

Stadt Hünfeld

Wärmeplan

Abschlussbericht zur kommunalen
Wärmeplanung für die Stadt Hünfeld

Auftraggeberin

Stadt Hünfeld
Der Magistrat

Auftragnehmerin/Gutachterin

Qoncept Energy GmbH
Kassel

Impressum

Dieser Bericht wurde erstellt von:

Qoncept Energy GmbH
Universitätsplatz 12
34127 Kassel
www.qoncept-energy.de
info@qoncept-energy.de

Autoren:

Lukas Wenzel, M. Sc.
Dr. Thorsten Ebert
Dr. Nazgul Asanalieva
Joachim Sieglar, M. Sc.
Florian Werner, M. Sc.

Im Auftrag von:

Magistrat der Stadt Hünfeld
Rathaus
Konrad-Adenauer-Platz 1
36088 Hünfeld

Kassel, im Februar 2026

1	Einleitung	7
2	Eignungsprüfung	7
	2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz	8
	2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz	12
3	Bestandsanalyse	13
	3.1 Datenerhebung	13
	3.2 Methodik der Datenaufbereitung	14
	3.3 Aktueller Wärmebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger	15
	3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch	15
	3.5 Treibhausgasemissionen	31
	3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen	32
	3.7 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen	51
	3.7.1 Überwiegender Gebäudetyp	51
	3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen	54
	3.7.3 Großverbraucher	57
	3.7.4 Wärmenetze	57
	3.7.5 Gasnetze	57
	3.7.6 Abwassernetze	58
	3.7.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz	61
	3.7.8 Wärme- und Gasspeicher	61
	3.7.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen	61
	3.7.10 Stromnetze	62
	3.7.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen	63
4	Potenzialanalyse	71
	4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion	71
	4.2 Oberflächennahe Geothermie	73

4.3	Tiefe Geothermie	78
4.4	Grundwasser.....	81
4.5	Oberflächengewässer.....	82
4.6	Umgebungsluft	84
4.7	Abwasser.....	87
4.7.1	Kläranlagen.....	87
4.7.2	Abwasserkanäle	89
4.8	Solarthermie und Photovoltaik.....	89
4.9	Biomasse.....	95
4.10	Klärschlammverbrennung	96
4.11	Unvermeidbare Abwärme	96
4.11.1	Kruppert Wäsche-Dienst GmbH	97
4.11.2	Hochwald Foods GmbH.....	98
4.11.3	Elektrolyseur der ABO WIND GmbH	98
4.11.4	Rechenzentrum	98
4.11.5	Biogasanlage Kirchhasel	99
4.12	Weitere Potenziale	99
4.12.1	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	99
4.12.2	Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase	101
4.12.3	Großwärmespeicher	101
4.13	Fazit der Potenzialanalyse	103
5	Eignung für Wärmenetze	104
5.1	Entwicklung von Netzausbauszenarien	105
5.2	Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten	106
5.3	Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung	111

5.4	Wärmeerzeugungsvarianten	119
5.4.1	Erzeugerauslegung	120
5.4.2	Simulation der Lastgänge	122
5.4.3	Kostenannahmen	125
5.4.4	Ergebnisse Wirtschaftlichkeit	127
5.4.5	Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten.....	127
5.4.6	Zeitliche Umsetzung des Wärmenetzausbaus.....	130
5.5	Insellösungen für Wärmenetze	132
5.6	Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG.....	134
6	Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung.....	138
6.1	Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung.....	138
6.1.1	Datengrundlage und Vorgehen	138
6.1.2	Ergebnisse.....	141
6.2	Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung.....	146
6.2.1	Datengrundlage und Vorgehen	146
6.2.2	Ergebnisse.....	149
6.3	Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen.....	155
6.4	Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG	155
6.5	Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Abs. 1 WPG	159
7	Zielszenario	161
7.1	Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	162
7.2	Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen.....	168
7.3	Kennzahlen für das Zielszenario.....	171
7.4	Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial.....	174
7.5	Auswirkungen auf das Stromnetz.....	179
8	Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung	180

9	Umstratrgungsstratrgie	182
	9.1 Projektstrkizze 1: Angebot fr eine flchendeckende aufsuchende Energieberatung.....	183
	9.2 Projektstrkizze 2: Nutzung weiterer Informationsangebote zum Tausch dezentraler Wrmeerzeugungsanlagen.....	185
	9.3 Projektstrkizze 3: Fortfhrung der Gesprche mit der Industrie zur Kooperation beim Aufbau von Wrmenetzen.....	187
	9.4 Projektstrkizze 4: Beantragung von Fdrermitteln fr eine Machbarkeitsstudie fr ein Wrmenetz in der Kernstadt	189
	9.5 Projektstrkizze 5: Durchfhrung der Machbarkeitsstudie fr ein Wrmenetz in der Kernstadt	190
	9.6 Projektstrkizze 6: Beantragung von Fdrermitteln fr den Aufbau des Wrmenetzes sowie anschlieende Umsetzung der Baumanahmen	192
	9.7 Projektstrkizze 7: Informationskampagne zu Mglichkeiten fr genossenschaftlich betriebener Wrmenetze	194
	9.8 Projektstrkizze 8: Synchronisieren der Infrastrukturprojekte.....	196
	9.9 Projektstrkizze 9: Regelmäßige Aktualisierung Wrmeatlas und Wrmebedarfsentwicklung	198
	9.10 Projektstrkizze 10: Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Hünfeld	200
10	Verstetigungsstratrgie.....	201
11	Controllingkonzept	203
12	Zusammenfassung.....	204
	Abbildungsverzeichnis.....	212
	Tabellenverzeichnis	221
	Literaturverzeichnis.....	224

1 Einleitung

Die Stadt Hünfeld hat die Qoncept Energy GmbH im November 2024 mit der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung beauftragt.

Die kommunale Wärmeplanung bildet die Grundlage für eine Strategie zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Hünfeld bis zum Jahr 2045. Sie erfasst den aktuellen Sachstand und zeigt Wege zur Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen und unvermeidbarer Abwärme auf. Zugleich werden darin Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen dargestellt.

Die vollständige treibhausgasneutrale Wärmeversorgung wird in einem Zielszenario entlang von definierten Etappenzielen für die Jahre 2030, 2035 und 2040 bis zum Zieljahr 2045 entwickelt.

Die kommunale Wärmeplanung ist durch das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)“ vom 22.12.2023 geregelt. Hinweise zur Durchführung sind in § 13 WPG – Ablauf der Wärmeplanung enthalten.

Die Erstellung eines Wärmeplans besteht aus den folgenden Hauptphasen:

1. Eignungsprüfung
2. Bestandsanalyse
3. Potenzialanalyse
4. Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios 2045
5. Festlegung der Umsetzungsstrategie und des Maßnahmenkatalogs

Die Gliederung des vorliegenden Abschlussberichts orientiert sich an dieser Struktur und berücksichtigt die Vorgaben aus dem Wärmeplanungsgesetz.

2 Eignungsprüfung

Im Rahmen der Eignungsprüfung gemäß § 14 WPG wurde das geplante Gebiet zunächst auf Teilgebiete untersucht, für die eine Versorgung durch ein Wärme- oder ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Die Prüfkriterien sind in § 14 Abs. 2 und 3 WPG definiert.

Es handelt sich in dieser Phase nur um eine grobe Vorprüfung der Gebiete. Das bedeutet, dass die Einstufung von Teilgebieten als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet“ vorläufig ist. Im weiteren Untersuchungsprozess oder bei der Aktualisierung der Wärmeplanung kann sich eine Neubewertung ergeben. Dadurch könnte eine Versorgung über Wärmenetze für Teilgebiete doch realisierbar sein. Umgekehrt sind die zunächst positiv eingestufteten Teilgebiete später nicht zwingend für ein Wärme- oder ein Wasserstoffnetz geeignet.

2.1 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wärmenetz

Ein beplantes Gebiet oder Teilgebiet eignet sich gemäß § 14 Abs. 2 WPG in der Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz, wenn

- „in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Wärmenetz besteht und keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vorliegen, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können, und
- aufgrund der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmebedarfs davon auszugehen ist, dass eine künftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich sein wird.“

Diese drei Kriterien wurden deshalb im ersten Schritt untersucht:

- Vorhandene Wärmenetze
- Nutzbare Potenziale erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme zur Wärmeversorgung
- Ausreichender Wärmebedarf für ein wirtschaftlich erschließbares Wärmenetz

Der § 14 Abs. 2 WPG enthält eine Und-Verknüpfung. Teilgebiete können somit erst dann sicher ausgeschlossen werden, wenn keines der drei Kriterien gegeben ist. Das trifft in der Praxis kaum zu, da es nur sehr selten keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien geben wird. So finden sich für große Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) fast immer Aufstellmöglichkeiten. Auch die Nutzung von Biomassepotenzialen in Heizkesseln ist nahezu flächendeckend möglich.

Um eine erste grobe Bewertung vorzunehmen, wurde der Fokus auf die wirtschaftliche Erschließbarkeit des Gebiets gelegt. Die Eignungsprüfung lieferte dazu die nötigen Erkenntnisse über die Wärmebedarfsdichte. Als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für Wärmenetze geeignet“ wurden daraufhin Gebiete in Hünfeld eingestuft, die laut Wärmeetlas einen Wärmebedarf von

- weniger als 175 MWh/(ha·a) in Bestandsgebieten oder
- weniger als 70 MWh/(ha·a) in Neubaugebieten aufweisen.

Als Ergebnis dieser Prüfung wurden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Teilgebiete als „mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet“ eingestuft. Besonders zu beachten ist, dass diese Einstufung auf der Annahme basiert, dass die Wärmenetze typische Renditeanforderungen von Energieversorgern erfüllen müssen. Geht man von eher genossenschaftlich organisierten Wärmenetzen ohne Renditeanforderungen und mit geringeren Kostenstrukturen aus, könnten sich teilweise auch in diesen Gebieten Wärmenetze sinnvoll entwickeln lassen. Stadtteilspezifische Hinweise finden sich dazu in Kapitel 5.5.

Tabelle 1: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind

Teilgebiet	Wärmenetz vorhanden	Nutzbare EE-Potenziale oder Abwärme	Wärmebedarf in MWh/(ha·a)
Dammersbach	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)
Nüst	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)
Neuwirtshaus	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)
Rudolphshan	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)
Rückers	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)
Oberfeld	Nein	Solarthermie, Wärmepumpe (mit/ohne PV), Biomasse	Überwiegend < 175 MWh/(ha·a)

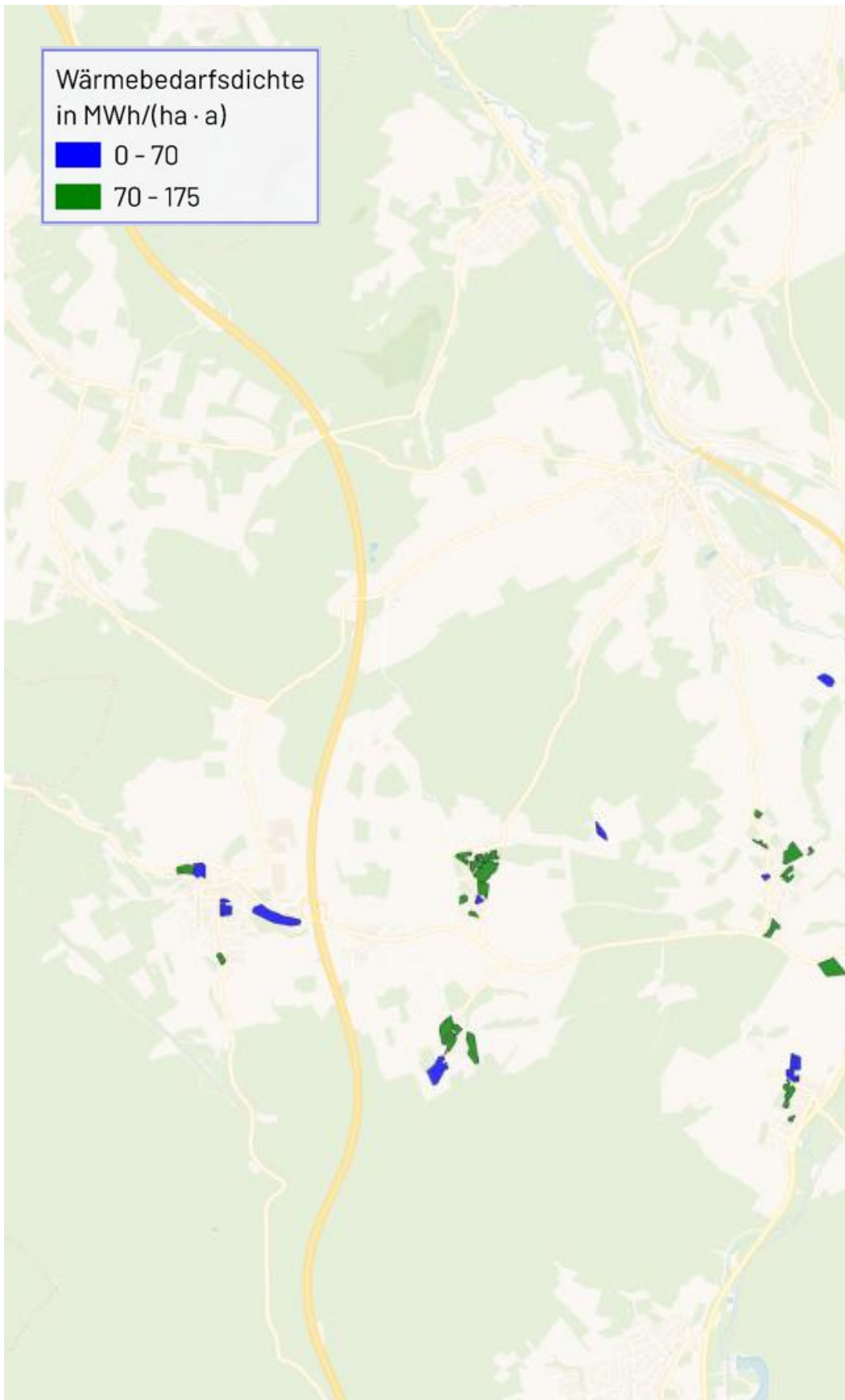


Abbildung 1: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen). Westlicher Kartenausschnitt.

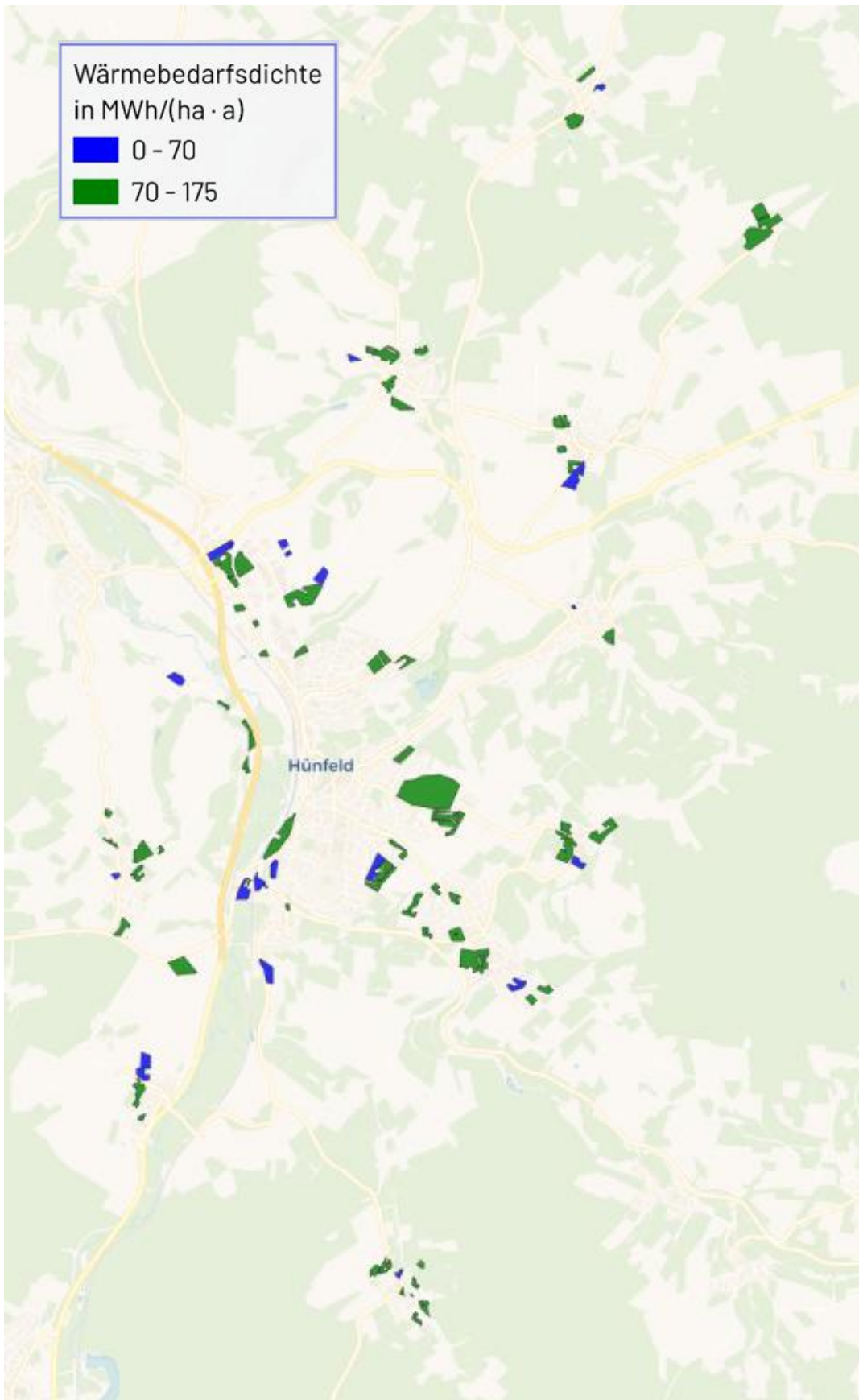


Abbildung 2: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen). Östlicher Kartenausschnitt

2.2 Teilgebiete mit fehlender Eignung für ein Wasserstoffnetz

Das Wärmeplanungsgesetz gibt in § 14 Abs. 3 vor, dass die Eignung als Wasserstoffnetzgebiet fehlt, wenn

- „in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet derzeit kein Gasnetz besteht und entweder keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen oder die Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes über darüberliegende Netzebenen nicht sichergestellt erscheint im Sinne des § 71k Abs. 3 Nr. 1 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) oder
- in dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet ein Gasnetz besteht, aber insbesondere aufgrund der räumlichen Lage, der Abnehmerstruktur des beplanten Gebiets oder Teilgebiets und des voraussichtlichen Wärmebedarfs davon ausgegangen werden kann, dass die künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein wird.“

Auf dieser Grundlage wurde zunächst überprüft, ob im Planungsgebiet

- ein Gasnetz existiert, das eine wirtschaftliche Wasserstoffversorgung ermöglicht,
- Planungen für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff auf dem Stadtgebiet vorliegen,
- eine Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes durch übergeordnete/darüberliegende Netzebenen möglich ist (z. B. Anschluss der Stadt an das Wasserstoffkernnetz).

Ein vorhandenes Gasnetz wäre noch keine hinreichende Bedingung für die Eignung eines Teilgebiets als Wasserstoffnetzgebiet, solange die beiden anderen Kriterien nicht erfüllt sind. Zu beachten ist dabei, dass der Betreiber eines Gasverteilnetzes, an das eine Gasheizungsanlage nach dem 30.6.2028 angeschlossen werden soll, die zukünftig auf Wasserstoff umgestellt werden kann, nach § 71k Abs. 1 Nr. 2 GEG verpflichtet ist, sein Vorhaben zur Umstellung auf Wasserstoff bis zum 30.6.2028 mit der zuständigen Landesbehörde detailliert abgestimmt und veröffentlicht zu haben. Liegt ein solcher Plan nicht vor, kann die entsprechende Gasheizungsanlage nicht angeschlossen werden. Im Ergebnis würde der Gasnetzbetreiber mit diesem Umstellungsplan und dem Anschluss einer solchen H₂-Ready-Heizung auch die Verpflichtung übernehmen, das Gasnetz rechtzeitig auf Wasserstoff umzustellen. Das birgt ein hohes wirtschaftliches Risiko für den Gasnetzbetreiber. Daher kann davon ausgegangen werden, dass solche Umstellungspläne eine Ausnahme bleiben.

Hinsichtlich eines potenziellen Wasserstoffverteilnetzes in Hünfeld vorgelagerten Wasserstoffnetzes ist darauf hinzuweisen, dass die MIDAL-Trasse und die MIDAL-Loop-Trasse an Hünfeld vorbeiführen. Eine Eignung für Wasserstoffnetzgebiete in Hünfeld setzt jedoch voraus, dass eine Erschließung durch ein nachgelagertes Verteilnetz erfolgt. Die zuständige Gasnetzbetreiberin ist die Stadtwerke Hünfeld GmbH. Nach Auskunft der Stadtwerke Hünfeld GmbH bestehen keine konkreten Aktivitäten zur Umstellung des Gasnetzes in Hünfeld. Die

Ertüchtigung des Gasnetzes zur Nutzung von Wasserstoff sei abhängig von großen Ankerkunden in der Stadt Hünfeld und werde separat geprüft.

Es gilt zu beachten, dass Wasserstoff in Zukunft vor allem in der Industrie und gegebenenfalls im Fernverkehr benötigt wird. Wasserstoff hätte mit der Hochwald Foods GmbH, die einen Großteil des Wärmebedarfs von Hünfeld benötigt, einen möglichen Großverbraucher von Wasserstoff. Aus diesem Grund wird die weitere Vorgehensweise zur Wasserstoffversorgung in Hünfeld separat geprüft.

3 Bestandsanalyse

Bei der Bestandsanalyse erfolgte eine systematische, qualifizierte und raumbezogene Datenerhebung zum aktuellen Stand der Wärmeversorgung auf dem Stadtgebiet Hünfeld.

Die Vorgaben dazu finden sich in § 15 Abs. 1 WPG. Die wichtigsten Schritte der Bestandsanalyse sind demnach die Ermittlung

- des derzeitigen Wärmebedarfs oder Wärmeverbrauchs innerhalb des beplanten Gebiets einschließlich der hierfür eingesetzten Energieträger,
- der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen,
- der für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen und
- der Treibhausgasemissionen zur Wärmeversorgung.

Damit wurde eine verlässliche Daten- und Planungsgrundlage für die Wärmeplanung und deren Fortschreibung geschaffen.

3.1 Datenerhebung

Das Wärmeplanungsgesetz gibt die Anforderungen, den Umfang und die Befugnisse zur Datenerhebung detailliert vor. Auf dieser Grundlage wurden die Daten von der Stadtverwaltung Hünfeld mit Unterstützung der Qconcept Energy GmbH bei den Akteuren angefragt und so weit wie möglich ermittelt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die erhobenen Daten und deren Datenquellen.

Tabelle 2: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 WPG (zu § 15)

Erhobene Daten	Datenquelle
Gasverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit Verbrennungstechnik	Bezirksschornsteinfeger/Kehrbuchdaten
Gebäudedaten (Lage, Nutz-/Wohnfläche, Nutzung, Baujahr)	ALKIS, 3D-LoD2-Gebäudedaten

Erhobene Daten	Datenquelle
Unvermeidbare Abwärmemenge	Abfrage bei Industrieunternehmen, Plattform für Abwärme bei der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE)
Transformation der Prozesswärmeversorgung (inklusive der geplanten Maßnahmen)	Abfrage bei Industrieunternehmen
Informationen zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmenetzen und zu bestehenden oder konkret geplanten Wärmeerzeugern und Wärmespeichern	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Informationen zu bestehenden, konkret geplanten oder bestehenden Gasnetzen	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Informationen zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz	Stadtwerke Hünfeld GmbH
Informationen zu Kläranlagen, die für eine Abwasserwärmenutzung relevant sind	Stadtverwaltung Fachbereich Tiefbau, Abwasser und Gewässer
Informationen zu Abwassernetzen mit einer Mindestnennweite von DN 800	Stadtverwaltung Fachbereich Tiefbau, Abwasser und Gewässer
Energieverbräuche und Interesse in der Wohnungswirtschaft am Anschluss an ein Wärmenetz	Abfrage bei Unternehmen der Wohnungswirtschaft
Informationen zu Bauleitplänen, die bereits wirksam sind oder die aufgestellt werden, anderen städtebaulichen Planungen und Konzepten sowie zu Planungen anderer öffentlicher Planungsträger, die Auswirkungen auf die Wärmeplanung haben können.	Stadtverwaltung Fachbereich Liegenschaften und Umwelt

3.2 Methodik der Datenaufbereitung

Ein zentraler Bestandteil der Datenauswertung war die Witterungsbereinigung. Die Bereinigung der gemessenen Energieverbräuche um die witterungsbedingten Schwankungen ermöglicht eine vergleichbare Bewertung des tatsächlichen, klimabereinigten Wärmebedarfs der betrachteten Gebäude über verschiedene Jahre hinweg. Das Verfahren stellt sicher, dass saisonale Temperatureinflüsse keinen Verzerrungseffekt auf die Analyse haben.

Für die Umrechnung von Endenergieverbräuchen in den tatsächlichen Wärmebedarf wurden entsprechende Umrechnungsfaktoren angewendet. Diese Faktoren berücksichtigen den Brennwert oder den Heizwert der eingesetzten Energieträger sowie die Wirkungsgrade der

jeweiligen Heizsysteme. Auf diese Weise konnte der Endenergieverbrauch in nutzbare Wärmeenergie übersetzt werden, die dem Gebäudebestand tatsächlich zur Verfügung steht.

Die Zuordnung unbekannter Energieträger erfolgte auf Basis von Annahmen, um die fehlenden Angaben zur gebäudebezogenen Heizungsart zu ergänzen. Die Zuordnungsverfahren beinhalten die spezifische Gebäudestruktur der Kommune und gewährleisten eine konsistente Datengrundlage.

Zur Bewertung der energetischen und ökologischen Auswirkungen werden außerdem CO₂-Faktoren berücksichtigt, die auf den spezifischen Eigenschaften der Energieträger basieren. Dadurch können Emissionsbilanzen erstellt und Potenziale zur Minderung von Treibhausgasen identifiziert werden.

3.3 Aktueller Wärmebedarf einschließlich der eingesetzten Energieträger

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden die Verbrauchsdaten zugrunde gelegt. Wo diese nicht vorlagen, wurde der absolute und spezifische Wärmebedarf der Gebäude anhand benachbarter Gebäude ähnlichen Bautyps geschätzt. Falls bei diesen Gebäuden in den Schornsteinfegerdaten keine Wärmeerzeuger hinterlegt waren, wurde der Energieträger als „unbekannt“ klassifiziert. Der absolute Wert bezieht sich auf den Wärmebedarf pro Jahr und der spezifische Wert zeigt den Wärmebedarf pro m² beheizter Fläche an. Die Ergebnisdarstellung folgt der Anlage 2 WPG (zu § 23). Sie liefert einen Überblick über den Jahreswärmeverbrauch und die eingesetzten Energieträger. Zudem werden die anteiligen Wärmeverbräuche getrennt nach den Sektoren Haushalte (HH), Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD), öffentliche Gebäude und Industrie betrachtet.

3.4 Jährlicher Endenergieverbrauch

Die Wärmeversorgung in der Stadt Hünfeld ist bisher – wie in den meisten Städten Deutschlands – überwiegend durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Wie sich der Endenergieverbrauch für Wärme in den einzelnen Sektoren aktuell darstellt und welche Energieträger dafür eingesetzt werden, zeigt die folgende Tabelle. Ungefähr ein Drittel des Endenergieverbrauchs in Hünfeld entfällt auf die industriellen Betriebe, darunter die Hochwald Foods GmbH und die Kruppert Wäsche-Dienst GmbH.

Tabelle 3: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren

Energieträger in GWh/a	HH	GHD	Öffentliche Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Erdgas (netzgebunden)	49	22	20	96	187	68,8
Heizöl	35	0,0	0,0	0,0	35	12,9
Biomasse	31	0,0	0,0	0,0	31	11,2

Energieträger in GWh/a	HH	GHD	Öffentliche Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Flüssiggas	0,8	0,0	0,0	0,0	0,80	0,3
Strom	0,4	0,1	0,0	0,0	0,50	0,2
Wärmepumpe	1,3	0,1	0,0	0,0	1,50	0,5
Wärmenetz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Unbekannt	17	0,0	0,0	0,0	17	6,1
Summe	134	22	20	96	272	100
Anteil in %	49	8,2	7,3	35	100	

Wie hoch der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme ist, weist die folgende Tabelle aus. Sie ermöglicht zugleich, die Wärmeversorgungsarten genauer zu betrachten. Die Ergebnisse sind differenziert nach dezentraler und netzgebundener Wärmeversorgung verzeichnet.

Tabelle 4: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, aufgeschlüsselt nach Energieträgern und Wärmeversorgungsarten.

Wärmebereitstellung in GWh/a	Erneuerbare Energie und unvermeidbare Abwärme	Fossil	Unbekannt	Gesamt
Dezentrale Versorgung	32	223	17	272
Wärmenetz	0	0	0	0
Summe	32	223	17	272
Anteil in %	12 %	82 %	6 %	100 %

Das Wärmeplanungsgesetz verlangt in Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 3 eine baublockbezogene Darstellung der einzelnen Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch in Kartenform. Damit werden räumliche Unterschiede und Verdichtungen sichtbar. Die einzelnen Karten folgen auf den nächsten Seiten.

Dabei ist zu beachten, dass Baublöcke nicht in der jeweiligen Farbskala abgebildet wurden, wenn die Bebauungsdichte dort sehr gering war. Das gilt zum Beispiel für Parkflächen oder weniger als drei Gebäude in einem Baublock. Damit wurde vermieden, dass der Informationsgehalt durch die visuelle Dominanz großer statistischer Blöcke verzerrt wird oder Rückschlüsse auf einzelne Gebäude gezogen werden können.

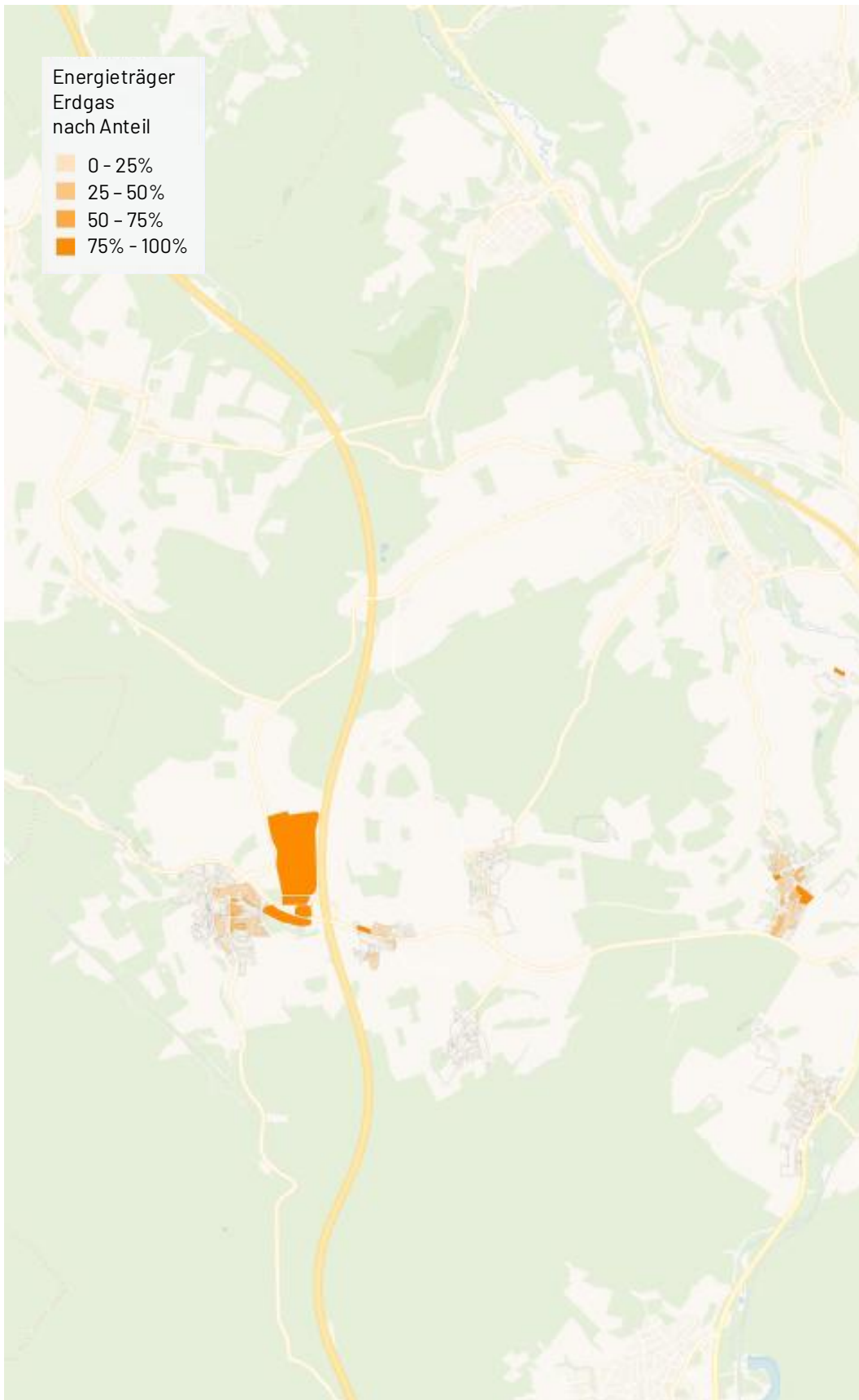


Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.

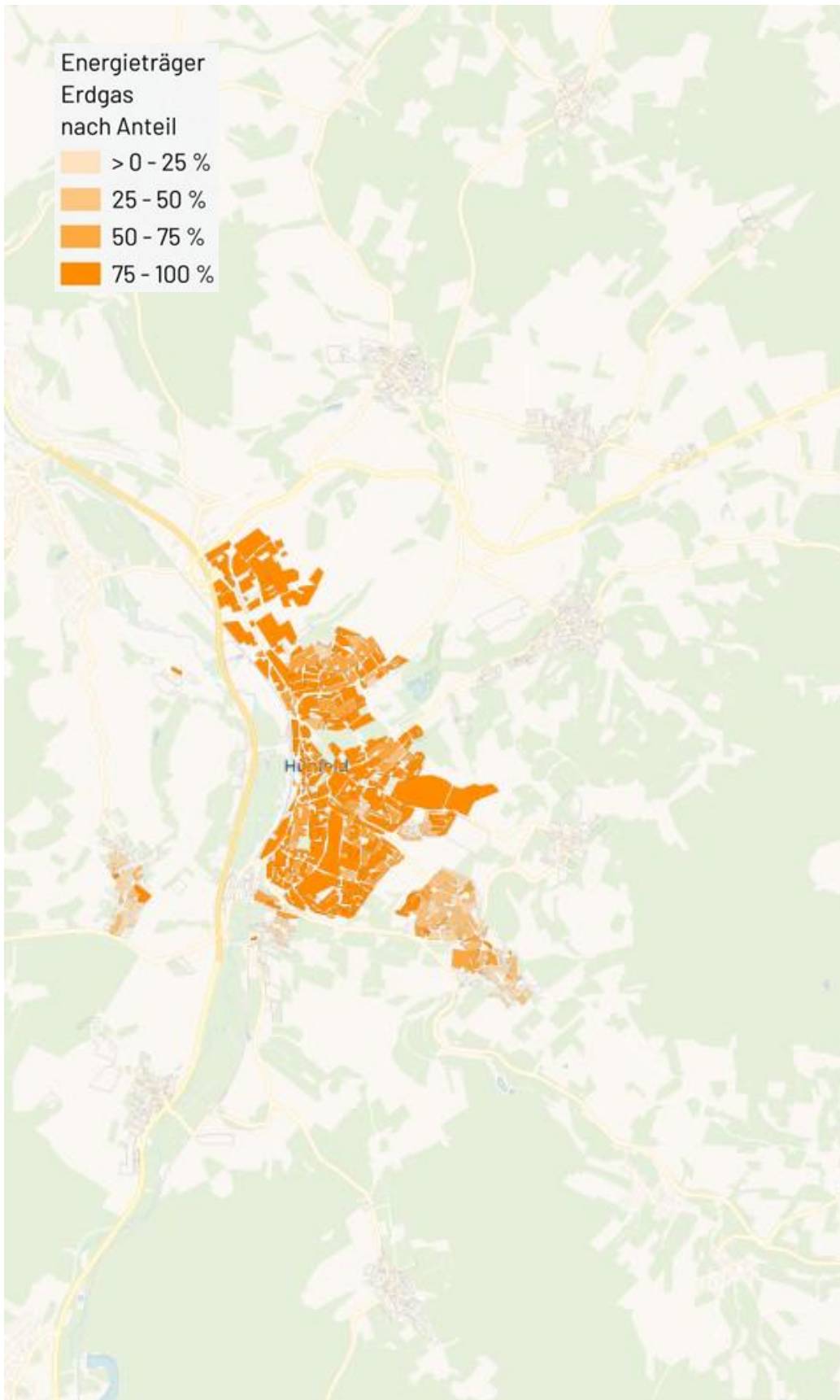


Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.

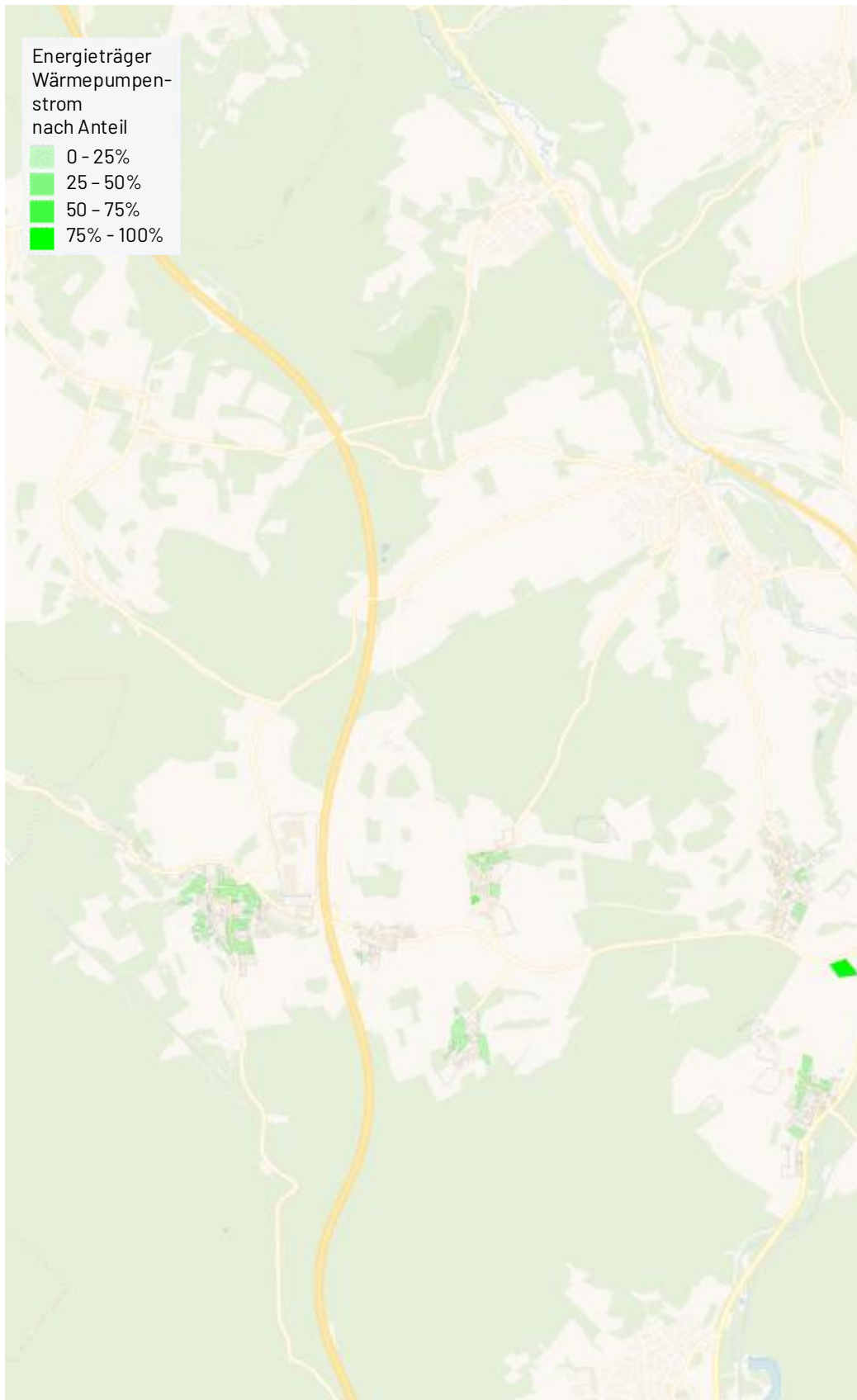


Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, soweit über Zählerdaten bekannt (westlicher Kartenausschnitt)

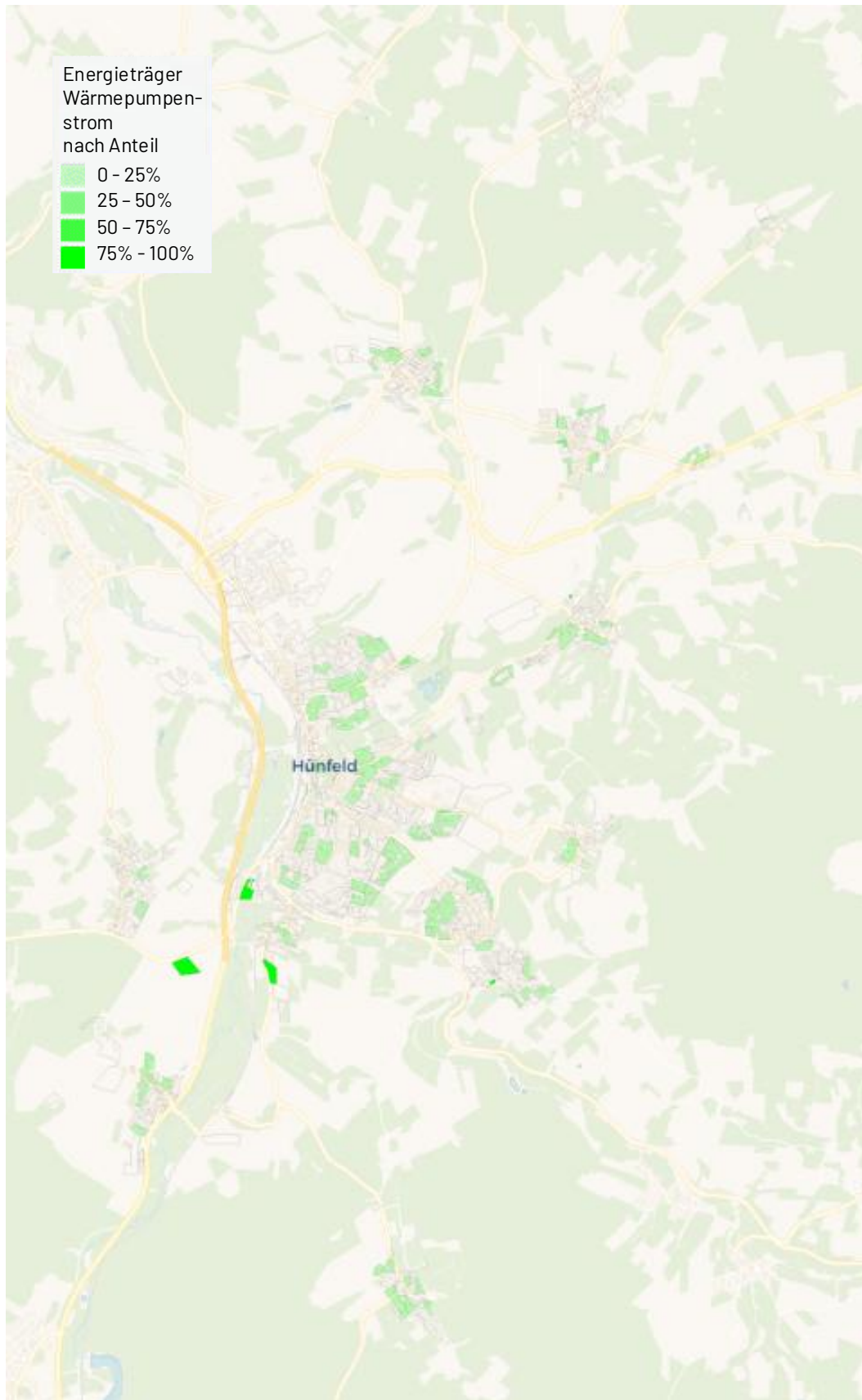


Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, soweit über Zählerdaten bekannt (östlicher Kartenausschnitt)

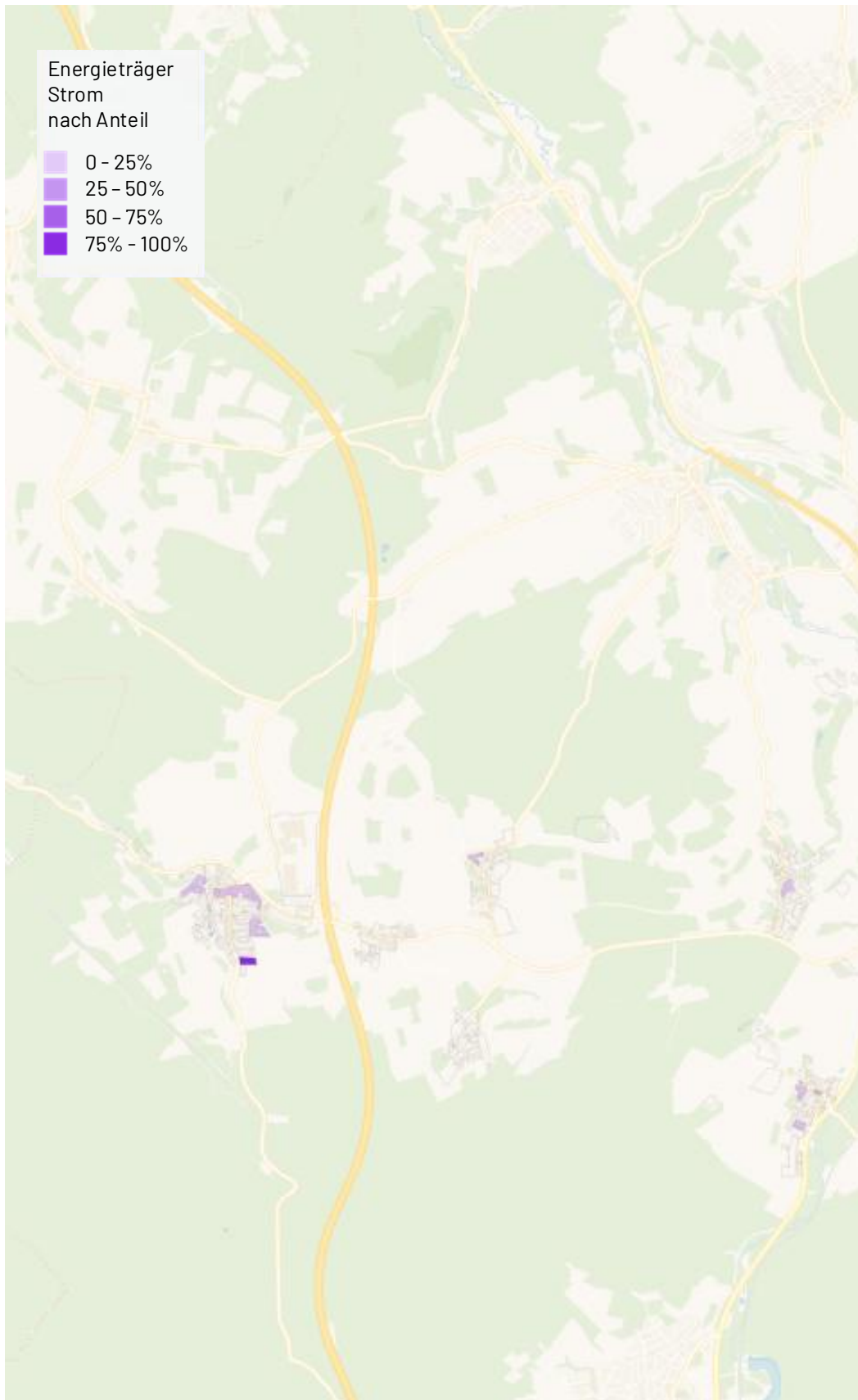


Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (westlicher Kartenausschnitt)

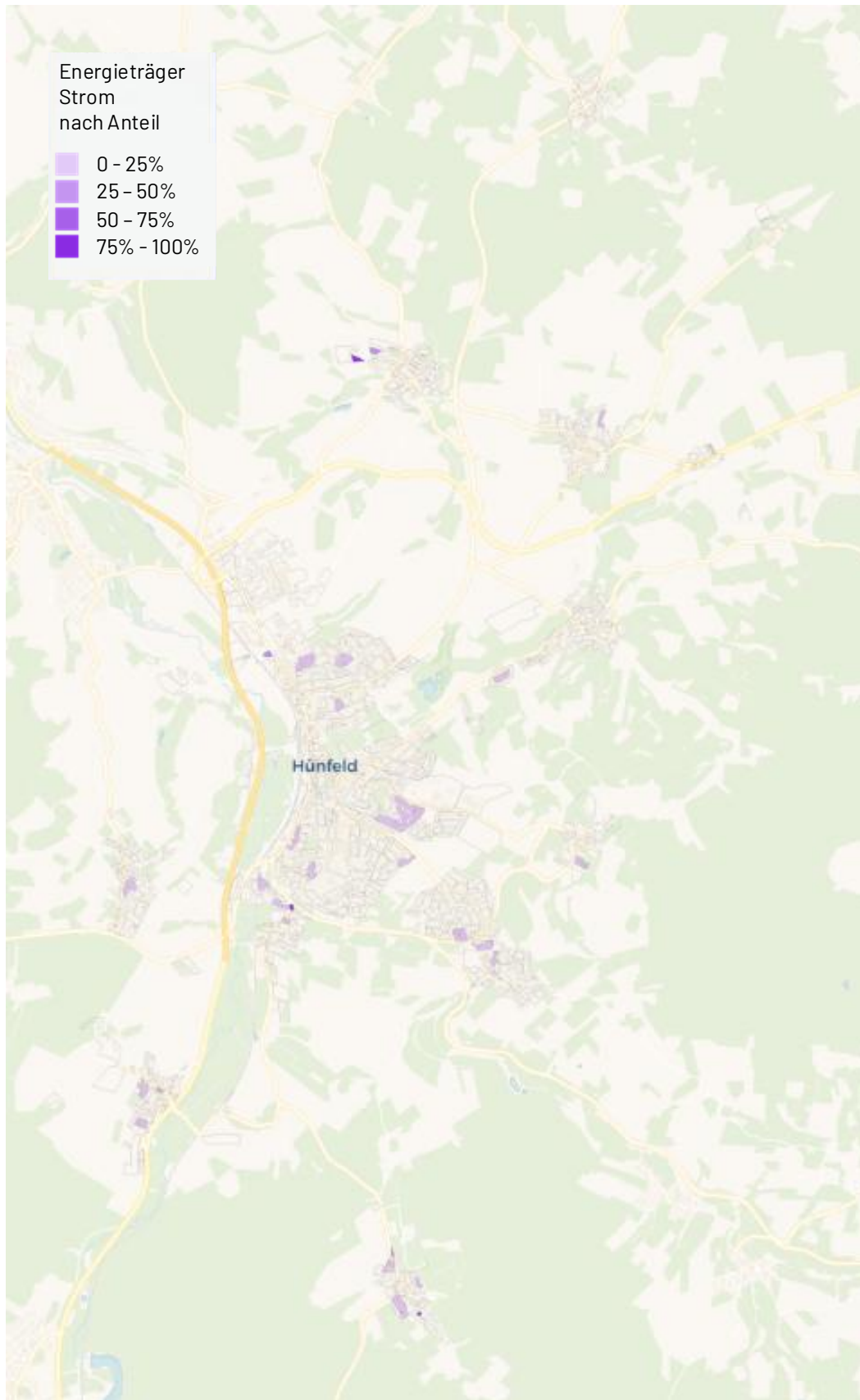


Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (östlicher Kartenausschnitt)

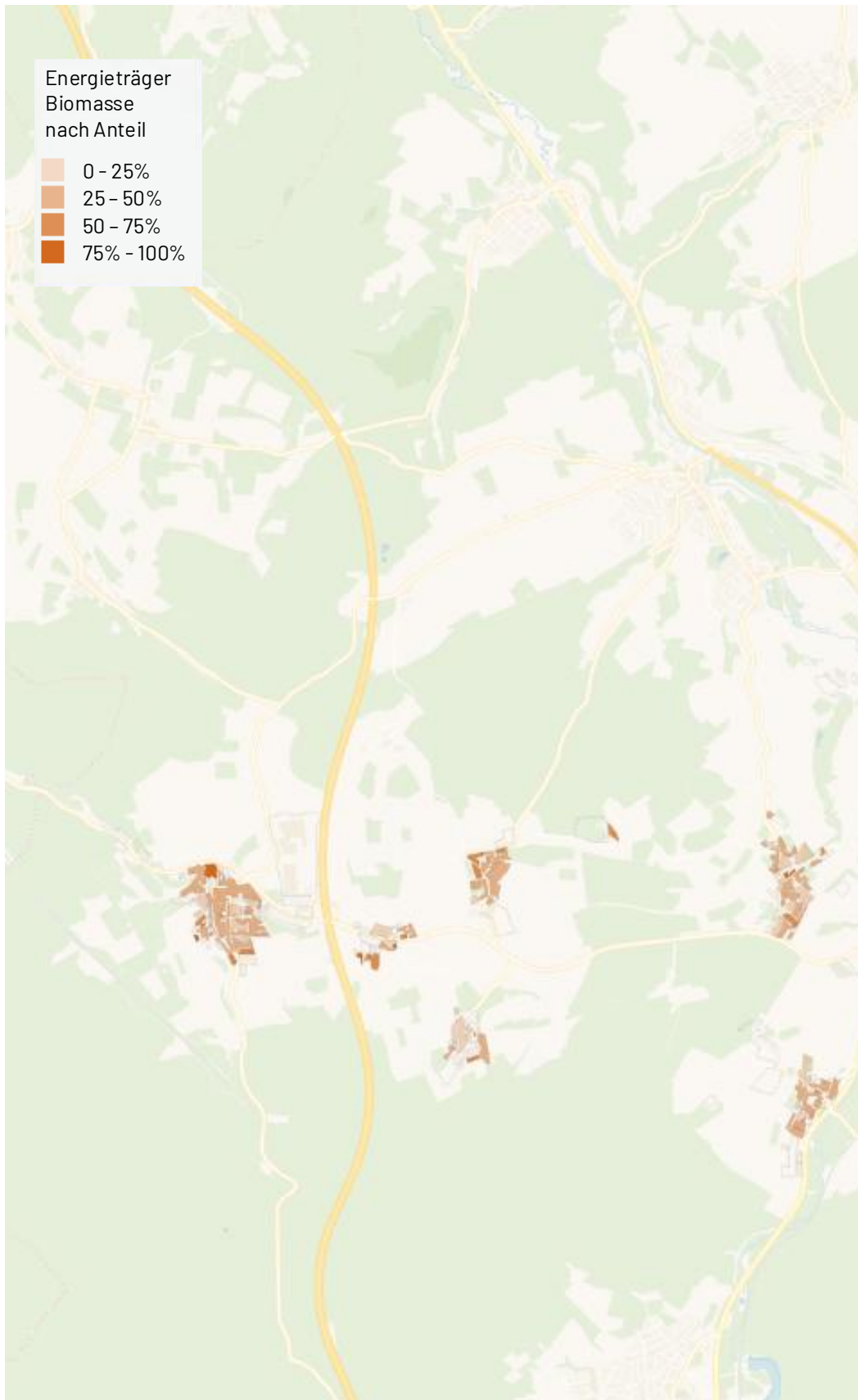


Abbildung 9: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (westlicher Kartenausschnitt)

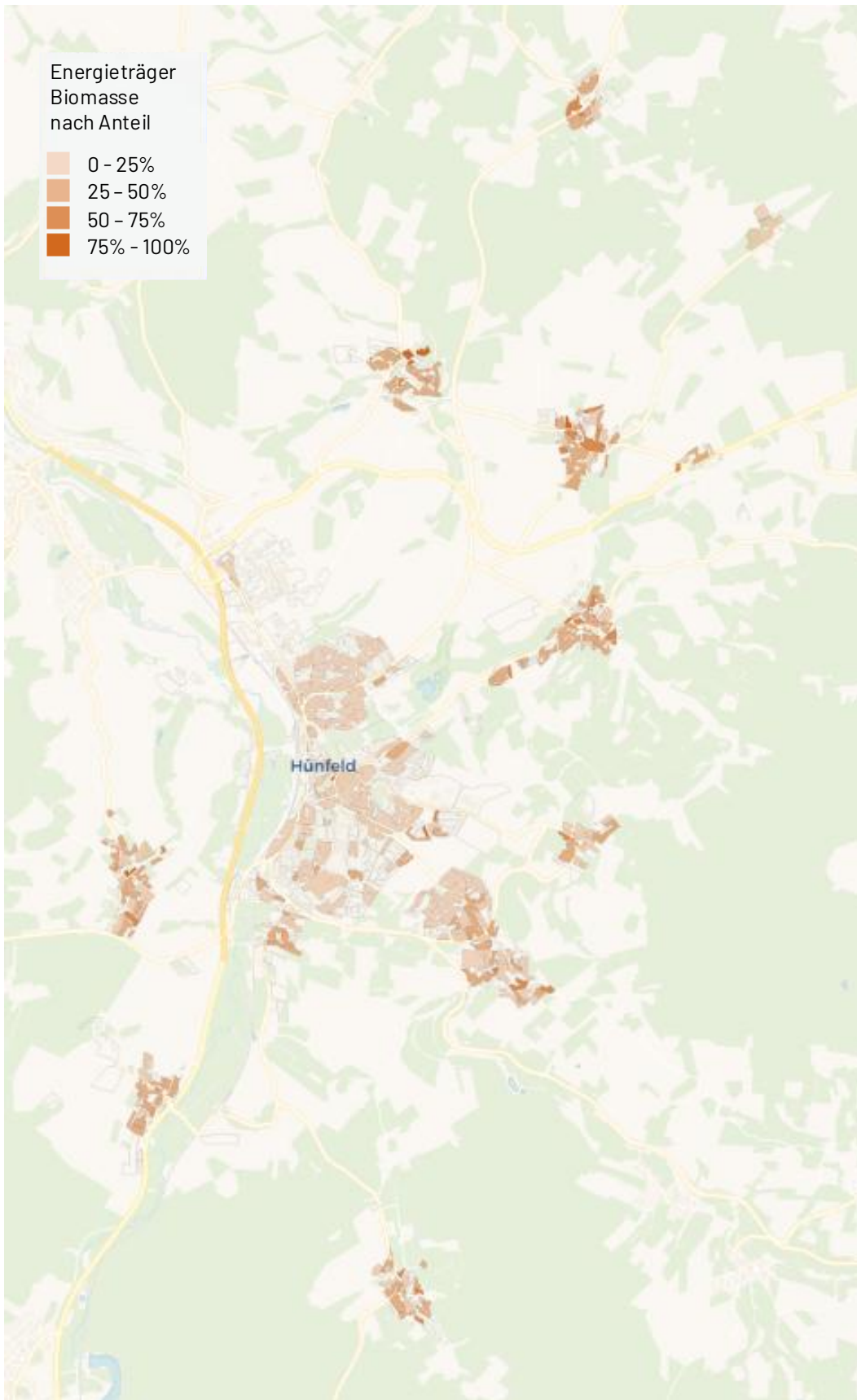


Abbildung 10: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (östlicher Kartenausschnitt)

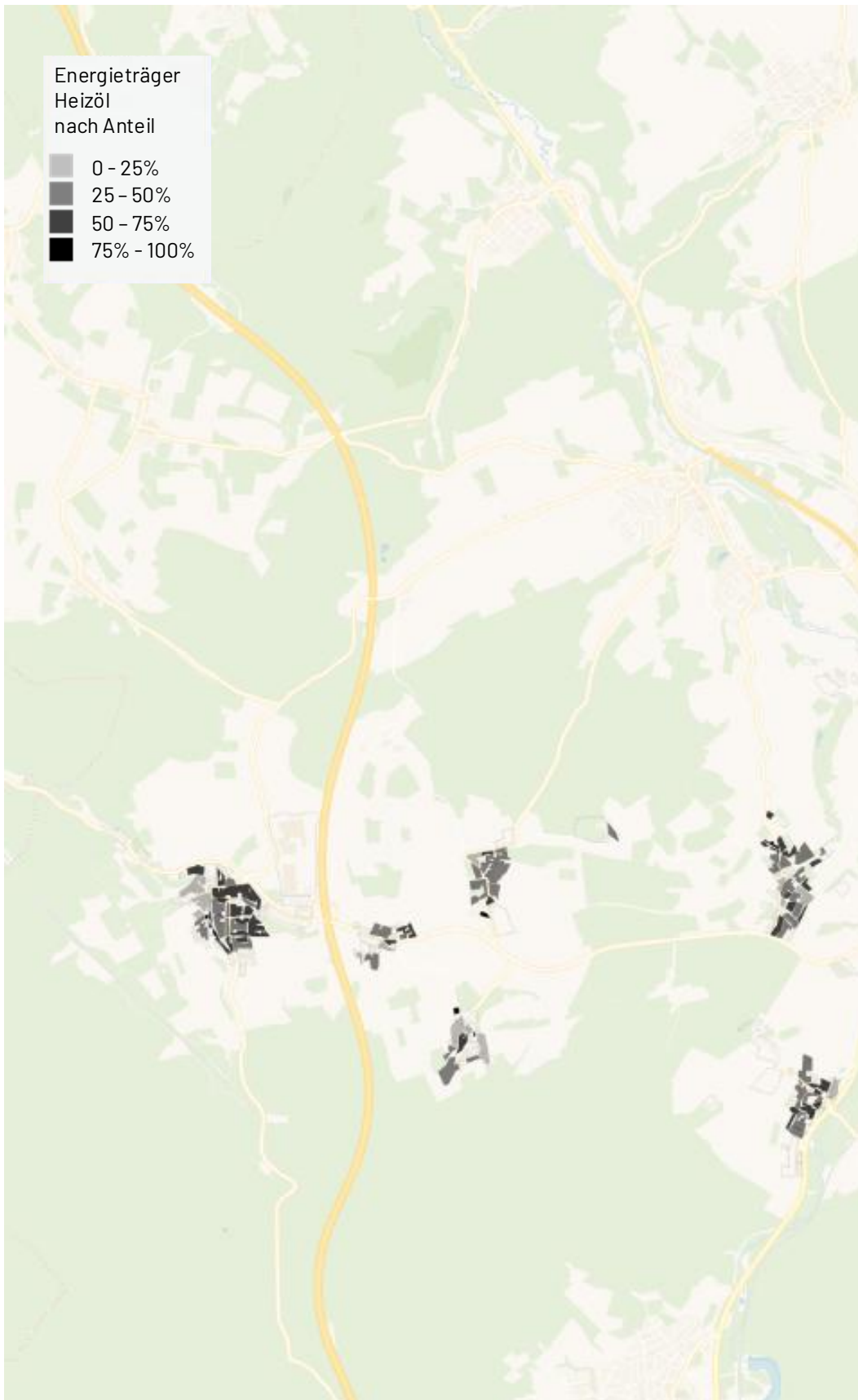


Abbildung 11: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.

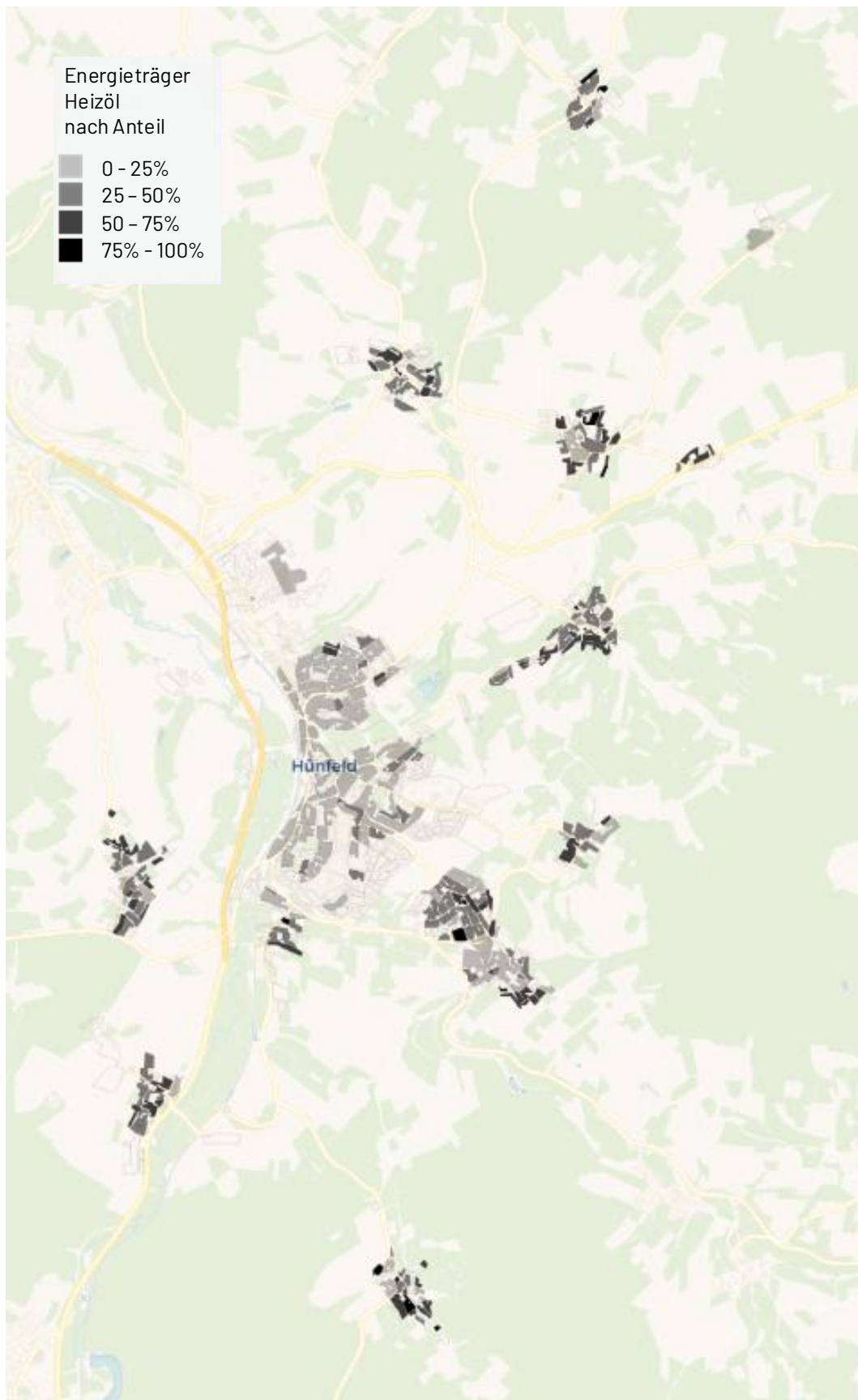


Abbildung 12: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.

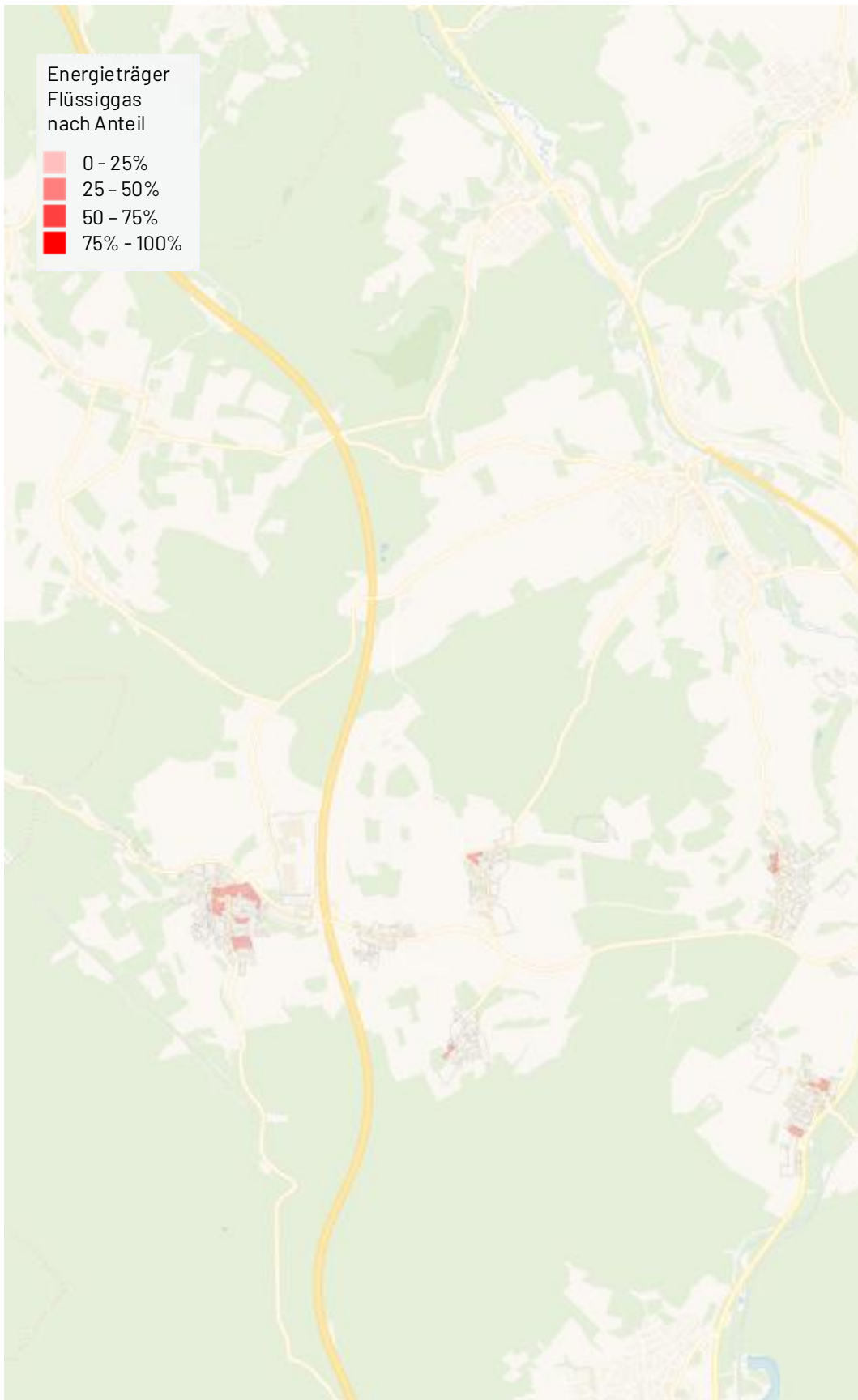


Abbildung 13: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.



Abbildung 14: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.



Abbildung 15: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.

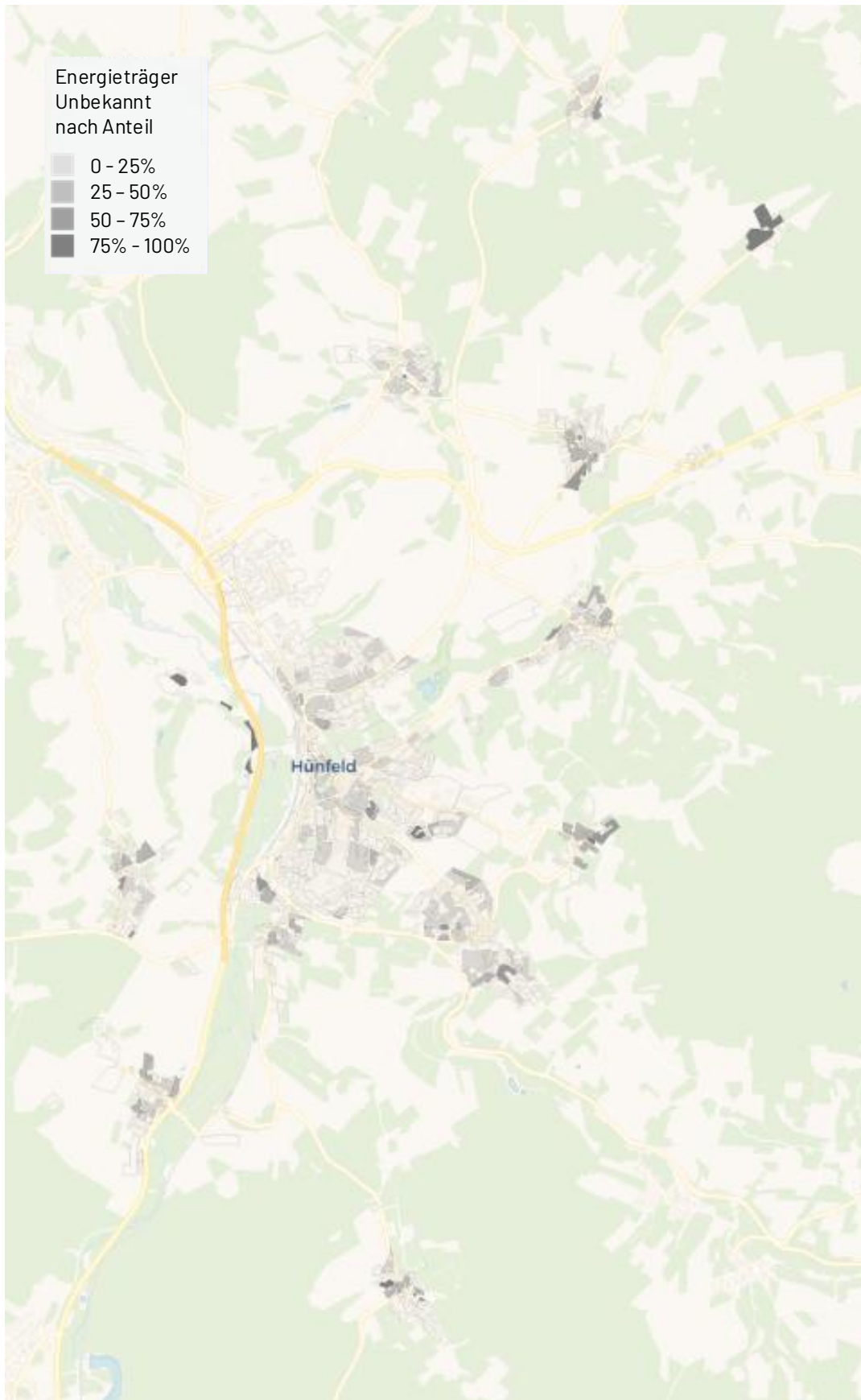


Abbildung 16: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.

3.5 Treibhausgasemissionen

Zur Erstellung der Treibhausgasbilanz wurden die Emissionswerte für die Endenergieträger einschließlich ihrer Vorketten (Emissionen aus der Energiebereitstellung) berechnet. Dies erfolgte auf Grundlage der aktuellen Fassung des Technikcatalogs zum Wärmeplanungsgesetz.

Beim Jahreswärmeverbrauch entfielen rund 6 % auf unbekannte Energieträger (vgl. Tabelle 3). Der Großteil ist vermutlich auf die Verbrennung von Heizöl zurückzuführen, wie Datenquellen nahelegen (statistik.hessen.de 2023). Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde für die Verbrennung von Öl, Erd- und Flüssiggas sowie Biomasse ein Nutzungsgrad von 0,85 angesetzt.

Daraus ergaben sich für die Stadt Hünfeld im Jahr 2023 Treibhausgasemissionen von rund 62 200 t CO₂-Äquivalenten pro Jahr für die Wärmeerzeugung.

Im folgenden Balkendiagramm sind Erdgas mit rund 45 000 t und Heizöl mit 16 000 t als die größten Treibhausgasverursacher bei der Wärmeversorgung deutlich zu erkennen. Wärmebedarfe unbekannter Wärmeerzeuger werden hierbei zu Heizöl gerechnet.

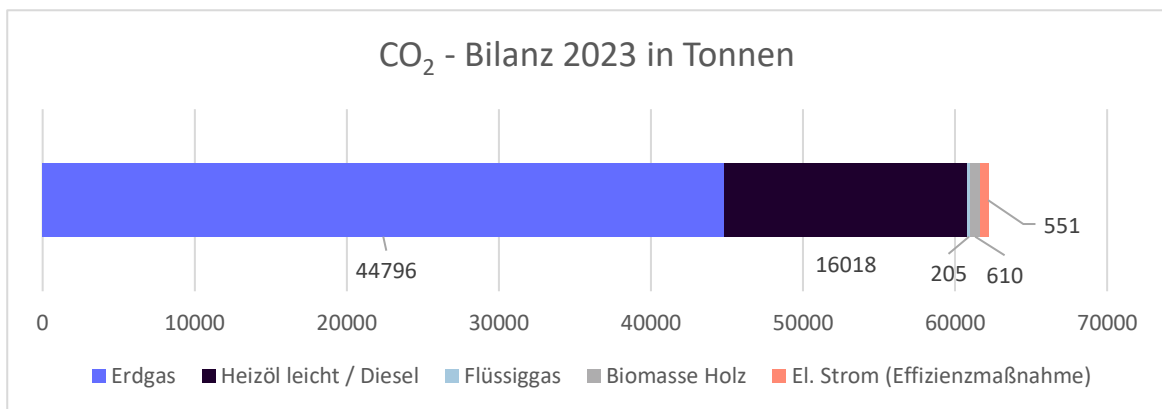


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung im Jahr 2023

3.6 Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Die folgende Tabelle bildet die aktuell vorhandenen dezentralen Erzeugungsanlagen in Hünfeld ab. Die Daten wurden aus den Zähler- und den Schornsteinfegerdaten abgeleitet.

Tabelle 5: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen im Jahr 2023

Wärmeerzeuger (Anzahl)	HH	GHD	Öffentl. Gebäude	Industrie	Summe	Anteil in %
Gaskessel (Erdgas, netzgebunden)	2.594	403	248	27	3.272	40
Biomassekessel	2.068	83	11	0	2.162	27
Heizölkessel	1.574	65	15	0	1.654	20
Unbekannt	513	0	0	0	513	6,3
Wärmepumpe	259	13	5	0	277	3,4
Flüssiggaskessel	89	14	16	0	119	1,5
Heizstrom	63	17	1	0	81	1,0
BHKW	5	2	0	0	7	0,09
Kohlekessel	2	0	0	0	2	0,02
Klärgaskessel	0	1	0	0	1	0,01
Summe	7.167	598	296	27	8.088	
Anteil in %	89	7	4	0,33		100

In den kartografischen Abbildungen ist die Verteilung der jeweiligen dezentralen Wärmeerzeuger im Planungsgebiet gut erkennbar. Je größer ihre Anzahl, desto dunkler der Farbwert.



Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel). Westlicher Kartenausschnitt.

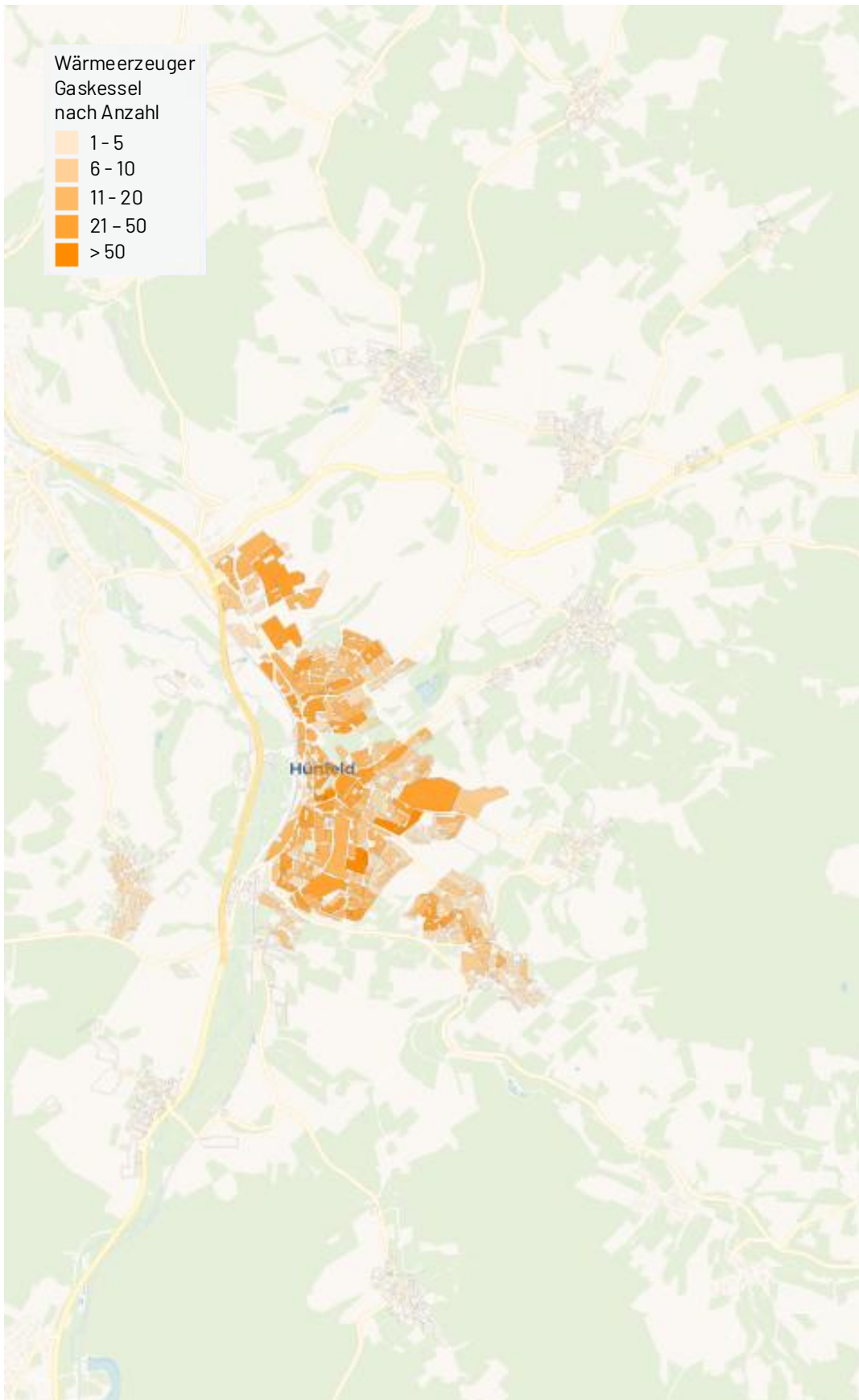


Abbildung 19: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel). Östlicher Kartenausschnitt.

