

KOMMUNALE WÄRME- UND KÄLTEPLANUNG FÜR DIE HANSESTADT HERFORD

Hamburg, 21.01.2025

Autor:innen: Felix Landsberg, Nico Jaeschke, Maja Overberg, Moritz Metzler, Gesa Lohkamp, Marleen Greenberg, Judith Keßeler, Thies Paulsen

INHALT

1	Einleitung	4
2	Bestandsanalyse	6
2.1	Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen	6
2.2	Energie- und Treibhausgasbilanz	10
2.2.1	Erneuerbare Stromerzeugung in Herford	13
2.3	Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Kältebedarfs	15
2.4	Energieinfrastruktur (Gas-, Strom und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher)	16
3	Potenzialanalyse	24
3.1	Potenzialanalyse Energieeinsparung & erneuerbare Energien	24
3.1.1	Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme	24
3.2	Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale	28
3.2.1	Wärmenetzpotenziale	28
3.2.2	Biomasse und Abfall	29
3.2.3	Luftwärmepumpen	35
3.2.4	Oberflächennahe und (mittel)tiefe Geothermie	38
3.2.5	Tiefe Geothermie	43
3.2.6	Oberflächengewässer	48
3.2.7	Abwasser	51
3.2.8	Grundwasser	54
3.2.9	Wasserkraft	55
3.2.10	Windkraft	56
3.2.11	Solarthermie	56
3.2.12	Photovoltaik	61
3.2.13	Abwärme	62
3.2.14	Zusammenfassung Potenzialanalyse	63
4	Wirtschaftlichkeit	64
4.1	Energiepreisszenarien	65
4.2	Methodik	66
4.3	Ergebnisdarstellung	74
5	Zielszenario	81
5.1	Potenzielle Sanierungsgebiete	84
5.1.1	Gebietssteckbriefe Sanierungsgebiete	84

5.2	Wasserstoffnetzausbauggebiete	97
5.3	Eignungsgebiete für Wärmenetze	97
5.3.1	Gebietssteckbriefe Wärmenetzausbaupotenzial	102
6	Entwicklung Gasversorgung bis 2045	121
7	Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog	124
8	Monitoringkonzept	157
8.1	Einführung Monitoring	157
8.2	Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes	157
8.3	Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes	158
9	Abbildungsverzeichnis	161
10	Tabellenverzeichnis	163
11	Literaturverzeichnis	164

1 EINLEITUNG

Mit dem Klimaschutzgesetz (KSG) verfolgt die Bundesregierung das Ziel, Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu senken. Bis 2045 soll als langfristiges Ziel die Treibhausgasneutralität verfolgt werden. Der Gebäudesektor trägt mit rund 15 Prozent zu Deutschlands Treibhausgasemissionen bei und ist damit von großer Bedeutung für dieses Vorhaben. Von derzeit 102 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten im Gebäudesektor (2023) müssen die Emissionen bis 2030 auf 67 Mio. t CO_{2eq} abgesenkt werden. Dies entspricht einer Reduktion um 34 Prozent (Umweltbundesamt, 2024).

Nordrhein-Westfalen ist ebenso ambitioniert: Die Landesregierung setzte sich mit dem Klimaschutzgesetz Nordrhein-Westfalen (KSG NRW) das Ziel, Klimaneutralität (Netto-THG-Neutralität) bis zum Jahr 2045 zu erreichen. Die Rechtsgrundlage der kommunalen Wärmeplanung in Nordrhein-Westfalen bildet das Landeswärmepflanzungsgesetz, das im Dezember 2024 in Kraft getreten ist.

Damit Klimaschutzmaßnahmen wirtschaftlich effizient sind und einen hohen Effekt hinsichtlich der Zielerreichung entfalten können, ist es vorteilhaft, nicht nur einzelne Gebäude mit den Maßnahmen zu adressieren, sondern ganze Quartiere oder Städte. Um den Transformationsprozess im Bereich der Wärmeversorgung strategisch zu planen und umzusetzen, können Gemeinden dafür die kommunale Wärmeplanung nutzen. Zur Erstellung eines Wärmeplans verpflichtet sind Ober- und Mittelzentren, Unterzentren mit Teilfunktion von Mittelzentren sowie Unterzentren und Stadtrandkerne 1. Ordnung.

Das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze, kurz Wärmeplanungsgesetz (WPG), macht Wärmepläne seit Anfang 2024 auch bundesweit verpflichtend. Kommunen mit über 100.000 Einwohner:innen müssen demnach bis zum 30. Juni 2026 eine kommunale Wärmeplanung erstellen. Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner:innen haben zwei Jahre länger Zeit. Zeitgleich mit dem WPG wurde die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) verabschiedet. Es regelt den Übergang zu einer Wärmeversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich mit konkreten Vorgaben.

Auch wenn beide Gesetze eng miteinander verknüpft sind und die zentralen Bausteine einer klimaneutralen Wärmeversorgung bilden, hat die Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung zunächst keine direkten Auswirkungen auf den Geltungsbereich des GEG. Erst die verbindliche Ausweisung von Wärme- oder Wasserstoffnetzgebieten löst in diesen Gebieten das GEG vorzeitig aus, so dass dort die Pflichten des GEG früher greifen und nicht erst ab den oben genannten Fristen des WPG (30.06.2026/2028).

Im Zentrum der kommunalen Wärmeplanung steht u. a. die Frage, welche Lösungskombinationen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 am kosteneffizientesten sind und – mindestens genauso relevant – mit welchen Maßnahmen dieser Zustand erreicht werden kann.

Die Transformation erfordert neben technischen Lösungen auch eine strategisch organisierte Steuerung und Umsetzung sowie eine Verzahnung verschiedener kommunaler Aufgabenfelder, beispielsweise der Stadtplanung und der Infrastrukturplanung. Nur so kann die kommunale Wärmeplanung zielführend umgesetzt werden, da viele der umfassenden Maßnahmen eines politischen Beschlusses und einer darauffolgenden Umsetzung bedürfen.

Die Hansestadt Herford ist mit rund 67.300 Einwohner:innen als Mittelzentrum im Landkreis Herford zur Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet. Die im nordöstlichen Nordrhein-Westfalen gelegene Stadt stellt ein Mittelzentrum dar und ist ein wichtiger Standort für Textil-, Möbel- und Nahrungsmittelindustrie, Gewerbe und Dienstleistungen sowie Einzelhandel. Das Areal der Stadt bemisst insgesamt ca. 79 km².

Die Hansestadt Herford trägt einen Teil zur Erreichung der bundespolitischen Klimaziele bei, indem verschiedene Projekte und Maßnahmen umgesetzt werden. Um den Gebäudebestand in Richtung Klimaneutralität zu entwickeln, gibt es u.a. ein kommunales Förderprogramm, das den Zubau von Solaranlagen finanziell anreizen soll. Die witterungsbereinigten CO₂-Emissionen pro Einwohner:in konnten im Jahr 2022 im Vergleich zu 2012 von 7,9 t CO₂eq auf 5,6 t CO₂eq reduziert werden (e&u energiebüro, 2021). Bereits 2015 erstellte die Stadt Herford ein integriertes Klimaschutzkonzept, das im Jahr 2019 und 2021 aktualisiert wurde.

Die kommunale Wärmeplanung zeigt nun ganzheitlich und fundiert die notwendigen Schritte auf, um Herfords Wärmeversorgung zukünftig klimaneutral zu gestalten. Die aktuellen Daten werden erhoben und ausgewertet, Potenziale für erneuerbare Wärmequellen identifiziert und darauf basierend das optimale Zielszenario aufgestellt. Der Maßnahmenkatalog zeigt auf, wie das Ziel erreicht werden kann und welche Maßnahmen Priorität haben. Für die Wärmeplanung wird dabei das gesamte Stadtgebiet flächendeckend betrachtet. Sowohl bereits bestehende Systeme wie die (Fernwärme-) Infrastruktur als auch zukunftsrelevante Themen wie das Gasnetz und innovative, zukunftssträchtige Technologien werden in das Konzept einbezogen. Zudem gilt es, die Akteurslandschaft in Herford zu berücksichtigen, die sich aus verschiedenen Stakeholdern wie der Stadt- und Kreisverwaltung, den Stadtwerken Herford, den politischen Gremien der Stadt, Baugenossenschaften, den angesiedelten Unternehmen, den lokalen Interessensvertretungen und aus der Öffentlichkeit zusammensetzt.

2 BESTANDSANALYSE

2.1 Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen

Die Hansestadt Herford liegt im nordöstlichen Teil von Nordrhein-Westfalen und gehört zum Kreis Herford.

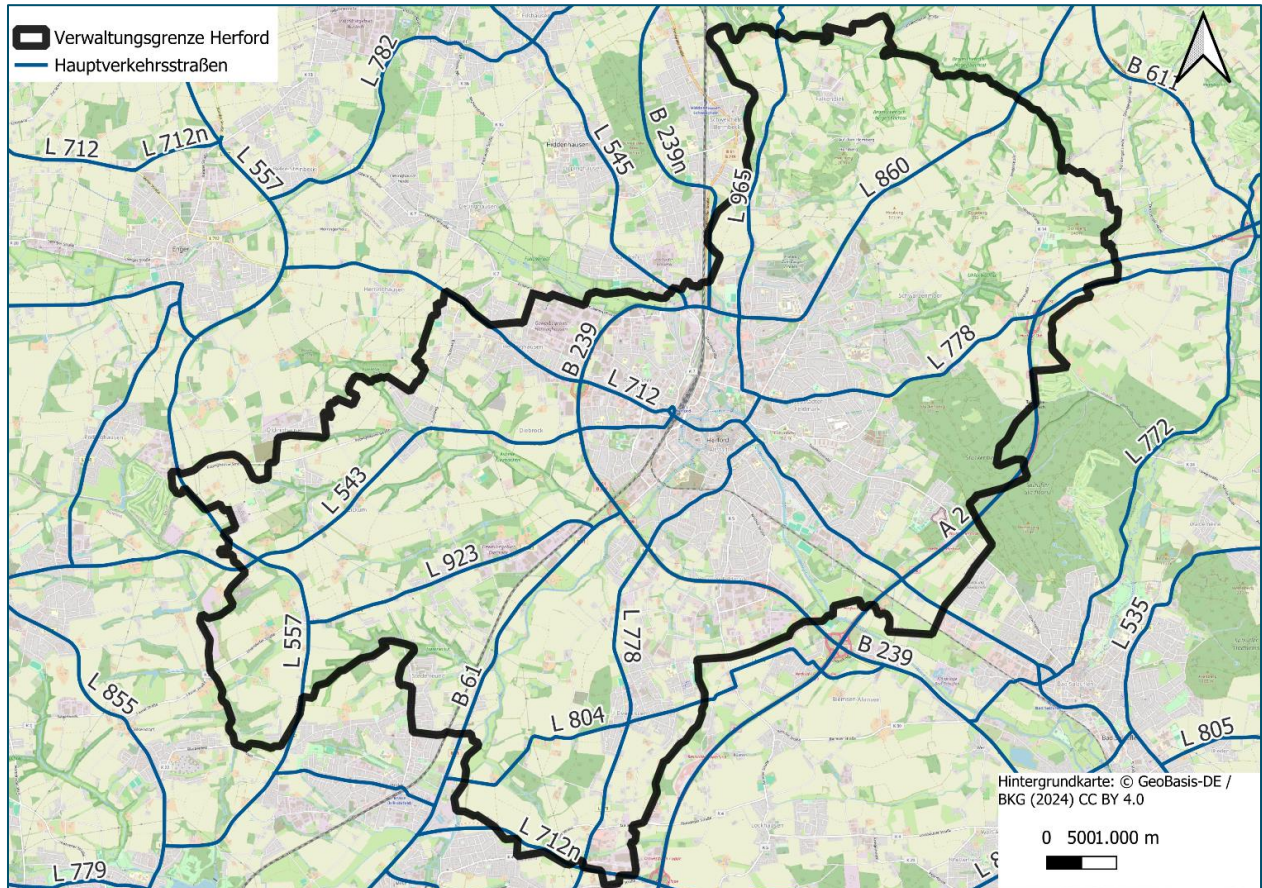


Abbildung 1: Verwaltungsgebiet der Stadt Herford

Die bisherige Siedlungsentwicklung in Herford ist in Abbildung 2 dargestellt. Im Stadtkern stammen viele Gebäude noch aus den Jahren vor 1949 oder aus dem Zeitraum 1949 – 1968. Einige Gebäude sind erst nach 2001 erbaut worden.

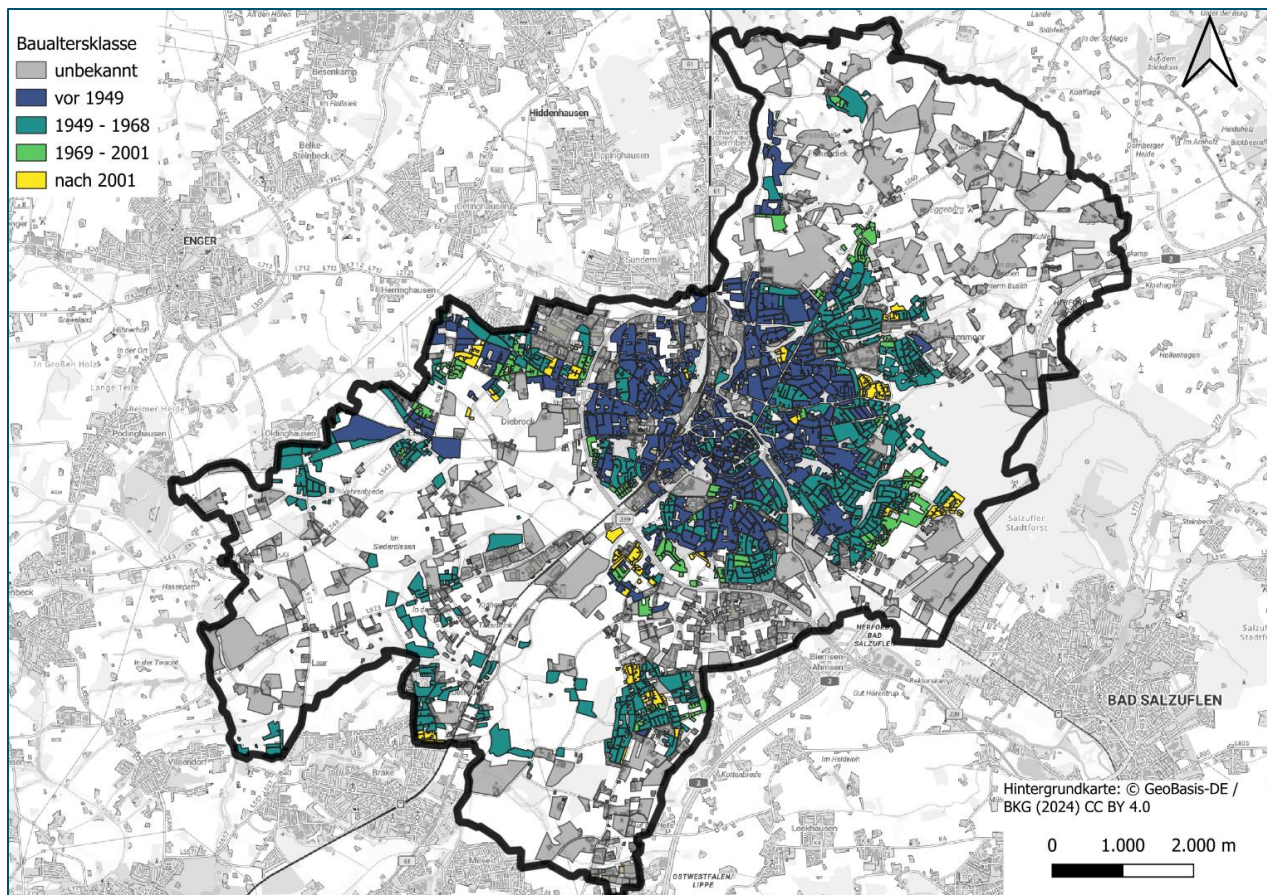


Abbildung 2: Baualtersklassen in Herford

Die Hauptgebäudetypen in Herford sind in Abbildung 3 baublockbezogen dargestellt. Bei den meisten Baublöcken handelt es sich um Wohngebiete, in dem es sich bei dem Großteil der Gebäude um Wohnhäuser handelt. Entlang der Hauptverkehrsstraßen sind einige Gewerbegebiete vorhanden.

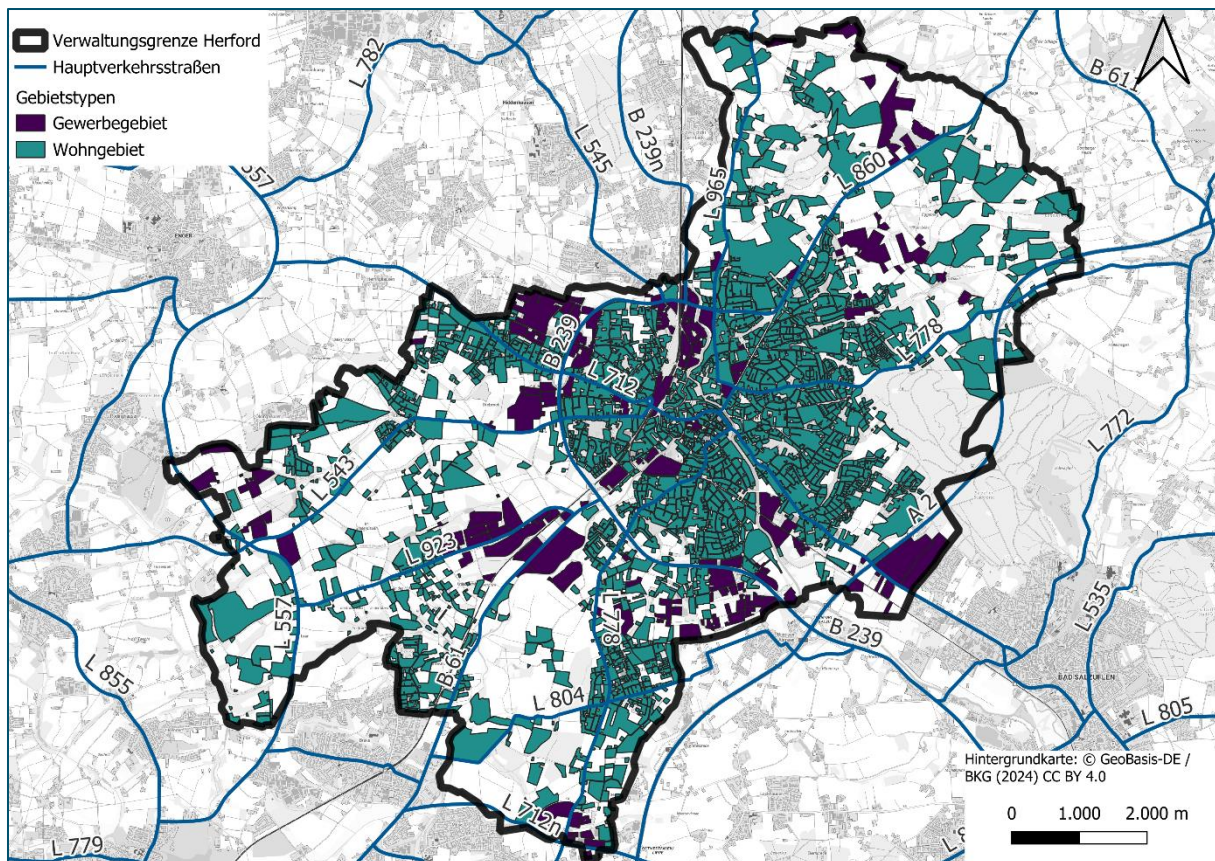


Abbildung 3: Darstellung der Gebietstypen in Herford nach Hauptnutzungsart im Baublock

Eine detaillierte Auflösung der überwiegenden Gebäudetypen innerhalb eines Baublocks ist in Abbildung 4 dargestellt. Die überwiegenden Industrie- und Gewerbegebäude befinden sich an den Bahngleisen oder größeren Straßen wie der B239. An den Grenzen von Herford befinden sich außerdem einige Gewerbe-, Handels- oder Dienstleistungsgebäude, die u.a. der Landwirtschaft dienen. Der überwiegende Gebäudetyp in Herford sind jedoch die Wohnhäuser privater Haushalte.

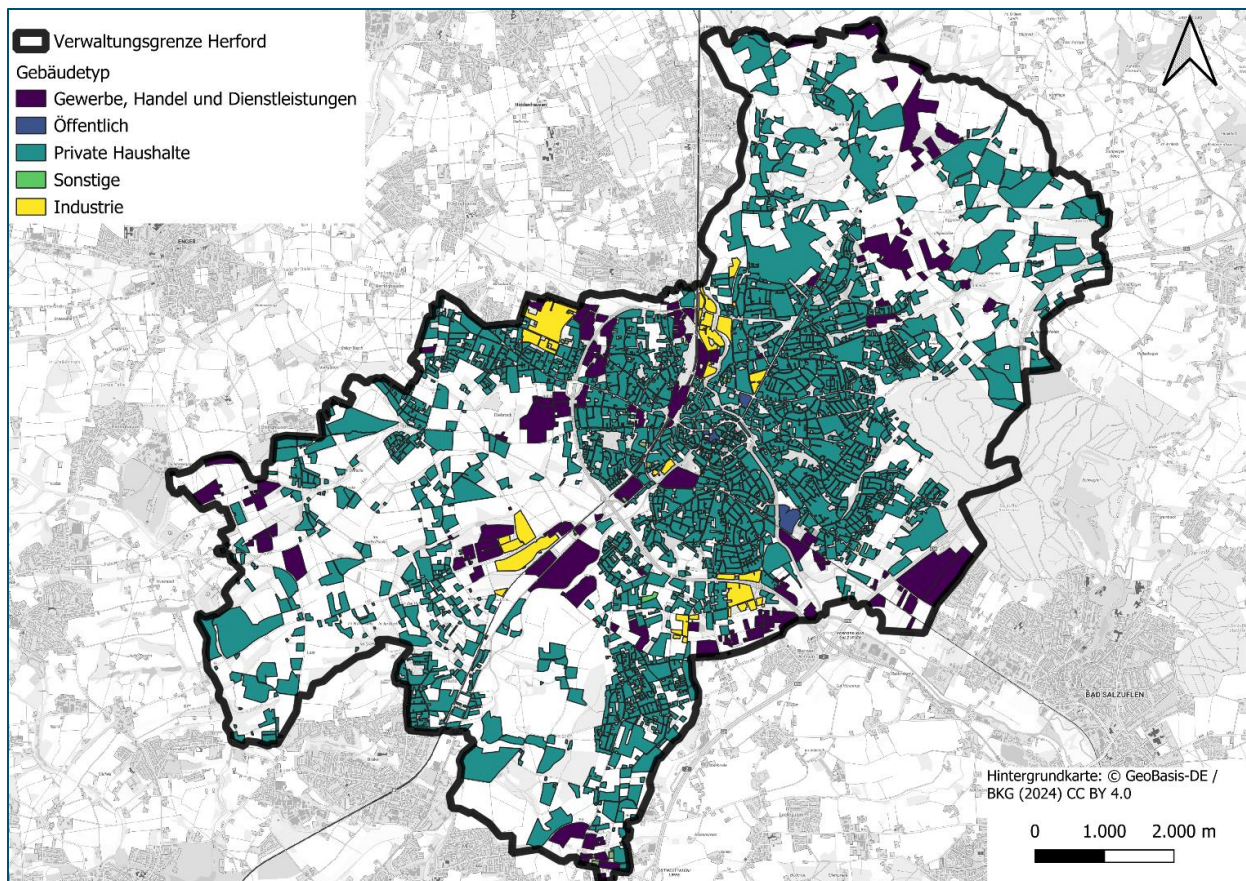


Abbildung 4: Überwiegende Gebäudetypen baublockbezogen

Durchschnittlich beträgt die Wohnfläche je Wohneinheit ca. 100 m². Je Einwohner:in liegt die Wohnfläche bei 49,5 m².

In Abbildung 5 ist der Anteil der Wohnfläche an der Gesamtfläche eines Baublocks abgebildet. Vor allem im Stadtzentrum ist der Wohnflächenanteil hoch und liegt teilweise über 70 Prozent. In den äußeren Gebieten liegt der Wohnflächenanteil zum Großteil unter 20 Prozent.

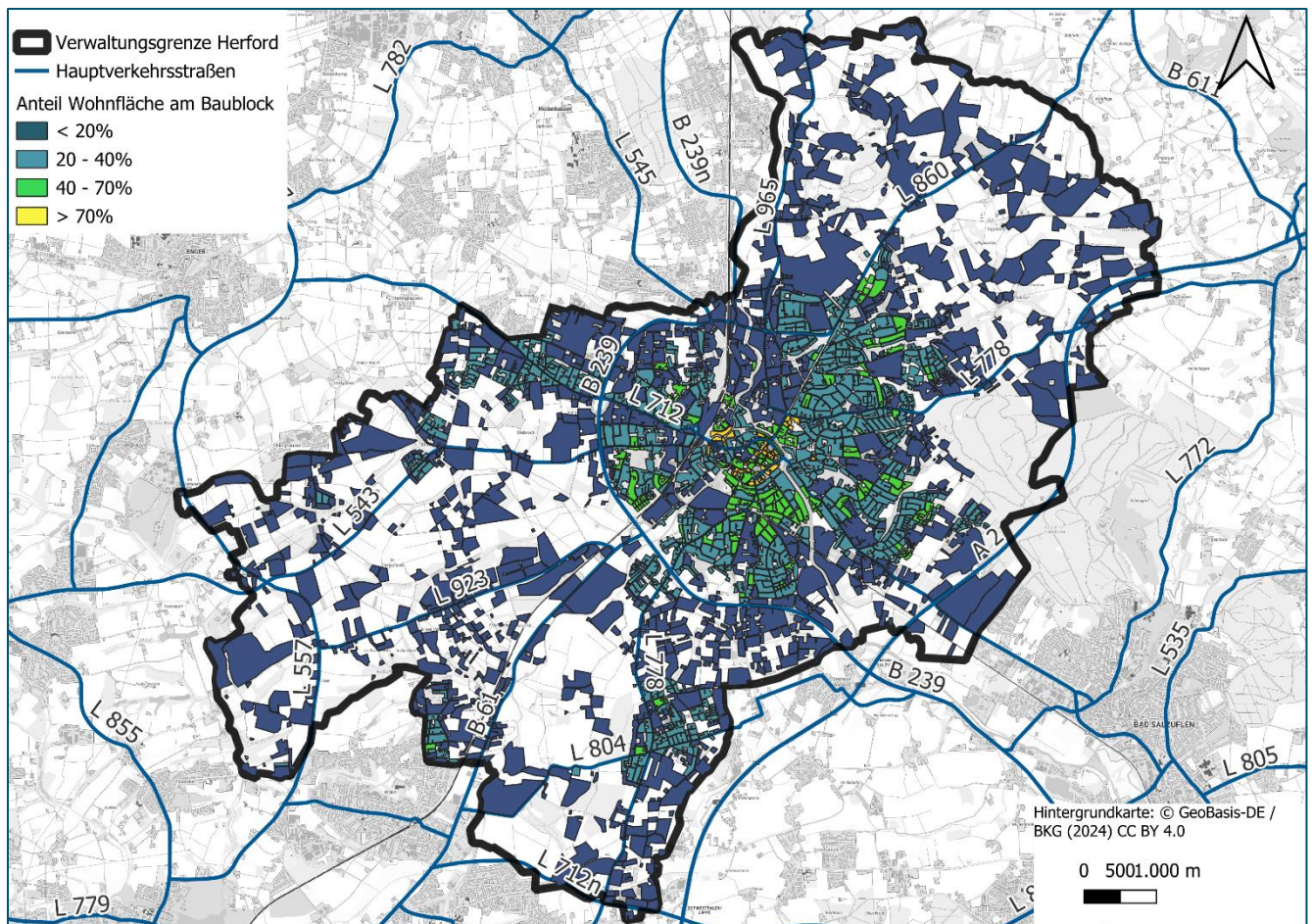


Abbildung 5: Anteil der Wohnfläche im Baublock

2.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Auf Basis der Verbrauchsdaten und mithilfe der Zuordnung zum jeweiligen Sektor wurden die Endenergieverbräuche im IST-Zustand aufgenommen.

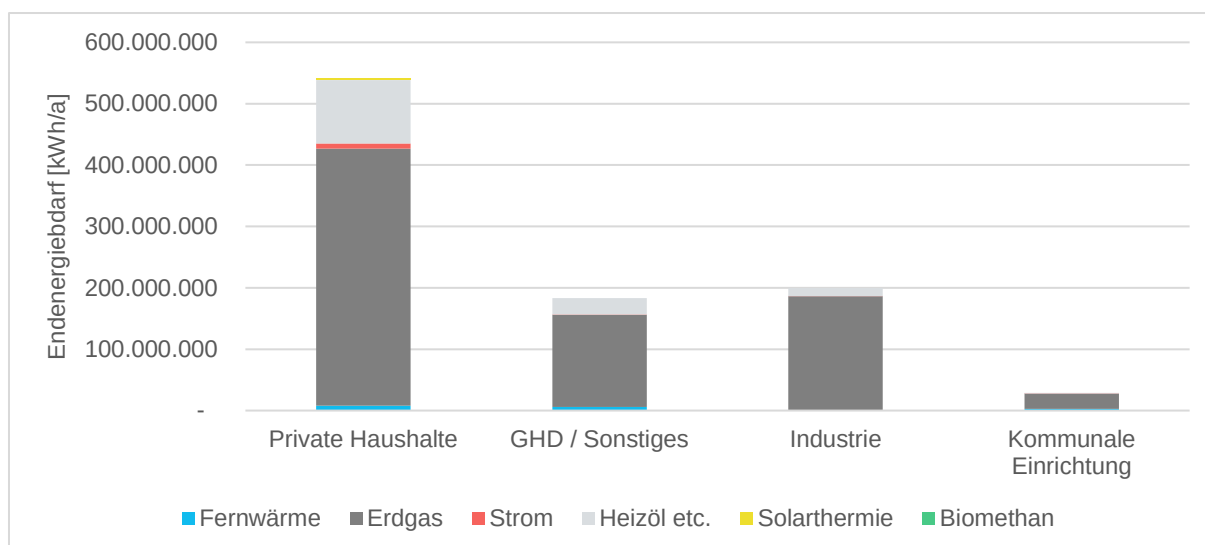


Abbildung 6: Endenergieverbräuche der verschiedenen Sektoren nach Energieträger

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hatten die privaten Haushalte, die zum überwiegenden Teil über Gas beheizt werden. 17 GWh wurden über die Wärmenetze der Stadtwerke geliefert. Auch im Bereich Industrie und Gewerbe dominiert Erdgas als Energieträger.

Auf Basis des Technikkataloges zur kommunalen Wärmeplanung des KWW in Halle wurden die Endenergiebedarfe in die jährlichen Emissionen in CO₂-Äquivalente inkl. Vorkette umgerechnet.

Für die nicht leitungsgebundenen Energieträger ergibt sich auf Basis der Kehrdaten ein gewichteter Emissionsfaktor von 275 g CO₂äq/kWh.

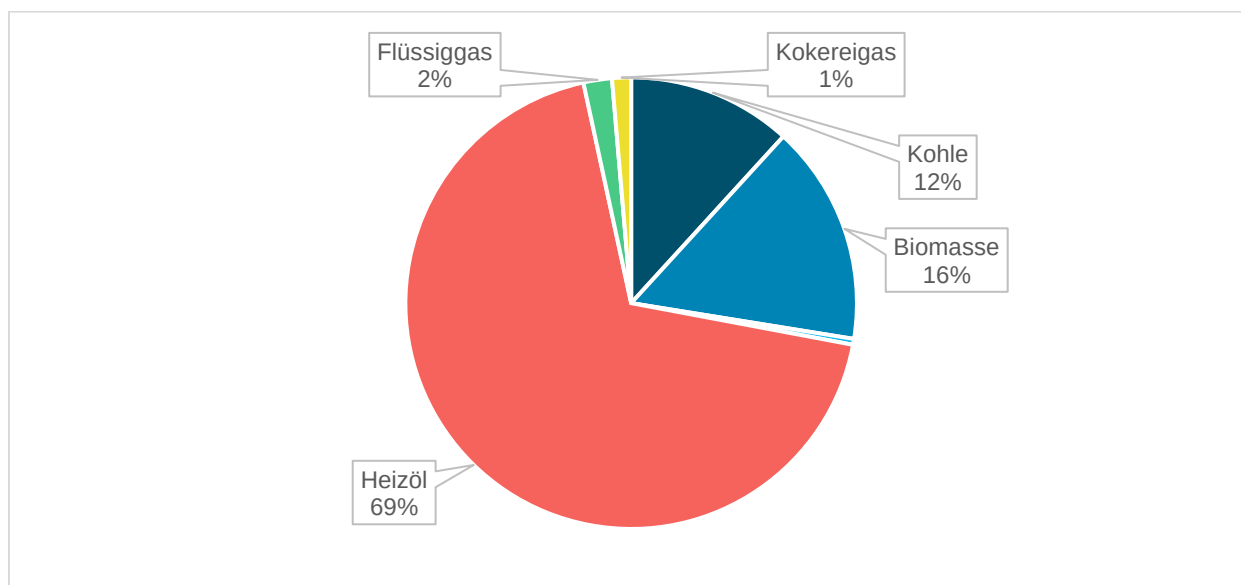


Abbildung 7: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Energieanteil

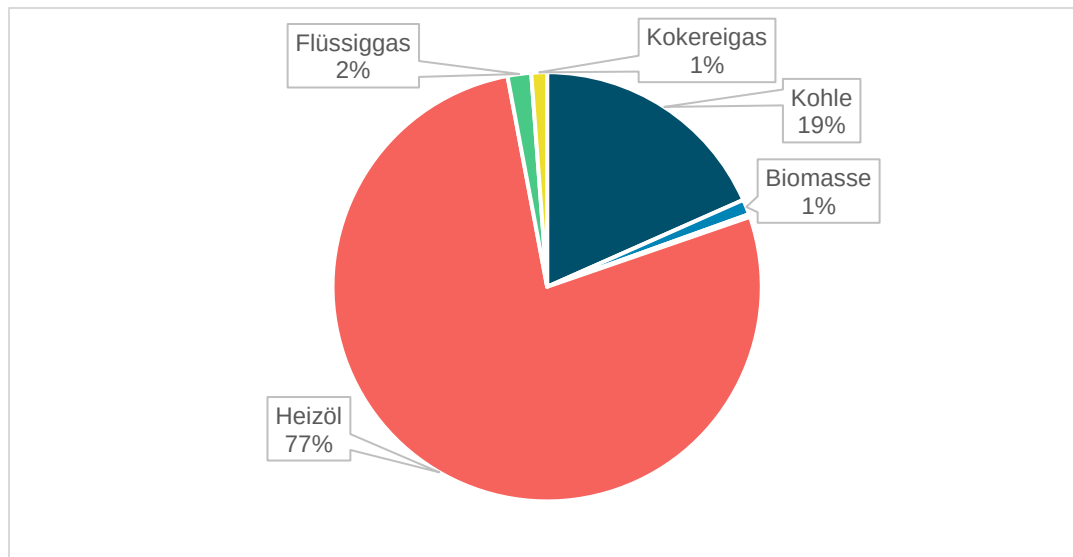


Abbildung 8: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Anteil an den Emissionen

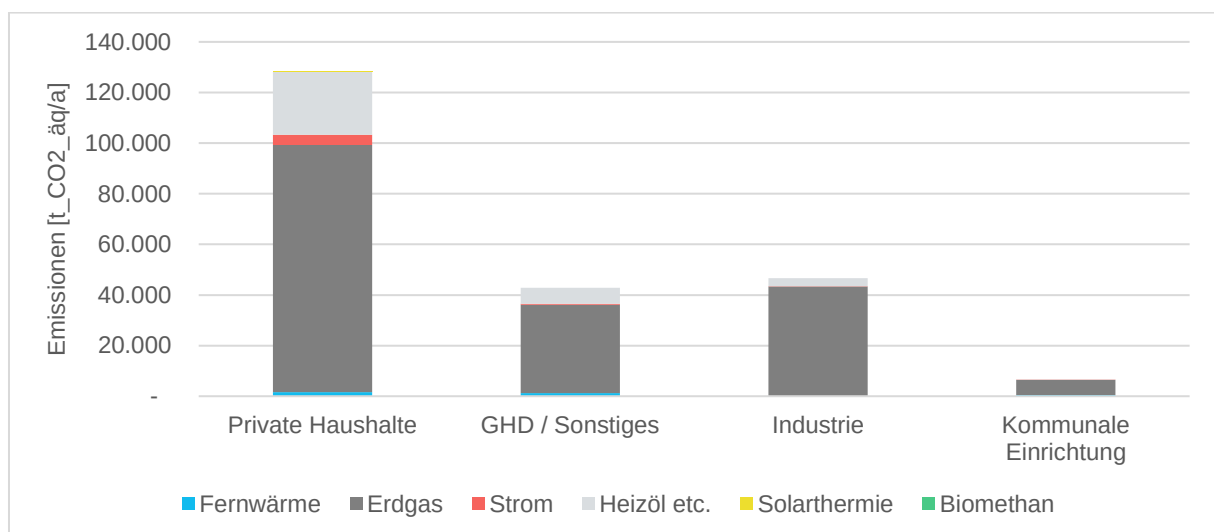


Abbildung 9: jährliche Emissionen in CO2-Äquivalenten inkl. Vorkette nach Sektor und Energieträger

Die Verteilung der Emissionen ergibt ein sehr ähnliches Bild zu dem der Energieträger – die privaten Haushalte haben den größten Anteil und die Verbrennung von Erdgas führt zum größten Anteil an den Emissionen. In Summe werden aktuell 224.000 t CO₂äq/kWh durch die Wärmeversorgung emittiert.

Tabelle 1: Kennzahlen

Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	Endenergieverbrauch: 8.427 kWh/EW THG-Emissionen: 2 kg CO ₂ äq/kWh
Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche	61,9 kWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf	9,3 GWh/a
Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf	Endenergieverbrauch: 5.600 kWh/EW THG-Emissionen: 1,32 kg CO ₂ äq/EW
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern pro Kopf	Solarthermie: 42 kWh/EW PV: 244 kWh/EW Biomasse: 336 kWh/EW
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf	Keine Verbräuche bekannt
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom)	9.345.872 kWh/a
Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf	Solarthermie: 0,072 m ² /EW PV: 6,2 m ² /EW
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch und thermisch)	Elektrisch: 0,13 kW/EW Thermisch: 0,18 kW/EW
Installierte Speicherkapazität Strom und Wärme	Stromspeicher: 0,37 kW/EW
Anzahl an Hausanschlüssen in Gas- und Wärmenetzen	Anschlüsse Gas: 16.421 Anschlüsse Wärmenetz: 137
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas-Wärmenetzen	Gasnetz: 627.903 m Wärmenetz: 8.603 m

2.2.1 Erneuerbare Stromerzeugung in Herford

Über öffentliche und private Betreiber von Photovoltaikanlagen wird Strom erzeugt und teilweise in Batteriespeichern gespeichert. Die Datengrundlage für Herford ist über das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur einsehbar und ist nachfolgend zusammengefasst.

Zum 7. November 2024 sind für Herford 3251 Anlagen in Betrieb gelistet, die solare Strahlungsenergie zur Stromerzeugung nutzen. In Summe ist eine Nettoleistung von 41.457 kWp installiert. Die Speicherleistung der 1.212 Batteriespeichieranlagen beträgt 25.113 kW.

Der Großteil der in Herford installierten Photovoltaik- sowie Speichieranlagen ist kleiner als 10 kW. Diagramm 1 verdeutlicht, dass die Nettoleistung von über 83 % der Photovoltaikanlagen nicht mehr als 10 kW beträgt. Bei den Batteriespeichern weisen über 94 % der Batteriespeicher eine Nettoleistung von maximal 10 kW auf (siehe Diagramm 2). Daher lässt sich vermuten, dass die Anlagen in Herford insbesondere im privaten Bereich installiert sind.

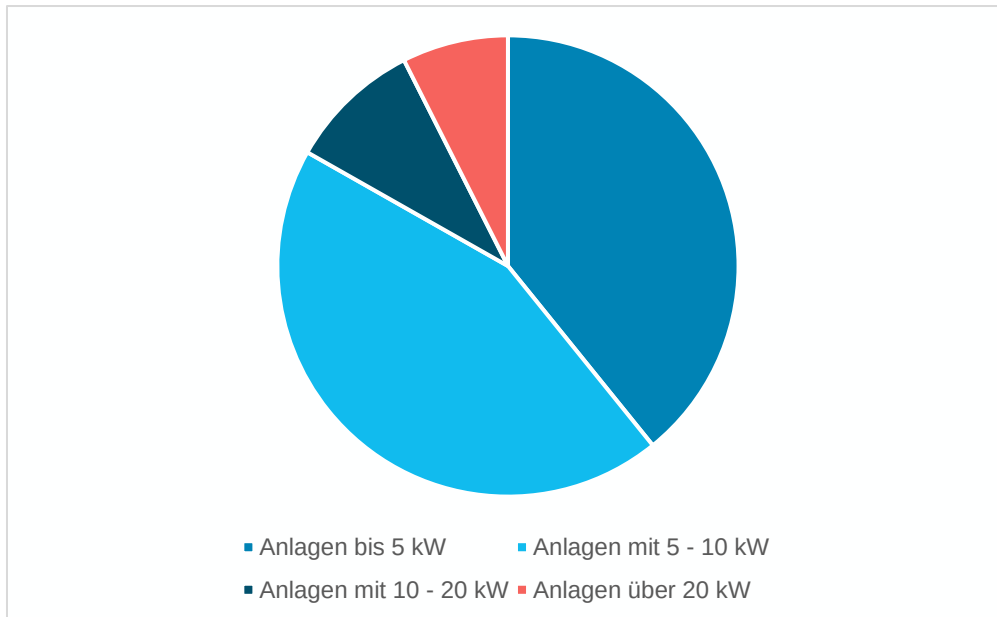


Diagramm 1: Photovoltaikanlagen in Herford nach Anlagengröße in kW.

Quelle: MaStR 2024, eigene Darstellung.

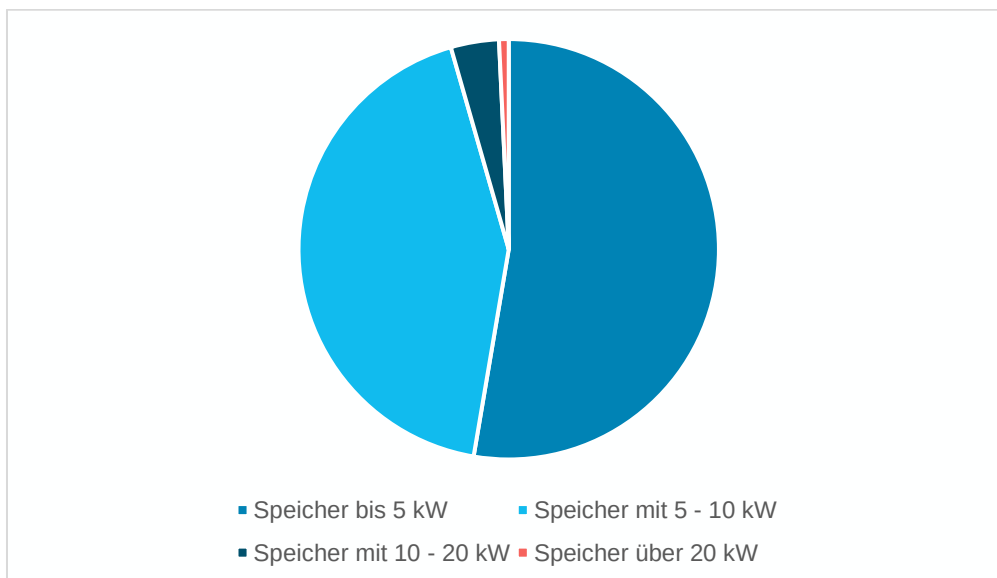


Diagramm 2: Batteriespeicher in Herford nach Anlagengröße in kW.

Quelle: MaStR 2024, eigene Darstellung.

2.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Kältebedarfs

Zur Ermittlung des Kältebedarfs der Hansestadt Herford wurde der Energieatlas NRW herangezogen und mit Ergebnissen aus dem Hotmaps Tool der EU abgeglichen.

Erläuterung Energieatlas NRW

Für die Bestimmung des Kältebedarfs der Wohngebäude wurde davon ausgegangen, dass nur in den drei Klimaklassen mit der höchsten Belastung der „[Klimaanalyse NRW](#)“ ein Kältebedarf aufgrund von Hitzebelastung anzunehmen ist und derzeit 1,4 Klimaanlage je 100 Haushalte installiert sind (Bettgenhäuser, et al., 2011). Dieser Wert erhöht bzw. verringert sich je nach Lage der Gebäude in Gebieten mit hoher oder geringer thermischer Belastung.

Für die Nichtwohngebäude wurde sowohl der Anteil der gekühlten Fläche als auch der flächenspezifische Raumkältebedarf in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung berechnet. Die Funktionen der Gebäude aus dem Wärmebedarfsmodell wurden den Nutzungen zugeordnet, um die zu kühlende Fläche zu bestimmen. Anschließend wurden auch diese Werte in Abhängigkeit der thermischen Situation vor Ort bewertet. (Bettgenhäuser, et al., 2011) (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2024)

Bei der Fortschreibung wurde davon ausgegangen, dass sich Einspareffekte durch Effizienzsteigerungen und steigende Volllaststunden mit einer steigenden Hitzebelastung nahezu ausgleichen, so dass die ermittelten spezifischen Kältebedarfe je Energiebezugsfläche in Abhängigkeit von der Gebäudefunktion sowie der zugewiesenen Kältegruppe unverändert auf 2050 übertragen wurden. Mit einer erhöhten Hitzebelastung bis 2050 vergrößert sich die betroffene Fläche, wodurch insgesamt mehr Objekte gekühlt werden müssen. (Bezirksregierung Köln; Abteilung 7 Geobasis NRW, 2024)

Die Datengrundlage auf die Hansestadt Herford skaliert ergibt für eine Einwohnerzahl von etwa 67.000 einen jährlichen Kältebedarf von 10,3 GWh im Basisjahr 2021 und fortschreibend für das Jahr 2050 einen Bedarf von 11,0 GWh pro Jahr.

Abgleich zum Hotmaps Projekt (EU-Ebene)

Die Hotmaps-Datenbank bietet eine Karte der Kühlbedarfsdichte der EU28-Länder in einer Auflösung von 100 x 100 m. Die Bedarfe werden an die örtlichen Gegebenheiten angepasst, indem das Verhältnis der nationalen zu den lokal berechneten Kühlgradtagen berücksichtigt wird. Dabei weicht der tatsächliche Kühlbedarf oft erheblich von dem gemessenen Stromverbrauch von Klimaanlagen ab. Diese Abweichung lässt sich unter anderem auf die Effizienz der Klimaanlagensysteme zurückführen sowie auf die Tatsache, dass der Anteil der Gebäudefläche, die vollständig mit Klimaanlagen ausgestattet ist, in den meisten Gebieten unter 1 % liegt.

Die Wärmekartenanalyse des Hotmap Tools weist für den Kreis Herford einen Gesamtkältebedarf von 62 GWh pro Jahr aus. (Müller, 2019) (Hotmaps project, 2020))

Für die Hansestadt Herford ergibt sich normiert auf die Anzahl der Bürger:innen ein jährlicher Gesamtkühlbedarf von 16,5 GWh/a.

Fazit

Die Kältebedarfsermittlungen der beiden Methoden weisen verschiedene Werte auf, was unterschiedliche Gründe haben kann.

Durch die Regionalisierung der Daten aus dem Energieatlas NRW auf die Städteebene kann eine Abweichung in den Werten entstehen. Die Durchschnittswerte der Cooling degree days (CDD) in Nordrhein-Westfalen sind geringer als die im Landkreis Herford, was die klimatischen Unterschiede als möglichen Grund für die variierenden Kälteanforderungen nahelegt (Hotmaps project, 2020). Städtische

Gebiete neigen zudem dazu, einen höheren Kühlbedarf zu haben. . Des Weiteren sind die Daten des Energieatlas NRW auf die Einwohnerzahl skaliert, was zu weiteren demografischen und wirtschaftlichen Abweichungen der Faktoren führt.

Durch die Ermittlung der Werte aus zwei unterschiedlichen Ansätzen lässt sich der jährliche Kühlbedarf für Herford in einer Spanne zwischen 10,3 bis 16,5 GWh pro Jahr einordnen, ausgehend vom Basisjahr 2021.

2.4 Energieinfrastruktur (Gas-, Strom und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher)

Auf der Basis von Verbrauchsdaten wurden durchschnittliche räumlich aufgelöste Wärmebedarfe ermittelt. Dabei wurde die Mitversorgung von Gebäuden durch andere Gebäude so weit wie möglich berücksichtigt und eine Abschätzung der Wärmebedarfe von Gebäuden, die nicht mit leitungsgebundenen Energieträgern versorgt werden, vorgenommen. Die ermittelten absoluten und spezifischen Wärmebedarfe sind witterungsbereinigt.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen dürfen nur Baublöcke gezeigt werden, die mindestens fünf beheizte Gebäude enthalten. In Abbildung 10 ist erkennbar, dass die Wärmebedarfsdichte, also der Wärmebedarf pro Hektar (gleich 100x100m) im Zentrum höher ist als in den Randbereichen. In dieser Darstellung sind die ggf. höheren Wärmebedarfe von größeren Gebäuden, wie sie beispielsweise für größere Unternehmen, Krankenhäuser, Schulzentren etc. typisch sind, unter Umständen nicht enthalten.

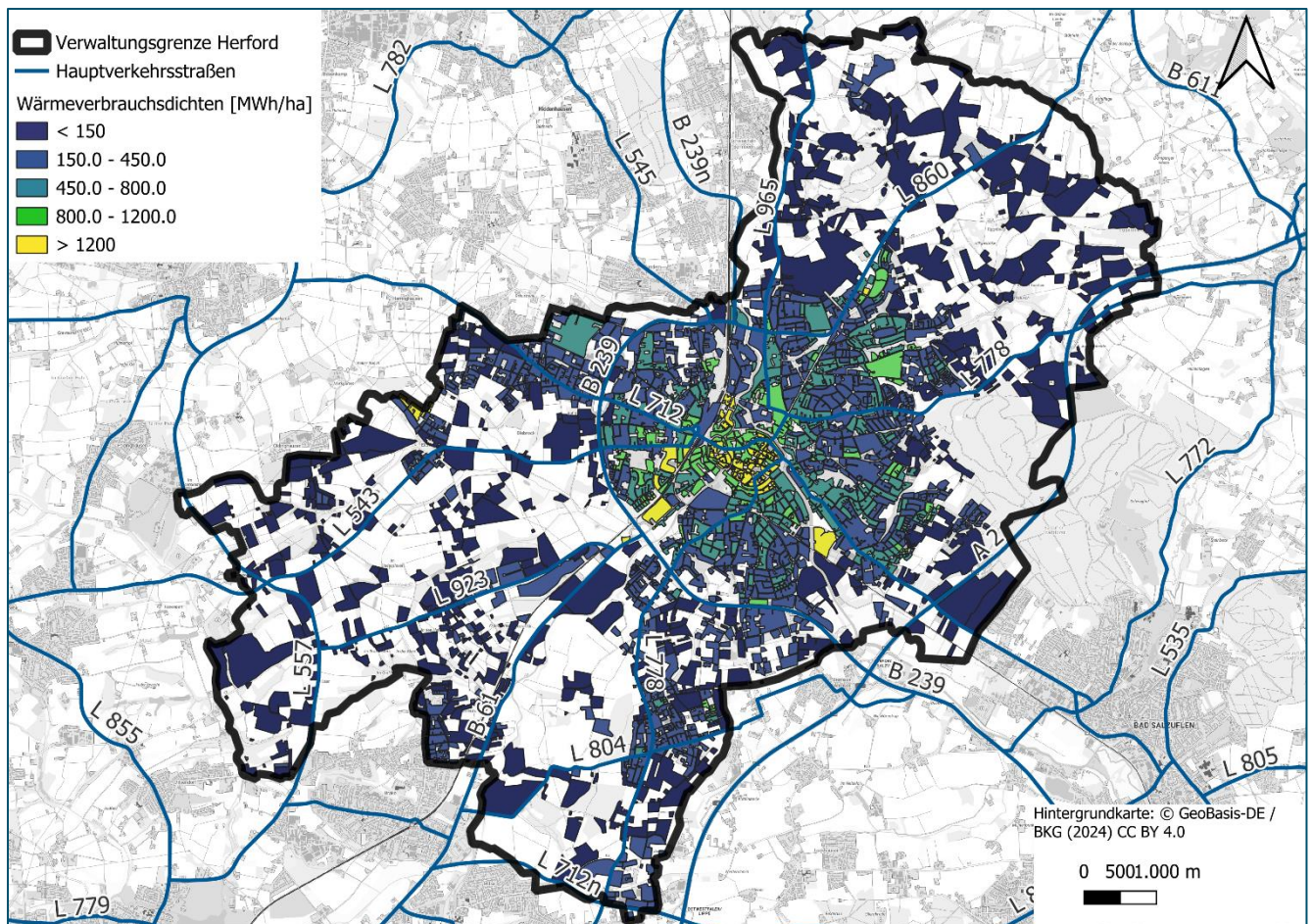


Abbildung 10: Wärmeverbrauchsichten in Herford in MWh/ha

Die Wärmelinienindichte ist ein Indikator für das Wärmenetzpotenzial im Gebiet. Sie setzt die Wärmeverbrauchs- und -bedarfsmengen ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts und wird in MWh pro m Straße/ Trassenlänge angegeben. Vor allem im Zentrum von Herford ist eine hohe Wärmelinienindichte zu finden.

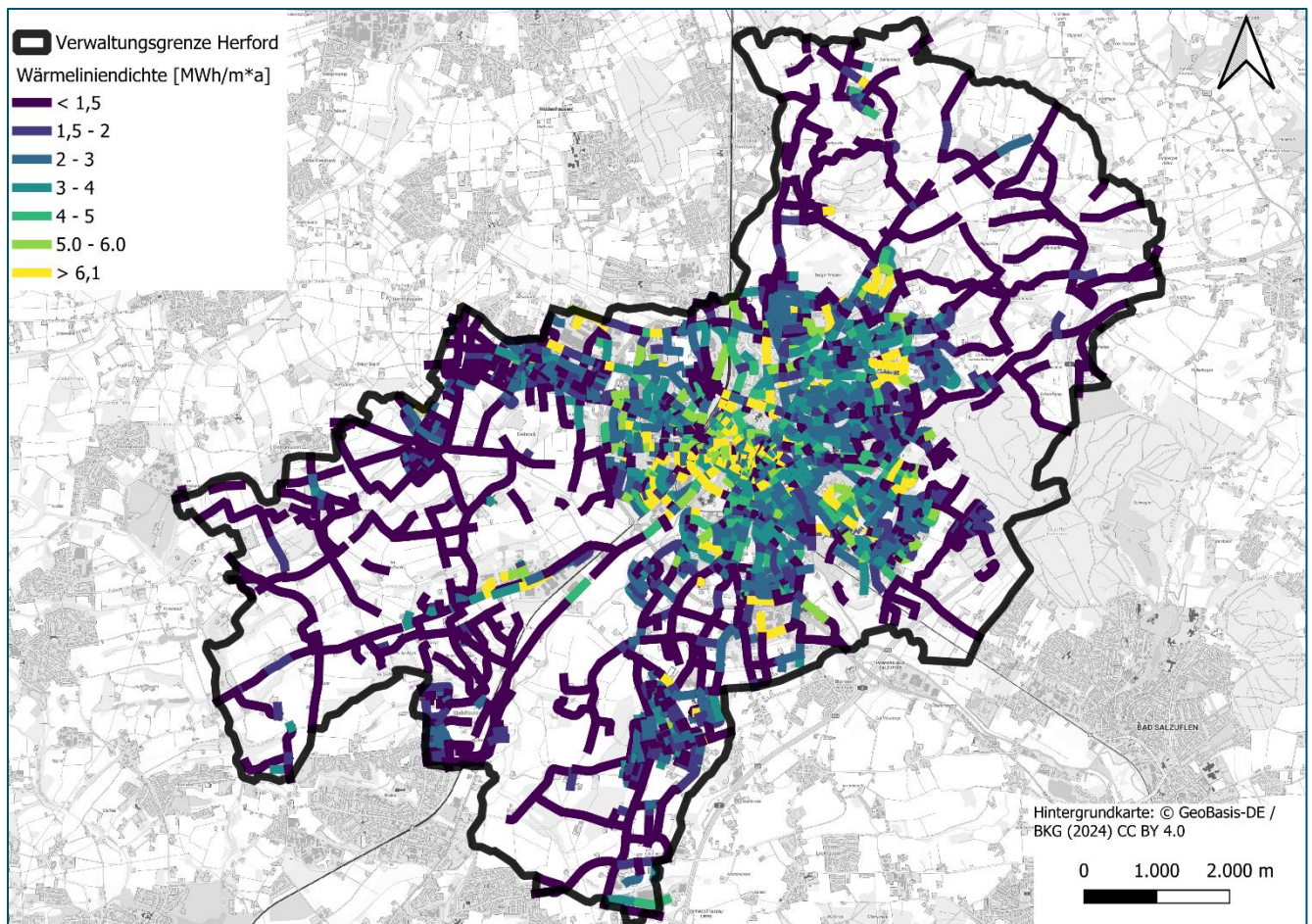


Abbildung 11: Kartografische Darstellung der Wärmelinienendichten in Herford

Derzeit findet die Wärmeversorgung in Herford hauptsächlich durch fossile Energieträger statt. Vereinzelt sind Gebiete vorhanden, die die Wärme hauptsächlich aus Wärmenetzen oder Wärmepumpen beziehen. Besonders in den äußeren Bereichen von Herford sind unzureichende Daten bzgl. der Energieträger vorhanden, wie in Abbildung 12 zu erkennen ist.

