analyse der Wärmeversorgung durchgeführt wird. Hierbei werden die Investitionskosten und langfristigen Betriebskosten ermittelt sowie potenzielle Fördermöglichkeiten untersucht, um deren Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit zu bewerten. Die Studie wird die erwarteten Energieeinsparungen sowie das Potenzial zur Reduzierung von CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien in den Wärmenetzen betrachten. Rechtliche und planerische Aspekte werden ebenfalls in die Machbarkeitsstudie einbezogen. Hierzu gehört die Überprüfung der baurechtlichen und planungsrechtlichen Voraussetzungen sowie der erforderlichen Genehmigungen und der möglichen rechtlichen Hindernisse. Die Studie wird zudem den zeitlichen Rahmen für die Umsetzung der verschiedenen Projektphasen abschätzen, um einen realistischen Zeitplan zu erstellen und die möglichen Ausbaustufen zu planen.	
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Bürger*innen, Potenzieller Betreiber	
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Beantragung der Förderung bei der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) • Vorbereitung der Machbarkeitsstudie: Ziele und Umfang definieren • Datenrecherche: Wärmebedarf, Infrastrukturen und Umweltbedingungen in der Stadt Michelstadt (Stadtverwaltung, Energieversorger, externe Dienstleistende) • Analyse des Eignungsgebiets (externe Dienstleistende) • Durchführung der Machbarkeitsstudie: Technische und wirtschaftliche Analysen, inklusive Wirtschaftlichkeitsberechnungen (externe Dienstleistende)	

	• Untersuchung der Wärmequellen: Prüfung der Installationsmöglichkeiten und Bewertung möglicher Wechselwirkungen (externe Dienstleistende) • Analyse von alternativen Wärmequellen für Spitzenlast und Redundanz (externe Dienstleistende) • Abschlussbericht: Dokumentation der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (externe Dienstleistende) • Öffentlichkeitsarbeit: Information der Öffentlichkeit über Ergebnisse und nächste Schritte (Stadt, externe Dienstleistende)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird. Die Machbarkeitsstudie ist zudem Voraussetzung dafür, dass weitere Fördermittel z.B. für den Bau des Wärmenetzes beantragt werden können.
Laufzeit	Die Erstellung der Machbarkeitsstudie umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Projektskizze zu erarbeiten. Eine Machbarkeitsstudie ist zudem Voraussetzung, wenn weitere Fördermittel z.B. für den Bau des Wärmenetzes beantragt werden sollen. Liefert die Machbarkeitsstudie ein positives Ergebnis und wird die BEW-Förderung in Anspruch genommen, müssen die darin geplanten Wärmenetze innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.
Ausgaben	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Für eine Machbarkeitsstudie werden die Gesamtkosten auf 20.000 € bis 50.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genehmigt, reduzieren sich die Ausgaben um 50 %.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1). • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für die jeweiligen Wärmenetze genutzten Energieträgern abhängig. Die genaue Einsparung hängt jedoch von vielen Faktoren ab, einschließlich den spezifischen Gegebenheiten des Standorts und des Vergleichssystems. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Machbarkeitsstudie für das jeweilige Versorgungsgebiet (<i>Stufe 1 + 2 + 3</i>) abgeschätzt werden.

Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über den Betreiber, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Kommune heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Es wird von davon ausgegangen, dass die Maßnahme grundlegend positiv aufgenommen wird, da sie potenziell eine Alternative zur Einzelversorgung aufzeigt. Jedoch sollte insbesondere hinsichtlich der verschiedenen Wärmepotenziale umfassend informiert werden, um die Akzeptanz zu steigern. Bei Realisation kann das Projekt ein Vorbild für die Region darstellen.
Risiko und Hemmnisse	☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Aktuell bestehen hohe Risiken, da die zu erreichende Anschlussquote für einen wirtschaftlichen Betrieb des jeweiligen Wärmenetzes noch unklar ist. Dementsprechend sollte das Risiko zunächst über die Abfrage der Beteiligungsbereitschaft gemindert werden. Des Weiteren könnten auch technologische Hemmnisse bei der Nutzung von Potenzialen bestehen, die es im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu untersuchen gilt.

7.1.2. Fokusgebiet 2: Wirtschaftlichkeitsprüfung Nahwärme Gewerbe

Fokusgebiet 2:

Wirtschaftlichkeitsprüfung Nahwärme (Gewerbegebiet)

F-2

Beschreibung des Fokusgebietes

Das zweite Fokusgebiet konzentriert sich auf die Durchführung einer Prüfung der zentralen Wärmeversorgung für das Gewerbegebiet in Michelstadt, welches angrenzend an die Stadt Erbach liegt (siehe Abbildung 53). Da in diesem Gebiet entweder die Bedarfe oder die Potenziale an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit sind, wird vor der Beauftragung einer Machbarkeitsstudie eine Vorprüfung empfohlen.

Diese soll klären, welche lokalen Potenziale, insbesondere die wirtschaftliche Nutzung der Potenziale, zur Speisung eines potenziellen Wärmenetzes beitragen können. Es sollten dabei verschiedene Energieversorgungsmodelle entwickelt werden, um eine flexible und resiliente Energieversorgung zu ermöglichen. Eine zentrale Wärmeversorgung im Gewerbegebiet von Michelstadt bietet den Vorteil, Skaleneffekte durch den Einsatz von beispielsweise Großwärmepumpen zu nutzen. Zudem ermöglichen Wärmenetze Synergien zwischen Wärme- und Kältebedarfen sowie möglichen Abwärmepotenzialen der ansässigen Unternehmen.

Wesentlich für den Erfolg ist eine hohe Anschlussquote, die durch eine erste Befragung evaluiert werden kann. Ziel ist es, die Anschlussbereitschaft systematisch zu erfassen und frühzeitig mögliche Ankerkunden einzubinden.

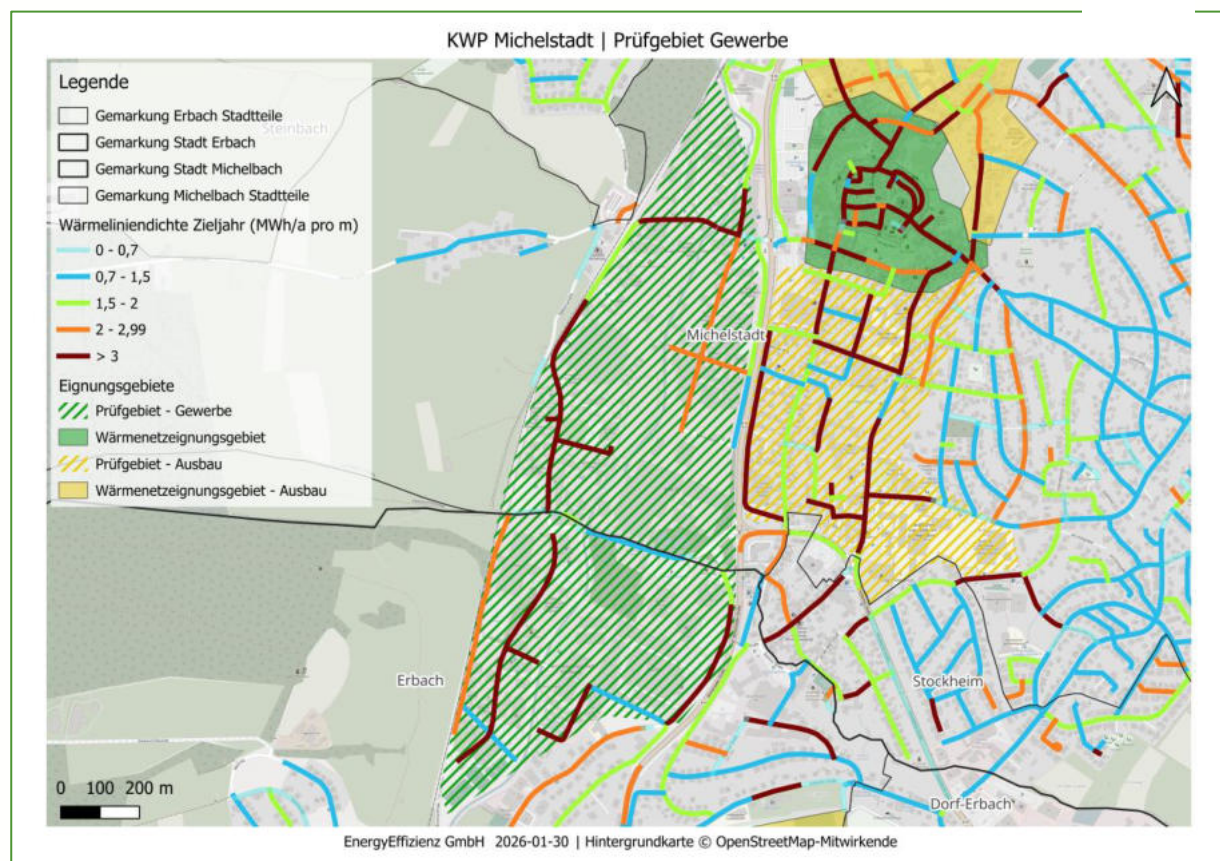


Abbildung 53: Fokusgebiet 2 – Prüfgebiet Gewerbe

Fokusgebiet 2: Wirtschaftlichkeitsprüfung Nahwärme (Gewerbegebiet)		F-2
Beschreibung der Maßnahmen		
M-1: Wirtschaftlichkeitsprüfung zur zentralen Wärmeversorgung des Gewerbegebietes mittels eines Wärmenetzes		
Beschreibung	Eine zentrale Wärmeversorgung mittels Wärmenetz ermöglicht zum einen das Ausnutzen von Skaleneffekten, beispielsweise durch Großwärmepumpen. Darüber hinaus können oft auch Symbiosen zwischen den Wärmenetzteilnehmern geknüpft werden. Insbesondere das Einspeisen von unvermeidbarer Abwärme bietet hier eine attraktive Möglichkeit zur Dekarbonisierung. Demnach gilt es in der Vorprüfung der Wirtschaftlichkeit einerseits die Komponente des Bedarfs zu untersuchen. Dazu wird eine Umfrage zum Anschlussinteresse empfohlen. Diese sollte insbesondere die Abhängigkeit eines Anschlusses von gewissen Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel dem Wärmepreis, den Anschlusskosten oder dem eigenen Heizungsalter, abfragen. Auf Basis der Umfrage können dann günstige Bedingungen und Zeitpunkte für ein potenzielles Netz ermittelt werden. Diese Bedingungen müssen anschließend in einer Kosten-Nutzen-Analyse auf Realisierbarkeit geprüft werden. Dazu gilt es verschiedene Versorgungsszenarien hinsichtlich der allgemeinen technischen Umsetzbarkeit und der zu erwartenden Kosten zu analysieren. Kann keines dieser Szenarien die aus der Befragung ermittelten Bedingungen erfüllen, ist (vorerst) keine Wirtschaftlichkeit für ein Wärmenetz absehbar und die Beantragung einer Machbarkeitsstudie nicht zielführend. Sollte die Abwägung jedoch ein positives Ergebnis zeigen, kann eine Machbarkeitsstudie für das Gewerbegebiet in Michelstadt in Auftrag gegeben werden, um im Detail einen konkreten Wärmepreis, die notwendige Anschlussquote und weitere Parameter zur Wirtschaftlichkeit zu ermitteln. Es kann in diesem Fall weiterverfahren werden, wie im Fokusgebiet 1 am Beispiel der Altstadt (<i>Stufe 1</i>) sowie den potenziellen Ausbaugebieten in Kernstadt Nord (<i>Stufe 2</i>) und Süd (<i>Stufe 3</i>). geschildert wurde.	
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Bürger*innen, Potenzieller Betreiber	

Handlungsschritte & Verantwortliche	• Abstimmung Ankerkunden (Stadtverwaltung, Wirtschaftsförderung und potenzieller Betreiber) • Durchführung einer Befragung zum Anschlussinteresse (Stadtverwaltung, ggf. externe Dienstleistende) • Auswertung der Befragungsergebnisse und Kombination mit Kosten-Nutzen-Analyse zu verschiedenen Versorgungsszenarien (externe Dienstleistende in Absprache mit Stadtverwaltung) • Ggf. Erstellung der Projektskizze (Stadtverwaltung, potenzieller Betreiber) • Ggf. Beantragung der BEW-Förderung (Stadtverwaltung oder potenzieller Betreiber)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen sowie eine ausreichende Beteiligungsbereitschaft der erreicht wird.
Laufzeit	Der Aufbau eines Wärmenetzes setzt die Einbindung der Mehrheit der Gebäudeeigentümer*innen voraus. Nach einer Befragung und der Ableitung von Ergebnissen kann bei positivem Ergebnis mit der Aufstellung einer gemeinsamen Projektskizze begonnen werden. Dieser Prozess nimmt mindestens ein halbes Jahr in Anspruch. Die Erstellung der Machbarkeitsstudie selbst umfasst einen Zeitraum von einem Jahr und kann einmalig um ein weiteres Jahr verlängert werden. Bei Inanspruchnahme der BEW-Förderung und positiven Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsprüfung bzw. Machbarkeitsstudie muss das darin geplante Wärmenetz innerhalb von 4 Jahren (bzw. bei Verlängerung innerhalb von 6 Jahren) umgesetzt werden.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Je Wirtschaftlichkeitsprüfung werden die Gesamtkosten auf 10.000 - 30.000 € geschätzt. Wird die BEW-Förderung genutzt, reduzieren sich die Ausgaben für eine spätere Machbarkeitsstudie um 50 %.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1) • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten. • Förderung ab 16 Gebäuden.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Wärmenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge einer möglichen Machbarkeitsstudie abgeschätzt werden.

Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Wärmenetze über die potenziellen Betreiber, die angeschlossenen Endnutzer*innen und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Stadt heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als mittel eingeschätzt, da sie eine wertvolle Alternative zur Einzelversorgung darstellen kann.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Hemmnisse liegen insbesondere in der Beteiligungsbereitschaft und der Organisation der Betreiberfrage. Wenn ein ausreichendes Interesse im betreffenden Gebiet besteht, sinken die Risiken entsprechend. Durch die Einbindung von Ankerkunden und wirtschaftlichen Wärme-potenzialen kann die langfristige Wirtschaftlichkeit weiter erhöht werden.

7.1.3. Fokusgebiet 3: Gebäudewärmenetzzeignungsgebiete

Fokusgebiet 3: Gebäudenetzzeignungsgebiete	F-3
Beschreibung des Fokusgebietes	
Das dritte Fokusgebiet umfasst eine zukünftige Wärmeversorgung durch Gebäudewärmenetze innerhalb einzelner Gemarkungen. Durch den Einsatz von sogenannten Gebäudenetzen wird eine erhebliche Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung erzielt. Gebäudenetze, die auf eine geringe Anzahl von maximal bis zu 16 Gebäuden begrenzt sind, bieten eine Alternative zu klassischen Wärmenetzen, welche mehr als 16 Gebäude bzw. 100 Wohneinheiten versorgen können. Gebäudenetze sind förderfähig durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM), sofern die Wärmeerzeugung mindestens zu 65 % aus erneuerbaren Energien stammt; die Grundförderung beträgt dabei 30 % und kann um einen Geschwindigkeits- und Einkommensbonus ergänzt werden. Auch der Anschluss an ein bestehendes Gebäudenetz wird gefördert, wenn das Netz mindestens 25 % seiner Wärme aus erneuerbaren Quellen oder Abwärme bezieht. Größere Wärmenetze, die mehr als 16 Gebäude versorgen, fallen unter die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), welche den Neubau, die Transformation und den Ausbau von Netzen fördert, wenn mindestens 75 % der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammen. Für die Gebäudenetzzeignungsgebiete sollten umfangreiche Voruntersuchungen, welche die Einbindung der Öffentlichkeit und lokaler Akteur*innen berücksichtigen, vorausgehen. Eine Reihe entscheidender Kriterien, darunter die Wärmeliniendichte, bestehende Infrastrukturen und das lokale verfügbare Potenzial für erneuerbare Energien, bilden die Grundlage für die Identifizierung dieser Gebiete. Die partizipative Herangehensweise wird dabei als maßgeblich angesehen, um eine breite Akzeptanz und langfristige Umsetzbarkeit sicherzustellen. Gebäudewärmenetze können zudem von Bürgergenossenschaften umgesetzt oder privat organisiert werden. Für die Stadt Michelstadt wurden in Abstimmung mit den lokalen Akteuren insgesamt zwei potenzielle Gebäudenetzzeignungsgebiete ausgewiesen. Die Gebäudenetzzeignungsgebiete sind in den Stadtteilen Vielbrunn und Würzburg verortet (siehe Abbildung 54 und Abbildung 55). Im Rahmen der Umsetzung der Maßnahmen können darüber hinaus weitere geeignete Standorte für Gebäudenetze identifiziert und entsprechende Planungen vorbereitet werden.	

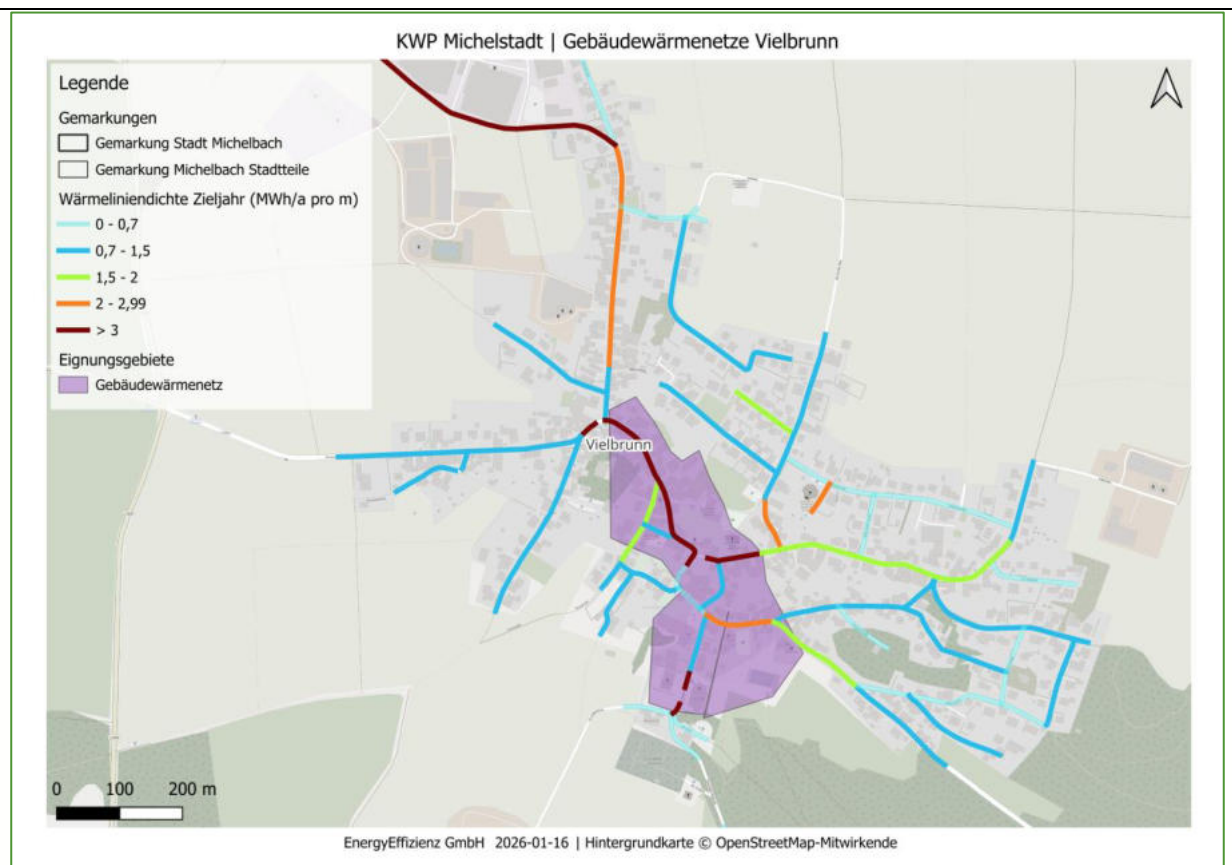


Abbildung 54: Fokusgebiet 3 – Gebäudewärmenetzgebiet in Vielbrunn



Abbildung 55: Fokusgebiet 3 – Gebäudewärmenetzgebiet in Würzburg

Fokusgebiet 3: Gebäudenetzeignungsgebiete		F-3
Beschreibung der Maßnahmen		
M-1: Durchführung von Voruntersuchungen für die identifizierten Gebäudenetzeignungsgebiete		
Beschreibung	Der Prozess der Implementierung eines Gebäudenetzes beginnt mit der Prüfung der allgemeinen Anschlussbereitschaft und der Erhebung detaillierter Daten zur Wärmenachfrage und vorhandenen Infrastruktur. Daraufhin wird eine Vorplanung beauftragt, welche technische und wirtschaftliche Aspekte des Netzwerks berücksichtigt. In einer weiteren Phase werden zusätzliche Anschlusssteilnehmer*innen akquiriert, um die Anschlussquote und damit die Wirtschaftlichkeit des Netzes zu erhöhen. Nach Abschluss dieser Schritte kann die finale Planung mit vertraglicher Absicherung erfolgen, bevor das Projekt schließlich umgesetzt werden kann. Gebäudenetze können von privaten Akteur*innen errichtet und betrieben werden. Laut Förderrichtlinien sind Netze mit bis zu 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten förderfähig, unabhängig vom Biomasseanteil. Solange die Anforderungen an die Wärmeerzeugung erfüllt sind, ist der Einsatz unterschiedlicher Technologien möglich, wobei bereits zwei zentral versorgte Gebäude die Mindestanforderung für eine Förderung erfüllen. Für private Betreiber*innen gibt es keine gesetzliche Anschlussverpflichtung, daher sind flexible Vertragsgestaltungen mit den Gebäudeeigentümer*innen möglich. Dennoch kann die kommunale Wärmeplanung einen positiven Einfluss auf die Errichtung privater Gebäudenetze haben. Die Stadt Michelstadt kann insbesondere in der Anfangsphase organisatorisch unterstützen. Da die Wirtschaftlichkeit stark von Faktoren wie der Anzahl angeschlossener Gebäude, der Wärmedichte und den eingesetzten Technologien abhängt, ist eine sorgfältige Planung und Kalkulation unverzichtbar. Private Gebäudenetze bieten eine flexible und förderfähige Möglichkeit für eine effiziente und nachbarschaftliche Wärmeversorgung. Eine enge Abstimmung mit lokalen Behörden und zukünftigen Nutzer*innen ist stets erforderlich, um die erfolgreiche Umsetzung sicherzustellen.	
Zielgruppe	• Private Gebäudenutzung: Bürger*innen, Gebäudeeigentümer*innen • Kommunale Gebäudenutzung: Stadtverwaltung	
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Anschlussbereitschaft allgemein prüfen und genaue Daten erheben (Private Initiativgruppe bzw. Stadtverwaltung) • Vorplanung in Auftrag geben (Potenzieller Betreiber) • Weitere Akquise potenzieller Anschlusssteilnehmer durchführen • Finale Planung erstellen und Vorverträge abschließen (rechtliche Absicherung) • Beantragung der BEG-Förderung (Betreiber) • Beteiligung der Öffentlichkeit und zusätzliche Akquisemaßnahmen durchführen (Betreiber, ggf. mit Unterstützung der Stadt)	

Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen und ggf. die Förderung beantragt wird.
Laufzeit	Die Vorplanung zur Umsetzung der Maßnahme umfasst einen Zeitraum von circa einem halben Jahr. Zur Beantragung der Fördermittel ist im Vorfeld eine detaillierte Planung zu erarbeiten. Obwohl kein spezifisches Enddatum für die Antragstellung genannt wird, ist es ratsam, die Förderung so früh wie möglich zu beantragen, da sich die Bedingungen ändern können.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für eine Vorplanung werden die Gesamtkosten auf 5.000 bis 15.000 € geschätzt.
Förderung	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): • Erstellung von Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien (Modul 1). • Neubau von Wärmenetzen mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme. • Transformation und Ausbau bestehender Wärmenetze. • Ausbau bereits treibhausgasneutraler Netze. • Die Förderquote für Modul 1 beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Kosten. • Förderung ab 16 Gebäuden. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM): • Errichtung, Umbau oder Erweiterung von Gebäudenetzen (max. 16 Gebäude bzw. 100 Wohneinheiten) • Anschluss an Gebäude- oder Wärmenetze • Fördersätze: ○ 30 % für Gebäudenetzanschluss ○ 30 % für Errichtung, Umbau oder Erweiterung von Gebäudenetzen • Förderung bis zu 16 Gebäuden.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung ist von den für das Gebäudenetz genutzten Energieträgern abhängig. Aus diesem Grund kann die Endenergieeinsparung erst nach Festlegung des konkreten Energieträgermixes im Zuge der Vorplanung abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☒ direkt ☐ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Eine hohe lokale Wertschöpfung kann durch die Nutzung des wirtschaftlichen Potenzials der Gebäudenetze über die Wärmequelle, die angeschlossenen Endnutzer*innen als auch das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Stadt für fossile Energieträger gemindert, was einen zusätzlichen Beitrag zur lokalen Wertschöpfung leistet. Die Nutzung lokaler Ressourcen und die Verbesserung der Lebensqualität tragen ebenfalls signifikant zur regionalen Wertschöpfung bei.

Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als mittel eingeschätzt, da die Lösung der Gebäudenetz zwar noch weniger Bekanntheit aufweist, aber eine wertvolle Alternative zur Einzelversorgung darstellen kann.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Hemmnisse liegen insbesondere der Beteiligungsbereitschaft und der Organisation der Betreiberfrage. Wenn ein ausreichendes Interesse in betreffenden Gebieten besteht, sind die Risiken für den Aufbau eines Gebäudenetzes nach erfolgter Wirtschaftlichkeitsprüfung gering.

7.1.4. Fokusgebiet 4: Integriertes Quartierskonzept und Sanierungsmanagement

Fokusgebiet 4: Integriertes Quartierskonzept und Sanierungsmanagement (KfW 432)	F-4
Beschreibung des Fokusgebietes	
Für ausgewählte Quartiere der Stadt Michelstadt sollen integrierte Quartierskonzepte gemäß den Vorgaben der KfW-Förderung 432 erarbeitet werden. Diese dienen als strategische Grundlage zur systematischen Identifikation energetischer, klimarelevanter und infrastruktureller Maßnahmen auf Quartiersebene. Zur zielgerichteten und nachhaltigen Umsetzung der im Quartierskonzept definierten Maßnahmen wird die Einrichtung eines Sanierungsmanagements empfohlen. Das Sanierungsmanagement übernimmt die Initiierung, Koordination und Steuerung der Umsetzungsmaßnahmen, unterstützt die Vernetzung relevanter Akteurinnen und informiert zu Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten. Darüber hinaus berät es private und kommunale Gebäudeeigentümerinnen bei der Planung und Realisierung von Sanierungsmaßnahmen und trägt so maßgeblich zur erfolgreichen Umsetzung der Quartiersentwicklung bei.	

Fokusgebiet 4: Integriertes Quartierskonzept und Sanierungsmanagement (KfW 432)		F-4
Beschreibung der Maßnahme		
M-1: Durchführung von einem Integrierten, energetischen Quartierskonzept (IQK)		
Beschreibung	Zur Initiierung sowohl energetischer Sanierungsmaßnahmen als auch des Ausbaus von erneuerbaren Energien und Wärmenetzen können integrierte energetische Quartierskonzepte dienen. Diese bieten die Möglichkeit, Teile des Stadtgebiets neben nachhaltiger Energieversorgung zu Mobilität, Klimaanpassung und Verkehr detailliert zu untersuchen. Im Rahmen eines Quartierskonzepts wird analysiert, welche Kombination von Sanierungsmaßnahmen, regenerativen Energien und Wärmenetzen jeweils unter Kosten- und Klimaschutzgesichtspunkten sinnvoll ist. Integraler Bestandteil der Konzepterstellung ist die aktive Beteiligung der Eigentümer*innen, der Bewohnerschaft und der Unternehmen im Quartier, was gerade mit Blick auf die anschließende Umsetzung der Empfehlungen von großer Bedeutung ist. Daher zielt diese Maßnahme auf die Aktivierung der Gebäudeeigentümer*innen und soll eine gemeinschaftliche Motivation fördern.	
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Gebäudeeigentümer*innen, Unternehmen, Bürger*innen	
Handlungsschritte & Verantwortliche	• Finale Auswahl der Quartiere und die Beantragung der Förderung bei der KfW (Stadtverwaltung) • Beantragung der Fördermittel, Erhalt des Zuwendungsbescheides und Ausschreibung der Konzepterstellung (Stadtverwaltung) • Konzepterstellung und -umsetzung unter umfassender Beteiligung der relevanten Akteur*innen im Quartier (externe Dienstleistende, Stadtverwaltung)	
Machbarkeit	Da die Förderquote für die Quartierskonzepte mit 75 % bis 90 % sehr hoch ist, kann von einer hohen Umsetzungswahrscheinlichkeit ausgegangen werden.	
Laufzeit	Die Erstellung eines integrierten Quartierkonzeptes benötigt im Regelfall 1 Jahr.	
Ausgaben	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die Kosten für die Erstellung eines Quartierskonzeptes belaufen sich je nach Gebietsgröße auf ca. 50.000-110.000 €. Wird im Anschluss daran und parallel dazu ein Sanierungsmanagement beauftragt, ist für den Zeitraum von 5 Jahren mit weiteren Kosten von ca. 400.000 bis 530.000 € zu rechnen.	

Förderung	KfW-Programm 432 – Energetische Stadtsanierung. Das Programm bezuschusst Kosten, die im Rahmen der Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts und während der Umsetzung des Sanierungsmanagements fällig werden. Das Programm ermöglicht einen Zuschuss in Höhe von 75 % bis 90 % der förderfähigen Kosten. Für Sanierungsmanagements liegt der maximale Förderbetrag bei 400.000 € je Quartier, bei einem Förderzeitraum von maximal 5 Jahren.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Endenergieeinsparung erfolgt indirekt über die Gebäude, die in Folge des Quartierskonzeptes und Sanierungsmanagements energetisch saniert werden. Die Höhe ist abhängig von der Gebietsgröße und dem Umfang der Sanierungsmaßnahmen und kann dementsprechend erst nach Erstellung des integrierten Quartierskonzepts abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	Wenn ausreichend Maßnahmen aus dem Quartierskonzept mit Hilfe des Sanierungsmanagements in die Umsetzung gebracht werden, entstehen indirekt vielfältige lokale Wertschöpfungseffekte. Beispielsweise kann durch den Ausbau von Photovoltaik oder erneuerbaren Heizungstechnologien der Abfluss finanzieller Mittel aus der Stadt Michelstadt heraus für fossile Energieträger gemindert werden.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als hoch eingeschätzt, da die Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes für die Gebäudeeigentümer*innen ausschließlich mit Vorteilen verbunden ist.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für die Umsetzung der Maßnahme gibt es ein niedriges Umsetzungsrisiko, da aufgrund der hohen Förderquote die finanziellen Hemmnisse minimiert wurden.

M-2: Einrichtung eines Sanierungsmanagements

Beschreibung	Um die angedachten Maßnahmen aus dem vorliegenden kommunalen Wärmeplan sowie dem integrierten Quartierskonzept wirkungsvoll und zielgerichtet für die Stadt Michelstadt umsetzen zu können, ist die zusätzliche Einrichtung eines Sanierungsmanagements sinnvoll. Sämtliche Umsetzungsmaßnahmen können durch das energetische Sanierungsmanagements initiiert, geplant und gesteuert werden. Das Aufgabengebiet umfasst die Initiierung, Koordination und Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen, Netzwerkarbeit und Informationsbereitstellung zu Fragen der Finanzierung und Förderung. Zudem soll das Sanierungsmanagement private und kommunale Gebäudeeigentümer*innen bei der Umsetzung von Maßnahmen unterstützen und beraten. Dazu wird eine Personalstelle in der Stadtverwaltung geschaffen, welche als „Kümmerer“-Rolle die Maßnahmen des Quartierskonzepts umsetzen soll.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Gebäudeeigentümer*innen, Unternehmen, Bürger*innen

Handlungsschritte & Verantwortliche	• Auswahl von geeigneten Gebieten gemeinsam mit der Stadt • Beantragung der Fördermittel, Erhalt des Zuwendungsbescheides und Ausschreibung des Sanierungsmanagements bzw. der Personalstelle (Stadtverwaltung) • Ggf. Verlängerung des Sanierungsmanagements (Sanierungsmanagement, Stadtverwaltung)
Machbarkeit	Da die Förderquote für das Sanierungsmanagement sehr hoch ist, kann von einer hohen Umsetzungswahrscheinlichkeit ausgegangen werden.
Laufzeit	Das Sanierungsmanagement kann zunächst für die Dauer von 3 Jahren eingerichtet werden. Nach diesem Zeitraum ist einmalig eine Verlängerung um 2 Jahre möglich. Besteht danach weiterhin Bedarf, ist eine Verstetigung des Sanierungsmanagements sinnvoll, ggf. dann auch als quartiersübergreifende Kümmerer-Rolle.
Ausgaben	☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Für die Beauftragung eines Sanierungsmanagement, ist für den Zeitraum von 5 Jahren mit Kosten von ca. 400.000 bis 530.000 € zu rechnen. Unter Berücksichtigen der 75 % Förderung ergeben sich Gesamtausgaben von ca. 140.000 €.
Förderung	KfW-Programm 432 – Energetische Stadtsanierung. Das Programm bezuschusst Kosten, die im Rahmen der Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts und während der Umsetzung des Sanierungsmanagements fällig werden. Das Programm ermöglicht einen der Zuschuss in Höhe von 75 % bis 90 % der förderfähigen Kosten. Für Sanierungsmanagements liegt der maximale Förderbetrag bei 400.000 € je Quartier, bei einem Förderzeitraum von maximal 5 Jahren.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Die Höhe der Endenergieeinsparung ist abhängig von der gewählten Gebietsgröße und dem Umfang der Maßnahmen, die während des Sanierungsmanagements umgesetzt werden und kann dementsprechend erst nach Umsetzung des integrierten Quartierskonzeptes abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Wenn ausreichend Maßnahmen aus dem Quartierskonzept mit Hilfe des Sanierungsmanagements in die Umsetzung gebracht werden, entstehen indirekt vielfältige lokale Wertschöpfungseffekte. Beispielsweise kann durch den Ausbau von Photovoltaik oder erneuerbaren Heizungstechnologien der Abfluss finanzieller Mittel aus der Stadt Michelstadt heraus für fossile Energieträger gemindert werden.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als hoch eingeschätzt, da die Umsetzung eines integrierten Quartierskonzeptes für die Gebäudeeigentümer*innen ausschließlich mit Vorteilen verbunden ist.
Risiko und Hemmnisse	☐ keine ☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für die Umsetzung der Maßnahme gibt es ein niedriges Umsetzungsrisiko, da aufgrund der hohen Förderquote und positiven Auswirkungen durch die Umsetzung der Maßnahmen die Hemmnisse minimal sind.

7.1.5. Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung

Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung	F-5
Beschreibung des Fokusgebietes	
Für die übrigen Gebiete der Stadt Michelbach ist der Fokus auf die dezentrale Versorgung zu legen, um eine nachhaltige und bedarfsgerechte Wärmeversorgung zu fördern. Für die Stadtgebiete, in denen zum aktuellen Stand keine Vorranggebiete für Nah- sowie Fernwärmenetze abzusehen sind, ist ein Fokus auf die Förderung und Bewerbung von nachhaltigen dezentralen Lösungen umso wichtiger. Die Planung berücksichtigt spezifische lokale Faktoren, die für dezentrale Versorgungsstrukturen relevant sind. Die Wärmedichte und die Wärmeliniendichte sind entscheidende Parameter, die die Eignung von Gebieten für dezentrale Lösungen beeinflussen. In Regionen mit geringer Wärme- oder Wärmeliniendichte erweisen sich dezentrale Systeme häufig als wirtschaftlich vorteilhaft. In dünn besiedelten Gebieten, in denen ein zentralisiertes Wärmenetz aufgrund der geringen Nachfrage nicht rentabel ist, können alternative Wärmequellen, wie beispielsweise Wärmepumpen, Oberflächennahe Geothermie (z.B. Erdwärmesonden oder Kollektoren) und Dach-Solarthermie, effiziente Lösungen bieten. Die Implementierung dezentraler Versorgungssysteme ermöglicht es, die spezifischen Gegebenheiten der Stadt Michelstadt zu berücksichtigen und individuelle Strategien zu entwickeln, die sowohl ökologisch nachhaltig als auch ökonomisch sinnvoll sind.	

Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung		F-4
Beschreibung der Maßnahmen		
M-1: Informationsreihe zu dezentralen Versorgungsoptionen für Gebäudeeigentümer*innen		
Beschreibung	Zur Unterstützung des Fokusgebiets zur dezentralen Versorgung in Michelstadt wird eine Informationsreihe für Bürger*innen entwickelt. Ziel dieser Maßnahme ist es, fundierte Entscheidungsgrundlagen für die Umsetzung dezentraler Wärmeversorgungs-lösungen bereitzustellen. Die Informationsreihe umfasst verschiedene Inhalte und Bausteine. Zunächst werden einführende Informationsveranstaltungen zur Vorstellung verfügbarer dezentraler Wärmeversorgungs-technologien angeboten, darunter Wärmepumpen, Erdwärmesonden und Dach-Solarthermie. Jede dieser Optionen wird hinsichtlich ihrer Eignung für die spezifischen Gegebenheiten von Beispielgebäuden erläutert. Ein weiterer Bestandteil der Reihe ist die Aufklärung zu verfügbaren Fördermittelprogrammen, welche die dezentrale Wärmeversorgung unterstützen. Dieser Themenblock bietet praxisnahe Anleitungen zur Antragstellung und senkt so die finanziellen Einstiegshürden für interessierte Bürger*innen. Zu den vorgestellten Förderprogrammen zählen unter anderem die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die steuerliche Förderung über die energetische Gebäude-sanierung und die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) – Modul 2 sowie das Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)-Programm "Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude (458)". Darüber hinaus werden Wirtschaftlichkeitsanalysen der verschiedenen Technologien präsentiert. Die Kosten und Einsparpotenziale von Wärmepumpen, Erdwärmesonden, Solarthermie und gegebenenfalls weiteren Technologien werden im Kontext der örtlichen Voraussetzungen anschaulich dargestellt, um die ökonomischen Aspekte der Technologien zu verdeutlichen. Zudem wird ein Überblick über die relevanten gesetzlichen Vorgaben und Normen gegeben, die für den Einsatz dezentraler Systeme gelten. Diese Informationen sollen Bürgerinnen und Bürgern helfen, Entscheidungen unter Berücksichtigung der aktuellen Gesetzeslage zu treffen. Falls erforderlich, können externe Experten hinzugezogen werden, um spezifische Fragen zu beantworten und eine fundierte Wissensbasis zu schaffen. Diese Informationsreihe stärkt das Verständnis der Bürger*innen für die Vorteile und Herausforderungen der dezentralen Wärmeversorgung und unterstützt sie bei der Entscheidungsfindung und Umsetzung nachhaltiger Wärmeversorgungs-lösungen in der Stadt Michelstadt.	
Zielgruppe	Bürger*innen, Gebäudeeigentümer*innen	

Handlungsschritte & Verantwortliche	• Erstellung einer inhaltlichen und organisatorischen Planung für die Informationsreihe (Stadtverwaltung) • Ggf. Anfrage von externen Expert*innen • Ggf. Zusammenarbeit mit Energieagentur/Verbraucherzentrale • Durchführung der Informationsreihe • Evaluation der durchgeführten Veranstaltung und Anpassung des Informationsangebots für zukünftige Veranstaltungen (Stadtverwaltung)
Machbarkeit	Die Maßnahme ist umsetzbar, wenn ausreichend finanzielle Mittel und personelle Ressourcen für die Durchführung der Informationsreihe zur Verfügung stehen.
Laufzeit	Die Informationsreihe bedarf einer Vorbereitungszeit, um sowohl Themen als auch Lokalität und Referenten zu suchen. Nach einer Testphase und einer Evaluation sollte die Informationsreihe fortlaufend durchgeführt und ggf. um weitere Themen ergänzt werden. Auf diese Weise kann einer größtmöglichen Anzahl von Bürger*innen Unterstützung angeboten werden.
Ausgaben	☒ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Die Kosten für Werbung und Informationsmaterial sind als niedrig einzuschätzen. Je nach Ausgestaltung der Informationsreihe fallen Personalkosten, Werbungskosten (Flyer, Plakate) und Materialkosten (Infomaterial, Anschauungsmaterial, ein Stand o. Ä.) an. Werden externe Fachleute hinzugezogen, ist das entsprechende Honorar zu zahlen. Es wird von Ausgaben bis max. 50.000 Euro über die Laufzeit der Maßnahme ausgegangen.
Förderung	Für die Informationsreihe selbst bestehen aktuell keine Fördermöglichkeiten. Eine Kooperation mit der Verbraucherzentrale oder der Energieagentur wird empfohlen, um Synergieeffekte zu nutzen und Kosten zu reduzieren.
Klimaschutz	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch
Endenergieeinsparung	Eine Endenergieeinsparung ist von den konkreten Maßnahmen abhängig, die Gebäudeeigentümer*innen in Folge der Informationsreihe ergreifen und kann aus diesem Grund nicht abgeschätzt werden.
Lokale Wertschöpfung	☐ direkt ☒ indirekt ☐ niedrig ☒ mittel ☐ hoch Die lokale Wertschöpfung kann indirekt durch die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Potenzials der Einzelgebäudeversorgung und das umsetzende Handwerk erzielt werden. Zudem wird der Abfluss finanzieller Mittel aus der Stadt Michelstadt heraus für fossile Energieträger gemindert, sodass ein weiterer Beitrag zur lokalen Wertschöpfung geleistet wird.
Akzeptanz & Strahlkraft	☐ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☒ hoch Die Akzeptanz der Maßnahme wird als hoch eingeschätzt, da insbesondere für Gebiete, die nicht Teil einer zentralen Wärmeversorgung werden, die Nachfrage nach Informationsangeboten besonders hoch ist.
Risiko und Hemmnisse	☒ keine ☐ niedrig ☐ mittel ☐ hoch Für die Umsetzung der Maßnahme gibt es keine erkennbaren Risiken. Die Frequenz und Themen der Veranstaltungen können flexibel an die Nachfrage angepasst werden.

7.2. Ergänzende Maßnahmen

Nachfolgend werden weitere Maßnahmen aufgelistet, die ebenfalls der Erreichung des Zielszenarios dienen, allerdings einen anderen Maßnahmenbeginn oder Umsetzungshorizont aufweisen als die prioritären Maßnahmen in den Fokusgebieten. Aus diesem Grund sind diese Maßnahmen eher als mittel- bzw. langfristige Maßnahmen zu verstehen. Sie können zum Teil unterstützend zu den prioritären Maßnahmen der Fokusgebiete wirken, weshalb auch eine parallele Umsetzung stets geprüft werden sollte.

Maßnahmen Einzelgebäude
Energiesuffizienz – Strategien & Instrumente für eine Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs
Ringtausch von Heizungsanlagen
Maßnahmen für kommunale Gebäude
Photovoltaik für kommunale Gebäude
Kommunales Energiemanagement
Zentrale Strom- und Wärmeversorgung
Monitoring Wärmenetzstrategie
Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit
Sammlung von Informationsmaterial
Digitales Informationsangebot (Leitfaden, Artikel, Best-Practice)
Strukturelle Maßnahmen
Bauleitplanung

Energiesuffizienz – Strategien & Instrumente für eine Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs

Beschreibung	Die Reduktion des Energieverbrauchs hat direkte positive Klimaauswirkungen. Die Energiesuffizienz beschreibt eine Strategie die bereitgestellte Energie auf ein nachhaltiges Maß zu reduzieren. Suffizienzorientiertes Handeln kann durch kommunale Rahmenbedingungen, wie verschiedenen Informationskampagnen gefördert werden. Ziel sollte sein, die Akzeptanz und Praktikabilität der Energiesuffizienz im Alltag zu steigern. Dazu kann nicht nur im Mikrobereich mit der verringerten Nutzung, dem Austausch oder der Anpassung von Haushaltsgeräten angesetzt werden, sondern auch im Mesobereich durch verschiedene Maßnahmen zur Reduktion des Pro-Kopf-Wohnraums. Eine Wohnraumberatung und praktische Umzugshilfen können dabei helfen, zu einem Umzug (in eine kleinere Wohnung) zu motivieren und Wohnraum ganzheitlich effektiver zu nutzen.
---------------------	---

Ringtausch von Heizungsanlagen

Beschreibung	Im Zuge einer Umstellung von z.B. Gasversorgung auf Wärmenetze kann ein Ringtausch von Heizungen helfen, die Anschlussquote zu erhöhen und die erneute Anschaffung von neuen Gasheizungen oder anderen dezentralen Lösungen zu verhindern. Nach § 71j des GEG 2024 kann bei der Umstellung der Heizung eine Übergangsfrist von bis zu 10 Jahren gewährt werden, wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist. Dies gilt in den Eignungsgebieten für Wärmenetze. Sollte eine Heizung aufgrund einer Havarie ausgetauscht werden müssen, kann nach § 71i GEG 2024 ein Einbau einer gebrauchten Heizung für die Dauer von maximal 5 Jahren erfolgen. Der Ringtausch stellt eine kostengünstige Lösung für ein stark thematisiertes Problem dar. Um den Ringtausch bestmöglich zu organisieren, sollte eine Tauschbörse initiiert werden. Eine umfassende Kampagne zur Tauschbörse stellt sicher, dass ausreichend gebrauchte Heizungen angeboten und potenzielle Abnehmer auf diese Übergangslösung aufmerksam werden.
---------------------	--

Kommunales Energiemanagement

Beschreibung	Das kommunale Energiemanagement ist ein wirksames Werkzeug zur systematischen Erfassung und stetigen Kontrolle der kommunalen Energieverbräuche. In Verbindung mit organisatorischen und technischen Vorkehrungen werden Einsparpotenziale erkannt und effektive Verbesserungen umgesetzt werden. Der strukturierte Rahmen nach dem Standard Kom.EMS aus definierten Prozessschritten mit technischen und organisatorischen Maßnahmen stellt eine dauerhafte Reduzierung des Energieverbrauchs sicher. Die Ergebnisse werden dokumentiert. Auf diese Weise können die Fortschritte in der Umsetzung und die Effektivität der Maßnahmen transparent nachverfolgt und überprüft werden. Mit der Koordination des Prozesses wird das technische Gebäudemanagement beauftragt. Als Sprintermaßnahme im Rahmen des Aktionsplans Klimakommune ermöglicht es die Einführung eines kommunalen Energiemanagements der Stadt erhöhte Förderquoten (+10–35%) bei den Förderprogrammen des Landes Hessens (Kommunalrichtlinie und Klimarichtlinie) in Anspruch zu nehmen.
---------------------	--

Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden

Beschreibung	Die Nutzung von Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden dient neben der Stromerzeugung auch der kommunalen Vorbildfunktion gegenüber Privatpersonen und Unternehmen. Hierbei sollte das Photovoltaik-Potenzial auf den kommunalen Dächern möglichst ausgeschöpft werden. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme wurde bereits die Eignung der städtischen Liegenschaften für die Installation von Photovoltaikanlagen untersucht. Die Umsetzung wird durch das technische Gebäudemanagement betreut. Da die Potenziale den Verbrauch einzelner städtischer Liegenschaften übersteigen sollten alternative Nutzungs- und Vermarktungsmodelle geprüft werden. Hierzu gehört insbesondere das Strombilanzkreismodell, dass es ermöglichen würde den selbst produzierten Strom über die einzelnen Gebäude hinaus zu verbrauchen. Dies trägt zur schnelleren Amortisation der Investitionen bei und reduziert langfristig die Betriebskosten der kommunalen Liegenschaften. Auch die synergetische Nutzung in der Kombination mit zukünftigen Wärmenetzen, kann in der weiteren Planung geprüft werden. So könnte eine städtische Photovoltaikanlage als günstige Stromquelle für den Betrieb einer Großwärmepumpe dienen.
---------------------	--

7.2.3. Zentrale Strom- und Wärmeversorgung

Monitoring Wärmenetzstrategie

Beschreibung

Um den Fortschritt im Ausbau der verschiedenen, vorgeschlagenen Wärmenetze zu dokumentieren und ggf. auf weitere Maßnahmen hinweisen zu können, soll ein Arbeitskreis Wärme eingerichtet werden. Dieser kann den Ausbau auf fachlicher und organisatorischer Ebene begleiten. Auch ein Austausch über die Fortentwicklung der kommunalen Wärmeplanung kann in diesem Zusammenhang erfolgen. Ziele des Monitorings sind der Abgleich des Netzausbaus mit der kommunalen Wärmeplanung sowie die Koordination von weiteren Ausbaustufen bzw. Netzen, sodass günstige Bedingungen wie beispielsweise Straßensanierungen oder die Erschließung von Neubaugebieten genutzt werden können. Die Fortschritte im Ausbau der Wärmenetze sollten außerdem regelmäßig der Öffentlichkeit kommuniziert werden.

Sammlung von Informationsmaterial

Beschreibung	Um die Bürger*innen umfassend über alle Möglichkeiten hinsichtlich Sanierungen oder nachhaltiger Wärmeversorgung zu informieren, sollte digital und analog verfügbares Infomaterial zusammengetragen werden. Dabei sollte der Fokus auf Maßnahmen liegen, die im privaten Bereich umgesetzt werden müssen und bei denen die Stadt auf die Mithilfe der Bürger*innen angewiesen ist. Auch die Akzeptanz und Anschlussquote bei Wärmenetzen kann durch qualitativ hochwertiges Informationsmaterial gesteigert werden. Das Informationsmaterial sollte an einem zentralen Ort ausliegen bzw. bei geeigneten Veranstaltungen an einem Info-Stand zur Verfügung gestellt werden. Außerdem sollte geeignetes Material, beispielsweise von Energieagenturen, an einem Ort auf der Webseite abrufbar sein und ggf. um Links zu weiterführenden Informationen ergänzt werden. So können Barrieren bei der Informationsbeschaffung abgebaut werden.
---------------------	--

Digitales Informationsangebot (Leitfaden, Artikel, Best-Practice)

Beschreibung	Der Ausbau des digitalen Informationsangebotes dient dazu, Informationen für Bürger*innen leichter zugänglich zu machen. Auf diese Weise können Hemmschwellen verringert und zu wichtigen Neuerungen oder Veranstaltungen informiert werden. Auch eine Datenbank von Best-Practice-Beispielen kann zum Handeln motivieren und den Wissenstransfer bzw. den Austausch innerhalb der Bevölkerung zu Themen der Energieeffizienz und Wärmeversorgung erhöhen. Durch den Aufbau einer Unterseite mit leichtem Zugang zu aktuellen Informationen, allgemeinen Handlungsempfehlungen, Beispielen sowie geeigneten Ansprechpartner*innen für tiefergehende Fragen, kann ein digitaler Anlaufpunkt für alle Themen rund um den Klimaschutz geschaffen werden. Unterstützend können beispielsweise bestehende Angebote der Energieagentur und Verbraucherzentrale eingebunden werden, sodass unkompliziert eine Verbindung zu deren Informationskampagnen erfolgt.
---------------------	---

Bauleitplanung

Beschreibung

Die Wärmeplanung ist zunächst eine rechtlich unverbindliche Fachplanung. Allerdings sollen ihre Ergebnisse als strategische Grundlage in weitere kommunale Planungsprozesse einfließen. Hierzu gehören beispielsweise Bauleitpläne. Bebauungspläne bestimmen langfristig und verbindlich den Zulässigkeitsrahmen für die bauliche Tätigkeit in ihrem Geltungsbereich. Eine energetisch günstige Bebauung dient langfristig der nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung. Daher bietet es sich an dahingehende planerische Festsetzungen zu treffen. Die Stadtverordnetenversammlung der Stadt Michelstadt hat am 24.05.2022 bereits einen grundlegenden Beschluss (AT-5/2022 Nr. 5) in diesem Sinne gefasst:

“In allen neuen Bebauungsplänen wird eine Festsetzung getroffen, die gemäß § 9 (1) Nr. 23 BauGB bauliche und/oder technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien bzw. aus erneuerbar betriebener Kraft-Wärme-Kopplung oder unvermeidlich anfallender Abwärme vorsieht, wobei je nach Baugebiet eine detaillierte Festsetzung getroffen werden kann.“

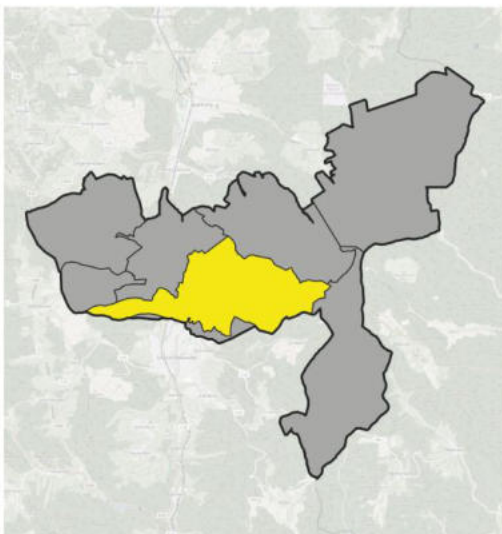
Detaillierte Festsetzungen nach § 9 (1) Nr. 23 BauGB können sein:

- Festsetzung einer Solardachpflicht
- Ergänzend empfiehlt sich hier die Ausrichtung der Dächer zur optimalen Nutzung solarer Strahlungsenergie (Firstrichtung, Zuschnitt und Anordnung der Bauflächen) zu berücksichtigen (Festsetzungen nach §9 Abs.1 Nr.2).
- Ausschlussfestsetzung für fossile Brennstoffe nach § 9 Abs. 1 Nr. 23(a) BauGB

Bei der Aufstellung vorhabenbezogener Bebauungspläne, beim Abschluss von städtebaulichen Verträgen oder dem Verkauf städtischer Grundstücke können weitergehende Belange wie bspw. die Einhaltung von definierten Mindeststandards für die Gebäudeenergieeffizienz berücksichtigt werden. Bei der Überplanung von Bestandsquartieren sollten in Eignungsgebieten für Wärmenetze sowohl in der vorbereitenden als auch in der verbindlichen Bauleitplanung frühzeitig geplante Wärmenetztrassen und Heizzentralen räumlich berücksichtigt werden. So kann sichergestellt werden, dass ausreichend Platz für die Umsetzung zur Verfügung steht. Auch diese Maßnahme des Wärmeplans zählt auf die Sprintermaßnahmen des Klimaaktionsplan ein. Sofern in einem Bebauungsplan vier Festsetzungen getroffen werden die Klimaschutz und Klimawandelanpassung berücksichtigen (s. Leitfaden der Landesenergie Agentur zu Klimaschutz und Klimaanpassung in der Bauleitplanung) gilt die Sprintermaßnahme als umgesetzt. Dies würde der Stadt in jedem Jahr in dem diese Bedingung von einem neuen Bebauungsplan erfüllt wird ermöglichen erhöhte Förderquoten (+10–35%) bei den Förderprogrammen des Landes Hessens (Kommunalrichtlinie und Klimarichtlinie) in Anspruch zu nehmen

7.3. Stadtteil-Steckbriefe

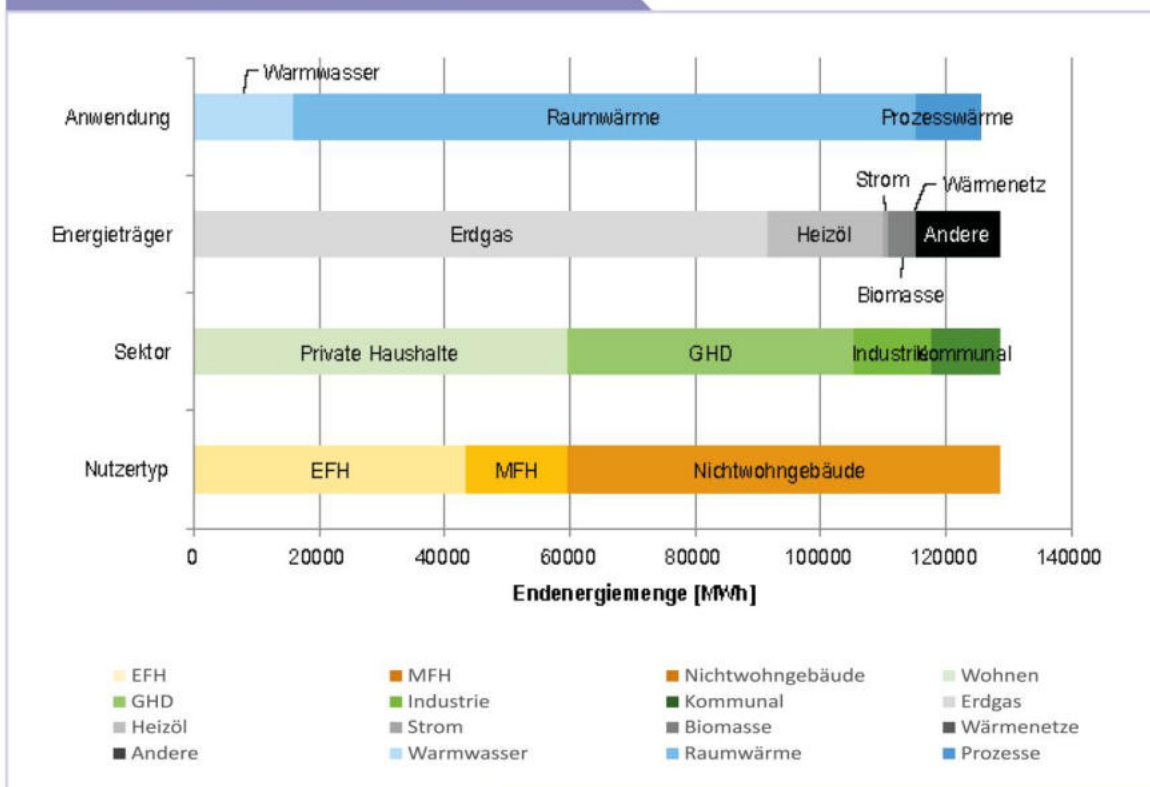
Im Rahmen der Wärmeplanung wurden für alle Stadtteile der Stadt Michelstadt Steckbriefe erstellt. Diese benennen in einem Faktencheck den Ausgangszustand anhand wichtiger Kennzahlen. Zusätzlich werden die Potenziale dargestellt, und inwieweit diese den aktuellen Strom- und Wärmebedarf abdecken können. Der Transformationspfad bis zum Zieljahr 2045 zeigt die Eignungsgebiete sowie die Versorgungslösungen auf. Abschließend werden die wichtigsten Maßnahmen benannt, die notwendig sind, um die Ziele zu erfüllen. Die Steckbriefe sind separat einsehbar und auf der Webseite der Stadt Michelstadt abrufbar.