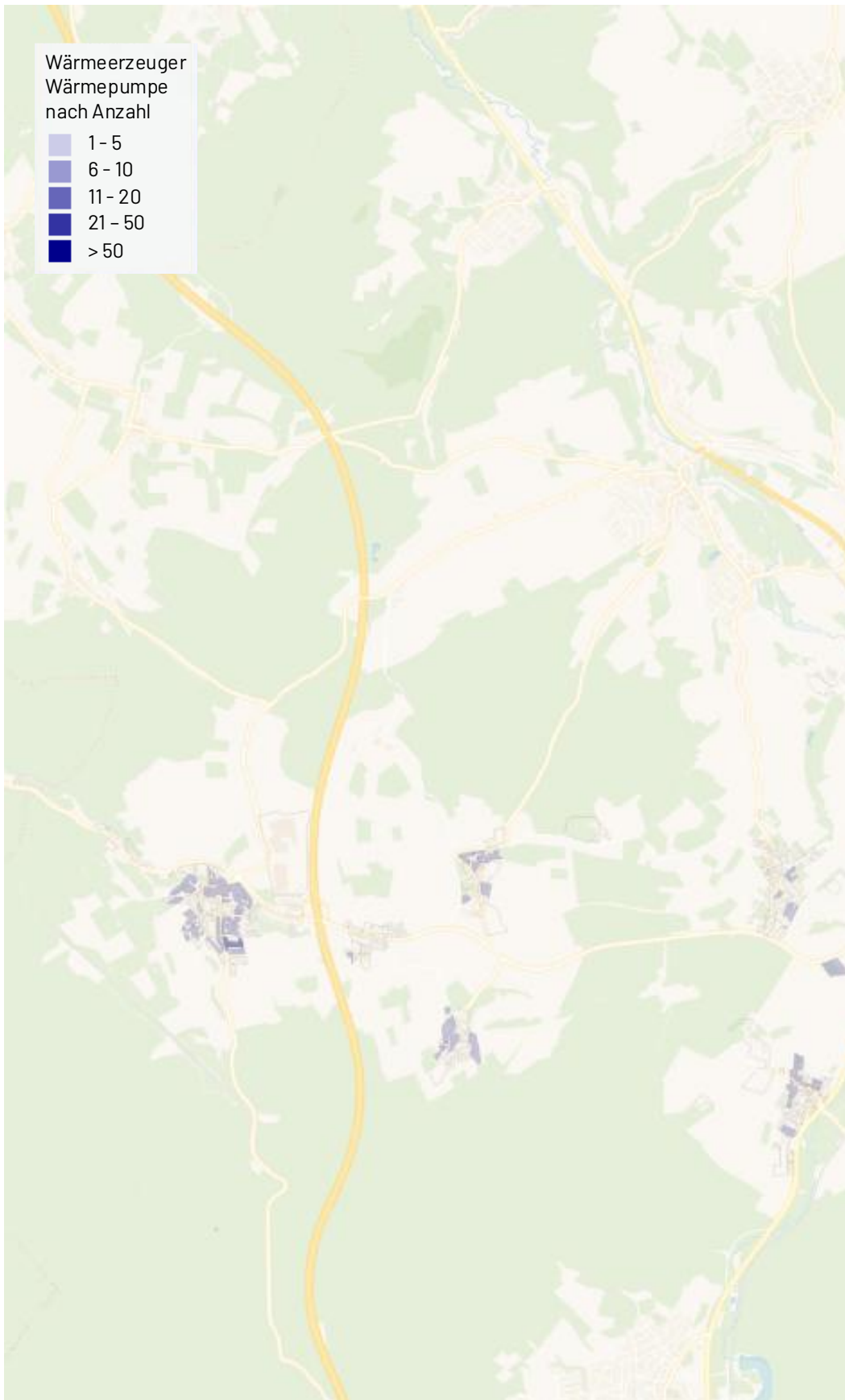


Abbildung 20: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.

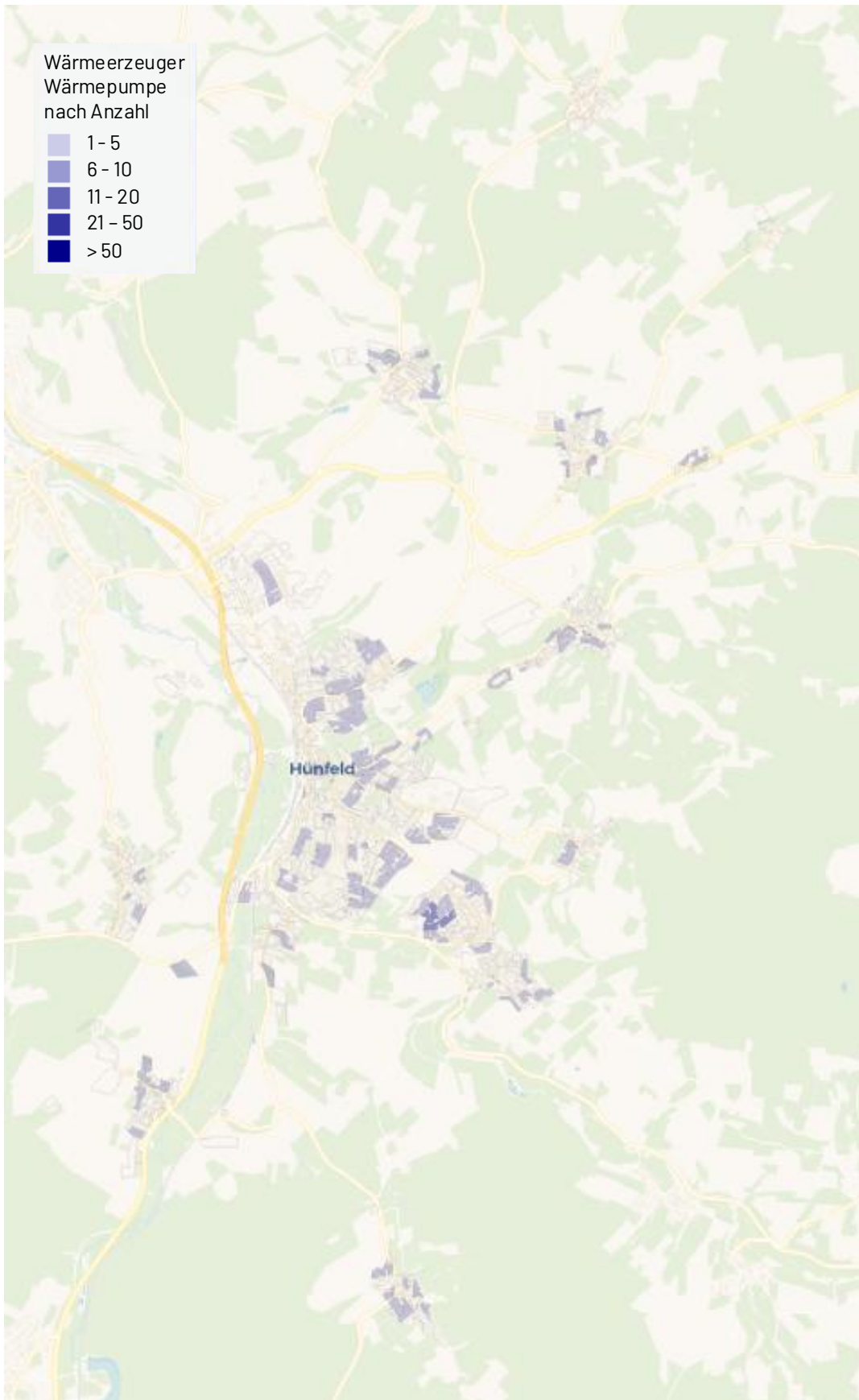


Abbildung 21: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.

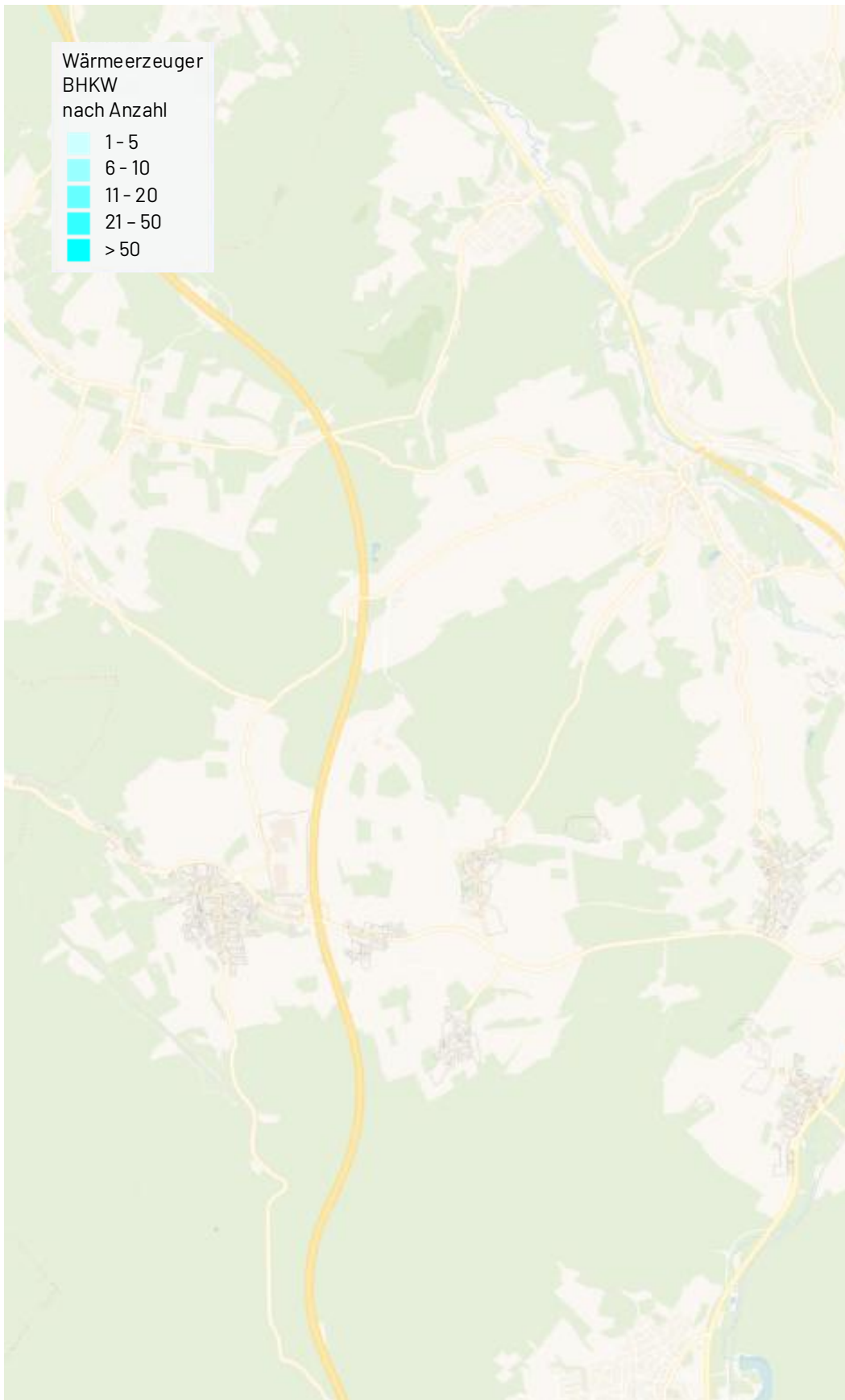


Abbildung 22: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (BHKW, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.



Abbildung 23: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (BHKW, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.

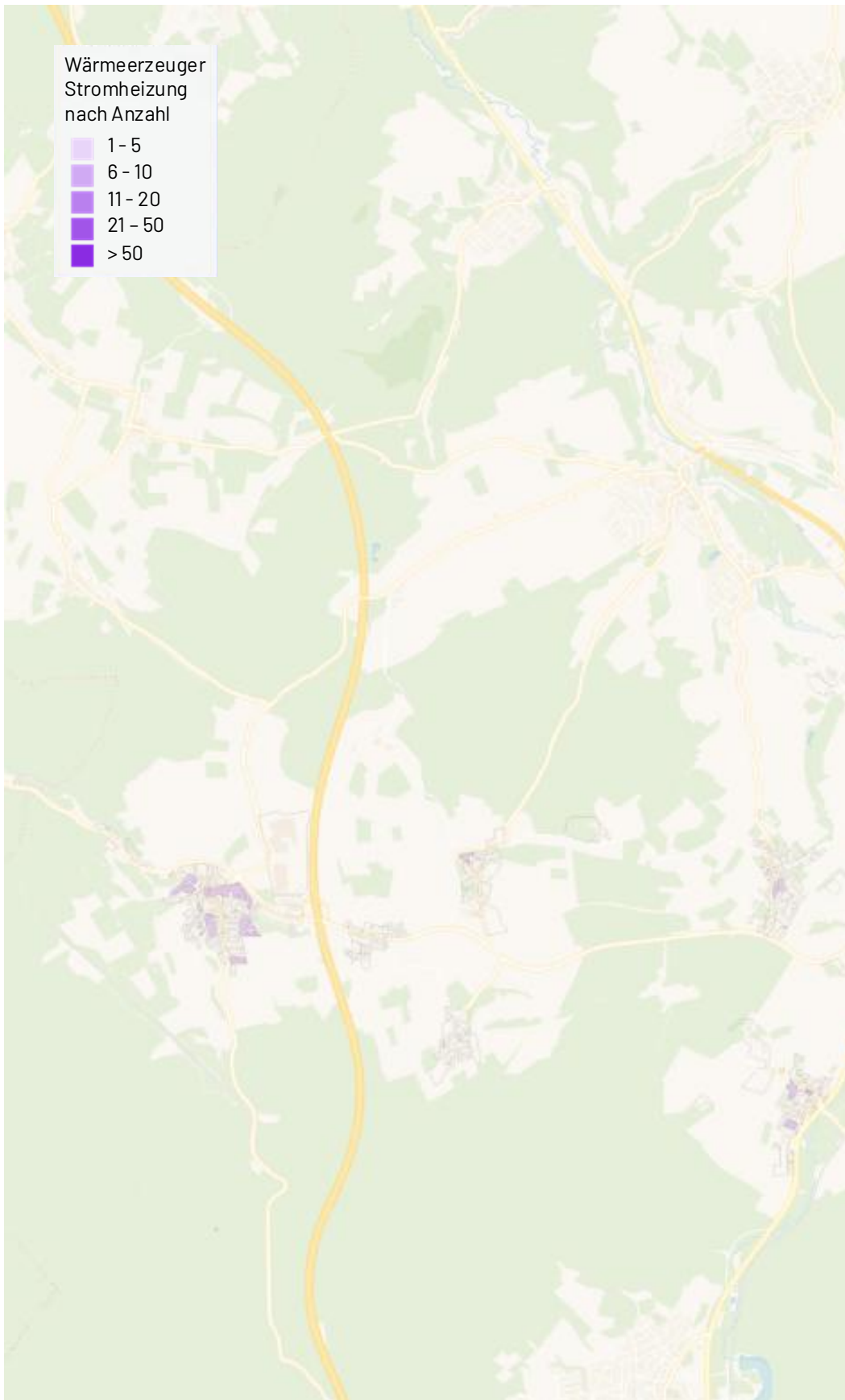


Abbildung 24: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.



Abbildung 25: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.

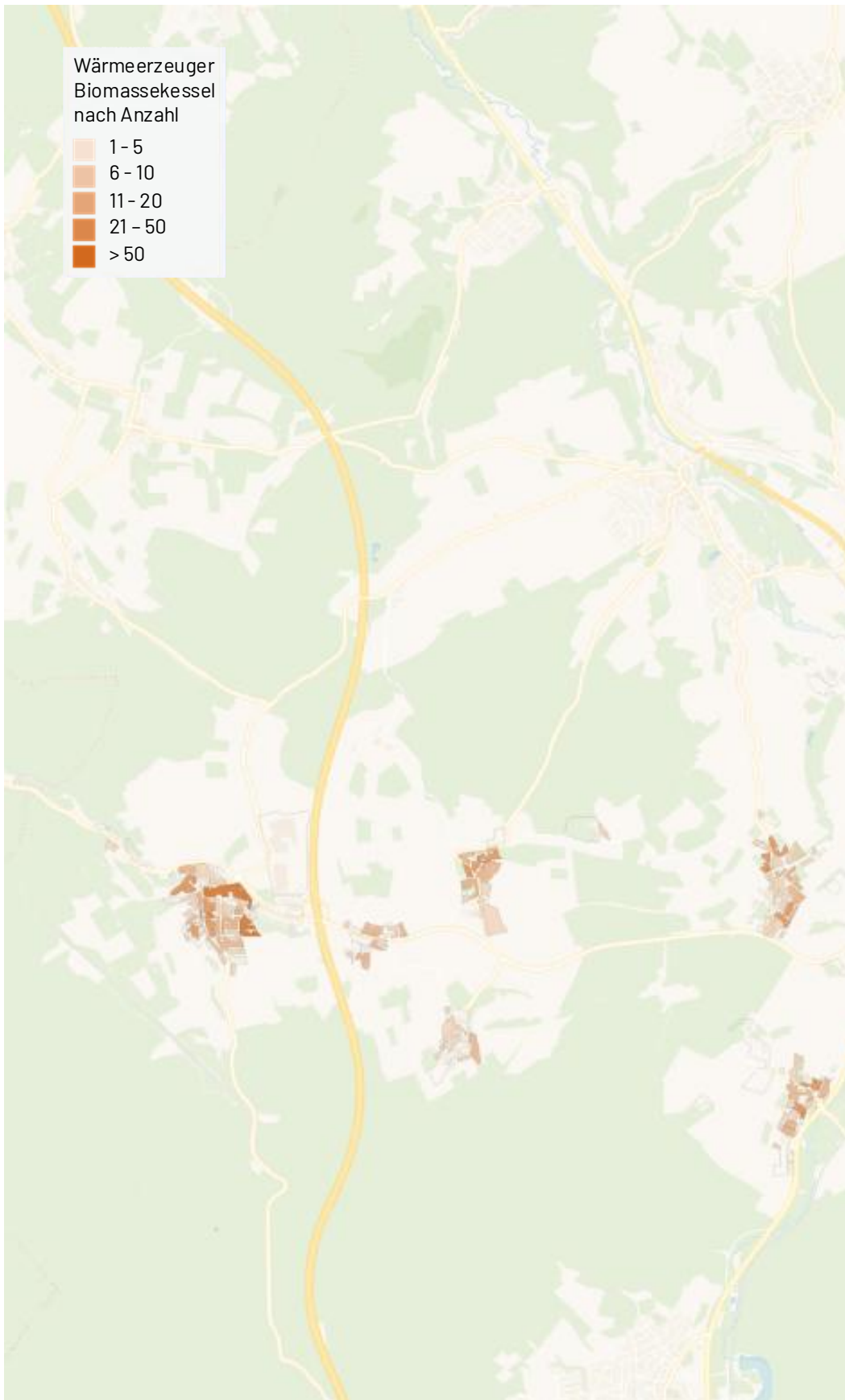


Abbildung 26: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomasse inklusive Kamine). Westlicher Kartenausschnitt.

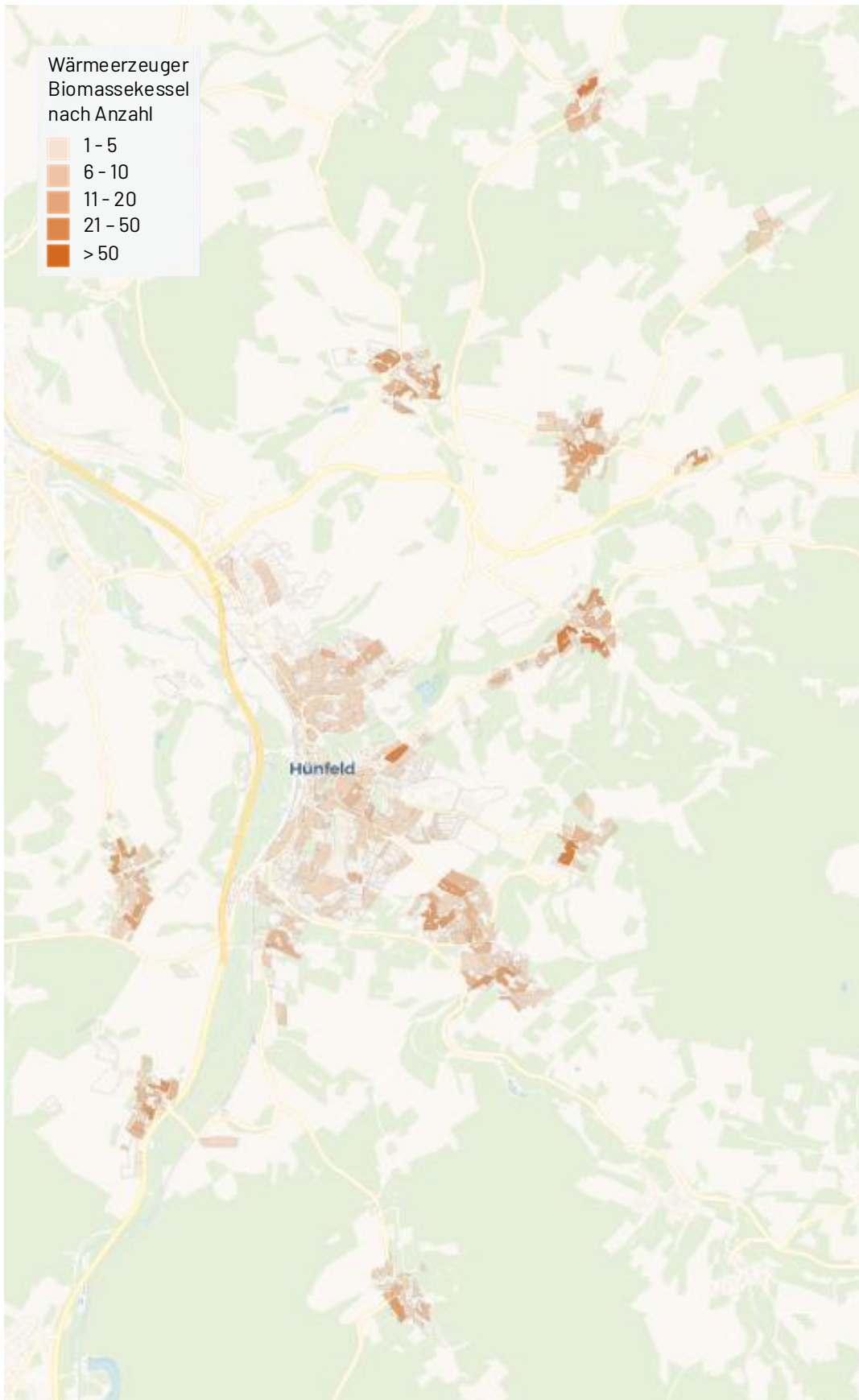


Abbildung 27: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomasse inklusive Kamine). Östlicher Kartenausschnitt.

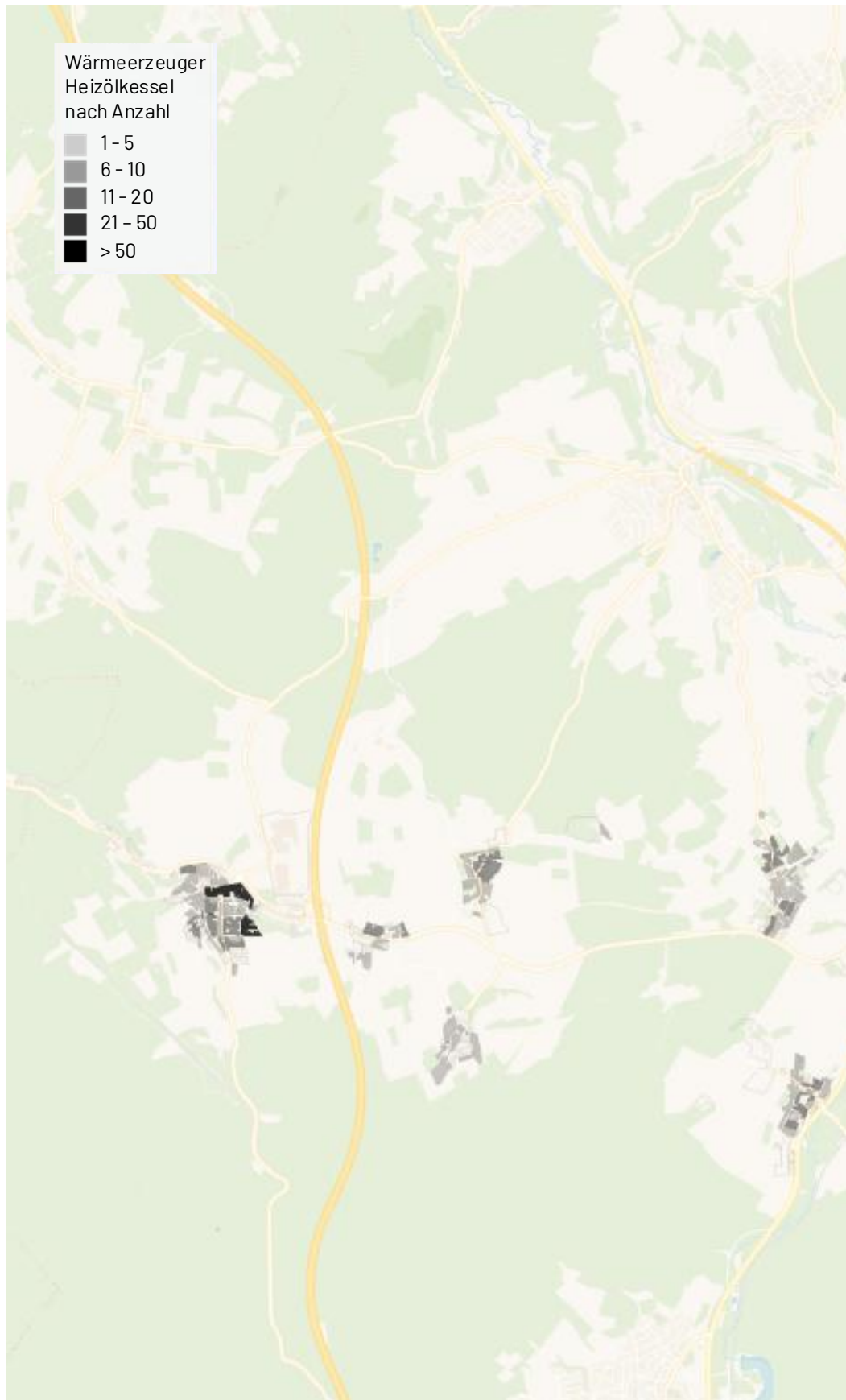


Abbildung 28: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizöl). Westlicher Kartenausschnitt.

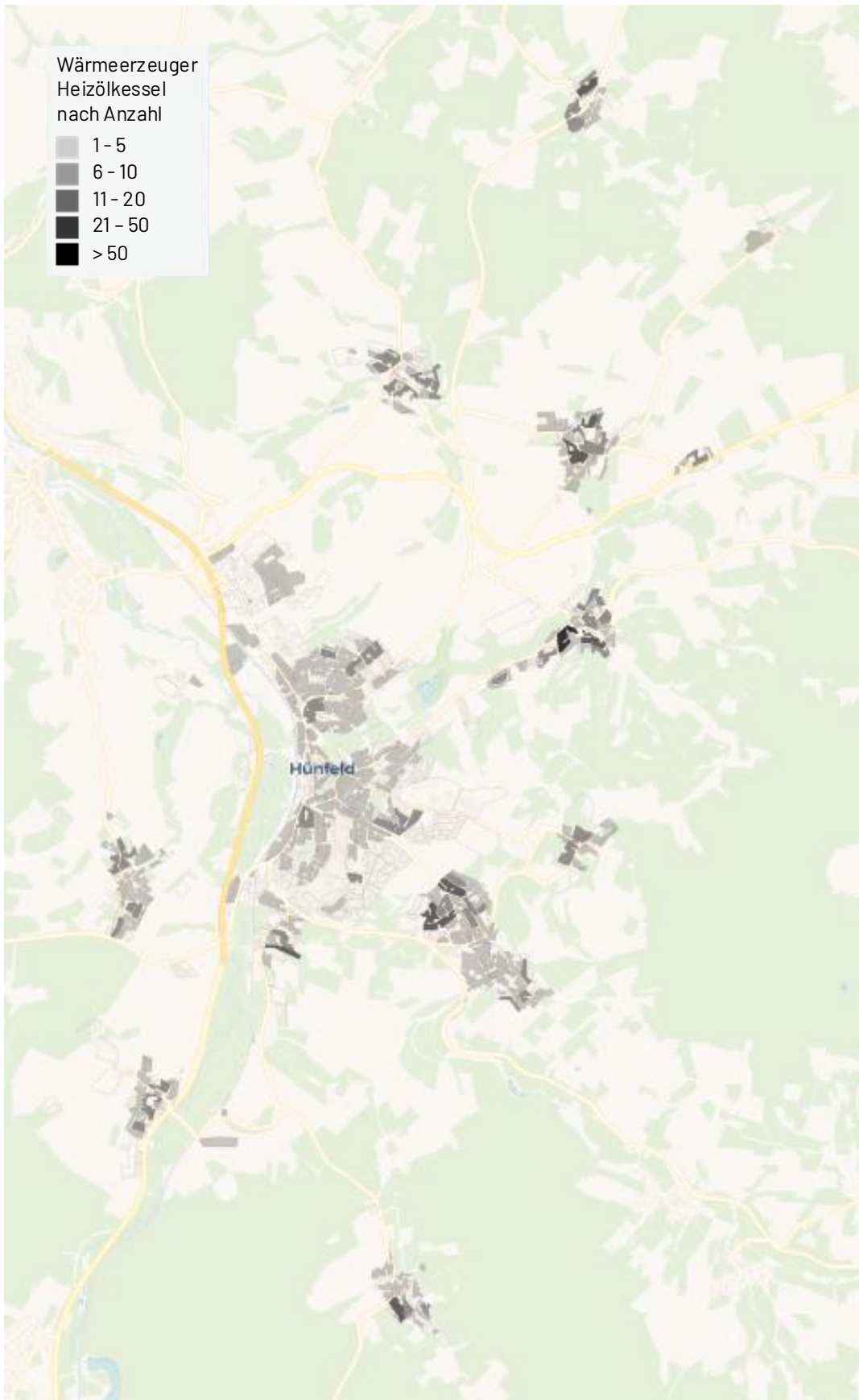


Abbildung 29: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizöl). Östlicher Kartenausschnitt.

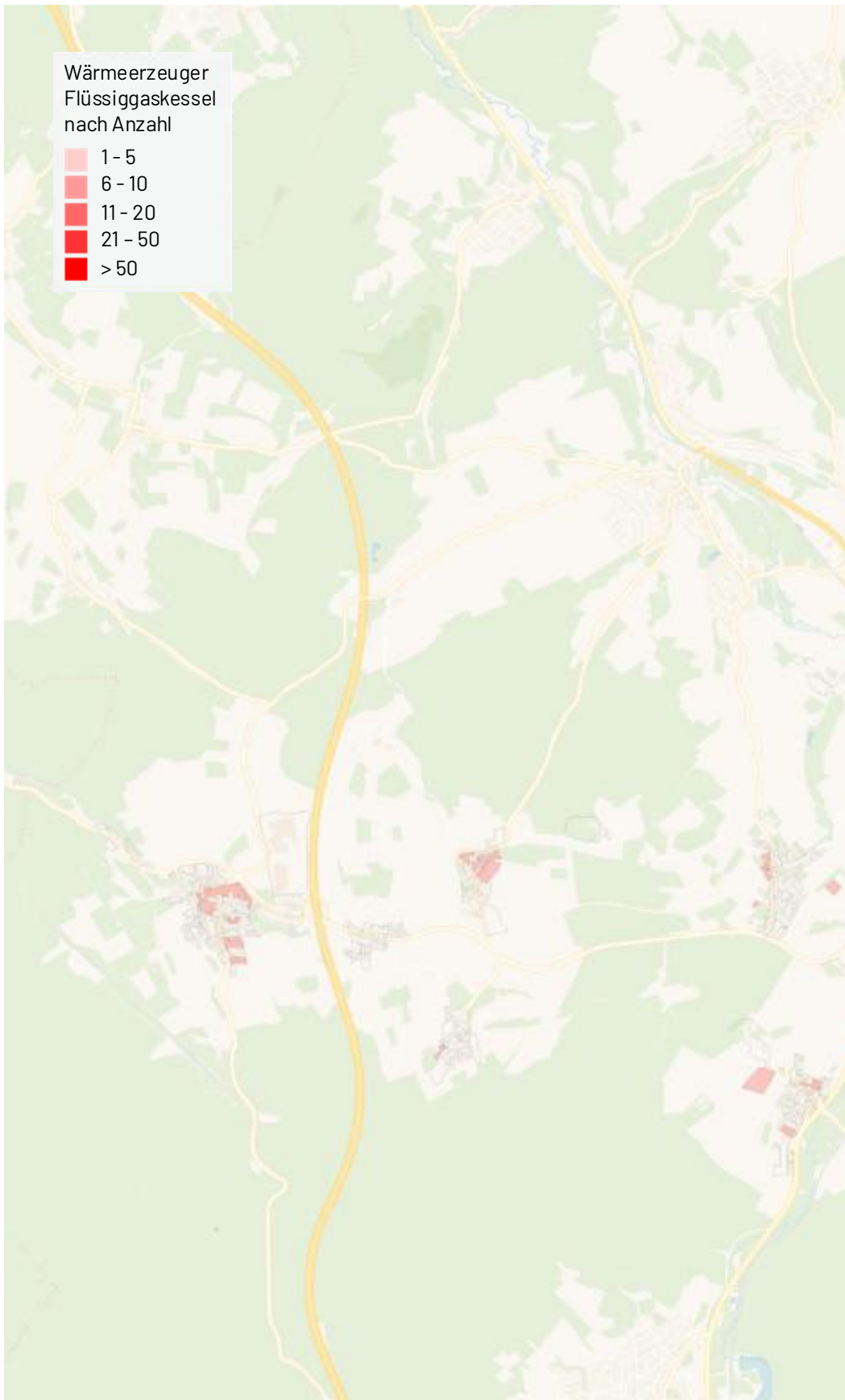


Abbildung 30: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel). Westlicher Kartenausschnitt.

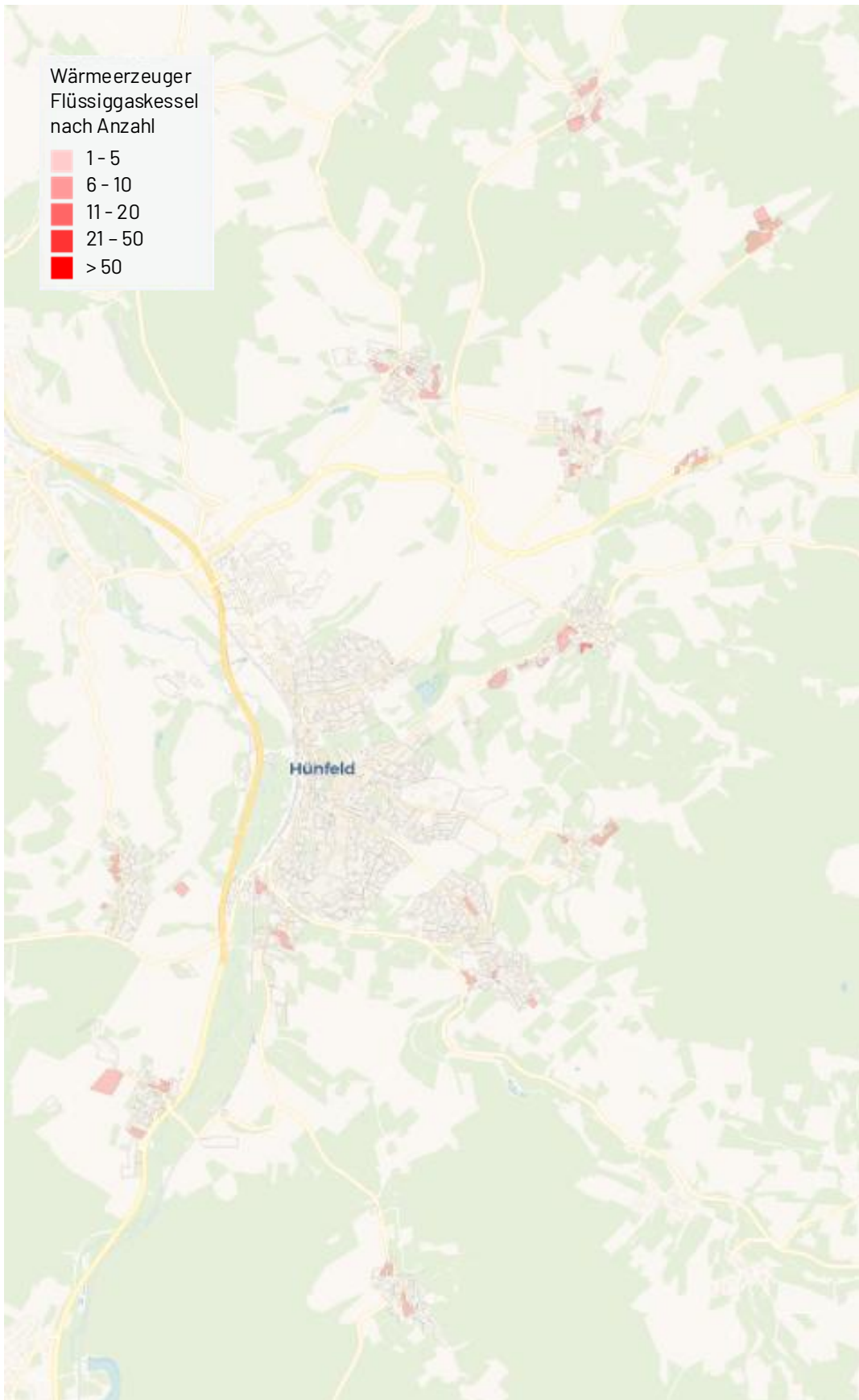


Abbildung 31: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel). Östlicher Kartenausschnitt.



Abbildung 32: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (Unbekannt). Westlicher Kartenausschnitt

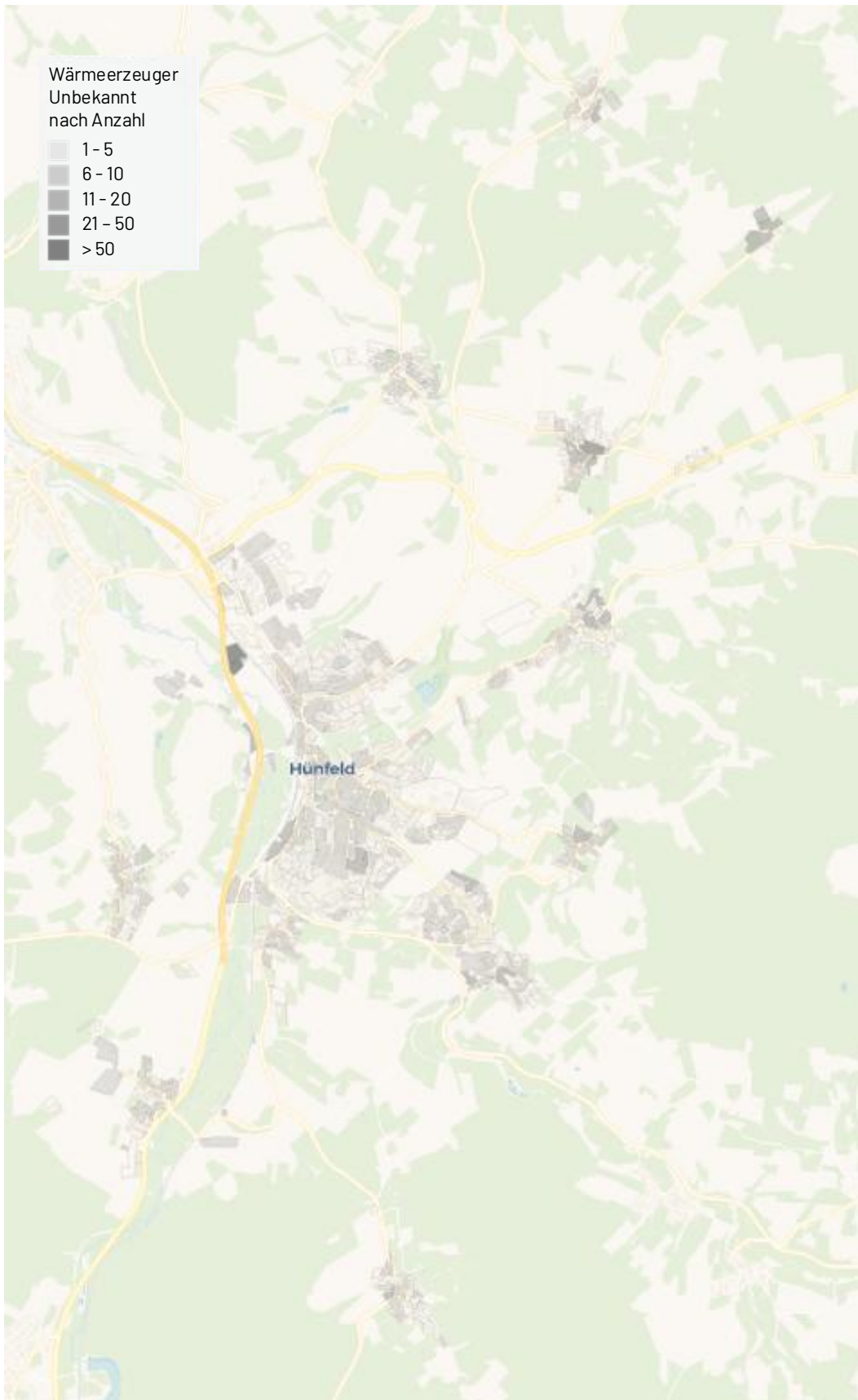


Abbildung 33: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (Unbekannt). Östlicher Kartenausschnitt.

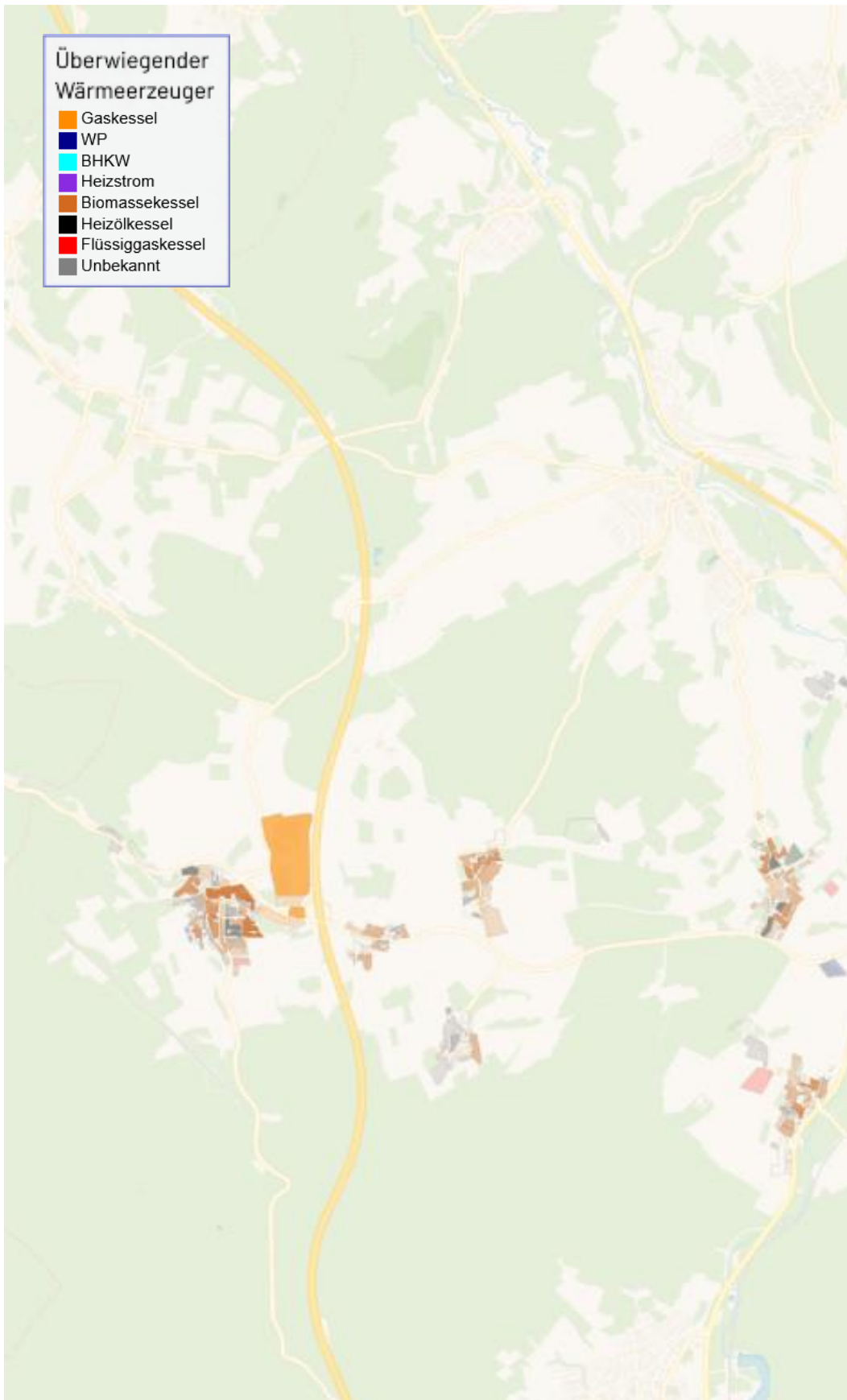


Abbildung 34: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmerezeuger. Westlicher Kartenausschnitt.

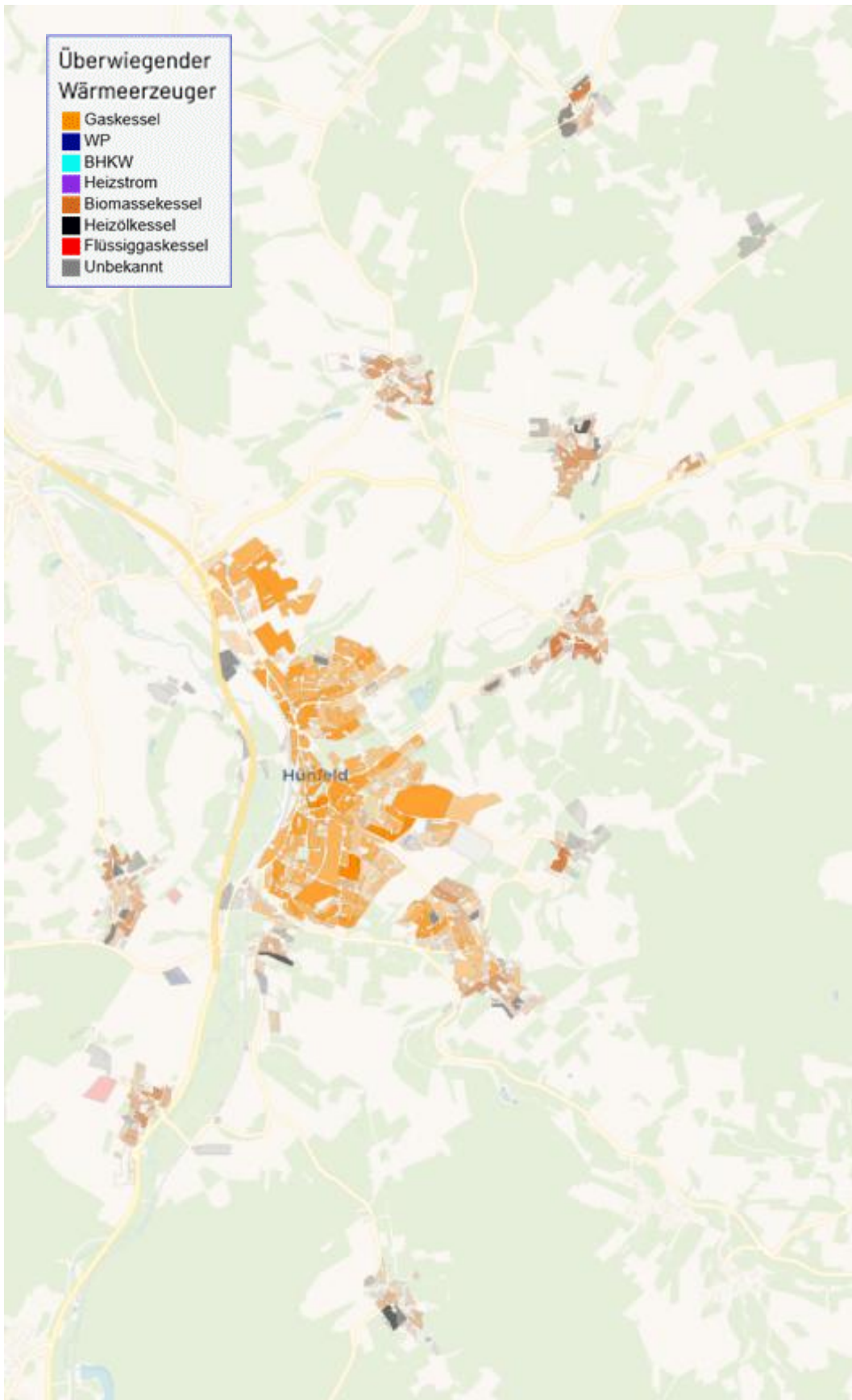


Abbildung 35: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmerezeuger. Östlicher Kartenausschnitt.

Die Karten weisen eine nahezu flächendeckende Versorgung mit Gasnetzen in der Stadt Hünfeld aus. Die außenliegenden Stadtteile werden überwiegend mit Heizöl oder Biomasse versorgt. Wärmepumpen sind bisher nicht sehr ausgeprägt vorhanden. Unter den unbekanntem Wärmeerzeugern dürften überwiegend Ölkessel, zum Teil aber auch Biomassekessel oder andere Erzeuger sein.

3.7 Für die Wärmeversorgung relevante Infrastrukturanlagen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse zu den relevanten Infrastrukturanlagen für die Wärmeversorgung sowie die Informationen zu Gebäuden und Großverbrauchern zusammengefasst. Die Reihenfolge und Darstellungsform der Abschnitte orientieren sich an Anlage 2 WPG (zu §23) Abs. 2 Nr. 5 bis 11.

Für die nachfolgenden kartografischen Abbildungen wurden Auszüge aus dem Wärmeetlas sowie ergänzend die von der Auftragnehmerin erstellten digitalen Karten zu den Infrastrukturanlagen der Wärmeversorgung verwendet. Beide Instrumente liegen auf Basis eines Geoinformationssystems in digital nutzbaren Formaten in der Stadtverwaltung vor.

3.7.1 Überwiegender Gebäudetyp

In diesem Arbeitsschritt wurden Erkenntnisse über den dominierenden Gebäudetyp in den Teilgebieten gewonnen, um daraus später die Eignung für bestimmte Versorgungsarten ableiten zu können. Die räumliche Darstellung erfolgte baublockbezogen. Datengrundlage bildeten die Daten des deutschen Zensus. Diese liegen für Raster mit einer Größe von 100 mal 100 Metern vor. Jedes Tortendiagramm in Abbildung 37 zeigt die Zusammensetzung des jeweiligen Rasters.

Mehrfamilienhausgebiete eignen sich tendenziell eher für die Versorgung über Wärmenetze. Diese sind vor allem in der Kernstadt unterhalb der Mackenzeller Straße zu finden. Zu berücksichtigen ist, dass auf der Karte nur der überwiegende Gebäudetyp abgebildet wird. Insofern ist es nicht ausgeschlossen, dass auch für die ebenfalls dort vorhandenen Einfamilienhaus(EFH)-Areale wirtschaftliche Wärmenetzlösungen geben kann. Die Eignung in den EFH-Gebieten würde durch eine relevante Zahl von Mehrfamilienhäusern oder Ankerkunden aus den Sektoren GHD oder Industrie begünstigt. Besonders sehr dicht bebaute Einfamilienhausgebiete mit Reihenhausanteilen könnten – je nach Baualter und -standard – ebenfalls für eine Wärmenetzversorgung geeignet sein.

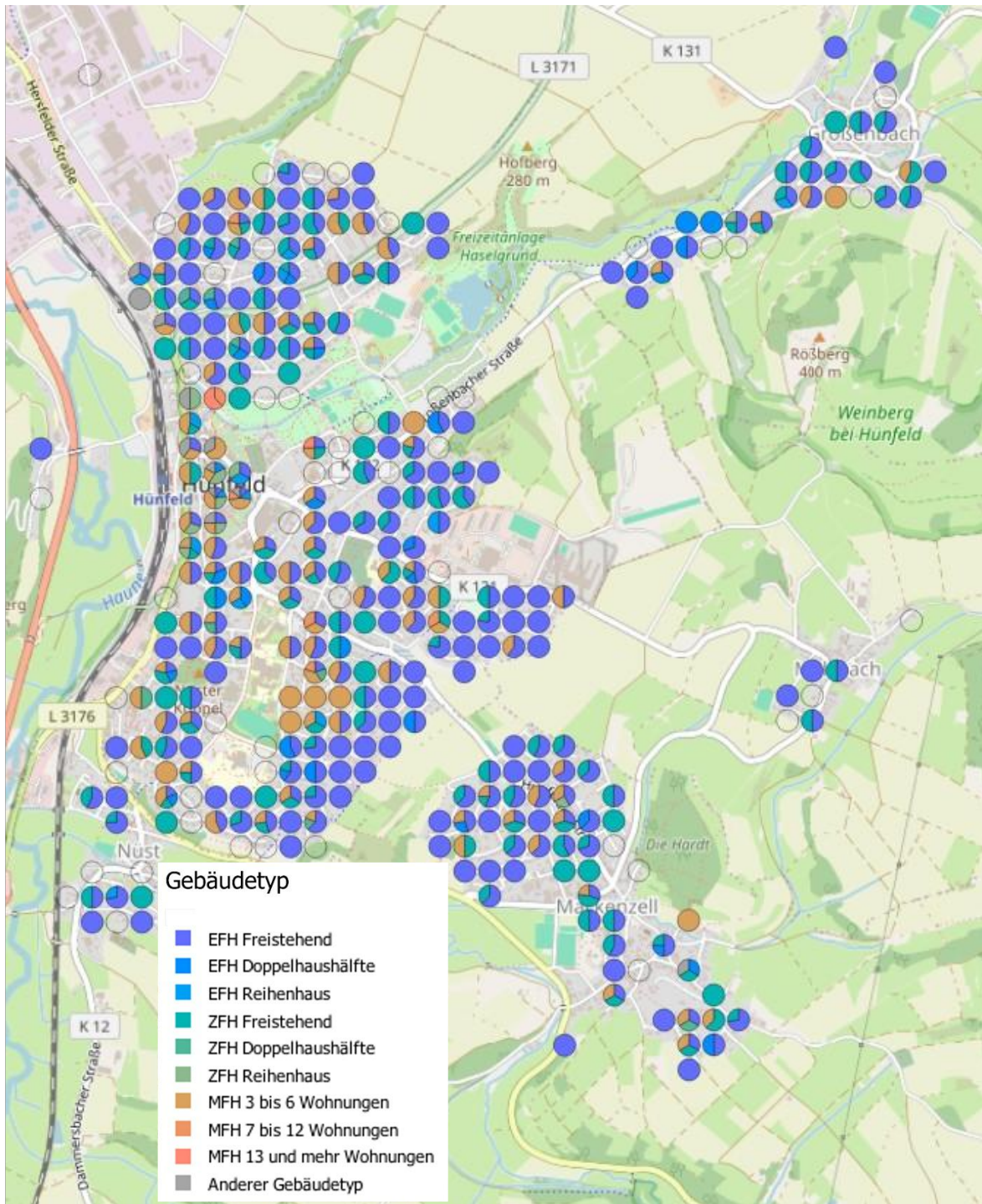


Abbildung 36: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps (Stadtkern)

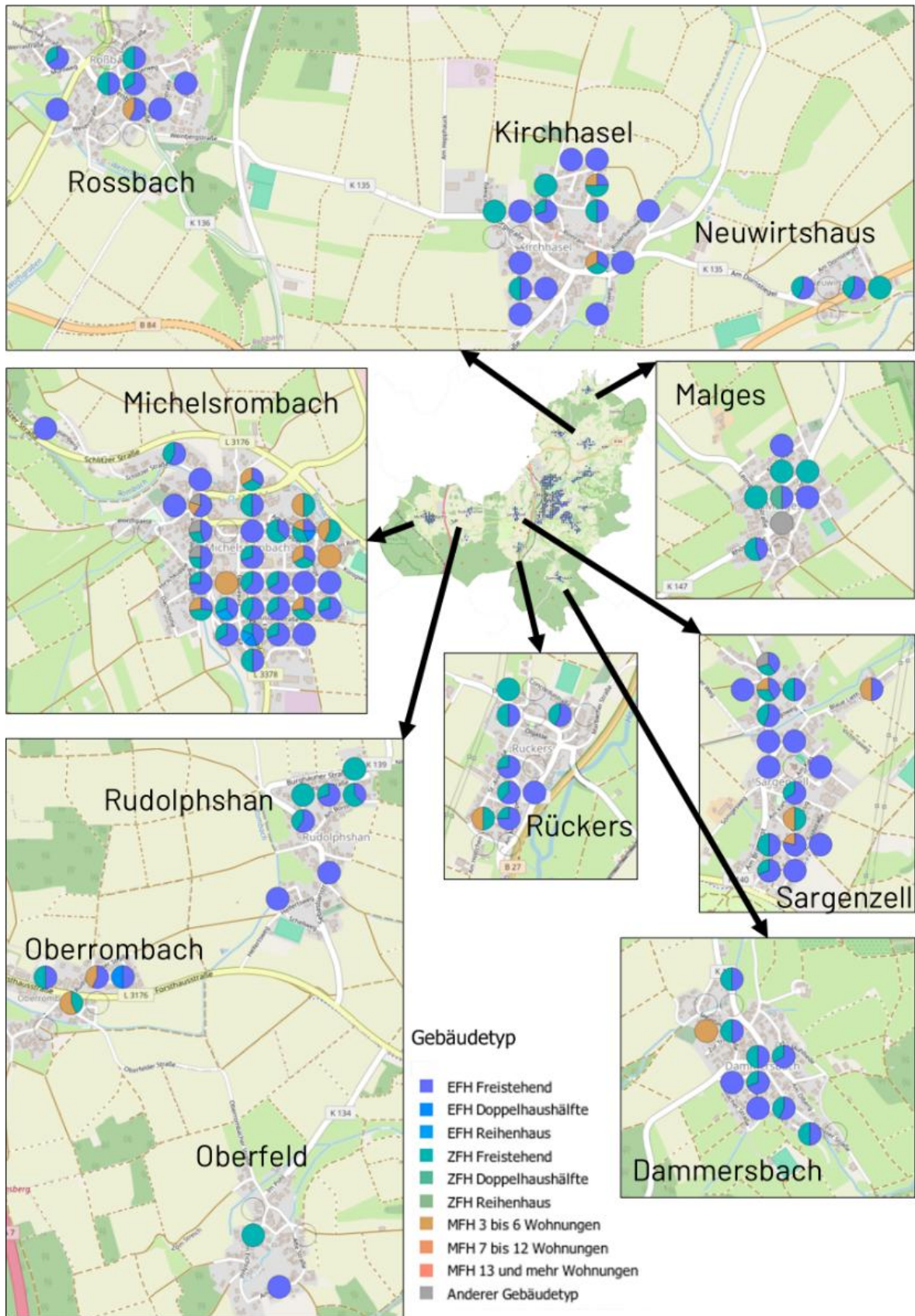


Abbildung 37: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps (Umgebung)

In Summe gibt der deutsche Zensus (Statistisches Bundesamt 2025) folgende Zahlen für die Gebäudetypen in Hünfeld aus:

Tabelle 6: Anzahl von Gebäuden je Gebäudetyp für Hünfeld

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil in %
Freistehendes Einfamilienhaus	2.237	50,6
Einfamilienhaus: Doppelhaushälfte	186	4,2
Einfamilienhaus: Reihenhaushaus	78	1,8
Freistehendes Zweifamilienhaus	1.062	24,0
Zweifamilienhaus: Doppelhaushälfte	41	0,9
Zweifamilienhaus: Reihenhaushaus	44	1,0
Mehrfamilienhaus: 3-6 Wohnungen	597	13,5
Mehrfamilienhaus: 7-12 Wohnungen	33	0,7
Mehrfamilienhaus: 13 und mehr Wohnungen	16	0,4
Anderer Gebäudetyp	136	3,1
Summe	4.425	100,0

3.7.2 Überwiegende Baualtersklassen

Die Baualtersklassen werden in der Wärmeplanung erfasst, um daraus den energetischen Baustandard entsprechender Baujahre (vor Sanierung) und den Wärmebedarf ableiten zu können. Außerdem können energetische Gebäudesanierungsbedarfe abgeschätzt werden. Das ist relevant, um Teilgebiete mit einem erhöhten Energieeinsparpotenzial gemäß § 18 Abs. 5 WPG zu identifizieren.

In Hünfeld sind besonders in den verdichteten Innenstadtbereichen auch die älteren Baualtersklassen von vor 1919 zu finden (was sich aus der historischen Stadtentwicklung ableitet). Daraus kann geschlossen werden, dass in diesen Bereichen einerseits ein überdurchschnittlicher Wärmebedarf existieren könnte, gleichzeitig jedoch die Energieeinsparpotenziale in der Wärmeversorgung auch besonders hoch sind. Große Bereiche der Stadt sind im Zeitraum zwischen 1949 und 1978 entstanden. Auch in diesen Gebäuden bestehen erhebliche Energieeinsparpotenziale, sofern sie seitdem nicht grundlegend energetisch saniert wurden. In Gebäuden, die ab 2001 errichtet wurden, kann von einem relativ hohen energetischen Baustandard ausgegangen werden. Diese Gebäude und auch Gebäude mit einem Baujahr ab 2011 sind vor allem im Südosten der Kernstadt zu finden.

Die größte Zahl an Gebäuden in den umliegenden Stadtteilen ist zwischen 1949 und 1978 entstanden. Vereinzelt sind auch hier Gebäude aus der Gründerzeit von vor 1919 zu finden. In diesen Gebieten ist eine Wärmenetzentwicklung durchaus denkbar, da in dieser Zeit häufig Fachwerkhäuser mit höherem Wärmebedarf gebaut wurden.

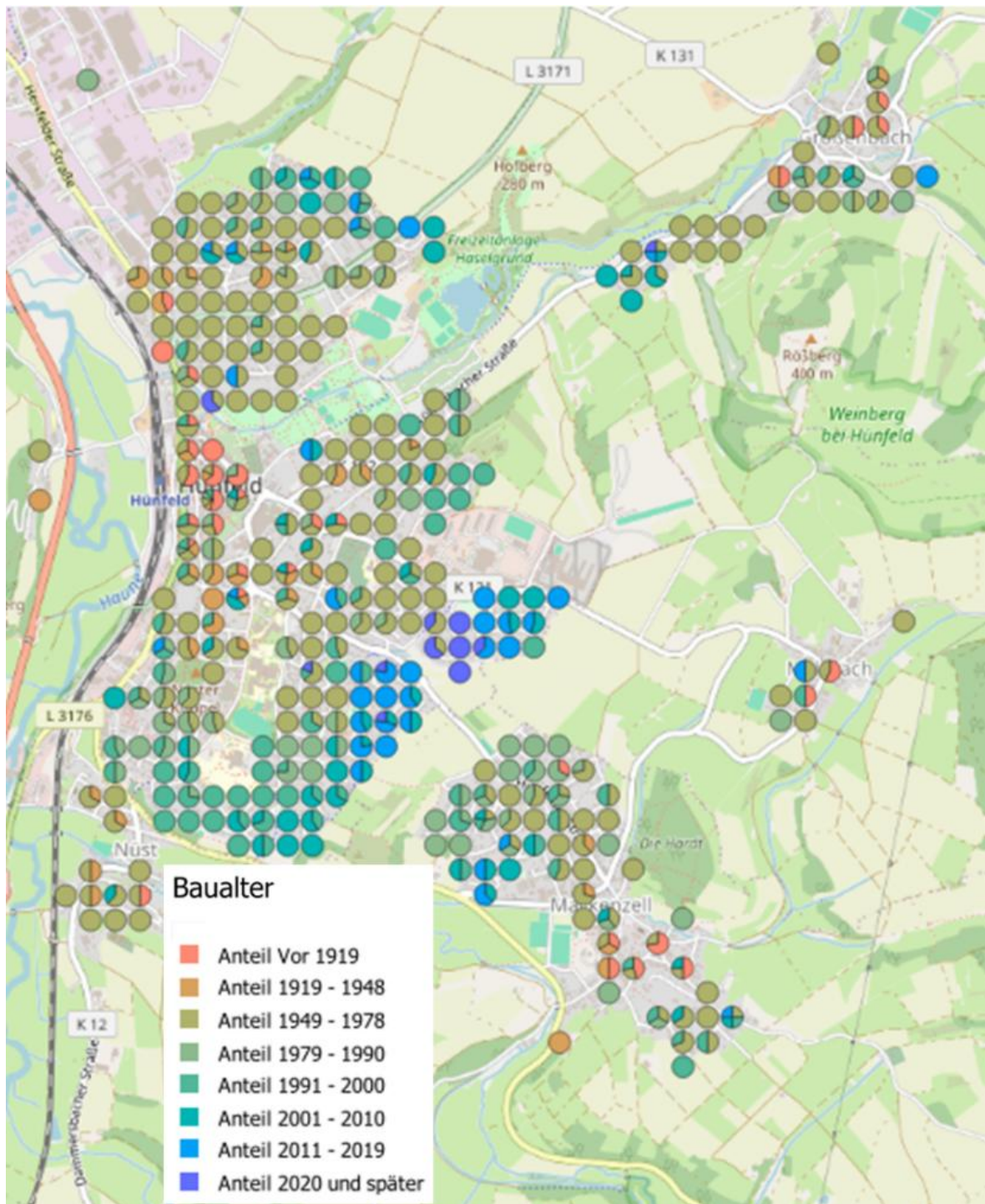


Abbildung 38: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude. (Stadtkern)

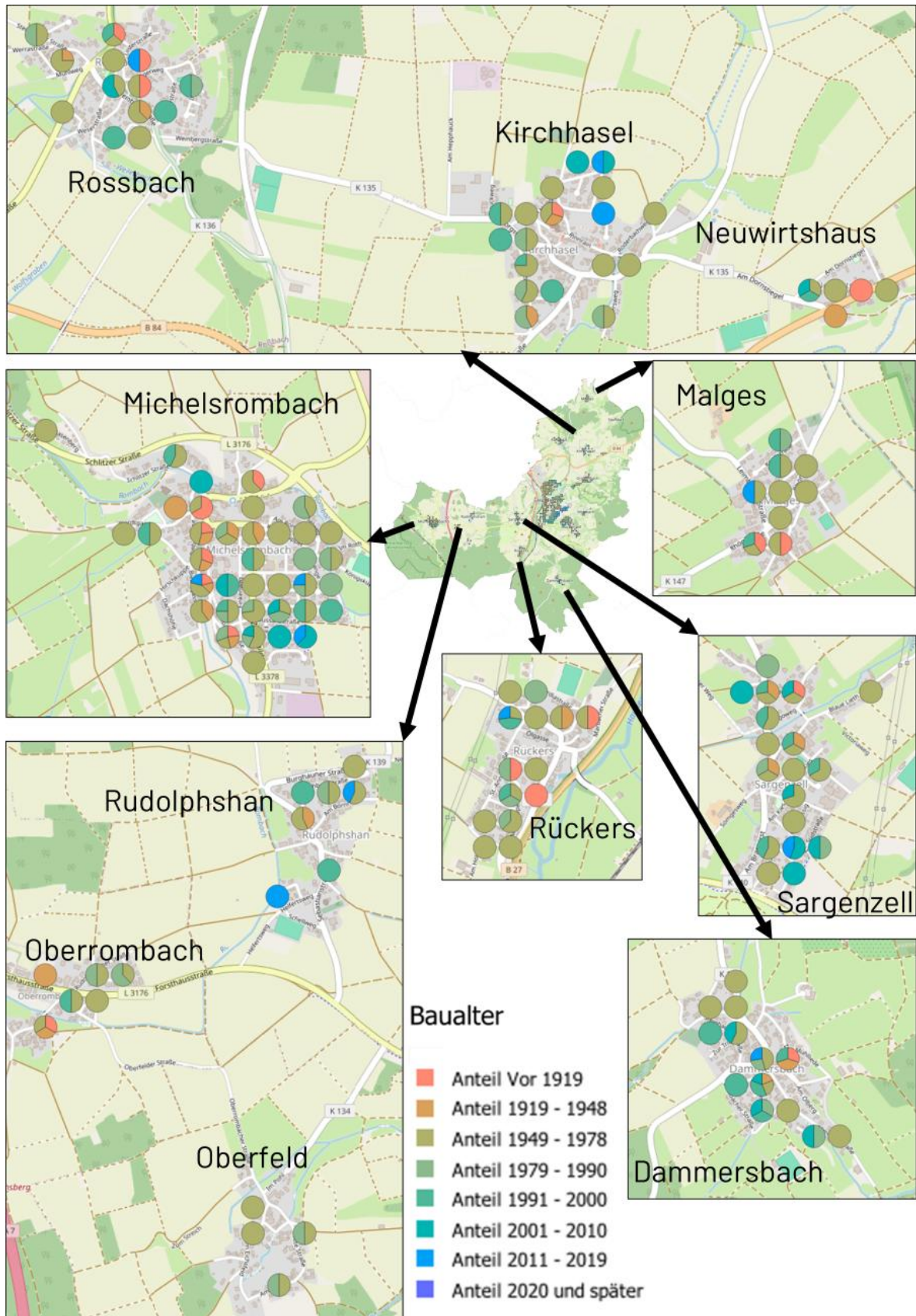


Abbildung 39: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude. (Umgebung)

3.7.3 Großverbraucher

Für die Entwicklung von Wärmenetzen ist die Identifizierung von Großverbrauchern und deren Standorten ein wichtiger Schritt. Großverbraucher gelten grundsätzlich als besonders vielversprechend für eine Erschließung durch Wärmenetze. Es sei denn, sie befinden sich in großer Entfernung zu anderen möglichen Erschließungsbereichen von Wärmenetzen. In solchen Fällen kann eine Anbindung an ein Wärmenetz unwirtschaftlich sein. Ebenso entscheidend ist, ob es sich bei dem Großverbraucher um einen Verbraucher mit Prozesswärmebedarf mit hohem Temperaturniveau handelt. Spätestens bei einem benötigten Temperaturniveau von deutlich mehr als 100 °C ist eine Anbindung an ein Wärmenetz in der Regel nicht sinnvoll. Diese Anwendungsfälle wurden in der Untersuchung zum Ausbau eines Wärmenetzes (vgl. Kapitel 5.1) berücksichtigt, soweit sie bekannt waren.

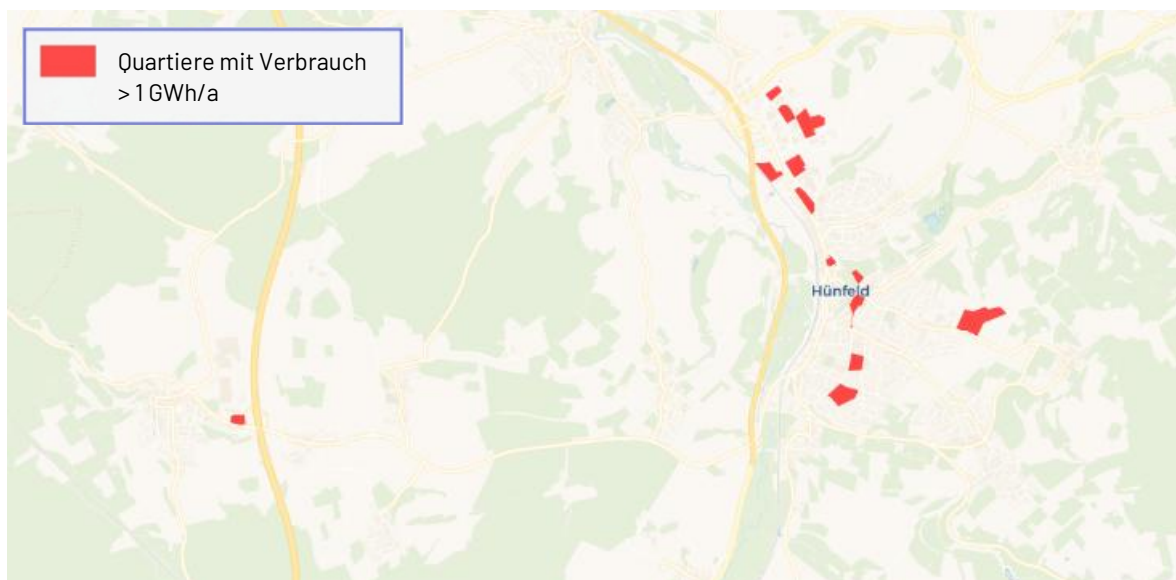


Abbildung 40: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG)

3.7.4 Wärmenetze

Im Rahmen der Bestandsanalyse sind gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 nicht nur die bestehenden, sondern auch alle geplanten oder genehmigten Wärmenetze und -leitungen darzustellen. In Hünfeld sind bereits Wärmenetze vorhanden. Dabei handelt es sich um von den Stadtwerken betriebene Gebäudenetze. Diese befinden sich in der Hauptstraße sowie in der Molzbacher Straße. Ein weiteres Netz versorgt das städtische Hallenbad und die Feuerwehr.

3.7.5 Gasnetze

In der Bestandsanalyse sind gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 8 lit. B alle bestehenden, geplanten oder genehmigten Gasnetze und -leitungen zu erheben und baublockbezogen kartografisch darzustellen. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Erschließung der Stadt Hünfeld durch Gasnetze. Baublöcke gelten dabei als durch ein Gasnetz erschlossen, wenn mindestens 50 % des Wärmebedarfs innerhalb des Baublocks durch Gas gedeckt werden.

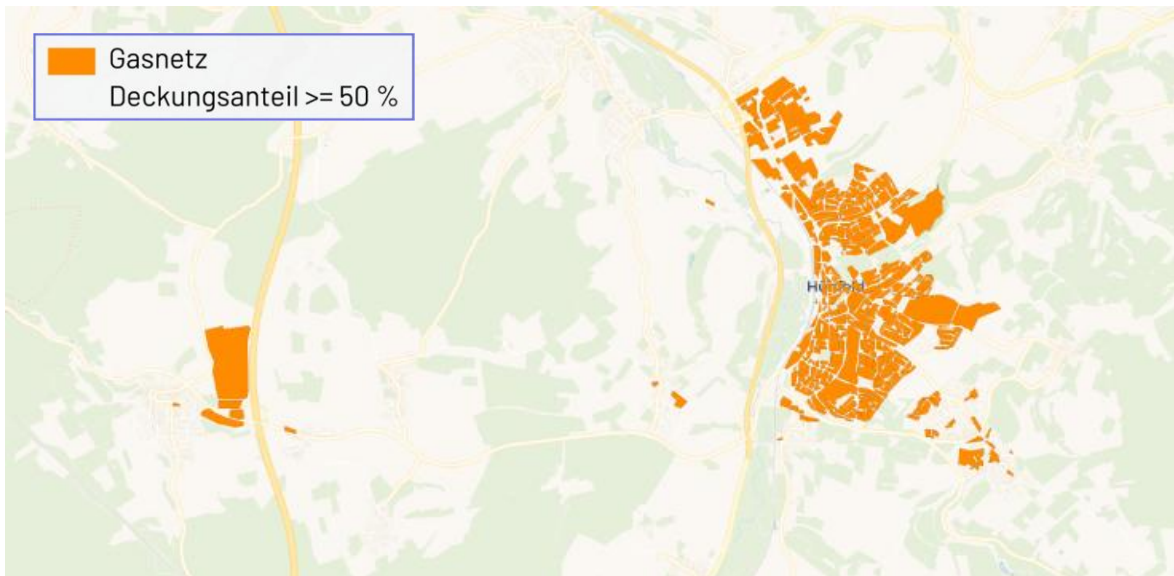


Abbildung 41: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)

Das Gasnetz in Hünfeld wird von der Stadtwerke Hünfeld GmbH mit methanhaltigem Erdgas betrieben. Wasserstoff wurde versuchsweise bereits beigemischt. Teilnetze existieren dort nicht. Folgende Tabelle bündelt die wesentlichen Informationen zur Auslegung des Gasnetzes in Hünfeld.

Tabelle 7: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Hünfeld

Leitungsart	Eigentümer	Nenndruck	Länge in m
Versorgungsleitung	Stadtwerke Hünfeld GmbH	Hochdruck	28.429
	Stadtwerke Hünfeld GmbH	Niederdruck	86.812
Gesamtlänge			115.241

3.7.6 Abwassernetze

Abwasserleitungen mit einem Durchmesser ab DN 800 werden in der Wärmeplanung als relevante Infrastrukturanlagen zur potenziellen Abwasserwärmenutzung durch Großwärmepumpen erfasst. Auch Kläranlagen sind von besonderem Interesse. Dazu werden die Temperaturen und Abwassermengen am Auslauf der Kläranlagen ermittelt. Die Bewertung dieser beiden Wärmequellen erfolgt in der Potenzialanalyse in Kapitel 4.7.

Dieser Abschnitt beschränkt sich zunächst auf die Darstellung der Infrastrukturanlagen im Abwassernetz. Alle gelb dargestellten Kanäle haben einen Durchmesser von DN 800 oder größer.