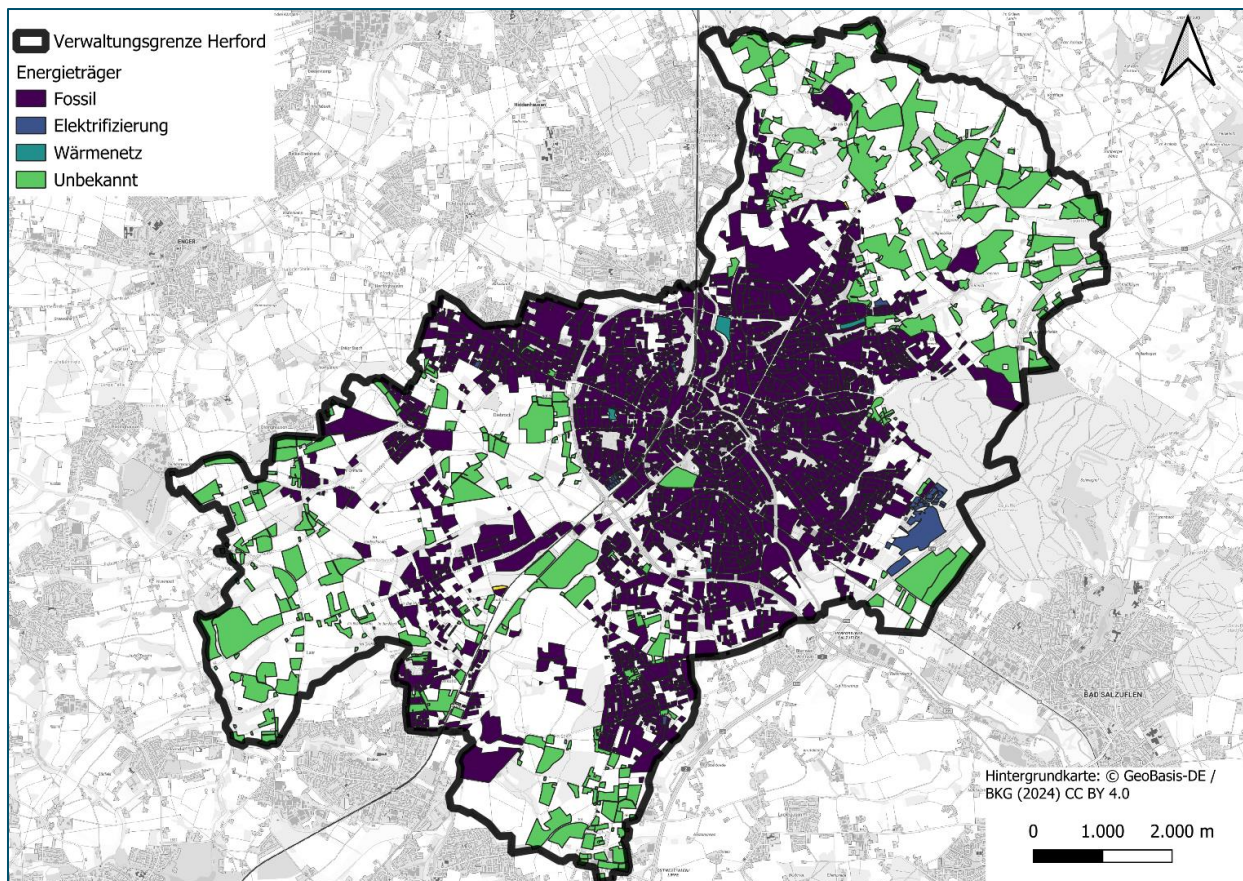


Abbildung 12: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Herford

In Herford basiert die derzeitige Wärmeversorgung auf Gas, Wärmenetzen und Wärmepumpen. Der genaue Anteil jedes Energieträgers ist in Abbildung 13 zu erkennen. Genau wie in der Grafik zuvor sind die fehlenden Daten zu den Energieträgern in den äußeren Gebieten von Herford zu beobachten. Im Zentrum wird der Großteil der Wärme durch Gas bereitgestellt.

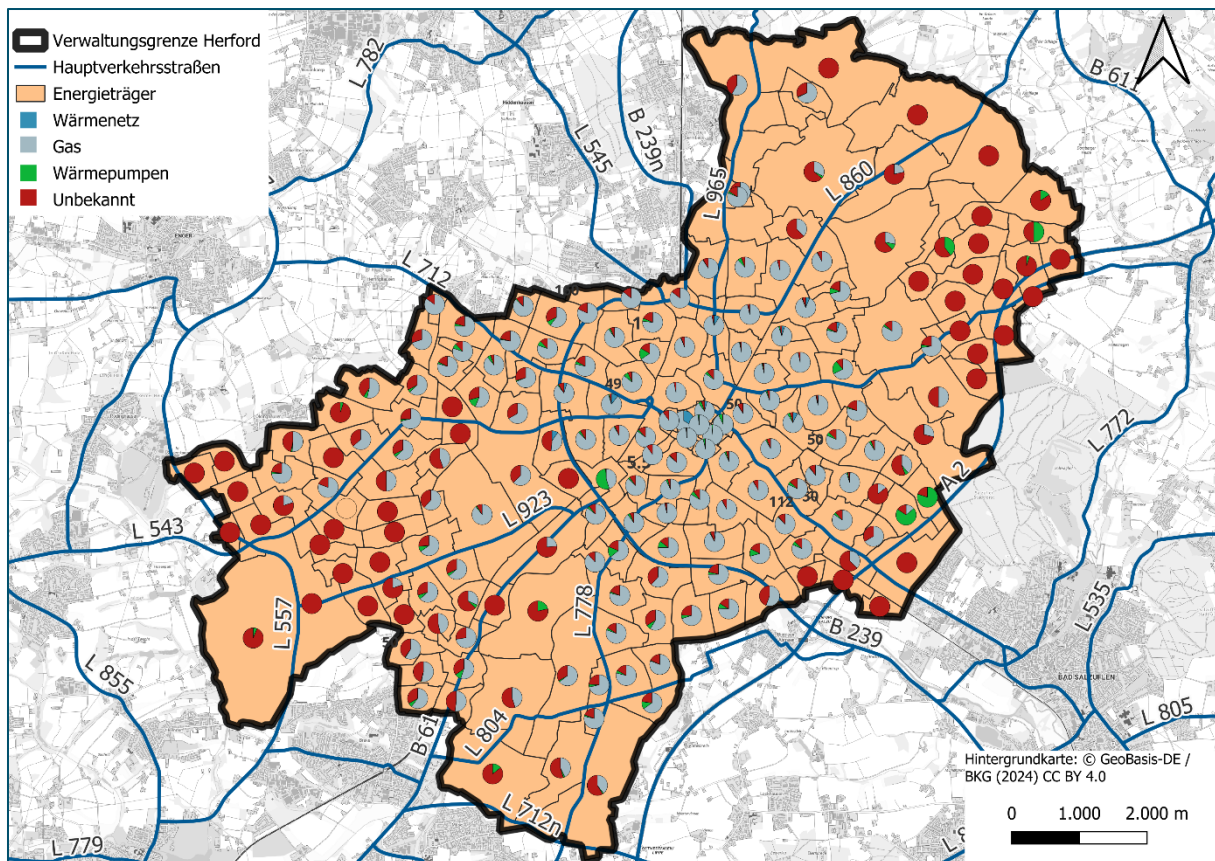


Abbildung 13: Darstellung der Energieträgeranteile in den Stadtteilen von Herford

In Herford ist ein Gasnetz mit einer Trassenlänge von 538.000 m inklusive hausanschlüsse verlegt und versorgt den Großteil der Bevölkerung. Insgesamt sind 16.421 Anschlüsse an dem Gasnetz vorhanden. Die ersten Leitungen wurden 1864 verlegt. Die ältesten in Betrieb befindlichen Netze sind 1950 verlegt worden und weitere Netze bis 2022 hinzugefügt. Das bestehende Gasnetz ist in Abbildung 14 dargestellt.

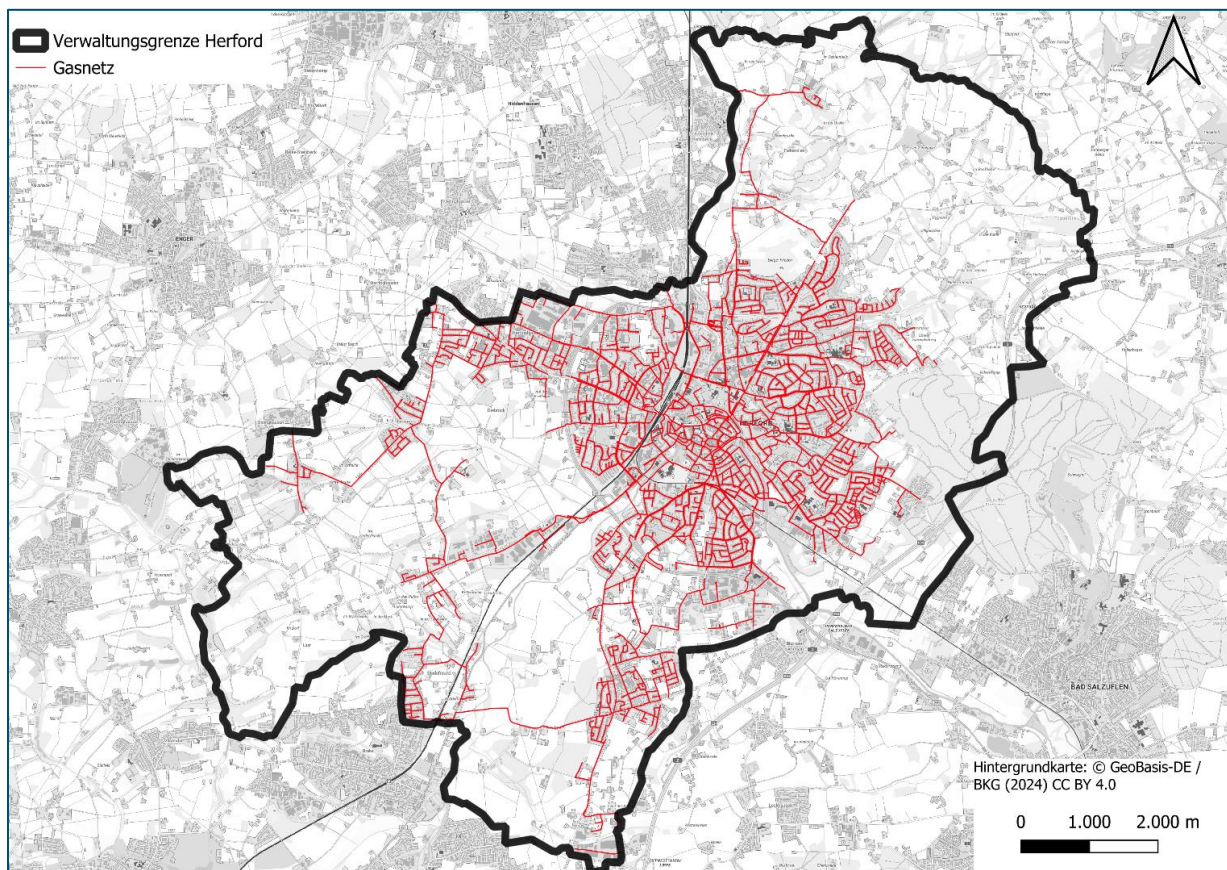


Abbildung 14: Lage des Gasnetzes ins Herford

Bei den Wärmenetzen handelt es sich ausschließlich um Heißwassernetze. Diese haben eine Gesamtlänge von 8.603 m. Die Wärmenetze sind über das Zentrum von Herford verteilt und bilden kein zusammenhängendes Netz, wie in Abbildung 15 zu erkennen ist. An die Netze sind 137 Verbraucher angeschlossen.

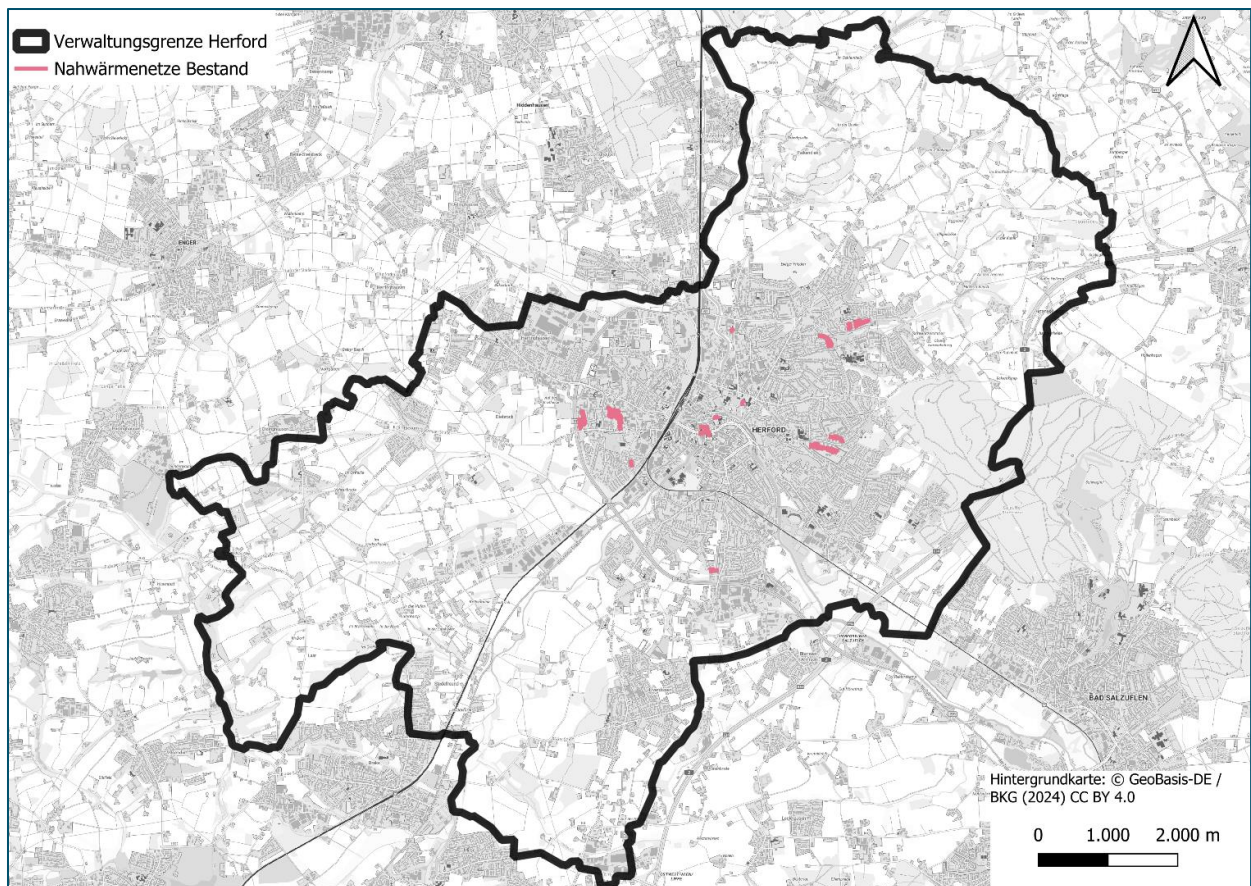


Abbildung 15: Bestandswärmenetze in Herford

In Abbildung 16 sind die vorhandenen Abwasserkanäle in Herford abgebildet. Die unterschiedlichen Nennweiten der Abflussrohre sind hier gekennzeichnet. Daten zum Trockenwetterabfluss liegen nicht vor.

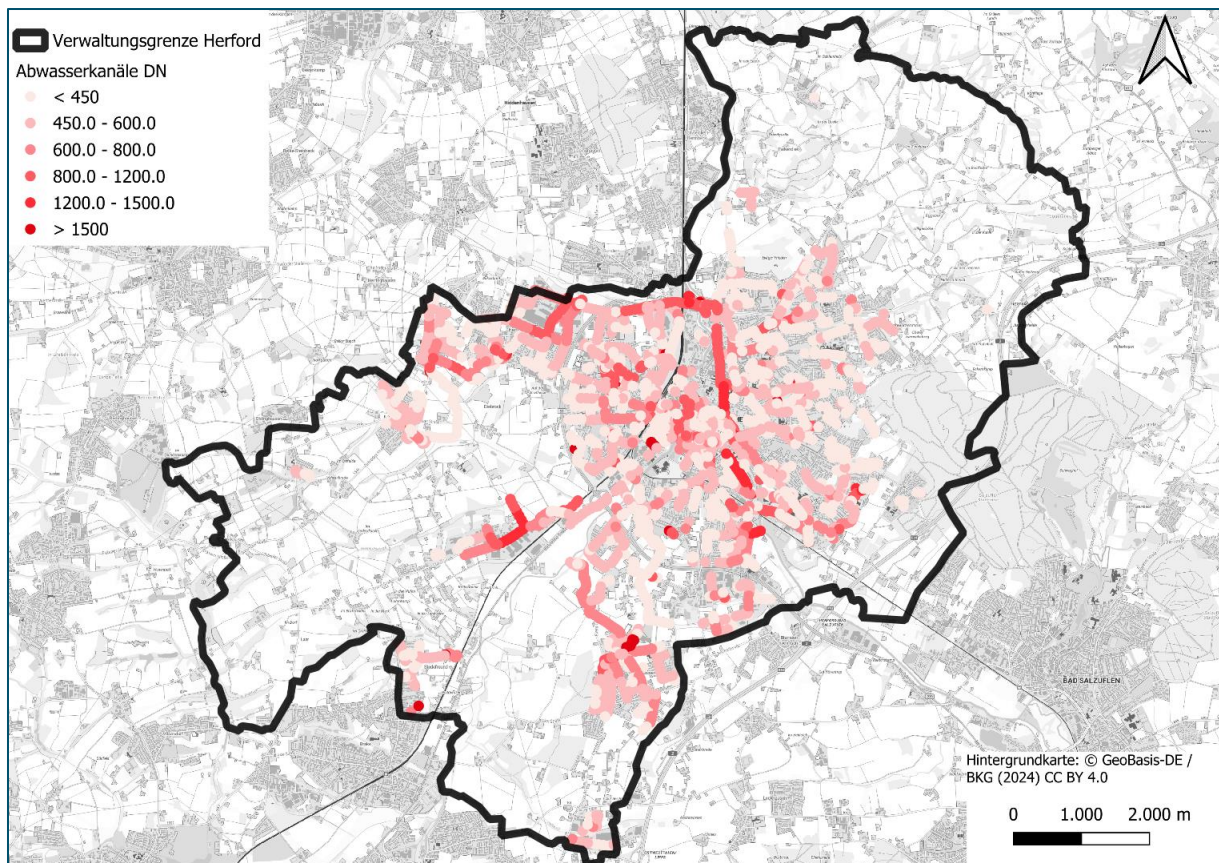


Abbildung 16: Abwasserkanäle mit Nennweite in Herford

In Herford sind 30 Blockheizkraftwerke in Betrieb. 28 der Anlagen werden mit Erdgas betrieben und zwei mit Mineralölprodukten. Die Anlagen wurden in den Jahren zwischen 2008 und 2023 in Betrieb genommen und haben Nennleistungen zwischen 1 und 160 MW. Die BHKWs sind in Abbildung 17 dargestellt.

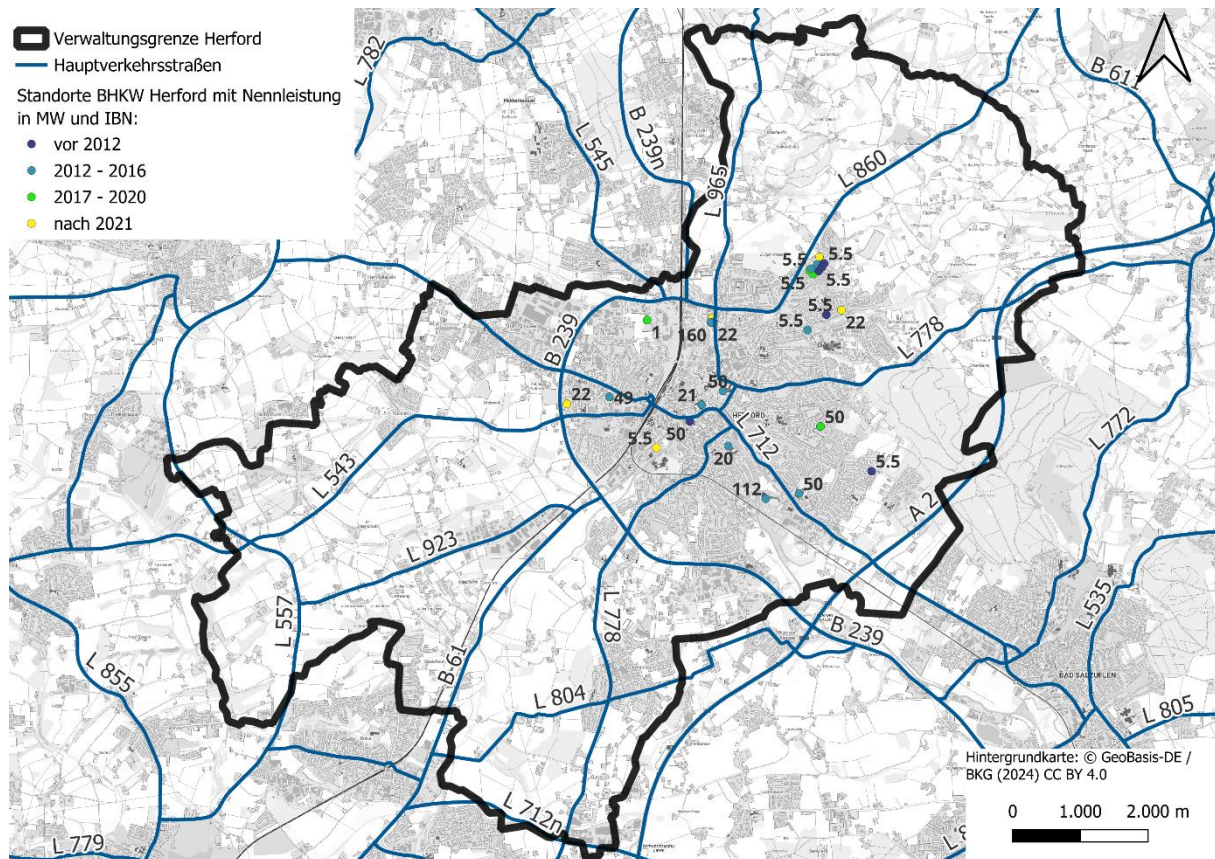


Abbildung 17: BHKWs in Herford

3 POTENZIALANALYSE

3.1 Potenzialanalyse Energieeinsparung & erneuerbare Energien

3.1.1 Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme

Es wird davon ausgegangen, dass Herford keine außergewöhnlichen Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs hat. Folglich werden die Potenziale eng an deutschlandweit ermittelte übliche Potenziale angelehnt nach agora-Energiewende (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Es handelt sich dabei um moderate Annahmen für Sanierungsrate und -tiefe, um ein möglichst realistisches Bild für die Zukunft von Bestandsgebäuden zu entwickeln. Erfahrungsgemäß sinkt der Energieverbrauch durch Sanierungsmaßnahmen weniger als erwartet bzw. als theoretisch möglich wäre, weil die Einsparungen teilweise durch Komfortsteigerungen ausgeglichen werden.

Im Szenario ohne räumliche Differenzierung / Fokussierung, wird bis einschließlich 2045 eine Sanierungsrate von 1,5% unterstellt. Die Geschwindigkeit der Sanierungsaktivitäten wird auf Grund des Ausbaus an Sanierungskapazitäten im Handwerk und innovativer Konzepte (serielles Sanieren) zunehmen. Es wird von einer Sanierungstiefe auf ein Niveau von 100 kWh/qm ausgegangen.

In Abbildung 18 bis Abbildung 22 sind die Wärmebedarfe auf Baublockebene abgebildet.

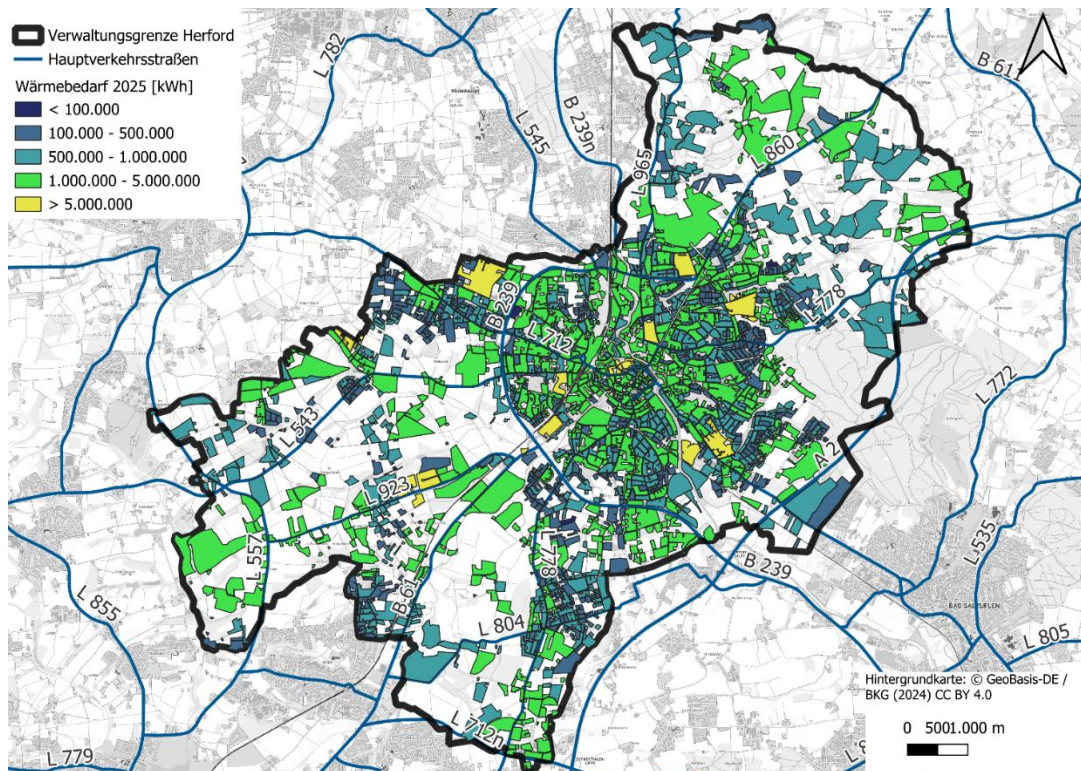


Abbildung 18: Wärmebedarf 2025 auf Baublockebene

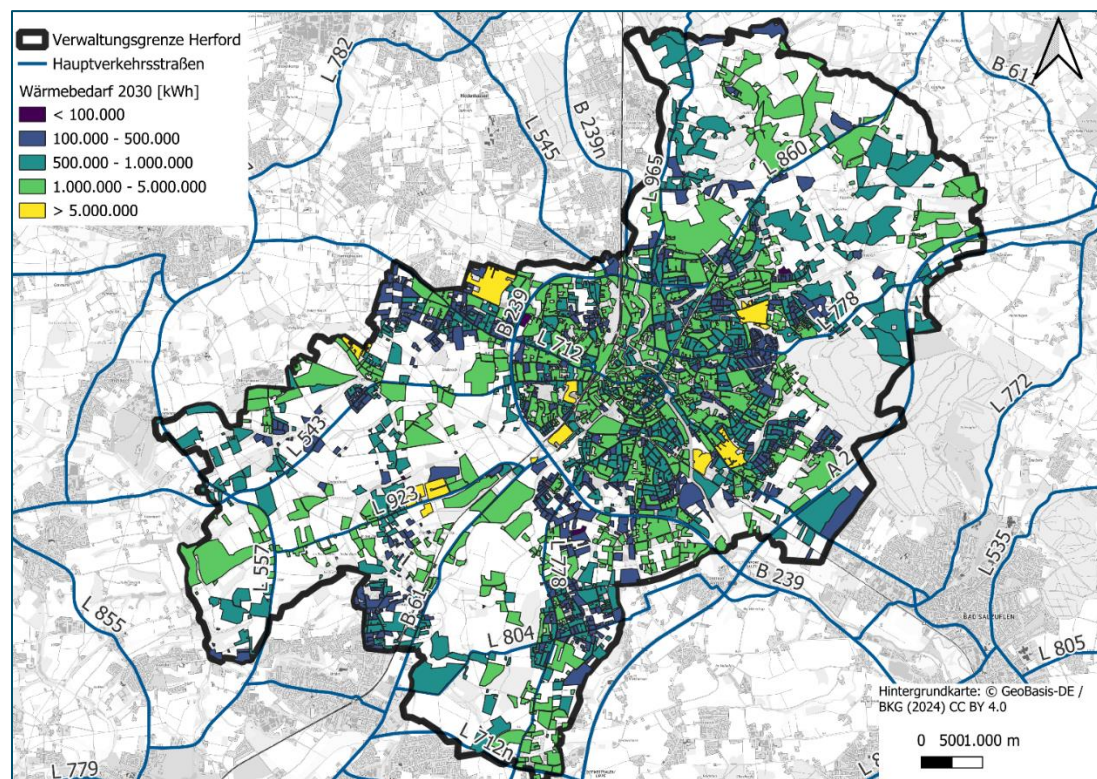


Abbildung 19: Wärmebedarf 2030 auf Baublockebene

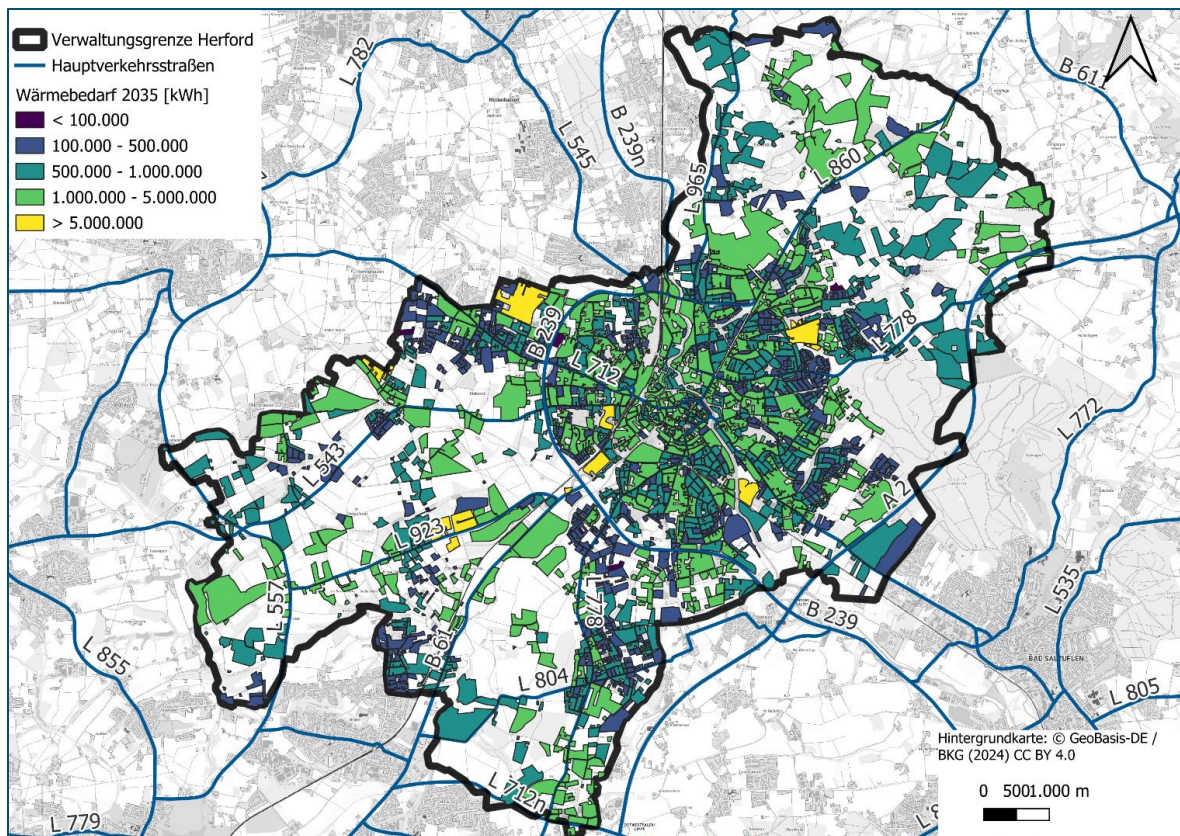


Abbildung 20: Wärmebedarf 2035 auf Baublockebene

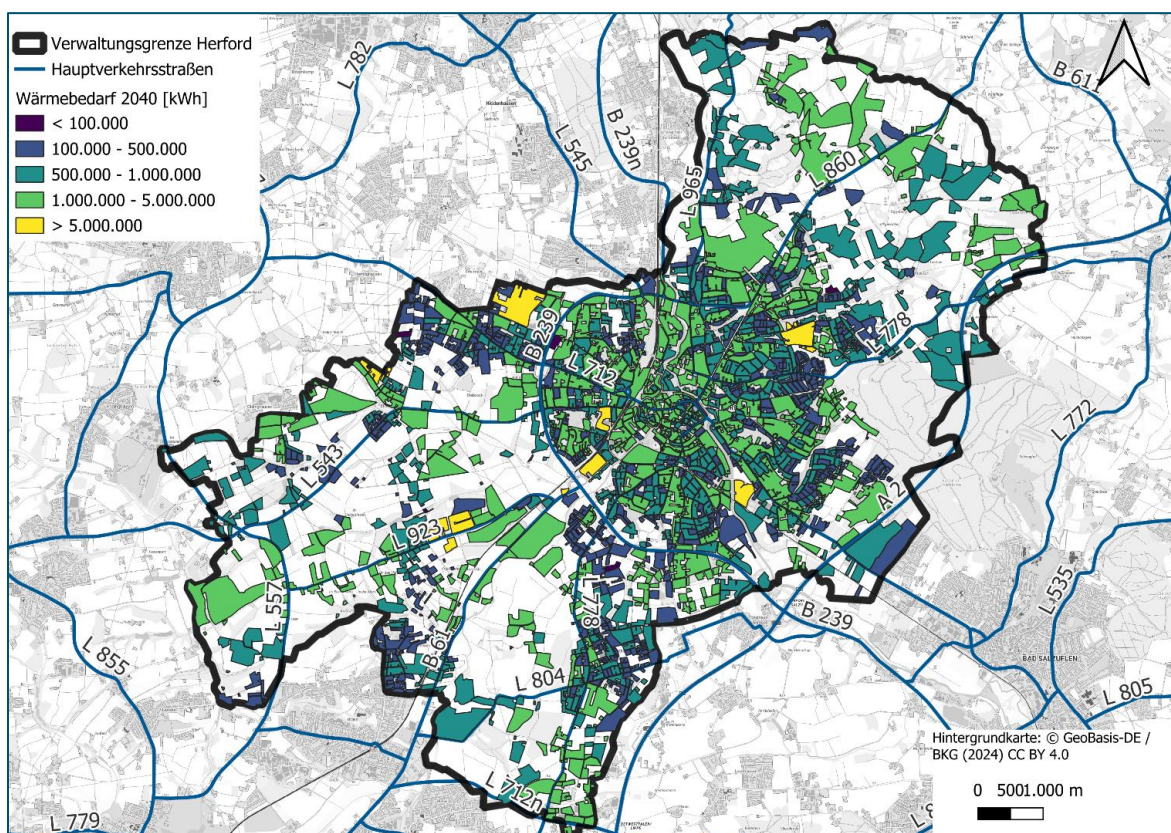


Abbildung 21: Wärmebedarf 2040 auf Baublockebene

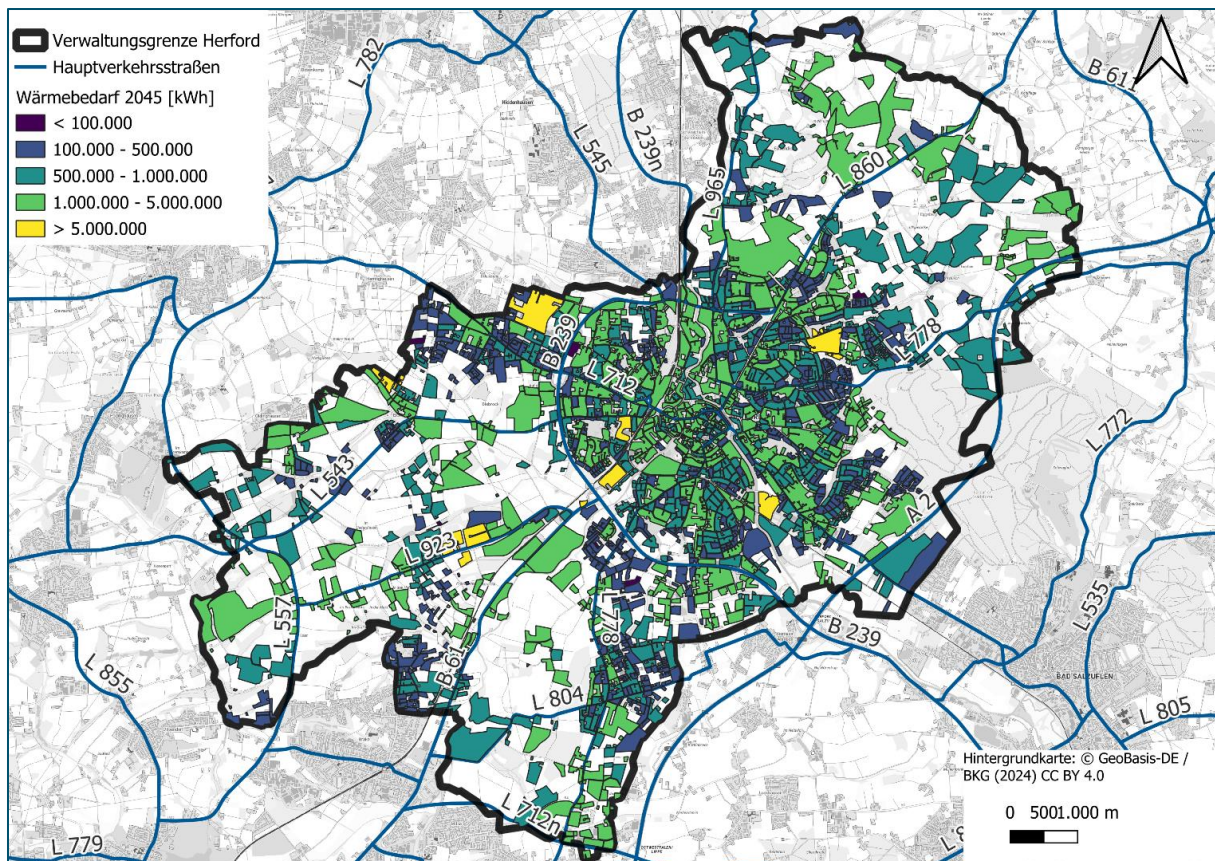


Abbildung 22: Wärmebedarf 2045 auf Baublockebene

In Abbildung 23 sind die Wärmebedarfe der unterschiedlichen Sektoren in Herford für die Jahre 2030 bis 2045 dargestellt. Die höchste Energieeinsparung wird in dem Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor und bei den Kommunalen Einrichtungen erreicht. In beiden Sektoren wird im Vergleich zu 2021 bis 2030 jeweils eine Energieeinsparung von 19 Prozent erreicht, bis 2040 um 22 Prozent. Bei privaten Haushalten wird eine Energieeinsparung von 10 Prozent bis 2030 prognostiziert und bis 2040 um 16 Prozent. Im Industriesektor ist mit keiner Energieeinsparung bis 2030 oder 2040 zu rechnen.

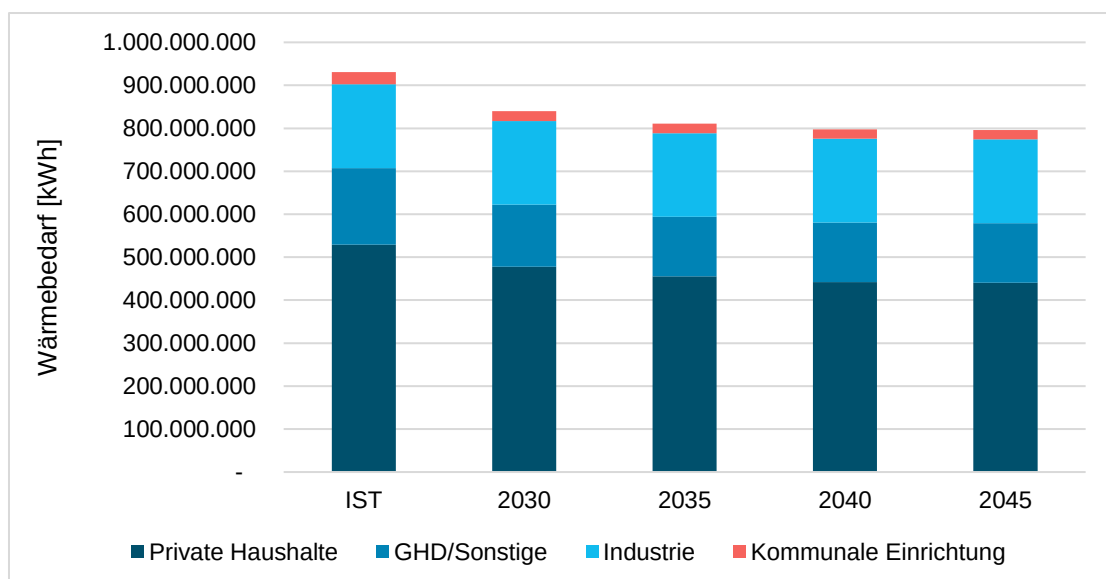


Abbildung 23: Raumwärmebedarfe der verschiedenen Sektoren für die Jahre 2030-2045

3.2 Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale

3.2.1 Wärmenetzpotenziale

Die Wärmelinien-dichte ist eine relevante Größe bei der Planung und Bewertung von Wärmenetzen. Sie definiert die Menge an Wärme, die pro Längeneinheit eines Straßenzuges benötigt wird und ist damit ein zentrales Kriterium zur Bestimmung der wirtschaftlichen und ökologischen Effizienz eines Wärmenetzes. Eine hohe Wärmelinien-dichte deutet auf eine dichte Bebauung und einen hohen Wärmebedarf hin, was die Investition in ein Wärmenetz für den Netzbetreiber wirtschaftlich attraktiver macht, da die Fixkosten für den Netzbau auf eine größere Menge an transportierter Wärme verteilt werden können.

Eine hohe Wärmelinien-dichte bedeutet nicht direkt, dass ein Straßenzug für ein Wärmenetz geeignet ist, jedoch dient es als hinreichender Indikator. In Abbildung 24 sind die Wärmelinien-dichten, die größer als 5 MWh/m sind, und die Bestandsnetze dargestellt.

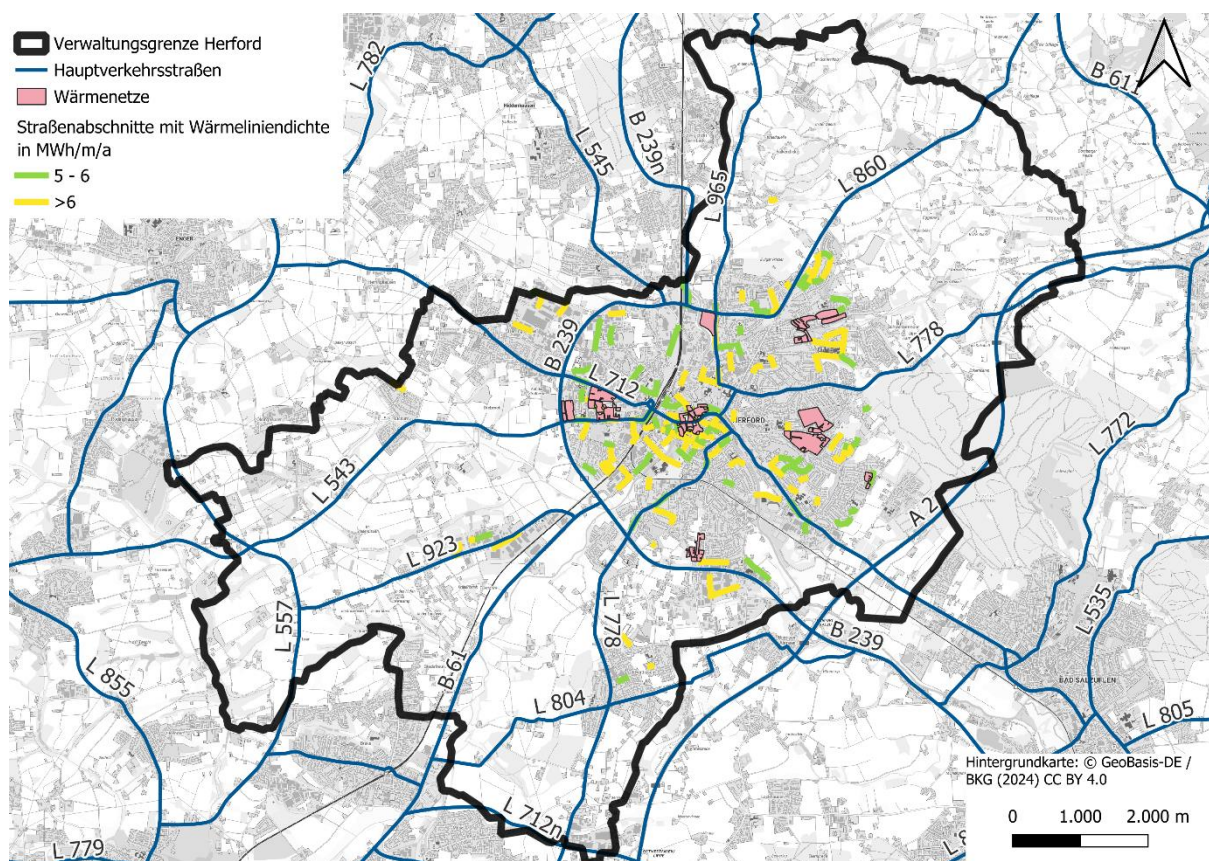


Abbildung 24: Kartografische Verortung der Straßenzüge mit Wärmelinienindichte > 5 MWh/m/a und der Baublöcke mit Bestandswärmenetzen

3.2.2 Biomasse und Abfall

Ein Großteil der verfügbaren Biomassedaten beziehen sich auf das Land Nordrhein-Westfalen. Für eine Einschätzung des Biomassepotenzials in Herford werden diese Daten anteilig auf die Hansestadt Herford heruntergerechnet. Dafür wird mit den Daten aus Tabelle 2 der Flächen- und Einwohner:innenanteil der Stadt Herford berechnet.

Tabelle 2: Einwohner:innen und Fläche von Nordrhein-Westfalen und Herford

	NRW	Herford
Einwohner:innen	18.139.116	68.879
Fläche (ha)	34.112.440	7.916

- ➔ Einwohner:innenanteil Herfords von NRW: 0,37 %
- ➔ Flächenanteil Herfords von NRW: 0,02 %

Bestandsanalyse

Das **Technische Brennstoffpotenzial** beschreibt den Energiegehalt der als Bioenergieträger aufbereiteten Biomasse. In

Tabelle 3 wird das technische Brennstoffpotenzial in Nordrhein-Westfalen aufgeführt. Dieses wurde anteilig auf die Einwohner:innenzahlen in Herford berechnet.

Tabelle 3: Technisches Brennstoffpotenzial von NRW und Herford in GWh (Agentur für Erneuerbare

Energien, 2013)

	Bioenergie-Potenzial NRW (GWh)	Bioenergie-Potenzial Herford (GWh)
Energiepflanzen	12.250	46
Forstwirtschaftliche Biomasse	7.853	28
Energetisch genutztes Waldholz	4.444	17
Waldrestholz	3.139	12
Ungenutzter Holzzuwachs	0	0
Industrieholzreste	83	0,3
Altholz	4.944	19
Biomethan	5.582	21

3.2.2.1 Altholz

Bei Altholz handelt es sich um Holz, das bereits stofflich genutzt wurde. Die Nutzung im Energiesektor markiert das Ende des Nutzungsweges, nachdem das Holz beispielsweise schon im Bausektor oder als Verpackungsmaterial genutzt wurde. Ein Großteil des Altholzaufkommens wird bereits in Holzkraftwerken und Müllverbrennungsanlagen energetisch genutzt. Ein kleinerer Anteil wird auch stofflich weiterverwertet. Das **technische** Brennstoffpotenzial, das sich für Nordrhein-Westfalen mit 4.944 GWh/a beziffern lässt, ist mit starken Unsicherheiten behaftet, da in der hier zitierten Untersuchung Datenlücken auftraten und die Stoffströme sich nur schwer abschätzen lassen. In Herford liegt das heruntergerechnete technische Potenzial bei 19 GWh/a.

3.2.2.2 Industrierestholz

Industrierestholz fällt bei der Bearbeitung von Waldholz als Nebenprodukt an. Es handelt sich dabei u.a. um Sägespäne / Sägemehl, Holzhackschnitzel und Rinde. Teilweise werden die Nebenprodukte direkt im Betrieb zur Wärme- oder Stromerzeugung genutzt, wie z.B. bei Betrieben in der Zellstoffindustrie, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Zusätzlich wird mit rund 2/3 des Gesamtaufkommens ein großer Anteil des Industrierestholzes der stofflichen Nutzung zugeführt.

Die Abschätzung erfolgt im Energieatlas auf Basis von Kennzahlen zu den Anteilen der Reststoffe, die je nach Produktionsprozess unterschiedlich ausfallen. Das **technische** Brennstoffpotenzial für Nordrhein-Westfalen liegt bei 83 GWh/a und ist wie das Altholzpotezial mit großen Unsicherheiten behaftet (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). Zusätzlich ist zu beachten, dass Industrierestholz viel über die Grenzen der Bundesländer im- und exportiert wird.

Das heruntergerechnete technische Potenzial von Industrierestholz umfasst in Herford 0,3 GWh/a.

3.2.2.3 Forstwirtschaftliche Biomasse

Unter der forstwirtschaftlichen Biomasse wird das energetisch nutzbare Waldholz gefasst, das den Wäldern nachhaltig entnommen werden kann. Beim Waldrestholz handelt es sich um die Nebenprodukte der Holzernte im Wald. Vor allem Schlagabraum aus dem Ast- und Kronenbereich, der sich auf Grund der Größe nicht zur stofflichen Nutzung eignet, fällt in diese Kategorie. Unter Abzug des bereits energetisch genutzten Potenzials beträgt das **technische** Brennstoffpotenzial 3.139 GWh/a. Zusätzlich zum Waldrestholz kann auch bisher ungenutzter Holzzuwachs verwendet werden. Der bisher ungenutzte Anteil ergibt sich aus der Biomasse, die jährlich nachwächst und bisher weder stofflich noch energetisch verwendet wird. Das Brennstoffpotenzial wird durch den Anteil gemildert, der als Totholz im Wald verbleibt, um den Nährstoffhaushalt und die Biodiversität des Ökosystems zu erhalten und einen

Minderungsabschlag, um eine nachhaltige Forstwirtschaft sicherzustellen. Holzuwachs auf Flächen in Naturschutzgebieten wird von der Nutzung ausgeklammert. Außerdem muss ein Anteil von 10 Prozent ungenutzt bleiben, um eine nachhaltige Forstwirtschaft beizubehalten. Das **technische** Brennstoffpotenzial des ungenutzten Holzuwachses wird in Nordrhein-Westfalen mit 0 GWh/a beziffert (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).

Insgesamt liegt das technische Brennstoffpotenzial der Forstwirtschaftlichen Biomasse in NRW bei 7.853 GWh/a. Daraus kann für die Einwohner:innenzahl von Herford ein Potenzial von 28 GWh/a heruntergerechnet werden.

3.2.2.4 Stroh

Die Potenziale einer Strohverbrennung wurden auf Basis einer bundesweiten Studie des DBFZ erfasst. Auf Landkreisebene wurde untersucht, welches Potenzial zur Verfügung steht und abgeschichtet, welches Potenzial theoretisch, technisch und nachhaltig nutzbar ist. Das theoretische Potenzial bestimmt sich danach, wie viel Fläche für welche Fruchtarten genutzt wird und welches Korn-Stroh Verhältnis vorliegt. Beim technischen Potenzial wird einbezogen, dass die Bergung nur zu einem gewissen Grad möglich ist und Teile der Strohmenge auch in der Tierhaltung genutzt werden. Bei der Angabe des nachhaltigen Potenzials wurde berücksichtigt, dass auch anderweitige stoffliche Nutzungen bestehen und der Boden in einer ausgeglichenen Bodenbilanz bewirtschaftet werden kann. Die Humusbilanz wurde jeweils mit einer statischen und einer dynamischen Methodik berechnet, weswegen die Potenziale mit einer unteren und oberen Grenze angegeben werden. Für die Auswertung wurde sich auf die folgenden umliegenden Landkreise beschränkt:

- Herford, Landkreis
- Minden-Lübbecke, Landkreis
- Gütersloh, Landkreis
- Bielefeld, Kreisfreie Stadt
- Lippe, Landkreis
- Osnabrück, Landkreis

Das **nachhaltige** Potenzial im direkten Umkreis von Herford beträgt 1.437-1.479 GWh/a. Die Gesamteinwohner:innenzahl der sechs aufgeführten Landkreise beträgt 1.716.366. Es leben also 3,96% der Einwohner:innen in Herford. Aus dem Einwohneranteil von Herford lässt sich ein Strohpotenzial von 56-58 GWh/a berechnen.

Vor einer Umsetzung ist zu prüfen, welcher Anteil des Potenzials wirtschaftlich erschließbar ist und wo eine Verkaufsbereitschaft vorliegt, um das verfügbare Potenzial zu ermitteln.

Technisch ist zu beachten, dass auf Grund des Chloridgehalts Hochtemperaturkorrosion auftreten kann, wenn nicht entsprechend angepasste technische Maßnahmen ergriffen werden. Auf Grund der geringen volumetrischen Energiedichte muss im Detail geprüft werden, ob der nötige Anlieferverkehr umsetzbar ist und Akzeptanz in der Stadtgesellschaft findet.

3.2.2.5 Paludianbau

Unter Paludikultur ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch-, und Niedermore zu verstehen. Meist werden dazu ehemals trockengelegte Moorflächen genutzt, die wiedervernässt werden. Durch die Aussaat bestimmter Saaten oder durch natürliche Wiederbesiedlung kann auf den Flächen schilfartige Biomasse wachsen und geerntet werden. Die Paludikultur eignet sich sehr gut, um Moorschutz und Biomasseproduktion bzw. landwirtschaftliche Nutzung zu vereinen, da die Biomasse aus dem Moor stofflich oder energetisch verwertet wird, während das Moor nass bleibt (Dahms, et al., 2017).