Kernstadt Michelstadt

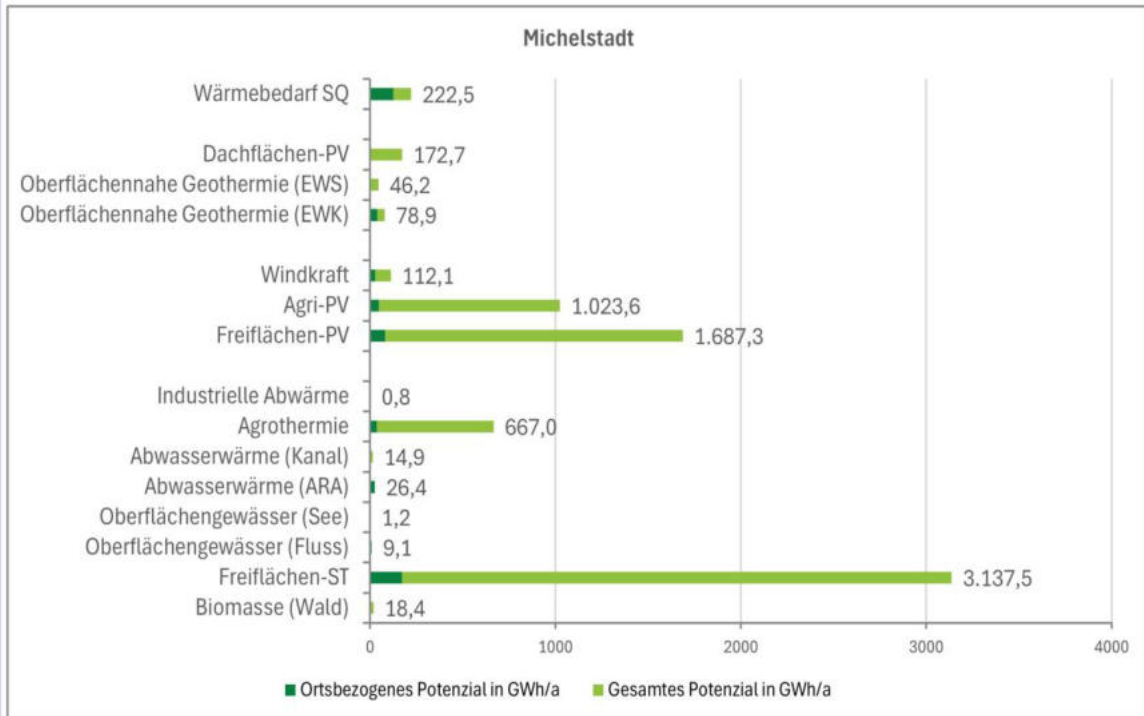
Fläche:	1.393 ha
Anzahl Einwohner:	8.879
Anzahl Gebäude:	2.600
Wärmebedarf:	125,3 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	ja

BESTANDSANALYSE



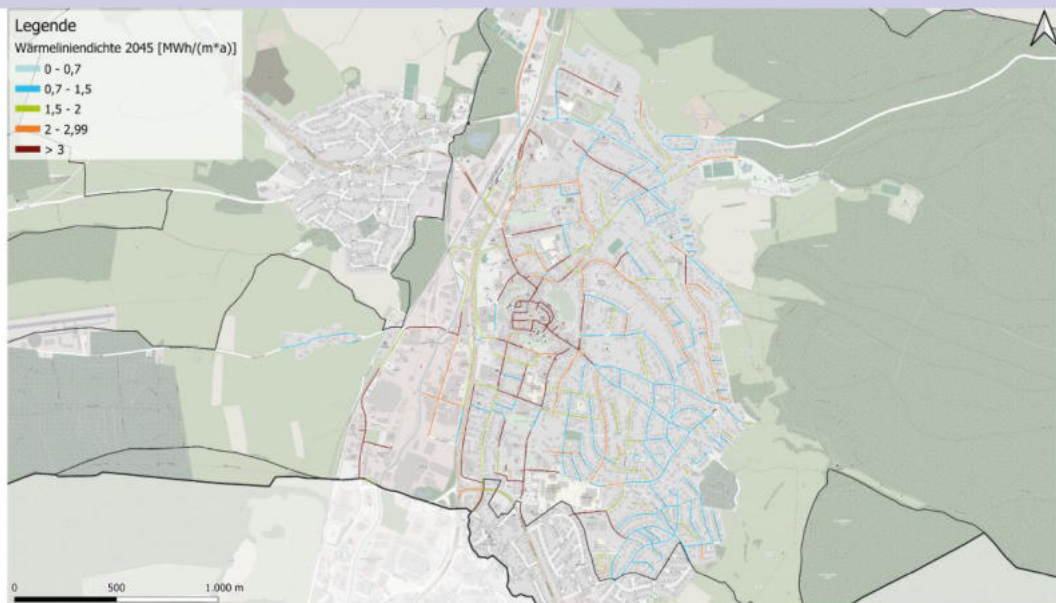
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Machbarkeitsstudie Wärmenetze

Zur Vorbereitung der Wärmenetzplanung werden lokale Potenziale analysiert, ein Energieträgermix festgelegt und eine Mindestanschlussquote definiert. Darauf aufbauend erfolgt eine Machbarkeitsstudie gemäß BEW zur Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit.

2

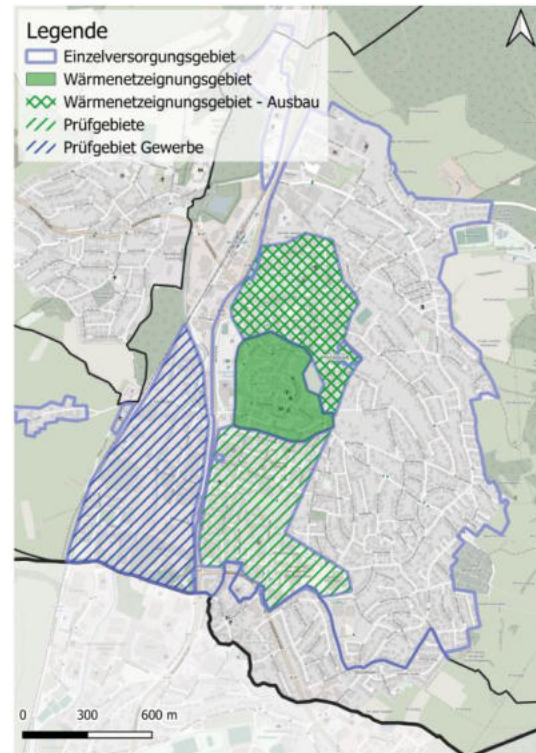
Wirtschaftlichkeitsprüfung Prüfgebiet Gewerbe

Die Wirtschaftlichkeitsprüfung bewertet die Umsetzbarkeit potenzieller Wärmenetze unter Berücksichtigung von Betreibermodellen, Fördermöglichkeiten und einer erforderlichen Mindestanschlussquote.

3

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.



Fakten zu Wärmenetz-Eignungsgebiet Michelstadt Altstadt (Priorität 1)

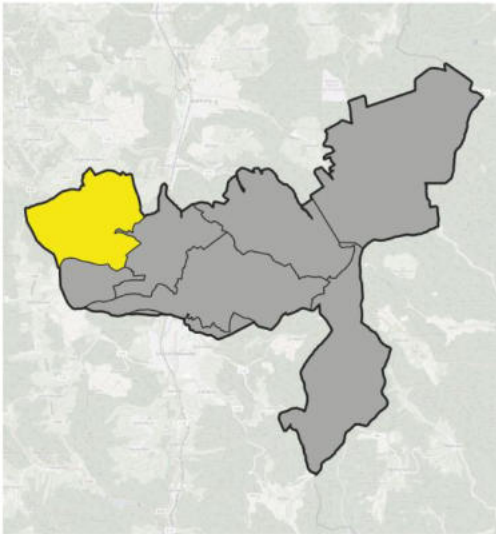
- 227 Gebäude bei 70,0 % Anschlussquote
- Rohrleitungslänge: 2.995 m
- Heizleistung: 5,7 MW
- Wärmebedarf: 10.400 MWh/a
- Gesamtinvestitionskosten (inkl. Fördermittel): 9,7 - 15,4 Mio. Euro

Fakten zu Wärmenetz-Eignungsgebiet Michelstadt Nord (Priorität 2)

- 187 Gebäude bei 70,0 % Anschlussquote
- Rohrleitungslänge: 3.773 m
- Heizleistung: 3,4 MW
- Wärmebedarf: 6.200 MWh/a
- Gesamtinvestitionskosten (inkl. Fördermittel): 8,7 - 13,4 Mio. Euro

Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

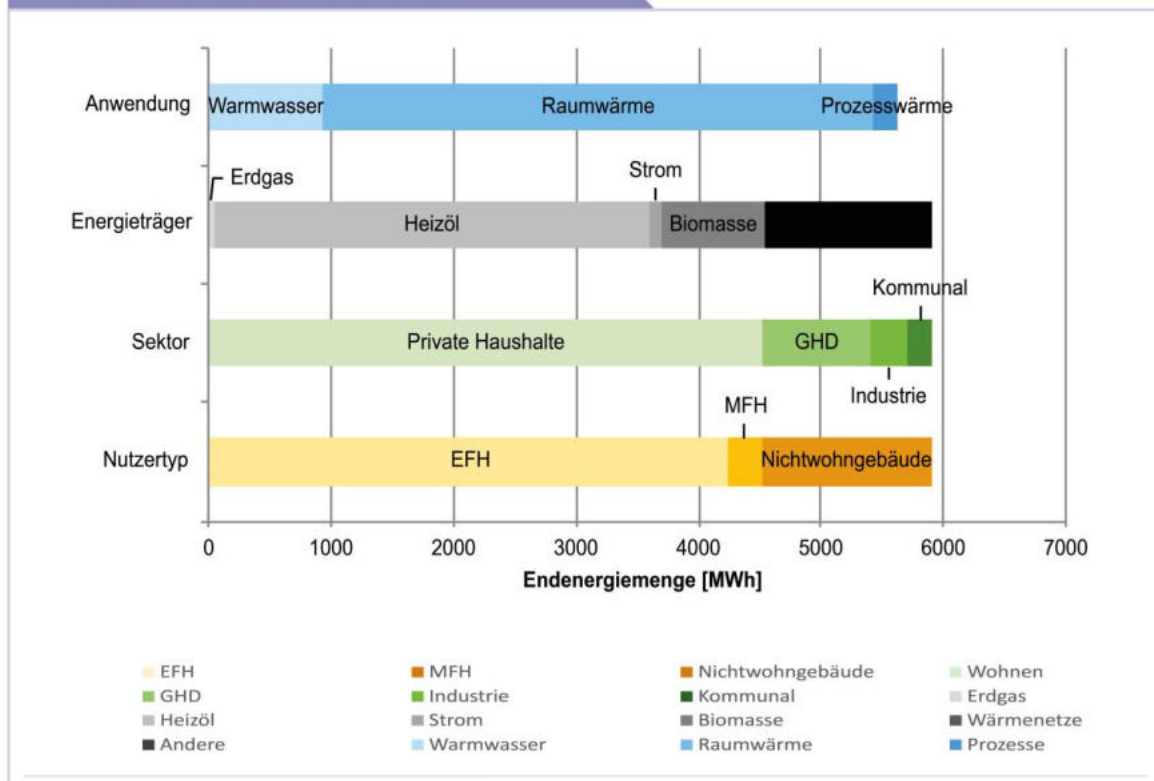
- Senkung des Wärmebedarfs um 24 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 35 % Biomasse, 48 % Strom und 17 % Wärmenetz Hackschnitzel



Stadtteil Rehbach

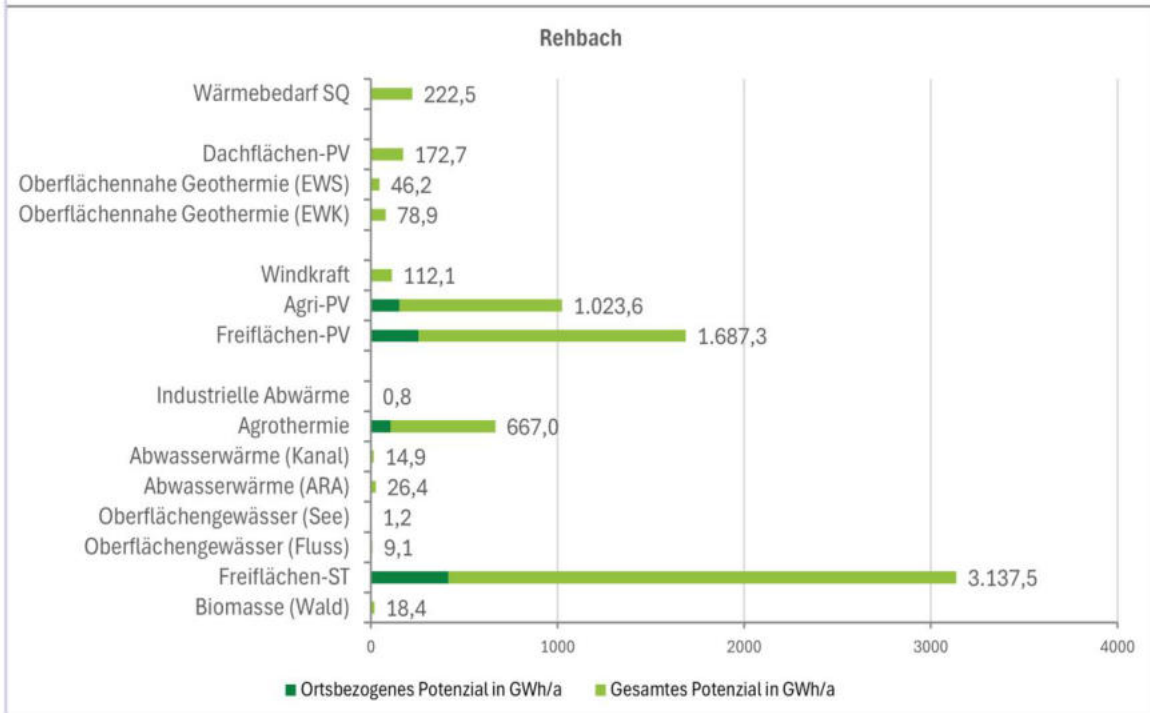
Fläche:	1.029 ha
Anzahl Einwohner:	559
Anzahl Gebäude:	183
Wärmebedarf:	5,6 GWh
Gasnetz:	nein
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



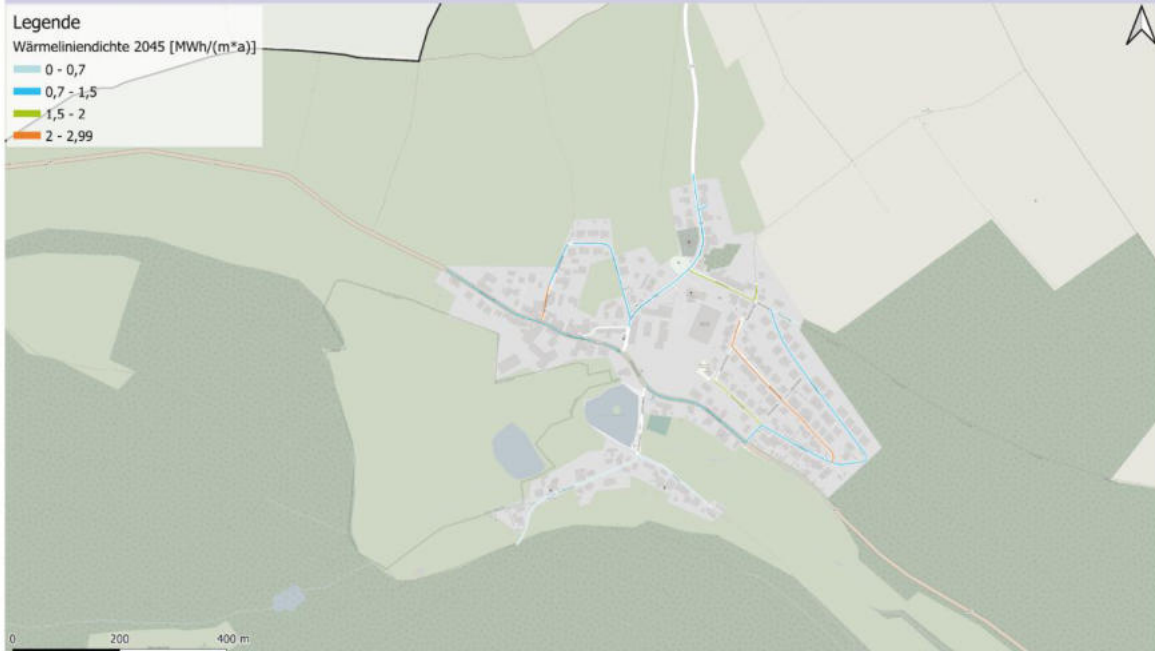
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienidichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

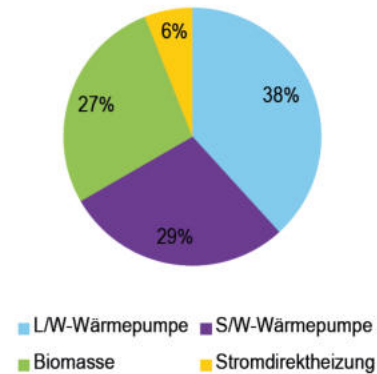
1

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

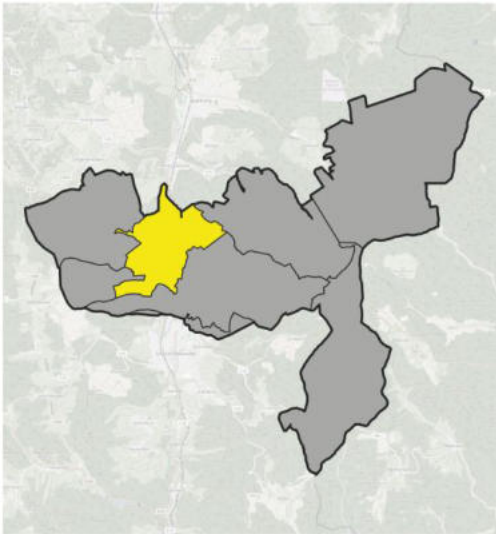


Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgas- emissionen durch:

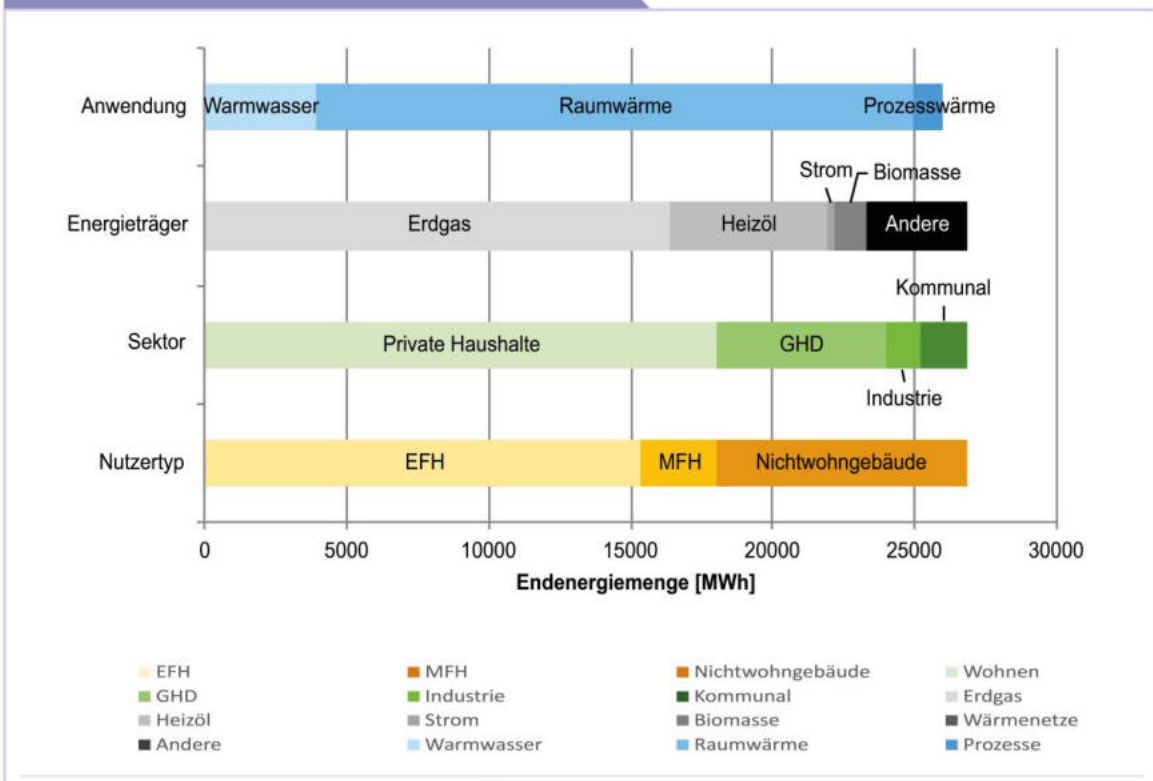
- Senkung des Wärmebedarfs um 29 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 30 % Biomasse und 70 % Strom



Stadtteil Steinbach

Fläche:	742 ha
Anzahl Einwohner:	2.063
Anzahl Gebäude:	737
Wärmebedarf:	25,9 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



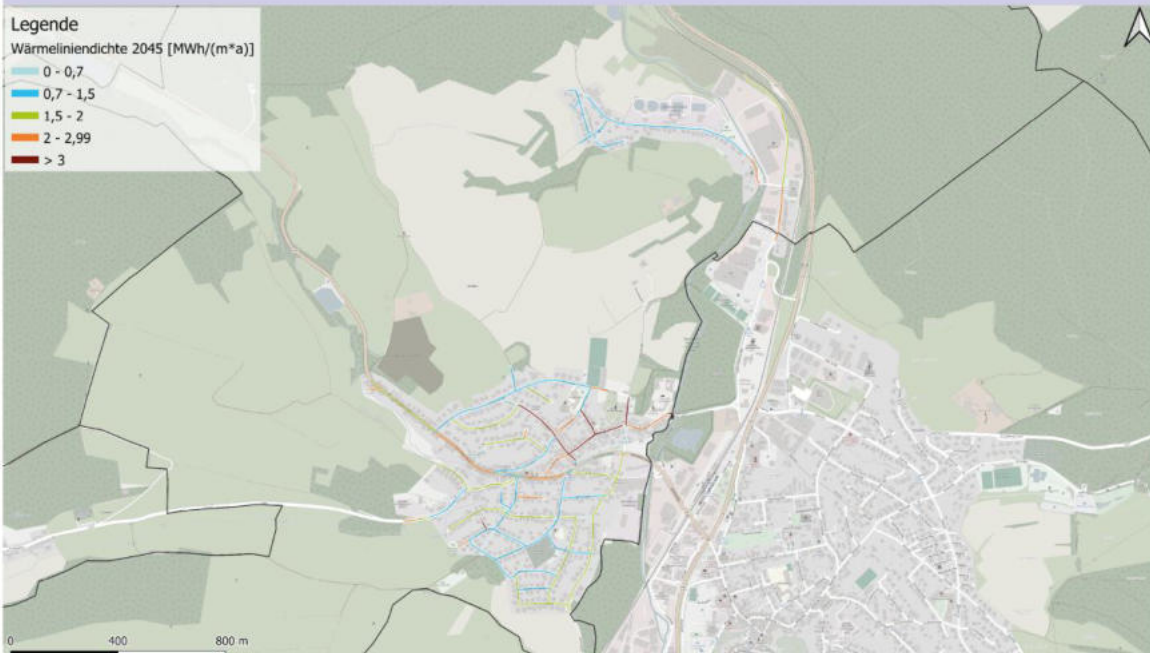
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

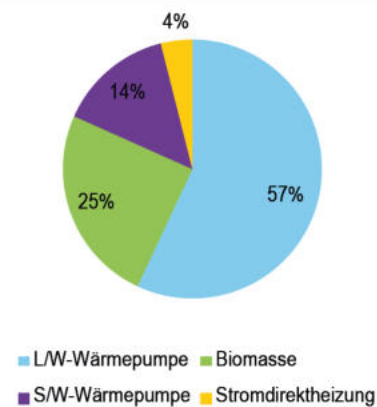
1

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

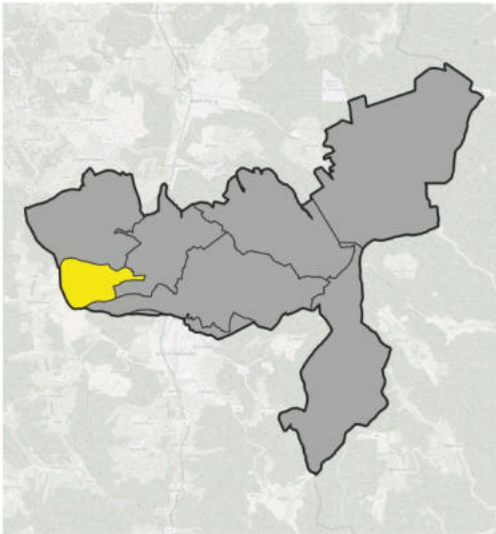


Einzelversorgung im Zieljahr 2045
Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

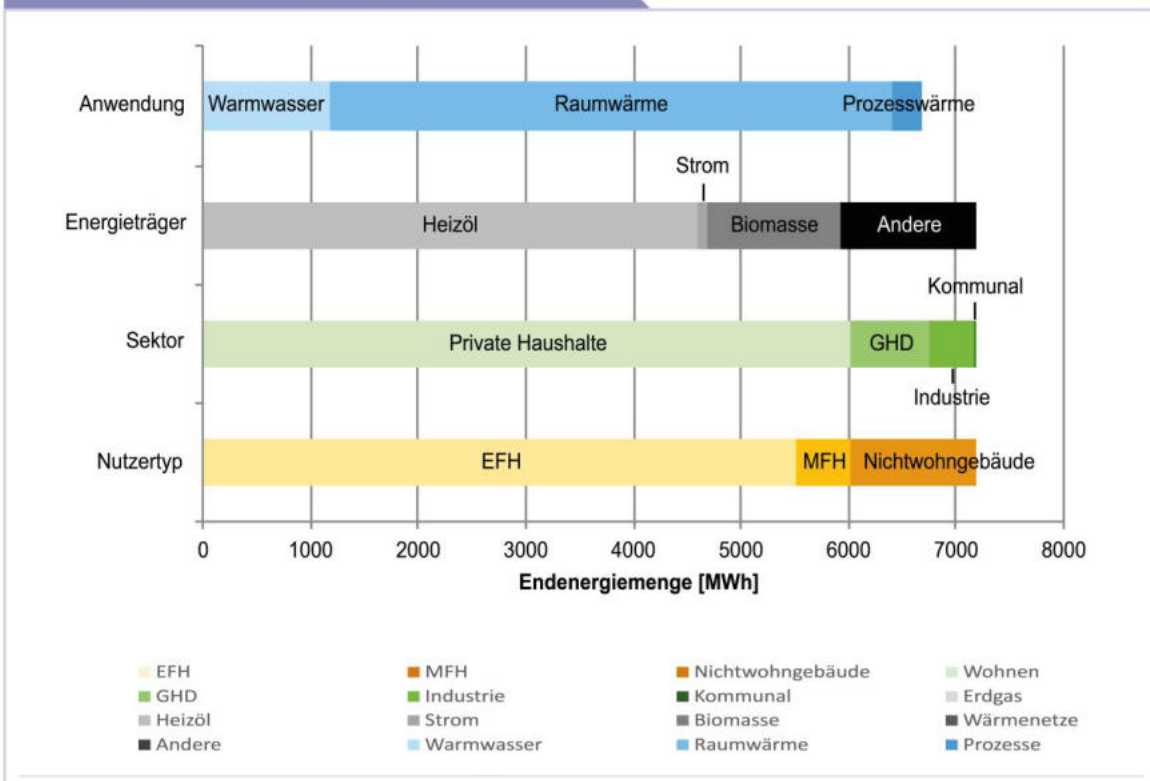
- Senkung des Wärmebedarfs um 26 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 35 % Biomasse und 65 % Strom



Stadtteil Steinbuch

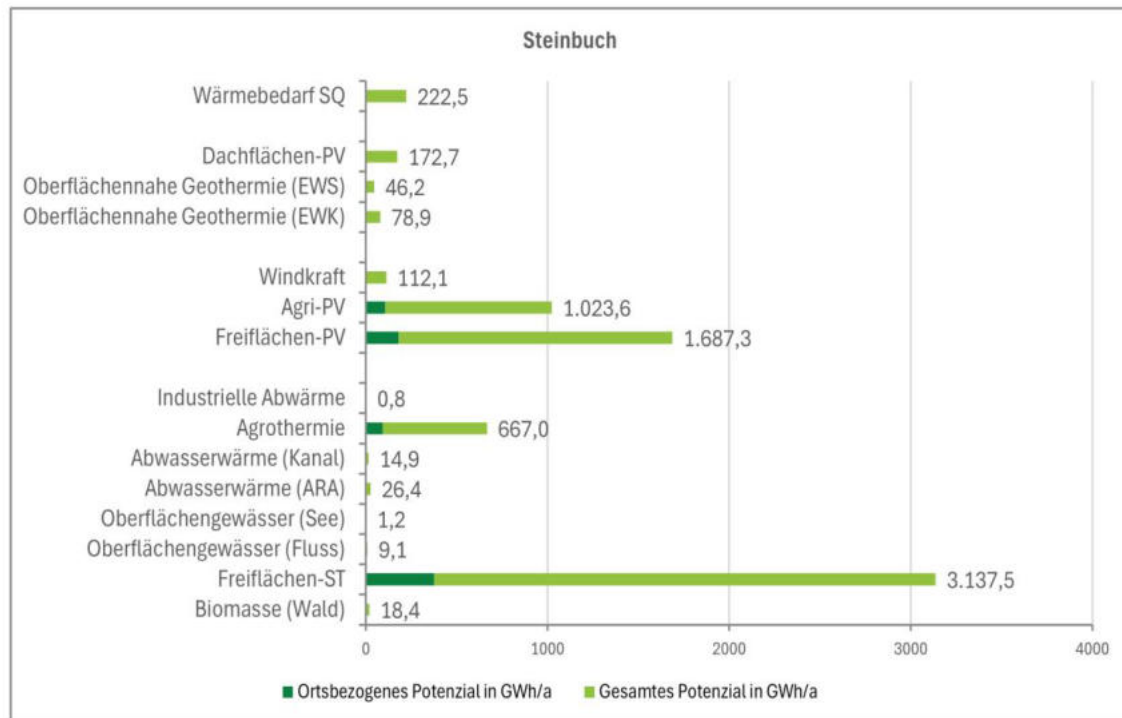
Fläche:	330 ha
Anzahl Einwohner:	546
Anzahl Gebäude:	203
Wärmebedarf:	6,7 GWh
Gasnetz:	nein
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



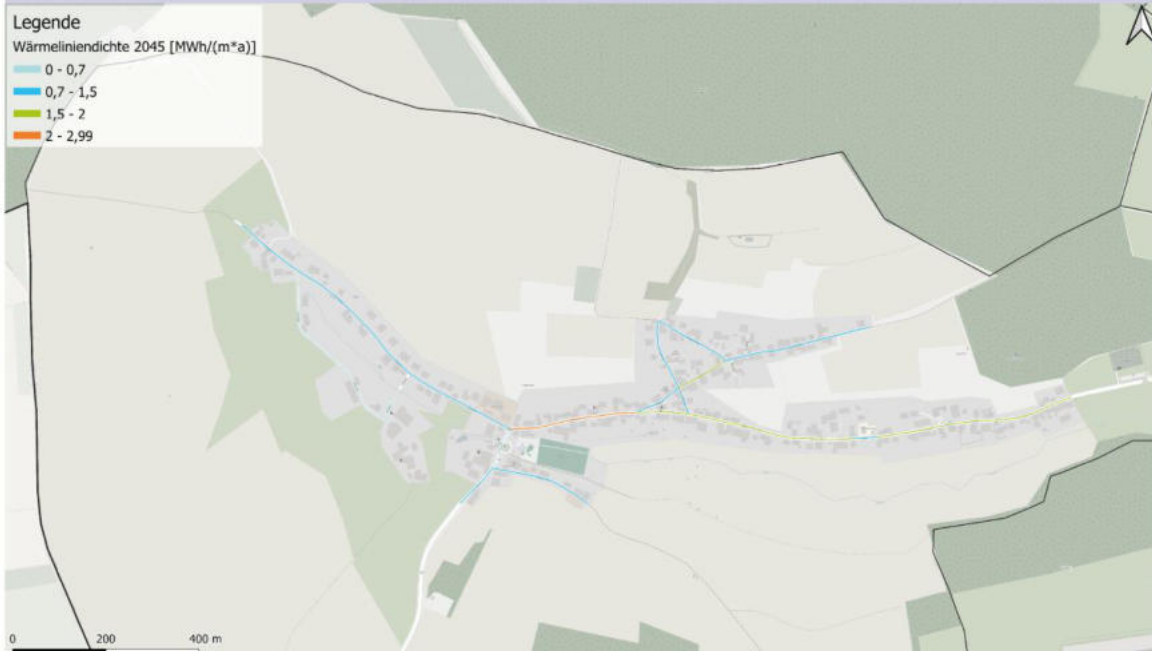
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

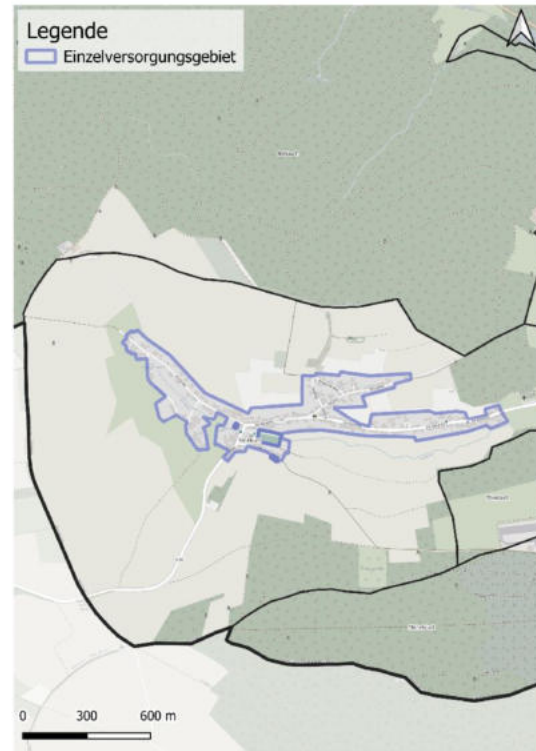
Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

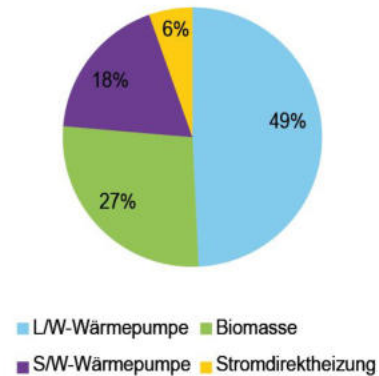
Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

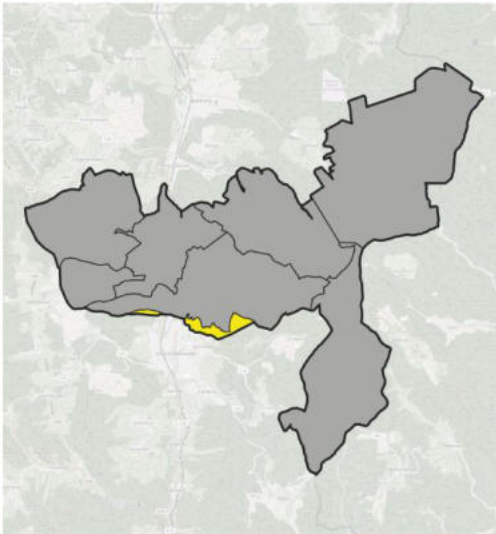


Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

- Senkung des Wärmebedarfs um 31 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 37 % Biomasse und 63 % Strom

Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern

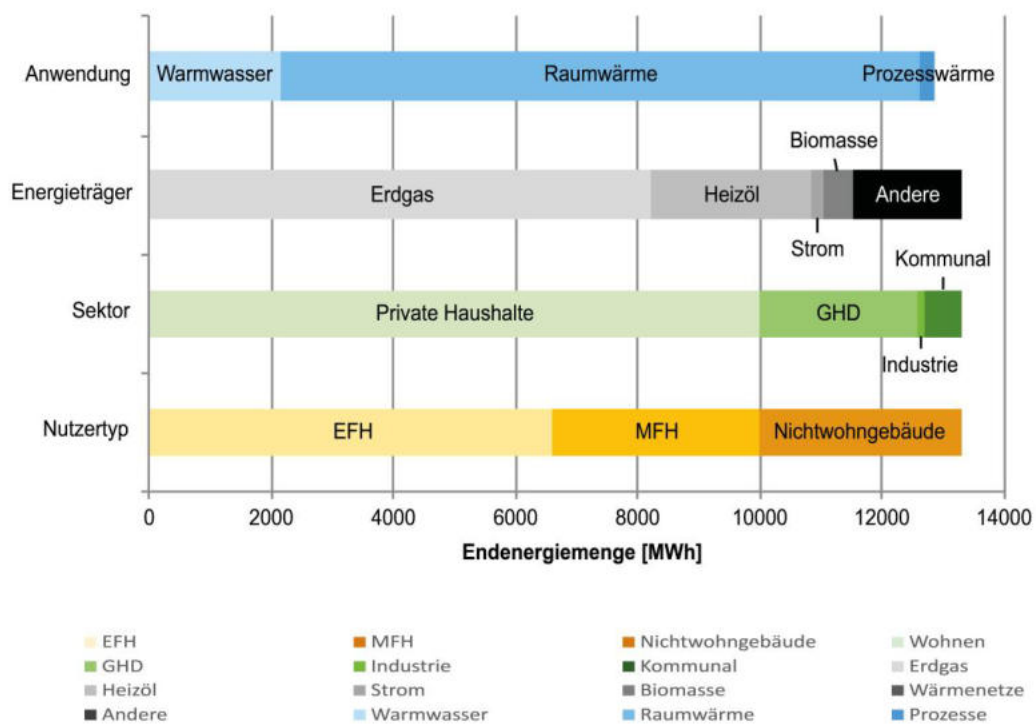




Stadtteil Stockheim

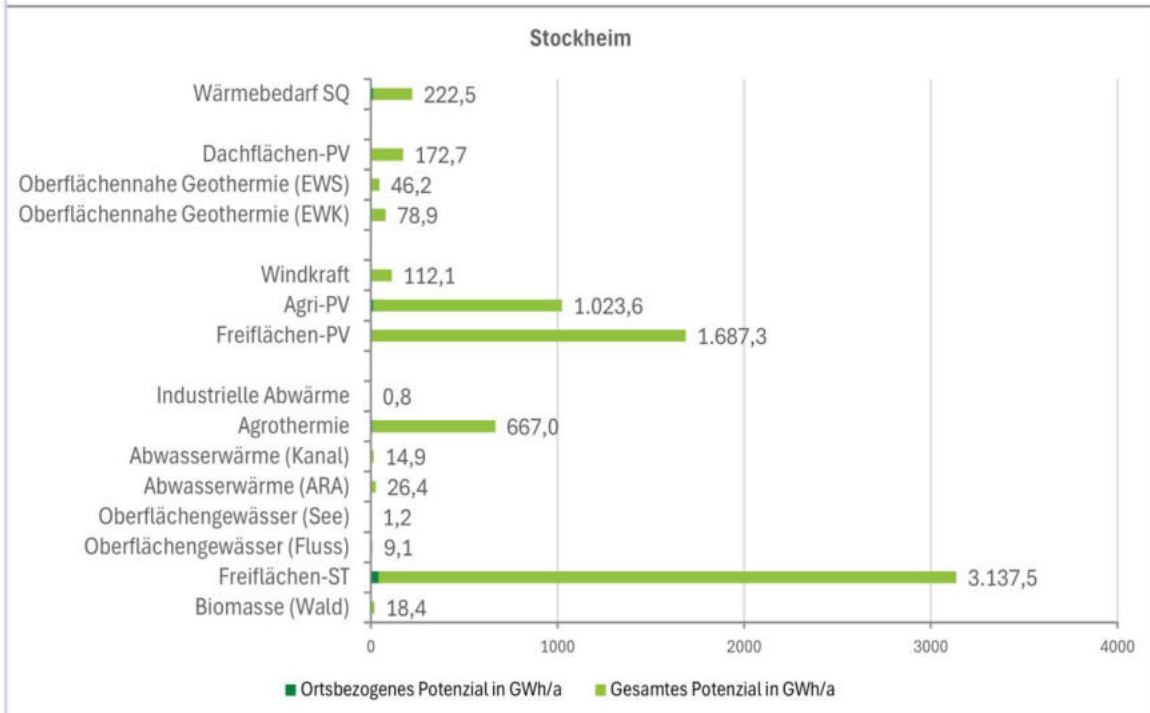
Fläche:	101 ha
Anzahl Einwohner:	1.355
Anzahl Gebäude:	354
Wärmebedarf:	12,8 GWh
Gasnetz:	ja
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



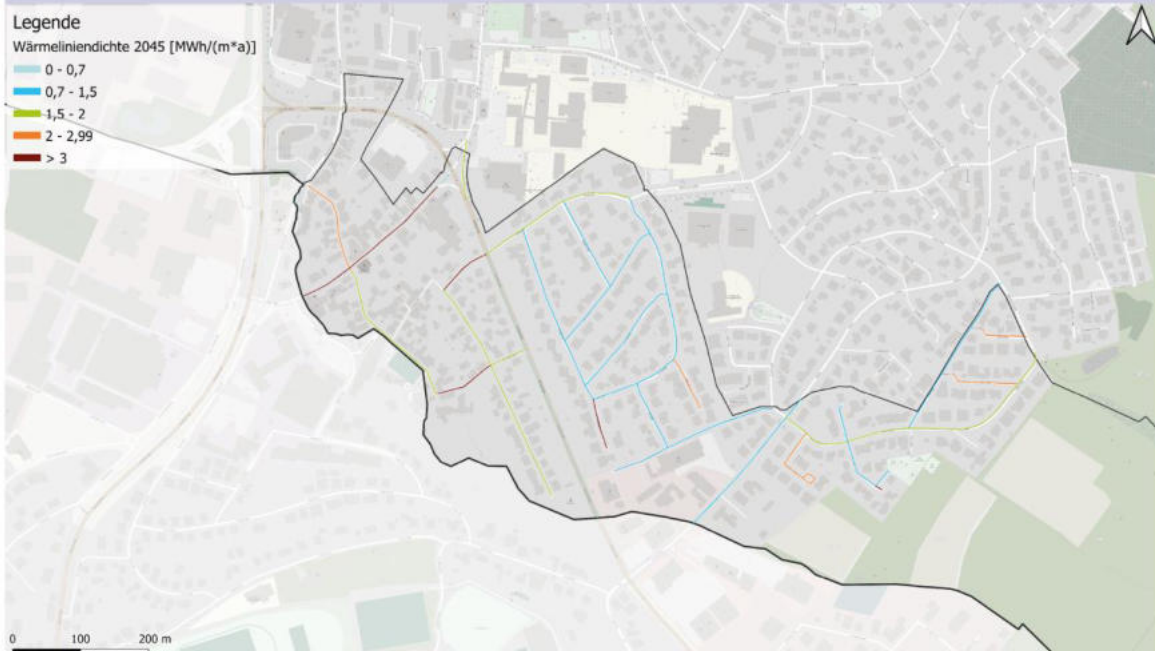
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

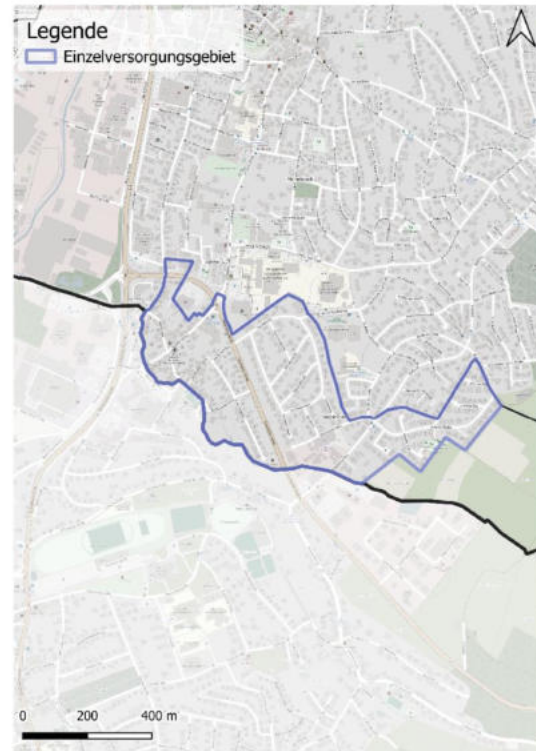
Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

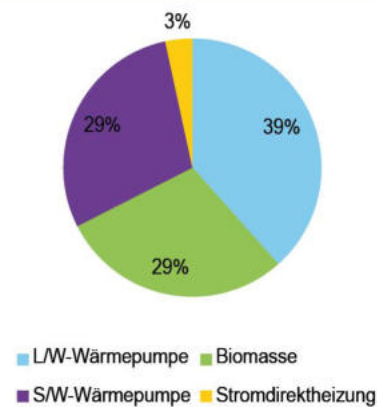
Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

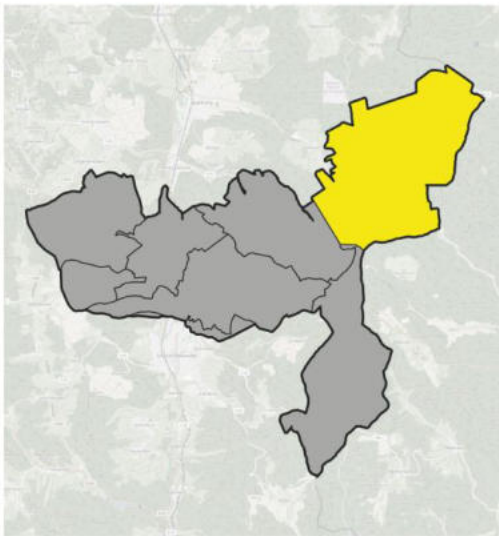


Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

- Senkung des Wärmebedarfs um 29 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 34 % Biomasse und 66 % Strom

Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern

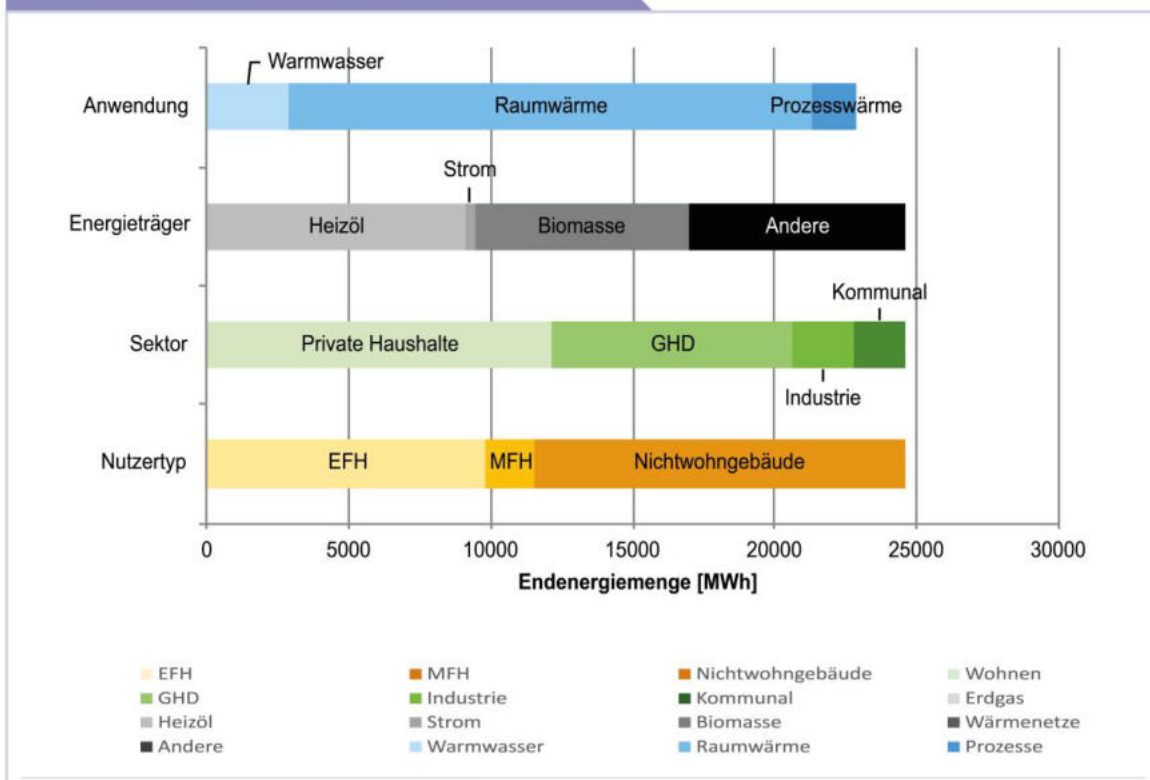




Stadtteil Vielbrunn

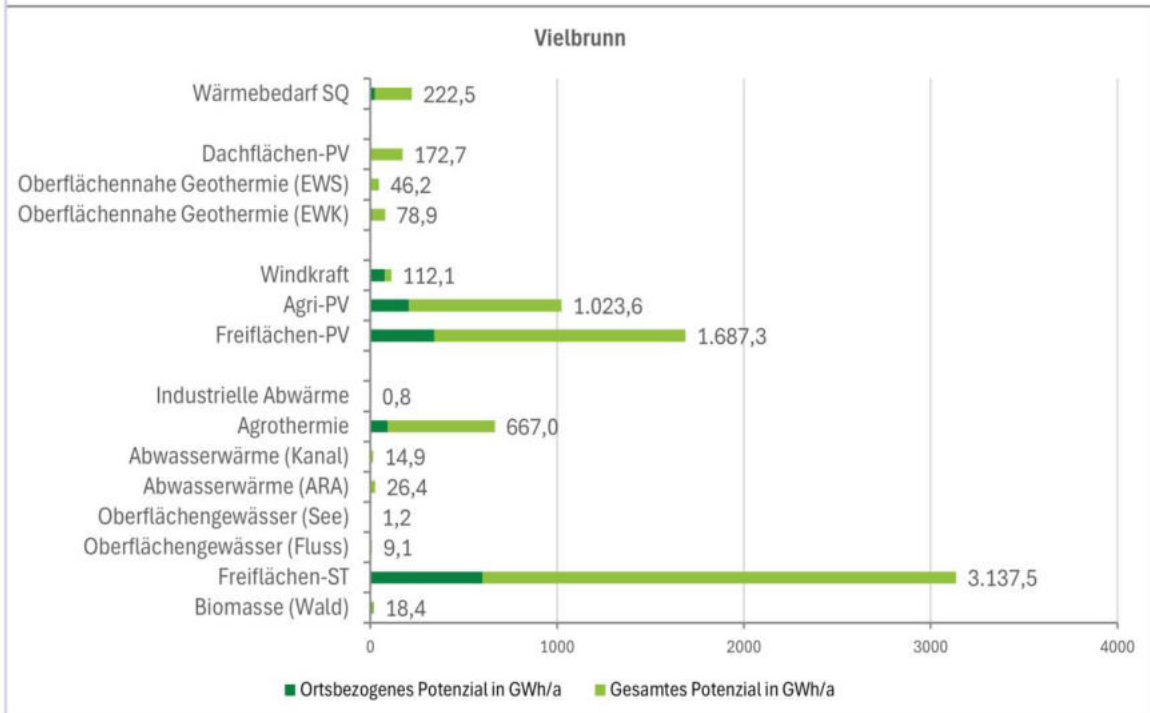
Fläche:	2.424 ha
Anzahl Einwohner:	1.333
Anzahl Gebäude:	597
Wärmebedarf:	22,8 GWh
Gasnetz:	nein
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienidichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

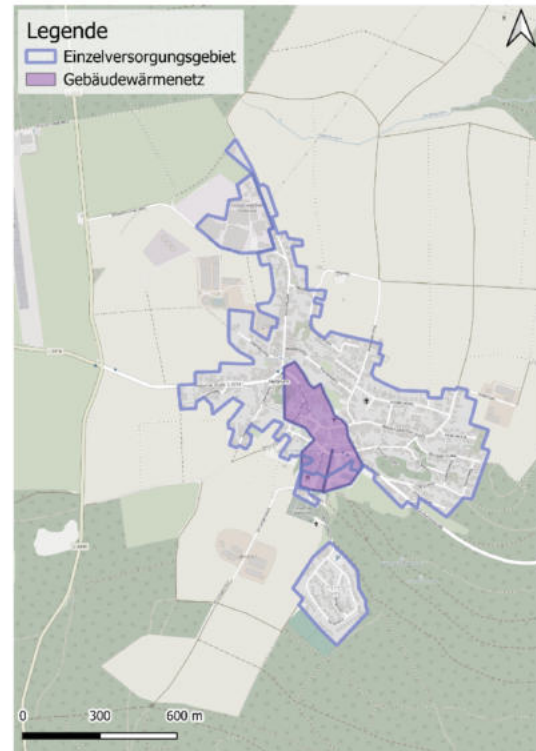
Wirtschaftlichkeitsprüfung Gebäudewärmenetz

Für kleinere Versorgungslösungen werden Gebäudewärmenetze mit bis zu 16 Gebäuden geprüft, wobei lokale Potenziale, Betreibermodelle, Förderungen und die Mindestanschlussquote berücksichtigt werden.

2

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

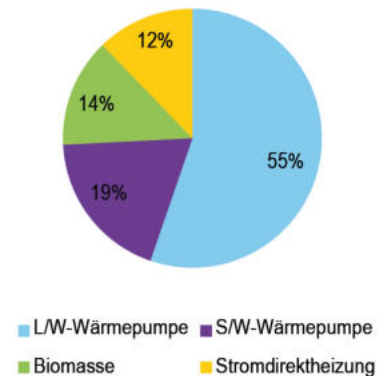
Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

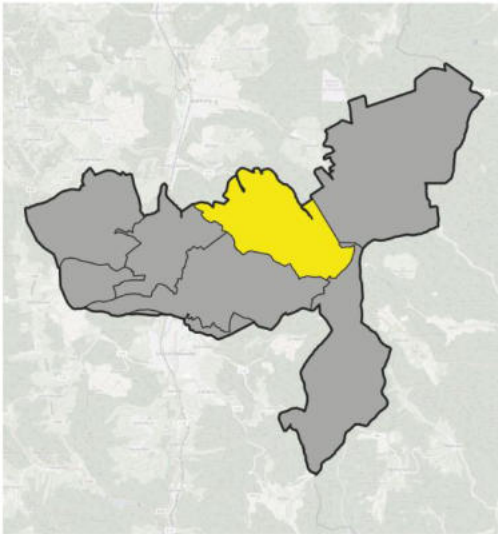


Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

- Senkung des Wärmebedarfs um 25 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 24 % Biomasse und 76 % Strom

Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern

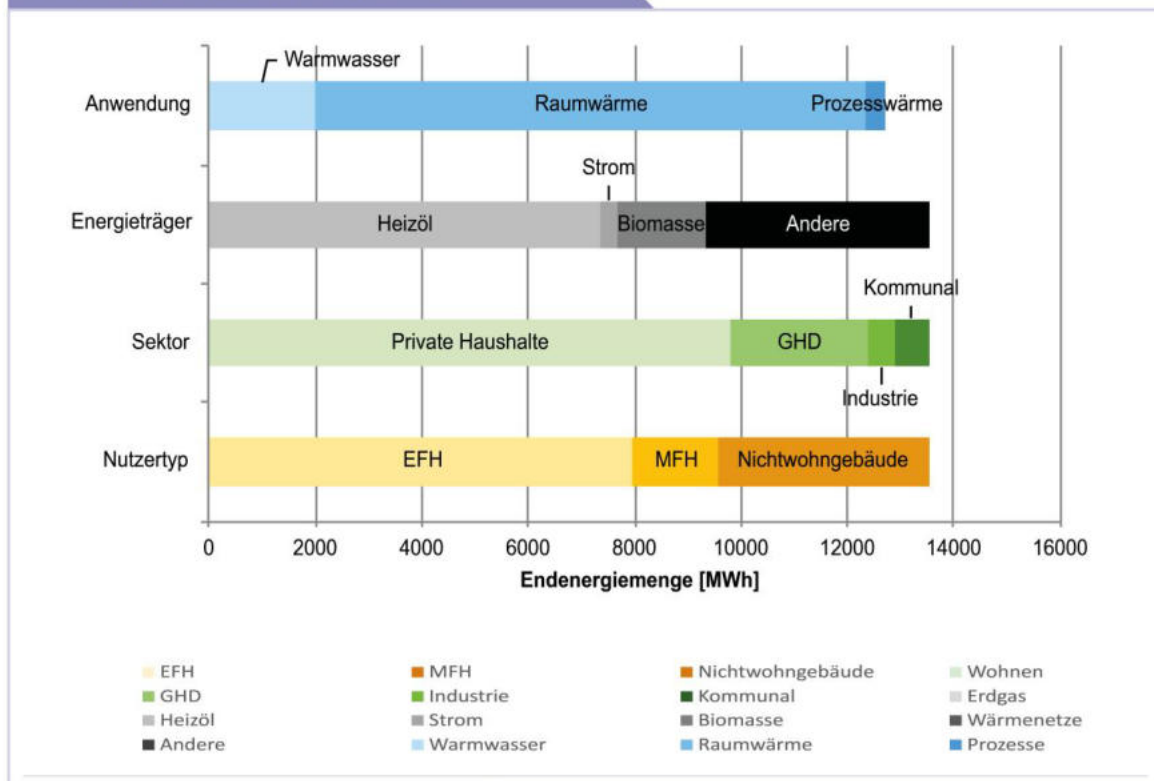




Stadtteil Weiten-Gesäß

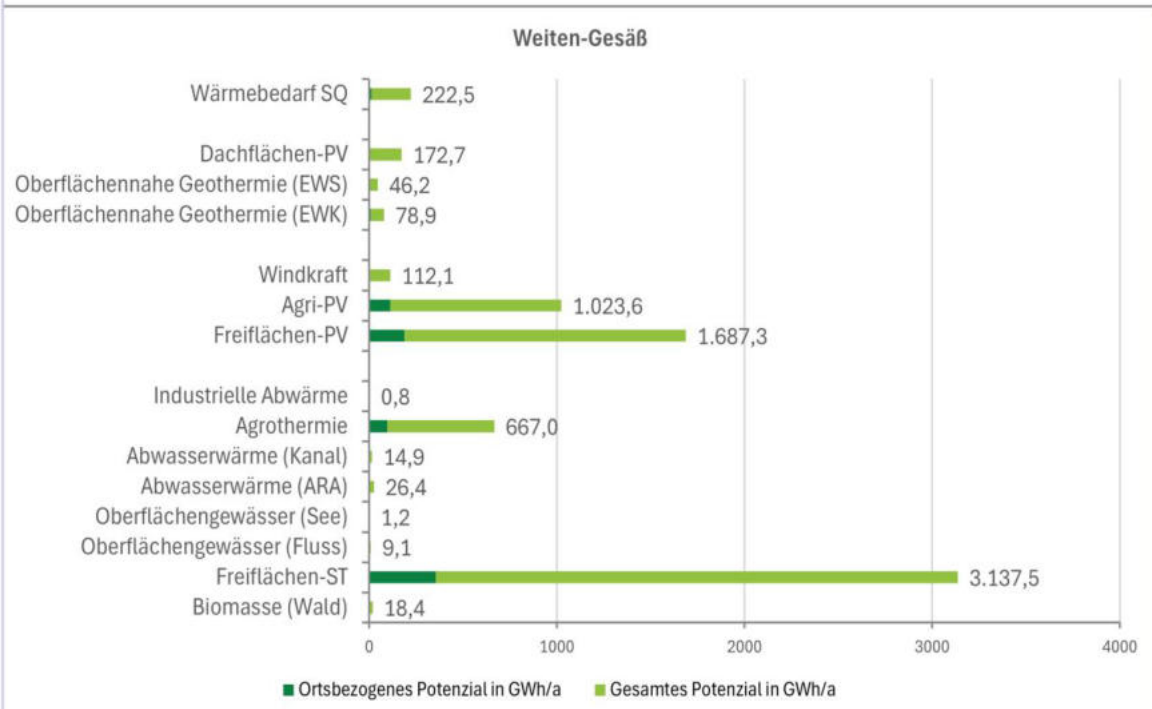
Fläche:	1.185 ha
Anzahl Einwohner:	961
Anzahl Gebäude:	374
Wärmebedarf:	12,7 GWh
Gasnetz:	nein
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



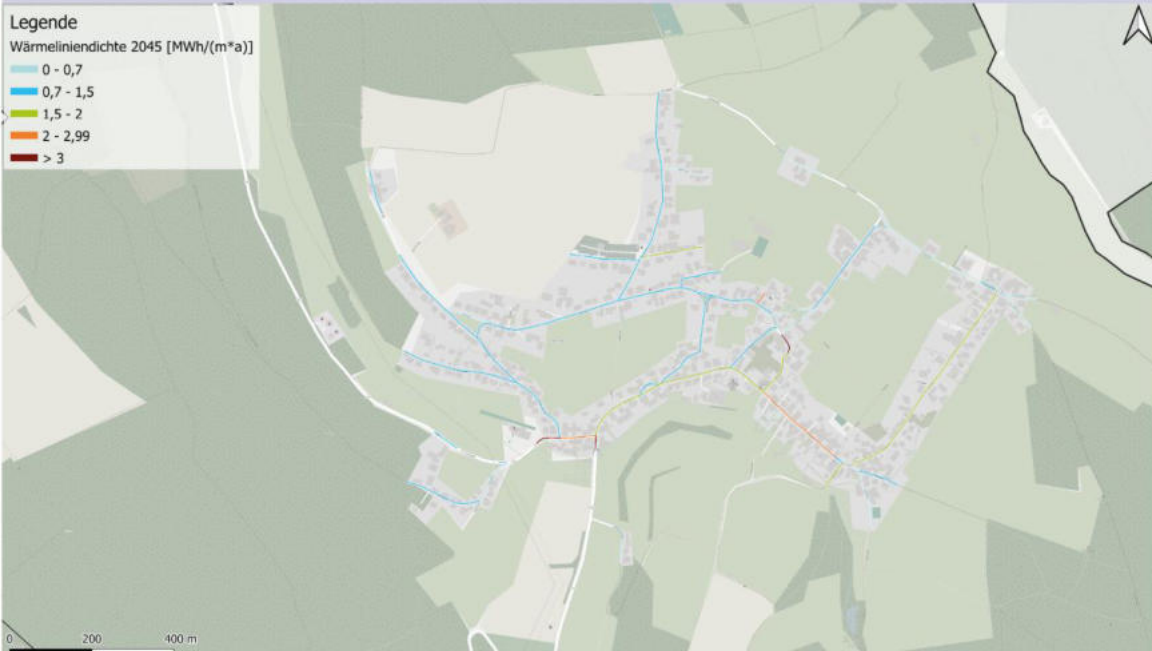
Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

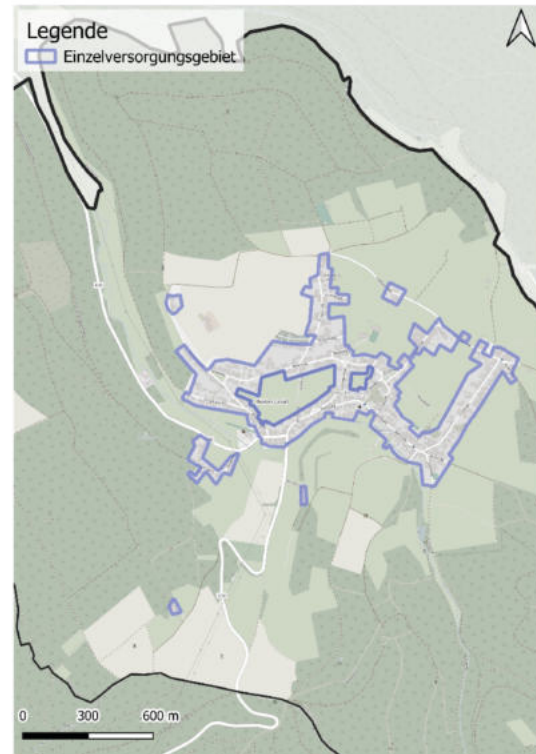
Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

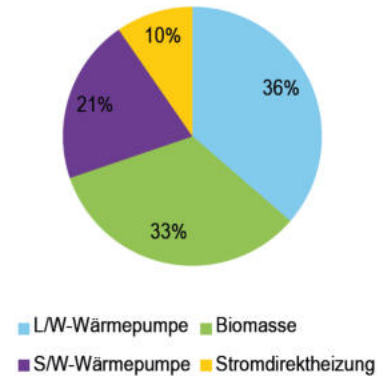
1

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.