Abbildung 42: Abwassernetze und -leitungen (Gelb: Mindestnennweite DN 800)

Die Standorte der Kläranlagen in Hünfeld zeigt folgende Abbildung:

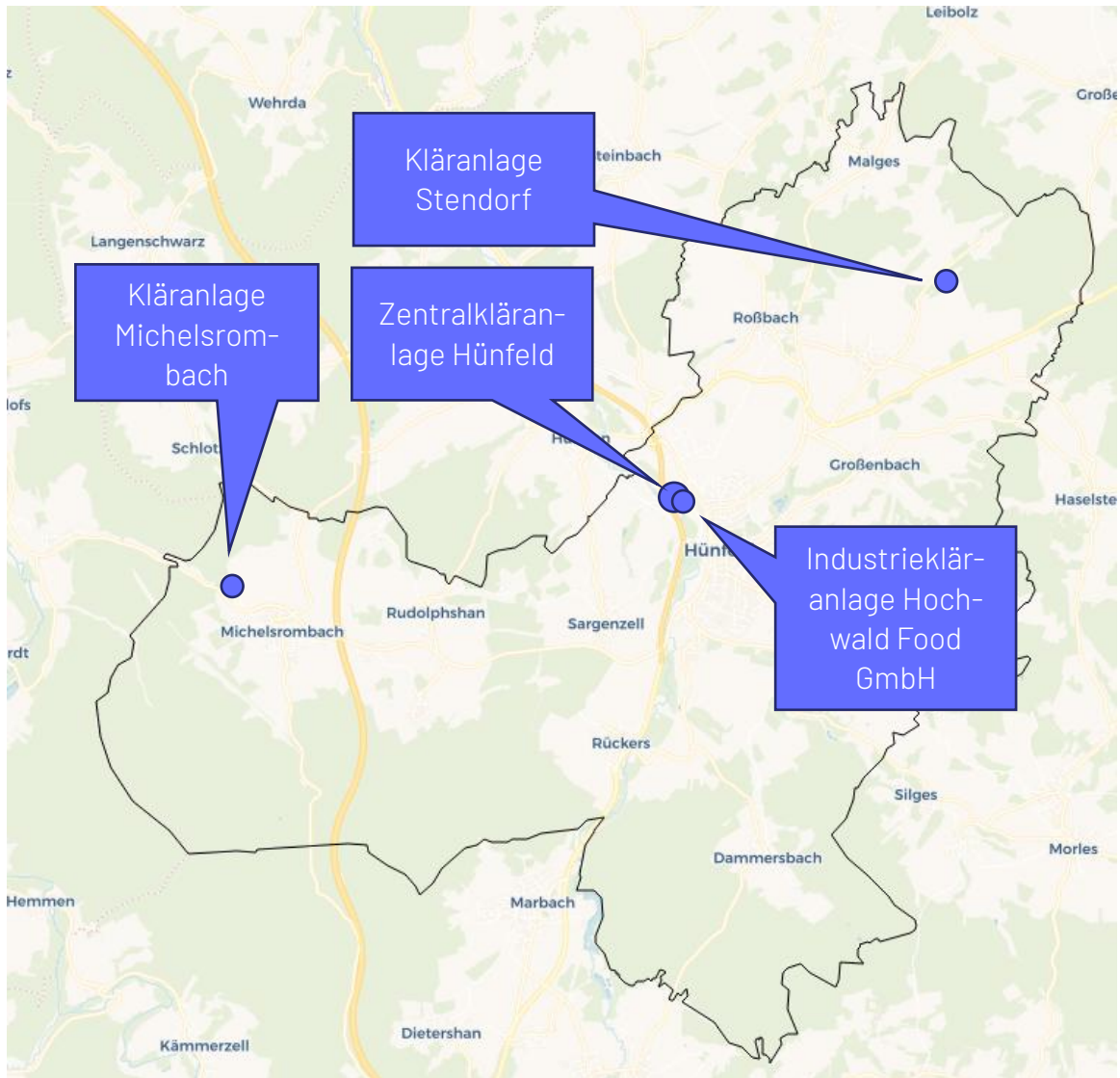


Abbildung 43: Standorte von Kläranlagen

3.7.7 Wärmeerzeugungsanlagen mit Einspeisung in ein Wärmenetz

In der Stadt Hünfeld wird zur Zeit kein Fernwärmenetz betrieben, sodass keine Wärmeerzeugungsanlagen zur Einspeisung in ein Wärmenetz installiert sind. Die Wärmeerzeuger der Gebäudenetze sind in folgender Tabelle aufgelistet.

Tabelle 8: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg 2019).

Gebäudenetz	Wärmeerzeugungsanlagen	Installierte thermische Leistung in kW _{th}
Hauptstraße	BHKW	12,5
	Zwei Gasthermen	90
Molzbacher Straße	BHKW	14,9
	Zwei Gasthermen	120
Hallenbad und Feuerwehr	BHKW	120
	Zwei Gasthermen	1.860

3.7.8 Wärme- und Gasspeicher

In Hünfeld sind keine größeren Wärme- und Gasspeicher vorhanden.

3.7.9 Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Nach den Vorgaben aus Anlage 2 WPG (zu § 23) wurden bestehende, geplante oder genehmigte Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen (Elektrolyseure) mit einer installierten Elektrolyseleistung von mehr als 1 MW recherchiert und kartografisch dargestellt. Es handelt sich bei dem Standort um eine Wasserstofftankstelle mit zwei Elektrolyseuren von 2 MW und 3 MW.

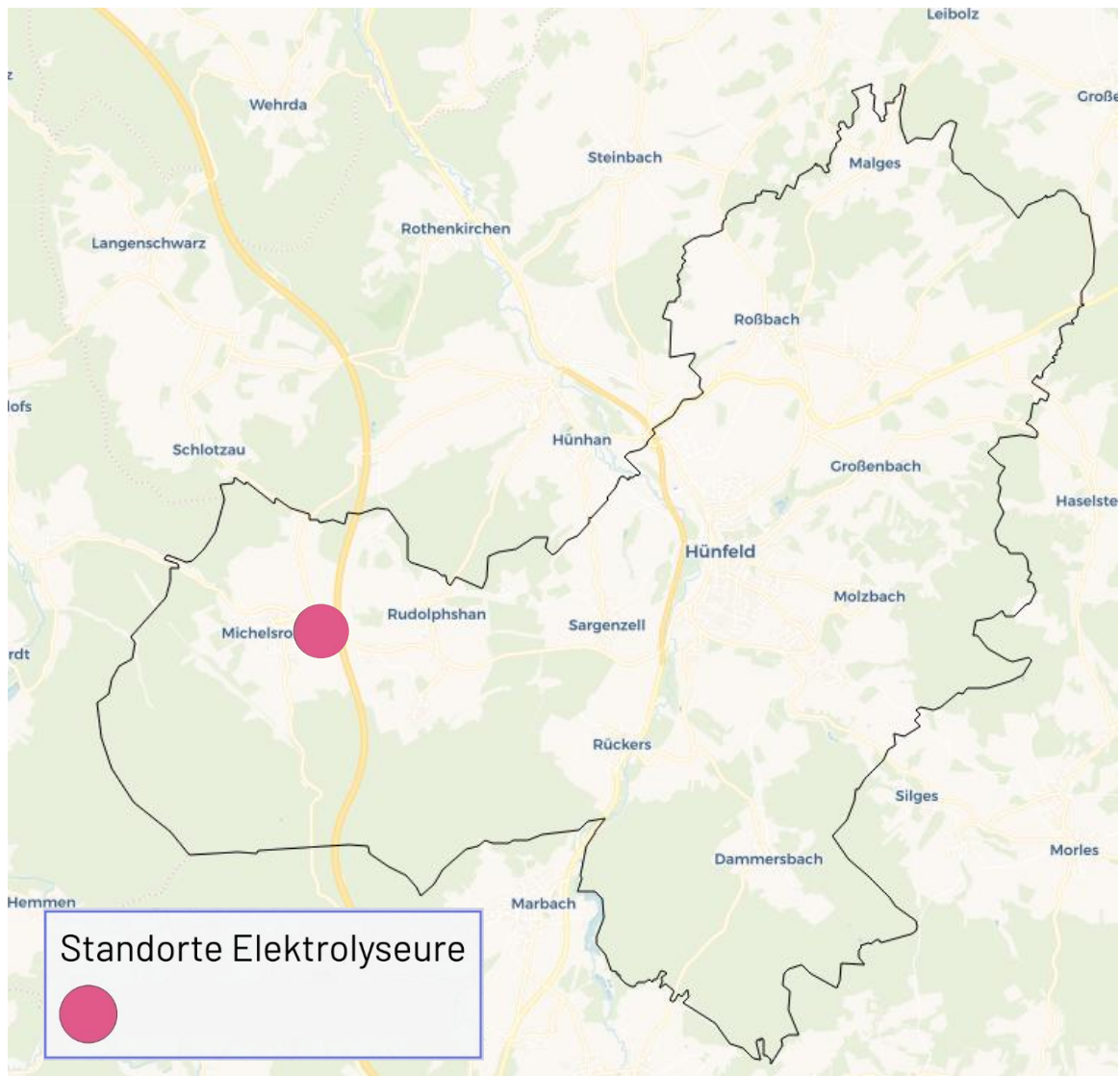


Abbildung 44: Standortbezogene Darstellung bestehender, geplanter oder genehmigter Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt installierter Elektrolyseleistung

3.7.10 Stromnetze

Auf Grundlage von Anlage 1 (zu § 15) WPG wurden Informationen und Daten zu bereits bestehenden, konkret geplanten oder bereits genehmigten Stromnetzen auf Hoch- und Mittelspannungsebene erhoben. Einschließlich der Umspannstationen auf Mittelspannung und Niederspannung. Zusätzlich wurden Informationen zu geplanten Optimierungs-, Verstärkungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen im Niederspannungsnetz abgefragt. Die Ergebnisse liegen der Kommunalverwaltung vor. Da es sich um sensible Daten des Energiesektors handelt, werden diese nicht im Wärmeplan veröffentlicht.

Die Konzessionärin für das Stromnetz in Hünfeld ist die Stadtwerke Hünfeld GmbH. Sämtliche Netzausbaupläne können über die Plattform VNBdigital (VNBdigital 2025) abgerufen werden. Die Stadt Hünfeld ist der Planungsregion Mitte zugeordnet.

3.7.11 Wärmedichten – kartografische Darstellungen

Mit der Erstellung eines Wärmeatlas für die Stadt Hünfeld durch Qconcept Energy liegt ein zentrales Planungsinstrument vor, das räumlich aufgelöste Analysen des Wärmebedarfs ermöglicht.

Als Grundlage dienen insbesondere die Zählerdaten zu Gas, Wärme und Strom für Heizzwecke sowie die Schornsteinfeger- und ALKIS-Daten. Die Verbrauchsdaten wurden mit den GIS-Gebäudedaten zusammengeführt. Darauf aufbauend wurden die Gebäude- und Verbraucherstruktur ermittelt und beschrieben. Die Zuordnung erfolgte über die Verbraucheradressen oder die Gebäudekoordinaten.

Zur Bestimmung der spezifischen Wärmebedarfe in kWh/(m²·a) beheizter Fläche wurden neben den Endenergieverbrauchsdaten auch Wohnflächen oder Gebäudenutzflächen herangezogen. Die hierfür erforderlichen Energiebezugsflächen wurden nach dem üblichen Ansatz der Energieeinsparverordnung mithilfe der 3D-Gebäudedaten berechnet.

Für die aggregierte Darstellung von Wärmebedarfen und Wärmedichten wurden bebaute Flurstücke, die durch Straßen voneinander getrennt sind, zu Baublöcken zusammengefasst. Dies erleichtert die Identifikation maßgeblicher Kennwerte.

Zwischen den einzelnen Objekten wurden räumliche Beziehungen hergestellt. Zum Beispiel: Ein Gebäude hat eine oder mehrere Hausadressen, grenzt an Gebäude „X“, liegt auf einem Flurstück „Y“, gehört zu einem Stadtteil oder Baublock „Z“ und besitzt einen Gasanschluss. Die Datenaggregation erleichtert eine Bewertung von Maßnahmen wie etwa eine mögliche Versorgung über ein Wärmenetz.

Nach der Datenverschneidung und Charakterisierung der Gebäude wurde eine umfassende Plausibilitätskontrolle durchgeführt, um die Qualität des Wärmeatlas zu erhöhen. Dabei wurde unter anderem überprüft, ob sämtliche Verbrauchsdaten den Gebäuden eindeutig zugeordnet werden konnten. Auffälligkeiten resultieren häufig aus fehlerhaften Adressangaben in den Datensätzen. Diese wurden manuell korrigiert.

Zusätzlich wurden die flächenspezifischen Verbräuche aller Gebäude geprüft und angepasst. Besonderes Augenmerk lag auf sehr niedrigen Werten (< 20 kWh/(m²·a)) und sehr hohen Werten (> 400 kWh/(m²·a)). Häufig handelt es sich bei den niedrigen Verbräuchen um einen Gasverbrauch ausschließlich für Kochzwecke (also nicht für Heizung). Hohe spezifische Verbräuche lassen sich oft auf Gebäudenetze für größere Gebäudeeinheiten zurückführen.

In diesen Fällen wird der Gas- oder Wärmeverbrauch über eine zentrale Verbrauchsadresse abgerechnet, während mehrere Gebäude mit abweichenden Adressen mitversorgt werden. Beispiele sind ein Reihenhausblock mit fünf Einheiten und einem Gasanschluss sowie mehrere Verwaltungsgebäude auf einem oder mehreren Flurstücken mit einem einzigen Wärmeerzeuger. Mithilfe mathematischer Algorithmen wurden diese Konstellationen automatisiert erkannt und mehrere Gebäude zu Versorgungsverbänden zusammengefasst. Somit mussten für die mitversorgten Gebäude keine separaten Wärmebedarfsabschätzungen gemacht werden.

Im nächsten Schritt wurde der Wärmebedarf für Gebäude ohne verfügbare Verbrauchsdaten näherungsweise ermittelt. Dazu wurden vorliegende Zählerdaten benachbarter Gebäude verwendet, um damit den flächenspezifischen Wärmebedarf des untersuchten Gebäudes abzuschätzen. Dabei wurde angenommen, dass die Nutzung und der Sanierungsstand dem der umliegenden Gebäude ungefähr entsprechen. Direkt angrenzende, ähnlich große Gebäude wurden dabei stärker gewichtet. In Einzelfällen ohne geeignete Vergleichsdaten, wurden die Gebäude bzw. deren Wärmebedarf nicht in den Wärmeetlas aufgenommen.

Zur weiteren Validierung und Auslegung von Wärmeversorgungssystemen sollten fehlende Daten spätestens im Rahmen einer Machbarkeitsstudie beschafft und in den Wärmeetlas integriert werden. Das könnte über eine Datenabfrage bei den Gebäudeeigentümern geschehen. In diesem Zuge könnten weitere Informationen über zusätzliche Wärmeerzeuger, installierte Leistungen und Alter der Heizungsanlagen eingeholt werden.

Gebäudeblöcke mit drei oder weniger Gebäuden werden aus Gründen des Datenschutzes nicht angezeigt. Die entsprechenden Wärmebedarfswerte der Gebäude wurden jedoch in sämtliche Berechnungen dieses Berichts einbezogen.

Im Ergebnis liegt ein gebäudescharfer digitaler Wärmeetlas mit Informationen zu Gebäudetyp, Nutzungsart, Größe, beheizte Fläche und Energieträger sowie zum Wärmebedarf mit Hochrechnung für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 vor.

Aus den vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten des digitalen Wärmeetlas werden nachfolgend die gemäß Anlage 2 WPG (zu § 23) Abs. 2 Nr. 1 und 2 vorgegebenen Karten dargestellt.

Aktuelle Wärmeverbrauchsichte (Basisjahr 2023)

Die Wärmeverbrauchsichte beschreibt die Relation zwischen Wärmeverbrauch und einer definierten Fläche. Die Wärmeverbrauchsichte liefert eine Indikation für die Wärmenetzeignung von Gebieten zur Versorgung über Wärmenetze. Der Leitfaden zum WPG verwendet dazu folgende Kategorisierung:

Tabelle 9: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg 2019).

Wärmedichte in MWh/(ha·a)	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0-70	Kein technisches Wärmenetzpotenzial
70-175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175-415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415-1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

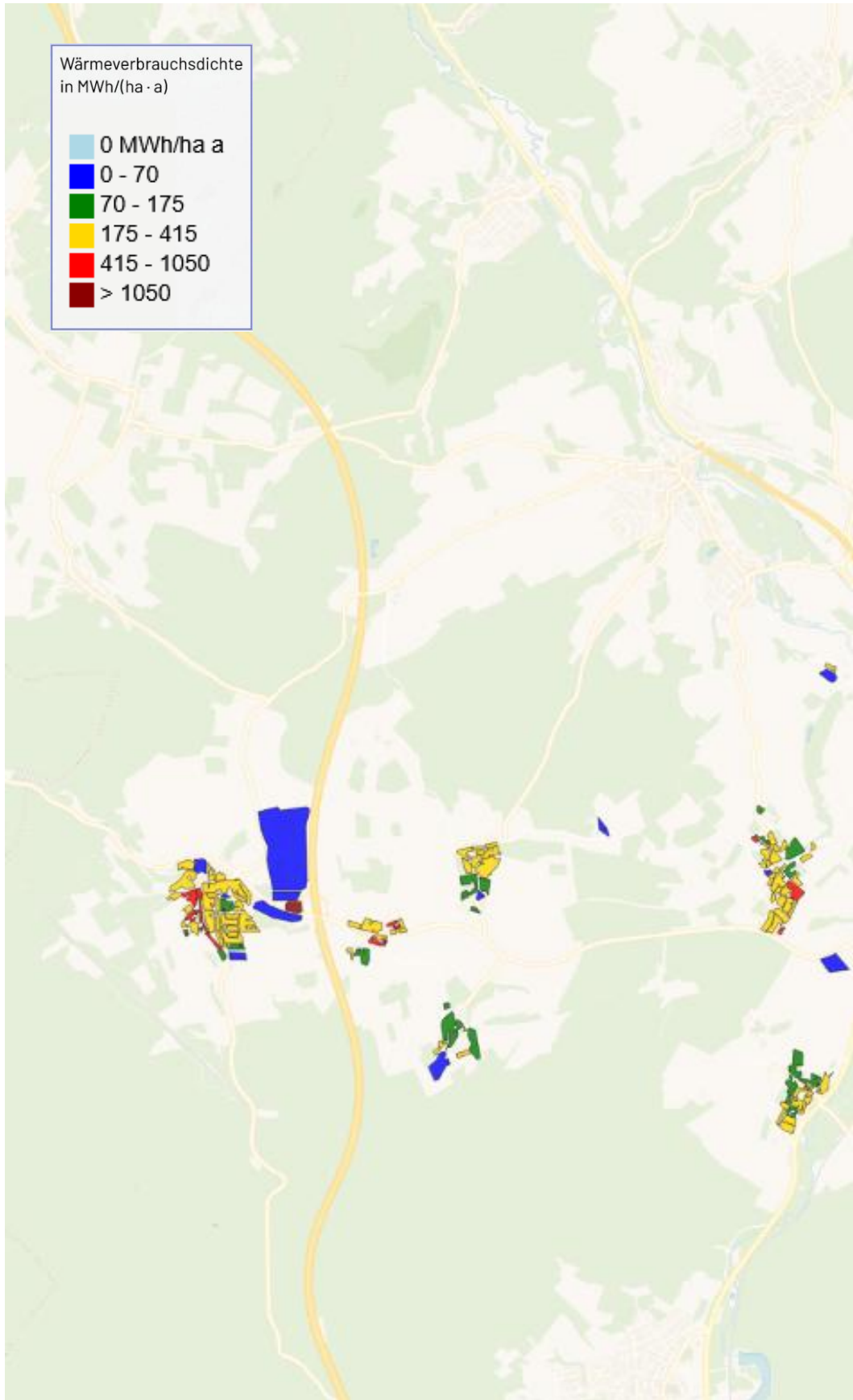


Abbildung 45: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in MWh/(ha·a). Westlicher Kartenausschnitt.

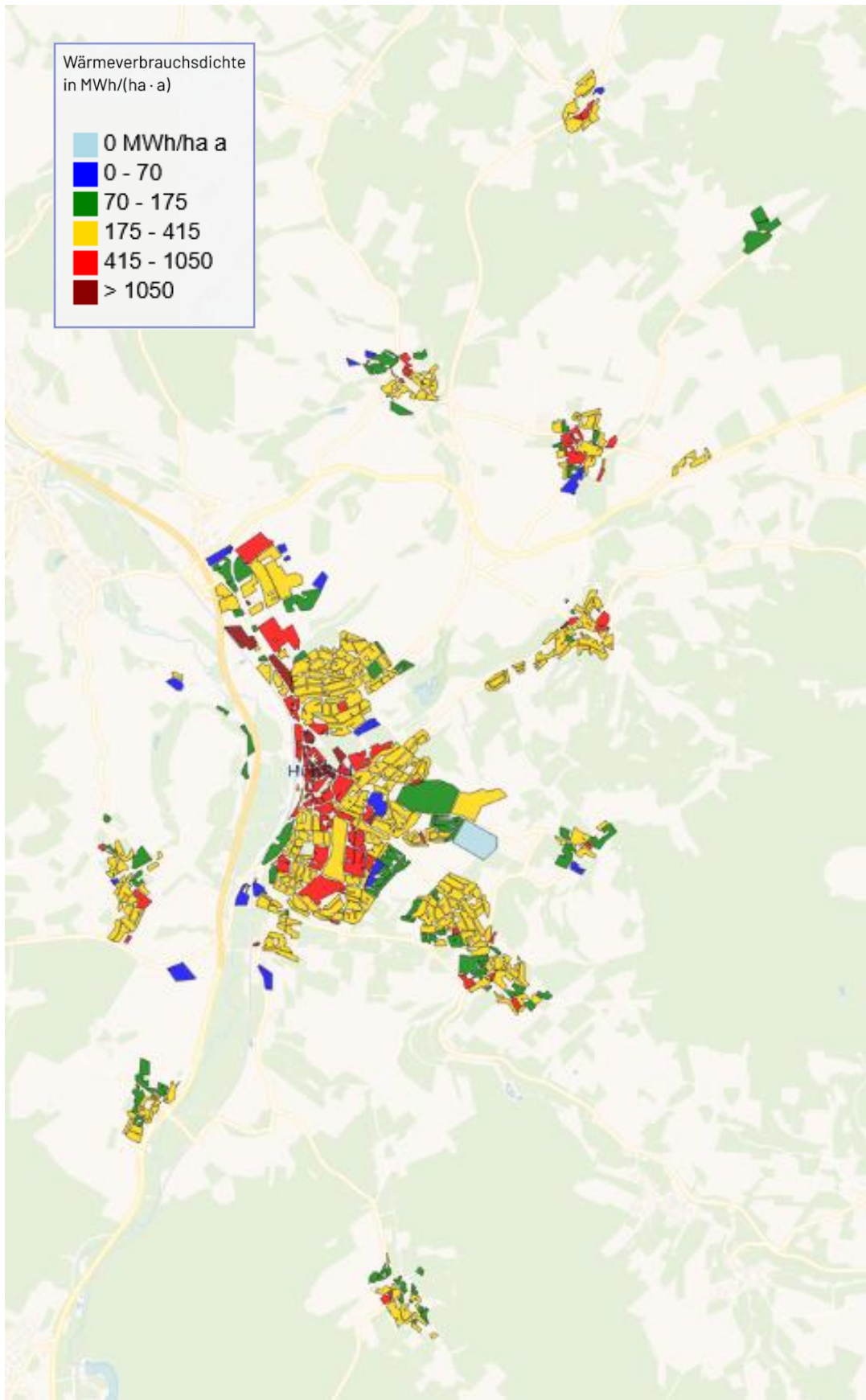


Abbildung 46: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsichten in MWh/(ha·a). Östlicher Kartenausschnitt.

Aktuelle Wärmeliniendichte (Basisjahr 2023)

Die Wärmeliniendichte beschreibt die pro Jahr in einem Wärmenetz transportierte Wärmemenge im Verhältnis zu dessen Trassenlänge. Sie stellt eine Kenngröße zur Bewertung der Wärmenetzeignung von Straßenabschnitten für die Versorgung über ein Wärmenetz dar. Der Leitfaden zum WPG verwendet hierzu die folgende Kategorisierung:

Tabelle 10: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte (ifeu 2024, angelehnt an Freie Hansestadt Stadt Hamburg 2019).

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

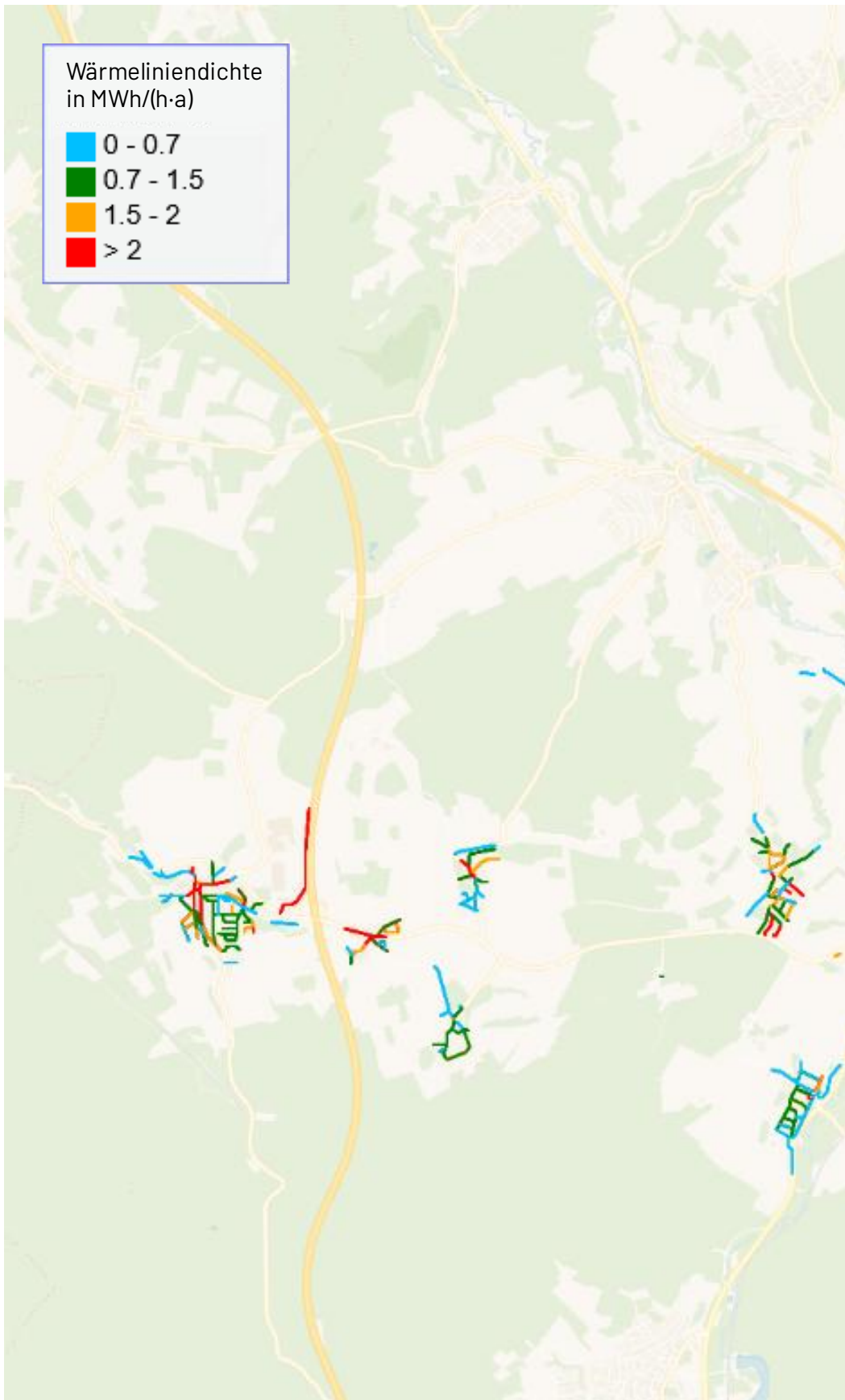


Abbildung 47: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniedichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Westlicher Kartenausschnitt.

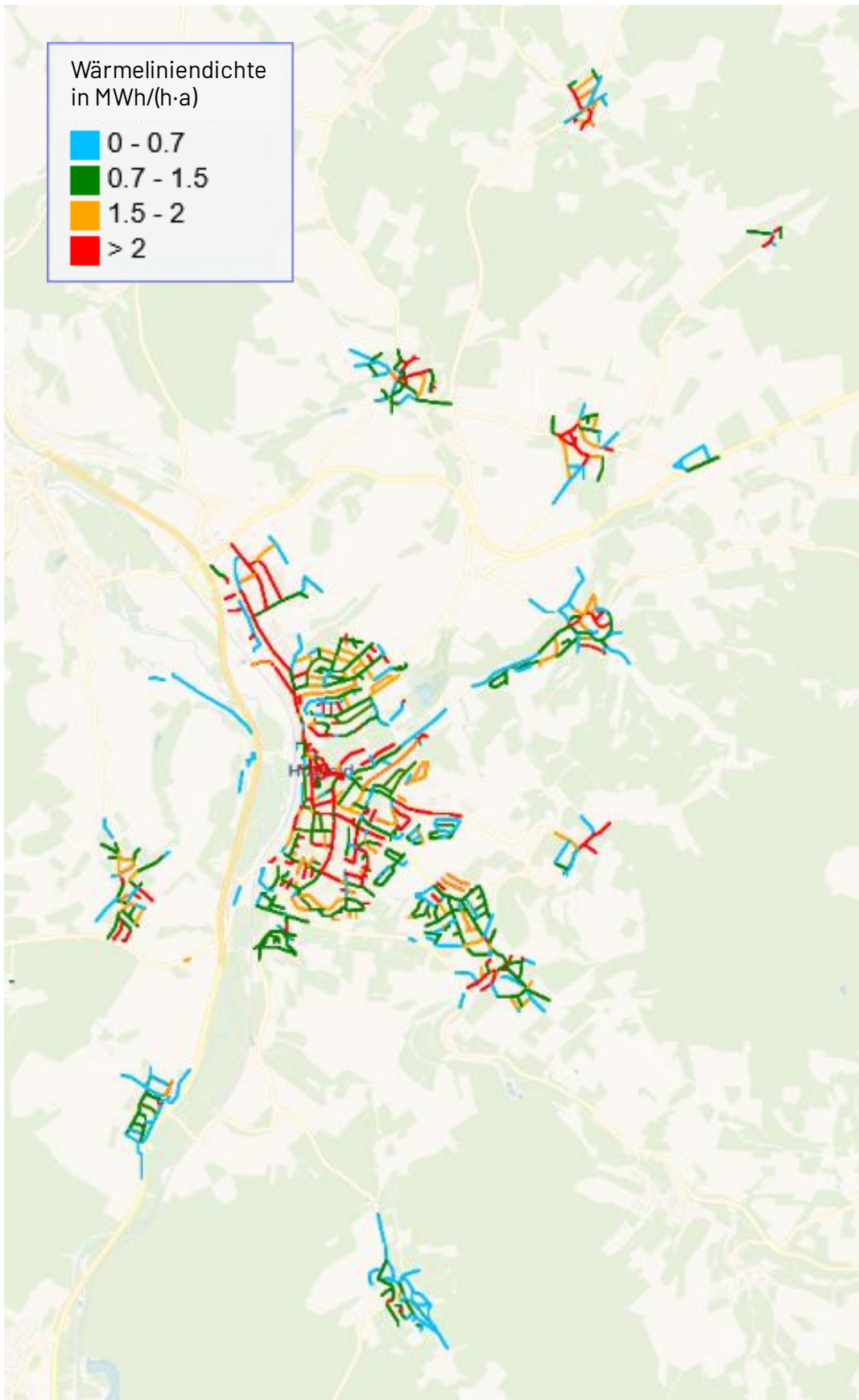


Abbildung 48: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmelinien-dichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Östlicher Kartenausschnitt.

Die Auswertung zeigt, dass besonders das Stadtzentrum von Hünfeld hohe bis sehr hohe Wärmebedarfe aufweist. Gleiches gilt für Stadtgebiete südlich der Kernstadt unterhalb der Mackenzeller Straße. Auch einzelne Quartiere in den umliegenden Stadtteilen weisen aktuell sehr hohe Wärmebedarfe auf.

4 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse gemäß § 16 Abs. 2 WPG wurden die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung untersucht. Alle bekannten räumlichen, technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen wurden berücksichtigt.

Zudem erfolgte eine Berechnung der Wärmebedarfsentwicklung bis zum Zieljahr, um eine klimaneutrale Versorgung am zukünftigen Bedarf auszurichten. Dazu wurden Energieeinsparpotenziale abgeschätzt, die sich aus der Reduktion des Wärmebedarfs in Gebäuden sowie in industriellen oder gewerblichen Prozessen erreichen lassen. Zusätzlich wurden die Effekte des Klimawandels und der dadurch steigenden Temperaturen berücksichtigt.

Die Darstellung der Potenziale erneuerbarer Energie im Wärmeplan liefert den Wärmeversorgern und -verbrauchern konkrete Anhaltspunkte, welche Wärmequellen sie für die weiteren Planungen vertiefend untersuchen sollten.

Die ermittelten Potenziale wurden sowohl quantitativ als auch nach Energieträgern differenziert und räumlich in Karten und tabellarischer Form ausgewiesen. Ausschlussgebiete wie zum Beispiel Wasserschutzgebiete oder Heilquellenschutzgebiete sind darin ebenfalls verzeichnet.

4.1 Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion

Zur Berechnung und Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde ein Treibermodell angewendet, das die lokalspezifischen Randbedingungen berücksichtigt. Dazu zählen die voraussichtlichen Bevölkerungs- und Erwerbstätigenzahlen sowie die Wohnflächenentwicklung. Soweit sektorspezifische Unterscheidungen möglich waren, wurden für die Anwendungsbereiche Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme jeweils individuelle Einflussfaktoren zur Entwicklung des Wärmebedarfs definiert und quantifiziert.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch ein Treibermodell für die Sektoren Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie.

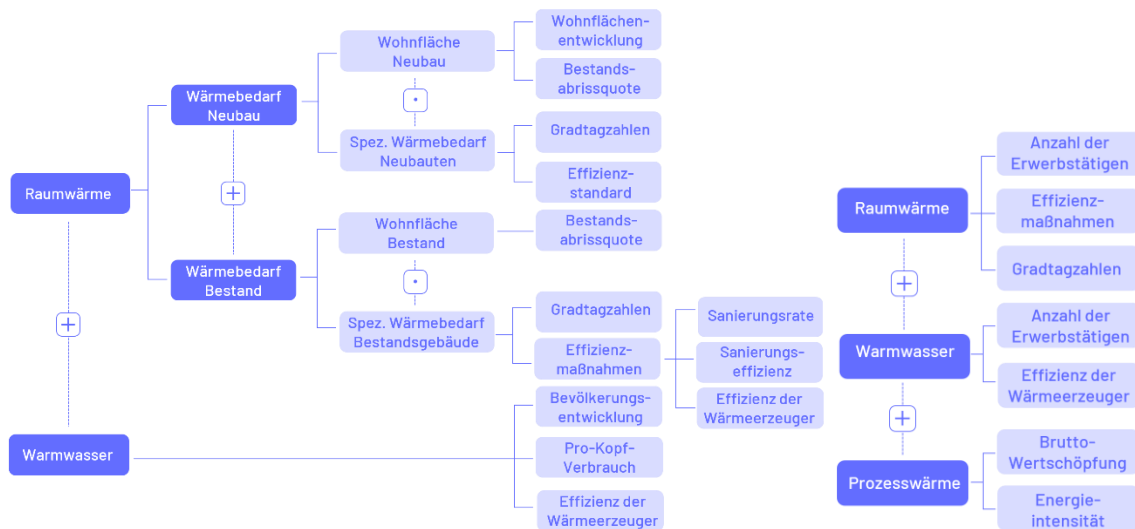


Abbildung 49: Wärmeanwendungen und Treiber in den Sektoren Haushalte (links) sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie (rechts)

Für die Prognose der Wärmebedarfsentwicklung in Hünfeld wurden unter anderem die folgenden Szenarien berücksichtigt:

Tabelle 11: Szenarien zur zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren

Sektor	Referenz-Studie	Szenario
Haushalte	BDI-Studie	Sparszenario - Wohngebäude
Öffentliche Gebäude	BDI-Studie	Sparszenario - Nichtwohngebäude
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	BDI-Studie	Sparszenario - Nichtwohngebäude
Industrie	BDI-Studie	Business-as-usual-Szenario - Nichtwohngebäude

Den Berechnungen liegt eine angenommene Sanierungstiefe von 50 % zugrunde. Durch die steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels wird zudem von einer Reduktion des Wärmebedarfs durch geringere Heizbedarfe ausgegangen. Daraus ergibt sich eine Senkung des Wärmebedarfs pro Jahr um rund 0,2 %. Insgesamt kommt es durch Sanierung und Klimawandel so durchschnittlich zu rund 1,2 % Wärmebedarfsreduktion pro Jahr. Die daraus resultierende Entwicklung des Wärmebedarfs ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

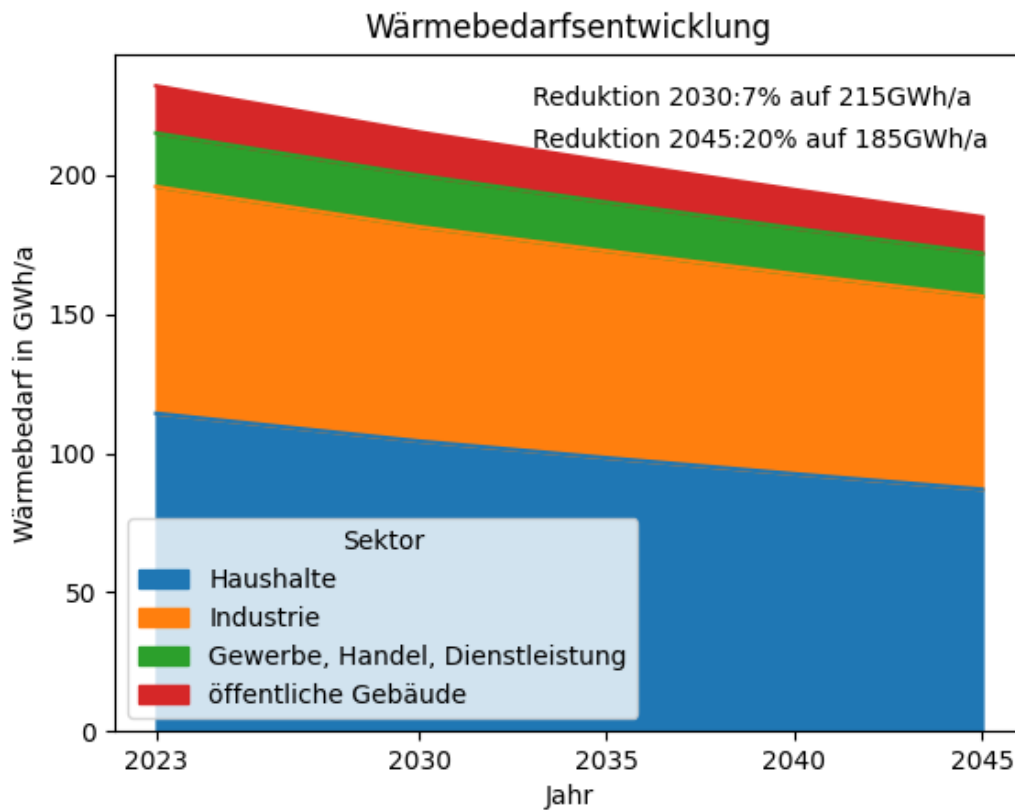


Abbildung 50: Wärmebedarfsreduktion von 2023 bis 2045 nach Sektoren

Die prozentuale Reduktion über die Bezugsjahre 2030, 2035, 2040 und 2045 ist in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 12: Wärmebedarfsreduktion der Sektoren in den Bezugsjahren

Sektoren	Reduktion bis 2030 in %	Reduktion bis 2035 in %	Reduktion bis 2040 in %	Reduktion bis 2045 in %
Haushalte	8,7	14	19	24
Öffentliche Gebäude	8,4	13	18	23
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)	3,9	9,2	14	19
Industrie	5,5	8,7	12	15
Summe	6,6	11	15	20

4.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus Tiefen von bis zu 400 m mithilfe von Erdwärmesonden. Die Nutzung kann sowohl über Wärmenetze als auch durch dezentrale Wärmepumpen an Gebäuden erfolgen. Auf die Möglichkeiten der dezentralen Versorgung durch oberflächennahe Geothermie wird in Kapitel 6.2 eingegangen.

Neben den hydrogeologischen Voraussetzungen kommt es bei der Eignungsbewertung maßgeblich auf die potenzielle Wärmeentzugsleistung des Bodens und die Flächenverfügbarkeit an. Oberflächennahe Geothermie darf nicht auf Gebieten genutzt werden, die als „wasserwirtschaftlich unzulässig“ klassifiziert sind. Dagegen ist die Einstufung eines Gebiets als „wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch ungünstig“ kein unmittelbares Ausschlusskriterium. Hier ist eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Behörde erforderlich. Mögliche Auflagen betreffen die Bohrtiefe sowie die eingesetzten Bohrverfahren.

Auf dieser Grundlage wurde mithilfe des digitalen „Geothermie-Viewers“ des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) geeignete Flächen identifiziert und das entsprechende Potenzial für Hünfeld ermittelt.

Der Kartenausschnitt des Geothermie-Viewers in Abbildung 51 (links) zeigt, dass das gesamte Stadtgebiet von Hünfeld als hydrogeologisch ungünstig eingestuft wird. Eine Nutzung erfordert daher grundsätzlich eine Einzelfallprüfungen.

Für große Teile des Stadtgebiets gilt zudem die Standortbeurteilung „wasserwirtschaftlich unzulässig“ Abbildung 51 (rechts). Dort sind Erdwärmesondenanlagen nicht zulässig. Kleinere Bereiche sind dort als „wasserwirtschaftlich ungünstig“ klassifiziert und unterliegen einer behördlichen Einzelfallprüfung.

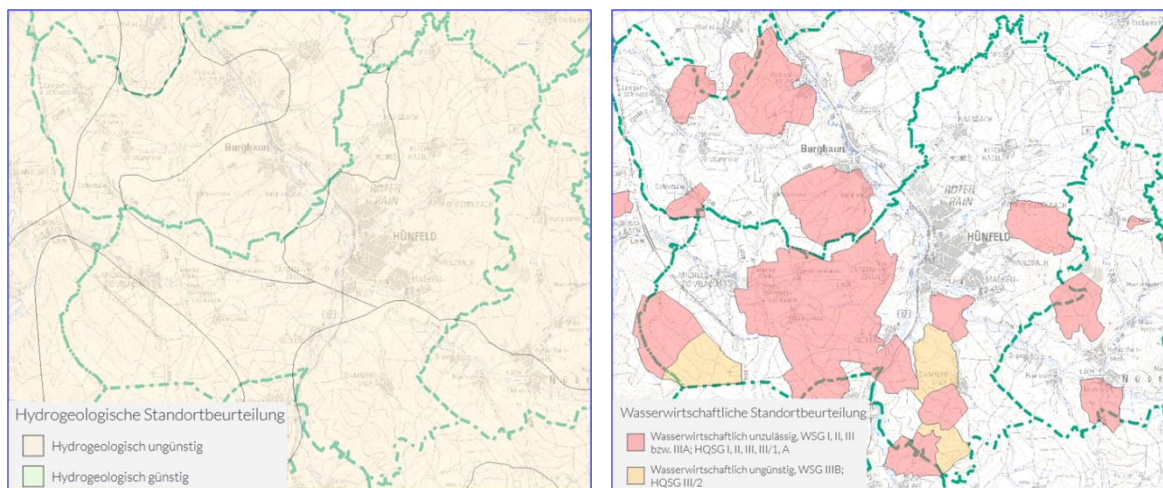


Abbildung 51: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das geplante Gebiet

Zur Identifikation potenziell geeigneter Flächen für die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern für Wärmenetze wurden die verfügbaren Geodaten systematisch ausgewertet.

Im Ergebnis wurde eine Auswahl von Flächenkategorien definiert, bei denen eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder grundsätzlich denkbar ist. In der Regel stehen die Flächen nach der Errichtung des Sondenfelds wieder für ihre ursprüngliche Nutzung zur Verfügung.

Landwirtschaftliche Ackerflächen wurden nicht in die Positivauswahl einbezogen, da oberflächennahe Einbauten der Geothermie zu erheblichen Nutzungseinschränkungen führen können. In die Kategorie „Eignung mit Einschränkung“ wurden Flächentypen eingeordnet, bei

denen die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen grundsätzlich möglich wäre, jedoch potenzielle Nutzungskonflikte bestehen.

Darüber hinaus wurde eine Liste von Ausschlussgebieten erstellt, deren Flächenkategorien eine Nutzung für Erdwärmesondenfelder mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zulassen. In folgender Tabelle ist die die Zuordnung der Flächenkategorien dargestellt.

Tabelle 13: Zuordnung der Flächenkategorien für die zentrale oberflächennahe Geothermie

Positivauswahl	Eignung mit Einschränkung	Ausschlussgebiete
Unland (vegetationslose Fläche und naturnahe Fläche) ¹	Flora-Fauna-Habitat-Gebiete ²	Wald-, Gehölz, Baumbestände ¹
Grünland ¹	Vogelschutzgebiete ²	Friedhöfe ¹
Spielfelder ¹	Landschaftsschutzgebiete ²	Kleingartenanlagen ¹
Grünanlagen ¹	Biosphärenreservate ²	Gewässer, Sümpfe, Moore ¹
Parkplätze ¹	geschützte Biotopkomplexe ²	Überschwemmungsgebiet ³
Festplätze ¹		Wasserwirtschaftlich unzulässig: WSG I, II und III bzw. IIIA sowie HQSG I, II, III, III/1 und A ³
Böden mit Bodenfunktionsbewertung (BFD5L): sehr gering und gering ⁴		Naturschutzgebiete ²
		Geschützte Biotope ²

¹ Quelle: ATKIS Basis-DLM, Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Stand Juli 2024, [https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/ViewDownloadcenter-Start?path=Digitales%20Landschaftsmodell/Digitales%20Basis-Landschaftsmodell%20\(shape\)](https://gds.hessen.de/INTERSHOP/web/WFS/HLBG-Geodaten-Site/de_DE/-/EUR/ViewDownloadcenter-Start?path=Digitales%20Landschaftsmodell/Digitales%20Basis-Landschaftsmodell%20(shape))

² Quelle: Geodienste Naturschutz, HLNUG, Stand Juli 2024, <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/naturschutz>

³ Quelle: Geodienste Wasser, HLNUG, Stand Juli 2024, <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser>

⁴ Quelle: Geodienste Boden, HLNUG, Stand Juli 2024, <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden>

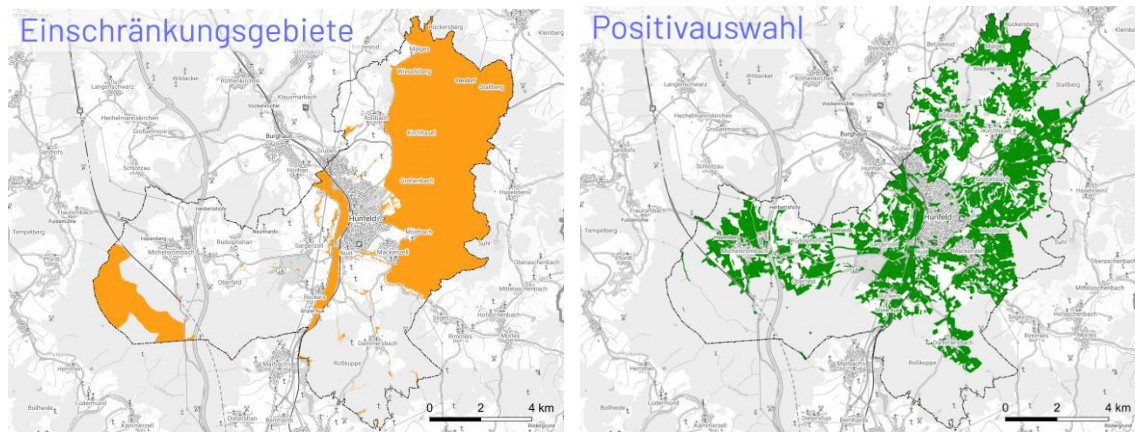


Abbildung 52: Einschränkungsgebiete (links) und Positivauswahl (rechts) für die Identifikation geeigneter Flächen für Erdwärmesondenfelder in Hünfeld.

Aus der Flächenzuordnung ergeben sich die in Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellten Gebiete. Anschließend wurden die Flächen der Ausschlussgebiete von den Positivflächen abgezogen und mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten verschnitten.

Zur Vermeidung einer Sondenplatzierung unmittelbar an Grundstücksgrenzen wurde entlang der Ränder zusammenhängender Flächen ein Puffer von fünf Metern berücksichtigt. Gleichzeitig wurden sehr schmale Flächenfragmente, die durch die Verschneidung entstanden sind, bereinigt.

Darüber hinaus wurden zusammenhängende Flächen unterhalb von 1 000 m² aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

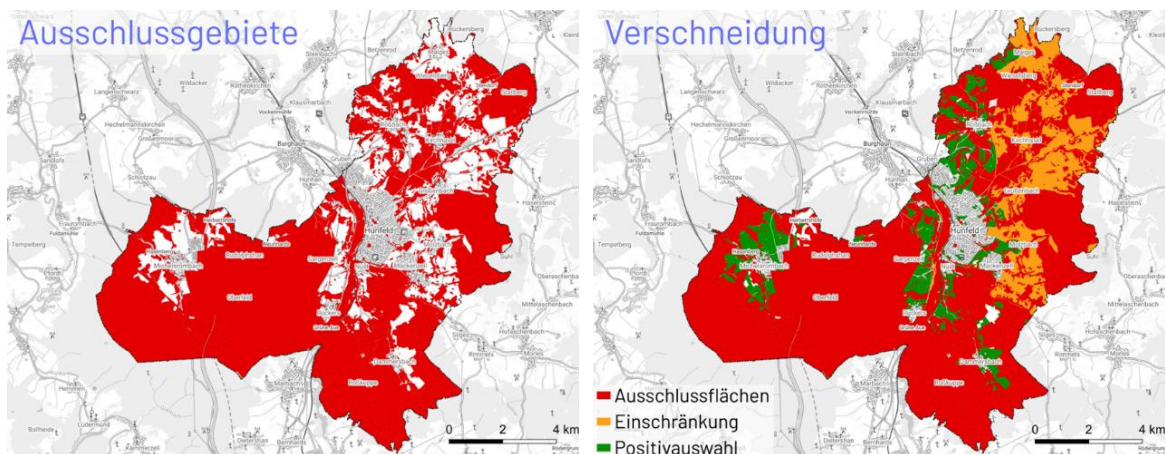


Abbildung 53: Ausschlussgebiete (links) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Hünfeld. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.

Abbildung 54 zeigt das nach Flächenkategorien aufgeschlüsselte Ergebnis. Die Gesamtfläche beträgt rund 1 947 Hektar und ist in Abbildung 55 entsprechend dargestellt. Die räumliche Nähe zu geplanten Wärmenetzen wurde dabei nicht berücksichtigt. Die Flächenauswahl kann als erster Orientierungsrahmen für die Planung neuer Wärmenetze dienen. Im Einzelfall sind

jedoch weitere Einschränkungen, beispielsweise durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse, Fehlerfassungen oder physische Hindernisse, zu prüfen.

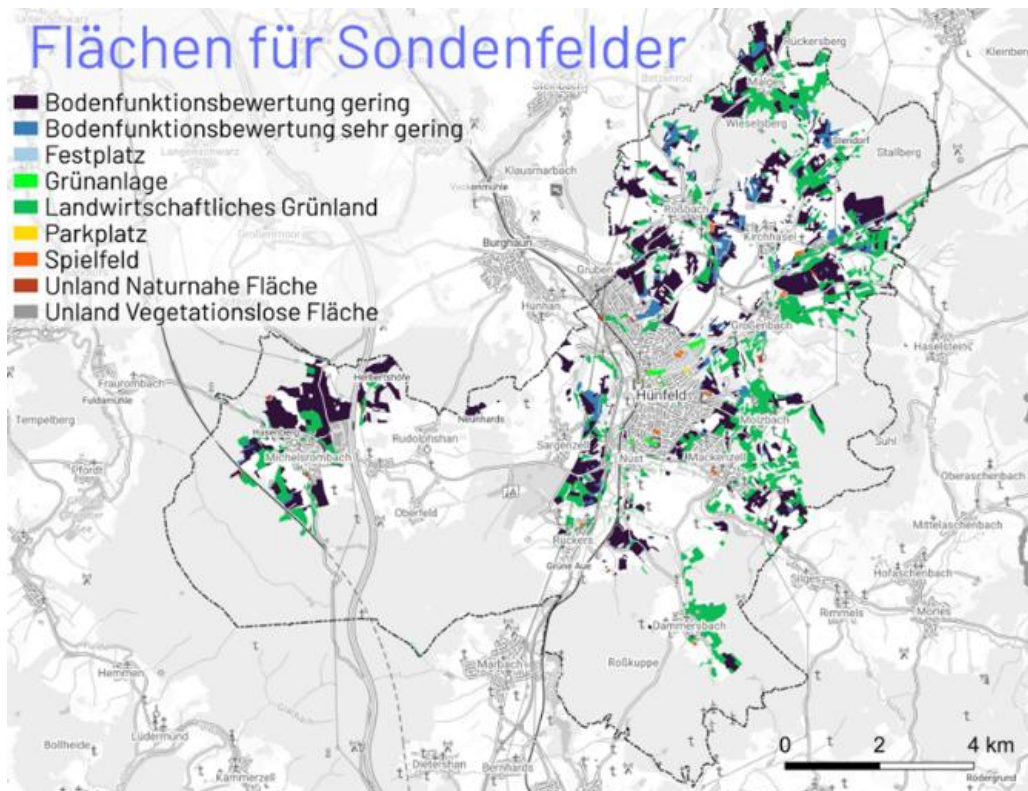
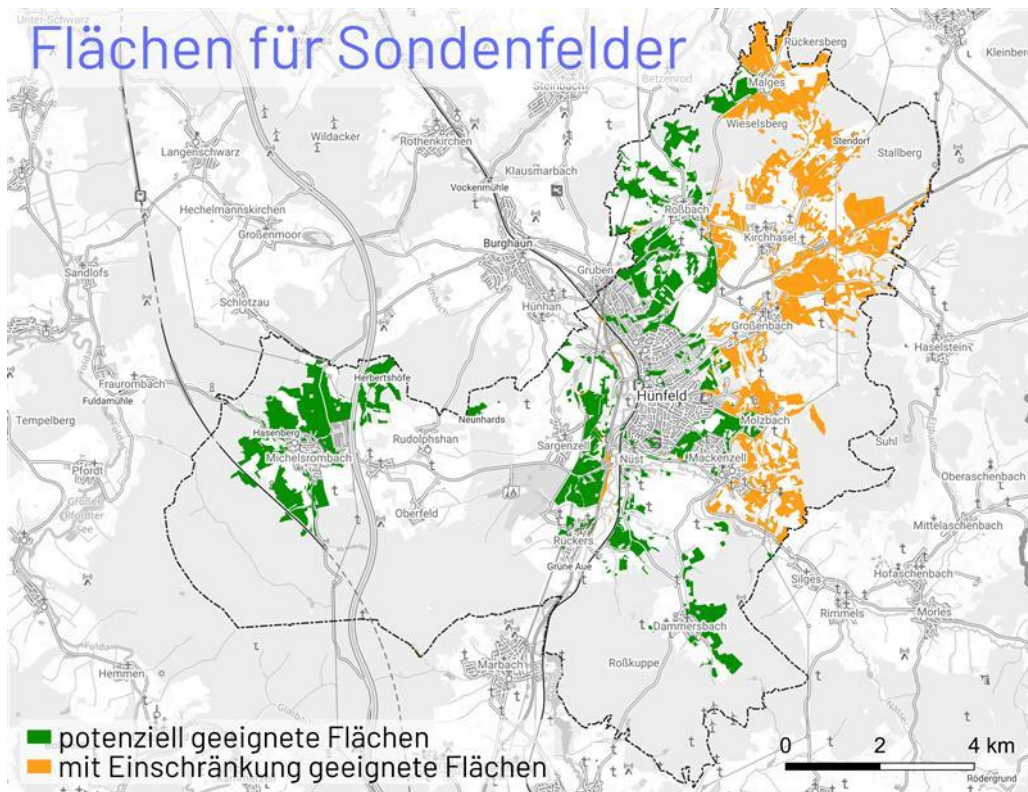


Abbildung 54: Oben: Flächen für Sondenfelder nach Verschneidung. Unten: Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Hünfeld nach Art der Fläche

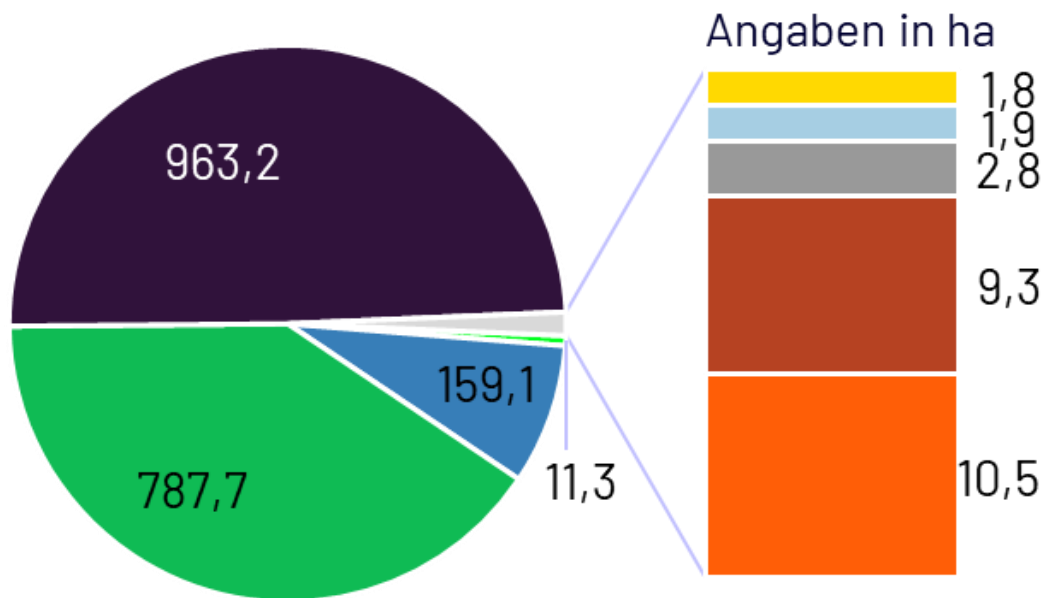


Abbildung 55: Gesamtgröße der Flächen nach Art in Hektar (Legende in Abbildung 54)

Auf den identifizierten Flächen wurden mithilfe eines Algorithmus möglichst viele Sonden mit einem Abstand von 8 m zueinander platziert. Um potenzielle Einschränkungen auf den Flächen zu berücksichtigen, wurden 50 % der Sonden zufällig entfernt.

Das Wärmepotenzial wurde unter Berücksichtigung der Untergrundbedingungen sowie der gegenseitigen thermischen Beeinflussung der Sonden mithilfe eines analytischen Verfahrens nach Miocic (Miocic 2024) berechnet. Die theoretisch bereitstellbare Wärmemenge der identifizierten Flächen liegt bei rund 240 GWh/a ohne zusätzliche thermische Regeneration. Eine realistisch wirtschaftliche Erschließbarkeit wurde dabei nicht berücksichtigt.

Durch eine thermische Regeneration des Untergrunds kann die bereitstellbare Wärmemenge in den Wintermonaten deutlich erhöht werden. Dazu wird in den Sommermonaten Wärme über die Sonden in den Untergrund eingeleitet. Potenzielle Quellen hierfür sind zum Beispiel unabgedeckte Solarthermiekollektoren, Abwärme, Raumwärme oder Luftwärmetauscher.

Bei ausgeglichener Wärmebilanz über das Jahr (Einspeisung = Entnahme) kann jede Sonde wie eine Einzelsonde betrieben werden, wodurch die gegenseitige thermische Beeinflussung der Sonden aufgehoben wird.

4.3 Tiefe Geothermie

Von tiefer Geothermie spricht man ab Bohrtiefen von mehr als 400 m und Temperaturen über 20 °C. Üblicherweise werden jedoch Tiefen von über 1000 m mit Temperaturen von mehr als 60 °C zugrunde gelegt. Auch das Bergbaurecht definiert Tiefbohrungen ab einer Tiefe von 1000 m (UVP-V Bergbau).

Nutzungssysteme der tiefen Geothermie umfassen hydrothermale Systeme, bei denen warmes bis heißes Wasser im Untergrund zur Wärmeerzeugung genutzt wird. Dies erfolgt

meistens über zwei Bohrungen, die Förder- und die Injektionsbohrung, um eine nachhaltige Nutzung des Thermalwassers sicherzustellen. Dabei kommen entweder Vertikalbohrungen an zwei unterschiedlichen Standorten oder zwei Schrägbohrungen mit einem Abstand von 1 bis 3 km im Reservoir zum Einsatz. Neben hydrothermalen Systemen gibt es petrothermale Systeme und tiefe Erdwärmesonden. Letztere ähneln technisch der oberflächennahen Geothermie, werden aufgrund ihrer derzeit schwierigen wirtschaftlichen Nutzung hier nicht weiter betrachtet. Petrothermale Systeme nutzen die in gering durchlässigen Gesteinsformationen gespeicherte Wärmeenergie. Dieses Verfahren wird überwiegend zur Stromerzeugung eingesetzt.

Das Vorgehen zur Potenzialermittlung entspricht einer Voruntersuchung. Es wurde zunächst geprüft, ob eine geothermische Nutzung grundsätzlich möglich ist und ob diese in bestehende oder neue Wärmenetze eingebunden werden kann. Für vertiefende Erkenntnisse zur Nutzung der Geothermie im Planungsgebiet wird die Durchführung einer Machbarkeitsstudie empfohlen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beruhen auf den frei verfügbaren Daten des Geothermischen Informationssystems (GeotIS) sowie des HLNUG. Die zu erwartenden Temperaturen bei der Nutzung der Tiefengeothermie in Tiefen von 1 bis 3 km entsprechen einem normalen Temperaturgradienten von 3 °C Temperaturzunahme pro 100 m Tiefe (vgl. Abbildung 56). Allerdings liegt auf Basis der HLNUG-Daten kein Teil des Stadtgebiets Hünfeld in einem untersuchungswürdigen Gebiet. Das Potenzial zur Nutzung der Tiefengeothermie ist grundsätzlich gegeben, seine Erschließung wäre jedoch mit hohen Investitionen und erheblichen wirtschaftlichen Risiken verbunden. Im bundesweiten Vergleich weist das Gebiet ein eher geringes Potenzial auf. In einer Tiefe von etwa 2000 m beträgt die Temperatur rund 80 °C (vgl. Abbildung 57).

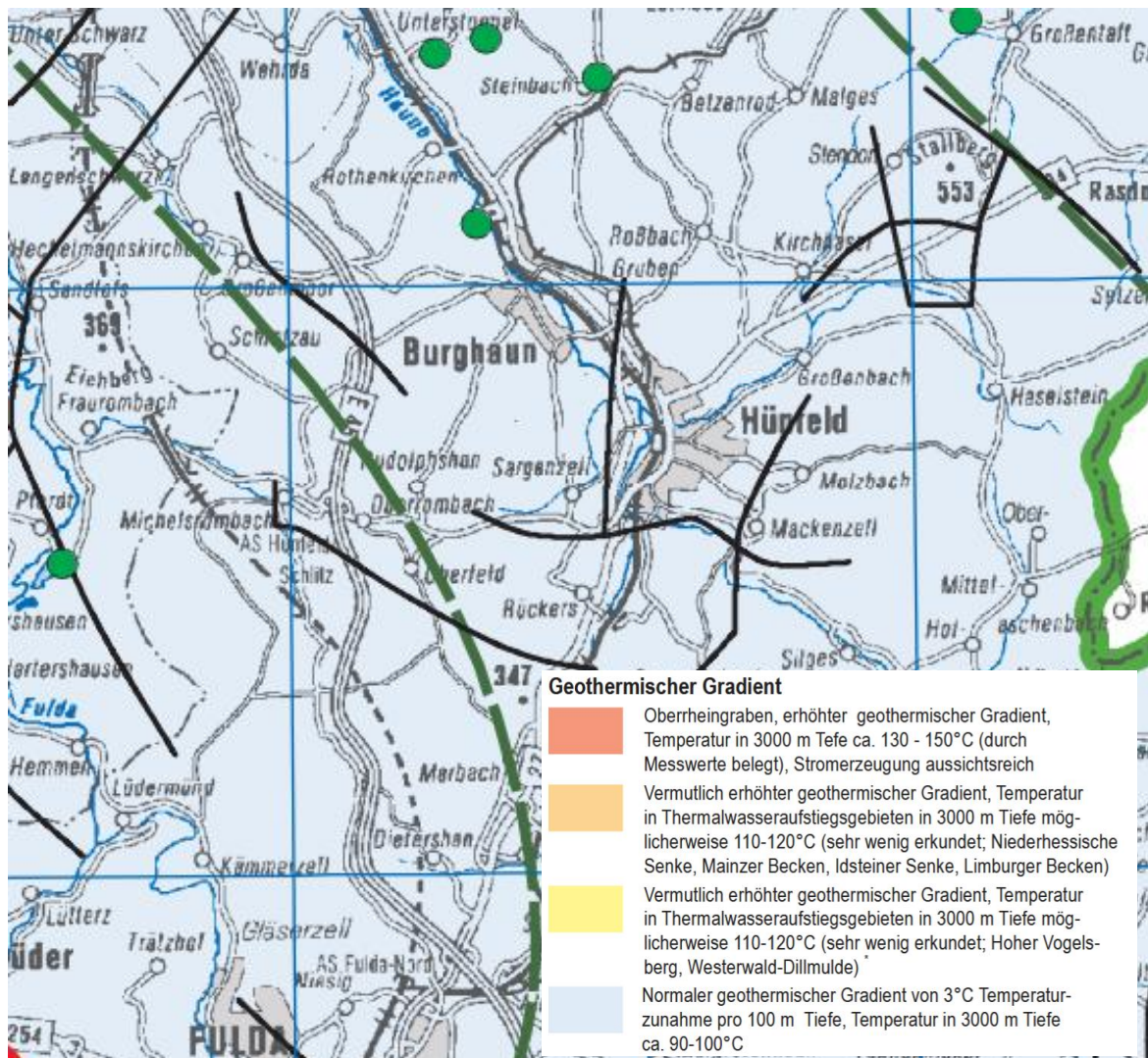


Abbildung 56: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken

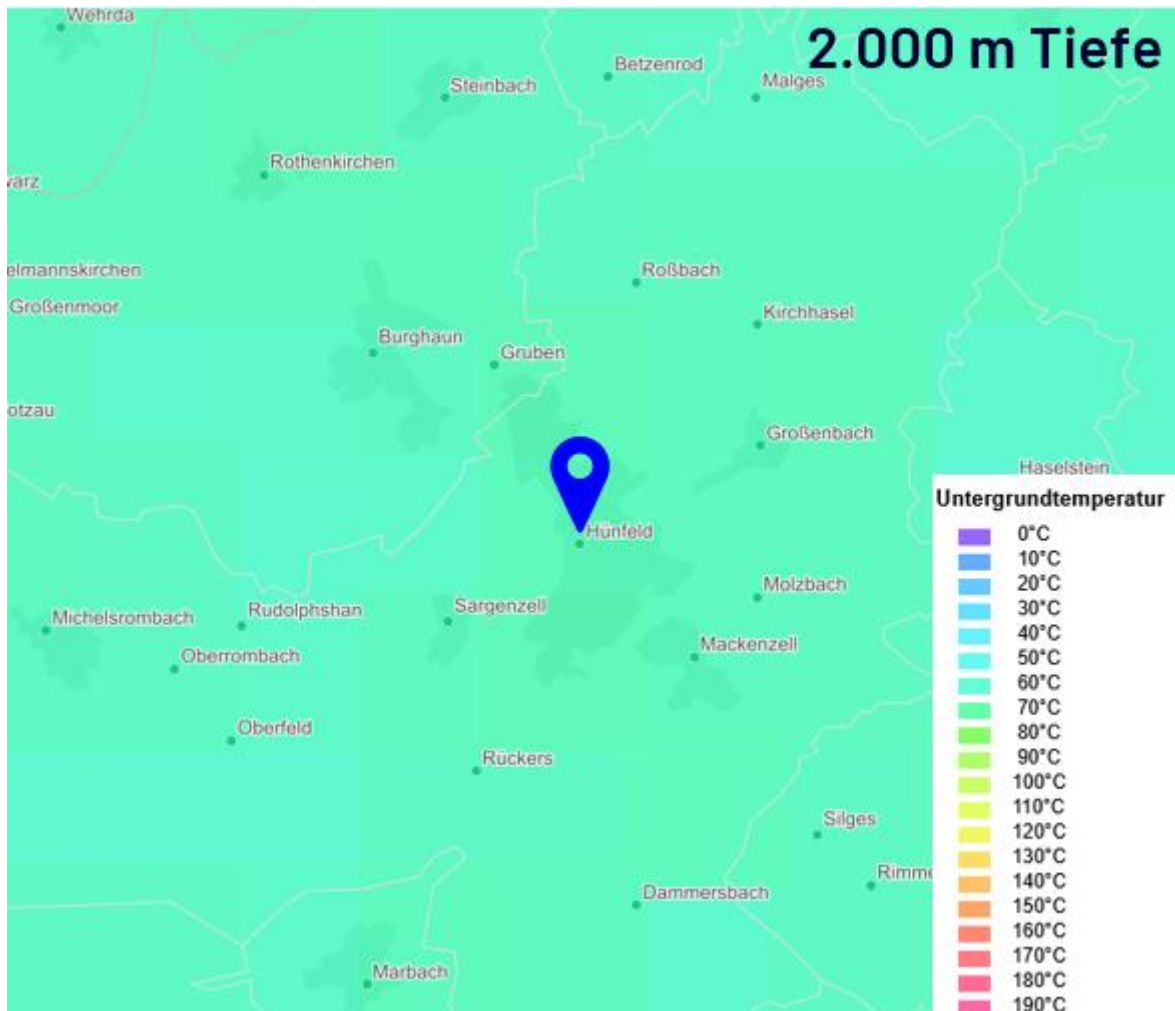


Abbildung 57: Auszug aus GeotIS mit den erwarteten nutzbaren Temperaturen in 2 000 m Tiefe

4.4 Grundwasser

Das Grundwasser ist als Wärmequelle aufgrund seiner über das Jahr weitgehend konstanten Temperatur interessant. Durch eine Sole-Wasser-Wärmepumpe kann diese Temperatur auf ein für Wärmenetze nutzbares Niveau angehoben werden.

Zur Erschließung oberflächennaher Grundwasserleiter für die Wärmeerzeugung werden mindestens zwei vertikale Brunnen benötigt. Der Förderbrunnen entnimmt das Grundwasser und führt es der Wärmepumpe zu, während der Schluckbrunnen das abgekühlte Wasser ins Erdreich zurückleitet. Statt eines Schluckbrunnens ist auch eine Versickerung möglich. Horizontalfilterbrunnen bestehen dagegen aus horizontal verlaufenden Filterrohren, über die das Grundwasser gefördert wird. Je nach Wärmebedarf werden entsprechend viele Brunnen angelegt. Hier muss ein Mindestabstand eingehalten werden, damit sich die Brunnen und andere Anlagen gegenseitig weder thermisch noch hydraulisch beeinflussen.

Die Voraussetzungen für die energetische Nutzung des Grundwassers sind ein geeignetes oberstes Grundwasserstockwerk sowie die richtige Beschaffenheit des Grundwassers. Besonders geeignet sind Porengrundwasserleiter (Sand, Kies) mit geringen Feinbestandteilen

(Feinsand, Schluff, Ton), einem möglichst geringen Grundwasserflurabstand und einer großen Ergiebigkeit. Die Qualität des Grundwassers sollte möglichst weich und sauerstoffreich sein.

Saisonale Schwankungen beim Grundwasser sollten möglichst gering ausfallen. Niedrige Temperaturen oder ein schwankender Wasserstand können den Betrieb erschweren oder verhindern. Die Grundwassertemperatur wird maßgeblich von der Sonneneinstrahlung und dem versickernden Niederschlag beeinflusst. An der Oberfläche ist die saisonale Temperaturschwankung am größten und nimmt in der Tiefe ab. Ab etwa 10 bis 15 m ist sie in der Regel nicht mehr nachweisbar.

Bei der Standortsuche ist der wasserrechtliche Rahmen zu berücksichtigen und hier vor allem die einschlägigen Wasserhaushalts- und Wassergesetze auf Bundes- und Landesebene. Diese stellen eine sichere Trinkwasserversorgung, die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen sowie die Förderung regenerativer Energien und die Vermeidung thermischer Auswirkungen auf benachbarte Anlagen sicher.

Im Stadtgebiet Hünfeld steht Grundwasser ab einer Tiefe von etwa 15 m zur Verfügung. Die Untersuchung einer Wasserprobe aus rund 240 m Tiefe (Gutachten vom 12.02.1992) ergab Eisenkonzentrationen von 0,629 mg/l und Mangankonzentrationen von 0,155 mg/l. Beide Werte liegen deutlich unterhalb des Grenzwerts von 1 mg/l. Damit besteht keine Gefahr von Verockerung, was den Einsatz eines Horizontalfilterbrunnens grundsätzlich möglich macht.

Insgesamt deuten die vorliegenden Ergebnisse auf ein nutzbares Potenzial hin. Vor der Erschließung des Grundwasserpotenzials sollte ein weiteres Gutachten zu den Nutzungsmöglichkeiten eingeholt werden, um die hydrogeologischen Werte aktuell zu überprüfen.

4.5 Oberflächengewässer

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das Flusswasser der Haune als mögliche Wärmequelle für Hünfeld untersucht. Dem Betrieb einer Flusswasserwärmepumpe wurden dabei folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Minimale Entnahmetemperatur 5 °C (d. h. kein Betrieb der Wärmepumpe bei Flusstemperatur unterhalb dieses Werts)
- Maximale Abkühlung des Entnahmestroms auf 3 °C vor Wiedereinleitung in die Haune
- Bezogen auf Entnahmestrom: Temperaturdifferenz zwischen Entnahme und Einleitung maximal 5 Kelvin (K)
- Entnahmestrom in Höhe von 5 % des mittleren Niedrigabflusses

Das Wärmepotenzial der Haune wurde anhand von Monatswerten der Fluss- und Lufttemperatur ermittelt, da keine höher aufgelösten Daten vorlagen. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus der HLNUG-Messstelle Hünfeld (302).

Für den stabilen Betrieb einer Flusswasserwärmepumpe wurde eine Grenztemperatur der Haune von 5,5 °C definiert. Sinkt die Flusstemperatur unter diesen Wert, wird die

Wärmepumpe ausgeschaltet. Die rechnerisch ermittelten Zeiträume sind in folgender Abbildung mit einem farbigen Balken unterlegt. In diesen Phasen ist eine ergänzende Spitzenlasttechnologie oder ein weiterer Wärmeerzeuger erforderlich.

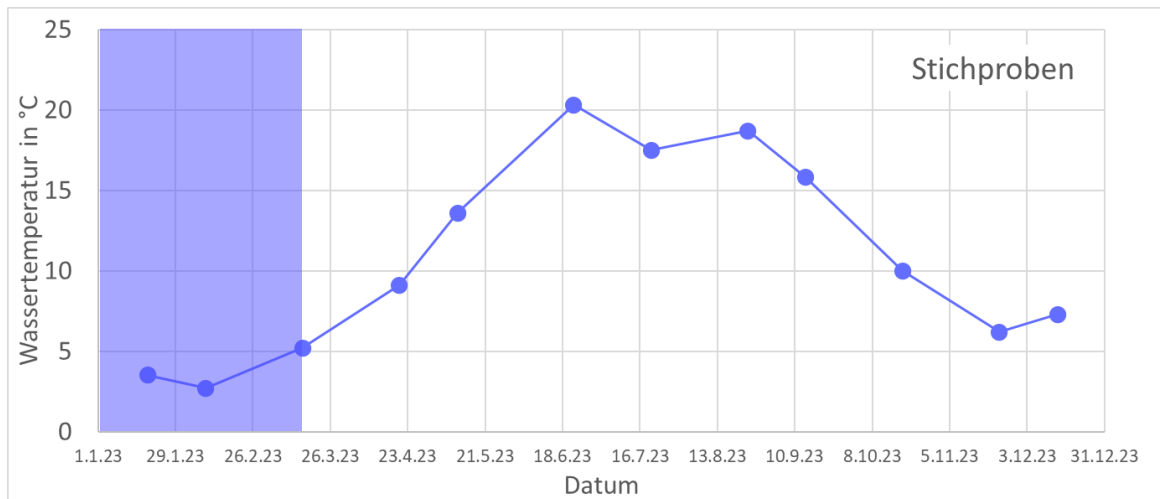


Abbildung 58: Temperaturverlauf der Flusstemperatur der Haune (Messstelle Hüfeld)

Unter der Annahme einer Nutzung von 5 % des mittleren Niedrigabflusses ($0,82 \text{ m}^3/\text{s}$) und einer Auskühlung des Flusswassers um 5 K ergibt sich eine maximale theoretische Wärmeleistung von rund $1,4 \text{ MW}_{\text{th}}$.

Tabelle 14: Abschätzung des Wärmepotenzials der Haune unter den getroffenen Annahmen

Parameter	Wärmepotenzial der Haune bei 5 Kelvin Auskühlung des Flusswassers (Output Flusswasser mit Wärmepumpe)
5 % mittlerer Niedrigabfluss in m^3/s	0,04
Maximaler Wärmeoutput in MW_{th}	1,4
Jährlicher Strombedarf in MWh/a	2.576
Jährliche Wärmeerzeugung in MWh/a	8.635

Bei einer Ausführung als zweistufiges Kompressorsystem und einer gleitenden Vorlauftemperatur von 75 bis 85 °C wird eine Jahresarbeitszahl von 3,0 erwartet.

Der Energiestrom und die Leistungszahlen (COP) sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Dabei bezeichnet P_{ein} die elektrisch zugeführte Energie und Q_{ein} die thermische Energie, die dem Wasser entzogen und dem Wärmenetz zugeführt wird. Beide zusammen ergeben das theoretisch verfügbare thermische Potenzial $Q_{\text{aus,theo}}$.

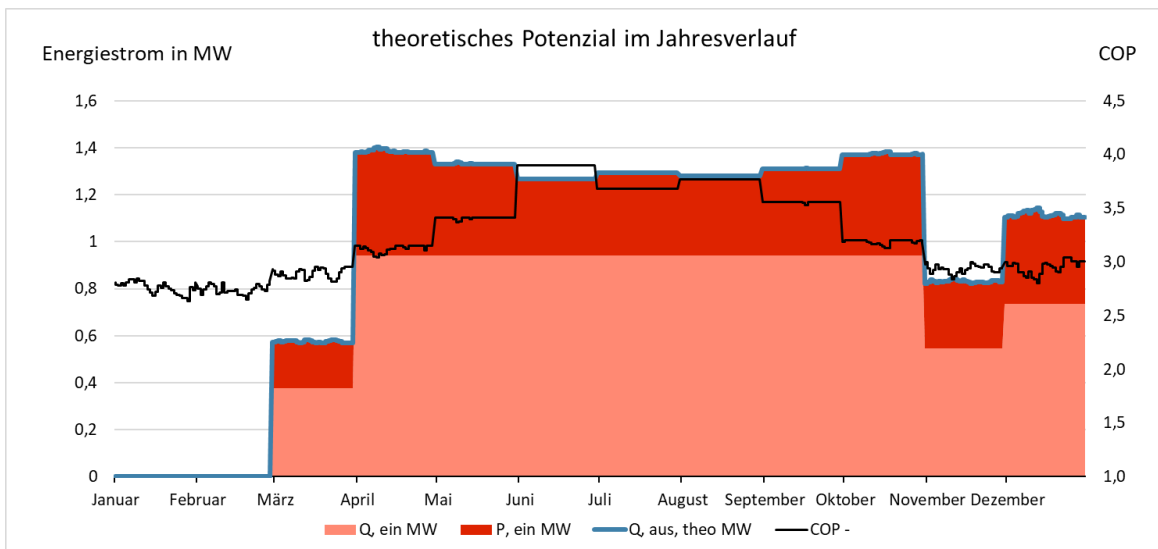


Abbildung 59: Wärmeezeugung und COP der Flusswärmepumpe im Jahresverlauf

Für die Bewertung wurde eine gleitend-konstante Fahrweise des Wärmenetzes angenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass ein erheblicher Anteil des erwarteten Wärmeertrags von rund 8,6 GWh pro Jahr vor allem in den Sommermonaten anfällt, in denen der Wärmebedarf typischerweise geringer ist. Gleichzeitig begrenzen der geringe Niedrigwasserabfluss und die insgesamt niedrigen Wassertemperaturen sowie mögliche winterliche Betriebsunterbrechungen der Flusswasserwärmepumpe das nutzbare Wärmepotenzial. Der Einsatz einer Flusswärmepumpe zur zukünftigen Wärmeversorgung von Hünfeld erscheint in diesem Fall nicht sinnvoll.

4.6 Umgebungsluft

Die Umgebungsluft kann in Kombination mit Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) als Wärmequelle genutzt werden und steht praktisch unbegrenzt zur Verfügung. Eine wesentliche Einschränkung beim Einsatz von L/W-Wärmepumpen sind die Lärmschutzverordnungen. Insbesondere die Schallschutzvorgaben und die verfügbaren technischen Lösungen zur Schallminderung müssen ortsspezifisch geprüft werden. Generell kann festgehalten werden, dass L/W-Wärmepumpen eine große Rolle bei der Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung spielen. Das Potenzial für die dezentrale Wärmeversorgung wird in Kapitel 6.1 näher dargestellt.

Auch das technische Potenzial von L/W-Großwärmepumpen für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze ist groß. Eine Hürde bei der Standortsuche stellen jedoch die Geräuschemissionen dar. Daher wurden die aktuellen Vorgaben zur Schallimmission und die Abstände zu Schutzflächen detailliert geprüft. Die folgende Tabelle enthält die berechneten Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm (Bundesministerium des Innern - BMI 2025) sowie die daraus abgeleiteten Abstände zu Schutzobjekten in Abhängigkeit vom jeweiligen Schallleistungspegel der Wärmepumpe (80, 85, 90 dB(A)), basierend auf dem Leitfaden Schall des Bundesverbands Wärmepumpen e. V. (BWP).