In der direkten Umgebung von Herford sind ein Moorsee und ein Bruch vorhanden. Beide Flächen befinden sich im Landkreis Herford. Das Hücker Moor umfasst eine Fläche von etwa 11 Hektar. Durch den Abbau von Torf entstand der Moorsee. Das Naturschutzgebiet Füllenbruch liegt zum Teil im Stadtgebiet Herford und umfasst insgesamt eine Fläche von rund 139 Hektar. Beide Gebiete sind vermutlich nicht nutzbar. Mit einem durchschnittlichen Energieertrag des Schilfs von ungefähr 25 MWh/ha*a ließe sich bei Nutzung der Flächen ein jährliches theoretisches Potenzial von 3,7 GWh/a nutzen.

3.2.2.6 Biogas (Tierische Exkremente)

Zur Bestimmung des Biogaspotenzials in Herford kann der Viehbestand herangezogen werden. Die Anzahl an Tieren in Nordrhein-Westfalen ist bekannt und kann entsprechend der Bevölkerungszahl von Herford anteilig berechnet werden (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Anzahl Tiere in Nordrhein-Westfalen und Herford (IT.NRW, 2023)

	NRW	Herford
Milchkuh	375.141	1.406
Schweine	2.761.200	10.351
Mastrind	887.659	3.328
Legehennen	6.029.637	22.604

Neben tierischen Exkrementen werden auch sogenannte Energiepflanzen in Biogasanlagen verwertet. Energiepflanzen umfassen landwirtschaftlich angepflanzten Stoffe, die zum Zweck der Strom-, Wärme- oder Biokraftstoffproduktion angebaut werden. Durch die Anpflanzung von ertragsreichen Energiepflanzen, kann das Bioenergie-Potenzial gesteigert werden. Der Energiepflanzenmix in Nordrhein-Westfalen besteht aus großen Mengen an Mais, Raps, Winterweizen und -gerste (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). Roggen, Feldgras und Zuckerrüben sind ebenfalls in geringerem Umfang vorhanden (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).

In Tabelle 5 ist die Anbaufläche der einzelnen Energiepflanzen in Hektar und der Ertrag in t für Herford dargestellt (IT.NRW, 2023).

Tabelle 5: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Herford berechnet (IT.NRW, 2023)

	Winterweizen	Roggen	Wintergerste	Silomais	Feldgras, Grasanbau auf dem Ackerland	Winterraps	Zuckerrüben
Anbaufläche in ha	920	337	588	752	128	190	203
Ertrag in t	28	8	18	135	3	3	67

Insgesamt stehen demnach 263 t Energiepflanzen auf einer Fläche von 3.916 Hektar für Herford zur energetischen Nutzung zur Verfügung.

Bei deutschen Biogasanlagen variiert die Substratverteilung je nach Bundesland. In Nordrhein-Westfalen stammen 11% des massebezogenen Substrats von Bio- und Grünabfällen (Daniel-Gromke, et al., 2017). Das restliche Substrat wird mit tierischen Exkrementen, aber hauptsächlich durch nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Gras, Zuckerrüben oder Getreide gedeckt.

Um das Gesamtbiogaspotenzial von Herford berechnen zu können, wird zunächst der energetische Gehalt des anfallenden Bio- und Grünabfalls berechnet. Dazu werden Faustzahlen herangezogen, um den Biogasertrag zu bestimmen. Für die Bioabfälle wird ein Ertrag von 92 Nm³ pro Tonne Festmasse verwendet (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, kein Datum). Für die Grünabfälle wird ein Biogasertrag von 2.904 Nm³ Methan pro Hektar angenommen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Auf Basis der Daten von der SWK fallen in Herford insgesamt 7.873 Tonnen Bio- und Grünabfall pro Jahr an. Zur Berechnung des daraus resultierenden Energiepotenzials wird für 1 m³ Methan ein Energiegehalt von 9,97 kWh verwendet (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Das energetische Potenzial aus Herfords Bio- und Grünabfällen liegt nach dieser Berechnung bei ungefähr 7,2 GWh/a.

In der derzeitigen Praxis beträgt der massebezogene Anteil an Bio- und Grünabfällen in Biogasanlagen in Nordrhein-Westfalen 11 %. 24 % werden durch tierische Exkremente gedeckt und der restliche Anteil des Substrateintrags aus Energiepflanzen gewonnen.

Zur Einordnung der notwendigen Anbauflächen für die Energiepflanzen und der Menge an Tieren, wird auf Basis des verfügbaren Grün- und Bioabfallssubstrats wie folgt überschlagen:

Ausgehend davon, dass die Bio- und Grünabfälle als Basis dienen und 11 % des massebezogenen Substratanteils ausmachen, lässt sich ableiten, dass die Gesamtsubstratmenge bei 71.573 t/a liegt. 24 % dieser Masse ist aus tierischen Exkrementen zu beziehen, somit werden insgesamt 17.177 t/a benötigt. Um die Menge an Tieren und das Energiepotenzial zu bestimmen, wird sich auf die Menge und den Anteil an Gülle in Nordrhein-Westfalen pro Tierart (Milchkuh, Mastschwein, Mastrind und Legehenne) bezogen. Dafür können die nachstehenden Faustzahlen aus Tabelle 6 herangezogen werden. So wird der prozentuale Anteil der Tiere in Herford berechnet.

Tabelle 6: Biogasertrag Gülle/Mist von Tieren (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum)

	Gülle/Festmist Tierplatz (TP) Jahr	pro und	Einheit	Biogasertrag	
Milchkuh	17		m ³	289	Nm ³ Methan
Mastschwein	1,6		m ³	19	Nm ³ Methan
Mastrind	2,8		t	185	Nm ³ Methan
Legehenne	2		m ³	1,64	Nm ³ Methan

Nach diesem Vorgehen kann die Anzahl von 12.945 Tieren nach landestypischer Verteilung bestimmt werden, die die benötigte Substratmenge an Gülle und Mist in Herford produzieren.

Nach dieser Berechnung wird auch eine Gesamtmenge an verfügbaren tierischen Exkrementen in Herford bestimmt. Es sind 49.900 t/a verfügbar. Da laut dem Umweltbundesamt nur 30 % des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Biogasanlagen verwendet werden, reduziert sich die Menge auf 14.970 t/a. (Umweltbundesamt, 2019).

Nach Abzug der tierischen Exkremente müssen noch 46.522 t/a durch Energiepflanzen gedeckt werden. Um den Ertrag und die Anbaufläche der Energiepflanzen zu bestimmen, werden die Verteilung der Anbaubiomasse (u.a. Mais und Getreide) und deren Ertragswerte für Nordrhein-Westfalen bestimmt.

Nach diesem Vorgehen müssten auf 1.151 Hektar Anbaubiomasse angebaut werden, um die restliche Substratmenge von 46.522 t/a zu decken. Durch die Energiepflanzen entsteht ein zusätzliches Energiepotenzial von 45 GWh/a. Das Gesamtenergiepotenzial durch Biogas liegt in Herford also bei 56 GWh/a.

3.2.2.7 Kurzumtriebsplantagen

Auf Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende Hölzer angebaut, die nach einigen Jahren geerntet und energetisch verwertet werden. Der Ernterhythmus kann je nach Anbausorte und Zyklusansatz zwischen 2-20 Jahren variieren [12]. Die Flächeneffizienz ist deutlich geringer als bei der direkten Nutzung der Sonnenenergie durch Solaranlagen und benötigt daher bei gleicher Energiemenge viel mehr Fläche [5]. Wie hoch das technische Potenzial ist, lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht valide abschätzen, da für neue großflächige Projekte immer eine Abwägung zu anderen Bodennutzungen sowie Dialoge mit den Landbesitzenden stattfinden müssen. Auf Grund der langsamen Umsetzungsgeschwindigkeit, des hohen Flächenbedarfs und der fehlenden Möglichkeit, das Potenzial abzuschätzen, werden die Einsatzmöglichkeiten der Kurzumtriebsplantagen nicht weiter ausgeführt.

Ergebnis

Das Gesamtpotenzial von Bioenergie in Herford ist in Abbildung 25 dargestellt. Es ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 164-166 GWh/a.

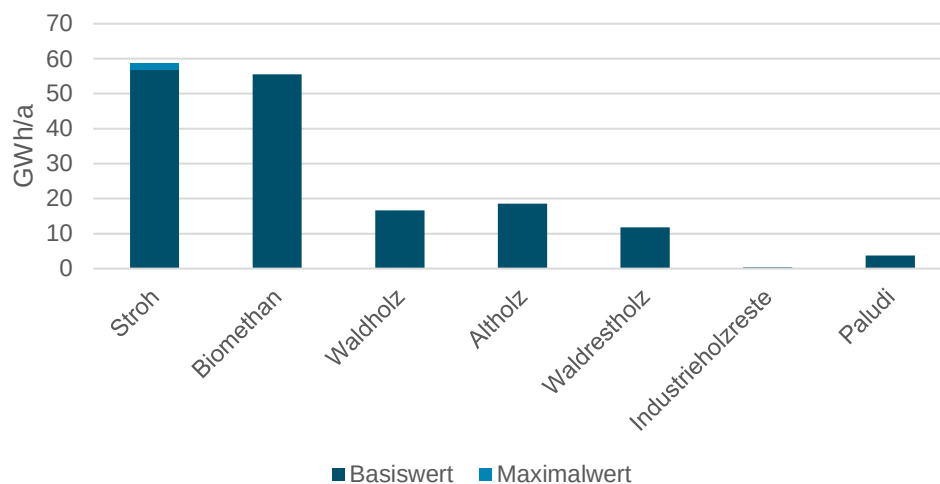


Abbildung 25: Vorhandenes Bioenergie Potenzial von Herford in GWh/a

3.2.2.8 Einordnung Biomassenutzung im Wärmesektor

Die energetische Nutzung von Biomasse steht in direkter Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau. Verschiedene Organisationen stufen die energetische Nutzung nicht länger als klimaneutral ein. Die Deutsche Umwelthilfe, das Öko-Institut, der NABU sowie die Bundesregierung bevorzugen die stoffliche und mehrheitliche Nutzung von Biomasse gegenüber der energetischen Nutzung (Öko-Institut e.V., kein Datum; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2023; Ober & Werner, 2023; Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021). Letztere wird nur empfohlen, wenn eine weitere stoffliche Nutzung nicht mehr möglich ist, oder für Rest- Abfallstoffe. Biomasse kann außerdem zur energetischen Nutzung eingesetzt werden, wenn die Nutzung von Alternativen bisher nicht möglich ist.

Die Deutsche Umwelthilfe formuliert außerdem genauere Positionen bei dem Einsatz verschiedener Stoffe zur Gewinnung von Bioenergie (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021):

- Der Anbau von Energiepflanzen (Mais, Raps etc.) für die Bioenergiegewinnung sollten vermieden werden. Flächen lieber für eine umweltverträgliche Nahrungsmittelerzeugung nutzen oder zur Installation von EE.

- Holz sollte stofflich genutzt werden und erst am Ende einer möglichst langen Produktnutzung verbrannt werden.
- Moore, naturnahe Wälder und Grünland sollten nicht für Bioenergie genutzt werden.
- Stroh sollte nicht verbrannt werden
- Bioabfälle sollen vergoren und dann kompostiert werden
- Wirtschaftsdünger sollte immer vergoren und dann kompostiert werden
- Klärschlamm sollte vergoren werden

Die Deutsche Umwelthilfe lehnt die energetische Nutzung von importiertem Holz (auch wenn es sich um Restholz handelt) ab. Eine stoffliche Nutzung von Industrierestholz ist immer zu bevorzugen. Am Ende des Produktlebenszyklus empfiehlt die DUH die energetische Nutzung (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021). Durch den Klimawandel wird der Holzbestand immer mehr verringert. Seit 2018 nimmt laut dem Statistischen Bundesamt nicht nur der Holzabschlag, sondern auch die Menge des Schadholzeinschlags immer mehr zu. Zusätzlich steigt der Baumverlust. Rund 5% der gesamten Waldflächen in Deutschland sind zwischen Januar 2018 bis einschließlich April 2021 vertrocknet (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, 2022).

Nach der Einordnung der jeweiligen Stoffe durch die Umweltverbände sind einige Potenziale zu vernachlässigen. Nur wenige pflanzliche Stoffe werden zur energetischen Nutzung empfohlen, diese sind in Abbildung 26 aufgeführt. Die durch die Umweltverbände empfohlenen Stoffe setzen sich aus den tierischen Exkrementen, Altholz und Bio- und Grünabfall zusammen. Das Biogaspotenzial sinkt auf 12 GWh/a, da der Anbau von Energiepflanzen von den Umweltverbänden nicht empfohlen wird. Insgesamt beträgt das Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände 30 GWh/a.

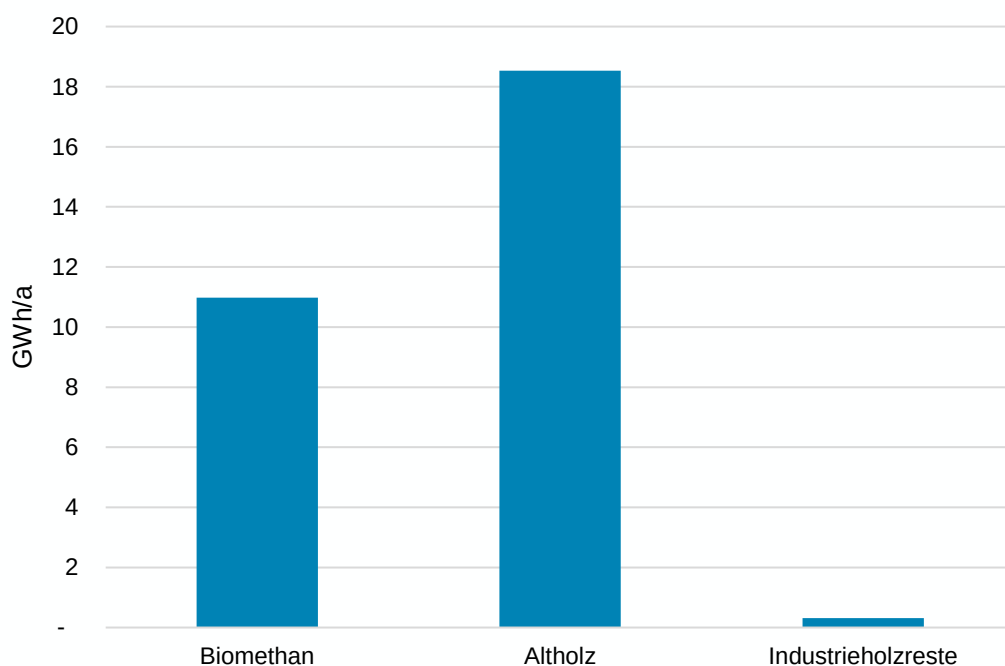


Abbildung 26: Bioenergie Potenzial von Herford nach Einordnung der Umweltverbände in GWh/a

3.2.3 Luftwärmepumpen

Neben der Geothermie kann die Außenluft als Wärmequelle durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden. Luftwärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme auf Außenlufttemperaturniveau und „pumpen“ diese Wärmeenergie auf ein für die Gebäudebeheizung und/oder Trinkwarmwasserbereitstellung nutzbares Temperaturniveau.

Nachteilig an einer Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen sind die niedrigeren Außentemperaturen während der Heizperiode in den Wintermonaten, da bei einem größeren Temperaturunterschied zwischen Ausgangsniveau und gewünschter Heiztemperatur mehr elektrische Energie notwendig ist. Dadurch ist die Effizienz von Luftwärmepumpen an kalten Tagen vermindert. Luftwärmepumpen werden daher häufig in einem Bivalenzbetrieb mit einem weiteren Wärmeversorger, wie z.B. einem Gaskessel oder einem Heizstab eingesetzt. In einem derartigen Bivalenzbetrieb werden die Luftwärmepumpen bis zu einer bestimmten Außentemperatur, z.B. zwischen 5 - 0°C, betrieben. An den wenigen kälteren Tagen im Jahr übernimmt der Zweitwärmeerzeuger. Insgesamt würde die Wärmeversorgung zu einem großen Teil durch den Einsatz der Luftwärmepumpen erfolgen (vgl. Günther et al. 2020).

Ferner bieten sich Wärmepumpen insbesondere bei niedrigen Ziel- bzw. Heiztemperaturen an, womit der Temperaturhub besonders gering ausfallen kann. Eine geringe Temperaturspreizung zwischen Quell- und Zieltemperatur wirkt sich positiv auf die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe aus und führt damit zu einem geringeren Stromeinsatz in der Wärmebereitstellung. Durch einen Abgleich der Heizkurve auf den Wärmepumpenbetrieb, also einen Abgleich der Heizungsvorlauftemperatur auf die Außentemperatur bzw. auf die Heizlast, kann die Effizienz der Wärmepumpe erhöht werden.

Der Erfolgsschlüssel beim Rollout von Wärmepumpen im Bestand ist die Abstimmung zwischen Vorlauftemperaturen und individuellen Heizlasten in den Räumen eines jeden Gebäudes. Durch Teilsanierungen bzw. den Austausch einzelner Elemente wie Fenster oder Türen kann die Heizlast und folglich auch die Vorlauftemperatur abgesenkt werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen.

Da die Heizkörperflächen in alten Systemen meistens überdimensioniert sind, kann die Wärmepumpe mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden als das alte Kesselsystem. In Einzelfällen müssen einige kritische Heizkörper getauscht werden, die die erforderliche Heizlast nicht mehr liefern können. Ein Austausch oder eine Umstellung des gesamten Heizkörpersystems kann in der Regel aber vermieden werden (vgl. Günther et al. 2020). Wenn aus bestimmten Gründen, wie z.B. Denkmalschutz, keine (Teil-)Sanierung oder Umstellung der Heizkörper möglich ist, kann auf Hochtemperaturwärmepumpen zurückgegriffen werden, die auch Vorlauftemperaturen über 65 °C erreichen und damit wie konventionelle (fossile) Erzeuger im bestehenden Verteilsystem eingesetzt werden können.

Aus den Ergebnissen breit angelegter Feldtests von Wärmepumpen im Bestand lässt sich ableiten, dass es technisch wenig Begrenzungen für den Einsatz von Wärmepumpen im Bestand gibt. Auch in Gebäuden mit einem Heizenergieverbrauch von 140 kWh/m² (Baujahr 1981 unsaniert) konnte für die Luftwärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 2,7 ermittelt werden. Elektroheizstäbe werden oft als Leistungsreserven eingesetzt, die im Mittel in den betrachteten Praxisprojekten keinen relevanten Einfluss auf den Stromverbrauch hatten (<3 % bei Luft-WP; <1,2 % bei Sole-WP). Ein signifikanter Einsatz von Heizstäben fand in der Praxis nur statt, wenn das System falsch parametrierung war oder der Einsatz im *Legionellenmodus* nötig war (vgl. Günther et al. 2020). Die Stromkosten, die durch den Einsatz des Heizstabs entstehen, wirken sich bei richtiger Parametrierung nur unwesentlich auf die jährlichen Kosten aus. Eine sorgfältige individuelle Planung des Systems ist auch hier der entscheidende Faktor, um die Heizkosten so gering wie möglich zu gestalten.

Zur Gewährleistung des Immissionsschutzes wird die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) gemäß Ziffer 6.1 herangezogen. In Bereichen, die als allgemeine Wohngebiete oder Kleinsiedlungen eingestuft sind, gelten bestimmte Lärmgrenzwerte, die tagsüber bei 55 dB(A) und nachts bei 40 dB(A) bezogen auf den Beurteilungspegel liegen. In reinen Wohngebieten sind diese Werte auf 50 dB(A) tagsüber und 35 dB(A) nachts reduziert. Für Kurgebiete sowie Krankenhäuser und Pflegeanstalten sind die niedrigsten Immissionsgrenzwerte vorgesehen, die tagsüber 45 dB(A) und nachts 35 dB(A) betragen. (Bundes-Immissionsschutzgesetz, 2017 Neufassung)

Der Energiegehalt der Schallemissionen lässt sich über die Kennzahl „Schallleistungspegel“ beurteilen. Ein niedriger Schallleistungspegel bedeutet, dass die Luftwärmepumpe eine geringere Schallimmission aufweist. Die genaue Beziehung zwischen den Schallemissionen und der erbrachten Leistung kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, einschließlich der Bauweise und Qualität der Luftwärmepumpe, der Installation, der Umgebungsbedingungen und der Art der Nutzung (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2023).

Die Abschätzung des Potenzials für die dezentrale Wärmeversorgung über Luft-Wärmepumpen erfolgt über einen Vergleich der von einer fiktiven Wärmepumpe verursachten Schallemissionen mit den zulässigen Grenzwerten. Für die Ermittlung wurden fiktive Emissionspunkte rund um jedes Gebäude ermittelt. Für jeden Emissionspunkt wurden Kollisionen in alle Richtungen ermittelt, die auftreten würden, wenn eine Wärmepumpe mit der notwendigen Leistung aufgestellt würde. Die Anzahl der Kollisionen bestimmt den Grad der Machbarkeit der Wärmepumpe an einem einzelnen Emissionspunkt. Für die Bewertung auf Gebäudeebene wurde der Median der Kollisionsbewertung über alle Emissionspunkte eines Gebäudes gebildet.

Diese Methodik bietet sich an, um in der Gesamtschau eines Gebietes einzelne kritische Teilgebiete zu identifizieren. Auch wenn ein Gebäude als gering geeignet gekennzeichnet ist, bedeutet dies nicht, dass eine Versorgung über eine Luft-Wärmepumpe unmöglich ist. Jedoch ist die Herausforderung an einem solchen Gebäude vermutlich größer als an freistehenden Gebäuden.

In [Abbildung 27](#) sind die Ergebnisse der Potenzialabschätzung dargestellt. Je dunkler der Farbton, desto geringer die Eignung von Luft-Wärmepumpen in dem Gebiet. Gebiete, die nicht farblich hervorgehoben sind, weisen grundsätzlich eine positive Eignung auf. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass besonders der Bereich in der Innenstadt schwer für dezentrale Luft-Wärmepumpen zu erschließen ist. Dieser Bereich ist im Detail gesondert zu prüfen und bei Bedarf durch andere Potenziale bzw. über Wärmenetze zu versorgen.

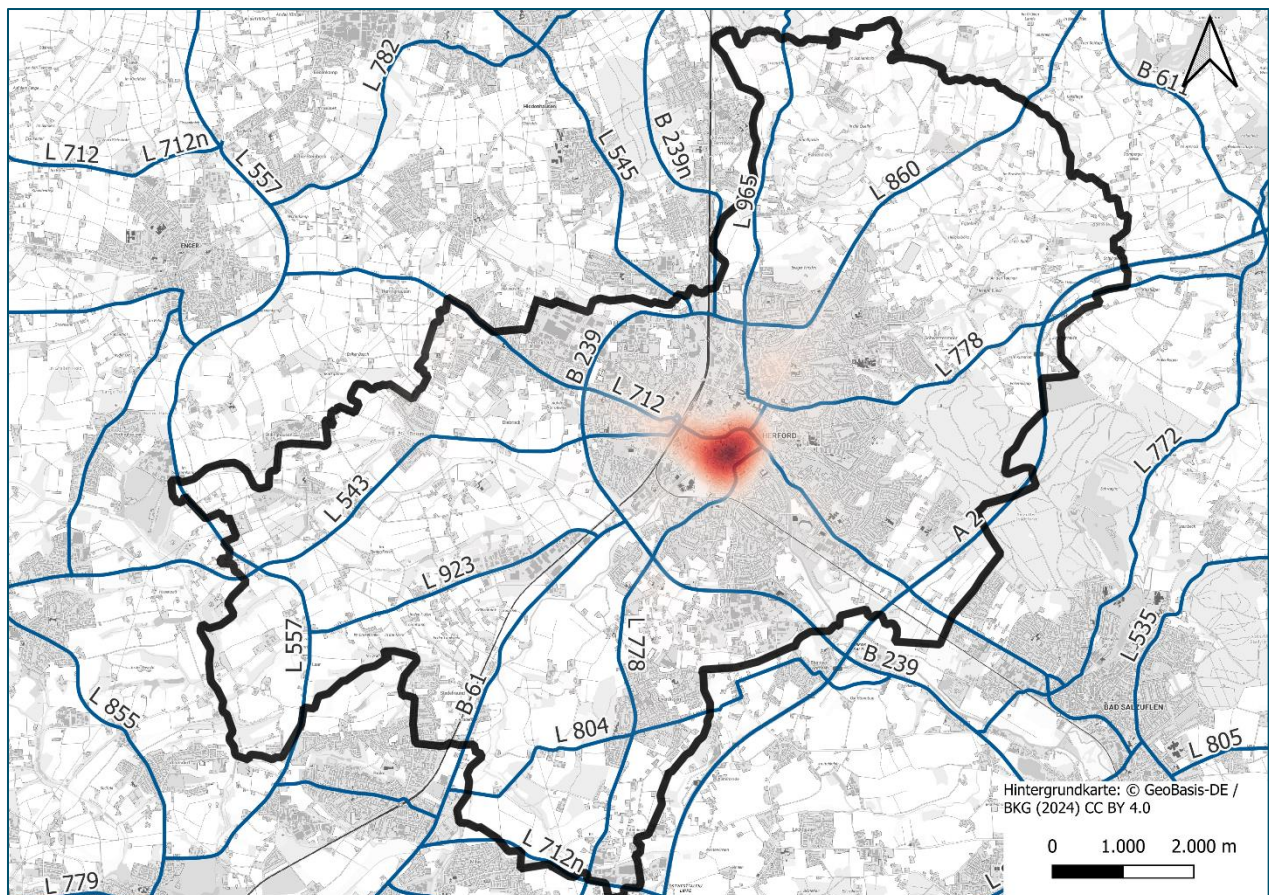


Abbildung 27: Farbliche Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen (Je dunkler der Farbton, desto geringer die Eignung) (Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ALKIS-Daten mit Hintergrundkarte von basemap.de, Lizenz nach <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

3.2.4 Oberflächennahe und (mittel)tiefe Geothermie

Oberflächengeothermie bezieht sich auf die Nutzung der gespeicherten Wärmeenergie in den obersten Erdschichten, die bis zu einer Tiefe von 150 Metern reichen. Am häufigsten zum Einsatz kommen vor allem Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Während Erdwärmesonden tief in den Boden eindringen, um Wärme aufzunehmen, decken Erdwärmekollektoren größere Flächen in geringerer Tiefe ab. Es werden folgende Parameter in der Untersuchung angesetzt (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019):

- Keine Nutzung in Deponieflächen
- Keine Nutzung in Naturschutzgebieten
- Bohrungen in hydrologisch kritischen Gebieten sind auf 40m Tiefe begrenzt
- Besondere Rücksichtnahme in Gebieten des oberflächennahen Bergbaus, Altlastflächen und in Wasser und Heilschutzgebieten

3.2.4.1 Erdwärmesonden

In Nordrhein-Westfalen stellen Erdwärmesonden den vorherrschenden Typ von Anlagen dar. Dies begründet sich primär in ihrem minimalen Platzbedarf, der die Installation nahezu überall ermöglicht. Bei diesen Anlagen handelt es sich um Systeme aus geschlossenen Kunststoffrohren, welche in Bohrlöchern von 40 bis 150 Meter Tiefe installiert werden. In den Rohren zirkuliert ein Wasser-Sole-Gemisch, das thermische Energie aus dem umgebenden Gestein aufnimmt und an eine Wärmepumpe

weiterleitet. An dieser Stelle wird die extrahierte Wärme auf das benötigte Heiztemperaturniveau angehoben.

Die Gesamtlänge der eingesetzten Erdwärmesonden variiert abhängig von den spezifischen Eigenschaften des Untergrundes sowie der erforderlichen Wärmemenge. Unter Umständen kann es wirtschaftlicher sein, anstelle einer einzigen langen Sonde mehrere kürzere Sonden zu verwenden. (Geologischer Dienst NRW, 2011)

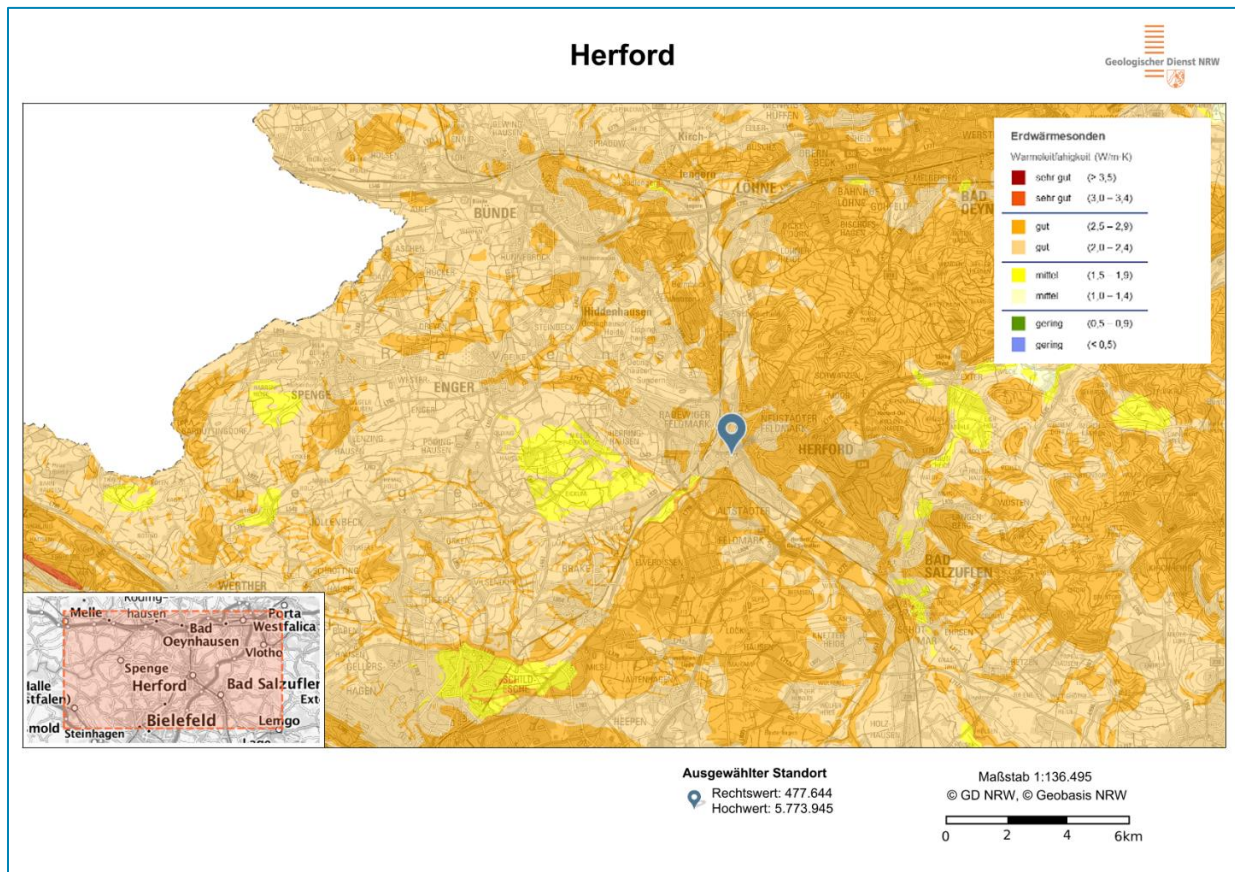


Abbildung 28: Wärmeleitfähigkeit für Erdwärmesonden im Bereich Herford (Geologischer Dienst NRW, 2011)

Standortkriterien

Nötige Informationen des Standortes bei Antragsstellung:

- Aufbau und Eigenschaften der einzelnen Boden- und Gesteinsschichten
- Grundwasserverhältnisse (hydrogeologische Bedingungen)
- Mögliche Risiken bzw. Einschränkungen
- Größe der Anlage
- Bohrtiefe

Wenn die hydrogeologischen Informationen nicht vorliegen, muss eine Probebohrung vorgenommen werden. Die zuständige Wasserbehörde entscheidet dann auf Basis der vorliegenden Informationen, ob diese ausreichend sind oder eine weitergehende Untergrundbewertung nötig ist.

Standorteinschränkungen und Mindestabstände:

- Zulassungen zur Errichtung einer Erdwärmesonde können typischerweise in den Zonen I, II, und III/IIIA von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten nicht erteilt werden.

- Bei der Errichtung von Erdwärmesonden sind Mindestabstände zu Grundstücksgrenzen und zwischen den Sonden einzuhalten. Die Abstände sind abhängig von der Sondenlänge, der Größe der Anlage und hydrogeologischen Verhältnissen. Folgende Abstände sind einzuhalten:
 - Zwischen den Sonden: 10 Meter
 - Zur benachbarten Grundstücksgrenze: 5 Meter (kann durch Abstimmung mit Wasserbehörde und Anliegern verringert werden)

3.2.4.2 Erdwärmekollektoren

Sofern genügend Platz zur Wärmegewinnung vorhanden ist, bieten sich Erdwärmekollektoren zur Nutzung an. Erdwärmekollektoren funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Erdwärmesonden, jedoch mit einem Unterschied in ihrer Installationsweise. Die Kollektoren werden horizontal in einer Tiefe von 1,0 bis 1,5 Metern im Boden verlegt. Sie beziehen ihre Wärme hauptsächlich aus der von der Sonne eingestrahlten Wärme sowie aus dem im Boden versickernden Niederschlagswasser. Um eine effiziente Wärmeaufnahme zu gewährleisten, muss die genutzte Fläche in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen das 1,5- bis 2-Fache der zu beheizenden Fläche umfassen (Geologischer Dienst NRW, 2011). Auf Grund der aufwändigen Verlegung finden Erdwärmekollektorensysteme vor allem im Neubau Anwendung wenn größere Erdarbeiten anstehen.

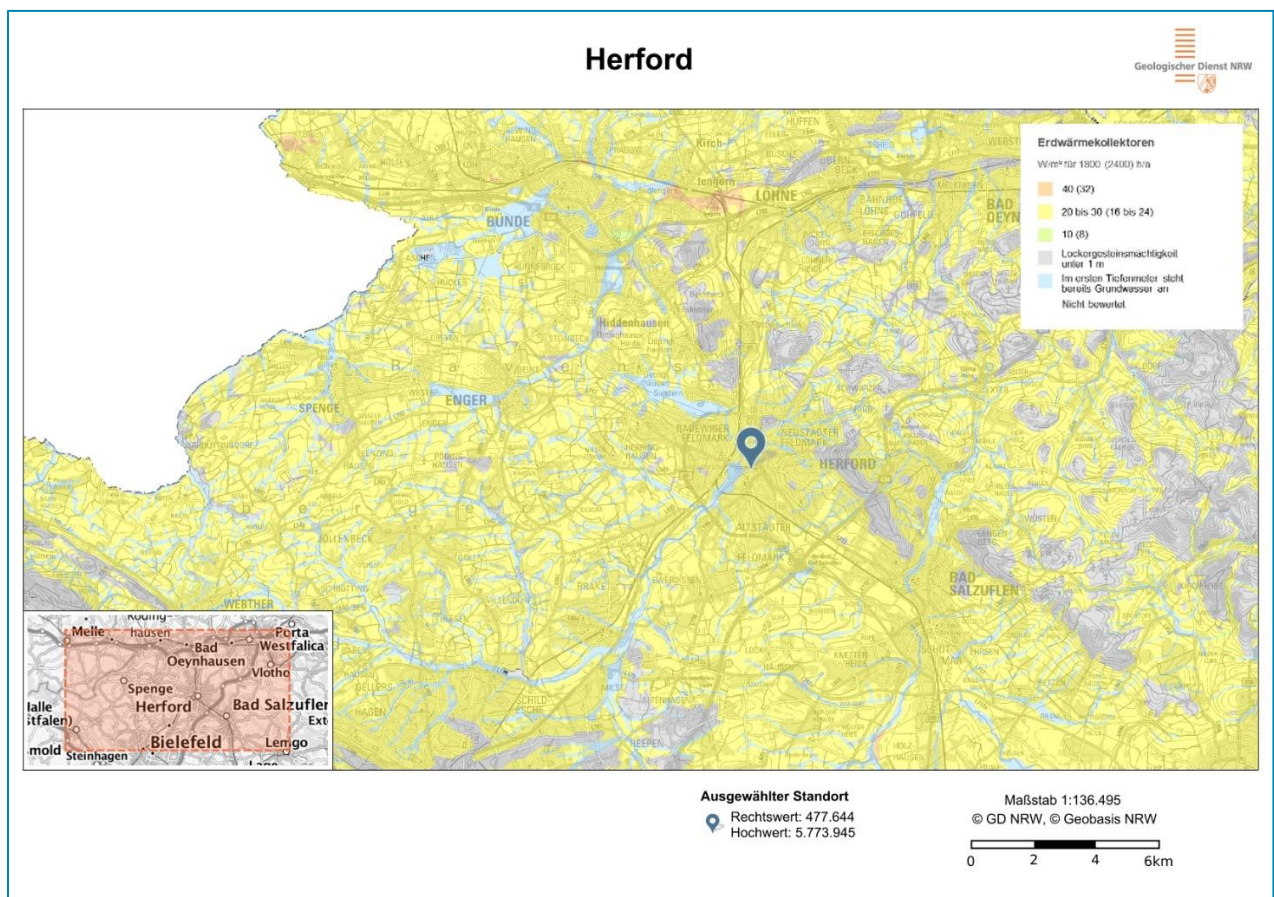


Abbildung 29: Potenzial der Erdwärmekollektoren (Geologischer Dienst NRW, 2011)

3.2.4.3 Rechtliche Anforderungen

Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Geothermische Anlagen sind Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren (inkl. Erdwärmekörbe/Spiralkollektoren, Energiepfähle, Eisspeicher etc.) und Grundwasserwärmepumpen.

Grundwasserwärmepumpen werden in einem gesonderten Abschnitt untersucht. Bei der Nutzung von Erdwärme können die Bohrung bzw. die Erdarbeiten, das Einbringen und der Betrieb der geothermischen Anlage je nach den Umständen eine Anzeige- und Zulassungspflicht auslösen. Werden in geothermischen Anlagen Kältemittel und Wärmeträgermedien verwendet, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen, so handelt es sich um Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe (§ 62 Abs. 3 WHG und § 2 Abs. 9 AwSV). (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019)

Je nach Einbringung der Erdwärmesonden oder -kollektoren ergeben sich folgende Erlaubnis- und Anzeigepflichten:

- Einbringung **oberhalb der ersten Grundwasserführenden Schicht**: In Gebieten mit Risiken, sowie in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten und bei der Verwendung wassergefährdender Stoffe ist ein Erlaubnisverfahren durchzuführen. Wenn die Maßnahme zwar nicht erlaubnispflichtig ist, sich die Arbeiten im Erdboden aber auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken können, besteht eine Anzeigepflicht.
- Einbringung **innerhalb der Grundwasserschicht**: Ein Erlaubnisverfahren ist durchzuführen, wenn sich das Einbringen nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken kann, § 49 Abs. 1 S. 2 WHG. In allen anderen Fällen ist einen Monat vor Beginn der Arbeiten eine Anzeige erforderlich, da bei den Erdarbeiten Stoffe in das Grundwasser eingebracht werden.
- Grundwasserwärmepumpen: Die Entnahme von Grundwasser sowie auch die Wiedereinleitung von Grundwasser stellt eine erlaubnispflichtige Gewässerbenutzung dar.

Bergrecht

Eine Gewinnung von Erdwärme mit der Folge der Erforderlichkeit einer Bergbauberechtigung liegt dann vor, wenn der Zweck der Erdwärmegewinnung nicht auf das Grundstück, in dem diese Gewinnung stattfindet, beschränkt bleibt, sondern darüber hinausgeht. Dies ist etwa der Fall, wenn mit Hilfe gewonnener Erdwärme Baulichkeiten auf anderen oder mehreren Grundstücken beheizt werden, ohne dass ein unmittelbarer räumlicher oder betrieblicher Zusammenhang besteht, oder wenn das Ziel der Gewinnung von Erdwärme die Erzeugung von Strom oder Fernwärme und die Einspeisung in die allgemeinen Versorgungsnetze ist. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019)

3.2.4.4 Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse bilden nur eine grobe Einordnung der Verfügbarkeit und Größenordnung ab. Mit steigender Anzahl der Sonden werden neben den Abschätzungen noch weitere spezifische Untersuchungen für Sondenfelder auf Basis der Sondenabstände und Bohrtiefen empfohlen. Bei größeren Projekten sollten zudem zu Beginn Geothermal Response Tests durchgeführt werden, um die Annahmen aus dem Untergrundmodell zu prüfen und ggf. rechtzeitig die Auslegung anzupassen.

Die Analyse der Eignung besteht aus einem Verschnitt zwischen den Bedarfsdaten und dem geothermischen Potenzial je Betrachtungsgebiet. Wenn durch den Einsatz einer Erdwärmepumpe mehr als 50% des Bedarfs gedeckt werden können, gilt ein Betrachtungsgebiet als bedingt geeignet. Unter 50% wird keine Eignung ausgewiesen. Übertrifft der Deckungsbeitrag der Erdwärmepumpe nach der Grobanalyse 100% des Bedarfs wird eine „gute Eignung“ ausgewiesen.

Unter Betrachtung der Flurstücksebene werden vor allem die Außenbereiche im Westen als geeignet eingestuft (vgl. Abbildung 30). In Herford scheinen die Potenziale in den meisten Quartieren im Nord-Osten und um den Innenstadtbereich nicht ausreichend oder bedingt ausreichend, wenn nur die Potenziale auf dem Flurstück des jeweiligen Gebäudes zur Verfügung stehen.

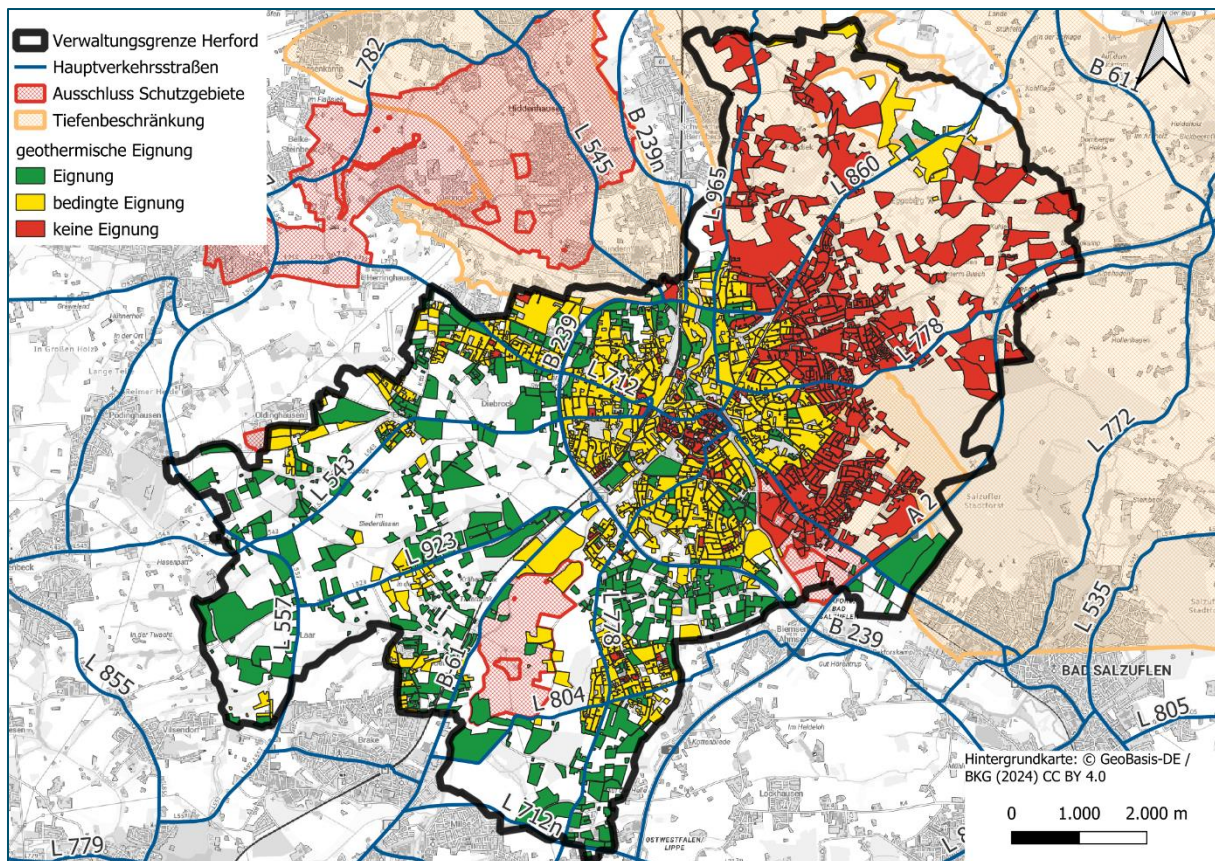


Abbildung 30: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung des eigenen Grundstücks

Im zweiten Schritt wurden Bedarf und Potenzial auf Quartiersebene summiert. Dieser Fall bildet ein virtuelles Wärmenetz im Quartier ab, das es ermöglicht, ein geothermisches Potenzial unter größeren Freiflächen für eine gemeinsame Versorgung zu nutzen. So kann u.a. auch ein Gebäude mitversorgt werden, bei dem aufgrund der Bebauung oder des Zuschnitts keine Sonden Platz haben. Ein anschauliches Beispiel sind Doppelhaushälften in der Nähe einer Freifläche.

Unter Berücksichtigung einer potenziellen Versorgung über ein Wärmenetz für ein ganzes Quartier scheinen viele Bereiche und Quartiere deutlich besser geeignet, um die Versorgung über geothermische Potenziale zu decken (vgl. Abbildung 31). Nicht ausreichend bleibt das Potenzial in den Bereichen im Nord-Osten u.a. auf Grund der Tiefenbeschränkung.

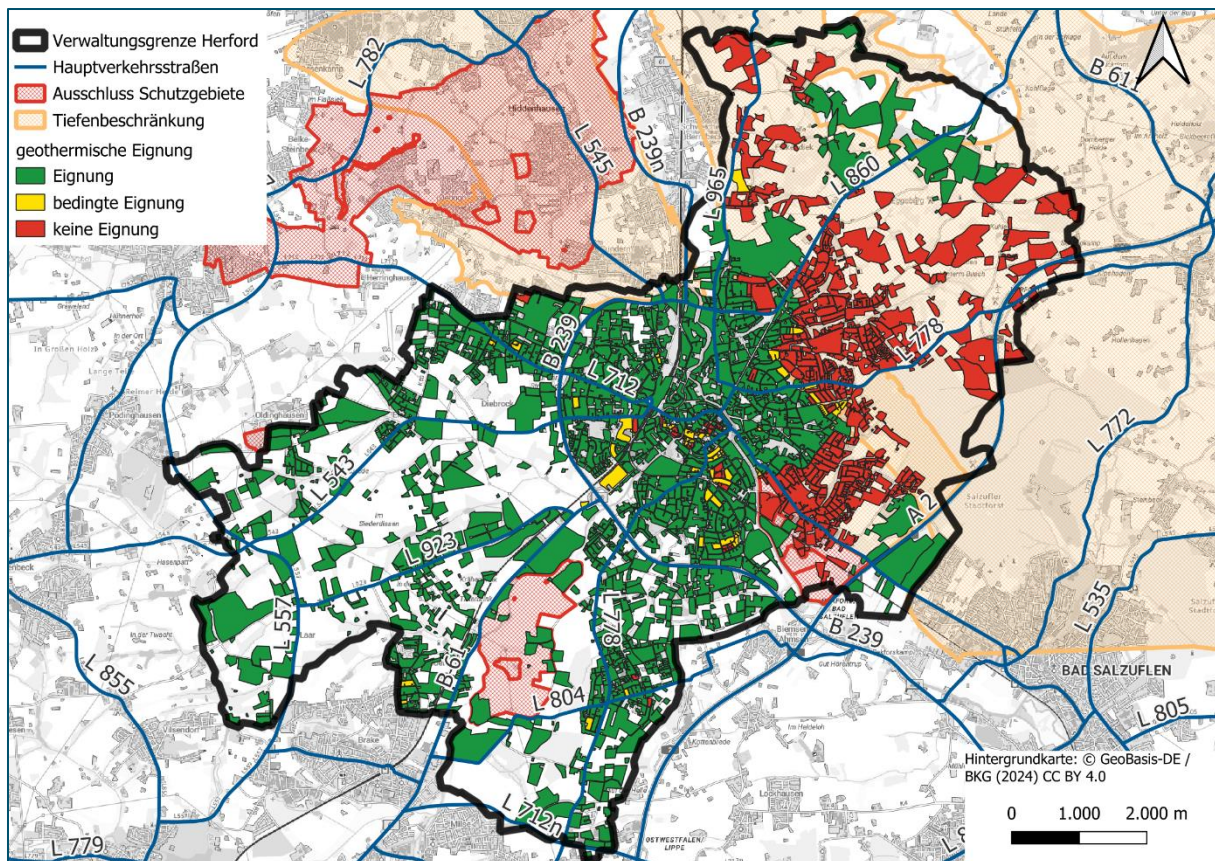


Abbildung 31: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung von Wärmenetzen im Quartier

3.2.5 Tiefe Geothermie

Es stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, um geothermische Energie zu nutzen. Die Wahl des Verfahrens hängt von den geologischen Gegebenheiten und den Anforderungen des Projekts ab und wird entsprechend der erschlossenen Tiefe unterschiedlich definiert. In Deutschland werden im Allgemeinen Verfahren der tiefen Geothermie (> 400 m Tiefe) von Verfahren der oberflächennahen Geothermie (< 400 m Tiefe) unterschieden. Der Tiefenbereich von 400 m bis etwa 1.000 m wird gelegentlich auch als "Mitteltiefe Geothermie" bezeichnet. Nutzungskonzepte für die Tiefengeothermie umfassen dabei sowohl offene Systeme (hydrothermale und petrothermale Systeme) als auch geschlossene Systeme (tiefe Erdwärmesonden). (Sandrock, et al., 2020)

Die Eignung eines Verfahrens für die Nutzung der tiefen Geothermie wird durch die Beschaffenheit des Gesteins bestimmt. Insbesondere poröse Sandsteine sowie Karbonatgesteine, die verkarsten können, wie Kalk- und Dolomitsteine, sind hervorragend für die hydrothermale Geothermie geeignet. Bei dieser Methode dient natürlich vorkommendes heißes Wasser als Wärmeträger. Die geeigneten Gesteinsarten für die hydrothermale Geothermie sind idealerweise in Tiefen ab etwa 2 km verfügbar. In der Region um Herford ist hauptsächlich Quartär- und Tertiärgestein in der Form von Ton- und Sandsteinen, sowie Jura-Tongestein im Untergrund vorhanden. (Geologischer Dienst NRW, 2019)

Um die potenzielle Wärme des Untergrunds in den Gesteinsschichten nutzen zu können, ist es notwendig, auf heißes Wasser mit einer entsprechenden Temperatur und Fließgeschwindigkeit zu treffen. Um die Wärmeenergie des Reservoirs zu erschließen, bedarf es einer entsprechenden Förderung an die Erdoberfläche über eine Förderbohrung und einer Rückführung durch eine Injektionsbohrung. (Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2024)

Laut GeotIS wird im Bereich Herford und Umgebung hydrothermisches Potenzial für die Tiefengeothermie vermutet. (Agemar, et al., 2014)

Die Potenzialermittlung für die hydrothermalen Nutzung erfolgt nach dem Berechnungsverfahren von Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Dafür werden die in Tabelle 7 aufgeführten pauschalen Annahmen sowie die in folgender gezeigten, recherchierten Rahmenparameter verwendet, um die in visualisierten Abhängigkeiten zu ermitteln und eine Potenzialabschätzung vorzunehmen.

Tabelle 7: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Herford. Die in Klammern aufgeführten Werte wurden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potenzialen aufzuspannen.

Annahmen	Wert	Einheit
Vollaststunden (VLH)	3000 (2000; 4000; 6000)	[-]
Spezifische Wärmekapazität des geförderten Thermalwassers	4000	J/(kg*K)
(Re)Injektionstemperatur des abgekühlten Thermalwassers	65 (60; 70)	°C
Pauschalzuschlag der mittels GeotIS ermittelten Untergrenze der Fördertemperatur des Thermalwassers	15	°C
Vereinfacht angenommener Massenstrom für hydrothermale Nutzung im norddeutschen Beckens	35	kg/s

Da die Verhältnisse im Untergrund zum aktuellen Zeitpunkt nur grob abgeschätzt werden können, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um einen möglichen Potenzialbereich abzudecken. Essenziell dabei ist die Tatsache, dass es sich nur um eine vereinfachte Abschätzung handelt und die tatsächlich zu erwartenden Energiemengen nur durch standortbezogene Probebohrungen verlässlich einzugrenzen sind. Der ermittelte Potenzialbereich sollte demnach vor allem als Entscheidungshilfe dienen, die Wärmegewinnung durch tiefe Geothermie grundsätzlich in Betracht zu ziehen, oder vorweg auszuschließen.

Tabelle 8 listet die durch GeotIS (Agemar, et al., 2014) ermittelten Thermalwassertemperaturen im Untergrund auf. Um einen umfassenderen Eindruck zu vermitteln, sind dabei Werte für die Tiefen, 1000, 1500, 2000, 2500 und 3000 Metern angegeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nach (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, p. 7), die Wahrscheinlichkeit geeigneter Permeabilitäten der Nutzhorizonte im Allgemeinen auf Tiefen bis 2500m beschränkt ist, lokal auch tiefer.

Tabelle 8: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Herford: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014)

Rahmenparameter	Wert	Einheit
Thermalwassertemperatur in 1000m Tiefe	45 ± 4	°C
Thermalwassertemperatur in 1500m Tiefe	66 ± 6	°C
Thermalwassertemperatur in 2000m Tiefe	84 ± 6	°C
Thermalwassertemperatur in 2500m Tiefe	104 ± 7	°C
Thermalwassertemperatur in 3000m Tiefe	121 ± 7	°C

Folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Darstellung der Untergrundtemperaturen im Bereich Herford und Umgebung. Die Werte in Tabelle 8 wurden auf Basis solcher Darstellungen ermittelt.