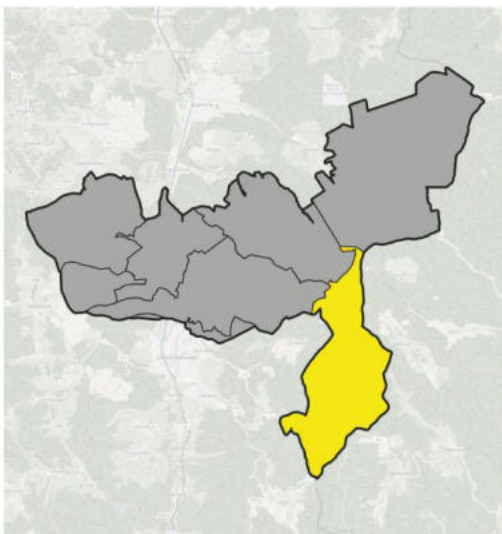


Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

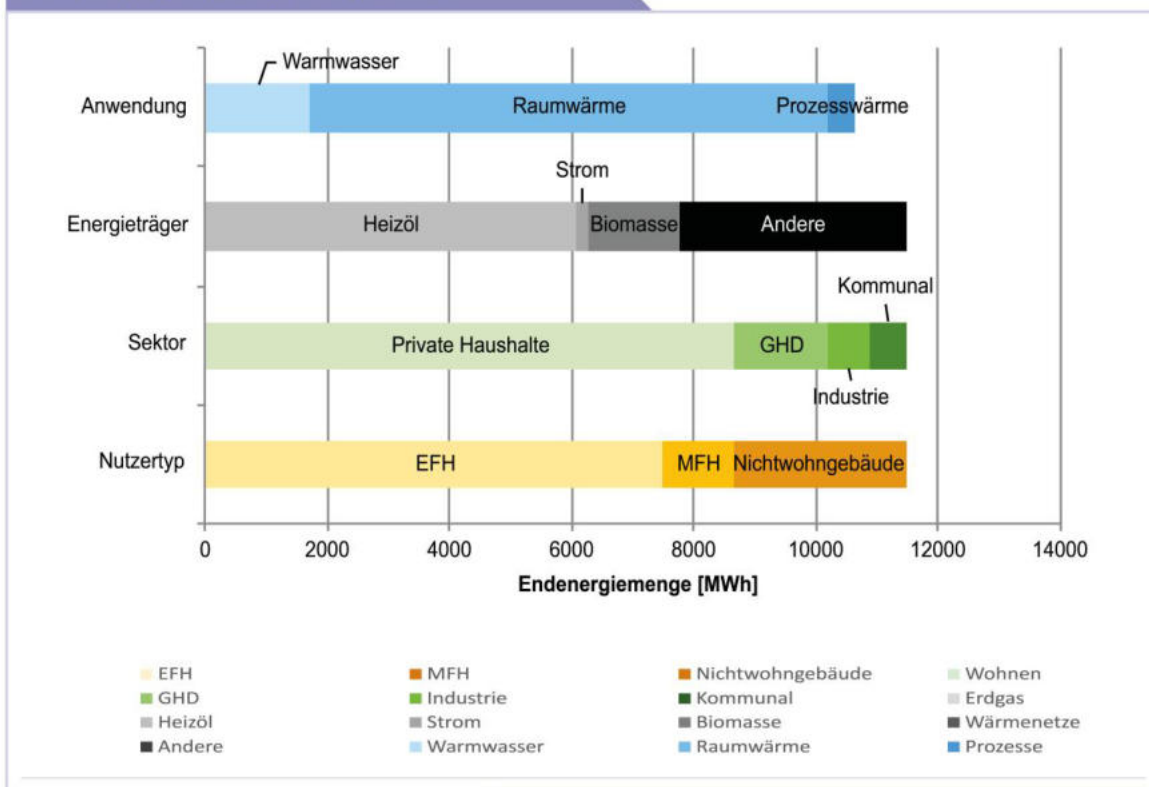
- Senkung des Wärmebedarfs um 29 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 46 % Biomasse und 54 % Strom



Stadtteil Würzburg

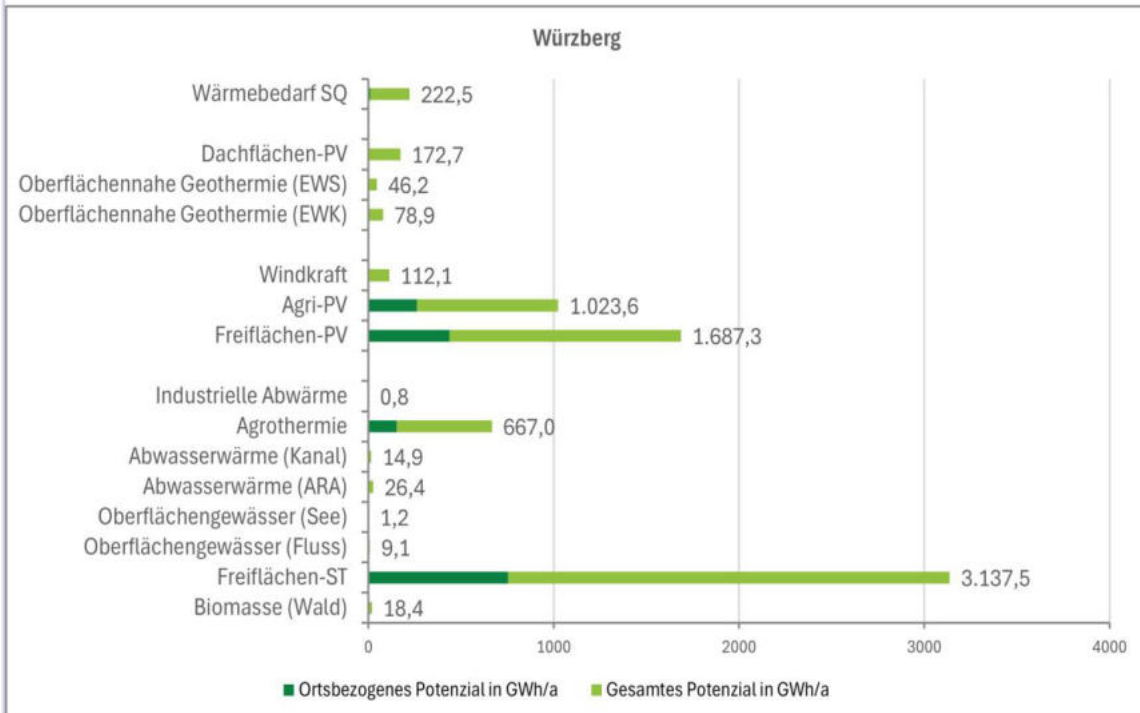
Fläche:	1.494 ha
Anzahl Einwohner:	758
Anzahl Gebäude:	357
Wärmebedarf:	10,6 GWh
Gasnetz:	nein
Wärmenetz:	nein

BESTANDSANALYSE



Verteilung der Wärmemenge nach Kategorien

POTENZIALANALYSE



Potenziale im Vergleich zum Bedarf

Wärmelinienichte im Zieljahr 2045 (Auszug - gesamte Karte im Bericht)



TRANSFORMATIONSPFAD BIS 2045

Maßnahmen Fokusgebiete

Prioritäre Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5 Jahre begonnen werden

1

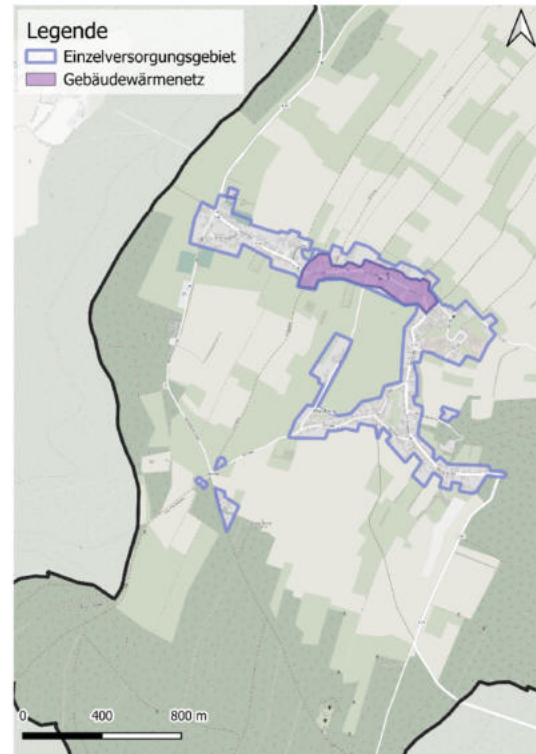
Wirtschaftlichkeitsprüfung Gebäudewärmenetz

Für kleinere Versorgungslösungen werden Gebäudewärmenetze mit bis zu 16 Gebäuden geprüft, wobei lokale Potenziale, Betreibermodelle, Förderungen und die Mindestanschlussquote berücksichtigt werden.

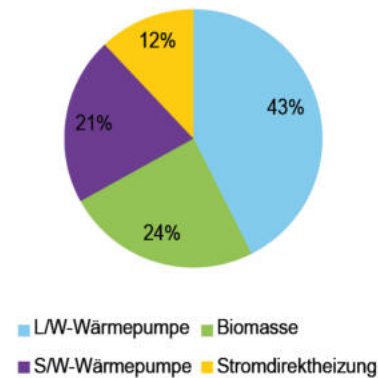
2

Informationskampagne zu dezentraler Wärmeversorgung

Eigentümerinnen und Eigentümer werden durch unabhängige Beratung und Informationsveranstaltungen zu Fördermitteln, Wirtschaftlichkeit, rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten unterstützt.



Einzelversorgung im Zieljahr 2045 Wärmeverbrauch nach Energieträgern



Senkung der Treibhausgasemissionen durch:

- Senkung des Wärmebedarfs um 28 % bis 2045
- Umstellung von fossilen Energieträgern auf 36 % Biomasse und 64 % Strom

8. Controlling-Konzept und Verstetigungsstrategie

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmewende erfordert eine langfristige Strategie, die durch ein systematisches Controlling-Konzept begleitet wird. Dieses Konzept bildet die Grundlage für die Erfassung von Verbrauchs- und Treibhausgasemissionsdaten und ermöglicht die regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Wärmeplans. Ziel des Controlling-Konzepts ist es, die Fortschritte bei der Zielerreichung kontinuierlich zu dokumentieren und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen, um die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung sicherzustellen. So wird die Effektivität der umgesetzten Maßnahmen systematisch erfasst, ausgewertet und optimiert, um eine nachhaltige und wirksame Wärmewende zu gewährleisten.

8.1. Kontrollziele

Um das Konzept der kommunalen Wärmewende nachhaltig in die Verwaltungsstrukturen der Stadt zu integrieren, ist eine umfassende Verstetigungsstrategie erforderlich, die durch folgende Handlungsschritte weiter sichergestellt werden kann:

1. Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen: Regelmäßige Analyse und Evaluation der Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen und der Erhebung relevanter Kennzahlen, um die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen.
2. Kontinuierliche Prüfung des Ausbau-Fortschritts infrastruktureller Vorhaben: Etablierung eines Kontroll-Systems zur fortlaufenden Überprüfung des Fortschritts beim Ausbau von Infrastrukturprojekten wie Fernwärmeleitungen, Energiezentralen und anderen technischen Anlagen.
3. Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf: Implementierung eines Systems, um Abweichungen von geplanten Zielen frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls schnell Gegenmaßnahmen zu ergreifen.
4. Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften: Einführung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, der die systematische Optimierung von Energieeffizienzmaßnahmen in kommunalen Liegenschaften umfasst.
5. Feedback und Fortschrittsdokumentation: Einrichtung regelmäßiger Feedback-Schleifen aus Verwaltung, Akteuren und Öffentlichkeit zur kontinuierlichen Verbesserung der Strategie sowie Erstellung eines transparenten Berichtssystems, das den Fortschritt der Wärmewende dokumentiert und regelmäßig kommuniziert, um Akzeptanz und Bewusstsein in der Bevölkerung zu stärken.
6. Verankerung der Ergebnisse in der kommunalen Planung: Die Ergebnisse der Evaluierungen und die gewonnenen Erkenntnisse sollten in die langfristige kommunale Energie- und Klimaplanung integriert werden, um die kommunale Wärmewende zukunftsfähig zu gestalten.

Ziel ist es, klare Zuständigkeiten, Befugnisse und Kontrollmechanismen zu definieren, um die Umsetzung der Verstetigungsstrategie in der Verwaltung effektiv zu gewährleisten. Dabei stehen alle klimarelevanten Bereiche der Kommune im Fokus. Zudem wird geprüft, wie die Wärmewende langfristig in Kooperation mit Nachbarkommunen und der Region verankert werden kann. Die entwickelte Strategie wird dokumentiert, mit dem Auftraggeber abgestimmt und in einer bearbeitbaren Form übergeben.

8.2. Berichterstattung und Kommunikation

Es werden jedes Jahr Berichte erstellt, die in Form von Mitteilungsvorlagen dem Magistrat der Stadt Michelstadt vorgelegt werden, um die Fortschritte, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent darzustellen. Zusätzlich werden Networking-Veranstaltungen organisiert, bei denen alle relevanten Akteure der Wärmewende in der Stadt Michelstadt zusammenkommen. Diese Events bieten eine zentrale Plattform, um Vertreter aus der Verwaltung, der lokalen Wirtschaft, Energieanbietern, Immobilienbesitzern und der Bürgerschaft zu vernetzen und die Akzeptanz sowie die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zu fördern.

8.3. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie verfolgt das Ziel, die Maßnahmen des Wärmeplans der Stadt Michelstadt langfristig in der Verwaltung zu verankern. Alle Maßnahmen sollen organisatorisch abgesichert, politisch legitimiert und finanziell planbar umgesetzt sowie Bürger*innen, Unternehmen und lokale Partner aktiv eingebunden werden.

Das Ziel und Nutzen der Maßnahmen lassen sich wie folgt beschreiben:

- Fokusgebiet 1: Wärmenetzeignungsgebiet Kernstadt: Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie werden die Potenziale erneuerbarer Energieträger, die technische Machbarkeit und das Anschlussinteresse für ein Nahwärmenetz in der Kernstadt geprüft. Die ersten Wirtschaftlichkeitsberechnungen aus der kommunalen Wärmeplanung werden dabei konkretisiert und auf ausgewählte Bereiche zugeschnitten.
- Fokusgebiet 2: Wärmeversorgung Prüfgebiet Gewerbe: Eine Voruntersuchung untersucht die zentrale Versorgung der Gewerbegebiete anhand der Beteiligungsbereitschaft, einer Kosten-Nutzen-Analyse zu möglichen Versorgungsszenarien sowie eines geeigneten Standorts für eine Heizzentrale. Besonderer Fokus liegt auf der Einbindung von Ankerkunden und wirtschaftlich günstigen Potenzialen.
- Fokusgebiet 3: Gebäudenetzeignungsgebiete: Für die Stadtteile Vielbrunn und Würzburg werden Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Gebäudenetze (bis zu 16 Gebäude / 100 Wohneinheiten) durchgeführt. Zusätzlich werden wichtige Ankerkunden eingebunden und die Beteiligungsbereitschaft der Eigentümer*innen systematisch abgefragt.
- Fokusgebiet 4: Integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement (KfW 432): Für ausgewählte Quartiere werden integrierte Quartierskonzepte nach KfW 432 als strategische Grundlage zur Identifikation energetischer, klimarelevanter und infrastruktureller Maßnahmen erarbeitet. Ergänzend wird ein Sanierungsmanagement eingerichtet, das die Maßnahmen

koordiniert, relevante Akteure vernetzt und zu Fördermöglichkeiten sowie Sanierungsvorhaben berät.

- Fokusgebiet 5: Dezentrale Versorgung: In Zusammenarbeit mit lokalen Fachakteuren werden Informationsreihen zu dezentralen Wärmeversorgungsoptionen für Bürger*innen in den Stadtteilen angeboten. Die Inhalte umfassen Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Fördermöglichkeiten inkl. Hilfestellung bei der Antragstellung sowie grundlegende Informationen zur Gesetzeslage und den verfügbaren Technologien.

Für jede Maßnahme werden klare Zuständigkeiten (Federführung und Stellvertretung) sowie eine Zuständigkeitsmatrix festgelegt. Um eine Integration sowie die Verbindlichkeit der Maßnahmen zu verbessern, sollen die Termine in den jährlichen Verwaltungskalender aufgenommen, Ergebnisse regelmäßig den jeweiligen Gremien berichtet und Haushaltsmittel dauerhaft bereitgestellt werden. Standardisierte Prozessabläufe, Checklisten und Vorlagen sichern Qualität und Kontinuität.

Eine transparente Kommunikation ist zentraler Bestandteil aller Maßnahmen. Je nach Maßnahme kommen folgende Instrumente zum Einsatz:

- Informationsveranstaltungen und Befragungen für Gebäudeeigentümer*innen, Unternehmen und Investoren
- Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Fördermittelberatung für Bürger*innen
- Regelmäßige Berichte an politische Gremien und Veröffentlichungen auf der städtischen Website
- Sowohl digitale als auch analoge Beteiligungsformate, um eine breite Einbindung sicherzustellen

Die Umsetzung aller Maßnahmen erfolgt in klar strukturierten Phasen, um Erfahrungen zu sammeln, Prozesse zu optimieren, politische Legitimation zu sichern und die Maßnahmen langfristig in der Verwaltung zu institutionalisieren. Die Schritte umfassen Pilotphasen, Evaluation, politische Beschlussfassung, Integration in den Verwaltungsalltag und kontinuierliche Anpassung.

Durch die Verstetigung aller Maßnahmen entsteht ein dauerhaftes, politisch legitimes und organisatorisch abgesichertes System, das Informationsvermittlung, Bürgerbeteiligung, strategische Planung und Umsetzung erneuerbarer Energien in der Verwaltung miteinander verknüpft. Jede Maßnahme ist in Struktur, Verantwortlichkeiten, Prozessen und Kommunikation langfristig verankert und kann so effizient, transparent und nachhaltig umgesetzt werden.

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende, Prognos, Consentec. (2022). *Klimaneutrales Stromsystem 2035. Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann.*
- BMWK. (2022). *Geothermie für die Wärmewende-Bundeswirtschaftsministerium startet Konsultationsprozess.* Von <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/11/20221111-geothermie-fuer-die-waermewende.html> abgerufen
- Bracke, R., & Huenges, E. (Februar 2022). *www.geothermie.de.* Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie & Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ). Von https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Roadmap_Tiefe_Geothermie_in_Deutschland_FhG_HGF_02022022.pdf abgerufen
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). (2007). *Bodenarten in Oberböden Deutschlands.*
- Bundesverband Geothermie. (kein Datum). Abgerufen am 20. 09 2023 von <https://www.geothermie.de/geothermie/einstieg-in-die-geothermie.html>
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (dena, 2025). (kein Datum). *KWW-Technikkatalog Wärmeplanung.* Von <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument> abgerufen
- Dunkelberg, E. A. (2023). *Bestimmung des Potenzials von Abwärme in Berlin.* Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Beauftragt durch das Land Berlin, vertreten durch die Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klima- und Umweltschutz.
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2019). *Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen.* Von https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/geologie/erdwaerme/Leitfaden_Erdwaerme_6._Auflage_gesamt.pdf abgerufen
- Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat. (2025). *Anforderungen des Gewässerschutzes an oberflächennahe.* Von https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2025-03/anforderungen_des_gewaesserschutzes_an_oberflaechennahe_erdwaermesondenanlagen.pdf abgerufen
- HHP Raumentwicklung. (2022). *Überprüfung der Möglichkeit einer Steuerung der Windenergienutzung.*
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Grabbarkeit in 1-2 m Tiefe.* (R. u. Landesamt für Geologie, Hrsg.) Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (kein Datum). *ISONG: Erdwärmekollektoren: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete.* Abgerufen am 13. 06 2023 von <https://isong.lgrb-bw.de/>
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau. (kein Datum). *Erläuterungen zum Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).* Von https://www.lgrb-bw.de/download_pool/is_geothermie-erlaeuterungen.pdf abgerufen
- Langreder, N., Lettow, F., Sahnoun, M., & Kreidelmeyer, S. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für.* Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen
- Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für.* Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> abgerufen
- Lauf, T., Memmler, M., & Schneider, S. (2022). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger.* (Umweltbundesamt, Hrsg.) Dessau-Roßlau.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW. (2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*.

Peters, M., Miocic, J., & Koenigsdorff, R. (2022). *Erdwärmesonden-Potenzial für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. (K. K.-u.-W. GmbH, Hrsg.) Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Erdwaermesonden/230918_Dokumentation_Potenzial_EWS-BW.pdf abgerufen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Termine im Rahmen der Erarbeitung des Wärmeplans für die Stadt Michelstadt	18
Tabelle 2: Kurzstatistik über Stadtteile und gesamtes Plangebiet (Stand 31.12.2024)	21
Tabelle 3: Einteilung der Wärmelinien in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024)	30
Tabelle 4: Einteilung der Wärmedichte in Eignungskategorien nach Leitfaden der Wärmeplanung (Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; et al., 2024)	30
Tabelle 5: Biomassepotenzial aus Holzresten in den Stadtteilen und im gesamten Plangebiet pro Jahr	38
Tabelle 6: Potenzial Solarthermie-Freiflächenanlagen	42
Tabelle 7: Potenzial Agrothermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen ...	45
Tabelle 8: Potenzial Seethermie (Erzeugernutzwärme - nach Einsatz einer Wärmepumpe) nach Stadtteilen	48
Tabelle 9: Erzeugernutzwärme (nach Wärmepumpe) der Erdwärmekollektoren nach Stadtteilen	59
Tabelle 10: Wärmeertrag und Anzahl der Erdwärmesonden nach Stadtteilen	61
Tabelle 11: Potenzial PV-Freiflächen nach Stadtteilen	66
Tabelle 12: Potenzial Agri-PV nach Stadtteilen	68
Tabelle 13: Potenzial Windkraft nach Stadtteilen	69
Tabelle 14: Eckdaten Wärmenetz Michelstadt Altstadt	79
<i>Tabelle 15: Eckdaten Wärmenetz Michelstadt Nord</i>	<i>83</i>
Tabelle 16: Übersicht der fünf Fokusgebiete	95
Tabelle 17: Legende Maßnahmen-Steckbriefe	96
Tabelle 18 Mittlere jährliche Reduktion des Wärmebedarfs auf Basis des Technikatalogs Kommunale Wärmeplanung (ifeu gGmbH et al., 2024)	215
Tabelle 19: Anzahl Gebäude nach Sektor	216
Tabelle 20: Beheizte Fläche nach Sektor	216
Tabelle 21: Baualtersklassen	216
Tabelle 22: Versorgungs- und Beheizungsstruktur nach Anzahl	217
Tabelle 23: Heizungsalter nach Anzahl	217
Tabelle 24: Technisches Potenzial Übersicht	218
Tabelle 25: Endenergiemenge nach Sektor [GWh]	218
Tabelle 26: Emissionen nach Sektor [t CO ₂]	218
Tabelle 27: Wärmemenge und Einsparung	218
Tabelle 28: Endenergiemenge nach Energieträger nach Jahren [GWh/a]	219
Tabelle 29: Emissionen pro Energieträger nach Jahr [t CO ₂]	219
Tabelle 30: Anzahl pro Energieträger nach Jahr	219
Tabelle 31: Wärmemenge pro Energieträger [GWh/a] nach Jahr	219

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (KEA Baden-Württemberg, 2020, S. 22)	12
Abbildung 2: Natur- und Artenschutz als restriktives Element.....	15
Abbildung 3: Trinkwasserschutz- und Überschwemmungsgebiete in der Gemarkung	16
Abbildung 4: Das Plangebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Michelstadt	20
Abbildung 5: Gesamtes Plangebiet: Verteilung Nutzungstypen (Sektoren nach Anzahl)	22
Abbildung 6: Gesamtes Plangebiet: Flächenverteilung Nutzungstypen (Sektoren nach beheizter Fläche)	22
Abbildung 7: Kernstadt Michelstadt: Dominierender Sektor	23
Abbildung 8: Gesamtes Plangebiet: Baualtersklassen. Quelle: Zensus 2022; infas 360 GmbH	24
Abbildung 9: Kernstadt Michelstadt: Baualtersklassen	25
Abbildung 10: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Hauptheizungen. Quelle: Zensus 2022; Kehrbuschdaten, 2022	26
Abbildung 11: Kernstadt Michelstadt: Energieträger je Baublock	27
Abbildung 12: Gesamtes Plangebiet: Baualter der Hauptheizungen	28
Abbildung 13: Wärmemenge im Status quo nach Stadtteilen (GWh/a)	29
Abbildung 14: Kernstadt Michelstadt: Wärmelinienindichte Status quo	31
Abbildung 15: Kernstadt Michelstadt: Wärmedichte je Baublock Status quo	31
Abbildung 16: Stadtteil Michelstadt: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	32
Abbildung 17: Darstellung der Aushaltungsvarianten zur Biomasse-Produktion	37
Abbildung 18: Biomassepotenzial im Plangebiet	39
Abbildung 19: Potenzialflächen Freiflächen-Solarthermie	42
Abbildung 20: Potenzialflächen Agrothermie	46
Abbildung 21: Geeignete stille Gewässer für Seethermie	48
Abbildung 22: Temperaturniveau der Abwärme nach Industriezweigen Quelle: (Dunkelberg, 2023)	50
Abbildung 23: Abwasserwärme – Kläranlagen in der Stadt	52
Abbildung 24: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	59
Abbildung 25: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	60
Abbildung 26: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	61
Abbildung 27: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	62
Abbildung 28: Potenzialflächen Freiflächen-Photovoltaik	65
Abbildung 29: Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete	66
Abbildung 30: Potenzialflächen Agri-PV.....	68
Abbildung 31: Potenzialflächen Windkraft	70
Abbildung 32: Gesamtübersicht Potenziale in der Stadt	71
Abbildung 33: Eignungsgebiete in Michelstadt.....	73
Abbildung 34: Bewertung der Eignungsgebiete.....	75
Abbildung 35: Gesamtes Plangebiet: Verteilung der Energieträger im Zieljahr 2045 nach Anzahl	77

Abbildung 36: Wärmelinienindichte im Wärmenetz Michelstadt Altstadt, 100 % Anschlussquote	79
Abbildung 37: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Michelstadt Altstadt	81
<i>Abbildung 38: Wärmelinienindichte im Wärmenetz Michelstadt Nord, 100 % Anschlussquote</i>	<i>82</i>
Abbildung 39: Änderung der annuitätischen Kosten je Anschlussquote für das Wärmenetz Michelstadt Nord ..	84
Abbildung 40: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Ist-Zustand	87
Abbildung 41: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2030 ..	88
Abbildung 42: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2035 ..	88
Abbildung 43: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zwischenjahr 2040 ..	89
Abbildung 44: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Nutzertypen im Zieljahr 2045	89
Abbildung 45: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Ist-Zustand 2023	90
Abbildung 46: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2030 ..	91
Abbildung 47: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2035 ..	91
Abbildung 48: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zwischenjahr 2040 ..	92
Abbildung 49: Bilanzierung des Endenergiebedarfs und Emissionen nach Energieträger im Zieljahr 2045	92
Abbildung 50: Emissionsreduktion bis 2045 nach Energieträger	93
Abbildung 51: Kumulierte Emissionen bis 2045 nach Energieträger	94
Abbildung 52: Fokusgebiet 1 – Wärmenetzungsgebiet Michelstadt	98
Abbildung 53: Fokusgebiet 2 – Prüfgebiet Gewerbe	102
Abbildung 54: Fokusgebiet 3 – Gebäudewärmenetzgebiet in Vielbrunn	107
Abbildung 55: Fokusgebiet 3 – Gebäudewärmenetzgebiet in Würzburg	107
Abbildung 56: Stadtteil Michelstadt: Dominierende Sektoren	163
Abbildung 57: Stadtteil Michelstadt: Baualtersklassen	163
Abbildung 58: Stadtteil Michelstadt: Energieträger im Status quo	164
Abbildung 59: Stadtteil Michelstadt: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	164
Abbildung 60: Stadtteil Michelstadt: Wärmedichte im Status quo	165
Abbildung 61: Stadtteil Michelstadt: Wärmedichte im Jahr 2045	165
Abbildung 62: Stadtteil Michelstadt: Wärmelinienindichte im Status quo	166
Abbildung 63: Stadtteil Michelstadt: Wärmelinienindichte im Zieljahr 2045	166
Abbildung 64: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	167
Abbildung 65: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	167
Abbildung 66: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	168
Abbildung 67: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	168
Abbildung 68: Stadtteil Rehbach: Dominierende Sektoren	169
Abbildung 69: Stadtteil Rehbach: Baualtersklassen	169
Abbildung 70: Stadtteil Rehbach: Energieträger im Status quo	170
Abbildung 71: Stadtteil Rehbach: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	170

Abbildung 72: Stadtteil Rehbach: Wärmedichte im Status quo.....	171
Abbildung 73: Stadtteil Rehbach: Wärmedichte im Jahr 2045	171
Abbildung 74: Stadtteil Rehbach: Wärmeliniendichte im Status quo.....	172
Abbildung 75: Stadtteil Rehbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	172
Abbildung 76: Stadtteil Rehbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene.....	173
Abbildung 77: Stadtteil Rehbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	173
Abbildung 78: Stadtteil Rehbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	174
Abbildung 79: Stadtteil Rehbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene ..	174
Abbildung 80: Stadtteil Steinbach: Dominierende Sektoren	175
Abbildung 81: Stadtteil Steinbach: Baualtersklassen	175
Abbildung 82: Stadtteil Steinbach: Energieträger im Status quo.....	176
Abbildung 83: Stadtteil Steinbach: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial.....	176
Abbildung 84: Stadtteil Steinbach: Wärmedichte im Status quo.....	177
Abbildung 85: Stadtteil Steinbach: Wärmedichte im Jahr 2045	177
Abbildung 86: Stadtteil Steinbach: Wärmeliniendichte im Status quo	178
Abbildung 87: Stadtteil Steinbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	178
Abbildung 88: Stadtteil Steinbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	179
Abbildung 89: Stadtteil Steinbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	179
Abbildung 90: Stadtteil Steinbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	180
Abbildung 91: Stadtteil Steinbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	180
Abbildung 92: Stadtteil Steinbuch: Dominierende Sektoren	181
Abbildung 93: Stadtteil Steinbuch: Baualtersklassen.....	181
Abbildung 94: Stadtteil Steinbuch: Energieträger im Status quo.....	182
Abbildung 95: Stadtteil Steinbuch: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	182
Abbildung 96: Stadtteil Steinbuch: Wärmedichte im Status quo	183
Abbildung 97: Stadtteil Steinbuch: Wärmedichte im Jahr 2045	183
Abbildung 98: Stadtteil Steinbuch: Wärmeliniendichte im Status quo.....	184
Abbildung 99: Stadtteil Steinbuch: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	184
Abbildung 100: Stadtteil Steinbuch: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	185
Abbildung 101: Stadtteil Steinbuch: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	185
Abbildung 102: Stadtteil Steinbuch: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	186
Abbildung 103: Stadtteil Steinbuch: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	186
Abbildung 104: Stadtteil Stockheim: Dominierende Sektoren	187
Abbildung 105: Stadtteil Stockheim: Baualtersklassen.....	187
Abbildung 106: Stadtteil Stockheim: Energieträger im Status quo	188
Abbildung 107: Stadtteil Stockheim: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial.....	188

Abbildung 108: Stadtteil Stockheim: Wärmedichte im Status quo	189
Abbildung 109: Stadtteil Stockheim: Wärmedichte im Jahr 2045	189
Abbildung 110: Stadtteil Stockheim: Wärmelinienendichte im Status quo	190
Abbildung 111: Stadtteil Stockheim: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	191
Abbildung 112: Stadtteil Stockheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	192
Abbildung 113: Stadtteil Stockheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	192
Abbildung 114: Stadtteil Stockheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	193
Abbildung 115: Stadtteil Stockheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	193
Abbildung 116: Stadtteil Vielbrunn: Dominierende Sektoren	194
Abbildung 117: Stadtteil Vielbrunn: Baualtersklassen	194
Abbildung 118: Stadtteil Vielbrunn: Energieträger im Status quo	195
Abbildung 119: Stadtteil Vielbrunn: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	196
Abbildung 120: Stadtteil Vielbrunn: Wärmedichte im Status quo	197
Abbildung 121: Stadtteil Vielbrunn: Wärmedichte im Jahr 2045	197
Abbildung 122: Stadtteil Vielbrunn: Wärmelinienendichte im Status quo	198
Abbildung 123: Stadtteil Vielbrunn: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	198
Abbildung 124: Stadtteil Vielbrunn: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	199
Abbildung 125: Stadtteil Vielbrunn: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	199
Abbildung 126: Stadtteil Vielbrunn: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	200
Abbildung 127: Stadtteil Vielbrunn: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	200
Abbildung 128: Stadtteil Weiten-Gesäß: Dominierende Sektoren	201
Abbildung 129: Stadtteil Weiten-Gesäß: Baualtersklassen.....	201
Abbildung 130: Stadtteil Weiten-Gesäß: Energieträger im Status quo.....	202
Abbildung 131: Stadtteil Weiten-Gesäß: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial	202
Abbildung 132: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmedichte im Status quo.....	203
Abbildung 133: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmedichte im Jahr 2045	204
Abbildung 134: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmelinienendichte im Status quo.....	204
Abbildung 135: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045	205
Abbildung 136: Stadtteil Weiten-Gesäß: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	205
Abbildung 137: Stadtteil Weiten-Gesäß: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	206
Abbildung 138: Stadtteil Weiten-Gesäß: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene .	206
Abbildung 139: Stadtteil Weiten-Gesäß: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	207
Abbildung 140: Stadtteil Würzburg: Dominierende Sektoren	208
Abbildung 141: Stadtteil Würzburg: Baualtersklassen	208
Abbildung 142: Stadtteil Würzburg: Energieträger im Status quo (2024)	209

Abbildung 143: Stadtteil Würzburg: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial.....	209
Abbildung 144: Stadtteil Würzburg: Wärmedichte im Status quo.....	210
Abbildung 145: Stadtteil Würzburg: Wärmedichte im Jahr 2045	210
Abbildung 146: Stadtteil Würzburg: Wärmeliniendichte im Status quo	211
Abbildung 147: Stadtteil Würzburg: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045	211
Abbildung 148: Stadtteil Würzburg: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene.....	213
Abbildung 149: Stadtteil Würzburg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene	213
Abbildung 150: Stadtteil Würzburg: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	214
Abbildung 151: Stadtteil Würzburg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene	214

Abkürzungsverzeichnis

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

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

Anhangsverzeichnis

Anhang A: Michelstadt.....	163
Anhang B: Rehbach	169
Anhang C: Steinbach	175
Anhang D: Steinbuch.....	181
Anhang E: Stockheim	187
Anhang F: Vielbrunn.....	194
Anhang G: Weiten-Gesäß.....	201
Anhang H: Würzburg.....	208
Anhang I: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen	215
Anhang J: Ergänzende Tabellen	216

Anhang A: Michelstadt

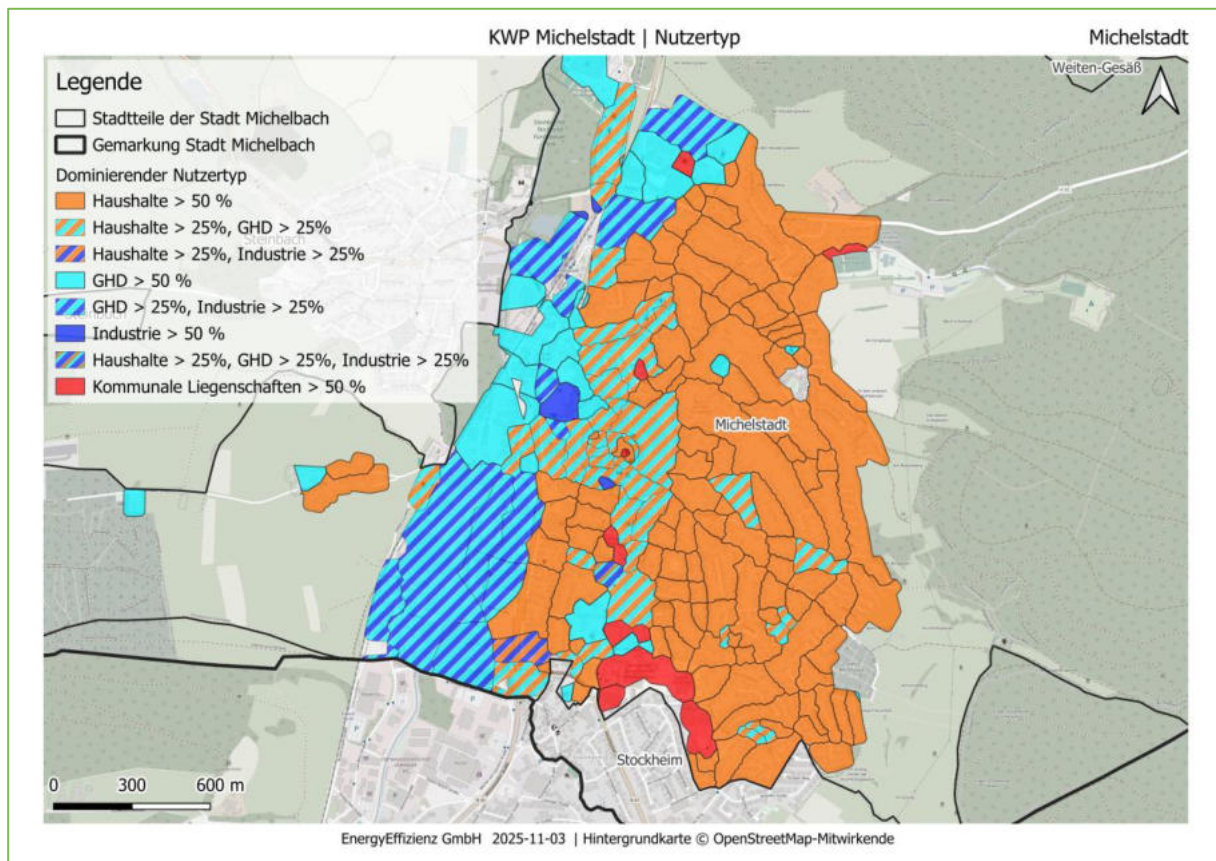


Abbildung 56: Stadtteil Michelstadt: Dominierende Sektoren

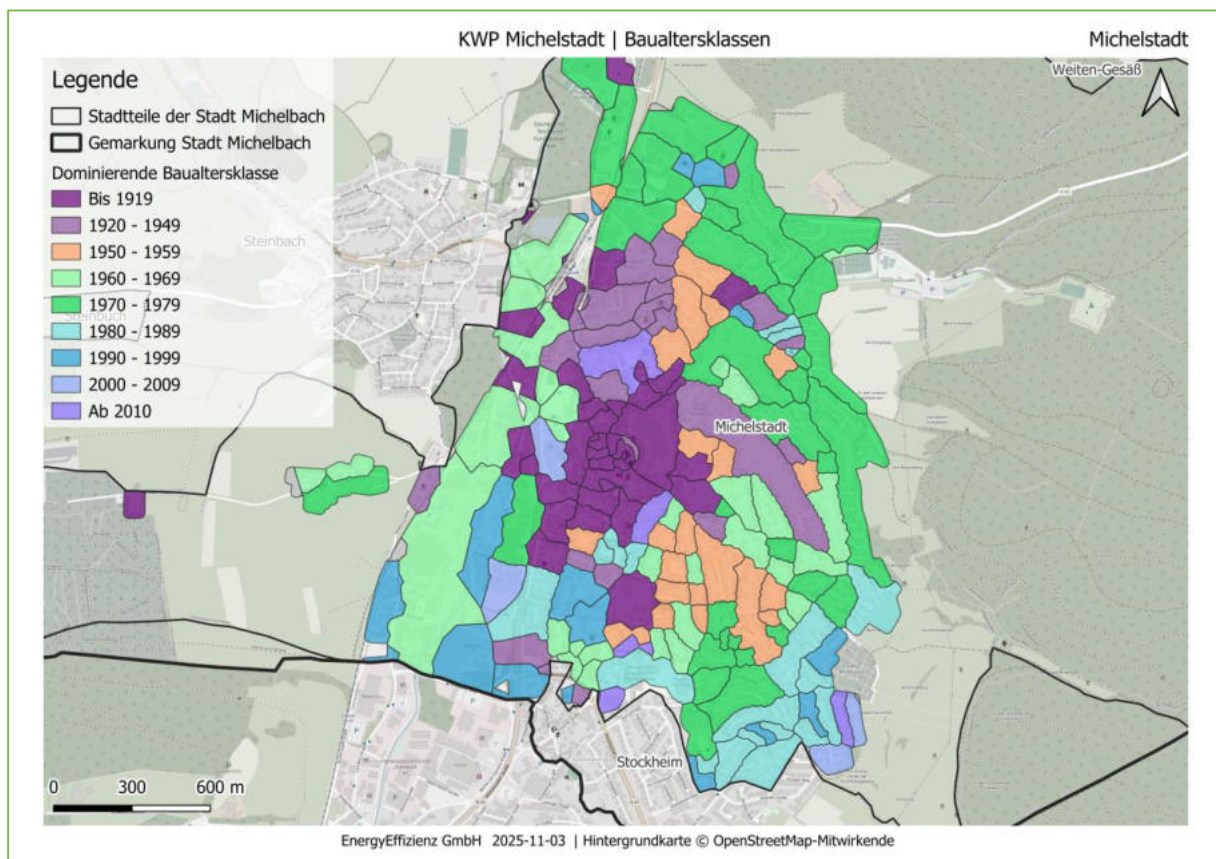


Abbildung 57: Stadtteil Michelstadt: Baualtersklassen

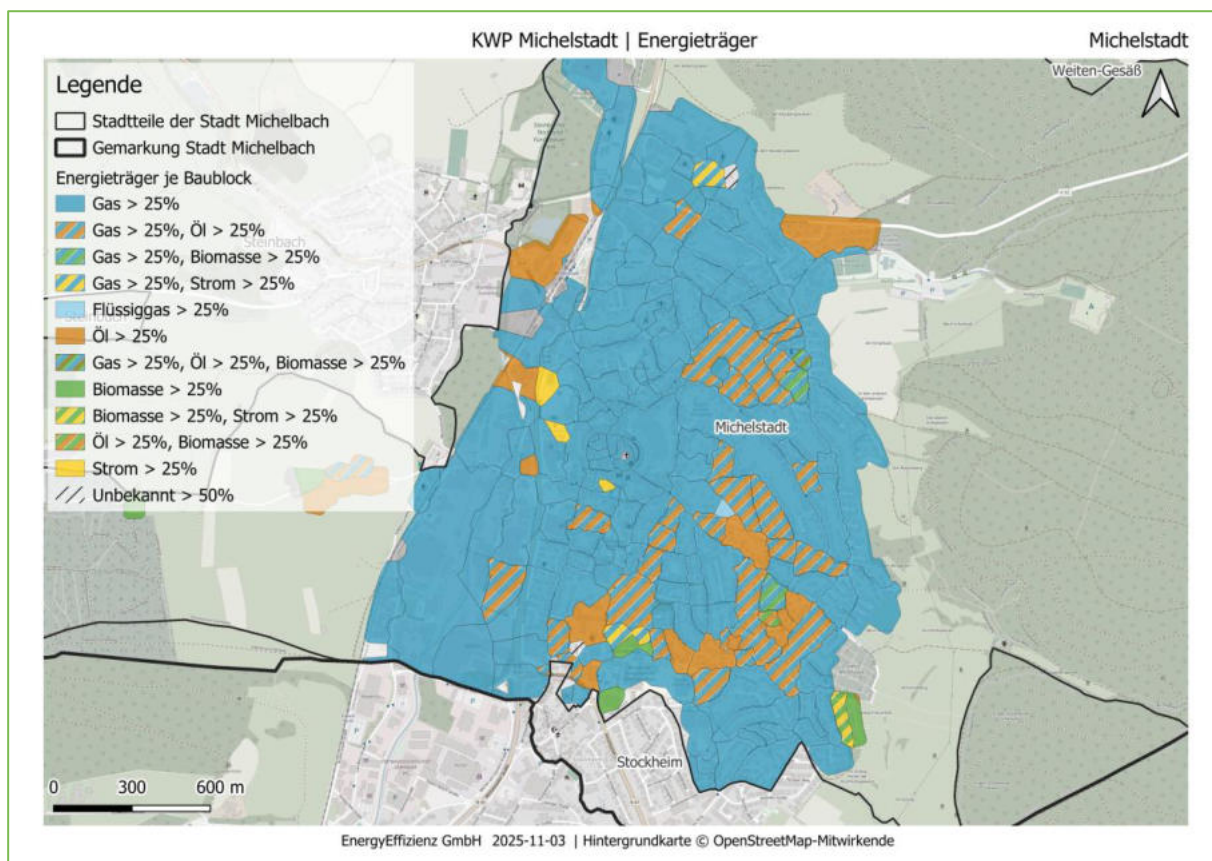


Abbildung 58: Stadtteil Michelstadt: Energieträger im Status quo

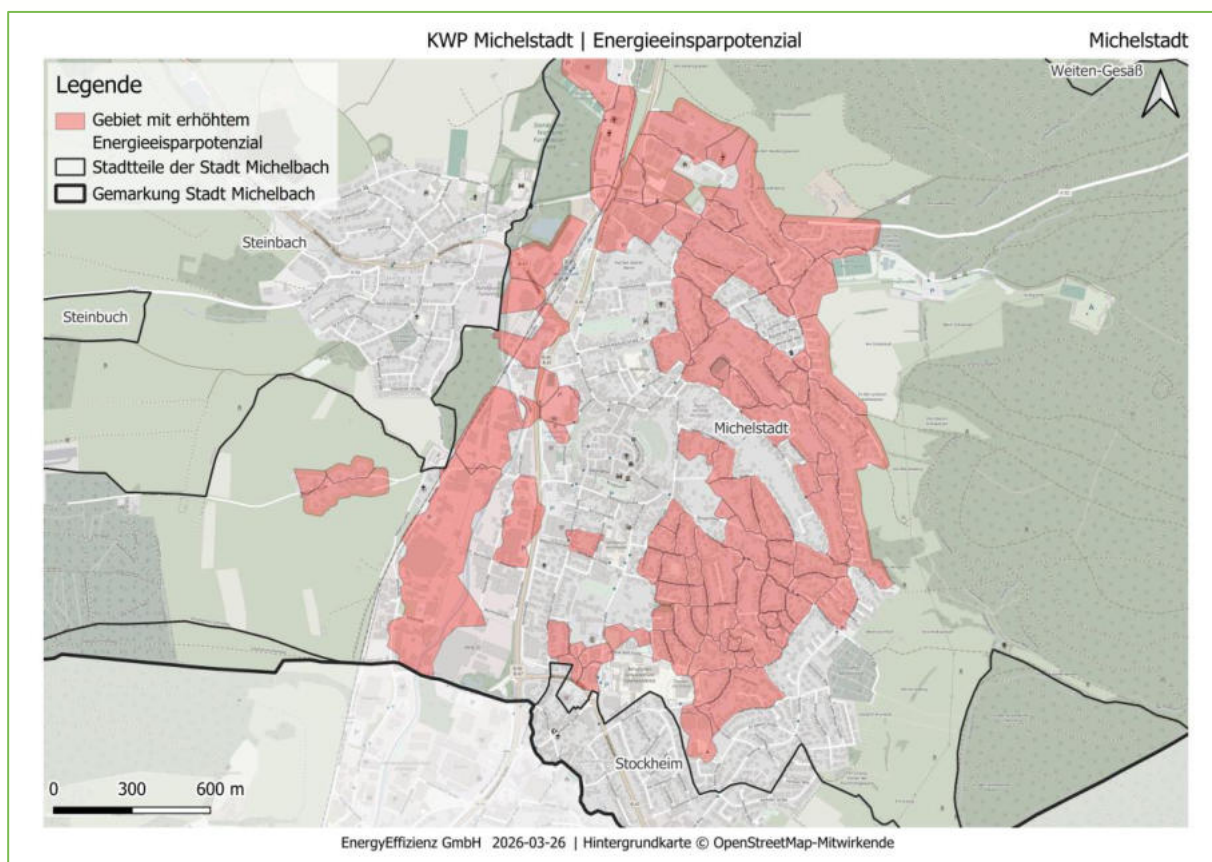


Abbildung 59: Stadtteil Michelstadt: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