Tabelle 15: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schallleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (BWP) sowie Immissionsgrenzen Nacht (TA-Lärm)

Schutzobjekte	Immissionsrichtwertgrenze Nacht (22-6 Uhr)	Mindestabstand in m bei Schallleistungspegel:		
	in dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)
Wohngebäude	35	141,3	251,2	446,7
GHD-Gebäude	45	44,7	79,4	141,3
Öffentliche Gebäude	35	141,3	251,2	446,7
Industriegebäude	70	2,5	4,5	7,9
Friedhof	55	14,1	25,1	44,7
Kleingartenanlagen	60	7,9	14,1	25,1
Wochenendhäuser	40	79,4	141,3	251,2
Campingplätze	40	79,4	141,3	251,2

Den Berechnungen wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt: Richtwirkungsmaß $D_i = 0$ dB(A), Zuschlag Ton- und Informationshaltigkeit: $K_t = 0$ dB(A), Raumwinkelmaß Aufstellung: $K_0 = 3$ dB(A), Zuschlag für empfindliche Zeiten $K_r = 0$ dB(A) sowie Nachtreduzierung: $K_n = 0$ dB(A) und Irrelevanz-Zuschlag: $K_{irr} = 6$ dB(A) gemäß Technischer Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm.

Als potenzielle Aufstellgebiete für L/W-Großwärmepumpen wurden außerdem die folgenden Flächentypen ausgeschlossen: Gehölze, Sümpfe, Moore, Gewässer, Wälder, Naturschutzgebiete, Stadien und Spielfelder.

Geeignete Aufstellgebiete im Planungsgebiet werden in folgender Abbildung deutlich. Dabei wurden sowohl die vorgeschriebenen Mindestabstände zur Einhaltung des Schallschutzes als auch ein maximaler Abstand von 500 m zur Bebauung berücksichtigt. Die Analyse zeigt, dass in Hünfeld grundsätzlich geeignete Standorte für L/W-Großwärmepumpen in räumlicher Nähe zu potenziellen Wärmenetzgebieten vorhanden sind. Die tatsächliche Verfügbarkeit der Flächen muss später gesondert geprüft werden. Bei Anwendung zusätzlicher Maßnahmen zur Schallreduktion können weitere Standorte näher an einer bestehenden Wohnbebauung in Betracht gezogen werden.

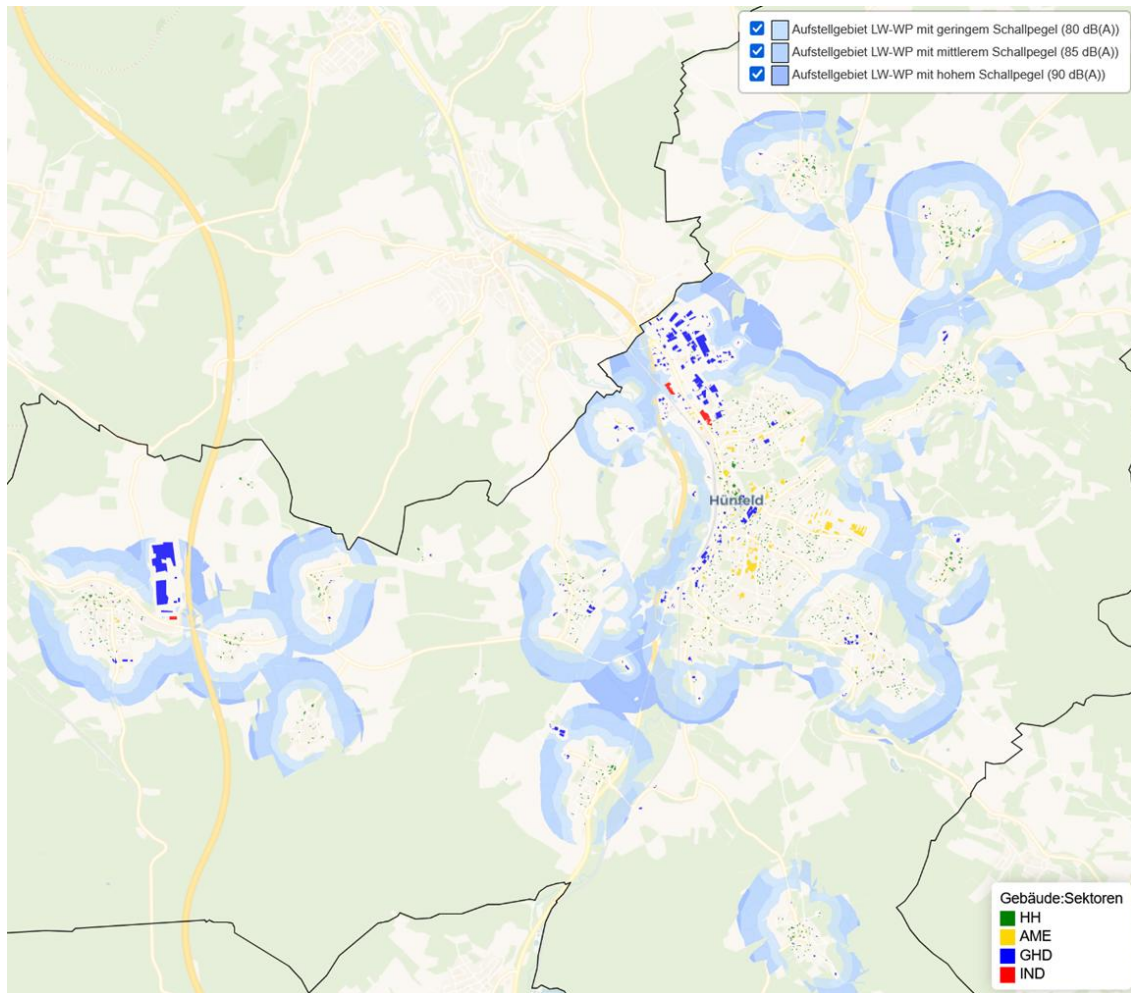


Abbildung 60: Mögliche Aufstellgebiete in Hünfeld für L/W-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben

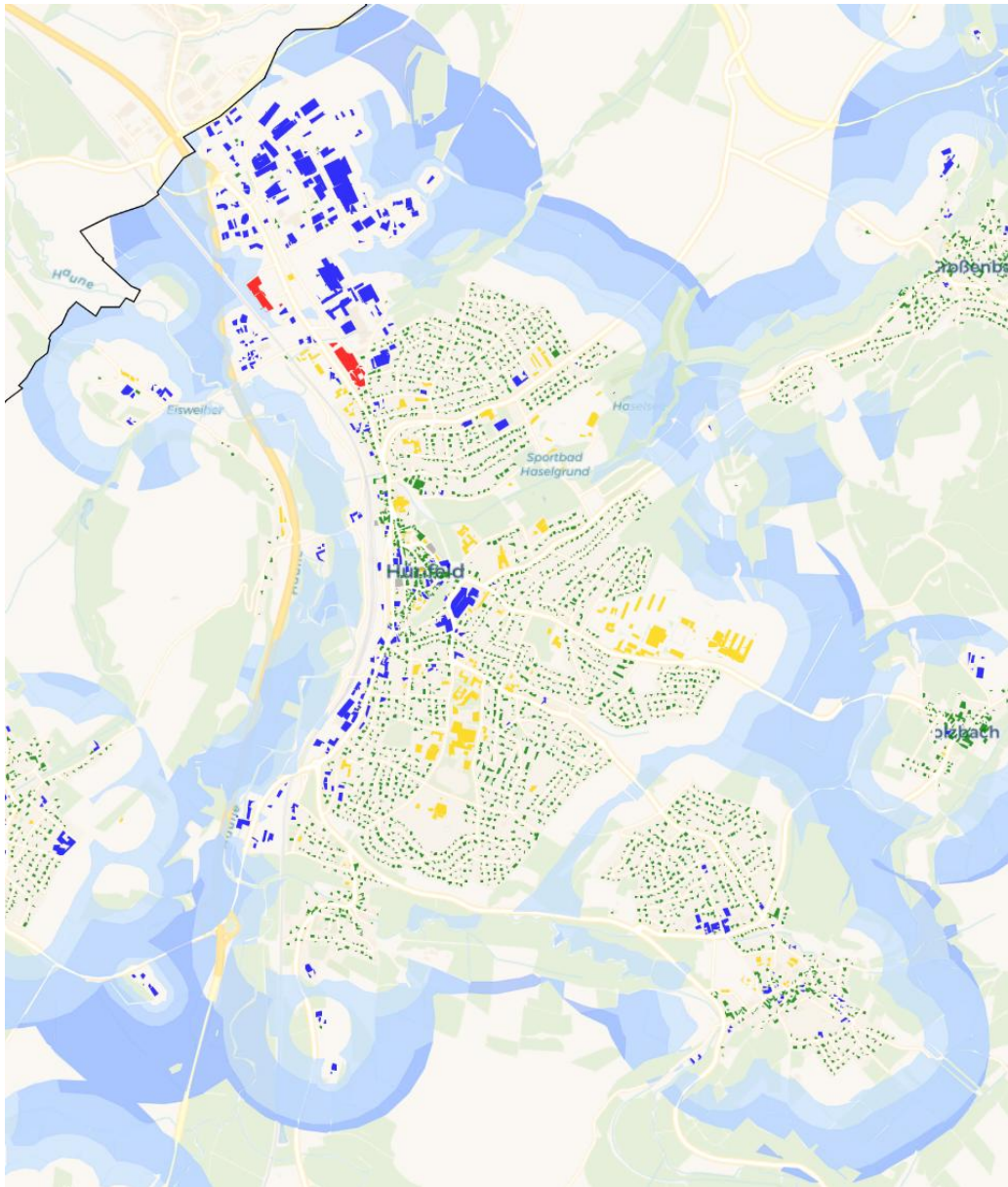


Abbildung 61: Mögliche Aufstellgebiete im Stadtzentrum Hünfeld für L/W-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben

4.7 Abwasser

4.7.1 Kläranlagen

Für die Potenzialanalyse wurden die kommunalen und industriellen Abwässer im Planungsgebiet Hünfeld auf ihre energetische Nutzbarkeit hin untersucht. Kläranlagen weisen häufig ein sehr großes Potenzial als Wärmequelle für den Einsatz von Großwärmepumpen auf. Im Gebiet der Stadt Hünfeld befinden sich die von der Stadt betriebene Zentralkläranlage Hünfeld, die Kläranlage Michelsrombach/Buchfinkenland in Michelsrombach, die Kläranlage Kirchhasel-Stendorf in Stendorf sowie die industrielle Kläranlage der Hochwald Foods GmbH.

Zur Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials wurden zunächst die verfügbaren Betriebsdaten der Zentralkläranlage Hünfeld ausgewertet. Die Kläranlagen Michelsrombach-/Buch-

finkenland und Kirchhasel–Stendorf sind aufgrund ihrer geringen Größe für eine energetische Nutzung mit Großwärmepumpen eher nicht geeignet und wurden daher nicht weiter betrachtet. Die industrielle Kläranlage der Hochwald Foods GmbH wurde ebenfalls in die Analyse einbezogen; hier wurde ein relevantes Wärmepotenzial identifiziert. Aus Gründen der Geheimhaltung können die Ergebnisse jedoch nicht veröffentlicht werden.

Das nutzbare Potenzial ergibt sich im Wesentlichen aus dem verfügbaren Abwasservolumenstrom am Auslauf, dem Temperaturverlauf über das Jahr sowie der zulässigen Temperaturabsenkung. Zwar weist das Temperaturprofil des gereinigten Abwassers ausgeprägte saisonale Schwankungen auf, jedoch werden auch in den Wintermonaten meistens Temperaturen von 8 °C erreicht (vgl. Abbildung 62).

Zur Potenzialermittlung wurde der Trockenwetterabfluss zugrunde gelegt, sodass ausschließlich die überwiegend konstant verfügbare Wärmemenge berücksichtigt wurde. Für eine wirtschaftlich realistische Bewertung wurde das 80-%-Quantil der Volumenstromdaten angesetzt. Der verfügbare Volumenstrom ist über das gesamte Jahr ausreichend, um einen Betrieb der Wärmepumpe sicherzustellen. Die Messdaten zu Abwassertemperatur und Abfluss der Zentralkläranlage Hünfeld wurden von der Stadt Hünfeld bereitgestellt (vgl. Kapitel 3.1).

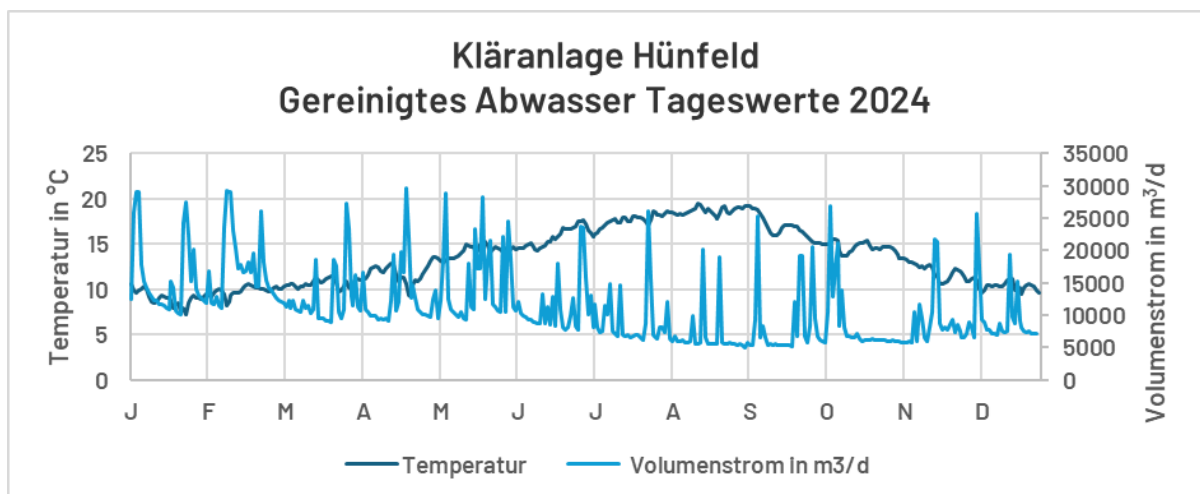


Abbildung 62: Temperaturen des gereinigten Abwassers und Zuflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2024 der Kläranlage Hünfeld

Auf Grundlage der Simulation ergaben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Kennwerte. Für die Zentralkläranlage Hünfeld lässt sich daraus ein grundsätzlich ausreichendes Potenzial zur Einbindung in ein Wärmenetz ableiten.

Tabelle 16: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlagen in Hünfeld

Kläranlage	Abfluss (80-%-Quantil) in m ³ /s	Leistung in MWh	Wärmepotenzial in MWh/a	SCOP
Zentralkläranlage Hünfeld	0,07	2,5	18.900	3,4

4.7.2 Abwasserkanäle

Abwasserkanäle mit einem Normdurchmesser von DN 800 oder größer bieten grundsätzlich die Möglichkeit, dem Abwasser bereits vor der Kläranlage Wärme zu entziehen. Für die biologischen Reinigungsprozesse in Kläranlagen ist jedoch eine Mindesttemperatur erforderlich. Deshalb sollte das ungereinigte Abwasser vor der Kläranlage nicht unter etwa 12 °C abgekühlt werden (DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft 2020). In den Wintermonaten liegt die Abwassertemperatur im Kanalnetz häufig darunter, sodass ein ganzjährig wirtschaftlicher Betrieb der Wärmepumpe in der Regel nicht möglich ist.

Grundsätzlich denkbar ist die Nutzung von Abwärmepotenzialen einzelner Einleiter, die größere Abwassermengen mit erhöhtem Temperaturniveau einleiten. Diesbezüglich wurden die Abwässerströme des städtischen Frei- und Hallenbades untersucht. Zur Berechnung wurden die durchschnittlichen Abwassermengen und Abflusstemperaturen herangezogen, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 17: Abflussdaten der städtischen Schwimmbäder

Schwimmbad	Abfluss in m ³ /Tag	Abfluss- Temperaturen in °C	Betriebszeit
Hallenbad	25–30	27–28	Mitte September – Mitte Mai
Freibad	80–110	23	Mitte September – Mitte Mai

Daraus ergibt sich ein Wärmepotenzial von rund 0,4 GWh pro Jahr aus beiden Abflüssen. Diese Wärmemenge ist vergleichsweise gering und zudem räumlich verteilt, wodurch die Erschließung aufwendiger wäre als beispielsweise am Auslauf einer Kläranlage. Eine Nutzung zur zentralen Wärmeerzeugung für ein Wärmenetz erscheint daher derzeit nicht wirtschaftlich.

4.8 Solarthermie und Photovoltaik

Große solarthermische Anlagen stellen eine bewährte Technologie dar, mit der bei geringem Primärenergieeinsatz hocheffizient Wärme für Wärmenetze bereitgestellt werden kann. Zum Einsatz kommen hierbei überwiegend Flachkollektoren. Das Wärmeangebot solarthermischer Anlagen unterliegt tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen. Voraussetzung für einen effizienten Einsatz der Solarthermieanlagen sind geeignete Flächen in räumlicher Nähe der Wärmenetze. Meist empfiehlt sich eine Kombination mit Kurzzeit- oder saisonalen Wärmespeichern.

Flächen für große solarthermische Anlagen eignen sich in der Regel ebenfalls für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, deren erzeugter Strom vor Ort zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden kann. In der Potenzialanalyse ging es vorrangig um die Ermittlung geeigneter Flächen. Zur Bestimmung potenziell geeigneter Standorte für große Solarthermieanlagen wurden die verfügbaren Geodaten ausgewertet. Im Ergebnis wurde eine Auswahl von Flächenkategorien definiert, deren Nutzung für große Solarthermieanlagen grundsätzlich denkbar ist (vgl. Tabelle 18 „Gunstkriterien“). In die Kategorie „Eignung mit

Einschränkung“ wurden Flächentypen aufgenommen, auf denen die Errichtung großer Solarthermieanlagen zwar prinzipiell möglich wäre, jedoch aufgrund möglicher Nutzungskonflikte eingeschränkt sein könnte (vgl. Tabelle 18 „Einschränkungskriterien“). Darüber hinaus wurden Ausschlussgebiete definiert (vgl. Tabelle 18 „Ausschlusskriterien“), in denen mit großer Wahrscheinlichkeit eine Nutzung für große Solarthermieanlagen nicht zulässig ist. Die Zuordnung der Flächenkategorien ist in Tabelle 19 ablesbar. Die räumliche Verteilung der Flächenkategorien im Planungsgebiet ist zudem in Abbildung 63 und Abbildung 64 dargestellt.

Tabelle 18: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
Intensiv genutzte Ackerflächen mittlerer und geringer Bodengüte (Bodenfunktionsbewertung) ⁵	Vorranggebiete Wohnen/ Siedlungsentwicklung ⁷	Naturschutzgebiete ⁵
Intensiv genutztes Grünland ⁶	Vorranggebiete Industrie und Gewerbe ⁷	Nationalpark, FFh-Gebiete ⁵
Landwirtschaftlich benachteiligte Flächen ⁷	Bodendenkmale ⁸ , Kulturdenkmale, Denkmalschutz ⁹	Wasserschutzgebiete (Zone I und II) ⁵
Technisch überprägte Flächen (250 m zu Oberleitungen, Umspannstation o, Kläranlagen) ⁶	Bundes- und landesweit bedeutsame Landschaften (Naturlandschaften, historische gewachsene Kulturlandschaften, etc.) ¹⁰	Hochwasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete ⁵
Deponien, Halden ⁶	Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete ⁵	Vorranggebiete Natur und Landschaft ⁷
Seitenflächen von regionalbedeutsamen Verkehrsinfrastrukturen (bis 500 m) ⁶	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Rohstoffgewinnung, Rohstoffsicherung ⁷	Vorranggebiete Forstwirtschaft ⁷
Nähe zu Siedlungsgebiet (bis 1000 m) ⁶	Geschützte Biotop- & Biotopkomplexe ⁵	Regionale Grünzüge/Grünzäsuren ⁷

⁵ Quellen: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Geodienste Boden, Stand: Juli 2024, <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/boden> und Bundesamt für Naturschutz (BfN): Schutzgebiete in Deutschland, Stand: Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

⁶ Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN): Schutzgebiete in Deutschland, Stand: Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

⁷ Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Wohnen (HMWVW): Regionalpläne Hessen – Geodaten, Stand: Juli 2024, <https://landesplanung.hessen.de/geodaten/regionalplaene>

⁸ Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN): Schutzgebiete in Deutschland, Stand: Oktober 2025, <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete>

⁹ Quelle: Landesamt für Denkmalpflege Hessen (LfDH): Denkmalschutz Hessen – Geodaten, Stand Juli: 2024, <https://www.geoportal.hessen.de/spatial-objects/342>

¹⁰ Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN): Bedeutsame Landschaften Deutschlands, Stand: Oktober 2025, <https://www.govdata.de/suche/daten/bedeutsame-landschaften-deutschlands>

Gunstkriterien	Einschränkungskriterien	Ausschlusskriterien
	Naturdenkmale, Naturmonumente (Umgebung) ⁸	Vorranggebiete Hochwasserschutz ⁷
	Wasserschutzgebiete Zone III ⁵	Waldflächen (und 50 m Puffer) ⁶
	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Landwirtschaft ⁷	Natürliche Seen/Stillgewässer ⁶
	Entwicklungszonen Biosphärenreservate (Zone III) ⁵	Bestehende Freiflächenanlagen ⁶
	Naturpark ⁸	Fließgewässer und Gewässerbegleitflächen ⁶
	Moorböden ⁶	Siedlungsgebiete ⁶

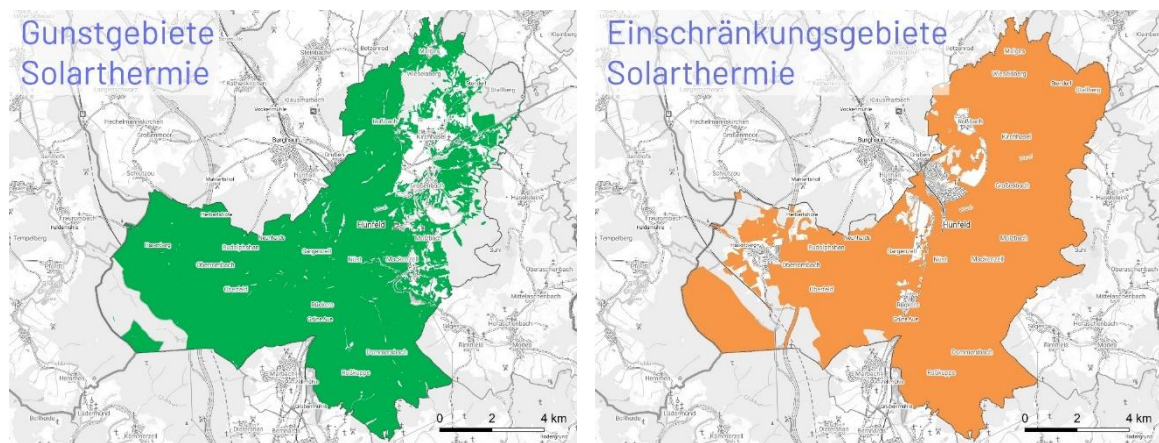


Abbildung 63: Gunstgebiete (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieanlagen in der Stadt Hünfeld

Zunächst wurden die Einschränkungsgebiete mit den Gunstgebieten für Solarthermie überlagert. Anschließend wurden Ausschlussgebiete (Abbildung 64 links) von den Flächen der Gunstgebiete (vgl. Abbildung 63, links) abgezogen und die verbleibenden Flächen mit den eingeschränkt geeigneten Gebieten (vgl. Abbildung 63, rechts) überlagert. Zusammenhängende Flächen von weniger als 2 000 m² wurden aus der Auswahl entfernt, da der Erschließungsaufwand erst ab einer entsprechenden Mindestgröße als sinnvoll einzustufen ist. Das resultierende Flächenpotenzial für Solarthermie der Stadt Hünfeld ist in Abbildung 64 rechts dargestellt. Es verdeutlicht, wo Gunstgebiete hier Positivgebiete, und Einschränkungsgebiete in Hünfeld zu finden sind.

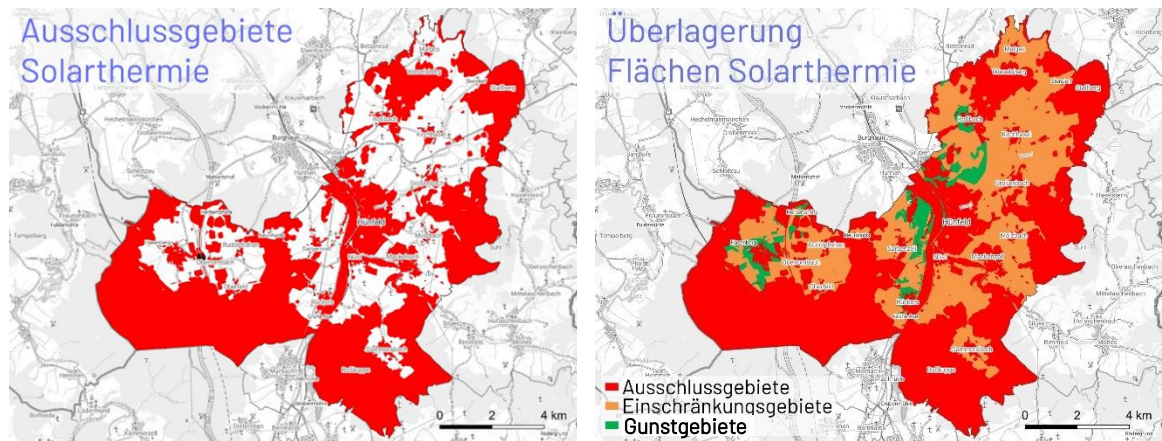


Abbildung 64: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in der Stadt Hünfeld. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.

Das Flächenpotenzial für Hünfeld ist in Abbildung 65 eingezeichnet. Dargestellt werden ausschließlich Gunstgebiete für große Solarthermieranlagen, gegebenenfalls mit Einschränkungen. Die Gesamtfläche beträgt rund 3 744 ha, davon entfallen 520 ha auf die Kategorie „Gunstgebiete ohne Einschränkungen“ und 3 224 ha auf die Kategorie „Gunstgebiete mit Einschränkungen“. Die räumliche Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen ist dabei noch nicht berücksichtigt. Die Flächenauswahl dient als Orientierungsgrundlage für die Planung neuer Wärmenetze. Im Einzelfall sind weitere Einschränkungen, beispielsweise durch Nutzungskonkurrenzen, Eigentumsverhältnisse oder physische Hindernisse auf den Flächen, zu prüfen.

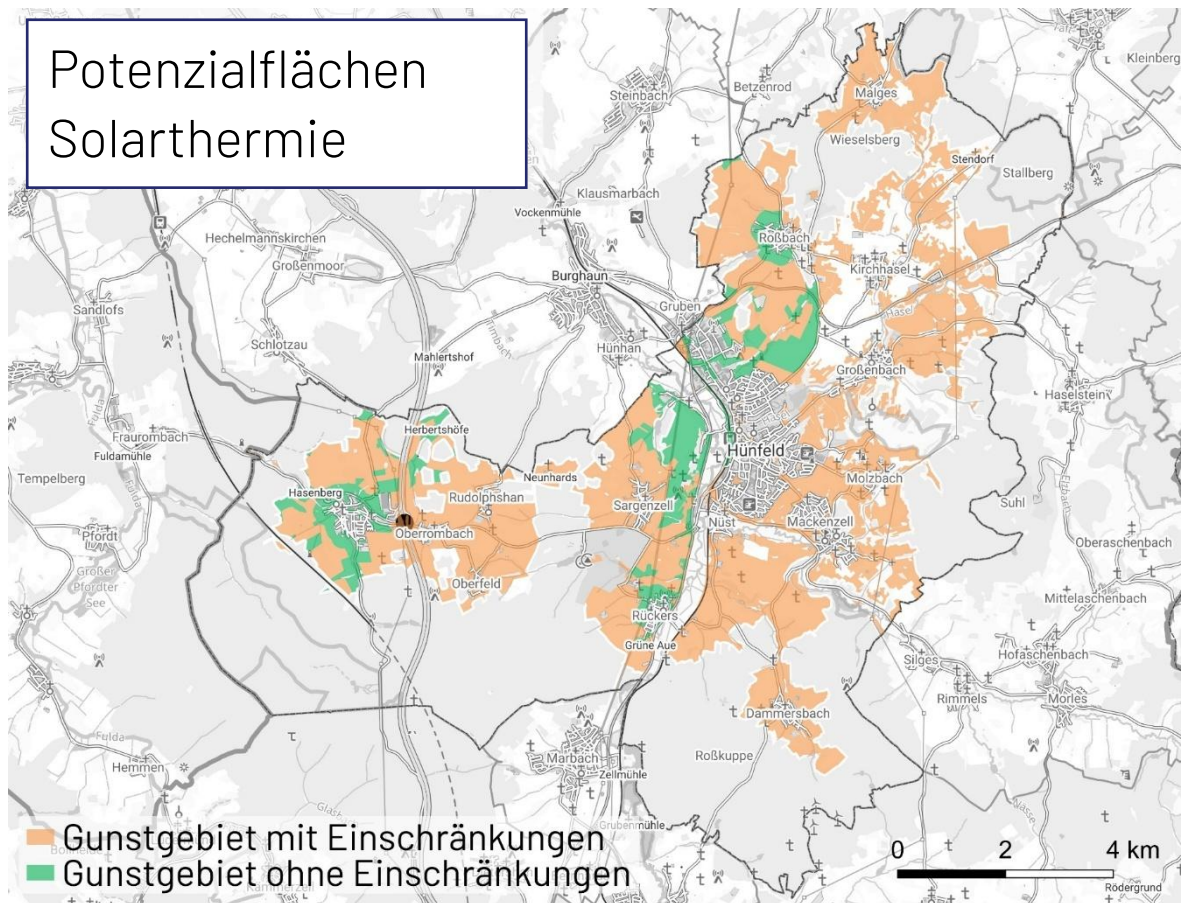


Abbildung 65: Flächen für Solarthermieanlagen nach Verschneidung

Auf der Fläche kann theoretisch ein sehr großes solarthermisches Potenzial erschlossen werden, dessen gesamter Ertrag den sommerlichen Bedarf der Stadt Hünfeld deutlich übersteigt. Die Auswertung des Potenzials ist Tabelle 19 zu entnehmen.

Grundsätzlich sollte die Installationsfläche das 1,5- bis 3-Fache der Kollektorfläche betragen. Größere Abstände zwischen den Kollektorreihen reduzieren die Verschattung und erhöhen die Effizienz. Die Flächenverfügbarkeit hängt zudem von konkurrierenden Nutzungsarten wie Wohnraum oder Landwirtschaft ab.

Wird eine Solarthermieanlage auf die Sommerlast ausgelegt, ist sie so zu dimensionieren, dass Wärmeüberschüsse an einstrahlungsreichen Tagen möglichst gering gehalten oder vermieden werden.

Damit die Wärme der Sonne auch in der Nacht zur Verfügung steht, sind Tagesspeicher üblich. Aufgrund geringer Wärmeüberschüsse und der relativ kurzer Speicherdauern erreichen entsprechende Anlagen hohe spezifische Erträge bei zugleich niedrigen solaren Wärmegestehungskosten. Die solaren Deckungsraten am Gesamtwärmebedarf sind jedoch je nach saisonaler Lastverteilung auf etwa 5 % bis 15 % begrenzt, sodass der überwiegende Teil der Wärme weiterhin durch andere Wärmeerzeuger bereitgestellt werden muss. Die konkreten Vorteile von Tagesspeichern hängen daher stark von den jeweiligen Rahmenbedingungen ab.

Um die im Sommer produzierte Wärme auch im Winter nutzen zu können, sind saisonale Wärmespeicher erforderlich. Diese unterscheiden sich deutlich in Konstruktion und Speichervolumen von Kurzzeitspeichern. Aufgrund der längeren Speicherdauer liegen die Speicher- verluste – je nach Bauweise und Anzahl der Speicherzyklen – zwischen 10 % und 30 %.

Ein optimaler Betrieb ist gegeben, wenn die Speichertemperaturen möglichst niedrig gehalten werden. Dadurch lassen sich Wärmeverluste reduziert und höhere spezifische Erträge der Solarthermieanlage erzielen.

Damit sind solare Deckungsraten von über 30 % erreichbar, unter günstigen Rahmen- bedingungen auch von deutlich über 50 %. Welche Deckungsrate angestrebt wird, ist im Einzelfall anhand ökologischer und ökonomischer Kriterien festzulegen.

Durch die zentrale Installation einer großen Solarthermie-Freiflächenanlage verringern sich die Investitionskosten, da größeren Anlagen in der Regel geringere spezifischen Installations- kosten aufweisen (Universität Kassel 2022). Das theoretische Potenzial ist in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 19: Theoretisches Potenzial Solarthermie

Flächenkate- gorie	Flächengröße in ha	Kollektorflä- che (brutto) auf Freiflä- che in Mio. m ²	Wärmepotenzial bei solarem Ertrag von	
			350 kWh/m ² Kollektorfläche in GWh/a	550 kWh/m ² Kollektorfläche in GWh/a
Gunstgebiete ohne Ein- schränkungen	520	2,6	910	1.430
Gunstgebiete mit Einschrän- kungen	3.224	16,12	5.642	8.866

Im Folgenden werden beispielhaft zwei Auslegungsvarianten erläutert:

- Auslegung der Solarthermieanlage auf die Sommerlast (Schwachlastperiode)

Diese Variante umfasst einen Tagesspeicher und erzielt relativ hohe spezifische So- larerträge von 550 kWh/(m²·a). Da der Wärmebedarf im Sommer insgesamt gering ist, ergeben sich jährliche Deckungsraten von durchschnittlich etwa 10 % bis 15 %.
- Auslegung einer Solarthermieanlage mit Saisonalspeicher zur Erreichung hoher solarer Deckungsraten

Diese Variante beinhaltet einen Saisonalspeicher und erzielt mittlere spezifische So- larerträge von 350 kWh/(m²·a). Durch die größere installierte Kollektorfläche können neben den Sommermonaten auch die die Bedarfe in den Übergangszeiten im Frühling und Herbst abgedeckt werden. Abhängig von der Dimensionierung des Saisonalspei- chers ist zudem eine anteilige Deckung des Wärmebedarfs in den Wintermonaten möglich.

Die genannten spezifischen solaren Erträge sind Abhängig von den mittleren Betriebstemperaturen im Wärmenetz. Es ist auf eine möglichst niedrige Rücklauf­temperatur im Wärmenetz zu achten. Ziel ist eine jährliche mittlere Rücklauf­temperatur von unter 50 °C im Wärmenetz, da mit steigender mittlerer Kollektortemperatur – beeinflusst durch Rücklauf­temperaturen im Wärmenetz und im Speicher – die spezifischen Solarerträge abnehmen.

In der folgenden Tabelle wird das theoretische Potenzial für Photovoltaik dargestellt. Grundlage ist die Annahme, dass pro Hektar Landfläche eine installierte Leistung von rund 1 MW_P realisiert werden kann. Je installiertem MW_P wird ein jährlicher Sommerertrag von rund 1 000 MWh/a erwartet (Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. 2023).

Tabelle 20: Theoretisches Potenzial Photovoltaik

Gebiet	Flächengröße in ha	Installierte Leistung in MW _p	Stromertrag in GWh/a
Gunstgebiete ohne Einschränkungen	520	520	520
Gunstgebiete mit Einschränkungen	3.224	3.224	3.224
Summe	3.744	3.744	3.744

Die ermittelten Potenziale können durch lokale Rahmenbedingungen eingeschränkt sein; ihre wirtschaftliche Realisierbarkeit ist im weiteren Planungsprozess gesondert zu bewerten.

4.9 Biomasse

Biomasse umfasst alle organischen Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft, die zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt werden können. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das lokale Biomasseangebot im Planungsgebiet untersucht. Das lokale Biomassepotenzial wurde nach Rücksprache mit lokalen Akteuren abgeschätzt. Die jährlich anfallende Menge ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 21: Biomassepotenziale der Stadt Hünfeld (Referenzjahr 2023)

Material	Einheit in t/a	Nutzungsgrad in %	Nutzbare Masse in t/a	Energie in GWh/a
Hecken- und Baumschnitt	800	50	400	3,5

Nach Angaben des Fachbereichs Tiefbau, Abwasser und Gewässer der Stadt Hünfeld fielen in der örtlichen Kompostierungsanlage des Wertstoffhofs im Jahr 2023 insgesamt rund 6 100 m³ Hecken- und Baumschnitt an. Nach dem Schredderdurchgang werden davon jährlich etwa 800 t abgefahren. Aufgrund des hohen organischen Anteils des Materials wird bei der Verbrennung ein energetischer Nutzungsgrad von etwa 50 % angesetzt. Daraus ergibt sich für Hünfeld ein jährliches Energiepotenzial aus Biomasse von rund 3,5 GWh.

Insgesamt ist das lokal verfügbare Biomassepotenzial sowohl aktuell als auch zukünftig als gering einzustufen. Es eignet sich daher nur eingeschränkt für eine zentrale Wärmeerzeugung im Rahmen eines größeren Wärmenetzes. Sperrmüll

In der Abfallbilanz der Stadt Hünfeld liegen keine konkreten Zahlen zur Abfuhrmenge von Sperrmüll vor. Der in Hünfeld anfallende Müll wird auf der Kreisabfalldeponie in Kalbach entsorgt und steht damit der Kommune nicht unmittelbar zur energetischen Nutzung zur Verfügung. Vor diesem Hintergrund wird Sperrmüll in der Potenzialanalyse nicht als relevante lokale Wärmequelle betrachtet.

4.10 Klärschlammverbrennung

Die thermische Behandlung des Klärschlammes ist in Deutschland der vorherrschende kommunale Entsorgungsweg für Klärschlamm. Sowohl bei der Mono- als auch bei der Mitverbrennung entsteht ein erhebliches Abwärmepotenzial.

Mit der Neufassung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 3.10.2017 wurde festgelegt, dass in allen größeren Kläranlagen künftig eine Phosphorrückgewinnung erfolgen muss, sofern der Phosphorgehalt 20 g oder mehr je Kilogramm Trockenmasse beträgt. Daher gewinnen neue Anlagen zur Monoverbrennung von Klärschlamm zunehmend an Bedeutung und sollten mit Blick auf mögliche Wärmepotenziale weiterhin beobachtet und bewertet werden.

In den Kläranlagen im Stadtgebiet Hünfeld findet derzeit keine Klärschlammverbrennung statt. Somit besteht aktuell kein nutzbares lokales Wärmepotenzial aus der thermischen Klärschlammbehandlung.

4.11 Unvermeidbare Abwärme

Unvermeidbare Abwärme wird in § 3 Abs. 1 Nr. 13 WPG definiert. Hierzu zählen unter anderem unvermeidbare Nebenprodukte aus industriellen Produktionsprozessen, der Stromerzeugung oder dem tertiären Sektor (Dienstleistungssektor). Die dargestellten Potenziale basieren auf eigenen Erhebungen, Angaben der Plattform für Abwärme gemäß § 17 des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) oder aus dem Marktstammdatenregister.

Für die Einspeisung unvermeidbarer Abwärme in ein Wärmenetz sind sowohl technische Voraussetzungen zu schaffen als auch geeignete Lieferkonditionen zwischen Lieferant und Wärmenetzbetreiber zu vereinbaren. Während für Industrieunternehmen die Sicherheit der eigentlichen Produktionsprozesse im Vordergrund steht, müssen Wärmenetzbetreiber eine hohe Versorgungssicherheit gegenüber den Wärmekunden gewährleisten. Daraus können Zielkonflikte entstehen, die sich jedoch durch geeignete vertragliche Regelwerke lösen lassen. Die Einbindung potenzieller Abwärmequellen in ein Erzeugerportfolio sollte daher im Rahmen konkreter Wärmenetzplanungen vertiefend geprüft werden.

Zur Datenerfassung möglicher Abwärmequellen wurde ein Fragebogen an 18 Unternehmen im Stadtgebiet Hünfeld versandt. Die Teilnahme war freiwillig. Zwei Rückmeldungen konnten ausgewertet werden (Ondal Medical Systems GmbH und Helios Klinik St. Elisabeth). Die identifizierten Abwärmepotenziale erscheinen vorrangig für eine interbetriebliche Nutzung des Unternehmens geeignet zu sein. Für eine Einspeisung in ein Wärmenetz sind die verfügbaren Mengen hingegen relativ gering und eine Nutzung technisch und wirtschaftlich nur eingeschränkt sinnvoll.

Bei der Helios Klinik St. Elisabeth fällt Abwärme sowohl über das Rauchgas aus der Heizungsanlage als auch aus der Kälteerzeugung an. Da die Heizungsanlage nur selten unter Vollast betrieben wird, liegt die thermische Leistung der Abwärme selbst in den Wintermonaten im Mittel deutlich unter 100 kW. Aufgrund dieser vergleichsweise geringen und zudem schwankenden Leistung ist eine Einspeisung in ein Wärmenetz nur sehr eingeschränkt wirtschaftlich darstellbar. Die Abwärme aus der Kälteerzeugung entsteht überwiegend im Sommerhalbjahr, wenn der Wärmebedarf relativ niedrig ist, sodass auch hier nur begrenzte Nutzungsmöglichkeiten bestehen.

Abwärmemengen werden seit 2025 auf der bundesweiten Plattform für Abwärme veröffentlicht (Bundesstelle für Energieeffizienz - BfEE 2024). Dort sind für Hünfeld, neben Abwärmepotenzialen der Helios Klinik St. Elisabeth (s. o.), auch die der Kruppert Wäsche-Dienst GmbH, die in Kapitel 4.11.1 gesondert betrachtet werden, aufgeführt.

Ergänzend wurden Gespräche mit der Hochwald Foods GmbH und der ABO WIND GmbH geführt. Weitere Potenziale könnten sich perspektivisch aus dem geplanten Rechenzentrum sowie einer bestehenden Biogasanlage im Ortsteil Kirchhasel ergeben.

4.11.1 Kruppert Wäsche-Dienst GmbH

Wäschereien verbrauchen große Mengen Energie zum Waschen, Trocknen und Mangeln von Textilien. Dabei entsteht kontinuierlich Abwärme. Diese Abwärme kann für ein Wärmenetz genutzt werden, anstatt sie an die Umgebungsluft oder über das Abwasser abzugeben.

Abweichend vom Abwärmekataster (Bundesstelle für Energieeffizienz - BfEE 2024) wurde auf Grundlage geführter Gespräche ein Abwärmepotenzial von 3,1 GWh/a identifiziert. Die Erschließung dieses Potenzials gestaltet sich allerdings schwierig. Dies liegt daran, dass die Wärme nicht an einer zentralen Stelle abgegriffen werden kann, sondern die Abnahmestellen im Unternehmen verteilt sind. Die Abwärme aus dem Abwasser soll nach Auskunft der Kruppert Wäsche-Dienst GmbH in den kommenden Jahren selbst genutzt werden.

4.11.2 Hochwald Foods GmbH

In der Lebensmittelindustrie fällt Abwärme als unvermeidbares Nebenprodukt zahlreicher Produktionsprozesse an. Besonders in Molkereien entsteht ein hoher Anteil an Abwärme, da hier viele energieintensive Prozessschritte erforderlich sind, um Milch und Milchprodukte sicher, haltbar und qualitativ hochwertig herzustellen. In Hünfeld ist ein Standort der Hochwald Foods GmbH. Dieser benötigt einen Großteil des Wärmebedarfs in Hünfeld. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden Gespräche angestoßen, konnten jedoch innerhalb der Projektlaufzeit nicht geführt werden. Das Unternehmen ist grundsätzlich als potenzieller Abwärmelieferant und als interessanter Abnehmer für Fernwärme einzustufen.

4.11.3 Elektrolyseur der ABO WIND GmbH

Elektrolyseure, die Wasser mithilfe von Strom in Wasserstoff aufspalten, erzeugen während ihres Betriebs erhebliche Mengen an Wärme. Statt diese Wärme ungenutzt an die Umgebung abzugeben, kann sie für Wärmenetze nutzbar gemacht werden.

Im Stadtteil Michelsrombach befindet sich eine Wasserstofftankstelle, an der mit zwei Elektrolyseuren Wasserstoff erzeugt wird. Laut Betreiber kann die Anlage bei maximaler Auslastung 30 MWh/Tag Abwärme auf einem Temperaturniveau von 60 °C liefern. Wird das Temperaturniveau mittels Wärmepumpe auf 85 °C für das Wärmenetz angehoben, ergibt sich ein jährliches Wärmepotenzial von 12 GWh bei einer Jahresarbeitszahl von 12 für die Wärmepumpe.

Das genaue Potenzial muss im Jahresverlauf bestimmt werden, da die anfallende Abwärme von der Wasserstoffabnahme abhängt. Dennoch ist die Wärmemenge im Verhältnis zum Wärmebedarf von Michelsrombach (11 GWh/a) so groß, dass weitere Gespräche und vertiefende Analysen sinnvoll erscheinen. Sollte ein flächiges Wärmenetz für Michelsrombach bei der weiteren Prüfung nicht sinnvoll erscheinen, könnte eine Kooperation mit der benachbarten Wäscherei geprüft werden. Diese benötigt große Mengen an Wärme und könnte damit sowohl den Gasverbrauch als auch die damit verbundenen Kosten senken.

4.11.4 Rechenzentrum

Die Nutzung der Abwärme von Rechenzentren in Wärmenetzen kann mehrere Vorteile bieten. Rechenzentren erzeugen kontinuierlich große Mengen an Wärmeenergie, die ohne Rückgewinnung ungenutzt an die Umgebung abgegeben würde. Da Rechenzentren ganzjährig in Betrieb sind, entsteht eine konstante und zuverlässige Wärmequelle, die besonders für urbane Gebiete attraktiv ist. Betreiber von Rechenzentren können durch die Abgabe ihrer Abwärme neue Einnahmequellen erschließen oder Betriebskosten senken, während WärmeverSORGER preisgünstige, lokal erzeugte Energie nutzen.

In Hünfeld hat die Betreiberin Hessische Zentrale für Datenverarbeitung ein Rechenzentrum angedacht. Die exakte Dimensionierung und damit das konkrete Abwärmepotenzial stehen noch nicht fest. Bereits für die kleinste angenommene Ausbaustufe des Rechenzentrums könnte eine Abwärmemenge von rund 15 500 MWh pro Jahr bereitgestellt werden. Davon könnten nach dem Lastprofil des Jahreswärmebedarfs etwa 13 500 MWh/a genutzt werden, bei einer Wärmeleistung von 1,9 MW_{th}. Bei einem angenommenen Temperaturniveau von 45 °C kann eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 7,7 erreicht werden.

Sollten sich die Planungen konkretisieren, sollten auch die Analysen zum Abwärmepotenzial und den konkreten Nutzungsoptionen vertieft werden.

4.11.5 Biogasanlage Kirchhasel

Biogasanlagen erzeugen nicht nur erneuerbare Energie in Form von Strom und Gas, sondern auch Wärme. Sie können eine verlässliche und planbare Wärmequelle darstellen, da sie im Gegensatz zu Wind- oder Solaranlagen weitgehend unabhängig von Witterungseinflüssen betrieben werden können. arbeiten, können sie Wärme kontinuierlich bereitstellen. Betreiber von Biogasanlagen steigern ihre Einnahmen, indem sie nicht nur Strom, sondern auch Wärme verkaufen oder langfristige Lieferverträge abschließen können. Das stärkt die regionale Wirtschaft und fördert eine höhere lokale Wertschöpfung.

In Kirchhasel wird eine Biogasanlage betrieben, die laut Betreiber ausgebaut werden könnte, um Wärme in ein Wärmenetz zu speisen. Hierzu fanden bereits vor der Wärmeplanung Gespräche zwischen den Bürgern und Bürgerinnen von Kirchhasel und dem Betreiber der Anlage statt. Konkrete Maßnahmen wurden bislang nicht ergriffen. Die derzeit anfallende Wärme wird zur Trocknung des Substrats genutzt.

4.12 Weitere Potenziale

4.12.1 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden in einem Kraftwerk gleichzeitig elektrische und thermische Energie erzeugt. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die mit erneuerbaren Energieträgern (Biogas, Biomasse, Reststoffe) betriebenen KWK-Anlagen sowie die potenziell umrüstbaren KWK-Anlagen in Hünfeld betrachtet. Grundlage war das Marktstammdatenregister mit Stand vom 16.12.2025.

Im Planungsgebiet sind fünf Erzeugeranlagen mit einer installierten thermischen Leistung von insgesamt 5 MW vorhanden. Die installierte elektrische Leistung beträgt 4,7 MW. Die folgende Abbildung schlüsselt die Energieträger und ihr Volumen getrennt nach elektrischer und thermischer Leistung auf und nennt die Anzahl der Erzeugeranlagen. Berücksichtigt wurden ausschließlich KWK-Anlagen mit einer Leistung von mehr als 100 kW. Die leistungsstärkste KWK-Anlage mit 1708 kW wird in einem Trockenwerk der Hochwald Foods GmbH betrieben, gefolgt von der Biogasanlage in Kirchhasel mit einer elektrischen Leistung von 1516 kW.

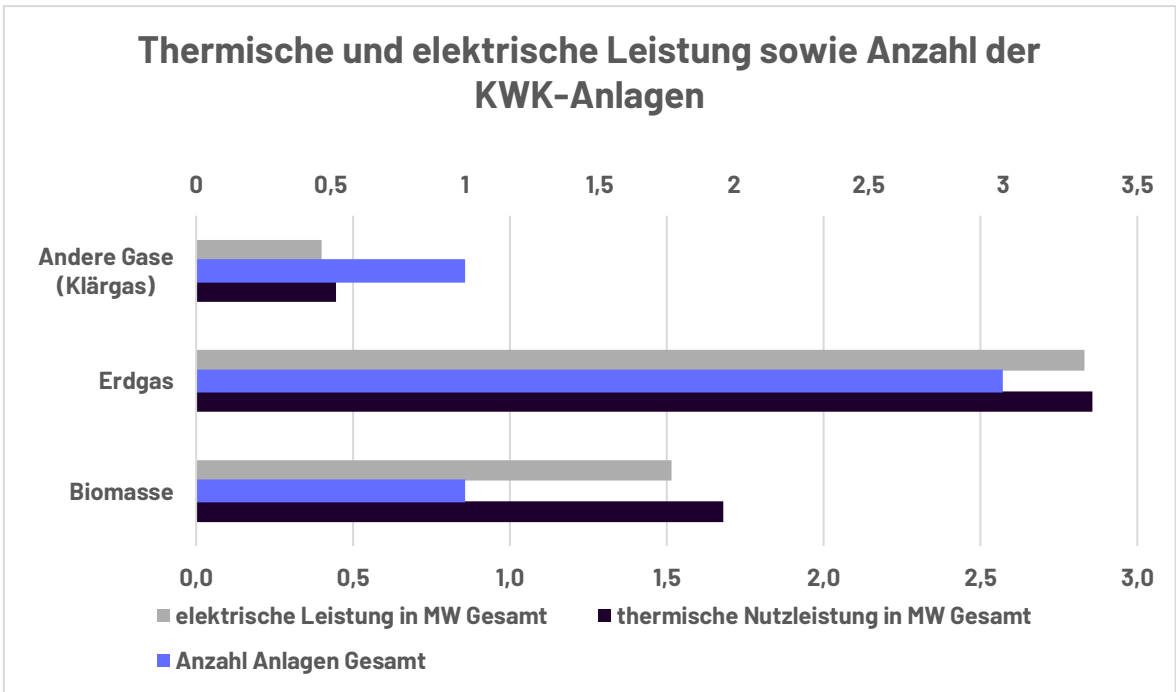


Abbildung 66: Thermische und elektrische Leistung sowie Anzahl der KWK-Anlagen nach Marktstamm-
datenregister

Die Abbildung zeigt die Standorte der Stromerzeugungsanlagen in Hünfeld sowie deren Leistungskategorien. Zusätzlich erfolgt eine farbliche Differenzierung nach Brennstoffen.

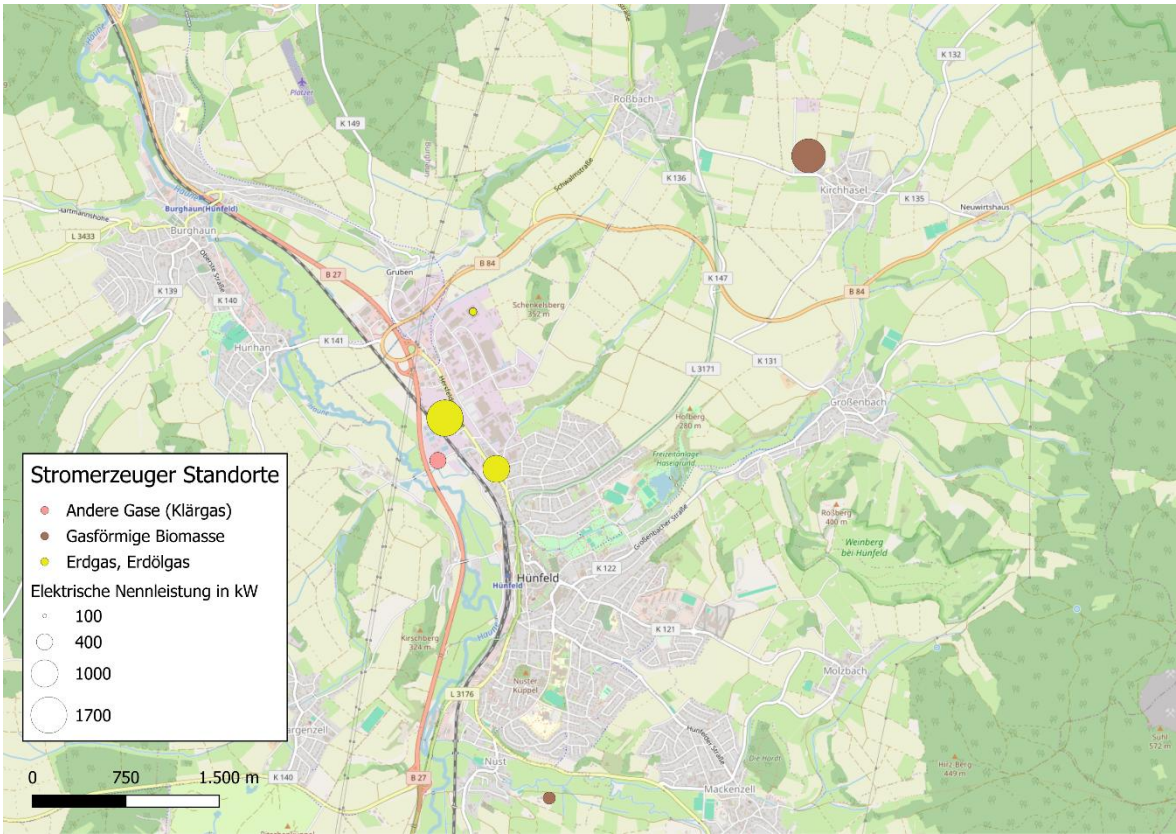


Abbildung 67: KWK-Anlagen in Hünfeld aus dem Marktstammregister nach thermischer Leistung

Drei der Stromerzeugungsanlagen werden mit Erdgas betrieben und verfügen zusammen über eine thermische Leistung von 2,9 MW. Die leistungstärkste Anlage ist die der Hochwald Foods GmbH.

In der folgenden kartografischen Abbildung ist zudem die thermische Leistung der KWK-Anlagen in Hünfeld dargestellt. Im Süden des Stadtgebiets befindet sich eine Stromerzeugeranlage ohne Wärmeauskopplung. Das Marktstammdatenregister enthält keine Information, wie hoch das Potenzial dieser Anlage ist. Aufgrund der geringen elektrischen Nennleistung ist jedoch kein nennenswertes Potenzial unvermeidbarer Abwärme zu erwarten.

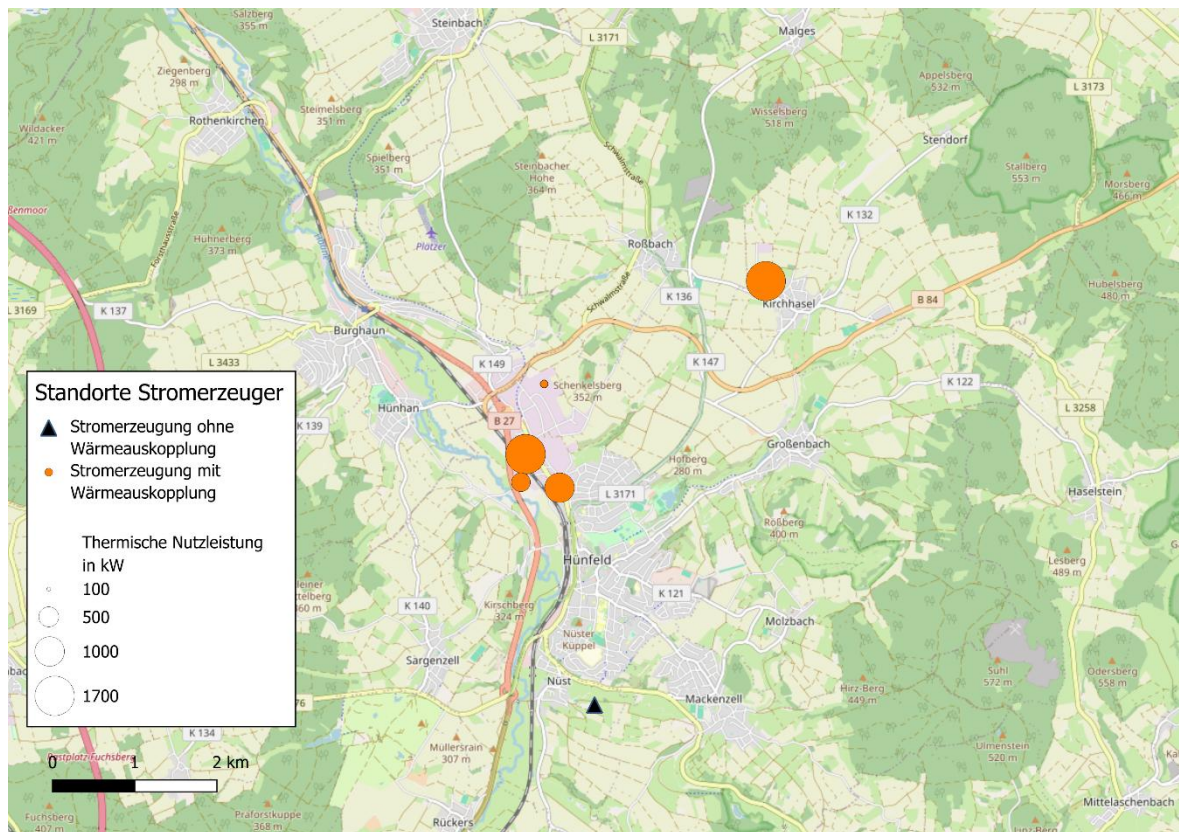


Abbildung 68: Stromerzeugende Anlagen ohne Wärmeauskopplung aus Marktstammdatenregister nach elektrischer Bruttoleistung für Hünfeld

4.12.2 Grüner Wasserstoff und andere synthetische Gase

Die Bundesnetzagentur hat am 22.10.2024 den Aufbau des nationalen Wasserstoffkernnetzes genehmigt (Bundesnetzagentur 2024). Eine Trasse dieses Fernleitungsnetzes soll an Hünfeld vorbeiführen. Die Nutzung des Wasserstoffs ist nach aktuellem Kenntnisstand vorrangig in der Industrie sowie zur zentralen Wärmeerzeugung für Wärmenetze vorgesehen. Weitere Ausführungen zu diesem Thema wurden bereits in Kapitel 2.2 eingefügt.

4.12.3 Großwärmespeicher

Großwärmespeicher stellen ein relevantes Potenzial dar, da sie in Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbarer Energie den zeitlichen Versatz zwischen Wärmeangebot und Nachfrage ausgleichen können. Großwärmespeicher werden nach ihrer Speicherdauer in kurzfristige

(mehrere Stunden/Tage), mittelfristige (mehrere Wochen) und langfristige (saisonale) Speicher unterteilt.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal von Großwärmespeichern ist ihre Bauform. Es werden dabei vier grundlegende Typen unterschieden:

- **Behälterspeicher** sind meist ein zylindrischer Stahlbetonbehälter, der von außen gedämmt und mit Wasser gefüllt ist, das als Speichermedium dient. Es können Temperaturen von über 100 °C erreicht werden. Ergänzend kann ein Druckspeicher eingesetzt werden, um höhere Temperaturen und Speichervolumina zu realisieren. Die Aufstellung erfolgt ober- oder unterirdisch. Behälterspeicher benötigen weniger Grundfläche als andere Speicherbauformen; baurechtliche Rahmenbedingungen sind zu beachten. Vorzugsweise befindet sich der Standort in der Nähe eines Wärmenetzes. Behälterspeicher zeichnen sich durch eine hohe Lade- und Entladekapazität bei geringen Verlusten aus und erreichen Volumina von bis zu 50 000 m³
- **Erdbeckenspeicher** sind entweder große, abgedeckte Erdbecken mit geringer Bautiefe oder flächensparende Stahlbetontanks mit größerer Bautiefe. Als Speichermedium dienen Wasser sowie Wasser-Kies- oder Wasser-Erdreich-Gemische. Die Wärme wird drucklos bei Temperaturen von bis zu 95 °C gespeichert. Der Flächenbedarf hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrunds und dem Böschungswinkel ab. Je nach Speichergröße erreichen Erdbeckenspeicher ein Volumen von etwa 2 m³/m² bis 6,5 m³/m² bezogen auf die reine Speicherfläche. Bei einer maximalen Temperaturdifferenz von 80 K können theoretisch 185 kWh/m² bis 555 kWh/m² Speicherkapazität erzielt werden. Wärmepumpen können die Entladung des Speichers unterstützen und so das nutzbare Temperaturniveau absenken. Erdbeckenspeicher profitieren von signifikanten Skaleneffekten sowie hohen Lade- und Entladekapazitäten.
- **Aquifer-Speicher** sind natürliche Gesteinskörper im Untergrund mit wassergefüllten Hohlräumen, in denen Wärme gespeichert werden kann. Das Potenzial wurde im Rahmen der Untersuchung nicht ermittelt, da die Erschließung mit hohen Unsicherheiten sowie einem erhöhten technischen und wirtschaftlichen Aufwand verbunden ist.
- **Erdsonden-Wärmespeicher** speichern Wärme in Tiefen von etwa 400 m bei geringeren Temperaturen und eignen sich daher eher für Wärmenetze mit niedrigen Vorlauf-temperaturen. Sie werden in diesem Arbeitsschritt nicht weiter betrachtet.

Eine Bewertung der Potenziale ist stets im Zusammenhang mit dem Gesamtsystem der netzgebundenen Wärmeerzeugung vorzunehmen, da sich die technischen und wirtschaftlichen Einsatzbedingungen maßgeblich daraus ableiten. Hier spielt vor allem das gewählte Erzeugerportfolio eine zentrale Rolle. Insbesondere bei stark schwankenden Wärmequellen, zum Beispiel industrieller Abwärme, oder bei einer deutlichen saisonalen Abweichung zwischen Erzeugungs- und Lastgang, etwa bei Solarthermie, können Großwärmespeicher eine zentrale Funktion für die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung übernehmen.

4.13 Fazit der Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse nach § 16 WPG wurde zunächst die Wärmebedarfsentwicklung der Stadt Hünfeld bis zum Zieljahr 2045 prognostiziert. Dabei wurde auch das Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion bis zum Zieljahr bestimmt. Anschließend wurden die Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Wärmespeicherung untersucht. In diesem Rahmen erfolgte ein Flächenscreening für das Planungsgebiet.

Für Wohngebäude wurde bis zum Zieljahr 2045 eine Einsparung des Wärmebedarfs von etwa 24 %, für öffentliche Gebäude von rund 23 % und für Nichtwohngebäude von etwa 19 % ermittelt. In der Industrie wird mit etwa 15 % gerechnet. Insgesamt wird für Hünfeld von einer Verringerung des Wärmebedarfs um etwa 20 % bis zum Jahr 2045 ausgegangen.

Ein zentraler Baustein der zukünftigen Wärmeerzeugung sind Großwärmepumpen, insbesondere mit Blick auf spätere Ausbauszenarien für die Wärmenetze. Als geeignete Wärmequellen kommen die Abflüsse der Kläranlagen, die Abwärme eines geplanten Rechenzentrums sowie die Umgebungsluft infrage. Darüber hinaus bedürfen die Nutzung der Abwärme eines Elektrolyseurs sowie der Hochwald Foods GmbH einer vertiefenden Prüfung. Damit bestehen substantielle Potenziale für eine Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeerzeugung. Biomasseanlagen können interessant sein, sofern überörtliche Bezugsquellen für die Biomasse erschlossen werden.

Insgesamt liegt damit eine belastbare Grundlage vor, um im Rahmen der weiteren Umsetzung für die jeweiligen Wärmenetze zu konkretisieren, welche Potenziale unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten genutzt werden sollten (vgl. Kapitel 5).

Tabelle 22: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher nach Stadtteilen

Stadtteil	Wärmequelle	Potenzial in GWh/a
Kernstadt Hünfeld	Oberflächennahe Geothermie	240
	Tiefe Geothermie	Vorhanden; vertiefende Studie erforderlich
	Grundwasser	Vorhanden; vertiefende Studie erforderlich
	Oberflächengewässer	Kein Potenzial
	Umgebungsluft (Großwärmepumpe)	Flächenspezifisch zu bewerten
	Abwasser	18,9
	Solarthermie	ca. 5.600–8.900 GWh/a
	Biomasse lokal	Geringes Potenzial
	Unvermeidbare Abwärme (Rechenzentrum, ggf. Hochwald Foods GmbH)	Potenzial vorhanden
	Grüner Wasserstoff / synthetische Gase	ggf. Anschluss an überregionale Transportleitung
Michelsrombach	Wäscherei	3,1
	Unvermeidbare Abwärme (Elektrolyseur)	12
Kirchhasel	Unvermeidbare Abwärme (Biogasanlage)	Potenzieller Ausbau möglich
Alle Stadtteile	Luft-Wärmepumpe (dezentral)	Flächenspezifisch

5 Eignung für Wärmenetze

Das Planungsgebiet wurde gemäß § 18 Abs. 1 WPG in einem mehrstufigen Verfahren auf seine Eignung für Wärmenetze im Zieljahr geprüft. Zunächst wurden verschiedene Ausbauszenarien für Wärmenetze entwickelt. Als Indikatoren für eine wirtschaftliche Erschließung wurden die zu erwartenden Wärmelinienichten herangezogen (vgl. Kapitel 5.1). Im nächsten Schritt wurden voraussichtliche Investitions- und Betriebskosten für die verschiedenen Ausbauszenarien der Wärmenetze kalkuliert (vgl. Kapitel 5.2).

Zur Vereinfachung des Verfahrens wurde für alle Ausbauvarianten vorläufig mit einheitlichen Indikatoren und pauschalen Erzeugungskosten gearbeitet. Das ortsangepasste Erzeugerportfolio wurde erst nach der Priorisierung der Netzausbauszenarien (vgl. Kapitel 5.4) detailliert entwickelt.

Für die Beschreibung des Zielszenarios (vgl. Kapitel 7) wurden für die Wärmenetzvarianten unter Bezug zu § 18 Abs. 1 Satz 2 WPG die folgenden Kriterien berücksichtigt:

- geringe Wärmegestehungskosten
- geringe Realisierungsrisiken
- hohe Versorgungssicherheit
- geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

5.1 Entwicklung von Netzausbauszenarien

Die Ausbauszenarien für Wärmenetze in allen Stadtteilen Hünfelds wurden auf Ebene von Straßenzügen entwickelt. Die Wärmebedarfe der Gebäude eines Straßenzugs im Zieljahr wurden zusammengefasst. Anschließend wurden die Wärmeliniedichten – bezogen auf Straßenlänge plus Hausanschlusslängen – berechnet. Dabei wurden je nach Gebäudetyp und Wärmebedarf unterschiedliche Anschlussraten angenommen:

- **Öffentliche Gebäude:** 100 % Anschlussquote. Für Gebäude im Eigentum der Stadt wird ein besonderes Anschlussinteresse vermutet, um den Wärmenetzausbau zu fördern.
- **Gebäude mit einem Wärmebedarf von weniger als 100 MWh/a:** 60 % Anschlussquote. Es wird unterstellt, dass Eigentümer von Gebäuden mit geringem Wärmebedarf häufiger alternative Einzelversorgungslösungen (z. B. Wärmepumpen) wählen und daraus niedrigere Anschlussraten resultieren.
- **Gebäude ab einem Wärmebedarf von 100 MWh/a:** 80 % Anschlussquote.

Zur Berechnung von Wärmeliniedichten auf Straßenzugebene wurden die jeweiligen Wärmebedarfe mit den angenommenen Anschlussraten multipliziert.

Die Auswahl der geeigneten Straßenzüge für einen potenziellen Wärmenetzausbau basiert auf einem numerischen Optimierungsalgorithmus auf Basis der Graphentheorie. Der Algorithmus bewertet alle Straßenzüge nach einer vorgegebenen minimalen Grenzwärmeliniedichte und maximiert den potenziellen Wärmeabsatz bei möglichst minimalen Leitungslängen. Die Auswahl erfolgte dabei nicht isoliert je Straßenzug, sondern der Algorithmus ermittelte direkt ein zusammenhängendes Wärmenetz.

Für die Kernstadt Hünfeld wurden insgesamt sieben Varianten des Wärmenetzausbaus mit Grenzwärmeliniedichten zwischen 900 kWh/(m·a) und 2.250 kWh/(m·a) entwickelt. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle differenziert nach Grenzwärmeliniedichte aufgeführt.

Tabelle 23: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in der Stadt Hünfeld

Ausbauvariante in kWh/(m·a)	Trassenlänge (Transportleitungen und Hausanschlüsse) in km	Wärmebedarf 2045 in GWh/a	Durchschnittliche Wärmeliniendichte in kWh/(m·a)
900	14,3	23,1	1.618
1.000	13,5	22,5	1.666
1.250	11,5	20,7	1.801
1.500	6,5	14,4	2.218
1.750	5,4	12,7	2.372
2.000	4,9	12,1	2.463
2.250	4,4	11,2	2.528

5.2 Kalkulation der voraussichtlichen Wärmegestehungskosten

Nach §18 Abs.1 WPG umfassen die Wärmegestehungskosten die Vollkosten der Wärmeversorgung. Diese setzen sich aus den Investitionskosten für das Leitungsnetz (Transportleitungen, Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen) sowie den Kosten der Wärmeerzeugung zusammen.

Wie in der Einleitung zu Kapitel 5 erläutert, wurden in der ersten Phase zur Vereinfachung einheitliche pauschale Erzeugungskosten für alle Ausbauszenarien angesetzt.

Die Investitionskosten für Hausanschlussleitungen und Trassen wurden mithilfe von Näherungsgleichungen bestimmt (vgl. Abbildung 70, Abbildung 71, Abbildung 72). Für die Hausanschlussstationen wurde die Kostenfunktion aus Abbildung 71 herangezogen. Für die Berechnung wurde eine Investitionskostenförderung nach BEW Modul 2 in Höhe von 40 % berücksichtigt. Weitere zentrale Annahmen sind folgender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 24: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten

Annahme	Wert
Kalkulatorischer Zinssatz	8 %
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
BEG-Förderung (Hausanschlussleitungen und -stationen)	41 % bezogen auf Invest vor Förderung BEW
Betriebskosten Netz (Hausanschlussleitungen und Trassen)	1 %/a bezogen auf Invest vor Förderung
Betriebskosten Hausanschlussstationen	0,3 %/a bezogen auf Invest vor Förderung

Preis Strom	200	€/MWh, keine Preissteigerung real
Preis Biomasse	45	€/MWh, 1%/a Preissteigerung real
Preis Gas	96	€/MWh, keine Preissteigerung real (zzgl. CO ₂ -Bepreisung)
Stromerlös PV-Netzeinspeisung	62	€/MWh konstant
Verwaltungs- und Vertriebskosten	5	%/a (bezogen auf jährliche Gesamtkosten)

Auf Basis angenommener Volllaststunden von 1600 h/a wurde für jedes Gebäude die erforderliche nötige Heizleistung berechnet. Anhand dieser Leistung wurde mithilfe der folgenden Grafik ein Normdurchmesser (DN) für die Hausanschlussleitung bestimmt (vgl. Abbildung 70). Die spezifischen Kosten der Wärmeübergabestationen wurden leistungsabhängig auf Grundlage der in Abbildung 71 dargestellten Kostenfunktion berechnet.

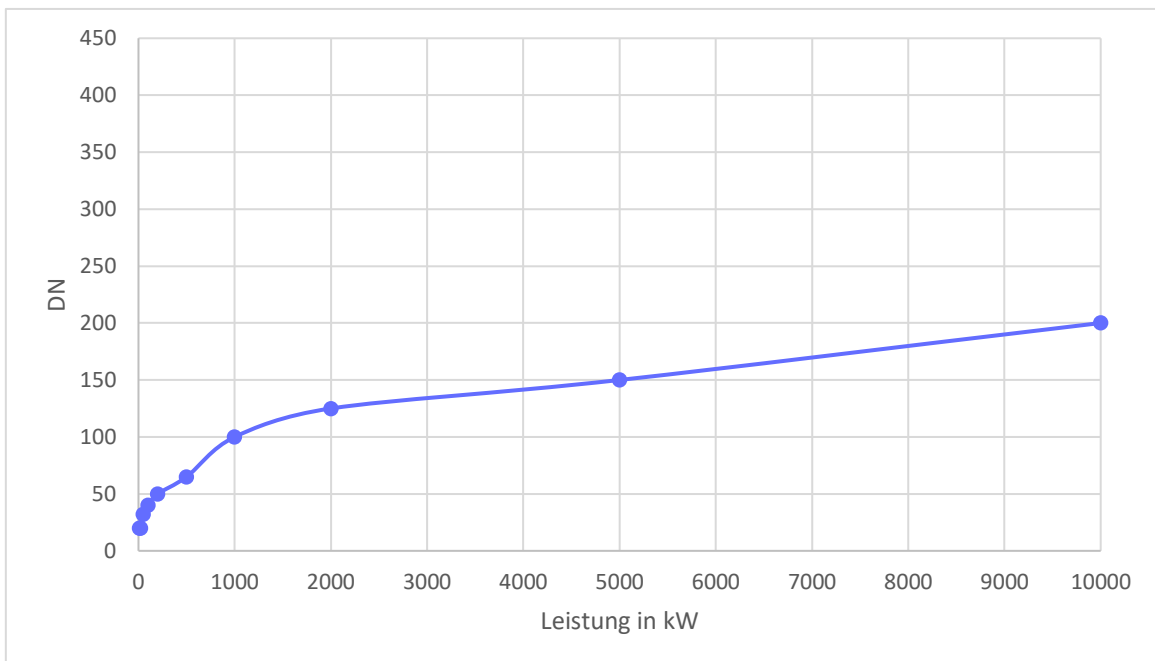


Abbildung 69: Zusammenhang zwischen Leistung und Normdurchmesser für Hausanschlussleitungen

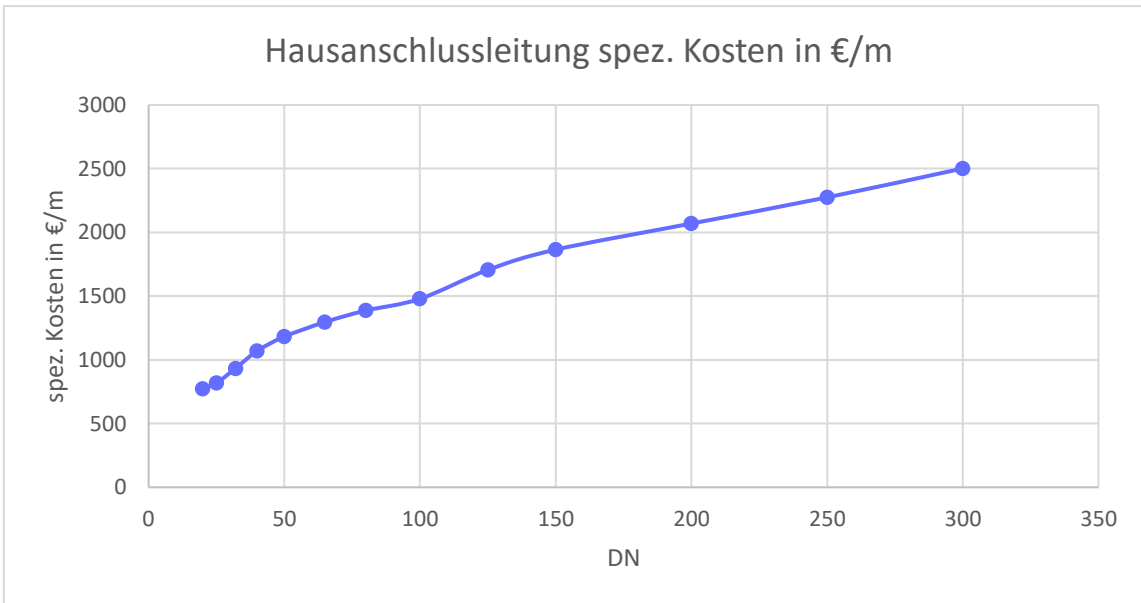


Abbildung 70: Kostenannahmen der Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite

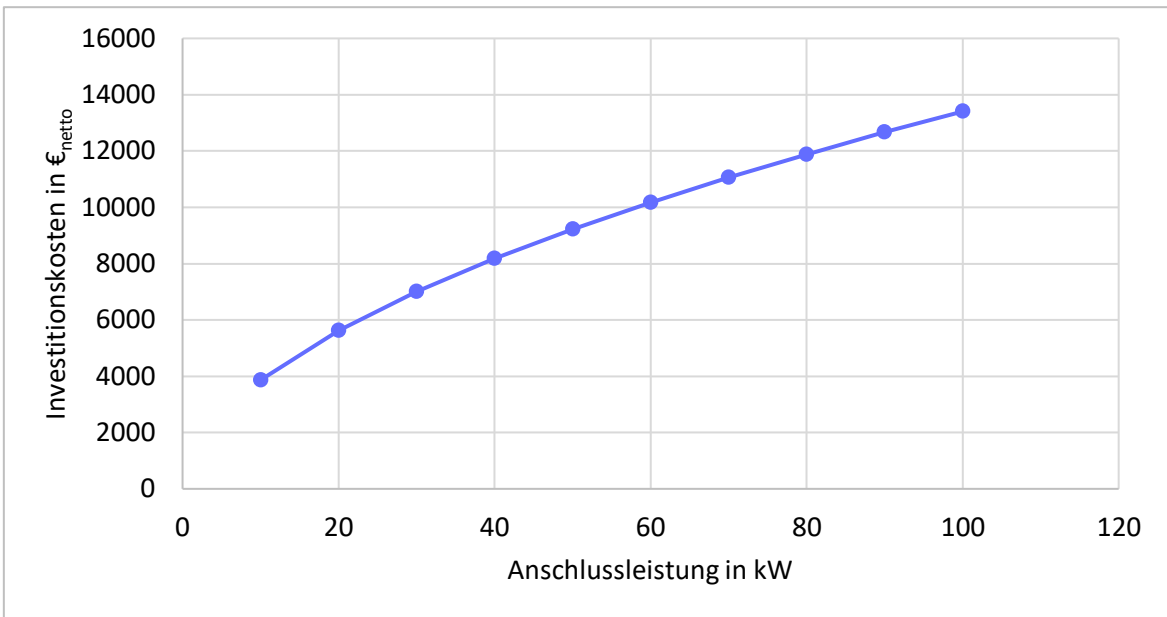


Abbildung 71: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung

Die Kosten der Wärmenetztrassen wurden über den in folgender Abbildung dargestellten Zusammenhang zwischen Wärmelinienlänge und spezifischen Trassenkosten bestimmt.

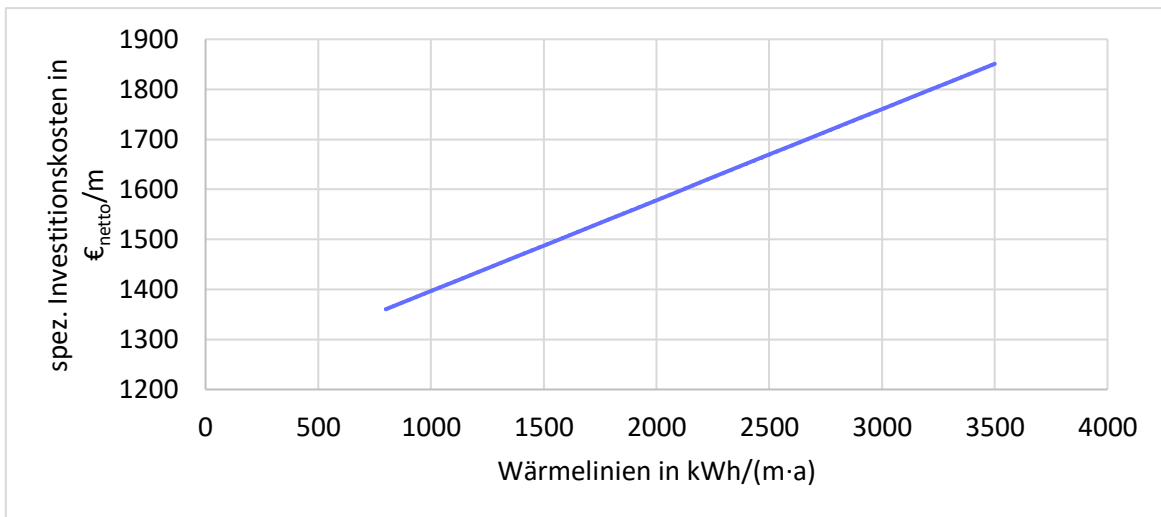


Abbildung 72: Zusammenhang zwischen Wärmelinien-dichte und spezifischen Kosten für die Wärmeneztrasse

Die ermittelten Investitionskosten für die verschiedenen Netzausbauszenarien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die Förderung nach BEW bezieht sich auf die Trassenkosten, während die BEG-Förderung den Hausanschluss umfasst. Zusätzlich wurden pauschal 10 % für Planungskosten und 5 % für Unverhergesehenes aufgeschlagen.