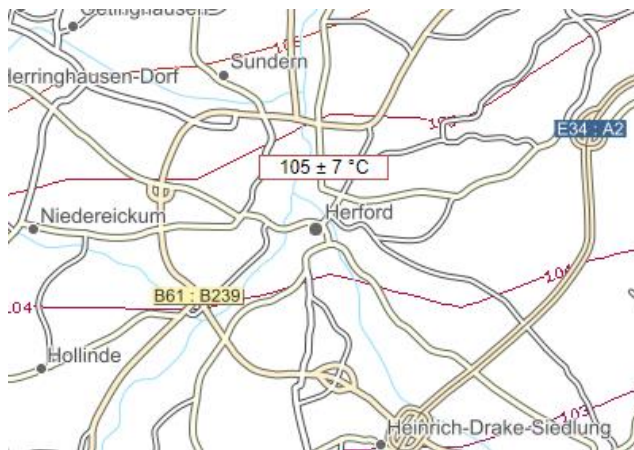


Abbildung 32: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar, et al., 2014) für Herford und Umgebung. Abgebildet ist ein Horizontalschnitt durch den Untergrund in 2500m Tiefe. Die roten Linien markieren Temperatur-Isolinien. Das topografische Overlay dient der räumlich-geografischen Orientierung. (© LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2024)

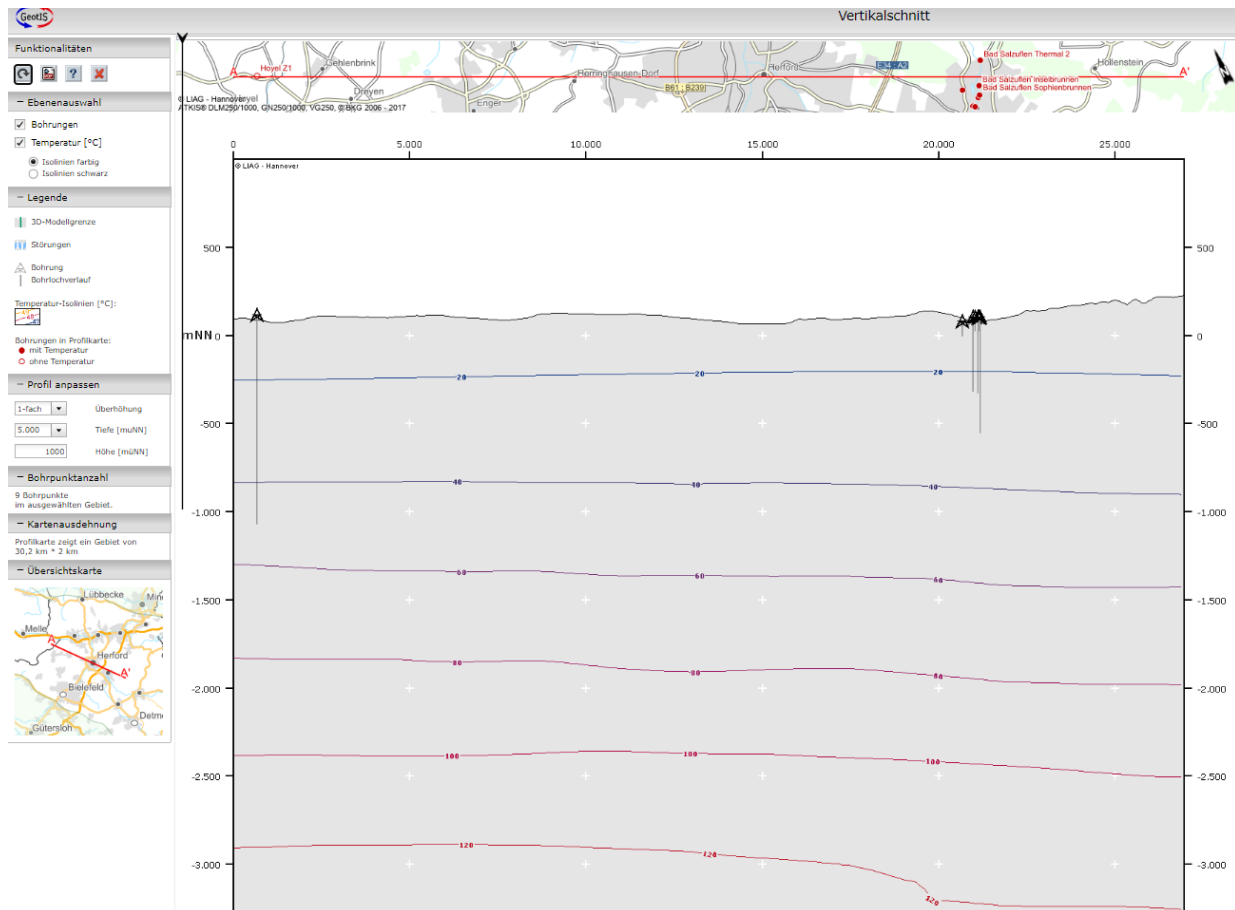


Abbildung 33: Mit aus GeotIS (Agemar, et al., 2010) erstellter Vertikalschnitt entlang der gedachten Verbindungslinie von Gehlenbrink über Herford bis nach Bad Salzufen. (© LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2024)

In Abbildung 33 dargestellt sind die Gesteinshorizonte als farbig markierte Flächen sowie die entsprechenden Untergrundtemperaturen als farbige Isolinien. Bereits durchgeführte Bohrungen sind als schwarze Dreiecke mit dazugehörigen vertikalen schwarzen Linien als Bohrverläufe dargestellt. Das Linienende gibt dabei die Bohrtiefe an, welche am rechten bzw. linken Rand als Tiefe in Metern abgetragen ist. Nach Vertikalschnitt lassen sich in dem Bereich Herford Untergrundtemperaturen im Bereich 80-100 °C vermuten - mit steigenden Temperaturen bei größerer Bohrtiefe.

Als Berechnungsgrundlage dient dabei die von Jochum et al. entwickelte Methode. Auf der vertikalen Achse des Diagramms ist das berechnete Wärmepotenzial in GWh pro Jahr und Bohrdublette in Abhängigkeit der Thermalwassertemperatur aufgetragen, welche wiederum auf der horizontalen Achse in Grad Celsius aufgeführt ist. Die Injektionstemperatur entspricht bei der direkten Nutzung der Rücklauftemperatur des Wärmenetzes, da die zukünftige Rücklauftemperatur nur geschätzt werden kann, werden Szenarien zu unterschiedlichen Rücklauf- bzw. Injektionstemperaturen erstellt.

Die in der Tabelle aufgeführten Thermalwassertemperaturen oberhalb der (Re)Injektionstemperatur von 65 °C sind als vertikale gestrichelte Linien in Abhängigkeit ihrer Bohrtiefe dargestellt. Die unterschiedlich farblich markierten Geraden symbolisieren die durchgeführten Sensitivitätsanalysen, sodass die abgeschätzten, bohrtiefenabhängigen Potenzialbereiche als transparente rote Trapeze dargestellt werden können. Die schwarze Gerade zeigt die ursprünglichen Ergebnisse der Berechnung nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Für die Ergebnisse der orangenen und roten Geraden wurde die (Re)Injektionstemperatur um ± 5 °C variiert. Für die Ergebnisse der blauen Geraden wurden die zu erwartenden Volllaststunden von ursprünglich 3000 auf jeweils 2000, 4000 und 6000 Volllaststunden pro Jahr geändert, wobei die (Re)Injektionstemperatur zu 65 °C angenommen wurde. Für die

Berechnung des Potenzials wurden für die verschiedenen (Re)Injektionstemperaturen Korrekturfaktoren berücksichtigt, weshalb die Kennlinien bis zu gewissen Fördertemperaturen noch negative Potenzialbereiche aufweisen.

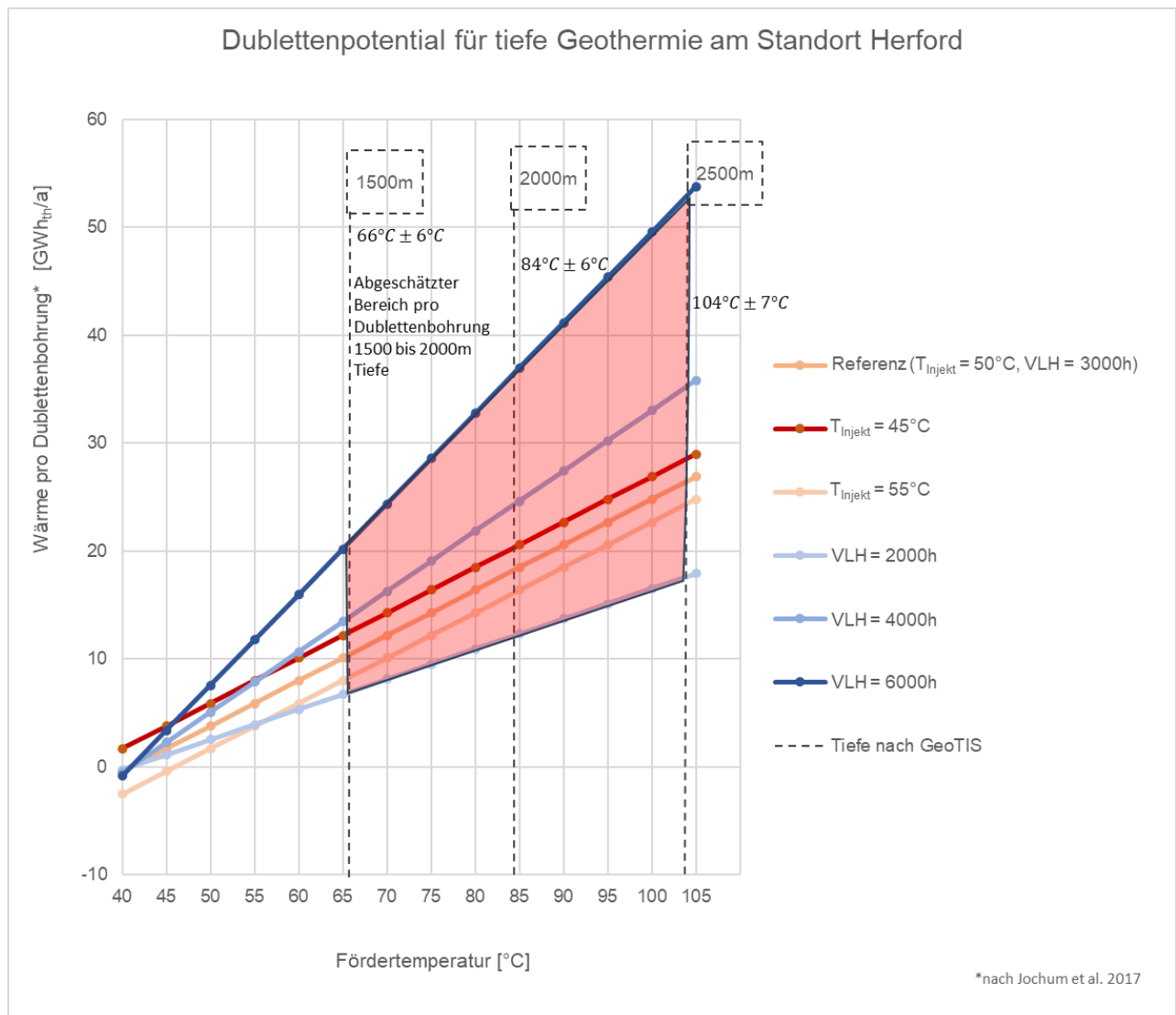


Abbildung 34: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermalen Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Herford.

Die folgenden, wesentlichen Beobachtungen gehen aus der Analyse hervor:

1. Die **Sensitivität der (Re)Injektionstemperatur** ist mit etwa 0,4 GWh pro Jahr und Grad Celsius **relativ gering**
2. Der **Einfluss der Vollaststunden** hingegen ist multiplikativ und damit **verhältnismäßig groß**. Bei einer Verdopplung der Vollaststunden verdoppelt sich somit auch das Potenzial. Da die **Vollaststundenanzahl** der Nutzung hydrothermalen Tiefengeometrie in der Regel **nicht angebotslimitiert** ist (Heumann & Ernst Huenges, 2017, p. 13) , (Bracke, et al., 2022, p. 22), (Seibt, et al., 24-29 April 2005, p. 4), (Janczik, 2014, p. 27) (das Thermalwasser kann potenziell

ganzjährig gefördert werden), die Volllaststundenanzahl aber einen sehr großen Einfluss auf das nutzbare Wärmepotenzial sowie die entsprechenden spezifischen Wärmegestehungskosten hat, ist bei der **grundsätzlichen Entscheidungsfrage zum Einsatz der tiefen Geothermie** ein **ganzheitliches Wärmeversorgungskonzept** zu berücksichtigen, um die ganzjährig verfügbare Wärme möglichst umfassend zu nutzen.

3. Bei einer Bohrtiefe von **1500m** und einer Thermalwassertemperatur von **66°C** ergibt sich ein ermittelter Potenzialbereich von etwa **7 GWh bis etwa 21 GWh pro Jahr und Dublette**.
4. Bei einer Bohrtiefe von **2500m** und einer Thermalwassertemperatur von **84°C** ergibt sich ein ermittelter Potenzialbereich von etwa **12,04 GWh bis etwa 52,92 GWh pro Jahr und Dublette**. Nach Thomsen & Liebsch-Dörschner (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, p. 7) sind die entsprechenden Permeabilitäten in deutlich größeren Tiefen (>2500m) jedoch oft zu gering, sodass eine vereinfachte Potenzialabschätzung i.d.R. nur bis Tiefen von etwa 2500m sinnvoll ist.
5. **Die ermittelten Potenziale liegen verhältnismäßig weit auseinander.** Dies bestärkt nochmal den Hinweis, dass eine solche Potenzialabschätzung lediglich dazu dienen sollte, tiefe Geothermie als Option grundsätzlich ein- oder auszuschließen. Konkrete und detaillierte Voruntersuchen inklusive eventueller Probebohrungen sind deshalb zu empfehlen.

3.2.6 Oberflächengewässer

Prinzipiell lassen sich Oberflächengewässer sehr gut thermisch nutzen, da sie eine gewisse Trägheit im Temperaturverlauf über das Jahr hinweg aufweisen und auch in den Wintermonaten Wärme liefern können. Hierzu ist eine Wärmepumpe erforderlich, welche die Umweltwärme auf das erforderliche Temperaturniveau anhebt.

Bei der Ausführung solcher Systeme werden zwei Varianten der Oberflächenwasser-Wärmepumpe unterschieden. In offenen Systemen wird dem Oberflächengewässer Wasser entnommen, das durch den Wärmetauscher geleitet wird. In geschlossenen Systemen befindet sich der Wärmetauscher direkt im Gewässer.

Das geschlossene System besteht aus einem Kollektor, der direkt im Gewässer eingebracht wird. Die Designmöglichkeiten eines solchen Wärmetauschers direkt im Gewässer sind vielfältig (Schwinghammer, 2012). In dieser Konfiguration wird kein Wasser aus dem Gewässer entnommen. Es liegt dennoch eine Benutzung im Sinne von § 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor, da auch das „Einbringen von Stoffen in Gewässer“ eine Benutzung ist (Berger, 2011). Die Genehmigung eines geschlossenen Systems kann herausfordernd sein, da es in Deutschland keine einheitliche Regelung, weder auf Länder- noch auf Bundesebene, gibt. Ein Nachteil ist, dass mit einer gesteigerten Verschmutzung des Wärmetauschkollektors gerechnet werden muss im Vergleich zu einem offenen System, denn eine Filterung des Wassers vor Durchströmung des Wärmetauschers im offenen Gewässer wird in der Regel nicht umgesetzt.

Das offene System ist baulich aufwendiger als das geschlossene System. Das Wasser wird in einer bestimmten Gewässertiefe entnommen, an Land in einen Wärmetauscher geleitet und abgekühlt wieder ins Gewässer eingeleitet. Es wird eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 9 WHG erforderlich. Auch hier besteht derzeit noch keine einheitliche Genehmigungspraxis.

In der vorliegenden Potenzialanalyse wird in Herford das Potenzial der Werre berücksichtigt. Die Werre durchfließt bei einer Länge von ca. 72 km neben Herford u.a. Detmold, Bad Salzuflen, Löhne und Bad Oeynhausen und mündet in der Weser. Es ist keine thermische Nutzung der Werre bekannt.

Es liegen keine Messungen zur Temperatur oder zum Durchfluss der Werre in Herford vor. In Herford selbst liegen Tagesmessungen des Pegelstands und flussabwärts in Löhne liegen Tagesmessungen

der Temperatur vor. Jedoch liegt für die Messstation in Herford keine Beziehung zwischen Pegelstand und Durchfluss vor, wodurch ohne weitere Annahmen kein Rückschluss über den Pegelstand aus dem Durchfluss getroffen werden kann. Die Grundlage für die Ermittlung des Durchflusses bildet das regionalisierte Abflussmodell des LANUV. Das Modell hat über ein Regionalisierungsverfahren Kenngrößen für MNQ¹, MQ² und Q183³ (0,5 MQ) aus Pegelmessungen abgeleitet. In Tabelle 9 sind die Werte für Herford aus dem Abflussmodell dargestellt.

Tabelle 9: Modellierte Durchflusswerte der Werre im Bereich Herford nach LANUV

Bezeichnung	Durchfluss
MQ	11,89 m³/s
Q183 (0,5 MQ)	5,95 m³/s
MNQ	3,76 m³/s

Mit der Annahme, dass der Durchflusswert Q183 mit dem 50. Perzentil der Pegelmessung in Herford korreliert, besteht eine W-Q-Beziehung von 304 m³/(h*cm).

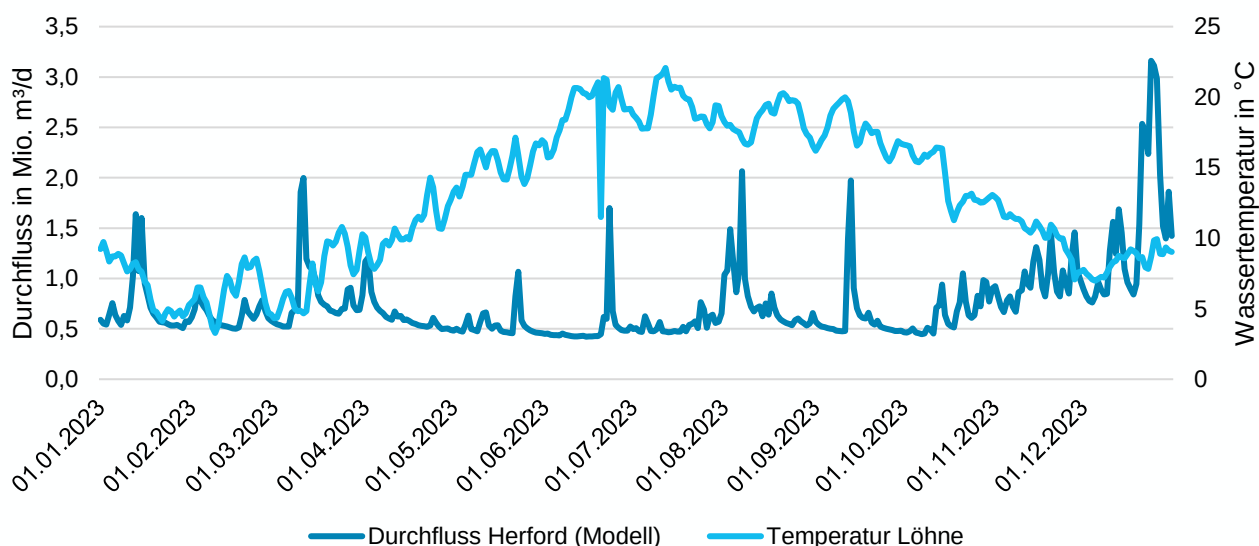


Abbildung 35: Modellierter Durchfluss in Herford und Temperatur in Löhne der Werre für das Jahr 2023

Für die Flusswasserentnahme auf Basis eines geschlossenen Systems wird als untere Abflussgrenze 20 % des 5. Perzentils definiert. Dieses beträgt 0,088 Mio. m³/d bzw. 1,02 m³/s. Umgerechnet entspricht diese Grenze 3.672 m³/h. Die potenziell erzeugbare Wärmemenge ist abhängig von der Auskühlung des Entnahmestroms. Bislang gibt es keine Regularien, welche die Grenzen der Auskühlung eines Oberflächengewässers vorschreiben. Für die Erwärmung wird hingegen gemäß der Oberflächenwasserverordnung vorgeschrieben, dass die zulässige Temperaturerhöhung des Flusses

¹ MNQ: Arithmetischer Mittelwert des geringsten Durchflusses einer Periode über einen Zeitraum mehrerer Jahre. Meist beträgt die Periode ein Jahr.

² MQ: Arithmetischer Mittelwert des täglichen Durchflusses über einen festen Zeitraum

³ Q183: 50 Perzentil des jährlichen Durchflusses

maximal 3 K betragen darf. In Forellenregionen beträgt dieser Wert 1,5 K. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wird angenommen, dass durch die Rückleitung des Entnahmestroms, die Temperatur der Werre um maximal 1,5 K sinken darf in Orientierung an einer Studie, die landesweit für die Flüsse in Bayern durchgeführt wurden (Ferstl & Wettberg, 2024).

In Abbildung 36 ist die Auskühlung der Werre der Entnahmemenge und der Auskühlung dieser gegenübergestellt.

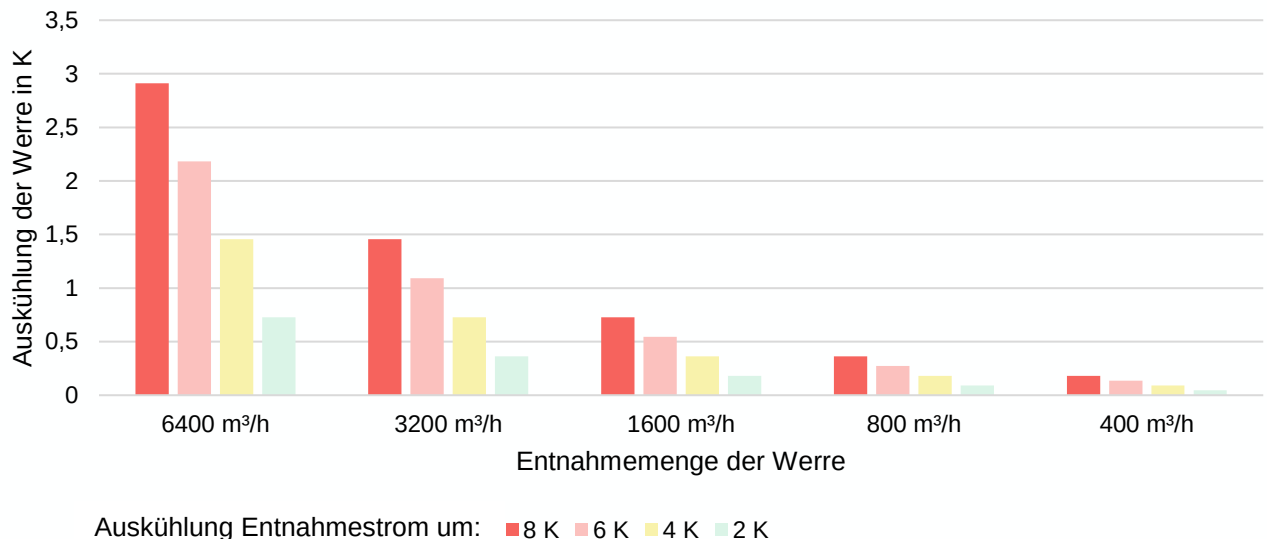


Abbildung 36: Auskühlung der Werre in Abhängigkeit der Menge und der Auskühlung des Entnahmestroms

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass bei einer Entnahmemenge von 3.200 m³/h bei Auskühlungen bis 8 K der Grenzwert von 1,5 K nicht überschritten wird. Folglich wird dieser Wert für die weitere Potenzialeinschätzung verwendet.

Neben der Auskühlung und dem Durchfluss des Entnahmestroms ist die erzeugte Wärme abhängig von der Einsatzdauer einer Wärmepumpe. Diese wird im Wesentlichen durch die Temperatur der Werre und dem Nutzerverhalten des Wärmenetzes beeinflusst. Um die Gefahr der Vereisung vorzubeugen, wird die Wärmepumpe bei Wassertemperaturen unter 5 °C nicht betrieben. Im Jahr 2023 entsprach dies 26 Tagesmittelwerten (ca. 624 h/a). Bei einer JAZ von 3,5 und einer Entnahmemenge von durchschnittlich 3.200 m³/h ergeben sich Erzeugungsmengen, wie diese in Abbildung 37 dargestellt sind.

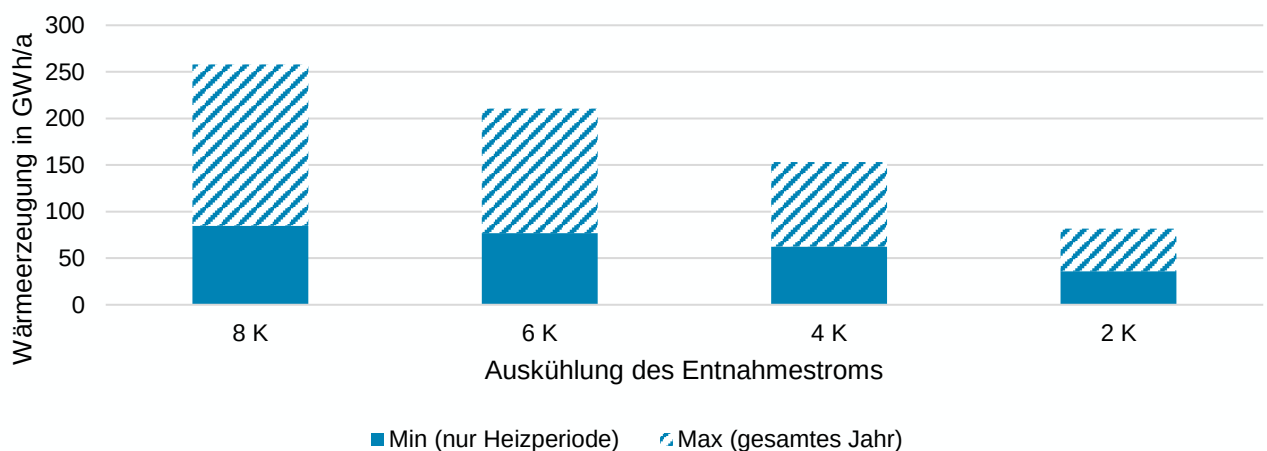


Abbildung 37: Wärmeerzeugungsmengen bei einem Entnahmestrom von 3.200 m³/h im Jahr 2023 für

Auskühlungen bis 8 K mit einer JAZ von 3,5 für die Nutzung der Wärmepumpe während des gesamten Jahres und der ausschließlichen Nutzung während der Heizperiode

In der Abbildung ist die Wärmeerzeugungsmenge beim Betrieb der Wärmepumpe über das gesamte Jahr und beim ausschließlichen Betrieb während der Heizperiode dargestellt. Die in der Realität nutzbare Wärmemenge wird in Abhängigkeit der Betriebsform (Grund- oder Mittellast) in dem schraffierten Bereich zu finden sein. Für eine fundiertere Aussage über das Wärmepotenzial der Werre in Herford wird eine Messkampagne bzgl. der Temperatur und des Durchflusses empfohlen.

3.2.7 Abwasser

Die Temperatur von Abwasser schwankt ganzjährig lediglich in einem Bereich zwischen 10 und 20 °C. Dadurch kann es ganzjährig als eine zuverlässige Wärmequelle für eine Wärmepumpe dienen. Die Wärme aus dem Abwasser lässt sich dabei dezentral im öffentlichen Kanalnetz oder zentral an einer Kläranlage gewinnen. Bei der zentralen Variante wird die Wärme aus dem gereinigten Abwasser hinter einer Kläranlage entnommen und bei der dezentralen Variante wird ein großer Wärmeübertrager in die Kanalisation eingebracht, wodurch die Wärme direkt aus dem Abwasser der Kanalisation entzogen wird. Die Erschließungsoptionen sind abhängig von dem Durchmesser und der davon abhängigen Durchflussmenge des Abwassers. Im Folgenden wird das Potenzial bei den Abwassersieles und beim Ablauf der Abwasserreinigungsanlage gesondert betrachtet.

3.2.7.1 Abwassersieles

Abwassersieles sind häufig in der Nähe des Wärmebedarfs vorhanden. Täglich fließen große Mengen von Abwasser durch die Kanäle zur Abwasserreinigungsanlage. Die Temperatur des Abwassers liegt ganzjährig über ca. 10 °C. Die Wärme kann dem Abwasser über zwei Wege entzogen werden. Zum einen können sogenannte Liner in den Kanal verlegt werden. Liner sind große und längliche Wärmetauscher, die über die das warme Abwasser fließt. Liner können direkt im Kanal integriert oder nachträglich eingefügt werden. Voraussetzung sind ausreichende Dimensionen im Kanal. Zum anderen kann über eine By-Pass-Lösung das Abwasser entnommen und die Wärme über Rohrbündelwärmetauscher entzogen werden. Das Abwasser würde anschließend dem Kanal wieder zugefügt.

Zu berücksichtigen gilt, dass die Auskühlung des Abwassers im Kanal begrenzt ist. Für den Reinigungsprozess wird das Abwasser auf eine bestimmte Temperatur erhöht. Folglich kann der Wärmeentzug des Abwassers für Mehrkosten bei den Kläranlagenbetreibern führen. Deswegen werden häufig Auskühlspannen von unter 1 K angenommen. Entgegen dieses Mechanismus kommt, dass das Abwasser sich durch die Erdwärme und dem Zufügen von weiterem Abwasser wieder erwärmt bis zu der Kläranlage. Tendenziell gelten Kanäle, die weiter von der Kläranlage entfernt sind, als interessanter für den Wärmeentzug. In Abbildung 38 sind alle Abwasserkanäle, die einen Nenndurchmesser von größer als DN 800 haben, dargestellt.

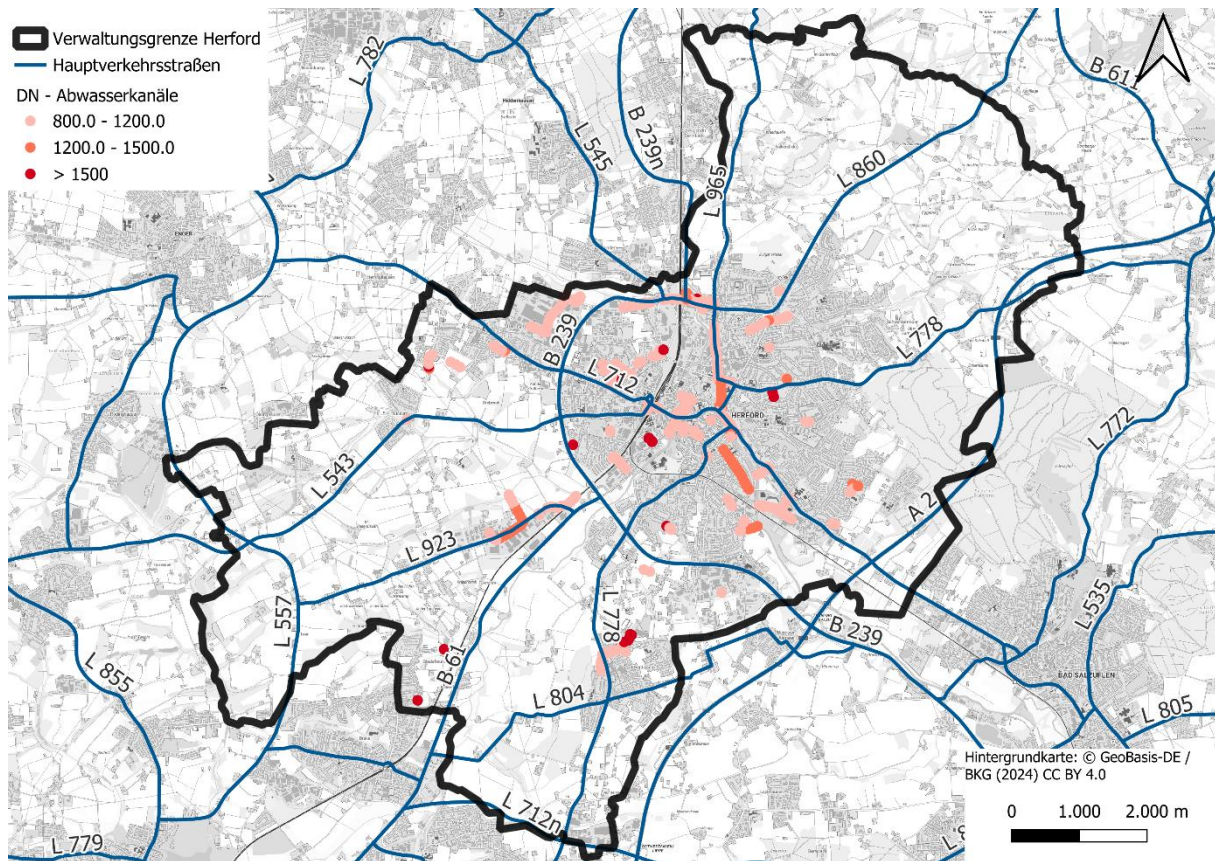


Abbildung 38: Abwasserkanäle mit einem Nenndurchmesser von größer DN 800

3.2.7.2 Abwasserreinigungsanlage

Der Standort der Abwasserreinigungsanlage (ARA) ist in Abbildung 39 kartografisch verortet. Der Betreiber der Abwasseranlage ist die Herforder Abwasser GmbH. Von der IAB Immobilien- und Abwasser-Betrieb wurden Messungen des Durchflusses und der Temperatur am Ablauf der ARA bereitgestellt.

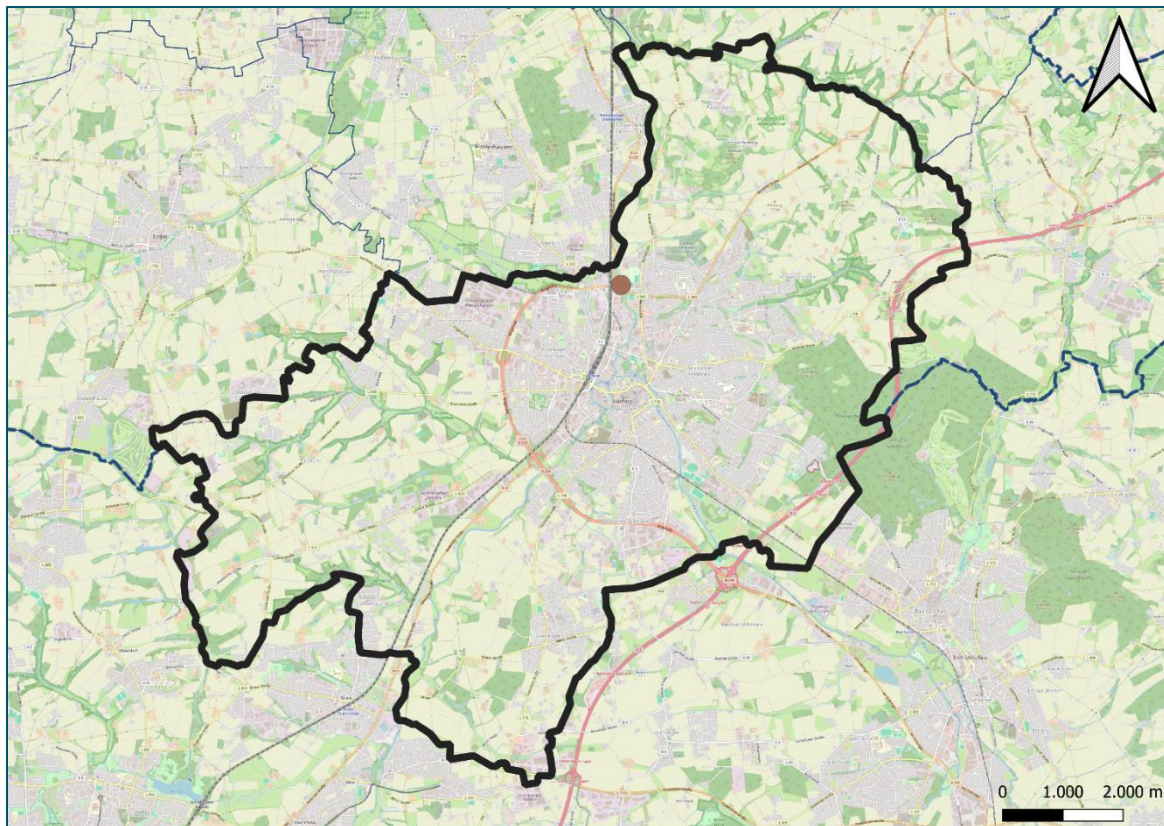


Abbildung 39: Standort der Abwasserreinigungsanlage (Quelle: Eigene Darstellung mit Herforder Verwaltungsgebietsgrenze (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023) sowie einer Karte von OpenStreetMap, Lizenz nach openstreetmap.org/copyright)

Die Nutzung des Abwassers erfolgt idealerweise mittels Abwasserwärmetauschen im Ablauf der ARA. Die nutzbare Wärmemenge ist dabei abhängig von der Auskühlung des Abwasserstroms und der Leistung der Wärmepumpe. In Abbildung 40 ist die potenziell mögliche thermische Erzeugungsmenge über Auskühlungen bis 8 K für Wärmepumpen mit einer thermischen Leistung bis 60 MW aufgetragen. Die Ermittlung des COPs basiert auf der Lorenz-Methodik. Nach der Lorentz Methodik werden die Temperaturen der Wärmesenke (Verbraucher bzw. Vorlauftemperatur Wärmenetz) ins Verhältnis zur Temperaturdifferenz aus Wärmequelle zu Wärmesenke gesetzt. Nähere Erläuterungen finden sich im Technikkatalog der dänischen Energieagentur (Danish Energy Agency, 2016).

Als Mindesttemperatur des Ablaufs nach der thermischen Behandlung wurden 3 °C gewählt. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass die thermische Erzeugungsmenge stark abhängig von der thermischen Leistung der Wärmepumpe ist. Je größer die thermische Leistung einer Wärmepumpe, desto mehr können Spitzenereignisse durch z.B. Starkregen ausgenutzt werden. Im Umkehrschluss wird ein Großteil der thermischen Leistung außerhalb der Spitzenereignisse nicht benötigt, woraus niedrige Volllaststunden resultieren. Bei einer Auskühlung von 8 K können maximal ca. 160 GWh/a aus dem Klarwasserabfluss erzeugt werden. Wird das Abwasser lediglich um 1 K ausgekühlt, liegt der Wert bei ca. 20 GWh/a.

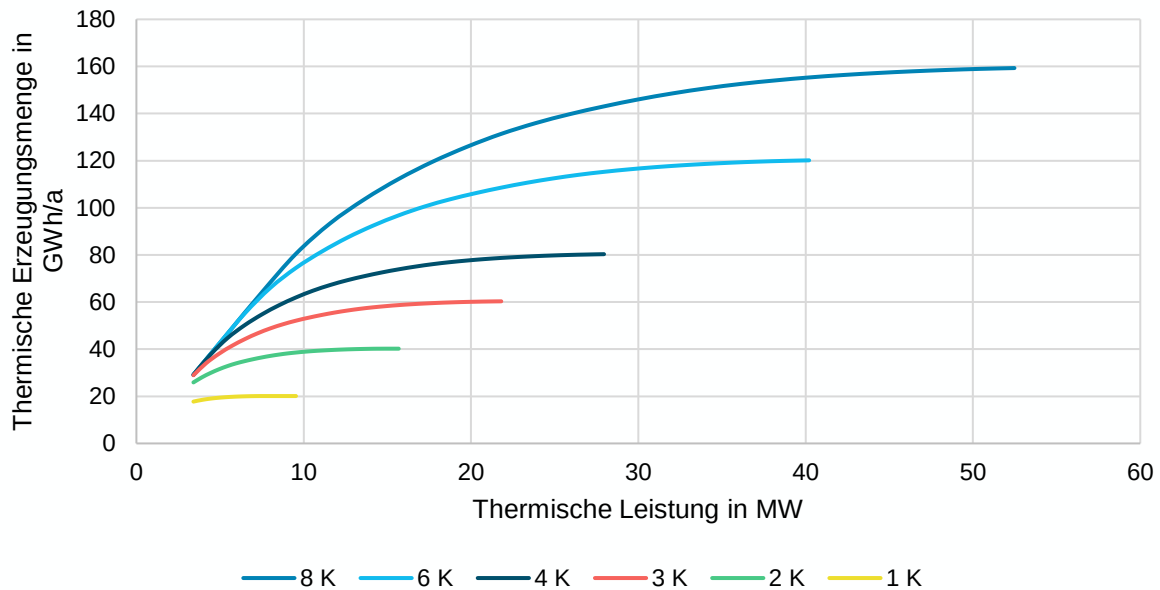


Abbildung 40: Thermische Erzeugungsmenge am Ablauf des Klärwerks über Auskühlungen bis 8 K und thermischen Leistungen der Wärmepumpe bis 60 MW

3.2.8 Grundwasser

Grundwasser-Wärmepumpen verwenden Brunnen, um das Grundwasser zu fördern. Ein Förderbrunnen pumpt das Wasser an die Oberfläche, wo es durch einen Wärmetauscher geleitet wird. Eine Wärmepumpe wird genutzt, um das Temperaturniveau weiter zu erhöhen. Anschließend wird das abgekühlte Wasser über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt. Diese Entnahme- und Rückführungsprozesse gewährleisten, dass das natürliche Gleichgewicht des Grundwassers nicht gestört wird. Generell können Grundwasser-Wärmepumpen dezentral in Haushalten oder für die zentrale Wärmeenergieerzeugung für Wärmenetze eingesetzt werden.

Die Temperatur des Grundwassers liegt im Jahresdurchschnitt bei ca. 7 – 15 °C, wodurch die Wärmepumpe effizient betrieben werden kann und geringe Betriebskosten entstehen. Demgegenüber stehen höhere Investitionskosten und Einschränkungen bzgl. der lokalen geologischen Bedingungen. Nach dem Arbeitsblatt 39 „Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme“ des LANUV eignen sich Standorte mit einer hohen Ergiebigkeit (meist Porengrundwasserleiter), einer hohen Grundwassermächtigkeit und niedrigem Grundwasserflurabstand am ehesten für die thermische Nutzung des Grundwassers. Neben den hydrogeologischen Standortkriterien muss zudem die Grundwasserbeschaffenheit geeignet sein. Folgende Eigenschaften wirken sich problematisch aus:

- anthropogen verunreinigt (bspw. durch Altlasten)
- sauerstoffarm, mit hohen Eisen- und Mangankonzentrationen
- organisch stark belastet
- sehr gering mineralisiert, ohne ausreichende Pufferkapazität
- chloridreich oder hoch mineralisiert
- sehr hart
- CO₂-reich
- metallaggressive Eigenschaften

Zudem dürfen durch eine Anlage die bestehenden Anlagen Dritter weder hydraulisch noch thermisch beeinflusst werden. Dies kann passieren, wenn sich eine Bestandsanlage in Strömungsrichtung des

Grundwassers einer zu errichtenden Anlage befindet oder die Grundwassermächtigkeit zu gering ist. Da die hydrogeologischen Nutzbedingungen in Bezug auf den Untergrund und die Fließeigenschaften des Grundwassers eine hohe Komplexität aufweisen, werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lediglich Bereiche angegeben, in denen die thermische Nutzung des Grundwassers keinen Ausschlusskriterien gegenübersteht. Eine Einzelprüfung ist in jeden Fall notwendig.

Gebiete mit einer positiven Eignung sind wie folgt definiert:

- Grundwasserflurabstand < 25 m
- Mittel bis mäßige Durchlässigkeit
- Außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten

Die daraus resultierenden Gebiete sind in Abbildung 41 dargestellt.

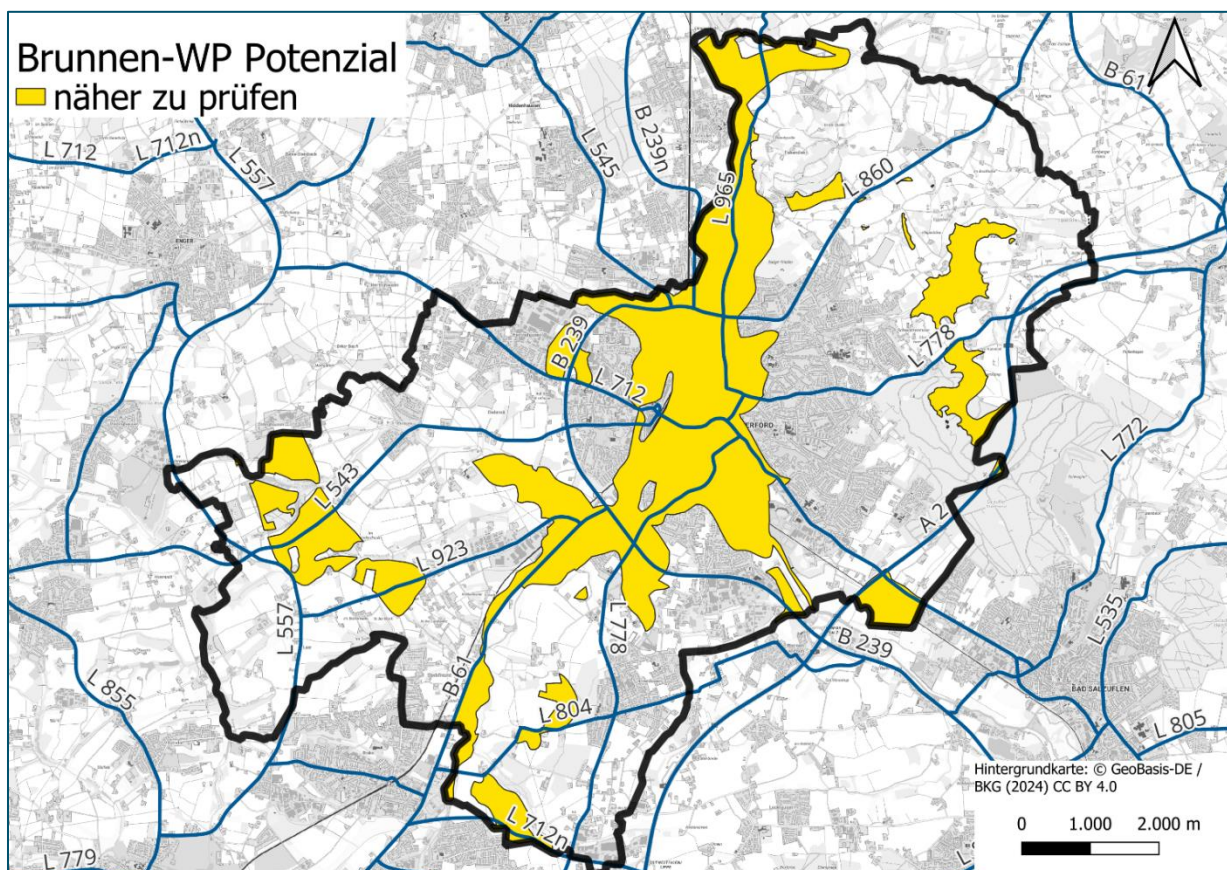


Abbildung 41: Potenzielle Eignungsgebiete für die Nutzung einer Grundwasser-Wärmepumpe

3.2.9 Wasserkraft

Wasserkraft ist eine der ältesten und etabliertesten Formen erneuerbarer Energieerzeugung. Sie nutzt die kinetische und potenzielle Energie von fließendem Wasser, um Turbinen anzutreiben und Strom zu erzeugen. In Deutschland trägt Wasserkraft etwa 4% zur Bruttostromerzeugung bei und stellt damit eine wichtige Säule der erneuerbaren Energien dar. Allerdings ist das Ausbaupotenzial in vielen Regionen bereits weitgehend ausgeschöpft. (Umweltbundesamt, 2024)

In Herford wurde im Jahr 2002 eine Wasserkraftanlage mit 2kW Leistung installiert. Eine Größere Anlagenleistung weisen die zwei im Kreis befindlichen Anlagen in Kirchlingern mit jeweils 130 kW und 155 kW und die im benachbarten Bad Salzuflen mit 45 kW auf. (Amt für Kataster und Vermessung des Kreises Herford, 2022)

3.2.10 Windkraft

Der Ausbau der Windenergie ist ein Schlüsselement der Energiewende in NRW. Der Bund hat den Ländern verbindliche Flächenziele vorgegeben. Für NRW beträgt der Flächenbeitragswert 1,1% der Landesfläche (37.524 ha) bis Ende 2027 und 1,8% (61.402 ha) bis Ende 2032. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

Die Landesregierung in NRW plant diese Vorgaben zügig umzusetzen durch Änderung des Landesentwicklungsplans und Festlegung verbindlicher Teilflächenziele für die sechs Planungsregionen. Die konkrete Ausweisung von Windenergiebereichen erfolgt in den jeweiligen Regionalplänen. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

Das LANUV hat zur fachlichen Unterstützung eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, welche die Flächenpotenziale zur Windenergienutzung und ihre regionale Verteilung im Land untersucht. Aktuelle planungs- und genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen wurden bei der Untersuchung berücksichtigt. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

In NRW werden Potenzialflächen von 106.802 ha ausgewiesen, was einen möglichen Stromertrag von 111.230 GWh pro Jahr bedeuten könnte. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Nordrhein Westfalen, 2023)

In Herford wurden in den Jahren von 2002 bis 2005 drei Windenergieanlagen errichtet. Zwei der drei Anlagen weisen eine installierte Leistung von 1,8 MW auf, die dritte Anlage hat eine Leistung von 0,6 MW. (Amt für Kataster und Vermessung des Kreises Herford, 2022)

Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten werden in der Stadtmitte Herfords erreicht, die höchsten in den ländlichen Bereichen im Südwesten (Laar und Eikum) und im Nordosten (Schwarzenmoor, und Homberghof). (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2024)

Eine Analyse des LANUV zeigt für den Kreis Herford eine mögliche Gesamtfläche von 28 ha für Windenergieanlagen. Diese Potenzialfläche umfasst auch zusätzliche Flächenpotenziale in Teilflächen der Bereiche für den Schutz der Natur (BSN), die naturschutzrechtlich nicht streng geschützt sind. Eine Auswertung von Satellitenbildern der Stadt Herford zeigt ausgedehnte landwirtschaftliche Nutzflächen im nordöstlichen und südwestlichen Teil des Stadtgebiets. Diese offenen Areale könnten potenziell für die Errichtung von Windkraftanlagen in Betracht gezogen werden, vorbehaltlich weiterer detaillierter Untersuchungen und Genehmigungsverfahren.

Nach aktuellem Stand zur Änderung des Regionalplans OWL (Wind/ Erneuerbare Energien) sind keine Flächen zur Windenergienutzung auf dem Stadtgebiet Herford vorgesehen.

3.2.11 Solarthermie

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Baustein der Wärmewende. Bisher sind in Deutschland nur rund 40 solarthermische Großanlagen mit zusammen genommen 100.000 m² Kollektorfläche installiert, die mit einer Leistung von insgesamt 70 MW jährlich rund 42 GWh Wärme produzieren. Der Anteil von Solarthermie an der Wärmeerzeugung in Deutschland liegt bei unter einem Prozent.

Solarthermietechnologien lassen sich in konzentrierende und nicht-konzentrierende Kollektoren aufteilen. Nicht konzentrierende Kollektoren nutzen sowohl diffuse als auch direkte solare Strahlung und werden nicht nachgeführt (die Ausrichtung dem täglichen Verlauf der Sonne angepasst), während CSP-Kollektoren nur direkte Strahlung nutzen und nachgeführt werden müssen, um optimale Wirkungsgrade zu erzielen. Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren sind nicht-konzentrierende Kollektortypen. Parabolrinnen gehören zu den konzentrierenden Solarkollektoren (CSP, concentrating solar power).

Der Fokus der hier durchgeführten Analyse liegt auf nicht-konzentrierenden Kollektoren. Parabolrinnen können sehr hohe Arbeitstemperaturen von bis zu 550 °C bei Direktverdampfung erreichen. In nördlichen Breitengraden mit relativ geringer Direktstrahlung wie Herford sind jedoch Temperaturen von bis zu 250°C realistisch. Erfahrungswerte zeigen, dass Parabolrinnenkollektoren erst ab Temperaturen über 100°C geeignet sein können.

Flachkollektoren (FK) bestehen aus dem Absorber, dem Kollektorgehäuse, einer Glasabdeckung und einer Wärmedämmung. Das Absorberblech wandelt die Einstrahlung in Wärme um. Eine Beschichtung sorgt dafür, dass möglichst viel Wärme aufgenommen (hohes Absorptionsvermögen) und möglichst wenig Wärme abgestrahlt wird (geringer Emissionsgrad). Die Wärmedämmung auf der Rückseite und den Seitenflächen des Gehäuses verringern die Abstrahlverluste. Vorteile von Flachkollektoren liegen in der einfacheren und wenig störanfälligen Technik und den im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren niedrigeren Investitionskosten. Der Nachteil von Flachkollektoren im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren liegt in den höheren Abstrahlungsverlusten und damit geringeren solaren Erträgen, die sich vor allem bei höheren Temperaturen im Kollektorfeld negativ bemerkbar machen.

Unter dem Sammelbegriff Vakuumröhrenkollektoren (VRK) werden verschiedene Technologien und Aufbauten mit teils erheblich abweichenden Eigenschaften zusammengefasst. Gemeinsames Merkmal ist, dass die Isolierung zwischen Absorber und Außenluft durch ein Vakuum hergestellt wird. Bei direkt durchströmten Vakuumröhrenkollektoren zirkuliert der Wärmeträger direkt in einem Glasröhrchen mit dem Absorber. Eine andere Röhrenkollektorbauweise ist der Heatpipe Kollektor. Hier verdampft ein Zwischenmedium im Rohr und sammelt sich am oberen Ende des Rohrs. Dort wird die Energie auf den eigentlichen Wärmeträger übergeben und über den Solarkreislauf abtransportiert. Der Dampf kühlt ab und sammelt sich wieder unten im Rohr.

Beim CPC-Kollektor (Compound Parabolic Concentrator) sind zwei Glasröhren als "Thermoskanne" zur Dewar-Röhre ausgebildet. Das Vakuum befindet sich nur innerhalb des Glasbehältnisses. Durch diese Bauweise wird eine typische Schwachstelle von einwandigen Vakuum-Röhrenkollektoren, die Dichtheit im Glas- und Metallübergang, eliminiert. Die Röhren liegen im CPC-Kollektor vor einem Parabolspiegel beziehungsweise einer Reflektorschicht, die das einfallende Licht auf die Röhren gebündelt zurückwirft und so die Leistung des Röhrenkollektors erhöht. Der Nachteil von Vakuumröhrenkollektoren liegt in erster Linie in den höheren Investitionskosten. Vorteilhaft sind höhere spezifische Erträge.

Die Solarpotenzialflächen werden mittels Flächenscreening identifiziert und quantifiziert. Dafür wird das Stadtgebiet als Suchraum betrachtet. Mittels Planungsvorgaben werden Kriterien definiert, die für oder gegen eine Nutzung der Fläche als Solarthermiestandort sprechen. Auf diese Weise werden geeignete Flächen herausgefiltert.

Als Quelle für die raumordnerischen Vorgaben werden der Landesentwicklungsplan NRW (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022), der Erlass zur Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des Landesentwicklungsplans NRW im Rahmen eines beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024) sowie der Regionalplan OWL (Bezirksregierung Detmold, 2024) genutzt. Folgende Grundsätze und Ziele der Raumordnung gelten in Herford in Bezug auf Solarenergie:

- Nutzung von Solarenergie auf vorhandenen baulichen Anlagen ist der Errichtung von großflächigen Anlagen in der Freifläche vorzuziehen. Freiflächen-Solaranlagen dürfen nur in Ausnahmefällen im Freiraum festgelegt werden
- Halden und Deponien sollen als Standorte für die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen gesichtet werden. Ausnahmen bilden Halden und Deponien, die bereits für Kultur genutzt werden oder durch ein abgestimmtes und beschlossenes städtebauliches Nachnutzungskonzept für den Bereich Kunst und Kultur vorgesehen sind.

- Die Inanspruchnahme von Flächen für die raumbedeutsame⁴ Nutzung der Solarenergie ist möglich, wenn der Standort mit der Schutz- und Nutzfunktion der jeweiligen Festlegung im Regionalplan vereinbar ist und es sich um
 - die Wiedernutzung von gewerblichen, bergbaulichen, verkehrlichen oder wohnungsbaulichen Brachflächen oder baulich geprägten militärischen Konversionsflächen,
 - Aufschüttungen oder
 - Standorte in einer Entfernung von bis zu 500 Metern entlang von Bundesfernstraßen oder Schienenwegen mit überregionaler Bedeutung handelt.
- Folgende Ziele der Raumordnung sind i.d.R. nicht erreichbar mit der Errichtung von Freiflächen-Solaranlagen und entsprechend nicht vereinbar:
 - Waldbereiche (Vorrang Wald)
 - Bereiche zum Schutz der Natur
 - Vorrang Biotopverbund und Naturschutz (Naturschutzgebiet (NSG), Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie))
 - Überschwemmungsbereiche
- Für folgende Bereiche benötigt es eine Einzelprüfung zur Errichtung von Freiflächen-Solaranlagen
 - Regionale Grünzüge
 - Bereiche zum Schutz der Landschaft und landschaftsorientierten Erholung (BSLE)
 - Landwirtschaftliche Kernräume
 - Bereiche für den Grundwasser- und Gewässerschutz
 - Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze (BSAB)
 - Oberflächengewässer
 - Allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche
- Freiflächen-Solarenergieanlagen in Allgemeinen Siedlungsbereichen (ASB) und Bereichen für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB) stehen den Zielen des Regionalplans nicht prinzipiell entgegen, sind aber ebenfalls zu prüfen.
- Die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Nutzflächen wird nicht von der Zielfestlegung erfasst.
- FFA-Solarenergieanlagen sind nicht im gesamten Außenbereich bauplanungsrechtlich privilegiert und benötigen im Außenbereich als selbstständige Anlage einen Bebauungsplan, der an die textliche und zeichnerischen Festlegungen der landesplanerischen Vorgaben und des Regionalplans OWL anzupassen ist.
- Die solare Nutzung von Strahlungsenergie ist priorisiert und benötigt generell keinen Bauleitplan
 - entlang Flächen von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8b BauGB
 - und gem. § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB durch besondere Solaranlagen im Sinne des § 48 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 Buchstabe a, b oder c des EEG.
- Nicht-raumbedeutsame Solarenergieanlagen auf Bahndämmen und ähnlichen linienhaften Infrastrukturbegleitanlagen unterliegen nicht den Bindungswirkungen der §§ 4 und 5 ROG.
- Zwischen einzelnen Freiflächen-Solarenergieanlagen soll ein raumwirksamer Abstand eingehalten werden.