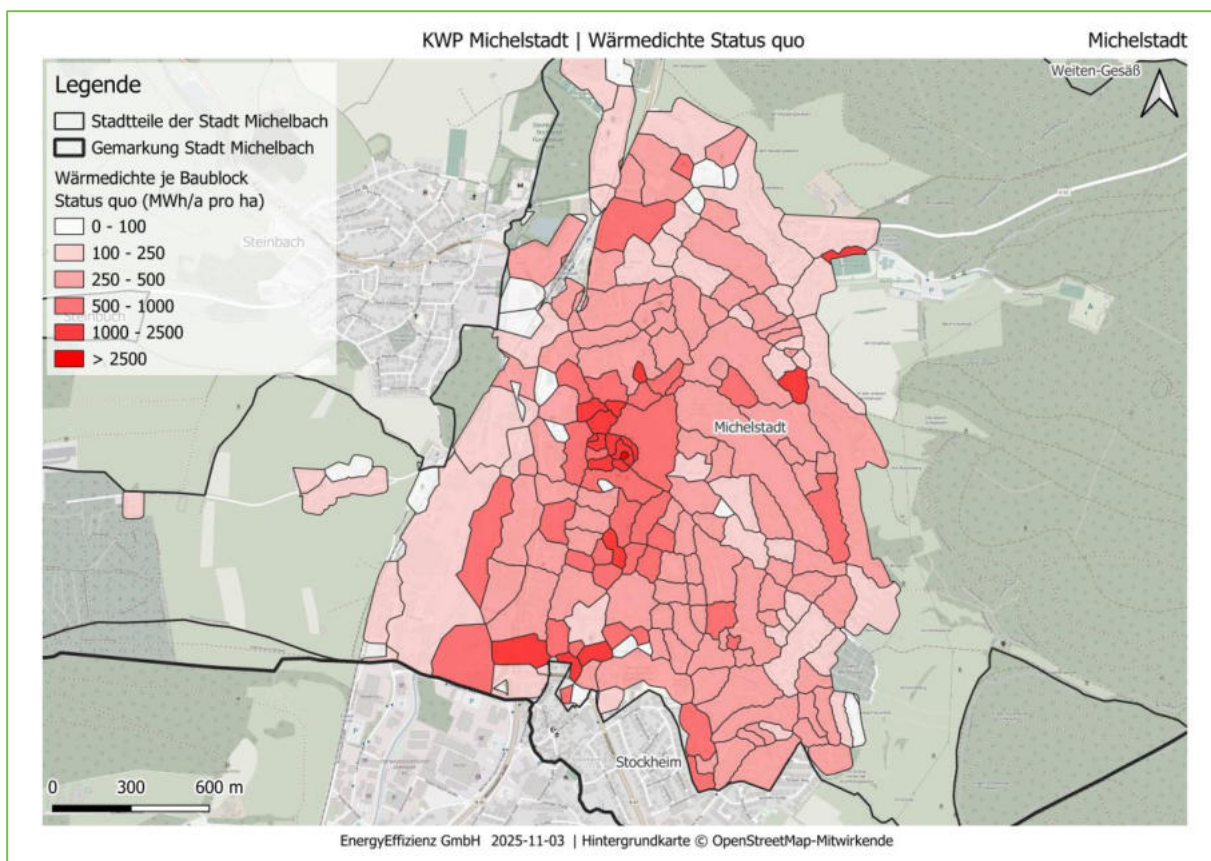


Abbildung 60: Stadtteil Michelstadt: Wärmedichte im Status quo

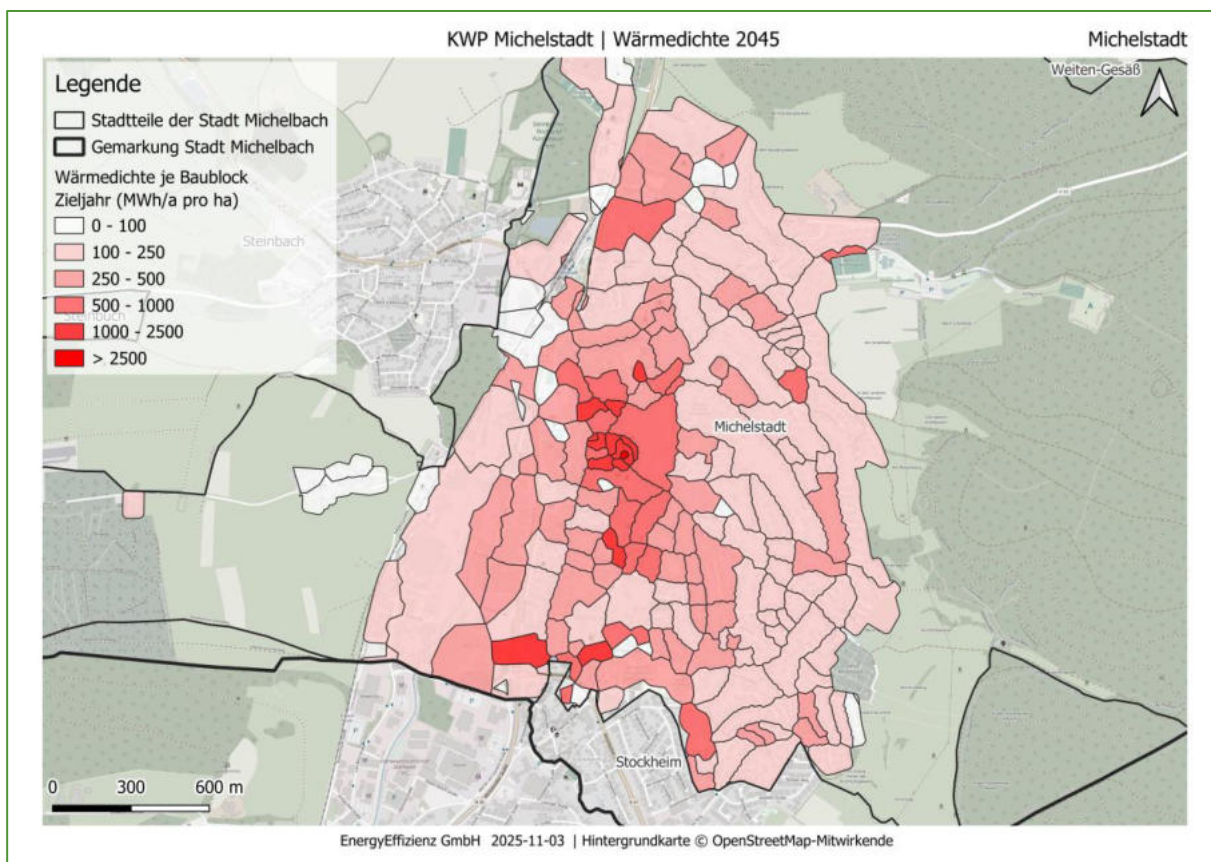


Abbildung 61: Stadtteil Michelstadt: Wärmedichte im Jahr 2045

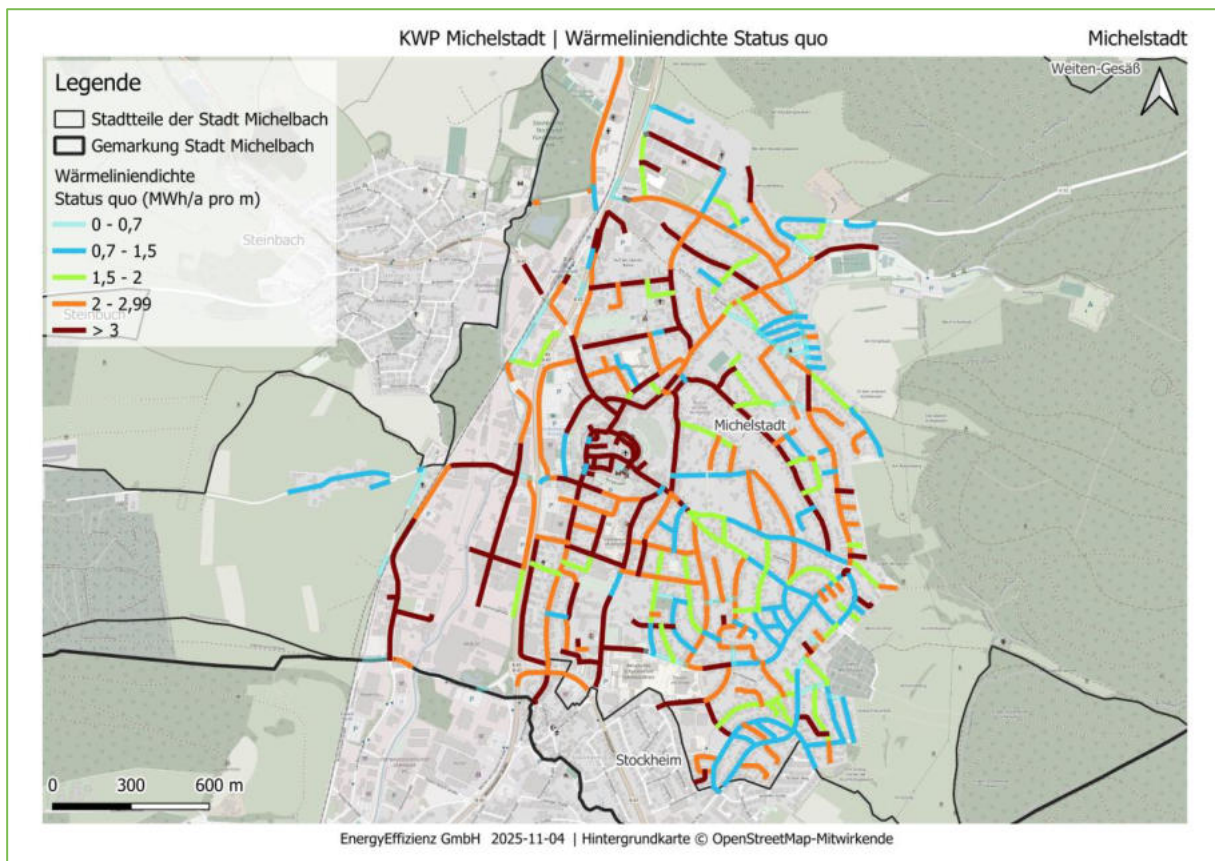


Abbildung 62: Stadtteil Michelstadt: Wärmelinienendichte im Status quo

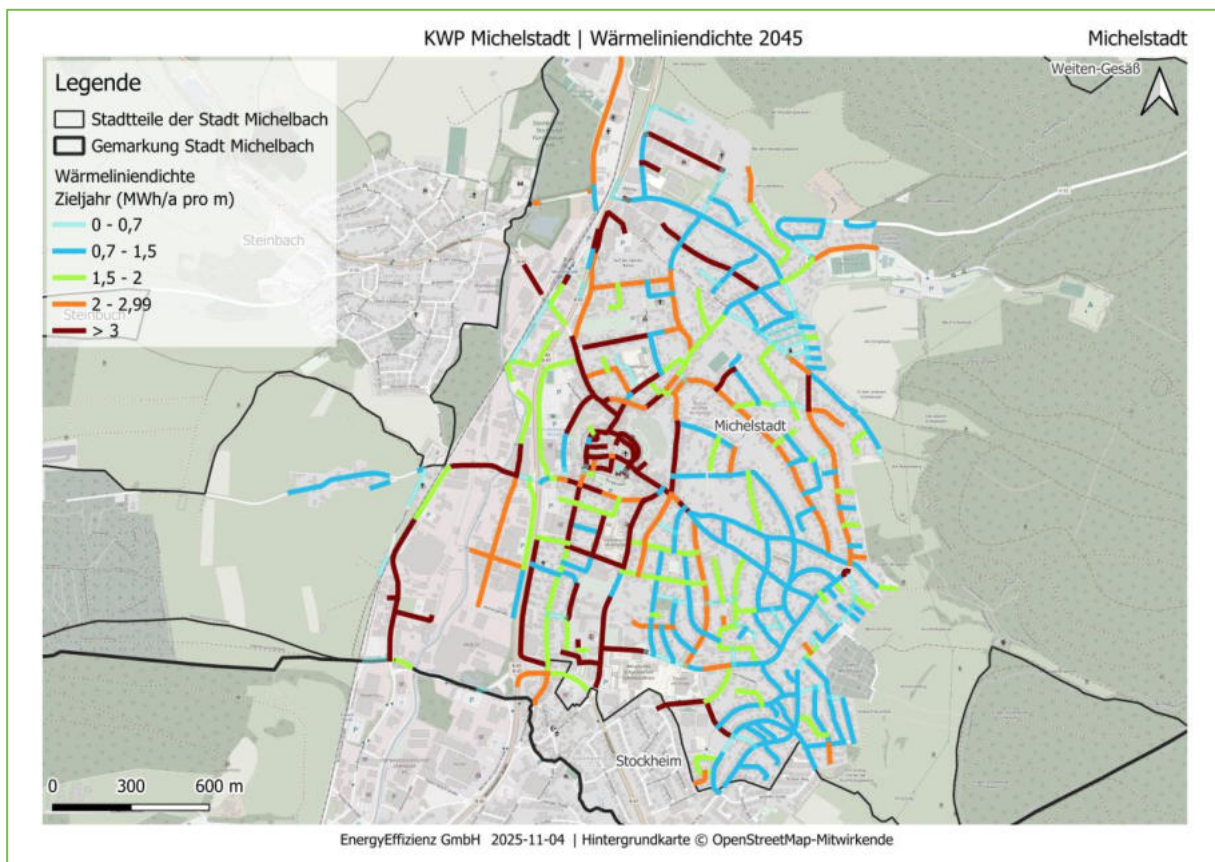


Abbildung 63: Stadtteil Michelstadt: Wärmelinienendichte im Zieljahr 2045

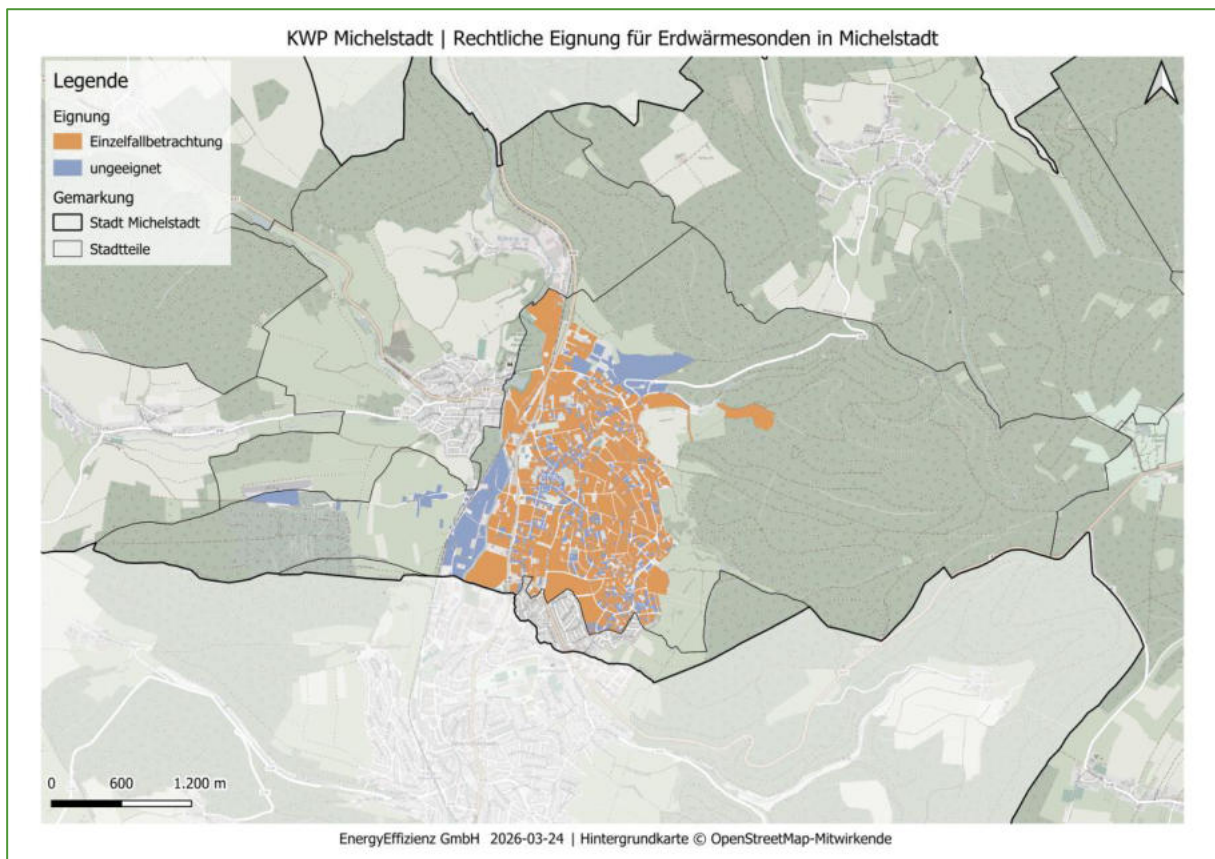


Abbildung 64: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

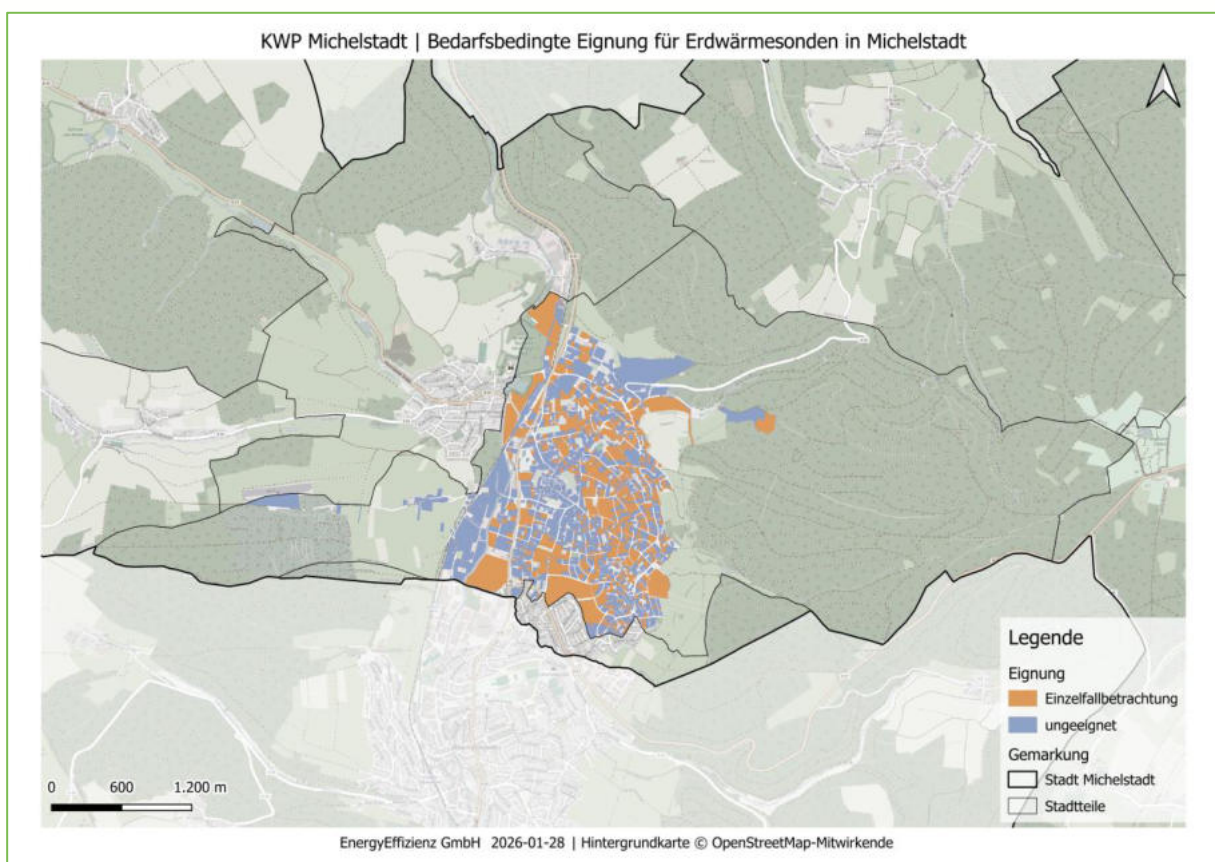


Abbildung 65: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

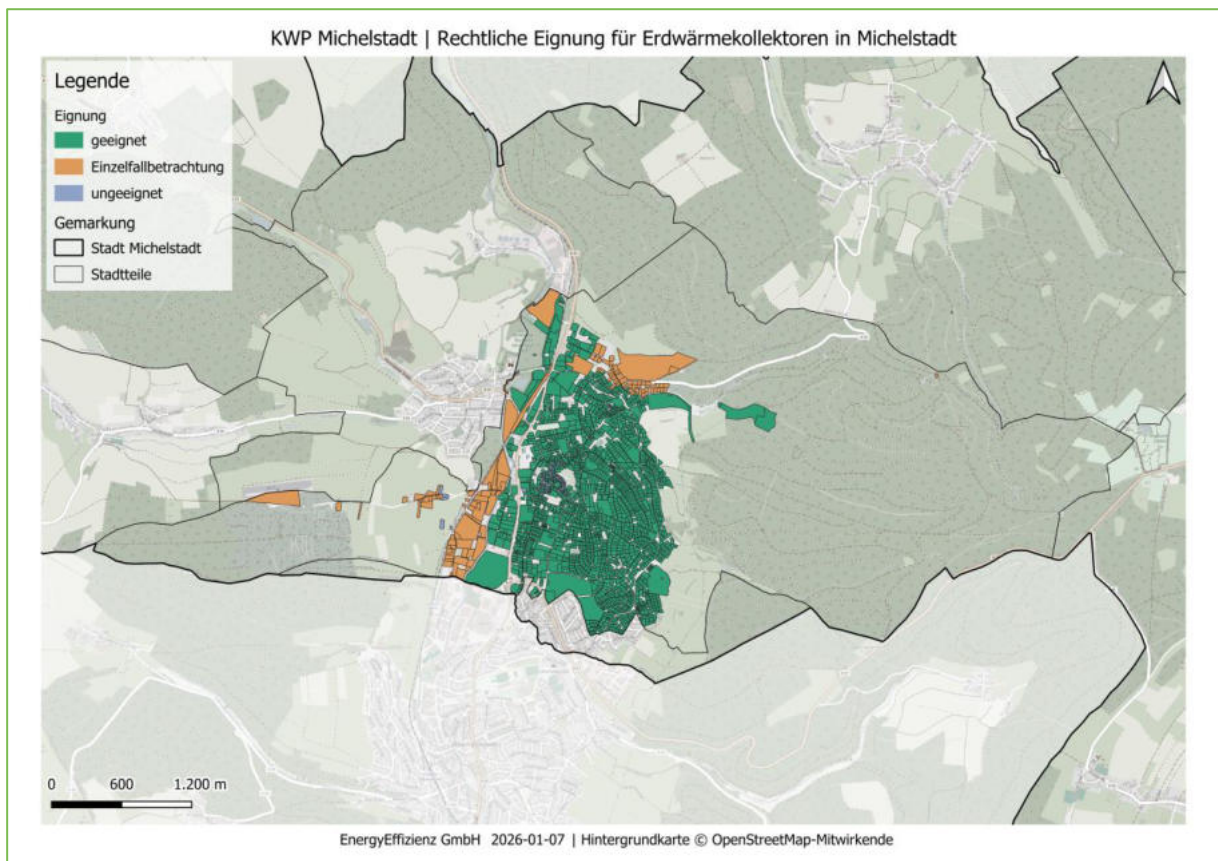


Abbildung 66: Stadtteil Michelstadt: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

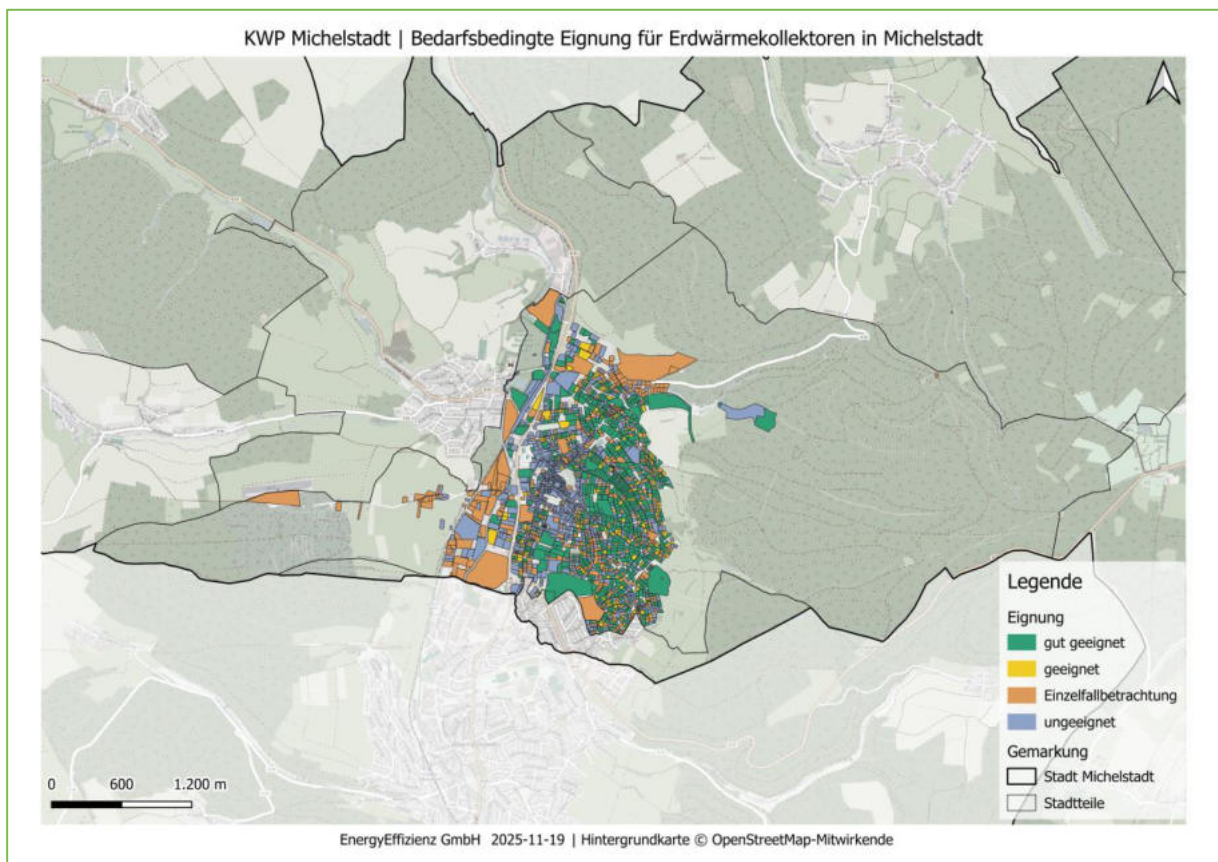


Abbildung 67: Stadtteil Michelstadt: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang B: Rehbach

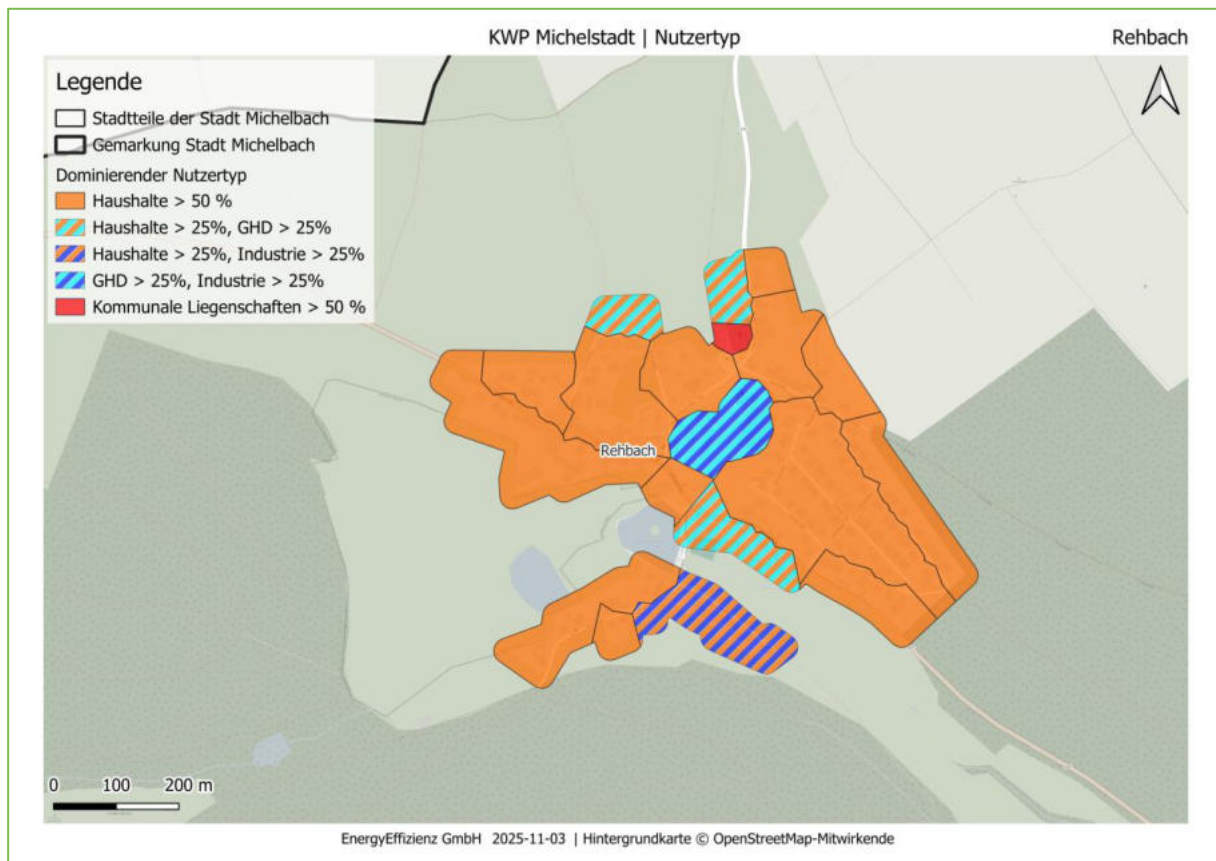


Abbildung 68: Stadtteil Rehbach: Dominierende Sektoren

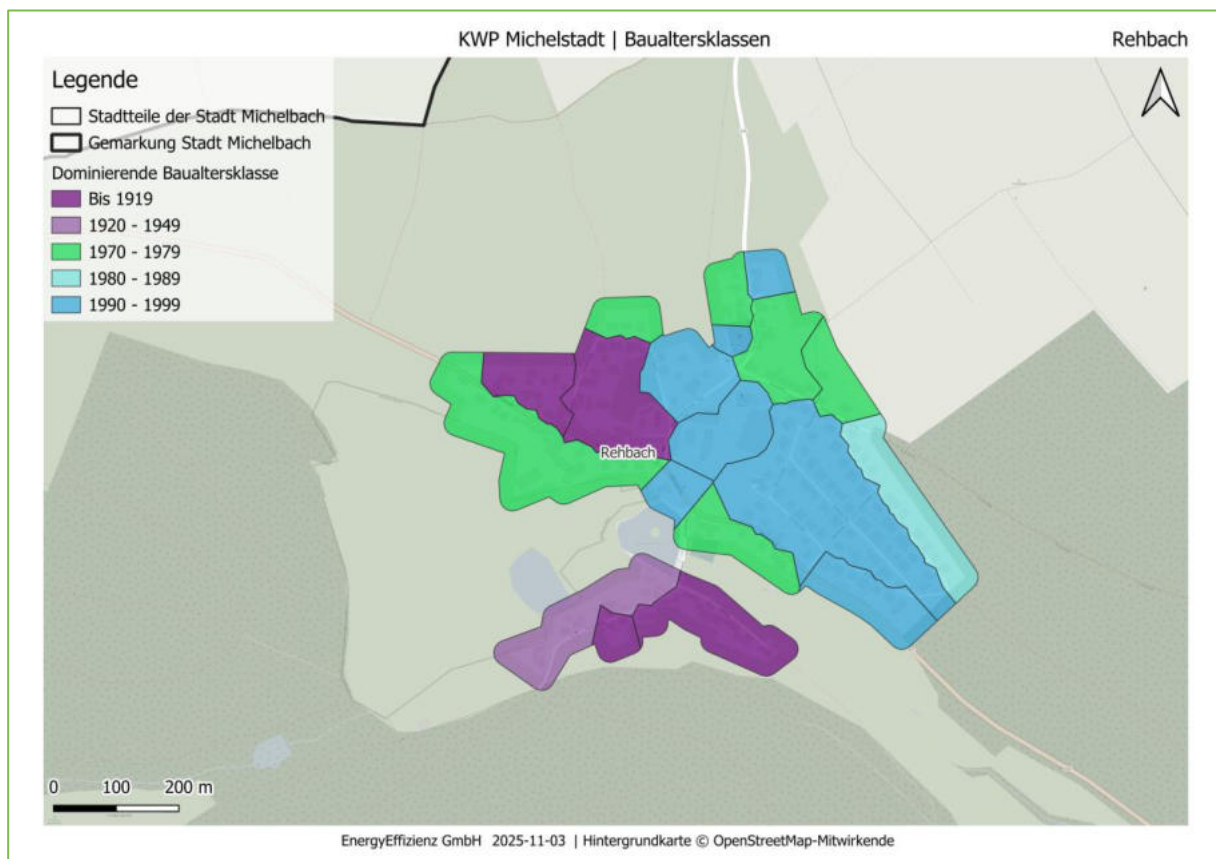


Abbildung 69: Stadtteil Rehbach: Baualtersklassen

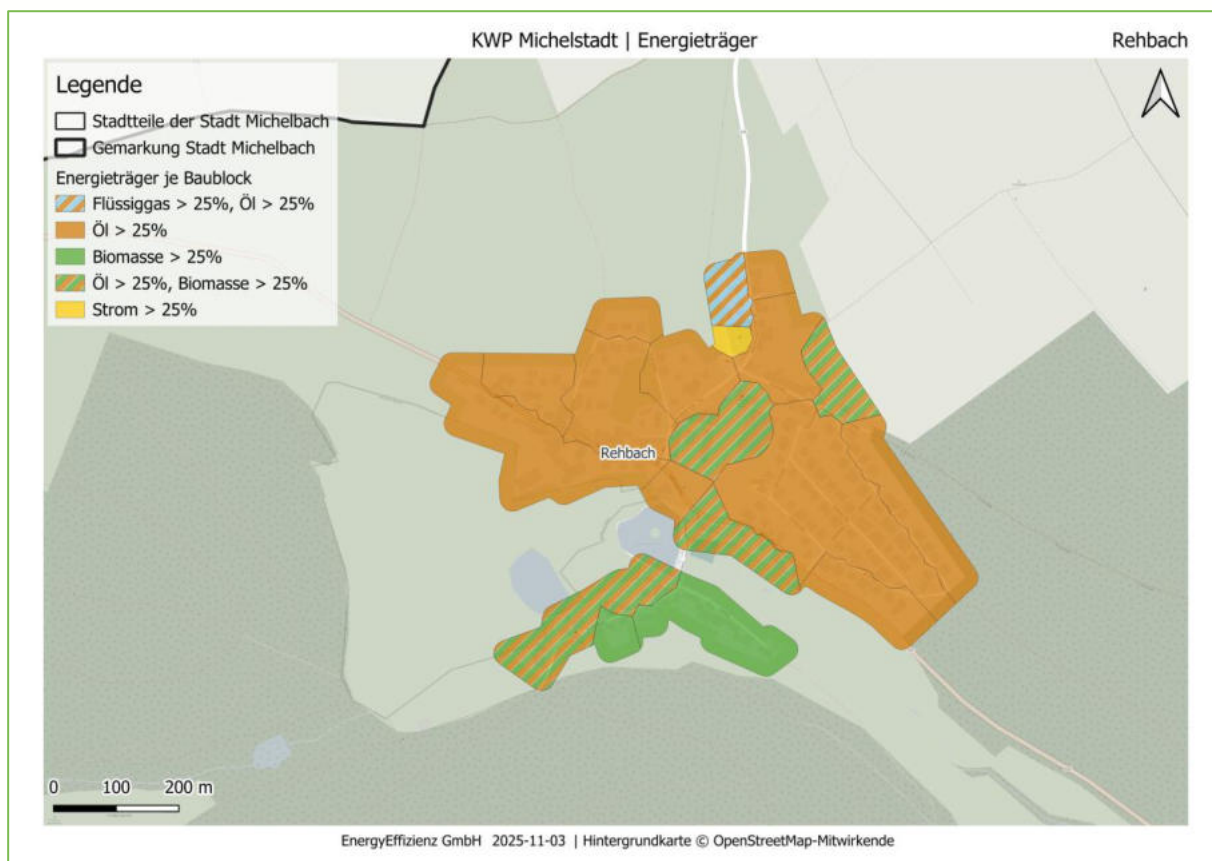


Abbildung 70: Stadtteil Rehbach: Energieträger im Status quo

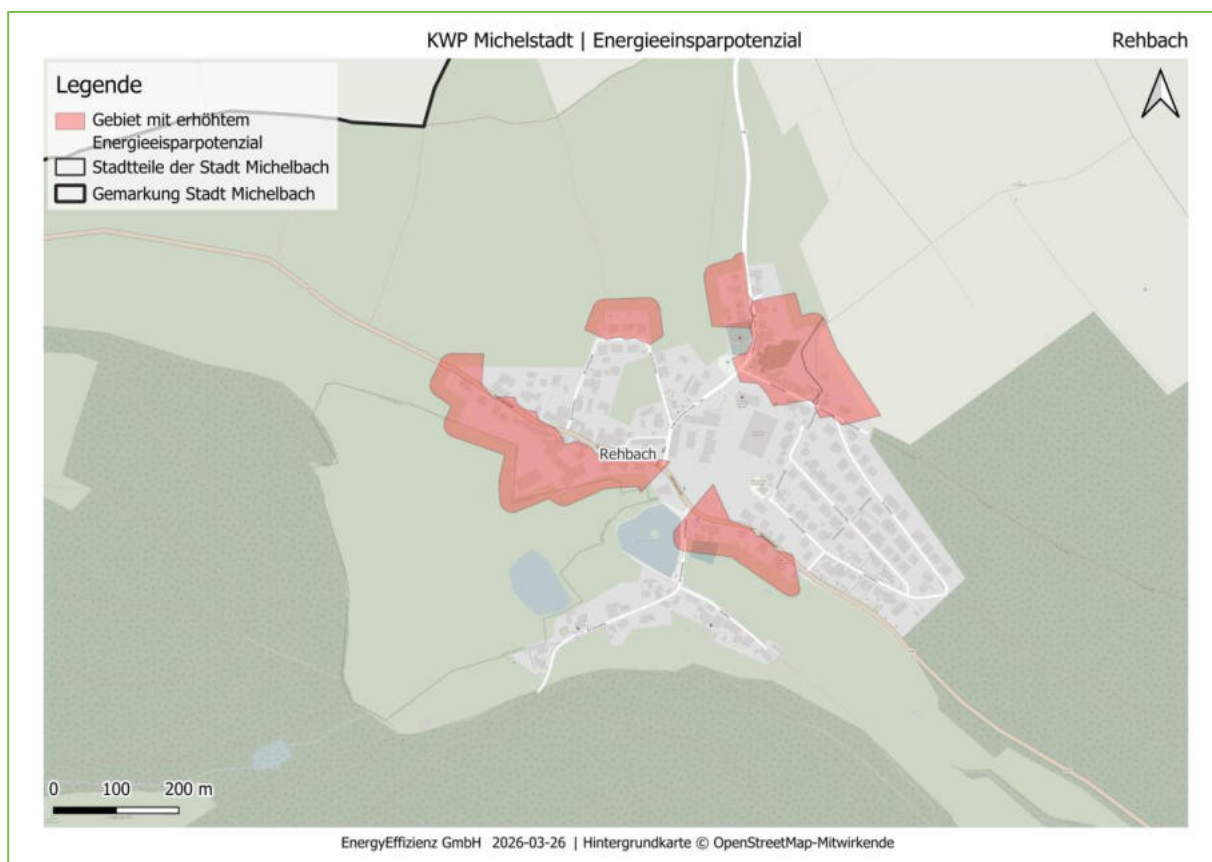


Abbildung 71: Stadtteil Rehbach: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

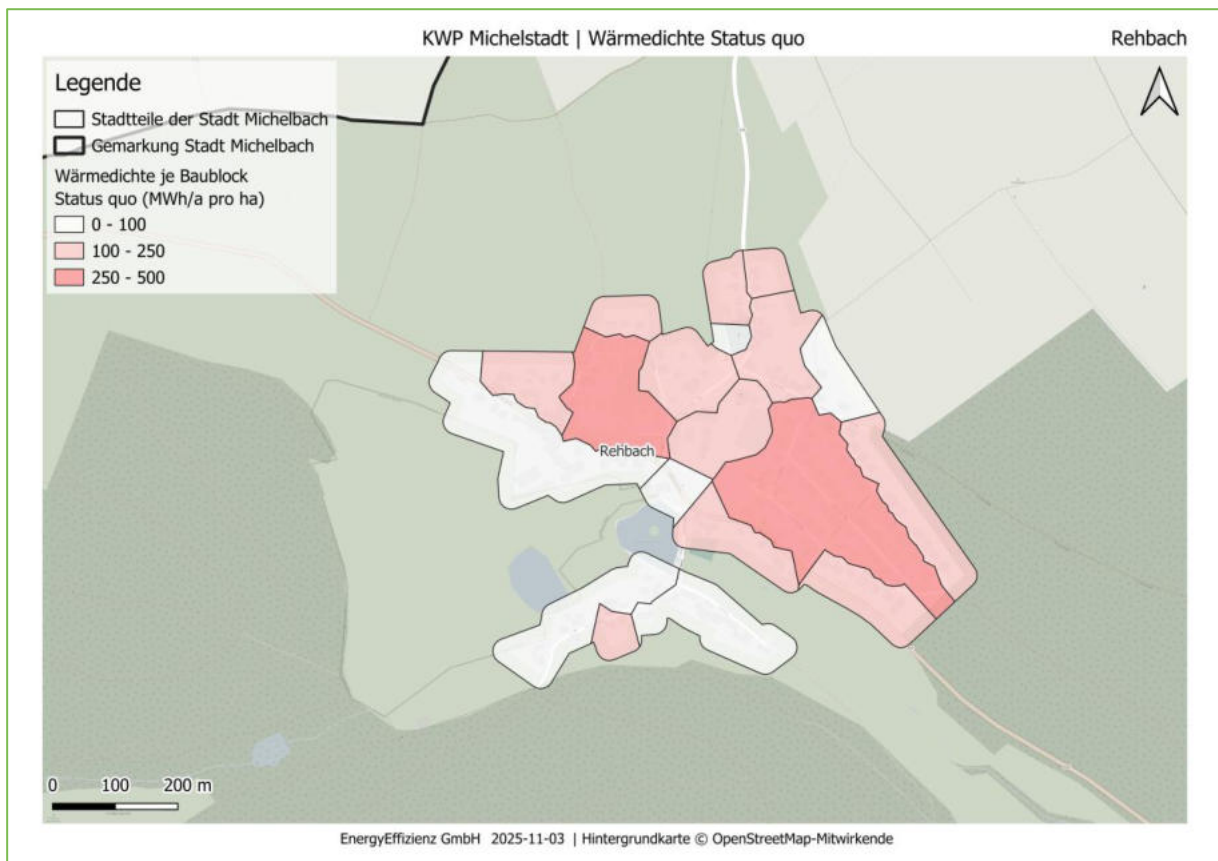


Abbildung 72: Stadtteil Rehbach: Wärmedichte im Status quo

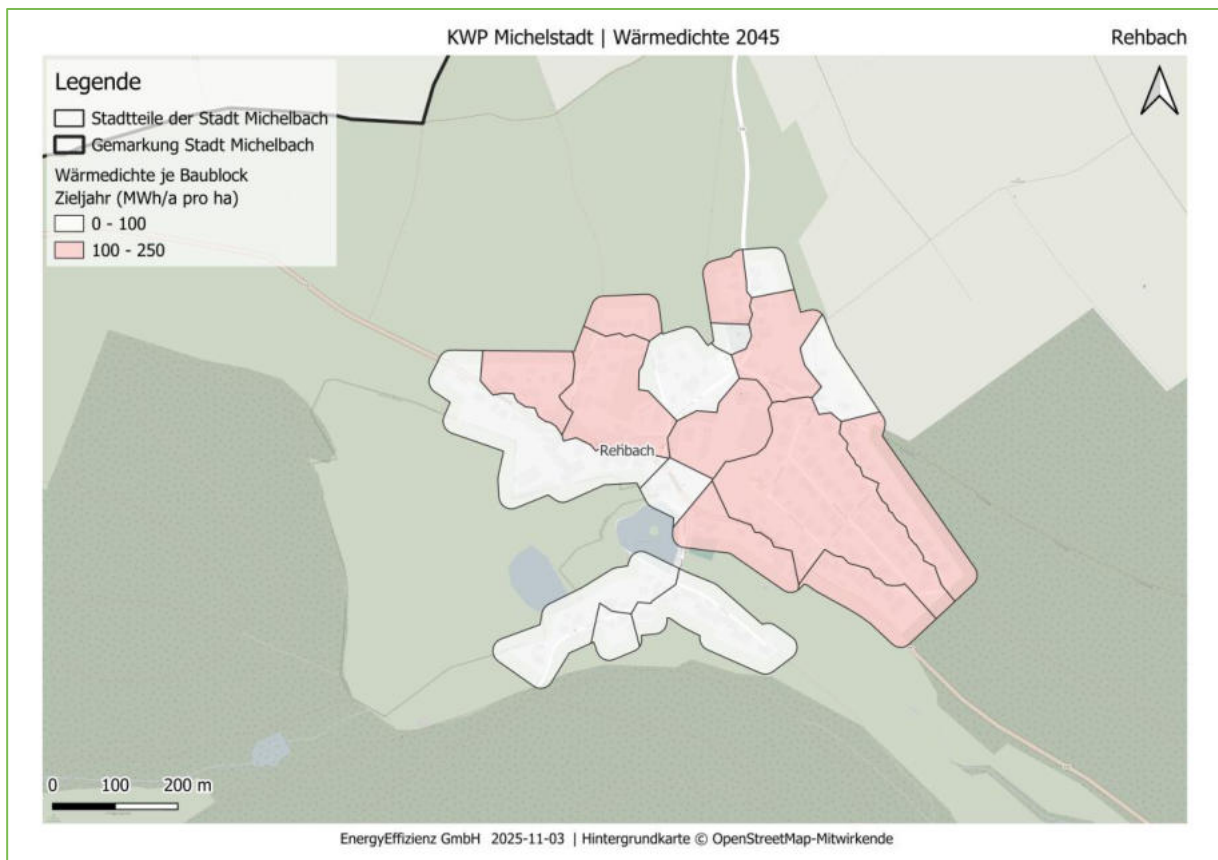


Abbildung 73: Stadtteil Rehbach: Wärmedichte im Jahr 2045



Abbildung 74: Stadtteil Rehbach: Wärmelinienindichte im Status quo

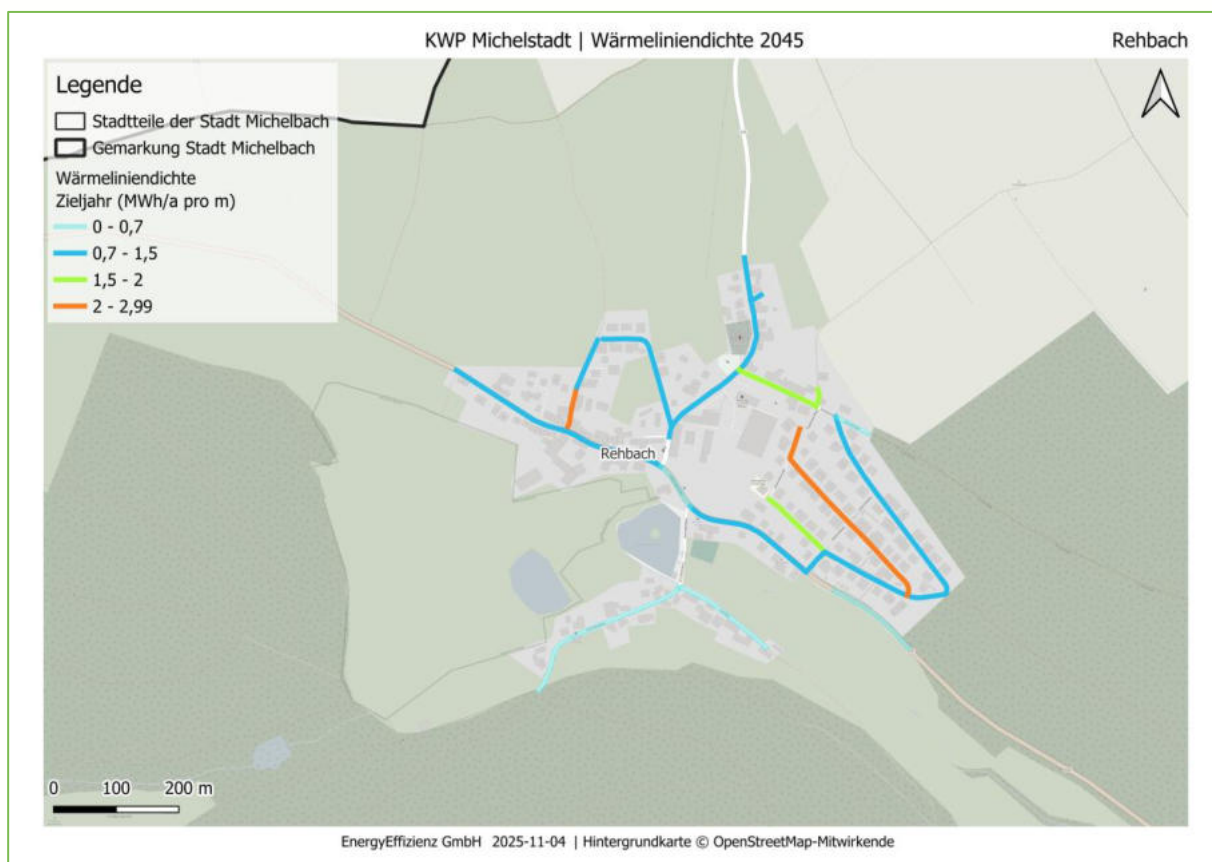


Abbildung 75: Stadtteil Rehbach: Wärmelinienindichte im Zieljahr 2045

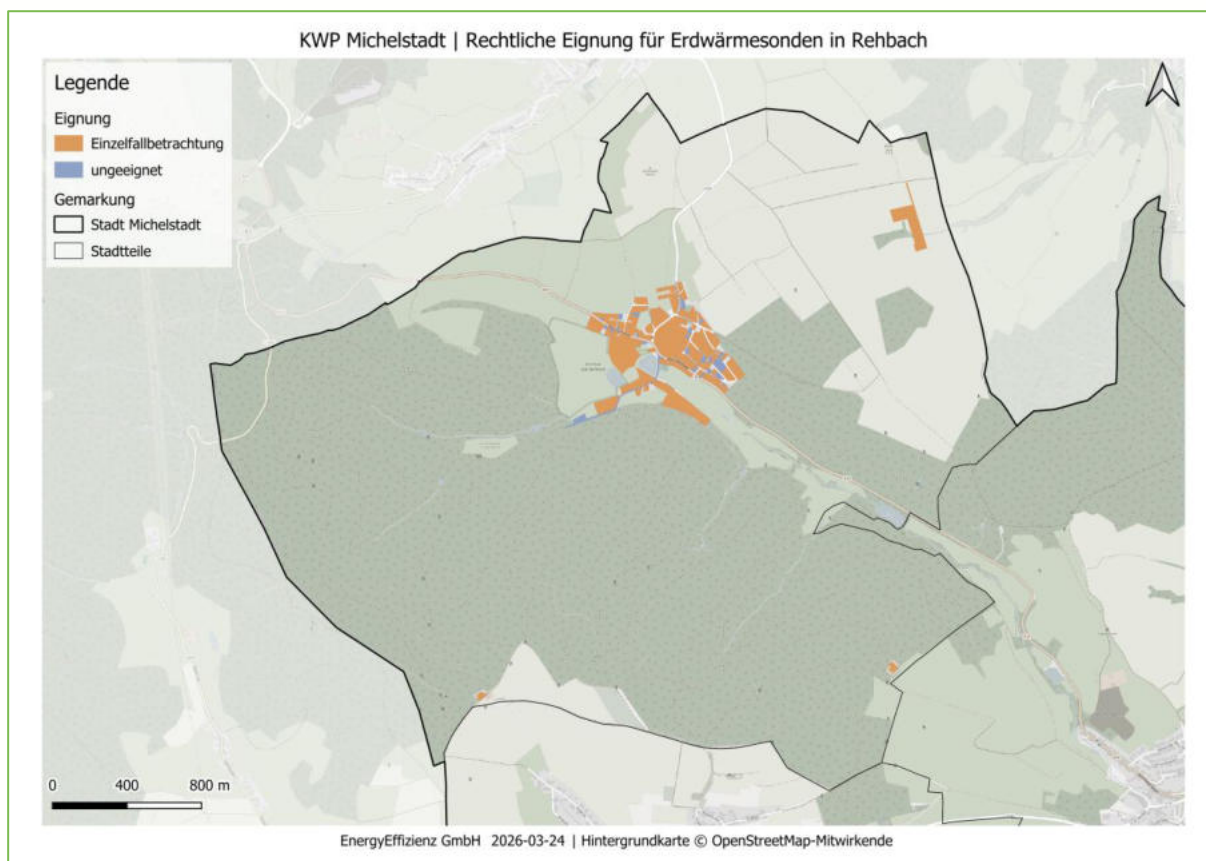


Abbildung 76: Stadtteil Rehbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

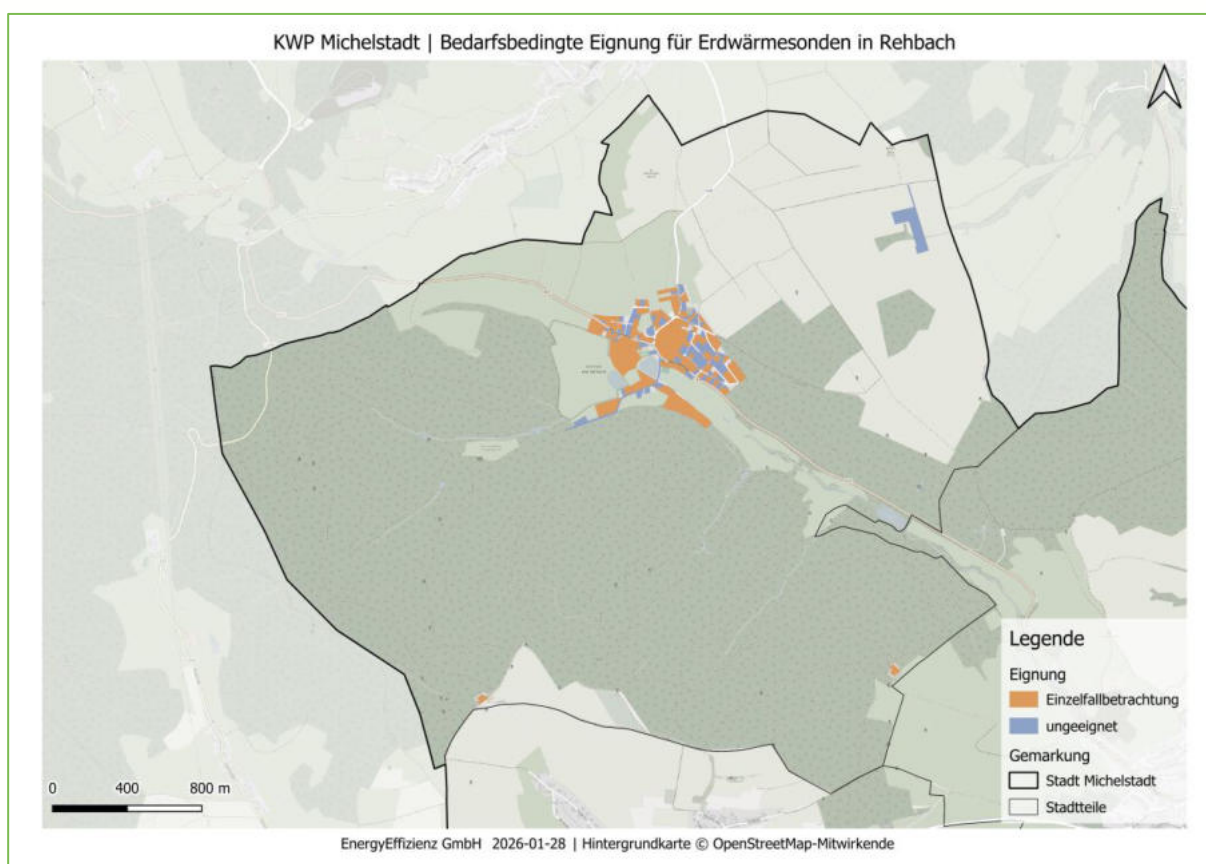


Abbildung 77: Stadtteil Rehbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

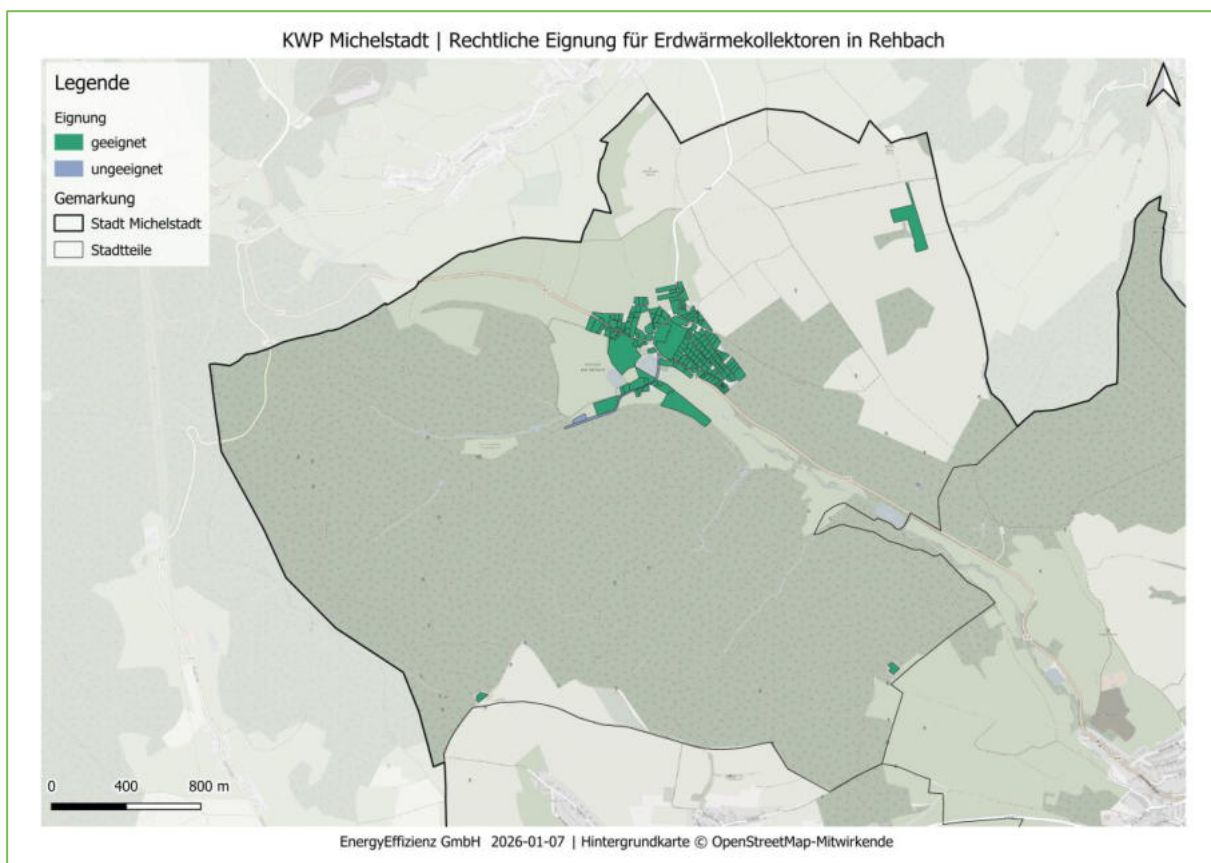


Abbildung 78: Stadtteil Rehbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

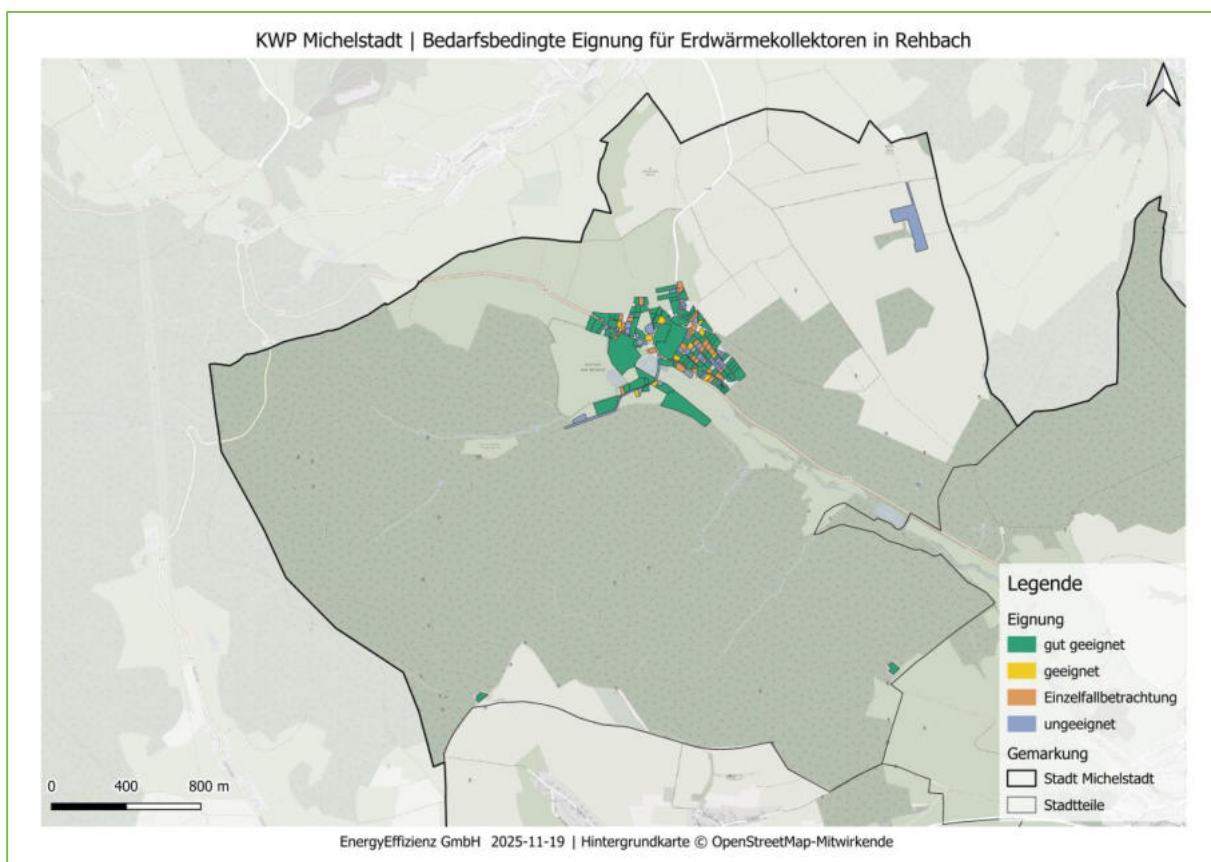


Abbildung 79: Stadtteil Rehbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang C: Steinbach

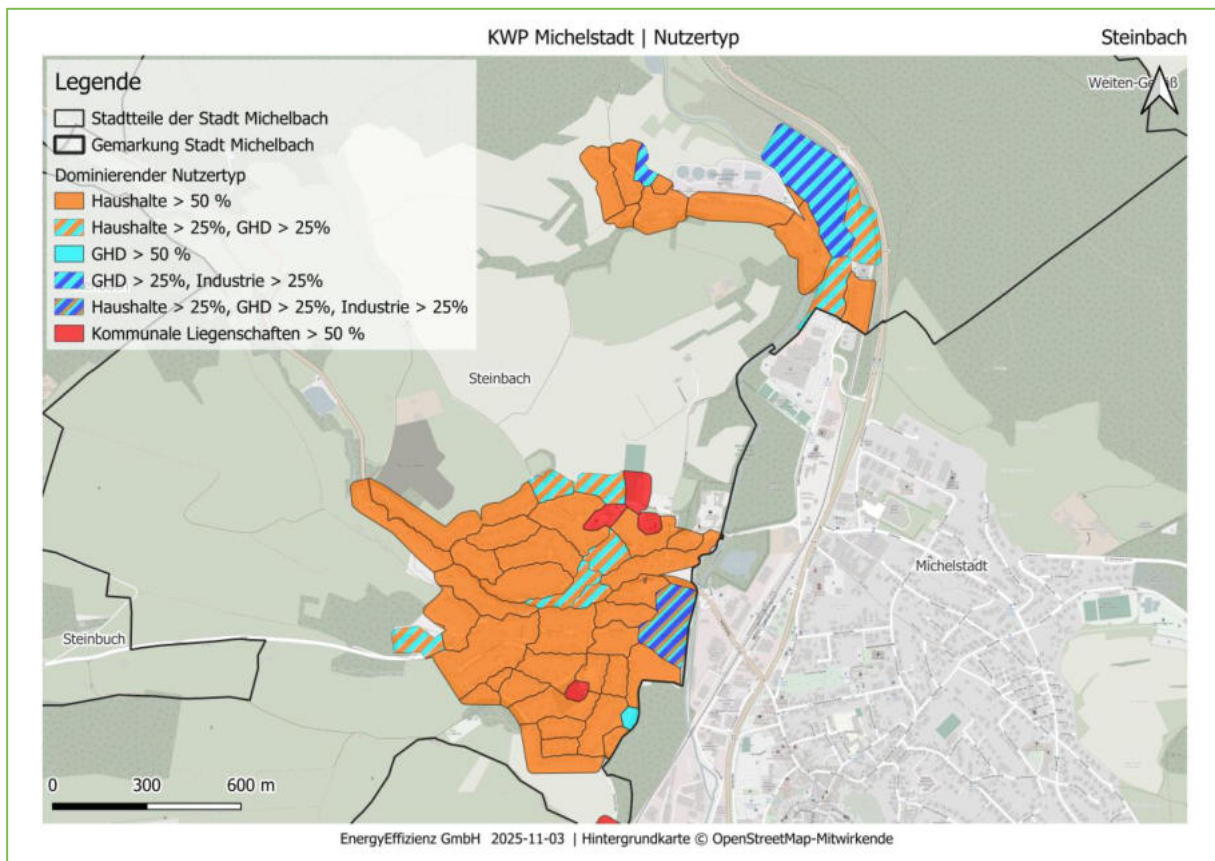


Abbildung 80: Stadtteil Steinbach: Dominierende Sektoren

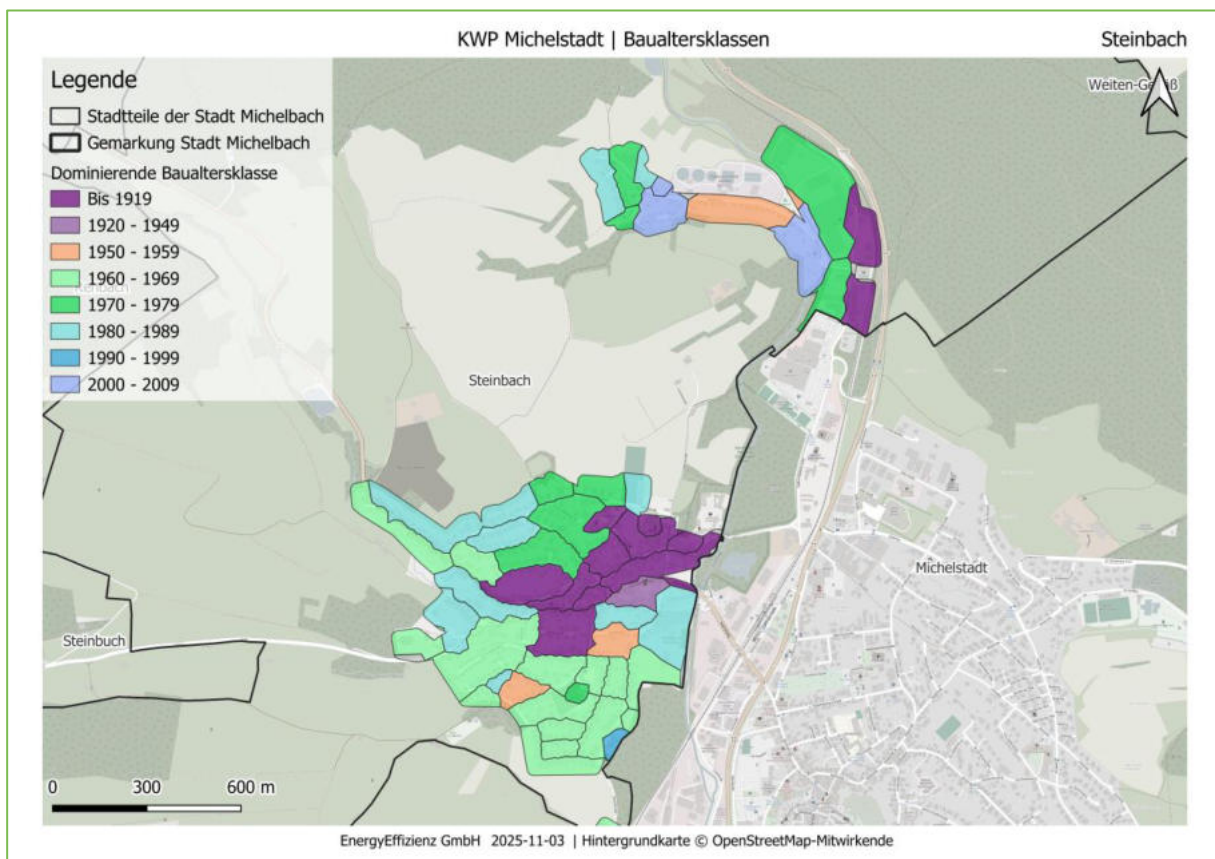


Abbildung 81: Stadtteil Steinbach: Baualtersklassen

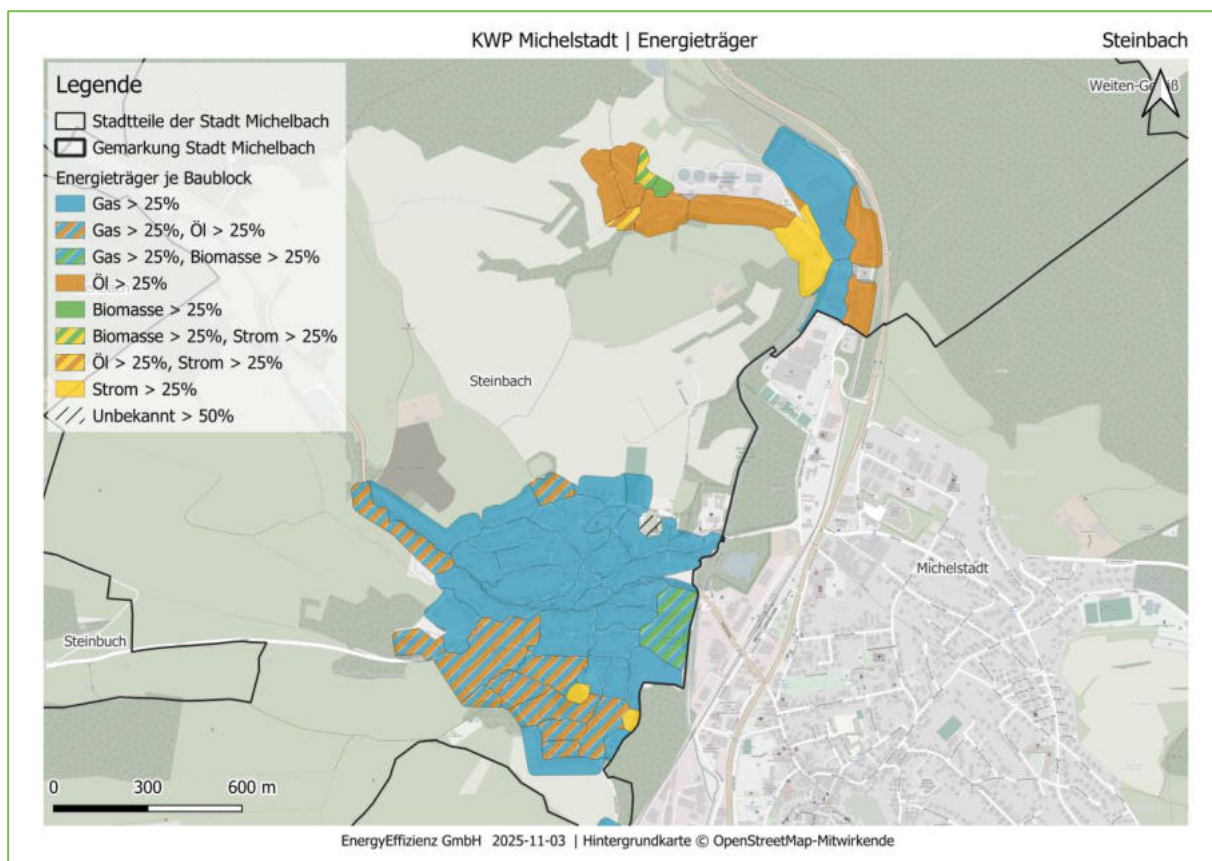


Abbildung 82: Stadtteil Steinbach: Energieträger im Status quo

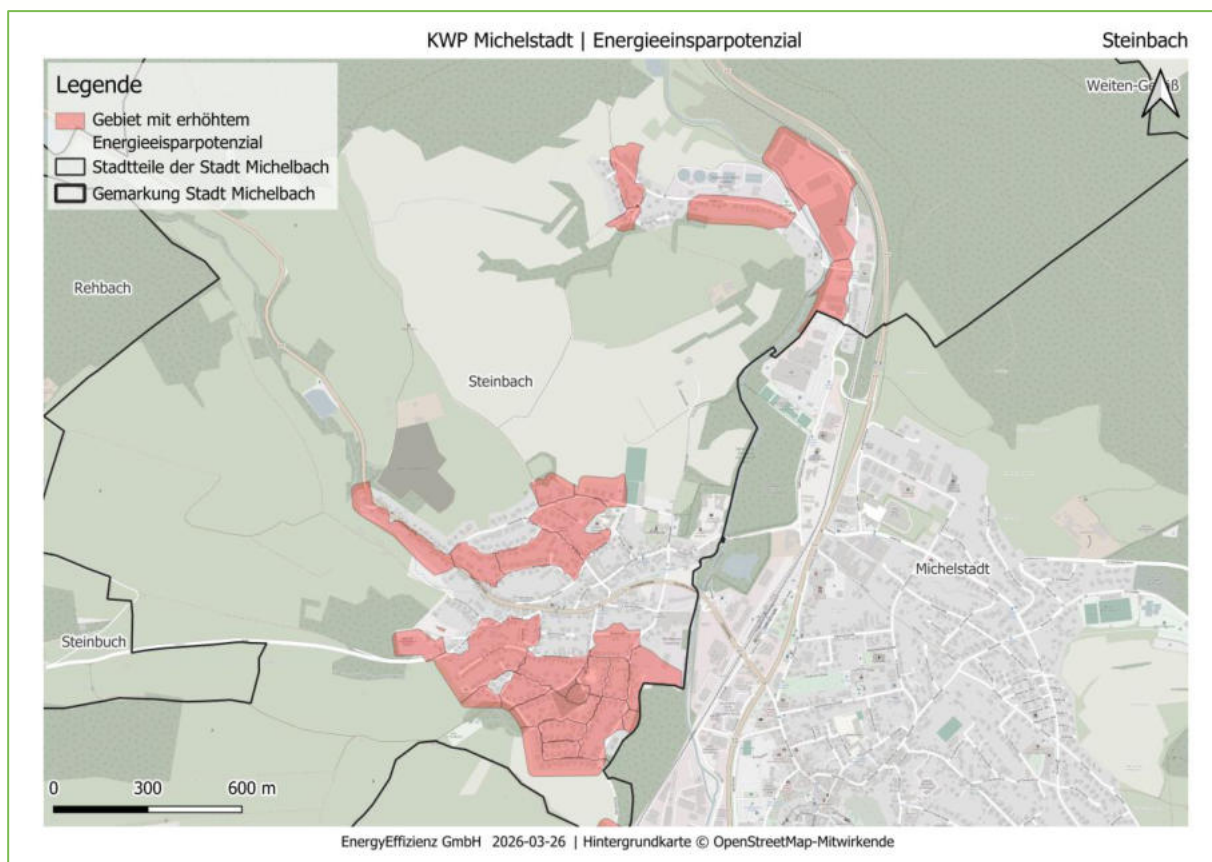


Abbildung 83: Stadtteil Steinbach: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