Tabelle 25: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien

Netto-Investitionskosten in Mio. €	Netzausbauszenarien in kW/(m-a)						
	900	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250
Hausanschlussleitungen	2,3	2,1	1,7	0,9	0,7	0,6	0,5
Transportleitungen	20	19	17	9,8	8,2	7,6	6,9
Hausübergabestationen	2,2	2,1	1,8	1,1	1	0,9	0,8
Summe	25	23	20	12	9,9	9	8,2
Förderung BEW 40 %	-8	-7,6	-6,6	-3,9	-3,3	-3	-2,8
Summe nach BEW-Förderung	17	16	13	7,8	6,6	6	5,4
Förderung BEG 41 %	-1,8	-1,7	-1,4	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5
Summe nach BEG-Förderung	15	14	12	7	5,9	5,4	4,9

Unter Berücksichtigung der Wärmebedarfe aus Tabelle 23 und vorläufig angenommenen Erzeugungskosten von 70 €/MWh bzw. 90 €/MWh oder 70 €/MWh Erzeugungskosten für das im ersten Betriebsjahr ergeben sich die in den folgenden Abbildungen dargestellten Wärmegestehungskosten. Die ausgewiesenen Erzeugungskosten unterscheiden sich um mehr als 20 ct/kWh, da eine jährliche Inflationsrate von 2 % auf die wurde.

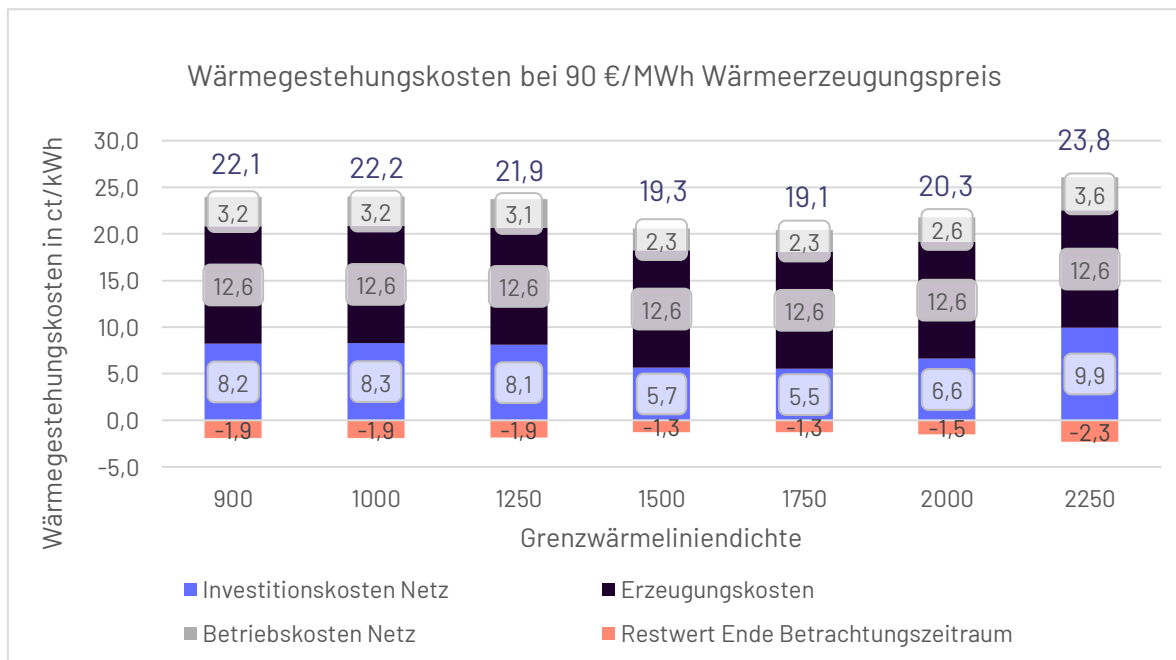


Abbildung 73: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten

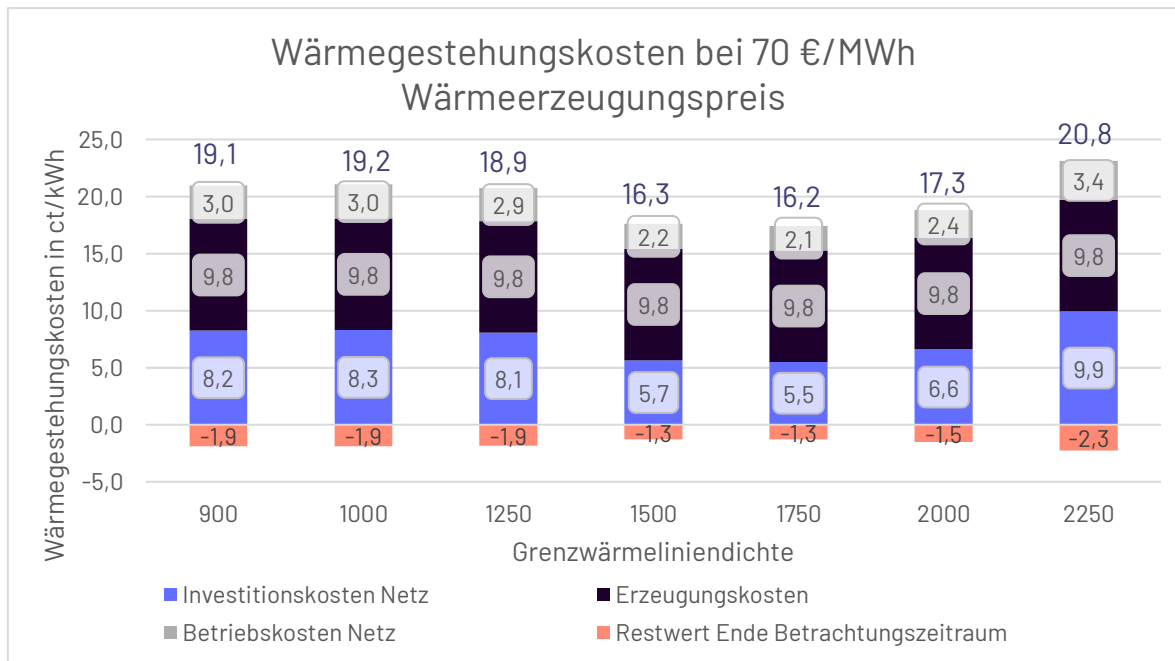


Abbildung 74: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 70 €/MWh Erzeugungskosten

Die Wärmegestehungskosten sind in Abbildung 73 und Abbildung 74 dargestellt. Der Kostenanstieg bei Grenzwärmeliendichten von 2 000 kWh/(m·a) und 2 250 kWh/(m·a) ist auf die Berücksichtigung geplanter städtischer Straßensanierungsmaßnahmen zurückzuführen. In diesem Zusammenhang wurde zur Erschließung der Polizei und der Justizvollzugsanstalt eine Verbindungsstrasse zwischen Mackenzell und Hünfeld in allen Netzausbauszenarien einbezogen. Dies führt insbesondere bei kleineren Netzausbauvarianten zu vergleichsweise höheren spezifischen Netzkosten als bei anderen Varianten.

5.3 Vergleich zu Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgung

Bevor im weiteren Verlauf die Berechnung der Wärmegestehungskosten für dezentrale Wärmeerzeugung dargestellt wird, werden zunächst einige grundlegende Aspekte und Rahmenbedingungen erläutert. Für potenzielle Kundinnen und Kunden ist ein Wärmenetz vor allem dann attraktiv, wenn dessen Kosten langfristig mit denen einer eigenen dezentralen Wärmeerzeugung konkurrieren können. Wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten sind daher entscheidend, um ausreichende Anschlusszahlen und damit die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Wärmenetzen sicherzustellen.

Der Anreiz für einen Netzanschluss ergibt sich jedoch nicht allein aus günstigen Wärmegestehungskosten, sondern auch aus weiteren Vorteilen gegenüber individuellen Heizlösungen (LandesEnergieAgentur Hessen – LEA (Hrsg.) 2025). Dazu zählen unter anderem der Wegfall von Schallemissionen, ein geringerer Platzbedarf, Entlastung bei den Anschaffungskosten, ein geringerer Aufwand für Wartung und Instandhaltung sowie eine höhere Versorgungssicherheit durch das Wärmenetz.

Für die dezentrale Wärmeversorgung stehen in Kommunen mit bis zu 100 000 Einwohnern gemäß § 71 GEG ab dem 1.7.2028 nur noch bestimmte Optionen zur Verfügung. Nach dem Gesetz dürfen Heizungsanlagen in Gebäuden „zum Zweck der Inbetriebnahme“ nur dann eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 % der bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. Diese Vorgabe gilt gleichermaßen für Heizungsanlagen, die Wärme in ein Gebäudenetz einspeisen. Als maßgebliche dezentrale Technologien gelten künftig:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP)
- Holzpelletkessel

Diese Heizsysteme werden bereits heute häufig in Kombination mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen betrieben. Das zentrale Förderinstrument für deren Einbau ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Die aktuell geltenden Förderbedingungen und Förderbestandteile sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 26: Annahmen für Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand 1.12.2025

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Grundförderung	30 % Investitionskostenzuschuss
Klimageschwindigkeitsbonus	Nur bei selbstgenutzten Gebäuden bzw. Wohneinheiten und bei Austausch einer bestehenden Öl-, Kohle-, Gas-Etagen-, oder Nachtspeicherheizung oder einer mindestens 20 Jahre alten Gasheizung
	Bis Ende 2028 = 20 %
	2029–2030 = 17 %
	2031–2032 = 14 %
	2033–2034 = 11 %
2035–2036 = 8 %	
Wärmepumpen-Effizienzbonus	5 % bei S/W-Wärmepumpen, W/W-Wärmepumpen, sowie Wärmepumpen mit natürlichem Kältemittel
Einkommensbonus	30 % nur bei selbstgenutzten Wohneinheiten und einem Haushaltsjahreseinkommen von maximal 40.000 €
Emissionsminderungs-Zuschlag	2.500 € pauschal für besonders effiziente Biomasseheizungen (Staubemissionsgrenzwert: 2,5 mg/m ³)
Maximal förderfähige Kosten	30.000 € für die 1. Wohneinheit
	15.000 € für die 2. bis 6. Wohneinheit
	8.000 € ab der 7. Wohneinheit

Ein Strang des genehmigten Wasserstoffkernnetzes soll an Hünfeld vorbeiführen. Nach aktuellem Kenntnisstand ist die Nutzung des Wasserstoffs für industrielle Anwendungen bzw.

die zentrale Wärmeerzeugung vorgesehen. Eine Nutzung zur dezentralen Versorgung über ein Wasserstoffverteilnetz ist derzeit nicht absehbar und wäre gesondert zu prüfen.

Eine umfassende Umstellung der bestehenden Gasverteilnetze auf Wasserstoff gilt als unwahrscheinlich (vgl. Kapitel 2.1). Aus diesen Gründen wird Wasserstoff als Option für die dezentrale Wärmeversorgung im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung nicht weiter verfolgt.

Zur Berechnung der Kosten dezentraler Wärmeerzeugungssysteme wurden der Technik-katalog Wärmeplanung (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMI 2024) sowie die Ariadne-Analyse (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel & Kost, 2024) als Grundlage für die Kostenannahmen herangezogen. Die Wärmegestehungskosten wurden nach der Levelized Cost of Heat (LCoH)-Methode gemäß folgender Formel berechnet:

$$LCoH = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{(CapEx_t - SE_t) + (OpEx_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Heat_t}{(1+r)^t}}$$

Dabei gilt:

- LCoH = Levelized Cost of Heat in €/kWh
- CapEx_t = Investitionskosten im Jahr t in €
- SE_t = Investitionskostenförderung im Jahr t in €
- T = Betrachtungszeitraum in Jahren (a)
- OpEx_t = Wartungs- und Betriebskosten im Jahr t in €
- Heat_t = erzeugte Wärme im Jahr t in kWh
- r = Diskontierungssatz in %

Für die Referenzszenarien wurden folgende Annahmen getroffen:

- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- Diskontierungssatz: 4 %/a
- Inflationsrate: 2 %/a (für Preissteigerung)
- Heizwärmebedarf: 20 MWh/a (Einfamilienhaus); 160 MWh (Mehrfamilienhaus)
- Leistung der Wärmeerzeuger:
 - Wärmepumpen: 2 500 Vollbenutzungsstunden;
8 kW (Einfamilienhaus); 64 kW (Mehrfamilienhaus)
 - Andere Wärmeerzeuger: 1 600 Vollbenutzungsstunden;
12,5 kW (Einfamilienhaus); 100 kW (Mehrfamilienhaus)

Die Investitionskosten wurden dem Technikcatalog Wärmeplanung (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMI 2024) entnommen. Berücksichtigt wurden sämtliche dort

aufgeführten Zusatzkosten, einschließlich gering investiver Maßnahmen sowie Kosten für erforderliche Pufferspeicher.

In diese Berechnungen wurde die BEG-Förderung einbezogen. Der Klimageschwindigkeitsbonus sowie der Einkommensbonus blieben in den Referenzszenarien unberücksichtigt. Für Wärmepumpen wurde ein Gesamtförderungssatz von 35 % angesetzt. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Förderung im Einfamilienhaus auf maximal 30 000 € und im Mehrfamilienhaus (12 Wohneinheiten) auf maximal 153 000 € förderfähige Kosten begrenzt ist.

Die Lebensdauer der untersuchten Wärmeerzeuger sowie die jeweiligen Betriebskosten wurden gemäß VDI 2067 zugrunde gelegt:

- Wärmepumpen: 18 Jahre Lebensdauer und 2,5 %/a Betriebskosten
- Gas-Brennwertgeräte: 20 Jahre Lebensdauer und 3,0 %/a Betriebskosten
- Heizölkessel: 20 Jahre Lebensdauer und 3,5 %/a Betriebskosten
- Pelletkessel: 15 Jahre Lebensdauer und 6,0 %/a Betriebskosten

Die Jahresnutzungsgrade der Wärmeerzeuger wurden wie folgt angesetzt:

- Wärmepumpen: 3,0 im Einfamilienhaus; 2,5 im Mehrfamilienhaus
- Gas-Brennwertgeräte: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Heizölkessel: 90 % bezogen auf den Brennwert
- Pelletkessel: 90 %

Die Energiepreise, ihre zukünftige Entwicklung und die CO₂-Preisannahmen wurden auf Grundlage der Ariadne-Analyse bestimmt. Zwischen den ausgewiesenen Bezugsjahren erfolgte eine lineare Interpolation. Für die Wärmepumpen wurde der reguläre Haushaltsstromtarif und kein spezieller Wärmepumpenstromtarif verwendet. Die CO₂-Preise wurden gemäß der in der Kategorie „Standard“ angegebenen Preisentwicklung für Erdgas bzw. Heizöl angesetzt. Dies sind 116 €₂₀₂₄/t im Jahr 2030 und 175 €₂₀₂₄/t im Jahr 2040. Die Werte für den Zeitraum dazwischen wurden ebenfalls linear interpoliert. Für die Emissionsberechnung wurden die brennwertbezogenen Emissionsfaktoren gemäß Brennstoffemissionshandels-gesetz (BEHG) von 181 g_{CO2}/kWh_{th} für Erdgas und 249 g_{CO2}/kWh_{th} für Heizöl übernommen. Die Preisentwicklungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

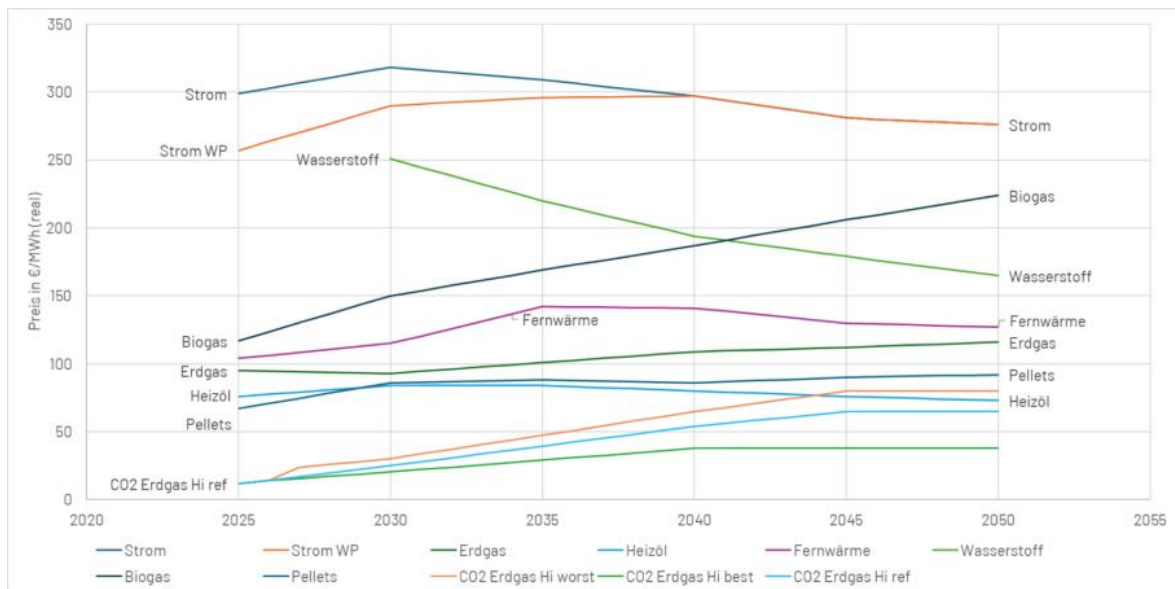


Abbildung 75: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse

Die in der Abbildung dargestellten Werte beziehen sich auf reale Preisniveaus des Jahres 2024. Für die Berechnung der zukünftigen jährlichen Kosten erfolgte anschließend eine Anpassung anhand der unterstellten Inflationsrate.

Die zuvor dargestellten Randbedingungen bilden die Grundlage der Referenzszenarien. Die daraus abgeleiteten Wärmegegestehungskosten (LCoH) der untersuchten Wärmeerzeuger sind in Abbildung 76 für Einfamilienhäuser und in Abbildung 77 für Mehrfamilienhäuser dargestellt.

Im Einfamilienhaus weist die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit etwa 217 €/MWh die günstigsten Wärmegegestehungskosten (LCoH) auf. Der Pelletkessel stellt mit etwa 285 €/MWh die kostenintensivste Variante dar. Öl- und Gasheizungen zeichnen sich zwar durch vergleichsweise geringe Investitions- und Betriebskosten aus, weisen jedoch deutlich höhere Energieträgerkosten auf als Wärmepumpen oder Pelletanlagen. Beim Pelletkessel sind die variablen Brennstoffkosten zwar relativ niedrig, dem stehen jedoch hohe Investitionskosten sowie erhöhte laufende Betriebskosten gegenüber.

Im Mehrfamilienhaus bleibt die Wärmepumpe ebenfalls die wirtschaftlichste Option mit Wärmegegestehungskosten (LCoH) von etwa 186 €/MWh. Die übrigen Heizsysteme bewegen sich mit etwa 190 bis 200 €/MWh in einem ähnlichen Kostenbereich. Der im Vergleich zum Einfamilienhaus geringere Kostennachteil des Pelletkessels ist vor allem auf die zugrunde gelegten Kostenfunktionen zurückzuführen: Bei kleineren Anlagen steigen die spezifischen Investitionskosten für Pelletkessel überproportional zu anderen Wärmeerzeugern an, wodurch sich ihre Kostenposition im Einfamilienhaus relativ zum Mehrfamilienhaus verschlechtert.

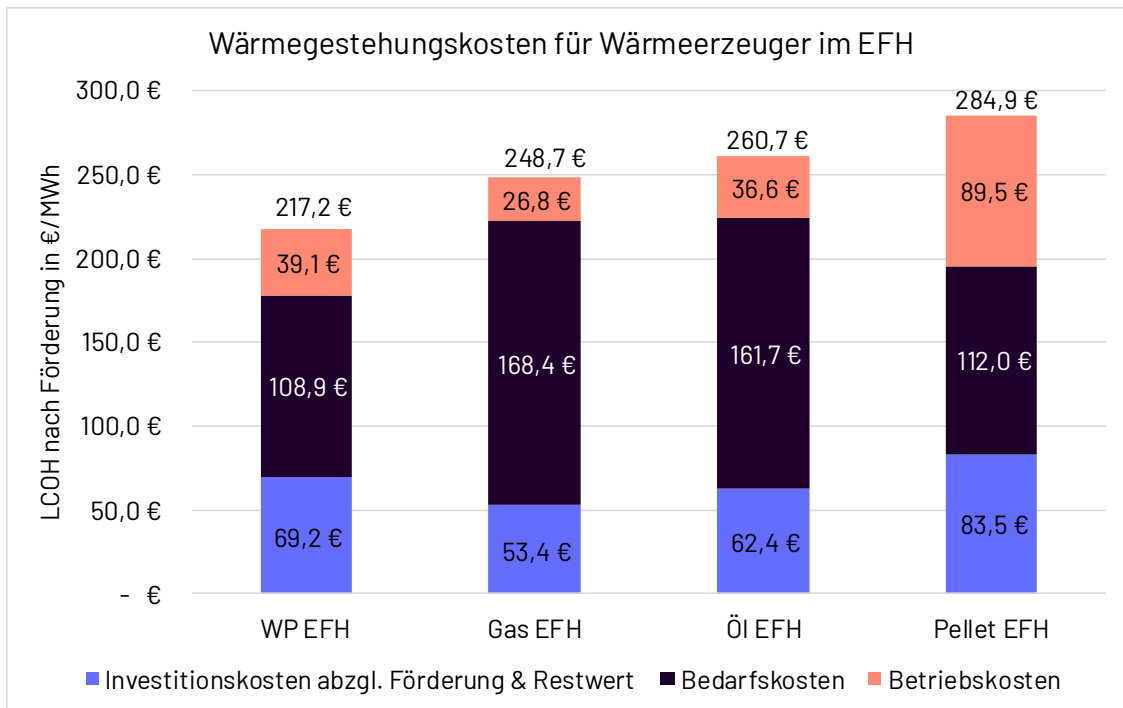


Abbildung 76: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCOH, netto) für unterschiedliche Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

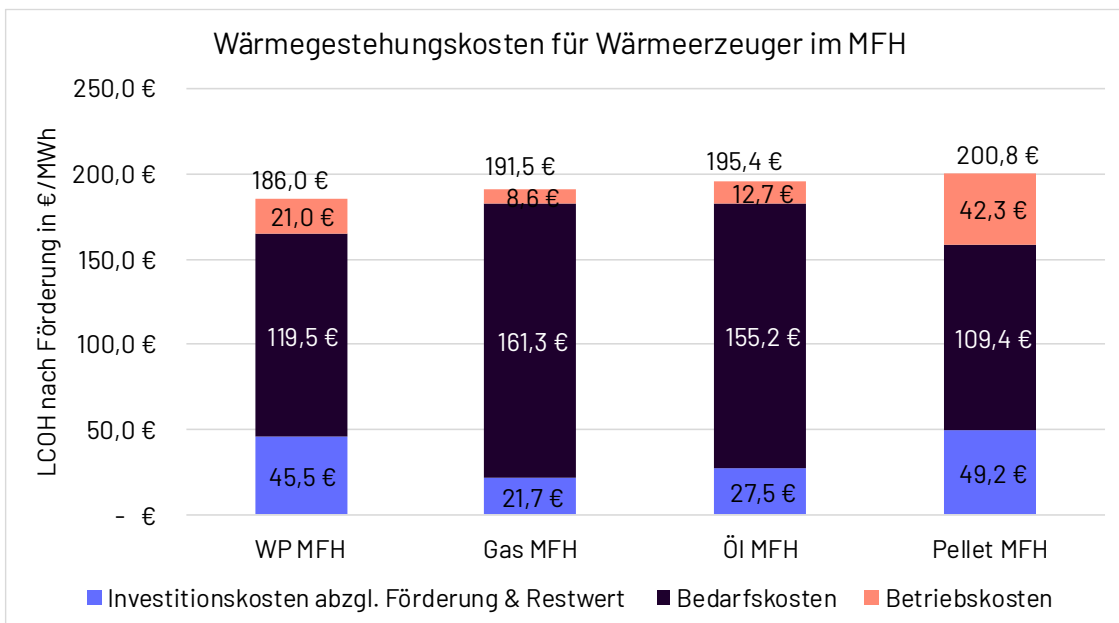


Abbildung 77: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCOH, netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus

Aufgrund der Vielzahl der in der Kalkulation berücksichtigten Parameter ist in der Praxis von einer größeren Bandbreite tatsächlicher Wärmegestehungskosten auszugehen. Wesentliche Einflussgrößen sind die anbieterspezifischen Preisunterschiede bei den Investitionskosten sowie die zukünftige Entwicklung der Strompreise. Entsprechend können sich je nach Gebäude und Rahmenbedingungen sowohl niedrigere als auch höhere Versorgungskosten

ergeben. Der hier dargestellte Kostenvergleich der Referenzszenarien dient daher als erste wirtschaftliche Einordnung.

Vor diesem Hintergrund wurde eine tiefere Sensitivitätsanalyse durchgeführt, in der zentrale Einflussparameter gegenüber dem Referenzszenario variiert wurden:

- Diskontierungsfaktor: 3 %/a bis 6 %/a
- Investitionskosten: 90 % bis 120 % der Referenzwerte
- Förderung der Investition:
 - 30 % bis 35 % Wärmepumpen im Mehrfamilienhaus (Deckelung: 12 Wohneinheiten)
 - 30 % bis 55 % Wärmepumpen im Einfamilienhaus (Deckelung: 1 Wohneinheit)
 - 0 % bis 30 % Pelletkessel
- Lebensdauer: 16 bis 20 Jahre
- Nutzungsgrad bzw. Jahresarbeitszahl (JAZ): 85 % bis 95 % für Gas und Heizöl; 80 % bis 90 % für Pellets; 2,5 bis 3,5 bei Wärmepumpen im Einfamilienhaus; 2,0 bis 3,5 bei Wärmepumpen im Mehrfamilienhaus
- Betriebskosten: 2,0 %/a bis 3,0 %/a für Wärmepumpen; 2,5 % bis 3,5 % für Gas und Heizöl; 4 %/a bis 8 %/a für Pellets
- Energiepreisentwicklung gemäß Ariadne-Analyse mit Variation des Ausgangswertes 2025 sowie anschließender Skalierung mit konstantem Faktor:
 - Strom: 250 €/MWh bis 350 €/MWh (Skalierung 99 % bis 101 %)
 - Gas: 90 €/MWh bis 110 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)
 - Öl: 70 €/MWh bis 90 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)
 - Pellets: 60 €/MWh bis 80 €/MWh (Skalierung 99 % bis 102 %)

Für jede variierte Einflussgröße wurden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zehn Berechnungen durchgeführt. Dabei wurde die jeweilige Variable zwischen den oben aufgeführten Extremwerten verändert, während alle übrigen Parameter auf den Werten des Referenzszenarios verblieben. Insgesamt entstanden so 90 LCoH-Berechnungen, die anschließend statistisch ausgewertet wurden. Die Ergebnisse werden im Folgenden anhand von Kastendiagrammen dargestellt.

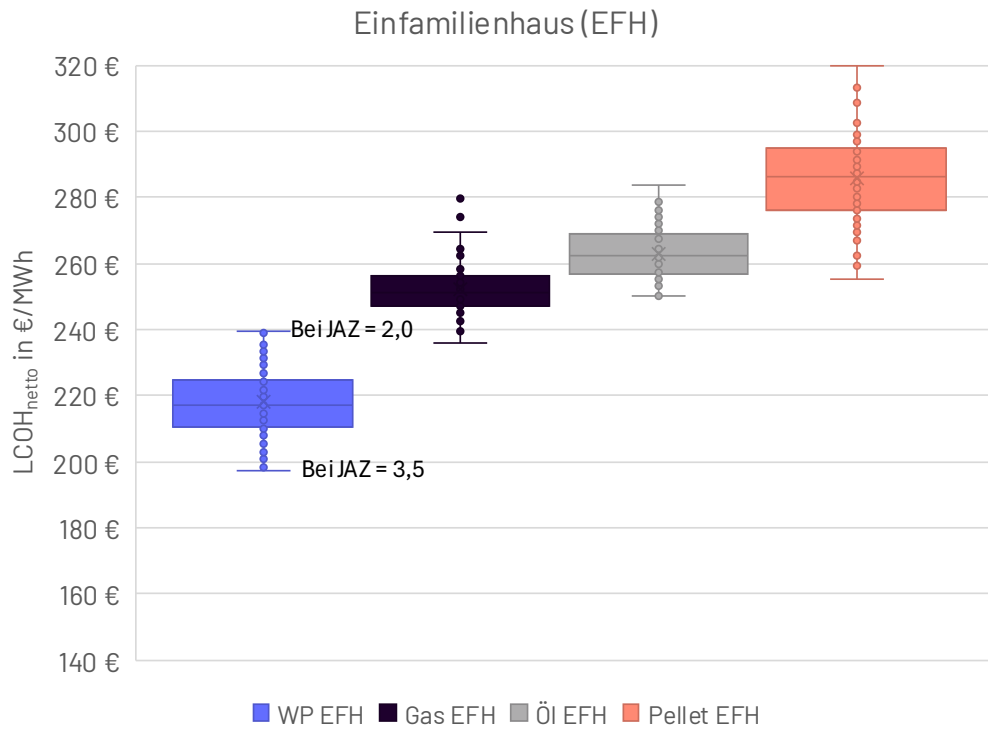


Abbildung 78: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus

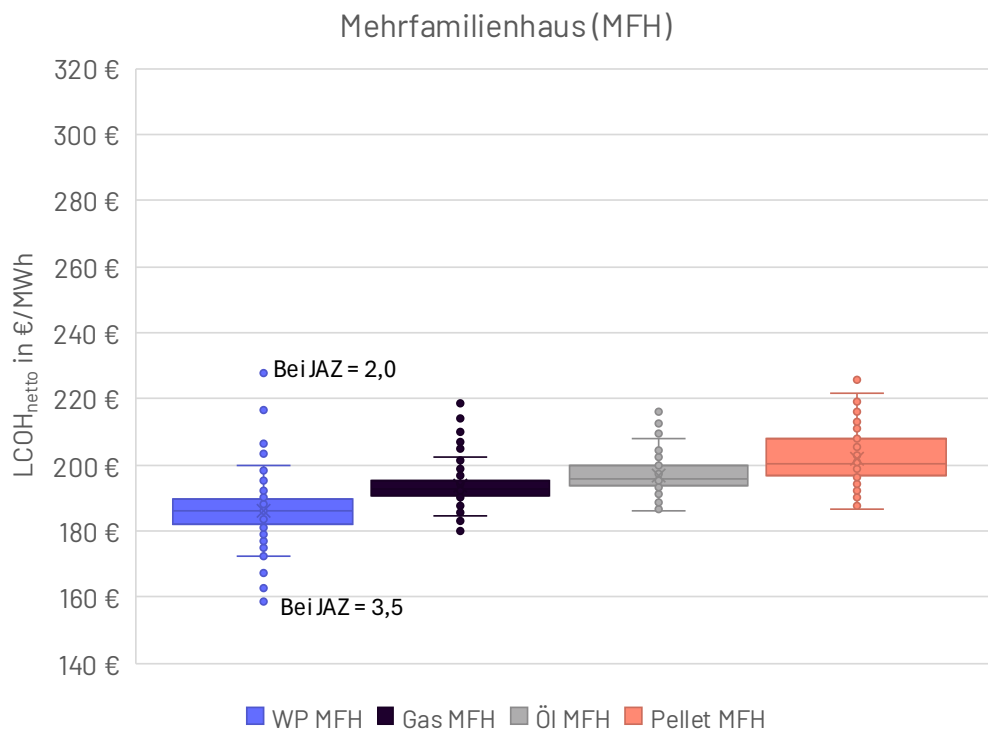


Abbildung 79: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus

In den Ergebnissen ist eine Bandbreite zu erkennen, innerhalb derer sich die Wärmegestehungskosten der unterschiedlichen Varianten voraussichtlich bewegen. Gleichzeitig zeigen sich in Einzelfällen signifikante Abweichungen. Besonders sensitiv wirkt sich die Entwicklung der Energiepreise aus, die bei Gas- und Ölheizungen maßgeblich zu den oberen Ausreißern führt. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen ist zudem die Jahresarbeitszahl (JAZ) ein entscheidender Einflussfaktor.

Der niedrigste ermittelte Medianwert von etwa 19 ct/kWh (netto) kann als Orientierungswert für einen wettbewerbsfähigen Wärmenetzpreis herangezogen werden. Die Wärmegestehungskosten des priorisierten Wärmenetzes sollten folglich unter diesem Wert oder zumindest nicht wesentlich darüber liegen.

Da die Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeversorgungssysteme aufgrund der Vielzahl relevanter Einflussfaktoren mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet sind, sollten die konkreten lokalen Rahmenbedingungen vor einer endgültigen Investitionsentscheidung für einen Wärmenetzausbau ortsspezifisch geprüft werden. Eine solche vertiefende Analyse kann beispielsweise im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie oder BEW-Transformationsplanung erfolgen.

5.4 Wärmeerzeugungsvarianten

Im nächsten Schritt wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Potenzialanalyse verschiedene Varianten für die Wärmeerzeugung in netzgebundenen Systemen entwickelt. Hierfür wurden aus den in Kapitel 5.2 dargestellten Netzausbauvarianten zwei Szenarien favorisiert (Grenzwärmelinienindichten von 1 250 kWh/(m·a) und 1 500 kWh/(m·a)).

Insbesondere die Variante mit 1 500 kWh/(m·a) weist Wärmegestehungskosten aus, die deutlich unter denen dezentraler Wärmeversorgungssysteme liegen können. Die Variante mit 1 250 kWh/(m·a) zeigt zwar spürbar höhere Wärmegestehungskosten, kann jedoch – insbesondere bei Nutzung kostengünstiger Wärmeerzeugungsoptionen – ebenfalls eine wirtschaftlich tragfähige Option darstellen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit zur Einbindung weiterer Gewerbekunden. Die favorisierten Wärmenetze weisen folgende Indikatoren auf:

Tabelle 27: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung der Ausbauparameter

Indikatoren	1.250 kWh/(m·a)	1.500 kWh/(m·a)
Netzausbau (Trasse + Hausanschlussleitung) in km	11,5	6,5
Wärmebedarf des Netzes 2045 in GWh/a	21	16
Anteil am Gesamtwärmebedarf 2045 in %	12	8,6
Investition Ausbau in Mio. €	18	10
Investition Ausbau nach Förderung in Mio. €	12	7,0
Investition nach Anschlusskostenbeitrag Mio. €	8,6	5,1

Für diese Varianten wurden im nächsten Schritt mehrere Erzeugerkonzepte entwickelt und detailliert berechnet. Die so kalkulierten Erzeugungskosten wurden mit den zuvor pauschal angenommenen Kosten verglichen, um gegebenenfalls Anpassungen der Netzausbau-szenarien vorzunehmen. Zusätzlich wurde der automatisiert ermittelte Trassenverlauf gezielt manuell nachoptimiert. Dieser iterative Prozess wurde fortgeführt, bis ein Netz- und Erzeugungskonzept vorlag, das die definierten Wirtschaftlichkeitskriterien erfüllte.

Nach Entwicklung des Netzausbauszenarios und verschiedener Erzeugervarianten, wurden diese auf Basis der Bewertungskriterien gemäß § 18 Abs. 1 WPG miteinander verglichen. Im Ergebnis wurde ein priorisiertes Erzeugerkonzept für das Zielwärmenetz identifiziert. Das Vorgehen zur Entwicklung des Erzeugerportfolios wird in den folgenden Kapiteln detailliert erläutert.

5.4.1 Erzeugerauslegung

Es wurden vier verschiedene Erzeugerkonzepte für eine netzgebundene Wärmeversorgung im Detail betrachtet. Bei zwei Konzepten ist eine Großwärmepumpe am Ablauf der städtischen Kläranlage zur Deckung der Grundlast vorgesehen. Die Konzepte unterscheiden sich insbesondere bei den eingesetzten Wärmeerzeugern für die Mittellast (Luftwärmepumpe oder Biomassekessel).

In einer dritten Variante wird die Grundlast durch eine Wärmepumpe gedeckt, die dafür Abwärme aus dem geplanten Rechenzentrum nutzt. In diesem Fall übernimmt die Wärmepumpe an der Kläranlage die Mittellast.

In allen Varianten ist ein Gasspitzenlastkessel angedacht, der so dimensioniert wurde, dass er im Notfall den vollständigen Wärmebedarf des Netzes decken könnte. Dem Redundanzprinzip folgend würden bei der Realisierung dazu mehrere Gaskessel eingebaut werden. Für die Erzeugersimulation wurde jedoch die Gesamtleistung zentral gebündelt. Der Spitzenlastkessel deckt in allen Konzepten maximal 10 % des Jahreswärmebedarfs ab. Spätestens ab 2045 muss auch der Gaskessel entweder ersetzt oder auf erneuerbare Brennstoffe umgestellt sein.

Für die Netzausbauvariante mit einer Grenzwärmeliniendichte von 1250 kWh/(m·a) wird ausschließlich die Erzeugervariante 3 (Abwärmenutzung Rechenzentrum) betrachtet, da das Erzeugungspotenzial der Kläranlage hierfür nicht ausreichend groß wäre.

In der Netzausbauvariante 1500 kWh/(m·a) kann die Leistung der Wärmepumpe an der Kläranlage reduziert werden, da davon ausgegangen wird, dass die Wärmepumpe des Rechenzentrums die Grundlast übernimmt. In Variante 1250 kWh/(m·a) ist hingegen die maximale Leistung der Wärmepumpe in der Kläranlage zur Versorgung notwendig.

Tabelle 28: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten

Leistung	1.500 V1	1.500 V2	1.500 V3	1.250 V3
Gaskessel in kW _{th}	6.500	6.500	6.500	10.000
Biomassekessel in kW _{th}	-	600	-	-
Luftwärmepumpe in kW _{th}	500	-	-	-
Kläranlagen - Wärmepumpe in kW _{th}	2.500	2.500	1.900	2.500
Rechenzentrum - Wärmepumpe in kW _{th}	-	-	1.900	1.900
Heizzentralen	2	2	2	2
Speicher in m ³	1.000	1.000	1.000	1.000

In Abbildung 80 wird der simulierte Erzeugermix für das Jahr 2036 für die Variante 1500 kWh/(m·a) sowie für das Jahr 2038 für die Variante 1250 V3 dargestellt.

Für diese Zeitpunkte wird unterstellt, dass der jeweilige Netzausbau abgeschlossen ist und der Wärmebedarf der Wärmenetze sein Maximum erreicht. Der im Vergleich zur Variante 1500 V3 höhere Wärmebedarf der Variante 1250 V3 kann durch die entsprechend ausgelegte Wärmepumpe der Kläranlage gedeckt werden.

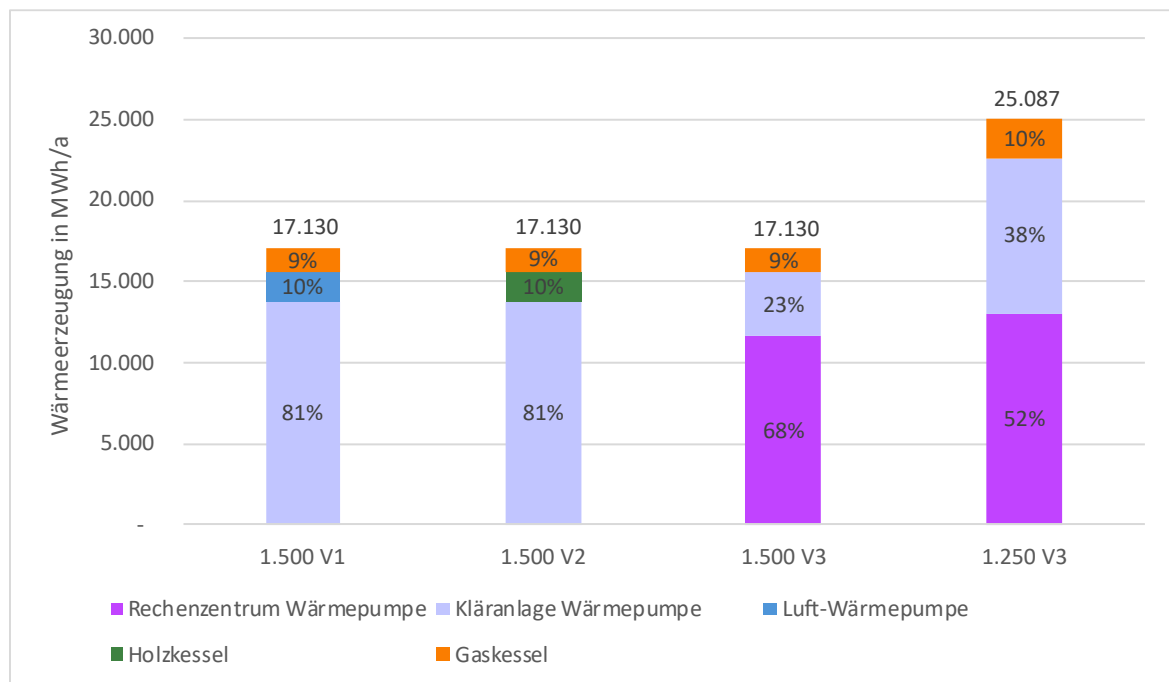


Abbildung 80: Anteile der Wärmeerzeuger an der Wärmeerzeugung aller Varianten

5.4.2 Simulation der Lastgänge

Für die vier dargestellten Varianten wurden im nächsten Schritt die Jahreslastgänge simuliert. Diese zeigen, welchen Wärmeanteil jede Erzeugungseinheit zu den jeweiligen Zeitpunkten liefert, und bilden die Grundlage für die Kostenkalkulationen. Dabei wurden sowohl technisch-wirtschaftliche Parameter als auch gesetzliche Anforderungen (WPG, GEG) sowie förderrechtliche Rahmenbedingungen nach BEW berücksichtigt.

Variante 1500 V1: Großwärmepumpe (Kläranlage), Luft-Großwärmepumpe (Luft) und Gaskessel

Zur Bestimmung der Lastgänge wurden Zeitreihen der jeweiligen Wärmequellen herangezogen. Für die Wärmepumpe an der Kläranlage wurden Abfluss- und Temperaturdaten der vergangenen drei Jahre verwendet. Für die Luft-Wärmepumpe wurden prognostizierte Temperaturdaten des Deutschen Wetterdienstes (Deutscher Wetter Dienst – DWD 2024) zugrunde gelegt.

Die Ergebnisse der stündlichen Jahressimulation für Variante 1500 V1 sind in Abbildung 81 verdichtet dargestellt. Die Simulation zeigt, dass die Wärmepumpe an der Kläranlage den überwiegenden Anteil des Wärmebedarfs deckt. Für die Anlage sind drei Wochen Wartungszeit im Sommer eingeplant. Während dieses Zeitraums übernehmen die Luft-Wärmepumpe und der Gaskessel die Wärmeversorgung; deren Wartung erfolgt wiederum in den verbleibenden Sommermonaten oder im Herbst.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Großwärmepumpe an der Kläranlage beträgt 3,35 und die der Luft-Wärmepumpe 2,22.

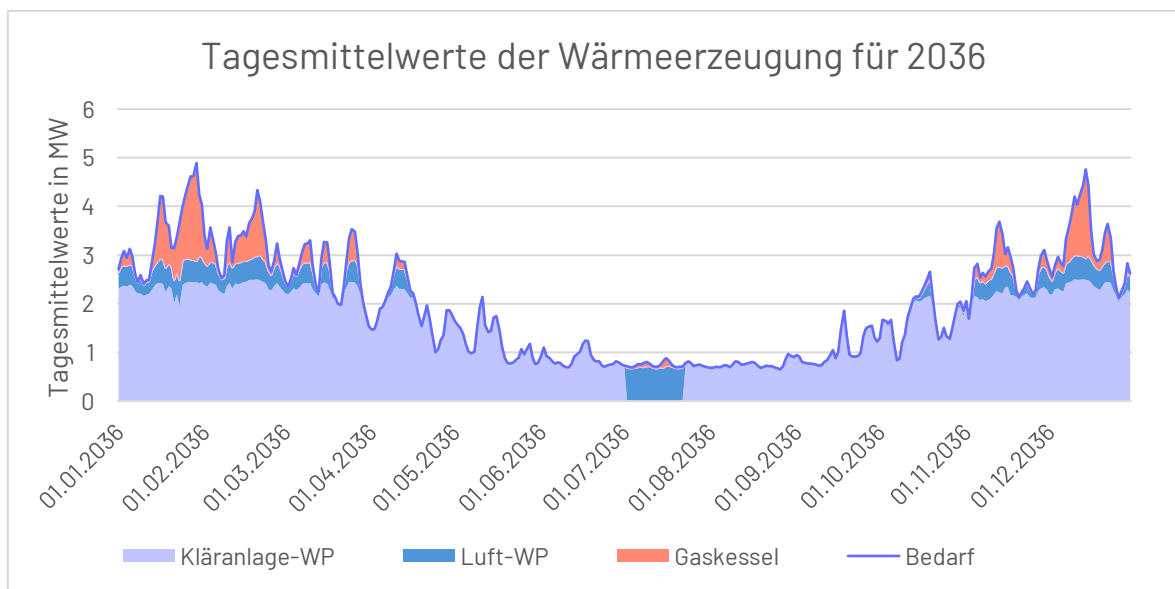


Abbildung 81: Simulationsergebnis Variante 1; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung

Variante 1500 V2: Großwärmepumpe (Kläranlage) mit Biomassekessel und Gaskessel

Zur Bestimmung der Lastgänge wurden Zeitreihen der Wärmequellen herangezogen. Für die Wärmepumpe in der Kläranlage wurden Abfluss- und Temperaturdaten der vergangenen drei Jahre verwendet.

In Abbildung 82 ist der simulierte Jahresverlauf der Wärmeerzeugung für Variante 1500 V2 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kläranlage den Großteil des Wärmebedarfs deckt. Im Sommer sind drei Wochen zur Instandhaltung der Wärmepumpe an der Kläranlage vorgesehen. Während dieser Zeit übernehmen Biomassekessel und der Gaskessel die Wärmeversorgung. Diese können entsprechend in der verbleibenden Sommerzeit oder im Herbst gewartet werden.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe an der Kläranlage beträgt 3,35.

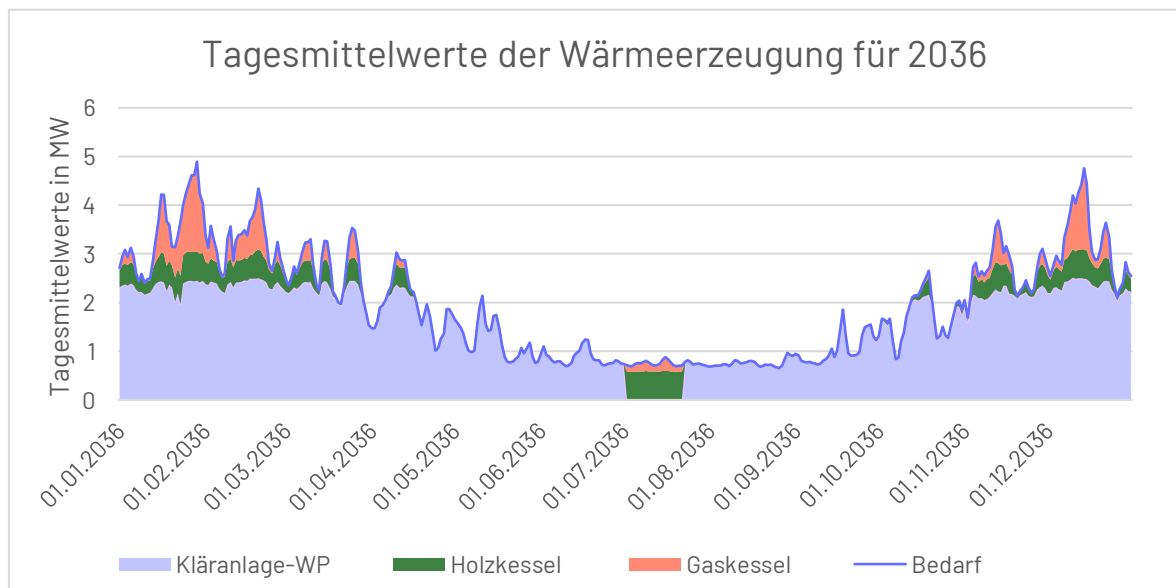


Abbildung 82: Simulationsergebnis Variante 2; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung

Variante 1500 V3: Großwärmepumpe (Kläranlage) mit Großwärmepumpe (Abwärme Rechenzentrum) und Gaskessel

Zur Bestimmung der Lastgänge der Wärmepumpen wurden Zeitreihen der jeweiligen Wärmequellen herangezogen. Für die Wärmepumpe der Kläranlage wurden Abfluss- und Temperaturdaten der vergangenen drei Jahre verwendet.

Nach Angaben der Hessischen Zentrale für Datenverarbeitung (HZD) handelt es sich bei dem geplanten Rechenzentrum um ein wassergekühltes System. Für die Temperatur der nutzbaren Abwärme wurde daher ein konservativer Wert von 45 °C angesetzt. Abhängig von der finalen Anlagenkonfiguration des Rechenzentrums sind auch höhere Temperaturen von bis zu 60 °C möglich. Für die Simulation wurde eine gleichbleibende tägliche Abwärmemenge angenommen.

In folgender Abbildung ist der simulierte Jahresverlauf der Wärmeerzeugung für die Variante 1500 V3 dargestellt. Für die Wärmepumpe am Rechenzentrum ist ein Wartungszeitraum im Sommer vorgesehen. In dieser Phase übernehmen die Wärmepumpe an der Kläranlage und der Gaskessel die Wärmeversorgung. Diese können in den verbleibenden Sommermonaten oder im Herbst gewartet werden.

Die Jahresarbeitszahl beträgt 3,29 für die Wärmepumpe der Kläranlage und 7,56 für die Wärmepumpe des Rechenzentrums.

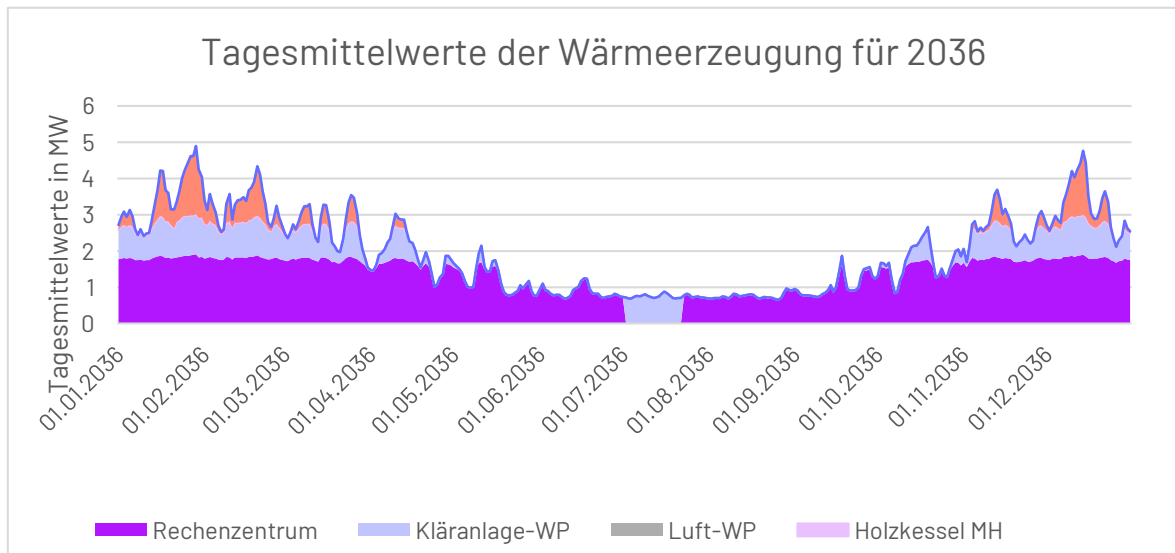


Abbildung 83: Simulationsergebnis Variante 3; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung

Variante 1250 V3: Großwärmepumpe (Kläranlage) mit Großwärmepumpe (Abwärme Rechenzentrum) und Gaskessel

Zur Bestimmung der Lastgänge wurden Zeitreihen der jeweiligen Wärmequellen herangezogen. Für die Wärmepumpe an der Kläranlage wurden Abfluss- und Temperaturdaten der vergangenen drei Jahre verwendet. Für die Wärmepumpe des Rechenzentrums wurde konservativ mit einer konstanten täglichen Wärmemenge auf einem Temperaturniveau von 45 °C gerechnet.

Die folgende Abbildung zeigt den simulierten Jahresverlauf der Wärmeerzeugung für die Variante 1250 V3. Im Sommer ist eine Wartung der Wärmepumpe am Rechenzentrum vorgesehen. In dieser Zeit übernehmen die Wärmepumpe an der Kläranlage und der Gaskessel die Wärmeversorgung. Deren Wartung kann in den verbleibenden Sommermonaten oder im Herbst erfolgen.

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe an der Kläranlage beträgt 3,19, die der Wärmepumpe des Rechenzentrums 7,56.

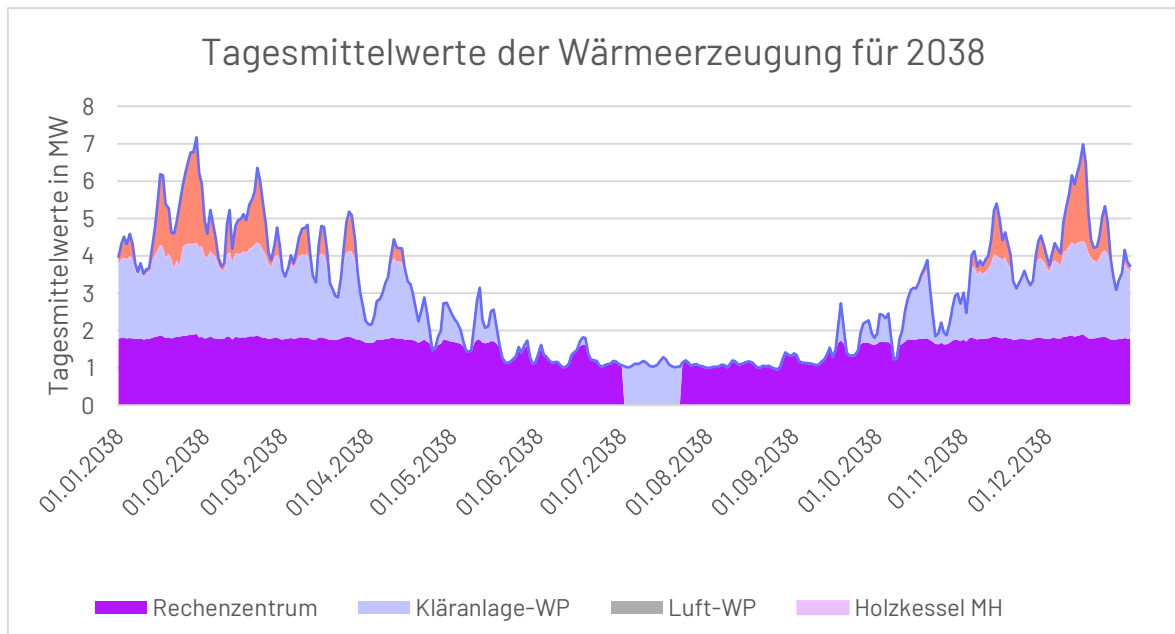


Abbildung 84: Simulationsergebnis Variante 4; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung

5.4.3 Kostenannahmen

Im nächsten Schritt wurden die erwarteten Investitionskosten für Verteilung und Erzeugung für alle Ausbauvarianten ermittelt. Hierfür wurden Kostenfunktionen aus der Literatur sowie Erfahrungswerte aus vergleichbaren Projekten herangezogen. Tabelle 29 enthält die ermittelten Investitionskosten und berücksichtigt zudem die Fördermittel und angenommene Anschlusskostenbeiträge.

Die BEW-Förderung Modul 2 sieht für den Neubau oder die Transformation bestehender Wärmenetze aktuell einen Zuschuss von 40 % der förderfähigen Investitionskosten vor. Fossil befeuerte Kesselanlagen sind in den beschriebenen Erzeugervarianten nicht förderfähig.

Neben den Investitionskostenzuschüssen können für Solarthermie und Wärmepumpen auch noch Betriebskostenförderungen gemäß BEW-Förderung Modul 4 über einen Zeitraum von 10 Jahren in Anspruch genommen werden. Für solarthermische Anlagen beträgt die Förderung 1 ct/kWh_{th} (Wärmeoutput). Bei Wärmepumpen wurde zur Berechnung der Förderung die Jahresarbeitszahl herangezogen. Dies entspricht umgerechnet etwa 11 bis 14 ct/kW_{he}l (Strominput). Die Wirtschaftlichkeitslücke gemäß BEW wurde in der Kalkulation berücksichtigt. Aufgrund der sehr hohen Jahresarbeitszahl erhält die Wärmepumpe des Rechenzentrums keine Betriebskostenförderung.

Für die Kalkulation der Gesamtkosten werden von den Investitionskosten die BEW-Förderung und der Anschlusskostenbeitrag der Kunden abgezogen. Diese umfassen insbesondere die Kosten für Wärmeübertrager und Hausanschlussleitungen auf Kundenseite. Die entsprechenden Maßnahmen können über die BEG gefördert werden und sind in der folgenden Tabelle separat aufgelistet.

Tabelle 29: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten

Investition in Tausend €	Investitionsvarianten			
	Variante V1 1.500 WP-Kläranl. WP-Luft Gaskessel	Variante V2 1.500 WP-Kläranl. Bio-Kessel Gaskessel	Variante V3 1.500 WP-Kläranl. WP-Rechenz. Gaskessel	Variante V4 1.250 WP-Kläranl. WP-Rechenz. Gaskessel
Wärmenetz inkl. Hausanschluss	10.225	10.225	10.225	17.336
Bahnquerung	500	500	500	500
Heizzentrale	1.000	1.000	2.000	2.000
Wärmepumpe Rechenzentrum	0	0	2.023	2.023
Luft-Wärmepumpe	801	0	0	0
Holzessel	-	510	-	-
Wärmepumpe Kläranlage	2.499	2.499	2.027	2.499
Gaskessel	852	852	852	1.310
Speicher	700	700	700	700
Planung	1.658	1.628	1.833	2.637
Unvorhergesehenes	829	814	916	1.318
Summe	19.062	18.727	21.075	30.323
BEW-Förderung	7.941	7.813	8.711	12.759
Anschlusskostenbeitrag	1.892	1.892	1.892	3.275
Summe Rest	9.229	9.022	10.472	14.288

Die Gesamtinvestitionskosten liegen vor Förderung zwischen 18,7 Mio. € und 30,3 Mio. €. Nach Abzug der BEW-Förderung sowie der Anschlusskostenbeiträge liegen die Netto-Investitionskosten zwischen 9,0 Mio. € und 14,3 Mio. €.

Zur Berechnung der Wärmegestehungskosten wurden mittels der LCoH-Methode die Kosten für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren berechnet und durch den Wärmeabsatz geteilt. Grundlage für die Kalkulation ist das in Kapitel 5.1 beschriebene Ausbauszenario. Die Berechnung erfolgte mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 8 %/a als Gesamtkapitalverzinsung. Für alle Komponenten wurden Annahmen zu jährlichen Betriebskosten sowie technischen Nutzungsdauern getroffen, um Reinvestitionen oder Restwerte zu berücksichtigen. Zusätzlich wurde eine Inflationsrate von 2 %/a unterstellt. Für Energieträger wurden spezifische Preissteigerungen angenommen. Stromkosten wurden zu Beginn des Betrachtungszeitraums mit 200 €/MWh_{el} angesetzt. Über die Inflation hinaus wurden keine weiteren Preisänderungen berücksichtigt. Für Gas wurden im ersten Jahr 96 €/MWh_{th}

angenommen, wobei zusätzlich nur die CO₂-Bepreisung als preissteigernder Faktor berücksichtigt wurde. Bei überschüssigem PV-Strom wurde ein Erlös aus der Netzeinspeisung von 62 €/MWh kalkuliert.

5.4.4 Ergebnisse Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind in folgender Abbildung dargestellt.

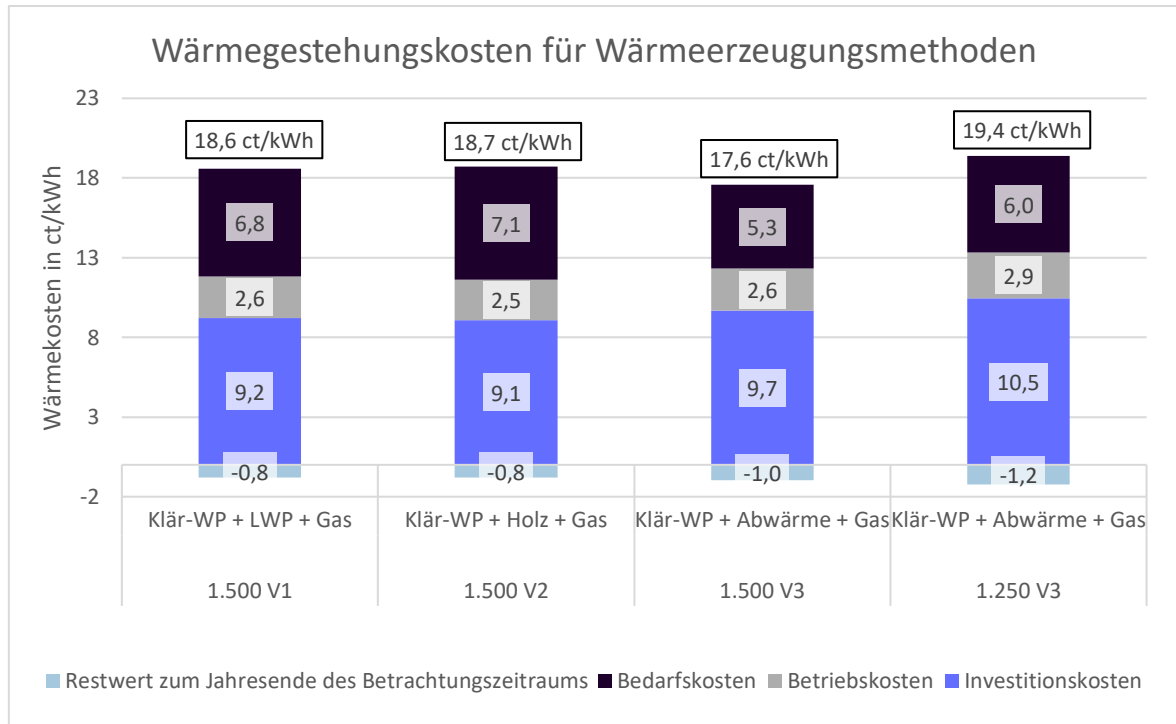


Abbildung 85: Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung; Wärmegestehungspreis der verschiedenen Varianten

Zunächst ist festzustellen, dass Variante 1250 V3 die höchsten Wärmegestehungskosten aufweist. Dennoch bleibt sie im Rahmen der Modellunsicherheit wirtschaftlich konkurrenzfähig gegenüber dezentralen Versorgungsoptionen (vgl. Kapitel 5.3).

Die Variante 1500 V3 ist mit Wärmegestehungskosten von 17,6 ct/kWh die günstigste Option. Bei beiden Varianten besteht jedoch eine Unsicherheit hinsichtlich der Realisierung des geplanten Rechenzentrums.

Falls der Bau nicht erfolgt, stehen mit den Varianten 1500 V1 und 1500 V2 zwei Alternativen zur Verfügung, die auf einem vergleichbaren Kostenniveau liegen und ebenfalls wettbewerbsfähig gegenüber dezentralen Wärmeerzeugungssystemen sein können.

5.4.5 Bewertungskriterien für die Wärmeerzeugungsvarianten

Zur Beurteilung der Erzeugungsvarianten für die netzgebundene Wärmeversorgung von Teilgebieten wurden die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel mithilfe der in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG genannten Kriterien bewertet:

- Wärmegestehungskosten,
- Realisierungsrisiken,
- Versorgungssicherheit und
- kumulierte Treibhausgasemissionen.

Wärmegestehungskosten für die Wärmenetzeignungsgebiete

Die Variante 1 500 V3 weist die niedrigsten Wärmegestehungskosten auf. Wesentlicher Faktor dafür ist die Abwärme des geplanten Rechenzentrums auf einem vergleichsweise hohen Temperaturniveau, wodurch hohe Jahresarbeitszahlen der eingesetzten Wärmepumpe erreicht werden können. Dies führt zu einer insgesamt wirtschaftlichen Wärmeherzeugung.

Als ausgewogener Kompromiss zwischen Netzausbau und Wirtschaftlichkeit erweist sich die Variante 1 250 V3. Die berechneten Wärmegestehungskosten liegen in einer Größenordnung, die mit dezentralen Versorgungslösungen konkurrieren kann. Gleichzeitig ermöglicht diese Variante die Erschließung zusätzlicher Gebiete in Hünfeld mit erhöhter Wärmedichte bzw. größerem Leistungsbedarf, für die eine netzgebundene Wärmeversorgung eine wirtschaftlich attraktive Option darstellen kann.

Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit für die Wärmenetzeignungsgebiete

Der Bau aller vier Erzeugungsvarianten ist mit vergleichsweise geringen Errichtungsrisiken verbunden. Die eingesetzten Technologien gelten als etabliert und grundsätzlich umsetzbar.

Mit Blick auf die Energieträger bestehen jedoch unterschiedliche langfristige Risikoprofile. Die Verfügbarkeit von Biomasse ist sowohl regional als auch deutschlandweit begrenzt. Da es zukünftig viele konkurrierende Nutzungsansprüche geben wird (auch zu verfügbaren Flächen), ist mit Preissteigerungen zu rechnen. Dies stellt weniger ein unmittelbares Risiko für die Versorgungssicherheit dar als vielmehr ein wirtschaftliches Risiko. Die potenzielle Knappheit von Biomasse dürfte eher weiter in der Zukunft auftreten.

Gleichzeitig ist zu erwarten, dass die fortschreitende Elektrifizierung in den Sektoren Wärme und Mobilität recht aktuell oder in der näheren Zukunft zu einem steigenden Strombedarf führen wird. Verzögerungen beim Ausbau der Stromnetze sowie bei erneuerbaren Erzeugerkapazitäten können daher kurz- bis mittelfristig ein begrenzender Faktor sein.

Die Nutzung der Abwärme des geplanten Rechenzentrums ist grundsätzlich als stabile Wärmequelle zu bewerten. Mit dem Land Hessen als Betreiber in öffentlicher Trägerschaft sowie der langfristig erwartbaren Nachfrage an Rechenkapazitäten und Servern wird das Betriebsrisiko derzeit als gering eingeschätzt. Voraussetzung hierfür ist jedoch die tatsächliche Realisierung des Rechenzentrums.

Kumulierte Treibhausgasemissionen für die Wärmenetzeignungsgebiete

Der Unterschied der zwischen 2025 und 2045 verursachten kumulierten CO₂-Emissionen der Wärmenetzvarianten ist in folgender Abbildung dargestellt. Die Differenzen zwischen den

Erzeugerkonzepten der 1500-Reihe fallen gering aus, da jeweils vom gleichen Netzausbau ausgegangen wird und sich die Treibhausgasemissionen nur marginal unterscheiden.

Im Zielzustand 2045 deckt das Wärmenetz – je nach Ausbauvariante – etwa 9 % bis 12 % des Gesamtwärmebedarfs der Stadt Hünfeld. Der überwiegende Anteil der Emissionen entfällt somit weiterhin auf die dezentrale Wärmeversorgung. Durch den Ausbau des Wärmenetzes wird zwar ein Teil der bestehenden dezentralen Wärmeerzeuger ersetzt; im zugrunde gelegten Szenario wird jedoch angenommen, dass verbleibende Öl-, Gas- und Biomassekessel bis 2045 weitgehend gegen dezentrale Wärmepumpen ausgetauscht werden.

Da sich die Entwicklung der dezentralen Wärmeversorgung in allen Varianten identisch darstellt, beeinflusst ausschließlich die Wahl der Erzeugerstruktur innerhalb des Wärmenetzes die Höhe der resultierenden CO₂-Emissionen. Die Variante 1.500 V3 weist mit 750 000 t CO₂ den geringsten kumulierten CO₂-Ausstoß auf. Gegenüber der emissionsstärksten Variante beträgt die Differenz lediglich etwa 0,5 %. Die kumulierten Treibhausgasemissionen stellen damit kein maßgebliches Entscheidungskriterium für die Auswahl der vorzugswürdigen Wärmeversorgungsvariante dar.

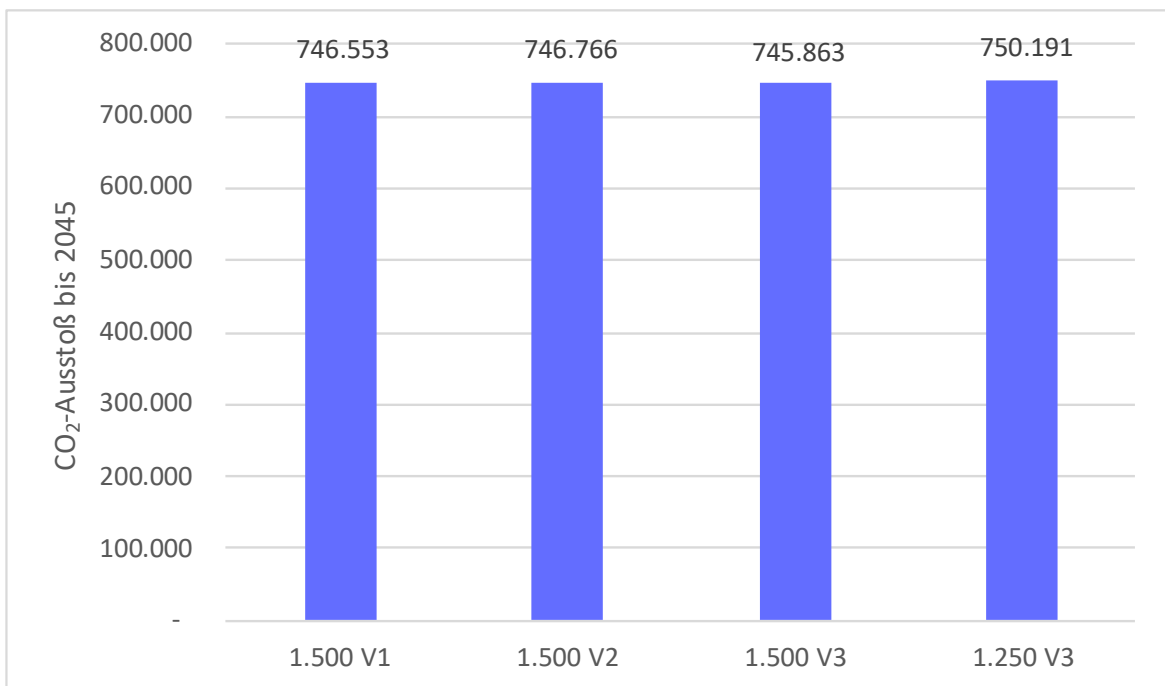


Abbildung 86: Kumulierte Treibhausgasemissionen zwischen 2025 und 2045 bei unterschiedlichen Wärmeerzeugungsvarianten

Festlegung des Zielszenarios für die zentrale Wärmeversorgung

Die Bewertung und vorläufige Auswahl von Netzausbauszenarien erfolgte bereits in Kapitel 5.3. Für diese Szenarien wurden anschließend in Kapitel 5.4.1 mehrere Erzeugervarianten konzipiert und hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Realisierungsrisiken, Versorgungssicherheit und Treibhausgasemissionen bewertet.

Auf Grundlage dieser in dem vorangegangenen Kapitel erläuterten Gesamtbewertung wird die Erzeugervariante 1250 V3 als Zielszenario empfohlen. Diese Variante kombiniert eine

vergleichsweise große Netzausdehnung mit wirtschaftlich darstellbaren Wärmegestehungskosten und bietet zusätzliche Erschließungspotenziale für Gebiete mit höherer Wärmedichte. Dabei wird der Bau des Rechenzentrums vorausgesetzt. Sollte das Rechenzentrum nicht realisiert werden, stehen mit den Varianten 1 500 V1 und 1 500 V2 technisch und wirtschaftlich tragfähige Alternativen zur Verfügung, die wettbewerbsfähige Wärmegestehungskosten erwarten lassen.

5.4.6 Zeitliche Umsetzung des Wärmenetzausbaus

Für die gemäß § 18 Abs. 3 WPG vorgegebene Einteilung des beplanten Gebiets in die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040 ist die Entwicklung eines zeitlichen Verlaufs des Netzausbaus erforderlich. Diesen Ausbaupfad bildet zugleich die Grundlage für die stufenweise Anpassung des Erzeugerportfolios. Im Folgenden wird der zeitliche Verlauf des Netzausbaus für das in den vorangegangenen Kapiteln entwickelte Netz- und Erzeugerkonzept erläutert.

In Abbildung 87 zeigt die angenommene Entwicklung des Wärmebedarfs im Wärmenetz. Berücksichtigt sind die potenziellen Anschlussleistungen einschließlich der Wärmenetzverluste von

- 13 % bei einer Grenzwärmeliniendichte von 1 250 kWh/(m·a) und
- 11 % bei einer Grenzwärmeliniendichte von 1 500 kWh/(m·a).

Es wird angenommen, dass der maßgebliche Netzausbau im Zeitraum zwischen 2030 und 2038 erfolgt deutlichen Anstieg der Wärmenetzanschlüsse zu rechnen. Der Ausbau verläuft nicht linear, da Teile der Trassenführung mit geplanten Infrastrukturmaßnahmen im Straßenbau synchronisiert werden.

Dem steigenden Anschlussgrad wirkt eine kontinuierliche Reduktion des spezifischen Wärmebedarfs entgegen, die sich aufgrund des Klimawandels und der energetischen Gebäudesanierungen ergibt (vgl. Kapitel 4.1). Die daraus insgesamt resultierende Entwicklung für den Wärmeabsatz im Wärmenetz ist in folgender Abbildung dargestellt.

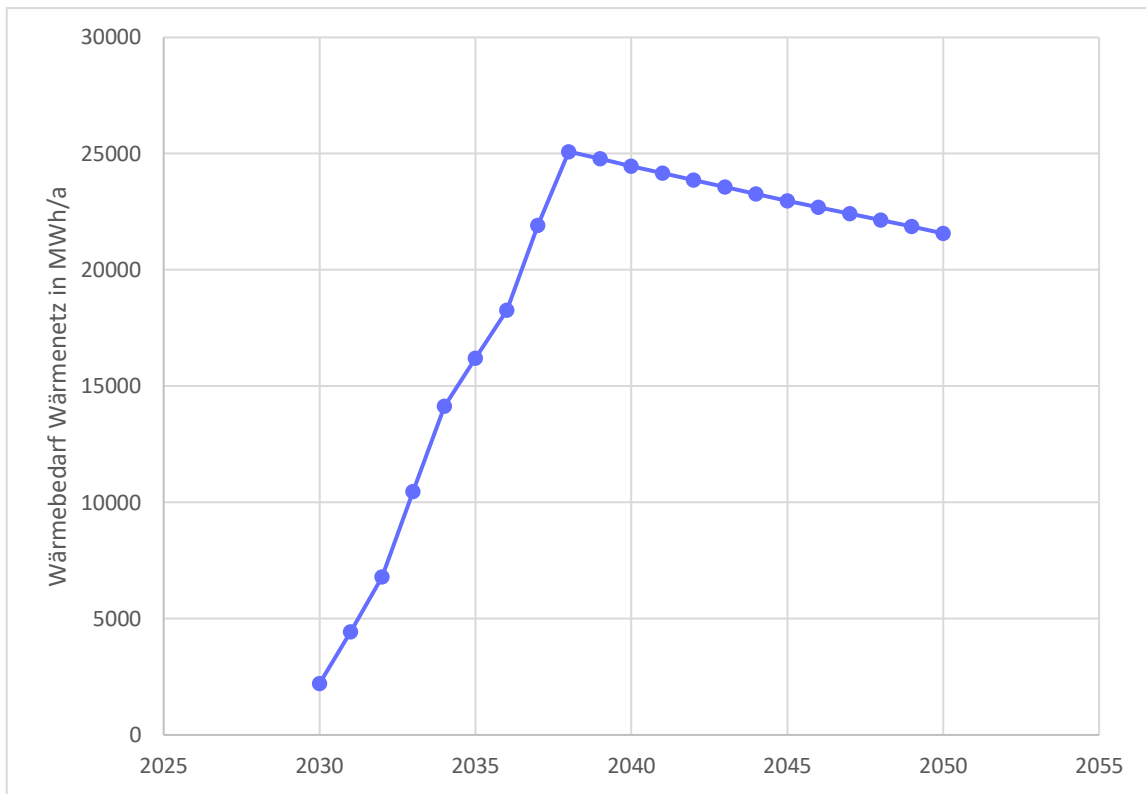


Abbildung 87: Wärmeabsatz im Wärmenetz im Zeitverlauf

In der folgenden Abbildung ist die angenommene Entwicklung der installierten Wärme-erzeugungsleistung für die Wärmenetzvariante 1250 V3 dargestellt.

Wird der Netzausbau beginnend am Standort des städtischen Klärwerks angenommen, ist in den Jahren 2034 und 2035 das Rechenzentrum noch nicht angeschlossen. In dieser Phase übersteigt der Leistungsbedarf des Wärmenetzes die durch die Wärmepumpe an der Kläranlage bereitstellbare Leistung.

Aus diesem Grund wurde daher ein temporärer Einsatz einer mobilen Wärme-erzeugungsanlage (Heatmobil) berücksichtigt. Bei einem Heatmobil handelt es sich um einen kurzfristig installierbaren Kessel, der nur für eine begrenzte Übergangszeit zur Deckung der fehlenden Leistung eingesetzt wird. Für die Simulation wurde ein mit Biomasse befeuerter Betrieb des Kessels unterstellt.

Ab dem Jahr 2036 wird der Anschluss an das Rechenzentrum die Grundlastversorgung des Wärmenetzes sicherstellen.

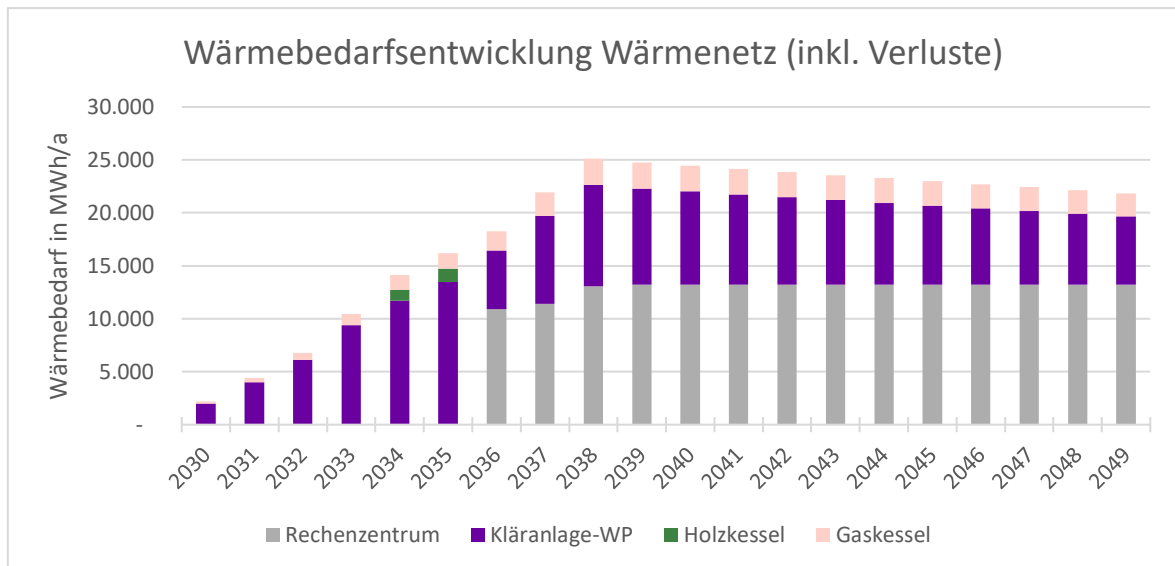


Abbildung 88: Wärmebedarf und -bereitstellung im Zeitverlauf

5.5 Insellösungen für Wärmenetze

Zusätzlich zu den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen zentralen Wärmenetzsystemen können für die weiteren Stadtteile kleinere leitungsgebundene Wärmeversorgungssysteme, im Folgenden als „Inselwärmenetze“ bezeichnet, in Betracht gezogen werden.