⁴ Generell ist von einer Raumbedeutsamkeit im Sinne Ziels 10.2-5 LEP NRW bei Anlagen ab einer Größe von 10 ha und mehr auszugehen. Bei Anlagen von 2 bis 10 ha sind i.d.R. Einzelfallprüfungen erforderlich.

- Freiflächen-Solarenergieanlagen sollen in die umgebende Landschaft eingebunden werden durch eine naturverträgliche Ausgestaltung.

Folgende Datengrundlagen werden für die GIS-Analyse verwendet:

- Kartenmaterial des Regionalplans OWL
- Vorentwurf des Flächennutzungsplans (2024)
- ALKIS-Datensatz zur tatsächlichen Flächennutzung
- Landschaftsinformationssammlung (LINFOS) aus dem Portal OpenGeodata.NRW des Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen
- Eigentumsflächen der Stadt Herford bereitgestellt durch die Stadt Herford...

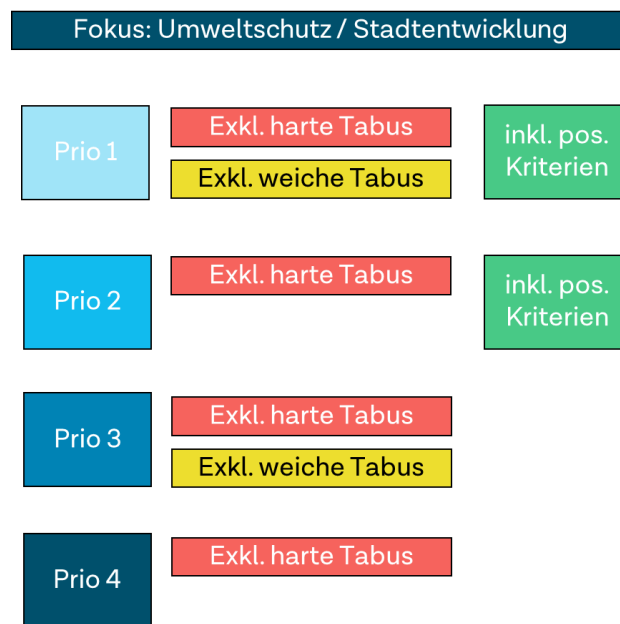


Abbildung 42: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie

Auf Basis der oben ausgeführten raumordnerischen Vorgaben wurden folgende Flächen den harten und weichen Tabus sowie den positiven Kriterien zu geordnet:

Harte Tabus

Weiche Tabus

Positive Kriterien

- Waldbereiche & Gehölze
- Biotopsverbundsflächen
- FFH-Gebiete
- LRT-Flächen (FFH-Anhang)
- Nationalparks
- Naturschutzgebiete
- Kompensationsflächen
- Flächen für den Schutz für Vogelarten des Offenlandes
- Vogelschutzgebiete
- Stehende und Fließgewässer
- Sumpfgebiete
- Überschwemmungsgebiete
- Gebäudeflächen & Verkehrswege
- Friedhöfe
- Industrie und Gewerbeflächen
- Wohnbauflächen
- gemischte Bauflächen
- Landschaftsschutzgebiete
- Regionale Grünzüge
- Schutz der Landschaft und landschaftlichen Erholung
- Freiraum Agrarbereiche
- Landwirtschaftliche Kernzonen
- Ökologische Vorrangflächen
- Grundwasser Gewässerschutz
- Allgemeine Siedlungsbereiche
- Vorranggebiete gewerblicher und industrieller Nutzung (regional & lokal)
- Vorranggebiete Rohstoff
- 500m Puffer entlang Bundesfernstraßen
- 500m Puffer entlang Schienenwegen
- Konversionsflächen
- Halden
- Eigentumsflächen der Stadt Herford

Das Resultat des solaren Flächenscreening zeigen, dass insgesamt ca. 2417 ha für genauere Prüfungen zur Installation von Freiflächen-Solarenergieanlagen zur Verfügung stehen. Diese Gesamtfläche teilt sich auf in ca. 395 ha Prio 2 Flächen und ca. 2022 ha Prio 4 Flächen. Die Einzelflächen variieren bei den Prio 2 Flächen von 0,5 ha bis 15 ha und bei den Prio 4 Flächen von 1 ha bis 26 ha. Einzelflächen unter einem Hektar sind in der Regel an weitere Prio-Flächen angeschlossen. In den Prio 1 und Prio 3 Kategorien konnten keine Flächen ermittelt werden, da alle Flächen in Herford durch weiche Tabus wie u.a. Landschaftsschutzgebiete eingeschränkt sind.

	Prio 2	Prio 4
Kriterien	Exkl. Harte Tabus & inkl. weiche Tabus	Exkl. Harte Tabus
Fläche	395 ha	2022 ha

Für das Verhältnis von Grundfläche zu Kollektorfläche wird auf Basis von Branchenkenwerten ein Faktor von 2,25 angenommen. Das Verhältnis ist abhängig von Kollektormodell, Anstellwinkel und Reihenabstand. Somit ergeben sich etwa 1.074 ha. Je nach Zieltemperatur, Kollektormodell und Einstrahlung variiert der solare Ertrag etwa zwischen 400 kWh/m² und 450 kWh/m². Das theoretisch verfügbare Solarthermiefpotenzial liegt zwischen 4,3 TWh/a bis 4,8 TWh/a auf den Prio 2 und Prio 4 Flächen.

Des Weiteren ist die „Verordnung über Gebot für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten“ (Photovoltaik-Freiflächenverordnung – PVFVO) vom 22.08.2022 zu beachten. Durch die

PVFVO werden Acker- und Grünlandflächen mit einer mittleren Bodenwertzahl über 55 aus der förderfähigen Flächenkulisse ausgenommen.

Die Abbildungen und Flächen liegen der Verwaltung vor, werden aber nicht im öffentlichen Bericht dargestellt.

Da im Rahmen des Flächenscreenings nur raumordnerische Vorgaben berücksichtigt werden, können für eine potenzielle Erschließung, weitere Faktoren herangezogen werden, um die Flächen zu priorisieren. So können im nächsten Schritt die Entfernung zum Wärmenetz sowie die Eigentumssituation integriert werden. Ratsam ist zudem der weitere Austausch mit lokalen Behörden (etwa Naturschutz-/Grünamt und Stadtplanung).

Für die Aufstellung von Solarthermieranlagen stehen in Herford auch Dachflächen zur Verfügung. Die Installation von 1.147.836 m² Kollektorfläche ist auf den Dachflächen theoretisch möglich, die eine installierte Wärmeleistung von 574 MW haben. Daraus ergibt sich eine jährliche Wärmeerzeugung von 470.870 MWh/a wenn alle Potenziale erschlossen werden.

3.2.12 Photovoltaik

3.2.12.1 Dachflächen

Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Herford wurde auf Basis einer Auswertung der Größe und Ausrichtung der Dachflächen auf den Gebäuden ermittelt. In dem Modell werden alle Dachflächen dargestellt, die sich für eine solare Nutzung eignen. Daraus ergeben sich 4.591.344 m² Dachfläche die für eine PV-Installation geeignet sind.

Auf den Dachflächen sind bis zu 585,2 MWp zu installieren. Da bis zum Zieljahr davon auszugehen ist, dass nicht alle Flächenpotenziale in der Realität umgesetzt werden (können), wird ein pauschaler Abschlag von 20 Prozent angesetzt. Ein Zubau auf 468 MWp bis 2045 erscheint möglich.

Die Volllaststunden werden mit 820 h/a angesetzt um abzubilden, dass nicht alle Module optimal ausgerichtet, sondern unter anderem auch in Richtung Ost-West gebaut sein werden (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2020). Daraus ergibt sich ein Jahresertrag für Herford von 480 GWh wenn alle Potenziale erschlossen werden können – bei einem Erschließungsgrad von 80% sind es 432 GWh/a.

3.2.12.2 Freiflächen

Ziel der Freiflächenanalyse ist die Ermittlung des PV-Potenzials auf Freiflächen unter Abschichtung unterschiedlicher Kriterien. Grundvoraussetzung für die Potenzialausweisung ist in allen Fällen, dass die Flächen nicht in rechtlichen Ausschlussbereichen liegen und somit zumindest Genehmigungspotenzial aufweisen, welches für jeden Einzelfall im Rahmen der Bauleitplanung bzw. Baugenehmigung individuell geprüft wird.

Über die EEG-Förderung hinaus besteht für Anlagenbetreiber die Möglichkeit, den produzierten Strom über Direktlieferverträge (Power Purchase Agreements, kurz PPA) mit Energieversorgern oder Unternehmen zu vermarkten. Die mögliche Flächenkulisse beschränkt sich dadurch nicht mehr auf die genannten Kategorien nach EEG. Eignung und Wirtschaftlichkeit dieser Flächen richten sich auch nach den künftigen Bedingungen von EEG und Strommarkt und können deshalb hier nur vorläufig bewertet werden.

Je Hektar können bis zu 1 MWp Photovoltaikleistung installiert werden, wenn der Flächenzuschnitt optimal genutzt werden kann. Inkl. Neben- und Zuananlagen sowie Zufahrtswegen werden in der Umsetzung vermutlich insgesamt bis zu 1,2 Hektar je MW benötigt, die aber auch außerhalb der genannten Korridore liegen können. Für Herford werden 911 Volllaststunden angesetzt.

Auf Basis der Analyse zur solarthermischen Nutzung wäre auf den Prio 2 und Prio 4 Flächen eine Leistung von bis zu 2.417 MWp installierbar. Jährlich könnten auf diesen Flächen bis zu 2.247,8 GWh Photovoltaikstrom erzeugt werden.

3.2.13 Abwärme

Industrielle und gewerbliche Abwärme stellt eine bedeutende Energiequelle dar, die häufig ungenutzt bleibt. In zahlreichen Produktionsprozessen und gewerblichen Anwendungen entsteht Wärme, die in die Umgebung abgegeben wird und dadurch verloren geht. Diese Abwärme, die in Form von heißem Wasser, Dampf oder Abgasen auftreten kann, bietet jedoch ein erhebliches Potenzial zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung. Demgegenüber steht ein Adressrisiko, welches zum spontanen Ausfall einer Quelle führen kann. Ein Beispiel dafür wäre eine Insolvenz. Generell sollte jedes Unternehmen nach der folgenden Reihenfolge mit einer Abwärme umgehen:

1. Abwärmevermeidung
2. Interne Verwertung
3. Externe Auskopplung

Erst wenn untersucht wurde, ob die Abwärme vermieden werden oder diese innerhalb der internen Prozesse genutzt werden kann, sollte eine externe Auskopplung der Abwärme in ein Wärmenetz Berücksichtigung finden.

Zur übergeordneten Potenzialanalyse für (unvermeidbare) Abwärme wird zunächst ein genereller Ansatz verfolgt. Für die Auswertung der Abwärme wurden die Gasverbräuche der RLM-Gaskunden mit branchenspezifischen Abwärmefaktoren belegt, um das Potenzial abzuschätzen. Die Abwärmefaktoren wurden mittels einer breit angelegten Literaturrecherche zusammengestellt. Die RLM-Verbrauchsdaten wurden auf Basis der Angaben im Markstammdatenregister um des Stromanteils in BHKWs bereinigt. Das gesamte Abwärmepotenzial beläuft sich auf bis zu 20 GWh/a. Da die lokale Abwärme stark abhängig von den unternehmensspezifischen Prozessen ist, muss für jede Abwärmequelle eine Einzelfallprüfung vorgenommen werden.

In Abbildung 43 ist die kartografische Verordnung der Abwärmepotenziale mittels einer Heatmap abgebildet. In der Darstellung werden Bereiche mit hoher Eignung rot eingefärbt. Die Eignung wird anhand von Branchendaten und Energiedaten in folgenden Kategorien bewertet und anschließend gewichtet:

- Saisonalität
- Temperaturniveau
- Abwärmemenge

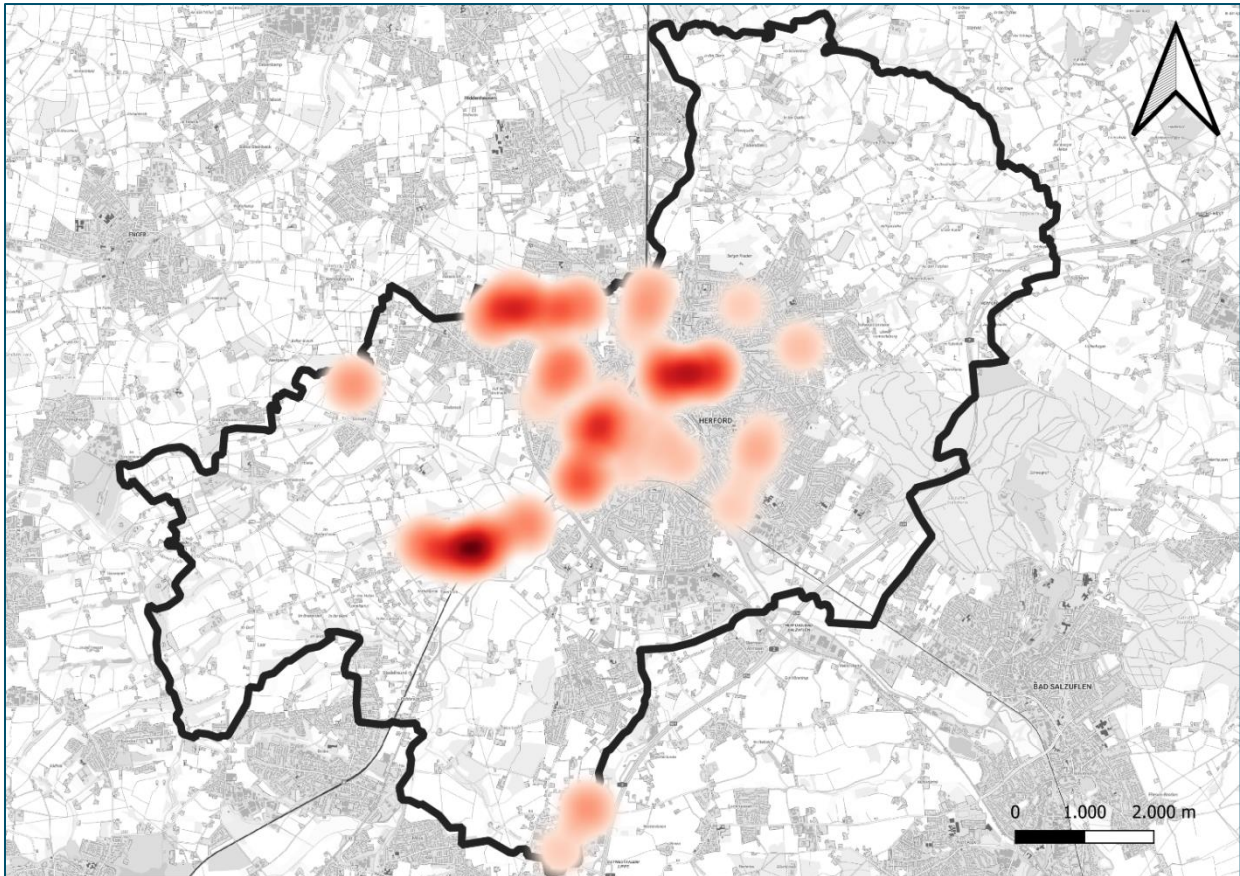


Abbildung 43: Kartografische Heatmap der gewerblichen und industriellen Abwärmequellen mit Gewichtung der Nutzbarkeit

3.2.14 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Herford stehen **sehr unterschiedliche Potenziale** mit ihren jeweiligen Stärken und Schwächen zur Verfügung.

- Insbesondere die Nutzung von **Luftwärmepumpen und in Teilgebieten Geothermiewärmepumpen mit Erdsonden** werden einen großen Teil des Wärmebedarfs decken können, auch wenn auf Grund der lokalen Einschränkungen nicht alle Gebäude und Quartiere als geeignet eingestuft wurden
- Insbesondere im Bereich der Innenstadt werden sich nach erster Analyse voraussichtlich nicht in allen Fällen ausreichend Potenziale direkt am Gebäude erschließen lassen. Die Versorgung wird in diesen Bereichen vermutlich über ein **Wärmenetz** zur Erschließung der Potenziale in der Umgebung der Gebäude geschehen müssen.
- Das Potenzial von **Flusswasser und Klärwerk** nördlich der Innenstadt könnte das Rückgrat eines treibhausgasneutralen Wärmenetzes in der Innenstadt bilden und sollte durch weitere Potenziale komplettiert werden. In einigen Wärmenetzausbau Bereichen können auch die **Abwasserkanäle** genutzt werden, um dem Abwasser Wärme zu entziehen.
- **Luftwärmepumpen** sollten sowohl zentral als auch dezentral Anwendung finden. In den dezentralen Bereichen direkt am Gebäude und im zentralen Bereich in Form von größeren

Rückkühlwerken, die bei ausreichender Flächenverfügbarkeit aufgestellt werden.

- **Abwärmepotenziale** sollten in enger Abstimmung mit den Unternehmen weiterverfolgt werden.
- Das Potenzial **tiefer Geothermie** könnte nach erster Abschätzung auf Basis des deutschlandweiten Atlanten mit ausreichendem Potenzial erschlossen werden. Aufgrund der hohen Risiken bezüglich der Fündigkeit ist sie als Potenzial einzuordnen, das näher zu prüfen ist und ggf. vor allem in Form von **mitteltiefer Geothermie** erschlossen werden kann.
- **Solarthermische Potenziale** können vor allem in den sonnenreichen Monaten genutzt werden, damit das Erdreich regenerieren kann oder Revisionszeiten eingehalten werden können.
- **Biomasse** sollte aufgrund des stark begrenzten nachhaltigen Potenzials vor allem gekoppelt (BHKW) oder in der Spitzenlast eingesetzt werden.

Synergien mit anderen Kommunen werden bei der Untersuchung des Flusswasserpotenzials erwartet, wenn Daten und Erfahrungen geteilt werden. Zu beachten ist aber auch, dass das Potenzial des Flusswassers bei Nutzung in mehreren Kommunen ggf. verringert wird, wenn durch die thermische Nutzung an mehreren Standort die Temperatur zu stark (gegenseitig) beeinflusst wird.

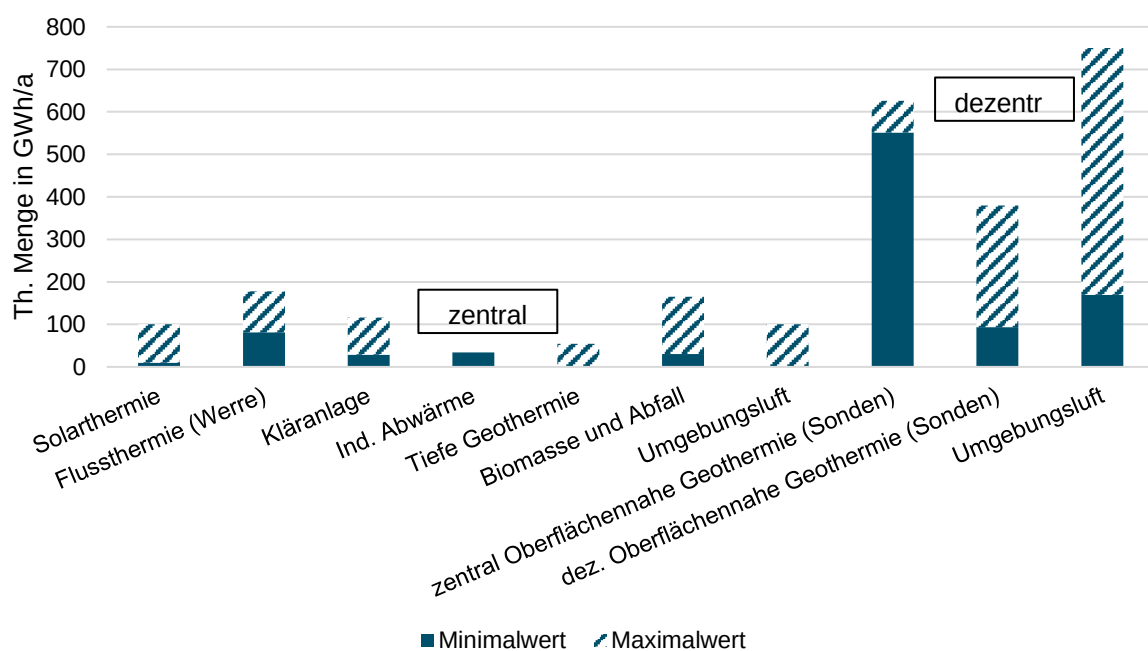


Abbildung 44: Zusammenfassung der Potenziale

4 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Im Rahmen der wirtschaftlichen Abschätzung wurde untersucht, welche Heizkosten sich für unterschiedliche Heizungsarten für unterschiedliche Gebäude unter verschiedenen externen Bedingungen (u.a. Preisniveaus) ergeben. Die Erkenntnisse sind in die Szenarienrechnung zur Auswahl

der Vorzugstechnologien eingeflossen und wurden auch genutzt, um das räumliche Szenario und den Maßnahmenplan an den Erkenntnissen auszurichten.

Aus der Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Technologien können folgende Aussagen abgeleitet werden:

- **Wärmenetze** sind vor allem dann eine kostengünstige Option, wenn Potenziale zur Gebäudesanierung oder die Erschließung von EE-Wärmequellen nur eingeschränkt nutzbar sind.
- Wärmepumpen sind besonders wirtschaftlich, wenn auch der **Geschwindigkeitsbonus** genutzt werden kann – in jedem Fall sollte die BEG Förderung individuell ausgeschöpft werden.
- Optionen mit mind. 65 % **Biomethananteil** („grünes Gas“) werden die teuerste Option sein, um die Gebäude mit einem EE-Mindestanteil von 65 % zu versorgen.
- Eine **Sanierung** scheint besonders bei der Nutzung von Luft-Wärmepumpen sinnvoll, wenn nicht nur der Bedarf gesenkt wird, sondern zusätzlich die Jahresarbeitszahlen gesteigert werden. Steigerung der Jahresarbeitszahlen lassen sich aber auch u.a. durch den Tausch von **Heizkörpern** erreichen.
- Die Kosten für Erdgas werden durch höhere Beschaffungspreise und den ungewissen CO₂ Preis tendenziell steigen – besonders unter der Preisunsicherheit kann eine Erdgasversorgung teurer werden als andere Optionen.
- **Geothermische** Wärmepumpen scheinen sich in der Regel erst ab einer gewissen Größe kostengünstiger als Luft-Wärmepumpen – trotz höhere Jahresarbeitszahlen sind die jährlichen Kosten höher, da die **Erschließungskosten** bei kleinen Projekten relativ hoch ausfallen.
- Holzpelletkessel könnten im unsanierten Bestand eine sinnvolle Ergänzung sein – ist jedoch eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden.
- Hybridoptionen sind eine kostengünstige Variante im unsanierten Bestand – ist jedoch ähnlich wie beim Holzpelletkessel eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden.

4.1 Energiepreisszenarien

In der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden zwei Preisszenarien betrachtet.

- Basispreis 2030
- Basispreis 2030 +30%

Im Szenario *Basispreis 2030 +30%* ist die Annahme hinterlegt, dass sich alle Energiepreise um 30% erhöhen, um abbilden zu können, wie resilient sich die Technologien bei steigenden Bezugspreisen darstellen.

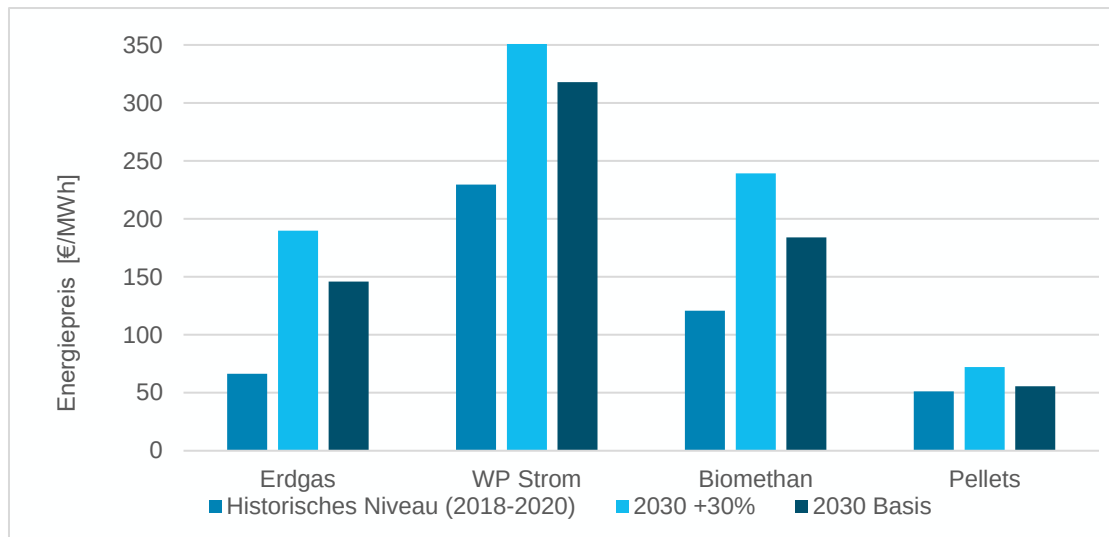


Abbildung 45: Energiepreisannahmen (basierend auf (Mendelevitch, et al., 2024), (BDEW, 2024) (Thomsen, et al., 2022) und eigenen Berechnungen)

4.2 Methodik

4.2.1.1 Referenzgebäude

Ziel der Ermittlung der Referenzgebäude ist eine möglichst repräsentative Abbildung des Gebäudebestands. Die Gebäude werden in Bezug auf die energetischen Parameter maßgeblich durch die Gebäudekubatur, die Bauweise (freistehend/gereiht), die Baualtersklasse und die Nutzungsart des Gebäudes geprägt.

Tabelle 10: Übersicht der Charakteristika der Referenzgebäude nach (Zensus, 2011; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016)

	WG1	WG2	WG3	WG4
Gebäude- typ	Einfamilien- haus (EFH)	Reihenhaus (RH)	Reihenhaus (RH)	Mehrfamilienhaus (MFH)
Baualter- klasse	1958-1968	1860-1918	1949-1978	vor 1948
Gebäude- typ nach Zensus	Freistehen- des Haus (mit einer Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Freistehen- des Haus (mit mehr als 3 Whg.)
Art der Warm- wasser- bereitung	zentral	zentral	zentral	dezentral

Tabelle 11: Nutzwärmeverbrauch der Referenzwohngebäude nach (TABULA WebTool, 2012)

	WG1	WG2	WG3	WG4
Baualter- klasse	1958-1968	1860-1918	1949-1957	1919-1948
Fläche [m²]	121	96	150	385
Ausgangszu- stand	185,1	162,7	160,8	151,43
Saniert (EnEV 2009)	128,6	106,1	95,8	89,9

Die Deutsche Energie-Agentur (dena) hat in einer Untersuchung mehrere Studien zusammengetragen und Durchschnittswerte ermittelt (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016). Nach dem Bericht der dena weist das durchschnittliche Bürogebäude eine Fläche von 1.998 m² auf⁵. Zusätzlich liegt im dena-Bericht eine Aufschlüsselung der Energieverbrauchskennwerte für Bürogebäude je Baualterklasse vor. Die Zeitspanne von 1965 bis 1977 liegt im Durchschnitt der betrachteten Referenzwohngebäude und wird daher auch als Baualterklasse für das Bürogebäude angesetzt. Dem Bericht der dena folgend wird für das NWG ein Nutzwärmeverbrauch von 152,6 kWh/m²a bei einer Bürofläche von 1.998 m² angesetzt.

Im Rahmen dieser Studie wird die Warmwasserbereitung in den kleineren Gebäudetypen (Reihenhäuser und Einfamilienhäuser) als zentral angesetzt. In den größeren Gebäudetypen (Büro und Mehrfamilienhäuser) wird von einer dezentralen Warmwasserbereitung über z.B. Durchlauferhitzer ausgegangen.

4.2.1.2 Technische Auslegung

Im folgenden Kapitel werden die Hintergründe und Annahmen zu den Anlagenauslegungen erläutert. Neben der Dimensionierung zur Deckung der Heizlast, werden auch typische Jahresnutzungsgrade zur Errechnung des Brennstoff- und Strombedarfs ermittelt.

Für jedes Typengebäude wird je nach Zustand der Gebäudehülle (saniert oder Ausgangszustand) die Heizlast ermittelt. Als Vorlage zur Heizlastberechnung dient die VDI 2067 zur überschlägigen Berechnung. Die angesetzten Volllaststunden sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Tabelle 12: Vollbenutzungsstunden nach VDI 2067⁶

	Volllaststunden Ausgangswert
Einfamilienhaus	2.100
Mehrfamilienhaus	2000

Über die Heizlast erfolgt die Dimensionierung der Erzeugungseinheiten, um die Wärmenachfrage durch das Heizungssystem zu jedem Zeitpunkt decken zu können. Auf Grund der Nutzung des Wärmepumpentarifs wird eine Abschaltung der Wärmepumpe von bis zu sechs Stunden am Tag in der Auslegung vorgesehen, die über einen entsprechenden Überdimensionierungsfaktor der Wärmepumpe in die Berechnungen einfließt. So wird sichergestellt, dass der Tageswärmebedarf über einen Pufferspeicher auch bei Abschaltung der Wärmepumpen in Intervall dauern von bis zu zwei Stunden gedeckt werden kann. Auch in den Varianten ohne Wärmepumpen werden Kombispeicher integriert, die als Puffer- und Warmwasserspeicher dienen. Die Pufferspeicher werden genutzt, um die Anlagen möglichst gleichmäßig zu betreiben oder die genannten Sperrzeiten bei den Wärmepumpen zu überbrücken. Warmwasserspeicher dienen als Reservoir, um auch bei Lastspitzen in der Warmwassernachfrage ausreichend warmes Wasser zur Verfügung stellen zu können. Durch die Speicherung wird eine Überdimensionierung der Erzeugungsanlage vermieden. Die Dimensionierung der Speicher orientiert sich an (Bahret & Eltrop, 2020). Für solarthermische Anlagen wird ein zusätzliches Speichervolumen von 60 l/m² angesetzt. Die Auslegung der solarthermischen Anlage erfolgt so, dass ein Deckungsbeitrag von 15 % des Gesamtwärmebedarfs erreicht werden kann. Bei den Varianten ohne zentrale Warmwassererwärmung wird keine Solarthermie vorgesehen, da die Solarthermie im Sommer nicht zur Unterstützung der Warmwasserbereitstellung genutzt werden kann und während der maßgeblichen Betriebszeit im Sommer die Wärmesenke im System fehlt.

Die Leistungsauslegung der zwei Komponenten des Hybrid-Systems, bestehend aus einer Wärmepumpe oder einer Biomassefeuerung in Kombination mit einem Erdgaskessel, erfolgt so, dass auch im ungesteuerten Betrieb die 65 % EE-Quote erfüllt werden kann.

Die Spitzenlasten der Warmwasserbereitstellung werden durch den Pufferspeicher abgedeckt und können gleichmäßig über den Tag bereitgestellt werden.

Tabelle 13: Leistungsanteile zur Erreichung der 65 % Quote in einer EE-Hybridoption

	WG1	WG2	WG3	WG4
EE-Erzeuger	33 %	32 %	31 %	25 %
Erdgas	67 %	68 %	69 %	75 %

Die ermittelten Ergebnisse decken sich mit der Vorgabe zur Erreichung eines EE-Anteils von 65 % auf Bundesebene nach GEG.

Der Brennstoff- bzw. Strombedarf hängt maßgeblich davon ab, wie effizient die Anlagen arbeiten. Bei den Kesselanlagen wird dafür der Jahresnutzungsgrad verwendet. Für die Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl entscheidend, die angibt wie viel kWh thermischer Energie je kWh elektrischer Energie im Laufe des Jahres bereitgestellt werden können.

Die Jahresnutzungsgrade sind aus (Bahret & Eltrop, 2020) entnommen. Besonders die Biomasseanlagen ohne normierte Brennstoffe oder ohne automatische Beschickung wie der Scheitholzkessel oder der Hackschnitzelkessel weisen vergleichsweise geringe Jahresnutzungsgrade auf. Für die Verbrennungstechnologien werden keine Unterschiede zwischen sanierten oder Gebäuden im Ausgangszustand angesetzt.

Tabelle 14: Jahresnutzungsgrade der Verbrennungstechnologien nach (Bahret & Eltrop, 2020), (Zimmermann, 2021).

	Jahresnutzungsgrad
Gas-Brennwertkessel	98 %
Pelletkessel	81 %

Die erreichbaren Jahresarbeitszahlen der untersuchten Wärmepumpensysteme hängen von vielen unterschiedlichen Faktoren ab und werden hier auf Basis detaillierterer Studien zu Wärmepumpen abgebildet. Im Einzelfall ist die individuelle Auslegung und Bauart/Altersklasse der Heizkörper entscheidend, um die Vor- und Rücklauftemperatur möglichst gering zu halten. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden die in folgender Tabelle aufgeführten Jahresarbeitszahlen angesetzt.

Tabelle 15: Angesetzte Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen.

	Ausgangs zustand	Datenquelle	Saniert	Datenquelle
Luft-Wasser Wärmepumpe	2,5	Annahme basierend auf (Fraunhofer IWS, 2017), (ISE, Fraunhofer- Institut für Solare Energiesyste me, 2020)	3,6	(Fraunhofer IWS, 2017)
Luft-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	3,1	(ISE, Fraunhofer- Institut für Solare Energiesyste me, 2020)	3,6	(Fraunhofer IWS, 2017)
Sole-Wasser Wärmepumpe	2,7	Annahme basierend auf (Fraunhofer IWS, 2017), (ISE, Fraunhofer- Institut für Solare Energiesyste me, 2020)	3,8	(Fraunhofer IWS, 2017)
Sole-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	4,1	(ISE, Fraunhofer- Institut für Solare Energiesyste me, 2020)	4,1	(ISE, Fraunhofer- Institut für Solare Energiesyste me, 2020)

Die Jahresarbeitszahlen werden aus Modellierungen entnommen, die für Bestandsgebäude und sanierte Gebäude durchgeführt wurden (Fraunhofer IWS, 2017). Für die Bestandsgebäude gilt die Annahme, dass Fenster und Dach zuvor bereits saniert wurden, allerdings noch keine Anpassung der Heizkörper auf Niedertemperaturradiatoren stattgefunden hat. Die Annahme einer Dach- und Fenstersanierung basiert auf den spezifischen Wärmebedarfswerten der Referenzgebäude, die sich im Bereich des teilsanierten Bestandsgebäudes für die Wärmepumpenmodellierung bewegen und deutlich unter dem Wärmebedarf eines komplett unsanierten Gebäudes liegen (Fraunhofer IWS, 2017).

Bei den sanierten Gebäuden wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Sanierungen auch die Heizkörper gegen Niedertemperradiatoren getauscht wurden. In den meisten Fällen reicht es aus, wenn in einigen Räumen mit einem zu kritischen Verhältnis zwischen Heizlast des Raumes und Heizlast der Heizkörper bei Wärmepumpennutzung die Heizkörper getauscht werden. Durch die Sanierung wird die Heizlast im Raum gesenkt und die alten Heizkörper reichen aus, um auch bei abgesenkten Vorlauftemperaturen die Heizlast des Raums zu decken (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020). Im Vergleich zu einem Feldtest mit einer Vielzahl an Gebäuden unterschiedlicher Sanierungszustände und Betriebsmodi sind die verwandten Jahresarbeitszahlen als konservativ einzuordnen. In der Praxis können diese mit hoher Wahrscheinlichkeit übertroffen werden (vgl. (ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020)). Der Strombedarf entspricht somit dem ungünstigen Fall hoher Vorlauftemperaturen, wenn noch keine Anpassung der Heizkörper in den Bestandsgebäuden stattgefunden hat.

Wird die Wärmepumpe in Kombination mit einem Erdgaskessel eingesetzt, so werden in beiden Sanierungsständen höhere Jahresarbeitszahlen verwendet, da die Wärmepumpen vor allem in der Übergangszeit laufen und unter geringeren Vorlauftemperaturen arbeiten können. Die Lastspitzen und damit einhergehenden hohen Vorlauftemperaturen im Winter können durch den Gaskessel abgedeckt werden.

4.2.1.3 Datenbasis

Im Folgenden werden die mit der Einführung der Erfüllungspflicht verbundenen ökonomischen Auswirkungen betrachtet und für die verschiedenen Gebäudetypen gegenübergestellt. Hierzu wurde für alle Varianten eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mittels Annuitätenmethode angelehnt an die Richtlinie VDI 2067 durchgeführt. Die VDI 2067 bewertet Anlagen aus energetischer, ökologischer und wirtschaftlicher Perspektive und ist für alle Gebäudearten gültig. Die Kosten der einzelnen Varianten werden in der Richtlinie in vier Gruppen unterteilt:

- Kapitalgebundene Kosten
- Bedarfs-(verbrauchs-)gebundene Kosten
- Betriebsgebundene Kosten
- Sonstige Kosten

Die Komponenten der Anlagentechnik wurden in den kapitalgebundenen Kosten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgenommen, Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle werden nicht berücksichtigt. Die Grundlage und Ermittlung der Kosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien basiert auf dem Technologiekatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW (Peters, et al., 2022)) und wird in Abschnitt 4.2.1.4 erläutert. Zusätzlich wird in der ökonomischen Betrachtung die Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen berücksichtigt. Die Anwendbarkeit und Höhe für die ausgewählten Technologien werden in Abschnitt 4.2.1.7 dargestellt. Die bedarfsgebundenen Kosten entsprechen den Kosten für den Energiebezug und der Hilfsenergie. Vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Lage werden zwei verschiedene Preisszenarien für den Strom- und Erdgaspreis betrachtet, welche im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Alle anderen eingesetzten Energieträger wie Biomasse oder Fernwärme werden über entsprechende Faktoren an die Preisänderungen der unterschiedlichen Szenarien gekoppelt, um die Marktbewegungen möglichst plausibel abzubilden. Instandhaltungskosten werden als betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

4.2.1.4 Technologiekosten

Um eine einheitliche Grundlage zur Kostenbewertung der unterschiedlichen Technologien zu nutzen, wurde auf den Technologiekatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zurückgegriffen (Peters, et al., 2022). Aus den Angaben des Technologiekatalogs wurden Kostenkurven für jede Technologie ermittelt, um Skaleneffekte abbilden zu können und zu jeder Auslegung adäquate Kosten in der Rechnung abzubilden. In den Kosten sind die Installations- und die Anlagenkosten zusammengefasst. Unplausible Ausreißer in den Kostenkurven wurden nicht berücksichtigt, so dass teils angepasste und plausibilisierte Daten verwendet wurden. Kosten die dem Heizungsverteilsystem zuzuschreiben wären, wie Kosten für Heizungsrohre oder Heizkörper, werden nicht berücksichtigt, da sich der Ansatz auf die Erzeugungsoptionen beschränkt, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen und keine weiteren Szenarien aufzufächern.

4.2.1.5 Hilfsenergie

Neben den spezifischen Investitionskosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien sind im Technologiekatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) Angaben zur erforderlichen Hilfsenergie hinterlegt (vgl. Tabelle 16). Der Hilfsenergiebedarf des Gaskessels ist leistungsbezogen abgebildet und nicht an die Energiemenge gekoppelt. Da mit steigender Leistung der Bedarf pro kW abnimmt, wurden die Werte anhand einer Trendlinie abgebildet. Große Anlagen weisen demnach deutlich geringere Kosten für Hilfsenergie auf.

Anhand dieser Werte und dem Strombezugspreis entsprechend der Preisszenarien werden die Kosten des Hilfsenergiebedarfs für die Varianten ermittelt und zu den Energiebezugskosten zur Ermittlung der bedarfsgebundenen Kosten addiert.

Tabelle 16: Hilfsenergiebedarf nach KEA-BW (Peters & Steidle, 2022).

Hilfsenergiebedarf	[%/kWh _{th}]	Anmerkung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdkollektor	-	In JAZ enthalten
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	-	In JAZ enthalten
Luft-Wärmepumpe	-	In JAZ enthalten
Wärmenetz	3,5	
Holzpelletkessel	2,3	
Biomethankessel		Angabe in kWh/kWa anhand Trendlinie abgebildet
Erdgaskessel		Angabe in kWh/kWa anhand Trendlinie abgebildet

4.2.1.6 Rechnerische Nutzungsdauer

Die rechnerische Nutzungsdauer bildet ab, wie lange die Investition nutzbar ist. Hohe rechnerische Nutzungsdauern bedeuten, dass die Technologie sehr wahrscheinlich lange Zeit nicht ersetzt werden

muss und nach Ende des Betrachtungszeitraums noch einen Restwert aufweisen kann, der zu berücksichtigen ist. Eine Ersatzinvestition ist nötig, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum unterschreitet und Ersatz beschafft werden muss. Die Kosten für die Ersatzbeschaffung werden in der Annuitätenrechnung entsprechend aufgenommen und bilden den wirtschaftlichen Nachteil kurzer rechnerischer Nutzungsdauern in der Wirtschaftlichkeit ab. Restwerte fallen an, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum überschreitet. So wird zum Beispiel die kostenintensive Erschließung der Wärmepumpenquelle im Erdreich durch dieses Vorgehen auf eine rechnerische Lebensdauer von 50 Jahren aufgeteilt. Auch wenn die Wärmepumpe nach rechnerisch zwanzig Jahren ausgetauscht werden muss, fallen keine erneuten Kosten für die Erschließung der Wärmepumpenquelle an. Die verwendeten Werte nach VDI 2067 sind in Tabelle 17 aufgeführt.

Tabelle 17: Rechnerische Nutzungsdauern nach VDI 2067.

Rechnerische Nutzungsdauer T_N	Jahre [a]
Sole-Wasser-Wärmepumpe	20
Erdsonde	
Erschließung der Wärmequelle	50
Erdsonden	
Luft-Wärmepumpe	18
Wärmenetz (Anschluss)	20
Holzpelletkessel	15
Biomethankessel	20
Erdgaskessel	20
Thermischer Speicher	20

4.2.1.7 Förderungen

Die Förderung von Einzelmaßnahmen im BEG ist unterteilt in

- die Förderung von Anlagen zur Wärmeerzeugung und
- die Förderung von Effizienzmaßnahmen (Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung).

In beiden Bereichen können Zuschüsse und Boni in Anspruch genommen werden – welche das sind und wie hoch diese ausfallen, haben wir im Folgenden zusammengestellt.

Stand November 2024:

Im Rahmen der Förderung von Erzeugungsanlagen wird ein Zuschuss von 30 % zu den Investitionskosten in Wohn- und Nichtwohngebäuden gewährt. Dieser kann unter bestimmten Voraussetzungen ergänzt werden um

- einen Klimageschwindigkeitsbonus von max. 20 %,
- einen Einkommensbonus von 30 % sowie
- einen Effizienzbonus von 5 %.

Tabelle 18: Förderbedingungen nach BEG

Einzelmaßnahmen Anlagen zur Wärmeerzeugung	Zuschuss	Effizienz bonus	Klimageschwindigkeitsbonus	Einkommens bonus
Solarthermische Anlagen	30 %		max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %	5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %		max. 20 %	30 %
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben)	30 %		max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetz Errichtung/Umbau/ Erweiterung	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %

4.3 Ergebnisdarstellung

Die Wirtschaftlichkeit der Erfüllungsoptionen für WG1 wird jeweils im sanierten und unsanierten Zustand (Ausgangszustand) sowie für zwei unterschiedliche Förderbedingungen dargestellt. Die der Basisfall (Basisförderung) ist unter Inanspruchnahme der BEG-Förderung berechnet worden. Im zweiten Fall (Bonusförderung) wird zusätzlich der **Klimageschwindigkeitsbonus** aufgeschlagen

Zu jedem Szenario wird jeweils basierend auf den Energiepreisen berechnet, wie sich die jährlichen Kosten darstellen, je nach Energiepreisniveau und Förderung, die in Anspruch genommen werden kann.

Um die Variation der Versorgungsoptionen übersichtlich zu gestalten, ist in

Tabelle 19 die Kurzbezeichnung zu jeder Option aufgeführt.

Tabelle 19: Übersicht der Erfüllungsoptionen und Kurzbezeichnungen

Nutzungsoption - EE	Kurzbezeichnung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	WP_SO_ES
Luftwärmepumpe	WP_L
Holzpelletkessel	K_HP
Biomethan Kessel	K_B
Erfüllungsoptionen - Kombinationen "Mix"-Hybrid	
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde + Erdgaskessel	WP_SO_ES+K_E
Luftwärmepumpe + Erdgaskessel	WP_L+K_E
Biomethankessel + Erdgas	K_B+E
Referenzvariante	
Erdgaskessel	K_E

In den folgenden Abbildungen sind die Ergebnisse der Szenarienrechnung dargestellt. Die Ergebnisse können eine grobe Orientierung bieten, welche Optionen mit welchen Kosten verbunden sind und wie Förderungen und Energiepreise sich auf die Gesamtkosten auswirken.