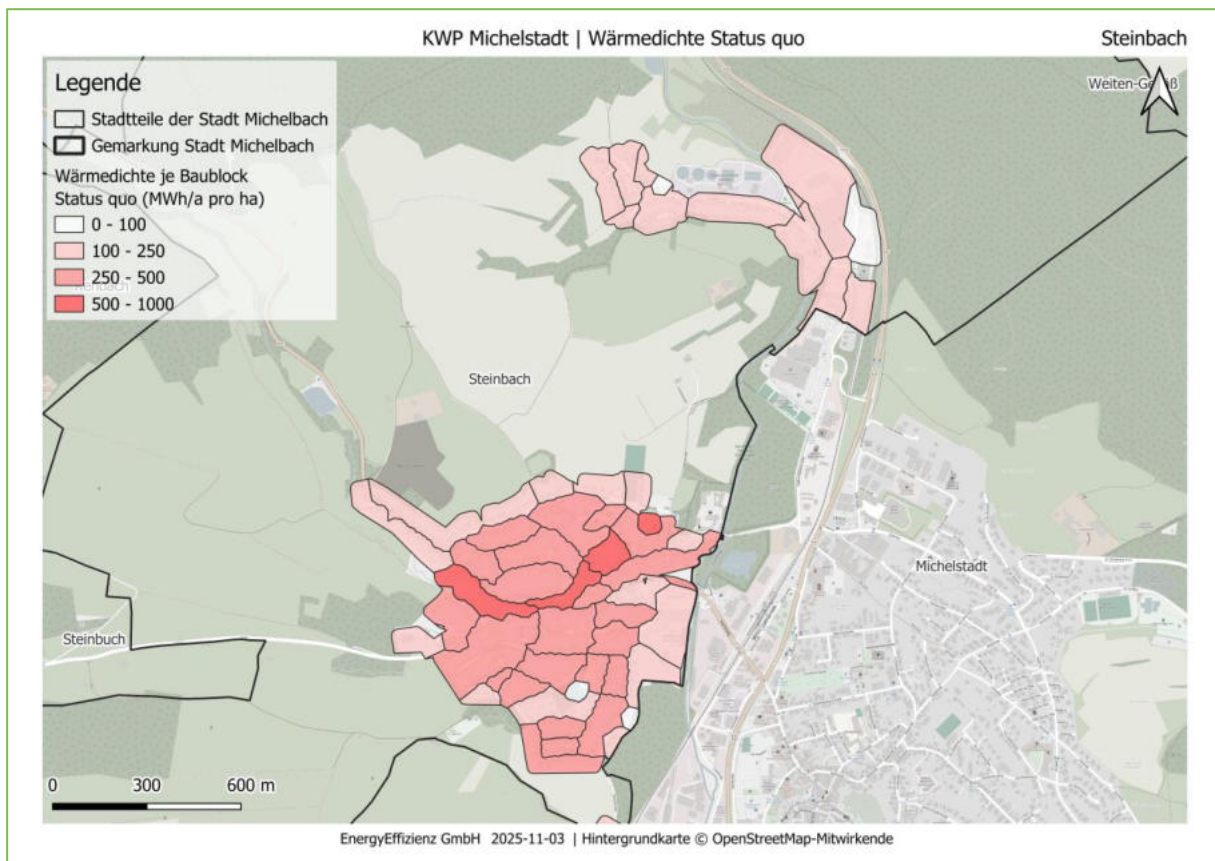


Abbildung 84: Stadtteil Steinbach: Wärmedichte im Status quo

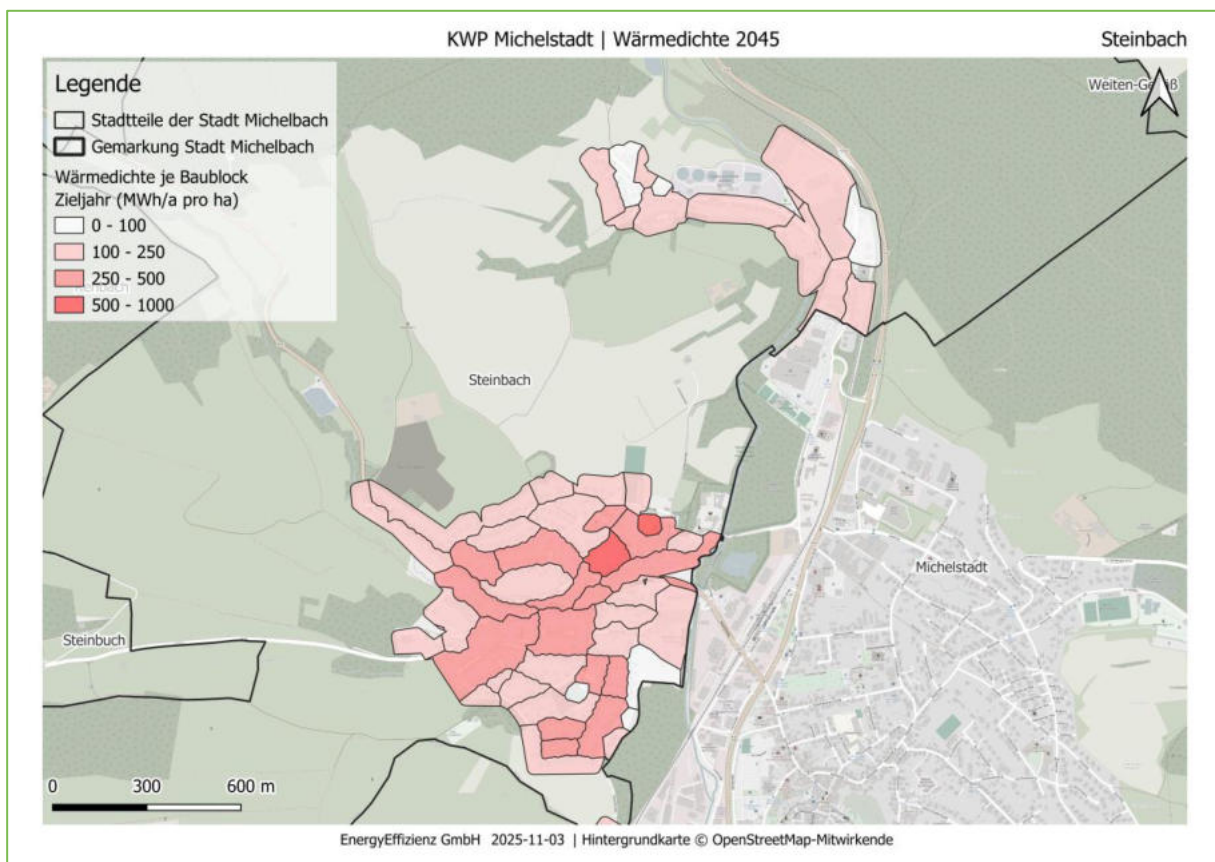


Abbildung 85: Stadtteil Steinbach: Wärmedichte im Jahr 2045

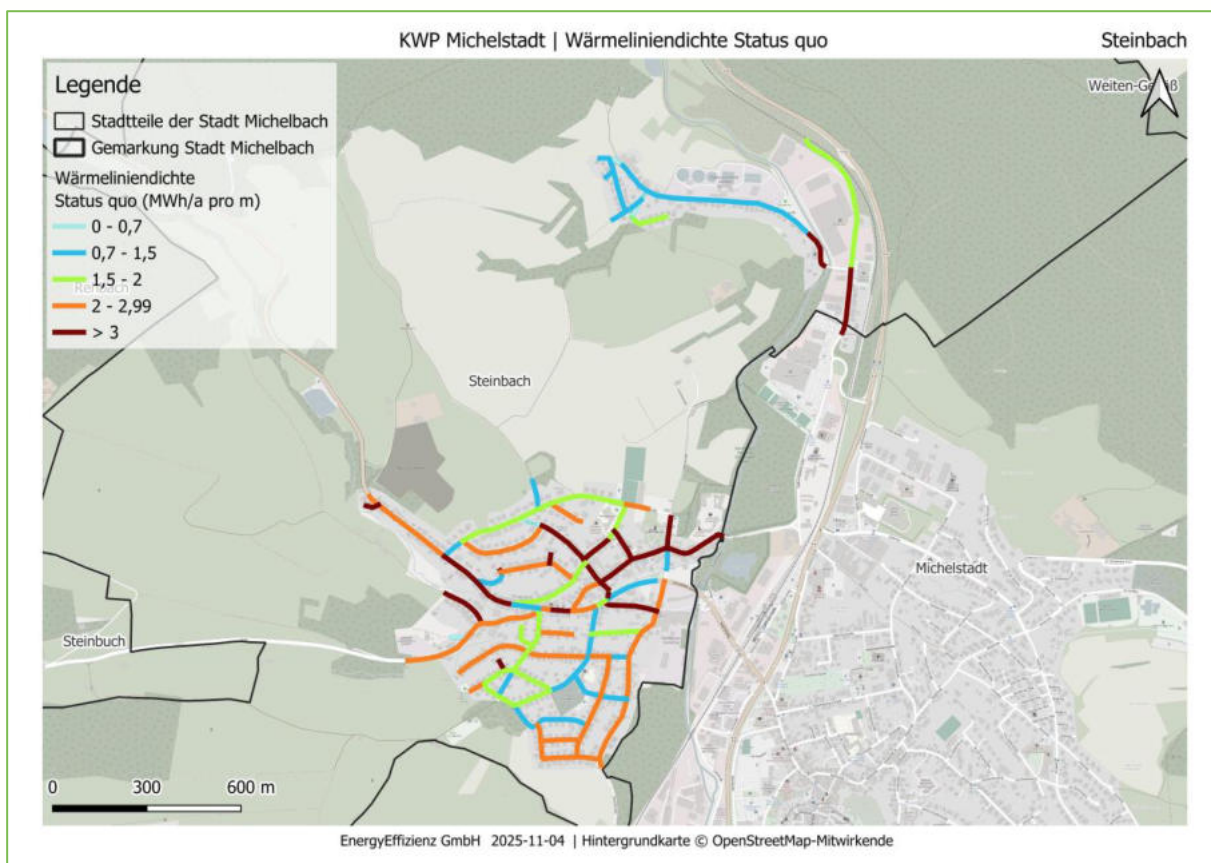


Abbildung 86: Stadtteil Steinbach: Wärmeliniendichte im Status quo

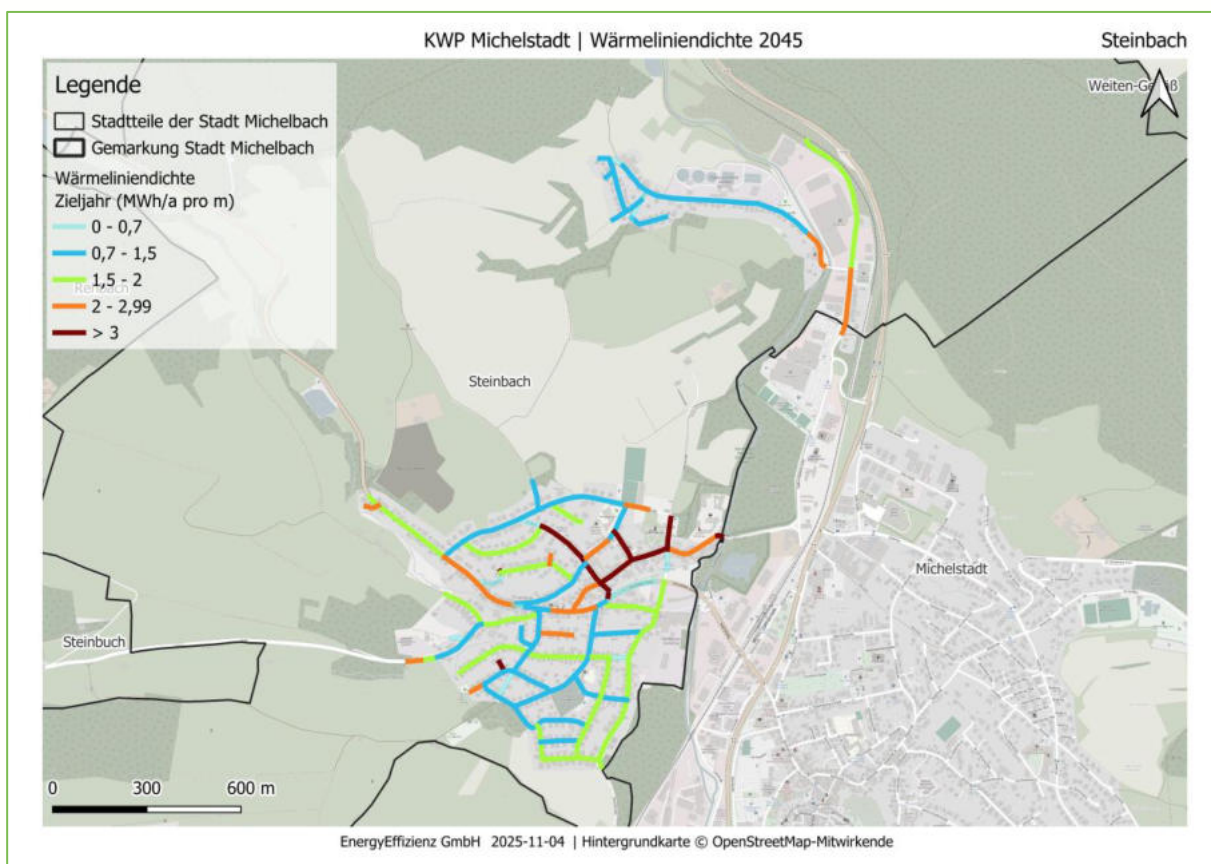


Abbildung 87: Stadtteil Steinbach: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

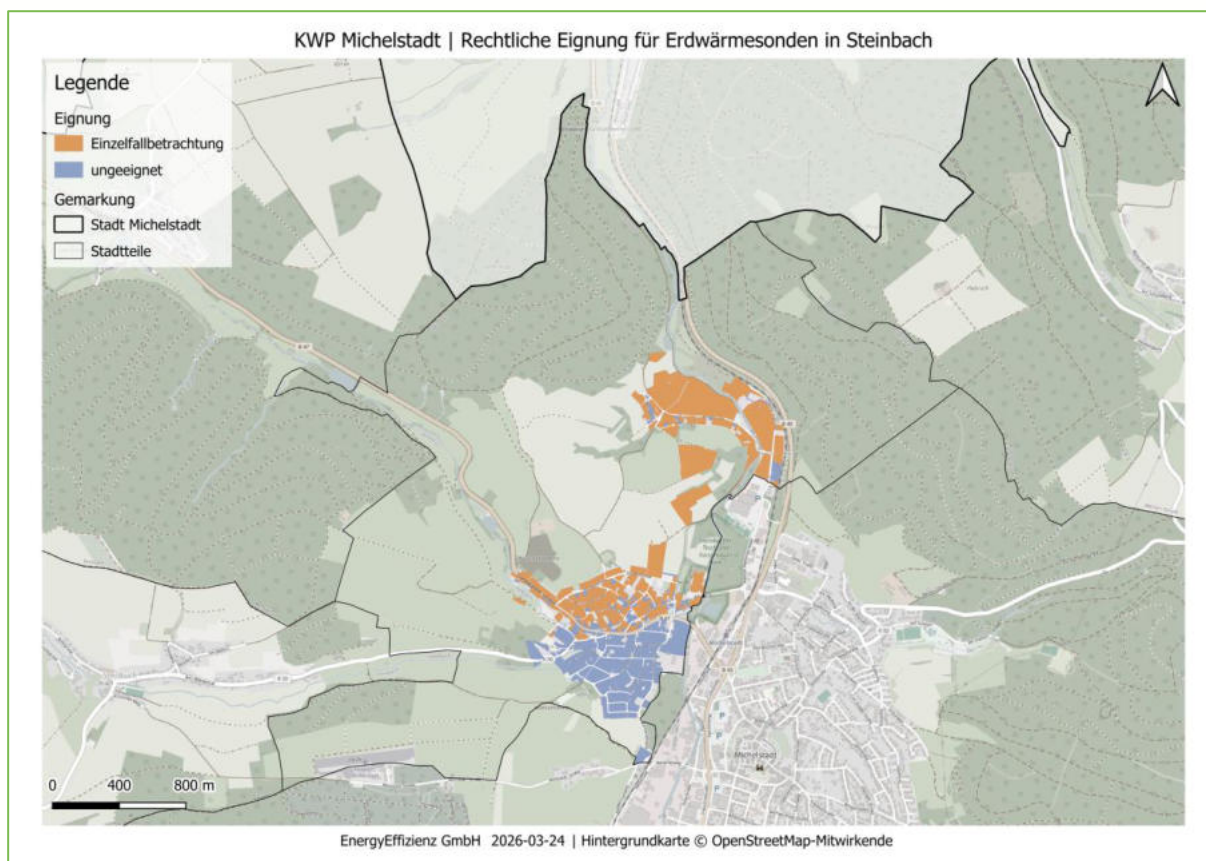


Abbildung 88: Stadtteil Steinbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

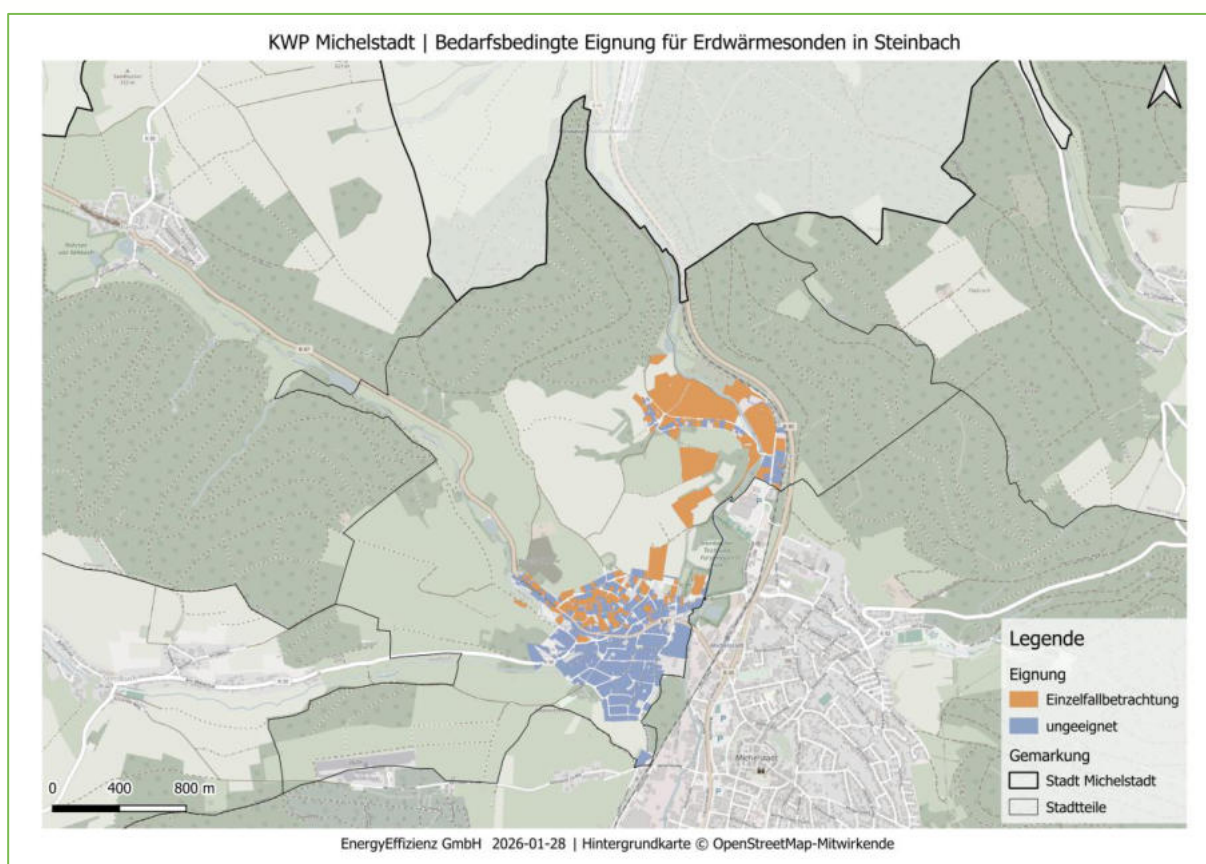


Abbildung 89: Stadtteil Steinbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

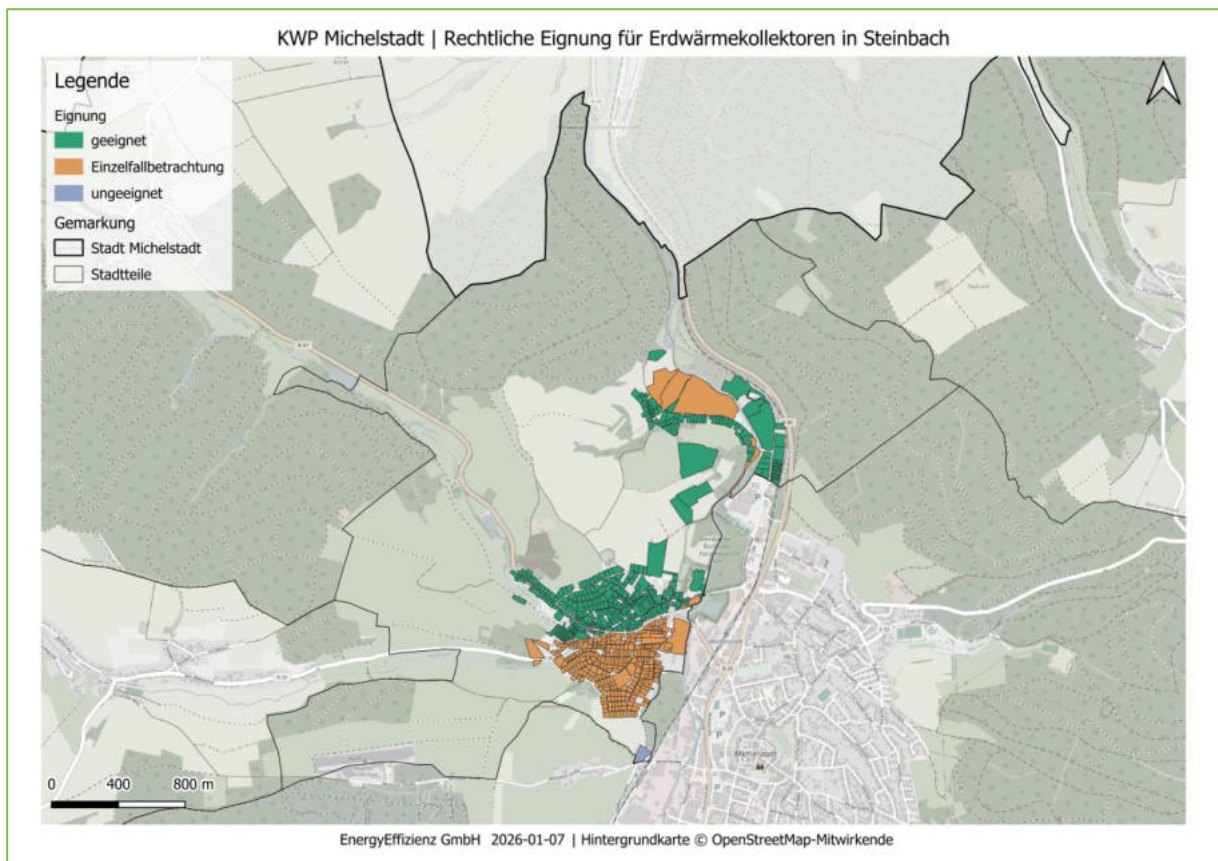


Abbildung 90: Stadtteil Steinbach: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

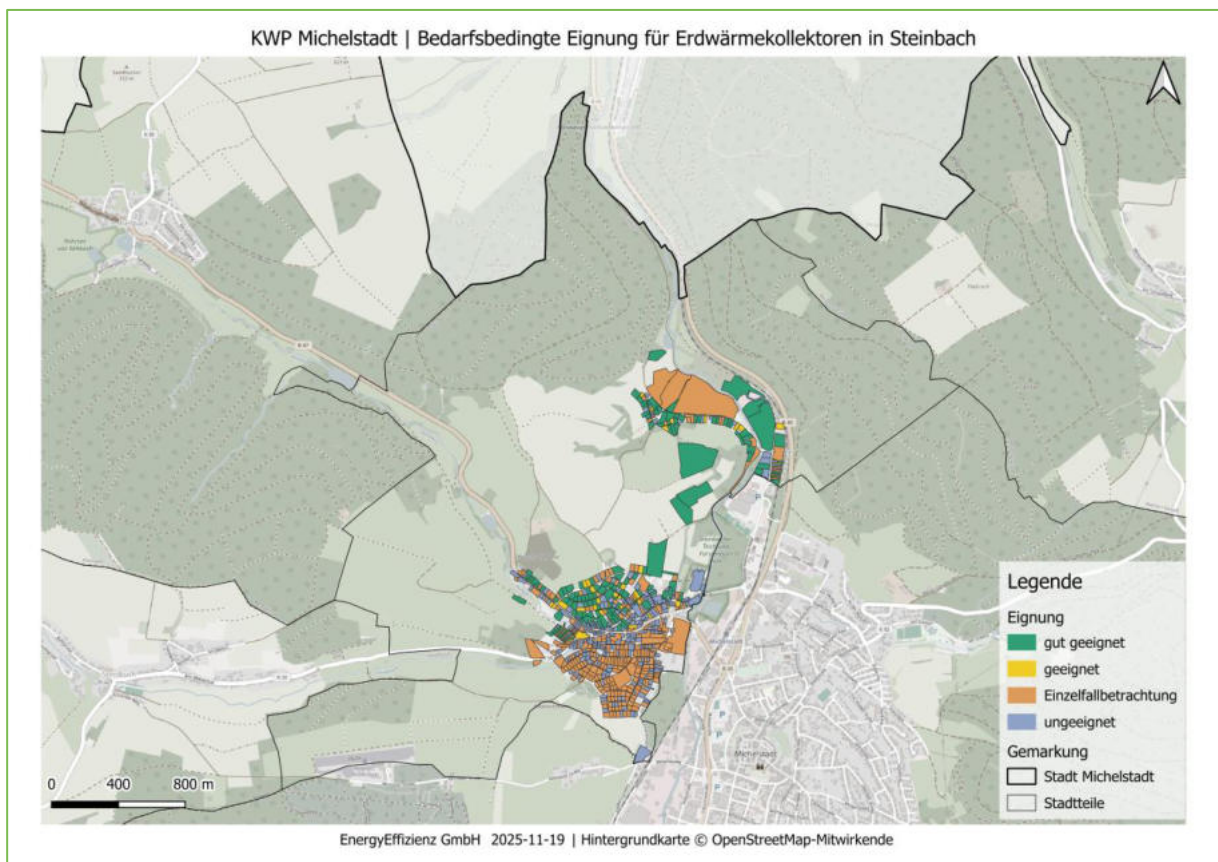


Abbildung 91: Stadtteil Steinbach: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang D: Steinbuch

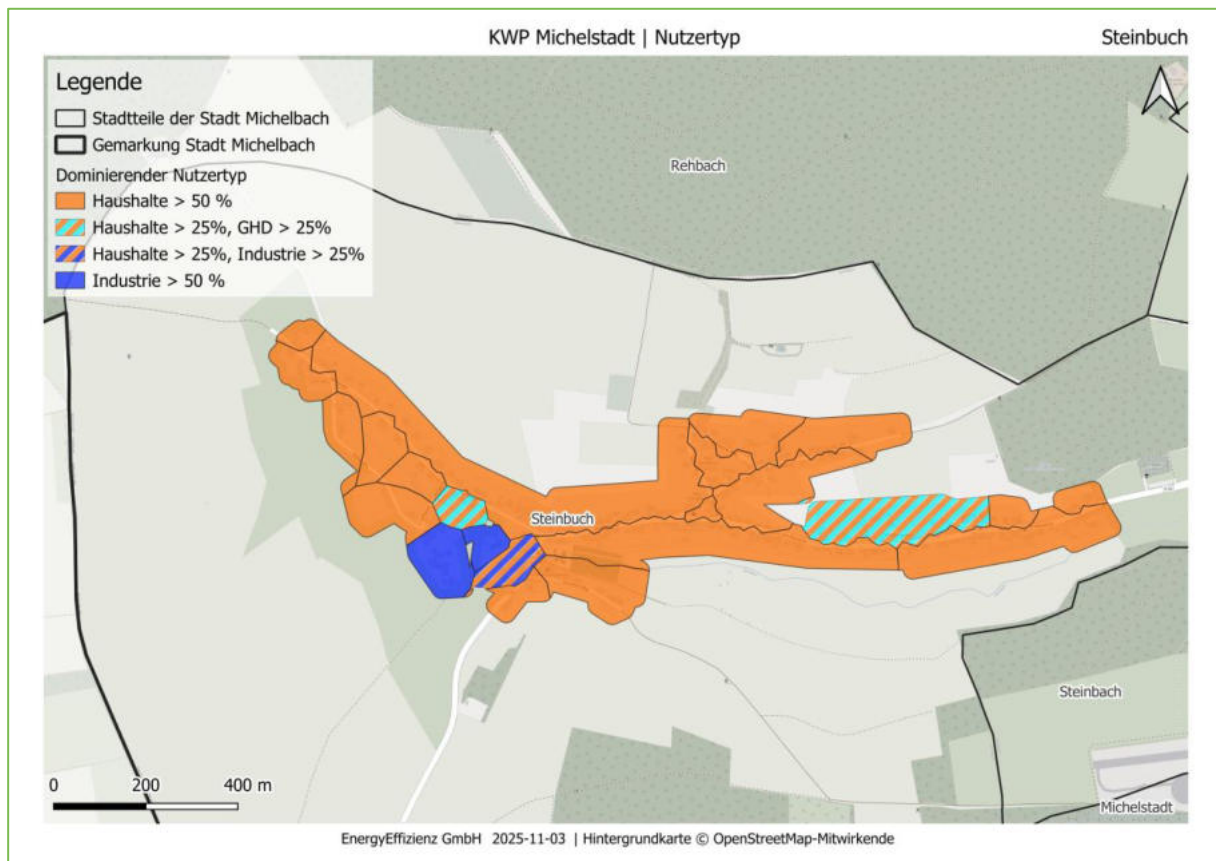


Abbildung 92: Stadtteil Steinbuch: Dominierende Sektoren

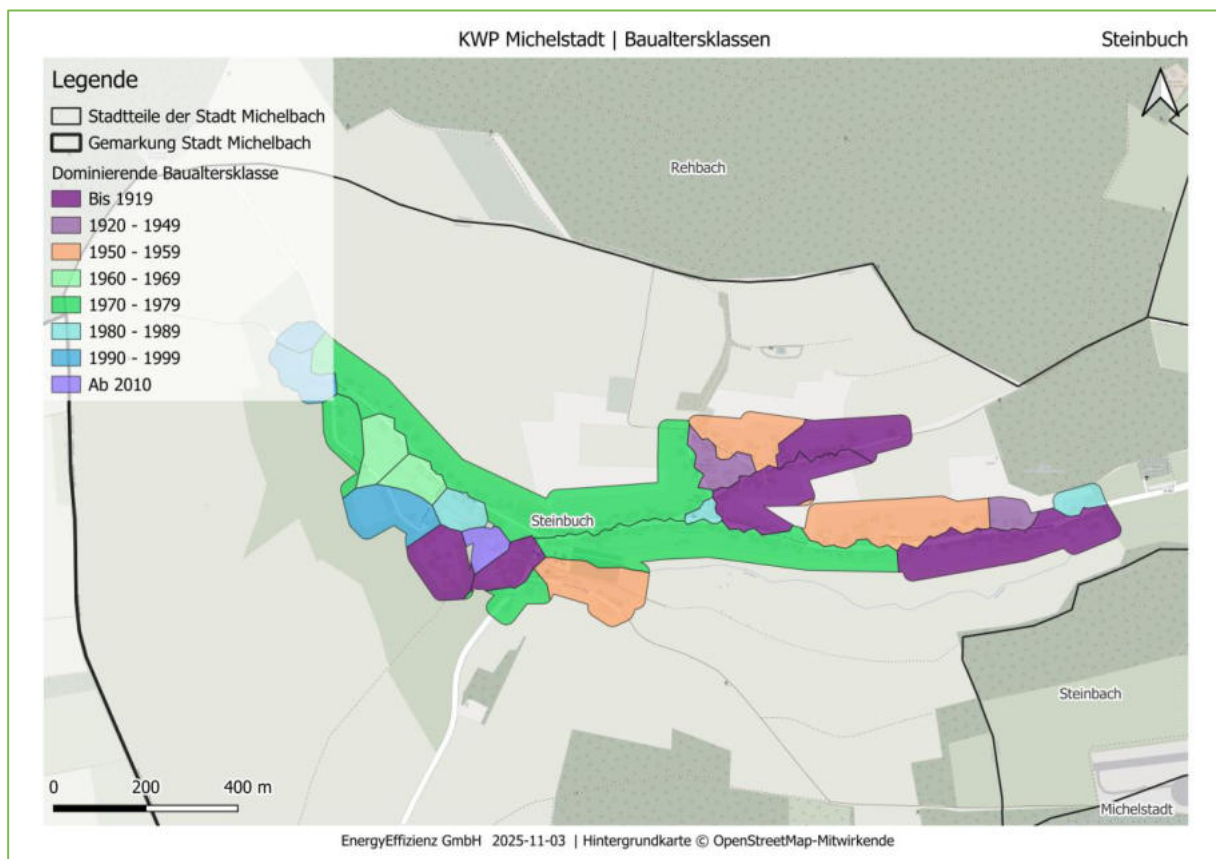


Abbildung 93: Stadtteil Steinbuch: Baualtersklassen

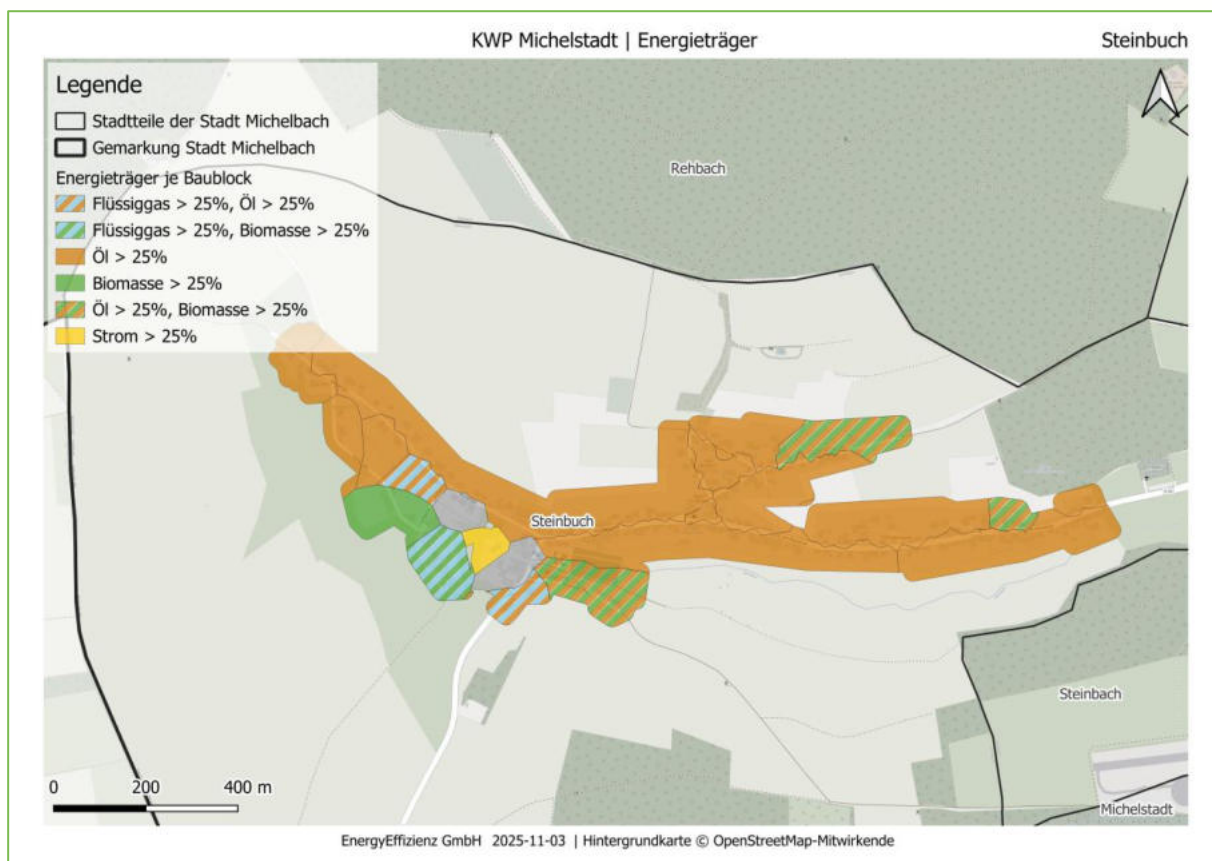


Abbildung 94: Stadtteil Steinbuch: Energieträger im Status quo

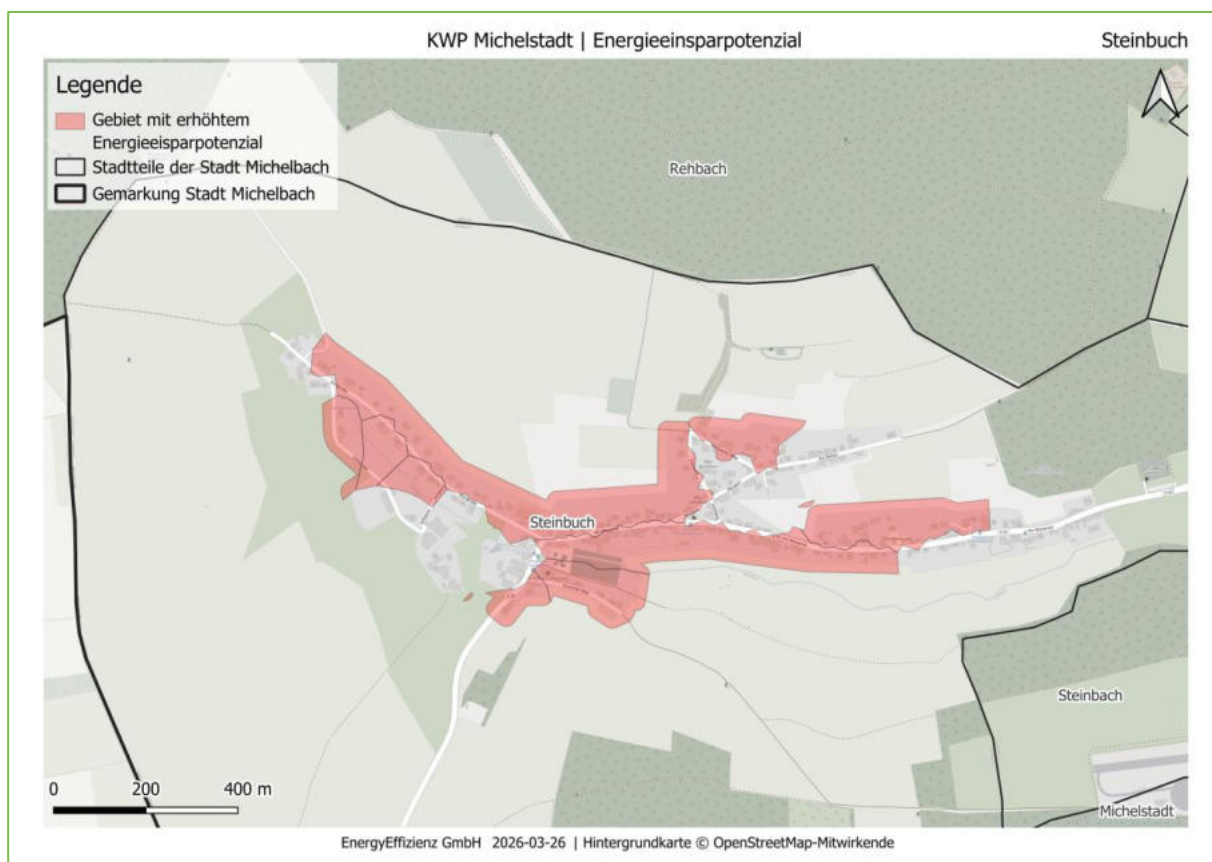


Abbildung 95: Stadtteil Steinbuch: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

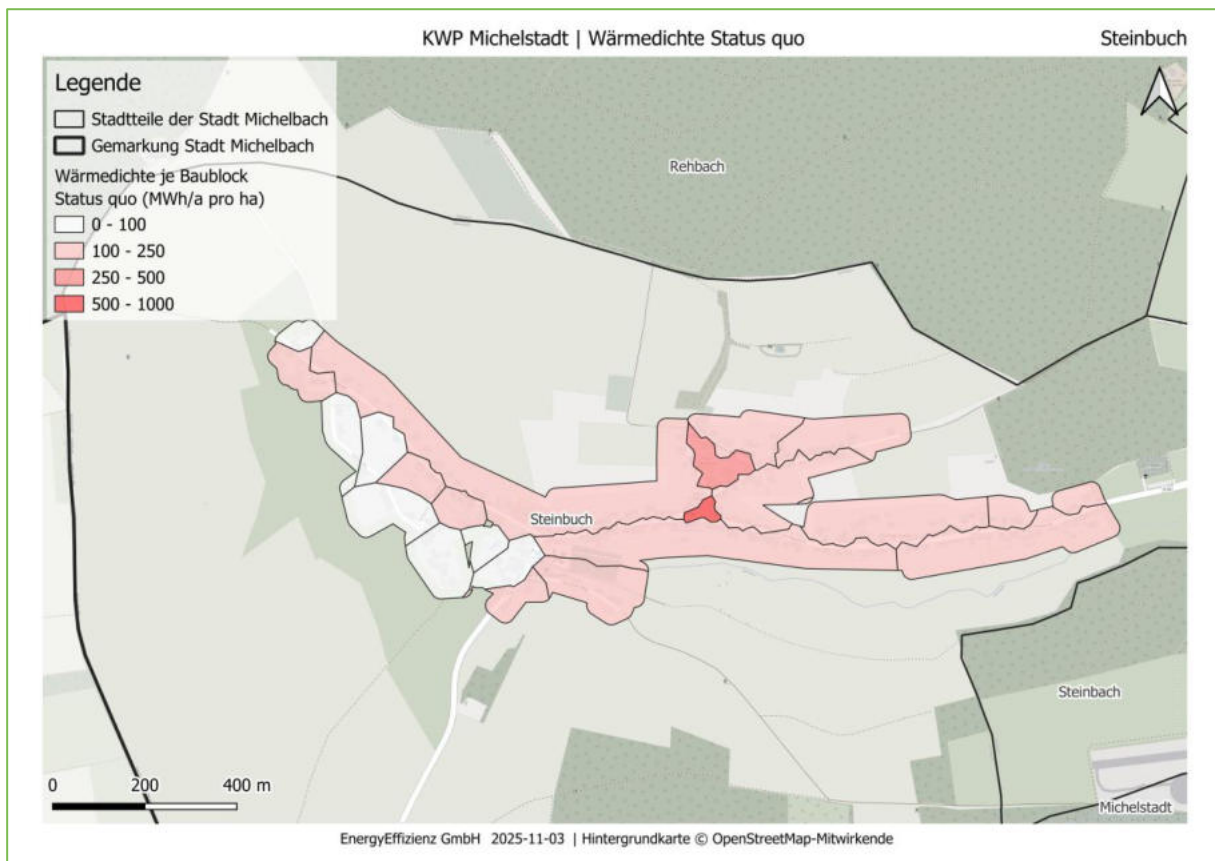


Abbildung 96: Stadtteil Steinbuch: Wärmedichte im Status quo

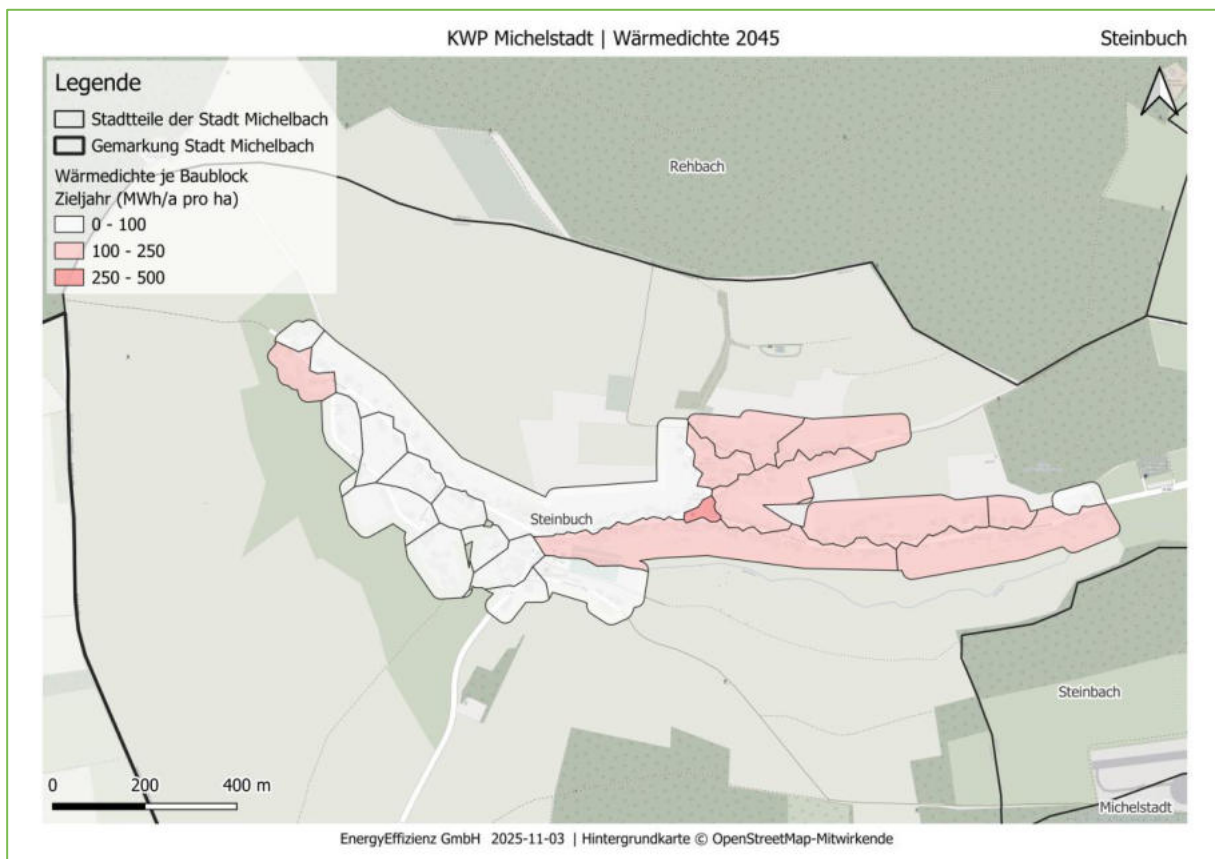


Abbildung 97: Stadtteil Steinbuch: Wärmedichte im Jahr 2045

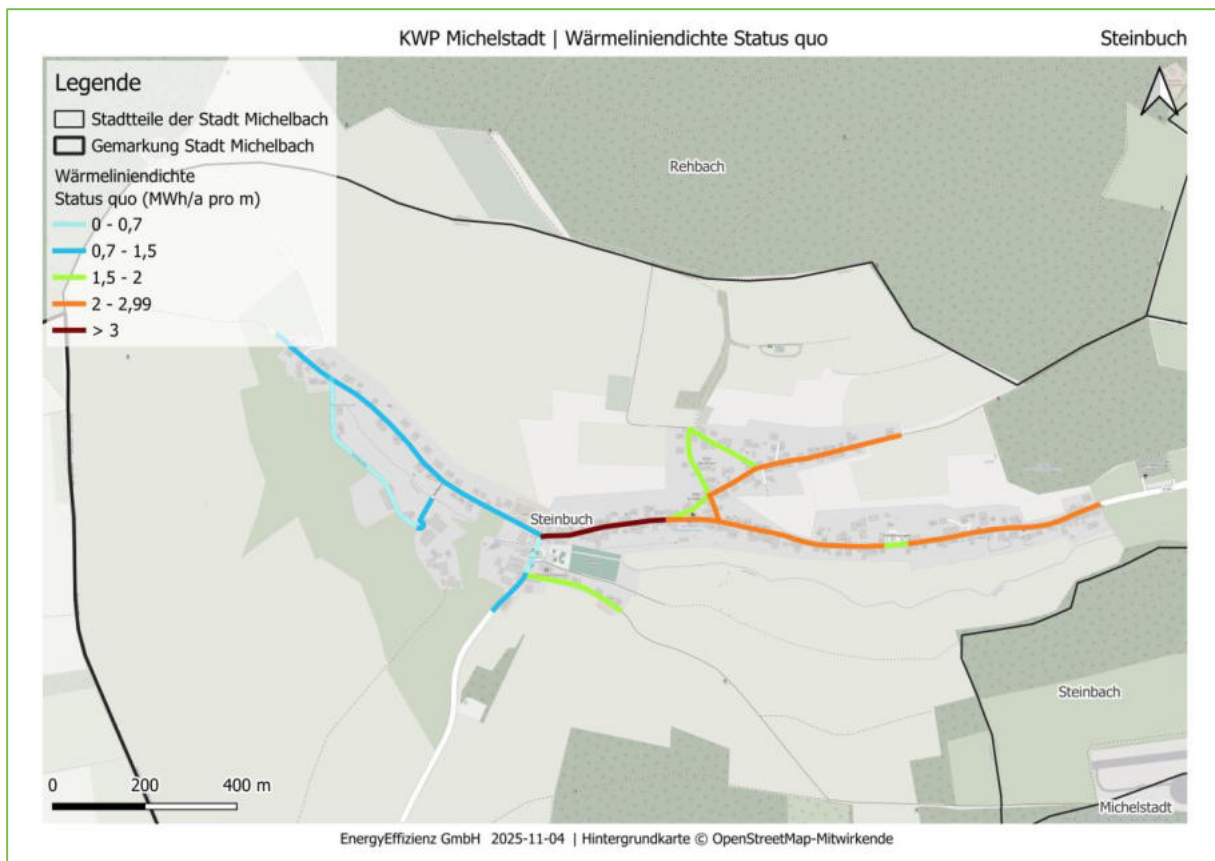


Abbildung 98: Stadtteil Steinbuch: Wärmelinien-dichte im Status quo

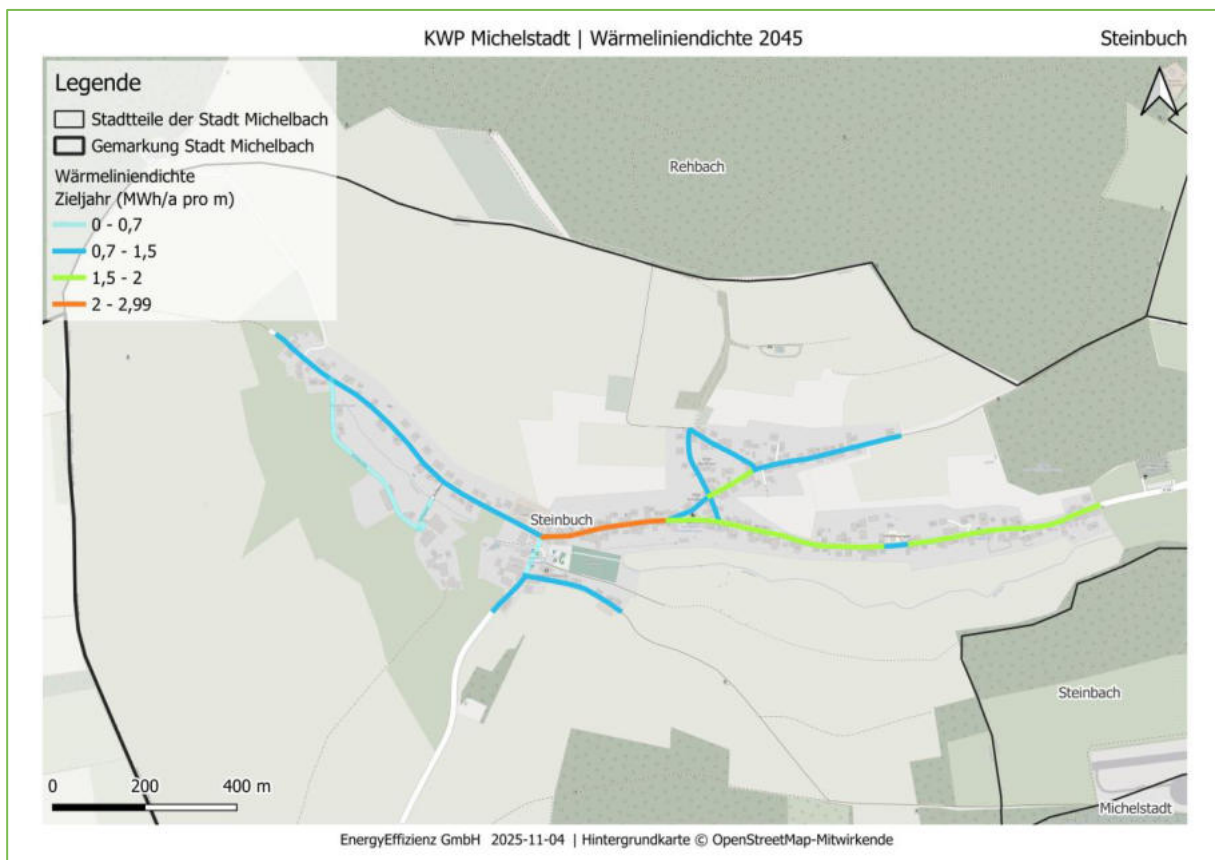


Abbildung 99: Stadtteil Steinbuch: Wärmelinien-dichte im Zieljahr 2045

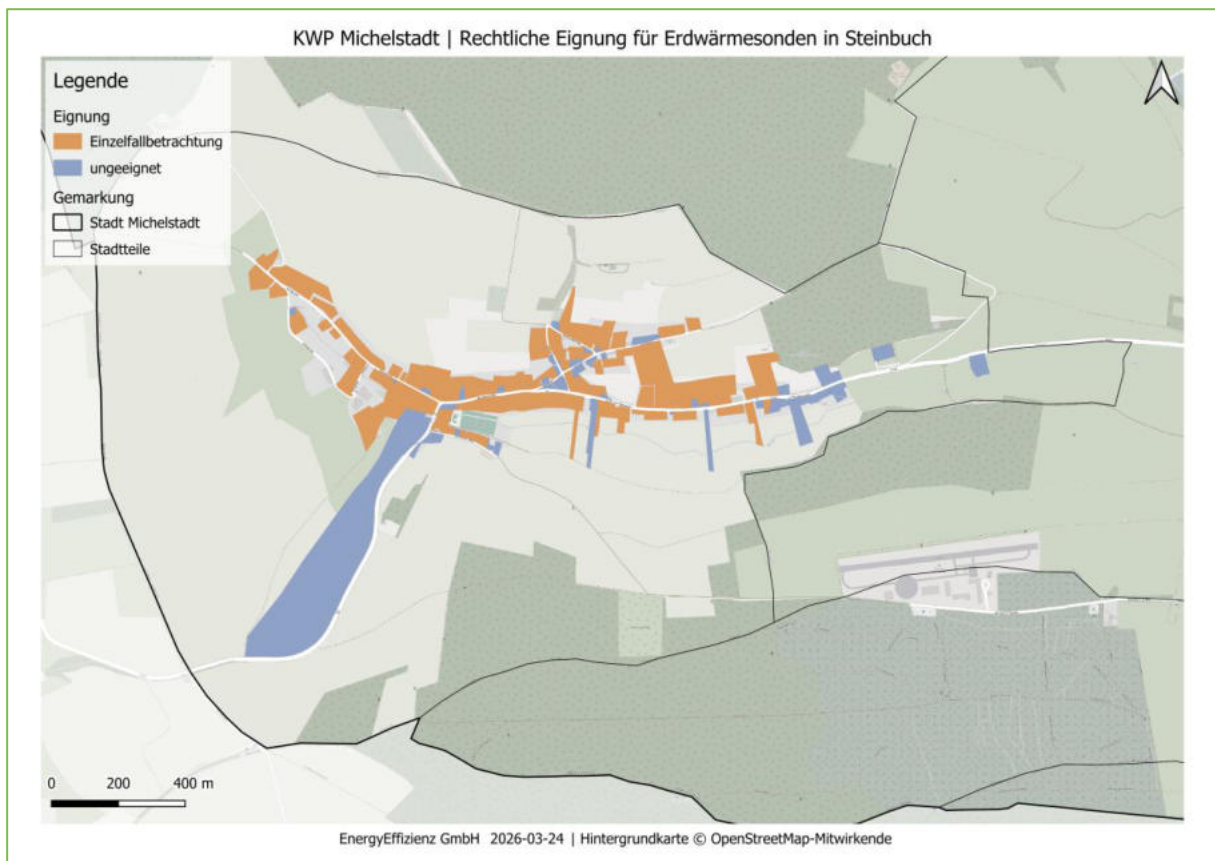


Abbildung 100: Stadtteil Steinbuch: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