Der Begriff „Inselnetz“ umfasst zwei mögliche Ausprägungen:

- **Gebäudenetz:** weniger als 17 angeschlossene Gebäude und weniger als 100 versorgte Wohnungen.
- **Wärmenetz:** überschreitet die Schwellenwerte von Gebäudenetzen. In diesem Fall handelt es sich um ein formal reguläres Wärmenetz, das jedoch im Rahmen dieser Untersuchung separat vom Wärmenetz der Kernstadt Hünfeld betrachtet wird und deutlich kleiner dimensioniert ist.

Für sämtliche Stadtteile wurde das Potenzial für leitungsgebundene Wärmeversorgung geprüft. Dabei ist zu anmerken, dass aufgrund der geringen Versorgungsdichte des Gasnetzes in Stadtteilen der tatsächliche Wärmebedarf nur für einen Teil der Gebäude bekannt ist. Für einen Großteil der Gebäude wurde der Wärmebedarf anhand der verfügbaren Schornsteinfegerdaten sowie der Gebäudegeometrie (Ableitung der beheizten Fläche aus dem Gebäudevolumen) abgeschätzt.

Für potenzielle Wärmenetze in den umliegenden Stadtteilen ist davon auszugehen, dass eine Umsetzung über klassische Energieversorgungsunternehmen aufgrund der typischen Organisations- und Kostenstrukturen sowie der geringen Wärmelinien-dichte eher nicht realisierbar wäre.

Eine alternative Organisationsform kann daher die Umsetzung über Energiegenossenschaften darstellen. In dieser Organisationsstruktur besteht kein Gewinnmaximierungsdruck, und durch ehrenamtliches Engagement können zusätzliche Kostenvorteile erzielt werden.

Zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit wurde für die Verzinsung des benötigten Eigen- und Fremdkapitals ein pauschaler Gesamtkapitalzinssatz von 3,5 % angesetzt. Unter dieser Annahme kann auch bei geringeren Wärmelinien-dichten ein wettbewerbsfähiges Kosten-niveau erreicht werden.

Tabelle 30 zeigt Kennzahlen für verschiedene potenzielle Wärmenetzlösungen in einzelnen Stadtteilen Hünfelds. Zur Abschätzung der Wärmegestehungskosten wurde auf Basis vergleichbarer Projekte mit genossenschaftlichen Betreiberstrukturen mithilfe einer Näherungsgleichung ermittelt. Aufgrund der statistischen Unsicherheit einer Näherungsgleichung wird in Tabelle 30 jeweils eine Kostenbandbreite der Wärmegestehungskosten angegeben.

Dargestellt werden ausschließlich solche Wärmenetze, die unter den getroffenen Annahmen Wärmegestehungskosten von maximal 19,5 ct/kWh erzielen können. Dieser Schwellenwert wurde unter Bezug auf die in Kapitel 5.3 kalkulierten Kosten dezentraler Wärmeversorgung als wirtschaftliche Obergrenze festgelegt.

Die potenziellen Wärmenetzstrukturen beginnen jeweils in den Gebieten mit der höchsten Wärmebedarfsdichte der jeweiligen Stadtteile. Für alle in Kapitel 5.1 definierten Grenzwärmelinien-dichten wurde mithilfe des dort beschriebenen Optimierungsalgorithmus eine entsprechende Netzstruktur ermittelt.

Tabelle 30: Potenziale für Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen

	Wärmebedarf 2045 in MWh/a	Wärmelinien- dichte in kWh/(m·a)	Wärmegestehungs- kosten in ct/kWh
Großenbach	787	985	17,0–18,0
Kirchhasel	1.071	966	16,9–17,9
Malges	244	1.079	16,1–17,1
Michelsrombach	1.592	1.149	16,0–17,0
Molzbach	406	1.104	16,0–17,0
Oberrombach	469	1.180	16,2–17,2
Roßbach	658	1.159	16,1–17,1
Sargenzell	1.956	642	19,4–19,9
Stendorf	202	678	19,1–19,6

Es zeigt sich, dass die für die Stadtteile berechneten Wärmelinien-dichten im Zieljahr 2045 teilweise eher gering ausfallen. Dennoch kann ein wirtschaftlicher Betrieb von Wärmenetzen aufgrund der konkurrenzfähigen Kostenstrukturen grundsätzlich möglich sein. Hier ist eine vertiefende Prüfung notwendig.

Zur Verbesserung der Datengrundlage empfiehlt sich eine genauere Erhebung der Wärmebedarfe, beispielsweise durch den Einsatz von Fragebögen. Diese können zugleich dazu

genutzt werden, die Anschlussbereitschaft potenzieller Kunden abzufragen und damit belastbarere Annahmen zur künftigen Anschlussrate treffen zu können.

Die Gebiete Neuwirtshaus, Rückers, Oberfeld, Nüst, Mackenzell, Dammersbach und Rudolphshan sind in der Tabelle nicht enthalten, da dort kein ausreichendes Potenzial für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung festgestellt werden konnte.

Wärmenetze mit Wärmegestehungskosten unterhalb von 18 ct/kWh können als besonders wirtschaftlich eingestuft werden. Hierzu zählen die Stadtteile Großenbach, Kirchhasel, Malges, Michelsrombach, Molzbach, Oberrombach und Roßbach. In diesen Gebieten besteht ein Wärmebedarf, der bei geeigneter organisatorischer Umsetzung – insbesondere bei Energiegenossenschaften oder vergleichbaren Betreiberstrukturen – konkurrenzfähige Wärmegestehungskosten gegenüber dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen ermöglichen kann.

Unabhängig von der Organisationsform können niedrige Wärmegestehungskosten auch aus besonders vorteilhaften Wärmequellen resultieren. Für Michelsrombach ergibt sich beispielsweise ein zusätzliches Potenzial aus der Abwärmenutzung der Wasserstofftankstelle sowie der Wäscherei der Kruppert Wäsche-Dienst GmbH.

In Kirchhasel besteht zudem eine Biogasanlage, die nach Angabe des Betreibers perspektivisch erweitert werden könnte, um Wärme in ein lokales Wärmenetz einzuspeisen. Auch hier sollte gemeinsam mit dem Betreiber geprüft werden, ob eine Wärmebereitstellung zu Konditionen möglich ist, die insgesamt zu attraktiven Wärmegestehungskosten führen.

5.6 Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Grundlage für die Festlegung der Eignungsstufen für Wärmenetze ist das in den vorangegangenen Kapiteln entwickelte Ausbaukonzept für das Wärmenetz. Hierfür wurde folgende Systematik angewendet:

Baublöcke gelten als „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ für eine Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz, wenn im Zieljahr mindestens 25 % ihres Wärmebedarfs über das geplante Wärmenetz gedeckt werden.

Baublöcke, bei denen der über ein Wärmenetz versorgte Anteil im Zieljahr unter 25 % liegt, werden als „wahrscheinlich ungeeignet“ oder „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ eingestuft.

Diese Einordnung gilt sowohl für bereits bestehende Wärmenetzgebiete als auch für Gebiete mit künftig geplantem Netzausbau.

Eine besondere Betrachtung erfolgt für Baublöcke mit einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 415 MWh/(ha·a), bei denen der Wärmenetzanteil unter 25 % liegt. Diese werden dennoch als „wahrscheinlich geeignet“ für die Versorgung durch ein Wärmenetz kategorisiert. Hintergrund ist, dass gemäß Leitfaden zum WPG bei einer Wärmebedarfsdichte ab 415 MWh/(ha·a) grundsätzlich von einer strukturellen Wärmenetztauglichkeit im Bestand ausgegangen werden kann.

In diesen Fällen sieht das hier entwickelte Ausbauszenario zwar keinen oder nur einen begrenzten Wärmenetzausbau vor. Gleichwohl könnten bereits moderate Änderungen

wirtschaftlicher oder regulatorischer Rahmenbedingungen dazu führen, dass der Wärmenetzanteil auf 25 % oder mehr ansteigt. Eine Einstufung der Baublöcke als „wahrscheinlich ungeeignet“ würde daher dem langfristigen Entwicklungspotenzial dieser Gebiete nicht gerecht.

Erst wenn sowohl der Wärmenetzanteil unter 25 % liegt als auch die Wärmebedarfsdichte unter 415 MWh/(ha-a) bleibt, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass keine hinreichende Eignung für eine netzgebundene Wärmeversorgung besteht.

Die folgende Tabelle fasst die zugrunde gelegten Grenzwerte und die daraus abgeleitete Einstufung zusammen.

Tabelle 31: Grenzwerte zur Einteilung von Baublöcken in Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG

Baublöcke	Wärmenetzanteile nach Netzausbau-szenario in %	Verknüpfung	Wärmebedarfsdichte (WBD) in MWh/(ha-a)
Sehr wahrscheinlich geeignet	≥ 75	-	-
Wahrscheinlich geeignet	≥ 25 und < 75	oder	≥ 415
Wahrscheinlich ungeeignet	≥ 10 und < 25	und	< 415
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 und < 10	und	< 415

Die hier dargestellten Anteile am Wärmebedarf beziehen sich jeweils auf den Wärmebedarf innerhalb eines Baublocks ohne industrielle Verbraucher. Auch die herangezogene Wärmebedarfsdichte wurde ohne Industrieanteile berechnet.

Für die Stadt Hünfeld wird insbesondere in der Kernstadt eine hohe Wärmenetzeignung festgestellt (vgl. Abbildung 90). In diesen Bereichen wird empfohlen, den Ausbau eines größeren zusammenhängenden Wärmenetzes weiter zu konkretisieren und voranzutreiben. Als nächster sinnvoller Schritt bietet sich die Beantragung einer BEW-Förderung für eine Machbarkeitsstudie an.

Auch in den weiteren Stadtteilen Hünfelds bestehen einzelne Baublöcke, die aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Wärmebedarfsdichte als „wahrscheinlich geeignet“ für eine Wärmenetzversorgung eingestuft werden. Die räumliche Ausdehnung dieser Gebiete scheint jedoch derzeit nicht ausreichend, um ein großflächiges zusammenhängendes Wärmenetz zu entwickeln. Eine Eignung für kleinere Gebäudenetze oder Inselwärmenetze kann hier jedoch gegeben sein (vgl. Kapitel 5.5).

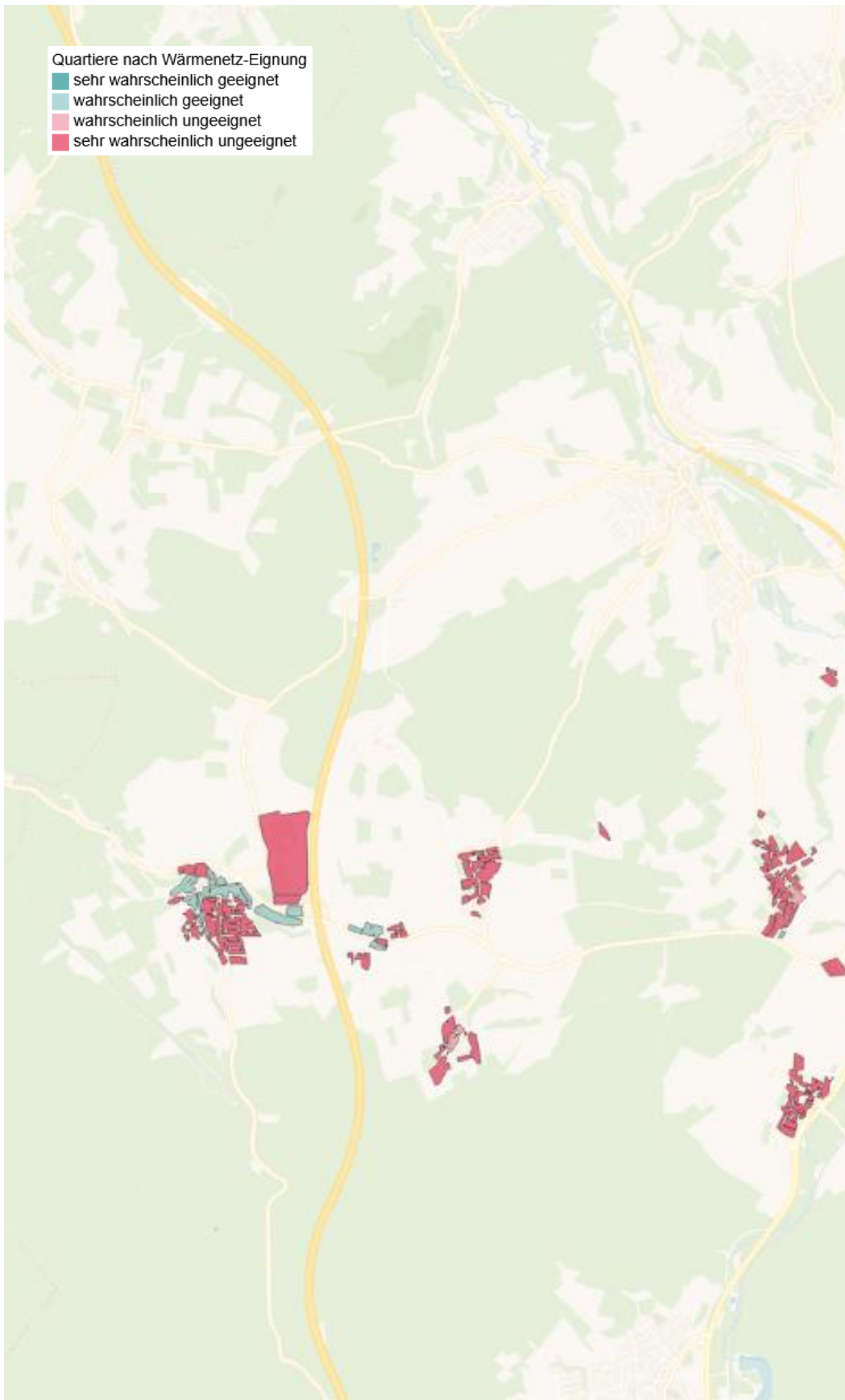


Abbildung 89: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Westlicher Kartenausschnitt.

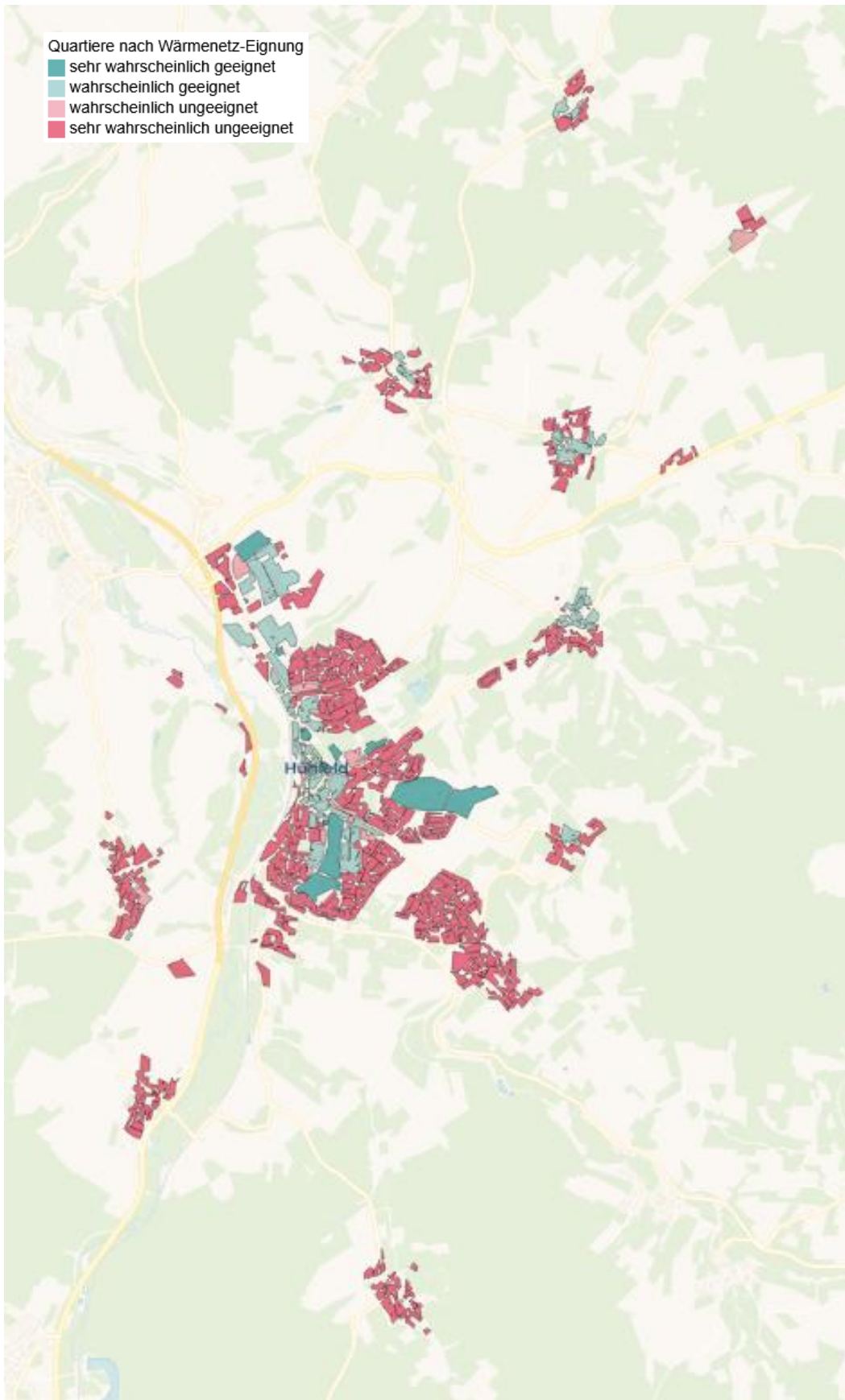


Abbildung 90: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Östlicher Kartenausschnitt.

6 Eignung für dezentrale Wärmeerzeugung

Um Gebiete zu ermitteln, in denen eine dezentrale Wärmeerzeugung im Rahmen einer zukünftigen dekarbonisierten Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich umsetzbar ist, wurden mögliche Wärmequellen für die Einzelgebäudeversorgung untersucht.

Berücksichtigt wurden dabei:

- Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS).

Die Analysen erfolgten gebäudescharf auf Basis der vorliegenden Gebäudedaten.

6.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einzelgebäudeversorgung

Als einschränkender Faktor für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurde die Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben berücksichtigt. Die angewandte Methodik orientiert sich dabei an Greif (2023). Im Folgenden werden das Vorgehen und die daraus abgeleiteten Ergebnisse dargestellt.

6.1.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die Heizleistung wurde anhand der im Wärmetatlas angegebenen Wärmebedarfe über die typischen Vollaststunden des jeweiligen Gebäudetyps berechnet. Der Schallleistungspegel $L_{w,aeq}$ der Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP) lässt sich über den in Abbildung 91 gezeigten Zusammenhang bestimmen. Die dort angelegte Funktion orientiert sich an den emissionsärmsten Wärmepumpen der jeweiligen Leistungsklasse.

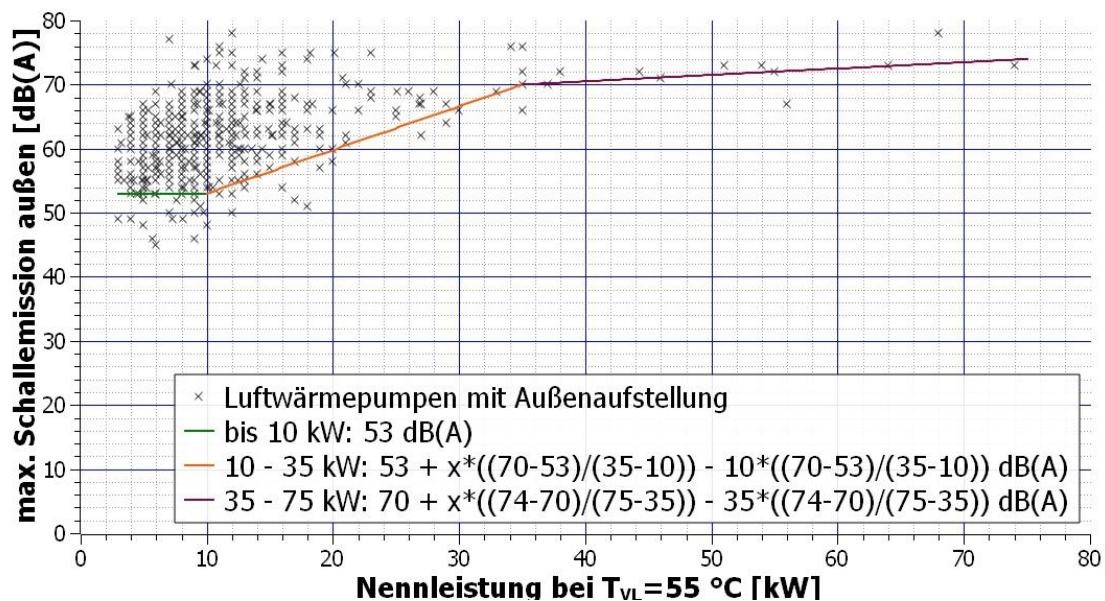


Abbildung 91: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023).

Nach dem Leitfaden Schall des Bundesverbands Wärmepumpe (BWP) ergibt sich der erforderliche Mindestabstand s_m zum Nachbargebäude bei Einhaltung der Schallimmissionsschutzvorgaben wie folgt:

$$s_m = 10^{\frac{L_{w,aeq} - L_r + K_T + K_0 - 11 \text{ dB(A)} + K_R + K_{Nacht} + K_{Irrelevanz}}{20}}$$

Die verwendeten Parameter sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 32: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben

Kennwert	Annahmen
$L_{w,aeq}$	Schallleistungspegel der L/W-WP nach Herstellerangabe
L_r	Grenzwert für Schalleistungspegel; Annahme: 35 dB(A). Entspricht dem Grenzwert für reine Wohngebiete im Nachtbetrieb.
K_T	Zuschlag für die Ton- und Informationshaltigkeit nach Herstellerangabe; Annahme: 0 dB(A)
K_0	Raumwinkelmaß aus der Aufstellungssituation; Annahme: 6 dB(A). Entspricht Aufstellung an einer Wand
K_R	Zuschlag für Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Tagbetrieb); Annahme: 0 dB(A)
K_{Nacht}	Annahme für Leistungsabsenkung von Wärmepumpen im Nachtmodus; Annahme: -2 dB(A)
$K_{Irrelevanz}$	Der Nachweis für die Gesamtbelastung entfällt, wenn die Wärmepumpe den maßgeblichen Immissionsrichtwert der TA-Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschreitet (sog. Irrelevanz-Wert); Annahme: 6 dB(A)

In folgender Abbildung ist der Zusammenhang zwischen Mindestabstand und Schallleistungsdruck der L/W-WP mit den vorher genannten Annahmen dargestellt.

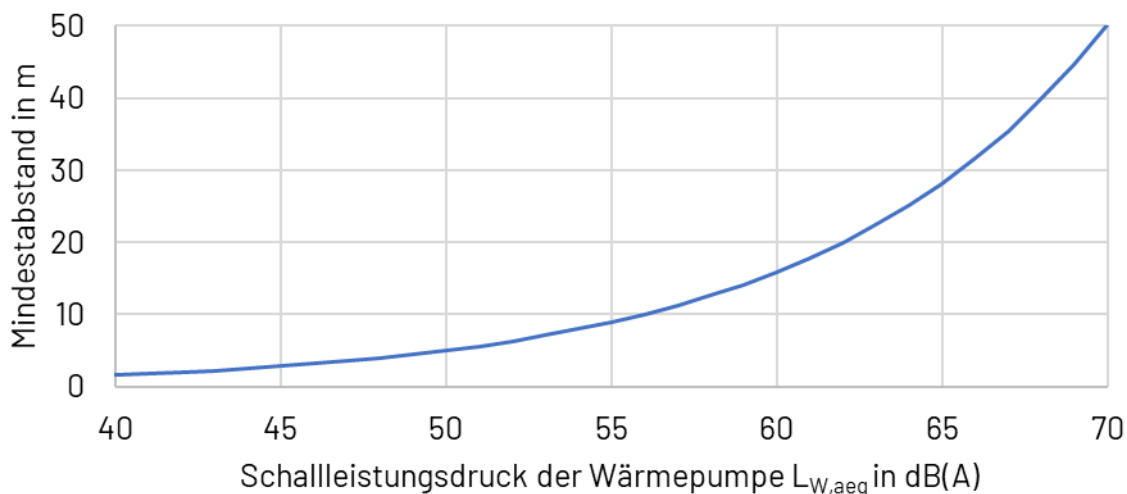


Abbildung 92: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schalldruck der Wärmepumpe

Als möglicher Aufstellbereich für die Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde ein ringförmiger Bereich mit einem Abstand von mindestens 1 m und höchstens 3 m Abstand zur Gebäudeaußenwand innerhalb des jeweiligen Flurstücks festgelegt. Wie in Abbildung 93 (links) gezeigt, wurde um die benachbarten Gebäude ein Puffer mit dem zuvor ermittelten Mindestabstand s_m gelegt. Wenn nach Abzug der Puffer eine ausreichend große Restfläche innerhalb des Aufstellbereichs zur Verfügung stand, wurde das betreffende Gebäude als für Versorgung mittels L/W-WP geeignet eingestuft.

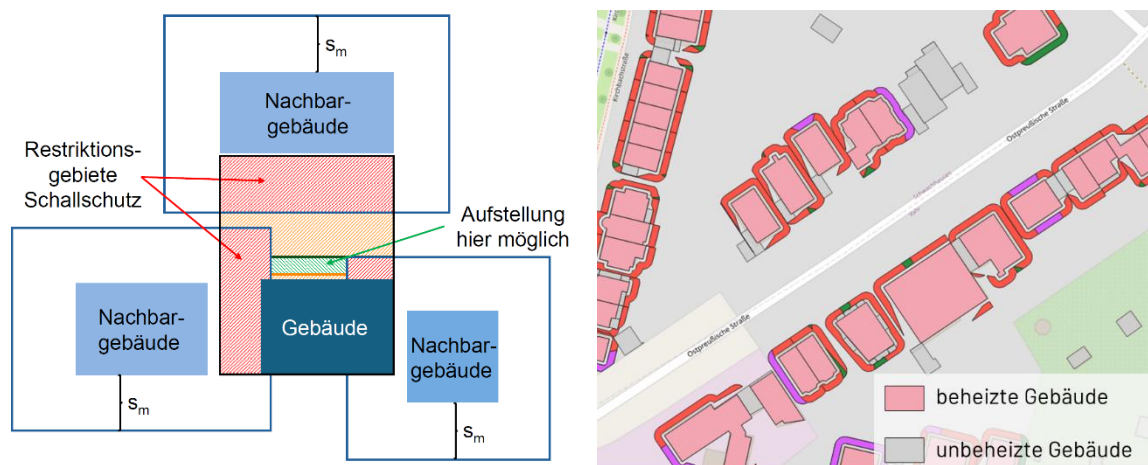


Abbildung 93: (links) Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; (rechts) möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei aktuellem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün)

Sofern bei der zunächst angesetzten Heizleistung innerhalb des definierten Aufstellbereichs keine ausreichend große nutzbare Fläche verbleibt, wurde die Wärmepumpenleistung iterativ so lange reduziert, bis ein geeigneter Aufstellbereich entstand (minimaler Wert von 50 % der aktuellen Heizleistung). Das Resultat ist beispielhaft in Abbildung 93 (rechts)

beispielhaft dargestellt. Die Methodik berücksichtigt keine schallabschirmende Wirkung des Gebäudes selbst. Diese ist im Einzelfall gesondert zu prüfen.

6.1.2 Ergebnisse

In Abbildung 94 ist der auf Grundlage der zuvor beschriebenen Methodik ermittelte Anteil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Hünfeld dargestellt, der grundsätzlich über Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP) gedeckt werden kann. Industrieunternehmen und große GHD-Betriebe (> 1 GWh/a) wurden bei dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt, da dort relevante Prozesswärmebedarfe vermutet werden, die unter Umständen nicht durch Wärmepumpen (WP) bereitgestellt werden können. Ohne energetische Sanierung können rund 57 % und mit Sanierung (Reduktion des jeweiligen Wärmebedarfs um mindestens 50 %) können 66 % des Wärmebedarfs gedeckt werden.

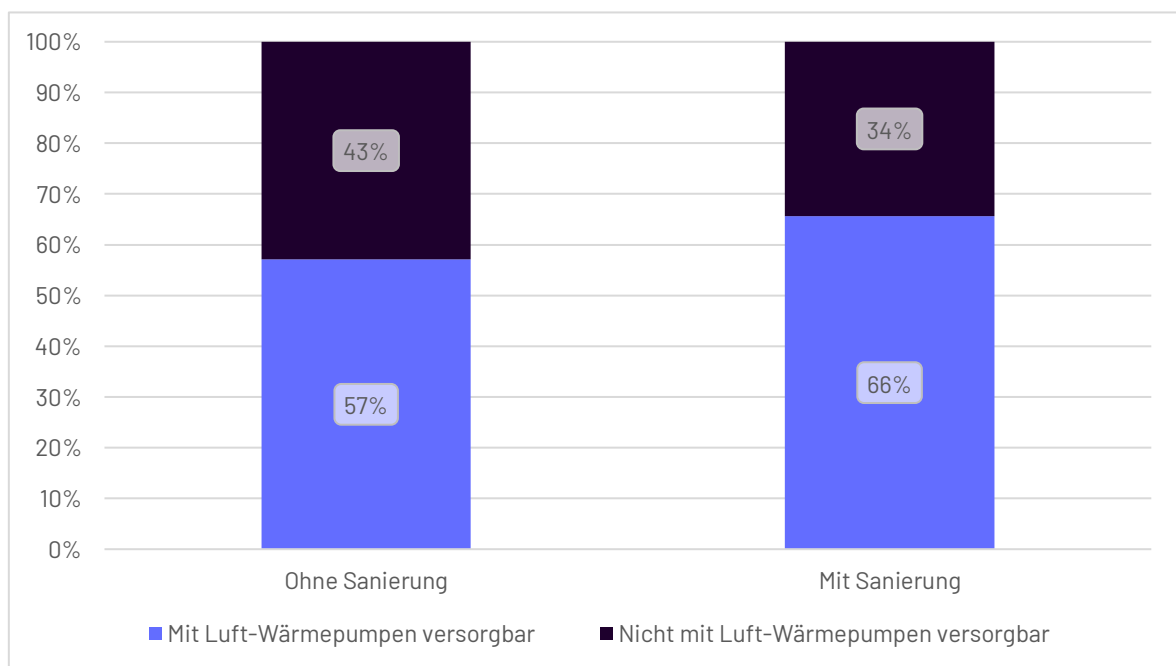


Abbildung 94: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann

Die räumliche Verteilung der potenziellen Wärmebedarfsdeckung im gesamten Stadtgebiet Hünfeld durch L/W-WP ist in Abbildung 96 (heutiger Zustand) sowie in Abbildung 97 (nach Sanierung) auf Ebene von Baublöcken dargestellt.

In den äußeren Stadtteilen können große Anteile des Wärmebedarfs über dezentrale L/W-WP versorgt werden. In den dicht bebauten Ortsteilen im Stadtzentrum ist das Potenzial dagegen geringer (blaue und grüne Bereiche). Dort erscheint die Versorgung der Baublöcke über Wärmenetze strukturell vorteilhafter.

Diese dargestellten Karten ersetzen keine gebäudespezifische Analyse oder Fachplanung durch Energieberater oder Heizungsinstallateure. Die technische Umsetzbarkeit einer LW/WP ist in jedem Einzelfall zu prüfen. Das gilt sowohl in den blauen als auch in den roten Gebieten.

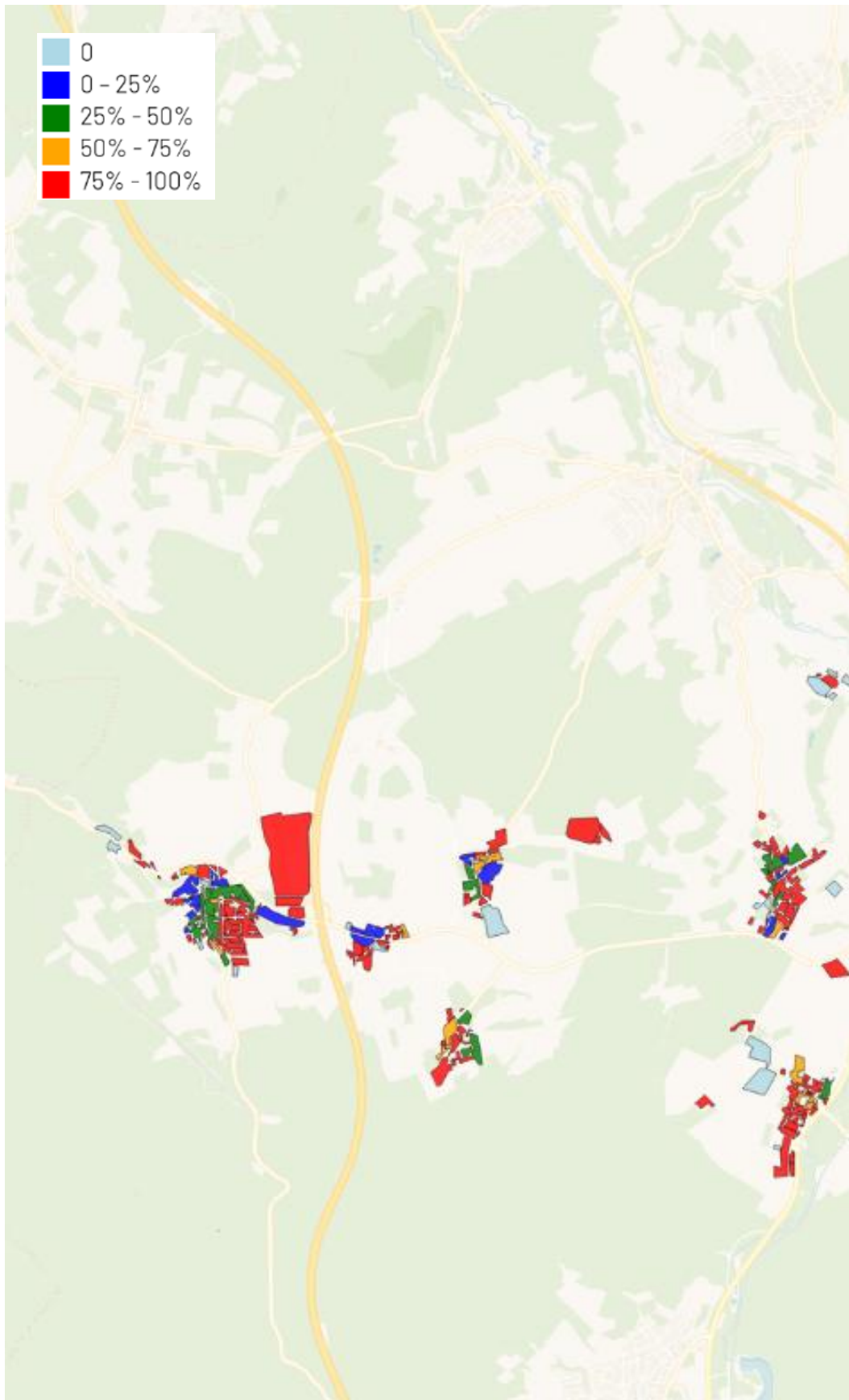


Abbildung 95: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene für den heutigen Wärmebedarf. Westlicher Kartenausschnitt.

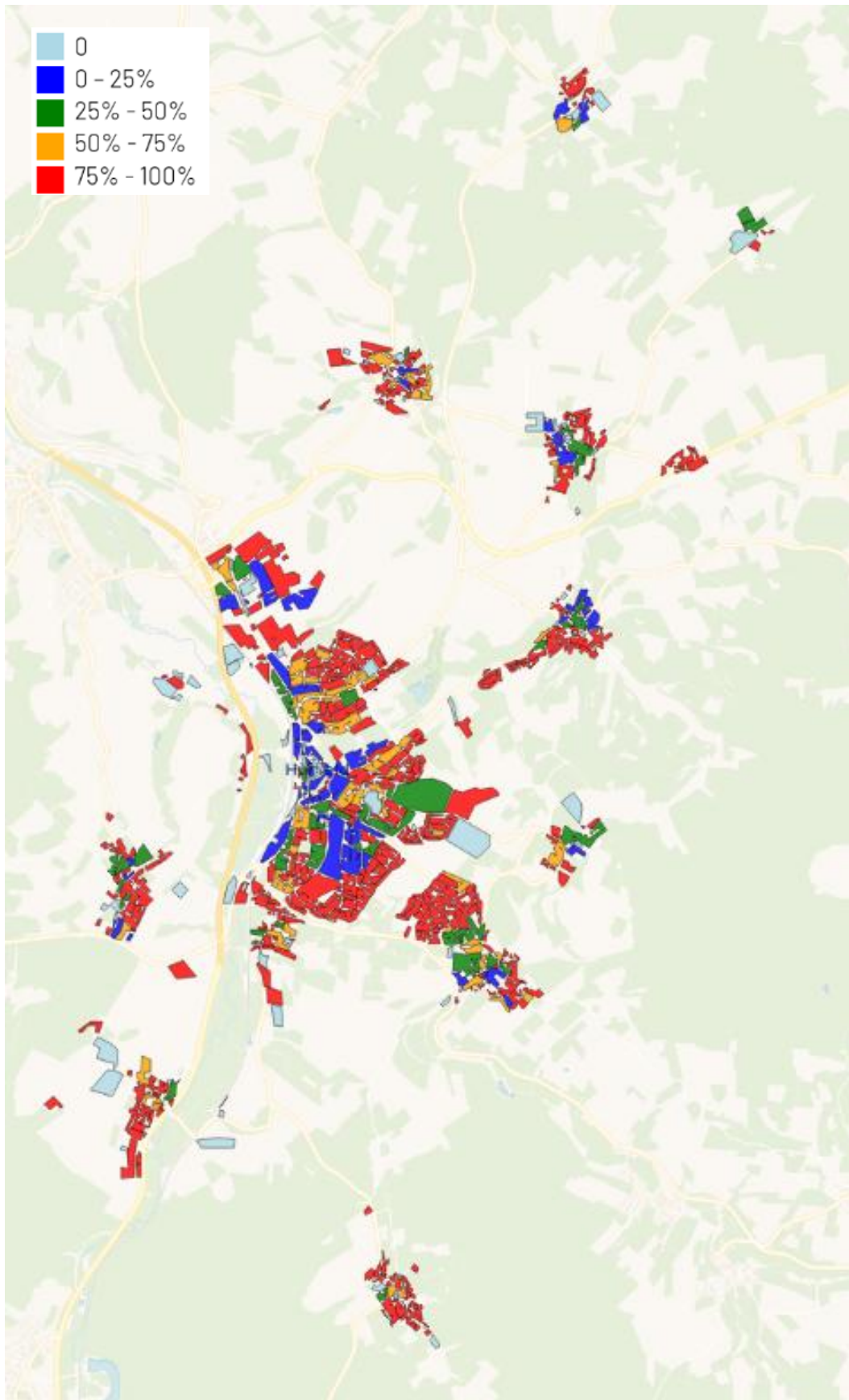


Abbildung 96: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene für den heutigen Wärmebedarf. Östlicher Kartenausschnitt.

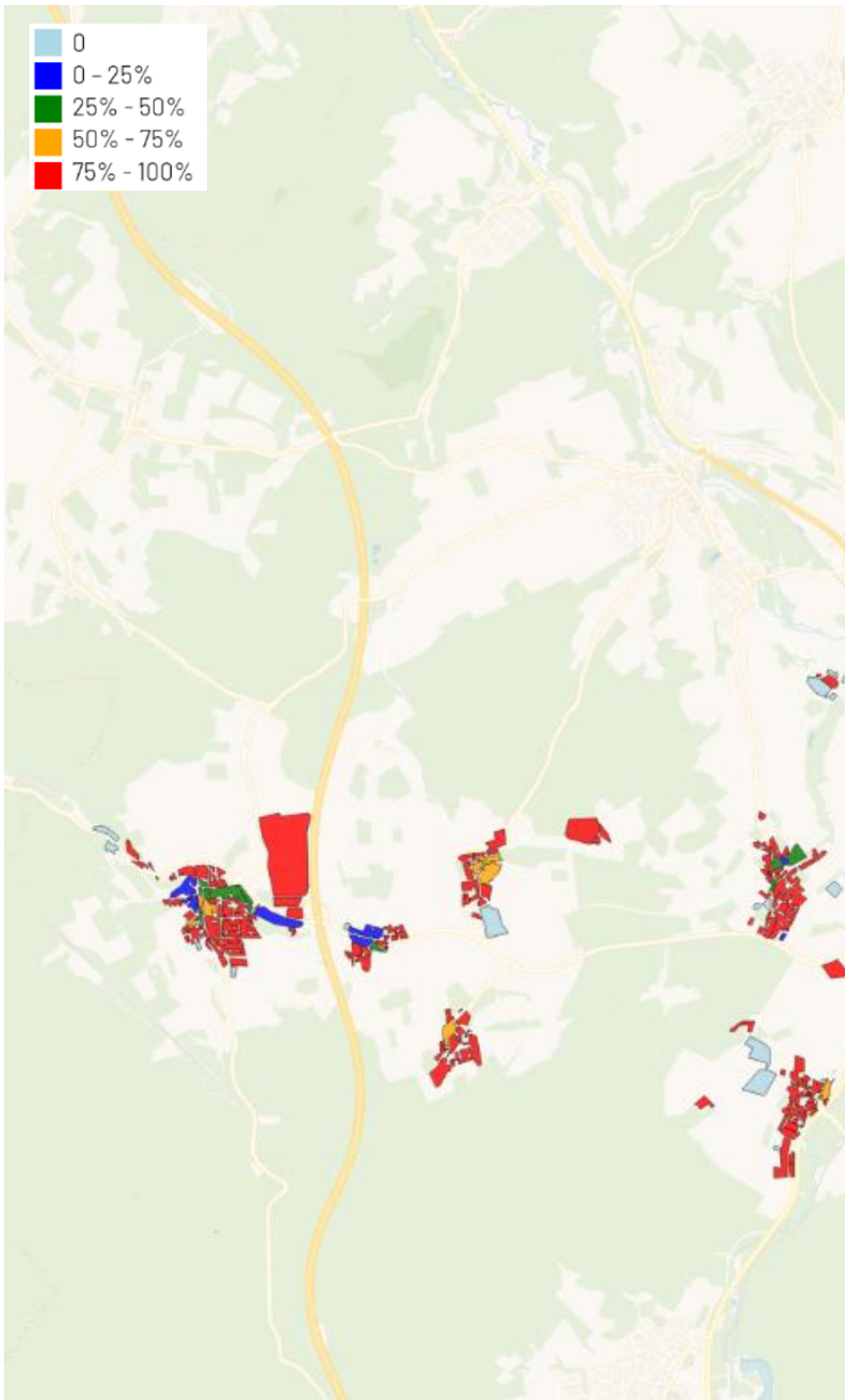


Abbildung 97: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene unter Berücksichtigung von Sanierungsraten von mindestens 50 % des heutigen Wärmebedarfs (Westlicher Kartenausschnitt)

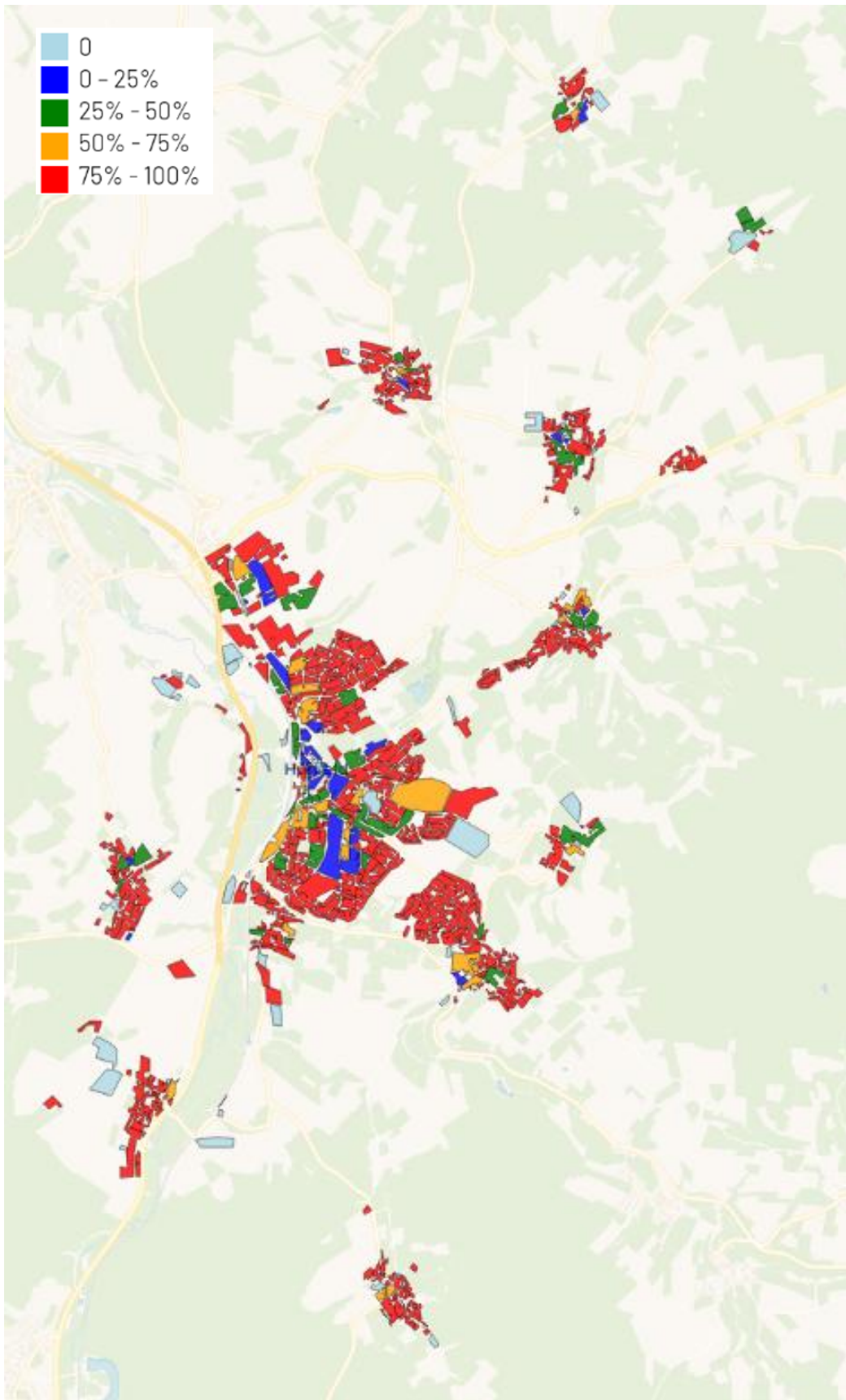


Abbildung 98: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene unter Berücksichtigung von Sanierungsraten auf mindestens 50 % des heutigen Wärmebedarfs (Östlicher Kartenausschnitt).

6.2 Wärmepumpen mit Erdwärmesonden zur Einzelgebäudeversorgung

Neben den Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) wurden auch Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) als Option für die dezentrale Wärmeversorgung betrachtet. Dabei wurden sowohl die geologischen Untergrundeigenschaften als auch die verfügbare Fläche für EWS auf den jeweiligen Grundstücken berücksichtigt. Das methodische Vorgehen und die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben.

6.2.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die einzelnen Schritte der angewandten Methode zur Ermittlung des Potenzials von S/W-WP mit EWS sind in Abbildung 99 schematisch dargestellt. Die Auslegung kleiner Erdwärmesondenanlagen (bis 30 kW Heizleistung) erfolgt gemäß VDI 4640 Blatt 2 „Thermische Nutzung des Untergrunds – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen“ (2019).



Abbildung 99: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude

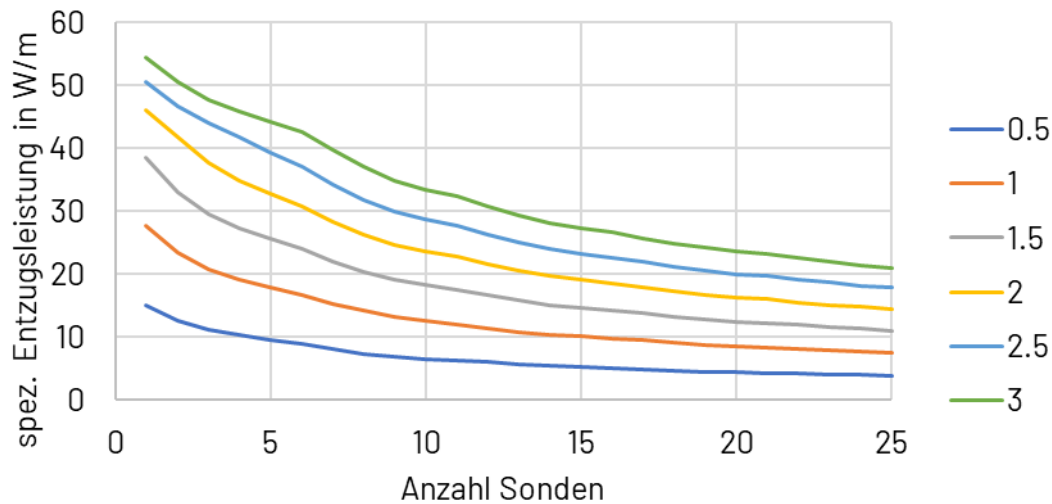


Abbildung 101: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften in Hünfeld mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid

Zur Abschätzung der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds wurden die im Geologie-Viewer für das Stadtgebiet verzeichneten Bohrungen ausgewertet (vgl. Abbildung 102). Den einzelnen Bohrungen wurden anhand der Gesteinsschichtungen mittlere Wärmeleitfähigkeiten für den trockenen Untergrund zugeordnet. In der Praxis ist der Untergrund in der Regel zumindest teilweise mit Wasser gesättigt, wodurch sich die effektive Wärmeleitfähigkeit erhöht. Die hier angegebenen Werte stellen daher eine konservative Schätzung dar. Die mittlere Wärmeleitfähigkeit über eine Bohrtiefe von 100 m liegt für Hünfeld bei 1,9 W/(m · K).

Schritt 3: Mögliche Entzugsleistung pro Grundstück

Die potenziell verfügbare mögliche Entzugsleistung pro Grundstück berechnet sich aus der zuvor ermittelten maximalen Sondenanzahl und der spezifischen Entzugsleistung.

Schritt 4: Erforderliche Entzugsleistung pro Grundstück

Die erforderliche Entzugsleistung eines Grundstücks ergibt sich aus der berechneten Heizleistung der auf dem Grundstück befindlichen Gebäude und der Jahresarbeitszahl der S/W-WP. Diese wird mit 4 angesetzt.

Schritt 5: Wärmebedarfsdeckung durch Geothermie pro Grundstück

Durch den Vergleich der erforderlichen Entzugsleistung (Schritt 4) mit der potenziell verfügbaren Entzugsleistung (Schritt 3) wurde geprüft, ob der aktuelle Wärmebedarf der Gebäude auf dem jeweiligen Grundstück vollständig über EWS gedeckt werden kann. Zusätzlich wurde eine energetische Sanierung mit Absenkung des Wärmebedarfs um bis zu 50 % berücksichtigt.



Abbildung 102: Bohrungen im Stadtgebiet Hünfeld mit mittlerer Wärmeleitfähigkeit über 100 m Bohrtiefe aus HLNUG (2025)

6.2.2 Ergebnisse

In Abbildung 103 ist der mithilfe der zuvor beschriebenen Methode ermittelte Anteil des Wärmebedarfs dargestellt, der durch Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) gedeckt werden kann. Industrie- und große GHD-Unternehmen (> 1 GWh/a) sind in dieser und den folgenden Darstellungen nicht berücksichtigt. Dort werden Prozesswärmebedarfe vermutet, die möglicherweise nicht durch Wärmepumpen gedeckt werden können.

Von den Gebäuden können ohne energetische Sanierung 18 % des Wärmebedarfs gedeckt werden. Bei einer angenommenen Reduktion des Gebäude-Wärmebedarfs um mindestens 50 % erhöht sich der Anteil auf etwa 28 %.

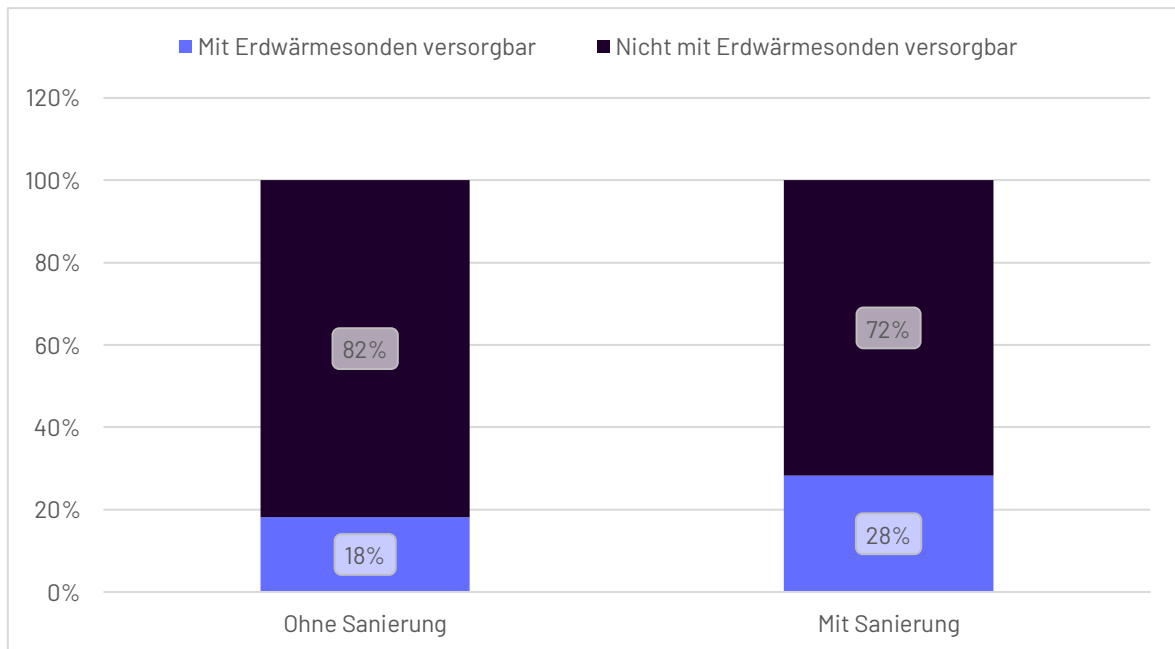


Abbildung 103: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann

Die mögliche Deckung des Wärmebedarfs über dezentrale S/W-WP mit Erdwärmesonden in den Baublöcken ist in Abbildung 105 für den heutigen Wärmebedarf sowie in Abbildung 107 nach Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierung um bis zu 50 % dargestellt.

In den äußeren Stadtteilen Hünfelds können größere Anteile des Wärmebedarfs durch dezentrale S/W-WP versorgt werden. Dies ist vor allem auf größere Grundstücksflächen sowie einen höheren Anteil an Einfamilien- und Reihenhäusern mit vergleichsweise geringerem Wärmebedarf zurückzuführen.

In den dicht bebauten Baublöcken im Zentrum der Stadt ist das Potenzial für dezentrale S/W-WP mit EWS geringer (blaue bis grüne Bereiche). In diesen Gebieten besteht daher ein höherer Bedarf, die Wärmeversorgung perspektivisch über Wärmenetze zu organisieren.

In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse in einzelnen Karten räumlich aufgelöst dargestellt.

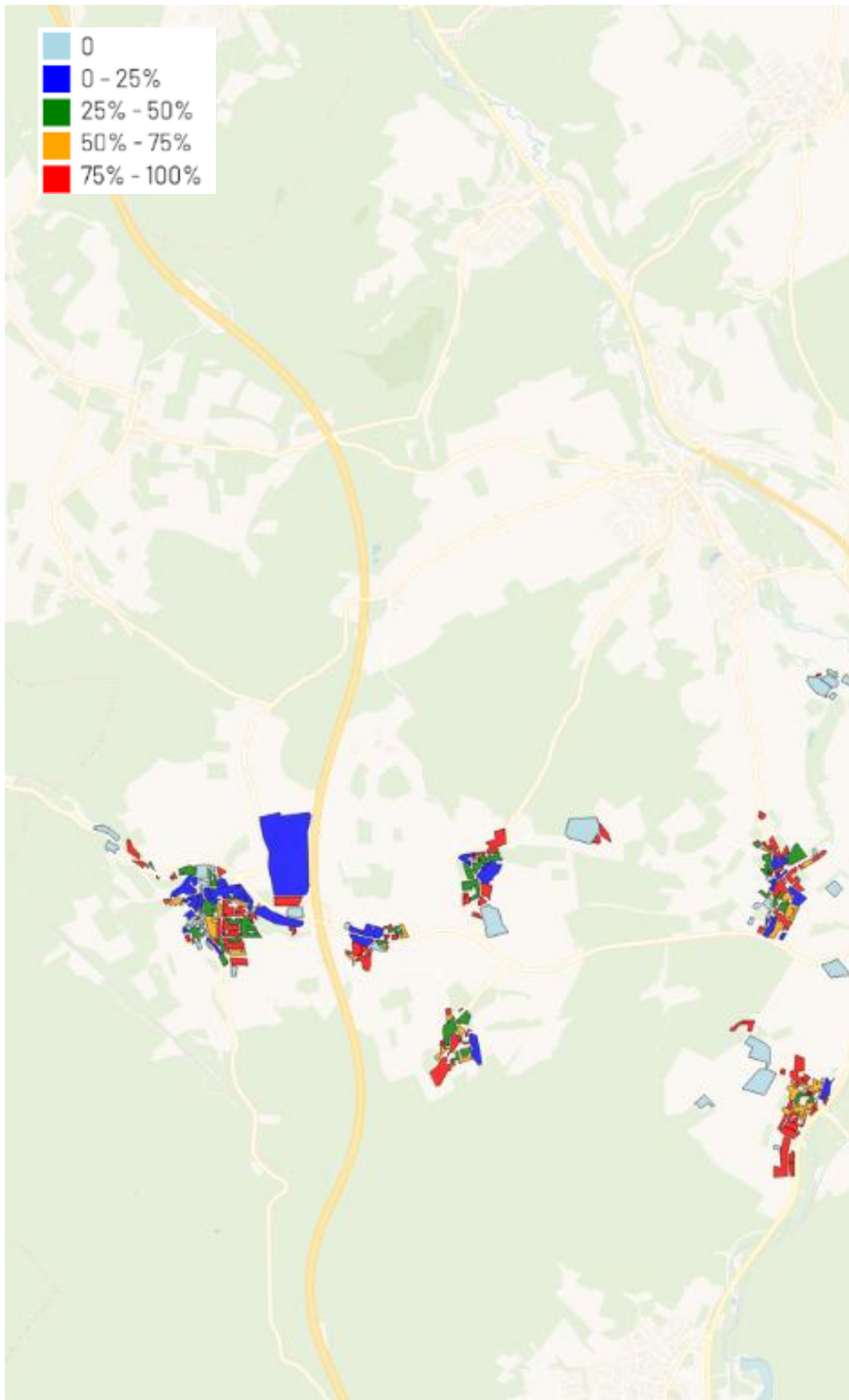


Abbildung 104: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baulücken bei heutigem Wärmebedarf. Westlicher Kartenausschnitt.

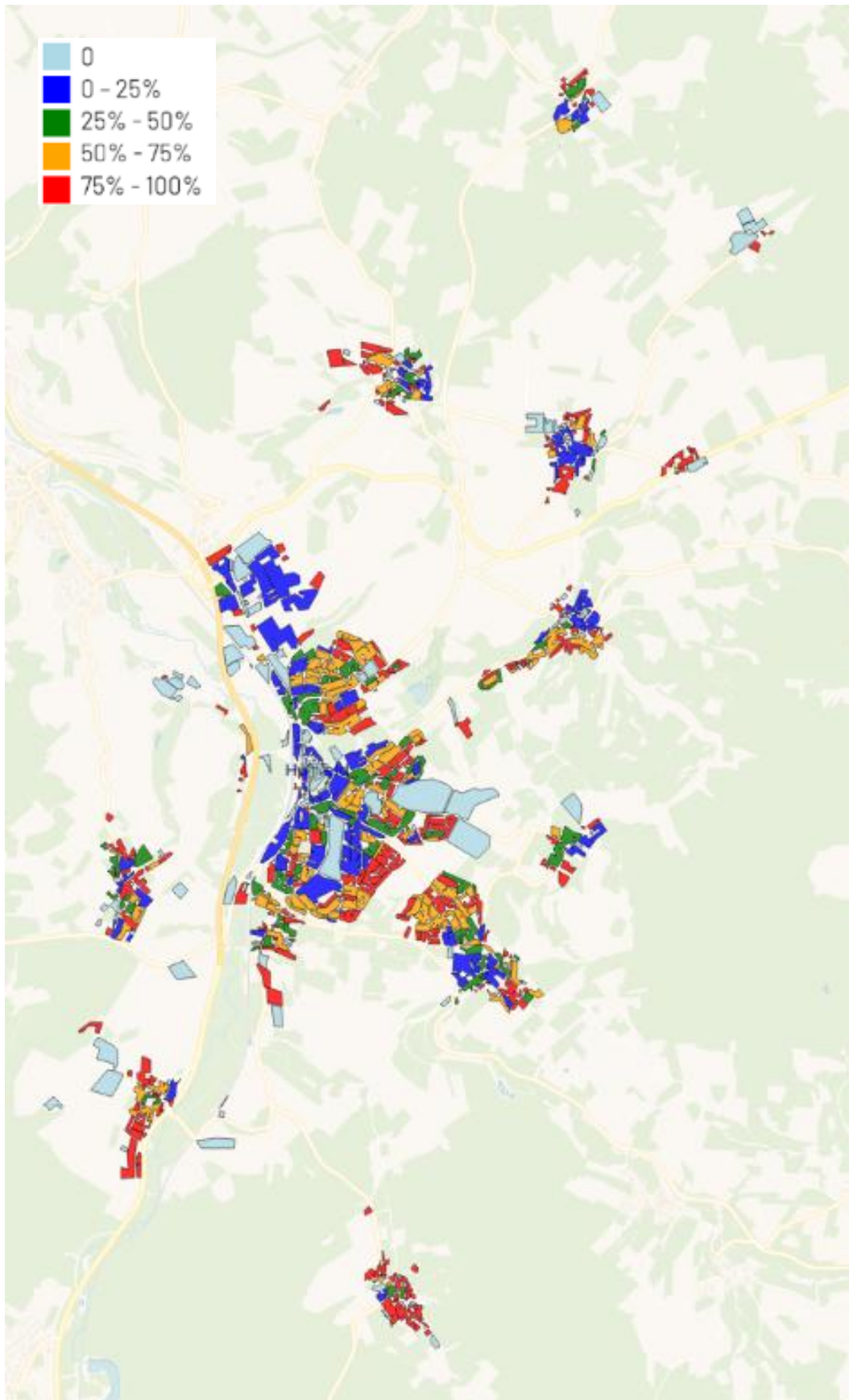


Abbildung 105: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf. Östlicher Kartenausschnitt.

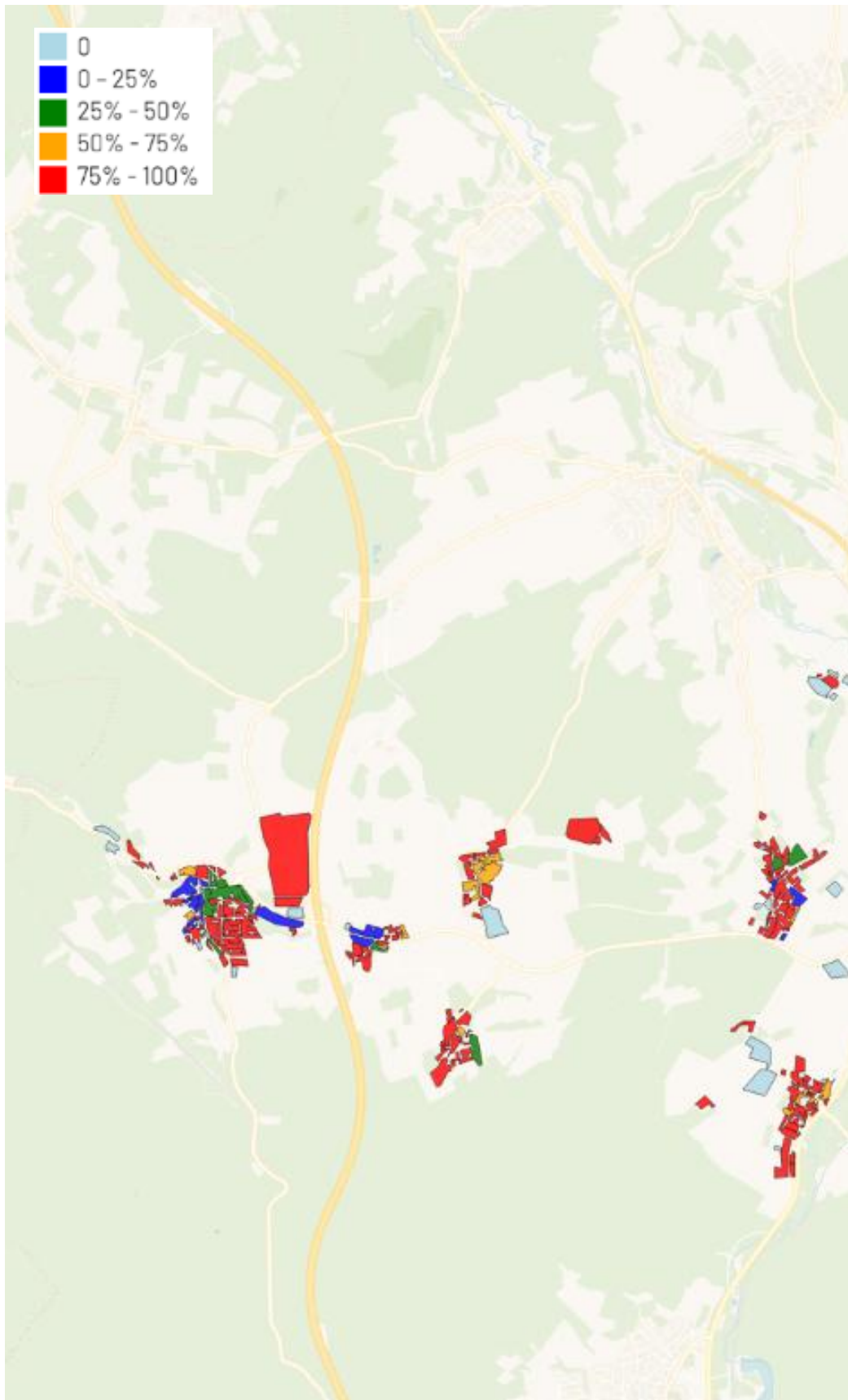


Abbildung 106: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baulücken mit Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs. Westlicher Kartenausschnitt.

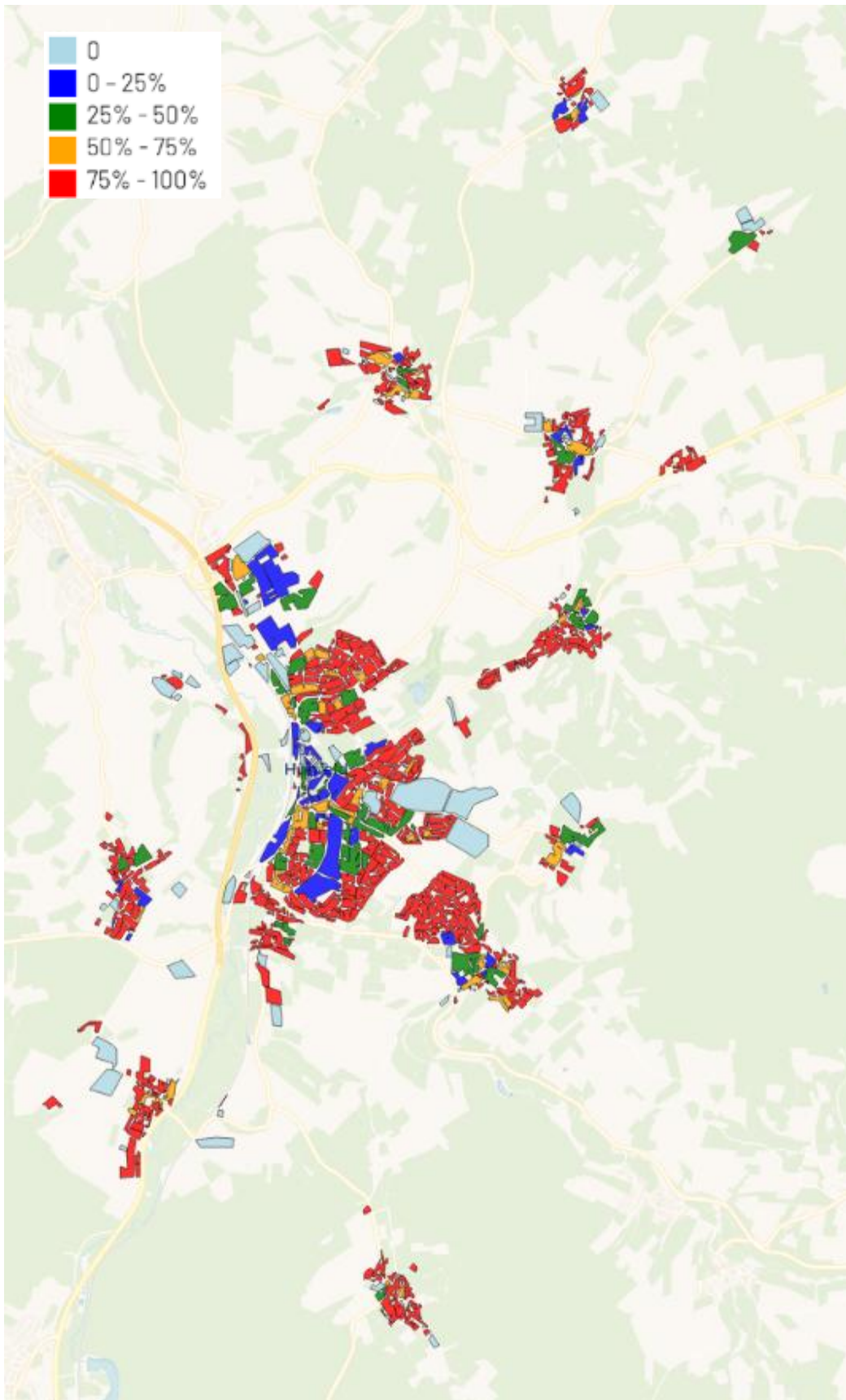


Abbildung 107: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken mit Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs. Östlicher Kartenausschnitt.

6.3 Fazit zur Eignung für eine Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen

Voraussetzungen für die Eignung von Einzelgebäuden zur Wärmeversorgung durch dezentrale Wärmepumpen sind:

- die Einhaltung der Vorgaben zu Schallemissionen bei Luft-/Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) oder
- eine ausreichend große Grundstücksfläche zur Installation einer ausreichenden Anzahl von Erdwärmesonden für Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) einzubringen

Die dafür notwendigen Analysen wurden auf Basis des Wärmetatlasses gebäudescharf durchgeführt. Zusätzlich wurde untersucht, inwieweit sich die Eignung durch eine Reduktion des Wärmebedarfs um bis zu 50 % verbessern würde. Dabei wurde nicht geprüft, ob diese Bedarfsreduktion im Einzelfall tatsächlich realisierbar ist.

Bei den S/W-WP wurde eine mögliche thermische Regeneration des Untergrunds im Sommer – beispielsweise durch Einleitung von Wärme aus Solarthermie – nicht berücksichtigt. Dadurch ließe sich die erforderliche Anzahl an Erdwärmesonden (EWS) deutlich reduzieren. Ein zusätzlicher Vorteil von Erdwärmesondenanlagen ist die Möglichkeit zur passiven Gebäudekühlung im Sommer, die zugleich zur Regeneration des Untergrunds beiträgt.

Es zeigt sich, dass das Potenzial für dezentrale L/W-WP bezogen auf den aktuellen Wärmebedarf und ohne den Einsatz von Schallschutzhauben aufgrund der dichten Bebauung in Hünfeld begrenzt ist. Die Voraussetzungen für eine kurzfristige flächendeckende Umstellung der Wärmeversorgung auf dezentrale L/W-WP sind daher in Hünfeld nicht gegeben. Unter Berücksichtigung der künftig erwartbaren Wärmebedarfsrückgänge sowie ergänzender Verwendung von Schallschutzhauben würde sich das Potenzial deutlich erhöhen. Dies ist jedoch mit zusätzlichen Investitionskosten für Gebäudeeigentümer verbunden. In solchen Fällen steigt die Wettbewerbsfähigkeit eines Wärmenetzes, sofern dieses zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten ausgebaut werden kann.

Das Potenzial zur Versorgung des Wärmebedarfs mit S/W-WP ist gegenüber L/W-WP deutlich geringer. Der maßgebliche begrenzende Faktor sind häufig die zu geringen Grundstücksflächen für die Installation ausreichend vieler Erdwärmesonden auf dem Grundstück.

Besonders Gebiete, in denen Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) nur mit dem Einsatz aufwändiger Schallschutzmaßnahmen realisierbar sind und zugleich eine geringe Eignung für Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP) besteht, weisen eine grundsätzlich hohe Attraktivität für wärmenetzbasierte Lösungen auf.

6.4 Eignungsstufen für dezentrale Wärmeerzeugung gemäß § 19 WPG

Zur Festlegung der Eignungsstufen für die dezentrale Wärmeversorgung sowie zur Ableitung der entsprechenden Kartendarstellung werden die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel verwendet. Die Bewertung bezieht sich dabei ausschließlich auf die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen.

Für weitere dezentrale Wärmeversorgungsoptionen erfolgt keine vergleichbar differenzierte Analyse. Pelletkessel sind grundsätzlich immer technisch möglich, sofern ausreichend große Aufstellflächen im Gebäude (z. B. Keller für Heizung, Pelletlager und Nebenanlagen) oder geeignete Flächen auf dem Grundstück vorhanden sind.

Die Kategorien „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ für eine dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen wurden für Baublöcke gewählt, deren Wärmebedarf zu mindestens 50 % über Wärmepumpen gedeckt werden kann.

Baublöcke, deren Wärmebedarf im Zielszenario zu weniger als 50 % über Wärmepumpen versorgt werden kann, wurden entsprechend als „wahrscheinlich ungeeignet“ oder „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ eingestuft.

Die Kategorisierung folgt den in Tabelle 33 definierten Grenzwerten. Maßgeblich ist hier insbesondere die technische Realisierbarkeit der Aufstellung auf dem jeweiligen Grundstück gemäß der in den Kapitel 6.1 und Kapitel 6.2 beschriebenen Methoden. Die individuelle Eignung der gebäudeinternen Heizungsanlage hinsichtlich Hydraulik und erforderlicher Vorlauftemperaturen ist durch ein Fachunternehmen zu prüfen.

Tabelle 33: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG

Baublöcke	Anteil der Wärmeversorgung durch dezentrale Wärmepumpen in %
Sehr wahrscheinlich geeignet	≥ 75
Wahrscheinlich geeignet	≥ 50 und < 75
Wahrscheinlich ungeeignet	≥ 25 und < 50
Sehr wahrscheinlich ungeeignet	0 und < 25

Insgesamt besteht für sehr viele Gebiete eine hohe Eignung für eine dezentrale Versorgung mit L/W- oder auch S/W-WP (vgl. Abbildung 109).

Insbesondere in innerstädtischen Gebieten Hünfelds bestehen jedoch Baublöcke, in denen eine Wärmeversorgung durch Wärmepumpen aufgrund der verdichteten Bebauung nur eingeschränkt möglich ist. Viele dieser Gebiete weisen oft gleichzeitig eine hohe Eignung für Wärmenetze auf (vgl. Abbildung 90).

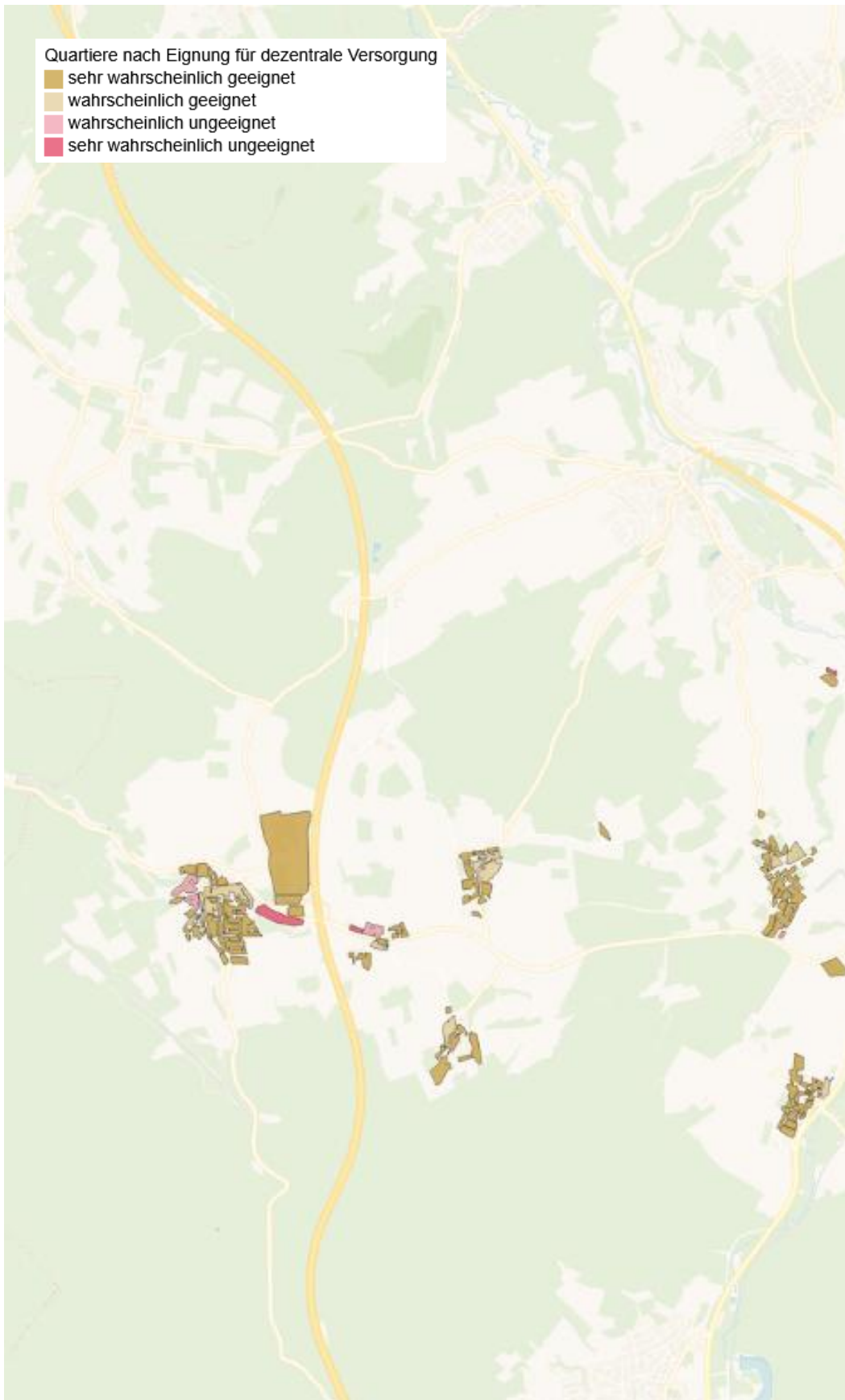


Abbildung 108: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Westlicher Kartenausschnitt.