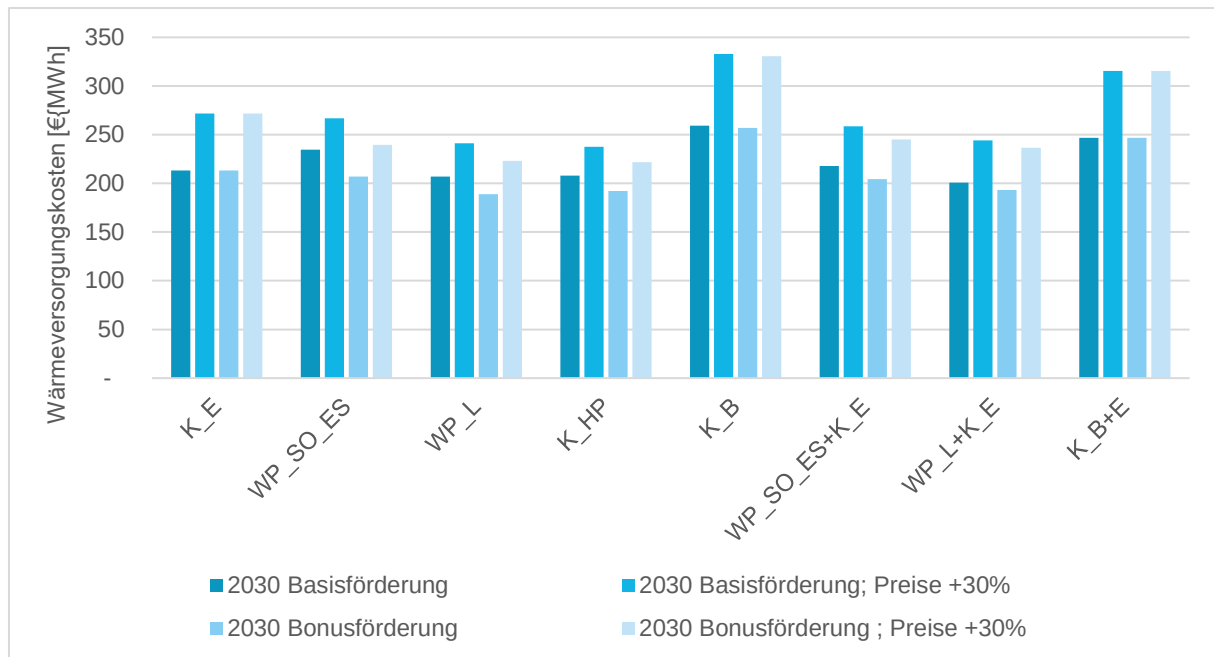


Abbildung 46: WG 1 saniert Zustand

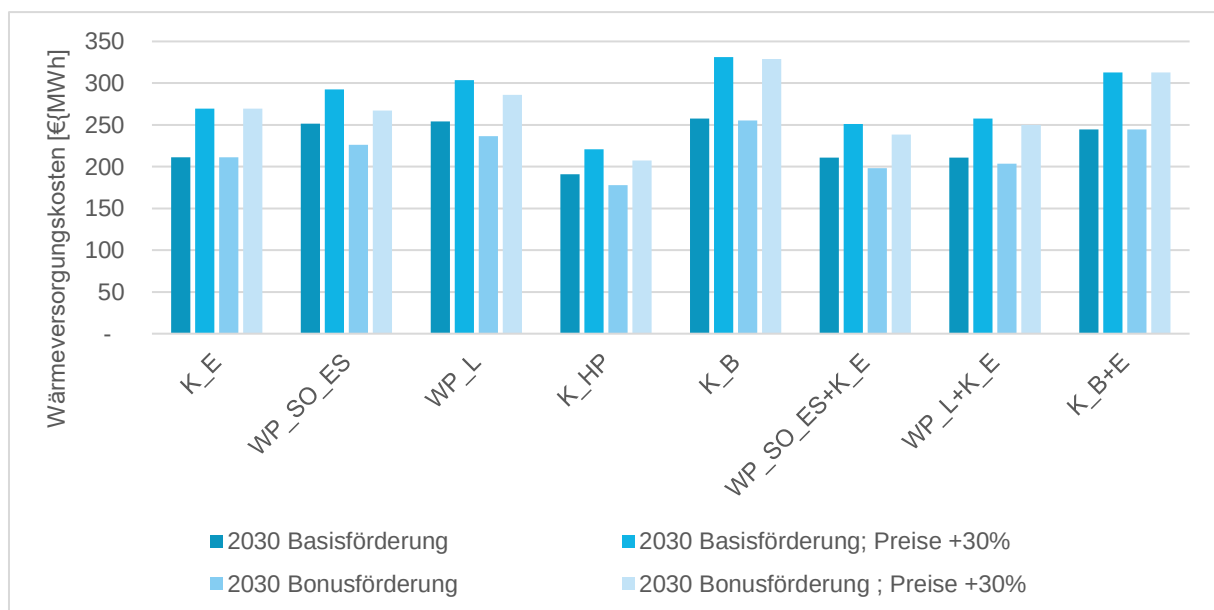


Abbildung 47: WG 1 Ausgangszustand

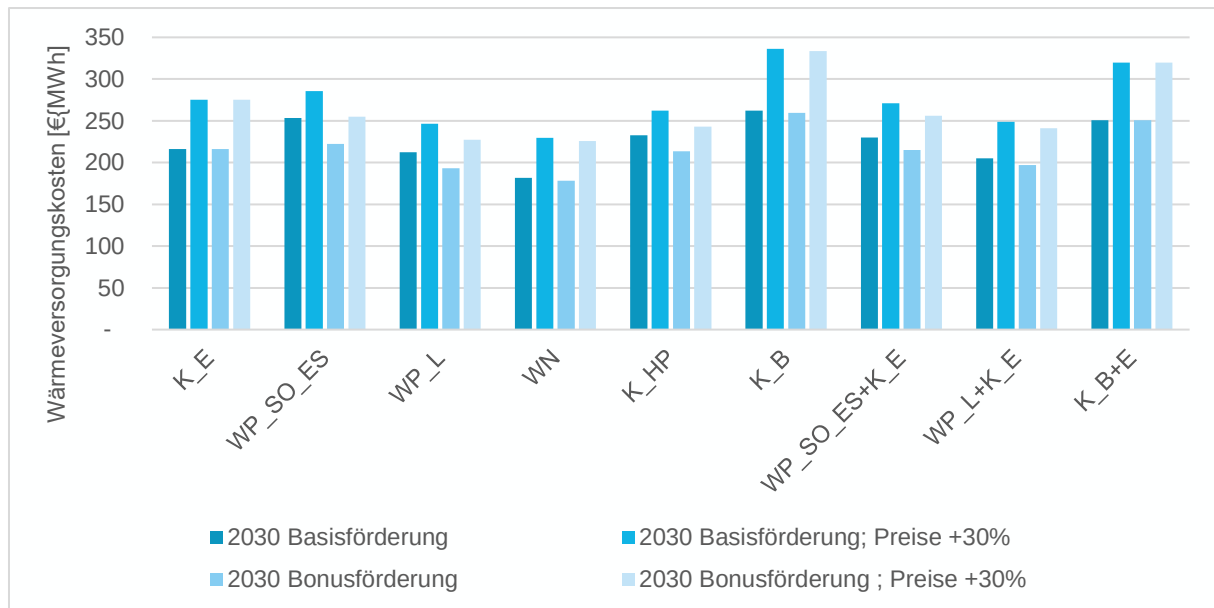


Abbildung 48: WG 2 sanierter Zustand

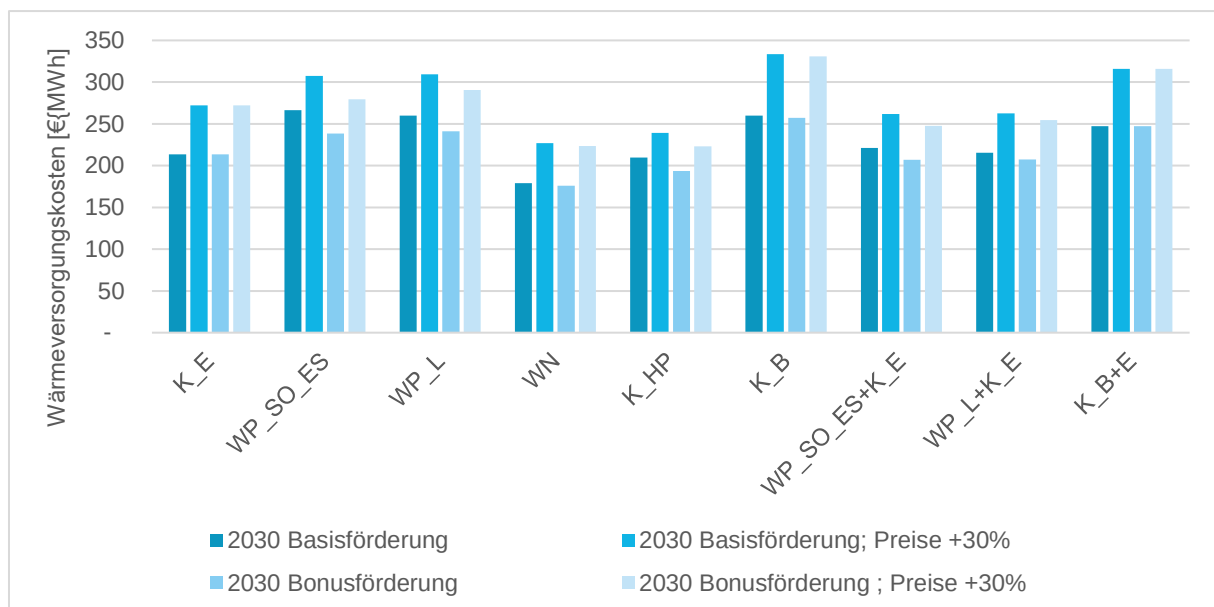


Abbildung 49: WG 2 Ausgangszustand

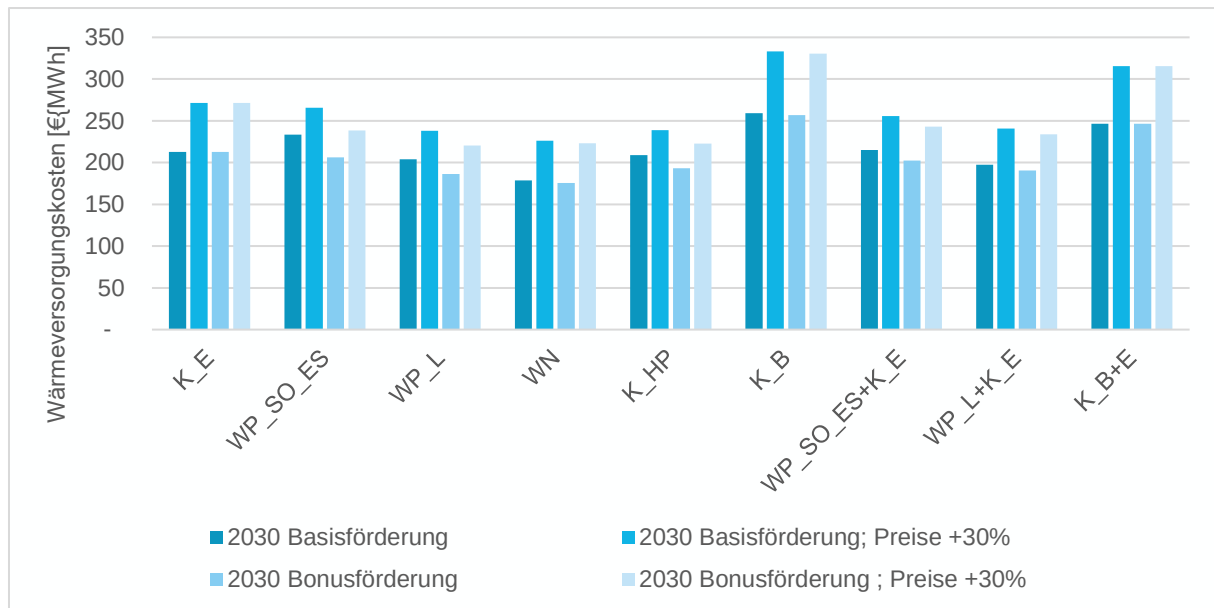


Abbildung 50: WG 3 sanierter Zustand

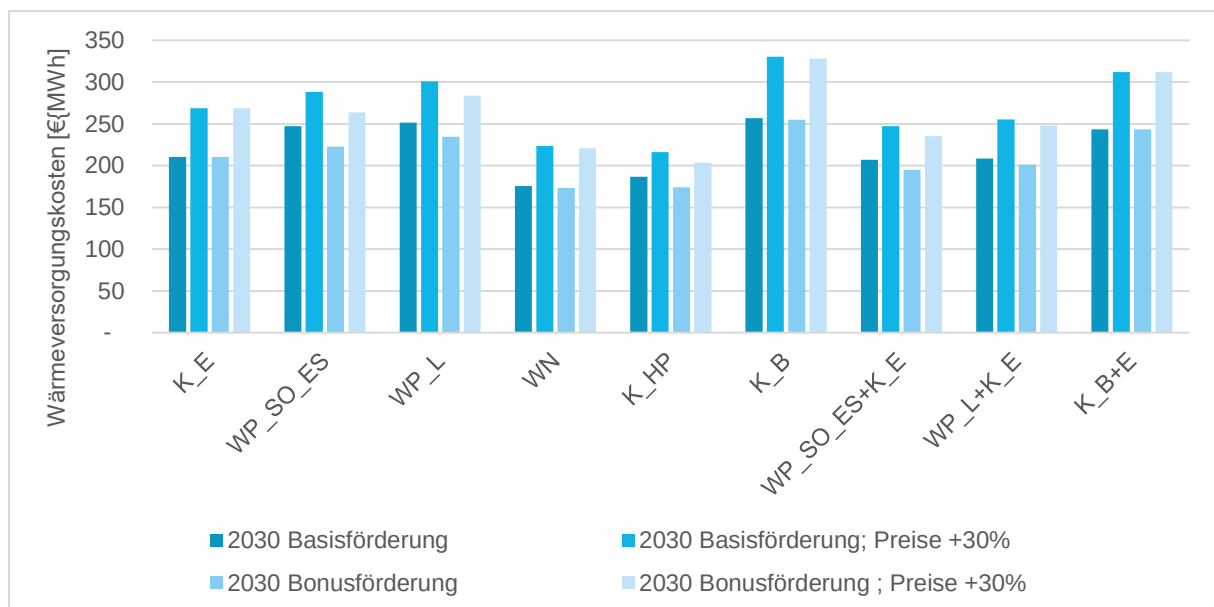


Abbildung 51: WG 3 Ausgangszustand

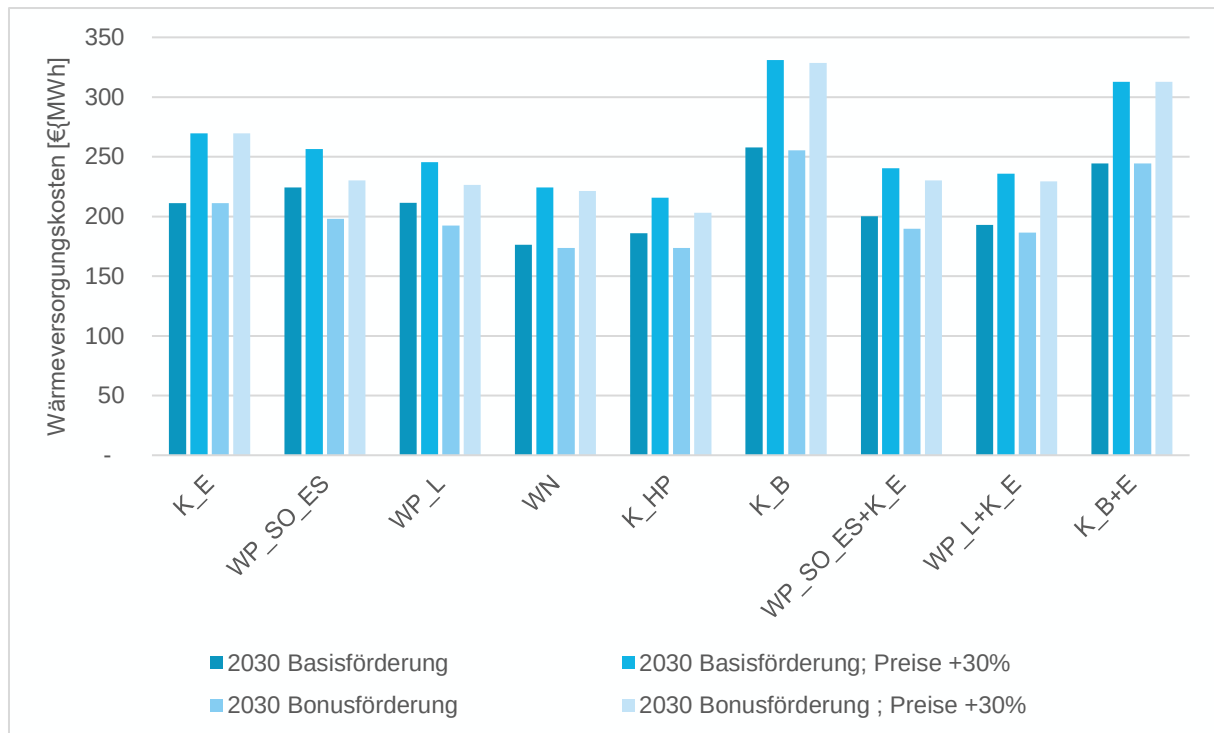


Abbildung 52: WG 4 sanierter Zustand

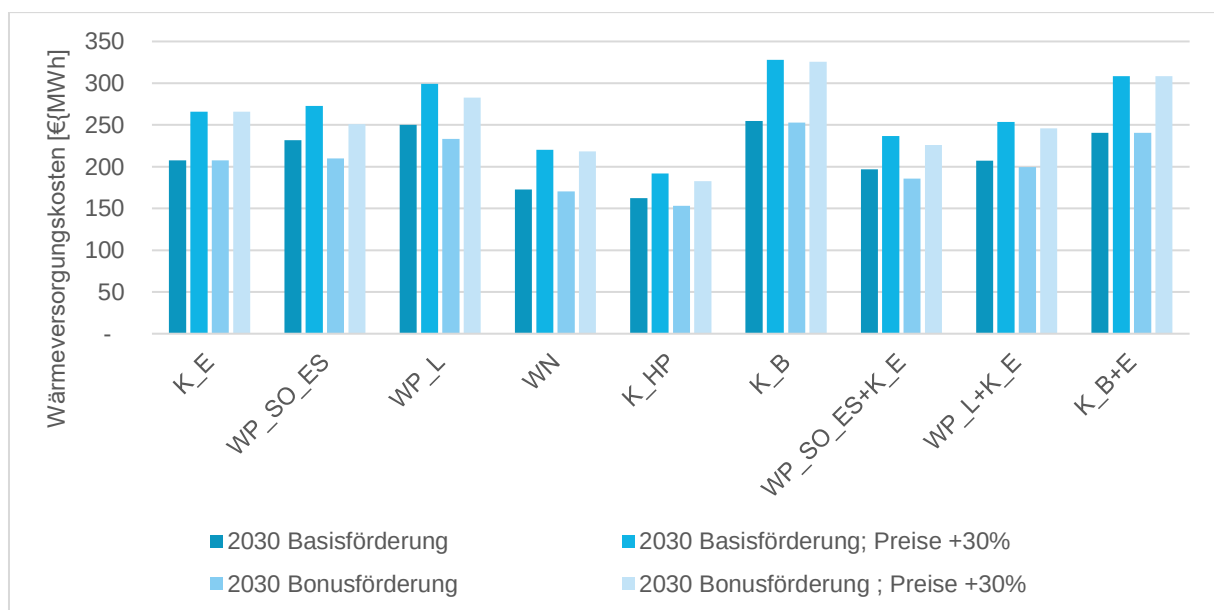


Abbildung 53: WG 4 Ausgangszustand

5 ZIELSZENARIO

Im Rahmen des Zielszenarios wurde untersucht, welche Energieträger zukünftig Einsatz finden und wie sich die Umstellung auf erneuerbare Energien auf die Emissionen des Wärmesektors auswirkt. Zu den Quartieren wurde geprüft, ob ein Anschluss an ein Wärmenetz bis 2045 vorgesehen ist oder die Versorgung dezentral stattfindet. Je nach Sanierungsständen sind in dem Zielszenario unterschiedliche Jahresarbeitszahlen hinterlegt, um differenziert abzubilden, wie hoch der Strombedarf einer Wärmepumpe ist, um den Wärmebedarf zu decken.

In Abbildung 54 ist der Endenergiebedarf nach Energieträger und in Abbildung 55 der Endenergiebedarf nach Sektor bis zum Jahr 2045 abgebildet. Die Energieeinsparungen durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen müssen schon bis 2030 deutlich voranschreiten, wenn das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 erreicht werden soll. Erdgas wird sukzessiv durch Wärmepumpen und Wärmenetze ersetzt. Der Anteil der Fernwärme wird sich bis 2030 verdoppeln und zusätzlich wird ein großer Anteil aus den voraussichtlichen Wärmenetzgebieten zugebaut werden. Im Zieljahr 2045 werden Wärmenetze gut 40 % des Endenergiebedarfs decken. Während im IST-Zustand der Strombedarf kaum grafisch darstellbar ist, werden 2030 bis zu 62 GWh/a Strom gebraucht, um die Wärmepumpen zu betreiben. Bis 2045 steigt der Strombedarf auf 195 GWh/a. Zur Bereitstellung der Prozesswärme wird sukzessive von Erdgas auf grüne Gase umgestellt.

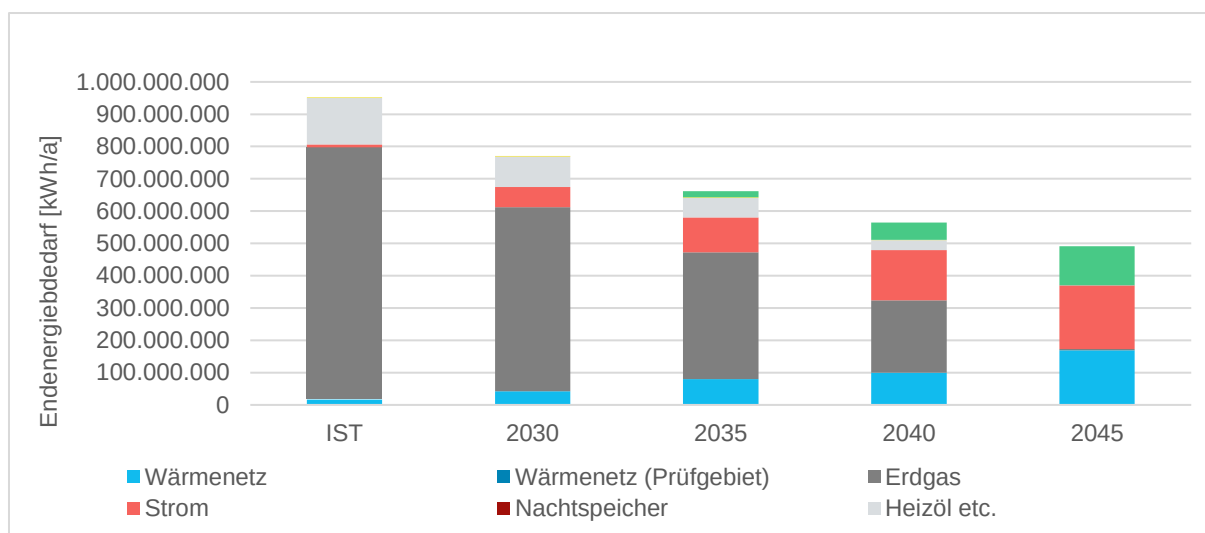


Abbildung 54: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in den Stützjahren bis 2045

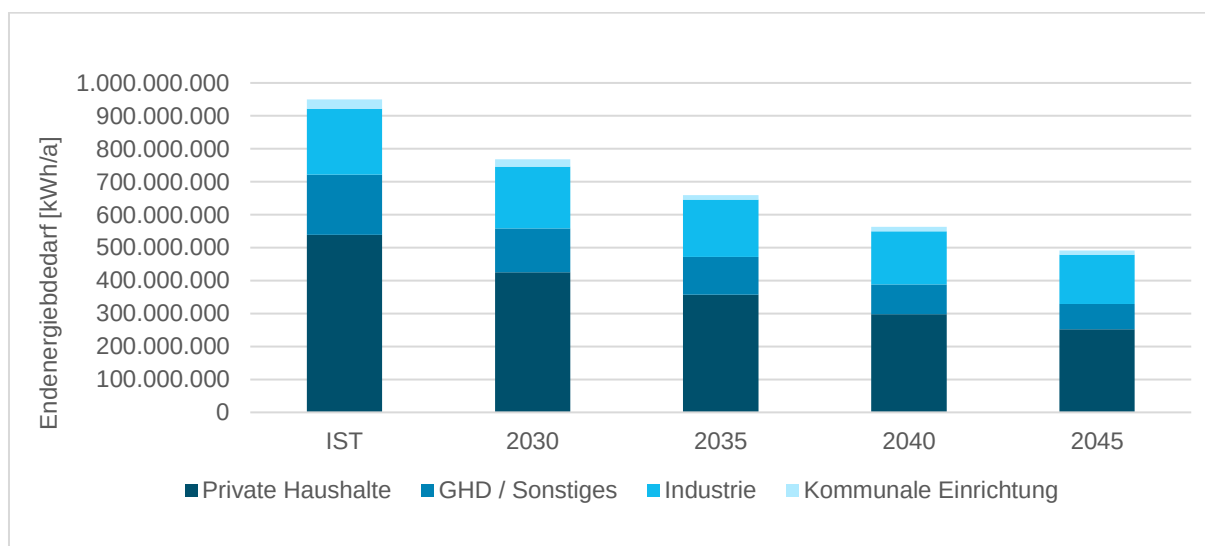


Abbildung 55: Endenergiebedarf und Sektoren in den Stützjahren bis 2045

In Abbildung 56 sind die Treibhausgasemissionen nach Endenergieträger und in Abbildung 57 sind die Treibhausgasemissionen nach Sektoren bis zum Jahr 2045 abgebildet. Die Emissionen sinken bis 2045 auf einen Sockelbetrag von 12.940 t/a, der vor allem durch die Substitution von Erdgaskesseln mit Wärmenetzanschlüssen oder dezentralen Wärmepumpen zu begründen ist. Bis 2030 scheint eine Reduktion um 27 % gegenüber dem IST-Zustand realistisch, wenn mit der Umsetzung der Maßnahmen sofort begonnen werden kann. Bis 2045 können die Emissionen um 93 % gegenüber dem IST-Zustand gesenkt werden. Die spezifischen Emissionen im Wärmesektor lassen sich bei Umsetzung aller Maßnahmen von 2,9 t/a/EW auf 0,19 t/a/EW im Jahr 2045 senken.

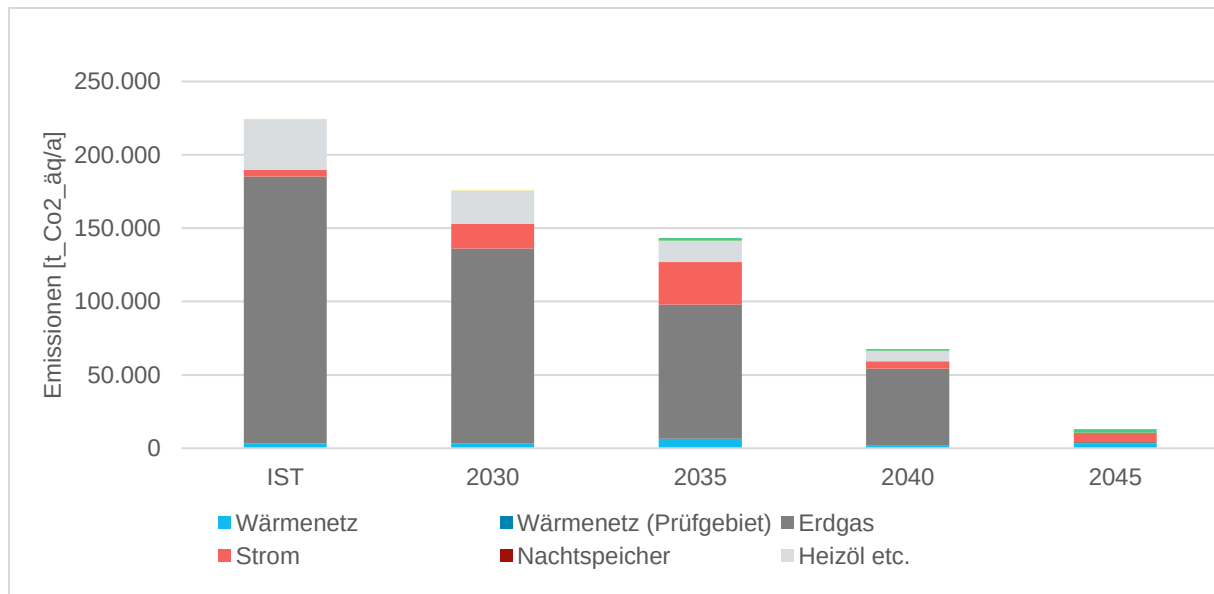


Abbildung 56: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO₂äq inkl. Vorketten bis 2045

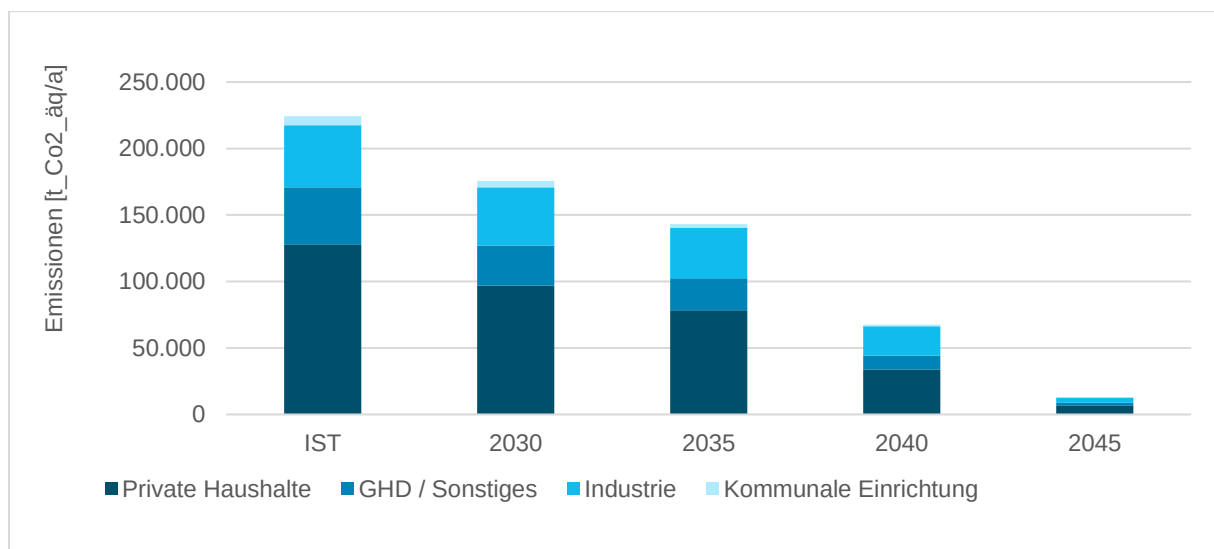
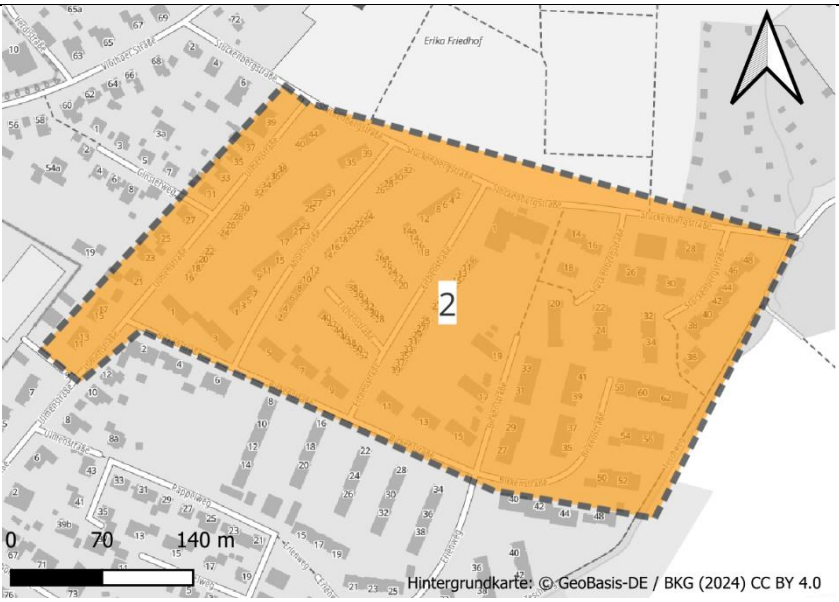
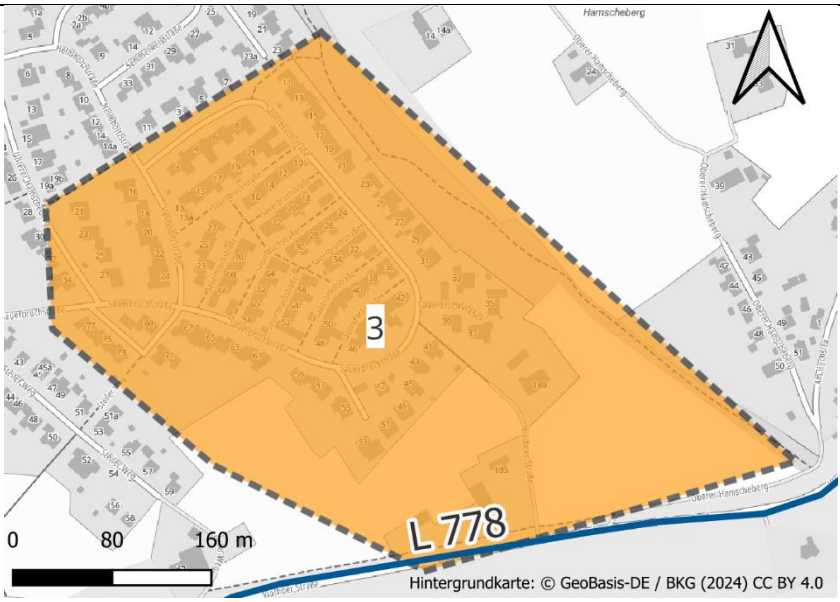
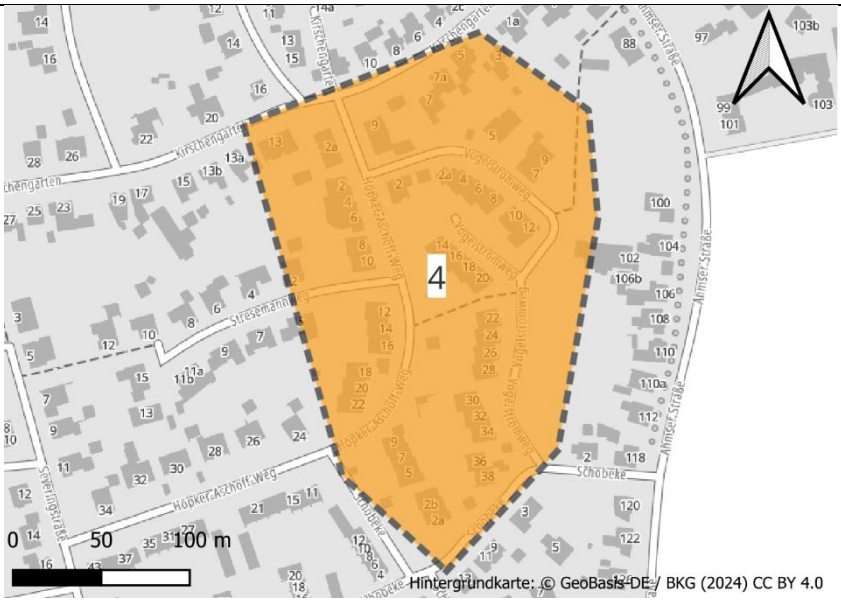


Abbildung 57: Treibhausgasemissionen der Sektoren in CO₂äq inkl. Vorketten bis 2045

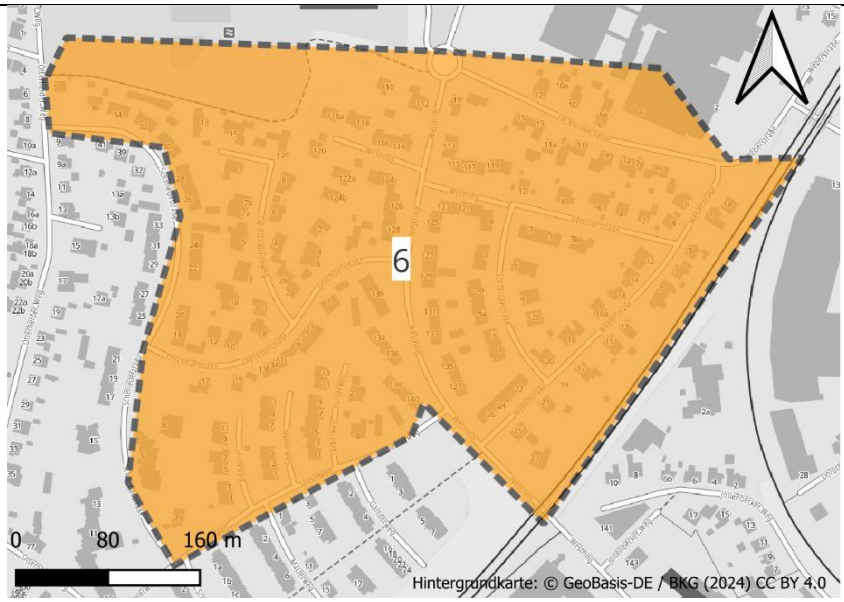
Teilgebiet San_1, Magdeburger Straße	
<p>Größe des Gebiets 33 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 14,6</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): bis zu 6,4	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.535 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 1.535 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

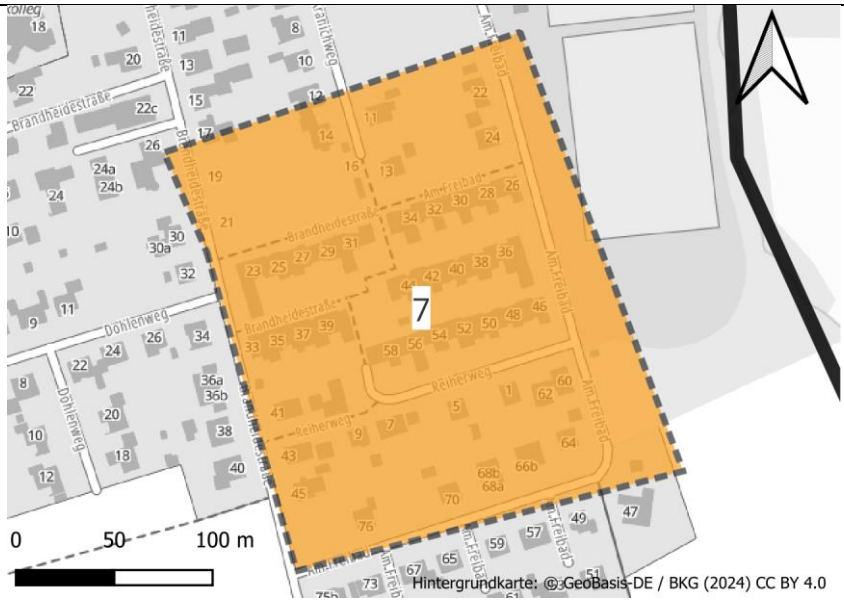
Teilgebiet San_2, Birkenstraße	
<p>Größe des Gebiets 10 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,8</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): bis zu 2,3	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 565 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 565 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

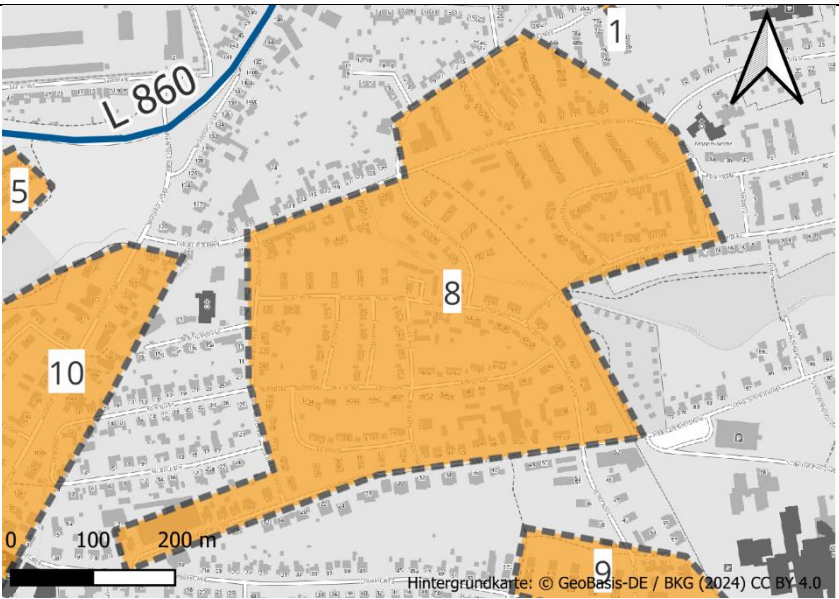
Teilgebiet San_3, Sauerbruchstraße	
<p>Größe des Gebiets 14 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,3</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 1	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 243 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 243 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

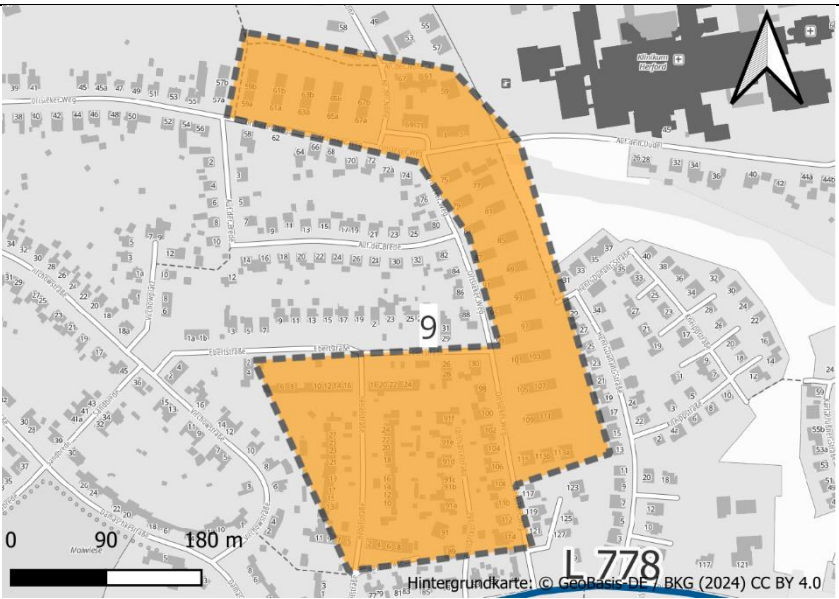
Teilgebiet San_4, Höpker-Aschoff-Weg	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,1</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 0,5	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 111 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 111 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

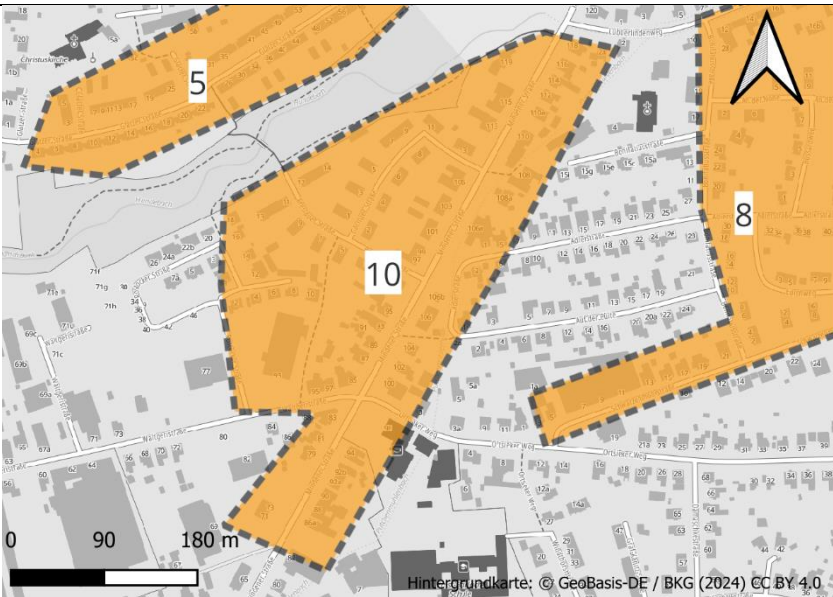
Teilgebiet San_5, Glatzer Straße	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,6</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 0,6	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 155 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 155 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

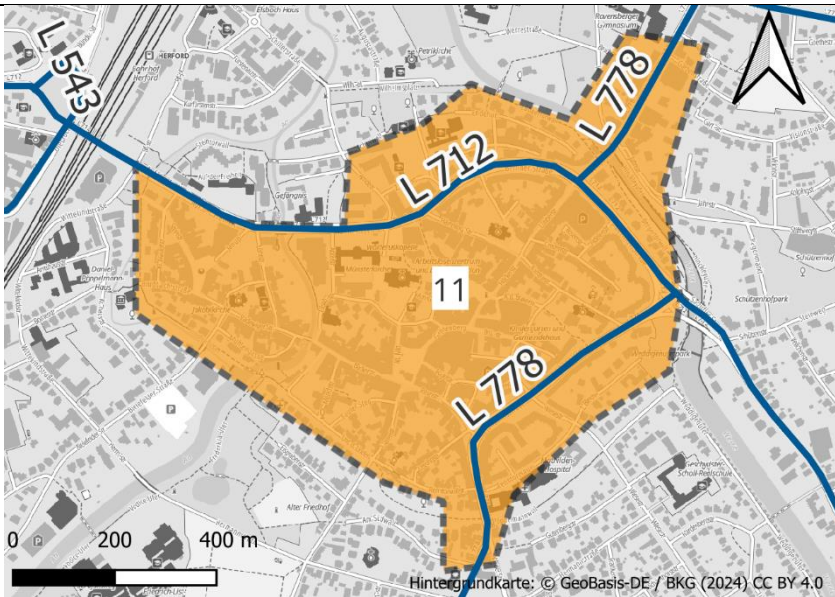
Teilgebiet San_6, Westring	
<p>Größe des Gebiets 18 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 8,7</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verstetigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 3,7	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 879 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 879 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

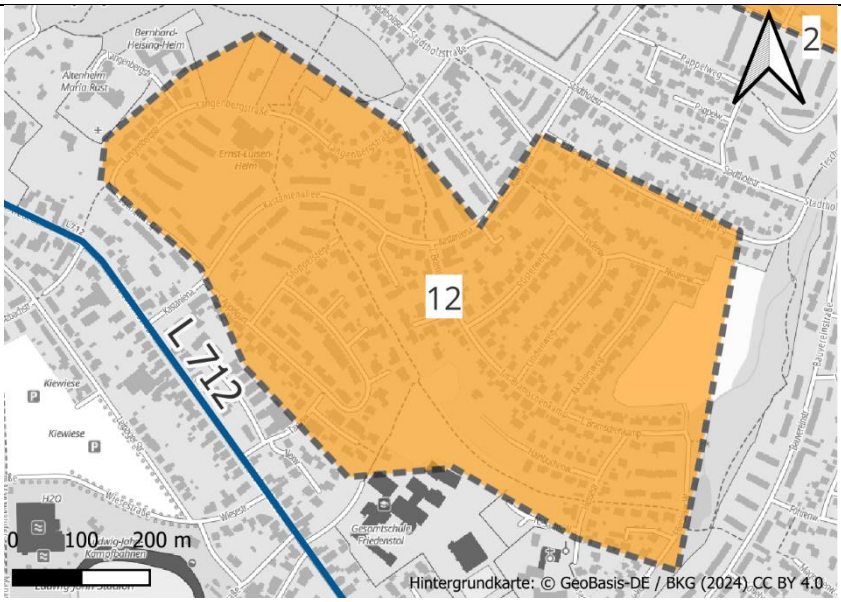
Teilgebiet San_7, Am Freibad	
Größe des Gebiets 4 ha Haushalte Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,4	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 0,6	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 139 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 139 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_8, An der None	
<p>Größe des Gebiets 21 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude, teils Gewerbe</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 7,3</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	<p>Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten</p> <p>Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier</p>
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln</p> <p>Jahr 1: Ausschreibung der Studie</p> <p>Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement</p> <p>Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen</p>
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 2,5	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 609 (Annahme Erdgasversorgung)</p> <p>2040: 609 (Annahme Erdgasversorgung)</p>
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_9, Ebertstraße	
<p>Größe des Gebiets 9 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,8</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	<p>Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten</p> <p>Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier</p>
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln</p> <p>Jahr 1: Ausschreibung der Studie</p> <p>Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement</p> <p>Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen</p>
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 1,4	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 327 (Annahme Erdgasversorgung)</p> <p>2040: 327 (Annahme Erdgasversorgung)</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_10, Mindener Straße	
Größe des Gebiets 10 ha Haushalte, GHD Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,5	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 0,8	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 190 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 190 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_11, Auf der Freiheit	
<p>Größe des Gebiets 62 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gewerbe & Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 49</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier
Handlungsschritte und Zeitplan	Bei Änderung der Förderlandschaft: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln Jahr 1: Ausschreibung der Studie Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 8,5	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 2.036 (Annahme Erdgasversorgung) 2040: 2.036 (Annahme Erdgasversorgung)
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

Teilgebiet San_12, Kastanienallee	
<p>Größe des Gebiets 40 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude, teil Gewerbe</p> <p>Maßnahmentyp Sanierungsschwerpunkt</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 14,8</p>	
Potenziale	Sanierung
Zielszenario	Verstärkte Sanierungsaktivität im Quartier
Vorgesehene Maßnahmen	<p>Erstellung einer Quartiersstudie zur detaillierten Erfassung von Sanierungspotenzialen und Ausarbeitung von Konzepten</p> <p>Aufsetzen eines Sanierungsmanagements im Quartier</p>
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Ab 2025: Prüfung und Beantragung von Fördermitteln</p> <p>Jahr 1: Ausschreibung der Studie</p> <p>Jahr 2: Einsatz und Verfestigung Sanierungsmanagement</p> <p>Jahre 2-7: Durchführung der Sanierungen</p>
Personalaufwand	0,3 VZÄ Stadtverwaltung
Sachkosten (extern)	Studie energetisches Quartierskonzept: 50-80.000 €
Finanzierungsansatz	Eigenmittel der Stadt, Förderung durch Land oder Bund derzeit nicht mehr gegeben
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): 4	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 952 (Annahme Erdgasversorgung)</p> <p>2040: 952 (Annahme Erdgasversorgung)</p>
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Umsetzung durch lokales Handwerk, Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen bei Sanierung der Gebäude
Flankierende Maßnahmen	Beratungsstelle Wärmewendehafen

5.2 Wasserstoffnetzausbaubereiche

Im Rahmen der Erstellung wurden auf Basis der Analysen und Rückmeldungen der Prozesswärmebetriebe keine Wasserstoffnetzausbaubereiche ermittelt.

Sollte vor dem 30.06.2028 ein verbindlicher Plan zu einem Wasserstoffnetzausbaubereich den Stadtwerken Herford GmbH vorliegen, so wird die Stadt Herford als verantwortliche Stelle die Anpassung des kommunalen Wärmeplans vor Ablauf der Aktualisierungsfrist von 5 Jahren prüfen.

5.3 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Die Ermittlung von potenziellen Eignungsgebieten erfolgt u.a. auf Basis der Wärmelinienichte, die angibt, wie hoch der Wärmeabsatz je Längeneinheit Wärmeleitung (üblicherweise in MWh/m*a) sein wird. Hohe Wärmelinienichten sind nach folgender Abbildung vor allem in Bereichen um die Innenstadt zu verorten. Die Wärmelinienichte ist in dieser Abbildung nur als Maß für einen Straßenabschnitt abgebildet. Werden ganze Quartiere betrachtet, um eine kritische Größe zu erreichen (u.a. um Vorgaben (mind. 100 Wohnungen oder 16 Gebäude) der BEW-Förderung für Wärmenetze zu erfüllen) fallen die Wärmelinienichten für eine ganzes Quartier geringer aus, da nicht nur die optimalen Straßenzüge mit höchster Wärmelinienichte im Quartier einbezogen werden.

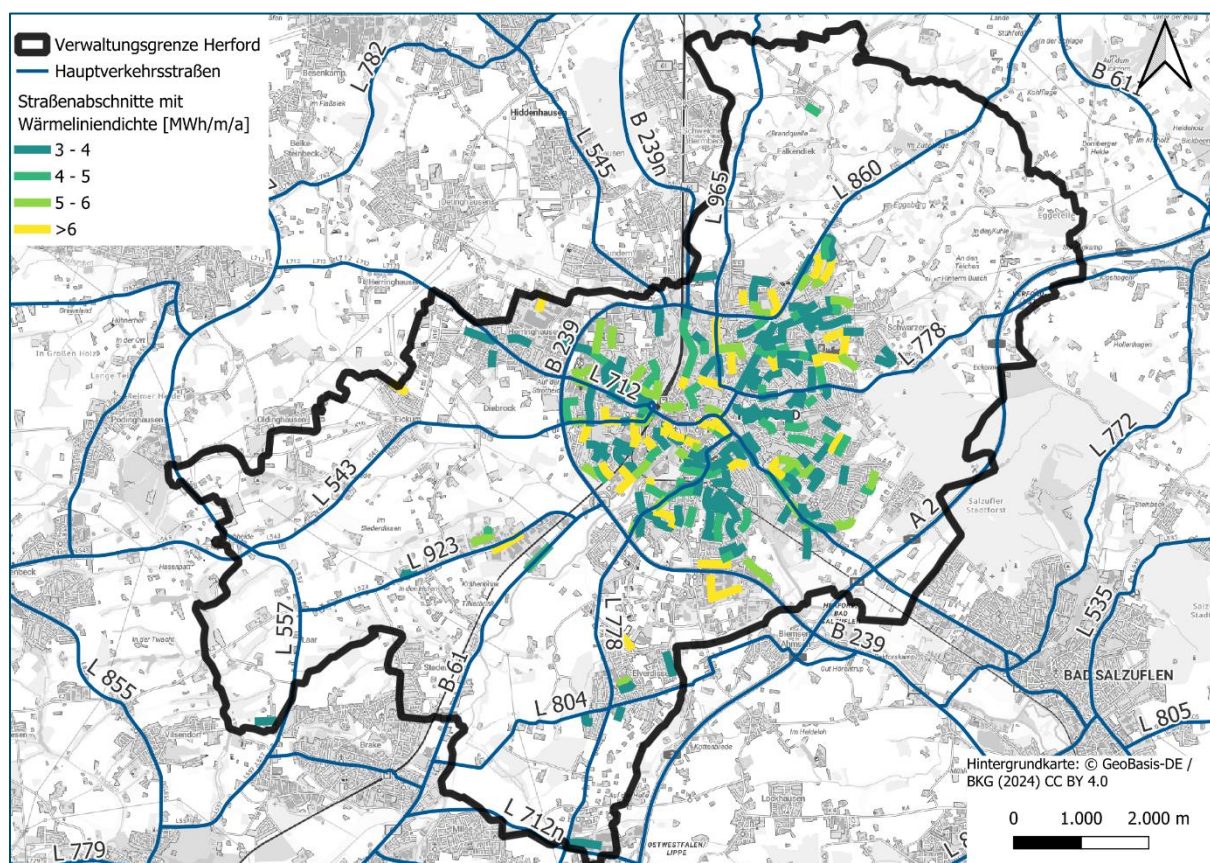


Abbildung 59: Darstellung der Straßenabschnitte Bereiche mit hoher Wärmelinienichte und mindestens 10 Gebäuden im Straßenabschnitt

Ein weiterer Punkt der Analyse betrifft den Fall, dass ein Wärmenetz aufgrund von Faktoren wie nicht ausreichenden Potenzialen am Gebäude oder hohem Interesse der Anschlussnehmenden sinnvoll sein kann.

Im ersten Schritt wurden die Karten aus der Potenzialanalyse verschnitten, um zu prüfen, ob in jedem Bereich der Stadt, der nicht bereits durch Wärmenetze oder Wärmnetzausbaumaßnahmen erschlossen ist, eine Nutzung von EE-Quellen möglich ist. Zu jedem Quartier wurde geprüft, ob eine Wärmepumpe (Luft oder Geothermie) einsetzbar scheint und wenn ja, welche Art der Wärmepumpe technisch am besten geeignet wäre. Wenn sich für keine der Wärmepumpen ausreichend Flächen finden lassen, wird der Bereich rot eingestuft (= nicht ausreichende Potenziale). Werden nur wenig Flächen gefunden, die aber im Optimalfall ausreichend sein könnten, wird das Quartier als „bedingt geeignet“ betrachtet und mit orangen Farbtönen (=eingeschränktes Potenzial) dargestellt.

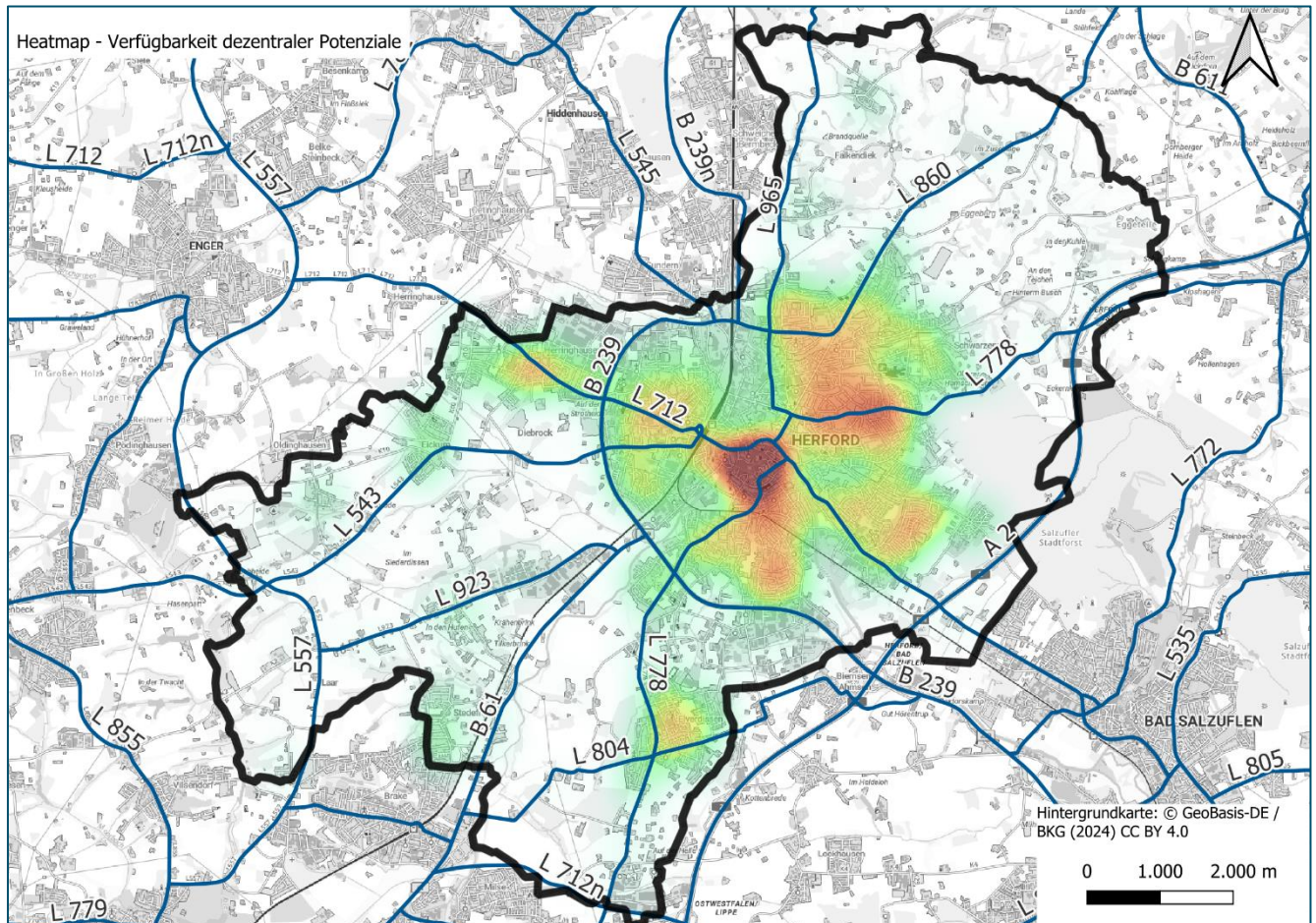


Abbildung 60: Heatmap der Verfügbarkeit dezentraler Potenziale (rot = wenig Potenzial verfügbar, orange = Potenzial eingeschränkt verfügbar, grün / grau = Potenzial ausreichende verfügbar)

Auf Basis der Gespräche im Arbeitskreis und Austausch von GIS-Daten zum Potenzial von Ankerkunden mit hohem Interesse an einer Wärmenetzlösung wurden weitere Bereiche identifiziert, die sich nach der Potenzialanalyse auch für eine dezentrale Versorgung eignen könnten. Viele Ankerkunden sind ein Indiz für ein geringeres Realisierungsrisiko, da die Anschlussgrade schon vor der Umsetzung besser abgeschätzt werden können.

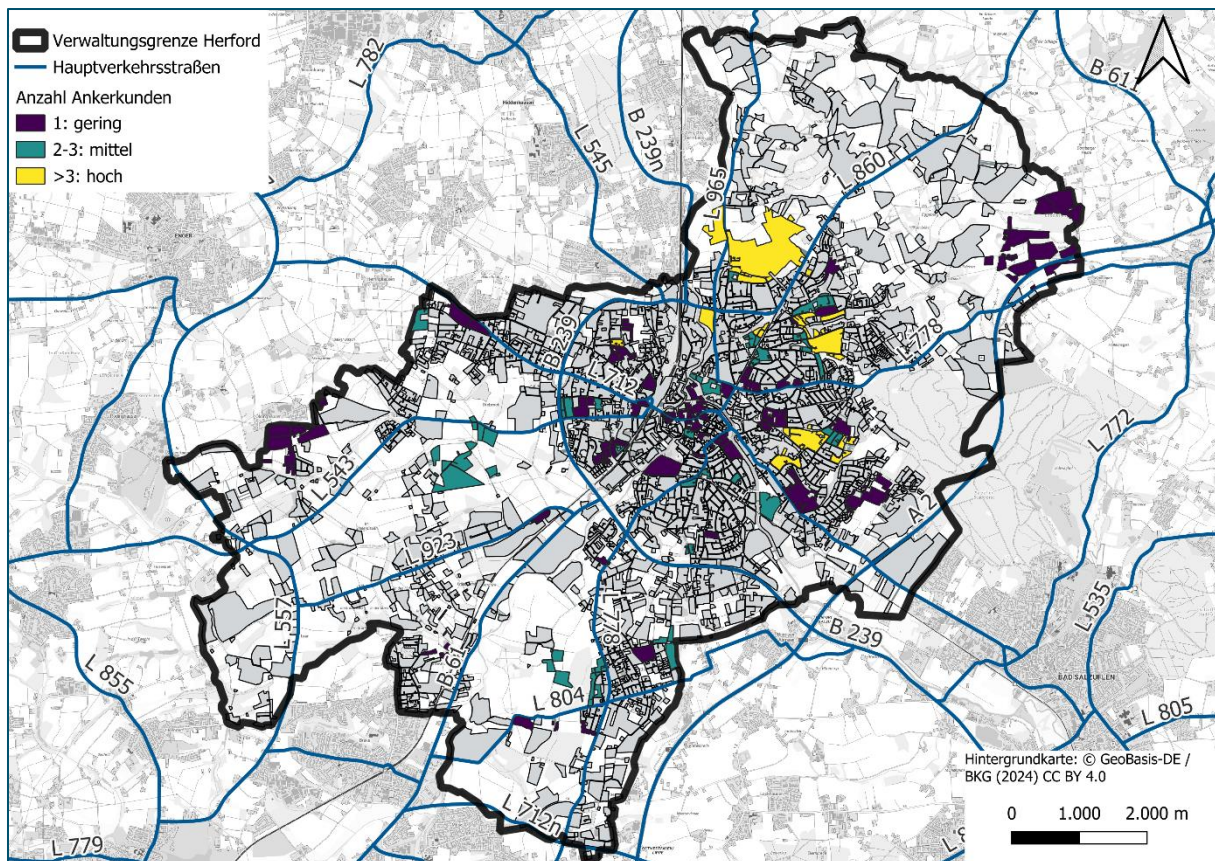


Abbildung 61: Anzahl an Ankerkunden in den Baublöcken

Auf Basis der erläuterten und dargestellten Kriterien wurden die Wärmenetzausbaubereiche ermittelt. Der Ausbau kann gegliedert in 19 Teilnetze erfolgen und ist in folgender Abbildung zu sehen. Der Ausbau in der Innenstadt (Netz Nr.4) könnte gestaffelt erfolgen und ausgehend von einem Kernnetz innerhalb Johannis- und Berliner Straße in die umliegenden Bereiche weiterentwickelt werden.

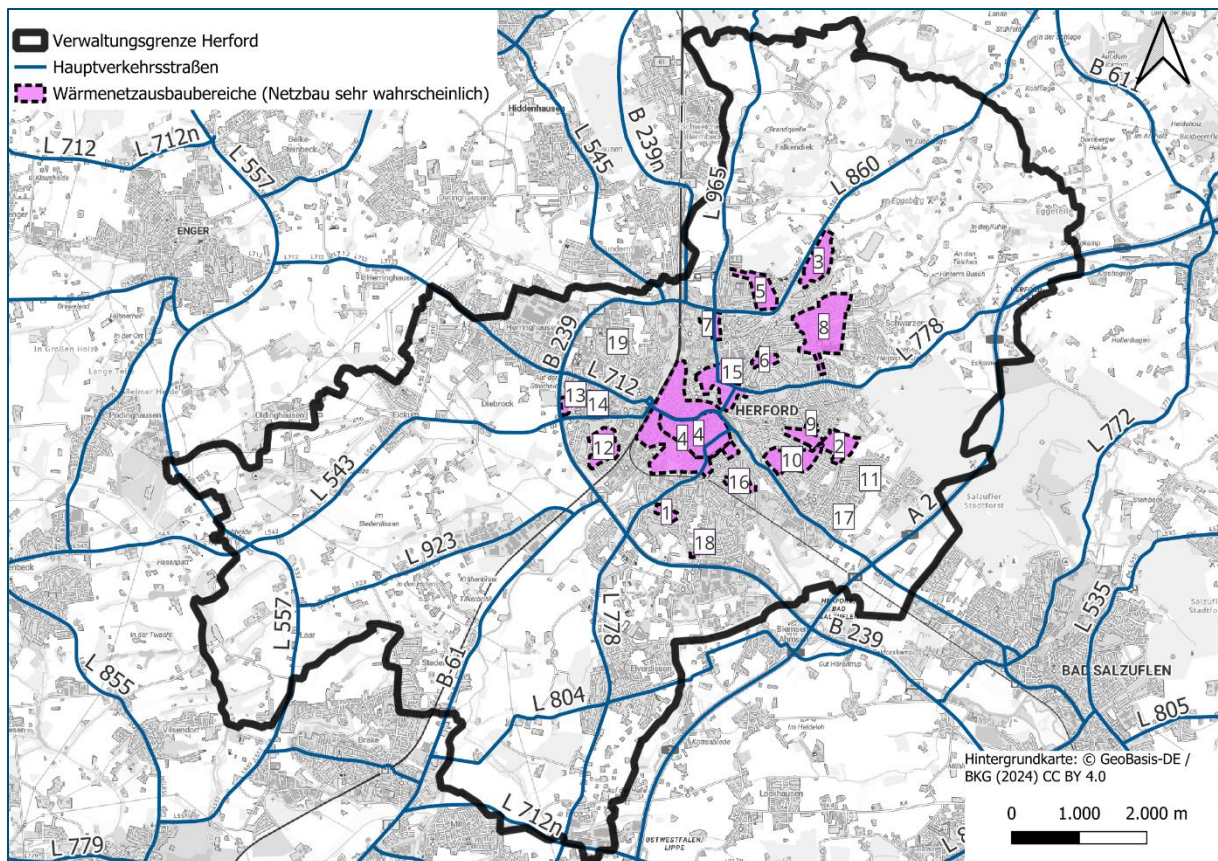


Abbildung 62: Darstellung der Wärmenetzausbaugebiete

Ergänzt wird die Darstellung der Wärmenetzausbaugebiete um die Darstellungen der Wahrscheinlichkeiten zur Umsetzung von Wärmenetzen.