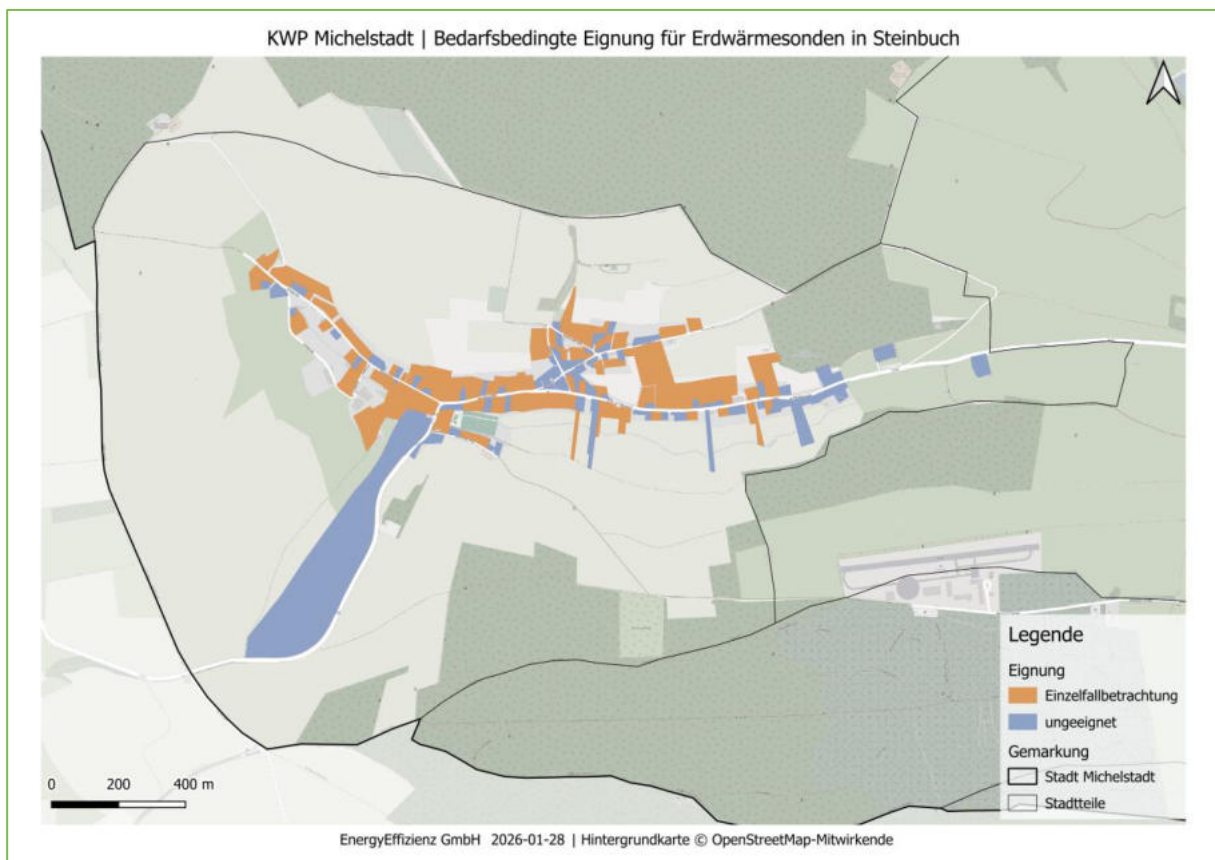


Abbildung 101: Stadtteil Steinbuch: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

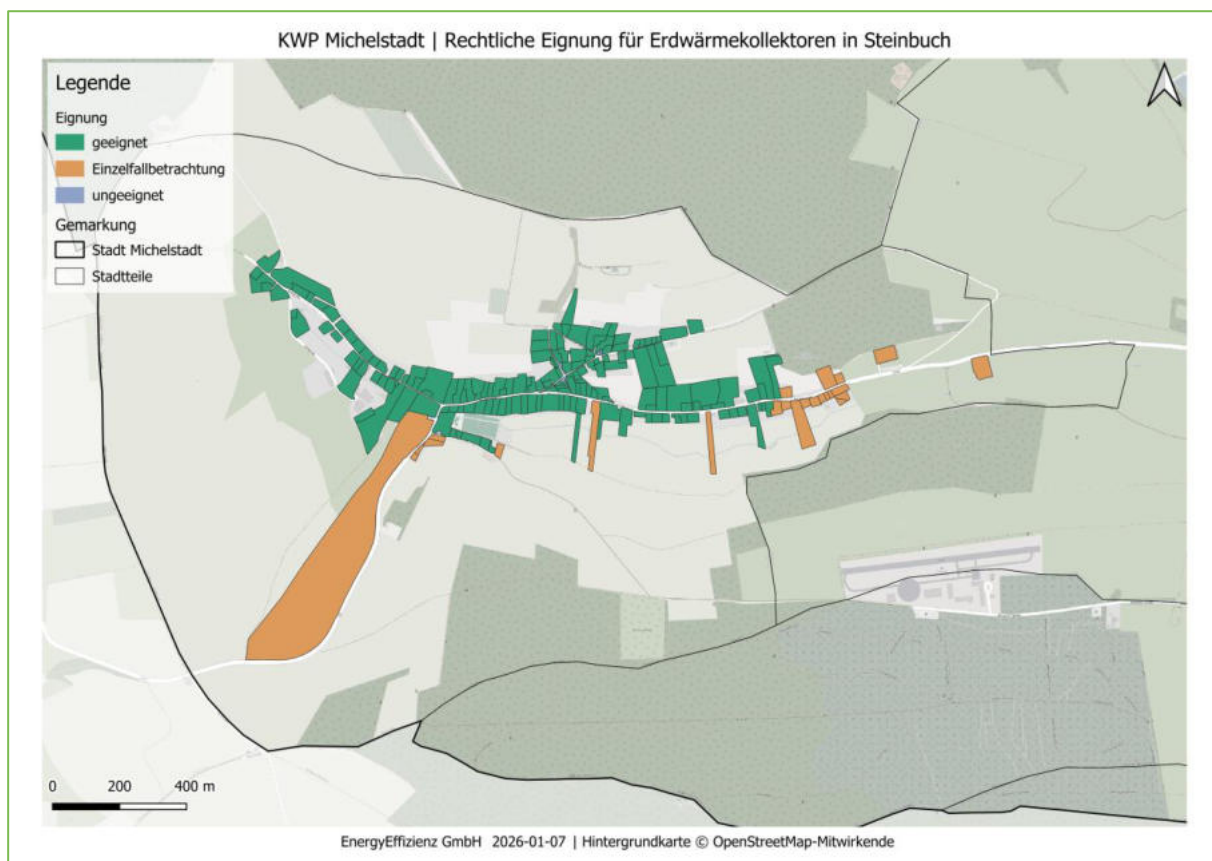


Abbildung 102: Stadtteil Steinbuch: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

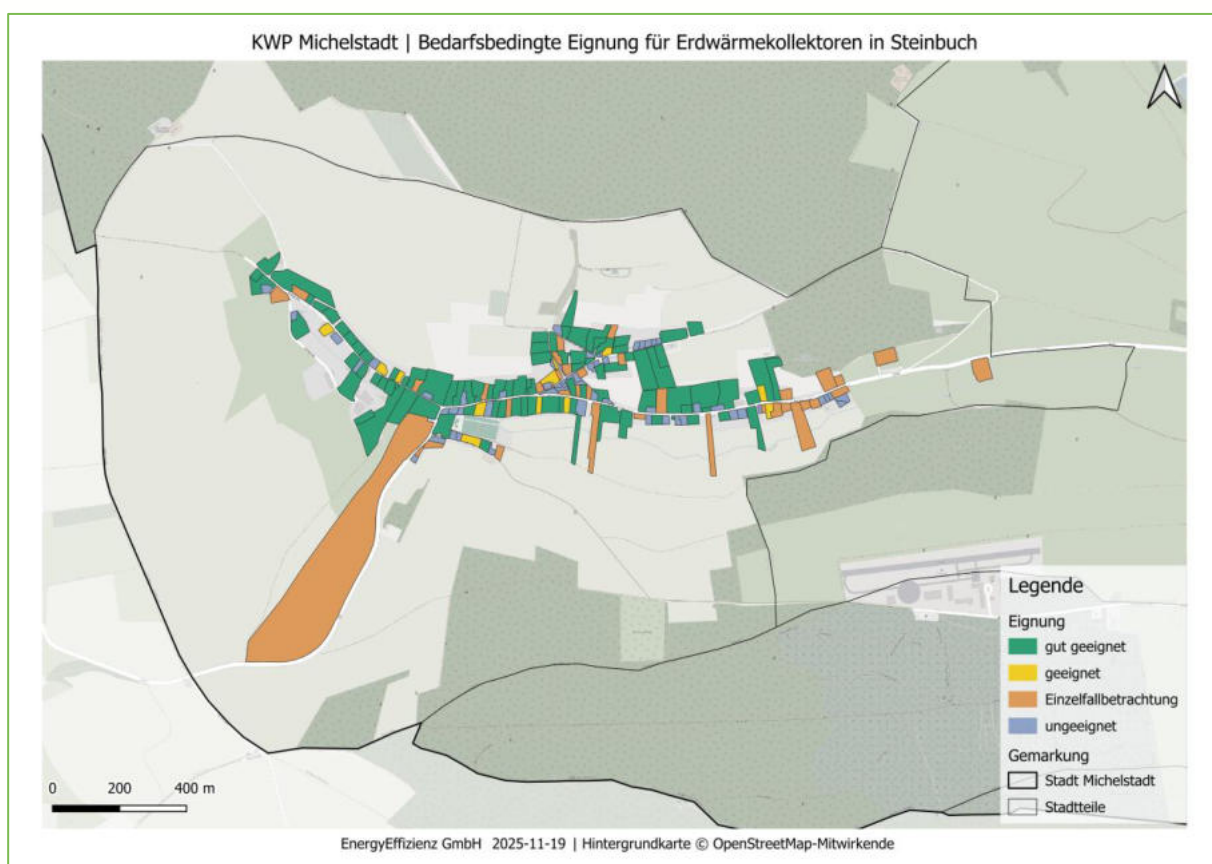


Abbildung 103: Stadtteil Steinbuch: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang E: Stockheim

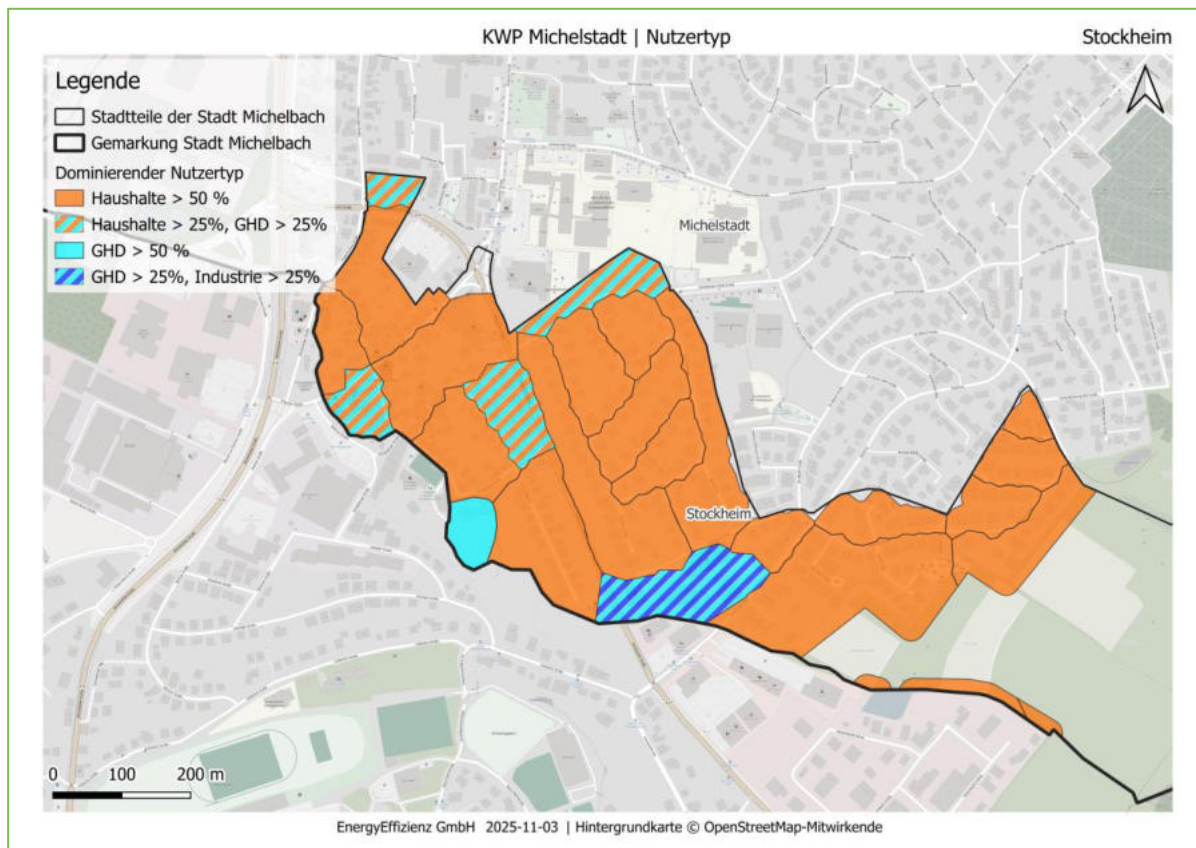


Abbildung 104: Stadtteil Stockheim: Dominierende Sektoren

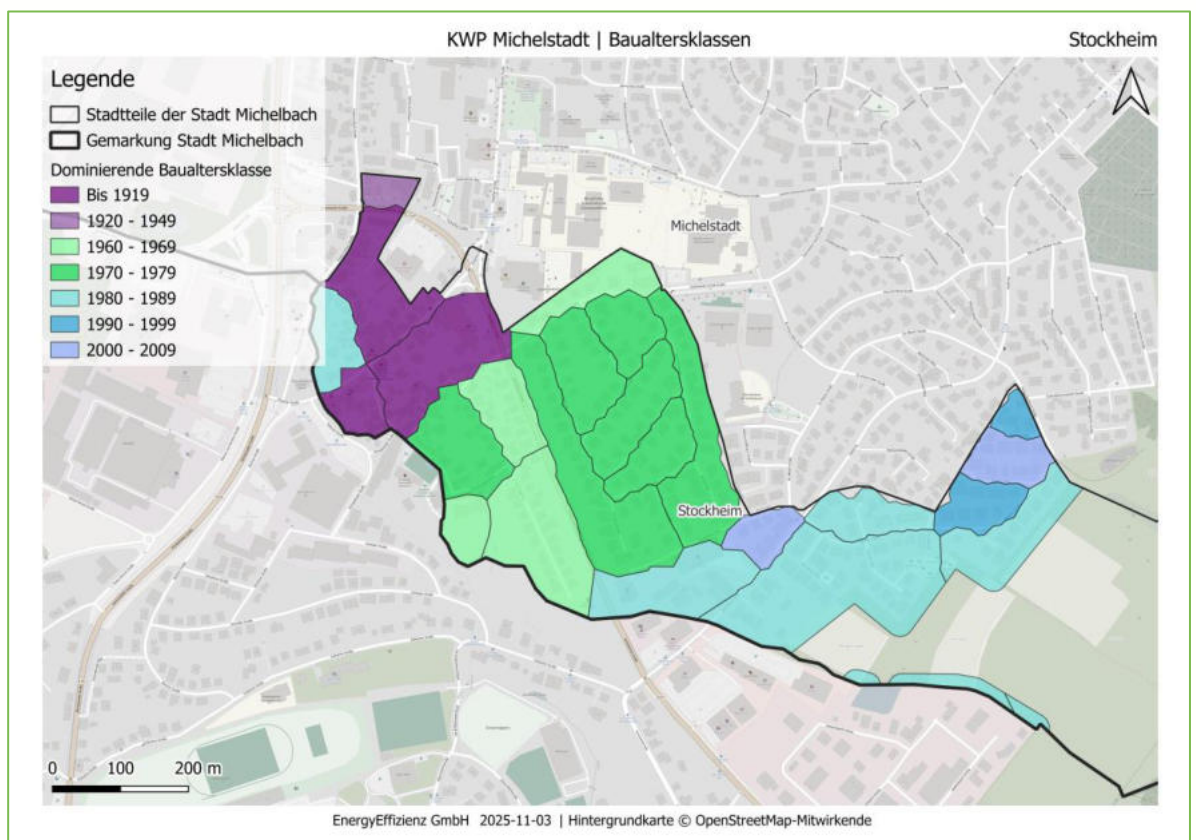


Abbildung 105: Stadtteil Stockheim: Baualtersklassen

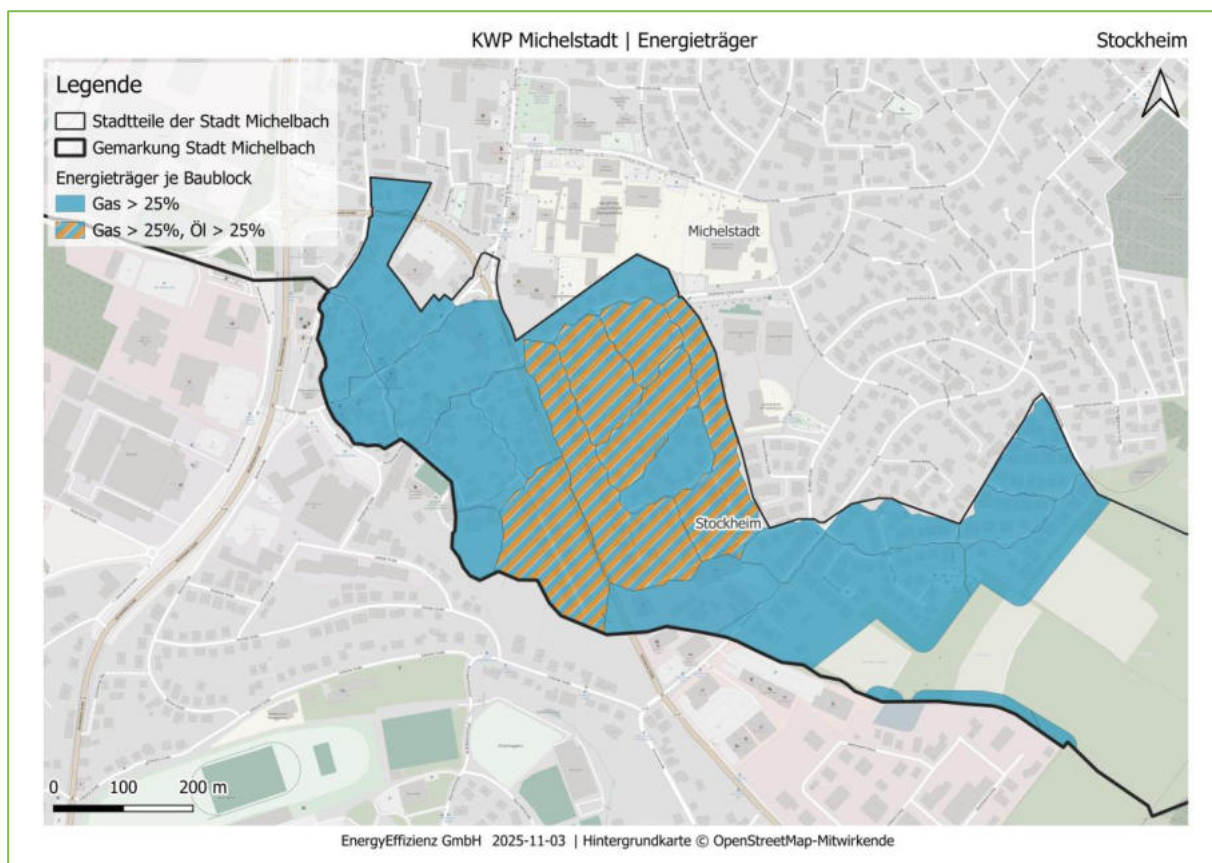


Abbildung 106: Stadtteil Stockheim: Energieträger im Status quo

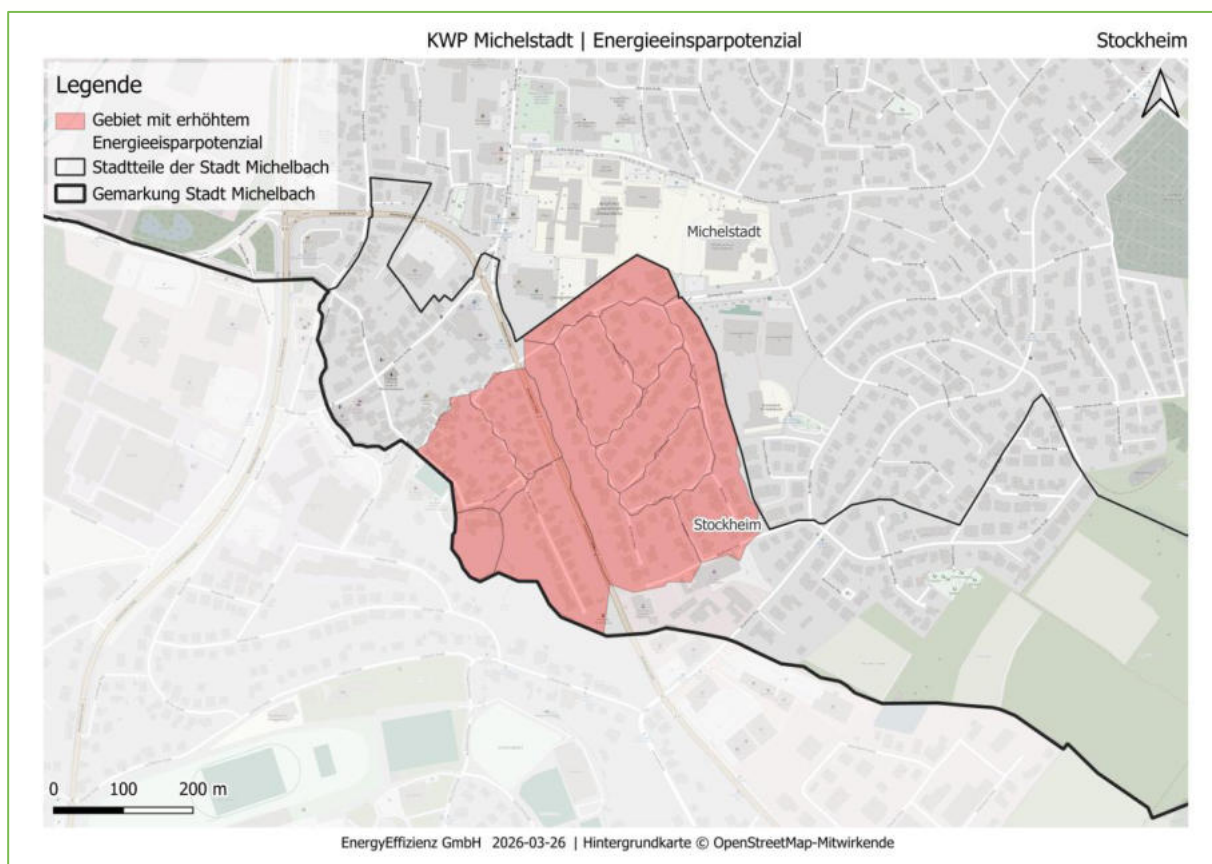


Abbildung 107: Stadtteil Stockheim: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

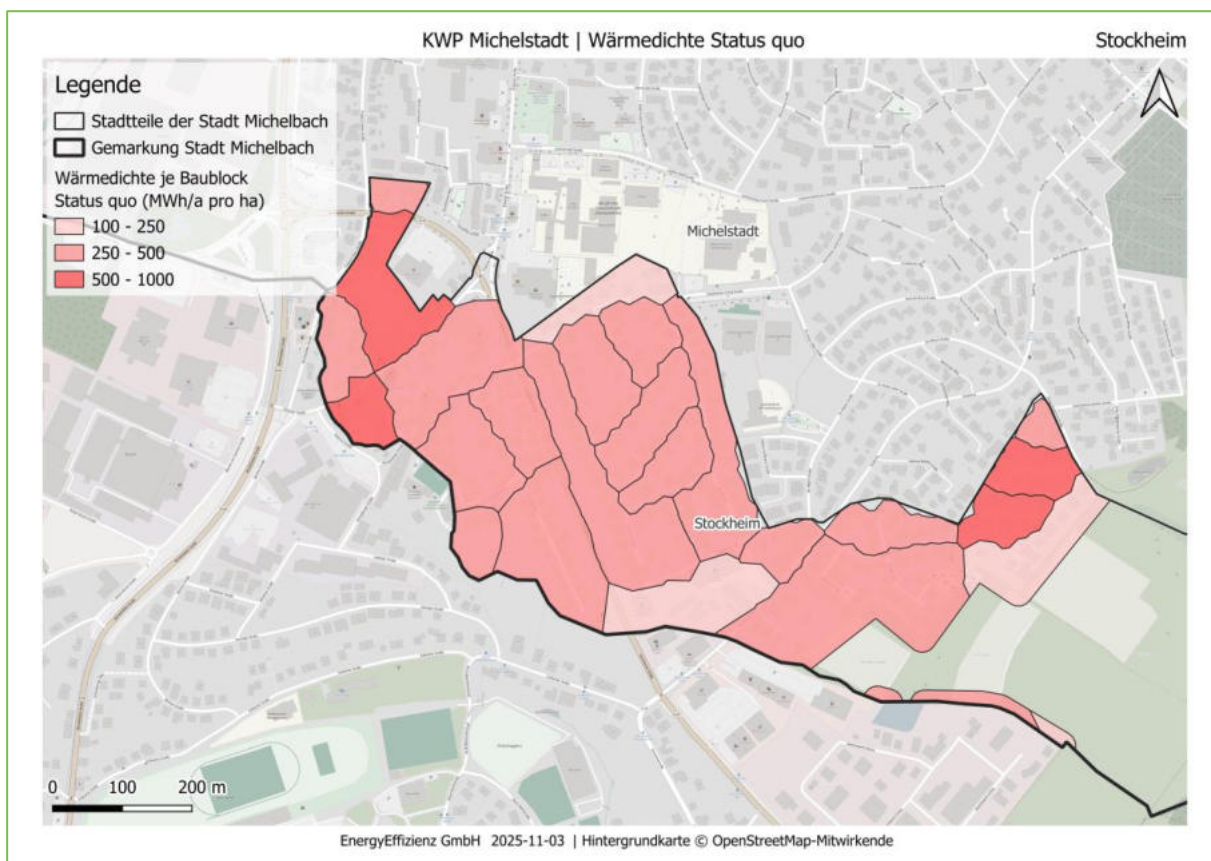


Abbildung 108: Stadtteil Stockheim: Wärmedichte im Status quo

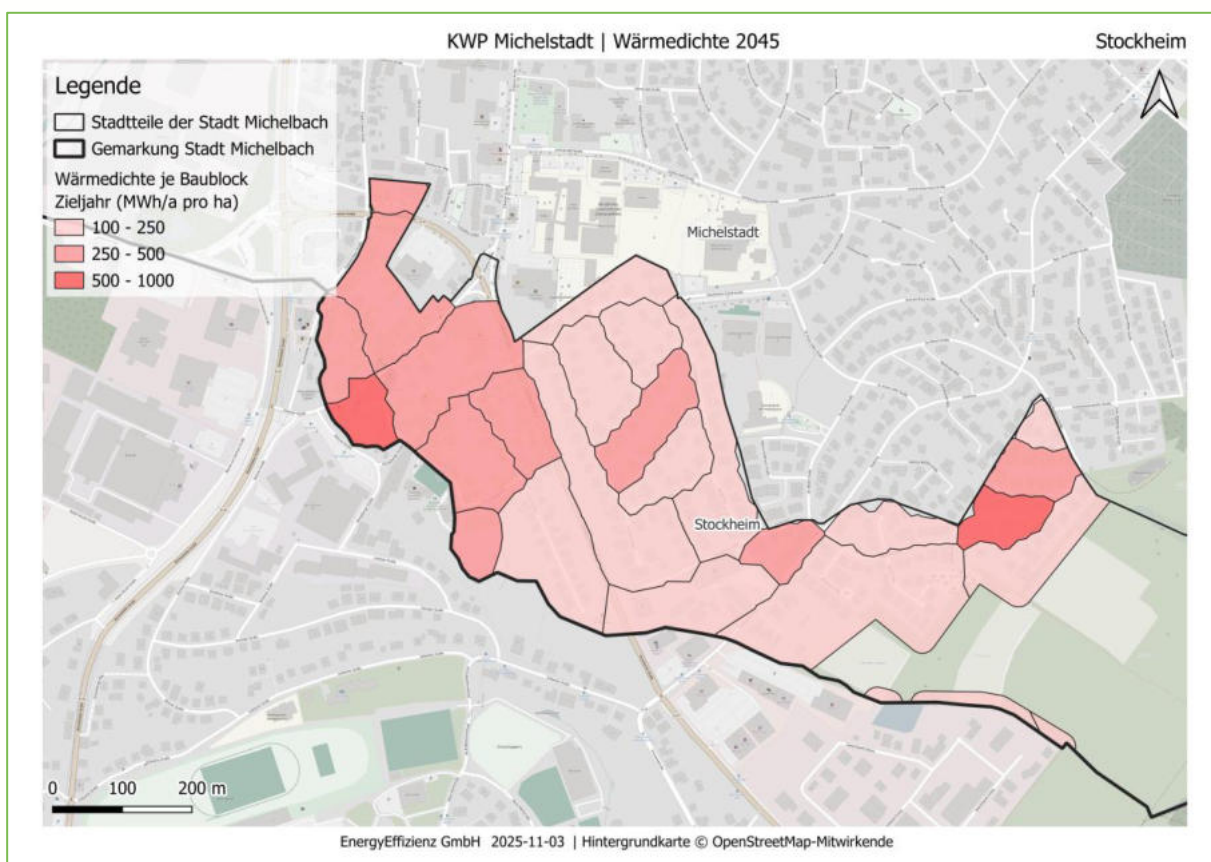


Abbildung 109: Stadtteil Stockheim: Wärmedichte im Jahr 2045

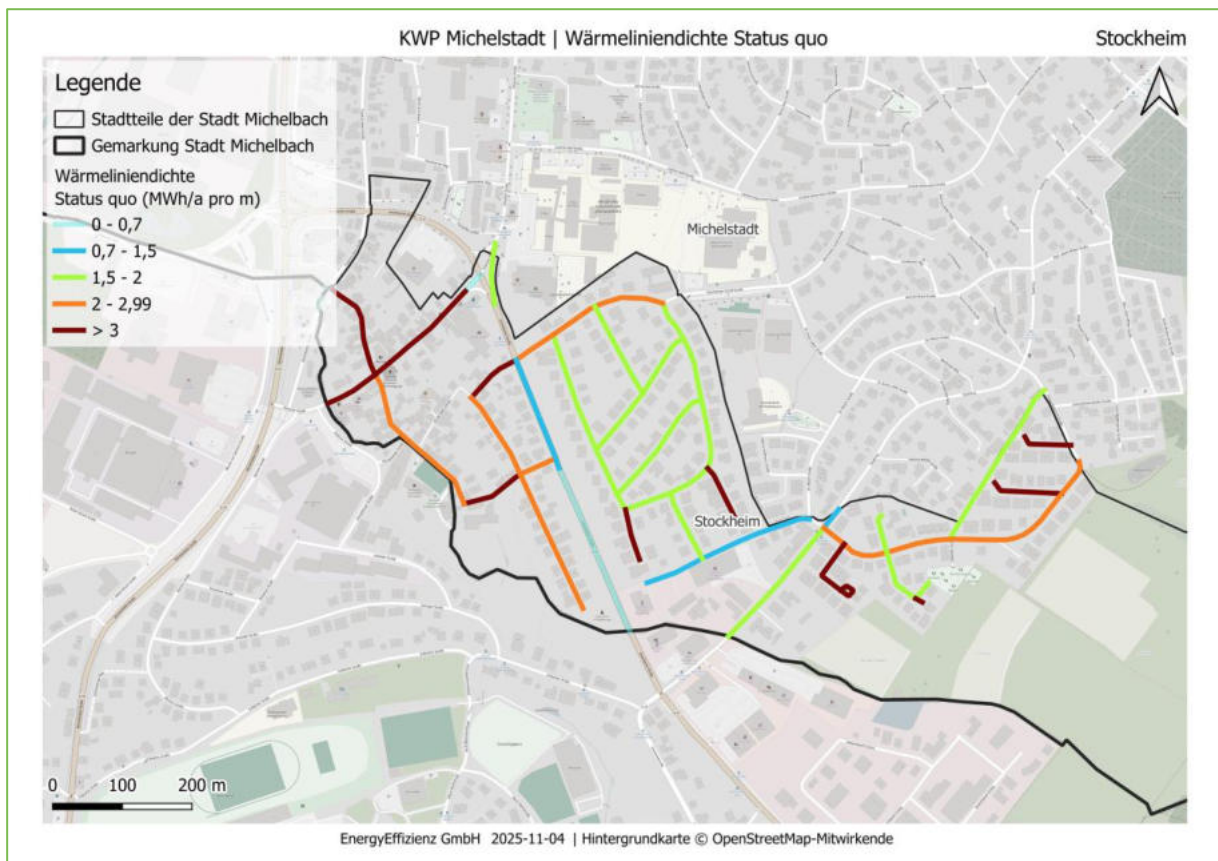


Abbildung 110: Stadtteil Stockheim: Wärmeliniendichte im Status quo

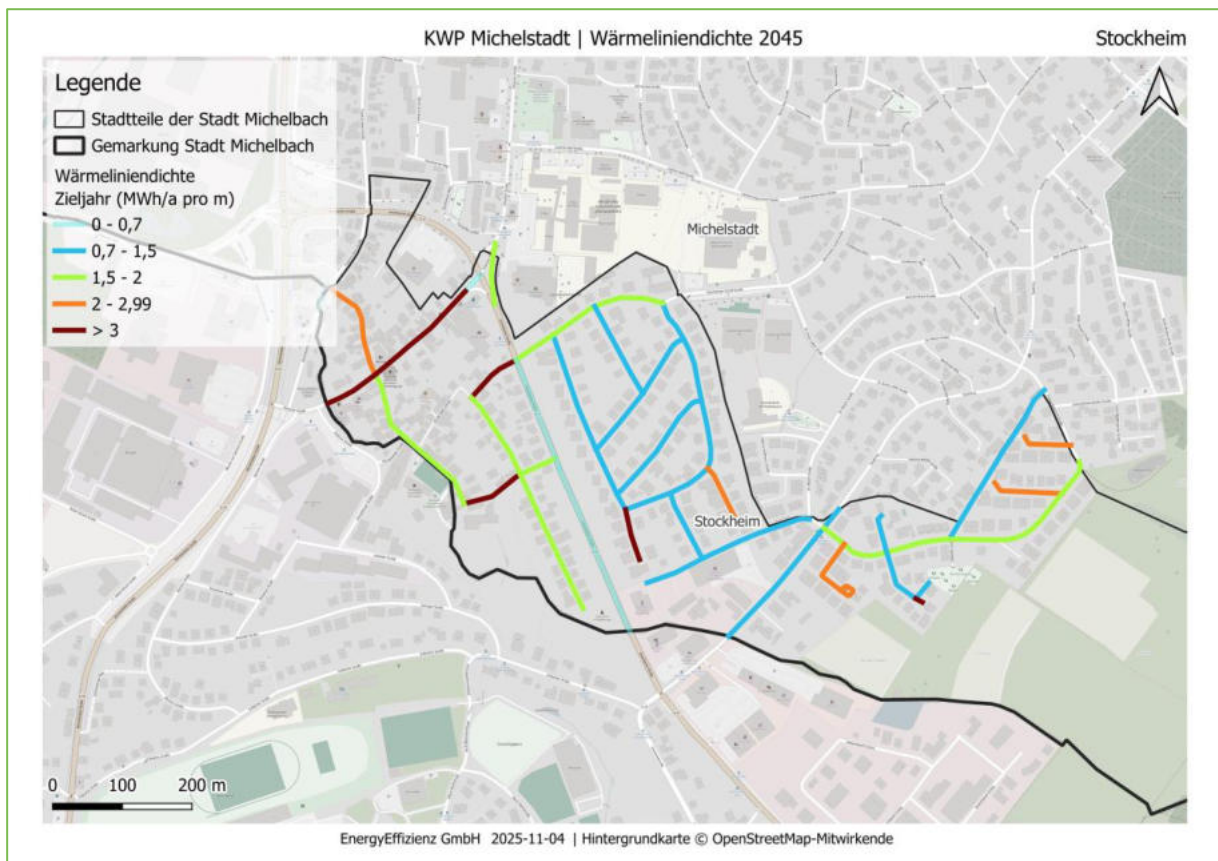
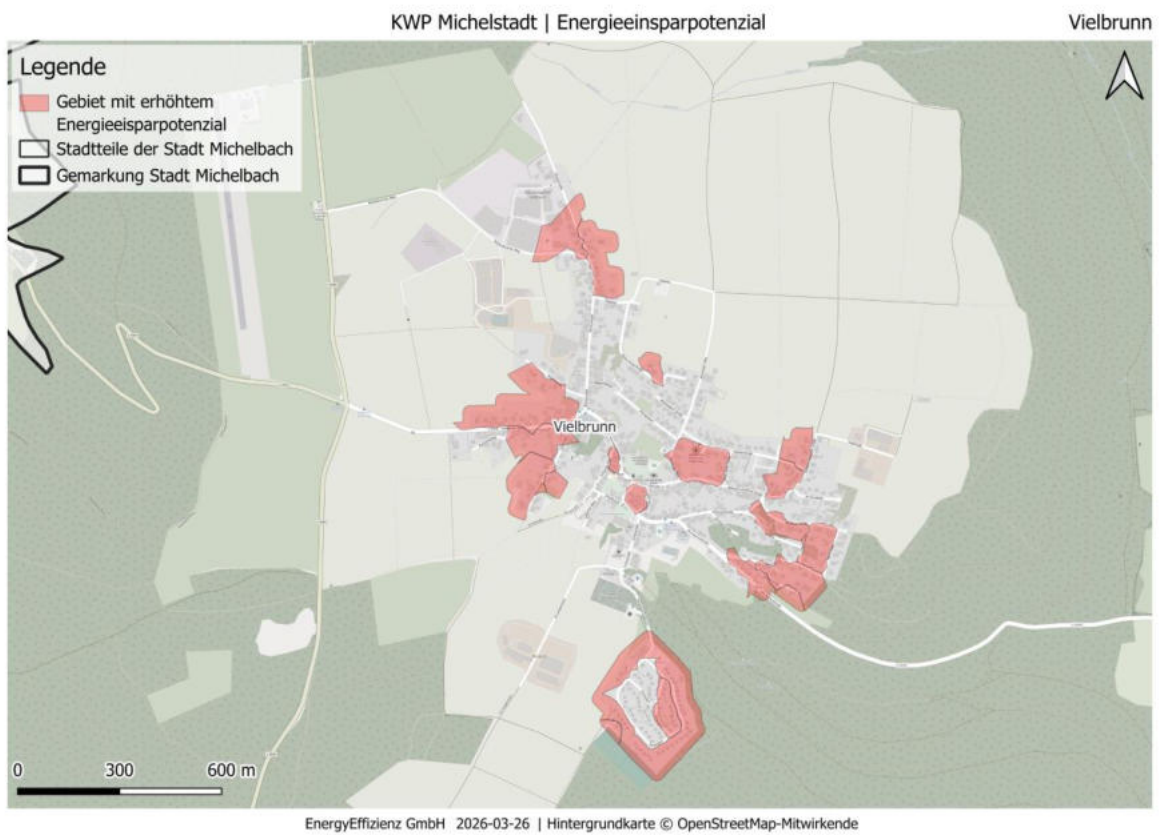


Abbildung 111: Stadtteil Stockheim: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045



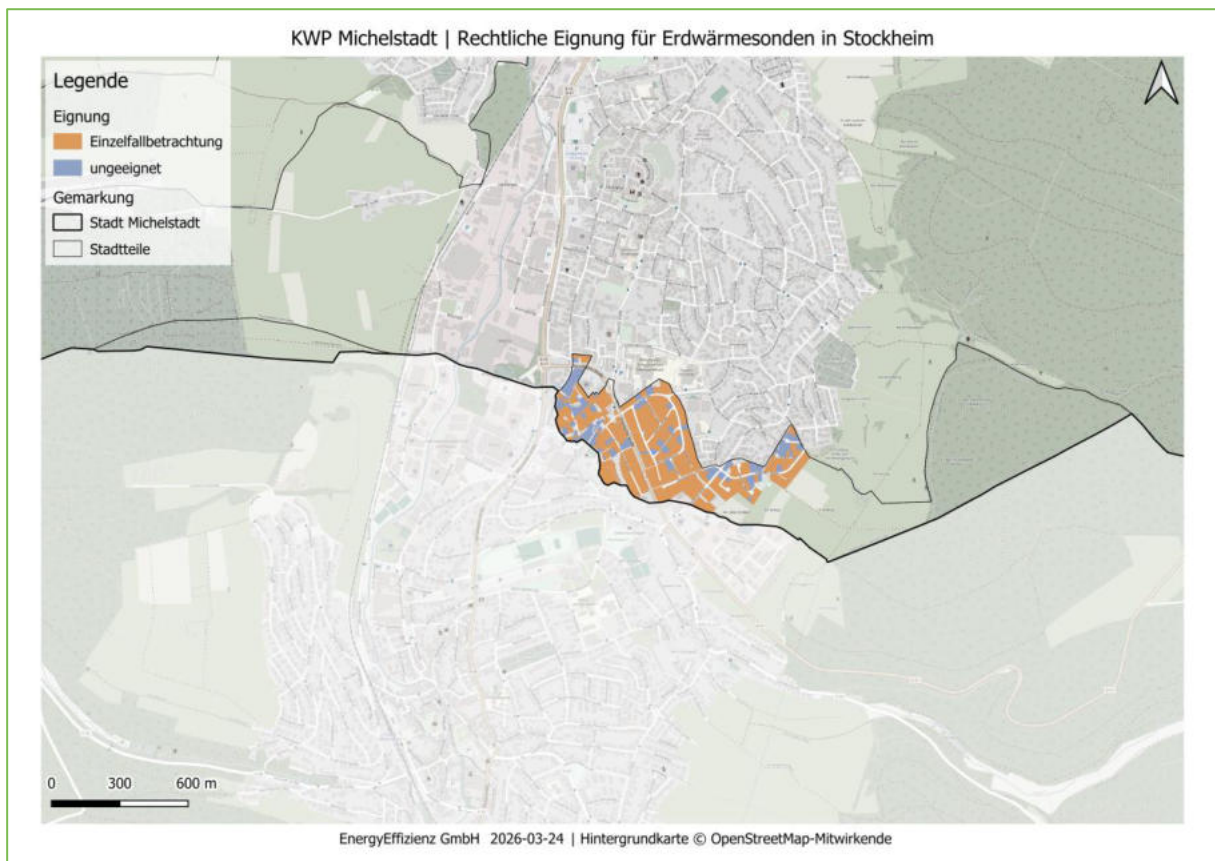


Abbildung 112: Stadtteil Stockheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

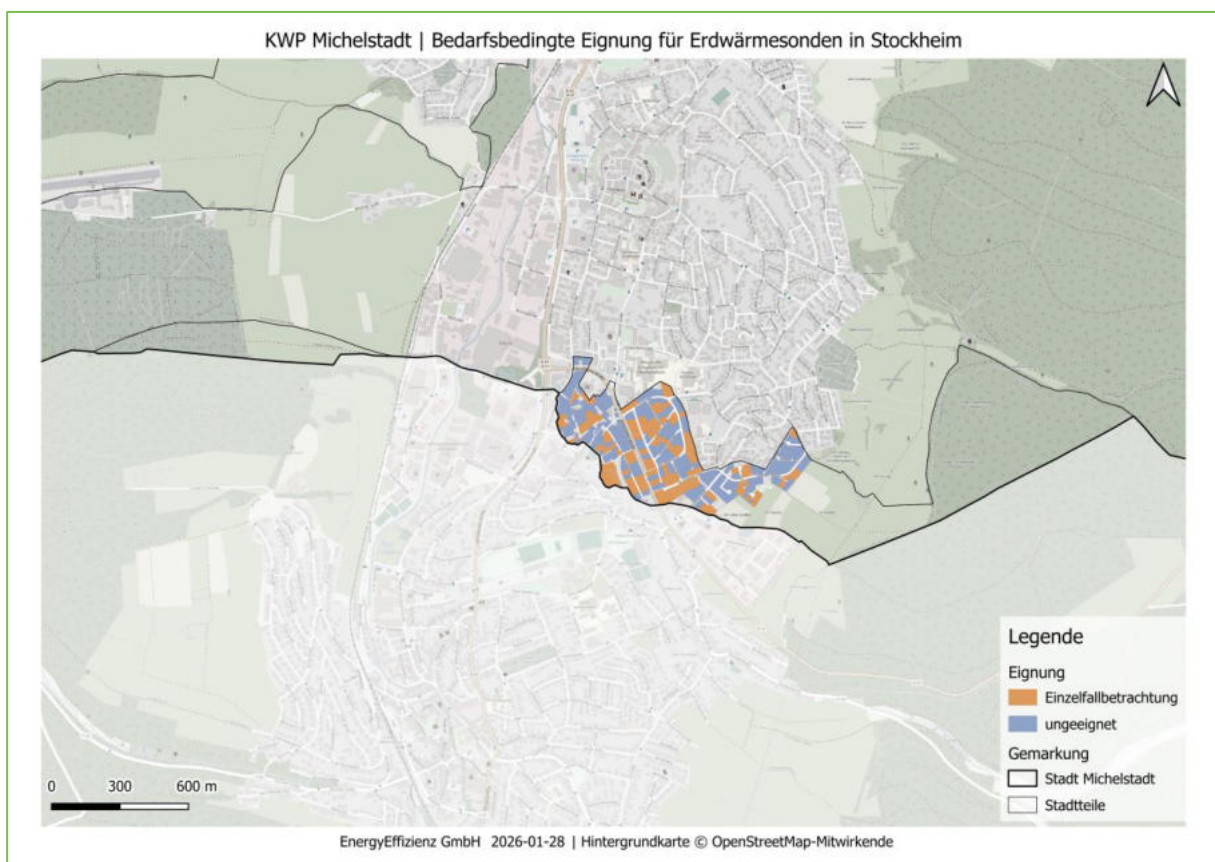


Abbildung 113: Stadtteil Stockheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

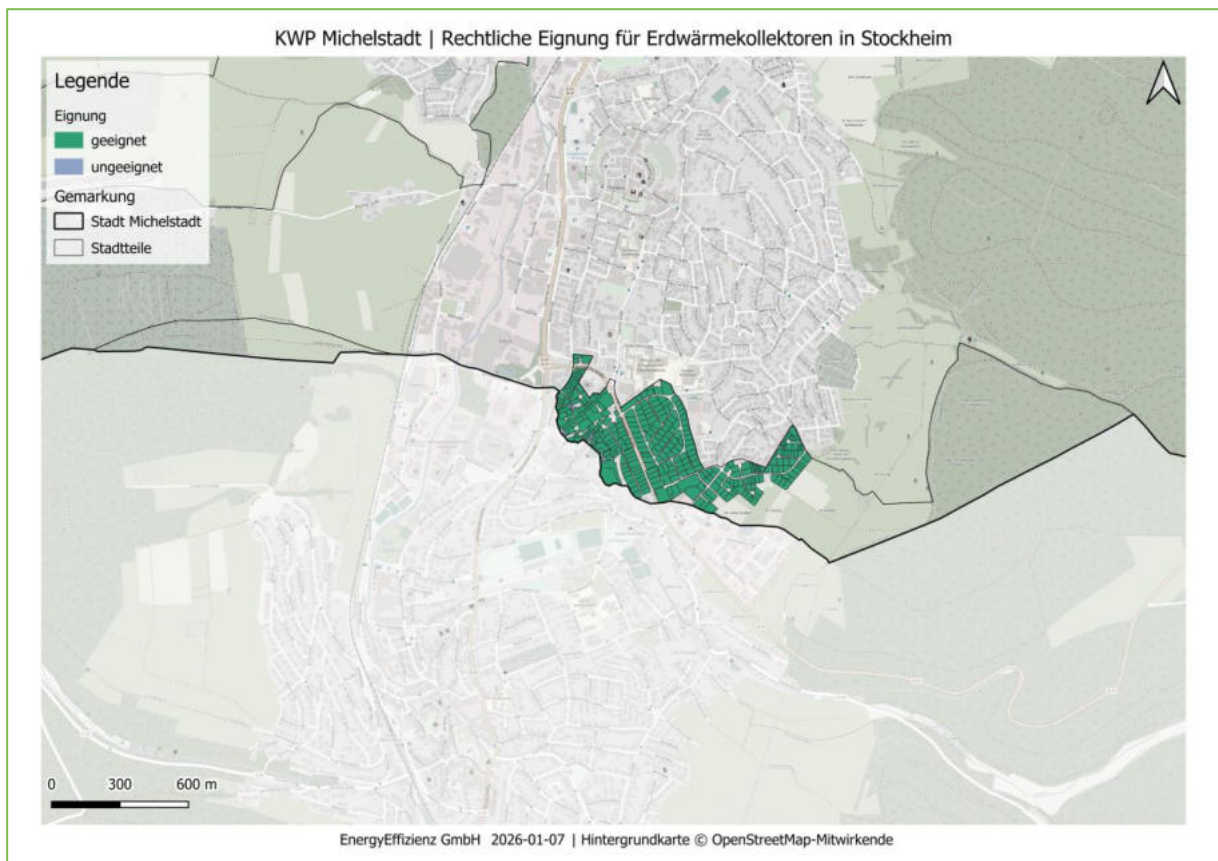


Abbildung 114: Stadtteil Stockheim: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

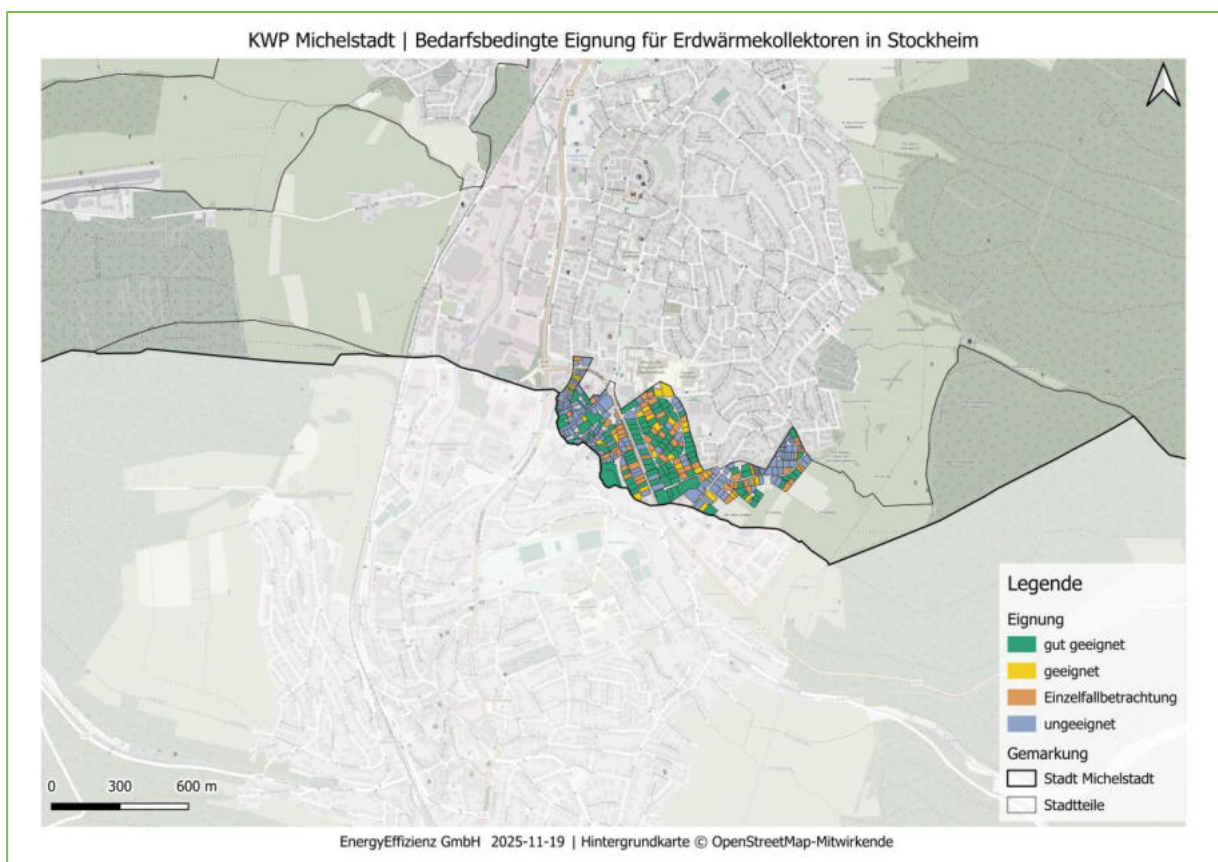


Abbildung 115: Stadtteil Stockheim: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang F: Vielbrunn