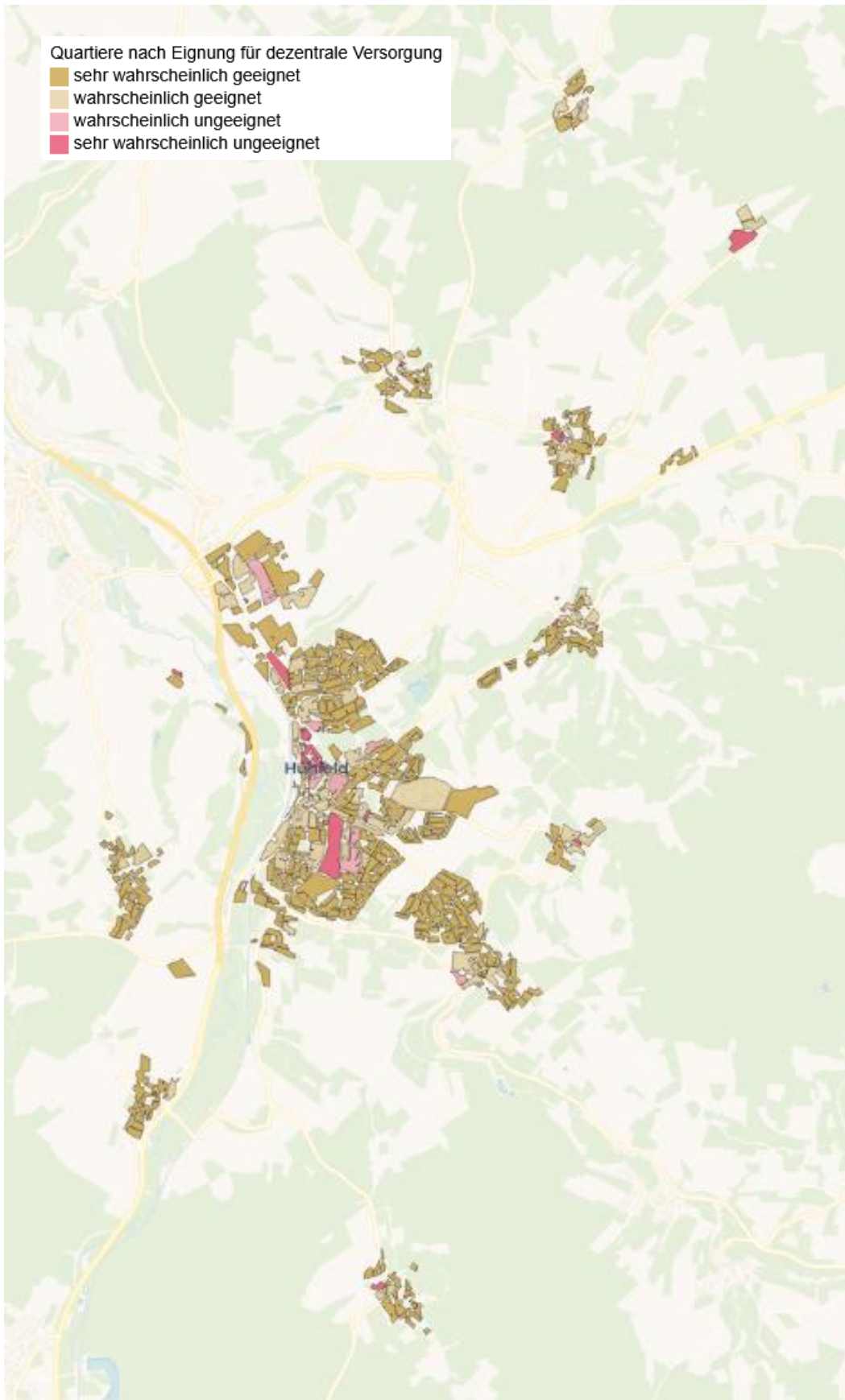


Abbildung 109: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Östlicher Kartenausschnitt.

Anzumerken ist, dass in Gebieten, in denen die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen eher schwierig ist, grundsätzlich die Möglichkeit besteht über den Einsatz von Schallschutzhauben die Verwendung von L/W-WP dennoch zu ermöglichen. Dadurch entstehen allerdings erhebliche Zusatzkosten. Dementsprechend wird dort häufig die Versorgung über ein Wärmenetz wirtschaftlicher sein.

6.5 Bewertungskriterien für dezentrale Versorgung gemäß § 18 Abs. 1 WPG

Analog zur Bewertung der Wärmenetzeignung erfolgt auch die Beurteilung dezentraler Versorgungsoptionen auf Grundlage der vier in § 18 Abs. 1 Satz 3 WPG genannten Kriterien. Diese umfassen: Wirtschaftlichkeit, Realisierungsrisiken, Versorgungssicherheit und kumulierte Treibhausgasemissionen. Die Bewertung umfasst sowohl einen Vergleich der dezentralen Versorgungsoptionen untereinander als auch deren Einordnung im Verhältnis zur netzgebundenen Wärmeversorgung.

Vergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung

Wirtschaftlichkeit

Der wirtschaftliche Vergleich der Versorgungsarten wurde bereits in den Kapiteln 5.2 und 5.3 durchgeführt. Ein Wärmenetz wurde demnach nur in solchen Gebieten weiterentwickelt, in denen es unter den zugrunde gelegten Annahmen zu annähernd gleichen oder niedrigeren Wärmegestehungskosten für Kunden führt als eine dezentrale Wärmeversorgung. Als Referenz für die dezentrale Versorgung wurde insbesondere die Luft-Wasser-Wärmepumpe herangezogen, da sie im Regelfall die kostengünstigste dezentrale Versorgungsoption darstellt. Sofern ausschließlich auf die Wirtschaftlichkeit abgestellt würde, wäre in diesen Gebieten dem Wärmenetz der Vorzug einzuräumen.

Versorgungssicherheit

Auch hinsichtlich der Versorgungssicherheit weist ein Wärmenetz strukturelle Vorteile auf. Durch die üblicherweise vorgesehene Redundanz in der Erzeugungsstruktur kann selbst beim Ausfall des größten Wärmeerzeugers eine vollständige Versorgung auch an sehr kalten Tagen sichergestellt werden. Dezentrale Versorgungssysteme verfügen demgegenüber üblicherweise nicht über eine gleichwertige Redundanz. Bei Ausfall der gebäudebezogenen Erzeugeranlage steht kurzfristig keine Wärmeversorgung zur Verfügung. Insgesamt ist die Versorgungssicherheit bei netzgebundenen Lösungen daher höher einzustufen.

Realisierungsrisiko

Für die vorgeschlagenen Wärmenetzgebiete werden unter Berücksichtigung der identifizierten Wärmedichten und der räumlichen Struktur keine besonderen Realisierungsrisiken gesehen.

Für dezentrale Wärmepumpen gilt, dass in Gebieten mit nachgewiesener überwiegender Eignung, also gebietsbezogenem potenziellen Wärmeversorgungsanteil von mehr als 50 %, die

keine erhöhten Realisierungsrisiken zu erwarten sind. In stärker verdichteten Quartieren bestehen hingegen größere Realisierungsrisiken, zum Beispiel aufgrund eingeschränkter Flächen auf dem Grundstück, so dass keine Wärmepumpe schallschutzkonform installiert werden kann. Eine Alternative können in solchen Fällen Pelletkessel sein. Diese erfordern jedoch ausreichend Aufstell- oder Lagerflächen.

Unter Abwägung der oben genannten Kriterien ergibt sich im Ergebnis folgende Empfehlung: In den Gebieten mit nachgewiesener Wärmenetzeignung gemäß Kapitel 5.6 ist die netzgebundene Versorgung als präferierte Versorgungsoption vorzusehen. Das gilt auch dann, wenn in diesen Gebieten grundsätzlich eine hohe technische Eignung für dezentrale Wärmepumpen in den Kapiteln 6.1 oder 6.2 nachgewiesen werden konnte. Maßgeblich ist hierbei die Gesamtbewertung, insbesondere hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit.

Voraussichtliche Wärmegestehungskosten dezentraler Versorgungsoptionen

Der Kostenvergleich erfolgte ebenfalls bereits in Kapitel 5.3. Als kostengünstigste Option zeigt sich unter den getroffenen Annahmen die L/W-WP. Im Vergleich zu S/W-WP mit EWS ist allerdings zu beachten, dass diese insbesondere aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen teurer sind. Dieser Kostennachteil wird über die Laufzeit zumindest teilweise durch geringere Bedarfskosten (des Strombezugs) kompensiert. Je nach angenommener Entwicklung des Strompreises kann sich somit auch eine andere Beurteilung ergeben. Zudem entsteht eine höhere Planungssicherheit, da stärker steigende Stromkosten aufgrund des besseren Wirkungsgrades dieser Wärmepumpen weniger die entstehenden Wärmeversorgungskosten beeinflussen. Bei Kesseln mit fester Biomasse besteht ebenfalls eine starke Abhängigkeit von der Preisentwicklung des Energieträgers.

Realisierungsrisiko

Hinsichtlich des Realisierungsrisikos werden zwischen den verschiedenen Varianten mit dezentralen Wärmepumpen keine Unterschiede gesehen, da die Eignung für beide nur dort angenommen wird, wo sie gemäß den Kapiteln 6.1 und 6.2 nachgewiesen wurde. Ähnliches gilt für Kessel mit fester Biomasse. Sofern auf dem Grundstück bzw. im Keller hinreichend Platz verfügbar ist, sind keine besonderen Realisierungsrisiken zu beachten.

Versorgungssicherheit

Für alle dezentralen Anlagen gilt, dass beim Ausfall der jeweiligen Anlage für das Gebäude auch keine Wärmeversorgung besteht, solange die Reparatur andauert. Mit einer zweiten Erzeugungsanlage lässt sich dieses Problem zwar lösen, allerdings ergäben sich daraus erhebliche Zusatzkosten. Ein systematischer Unterschied hinsichtlich der Versorgungssicherheit wird zwischen den verschiedenen dezentralen Anlagentypen nicht gesehen.

Kumulierte Treibhausgasemissionen

In Abbildung 110 sind die anlagenbezogenen spezifischen THG-Emissionen bis 2045 zu sehen. Bei den Wärmepumpen ergibt sich eine Reduzierung aufgrund des angenommenen

steigenden Anteils erneuerbarer Energien im Strommix. Diese Werte wurden der Treibhausgasbilanz zugrunde gelegt.

Ganz allgemein kann festgehalten werden, dass Zielszenarien, die zu einem schnelleren Wechsel von Heizungen mit fossilen Energieträgern auf GEG-konforme Heizungen führen, beim Kriterium „kumulierte Treibhausgasemissionen“ Vorteile aufweisen. Das spricht tendenziell für den Ausbau von Wärmenetzen, da diese häufig das Potenzial haben, den Umstieg von Öl- oder Gaskesseln zu beschleunigen. Das gilt jedenfalls dann, wenn es gelingt, über Wärmenetze einerseits einen konkurrenzfähigen Wärmeversorgungspreis zu bieten und andererseits über geeignete Kommunikationsmaßnahmen die Anschlussbereitschaft an ein Wärmenetz zu erhöhen und zu beschleunigen. Zur Berechnung der Emissionen wird für die L/W-Wärmepumpen ein COP von 2,9 und für die S/W-WP mit EWS ein COP von 4 angesetzt. Der Nutzungsgrad für die übrigen Wärmeerzeuger wird mit 85 % angenommen. Die größten Emissionen bis 2045 hat die Nutzung von Heizöl, gefolgt von Gas.

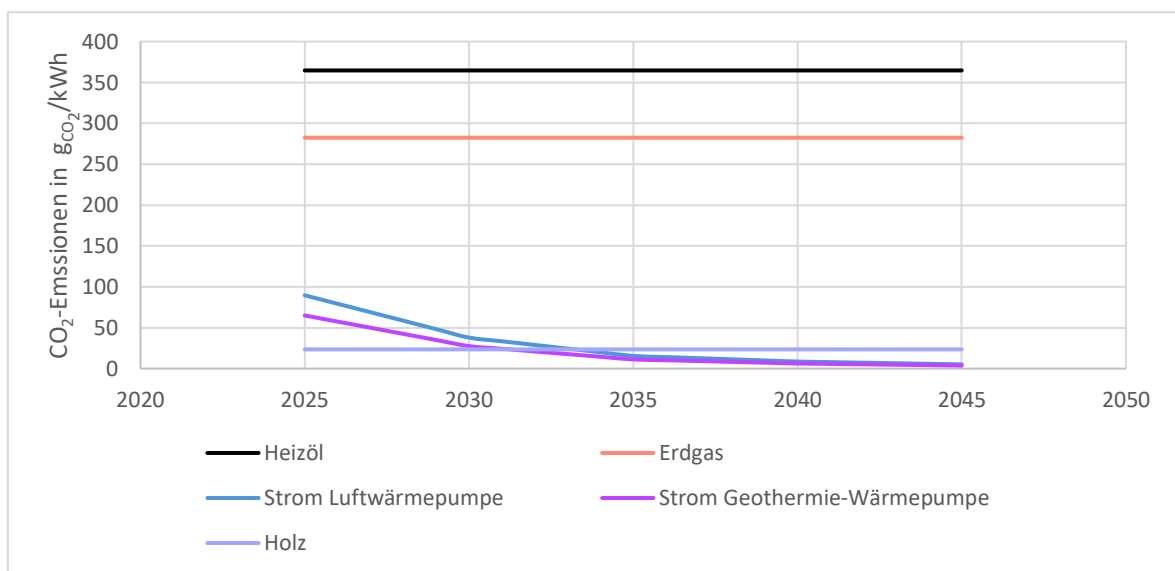


Abbildung 110: Spezifische THG-Emissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung

7 Zielszenario

Mit der Erstellung des Zielszenarios wird das geplante Gebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Ziel dieser Einteilung ist es, die Erkenntnisse aller vorangegangenen Schritte der Wärmeplanung zu einem konsistenten, langfristig ausgerichteten Zielbild für die Stadt Hünfeld zusammenzuführen.

Die planungsverantwortliche Stelle legt dabei für jedes Teilgebiet eine priorisierte Wärmeversorgungsart fest. Grundlage sind die Bewertungen gemäß § 18 WPG sowie die zuvor ermittelten Potenziale, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Realisierungsbedingungen.

Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete können gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 14 WPG sein:

- ein Wärmenetzgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 18 WPG),
- ein Wasserstoffnetzgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 23 WPG),

- ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (§ 3 Abs. 1 Nr. 6 WPG) oder
- ein Prüfgebiet (§ 3 Abs. 1 Nr. 10 WPG).

Die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete erfolgt gemäß § 18 Abs. 3 WPG für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035 und 2040.

Das Zielszenario umfasst insbesondere:

- die Zuordnung aller Teilgebiete zu einer priorisierten Wärmeversorgungsart,
- die Darstellung der erwarteten zeitlichen Entwicklung des Ausbaus der zentralen (leitungsgebundenen) Wärmeversorgung,
- die Identifikation von Prüfgebieten, in denen aufgrund bestehender Unsicherheiten noch keine priorisierte Wärmeversorgungsart definiert wird und
- die Beschreibung des beplanten Gebiets als Ganzes anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III WPG

Zusätzlich erfolgt in diesem Kapitel die kartografische Darstellung von Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (bezogen auf die Raumwärme) gemäß § 18 Abs. 5 WPG. Diese Darstellung dient der strategischen Einordnung von Sanierungsmaßnahmen als ergänzendem Baustein der Wärmewendestrategie.

7.1 Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Gemäß § 18 Abs. 1 Satz 2 stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem Fokus einer möglichst kosteneffizienten und treibhausgasarmen Wärmeversorgung für jedes Teilgebiet und differenziert nach den Betrachtungszeitpunkten 2030, 2035, 2040 und 2045 dar, welche Wärmeversorgungsart für das jeweilige Teilgebiet priorisiert wird. Eine Wärmeversorgungsart gilt dann als besonders geeignet, wenn sie im Vergleich zu alternativen Versorgungsoptionen unter Beachtung der Kriterien „geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr“ insgesamt positiv bewertet wird.

Wärmenetzgebiete

Die in Kapitel 5 beschriebenen Netzausbauszenarien einschließlich der zugehörigen Erzeugungsportfolien wurden maßgeblich auf Grundlage einer wirtschaftlichen Bewertung erarbeitet. Zentrales Beurteilungskriterium war, inwieweit der Netzausbau zu Wärmegestehungskosten (in ct/kWh) realisierbar ist, die im Bereich eines definierten anlegbaren Preises oder darunter liegen.

Der anlegbare Preis wurde dabei mit 19 ct/kWh angesetzt (vgl. Kapitel 5.2 und 5.3). Dieser Wert dient als Vergleichsmaßstab für eine wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung unter den zugrunde gelegten Annahmen.

Der Netzausbau wurde so konzipiert, dass die aus den Gesamtkosten resultierenden Wärmegegestehungskosten für die Endkunden diesen Referenzwert unterschreiten oder nur minimal darüber liegen.

Daneben wurden auch die weiteren Kriterien für die Kategorien zentrale Erzeugung, Wärmenetz und dezentrale Versorgung getrennt bewertet:

- In Kapitel 5.4.5 erfolgte eine Bewertung der zentralen Erzeugervarianten zur Wärmebereitstellung für die Wärmenetze.
- Die Realisierungsrisiken des Wärmenetzausbaus wurden insbesondere durch die Annahme realistisch umsetzbarer jährlicher Leitungsnetzkilometer begrenzt. Diese Annahmen beruhen auf enger Abstimmung mit der Stadt und der Stadtwerke Hünfeld GmbH.
- Die Bewertung der Realisierungsrisiken und der Versorgungssicherheit beim Einsatz von dezentralen Wärmepumpen wurde in Kapitel 6 dargestellt und in der Gesamtbewertung berücksichtigt.

Auf Basis dieser integrierten Bewertung wurden die als „wahrscheinlich“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ in Kapitel 5.6 eingestuften Gebiete für eine netzgebundene Versorgung als voraussichtliche Wärmenetzgebiete festgelegt.

Unter den getroffenen Annahmen stellen Wärmenetze in diesen Gebieten die voraussichtlich kosteneffizienteste und eine strukturell robuste Versorgungsoption im Sinne von § 18 Abs. 1 WPG dar und sollten daher als priorisierte Versorgungsoption ausgewiesen werden. Die zeitliche Zuordnung der Wärmenetzgebiete zu den Betrachtungszeitpunkten 2030, 2035 und 2040 wurde aus der in Kapitel 5.4.6 entwickelten Ausbaureihenfolge abgeleitet.

Prüfgebiete I

Dem Zielszenario liegt die Netzausbauvariante mit einer Grenzwärmelinienendichte von 1250 kWh/(m·a) in Kombination mit einer Nutzung der Abwärme aus dem geplanten Rechenzentrum zugrunde.

Da jedoch nicht mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass das Rechenzentrum realisiert wird oder die Abwärmenutzung im kalkulierten Umfang zur Verfügung steht, wurde eine Sensitivitätsbetrachtung vorgenommen. Sollte die Wärmeenerzeugung ohne diese Abwärmequelle erfolgen müssen, ist voraussichtlich von höheren Wärmegegestehungskosten auszugehen, da ein anderes Erzeugungskonzept erforderlich wäre. Dadurch wäre ein Netzausbau nur in dichter erschlossenen Gebieten wirtschaftlich tragfähig. Aus diesem Grund wurden nur diejenigen Gebiete als Wärmenetzgebiete festgelegt, die bereits bei einer Grenzwärmelinienendichte von 1500 kWh/(m·a) wirtschaftlich erschlossen werden können. Gebiete, die erst bei einer Reduzierung der Wärmelinienendichte auf 1250 kWh/(m·a) in die Netzausbauvariante einbezogen würden, wurden als Prüfgebiete I klassifiziert.

Zusätzlich wurden westliche Quartiere in Mackenzell sowie Quartiere zwischen der Mackenzeller Straße und der Bundespolizei als Prüfgebiete I ausgewiesen.

Dort müssen bei einer nachfolgenden Planung alternative Trassenführungen zur Anbindung von Bundespolizei und Justizvollzugsanstalt einschließlich ihrer Vor- und Nachteile detailliert betrachtet werden.

- Eine bereits geplante Umgehung zwischen Mackenzell und Hünfeld ermöglicht eine vergleichsweise einfach umsetzbare Wärmenetztrasse sowie potenzielle Synergien mit anstehenden Tiefbaumaßnahmen und der Erschließung zukünftiger Baugebiete. Allerdings ist diese Variante deutlich länger und damit mit höheren Investitionskosten und Leitungsverlusten verbunden.
- Wird eine direkte Verbindung von der Mackenzeller Straße Richtung Norden zur Bundespolizei gelegt, steigt die Wärmelinienichte des Wärmenetzes.

Die beiden Varianten haben unterschiedliche Vorteile und erschließen teilweise andere Gebiete. Da zu diesem Zeitpunkt keine eindeutige Präferenz abgeleitet werden kann, wurden die betroffenen Gebiete ebenfalls als Prüfgebiet I klassifiziert.

Weitere Prüfgebiete I umfassen Bereiche mit einer Wärmebedarfsdichte von mindestens 415 MWh/(ha·a), die gemäß Leitfaden zum WPG grundsätzlich als netzgeeignet im Bestand einzustufen sind. Gleichzeitig weisen die entwickelten Ausbauszenarien in diesen Gebieten entweder keinen Wärmenetzausbau oder lediglich einen Deckungsanteil von unter 25 % auf. Die Differenz zwischen Wärmelinienichte und der modellierten Wirtschaftlichkeit kann bei geringfügigen Änderungen der Rahmenbedingungen dazu führen, dass sich eine deutlich höhere Wärmenetzeignung ergibt.

Vor diesem Hintergrund werden diese Gebiete ebenfalls als Prüfgebiete I definiert, obgleich deren Eignung für Wärmenetze oder dezentrale Wärmepumpen als „wahrscheinlich ungeeignet“ oder „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet wurde. Für diese Bereiche sind vertiefende Analysen erforderlich, um zukünftig eine GEG-konforme Wärmeversorgung sicherzustellen. Der Anteil dieser Baublöcke am Gesamtgebiet ist sehr gering.

Prüfgebiete II

Prüfgebiete II umfassen Gebiete in den umliegenden Stadtteilen, in denen eine netzgebundene Wärmeversorgung nach den zugrunde gelegten Wirtschaftlichkeitsannahmen nicht tragfähig erscheint. Werden jedoch abweichende Finanzierungs- und Organisationsmodelle, wie zum Beispiel Energiegenossenschaften oder ähnliche bürgerschaftlich getragene Modelle, einbezogen, wäre ein solcher Wärmenetzausbau grundsätzlich möglich. Solche Modelle zeichnen sich häufig durch geringere Renditeanforderungen, höhere Eigenleistungsanteile oder alternative Finanzierungsstrukturen aus.

Die Potenziale solcher Organisationsformen wurden in Kapitel 5.5 für die Stadtteile außerhalb der Kernstadt Hünfeld im Einzelnen dargelegt.

Für die Kernstadt von Hünfeld wäre eine genossenschaftliche Struktur des Netzausbaus zwar ebenfalls denkbar, aufgrund des dort vorgesehenen Netzausbauumfangs, des Investitionsvolumens sowie der technischen und organisatorischen Komplexität erscheint eine

Umsetzung im Rahmen überwiegend ehrenamtlich organisierter Strukturen jedoch weniger realistisch.

Vor diesem Hintergrund werden die genannten Gebiete als Prüfgebiete II ausgewiesen. Die weitere Entwicklung ist hier maßgeblich von zukünftigen organisatorischen, finanziellen und politischen Rahmenbedingungen abhängig.

Gebiete für dezentrale Versorgung

Als Gebiete für dezentrale Versorgung werden diejenigen Baublöcke festgelegt,

- die gemäß (vgl. Kapitel 6.4) als „wahrscheinlich geeignet“ oder „sehr wahrscheinlich geeignet“ für eine dezentrale Wärmeversorgung identifiziert wurden und
- gleichzeitig weder als Wärmenetzgebiet noch als Prüfgebiet I oder Prüfgebiet II klassifiziert sind.

In diesen Gebieten wird die dezentrale Wärmeversorgung als priorisierte Versorgungsart ausgewiesen. Geeignete Versorgungssysteme umfassen insbesondere Wärmepumpen. Ergänzend können – unter Berücksichtigung der geltenden Emissionsanforderungen sowie der örtlichen Rahmenbedingungen – auch andere dezentrale Wärmeerzeuger in Betracht gezogen werden, beispielsweise Biomasse.

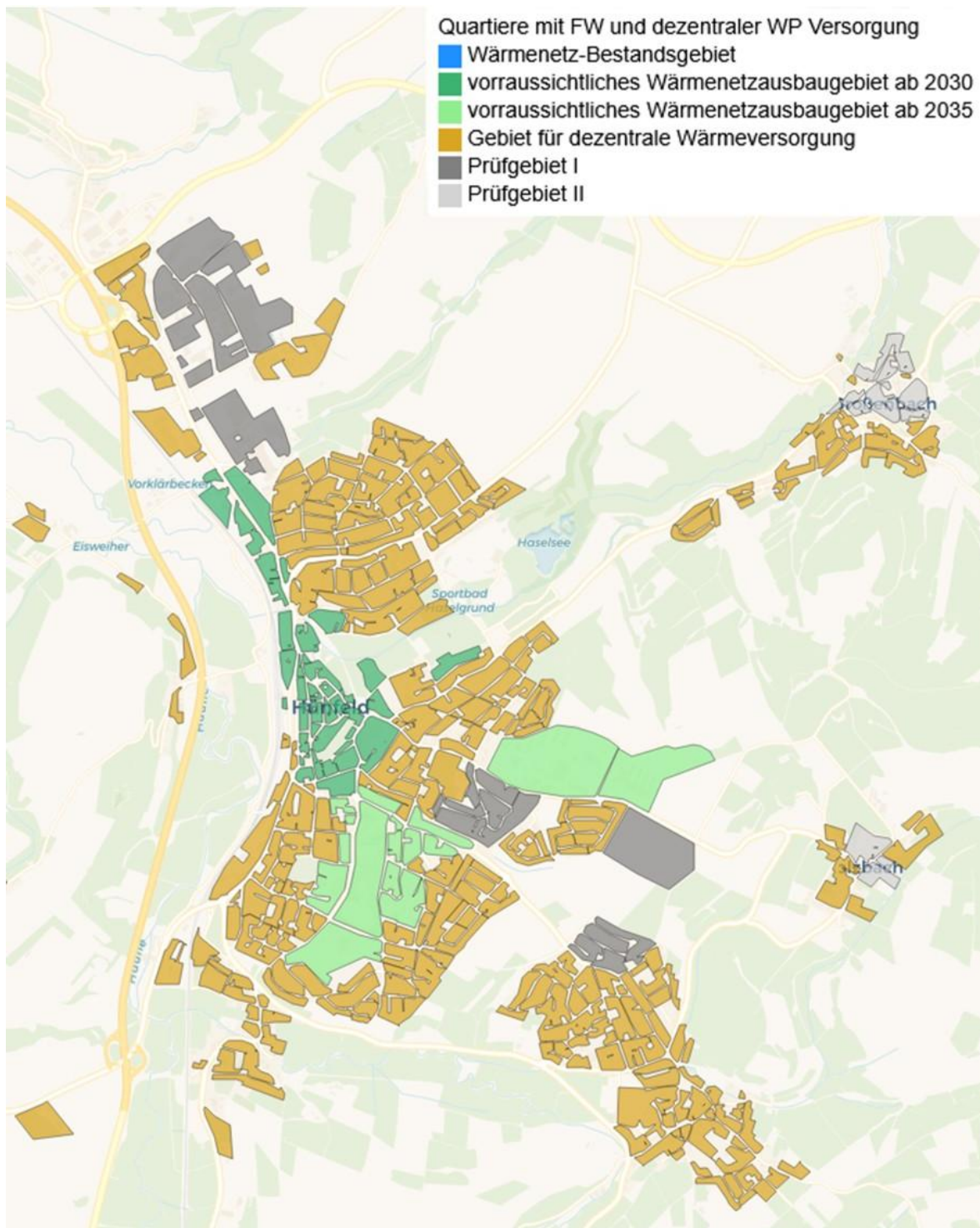


Abbildung 111: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG (Stadtkern)

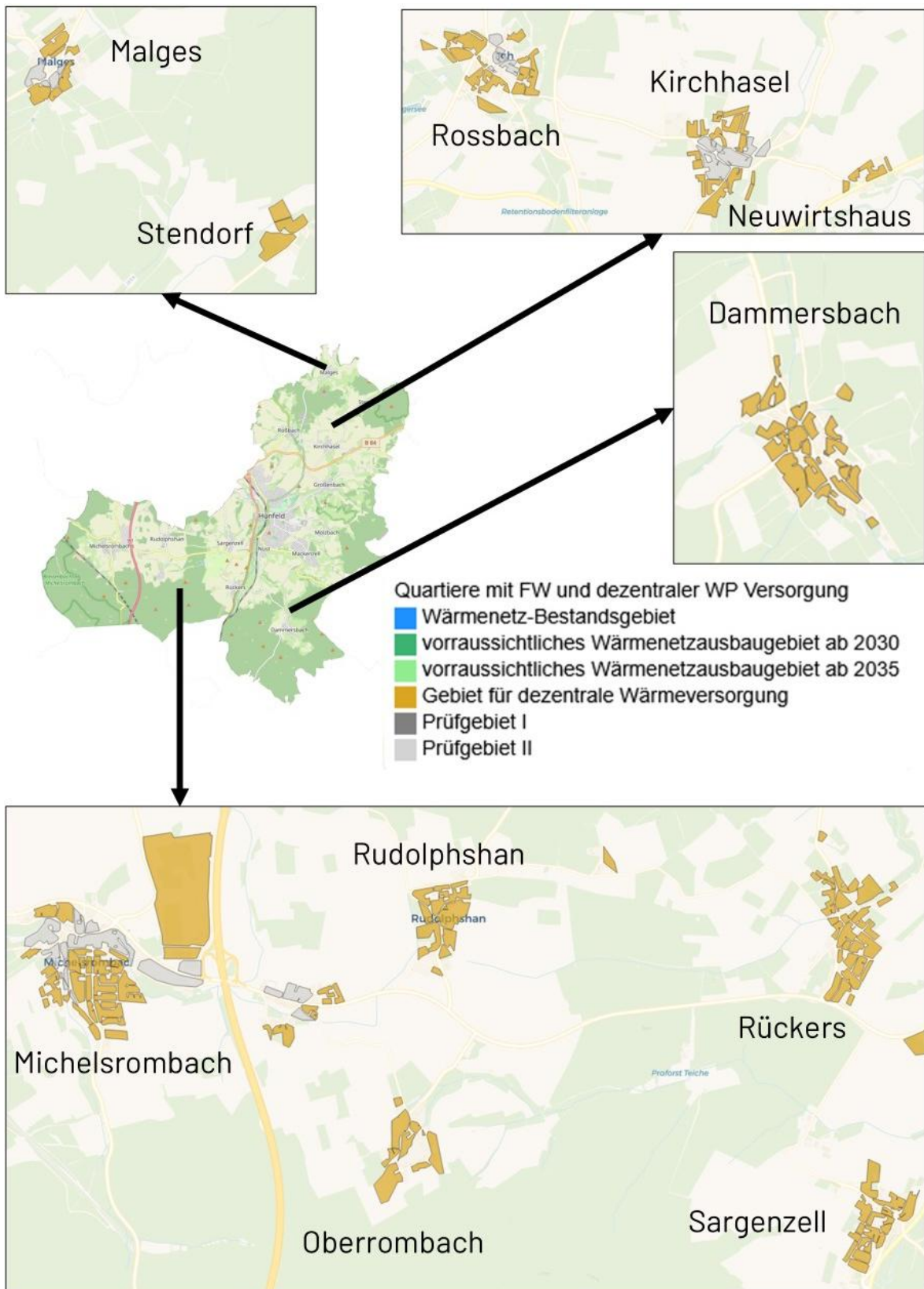


Abbildung 112: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG (Umgebung)

7.2 Energieträgerbilanz und Treibhausgasemissionen

Auf Basis des Zielszenarios ist für die Stadt Hünfeld eine weitgehend klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 möglich. Der Wärmebedarf kann zu einem relevanten Anteil durch eine netzgebundene Wärmeversorgung gedeckt werden. Gleichzeitig wird der Anteil dezentraler Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) als hoch eingeschätzt, da hierfür in weiten Teilen des Stadtgebiets geeignete Rahmenbedingungen bestehen. Der Anteil der Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) mit Erdwärmesonden (EWS) bleibt demgegenüber gering, da diese Technologie trotz hoher Leistungskennzahlen und Effizienz aufgrund von höheren Investitionskosten nur eingeschränkt wirtschaftlich darstellbar ist.

Für das entwickelte Zielszenario und den zugrundeliegenden zeitlichen Umstellungspfad werden im Folgenden die Energieträgerbilanz und die Treibhausgasemissionen dargestellt.

Durch den Ausbau des Wärmenetzes ist insbesondere zwischen 2030 und 2038 eine deutliche Veränderung der Versorgungsstruktur im Ausbaubereich zu erwarten. Da dieses Gebiet derzeit überwiegend durch Gas versorgt wird, führt der Wärmenetzausbau zunächst zur Verdrängung von Erdgas. Insgesamt wird im Zielszenario davon ausgegangen, dass durch den Ausbau von Wärmenetzen und dem verstärkten Einsatz dezentraler Wärmepumpen die Energieträger Heizöl und Erdgas bis 2045 ersetzt werden.

Der Wärmeerzeugerwechsel auf dezentrale Wärmepumpen und einhergehend der Zuwachs der klimaneutralen Wärmeversorgungssysteme wurde vom Ausgangszustand 2025 bis zum Zielbild als linearer Entwicklungspfad angenommen. Nicht eindeutig zuordenbare Wärmeerzeuger wurden als Ölkessel gezählt. Die Anzahl an Biomassekesseln wird bis 2045 als moderat steigend eingestuft.

Für die Industrie wurde angenommen, dass ab 2035 ein wachsender Anteil des Wärmebedarfs über Wasserstoff gedeckt werden kann. Diese Annahme setzt voraus, dass ein Anschluss an das Wasserstoffkernnetz bis dahin realisiert wird. In diesem Szenario verdrängt Wasserstoff bis 2045 schrittweise Erdgas als Energieträger in der industriellen Wärmeversorgung. Die Ergebnisse sind in folgender Abbildung dargestellt.

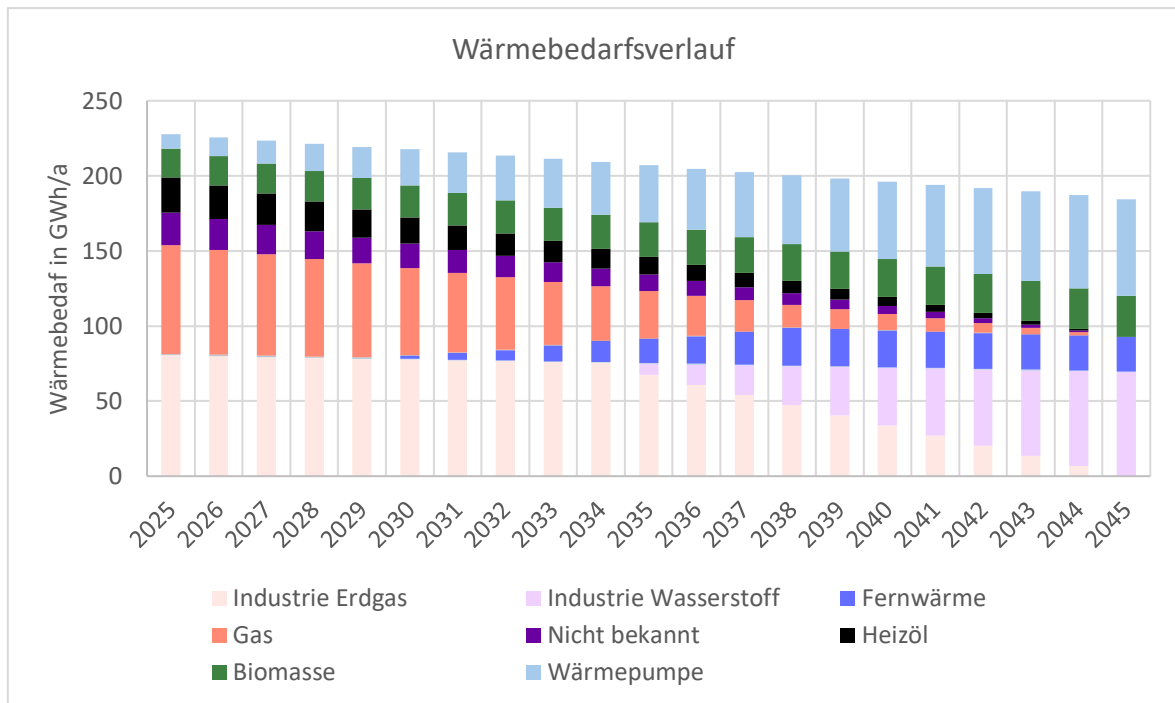


Abbildung 113: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das Stadtgebiet bis 2045

Der Verlauf der spezifischen Treibhausgasemissionen für die einzelnen Energieträger sowie das Wärmenetz ist in folgender Abbildung dargestellt. Die Bilanzierung basiert auf den Angaben des Technikkatalogs für kommunale Wärmeplanung (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMI 2024). Emissionen aus Vorketten wurden berücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass die lokale Industrie ab 2035 an das Wasserstoffkernnetz angeschlossen werden kann. Ab diesem Zeitpunkt wird angenommen, dass Wasserstoff den Energieträger Gas in der Industrie verdrängt, sodass der spezifische Treibhausgasausstoß des Sektors Industrie sinkt.

Der Treibhausgasausstoß der Wärmenetze beginnt erst mit dem angenommenen Start des Ausbaus ab 2030. Danach fallen die Emissionen ab, da die Wärmeerzeugung vor allem auf Strom basiert und die Treibhausgasemissionen des bundesweiten Strommix annahmegemäß ebenfalls fallen.

Der Emissionsverlauf für Wärmepumpen ergibt sich aus den Emissionen des Strommix in Deutschland unter Berücksichtigung eines angenommenen Leistungskoeffizienten von 2,9.

Für 2045 wird zugrunde gelegt, dass der Energieträger Erdgas in der Fernwärme durch Biogas ersetzt wird. Aus diesem Grund sinken die Emissionen der Fernwärme ab 2045 zusätzlich.

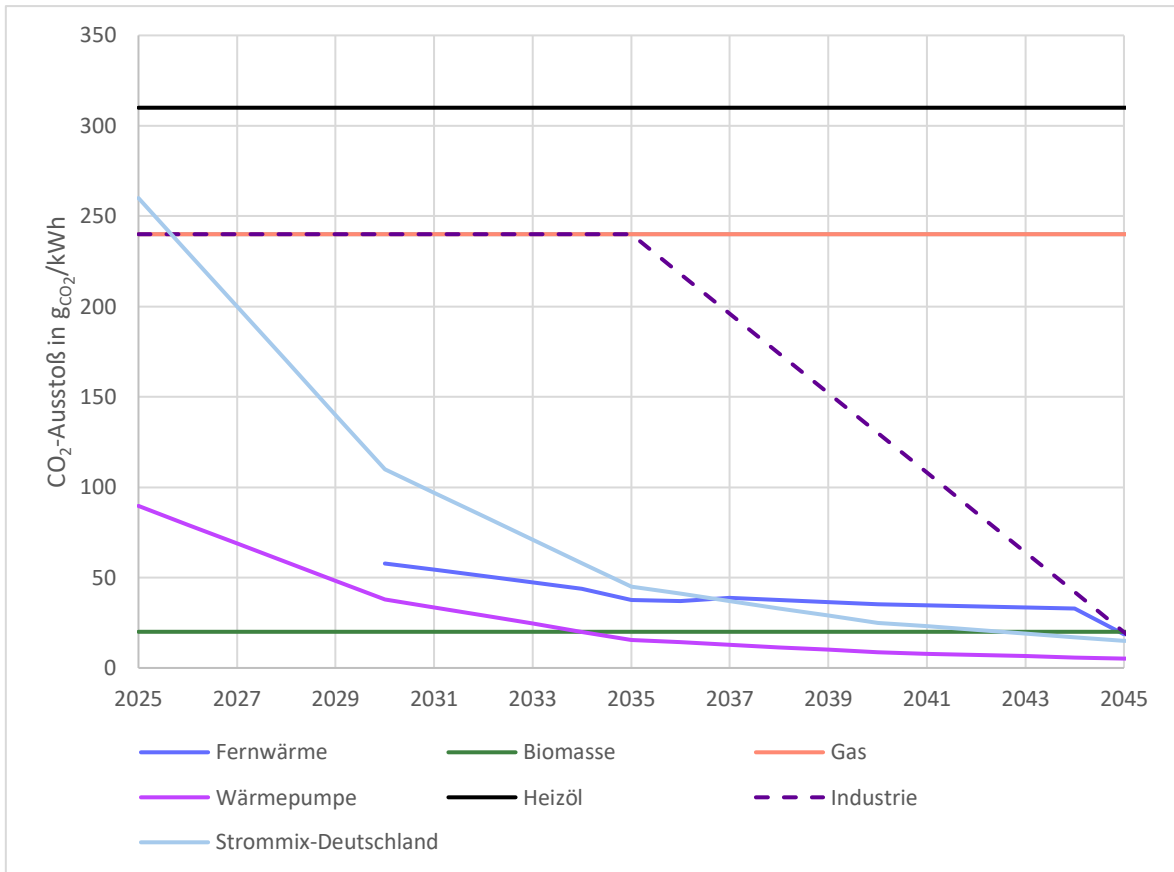


Abbildung 114: Spezifische Treibhausgasemissionen der Energieträger bis 2045

Parallel zur Umstellung der Energieträger reduziert sich gemäß den Annahmen in Kapitel 4.1 der gesamte Wärmebedarf infolge energetischer Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerungen. Diese Wärmebedarfsreduktion trägt zusätzlich zur Minderung der Treibhausgasemissionen bei.

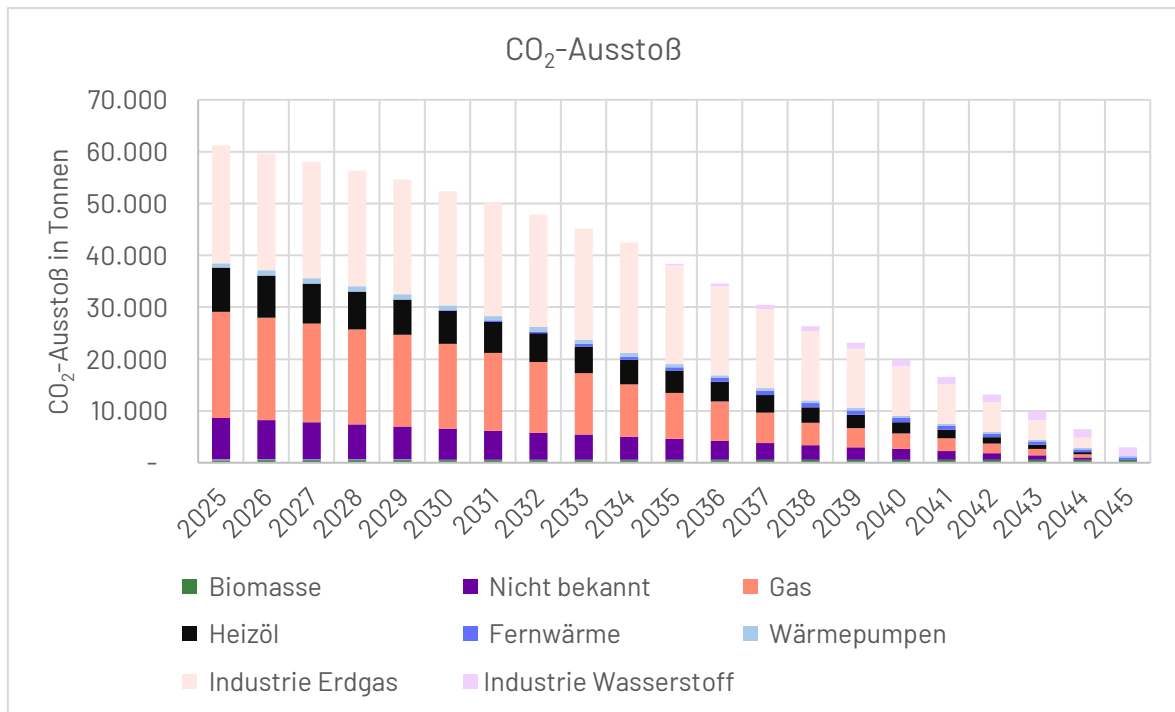


Abbildung 115: Verlauf der THG-Emissionen für das Stadtgebiet bis 2045

7.3 Kennzahlen für das Zielszenario

Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle gemäß § 17 Abs. 1 WPG für das geplante Gebiet als Ganzes die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung anhand der in Anlage 2 (zu § 23) WPG Abschnitt III definierten Indikatoren.

Die Darstellung erfolgt im Einklang mit:

- der Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 WPG,
- der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 WPG und
- den übergeordneten Zielen des Wärmeplanungsgesetzes.

Die Indikatoren werden für das gesamte geplante Gebiet für die Jahre 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 in der folgenden Tabelle ausgewiesen.

Zur Gewährleistung einer konsistenten und vergleichbaren Darstellung der Kennzahlen wird der Begriff Endenergie einheitlich als diejenige Energiemenge definiert, die in den jeweiligen Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt wird.

Für Wärmenetze wird somit nicht die an den Hausübergabestationen abgegebene Wärmemenge ausgewiesen, sondern die zur Wärmeerzeugung eingesetzte Energie. Im Fall von Großwärmepumpen entspricht dies beispielsweise dem eingesetzten Strom.

Tabelle 34: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Zielszenario 2045
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor HH in GWh/a	134	122	115	109	102
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor GHD in GWh/a	22	21	20	19	18
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor öff. Gebäude in GWh/a	20	18	17	16	15
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Sektor Industrie in GWh/a	96	91	88	84	82
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas in GWh/a	186	164	121	55	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Erdgas KWK in GWh/a	0,5	0,0	0,0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Strom in GWh/a	0,59	7,6	13	18	23
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Heizöl in GWh/a	30	21	14	6,9	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Biomasse in GWh/a	21	25	27	30	32
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger synthetische Gase (Wasserstoff) in GWh/a	0	0	7	45	81
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Abfall KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Kohle KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmeversorgung Energieträger Klärschlamm KWK in GWh/a	0	0	0	0	0
Endenergieverbrauch Wärmenetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	1 (0,2 %)	2 (0,4 %)	8 (2,3 %)	7 (3,3 %)	7 (4,7 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Erdgas in GWh/a	0 (0 %)	0 (16 %)	2 (23 %)	3 (39 %)	0 (0 %)

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Zielszenario 2045
(Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)					
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Erdgas KWK in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	1 (100 %)	1 (46 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Strom in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	1 (38 %)	4 (56 %)	(61 %)	4 (60 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Öl in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger feste Biomasse in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (20 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger gasförmige Biomasse in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	3 (40 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Kohle KWK in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger synthetische Gase in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Abfall KWK in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Endenergieverbrauch für Wärmenetze Energieträger Klärschlamm KWK in GWh/a (Anteil an Endenergieverbrauch Wärmenetze in %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Anzahl der Gebäude mit Wärmenetzanschluss (Anteil an der Gebäudegesamtheit)	0 (0 %)	44 (1 %)	354 (8 %)	531 (12 %)	531 (12 %)

Kennzahl	Bestand	2030	2035	2040	Zielszenario 2045
Endenergieverbrauch Gasnetze in GWh/a (Anteil am Gesamtverbrauch für Wärme)	186 (68 %)	164 (65 %)	123 (51 %)	58 (25 %)	0 (0 %)
Anzahl der Gebäude mit Gasnetzanschluss (Anteil an der Gebäudegesamtheit)	2.456 (56 %)	2.336 (53 %)	1.834 (41 %)	911 (21 %)	0 (0 %)
Treibhausgasemissionen Wärmeversorgung in tCO _{2-eq} /a	62.000	53.000	40.000	21.000	3.000

7.4 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß § 18 Abs. 5 WPG hat die planungsverantwortliche Stelle geplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darzustellen. Ziel ist es, räumliche Schwerpunkte zu identifizieren, in denen Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs besonders wirksam zur Beschleunigung der Transformation hin zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beitragen können. Für diese Gebiete können im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen nach § 20 WPG gezielt Projektskizzen erarbeitet werden. Die Identifizierung erfolgte auf Grundlage der gebäudespezifischen und baublockbezogenen Wärmebedarfsdaten aus dem Wärmeatlas (vgl. Kapitel 3.7.11).

Die Bewertung basiert auf einer zweistufigen Betrachtung:

- Gebäudespezifisches Einsparpotenzial: Abschätzung der potenziellen Reduktion des Wärmebedarfs je Gebäude, beispielsweise durch energetische Sanierungsmaßnahmen.
- Absoluter Wärmebedarf im Baublock: Betrachtung des gesamten Wärmebedarfs eines Baublocks bzw. Teilgebiets.

Aus diesen Daten ergeben sich zunächst Indikationen zu den potenziellen gebäudespezifischen Einsparpotenzialen beim Wärmebedarf. In Kombination mit dem absoluten baublockbezogenen Wärmebedarf im jeweiligen Gebiet lässt sich ableiten, ob dort ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial gegeben ist.

Nicht als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial wurden dagegen Bereiche eingestuft,

- in denen zwar hohe gebäudespezifische Einsparpotenziale bestehen, der absolute Wärmebedarf aufgrund geringer Bebauungsdichte jedoch niedrig ist, oder
- in denen ein hoher absoluter Wärmebedarf vorliegt, die gebäudespezifischen Einsparpotenziale jedoch gering sind, etwa weil bereits ein erheblicher Anteil der Gebäude energetisch saniert wurde.

Die zugrunde liegende Systematik ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.

Gebäudebezogenes Einsparpotenzial	Hoch	keine Priorisierung	Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial
	Niedrig	keine Priorisierung	keine Priorisierung
		Niedrig	Hoch
Absoluter Wärmebedarf im Baublock			

Abbildung 116: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Ein Teilgebiet wird als Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen, wenn sowohl:

- das gebäudebezogene Einsparpotenzial als auch
- der absolute Wärmebedarf im Baublock als hoch eingestuft werden.

In allen anderen Kombinationen erfolgt keine Ausweisung als prioritäres Einspargebiet.

Das gebäudebezogene Einsparpotenzial wurde als relative Differenz zwischen dem aktuellen Wärmebedarf eines Gebäudes und einem angenommenen Wärmebedarf im energetisch sanierten Zustand ermittelt.

Als Referenz für den sanierten Zustand wurde das Maßnahmenpaket 2 („zukunftsweisend“) der „Deutschen Wohngebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (Institut Wohnen und Umwelt GmbH – IWU 2015) herangezogen. Dieses entspricht einem ambitionierten, jedoch technisch und baupraktisch realisierbaren energetischen Standard. Es unterscheidet sich von dem sogenannten Energieeffizienz-Niveau 1 dadurch, dass dieses im Wesentlichen die Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung 2014 abbildet und damit einen konventionellen Sanierungsstandard repräsentiert.

Da für die Stadt Hünfeld keine gebäudescharfe Typisierung der Gebäude vorliegt, wurden die spezifischen Wärmebedarfe der sanierten Wohngebäudetypen des IWU flächenneutral gemittelt. Daraus ergibt sich ein Referenzwert von 51 kWh/(m²·a).

Für jeden Baublock wurde das prozentuale Einsparpotenzial bezogen auf den gesamten Wärmebedarf des Baublocks berechnet. Diese ergaben sich aus der Differenz zwischen dem gesamten Wärmebedarf eines Baublocks und dem Wärmebedarf aller Gebäude des Baublocks in vollsanierterem Zustand dividiert durch den gesamten Wärmebedarf.

Gebäude mit einem Wärmebedarf unter dem gebäudespezifischen Wärmebedarf gemäß IWU-Maßnahmenpaket 2 wurden nicht berücksichtigt. Die Baublöcke wurden anschließend nach

ihrem prozentualen Einsparpotenzial absteigend sortiert. Statistische Baublöcke mit sehr geringer Wärmebedarfsdichte von weniger als 1,5 MWh/(ha·a) wurden aus Gründen der geringen absoluten Relevanz im Ranking nachrangig behandelt und kartografisch nicht gesondert hervorgehoben. Damit wird ein Verzerrungseffekt in den Karten vermieden, der durch die großen Flächen dieser Baublöcke hätte entstehen können.

Zur Identifikation räumlicher Schwerpunkte wurden die statistischen Baublöcke anhand ihrer kumulierten absoluten Einsparpotenziale klassifiziert:

- 1-%-Perzentil (dunkelrot): Baublöcke, die zusammen 1 % des gesamten absoluten Einsparpotenzials repräsentieren.
- 5-%-Perzentil (hellrot): Baublöcke, die zusammen 5 % des gesamten absoluten Einsparpotenzials repräsentieren.

Diese Gebiete werden als Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen.

Die in den Karten orange und gelb markierten Gebiete weisen ebenfalls überdurchschnittliche Einsparpotenziale auf, gehören jedoch nicht zu den prioritären Schwerpunktgebieten. Die Fokussierung auf das obere 5-%-Perzentil folgt dem Grundsatz, zunächst dort anzusetzen, wo auf engem Raum besonders hohe absolute Einsparwirkungen durch entsprechende Maßnahmen erzielt werden können. Die definierten Perzentilklassen und die potenziellen Sanierungsgebiete sind in Abbildung 116 und in Abbildung 118 dargestellt.

In Hünfeld entfallen nur wenige Baublöcke auf das 1-%- oder 5-%-Perzentil. Bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen kann daher eine Einbeziehung weiterer, ebenfalls überdurchschnittlicher Bereiche (orangene und gelbe Gebiete) sinnvoll sein.

Energieeinsparpotenzial Wohngebäude;
Verminderung des Wärmebedarfs
bei Quartieren bis zur vollständigen
Sanierung (Perzentile der Anzahl
aller Quartiere, sortiert nach Größe)

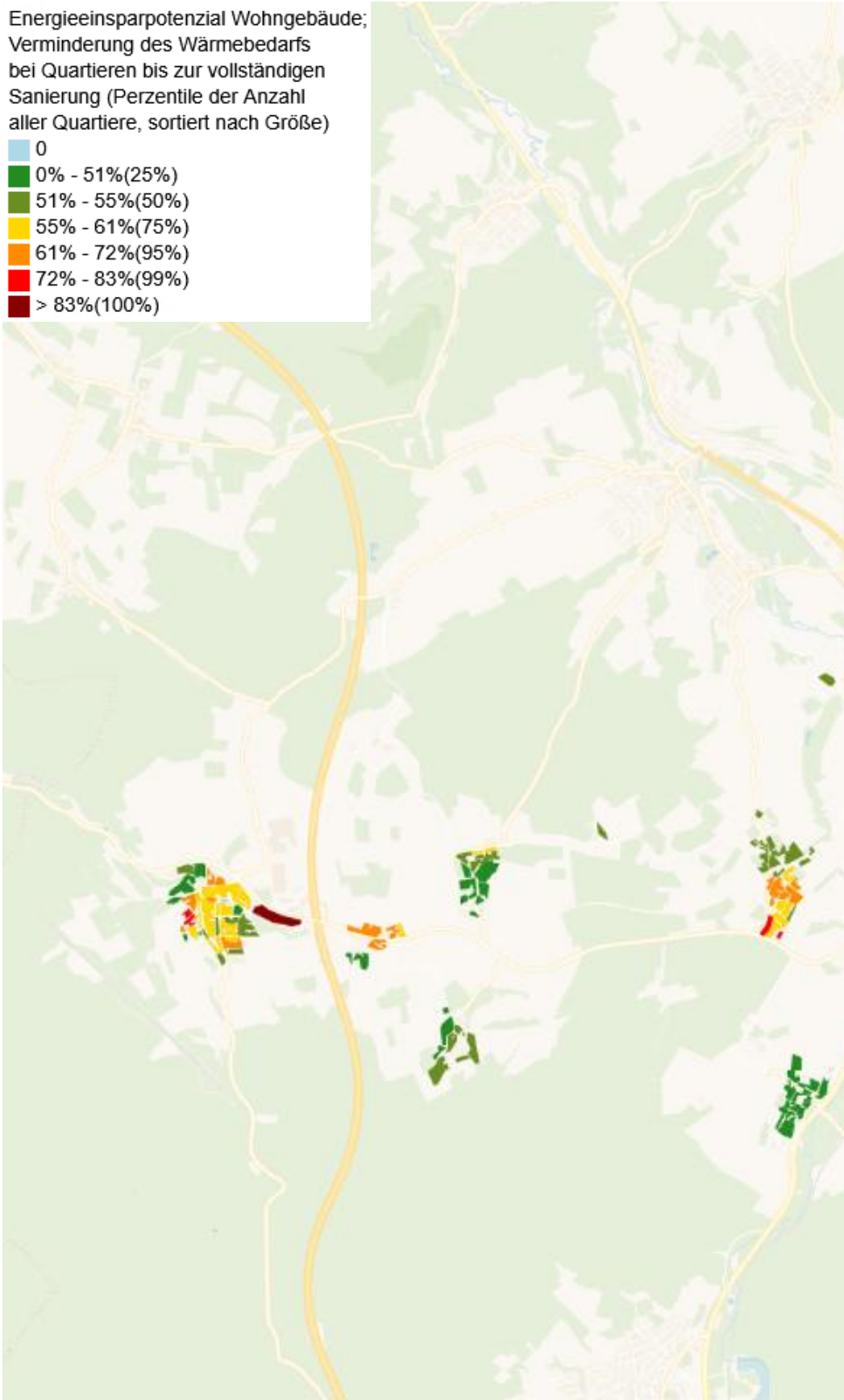
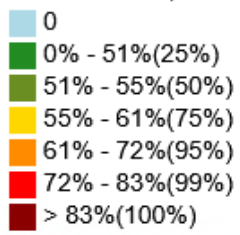


Abbildung 117: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken. Westlicher Kartenausschnitt.

Energieeinsparpotenzial Wohngebäude;
Verminderung des Wärmebedarfs
bei Quartieren bis zur vollständigen
Sanierung (Perzentile der Anzahl
aller Quartiere, sortiert nach Größe)

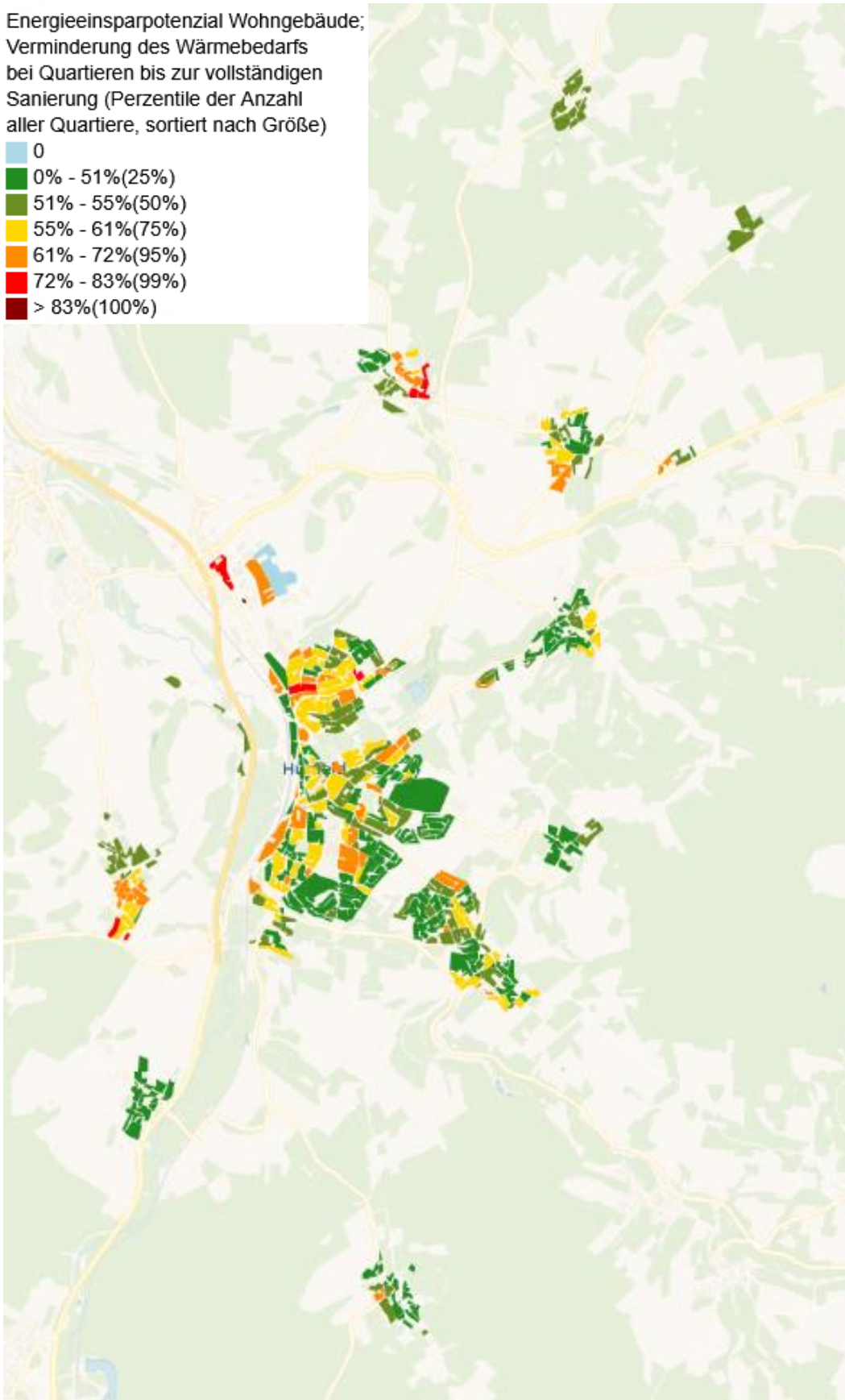
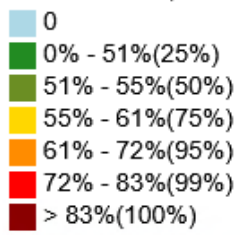


Abbildung 118: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken. Östlicher Kartenausschnitt.

7.5 Auswirkungen auf das Stromnetz

Zur Abschätzung der Auswirkungen des Zielszenarios auf das Stromnetz wurden auf Grundlage der vorgesehenen zentralen und dezentralen Wärmepumpen stündliche sowie tägliche Lastgänge simuliert. Dabei wurden die jeweiligen Quelltemperaturen (z. B. Außenluft, Abwasser, Abwärme) berücksichtigt. Daraus wurden die resultierenden Arbeitszahlen der Wärmepumpen angesetzt.

Die daraus abgeleiteten Stromlastgänge für die Betrachtungszeitpunkte 2030, 2035, 2040 und das Zieljahr 2045 sind in Abbildung 119 dargestellt.

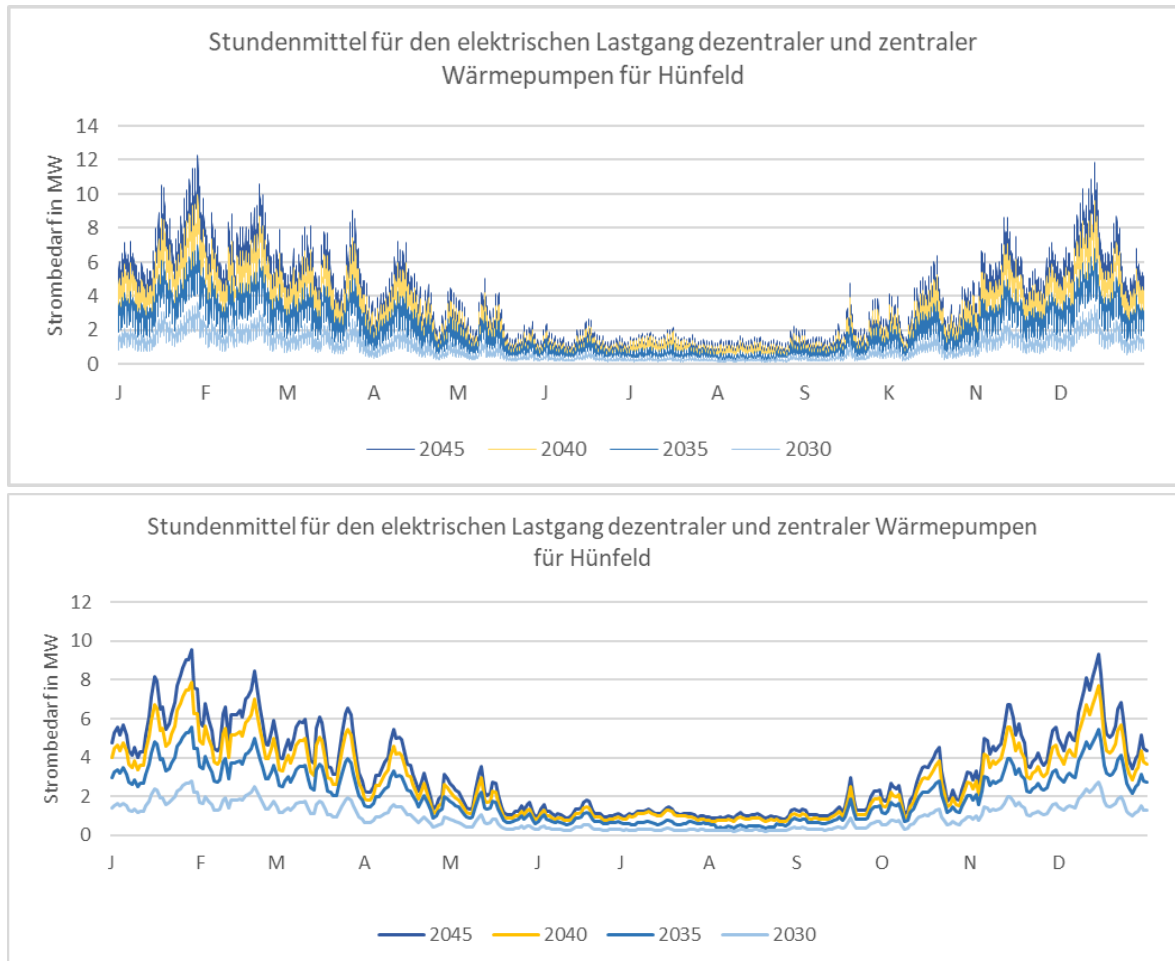


Abbildung 119: Entwicklung der elektrischen Lastgänge der Wärmepumpen zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Für das Stadtgebiet von Hünfeld ergibt sich im Zielszenario bis 2045 insgesamt ein zusätzlicher wärmebedingter Strombedarf von rund 29 GWh/a. Die hieraus resultierende zusätzliche Lastspitze beträgt im Tagesmittel 10 MW und im Stundenmittel rund 12 MW.

Tabelle 35: Auswirkungen des Zielszenarios auf den Strombedarf und das Stromnetz für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045

Jahr	2030	2035	2040	2045
Strombedarf in GWh/a	10	19	25	29
Bedarfsanteil zentrale Wärmepumpen in %	6	22	19	15
Bedarfsanteil dezentrale Wärmepumpen in %	94	78	81	85
Lastspitze Tagesmittel in MW	3,3	6,0	8,1	10
Lastspitze Stundenmittel in MW	4,4	7,6	10	12

8 Öffentlichkeits- und Stakeholderbeteiligung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Öffentlichkeit gemäß den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes in geeigneter Form informiert und eingebunden.

Informationsveranstaltung am 3.7.2025

Am 3.7.2025 fand in der Stadthalle Hünfeld eine öffentliche Bürgerinformationsveranstaltung statt. Ziel der Veranstaltung war es, über die Vorgehensweise, den Bearbeitungsstand sowie erste Zwischenergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu informieren und mit der Bürgerschaft zu diskutieren. Zentrales Anliegen war, eine breite Unterstützung und Akzeptanz der Wärmewende bei der Bewohnerschaft zu wecken, um zu einer gemeinsam getragenen Umsetzung zu kommen.

Die Veranstaltung umfasste:

- Einen Fachvortrag zum Stand der Wärmeplanung,
- ein moderiertes Podiumsgespräch sowie
- interaktive Beteiligungsformate an Infoständen

Beteiligt waren unter anderem die LandesEnergieAgentur Hessen (LEA) sowie die Stadtwerke Hünfeld GmbH. An der Veranstaltung nahmen rund 40 Bürgerinnen und Bürger teil.

Informationsveranstaltung am 19.1.2026

Eine weitere öffentliche Veranstaltung fand am 19.1.2026 statt. Im Mittelpunkt standen die Vorstellung und Diskussion des geplanten Zielszenarios sowie der geplanten Umsetzungsstrategie. Die Inhalte und Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung wurden durch die Qconcept Energy GmbH präsentiert. Im Anschluss konnten sich die Teilnehmenden individuell mit den verschiedenen Energieexperten austauschen über Themen wie energetische Gebäudesanierung, Förderungsmöglichkeiten und zukünftige Optionen der Wärmeversorgung.

Die Informationsstände waren besetzt durch:

- Qoncept Energy GmbH (Erstellerin der kommunalen Wärmeplanung)
- LandesEnergieAgentur Hessen – LEA (Ansprechpartnerin zu Energieberatung))
- Stadt und Stadtwerke Hünfeld GmbH

An dieser Veranstaltung nahmen rund 60 Bürgerinnen und Bürger teil. Die Veranstaltungen dienten der transparenten Information sowie der frühzeitigen Einbindung relevanter Akteure und der interessierten Öffentlichkeit in den Planungsprozess.



Abbildung 120: Impressionen aus der Bürger-Informationsveranstaltung vom 3.7.2025



Abbildung 121: Impressionen aus der Bürger-Informationsveranstaltung in Hünfeld am 19.1.2026

Austausch mit potenziellen Ankerkunden

Am 9.4.2025 fand ein Abstimmungstermin mit potenziellen Ankerkunden eines möglichen Wärmenetzes statt. Teilnehmende waren unter anderem mehrere Wohnungsbau-gesellschaften, Vertreter öffentlicher Liegenschaften und Vertreter verschiedener Industrie-betriebe. Ziel des Austauschs war es, das grundsätzliche Interesse an einem möglichen Anschluss an ein Wärmenetz zu sondieren und potenzielle Abnahmemengen sowie zeitliche Perspektiven zu erörtern. Dabei wurde ein ausgeprägtes Interesse an einem Anschluss an ein Wärmenetz unter den Beteiligten deutlich.

Mit der Hochwald Foods GmbH wurden ergänzend Gespräche zur möglichen Abwärmenutzung geführt. Im Verlauf des Wärmeplanungsprojekts wurde seitens des Unternehmens Interesse an einer Kooperation bei der Umstellung der Wärmeversorgung bekundet. Weitere Gespräche sind vorgesehen.

Die Stadtwerke Hünfeld GmbH war Teil des Projektteams und damit intensiv in die Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung eingebunden.

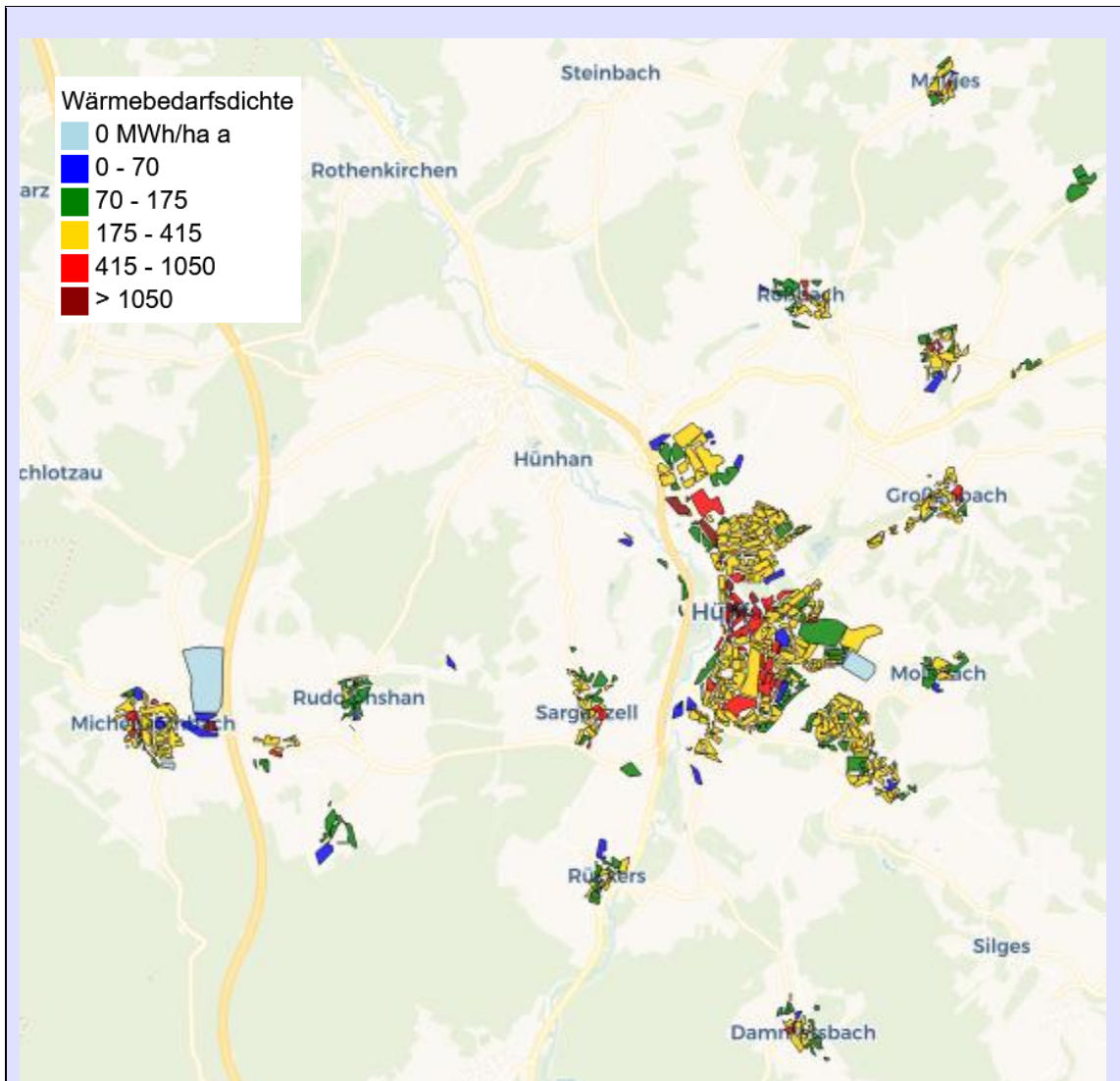
9 Umsetzungsstrategie

In diesem Kapitel werden die zentralen Schritte zur Umsetzung des Zielszenarios und zur Erreichung einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 dargestellt.

Die Maßnahmen adressieren sowohl die Transformation der Wärmeinfrastruktur als auch Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand sowie die Aktivierung und Einbindung relevanter Stakeholder. Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen werden in den anschließenden Kapiteln jeweils in Form von Projektskizzen konkretisiert.