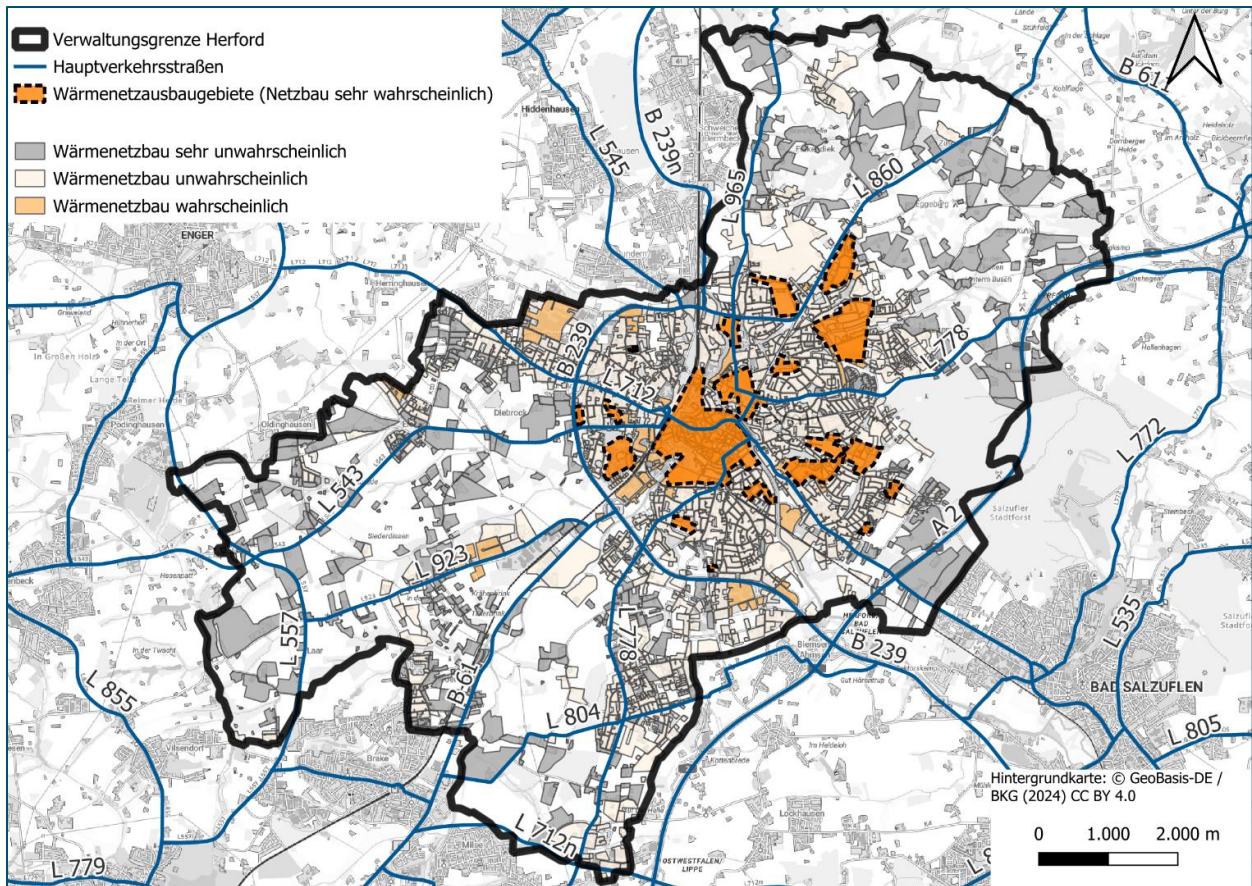
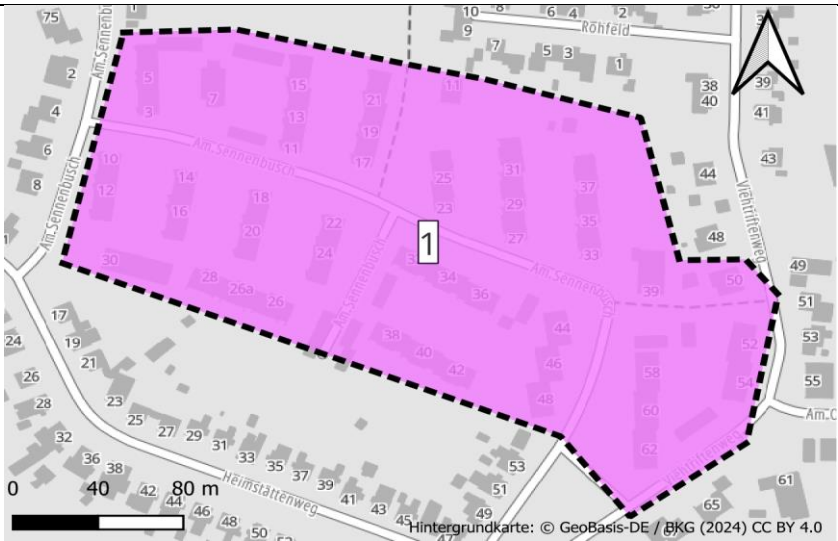
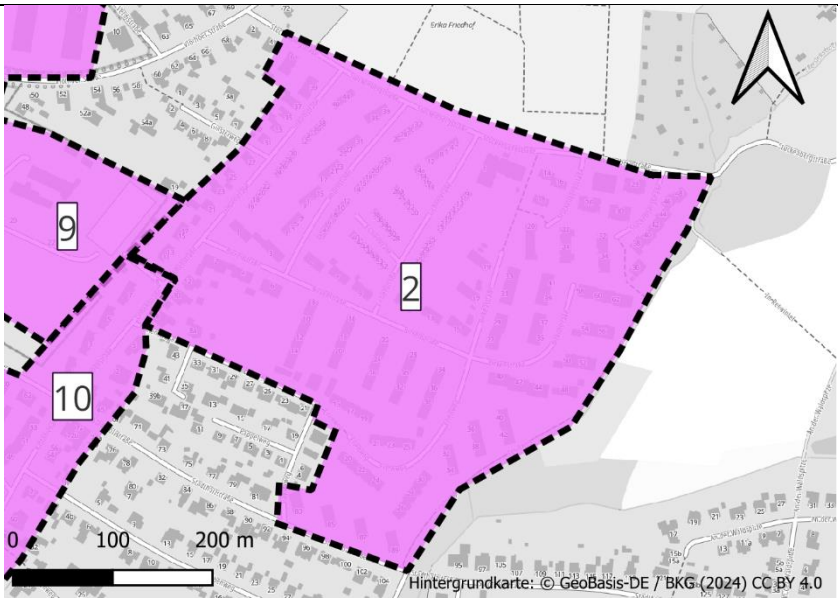
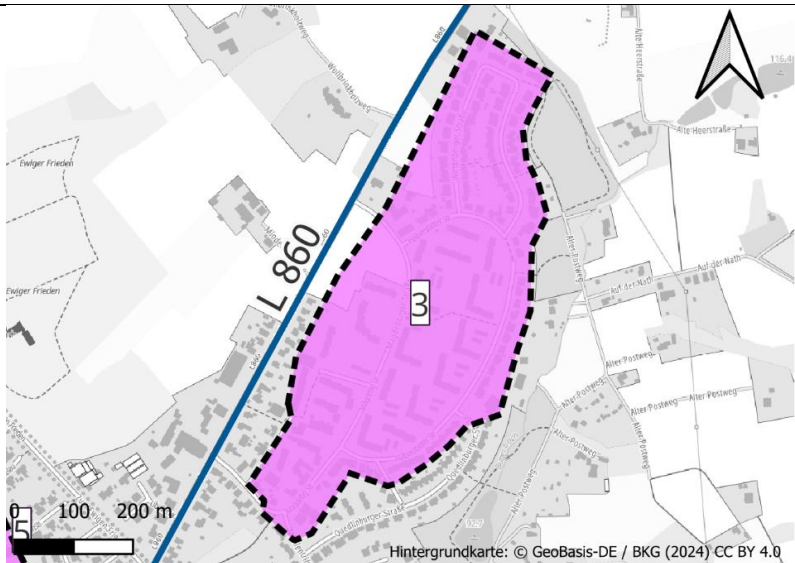


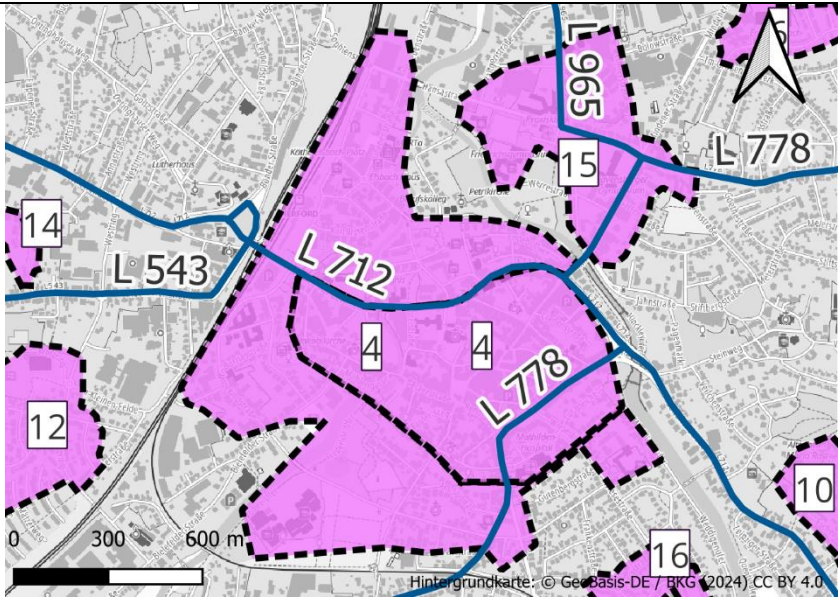
Abbildung 63: Darstellung der Wärmenetzausbaubereiche und Wahrscheinlichkeiten für den Wärmenetzbau in den übrigen Bereichen

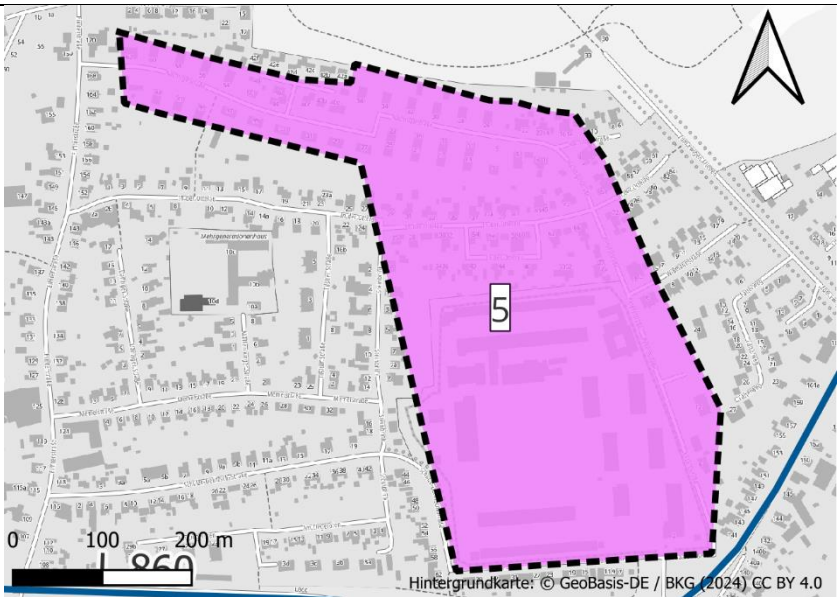
5.3.1 Gebietssteckbriefe Wärmenetzausbaupotenzial

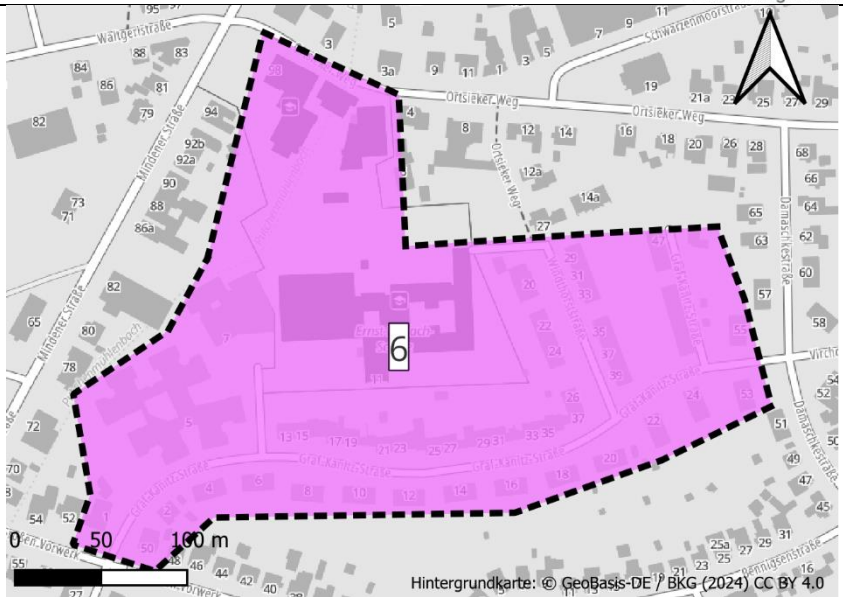
Teilgebiet FW_1, Am Sennenbusch	
Größe des Gebiets 5 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 44 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,1 Leistung [MW]: 1,3	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 800 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 3,8
Potenziale	Luft, Abwasser, Geothermie, Solarthermie (bis zu 4 ha in Prio2)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4: Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 2 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 376 2040: 690
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

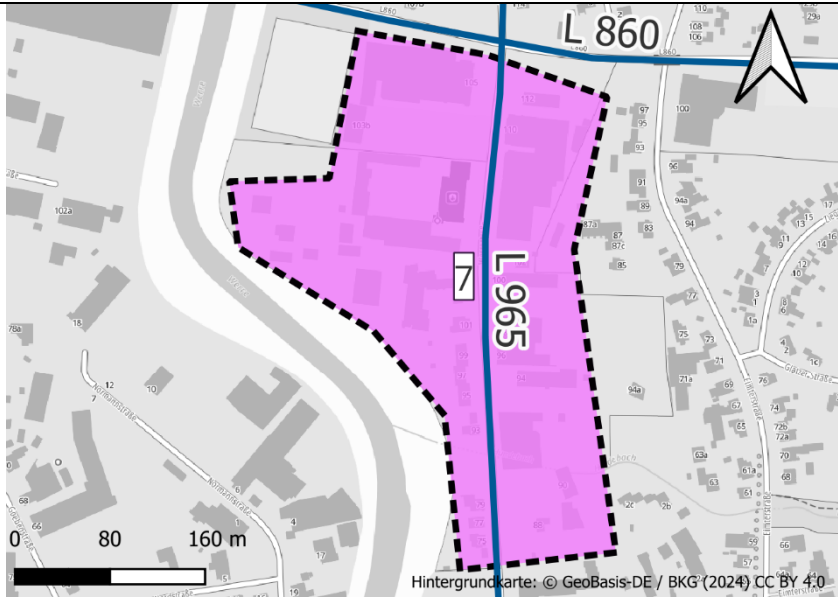
Teilgebiet FW_2, Ulmenstraße	
Größe des Gebiets 16 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 115 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 8,9 Leistung [MW]: 3,7	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 3.197 Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,8
Potenziale	Luft, Abwasser, Solarthermie (bis zu 3 ha in Prio4)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.068 2040: 1.958
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

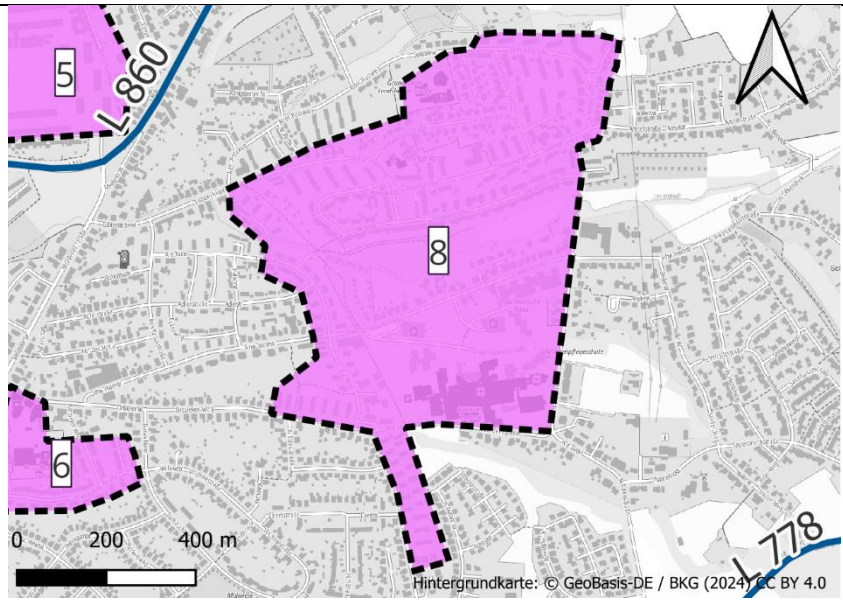
Teilgebiet FW_3, Halberstädter Straße	
Größe des Gebiets 21 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 216 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 12,3 Leistung [MW]: 5,1	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 2.698 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 4,6
Potenziale	Luft, Abwasser (gering), Solarthermie (>5ha in Prio4) Ggf: Klärwerk, Werre wenn keine Nutzung für Innenstadtbereich
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 6,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.479 2040: 2.711
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_4, Zentrum	
Größe des Gebiets 132 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 1.081 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 86 Leistung [MW]: 35,8	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 23.696 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3,4
Potenziale	Klärwerk, Werre, Abwasser
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Schulen, JVA, öffentliche Gebäude, Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: >80.000 € Netzbaukosten: 59 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 10.329 2040: 18.936
Priorisierung	Hoch – langfristige Planung
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

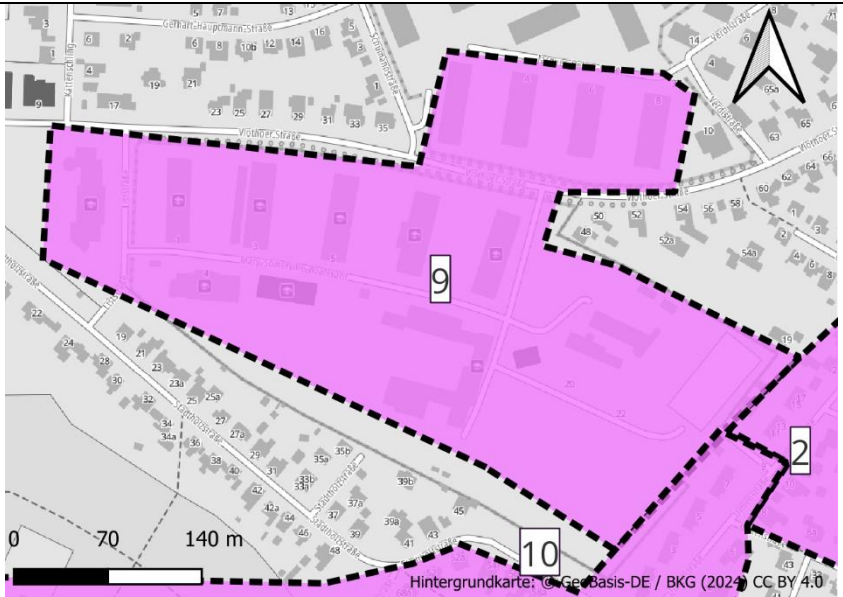
Teilgebiet FW_5, Nachtigalstraße	
Größe des Gebiets 18 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 121 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 7,5 Leistung [MW]: 3,1	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 2.639 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 2,9
Potenziale	Luft, Solarthermie (3-13 ha in Prio4) Klärwerk, Werre (wenn keine vollständige Nutzung im Zentrum)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft, kleiner Anteil kommunaler Liegenschaften
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 6,6 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 906 2040: 1.661
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

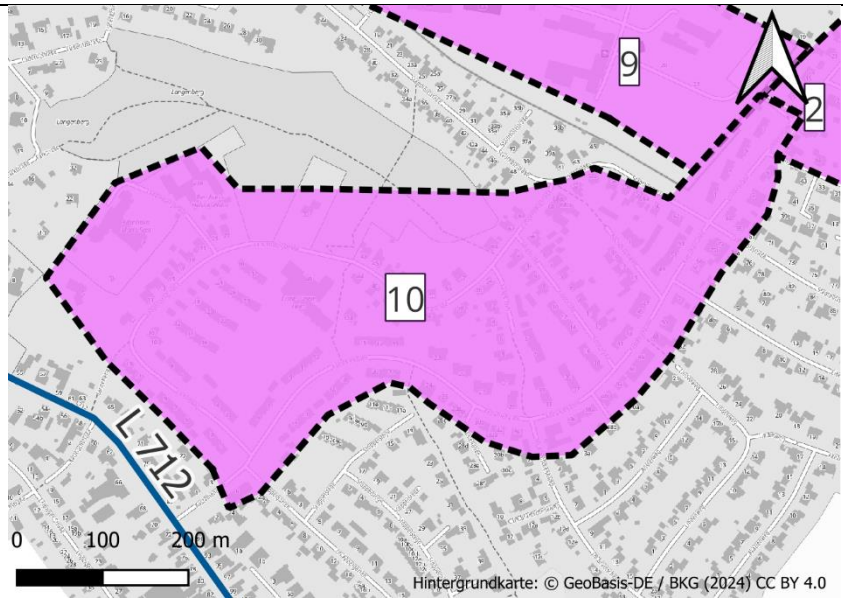
Teilgebiet FW_6, Graf-Kranitz-Straße	
<p>Größe des Gebiets 7 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 60</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,3 Leistung [MW]: 1,4</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 786 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 4,1</p>
Potenziale	Luft, Geothermie, ggf. Abwasser (DN700) Ggf. Anschluss an Innenstadt
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Schulen
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 1,9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 392 2040: 718
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

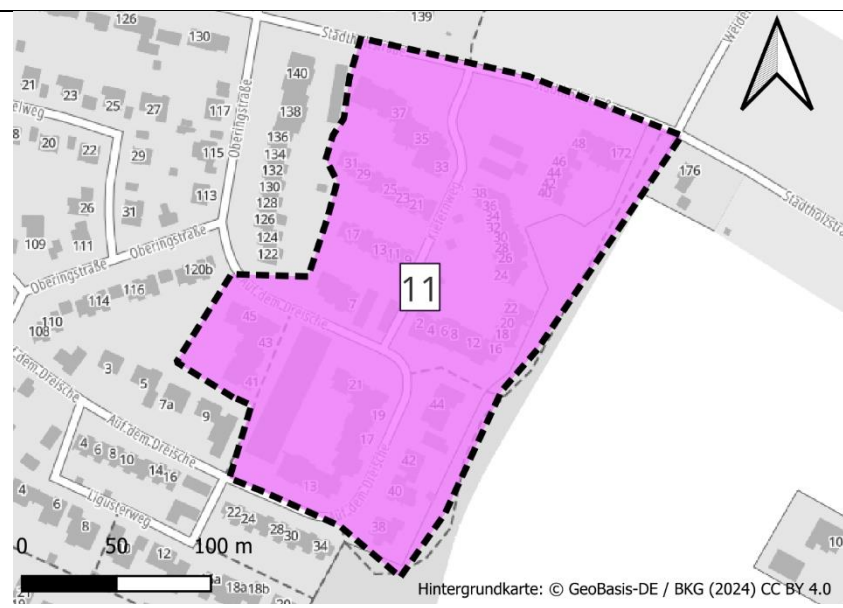
Teilgebiet FW_7, Werrestaße	
<p>Größe des Gebiets 8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Industrie / Gewerbe</p> <p>Anzahl Gebäude 40</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 4,3 Leistung [MW]: 1,8</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 628 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 6,9</p>
Potenziale	<p>Luft, Abwasser (DN1000), Geothermie</p> <p>Ggf Anschluss an Netzgebiet im Zentrum – Erschließungsweg von Klärwerk und Werre</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Kommunale Liegenschaften
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 1,6 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 519</p> <p>2040: 951</p>
Priorisierung	Mittel (in hoher Abhängigkeit vom Netz in der Innenstadt)
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

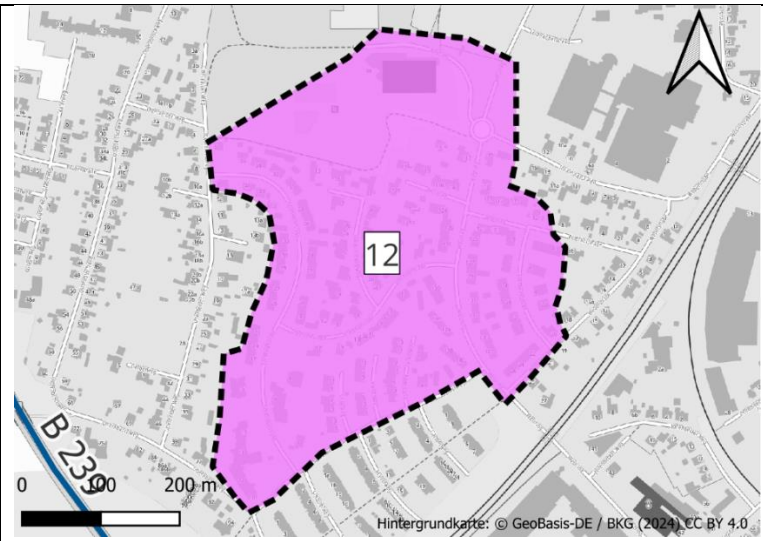
Teilgebiet FW_8, Landsberger Straße	
<p>Größe des Gebiets 54 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 396</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 30,3 Leistung [MW]: 12,6</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 7.500 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 4</p>
Potenziale	Luft, ggf. Abwärme, Solarthermie (nördlich bis zu 21ha in Prio4)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft, Klinikum, Grundschule, Kirche
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: ~80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 20 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 3.305 2040: 6.060</p>
Priorisierung	hoch
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

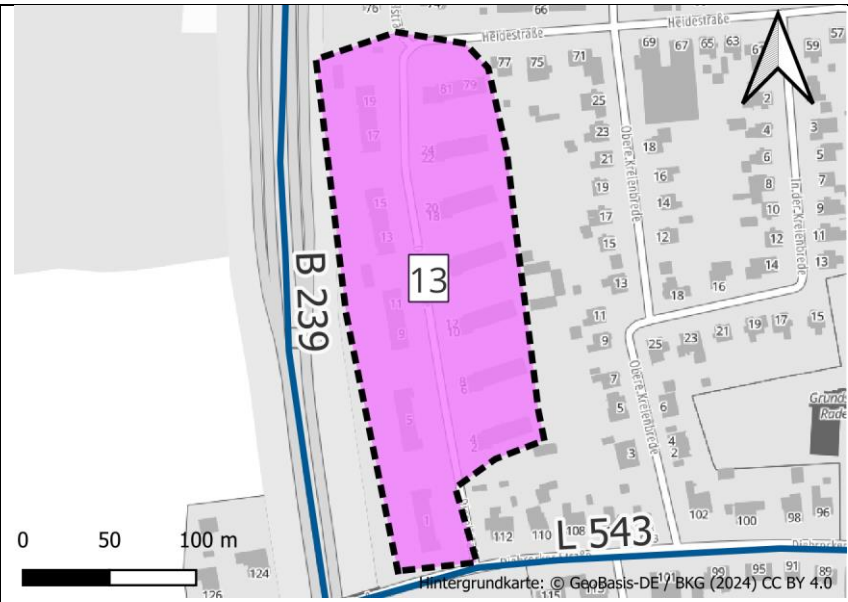
Teilgebiet FW_9, Vlothoer Straße

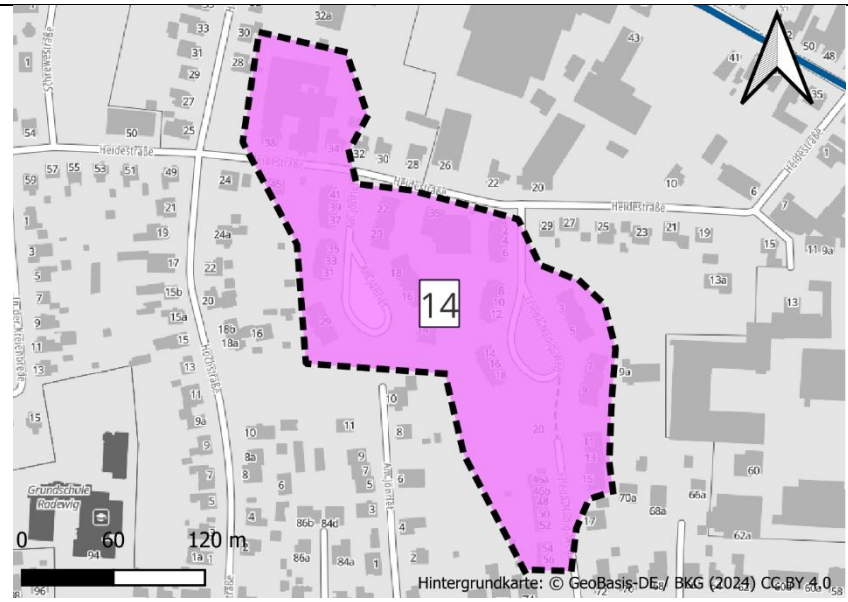
<p>Größe des Gebiets 10 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Öffentlich</p> <p>Anzahl Gebäude 22</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,7 Leistung [MW]: 1,1</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 1.129 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 2,4</p>
Potenziale	Luft, Abwasser (DN800)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Kommunale Liegenschaften
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 2,8 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 327</p> <p>2040: 600</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

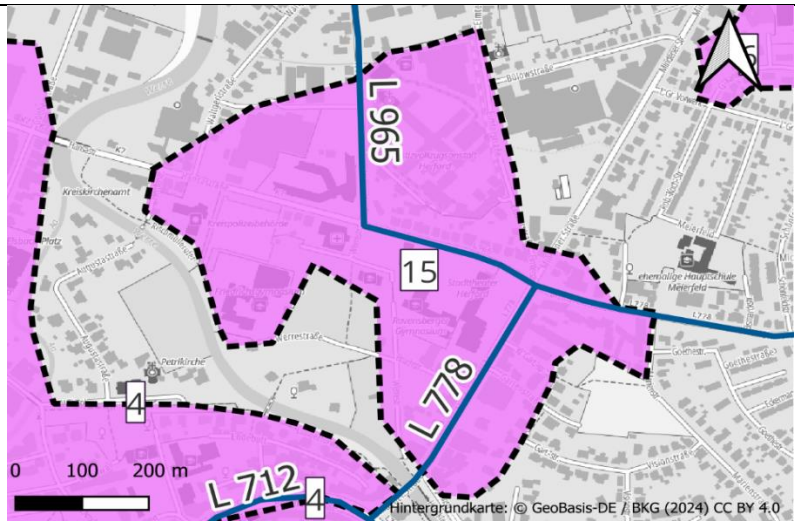
Teilgebiet FW_10, Langenbergstraße	
Größe des Gebiets 22 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 200 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 10,7 Leistung [MW]: 4,5	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 3.361 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 3,2
Potenziale	Luft, Abwasser (DN800 in der Nähe), Geothermie
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Pflegeheime, Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 8,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.282 2040: 2.350
Priorisierung	mittel
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

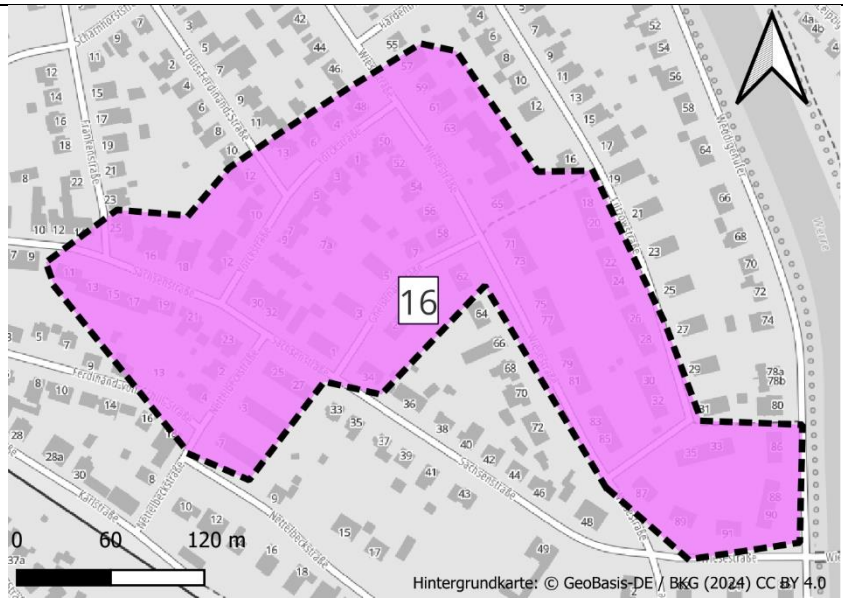
Teilgebiet FW_11, Kiefernweg	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 50</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 2,2 Leistung [MW]: 0,9</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 671 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3,3</p>
Potenziale	Luft, Solarthermie (bis zu 5 ha in Prio4)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Nicht bekannt
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 1,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 269 2040: 493</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

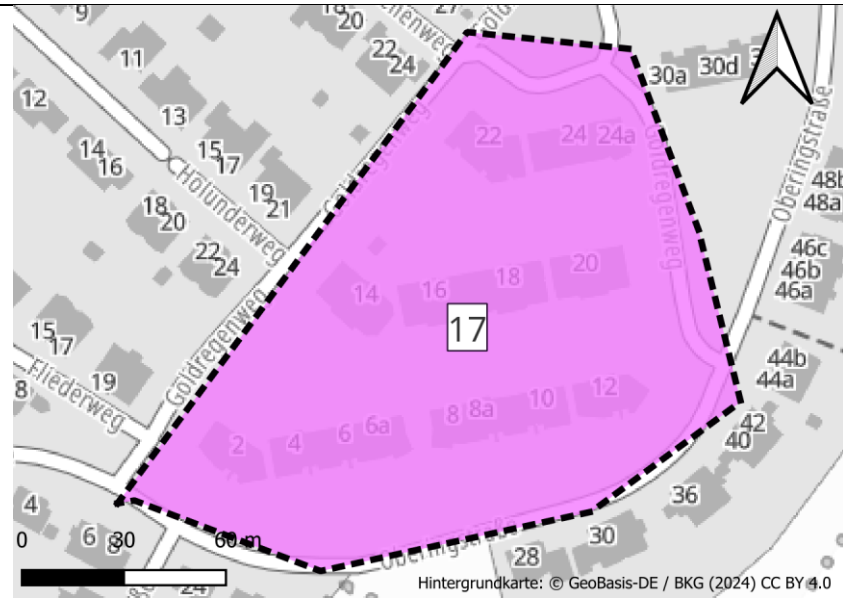
Teilgebiet FW_12, Eishalle	
<p>Größe des Gebiets 18 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 120</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 11 Leistung [MW]: 4,6</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 3.638 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 3</p>
Potenziale	Luft, Abwasser (DN1200), Geothermie, Solarthermie (bis zu 10ha westlich in Prio2) Ggf. Abwärme
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Eishalle, Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.301 2040: 2.440
Priorisierung	Hoch (frühzeitige Prüfung der Nutzbarkeit von Abwärme)
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

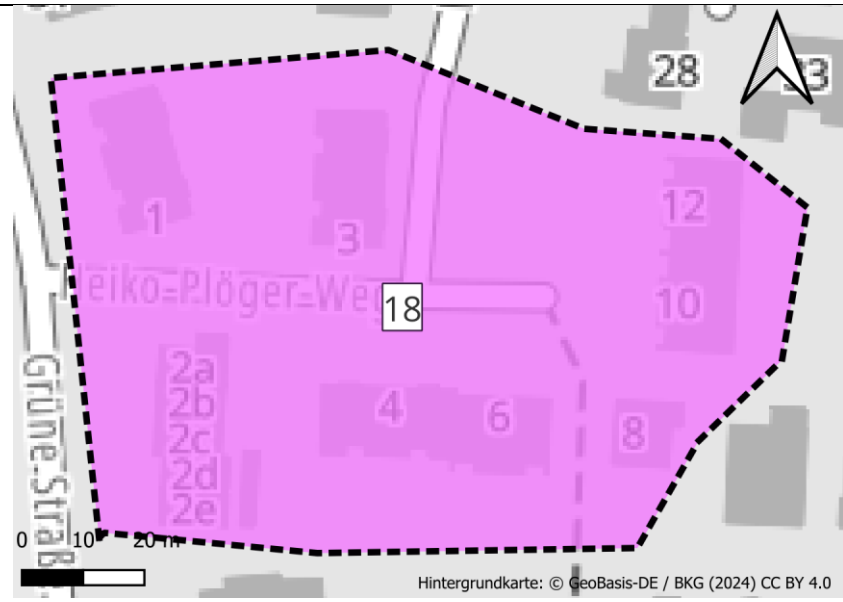
Teilgebiet FW_13, Dieselstraße	
<p>Größe des Gebiets 3 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 15</p> <p>Maßnahmentyp Ausbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,6 Leistung [MW]: 0,7</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 428 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 4</p>
Potenziale	Luft, Geothermie, Solarthermie (5ha in Prio2 westlich)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 1,07 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 190</p> <p>2040: 349</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

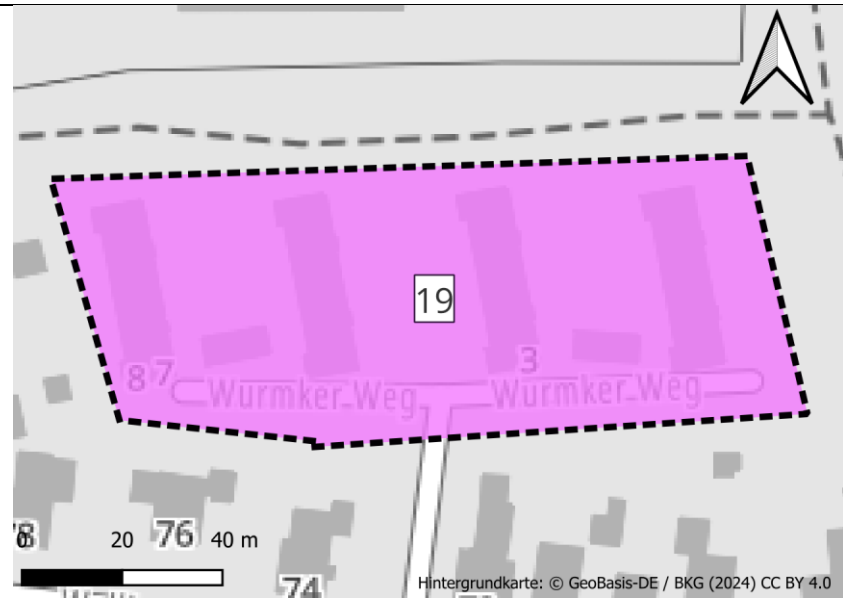
Teilgebiet FW_14, Am Jönriet	
<p>Größe des Gebiets 4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 32</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3 Leistung [MW]: 1,25</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 643 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 4,9</p>
Potenziale	Luft, Geothermie, ggf. Abwasser (DN700)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 1,6 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 375 2040: 687</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_15, Hansastrasse	
<p>Größe des Gebiets 27 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 111</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 16,5</p> <p>Leistung [MW]: 6,9</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 4.976</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 3,3</p>
Potenziale	<p>Abwasser (DN 1300), Luft, Geothermie</p> <p>Klärwerk, Werre bei Anschluss an Zetrum</p> <p>Abwasser (DN 1300)</p>
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Schulen, kommunale Liegenschaften
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: >80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 12,4 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	-
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 1.980</p> <p>2040: 3.630</p>
Priorisierung	Hoch, da Abgleich zu Plänen im Zentrum notwendig
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_16, Wiesestraße	
Größe des Gebiets 7 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 64 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,5 Leistung [MW]: 1,5	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 2.355 Wärmelinienichte [MWh/m*a]: 1,5
Potenziale	Luft, Geothermie, Abwasser(DN1400)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 5,9 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	Abwasser (DN 1300)
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 416 2040: 764
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_17, Goldregenweg	
<p>Größe des Gebiets 1,7 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 12</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	 <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 1,06 Leistung [MW]: 0,4</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 753 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 1,4</p>
Potenziale	Luft, Abwasser (DN800), Solarthermie (bis zu 10ha in Prio4)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Nicht bekannt
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 1,88 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 127 2040: 232</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_18, Heiko-Plöger-Weg	
<p>Größe des Gebiets 0,8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 11</p> <p>Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,5 Leistung [MW]: 0,2</p>	<p>Netzlängen: Wärmenetz [m]: 276 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
Potenziale	Geothermie, Luft, Solarthermie (bis zu 1 ha in Prio2)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	<p>Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1</p> <p>Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie</p> <p>Jahr 2: Fachplanung</p> <p>Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen</p>
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	<p>Machbarkeitsstudie: 50-80.000 €</p> <p>Netzbaukosten: 0,7 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)</p>
Finanzierungsansatz	Eigenmittel + BEW-Förderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 59 2040: 108</p>
Priorisierung	gering
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

Teilgebiet FW_19, Wurmkerweg	
Größe des Gebiets 0,7 ha Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude Anzahl Gebäude 4 Maßnahmentyp Aufbau Wärmenetz	
Wärmebedarf IST [GWh/a]: 0,6 Leistung [MW]: 0,2	Netzlängen: Wärmenetz [m]: 54 Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 10,5
Potenziale	Luft, ggf. Abwärme, Geothermie, Solarthermie (näher zu prüfen: 6ha in Prio2)
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes nach detaillierter Prüfung
Ankerkunden	Wohnungswirtschaft
Vorgesehene Maßnahmen	Prüfung des Aufbaus eines Wärmenetzes
Handlungsschritte und Zeitplan	Einreichung Skizze und Antragsstellung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1 Jahr 1: Erstellung Machbarkeitsstudie Jahr 2: Fachplanung Jahr 3-4 Bau des Netzes und Anschluss der Kund:innen
Personalaufwand	durch Wärmenetzbetreiber zu bestimmen
Sachkosten (extern)	Machbarkeitsstudie: 50-80.000 € Netzbaukosten: 0,13 Mio. € (exkl. Hausanschlüsse)
Finanzierungsansatz	-
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Endenergieeinsparungen (GWh/a): kein Fokus der Maßnahme	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 68 2040: 124
Priorisierung	Mittel (Prüfung des Abwärmepotenzials)
Wertschöpfung	Unterstützung durch Bereitstellung einer Erfüllungsoption nach GEG
Flankierende Maßnahmen	Wärmewendehafen

6 ENTWICKLUNG GASVERSORGUNG BIS 2045

Die Ergebnisse der Szenarienrechnung für Herford in Bezug auf die Gasversorgung decken sich mit den Annahmen auf Bundesebene. So kommt eine Agora-Studie (2023) zu Erdgasverteilnetzen zu dem Schluss, dass die Länge von Gasverteilnetzen bis zum Jahr 2045 um 71 – 94 % abnimmt und Netze teilweise komplett stillgelegt werden.

Alternative Nutzungsmöglichkeiten des Gasnetzes

Sollte keine alternative Nutzung eines Gasnetzes infrage kommen, etwa zur Verteilung von Wasserstoff oder CO₂ für Industriebetriebe, oder als Leerrohre für Strom- und Telekommunikationsleitungen, wird das Gasnetz stillgelegt. Die Transformation von Gasverteilernetzen ist in § 28 WPG geregelt (Oberle, 2023). Kommunen stehen hier möglicherweise vor einem Dilemma. Eine Umrüstung der Gasnetze zur Vermögenserhaltung ist zwar nachvollziehbar. Doch aus Perspektive einer nachhaltigen Energieplanung erscheint die Verwendung von grünem Wasserstoff für eine flächendeckende Wärmeversorgung aufgrund der hohen Herstellungskosten, des geringen Wirkungsgrads und der mangelnden Verfügbarkeit nicht sinnvoll.

Denn der große Nachteil besteht in dem niedrigen Wirkungsgrad, also den hohen Verlusten bei der Umwandlung von Strom und Wasser in Wasserstoff und von dessen Umwandlung zurück in Strom oder Wärme. Für 1 kg Wasserstoff mit einem Heizwert von 33 kWh müssen rund 50 kWh Strom eingesetzt werden.

Der Einsatz von Wasserstoff erfordert daher einen umso höheren Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, weshalb davon auszugehen ist, dass der benötigte Wasserstoffbedarf zwischenzeitlich nur mit massiven Importen aus dem Ausland gedeckt werden kann. Wie bei fast allen Umwandlungsprozessen wird sich die Effizienz zukünftig vermutlich steigern lassen. In welcher Größenordnung diese dann liegen kann, lässt sich allerdings nicht abschätzen. Doch für den Zeitraum der Energiewende bis 2045 wird Wasserstoff sehr wahrscheinlich ein sehr knappes Gut sein. Die Kapazitäten für Elektrolyseure sind noch nicht gebaut, die globale Transportlogistik fehlt ebenso wie die notwendigen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, um grünen Wasserstoff in großen Mengen zu erzeugen.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Wasserstoff einer starken Priorisierung unterliegen, die zuerst solche Sektoren berücksichtigt, in welchen keine adäquaten Alternativen zur Verfügung stehen und wo der Infrastrukturbedarf für den Wasserstoffeinsatz zudem möglichst gering ist. Dazu gehören die industrielle Anwendung und die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme, die Nutzung in Kraftwerken zur Gewährleistung der elektrischen Versorgungssicherheit, die Mobilität (insb. Schiffs- und Luftverkehr) sowie der nicht-energetische Verbrauch.

Für die kommunale Ebene bedeutet dies den Vorzug der direkten Elektrifizierung von Anwendungen, weil die Umwandlungsverluste geringer sind und elektrische Lösungen wie die Wärmepumpe zunehmend günstiger werden (Ueckerdt, et al., 2021). Dies gilt insbesondere im Bereich der Gebäudewärme, in dem Wasserstoff – selbst, wenn er verfügbar wäre – heute schon der hocheffizienten Wärmepumpen unterlegen ist. Zusammenfassend erscheint die Umwidmung des Gasnetzes zur Verteilung von Wasserstoff für die flächendeckende Wärmeversorgung nicht sinnvoll.

Eine Nutzung von Leerrohren bietet sich insbesondere an, wenn es sich um PE-Leitungen handelt, da nach aktuellem Stand der Technik bereits jetzt Strom- und Telekommunikationsnetzleitungen in Schutzrohren aus PVC verlegt werden. Bei Stahlleitungen ist zu beachten, dass der kathodische Korrosionsschutz geschwächt werden kann, wenn durch Stromleitungen Magnetfelder erzeugt werden. Rechtlich können die Leerrohre als passive Infrastrukturkomponenten eingestuft werden, die entsprechend den technischen Vorschriften der Strom- oder Telekommunikationsnetze zu behandeln sind und demnach u.a. für den Telekommunikationsnetzbetrieb genutzt werden können (Oberle, 2023).

Eine Nutzung von Leerrohren bietet sich insbesondere an, wenn es sich um PE-Leitungen handelt, da nach aktuellem Stand der Technik bereits jetzt Strom- und Telekommunikationsnetzleitungen in Schutzrohren aus PVC verlegt werden. Bei Stahlleitungen ist zu beachten, dass der kathodische Korrosionsschutz geschwächt werden kann, wenn durch Stromleitungen Magnetfelder erzeugt werden. Rechtlich können die Leerrohre als passive Infrastrukturkomponenten eingestuft werden, die entsprechend den technischen Vorschriften der Strom- oder Telekommunikationsnetze zu behandeln sind und demnach u.a. für den Telekommunikationsnetzbetrieb genutzt werden können (Oberle, 2023).

Rückbau des Gasnetzes

Arbeitet eine Kommune mit den Stadtwerken nicht nur zusammen, sondern ist darüber hinaus Anteilseigner oder Eigentümer der Stadtwerke, verstärken sich die Interessenkonflikte hinsichtlich der Bestandssicherung und Modernisierung der Wärmeversorgung. Kommt dem Gasnetz kein neuer Zweck zu, würde sich dies zu einem „Stranded Asset“ entwickeln. Dies stellt eine Investition dar, die vor dem Ende ihrer voraussichtlichen Nutzungsdauer vorzeitig ihren Wert verliert. Weder Betreiber noch Anteilseigner haben Interesse an einem vorzeitigen Wertverlust der Infrastruktur, zumal die Abschreibungsdauer für die Gasinfrastruktur meist 45 Jahre beträgt (Agora Energiewende, 2023). Hans-Jochen Luhmann (2024) vom Wuppertal Institut argumentiert allerdings, dass die Kommunen als hoheitlicher Akteur prioritär eine günstige Wärmeversorgung für ihre Einwohner:innen forcieren sollten. Der Unternehmenswert und die Betriebsweiterführung sollten dem nachgeordnet werden.

Nach *Festlegungsverfahren zur Anpassung von kalkulatorischen Nutzungsdauern und Abschreibungsmodalitäten von Erdgasleitungsinfrastrukturen (KANU 2.0)* der Bundesnetzagentur können Netzbetreiber erheblich kürzere Nutzungsdauern als bisher (in Ausnahmefällen bis 2035, in der Regel bis 2045 oder 2040) in Ihren Abschreibungen ansetzen. Ziel ist es einem erheblichen Anstieg der Netznutzungsentgelte zu Lasten der verbleibenden Netzkunden bis zur vollständigen Umstellung auf andere Technologien abzumildern, wenn keine anderweitige Nutzung der Netzinfrasturktur erfolgt.

Laut Oberle kann die Stilllegung durch drei unterschiedliche Maßnahmen erfolgen, die von dem Durchmesser der stillzulegenden Leitung und den Besitzverhältnissen des betroffenen Grundstücks abhängen (Oberle, 2023). Die kostengünstigste Maßnahme stellt die *Versiegelung* dar. Hierbei verbleibt die Gasleitung im Untergrund und wird mit Schutzgas inertisiert, d. h. mit Schutzgas gefüllt, um eine Explosionsgefahr auszuschließen.

Bei der *Verdämmung und Versiegelung* verbleibt die Leitung ebenfalls im Untergrund, wird jedoch zusätzlich verfüllt, damit kein Hohlraum verbleibt. Als Füllmaterial eignet sich unter anderem Betonit.

Der *Rückbau* einer Leitung stellt die dritte Option dar. Hierbei wird die Leitung vollständig aus dem Untergrund entfernt. Für den Rückbau sind die Besitzverhältnisse von besonderer Relevanz. Dem Frontier Economics et al. zufolge, können Städte und Gemeinden als Grundstücksbesitzer in den Konzessionsverträgen einen Rückbau oder eine entsprechende Sicherung von passiven Leitungen fordern (Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL, 2017).

Laut Wachsmuth et al. ist eine Leitungsverdämmung erst bei einem Leitungsdurchmesser von mehr als 400 mm erforderlich. Die würde auf 6 Prozent der deutschen Gasnetze zutreffen (Wachsmuth, 2019). Flatt et al. argumentieren, dass eine Verdämmung bei bereits 273 mm erforderlich wird, wenn Gewässer oder Straßen gekreuzt werden (Flatt, 2019). Frontier Economics et al. beziffern die Kosten für einen Rückbau auf 280.000 €/km. Für die Verdämmung und Versiegelung werden 70.000 €/km veranschlagt. 20.000 €/km werden für die Versiegelung kalkuliert (Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL, 2017).

Umgang mit bestehenden Konzessionsverträgen

Für bereits laufende Konzessionsverträge sieht das Energierecht laut §§ 46 ff. EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) keine Änderungsmöglichkeiten vor. Die allgemeinen Vorschriften des Vertragsrechts nach § 313 Abs. 1 BGB können nach Senders (2022) angewandt werden. Allerdings ist unklar, ob der Beschluss eines Wärmeplans durch die Gemeinde eine „Störung der Geschäftsgrundlage“ darstellt, um damit eine Vertragsanpassung einzufordern. Auch die Möglichkeit der Vertragskündigung nach § 314 BGB aus wichtigem Grund dürfte ausscheiden, denn dieser liegt dann gerade nicht vor, soweit es sich um Umstände handelt, die „sich dem Einfluss des Kündigungsgegners entziehen“ (Senders, 2022). Zusammengefasst dürfte der Handlungsraum der Kommunen, laufende Konzessionsverträge anzupassen, sehr begrenzt sein.

Umso wichtiger ist die individuelle Berücksichtigung der Laufzeit von künftigen Konzessionsverträgen, um Flexibilität in der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen. Weitere Informationen finden sich dazu in Senders (2022). Dieser untersucht im Auftrag der Stiftung Umweltenergierecht die Handlungsspielräume für künftige Konzessionsverträge hinsichtlich der (1) Laufzeit, (2) Staffelung der Konzessionsabgaben nach Klimaschutzbezogenen Kriterien, (3) Förderung der Wärmeplanung durch erneuerbare Energien als Vergabekriterien, (4) Übernahme des Netzbetriebs durch Kommunen und (5) Einstellung des Gasnetzbetriebs. Der Fokus des nachfolgenden Abschnitts liegt auf der Stilllegung des Gasnetzbetriebs.

Rechtliche Hürden in der Stilllegung der Gasnetze

An § 28 Abs. 3 Nr. 2 WPG wird zwar deutlich, dass eine Einstellung der Gasversorgung grundsätzlich vom Gesetzgeber vorgesehen ist. Jedoch finden sich keine Hinweise auf die Vorgehensweise und vor allem bleibt das Verhältnis zu den nachfolgend genannten Gesetzen unklar. Denn die Rechtslage umfasst derzeit nicht den Fall, dass trotz Bedarfs eine Stilllegung aufgrund einer politischen Entscheidung wie der kommunalen Wärmeplanung erfolgen soll. Unabhängig davon, ob eine Gemeinde den Netzbetreiber zur Einstellung des Gasnetzbetriebs bewegen kann, stehen einer solchen Einstellung die §§ 11, 17 f. und 36 EnWG in Verbindung mit der Gasgrundversorgungsverordnung (GasGVV) entgegen, da diese die Grundversorgungspflicht regeln und § 11 EnWG den bedarfsgerechten Netzausbau vorgibt (Senders, 2022).

Die kommunale Daseinsvorsorge ist verfassungsrechtlich im Sozialstaatsprinzip nach Art. 20 Abs. 1 Grundgesetz (GG) verankert und wird in den Gemeindeordnungen der Bundesländer konkretisiert.

Das Bundesverfassungsgericht bezeichnet die Energieversorgung als „eine Leistung, deren der Bürger zur Sicherung einer menschenwürdigen Existenz unumgänglich bedarf“ (BVerfGE 66, 248 (258)). Damit, aber auch durch die Daseinsvorsorge, nimmt der Anspruch auf Energieversorgung in Form von Strom und auch Gas einen verfassungsrechtlichen Charakter an. Eine alternativlose Einstellung der Gasversorgung wäre demnach verfassungswidrig. Diese Darlegung könnte weder durch kommunale noch durch Landesgesetzgebung überwunden werden.