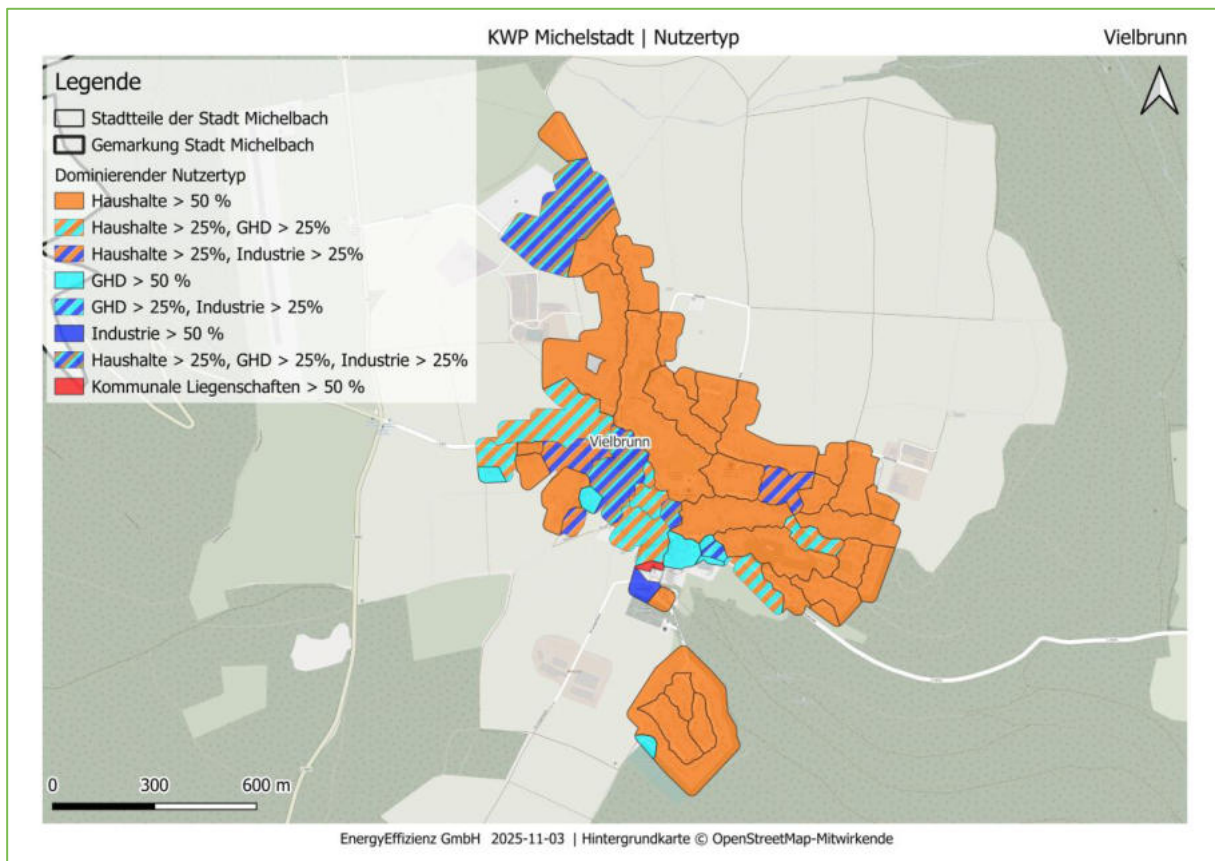


Abbildung 116: Stadtteil Vielbrunn: Dominierende Sektoren

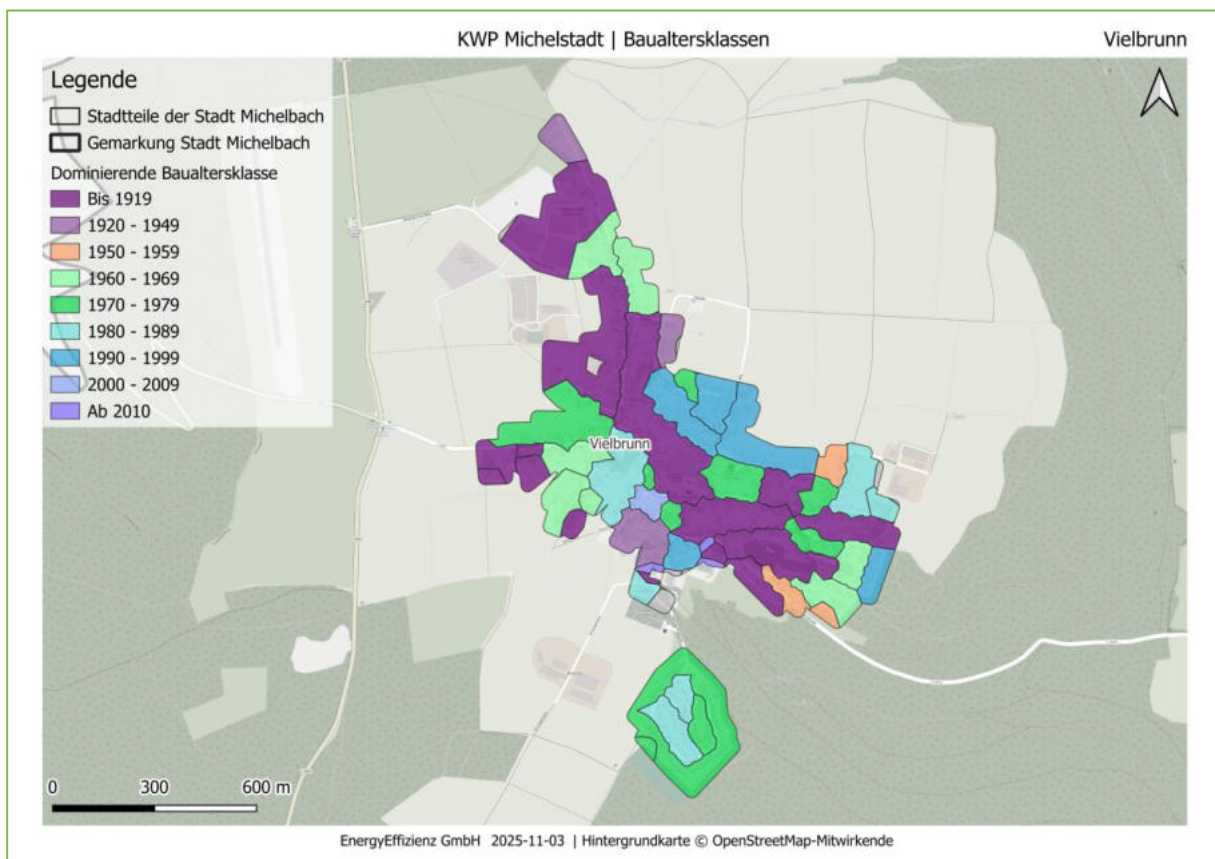


Abbildung 117: Stadtteil Vielbrunn: Baualtersklassen

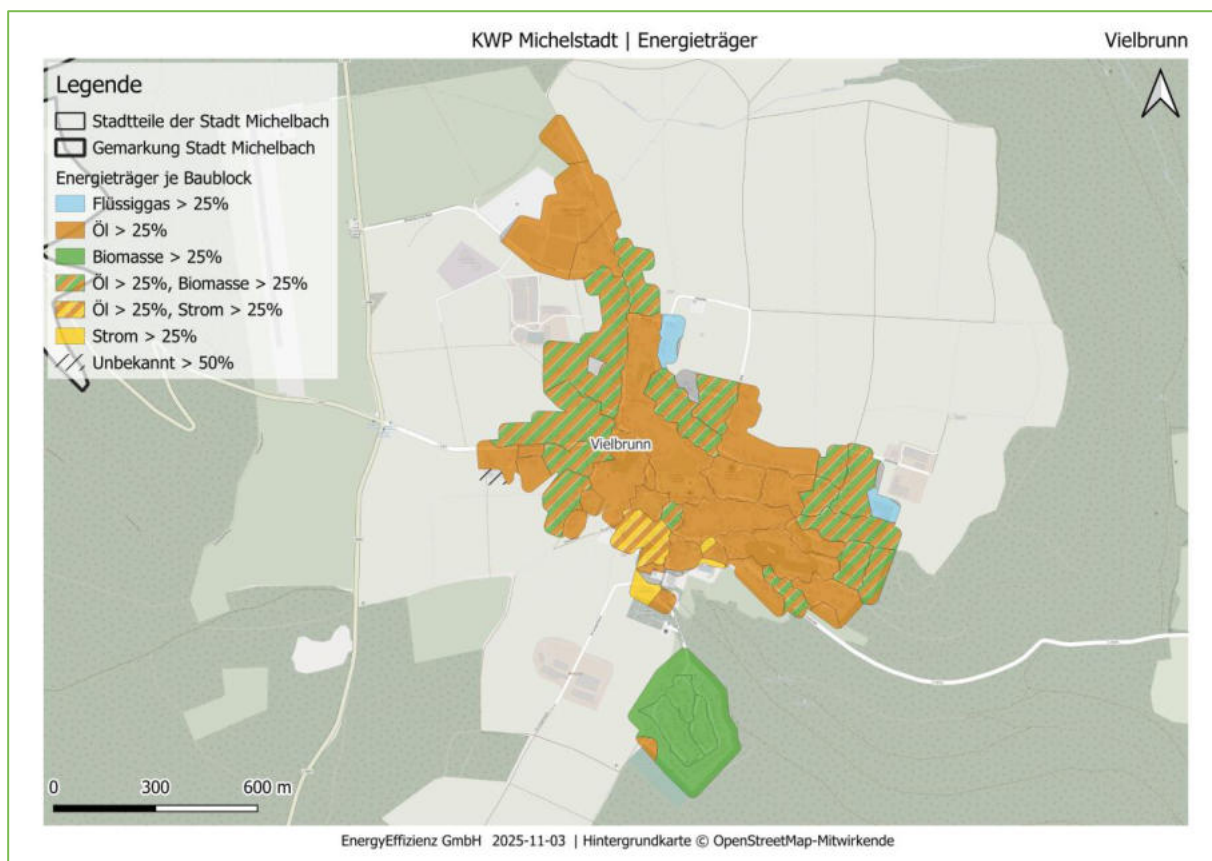


Abbildung 118: Stadtteil Vielbrunn: Energieträger im Status quo

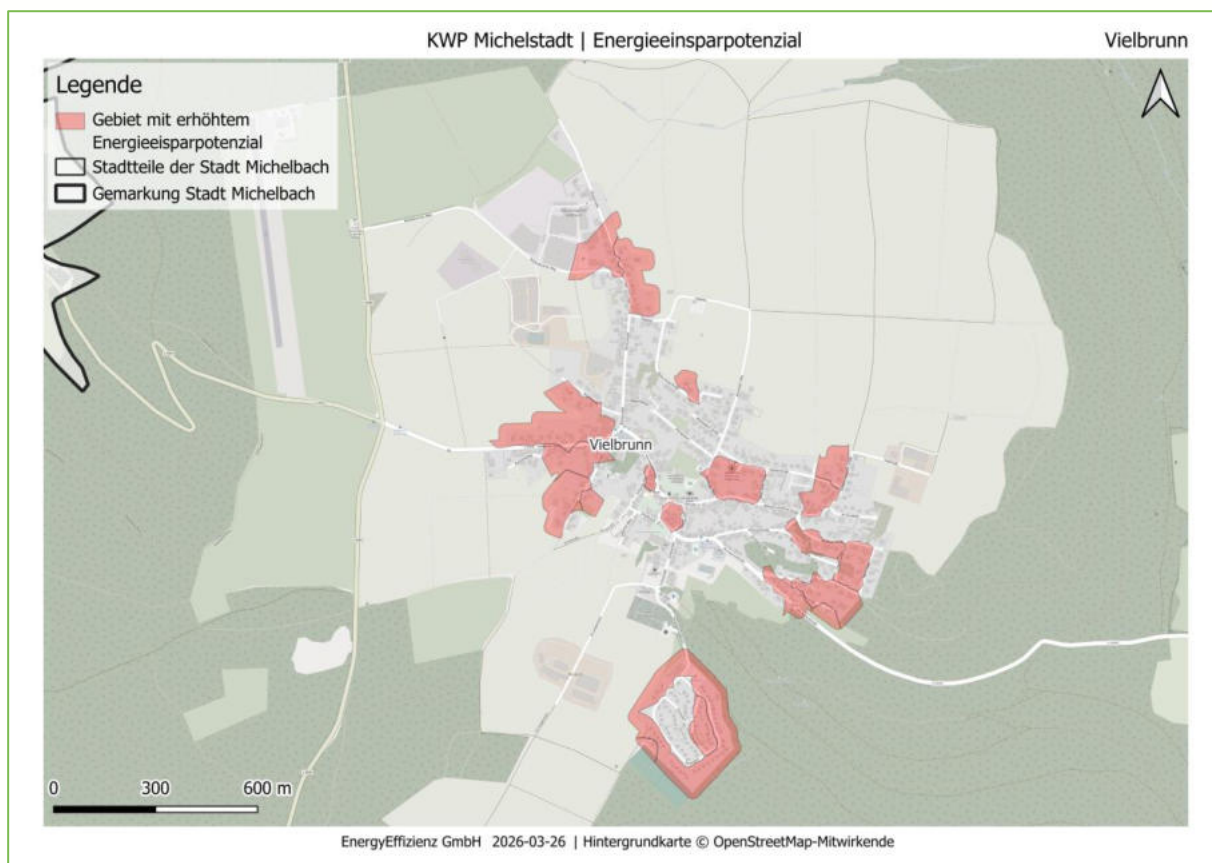
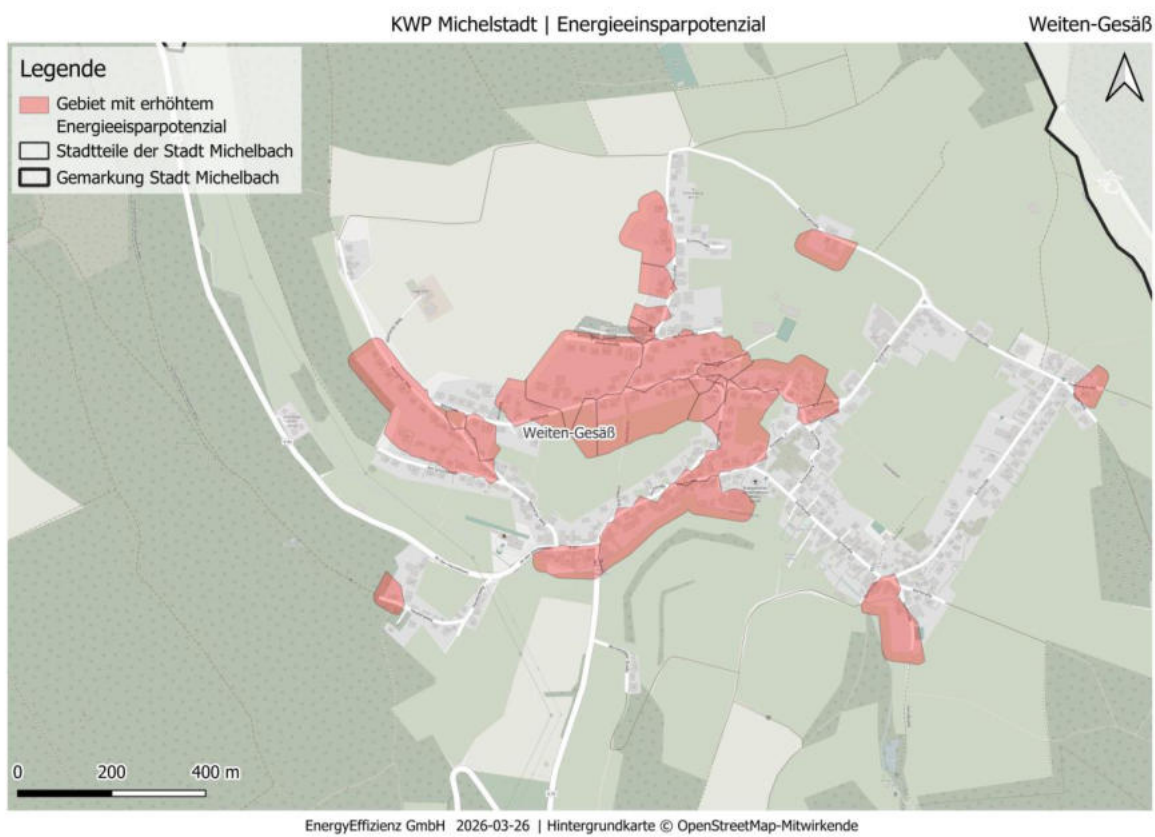


Abbildung 119: Stadtteil Vielbrunn



: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

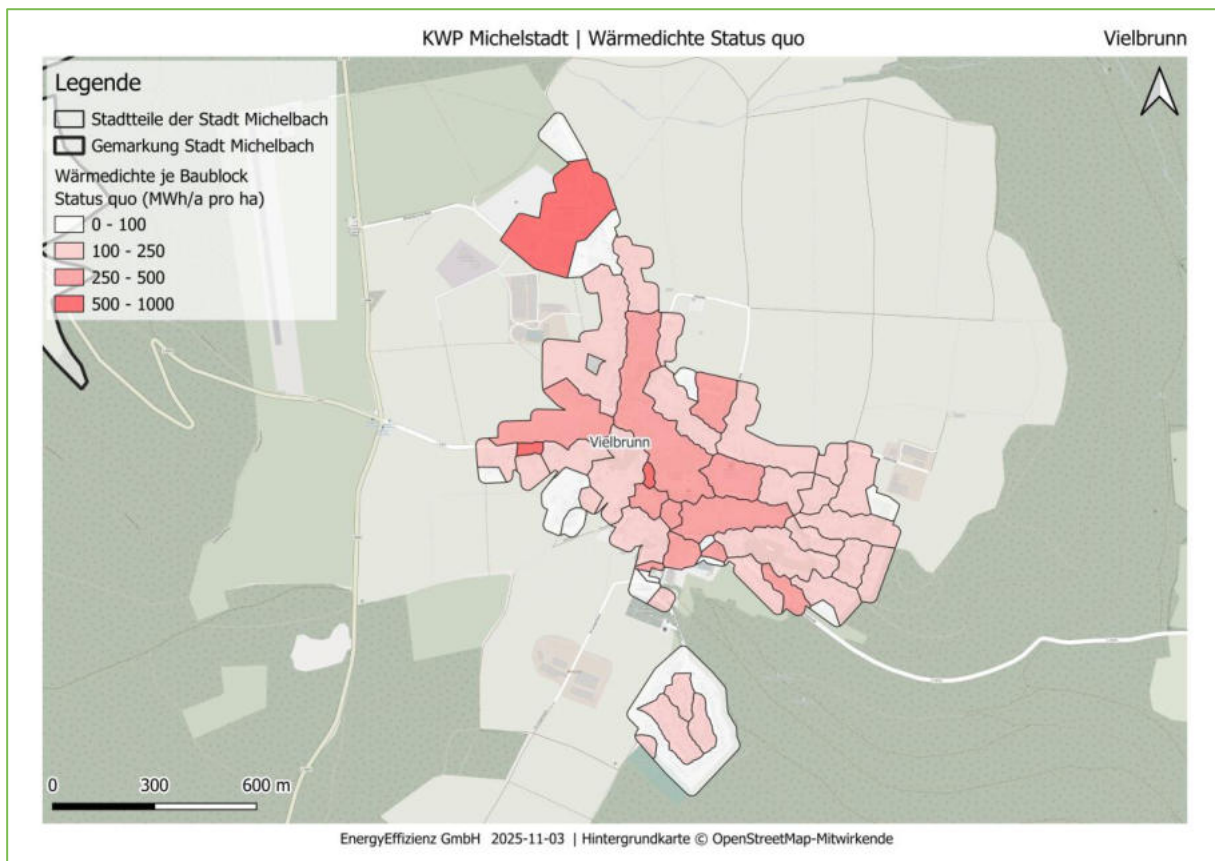


Abbildung 120: Stadtteil Vielbrunn: Wärmedichte im Status quo

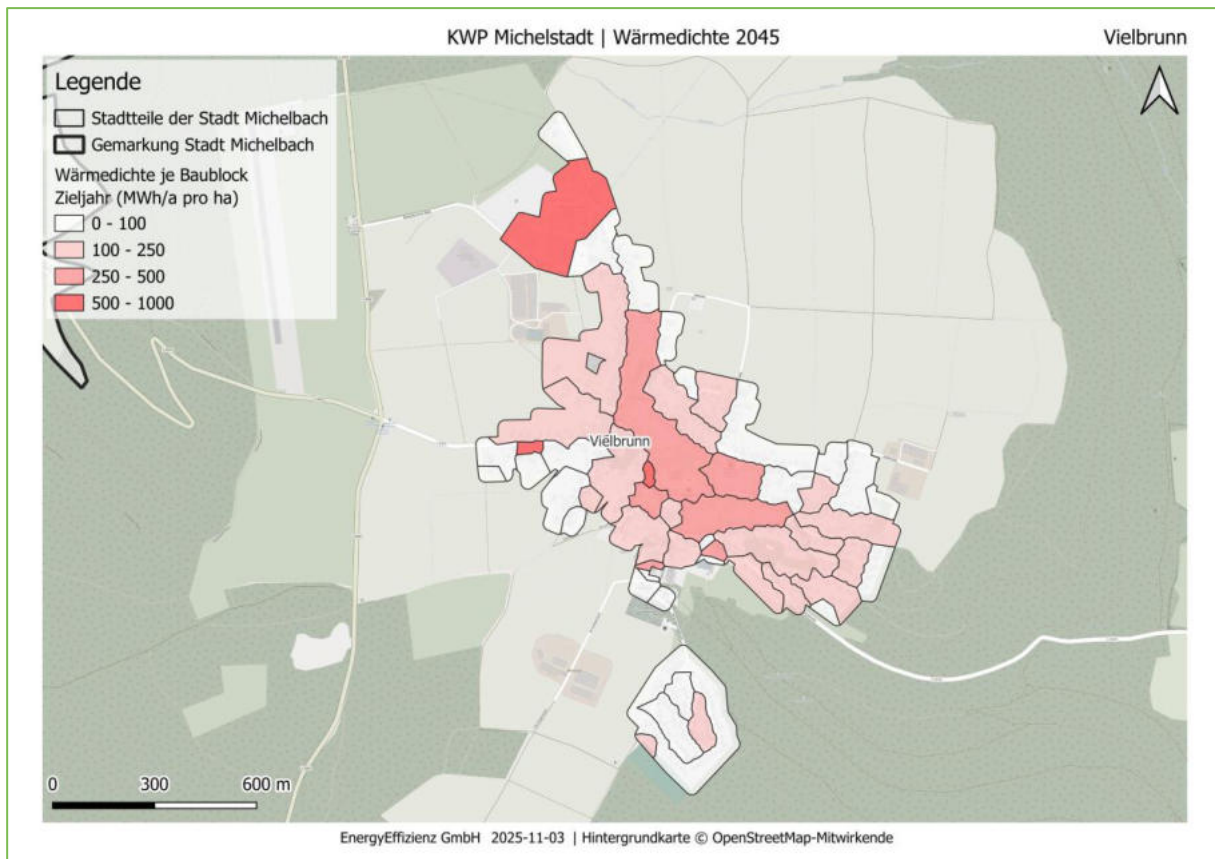


Abbildung 121: Stadtteil Vielbrunn: Wärmedichte im Jahr 2045

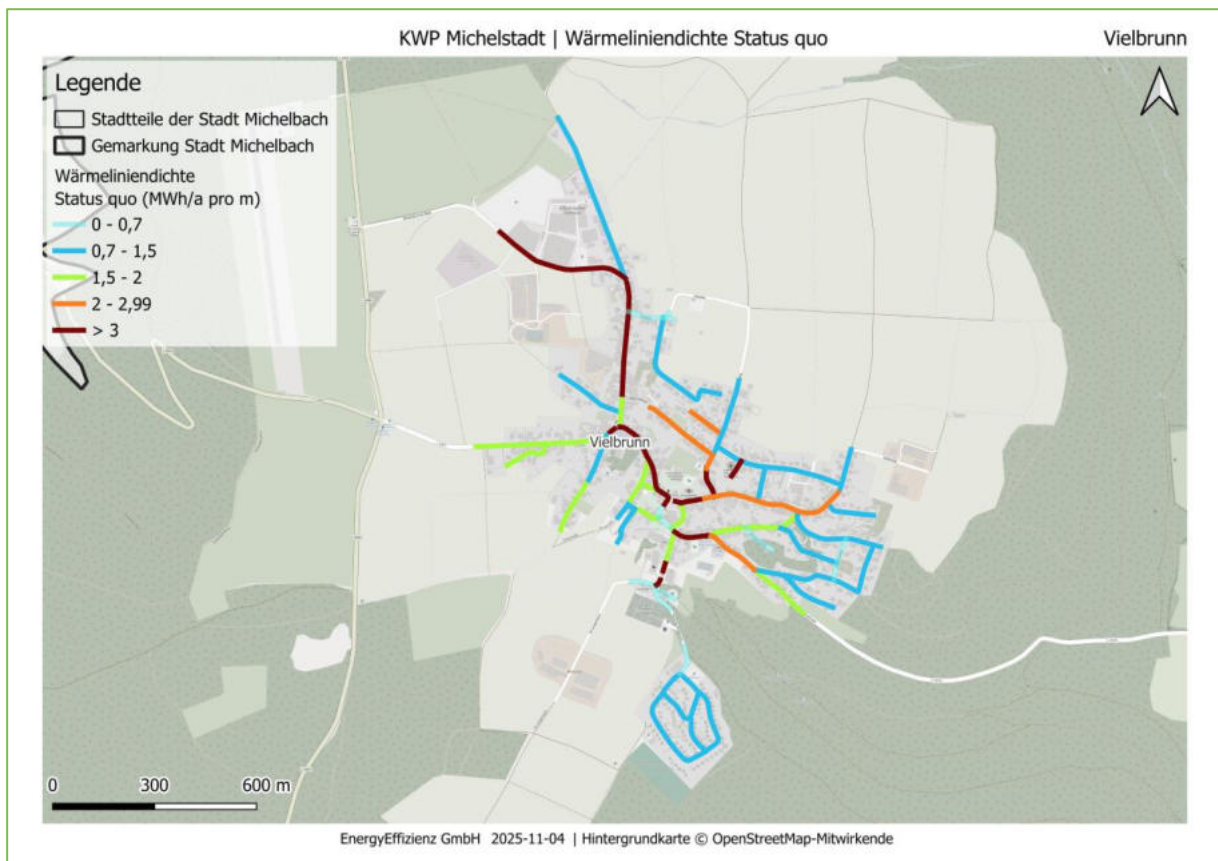


Abbildung 122: Stadtteil Vielbrunn: Wärmelinienichte im Status quo

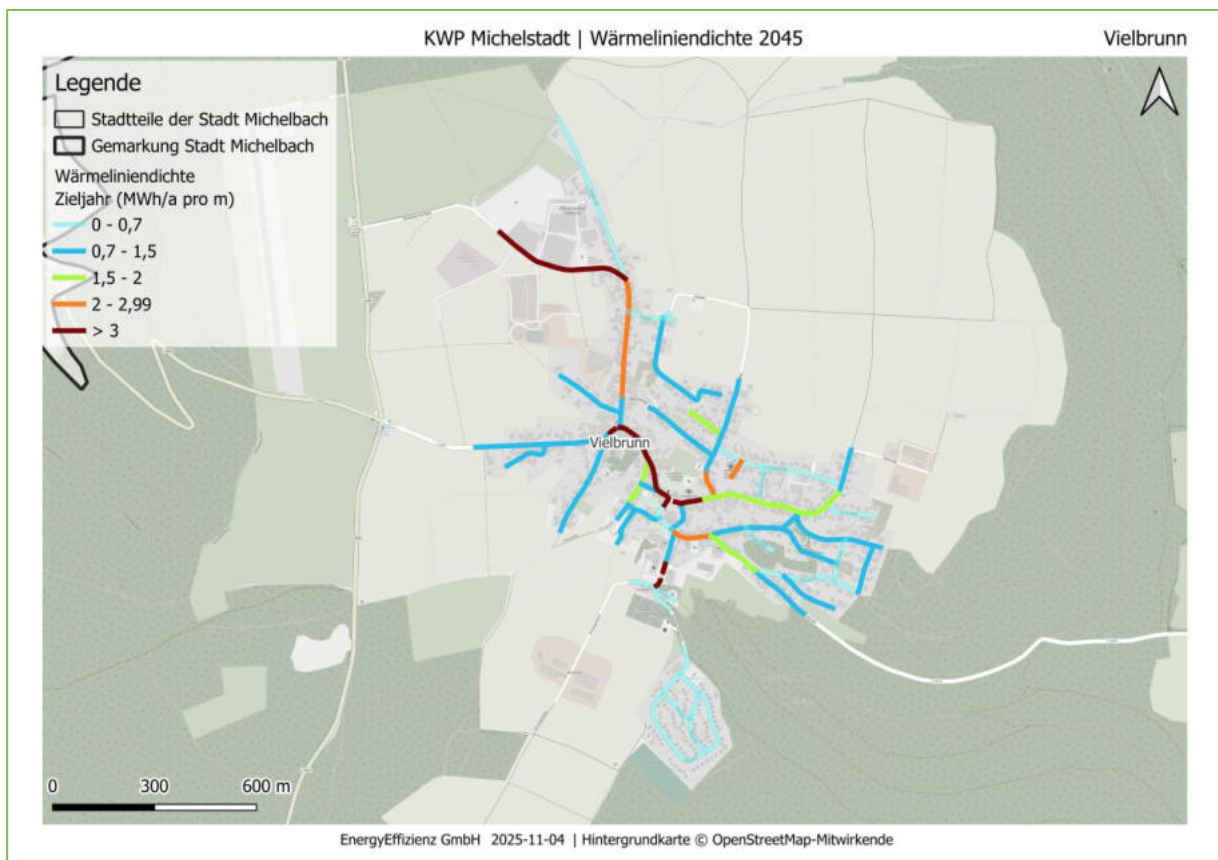


Abbildung 123: Stadtteil Vielbrunn: Wärmelinienichte im Zieljahr 2045

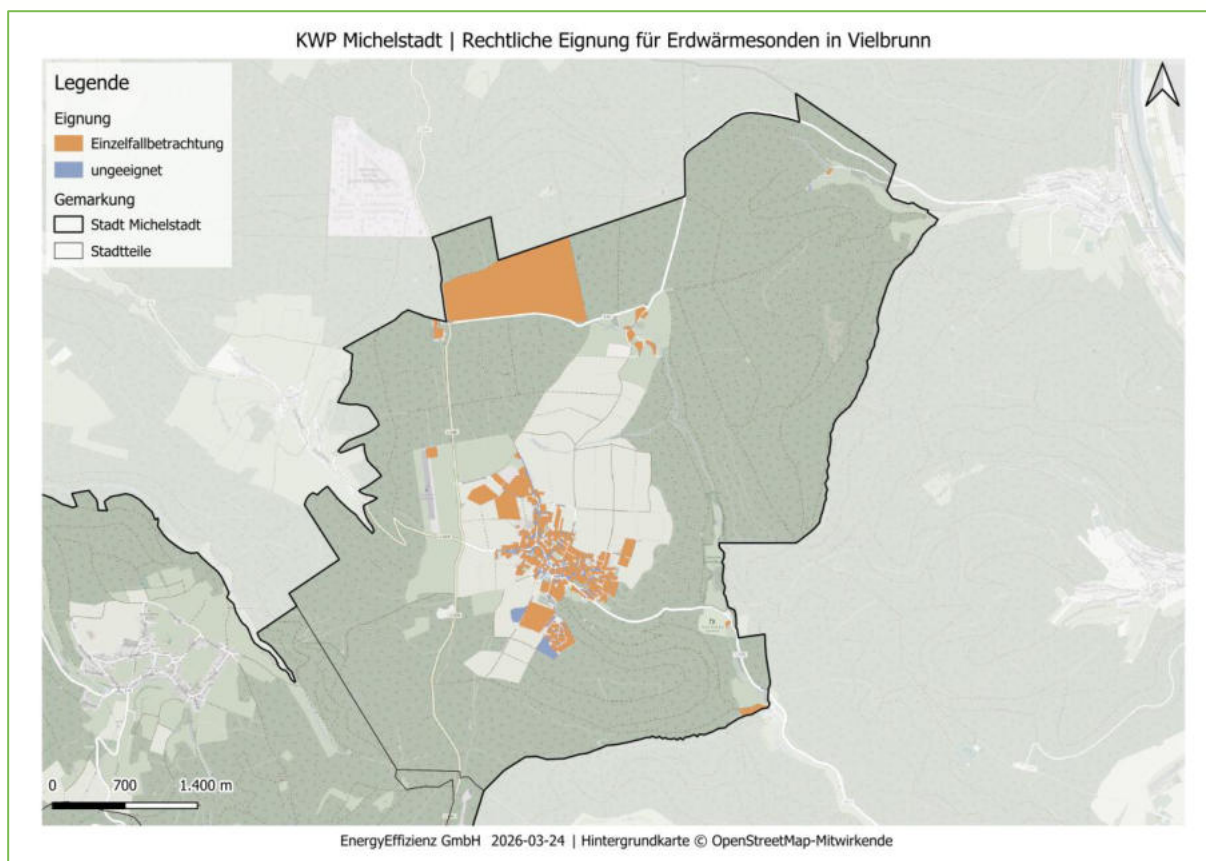


Abbildung 124: Stadtteil Vielbrunn: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

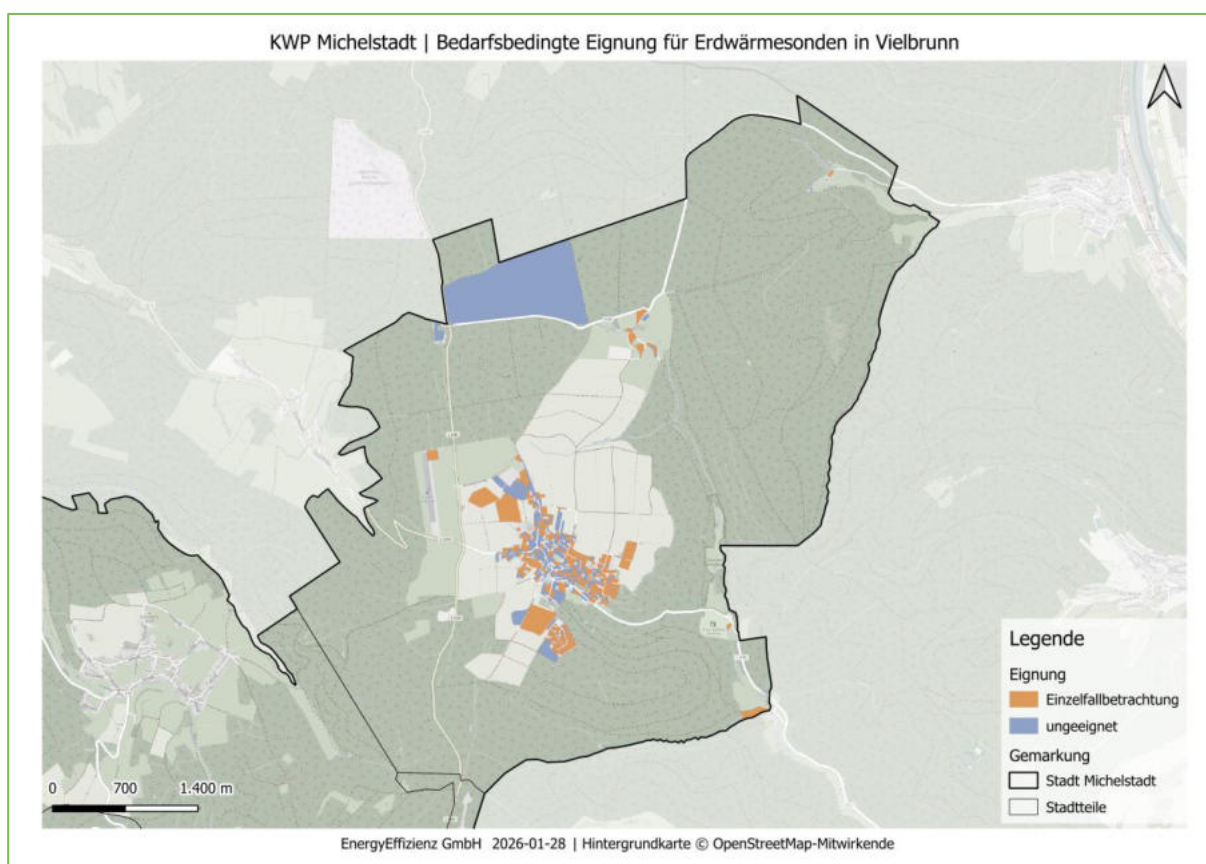


Abbildung 125: Stadtteil Vielbrunn: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

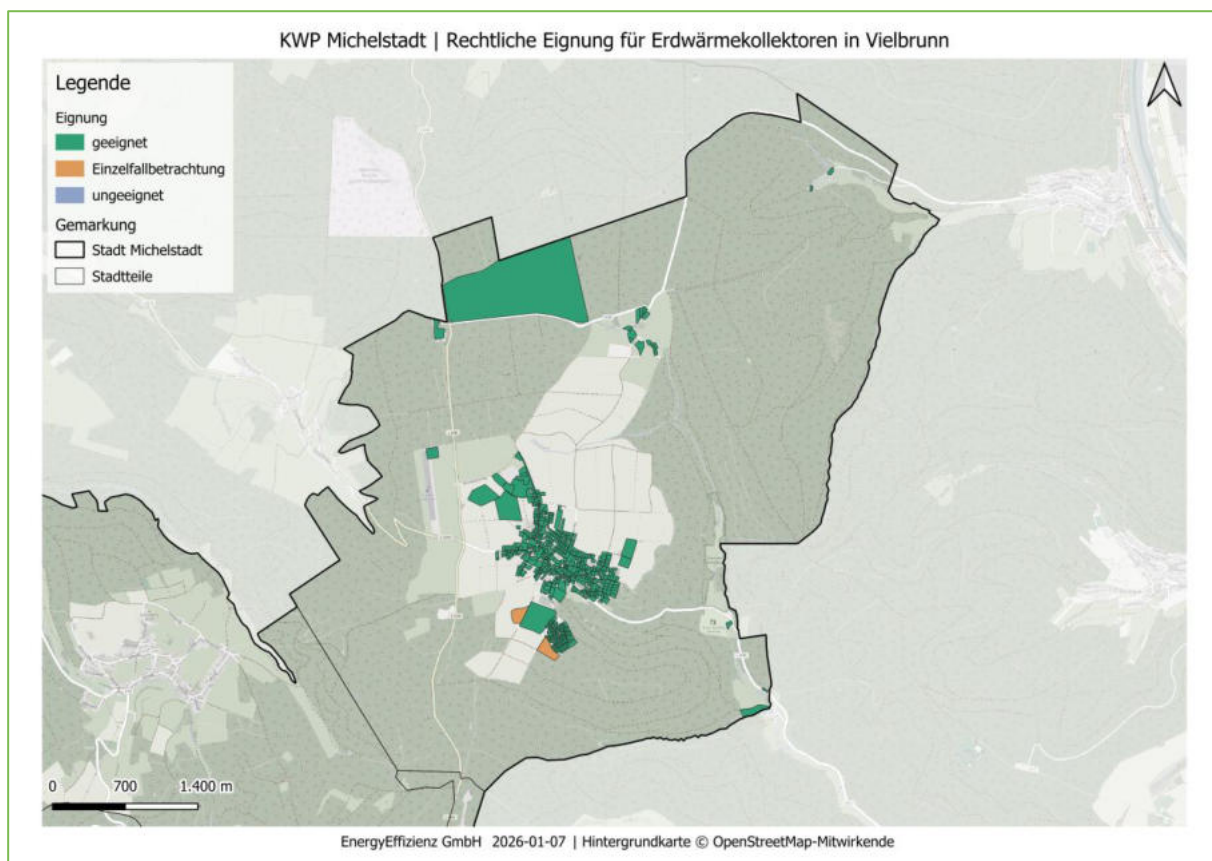


Abbildung 126: Stadtteil Vielbrunn: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

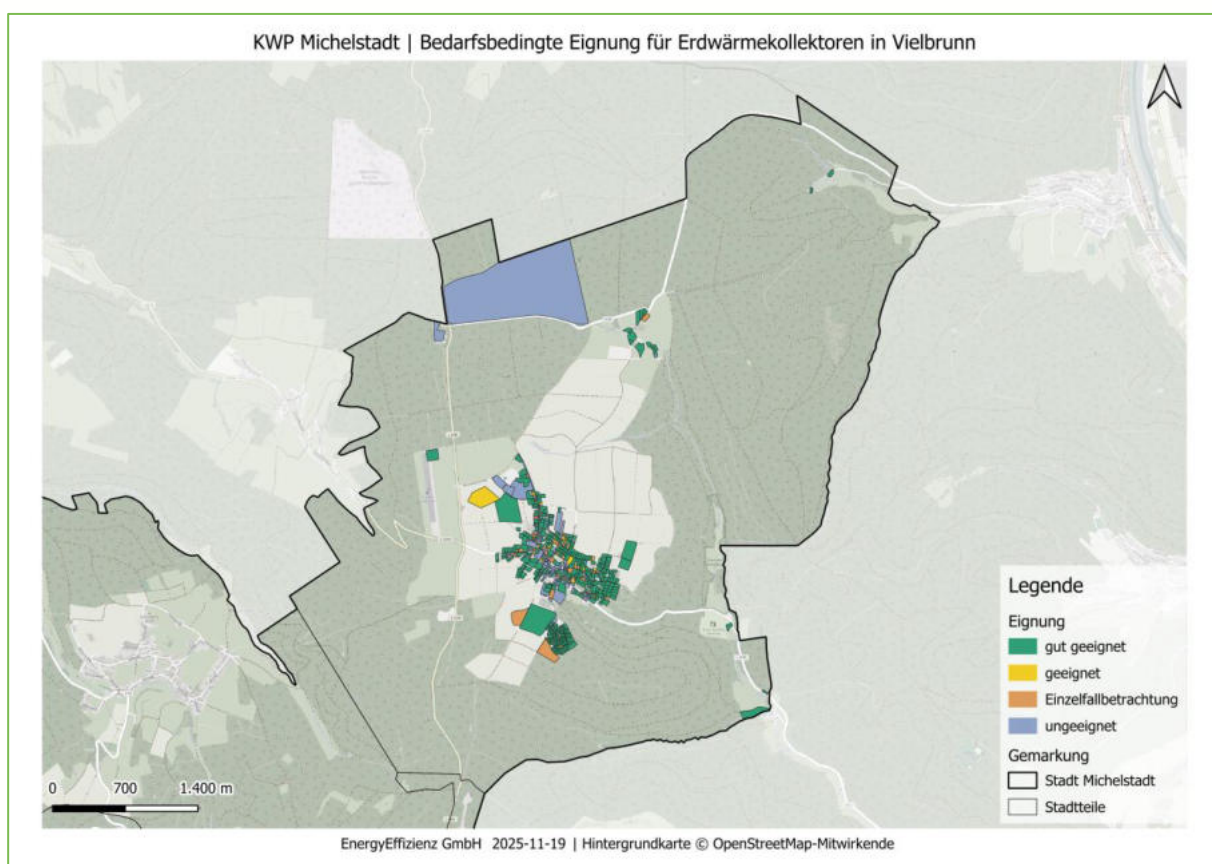


Abbildung 127: Stadtteil Vielbrunn: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang G: Weiten-Gesäß

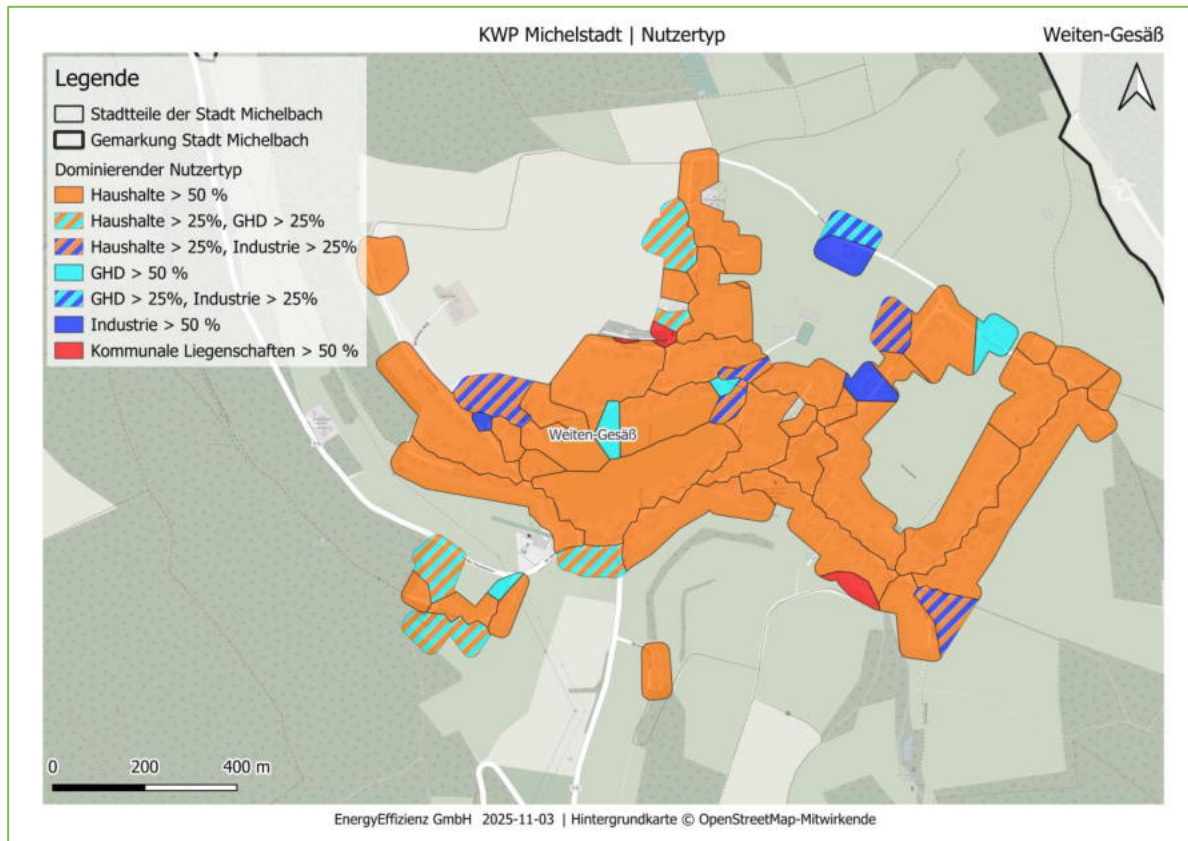


Abbildung 128: Stadtteil Weiten-Gesäß: Dominierende Sektoren

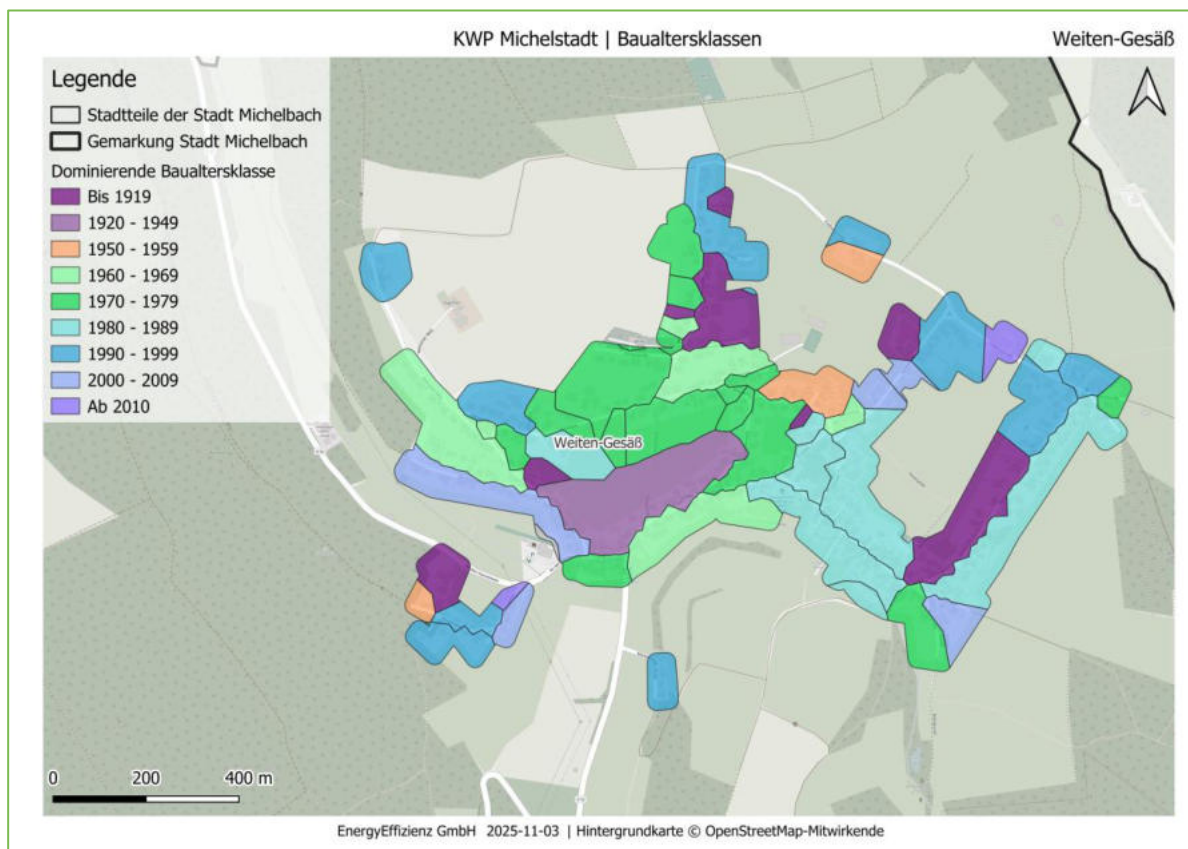


Abbildung 129: Stadtteil Weiten-Gesäß: Baualtersklassen

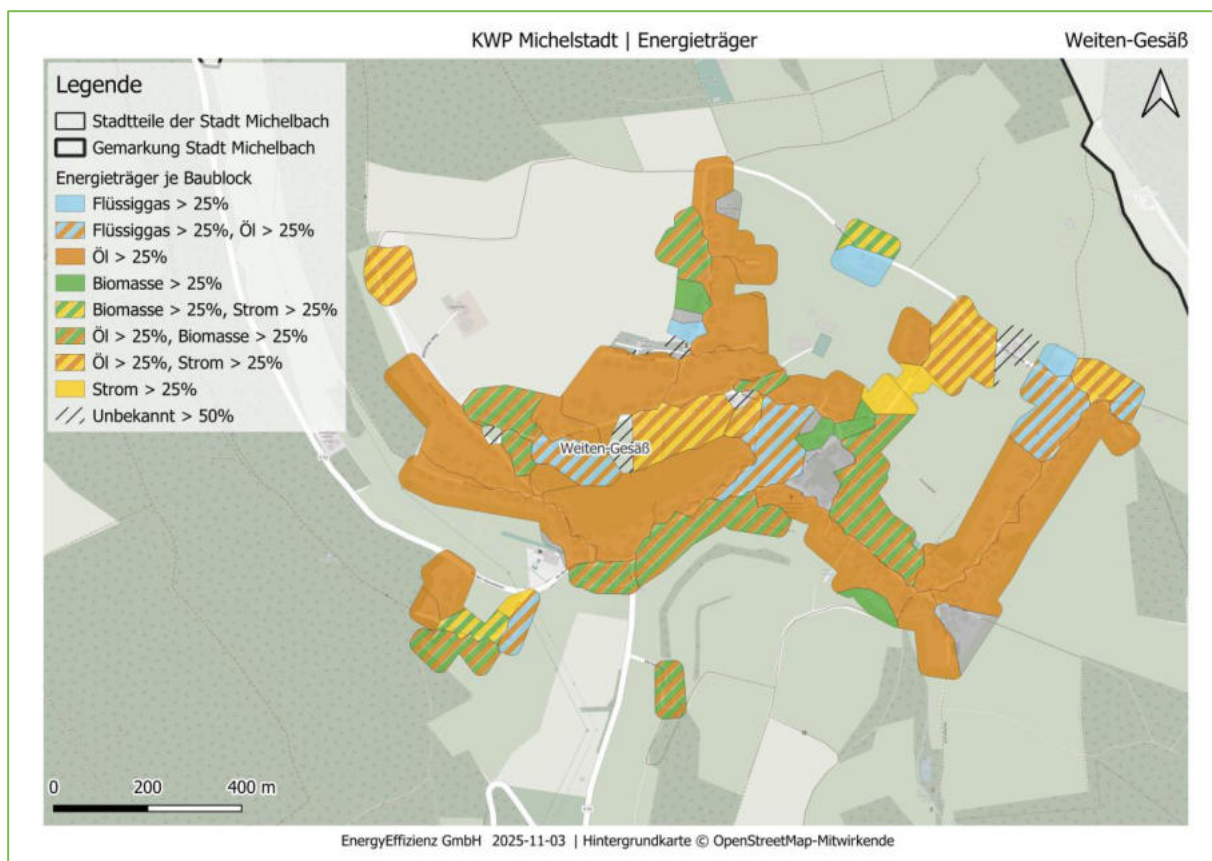


Abbildung 130: Stadtteil Weiten-Gesäß: Energieträger im Status quo

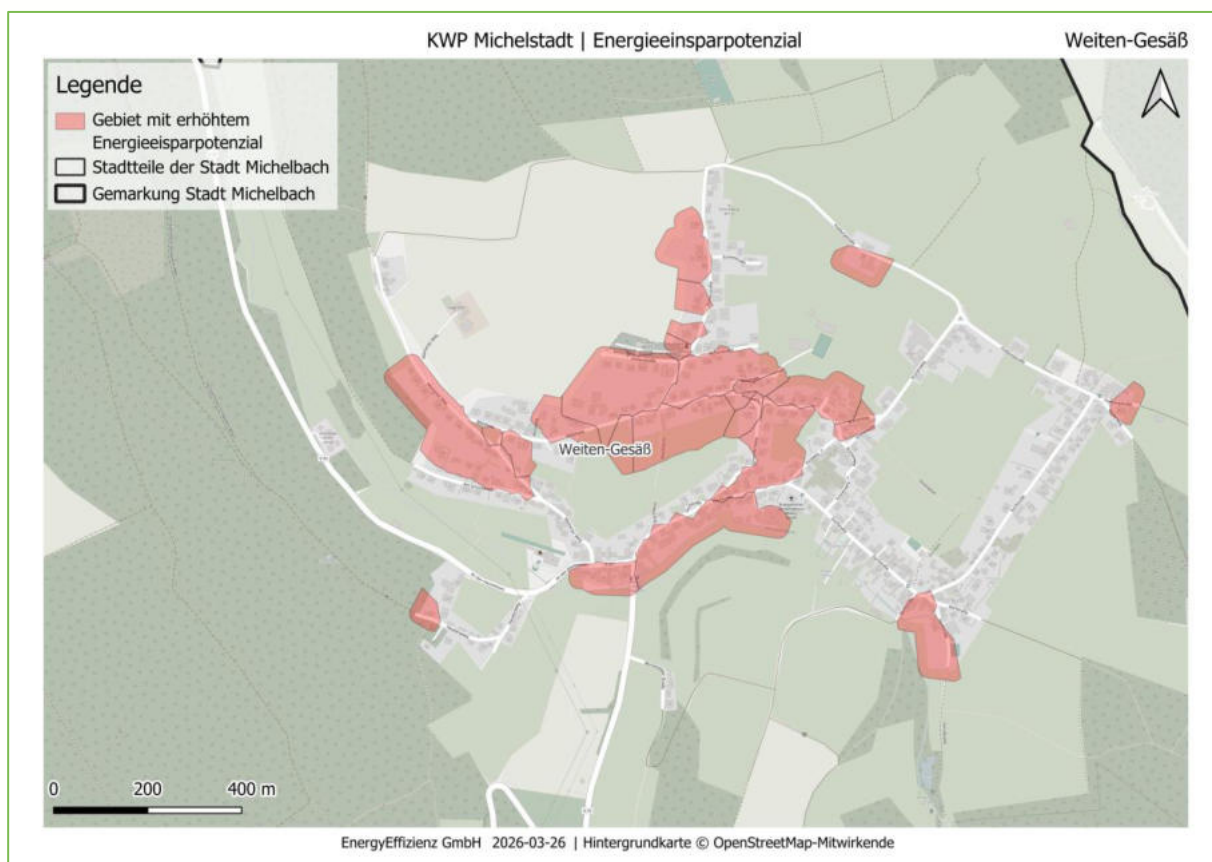


Abbildung 131: Stadtteil Weiten-Gesäß: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

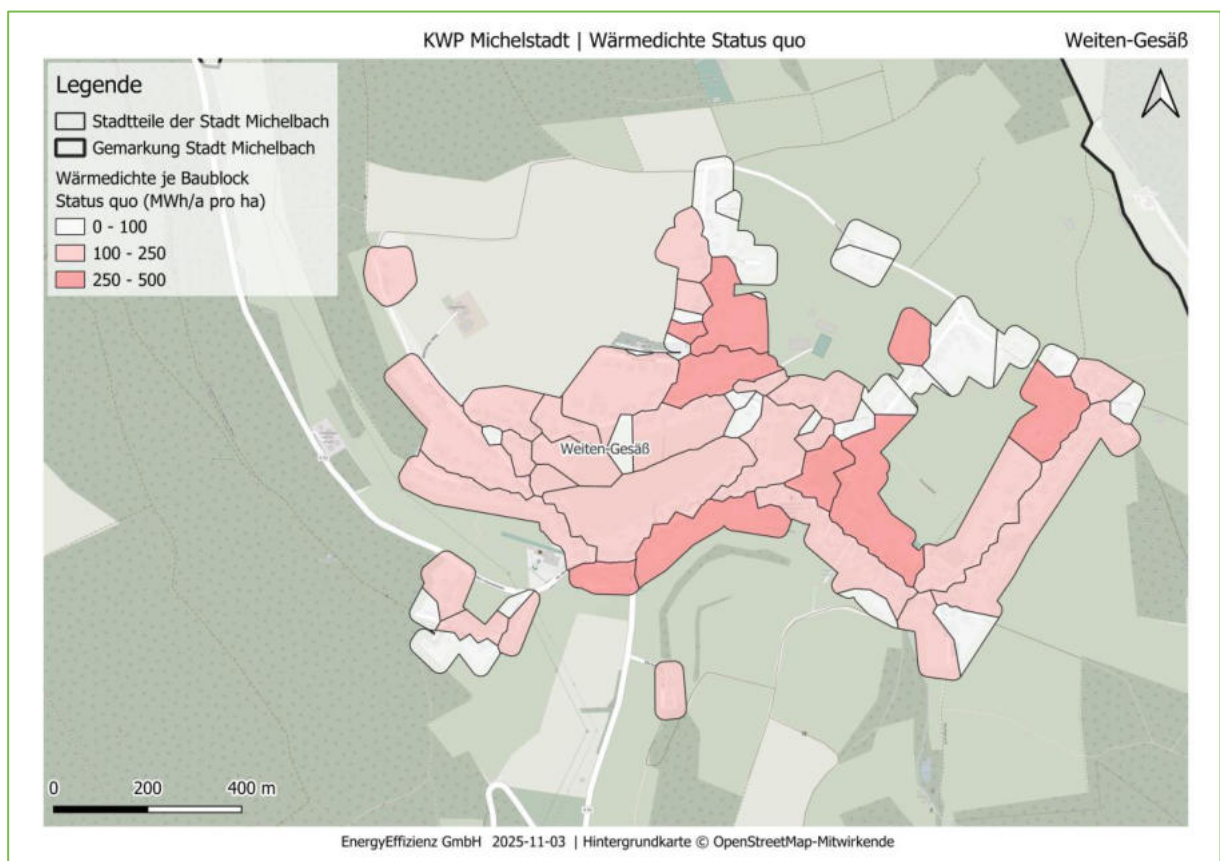
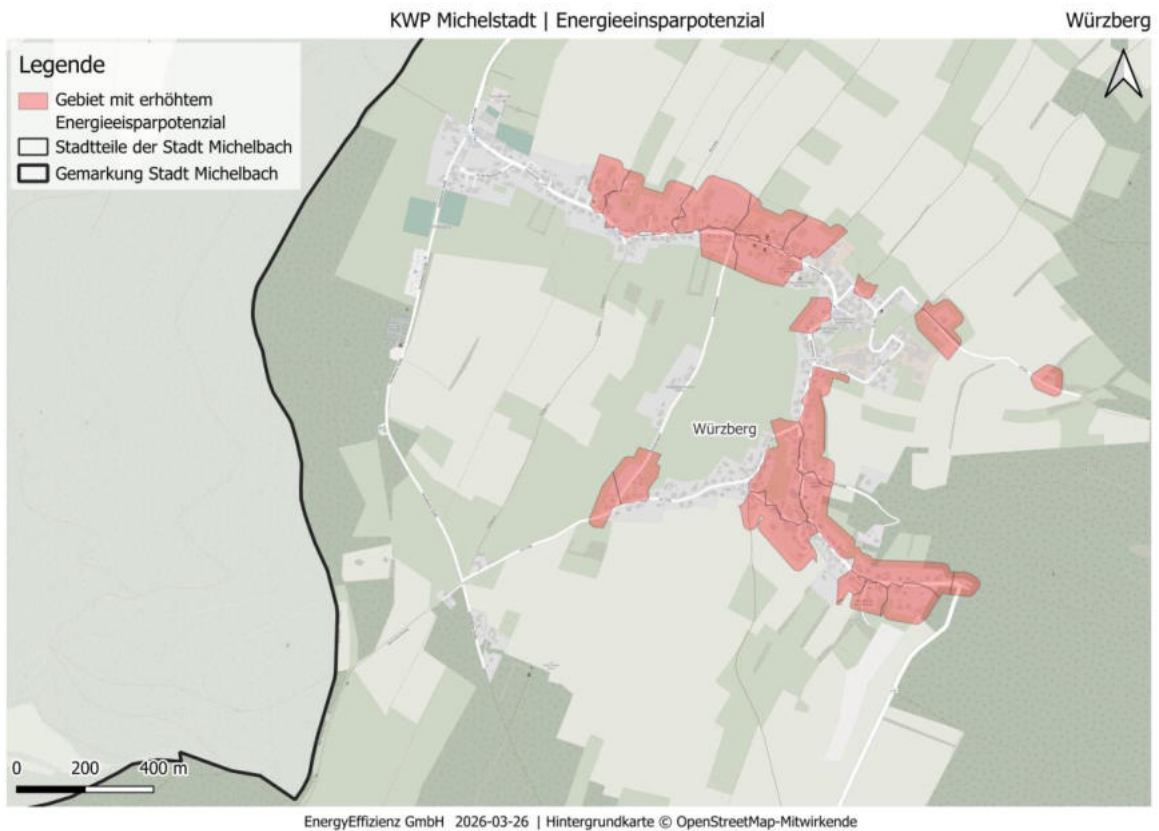


Abbildung 132: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmedichte im Status quo

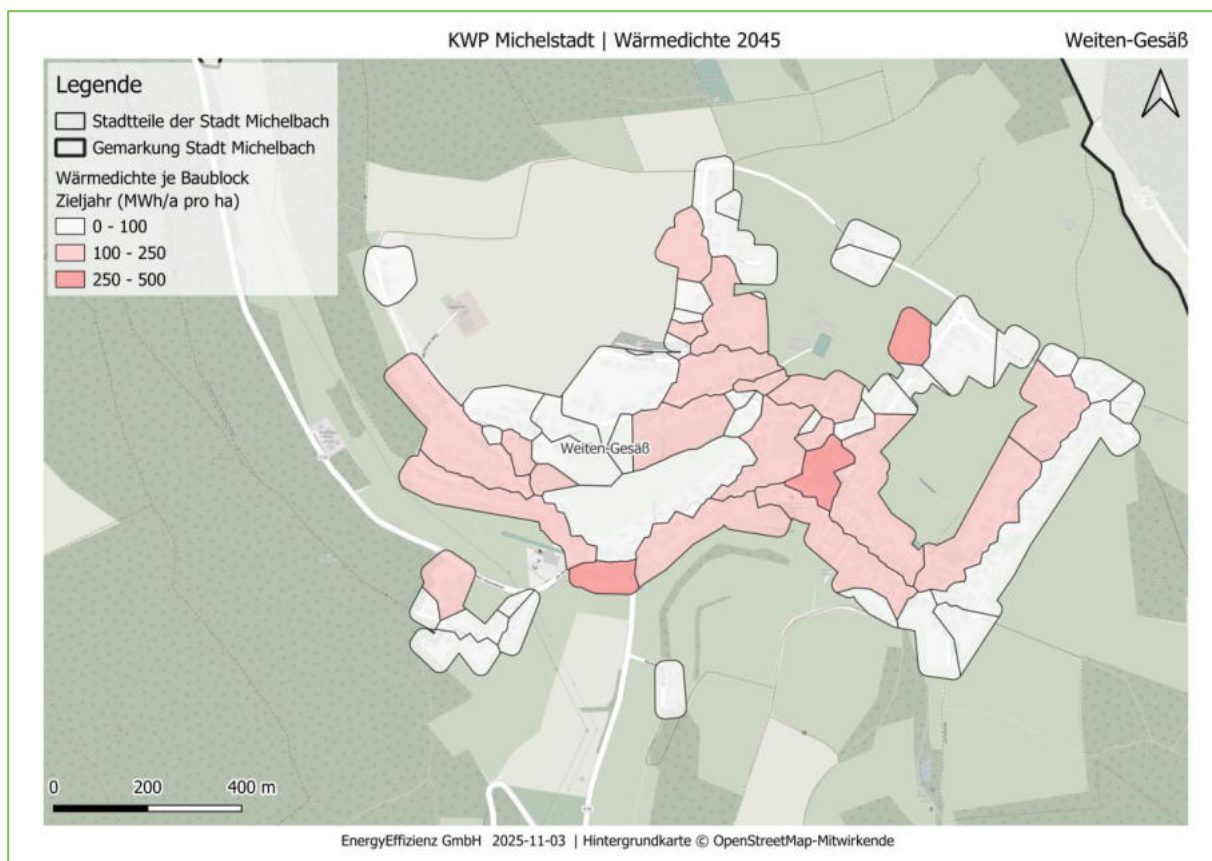


Abbildung 133: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmedichte im Jahr 2045