1. Angebot für eine flächendeckende aufsuchende Energieberatung
2. Nutzung bestehender Informationsangebote zum Tausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen
3. Fortführung der Gespräche mit der Industrie zur Kooperation beim Aufbau von Wärmenetzen
4. Beantragung von Fördermitteln für eine Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines Wärmenetzes in der Kernstadt
5. Durchführung der Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Kernstadt
6. Beantragung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes in der Kernstadt sowie anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen
7. Informationskampagne zu Möglichkeiten genossenschaftlich betriebener Wärmenetze
8. Koordinierung und Synchronisierung von Infrastrukturprojekten
9. Regelmäßige Aktualisierung des Wärmeatlas und der Wärmebedarfsentwicklung
10. Weitere energetische Optimierungsmaßnahmen im kommunalen Gebäudebestand der Stadt Hünfeld

9.1 Projektskizze 1: Angebot für eine flächendeckende aufsuchende Energieberatung

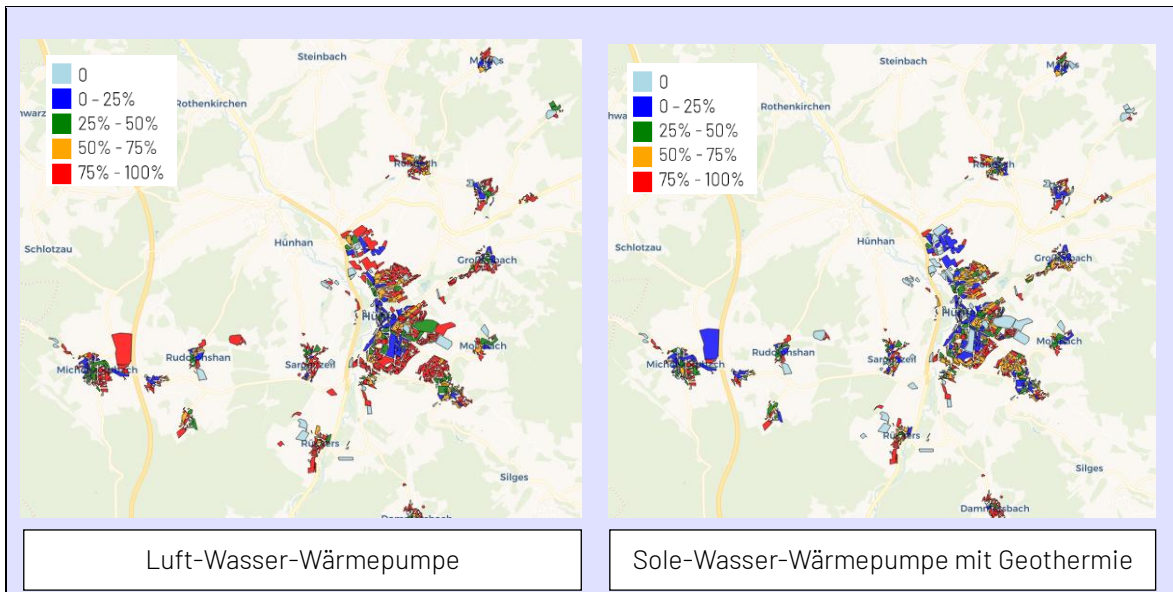


Wärmeatlas für Hünfeld, Darstellung des spezifischen Wärmebedarfs in kWh/(m²·a) im Jahr 2023 auf Baublockebene

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmeatlas für Hünfeld erstellt. Zudem zeigt die Wärmeplanung, welche Gebiete besonders für die Erschließung mit einem Wärmenetz geeignet sind. Neben der Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Technologien spielt vor allem die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz in Bestandsgebäuden und die Ablösung fossiler dezentraler Wärmeerzeuger durch GEG-konforme Technologien eine zentrale Rolle, um die Klimaneutralität im Wärmesektor zu erreichen.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete im Stadtgebiet • Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (vgl. Kapitel 7.4),

	<ul style="list-style-type: none"> • Gebiete mit hoher Dichte fossiler Einzelheizungen
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Die in der Potenzialanalyse ermittelten Wärmebedarfsreduzierungen, insb. im Haushaltssektor, sollen mindestens erreicht oder übertroffen werden.
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Priorisieren der Gebiete mit besonderem Beratungsbedarf (Basis: Wärmeplanung). • Prüfung der Verwendbarkeit öffentlicher Fördermittel für die aufsuchende Energieberatung • Prüfung und ggf. Aufbau von Kooperationen zur Durchführung aufsuchender Energieberatung, z. B. mit Stadtwerke Hünfeld GmbH, lokalen Energieberatern oder SHK-Fachbetrieben. • Aufsuchende Energieberatung gezielt in den Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (vgl. Kapitel 7.4) durchführen.
Treibhausgasminderung	Die in der Potenzialanalyse auf Basis der Sanierungsrate und Sanierungseffizienz berechneten Wärmebedarfsreduzierungen sowie resultierende Treibhausgasminderungen sollen als Mindestziel erreicht oder übertroffen werden.
Kosten und Finanzierung	Vorrangig sollten bestehende kostenfreie oder geförderte Beratungsangebote genutzt werden. Sollte sich zeigen, dass diese Instrumente nicht ausreichen und nicht zu den gewünschten Effekten führen, ist die Prüfung ergänzender, ggf. kostenpflichtiger Unterstützungsangebote vorzusehen.
Nächste Schritte	Siehe Abschnitt Maßnahmen
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Federführung: Magistrat der Stadt Hünfeld • ggf. Kooperationspartner: Stadtwerke Hünfeld GmbH
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, Stadtwerke Hünfeld GmbH • LEA Hessen, qualifizierte Energieberatende, • Gebäudeeigentümer/-innen
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • Begleitende Öffentlichkeitsarbeit zur kontinuierlichen Bekanntmachung des Angebots
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Umsetzung: ab Juli 2026
Priorität	Hoch

9.2 Projektskizze 2: Nutzung weiterer Informationsangebote zum Tausch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen



Analyse der Eignung für dezentrale Wärmeerzeuger (vgl. Kapitel 6)

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein flächendeckender Wärmeetlas erstellt. Zudem zeigt die Wärmeplanung, welche Gebiete besonders für den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen geeignet sind. Es kann angenommen werden, dass viele Gebäudeeigentümer noch relevanten Informationsbedarf zum Einsatz, der Wirtschaftlichkeit und der Verfügbarkeit dezentraler GEG-konformer Wärmeerzeuger haben. Dementsprechend bietet es sich an, hierzu eigene Informationskampagnen durchzuführen oder zu unterstützen.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete; Schwerpunkt: Gebiete, die nicht für ein Wärmenetz geeignet sind. • Ausgewiesene Wärmenetzgebiete; Fokus: Informationen zu Möglichkeiten und Chancen eines Wärmenetz-Anschlusses.
<p>Zielsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Gebäudeeigentümer/-innen bei der Umstellung auf GEG-konforme Wärmeerzeugung zur Beschleunigung des Transformationsprozesses.
<p>Maßnahmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer gemeinsamen Informationsveranstaltung mit Heizungsherstellern, der SHK-Innung, Schornsteinfegern, der Handwerkskammer sowie regionalen Fachbetrieben. • Themen: Vorstellung technischer Heizungsoptionen, • Einbindung der lokalen/regionalen Wirtschaftsförderung

Treibhausgasminderung	Beschleunigung der Umstellung auf GEG-konforme, treibhausgasarme Wärmeerzeugungsanlagen und damit Reduzierung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen im Gebäudebestand.
Kosten und Finanzierung	Geringe Sach- und Personalkosten zur Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltungen (Raummiete, ggf. Catering).
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Anfrage an verschiedene der o. g. Institutionen hinsichtlich der Bereitschaft zur Teilnahme an einer solchen Informationskampagne • Konzeptionierung, Terminierung und Durchführung einer entsprechenden Informationskampagne
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Magistrat der Stadt Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Rubrik „Maßnahmen“
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung nach Evaluation der aufsuchenden Energieberatung (vgl. Kapitel 9.1) und bei ausreichendem Planungsstand zum Aufbau von Wärmenetzen (vgl. Kapitel 9.4) • Erstmalige Durchführung: Ende 2026 oder Anfang 2027. • Wiederholung: etwa alle 1-2 Jahre
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch

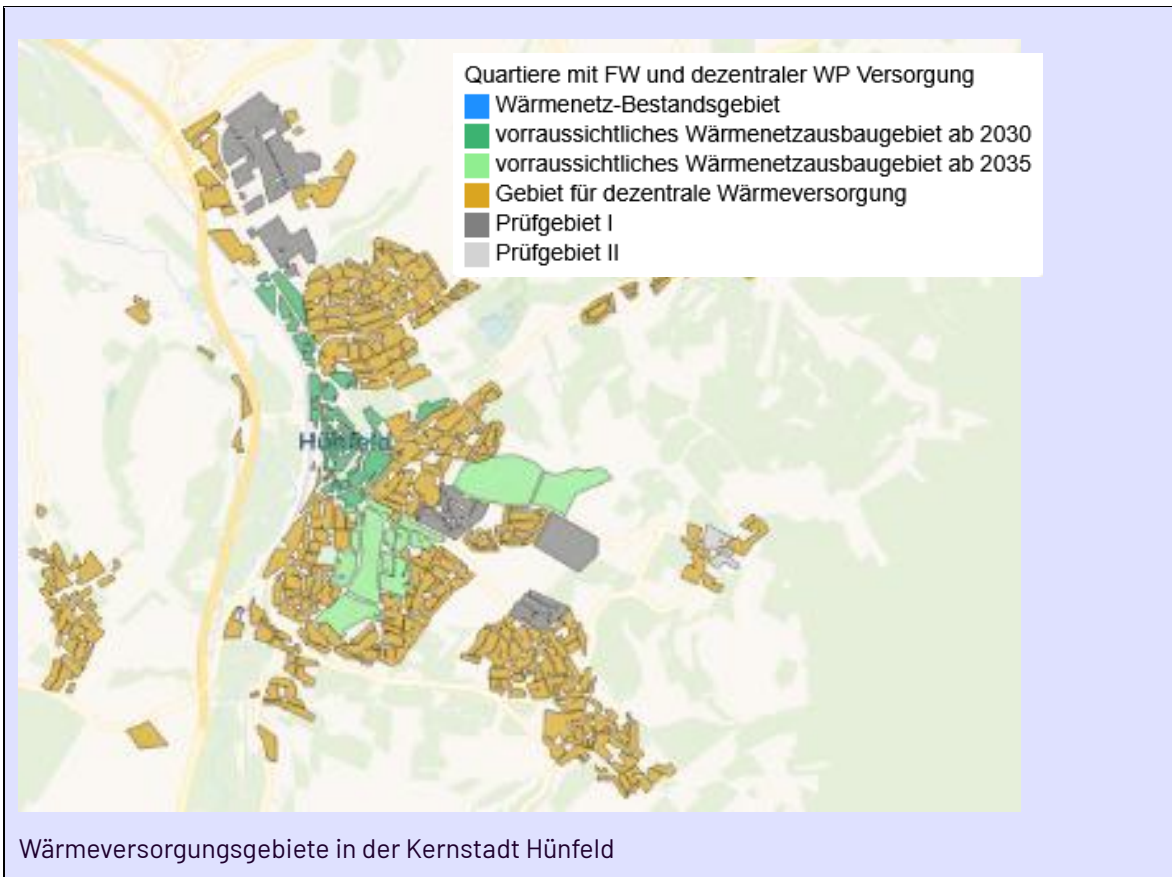
9.3 Projektskizze 3: Fortführung der Gespräche mit der Industrie zur Kooperation beim Aufbau von Wärmenetzen



<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Zielszenario wird der Aufbau eines zusammenhängenden Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld empfohlen. Industrieunternehmen kommen dabei als wichtige</p>
---------------------------------	---

	<p>Ankerkunden und teilweise als Abwärmelieferanten infrage (vgl. Kapitel 4.11).</p> <p>Teile von Michelsrombach werden als Prüfgebiet ausgewiesen. Ein Wärmenetz erscheint dort insbesondere dann realisierbar, wenn die Abwärme aus dem Elektrolyseur der ABO WIND GmbH oder der Kruppert Wäsche-Dienst GmbH kostengünstig zur Verfügung steht.</p>
Eignungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Wärmeversorgungsgebiete • Prüfgebiet Michelsrombach
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Wirtschaftlichkeit potenzieller Wärmenetze.
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung und Vertiefung der Gespräche mit Industrieunternehmen mit dem Ziel einer Kooperation beim Aufbau von Wärmenetzen.
Treibhausgasminderung	<ul style="list-style-type: none"> • Das Potenzial für die Treibhausgasminderung wurde in Kapitel 7.2 dargestellt.
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Es entstehen Kosten für die Koordination und fachliche Begleitung der Kooperationsgespräche. Einschließlich der Erfassung und Auswertung unternehmensbezogener Daten. • Die Kosten werden auf rund 10-20 T€ geschätzt.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Ansprache der relevanten Unternehmen zur Klärung der grundsätzlichen Kooperationsbereitschaft. • Vorbereitung und Durchführung eines oder mehrerer strukturierter Auftaktgespräche.
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Magistrat der Stadt Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung, Stadtwerke Hünfeld GmbH, diverse Industrieunternehmen
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Maßnahme: 1. Quartal 2026
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch

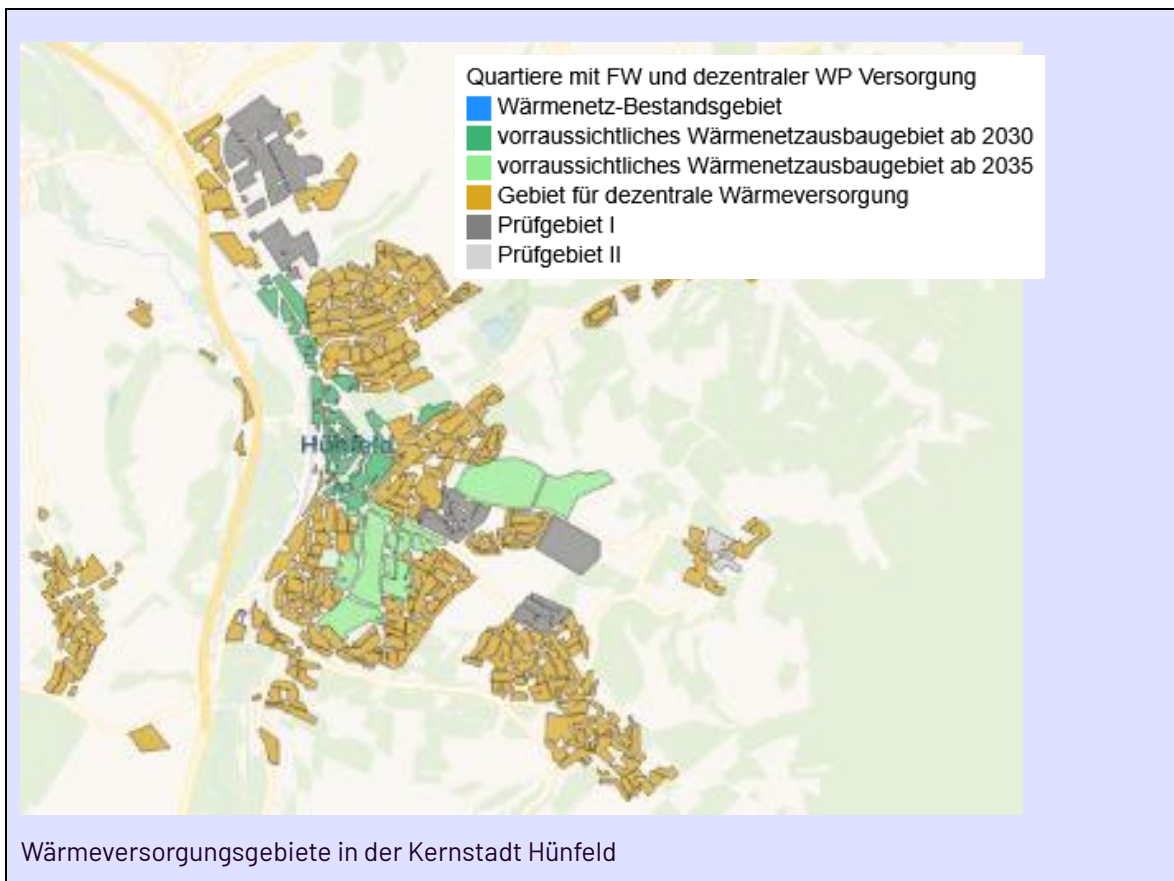
9.4 Projektskizze 4: Beantragung von Fördermitteln für eine Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Kernstadt



Ausgangssituation	Das Zielszenario sieht den Aufbau eines zusammenhängenden Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld vor. Als zentraler Umsetzungspartner wird insbesondere die Stadtwerke Hünfeld GmbH betrachtet.
Eignungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer geförderten Machbarkeitsstudie auf Basis des im Zielszenario entwickelten Ausbaukonzepts.
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Beantragung von Fördermitteln zur Durchführung einer Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines Wärmenetzes im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) beim BAFA.
Treibhausgasminderung	Das im Zielszenario ermittelte Minderungspotenzial (vgl. Kapitel 7.2) wird durch die Umsetzung des Wärmenetzes anteilig realisiert.
Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Erstellung des Fördermittelantrags werden auf rund 10–15 T€ geschätzt und wären vom Antragsteller (z. B. Stadtwerke Hünfeld GmbH) zu tragen.

Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der Fördervoraussetzungen und der Rahmenbedingungen. • Auswahl eines geeigneten Dienstleisters zur Erstellung des Fördermittelantrags.
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtwerke Hünfeld GmbH
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, Stadtwerke Hünfeld GmbH, BAFA
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Maßnahme: 1. Quartal 2026
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoch

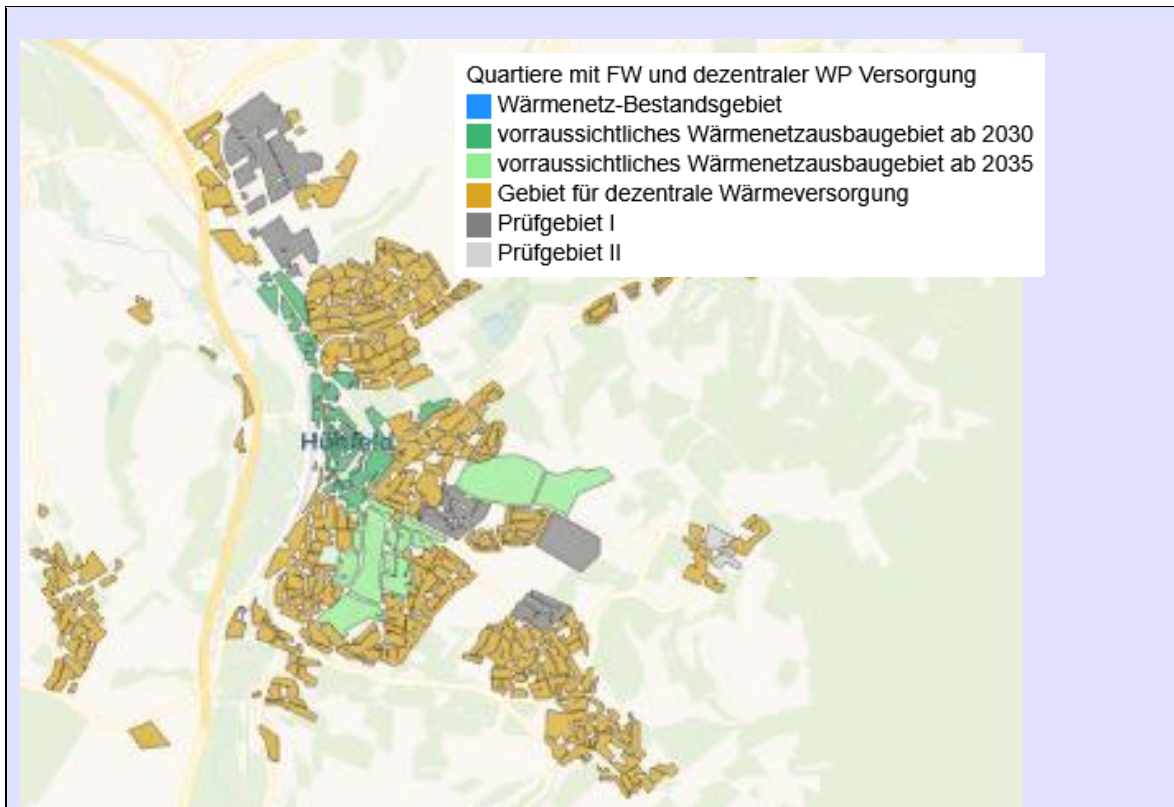
9.5 Projektskizze 5: Durchführung der Machbarkeitsstudie für ein Wärmenetz in der Kernstadt



Ausgangssituation	Das Zielszenario sieht den Aufbau eines zusammenhängenden Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld vor. Als zentraler Umsetzungspartner wird insbesondere die Stadtwerke Hünfeld GmbH betrachtet.
Eignungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt

Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Machbarkeitsstudie für ein größeres, zusammenhängendes Wärmenetz in der Kernstadt von Hünfeld. • Schaffung der fachlichen und wirtschaftlichen Grundlage für die anschließende Beantragung einer Investitionsförderung (vgl. Kapitel 9.6).
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Nach Erhalt des Förderbescheids (vgl. Kapitel 9.4) Beauftragung und Durchführung der Machbarkeitsstudie. • Aufgrund vertiefter technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Prüfung des Wärmenetzprojekts ist gegebenenfalls eine Anpassung gegenüber der kommunalen Wärmeplanung erforderlich. • Berücksichtigung der Auswirkungen auf das bestehende Gasnetz sowie dessen perspektivische Transformation bzw. Rückbau bis 2045.
Treibhausgasminderung	Das in Kapitel 7.2 dargestellte Minderungspotenzial bildet die Grundlage der Bewertung. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie können sich erforderliche Anpassungen der Treibhausgasminderungsrate ergeben.
Kosten und Finanzierung	Die Kosten für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie werden auf 100–130 T€ geschätzt. Eine Förderung kann auf Basis der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) mit bis zu 50 % gefördert werden. Der Eigenanteil wäre vom Antragsteller (z. B. Stadtwerke Hünfeld GmbH) zu tragen.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung und Einreichung des Fördermittelanspruchs für die Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4).
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtwerke Hünfeld GmbH
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung, BAFA, Ankerkunden, Abwärmelieferanten
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Machbarkeitsstudie nach Erhalt des Fördermittelbescheids. • Bei Antragstellung im 2. Quartal 2026 ist nach aktuellem Kenntnisstand mit einem Bescheid Ende 2026 bzw. Anfang 2027 zu rechnen.
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoch

9.6 Projektskizze 6: Beantragung von Fördermitteln für den Aufbau des Wärmenetzes sowie anschließende Umsetzung der Baumaßnahmen

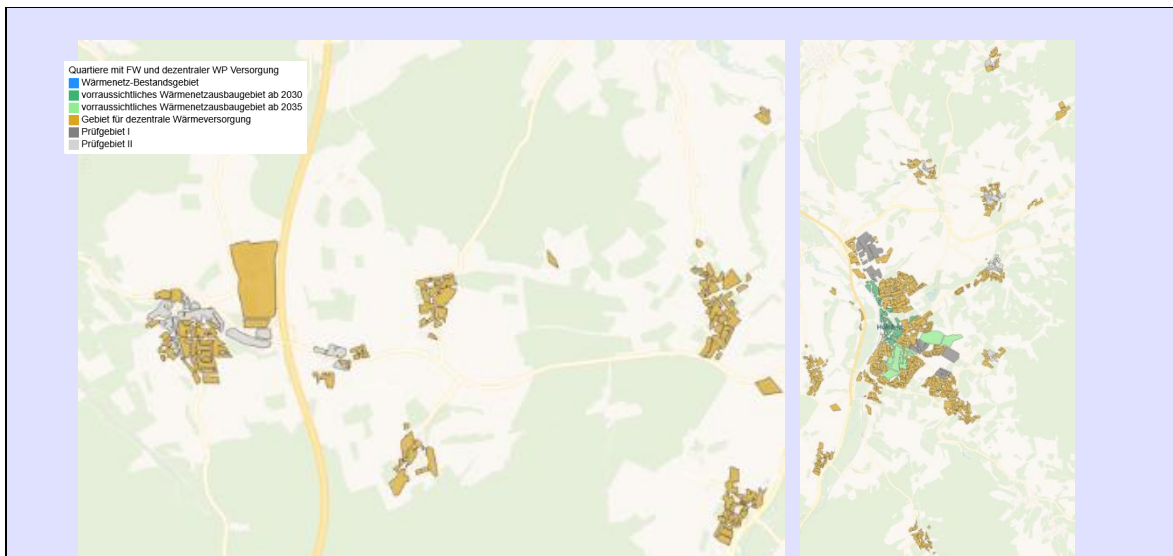


Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt Hünfeld

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Das Zielszenario sieht den Aufbau eines zusammenhängenden Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld vor. Als zentraler Umsetzungspartner wird insbesondere die Stadtwerke Hünfeld GmbH betrachtet.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt
<p>Zielsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einwerbung von Fördermitteln für den Aufbau eines Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld auf Grundlage der erarbeiteten Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.5). • Umsetzung des geförderten Wärmenetzkonzepts einschließlich Realisierung der erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen.
<p>Maßnahmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der aktuell geltenden Förderbedingungen für Investitions- und Betriebskosten auf Grundlage der abgeschlossenen Machbarkeitsstudie. • Erstellung und Einreichung des Förderantrags. • Nach Erhalt des Förderbescheids: Vorbereitung und Umsetzung des Wärmenetzausbaus (Planung, Ausschreibung, Bau).

Treibhausgasminderung	Das in Kapitel 7.2 dargestellte Minderungspotenzial bildet die Grundlage für die Maßnahme. Im Zuge der Machbarkeitsstudie kann sich auf Basis neuer Erkenntnisse dieses Potenzial ändern.
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten für die Erstellung des Fördermittelantrags werden auf 10–30 T€ geschätzt und sind vom Antragsteller (z. B. der Stadtwerke Hünfeld GmbH) zu tragen. • Die Investitionskosten für den Aufbau des Wärmenetzes werden in der Machbarkeitsstudie (vgl. 9.5) konkret ermittelt.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung des Fördermittelantrags für die Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.4) • Durchführung der Machbarkeitsstudie (vgl. Kapitel 9.5)
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtwerke Hünfeld GmbH
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, Fördermittelgeber (BAFA, BEW), Stadtwerke Hünfeld GmbH, Ankerkunden, Abwärmelieferanten
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung nach Abschluss der Machbarkeitsstudie. • Bei Start der Studie Anfang 2027 ist ein Abschluss im 1. Quartal 2028 realistisch. • Beantragung von Investitionsfördermitteln zum Aufbau des Wärmenetzes im 2. oder 3. Quartal 2028.
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoch

9.7 Projektskizze 7: Informationskampagne zu Möglichkeiten für genossenschaftlich betriebener Wärmenetze

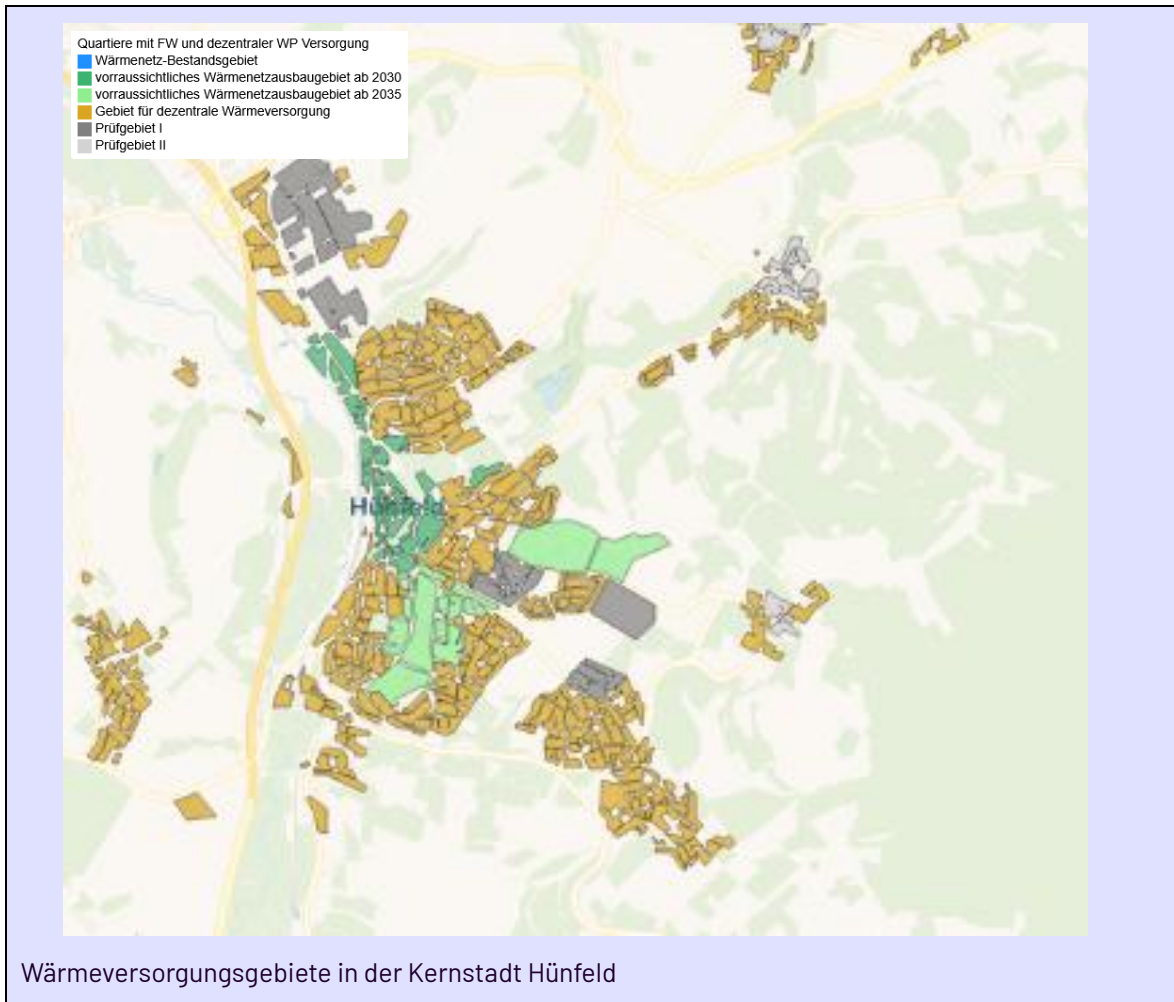


Wärmeversorgungsgebiete in Hünfeld

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Zielszenario werden außerhalb der Kernstadt von Hünfeld keine Gebiete als prioritäre Wärmenetzgebiete ausgewiesen. Gleichwohl bestehen in einzelnen Prüfgebieten außerhalb des Stadtzentrums Wärmebedarfsdichten, die die Realisierung kleinerer Wärmenetze oder sogenannter Gebäudenetze grundsätzlich ermöglichen. Eine Umsetzung erscheint insb. mit genossenschaftlichen Betriebsmodellen potenziell vorstellbar, wenn es gelingt, kostengünstige Wärmequellen zu erschließen (vgl. Kapitel 5.5). Ein weiterer Vorteil sind die potenziell höheren Anschlussquoten. Derzeit sind in Hünfeld keine Initiativen zur Gründung einer Energiegenossenschaft mit dem Ziel der Errichtung von Wärmenetzen bekannt.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfgebiete II (vgl. Kapitel 7.1)
<p>Zielsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung und Aktivierung zusätzlicher Wärmenetzoptionen, insbesondere außerhalb der Kernstadt, durch genossenschaftliche oder bürgerschaftlich getragene Modelle.
<p>Maßnahmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer Informationskampagne zu Chancen, Rahmenbedingungen und Umsetzung genossenschaftlich betriebener Wärmenetze. • Unterstützung interessierter bürgerschaftlicher Initiativen bei der Gründung und Organisation entsprechender Modelle.
<p>Treibhausgasminderung</p>	<p>Die Maßnahme kann die Ablösung fossiler Heizsysteme beschleunigen und dadurch zur zusätzlichen Treibhausgasminderung beitragen.</p>

Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der Veranstaltungen entstehen Sach- und Personalkosten in einer Größenordnung von geschätzt 10–20 T€ (je nach Umfang der Kampagne). • Die Finanzierung erfolgt durch die Stadt Hünfeld. • ggf. kann eine fachliche Unterstützung bei der LEA Hessen im Rahmen des Programms „Wärmewendecoaching“ angefordert werden.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung möglicher Unterstützungsleistungen durch die LEA Hessen • Konzeption, Planung und organisatorische Vorbereitung der Informationskampagne • Vorgespräche mit wichtigen Stakeholdern und lokalen Akteuren in den Stadtteilen (Ortsbeiräte, Vereine o. a.)
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Magistrat der Stadt Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, LEA Hessen, Ortsbeiräte und Vereine in Hünfeld, Stadtwerke Hünfeld GmbH, BAFA
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Maßnahme: 1. Quartal 2026
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoch

9.8 Projektskizze 8: Synchronisieren der Infrastrukturprojekte

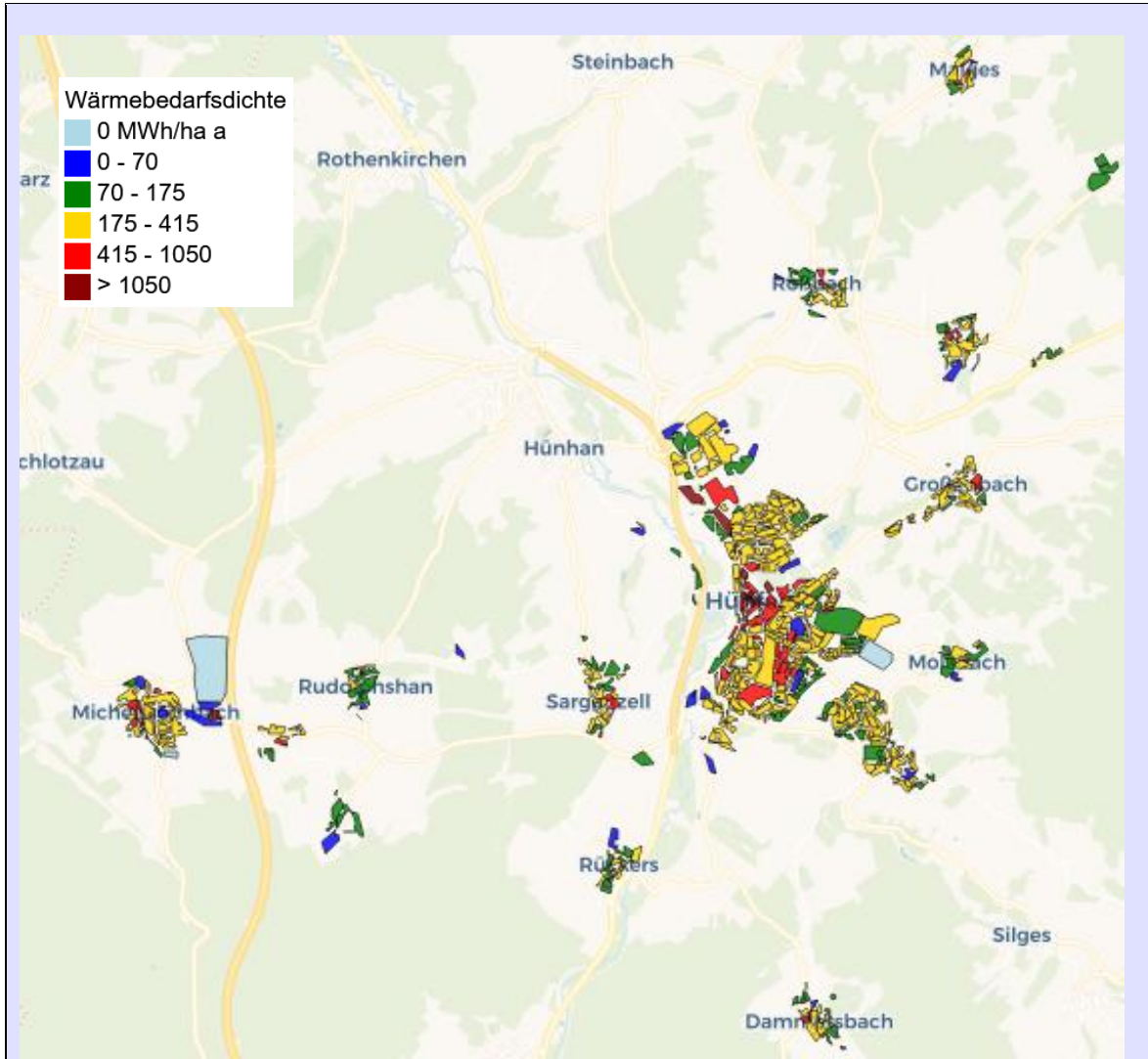


Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt Hünfeld

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Zielszenario wird der Aufbau eines größeren zusammenhängenden Wärmenetzes in der Kernstadt von Hünfeld empfohlen. Als potenzielle Projektträgerin und Netzbetreiberin kommt insbesondere die Stadtwerke Hünfeld GmbH in Betracht. Für eine wirtschaftliche Umsetzung ist der Wärmenetzausbau frühzeitig mit geplanten Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Straßen- und Kanalbau) zu koordinieren, um Synergien zu nutzen und Tiefbaukosten zu reduzieren.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Wärmeversorgungsgebiete in der Kernstadt Hünfeld
<p>Zielsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinierte Planung von Tiefbaumaßnahmen für den Ausbau des Wärmenetzes und neuer Erzeugungsanlagen (ggf. Austausch von Anlagen) mit anderen Infrastrukturprojekten. • Reduzierung von Investitionskosten sowie Minimierung von Belastungen für Anlieger und Verkehr durch gebündelte Bauabläufe.

Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung der in den nächsten 10 Jahren geplanten bzw. absehbaren Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Straßenbau, Kanalbau, Leitungsmodernisierungen). • Prüfung von Synergieeffekten zwischen den geplanten Baumaßnahmen und dem Wärmenetzausbau. • Zeitliche und fachliche Abstimmung mit den zuständigen Planungs- und Leitungsträgern der Baumaßnahmen.
Treibhausgasminderung	Aus der Maßnahme ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Mögliche Kostensenkungen können die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetz verbessern. Dies kann die Anschlussbereitschaft erhöhen und mittelbar zu einer beschleunigten Umstellung auf GEG-konforme Wärmeerzeuger führen. Daraus können sich zusätzliche Treibhausgasreduzierungen ergeben.
Kosten und Finanzierung	Es entsteht vorrangig interner Personal- und Koordinierungsaufwand für Analyse, Abstimmung und Planung.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung geplanter Infrastrukturprojekte mit potenziellen Synergien zum Wärmenetzausbau. • Abstimmungsgespräche mit den jeweils zuständigen Verantwortlichen der Planungsträger. • Sofern sich weitere Wärmenetzpotenziale in den außenliegenden Stadtteilen ergeben (vgl. Kapitel 5.5), wären ähnliche Analysen auch dort sinnvoll.
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Magistrat der Stadt Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, Stadtwerke Hünfeld GmbH, Leitungsträger, Straßenbaulastträger
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Abfrage geplanter Infrastrukturmaßnahmen bei Verantwortlichen sowie interne Analyse potenzieller Synergien: 1. Halbjahr 2026
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch

9.9 Projektskizze 9: Regelmäßige Aktualisierung Wärmeatlas und Wärmebedarfsentwicklung

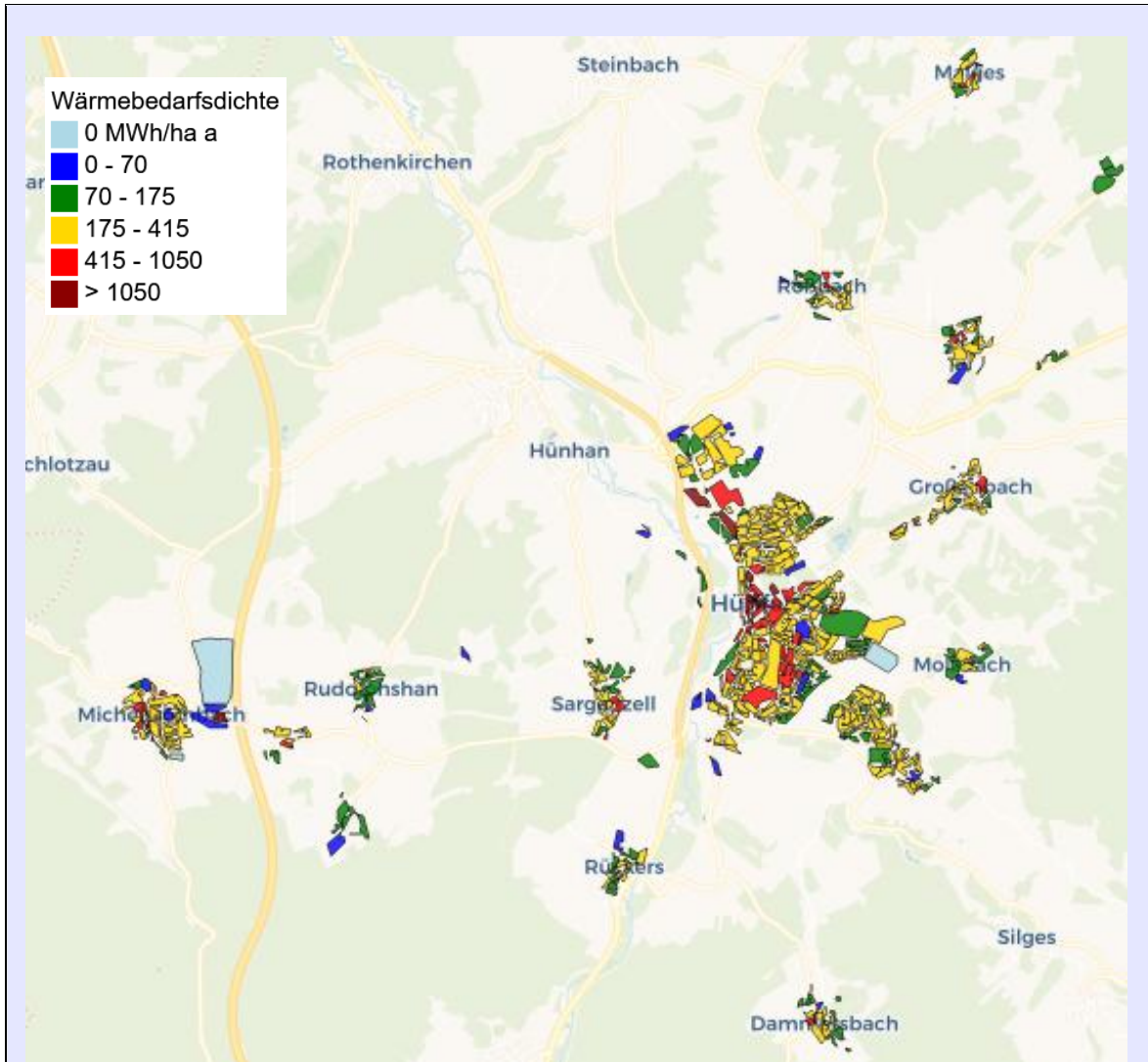


Wärmeatlas für Hünfeld, Darstellung des spezifischen Wärmebedarfs in kWh/(m²·a) im Jahr 2023 auf Baublockebene

<p>Ausgangssituation</p>	<p>Im Rahmen der Wärmeplanung wurde ein Wärmeatlas erstellt. Dieser wurde durch die Qconcept Energy GmbH digital so aufbereitet und bereitgestellt, dass eine regelmäßige Aktualisierung der zugrunde liegenden Daten und der abgeleiteten Wärmebedarfsentwicklung möglich ist. Der Wärmeatlas ist ein wichtiges Steuerungsinstrument zur Überprüfung und Fortschreibung der Wäremplanung.</p>
<p>Eignungsgebiete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtes Stadtgebiet
<p>Zielsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassung von geänderten Wärmebedarfen • Vorprüfung von Anpassungsbedarfen im Zielszenario oder des zeitlichen Umsetzungskonzepts

Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Erfassung der Inputdaten des Wärmeatlases (z. B. alle 2 Jahre). • Aktualisierung des Wärmeatlas und der veränderten Wärmebedarfsentwicklung. • Grobprüfung, ob sich daraus Anpassungsbedarfe im Zielszenario oder in der inhaltlichen bzw. zeitlichen Umsetzungsplanung ergeben. • Sofern Anpassungsbedarfe festgestellt wurden: Prüfung einer vorgezogenen Aktualisierung der Wärmeplanung oder einzelner Teilbereiche der Wärmeplanung.
Treibhausgasminderung	Es ergibt sich keine unmittelbare Treibhausgasminderung. Sofern erkennbar wird, dass Maßnahmen schneller umgesetzt werden können, kann eine Senkung von Treibhausgasemissionen erfolgen.
Kosten und Finanzierung	Es entsteht vorrangig interner Aufwand. Sofern zusätzlich externe Unterstützung für die Aktualisierung oder die Grobprüfung benötigt wird, wird der Aufwand im niedrigen fünfstelligen Bereich geschätzt.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Rubrik „Maßnahmen“
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Magistrat der Stadt Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld, Datenlieferanten für die Inputdaten des Wärmeatlas (insb. Gasnetzbetreiber und Schornsteinfeger)
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Aktualisierung: 2027 • Aktualisierung: z. B. alle 2 Jahre (spätestens alle 5 Jahre gemäß WPG)
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Mittel

9.10 Projektskizze 10: Weitere energetische Optimierung der Gebäude der Stadt Hünfeld



Wärmeatlas für Hünfeld, Darstellung des spezifischen Wärmebedarfs in kWh/(m²·a) im Jahr 2023 auf Baublockebene

Ausgangssituation

Die Stadt Hünfeld verfügt über eine große Zahl eigener Immobilien. Die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz dieser Bestandsgebäude ist ein zentraler Baustein zur Erreichung der Klimaneutralität im Wärmesektor. Bereits heute werden im Zuge von Sanierungsmaßnahmen energetische Verbesserungen der Gebäude zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt. Dieses Potenzial soll weiter ausgeschöpft werden.

Eignungsgebiete

- Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Konsequente Reduzierung der durch den stadteigenen Gebäudebestand verursachten Treibhausgasemissionen.
Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Zielwerten zur Senkung der Treibhausgasemissionen im stadteigenen Gebäudebestand. • Bewertung des bestehenden Gebäudesanierungsprogramms hinsichtlich seiner Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen. • Identifikation und Priorisierung zusätzlicher Optimierungsmaßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen. • Systematische Ausrichtung künftiger Gebäudesanierungen auf eine maximale Reduzierung der Treibhausgasemissionen.
Treibhausgasminderung	Die konkrete Treibhausgasminderung ist abhängig von Art und Umfang der jeweils geplanten bzw. umgesetzten Maßnahmen und ist projektspezifisch zu ermitteln.
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> • Für geplante Sanierungsmaßnahmen werden im Rahmen der Haushaltsvorbereitung standardmäßig maßnahmenbezogene Kostenschätzungen erstellt. • Die Finanzierung kann über eine Kombination von Förderprogrammen (z. B. BEG, Klimaschutzrichtlinie, Mittel aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung – EFRE o. a.) sowie eigenen Haushaltsmitteln der Stadt Hünfeld erfolgen.
Nächste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Rubrik „Maßnahmen“
Verantwortlich	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld
Wichtige Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Stadtverwaltung Hünfeld (inbes. Bau- und Liegenschaftsmanagement), Nutzer der stadteigenen Gebäude
Sonstiges	
Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> • Start der Maßnahme: 1. Quartal 2027 • Überprüfung: jedes Jahr im Rahmen der Haushalts- und Sanierungsplanung.
Priorität	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch

10 Verstetigungsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung entwickelt ein Zielbild für eine weitgehende klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 und konkrete Maßnahmen zur Erreichung dieses ambitionierten Ziels. Während die erste Erarbeitung dieser Strategien und Maßnahmen ein

zeitlich begrenztes Projekt darstellt, ist deren Umsetzung eine dauerhafte kommunale Aufgabe.

Zur Sicherstellung der langfristigen Wirksamkeit ist eine organisatorische Verstetigung innerhalb der bestehenden Verwaltungs- und Akteursstrukturen erforderlich. Das betrifft insbesondere die Kommunalverwaltung, aber gegebenenfalls auch Energieversorger, Wohnungsbaugesellschaften oder andere Akteure.

Zentraler Bestandteil der Verstetigungsstrategie ist zunächst die Festlegung klarer Zuständigkeiten für:

- die Gesamtkoordination der Maßnahmenumsetzung,
- das Controlling (Überwachung des Umsetzungsstands der Maßnahmen, Kontrolle der Zielerreichung, Nachsteuerung, wenn nötig),
- die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (mindestens alle fünf Jahre).

Diese Aufgaben sollten innerhalb der Kommunalverwaltung an einer Stelle gebündelt werden. Die organisatorische Zuordnung kann je nach Verwaltungsstruktur variieren. Entscheidend ist eine klare Verantwortungszuweisung. Da es sich um eine fachübergreifende Planungs- und Steuerungsaufgabe handelt, die zugleich zentrale stadtplanerische Bezüge aufweist, wird die Zuständigkeit häufig im Planungsamt verortet. Alternativ kommt eine Zuordnung zum Umweltamt in Betracht, da die Maßnahmen einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung von CO₂-Emissionen und anderen Luftschadstoffen leisten. Ebenfalls denkbar ist eine Verortung im Hauptamt, sofern der Schwerpunkt auf der übergeordneten Koordination und der ämterübergreifenden Steuerung der Maßnahmen liegt.

Es wird empfohlen, eine verantwortliche Person zu benennen, die die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft koordiniert und als zentrale Ansprechperson fungiert. Ein verwaltungsinterner Abstimmungstermin zum Stand der Maßnahmen sollte mindestens ein- bis zweimal jährlich stattfinden.

Zur Sicherstellung einer belastbaren Steuerungsgrundlage sollte der Wärmetlas regelmäßig aktualisiert werden. Hierzu zählen insbesondere:

- Verbrauchsdaten,
- Schornsteinfegerdaten,
- ALKIS-Daten,
- Wärmebedarf von Neubaugebieten oder
- Verdichtungsmaßnahmen.

Es wird empfohlen, diese Aktualisierung des Wärmetlas im Abstand von zwei bis drei Jahren durchzuführen und die Entwicklung des Wärmebedarfs systematisch auszuwerten.

Ein weiterer Bestandteil ist die kontinuierliche Erfassung neuer potenzieller Wärmequellen aus erneuerbare Energien oder industrieller Abwärme.

In Hünfeld betrifft dies insbesondere:

- industrielle Abwärmepotenziale in Michelsrombach (u. a. ABO WIND GmbH, Kruppert Wäsche-Dienst GmbH),
- Potenziale in der Kernstadt Hünfeld (geplantes Rechenzentrum, Hochwald Foods GmbH) und
- die Biogasanlage in Kirchhasel sowie die Abwärme einer Biogasanlage.

Neben der Gesamtkoordination sollten auch die Zuständigkeiten in der Kommunalverwaltung für die Umsetzung der Einzelmaßnahmen geklärt werden. Im Rahmen des Projektmanagements sind die Ziele, Meilensteine und die Zeitpläne für Maßnahmen oder Teilschritte im Detail festzuhalten. Die Projektskizzen der Umsetzungsstrategie in Kapitel 9 enthalten bereits definierte Maßnahmen und benennen erste Schritte, wichtige Meilensteine und Zuständigkeiten.

Zusätzlich zu den verwaltungsinternen Zuständigkeiten empfehlen wir, ein Gremium zu etablieren, in dem sich die für die Maßnahmen zuständigen Akteure regelmäßig austauschen. Wesentliche Inhalte sind:

- Austausch zum Umsetzungsstand der definierten Maßnahmen
- Bericht über die Erreichung von Zielen und Zwischenzielen
- Entwicklung neuer Maßnahmen
- Planung und Durchführung der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung

Dieser Austausch kann über das im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung etablierte Projektteam erfolgen. Denkbar wäre auch, einen regelmäßigen Austausch der wichtigsten Stakeholder (Energieversorger, Leitungsträger, Straßenbaulastträger, Wohnungsbaugesellschaften o. a.) zu organisieren. Damit könnte sichergestellt werden, dass alle relevanten Akteure des Wärmenetzausbaus gemeinsam kontinuierlich an einer effizienten Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen arbeiten.

11 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept dient der systematischen Steuerung der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und der Zielerreichung.

Schwerpunkte des Controllings sind:

- Erfolgskontrolle der inhaltlichen, zeitlichen und wirtschaftlichen Zieleerreichung,
- Monitoring der Maßnahmenplanung und -umsetzung gemäß der Umsetzungsstrategie und
- die Entwicklung und Koordination gegensteuernder Maßnahmen, sofern die Einzelmaßnahmen nicht oder nicht zeitgerecht umgesetzt werden oder die damit angestrebten Ziele absehbar nicht erreicht werden.

Es wird empfohlen, die Verantwortung für das Controlling organisatorisch im gleichen Amt und gegebenenfalls bei der gleichen Person zu verankern, wo auch die Zuständigkeit für die Verstetigungsstrategie angesiedelt ist (vgl. Kapitel 10). Eine Bündelung der Aufgaben bei einer zentral verantwortlichen Stelle erhöht Transparenz und Steuerungsfähigkeit.

Die Überprüfung der übergeordneten Ziele – insbesondere der Reduzierung der Treibhausgasemissionen über die Betrachtungszeitpunkte hinweg bis zur Klimaneutralität im Jahr 2045 – erfolgt durch:

- die regelmäßige Aktualisierung des Wärmealas sowie
- spätestens im Rahmen der gesetzlich vorgesehenen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung im Fünfjahreszyklus.

Das Controlling der Einzelmaßnahmen aus der Umsetzungsstrategie (inhaltlich, zeitlich und hinsichtlich der Einhaltung wirtschaftlicher Vorgaben bzw. vereinbarter Budgets) kann im Rahmen der jeweiligen Projektsteuerung etabliert werden.

Ergänzend ist ein übergreifendes Berichtswesen zum Umsetzungsstand aller Maßnahmen einzurichten. Ein solcher Bericht soll:

- den aktuellen Umsetzungsstand der Maßnahmen darstellen,
- die maßnahmenbezogene Zielabweichungen identifizieren und
- ggf. erforderlichen Anpassungsbedarf benennen.

Grundlage dafür können die oben dargestellten Projektskizzen sein. Der Bericht sollte ein- bis zweimal jährlich erstellt werden.

12 Zusammenfassung

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Hünfeld wurde im Zeitraum Dezember 2024 bis Januar 2026 erarbeitet. Zum Zeitpunkt des Projektbeginns bestand noch keine gesetzliche Verpflichtung zur Erstellung einer Wärmeplanung. Diese ergab sich erst mit Inkrafttreten der Hessischen Verordnung zur kommunalen Wärmeplanung am 17.11.2025.

Unabhängig davon wurde die Planung frühzeitig an den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) ausgerichtet und nicht allein an den Vorgaben des Hessischen Energiegesetzes (HEG). Ziel war die Entwicklung einer technisch realisierbaren, wirtschaftlich tragfähigen und langfristig belastbaren Strategie zur Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurden zunächst Gebiete identifiziert, die nach den Kriterien des WPG mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet sind. Auf eine verkürzte Wärmeplanung für diese Teilgebiete wurde dennoch verzichtet. Stattdessen wurden sämtliche Gebiete im weiteren Planungsprozess vollumfänglich berücksichtigt. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass die Planung gegenüber veränderten Rahmenbedingungen (wie etwa neuen Wärmebedarfen oder neuen kostengünstigen Wärmequellen) anpassungsfähig bleibt.

Das zentrale Ergebnis der Bestandsanalyse ist ein gebäudescharfer Wärmeetlas für die Stadt Hünfeld. Grundlage bilden die Zählerdaten für Gas, Wärme und Strom des Jahres 2023. Ergänzend wurden Schornsteinfegerdaten, Daten aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS) sowie Infrastrukturdaten zu Gas-, Wärme-, Strom- und Abwassernetzen einbezogen.

Auf Grundlage dieser Datensätze wurde die aktuelle Beheizungsstruktur ausgewertet und eine Treibhausgasbilanz erstellt. Die vorhandenen Wärmeversorgungsinfrastrukturen wurden zudem im GIS-Format erfasst und räumlich abgebildet.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass die Wärmeversorgung der Stadt Hünfeld derzeit nahezu vollständig fossil geprägt ist. Daraus resultieren jährliche Treibhausgasemissionen von rund 62 200 t CO₂-Äquivalenten. Die sektorale Verteilung des Wärmebedarfs beträgt 49,2 % auf Haushalte, 35,3 % auf Industrie, 7,3 % auf öffentliche Gebäude und 8,2 % entfallen auf Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD).

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde die Entwicklung des Wärmebedarfs differenziert nach Sektoren bis zum Zieljahr 2045 modelliert. Auf Basis der angenommenen Sanierungsraten und Effizienzsteigerungen wird ein Rückgang des Wärmebedarfs um rund 6,6 % bis 2030 und um rund 20 % bis 2045 prognostiziert. Effizienzmaßnahmen bilden damit einen zentralen Baustein der Transformation.

Darüber hinaus wurden die Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung untersucht. Ein besonders relevantes Potenzial besteht in der Nutzung gereinigten Abwassers der städtischen Kläranlage mittels Großwärmepumpe. Abhängig vom Anwendungsfall können dabei Jahresarbeitszahlen der Großwärmepumpe zwischen 3,2 und 3,4 erreicht werden. Die technisch mögliche Heizleistung beträgt bis zu 2,5 MW_{th}.

Der Fluss Haune wurde als Wärmequelle geprüft. Aufgrund des geringen Ablaufs ist eine wirtschaftliche Nutzung für ein Wärmenetz nicht darstellbar.

Geeignete Aufstellflächen für Groß-Luftwärmepumpen wurden in räumlicher Nähe zum geplanten Wärmenetz identifiziert. Dadurch ergeben sich technisch grundsätzlich realisierbare Optionen zur Integration dieser Technologie in eine zentrale Wärmeversorgung.

Auch für die Nutzung oberflächennaher Geothermie wurden geeignete Flächen ermittelt. Diese Potenziale können sowohl für dezentrale Anwendungen als auch perspektivisch für quartiersbezogene Lösungen relevant sein.

Darüber hinaus wurden geeignete Flächen zur Errichtung von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen identifiziert. Für Freiflächen-Solarthermie ergibt sich – je nach Auslegung (sommerliche Schwachlast oder Einbindung eines saisonalen Speichers) – ein potenzieller technischer Jahresertrag von rund 5 600 GWh/a bis 8 900 GWh/a. Auf den untersuchten Flächen können zudem PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von bis zu 3.700 MW_p und einem jährlichen Stromertrag von etwa 3 700 GWh/a technisch realisiert werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das Abwärmepotenzial der in Hünfeld ansässigen Industrie untersucht. Mehrere Unternehmen verfügen über nutzbare Abwärme, die jedoch

überwiegend betriebsintern wirtschaftlicher eingesetzt werden soll. Für eine wirtschaftliche Einspeisung in ein zentrales Wärmenetz erscheint das Potenzial eher nicht geeignet.

In Michelsrombach besteht ein Abwärmepotenzial aus einem Elektrolyseur. Diese Wärme kann sowohl zur Versorgung umliegender Gebäude als auch zur Vorerwärmung von Waschwasser für die Wäscherei in nächster Nähe eingesetzt werden. Hier können fossile Energieträger unmittelbar substituiert werden.

In Kirchhasel befindet sich eine Biogasanlage. Deren Abwärmepotenzial könnte perspektivisch über ein genossenschaftlich organisiertes Wärmenetz genutzt werden. Die Realisierbarkeit hängt dabei insbesondere von der Anschlussbereitschaft der lokalen Abnehmer sowie der wirtschaftlichen Ausgestaltung des Netzes ab.

Eine potenziell bedeutende Abwärmequelle stellt das geplante Rechenzentrum in Hünfeld dar. Die finale Entscheidung zu dessen Bau steht aktuell noch aus. Bei Realisierung kann eine gekoppelte Großwärmepumpe rund 13 500 MWh/a bei einer Wärmeleistung von 1,9 MW_{th} bereitstellen. Aufgrund der hohen zeitlichen Verfügbarkeit eignet sich diese Quelle insbesondere zur Grundlastversorgung eines Wärmenetzes.

Mit der Hochwald Foods GmbH ist ein industrieller Großverbraucher ansässig, der rund ein Drittel des gesamten Wärmebedarfs Hünfelds verbucht. Das Unternehmen besitzt sowohl Abwärmepotenzial als auch strategische Bedeutung als möglicher Ankerkunde in einem zentralen Wärmenetzsystem. Wenn das unternehmensinterne Projekt zur verstärkten Abwärmenutzung abgeschlossen ist, sollen vertiefende Gespräche zur Einbindung in eine städtische Wärmestrategie geführt werden.

Ein weiteres, bisher ungenutztes Abwärmepotenzial aus erneuerbaren Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen besteht nach derzeitigem Stand nicht.

Das lokal verfügbare Biomassepotenzial zur Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz ist insgesamt als begrenzt einzustufen. Es basiert überwiegend auf Hecken- und Baumschnitt. Daraus ergibt sich ein geschätztes jährliches Energiepotenzial von rund 3,5 GWh, das durch Verbrennung erschlossen werden könnte.

Tiefengeothermie ist grundsätzlich ab einer Tiefe von rund 2 000 m technisch und wirtschaftlich von besonderem Interesse. Angesichts der geologischen Unsicherheiten sowie Investitions- und Erschließungsrisiken wird sie im Zielszenario derzeit nicht priorisiert verfolgt.

Ein Strang des geplanten Wasserstoffkernnetzes soll an Hünfeld vorbeiführen. Eine Nutzung des Wasserstoffs erscheint insbesondere im industriellen Kontext bzw. zur zentralen Wärmeerzeugung in einem Wärmenetz nach aktuellem Stand denkbar. Eine Nutzung zur dezentralen Versorgung über ein separates Wasserstoffverteilernetz wird hingegen als unwahrscheinlich eingeschätzt und erfordert eine gesonderte Untersuchung.

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wurde die Bewertung der Eignung für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten vorgenommen. Im Vordergrund stand dabei die wirtschaftliche Tragfähigkeit. Maßgebliches Kriterium war die Wettbewerbsfähigkeit der erzielbaren Wärmegestehungskosten in ct/kWh im Vergleich zu dezentralen Lösungen.

Zur Bewertung der Wärmenetzeignung wurden auf Basis der Wärmebedarfsdichten potenzielle Trassenführungen entwickelt und die Wärmelinienindichten für das Zielszenario 2045 ausgewertet. Insgesamt wurden sieben Ausbauvarianten untersucht. Wirtschaftlich darstellbar erwiesen sich Ausbausvarianten mit Grenzwärmelinienindichten von 1250 kWh/(m·a) und 1500 kWh/(m·a). Beide Szenarien ermöglichen einen Netzausbau in weiten Teilen der Kernstadt von Hünfeld.

Die wirtschaftlich günstigsten Erzeugerkonzepte basieren auf Großwärmepumpen (Kläranlage und Rechenzentrum), ergänzt um Biomasse- und Gaskessel zur Spitzenlastsicherung. Die ermittelten Wärmegegostehungskosten liegen zwischen 17,6 ct/kWh und 19,4 ct/kWh (netto) und sind damit konkurrenzfähig zu dezentralen Lösungen. Unter Berücksichtigung der gemäß § 18 WPG relevanten zusätzlichen Bewertungskriterien Versorgungssicherheit, Realisierungsrisiko und kumulierte THG-Emissionen wurde das Ausbauszenario 1250 kWh/(m·a) als Vorzugsvariante definiert.

Im Ergebnis können in Hünfeld perspektivisch rund 12 % des gesamtstädtischen Wärmebedarfs über ein Wärmenetz gedeckt werden. Der Schwerpunkt der leitungsgebundenen Versorgung liegt in der Kernstadt. Für die übrigen Gebiete werden dezentrale Versorgungslösungen als vorrangig geeignet bewertet. Außerhalb der Kernstadt könnten kleinere Wärmenetze oder sogenannte Gebäudenetze im Rahmen genossenschaftlicher Modelle oder durch Wohnungsbaugesellschaften umgesetzt werden.

Bei der Betrachtung der dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen wurden insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen (L/W-WP) und Sole-Wasser-Wärmepumpen (S/W-WP) als die zukünftig zentralen Erzeugertechnologien untersucht. 57 % des Wärmebedarfs könnten über dezentrale L/W-Wärmepumpen gedeckt werden. Die dezentrale Nutzung oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden (EWS) bis 100 m Tiefe deckt bis zu 18 % ab. Beide Werte beziehen sich auf den Wärmebedarf des Jahres 2023. Mit fortschreitender energetischer Sanierung steigt der relative Anteil erneuerbarer Wärmeversorgung weiter an.

Die Untersuchung auf Gebäude- und Quartiersebene liefert eine belastbare strategische Grundlage, ersetzt jedoch keine objektspezifische Einzelfallprüfung vor Investitionsentscheidungen. Die Luft-Wasser-Wärmepumpen sind mit den geringsten Wärmegegostehungskosten derzeit die wettbewerbsfähigsten Optionen zur dezentralen Wärmeversorgung.

Unter Berücksichtigung der Analyse der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungs-optionen wurde ein Zielszenario für die Stadt Hünfeld entwickelt. Dieses beschreibt die künftigen Anteile der Versorgungsarten, die eingesetzten Energieträger sowie den Verlauf der Treibhausgasemissionen bis zur Klimaneutralität im Jahr 2045. Bei einer konsequenten Umsetzung können die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung bis 2045 um rund 95 % gegenüber dem Ausgangszustand reduziert werden.

Auf Grundlage des Zielszenarios wurde eine Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen und Projektskizzen erarbeitet. Schwerpunkte liegen bei der energetischen Gebäudesanierung und Heizungsmodernisierung sowie dem schrittweisen Wärmenetzausbau in der Kernstadt.

Zur dauerhaften Verankerung der Ziele wurden zudem eine Verstetigungsstrategie sowie ein Controllingkonzept entwickelt, um die kontinuierliche Umsetzung, Überprüfung und Nachsteuerung sicherzustellen. Diese Aufgaben sind organisatorisch und verantwortlich in der Stadtverwaltung Hünfeld zu verankern.

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung zeigt, dass eine weitgehende treibhausgasneutrale Wärmeversorgung für Hünfeld bis zum Jahr 2045 technisch realisierbar und wirtschaftlich darstellbar ist – sofern die identifizierten Maßnahmen konsequent umgesetzt werden.

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen (Brennstoffemissionshandelsgesetz)
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BWP	Bundesverband Wärmepumpe e. V.
CO ₂ e	Kohlendioxid-Äquivalente
COP	Coefficient of Performance (Leistungskennzahl der Wärmepumpe)
EFH	Einfamilienhaus
EnEFG	Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Änderung des Energiedienstleistungsgesetzes (Energieeffizienzgesetz - EnEFG)
EWS	Erdwärmesonden
GEG	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz)
GeotIS	Geothermisches Informationssystem
GHD	Gewerbe / Handel / Dienstleistungen
GIS	Grafisches Informationssystem
GrwV	Grundwasserverordnung
HAST	Hausanschlussstationen
HBO	Hessische Bauordnung
HH	Haushalte
HEG	Hessisches Energiegesetz
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh _{el}	Kilowatt(stunden) elektrisch
kWh _{th}	Kilowatt(stunden) thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
L/W(-WP)	Luft-Wasser(-Wärmepumpe)
LCoH	Levelized Cost of Heat (Wärmegestehungskosten)
LEA Hessen	LandesEnergieAgentur Hessen
LOD	Level of Detail
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh _{el}	Megawattstunden elektrisch
MWh _{th}	Megawattstunde thermisch
OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer
PV	Photovoltaik
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance / Leistungskennzahl der Wärmepumpe über eine gesamte Heizperiode
SHK	Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik
SRm	Schüttraummeter
S/W(-WP)	Sole-Wasser(-Wärmepumpe)
TA Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)
THG	Treibhausgase
TWW	Trinkwarmwasserunterstützung
UVP-V Bergbau	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben
VaWS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP	Wärmepumpe
WPG	Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)
WPG-E	Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)
WRG	Wärmerückgewinnung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZFH	Zweifamilienhaus

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen). Westlicher Kartenausschnitt.	10
Abbildung 2: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind (blaue und grüne Einfärbungen). Östlicher Kartenausschnitt	11
Abbildung 3: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.	17
Abbildung 4: Baublockbezogener Anteil des Energieträgers Gas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.	18
Abbildung 5: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, soweit über Zählerdaten bekannt (westlicher Kartenausschnitt)	19
Abbildung 6: Baublockbezogener Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, soweit über Zählerdaten bekannt (östlicher Kartenausschnitt)	20
Abbildung 7: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (westlicher Kartenausschnitt)	21
Abbildung 8: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Strom am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (östlicher Kartenausschnitt) .	22
Abbildung 9: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (westlicher Kartenausschnitt)	23
Abbildung 10: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Biomasse am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme (östlicher Kartenausschnitt)	24
Abbildung 11: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.	25
Abbildung 12: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Heizöl am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt. .	26
Abbildung 13: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.	27

Abbildung 14: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung des Energieträgers Flüssiggas am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.	28
Abbildung 15: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Westlicher Kartenausschnitt.	29
Abbildung 16: Baublockbezogener Anteil der Wärmeversorgung über aktuell unbekannte Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme. Östlicher Kartenausschnitt.	30
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen bei der Wärmeerzeugung im Jahr 2023	31
Abbildung 18: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel). Westlicher Kartenausschnitt.	33
Abbildung 19: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Gaskessel). Östlicher Kartenausschnitt.	34
Abbildung 20: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.	35
Abbildung 21: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.	36
Abbildung 22: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (BHKW, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.	37
Abbildung 23: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (BHKW, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.	38
Abbildung 24: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt). Westlicher Kartenausschnitt.	39
Abbildung 25: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Stromheizung, soweit über Zählerdaten bekannt). Östlicher Kartenausschnitt.	40
Abbildung 26: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomasse inklusive Kamine). Westlicher Kartenausschnitt.	41

Abbildung 27: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Biomasse inklusive Kamine). Östlicher Kartenausschnitt.	42
Abbildung 28: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizöl). Westlicher Kartenausschnitt.	43
Abbildung 29: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Heizöl). Östlicher Kartenausschnitt.	44
Abbildung 30: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel). Westlicher Kartenausschnitt.	45
Abbildung 31: Baublockbezogene Darstellung dezentraler Wärmeerzeuger nach Anzahl und Art der Wärmeerzeuger (Flüssiggaskessel). Östlicher Kartenausschnitt.	46
Abbildung 32: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (Unbekannt). Westlicher Kartenausschnitt	47
Abbildung 33: Baublockbezogene Darstellung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger (Unbekannt). Östlicher Kartenausschnitt.....	48
Abbildung 34: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger. Westlicher Kartenausschnitt.....	49
Abbildung 35: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden dezentralen Wärmeerzeuger. Östlicher Kartenausschnitt.	50
Abbildung 36: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps (Stadtkern).....	52
Abbildung 37: Baublockbezogene Darstellung des überwiegenden Gebäudetyps (Umgebung)	53
Abbildung 38: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude. (Stadtkern).....	55
Abbildung 39: Baublockbezogene Darstellung der überwiegenden Baualtersklasse der Gebäude. (Umgebung)	56
Abbildung 40: Standortbezogene Darstellung bestehender sowie bekannter potenzieller Großverbraucher von Wärme, Gas oder Wasserstoff (gemäß § 7 Abs. 3 Nr. 3 WPG).....	57

Abbildung 41: Flächenhafte Lage (baublockbezogen) bestehender Gasnetze und -leitungen (ab mindestens 50 % Anteil an der Wärmeversorgung)	58
Abbildung 42: Abwassernetze und -leitungen (Gelb: Mindestnennweite DN 800).....	59
Abbildung 43: Standorte von Kläranlagen	60
Abbildung 44: Standortbezogene Darstellung bestehender, geplanter oder genehmigter Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt installierter Elektrolyseleistung	62
Abbildung 45: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsdichten in MWh/(ha·a). Westlicher Kartenausschnitt.....	66
Abbildung 46: Baublockbezogene Darstellung der Wärmeverbrauchsdichten in MWh/(ha·a). Östlicher Kartenausschnitt.	67
Abbildung 47: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniedichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Westlicher Kartenausschnitt.	69
Abbildung 48: Straßenabschnittsbezogene Darstellung der Wärmeliniedichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Östlicher Kartenausschnitt.....	70
Abbildung 49: Wärmeanwendungen und Treiber in den Sektoren Haushalte (links) sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie (rechts)	72
Abbildung 50: Wärmebedarfsreduktion von 2023 bis 2045 nach Sektoren.....	73
Abbildung 51: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für das geplante Gebiet.....	74
Abbildung 52: Einschränkunggebiete (links) und Positivauswahl (rechts) für die Identifikation geeigneter Flächen für Erdwärmesondenfelder in Hünfeld.	76
Abbildung 53: Ausschlussgebiete (links) für die Suche nach geeigneten Flächen für Erdwärmesondenfelder in Hünfeld. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.....	76
Abbildung 54: Oben: Flächen für Sondenfelder nach Verschneidung. Unten: Flächen für Erdwärmesondenfelder in der Stadt Hünfeld nach Art der Fläche	77
Abbildung 55: Gesamtgröße der Flächen nach Art in Hektar (Legende in Abbildung 54)	78
Abbildung 56: HLNUG-Planungskarte zur Nutzung des Untergrunds und zu möglichen Risiken	80

Abbildung 57: Auszug aus GeotIS mit den erwarteten nutzbaren Temperaturen in 2 000 m Tiefe	81
Abbildung 58: Temperaturverlauf der Flusstemperatur der Haune (Messstelle Hünfeld)	83
Abbildung 59: Wärmeerzeugung und COP der Flusswärmepumpe im Jahresverlauf ..	84
Abbildung 60: Mögliche Aufstellgebiete in Hünfeld für L/W-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben	86
Abbildung 61: Mögliche Aufstellgebiete im Stadtzentrum Hünfeld für L/W-Großwärmepumpen unter Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben	87
Abbildung 62: Temperaturen des gereinigten Abwassers und Zuflusswerte des Abwassers als Tagesmittelwerte des Jahres 2024 der Kläranlage Hünfeld	88
Abbildung 63: Gunstgebiete (links) und Einschränkungsgebiete (rechts) für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in der Stadt Hünfeld	91
Abbildung 64: Links: Ausschlussgebiete für die Suche nach geeigneten Flächen für Solarthermieranlagen in der Stadt Hünfeld. Rechts: Überlagerung von Positivauswahl, Eignung mit Einschränkung und Ausschlussgebieten.....	92
Abbildung 65: Flächen für Solarthermieranlagen nach Verschneidung	93
Abbildung 66: Thermische und elektrische Leistung sowie Anzahl der KWK-Anlagen nach Marktstammdatenregister	100
Abbildung 67: KWK-Anlagen in Hünfeld aus dem Marktstammdatenregister nach thermischer Leistung	100
Abbildung 68: Stromerzeugende Anlagen ohne Wärmeauskopplung aus Marktstammdatenregister nach elektrischer Bruttoleistung für Hünfeld.....	101
Abbildung 69: Zusammenhang zwischen Leistung und Normdurchmesser für Hausanschlussleitungen.....	107
Abbildung 70: Kostenannahmen der Hausanschlussleitungen in Abhängigkeit der Nennweite	108
Abbildung 71: Kostenannahmen für Hausanschlussstationen in Abhängigkeit der Anschlussleistung	108
Abbildung 72: Zusammenhang zwischen Wärmelinienendichte und spezifischen Kosten für die Wärmenetztrasse	109

Abbildung 73: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 90 €/MWh Erzeugungskosten	110
Abbildung 74: Wärmegestehungskosten bei angenommenen 70 €/MWh Erzeugungskosten	111
Abbildung 75: Preisentwicklung der Energieträger nach Ariadne-Analyse	115
Abbildung 76: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für unterschiedliche Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus	116
Abbildung 77: Vergleich der Wärmegestehungskosten (LCoH, netto) für verschiedene Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus	116
Abbildung 78: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Einfamilienhaus.....	118
Abbildung 79: Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten dezentraler Wärmeerzeuger im Mehrfamilienhaus	118
Abbildung 80: Anteile der Wärmeerzeuger an der Wärmeerzeugung aller Varianten .	121
Abbildung 81: Simulationsergebnis Variante 1; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung.	122
Abbildung 82: Simulationsergebnis Variante 2; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung	123
Abbildung 83: Simulationsergebnis Variante 3; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung	124
Abbildung 84: Simulationsergebnis Variante 4; Jahresverlauf der Wärmeerzeugung	125
Abbildung 85: Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung; Wärmegestehungspreis der verschiedenen Varianten	127
Abbildung 86: Kumulierte Treibhausgasemissionen zwischen 2025 und 2045 bei unterschiedlichen Wärmeerzeugungsvarianten	129
Abbildung 87: Wärmeabsatz im Wärmenetz im Zeitverlauf	131
Abbildung 88: Wärmebedarf und -bereitstellung im Zeitverlauf	132
Abbildung 89: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Westlicher Kartenausschnitt.	136
Abbildung 90: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Östlicher Kartenausschnitt.....	137

Abbildung 91: Zusammenhang zwischen der Schalleistung von L/W-Wärmepumpen und der Heizleistung, basierend auf Datenblattwerten der GET-Produktdatenbank (Amt der Salzburger Landesregierung – Lebensgrundlagen und Energie, 2023).	138
Abbildung 92: Mindestabstand zwischen L/W-WP und Nachbargebäuden zur Einhaltung der Schallimmissionsvorgaben über dem Schalleistungsdruck der Wärmepumpe	140
Abbildung 93: (links) Bestimmung des potenziellen Aufstellgebiets der L/W-Wärmepumpe unter Berücksichtigung der Mindestabstände und unter Einhaltung der Schallimmissionsgrenzwerte; (rechts) möglicher Installationsort der L/W-Wärmepumpe bei aktuellem Zustand des Gebäudes (violett) oder bei Sanierung (grün)	140
Abbildung 94: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über L/W-Wärmepumpen gedeckt werden kann	141
Abbildung 95: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene für den heutigen Wärmebedarf. Westlicher Kartenausschnitt.	142
Abbildung 96: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene für den heutigen Wärmebedarf. Östlicher Kartenausschnitt.	143
Abbildung 97: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene unter Berücksichtigung von Sanierungsraten von mindestens 50 % des heutigen Wärmebedarfs (Westlicher Kartenausschnitt)	144
Abbildung 98: Mögliche Deckungsanteile durch dezentrale L/W-Wärmepumpen auf Baublockebene unter Berücksichtigung von Sanierungsraten auf mindestens 50 % des heutigen Wärmebedarfs (Östlicher Kartenausschnitt).	145
Abbildung 99: Ablaufschema zur Erhebung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie mit S/W-WP und EWS für Einzelgebäude	146
Abbildung 100: Darstellung der Platzierung der EWS auf den Grundstücken für ein Beispielgebiet: Platzierungsbereich auf den Grundstücken (hellgrün); Sondenstandorte (blaue Punkte)	147
Abbildung 101: Spezifische Entzugsleistung über der Sondenanzahl für verschiedene Wärmeleitfähigkeiten, berechnet mit GEO-HANDlight für die Vor-Ort-Untergrundeigenschaften in Hünfeld mit Wasser und Frostschutzmittel als Fluid ...	148
Abbildung 102: Bohrungen im Stadtgebiet Hünfeld mit mittlerer Wärmeleitfähigkeit über 100 m Bohrtiefe aus HLNUG (2025)	149
Abbildung 103: Anteil des Wärmebedarfs, der mit und ohne Sanierung über S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden gedeckt werden kann	150

Abbildung 104: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baulücken bei heutigem Wärmebedarf. Westlicher Kartenausschnitt.	151
Abbildung 105: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken bei heutigem Wärmebedarf. Östlicher Kartenausschnitt.	152
Abbildung 106: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baulücken mit Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs. Westlicher Kartenausschnitt.	153
Abbildung 107: Mögliche Deckungsanteile von dezentralen S/W-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den Baublöcken mit Berücksichtigung von Sanierung auf minimal 50 % des heutigen Wärmebedarfs. Östlicher Kartenausschnitt.	154
Abbildung 108: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Westlicher Kartenausschnitt.	157
Abbildung 109: Eignungsstufen für die Wärmeversorgung mit dezentralen Wärmepumpen nach Baublöcken im Zielszenario gemäß § 19 WPG. Östlicher Kartenausschnitt.	158
Abbildung 110: Spezifische THG-Emissionen bis 2045 für Energieträger zur dezentralen Wärmeerzeugung	161
Abbildung 111: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG (Stadtkern).....	166
Abbildung 112: Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG (Umgebung)	167
Abbildung 113: Entwicklung der Wärmebedarfsdeckung für das Stadtgebiet bis 2045	169
Abbildung 114: Spezifische Treibhausgasemissionen der Energieträger bis 2045	170
Abbildung 115: Verlauf der THG-Emissionen für das Stadtgebiet bis 2045	171
Abbildung 116: Kriterien für Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial.....	175
Abbildung 117: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken. Westlicher Kartenausschnitt.	177
Abbildung 118: Relatives Energieeinsparpotenzial in statistischen Baublöcken. Östlicher Kartenausschnitt.	178

Abbildung 119: Entwicklung der elektrischen Lastgänge der Wärmepumpen zur Deckung des Strombedarfs für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045.....	179
Abbildung 120: Impressionen aus der Bürger-Informationsveranstaltung vom 3.7.2025	181
Abbildung 121: Impressionen aus der Bürger-Informationsveranstaltung in Hünfeld am 19.1.2026.....	181

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilgebiete, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein Wärmenetz geeignet sind	9
Tabelle 2: Erhobene Daten auf Grundlage der Anlage 1 WPG (zu § 15).....	13
Tabelle 3: Aktueller jährlicher Endenergieverbrauch für Wärme in Gigawattstunden (GWh/a) nach Energieträgern und Endenergiesektoren	15
Tabelle 4: Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme, aufgeschlüsselt nach Energieträgern und Wärmeversorgungsarten.	16
Tabelle 5: Anzahl und Art dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen im Jahr 2023	32
Tabelle 6: Anzahl von Gebäuden je Gebäudetyp für Hünfeld	54
Tabelle 7: Strukturdaten des Gasversorgungsnetzes in Hünfeld	58
Tabelle 8: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg 2019).	61
Tabelle 9: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte (ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg 2019).	65
Tabelle 10: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmelinien-dichte (ifeu 2024, angelehnt an Freie Hansestadt Stadt Hamburg 2019).	68
Tabelle 11: Szenarien zur zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung nach Sektoren	72
Tabelle 12: Wärmebedarfsreduktion der Sektoren in den Bezugsjahren	73
Tabelle 13: Zuordnung der Flächenkategorien für die zentrale oberflächennahe Geothermie.....	75
Tabelle 14: Abschätzung des Wärmepotenzials der Haune unter den getroffenen Annahmen	83
Tabelle 15: Mindestabstände zu Schutzobjekten in Metern nach Schalleistungspegel der Wärmepumpe gemäß Leitfaden Schall (BWP) sowie Immissionsgrenzen Nacht (TA-Lärm).....	85
Tabelle 16: Annahmen und Ergebnisse der Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials der Kläranlagen in Hünfeld	88

Tabelle 17: Abflussdaten der städtischen Schwimmbäder	89
Tabelle 18: Freiflächenfindung für zentrale oberflächennahe Geothermie: Zuordnung der Flächenkategorien	90
Tabelle 19: Theoretisches Potenzial Solarthermie	94
Tabelle 20: Theoretisches Potenzial Photovoltaik	95
Tabelle 21: Biomassepotenziale der Stadt Hünfeld (Referenzjahr 2023)	96
Tabelle 22: Potenziale für erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Großwärmespeicher nach Stadtteilen	104
Tabelle 23: Kennzahlen für Netzausbauvarianten in der Stadt Hünfeld	106
Tabelle 24: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ausbauvarianten	106
Tabelle 25: Ergebnisse der Kostenkalkulation der Netzausbauszenarien.....	110
Tabelle 26: Annahmen für Förderung des Heizungstauschs nach BEG, Stand 1.12.2025	112
Tabelle 27: Zusammenfassung der vorläufigen Wirtschaftlichkeit nach Betrachtung der Ausbauvarianten	119
Tabelle 28: Zusammenfassung der Erzeugerauslegung für vier Varianten mit Kennwerten	121
Tabelle 29: Investitionskosten netto, Fördersumme und Anschlusskostenbeitrag für die Wärmeerzeugungsvarianten.....	126
Tabelle 30: Potenziale für Insellösungen für Wärmenetze in den außenliegenden Stadtteilen.....	133
Tabelle 31: Grenzwerte zur Einteilung von Baublöcken in Eignungsstufen für Wärmenetze gemäß § 19 WPG	135
Tabelle 32: Parameter zur Berechnung des notwendigen Mindestabstands zur Einhaltung der Immissionsschutzvorgaben	139
Tabelle 33: Grenzwerte für die Einteilung von Baublöcken nach Eignungsstufen für die Versorgung mit dezentralen Wärmepumpen gemäß § 19 WPG.....	156
Tabelle 34: Indikatoren für das Zielszenario und die Betrachtungsjahre 2030, 2035 und 2040	172

Tabelle 35: Auswirkungen des Zielszenarios auf den Strombedarf und das Stromnetz für die Betrachtungszeitpunkte 2030 bis 2045	180
--	-----

Literaturverzeichnis

Bundesministerium des Innern - BMI. „Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm).“ 31. 03 2025.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz – BMI. „Technikkatalog Wärmeplanung.“ Heidelberg, August 2024.

Bundesnetzagentur. „Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes.“ Oktober 2024.
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/_DL/Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile&v=6.

Bundesstelle für Energieeffizienz - BfEE. *Plattform für Abwärme*. 2024.
https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html (Zugriff am 10. 06 2025).

Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk C.A.R.M.E.N. e. V. *Freiflächen-Photovoltaikanlagen*. 2023. https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2025/05/Leitfaden_Freiflaechenanlagen.pdf.

Deutscher Wetter Dienst – DWD. *Deutscher Wetter Dienst*. 06. 06 2024.
<https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/mapview> (Zugriff am 02. 09 2025).

DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. „DWA-Regelwerk Merkblatt DWA-M 114. Abwasserwärmenutzung.“ 04 2020.

Greif, Simon. „Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland.“ München: TUM, 2023.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – HLNUG. *Geologie Viewer*. 2025. <https://www.hlnug.de/themen/geologie/erdwaerme-geothermie> (Zugriff am 20. 03 2025).

Hochschule Biberach. „Auslegung von Erdwärmesondenanlagen - GEO-HANDlight V5.0.“ 2022. <https://innosued.de/energie/geothermie-software-2/> (Zugriff am 16. 04 2025).

Institut Wohnen und Umwelt GmbH – IWU. *Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden*. 10. 02 2015.
https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015_IWU_LogeEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf.

LandesEnergieAgentur Hessen – LEA (Hrsg.). *Leitfaden zur Planung und Errichtung von Wärmenetze. Perspektiven für die Wärmewende*. 23. 04 2025.
https://redaktion.hessen-agentur.de/publication/2025/4427_LEA_LeitfadenWarmenetze_BF_070425.pdf.

Miocic, Johannes M. et al. „Fast calculation of the technical shallow geothermal energy potential of large areas with a steady-state solution of the finite line source.“ *Geothermics*, Nr. 116 (2024).

statistik.hessen.de. 05 2023. <https://statistik.hessen.de/presse/79-prozent-der-hessischen-haushalte-heizen-mit-gas-oder-oel> (Zugriff am 23. 09 2025).

Statistisches Bundesamt. *zensus22*. 26. 09 2025.
<https://ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/statistic/3000G/table/3000G-1009/table-toolbar#filter=JTdCJTlyaGikZUVtcHR5Q29scyUyMiUzQWZhbHNIJTJDJTlyaGikZUVtcHR5Um93cyUyMiUzQWZhbHNIJTJDJTlyY2FwdGlvbiUyMiUzQSU1QiU3QiUyMnZhcmlhYmxlSWQIMjllM0EIMjIzMDAwRyU> (Zugriff am 20. 11 2025).

Universität Kassel. *Impulspapier Solarthermie – Solare Nahwärme*. LEA Hessen Landesenergieagentur, 2022.

VDI. „VDI 4640 Blatt 2 – Thermische Nutzung des Untergrunds – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.“ Düsseldorf, 2019.

VNBdigital. *VNBdigital*. 2. 4 2025. <https://www.vnbdigital.de/> (Zugriff am 16. 05 2025).

Wärmeplan
für die Stadt Hünfeld
Abschlussbericht

Bearbeitet von:

Qoncept Energy GmbH
Universitätsplatz 12
34127 Kassel
www.qoncept-energy.de
info@qoncept-energy.de

Im Auftrag von:

Magistrat der Stadt Hünfeld
Konrad-Adenauer-Platz 1
36088 Hünfeld

Kassel, Februar 2026