Abbildung 134: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmeliniendichte im Status quo



Abbildung 135: Stadtteil Weiten-Gesäß: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

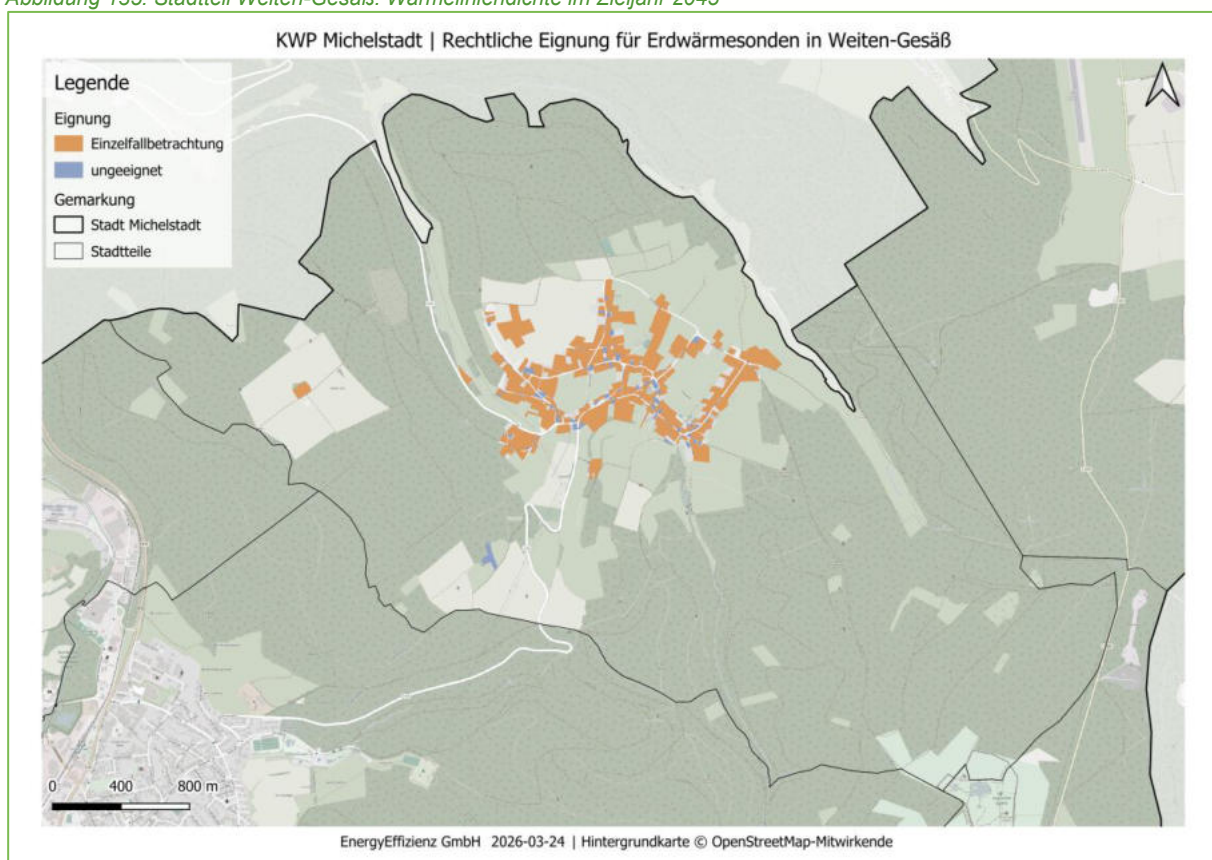


Abbildung 136: Stadtteil Weiten-Gesäß: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

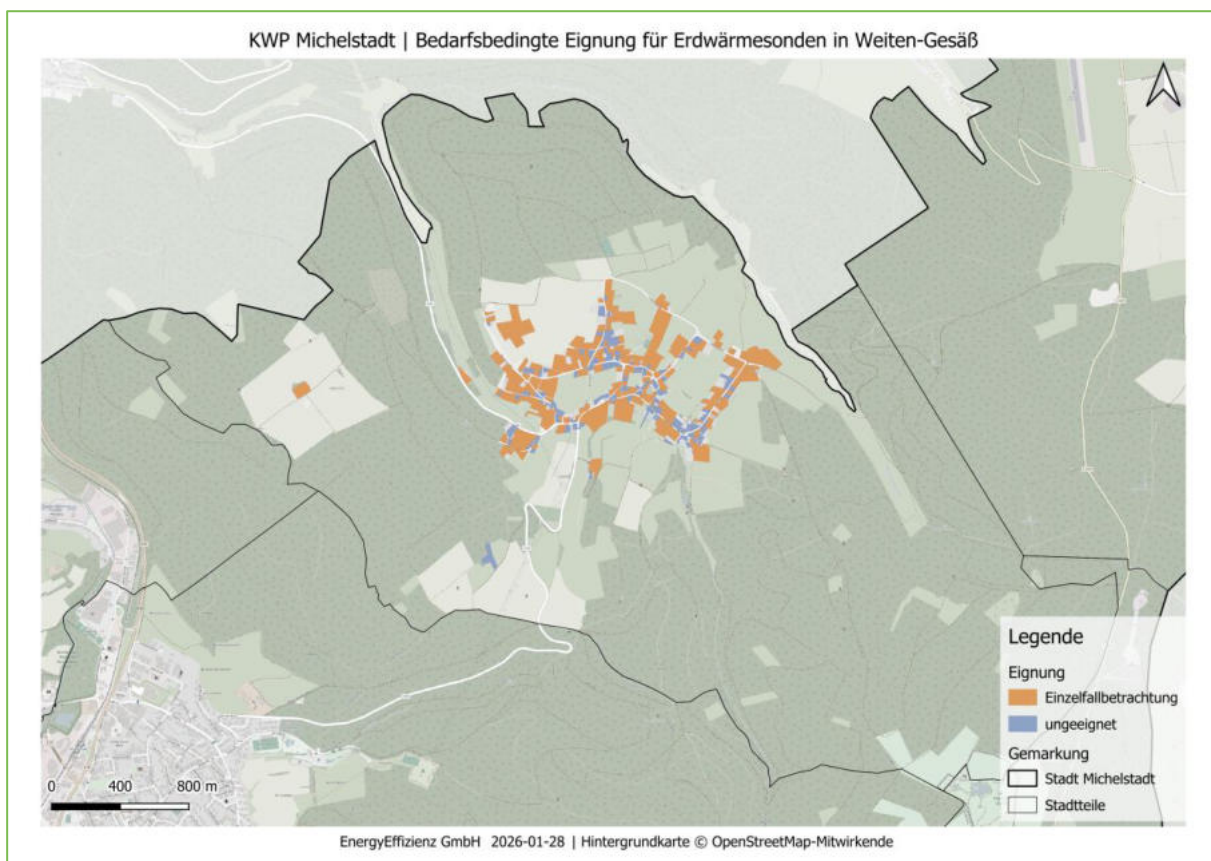


Abbildung 137: Stadtteil Weiten-Gesäß: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

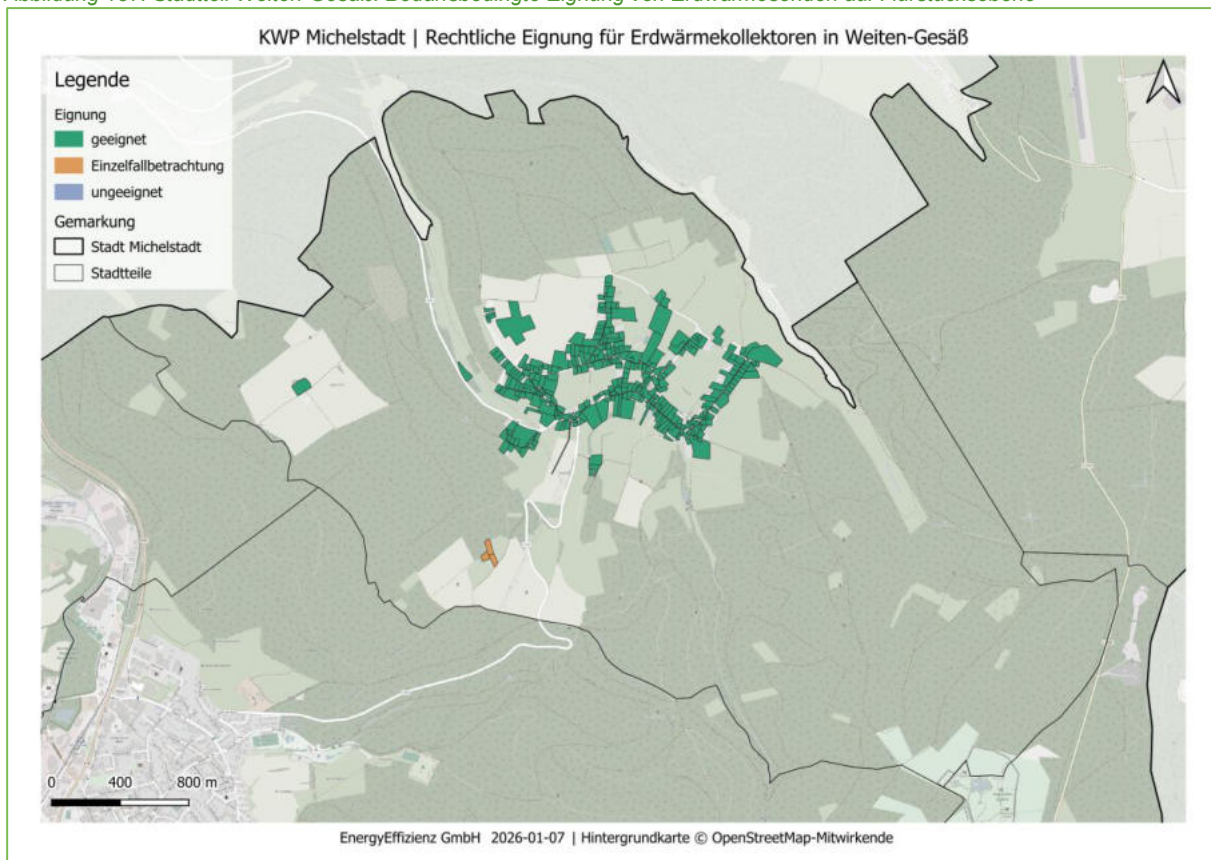


Abbildung 138: Stadtteil Weiten-Gesäß: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

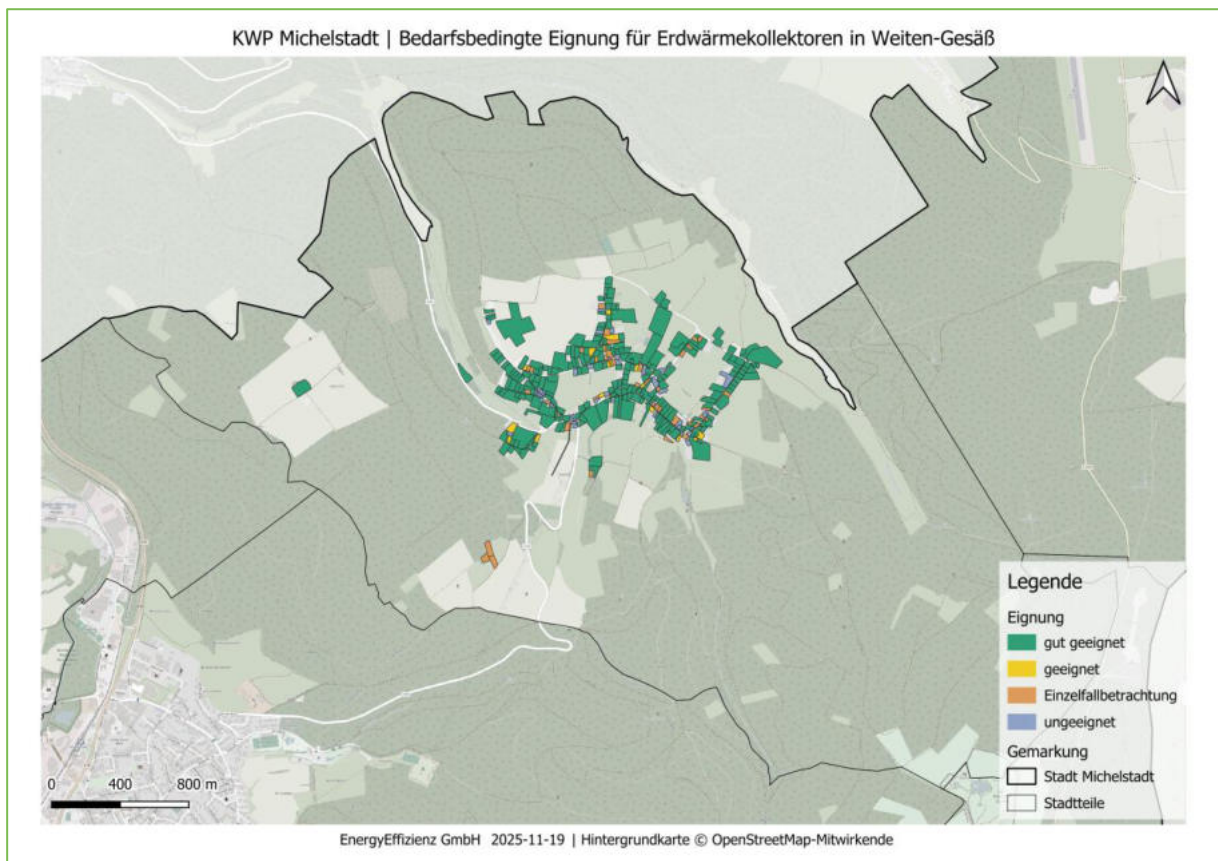


Abbildung 139: Stadtteil Weiten-Gesäß: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang H: Würzburg

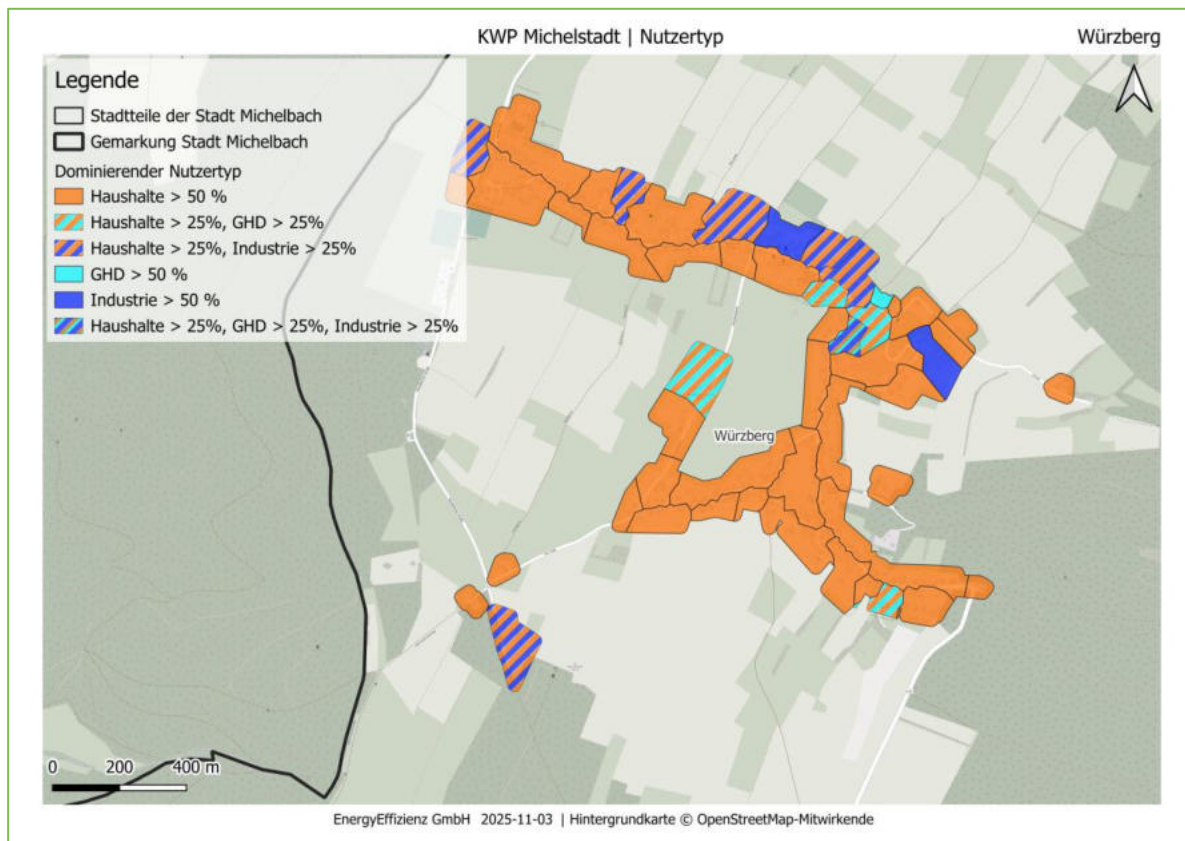


Abbildung 140: Stadtteil Würzburg: Dominierende Sektoren

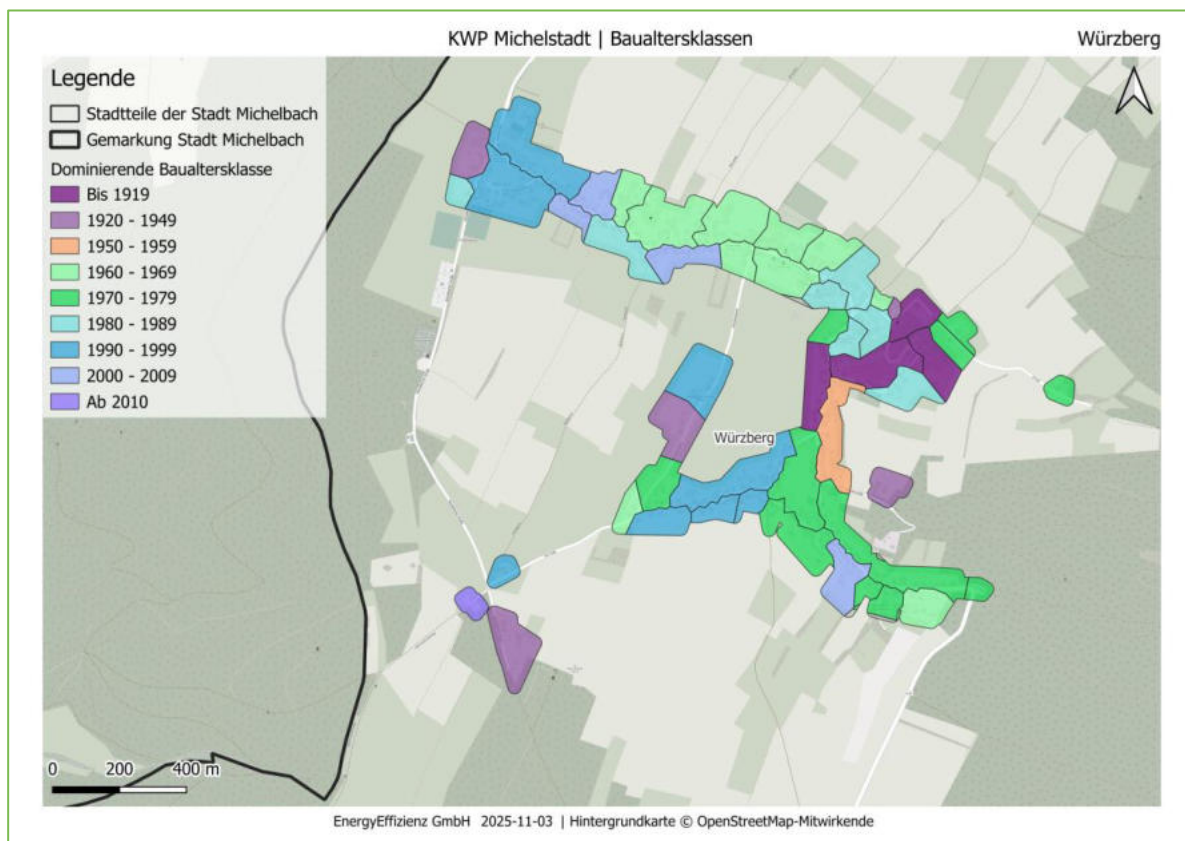


Abbildung 141: Stadtteil Würzburg: Baualtersklassen

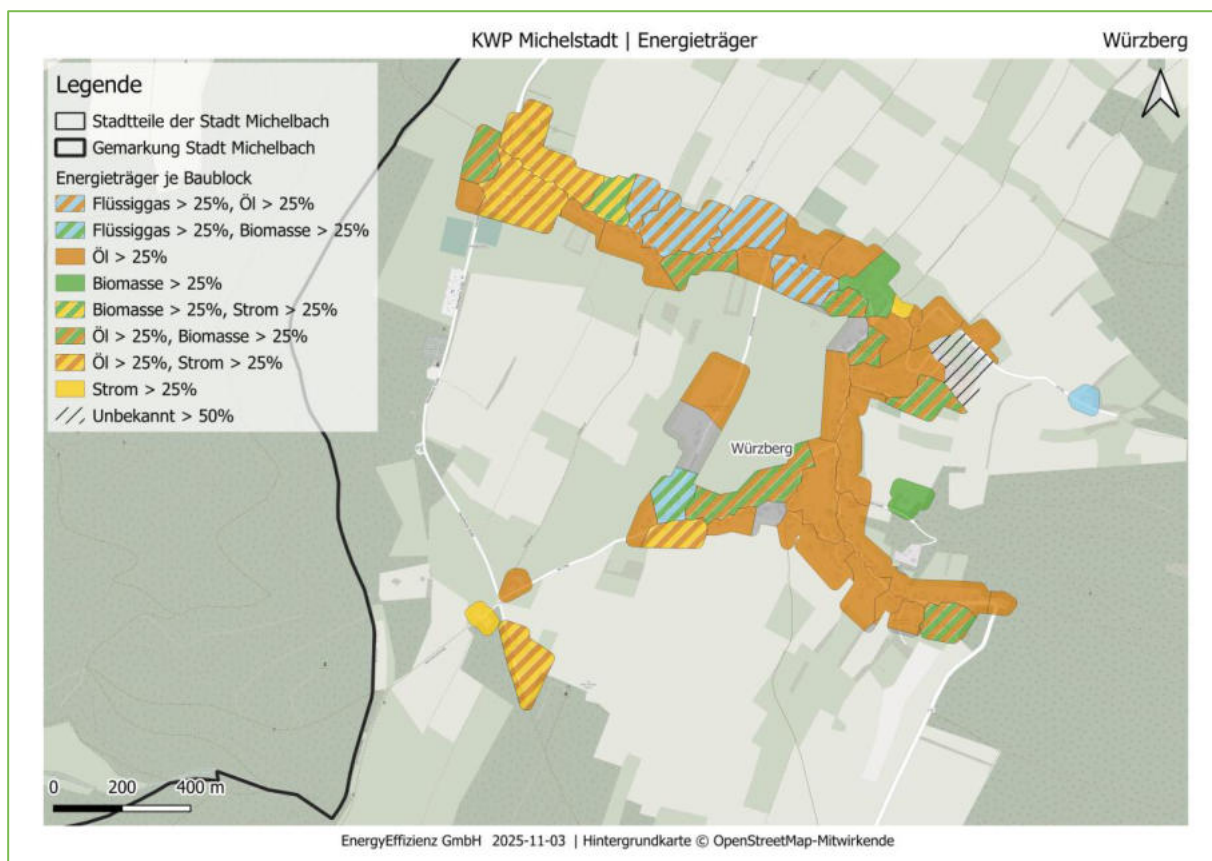


Abbildung 142: Stadtteil Würzburg: Energieträger im Status quo (2024)

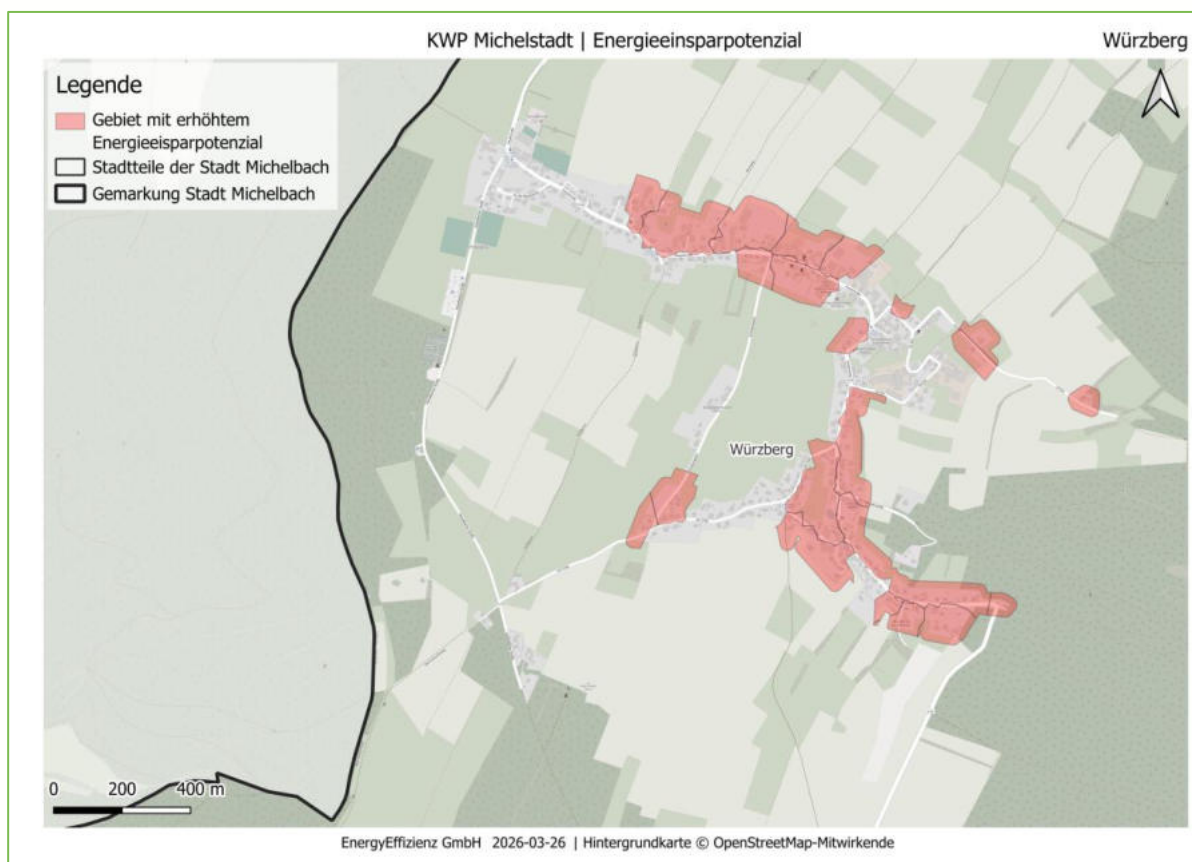


Abbildung 143: Stadtteil Würzburg: Gebiete mit hohem Energieeinsparpotenzial

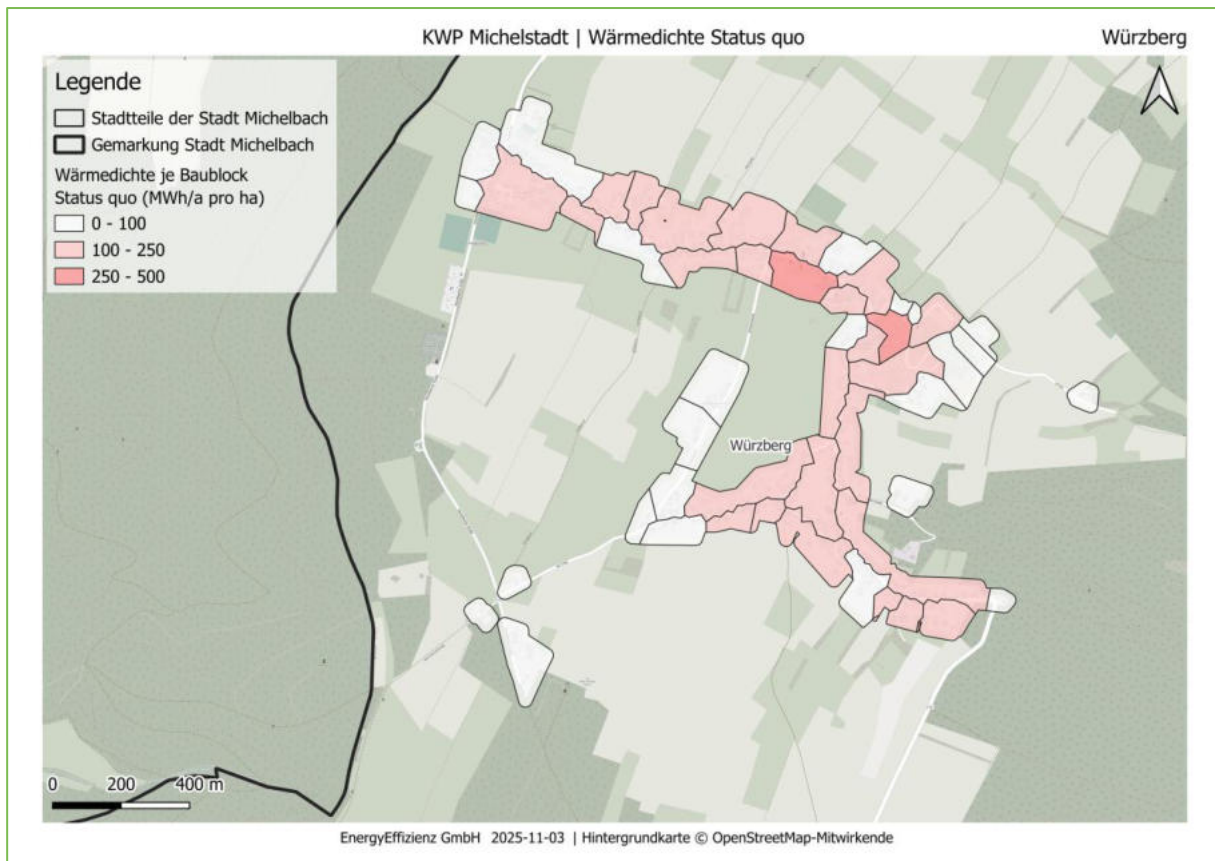


Abbildung 144: Stadtteil Würzburg: Wärmedichte im Status quo

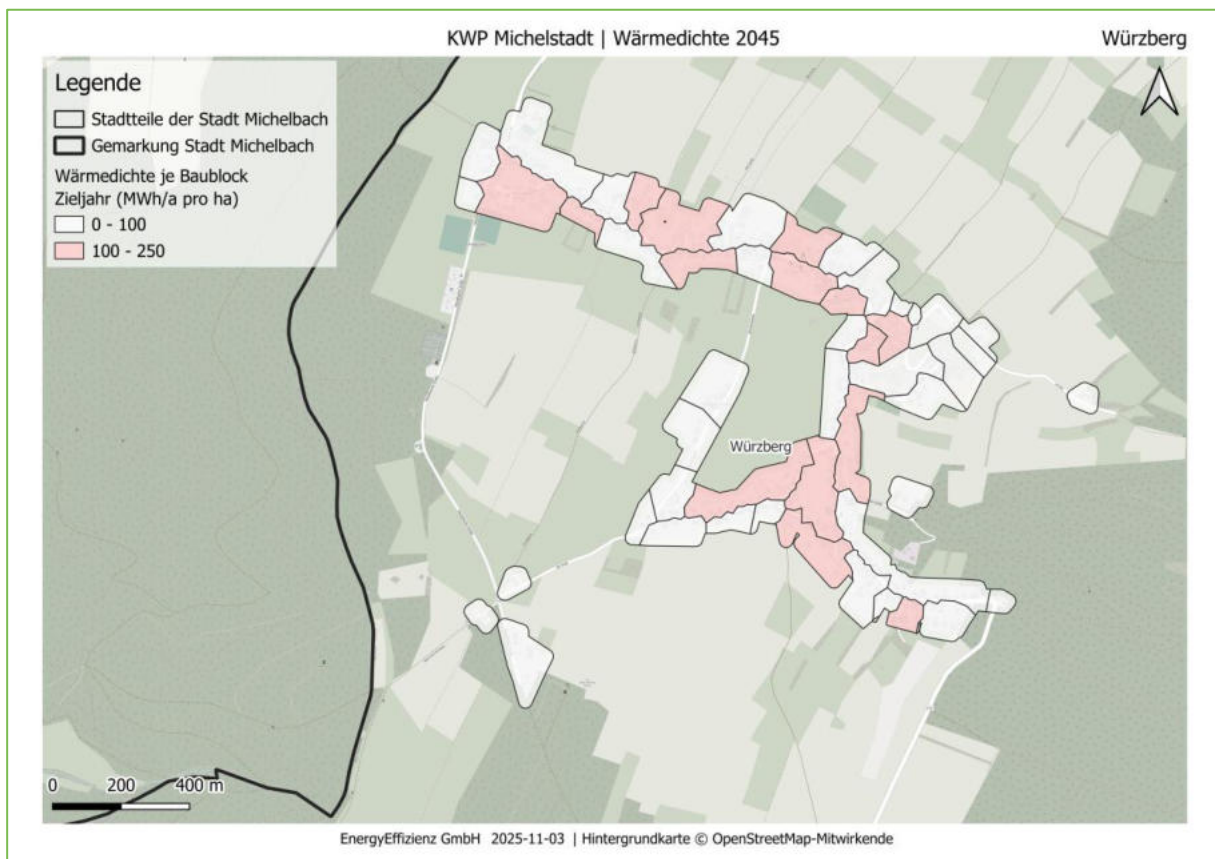


Abbildung 145: Stadtteil Würzburg: Wärmedichte im Jahr 2045

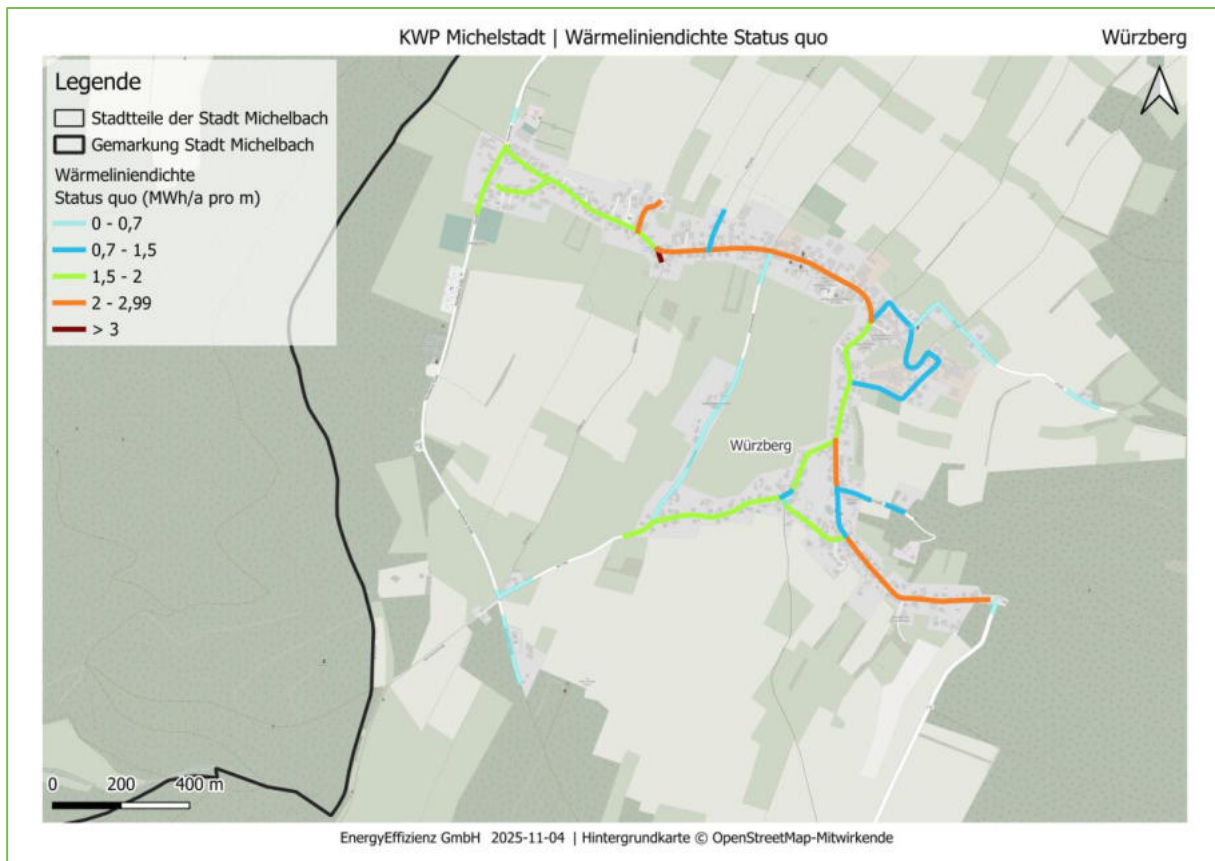


Abbildung 146: Stadtteil Würzburg: Wärmeliniendichte im Status quo

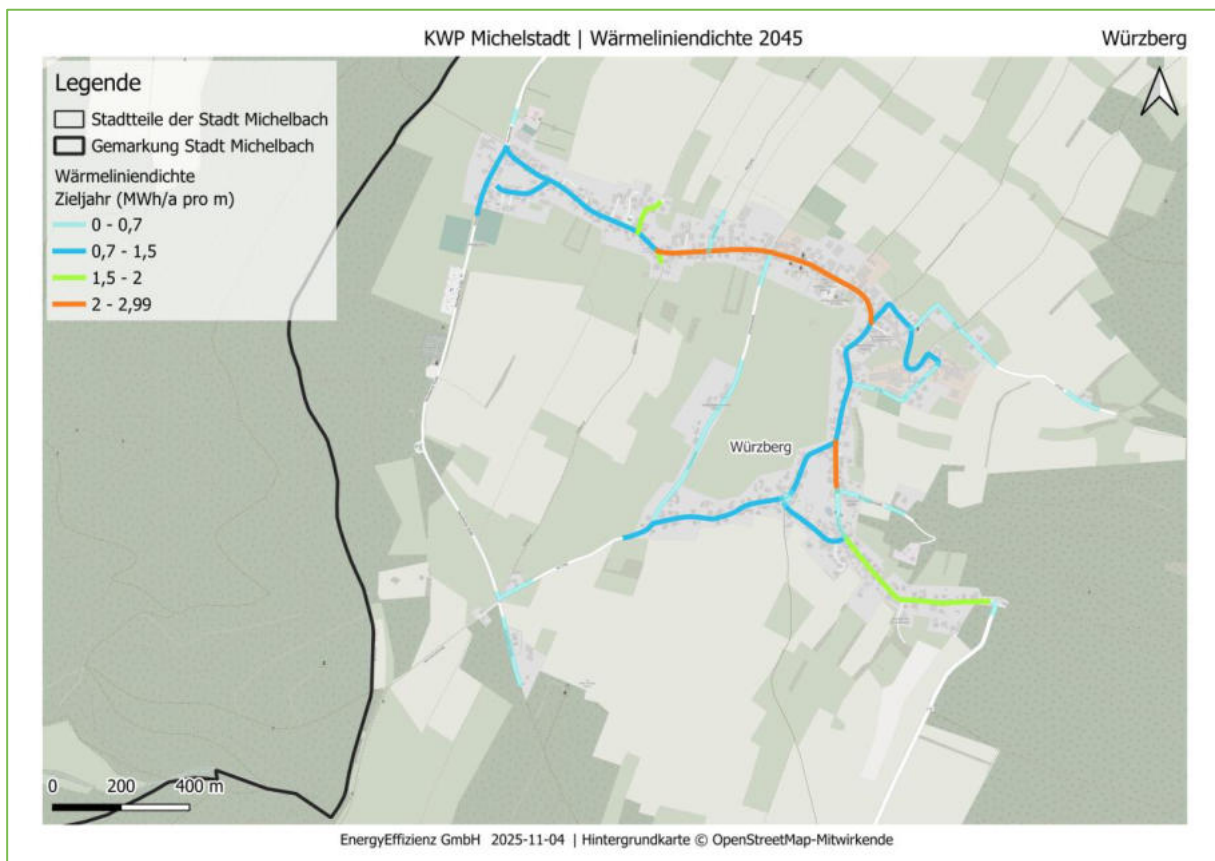


Abbildung 147: Stadtteil Würzburg: Wärmeliniendichte im Zieljahr 2045

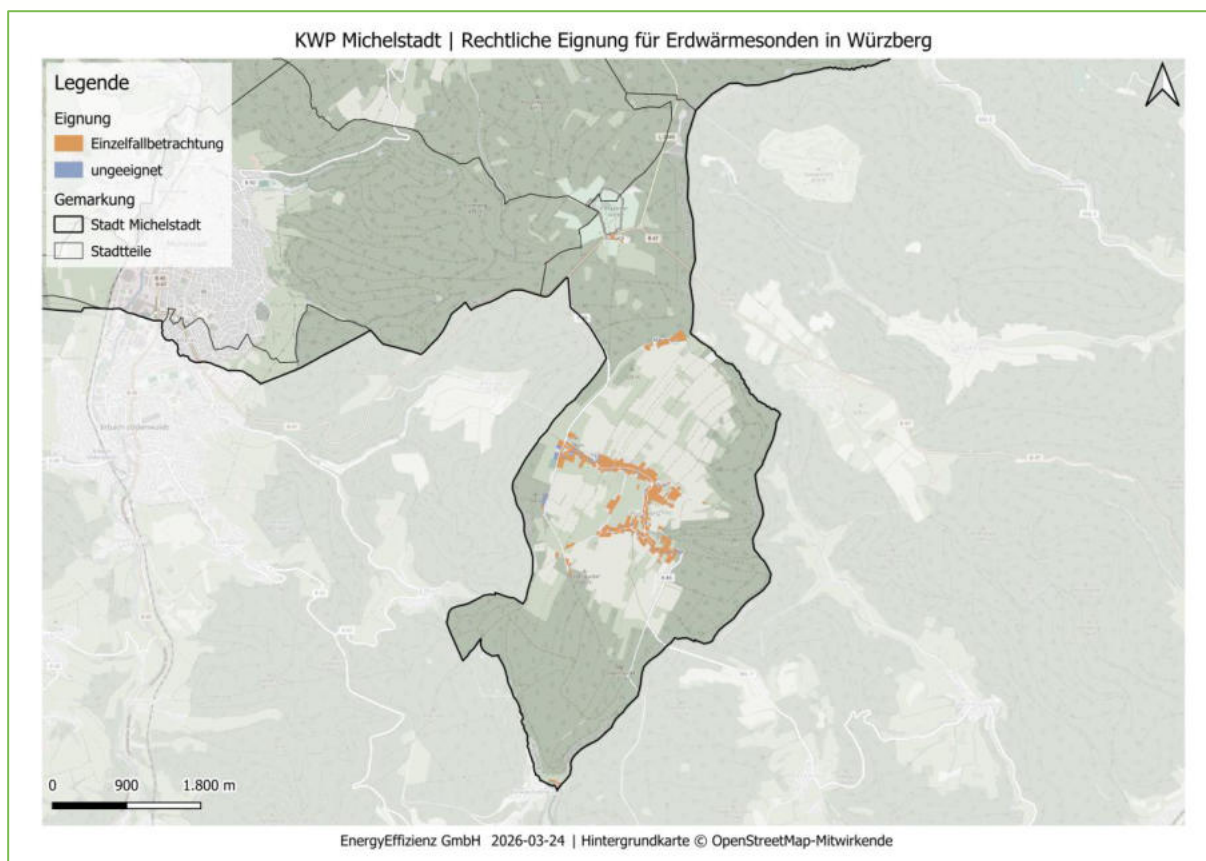


Abbildung 148: Stadtteil Würzburg: Rechtliche Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

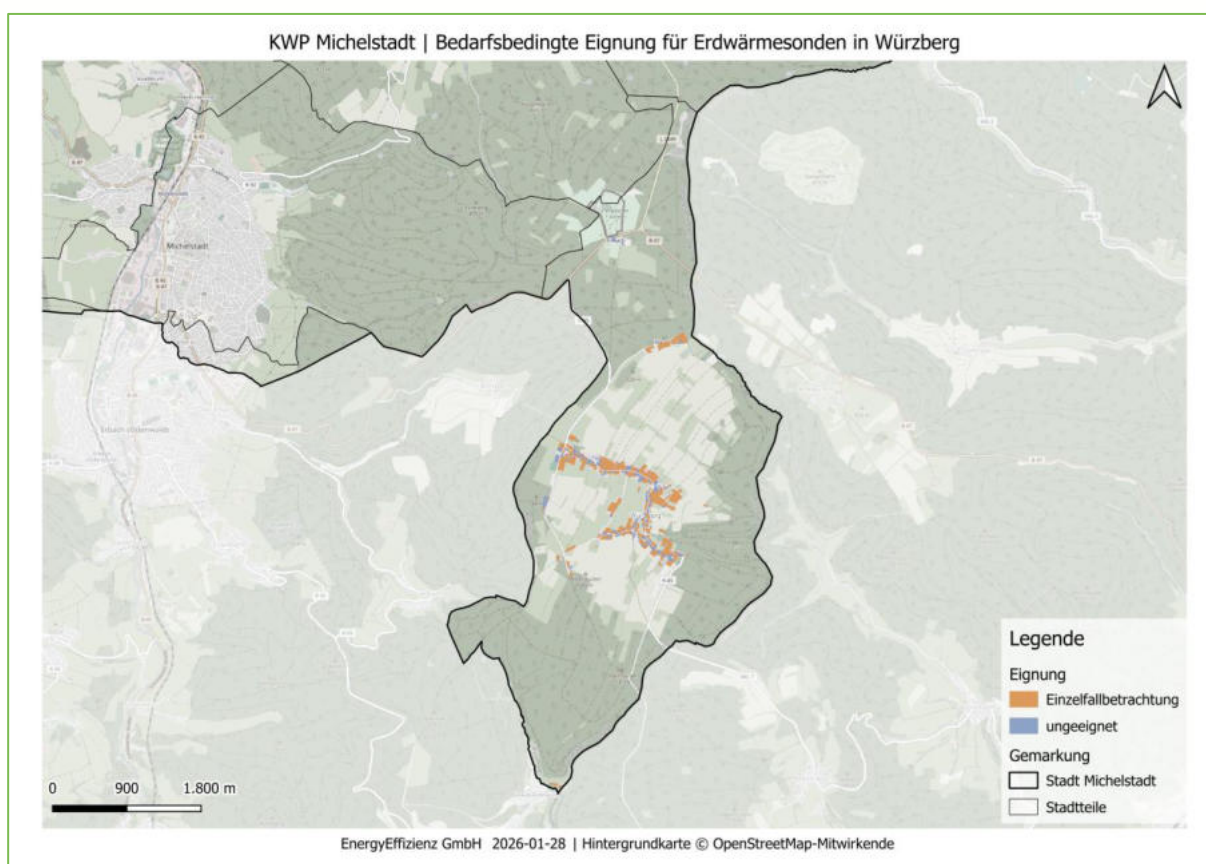


Abbildung 149: Stadtteil Würzburg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmesonden auf Flurstücksebene

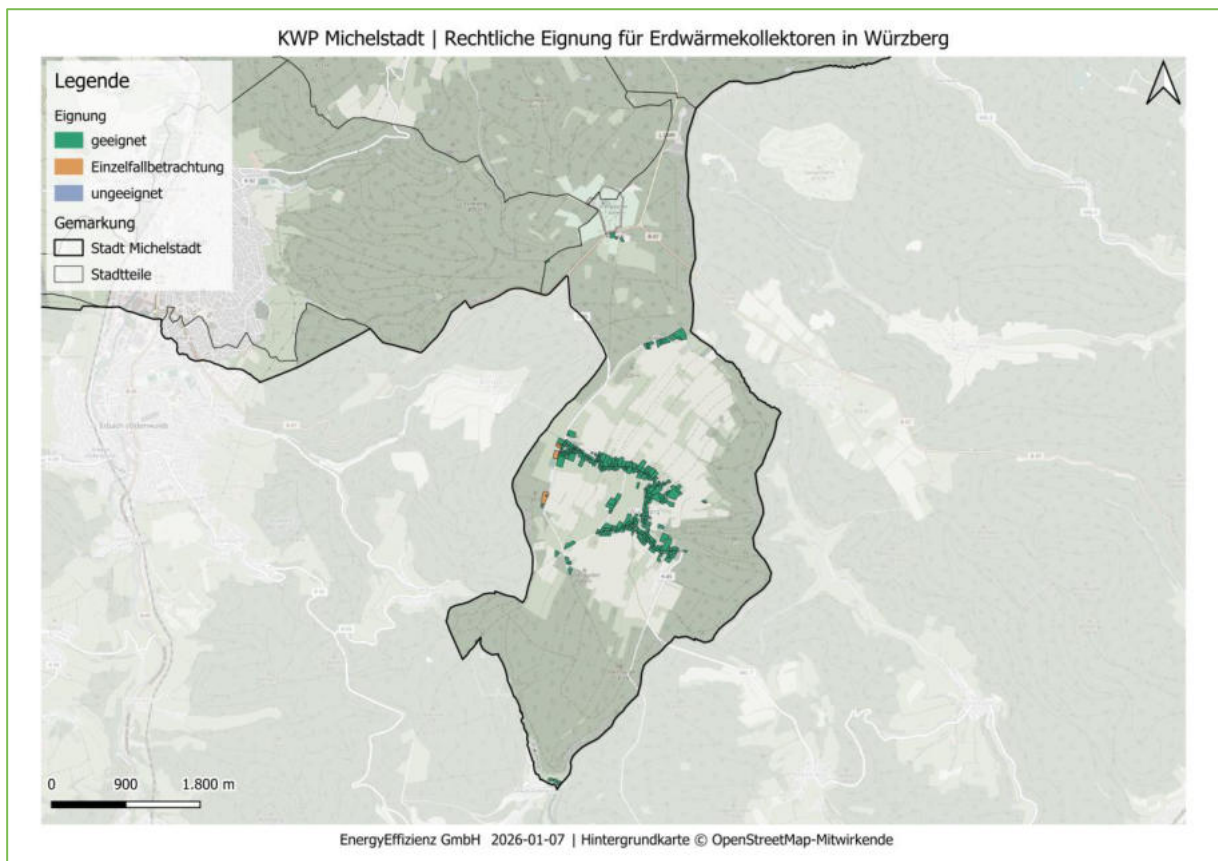


Abbildung 150: Stadtteil Würzburg: Rechtliche Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

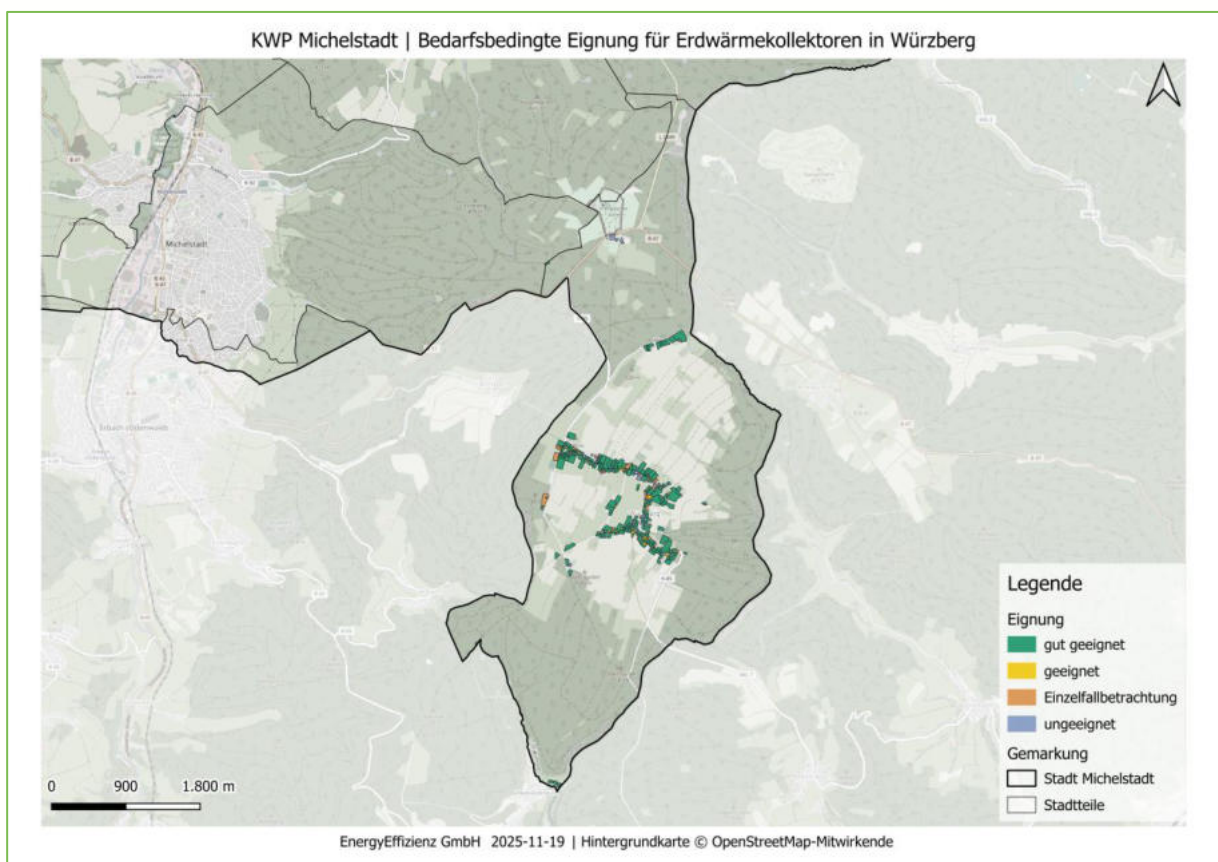


Abbildung 151: Stadtteil Würzburg: Bedarfsbedingte Eignung von Erdwärmekollektoren auf Flurstücksebene

Anhang I: Faktoren zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungen

Tabelle 18 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%

Anhang J: Ergänzende Tabellen

Tabelle 19: Anzahl Gebäude nach Sektor

Sektor	Anzahl Gebäude	Anzahl Gebäude [%]
Private Haushalte	4225	78,17
GHD	777	14,38
Industrie	295	5,46
Kommunal	108	2,00
Gesamt	5405	100,00

Tabelle 20: Beheizte Fläche nach Sektor

Sektor	Beheizte Fläche [m2]	Beheizte Fläche [%]
Private Haushalte	1305086,295	54,15
GHD	654812,359	27,17
Industrie	298822,358	12,40
Kommunal	151240,337	6,28
Gesamt	2409961,349	100,00

Tabelle 21: Baualtersklassen

Baualtersklassen	Anzahl	Anteile [%]
1919 oder früher	772	14,28
1920 - 1949	476	8,81
1950 - 1959	461	8,53
1960 - 1969	724	13,40
1970 - 1979	1002	18,54
1980 - 1989	842	15,58
1990 - 1999	630	11,66
2000 - 2009	291	5,38
2010 oder später	194	3,59
unbekannt	13	0,24
Neubau	0	0
Gesamt	5405	100,00

Tabelle 22: Versorgungs- und Beheizungsstruktur nach Anzahl

Versorgungs- und Beheizungsstruktur	Anzahl dezentrale Wärmeerzeuger	Dezentrale Wärmeversorgung [%]
Heizöl	1466	27,12
Erdgas	2290	42,37
Flüssiggas	186	3,44
Steinkohle	0	0
Braunkohle	1	0,02
Kohle	0	0
Pellet	191	3,53
Hackschnitzel	12	0,22
Stromdirektheizung	196	3,63
L/W-Wärmepumpe	120	2,22
S/W-Wärmepumpe	0	0
Holz	288	5,33
Wärmenetz	0	0
Unbekannt	0	0
Sonstige	655	12,12
Gesamt	5405	100,00

Tabelle 23: Heizungsalter nach Anzahl

Heizungsalter Zentralheizungen	Anzahl	Anteil [%]
<6 Jahre	777	18,88
6-10 Jahre	597	14,50
11-15 Jahre	541	13,14
16-20 Jahre	482	11,71
21-25 Jahre	534	12,97
26-30 Jahre	470	11,42
mehr als 30 Jahre	715	17,37
Gesamt	4116	100,00

Tabelle 24: Technisches Potenzial Übersicht

Potenziale	Technisches Potenzial (geeignet) [GWh/a]	Technisches Potenzial (bedingt geeignet) [GWh/a]
Biomasse (Wald)	0,62	17,8
Biomasse (Landwirtschaft)	0	0
Freiflächen-ST	0	3104,3
Oberflächengewässer (Fluss)	9,08	0
Oberflächengewässer (See)	0	1,2
Abwasserwärme (ARA)	26,4	0
Abwasserwärme (Kanal)	15	0
Agrothermie	0	667
Industrielle Abwärme	0,8	0
Tiefengeothermie	0	0
Freiflächen-PV	0	1691,3
Agri-PV	0	1147,6
Parkplatz-PV	0	0
Windkraft	0	112,1
Wasserkraft	0	0
Oberflächennahe Geothermie (EWK)	46,7	32,2
Oberflächennahe Geothermie (EWS)	0	46,2
Dachflächen-ST	0	0
Dachflächen-PV	172,7	0
Gesamt	271,29	6819,6

Tabelle 25: Endenergiemenge nach Sektor [GWh]

Endenergiemenge pro Sektor [GWh]	SQ	2030	2035	2040	2045
Private Haushalte	128,68	112,04	94,03	72,79	59,01
GHD	68,62	60,26	50,95	36,32	32,04
Industrie	17,75	14,49	9,44	4,21	3,59
Kommunal	16,53	14,94	13,84	10,85	9,87

Tabelle 26: Emissionen nach Sektor [t CO₂]

Emissionen pro Sektor [t CO ₂]	SQ	2030	2035	2040	2045
Private Haushalte	31976,02	21584,85	11915,08	4959,05	1145,30
GHD	16119,08	11383,13	6371,12	2297,76	626,27
Industrie	4208,29	3194,17	1700,36	188,26	55,65
Kommunal	4031,53	2640,53	1689,87	596,48	200,18

Tabelle 27: Wärmemenge und Einsparung

Wärmemenge [GWh]	SQ	2030	2035	2040	2045
Gesamt	222,53	205,50	188,62	173,57	166,13
Einsparung	0,00	17,03	33,91	48,95	56,40
Reduktion	0%	-8%	-15%	-22%	-25%

Tabelle 28: Endenergiemenge nach Energieträger nach Jahren [GWh/a]

Energieträger	Status quo	2030	2035	2040	2045
Erdgas	116,24	94,73	51,33	13,44	0
Flüssiggas	7,58	7,3	6,12	5,08	0
Heizöl	57,27	39,36	17,65	4,10	0
Kohle	0,04	0,04	0	0	0
Strom	2,31	7,44	13,36	21,21	23,66
Biomasse	18,58	52,85	68,64	69,7	64,32
Wärmenetze Hackschnitzel	0	0	11,16	10,64	16,53
Sonstige	29,56	0	0	0	0
Summe	231,58	201,73	168,25	124,16	104,51

Tabelle 29: Emissionen pro Energieträger nach Jahr [t CO₂]

Energieträger	Status quo	2030	2035	2040	2045
Erdgas	27897,94	22735,16	12319,14	3226,09	0
Flüssiggas	2047,39	1971,08	1651,26	1370,84	0
Heizöl	17754,24	12202,24	5471,46	1272,04	0
Kohle	18,34	18,34	0	0	0
Strom	1152,09	818,81	601,03	530,17	354,95
Biomasse	371,59	1057,05	1372,82	1393,90	1286,44
Wärmenetze Hackschnitzel	0	0	260,73	248,52	386,02
Sonstige	7093,33	0	0	0	0
Summe	56334,91	38802,68	21676,43	8041,55	2027,41

Tabelle 30: Anzahl pro Energieträger nach Jahr

Energieträger	Status quo	2030	2035	2040	2045
Erdgas	2290	1823	982	339	0
Flüssiggas	186	174	135	94	0
Heizöl	1466	1036	450	112	0
Kohle	1	1	0	0	0
Strom	316	1158	2075	3146	3732
Biomasse	491	1213	1536	1487	1259
Wärmenetze Hackschnitzel	0	0	227	227	414
Sonstige	655	0	0	0	0

Tabelle 31: Wärmemenge pro Energieträger [GWh/a] nach Jahr

Energieträger	Status quo	2030	2035	2040	2045
Erdgas	115,08	93,78	50,82	13,31	0
Flüssiggas	7,05	6,79	5,69	4,72	0
Heizöl	52,69	36,21	16,24	3,78	0
Kohle	0,04	0,04	0	0	0
Strom	4,18	21,57	43,69	79,3	92,66
Biomasse	16,9	47,11	61,02	61,83	56,94
Wärmenetze Hackschnitzel	0	0	11,16	10,64	16,53
Sonstige	26,6	0	0	0	0