Zudem stellt dies einen Eingriff in Art. 14 GG hinsichtlich der Inhalts- und Schrankenbestimmung und mindestens einen Eingriff in das weit interpretierbare Grundrecht auf allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) dar. Allerdings kann ein solcher Eingriff gerechtfertigt oder zumindest verhältnismäßig sein, wenn ausreichende Übergangsfristen gewährt werden, die auch die Entwicklung des Wertverlusts der Anlagen berücksichtigen.

Letztlich ist jedoch fraglich, ob die Energieversorgung ausschließlich mit den derzeit verfügbaren Ressourcen und dem in § 3 Nr. 14 EnWG definierten Energiebegriff gedeckt werden muss. Wahrscheinlicher ist, dass die Daseinsvorsorge kein impliziertes Recht auf einen bestimmten Energieträger, in diesem Fall Gas, beinhaltet, sondern eine energieträgerunabhängige Versorgung

vorsieht, die haushalts- und kundentypisch ist, um die alltäglichen Abläufe bewältigen zu können (Senders, 2022).

Letztlich ist jedoch fraglich, ob die Energieversorgung ausschließlich mit den derzeit verfügbaren Ressourcen und dem in § 3 Nr. 14 EnWG definierten Energiebegriff gedeckt werden muss. Wahrscheinlicher ist, dass die Daseinsvorsorge kein impliziertes Recht auf einen bestimmten Energieträger, in diesem Fall Gas, beinhaltet, sondern eine energieträgerunabhängige Versorgung vorsieht, die haushalts- und kundentypisch ist, um die alltäglichen Abläufe bewältigen zu können (Senders, 2022).

Das GEG bietet in diesem Kontext keine Lenkungswirkung zum Ausstieg aus der Gasversorgung, da nach GEG weiterhin bilanzielles Biomethan genutzt werden kann. Die Regelung ergibt sich aus § 71f Abs. 3 S. 1 GEG 2024 in Verbindung mit § 22 Abs. 1 Satz 1 Nummer 2 Buchstabe c und d GEG. Die Tatsache, dass Biomethan als Erfüllungsoption gilt, um eine Heizungsanlage bilanziell anteilig mit erneuerbarer Energie zu betreiben, ist insofern hinderlich für den Gasnetzrückbau, als dass das Gasnetz für einige wenige Verbraucher:innen erhalten bleiben muss. Allerdings sind Ökogastarife laut Ökogas-Barometer 2022, einer Untersuchung des Energieversorgers Polarsterns, nur beschränkt verfügbar und in der Tendenz rückläufig, wodurch unklar bleibt, wie stark die Regelung letztlich ins Gewicht fallen wird (Zipse, 2022).

Auch das Unterlassen von Konzessionsneuausschreibungen stellen kein geeignetes Vorgehen zur Einstellung der Gasversorgung dar. Sollte eine Konzession auslaufen und die Gemeinde eine Neuausschreibung unterlassen, um die netzgebundene Gasversorgung einzustellen, könnte dies in Konflikt mit § 46 Abs. 1 EnWG stehen, da, wie bereits erörtert, eine Gemeinde zum Betrieb und Ausbau des Netzes verpflichtet ist. Auch in diesem Fall müssten die rechtlichen Bedingungen auf Bundesebene angepasst werden (Senders, 2022).

Europäisches und Verfassungsrecht stehen einem Ausstieg aus der Gasversorgung grundsätzlich nicht entgegen. Konflikte ergeben sich derzeit insbesondere aus einfachem Recht. Der Handlungsspielraum muss daher bundesgesetzlich ermöglicht werden. Ein besonders günstiger Zeitpunkt ergibt sich bei auslaufenden Gaskonzessionsverträgen, wenn auch in eingeschränktem Maße. Sollten neue Verträge geschlossen werden, sind kürzere Laufzeiten empfehlenswert. Des Weiteren sollten neue Verträge Kriterien der Umweltverträglichkeit beinhalten bzw. einen hohen Versorgungsanteil aus erneuerbaren Energien höher gewichten (Senders, 2022).

Um die genannten rechtlichen Risiken zu minimieren, empfiehlt sich eine frühzeitige und langfristige Planung des Ausstiegs. Die Stadt Zürich nimmt in diesem Kontext eine Vorreiterrolle ein. Der Stadtrat fasste im Jahr 1992 den Entschluss der Stilllegung des Gasnetzes ab 2021. Bis zum Jahr 2024 wird die Wärmeversorgung der Stadt durch ein Heizkraftwerk ersetzt. Eigentümer wurden frühzeitig informiert, um Planungssicherheit zu schaffen. Zudem minimierte die lange Planungsphase die „Stranded Assets“ für die Netzbetriebe und die Endnutzer – und somit auch eventuelle Entschädigungszahlungen. St. Gallen folgte dem Züricher Beispiel. Hier werden die Restbuchwerte des Gasnetzes durch die Fernwärmeversorgung vergütet. Voraussetzung für eine solch langfristige Planung sind allerdings gesicherte Besitzverhältnisse. Im besten Fall betreibt oder besitzt dasselbe Unternehmen das Gas- und das Fernwärmenetz (Oberle, 2023).

7 WÄRMEWENDESTRATEGIE MIT MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden die Maßnahmen, die gebraucht werden, um die Ziele der Szenarienrechnung zu erreichen, in Form von Steckbriefen dargestellt. In den Maßnahmenblättern werden die Maßnahmen beschrieben und über Kennzahlen quantitativ eingeordnet. Maßnahmen mit sehr hoher Priorität sollten

unverzüglich umgesetzt werden, da diese in der Regel das Fundament für die Umsetzung weiterer Maßnahmen und Projekte bilden.

Der Maßnahmenplan für die Gesamtstadt umfasst vier räumliche und vier inhaltliche Handlungsfelder und 33 Maßnahmen. Es handelt sich dabei um gutachterliche Empfehlungen des Hamburg Instituts und Planenergi, welche den notwendigen Handlungsbedarf aufzeigen. Die Maßnahmen wurden vor einem wissenschaftlichen Hintergrund kategorisiert und priorisiert. Bei den Personalbedarfen und Kosten handelt es sich um indikative Schätzungen. Somit können Abwägungen und Beschlüsse vorbereitet werden. Im weiteren Vorgehen wären dann noch zusätzliche Recherchen und Prüfungen erforderlich.

Einige der Maßnahmen befinden sich bereits in Umsetzung oder Vorbereitung und werden somit durch die kommunale Wärmeplanung bestätigt.

Der Maßnahmenkatalog sollte nicht als „in Stein gemeißelt“ betrachtet werden, sondern vielmehr „lebendig“ bleiben. Durch Veränderungen von Rahmenbedingungen, die oft auch auf übergeordneter Ebene eintreten – wie etwa technologische Entwicklungen oder Gesetzesänderungen auf Bundesebene – können sich neue Potenziale zur Emissionsminderung ergeben. Daher sollten die Rahmenbedingungen stets beobachtet, neue Potenziale ermittelt und der Maßnahmenplan entsprechend angepasst werden. Nachsteuerungsbedarf ergibt sich ggf. auch aus dem Monitoring der Maßnahmenumsetzung.

Maßnahmennummer: 1	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Organisation von EE-Rundgängen im Quartier				
<p>Beschreibung: Im Quartier sollte eine Vernetzung der Hauseigentümer:innen zu Themen wie Wärmepumpen, Nahwärme, Sanierung und PV stattfinden, um Erfahrungen austauschen zu können, da innerhalb solcher Quartiere die Gebäude in vielen Fällen eine ähnliche Baustruktur, Baualtersklassen und Sanierungspotenzial aufweisen. Konzept kann in Richtung "Tag der offenen Gärten" bzw. "Tag der offenen Heizungskeller" entwickelt werden, um Möglichkeiten zur Besichtigung in der Nachbarschaft an einem Tag im Jahr zu bündeln.</p> <p>Zudem können Best-Practice-Beispiele im Rahmen der Rundgänge vorgestellt werden. Falls bereits ein Quartiersmanagement vorhanden ist, kann auch eine aggregierte Beschaffung von PV-Anlagen und Wärmepumpen geprüft und angestoßen werden. Es sollten Hinweise zu Möglichkeiten des Sanierungscontractings gegeben und Infomaterial bereitgestellt werden, wie beispielsweise bei https://packsdrauf.de/.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Vereine, Initiativen, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
<p>Handlungsschritte und Zeitplan: Abstimmung mit Nachbarschaftsorganisationen, Identifizierung von geeigneten Gebieten und Best-Practice-Beispielen</p> <p>Wirkungsindikator: Anzahl von durchgeführten Rundgängen: Umfrage zu den angestoßene Maßnahmen durch diese Maßnahme</p>				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: nur Koordination, keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 2	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Zentrale Anlaufstelle "Herforder Wärmewendehafen" zur Energie(effizienz)beratung, Fördermittelakquise und -beratung				
<p>Beschreibung: Es wird angeregt, eine zentrale Anlaufstelle zu schaffen, die die Angebote der Energie- bzw. Sanierungsberatung sowie der Fördermittelakquise und -beratung bündelt. Dabei werden die Inhalte und Ergebnisse der Wärmeplanung integriert, sodass eine auf die Gebiete angepasste Beratung erfolgt. Als mögliche Fokusbereiche der Beratung bietet sich eine Neubürgerberatung zum klimafreundlichen Wohnen sowie eine Beratung zur energetischen Gebäudesanierung bei einem Eigentümerwechsel an. Eine der größten Hürden für die Wärmewende ist der einfache Zugang zu den Fördermitteln. Insbesondere Privatpersonen werden von dem bürokratischen Aufwand abgeschreckt. Deshalb ist es eine der wichtigsten und sinnvollsten Maßnahmen, hier eine persönliche Beratung und Unterstützung bei der Antragstellung anzubieten. Es braucht die Einrichtung einer Stelle "Beratung zur Fördermittelakquise", welche Hilfestellung beim Ausfüllen von Anträgen zur Förderung oder KfW Krediten (u.a. 358,359) sowie ggf. die Erinnerung an Fristen leistet. Da der Arbeitsmarkt in dem Bereich bereits strapaziert ist und die Nachfrage nach qualifiziertem Personal erwartungsgemäß hoch bleiben wird, wird neben der Schaffung einer neuen Stelle auch die Weiterbildung des vorhandenen Personals empfohlen. Deren Ausgestaltung sollte mit den Stadtwerken abgestimmt werden, um mögliche Synergieeffekte zu nutzen. Die Kooperation zwischen der Verwaltung und der Verbraucherzentrale kann helfen, die Last sinnvoll zu verteilen und eine Umsetzung von der Planung am Gebäude in die Praxis so effektiv wie möglich zu gestalten. Zusätzlich sollte darüber informiert und dazu beraten werden können, wie nach Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz Kosten an den Vermieter durchgeleitet werden können, wenn der Gasliefervertrag durch den/ die Vermieter:in abgeschlossen ist.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Verbände, Handwerksgipfel				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Schaffung der zentralen Anlaufstelle				
Wirkungsindikator: Inanspruchnahme Beratungsangebot / Fördermittelakquise				
Personalaufwand: mind. 1 VZÄ				
Sachkosten: Ausstattung für Öffentlichkeitsarbeit ~ 5.000 EUR/a				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme, um Wärmeplanung zu verstetigen und Bürger:innen Unterstützung zu bieten				

Maßnahmennummer: 3	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Wärmenetzausbau
Maßnahmen-Titel: Ausbau von Wärmenetzen				
Beschreibung: Ausbau von Wärmenetzen in Eignungsgebieten (inkl. Verdichtung in bestehenden Wärmenetzgebieten), dabei Differenzierung zwischen Ausweisung (nach GEG/WPG) und Prüfgebieten Fernwärme / Quartiersnetz, wenn die Prüfung einen Ausbau stützt.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtwerke, Genossenschaften, ESW				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan:				
Wirkungsindikator: Anzahl angeschlossener Haushalte an Wärmenetze durch diese Maßnahme				
Personalaufwand: 2 VZÄ				
Sachkosten: durch Stadtwerke zu prüfen, Geschwindigkeit der Umsetzung entscheidend				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke, ggf. Unterstützung über lokalen Bürger'innenfonds				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Voraussetzung für die Vermeidung von weiteren Emissionen				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 4	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Wärmenetzausbau
Maßnahmen-Titel: Erstellung und Umsetzung der Maßnahmen aus Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien				
<p>Beschreibung: Fortführung der Erstellung von Transformationsplänen. Alle Maßnahmen der Transformationspläne, die zur Erreichung der vorgegebenen EE-Anteile nach WPG und GEG und zur Erreichung der kommunalen Treibhausgas-Neutralität bis 2045 notwendig sind, müssen umgesetzt werden. Insbesondere das thermische Potenzial der Werre und des Klärwerks sollten im Rahmen der Studien detailliert geprüft werden.</p> <p>Durch die Ausschreibung / Erstellung von Machbarkeitsstudien (u.a. nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)) soll die Errichtung und Nutzung von Nahwärmenetzen mit Erschließung von erneuerbaren Energiequellen im und um das Quartier im Bestand ermöglicht werden. Kleinere Nachbarschaftslösungen sollten bei der Koordinierung unterstützt werden, um möglichst die Kriterien des BEW (mehr als 16 Gebäude) zu erreichen und damit eine Förderung der Machbarkeitsstudien in Anspruch nehmen zu können.</p>				
<p>Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)</p> <p>Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung</p>				
<p>Initiatoren: Stadtwerke</p> <p>Akteure: Stadtwerke, ESW</p>				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
<p>Handlungsschritte und Zeitplan: Umsetzung der Schritte nach Maßnahmenplan des Trafoplans</p> <p>Wirkungsindikator: Senkung des Emissionsfaktors der Wärmenetze</p>				
<p>Personalaufwand: 2 VZÄ</p> <p>Sachkosten: im Trafoplan enthalten</p> <p>Finanzierungsansatz: Eigenmittel</p>				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme zum Aus- und Umbau der Wärmenetze				

Maßnahmennummer: 5	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Sanierungsgebiete
Maßnahmen-Titel: Energetische Stadtsanierung und Sanierungsmanagement				
Beschreibung: Detaillierte Aufnahme des Gebäudebestands, Prüfung der Voraussetzungen im Quartier für serielle Sanierung, Angebot einer geclusterten Energieberatung im Quartier (ggf. in Form einer Veranstaltung), Einsatz eines Sanierungsmanagements zur Unterstützung bei Umsetzung der Maßnahmen, die sich aus der Konzeptstudie ergeben (angelehnt an KfW 432 Programm). Enge Zusammenarbeit mit der Fördermittelberatungsstelle u.a. zur Koordinierung einer Energiekarawane - dabei wird das übliche Prinzip der Energieberatung umgekehrt: als aufsuchende Energieberatung kommt die Beratung zu den Gebäudeeigentümer:innen. Als Vorbild kann die Energiekarawane der Stadt Freiburg dienen: https://www.freiburg.de/pb/Lde/1734319.html				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung möglicher Fördermittel vor Einholung von Angeboten, Ausschreibung der Leistungen zur Erstellung der energetischen Quartierskonzepte mit Fokus auf Sanierungspotenzial, Erstellung der Studie und Verstetigung über Sanierungsmanagement Wirkungsindikator: Anzahl erstellte Konzepte zur energetischen Stadtsanierung und Anzahl an Stellen im Sanierungsmanagement				
Personalaufwand: mind. 1 VZÄ (je nach Größe der Gebiete und Dauer der Maßnahmen) Sachkosten: Einholung von Angeboten: je nach Detailgrad schätzungsweise 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Prüfung Förderung über Kommunalrichtlinie, ggf. neue Programme verfügbar nach Auflösung der KfW 432 Förderung				

Maßnahmennummer: 6	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau der Energie(effizienz)beratungskapazitäten				
Beschreibung: Mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans wird das Beratungsaufkommen wahrscheinlich erheblich steigen. Um die Ziele in den Handlungsfeldern der energetischen Gebäudesanierung und dem Austausch der Heizungsanlagen zu erreichen, ist eine verstärkte Beratungstätigkeit nötig. Vor diesem Hintergrund sollte in Kooperation mit dem Landkreis und der Verbraucherzentrale das Angebot der Energie(effizienz)beratung an den erhöhten Bedarf angepasst und mit höheren personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Verbraucherzentrale Akteure: Verbraucherzentrale, Landkreis, Verbraucherzentrale, Verbände, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Bedarfsermittlung und Abstimmung mit Verbraucherzentrale Wirkungsindikator: Anzahl Einstellung weiterer Energieeffizienzberaterinnen und -berater				
Personalaufwand: stetig auszubauen und zu evaluieren Sachkosten: keine Sachkosten erwartet Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 7	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung und Anpassung des Kommunalen Förderprogramms				
Beschreibung: Im Rahmen der städtischen Förderprogramme sollte die Förderung von Maßnahmen aus dem Bereich der Wärmewende gestärkt werden, die vor allem in gemeinschaftlichen Projekten sinnvoll sind. Dazu könnten u.a. Musterverträge für die Energieberatung in Serie oder zur Nutzung serieller Sanierungen gehören sowie Fragstellungen rund um den Aufbau von kleinen Wärmenetzen in den Bereichen ohne geplanten Wärmenetzausbau gemäß Darstellungen des Wärmeplans.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, -				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für Ausweitung des Förderprogramms				
Wirkungsindikator: Anzahl Förderanträge von Ausarbeitungen zur Umsetzung von Gemeinschaftsprojekten				
Personalaufwand: 0,5 VZÄ				
Sachkosten:				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 8	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete: Wärmenetzausbau
Maßnahmen-Titel: Städtische Gebäude und Gebäude der Wohnungswirtschaft als Ankerkunden für Wärmenetze				
<p>Beschreibung: Städtische Liegenschaften und andere öffentliche Gebäude wie etwa Krankenhäuser, Schulen oder Schwimmbäder können vorteilhaft als Ausgangspunkt oder Ankerkunden für neue Wärmenetze dienen. Die Wärmebedarfe dieser Liegenschaften sind oft erheblich und können die Wirtschaftlichkeit neuer Wärmenetz-Infrastrukturen positiv beeinflussen. Nach einer systematischen Prüfung, welche Liegenschaften sich in den für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeigneten Gebieten für eine Rolle als Ankerkunden eignen, sollte ein politischer Beschluss angestrebt werden, der als Richtlinie für die Umsetzung dieser Maßnahme dient.</p> <p>Die Herforder Wohnungswirtschaft sollte eine freiwillige Selbstverpflichtung abgeben, sich mit vorher festgelegten Gebäuden an neue und ggf. bestehende Wärmenetze anzuschließen.</p>				
<p>Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)</p> <p>Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)</p>				
<p>Initiatoren: Stadtverwaltung</p> <p>Akteure: Stadtverwaltung, Wohnungswirtschaft, kommunale Unternehmen, HVV / IAB</p>				
Maßnahmentyp/Instrument: Richtlinien				
<p>Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung der geeigneten Gebäude und politischer Richtlinienbeschluss</p> <p>Wirkungsindikator: Anschlussquote der Liegenschaften in Wärmenetzbereichen</p>				
<p>Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)</p> <p>Sachkosten: keine</p> <p>Finanzierungsansatz: Eigenmittel</p>				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 9	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung und Erweiterung einer abgestimmten Infrastrukturplanung				
<p>Beschreibung: Die abgestimmte Infrastrukturplanung bezieht sich vorrangig auf die Energieinfrastruktur (Strom-, Gas-, H2- und Wärmenetze). Darüber hinaus ist auch die Nutzung von wirtschaftlichen Synergieeffekten (z.B. Bündelung der Vorhaben von Glasfaserausbau und Wärmeleitungsbau) mitinbegriffen. Die Weiterentwicklung der Energieinfrastruktur ist zwingend miteinander verknüpft zu planen. Grundsätzlich sollten daher alle mittel- bis langfristigen Planungen der Stadtwerke und der Westfalen Weser Netz zur Strom-, Gas-, H2- und Wärmenetzentwicklung eng mit der Stadt abgesprochen werden. Ein weiterer Aspekt ist die Sicherstellung ausreichender Kapazitäten des Stromnetzes in Gebieten mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen und für Industrieunternehmen, die Ihre Prozess elektrifizieren wollen.</p> <p>Zu beachten sind die Rechte und Pflichten zum Gasnetz aus dem bis zum 30.09.2041 laufenden Konzessionsvertrag.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtwerke, Stadtverwaltung, WWN				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Regelmäßige Abstimmung zu Infrastrukturplanungen zwischen Verwaltung und Stadtwerken				
Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 10	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärme- und Transformationsplanung				
Beschreibung: Regelmäßiges Monitoring, Zwischenevaluierung und Fortschreibung der Wärmeplanung mindestens nach Vorgaben des WPG und Vorgaben auf Landesebene.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung Monitoringkonzept für Wärmeplanung, Regelmäßige Abstimmung zwischen Verwaltung und Stadtwerken Wirkungsindikator: Umfang und Evaluierung initiierte Anpassungen durch Zwischenevaluierung				
Personalaufwand: 0,5 VZÄ Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke und Stadt Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 11	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Flächenbereitstellung EE-Potenziale				
Beschreibung: Ein zentrales Thema für die Transformation in der Wärmeversorgung ist die Notwendigkeit der Bereitstellung von Flächen für Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Wärme. Durch die in der Vergangenheit geringe Notwendigkeit, Flächen für die Wärmeerzeugung vor Ort planerisch zu sichern, ist diese Anforderung in der Flächennutzungs- und Bauleitplanung noch wenig etabliert. Im Sinne einer vorausschauenden Flächensicherung ist eine planerische Befassung mit der künftigen Wärmeversorgung notwendig. Das Thema des Flächenbedarfs sollte daher in die kommenden Verfahren der Flächennutzungs- und Bauleitplanung integriert und mit der Stadtplanung verzahnt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Richtlinien				
Handlungsschritte und Zeitplan: Vorhabenbezogene Prüfung der Flächen im Stadteigentum und Verankerung des Flächenbedarfs in die Planungsverfahren Wirkungsindikator: Bereitgestellte Fläche (in ha); Verhältnis Flächenbedarf zu bereitgestellter Fläche				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: Es können indirekt Kosten entstehen, indem Flächen zur Verfügung gestellt werden und dadurch für eine andere Nutzung (z.B. Bebauung) nicht zur Verfügung stehen Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 12	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung				
Beschreibung: Zur Verstetigung des Kommunikationskonzepts der kommunalen Wärmeplanung bietet sich die Option an, eine Website zur Wärmeplanung in Herford zur Informationsbereitstellung für die Öffentlichkeit zu erstellen. Sie dient dazu, den Prozess der Wärmeplanung und der Umsetzung der Wärmewende verständlich und transparent zu machen. Die Website kann als Unterseite in die bereits bestehende Website der Stadt eingebunden werden. Folgende Inhalte sind dabei denkbar: Motivation der kommunalen Wärmeplanung, Verantwortliche Personen bzw. Ansprechpersonen, Ergebnisse der Wärmeplanung (Darstellung der Bestandsanalyse, Potenzialanalyse und Eignungsgebiete) und der geplanten Erschließungszeitpunkte der Gebiete mit Fernwärme, Zusammenstellung aller relevanten Studien und politischen Beschlüsse, Überblick über Beratungs- und Förderangebote, Vorstellung verschiedener Ausbildungsberufe in der Energiewende, Stellenanzeigen, Weiterbildungsmöglichkeiten, FAQ-Katalog, Kontaktformular für Anfragen, Übersicht von kommenden Veranstaltungen. Als Inspirationsquelle kann die Seite der Stadtwerke Konstanz dienen: https://www.stadtwerke-konstanz.de/blog/faq-strategische-waermenetzplanung/				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Kommunikation				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzepterarbeitung für Website Wirkungsindikator: Aufrufstatistik Website				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: Bearbeitung durch interne Kapazitäten Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme, um Bürger:innen zu Maßnahmen und Angeboten zu informieren, ggf. durch Stadtwerke in bestehenden Informationskanälen zu integrieren				

Maßnahmennummer: 13	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Contracting Angebote und Interimslösungen				
Beschreibung: Contracting Angebote können helfen, Investitionshemmnisse zu lösen und unterstützen, wenn Kosten oder Kredite für die Umstellung der Versorgung durch Privatpersonen nicht getragen werden können oder sich langfristige Investitionen nicht lohnen, weil u.a. der Anschluss an ein Wärmenetz in Zukunft geplant und eine Interimslösung gesucht ist. Das lokale Handwerk kann Einbau und Wartung übernehmen. Finanzierung und Vertragswesen sollten durch einen anderen Akteur übernommen werden. Das bestehende Angebot der Stadtwerke soll fortgeführt werden. Es wird geprüft, ob das Modell um Interimslösungen wie "Pop-Up Heizungen" erweitert werden kann, um einen Wärmeerzeuger bis zum Anschluss an ein geplantes Wärmenetz bereitzustellen.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke Akteure: Stadtwerke, Handwerksgipfel, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufnahme Gespräche durch Verwaltung mit Finanzierungseinrichtungen (Banken, Genossenschaften) Wirkungsindikator: Anzahl Nutzer Contracting Angebot				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: keine Sachkosten erwartet Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Förderung über BEG nutzbar				

Maßnahmennummer: 14	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude				
Beschreibung: Fortführung der Erstellung eines Fahrplans zur klimaneutralen Gestaltung der Gebäude in öffentlicher Hand bis 2035. Wichtige Teile beinhalten die Prüfung, welche Gebäude sich an Nahwärmenetze anschließen lassen oder als Ankerkunden dienen können, die Ermittlung des Sanierungspotenzials, das Potenzial integrierter und serieller Sanierungsfahrpläne zu nutzen sowie die Kommunikation und Begleitung als Musterkonzepte mit Vorbildfunktion. Im Rahmen des Fahrplans sollten zudem auch Leitlinien für die Sanierung städtischer Immobilien, wie Mindeststandards festgelegt werden. Ebenfalls sollte im Fahrplan für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden in öffentlicher Hand graue Energie und nachhaltige Baumaterialien beachtet werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Kommunale Unternehmen				
Akteure: Kommunale Unternehmen, Kommunale Unternehmen, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung der Strategie				
Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert (Anteil mit erneuerbarer Wärme versorgte öffentliche Gebäude)				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: KfW 264, KfW 464, BAFA - Sanierung Nichtwohngebäude, Verwaltungsgebäude als thg-neutrale Leuchttürme				

Maßnahmennummer: 15	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Unterstützung von Quartiersvernetzung für die Wärmewende				
Beschreibung: Durch die Verwaltung werden Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt bzw. bei der Suche nach Räumlichkeiten unterstützt, um Quartiersveranstaltungen, die durch unterschiedliche Akteur:innen initiiert werden, stattfinden zu lassen.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Bürger:innen, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für die Fördermittelvergabe Wirkungsindikator: In Anspruch genommene Unterstützung				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: je nach Ausgestaltung des Fonds, Test über Pilotmittel ~ 10.000 EUR Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Angedockt an Wärmewendehafen				

Maßnahmennummer: 16	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung des Unterstützungsprogramms der Stadtwerke				
Beschreibung: Der Zuschuss zur Heizungswartung und die gratis Thermografie der Stadtwerke sollten fortgeführt werden. Insbesondere sollte die Thermografie in Bezug auf Niedertemperatur-ready-Maßnahmen erfolgen und Informationen zum Gebäudebestand zur Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne geben. Prüfung eines Zuschusses zur Energieeffizienzberatung zur Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtwerke,				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Fortführung				
Wirkungsindikator: Inanspruchnahme Unterstützung				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 17	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Arbeitskreises zur Vernetzung/zum Austausch von Fachkräften				
Beschreibung: Das Format des Arbeitskreises hat sich im Rahmen der Erstellung der Wärmeplanung bewährt und etabliert. Die Fortführung soll den Dialog zwischen Stadtwerken, Verwaltung, Handwerk, Verbänden und weiteren Praxispartner:innen vor Ort unterstützen und als Format genutzt werden, um gemeinsame Projekte anzustoßen und Planungen miteinander abzustimmen. Bei Bedarf Erweiterung um das Format eines Handwerksgipfels.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Kommunikation				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung und ggf. Anpassung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Anzahl Teilnehmende				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: gering				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 18	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Angebots eins Wärmepumpen-Stromtarifs				
Beschreibung: Zur Unterstützung des Ausbaus von Wärmepumpen sollte der Wärmepumpen-Stromtarif der Stadtwerke mit dynamischen Preiselementen weitergeführt werden und als zertifizierter 100%-Ökostromtarif bestehen bleiben.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: interne Abstimmung der Stadtwerke im Vertrieb zum Angebot des Tarifkonzepts				
Wirkungsindikator: Inanspruchnahme (dynamischen) WP-Stromtarifen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: gering				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 19	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Modellquartier für die Energieeffizienzberatung in Serie				
Beschreibung: Angebot an Quartiere, sich zusammenzufinden, eine Energieeffizienzberatung in Serie in Anspruch zu nehmen (ggf. gleiche Bauart aber unterschiedliche Sanierungsstände) und dadurch Kosten zu sparen. Koordination und Aggregation durch die Verwaltung, ggf. über Onlinetool.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Stadtverwaltung, Unternehmen, Handwerksgipfel, Verbraucherzentrale				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Stadt, Konzepterarbeitung für die Koordinierung mit der Energieeffizienzberatung				
Wirkungsindikator: Anzahl Durchführung Energieeffizienzberatung in Serie; Teilnehmendenanzahl				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 20	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Kostenfreier "Abwärme-Check" für Unternehmen und Kanalmessungen				
Beschreibung: Die IAB bieten Unternehmen kostenlos an, ihr Abwärmepotenzial genauer zu bestimmen. Nach einer überschlägigen Prüfung, ob hier ausreichend Potenziale für eine Nutzung der Abwärme vorliegen, können Messungen an den Abwärmeströmen (bspw. Abwasser oder Abluft) vorgenommen werden. Messkampagnen werden auch in Bereichen mit Leitungsquerschnitten >800 und potenziellen Wärmenetzbereichen durchgeführt.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Kommunale Unternehmen				
Akteure: Kommunale Unternehmen, Unternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: interne Abstimmung der IAB zur konkreten Umsetzung				
Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Abwärme-Checks und Kanalmessungen				
Personalaufwand: 0,5 VZÄ				
Sachkosten: interne Personalkosten der IAB				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel IAB				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 21	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Pilot "Technik in Schulen bringen"				
Beschreibung: Aufsetzen eines Programms, das technische Praxis in die Schulen bringt und Theorie und Praxis vereint. Beispielhaft die Theorie und praktische Umsetzung eines hydraulischen Abgleichs. Die Erstellung des Programms erfolgt in enger Absprache zwischen Stadtwerken, Handwerk und Schulen und wird bei Bedarf durch die Verwaltung koordiniert				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Handwerksgipfel Akteure: Handwerksgipfel, Bildungseinrichtung, Handwerksgipfel, Stadtwerke, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufsetzen Programm und konstituierendes Treffen einer Planungsgruppe - ggf. Erarbeitung im Rahmen des Handwerksgipfels Wirkungsindikator: Anzahl teilnehmende Schulen				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ Sachkosten: ca. 5.000 EUR für Öffentlichkeitsarbeit Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 22	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung und Ausbau des "UNTERNEHMEN-ZUKUNFT"-Netzwerks				
Beschreibung: Fortführung und Ausbau des "UNTERNEHMEN ZUKUNFT"-Netzwerks im Kreis Herford für eine Stärkung des Informationsangebots für Gewerbe und Industrie. Durch den Erfahrungsaustausch über das Netzwerk werden die Grundlagen für Investitionen in einen effizienteren, klimaschonenden und nachhaltigen Energieeinsatz gebildet. Hierfür sollte das Netzwerk für weitere Interessierte geöffnet und entsprechend beworben werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Wirtschaftsförderung				
Akteure: Wirtschaftsförderung, Stadtwerke, Stadtverwaltung, Handwerksgipfel, Unternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung und ggf. Anpassung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Anzahl Netzwerkteilnehmende; Anzahl Netzwerk-Termine; Umfrage "durch diese Maßnahme angestoßene Prozesse & Maßnahmen"				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 23	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung einer Veranstaltungsreihe zum Dialog der Bürger:innen mit den Stadtwerken				
Beschreibung: Eine Veranstaltungsreihe zum Dialog der Bürger:innen mit den Stadtwerken sollte geprüft werden. Es bietet sich an, gezielte Informationsveranstaltungen durchzuführen, die sich an den Bedarfen der verschiedenen Eignungsgebiete orientieren. In Gebieten mit dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen können "Wärmepumpengipfel" durchgeführt werden, bei denen Gebäudeeigentümer:innen in den Kontakt mit Fachleuten (z.B. aus dem Handwerk) kommen. In Wärmenetzgebieten (inkl. Prüfgebiete) können "Fernwärmegipfel" die Bürger:innen über die geplanten Erschließungszeitpunkte sowie über das Angebot von Interimslösungen durch die Stadtwerke (siehe Maßnahme "Interimslösungen Wärmenetze") informieren. Zudem können durch "Nahwärmegipfel" lokale Akteure bei der Umsetzung dezentraler Nahwärmenetze in Bereichen unterstützt werden, die von den Stadtwerken nicht priorisiert werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Handwerksgipfel, Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung der geeigneten Gebiete, Konzepterarbeitung für die Durchführung der jeweiligen Veranstaltungen Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Dialogveranstaltungen; Teilnehmendenanzahl				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: gering Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 24	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Kommunikationsstrategie				
Beschreibung: Fortführung & Verstetigung der Maßnahmen aus der Kommunikationsstrategie				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Kommunikation				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, Stadtwerke, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Festlegung der Kommunikationsformate, regelmäßige Erarbeitung von Inhalten Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert (abhängig von den Maßnahmen der Kommunikationsstrategie)				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: externer Unterstützungsbedarf durch Verwaltung zu prüfen, Sachkosten anzupassen, wenn Unterstützungsbedarf feststeht Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 25	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Austauschs bzw. der Kooperation zwischen den Stadtwerken in der Umgebung von Herford				
Beschreibung: Weiterführung bzw. Etablierung eines (regelmäßigen) Austauschs zwischen den Stadtwerken in der Umgebung von Herford, insbesondere zur Transformation des Wärmesektors und Wärmenetzlösungen. Im Rahmen einer interkommunalen Wärmeplanung können Kooperationsvereinbarungen und Wissensaustausch zwischen umliegenden Kommunen bzw. deren Stadtwerken gefördert werden. Mögliche Themen für den Austausch sind bspw. die gemeinsame Erschließung und Nutzung von Geothermie- und Flussthermiefpotenzialen oder Absprachen bzgl. der Nutzung oder Produktion von Wasserstoff.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Evaluierung "durch die Maßnahme angestoßene Projekte und THG-Emissions-Einsparungen"				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: vor allem mit Blick auf Wasserstoff /Geothermie/Flussthermie auszubauen				

Maßnahmennummer: 26	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung eines Herforder Wärmewendefonds				
Beschreibung: Prüfung eines Fonds, analog zu „heidelberg KLIMA-INVEST“. Dadurch können Bürger:innen direkt in den Ausbau von erneuerbaren Energien, den Bau des Wärmenetzes oder Sanierungsmaßnahmen investieren. So können Bürger:innen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und gleichzeitig finanziell davon profitieren. Ebenfalls wird die Akzeptanz der Wärmewende durch die Möglichkeit der Teilhabe gefördert.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Technisches Handlungsfeld: Dekarbonisierung der Wärmeversorgung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung, Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Abstimmung in den Stadtwerken zum Aufbau eines Fonds				
Wirkungsindikator: Entwicklung Umfang Wärmewendefonds (in €)				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: ggf. Kosten für rechtliche Beratung				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 27	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Unterstützung für bedarfsgerechte Wohnraumgrößen				
Beschreibung: Ziel dieser Maßnahme ist es, den Wohnraumbedarf zu senken. So können Emissionen reduziert werden, die bspw. beim Beheizen großer Wohnflächen entstehen. Dazu soll insbesondere älteren Menschen das Wohnen in bedarfsgerechten Wohnungen ermöglicht und gleichzeitig Wohnraum für größere Mehrpersonenhaushalte vermittelt werden. Eine Option stellt dabei das Aufsetzen eines Pilotprojekts zum Wohnungstausch dar, welches in Form eines unterstützenden Umzugsmanagements entwickelt wird. Zudem sollten Informationen zu altersgerechten Wohnungen bereitgestellt werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit Technisches Handlungsfeld: Effizienz (Sanierung)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung, -				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Informationsbereitstellung, Konzepterarbeitung für Umzugsmanagement Wirkungsindikator: Inanspruchnahme Wohnungstausch				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: keine Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 28	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Zeitlich begrenzte Reduktion der Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen				
Beschreibung: Für die Gestattung der Nutzung der öffentlichen Straßen und Wege zur Verlegung von Wärmenetzen werden von Kommunen Sondernutzungsgebühren (Konzessionsabgaben) erhoben, die entsprechenden Vereinbarungen unterliegen der Vertragsfreiheit. Es wird empfohlen, dass die Stadt Herford künftig auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen, die mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme betrieben werden, für einen begrenzten Zeitraum die Gebühren verringert. Grundsätzlich sollten die Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) an der spezifischen CO ₂ -Fracht der transportierten Wärme bemessen werden. Bestehende Gestattungsverträge können dementsprechend angepasst werden. Die Reduktion der Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) ermöglicht eine aus Verbraucher:innen-Perspektive attraktivere Preisgestaltung für Wärmenetzleitungen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete) Technisches Handlungsfeld: Infrastruktur				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung,				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Anpassung der Verträge Wirkungsindikator: angepasste Konzessionsabgaben				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: Mindereinnahmen durch Verzicht auf Konzessionsabgaben Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: Maßnahme nicht im Fokus und depriorisiert zu betrachten				

Maßnahmennummer: 29	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete: Neubau
Maßnahmen-Titel: Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Neubau (GHD & Wohnen)				
Beschreibung: Die Festsetzung von Verbrennungsbeschränkungen erfolgt über Bebauungspläne im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung. In allen Neubaugebieten sollte die Prüfung einer Beschränkung für die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und fester Biomasse zu Heizzwecken vorangetrieben werden. Bei der Festsetzung muss die Verhältnismäßigkeit des Eingriffs beachtet werden. Diese dürfte gegeben sein, wenn das Verwendungsverbot oder die -beschränkung nach dem Stand der Technik für die Betroffenen realisierbar und den Gebäudeeigentümer:innen wirtschaftlich zumutbar ist. Das bedeutet, dass im Geltungsbereich des B-Plans die Wärmeversorgung auf andere Weise (z.B. Fernwärme oder Wärmepumpen) sichergestellt werden kann. Ein Verbot der Verwendung fossiler Brennstoffe aus Klimaschutzschutzgründen ist nach den Grundsätzen der Bauleitplanung, insb. vorbehaltlich der Beachtung des Abwägungsgebots, nach herrschender Meinung zulässig.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung Technisches Handlungsfeld: Ordnungsrecht				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung,				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung zur Umsetzung im Neubau, Festsetzung in B-Plänen Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag , Neubaugebiete i.d.R. bereits heute ohne Gasnetz geplant Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: ggf. Ablösung durch Null-Emissionsstandard für Neubauten im Rahmen der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie				

Maßnahmennummer: 30	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Bestand in geeigneten Teilgebieten				
<p>Beschreibung: Eine Verbrennungsbeschränkung kann einen nennenswerten Beitrag zum Wechsel von Öl und Gas zu Erneuerbaren Energien und strombasierten Lösungen leisten. Ziel der Maßnahme ist die Prüfung und Einführung von Verbrennungsbeschränkungen im Bestand. Hierzu soll ein laufendes Monitoring der Entwicklungen in Bezug auf umgesetzte Best-Practice-Beispiele etabliert und eine individuelle Prüfung für Bestandsbereiche initiiert werden.</p> <p>Die bauleitplanerischen Festsetzungsmöglichkeit von Verbrennungsverboten fossiler Brennstoffe gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23 a) BauGB sollen für Bestandsgebiete überprüft werden, um zukünftig den Einbau solcher Verbrennungstechnik zu verhindern;</p> <p>Ausnahmen sind dabei zu regeln, sofern im Geltungsbereich einzelner Bebauungspläne außergewöhnliche Verhältnisse eine Umstellung des Brennstoffes mehr als im Regelfall erschweren. Ein Verbot der Verwendung fossiler Brennstoffe aus Klimaschutzschutzgründen ist nach den Grundsätzen der Bauleitplanung, insb. vorbehaltlich der Beachtung des Abwägungsgebots, nach herrschender Meinung zulässig. Dem steht der in Bestandsgebieten grds. vorhandene Bestandsschutz nicht entgegen, weil das (stoffbezogene) Verbrennungsverbot nur bei Neuanschaffung von Anlagen und solchen Umbauten oder Erweiterungen bestehender Anlagen greift, die nicht mehr vom Bestandsschutz gedeckt sind.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Technisches Handlungsfeld: Ordnungsrecht				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung,				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung zur Umsetzung im Bestand, Festsetzung in B-Plänen				
Wirkungsindikator: Anzahl der festgesetzten Bestandsgebiete mit Verbrennungsbeschränkungen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: ggf. Ablösung durch Null-Emissionsstandard für Bestandsgebäude im Rahmen der EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie				

Maßnahmennummer: 31	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete: Wärmenetzausbau
Maßnahmen-Titel: Anschluss- und Benutzungsgebot Nahwärme				
Beschreibung: §13 Kommunalverfassungsgesetz Festsetzung von Anschlusszwang in Nahwärmegebieten auf Basis der Ergebnisse der Quartiersstudien, um die Umsetzung sicherzustellen und Investitionssicherheit zu schaffen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete) Technisches Handlungsfeld: Ordnungsrecht				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Absprache mit Wärmenetzbetreibern zur Notwendigkeit der Maßnahme, Erarbeiten von Nahwärmesatzungen mit Ausnahme- und Übergangsregelungen für vorhandene Heizanlagen, parallel Prüfung der Preisgestaltung. Wirkungsindikator: Anzahl Fälle, die unter den Anschlusszwang fallen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Maßnahme nicht im Fokus und depriorisiert zu betrachten				

8 MONITORINGKONZEPT

8.1 Einführung Monitoring

Das Monitoring ist Teil des Controlling-Prozesses und umfasst eine Vielzahl von eigenen Prozessen zur Sammlung und Überprüfung von quantitativen und qualitativen Daten. Ziel ist hierbei das permanente Überprüfen des Maßnahmenfortschritts. Beim Monitoring wird zwischen zwei verschiedenen Grundprinzipien unterschieden: **Top-down und Bottom-up**. Das Top-down-Monitoring erfolgt über erhobene Statistiken, durch welche Rückschlüsse auf einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete gezogen werden. Es werden z.B. Energieverbräuche oder Verkaufszahlen von Geräten betrachtet. Ein Blick auf den Erfolg der Wärmepumpen in seiner Gesamtheit bietet das Top-down Monitoring über einen THG-Bericht, welcher die Emissionen erfasst und den Fortschritt der Emissionsminderungen innerhalb des Wärmesektors im Zeitverlauf darstellt. Das Bottom-up-Monitoring erfolgt auf der Ebene der Maßnahme, indem die durch sie eingetretene Emissionsminderung möglichst quantifiziert bzw. indirekt durch Indikatoren qualitativ dargestellt wird. Beispielsweise erfolgt bei einer Maßnahme, welche die Umsetzung einer Wärmenetzlösung beinhaltet, eine qualitative und/oder quantitative Erfassung, der hieraus entstehenden THG-Emissionsminderungen und beschreibt somit die Wirkung der Maßnahme.

8.2 Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes

Das Monitoringkonzept in der Wärmeplanung setzt sich – abseits des oben aufgeführten Top-down-Monitorings mithilfe des THG-Berichts – aus der Umsetzungs- und Wirkungskontrolle der Maßnahmen zusammen auf der Ebene des Bottom-up-Monitorings.

Die Umsetzungskontrolle betrachtet den Umsetzungsstand der jeweiligen Maßnahme, z.B. anhand von Meilensteinen oder definierten Aufgaben. Sie gibt einen Hinweis darauf, ob es zu Verzögerungen bei der Zielerreichung kommen kann.

Die Wirkungskontrolle betrachtet explizit die Wirkung der Maßnahme in Bezug auf THG-Emissionen bzw. -Einsparungen. Sie dient der Erfassung und Analyse der Effektivität einer Maßnahme hinsichtlich der beabsichtigten Wirkung, hier der THG-Emissionsminderung. Der Blick ist hier explizit darauf gerichtet, was die Maßnahme initiiert, und nicht was der Maßnahme nachträglich thematisch zuzuordnen ist. Zu beachten ist, dass eine Wirkungskontrolle erst ab einem bestimmten Zeitpunkt der Umsetzung möglich ist.

Nicht alle Klimaschutz-Maßnahmen haben eine direkte Emissionsminderung zur Folge. Vor allem bei vorbereitenden Maßnahmen, welche die notwendigen Rahmenbedingungen für eine signifikante Emissionsminderung schaffen, manifestiert sich eine Emissionsminderung oft erst im späteren Verlauf mittels der Maßnahmen, die die vorbereitende Maßnahme erst ermöglicht (betrifft häufig Maßnahmen, die z.B. die Instrumente Strategie, Ordnungsrecht oder Qualifikation nutzen). Des Weiteren können Sondereffekte (wie z.B. die Auswirkungen der Corona-Pandemie) die kurzfristige Aussagekraft der Emissionsdaten über Klimaschutz-Fortschritte begrenzen oder verfälschen. Als Grundlage für eine bessere Erfolgskontrolle und eine effektivere Steuerung der Emissionsminderungsziele wird empfohlen, Frühindikatoren einzusetzen. Frühindikatoren sind Indikatoren für Wirkung der Maßnahmen(pakete) und liefern damit Hinweise auf den Fortschritt/Nachsteuerungsbedarf der Maßnahmen. Sie sorgen für Transparenz und reduzieren Unsicherheiten, indem sie den Zeitverzug zwischen Erkenntnis und Gegensteuern entscheidend reduzieren. Gleichzeitig ermöglichen Frühindikatoren, die Erkenntnisse aus Top-down und Bottom-up-Monitoring gezielter zu verbinden. Sie werden aus Indikatoren der Maßnahmen-Wirkungskontrolle abgeleitet, erfolgen jedoch statistisch (z.B. Zahl der neu angemeldeten Wärmepumpen). Somit helfen Frühindikatoren bei der Auswertung der Energie- und THG-Bilanz in Bezug auf die Analyse möglicher Planabweichungen und bei der Lösungssuche.

Die Empfehlung des Hamburg Instituts ist eine Kombination des Top-down-Monitorings über die Energie- und THG-Bilanz und eines Bottom-up-Monitorings über die Umsetzungskontrolle sämtlicher und die Wirkungskontrolle ausgewählter Maßnahmenaspekte (siehe Abbildung 68). Die Einordnung der Ergebnisse des Top-down-Monitorings ergibt sich über festgelegte Zwischenziele (Zielerreichungsgrad auf dem Weg der Klimaneutralität). Dies beinhaltet konkret die THG-Emissionsminderung des gesamten Wärmesektors und Erdgas im Speziellen sowie die wachsenden Anteile von Wärmenetzen und Stromnutzung. Ein Bindeglied zwischen Top-down und Bottom-up-Ansätzen bilden die Frühindikatoren. Abseits davon gilt es, die Neubewertung sämtlicher Potenziale vorzunehmen, indem kontinuierlich die vorhandenen Potenziale beobachtet und geprüft werden. Entsprechend folgt daraus die Anpassung von Maßnahmen sowie von Zielwerten und Erfolgskennzahlen für das Monitoring.

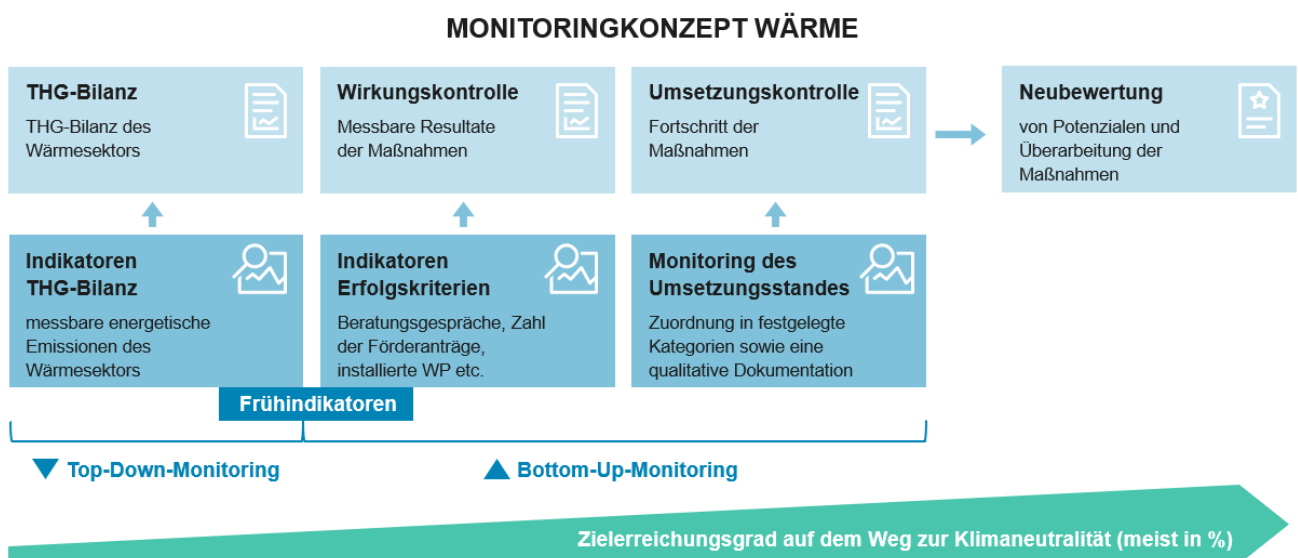


Abbildung 64: Darstellung des Monitoringkonzeptes (eigene Darstellung)

8.3 Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes

THG-Bilanz

Aus der von der Kommune erstellten Energie- und THG-Bilanz werden sämtliche Informationen den Wärmesektor betreffend entnommen. Hierzu zählen die Emissionen des gesamten Wärmesektors sowie deren Aufteilung der Emissionen auf die einzelnen Energieträger. Daten die generell ebenfalls von Interesse sind, sind der Gesamtanteil von Wärmenetzen und Stromnutzung an der Wärmeversorgung.

Anhand der festgelegten Zwischenziele lässt sich in einem ersten Schritt durch das Top-down Monitoring einordnen, ob der sichtbare Trend sich mit den angestrebten Zielwerten deckt, und somit die Maßnahmen in ihrer Gesamtheit effektiv sind. Festgehalten werden kann der zeitliche Verlauf in Abgleich mit den festgelegten Zwischenzielen beispielsweise in einer Excel-Tabelle.

Umsetzungskontrolle

Auf Basis der benannten „Handlungsschritte und Zeitplan“ im Maßnahmenplan kann die Umsetzungskontrolle durchgeführt werden.

Die Umsetzungskontrolle setzt sich aus einer qualitativen und einer Form der quantitativen Beschreibung zusammen. Sofern zutreffend, sollte die qualitative Beschreibung folgende Aspekte thematisieren:

- Welche Umsetzungsschritte wurden bis jetzt vollzogen? Welche Meilensteine sind erreicht?
- Ist die Maßnahme im geplanten Zeitrahmen?
 - Bei Verzug: Warum (personelle/finanzielle Engpässe etc.)? Welche Maßnahmen wurden dagegen ergriffen?
 - Bei frühzeitigerer Umsetzung von Meilensteinen: Gibt es hieraus Learnings für andere Maßnahmen?

Die sich hieraus ergebenden Erkenntnisse sollten an die relevanten Akteurinnen und Akteure kommuniziert werden.

Neben der qualitativen Beschreibung des Umsetzungsstandes wird eine Kategorisierung vorgenommen, die eine schnelle Übersicht über alle Maßnahmen ermöglicht. Hierfür werden folgende Kategorien empfohlen:

- 0 = Neu/nicht begonnen
- 1 = Zuordnung der Zuständigkeit (innerhalb der Verwaltung)
- 2 = In Planung
- 3 = Bereit zur Umsetzung
- 4 = In Umsetzung
- 5 = Abgeschlossen

Die Umsetzungskontrolle sollte häufiger als die Wirkungskontrolle erfolgen, um ein schnelleres Nachsteuern bei Verzug zu ermöglichen. Das Hamburg Institut empfiehlt für zeitkritische und priorisierte Maßnahmen ein kurzes Kontrollintervall zu definieren (z.B. vierteljährlich), und ansonsten jährlich die Umsetzungskontrolle durchzuführen. Die Ergebnisse der Umsetzungskontrolle können als Bericht und/oder als Excel-Tabelle aufbereitet werden.

Wirkungskontrolle

Die Aufbereitung der Ergebnisse der Wirkungskontrolle kann in unterschiedlichen Formen erfolgen: In tabellarischer Form, oder in Berichtsform. Auch die Anschaffung oder Entwicklung eines Tools, in dem die Wirkungskontrolle dokumentiert, dargestellt und weiterverarbeitet werden kann, stellt eine Option dar. Das Zeitintervall der Wirkungskontrolle orientiert sich an den definierten Zwischenzielen zur THG-Minderung.

Für die Wirkungskontrolle der Maßnahmen wurde im Maßnahmenkatalog eine Spalte ergänzt, in der Vorschläge für Wirkungsindikatoren für die jeweilige Maßnahme gelistet werden können bzw. ein Hinweis ergänzt werden kann, wenn die Wirkungskontrolle nachgelagert erfolgt und somit, abhängig von der weiteren Ausgestaltung der Maßnahme oder des Maßnahmenergebnis, zu einem späteren Zeitpunkt Wirkungsindikatoren festgelegt werden müssen. Dies betrifft insbesondere vorbereitende Maßnahmen. Es ist zu beachten, dass, abhängig vom Aufbau der Gesamtmaßnahme, aufgeführte Wirkungsindikatoren ggf. nur Teilaspekte erfassen.

Für bestimmte Maßnahmen kann das Monitoring recht zeit- und kostenintensiv sein und dennoch wenig Aussagekraft haben, weshalb das Bottom-up-Monitoring nicht für jeden Maßnahmenbaustein geeignet ist. Es gilt ggf. abzuwägen, für welche Maßnahmen eine Wirkungskontrolle nur mit unverhältnismäßigem Aufwand zielführend durchzuführen bzw. wenig aussagekräftig ist. Bei den Indikatoren zur Wirkungskontrolle ist es wichtig, die konkrete Zielgruppe und den Zielgruppenumfang von Anfang an zu dokumentieren, um entsprechende Ziele festzusetzen und die Ergebnisse des Monitorings einzuordnen.

Neubewertung von Potenzialen

Die regelmäßige Überprüfung von Minderungspotenzialen der THG-Emissionen ist wichtig, um Zielverfehlungen oder Verzug bei Maßnahmen auszugleichen. Eine Neubewertung beinhaltet den Blick auf Veränderungen politischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen sowie technologischen Fortschritt. Diese Neubewertung betrifft sämtliche Themen, die bereits in der Potenzialanalyse betrachtet wurden. Beispiele hierfür sind die Anpassung von Förderprogrammen, technologische Potenziale und Innovation, Änderungen des regulatorischen Rahmens auf EU-, Bundes- und Landesebene, Änderung in der Flächennutzung und Änderungen in den Kostenstrukturen von Technologie und/oder Energieträgern.

Empfehlung der Frühindikatoren

Folgende Frühindikatoren eignen sich zum Top-down-Monitoring der Wärmeplanung:

Frühindikator	Datenquelle	Ziel 2030	Ziel 2045
Erdgasverbrauch	Daten Stadtwerke	441 GWh	0 GWh
Wärmeversorgung über Wärmenetz	Daten Netzbetreiber	42 GWh	170 GWh
Anzahl der gemeldeten Wärmepumpen	Daten Stromnetzbetreiber	5.500	17.000
Endenergiebedarf Wärme	THG Bilanz	636 GWh/a (exkl. Umweltwärme)	368 GWh (exkl. Umweltwärme)

Nächste Schritte

Es empfiehlt sich, zunächst die Umsetzungskontrolle in die Maßnahmentabelle zu integrieren und dadurch den Fortschritt der Maßnahmen gut sichtbar zu halten. Konkret bedeutet dies, dass jede der Maßnahmen in eine der vorgeschlagenen Kategorien des Umsetzungsstandes eingeordnet und bei Bedarf eine qualitative Beschreibung hinzugefügt wird (Ergänzung um 2 Tabellenspalten).

Des Weiteren muss spätestens zum Start der Wirkungskontrolle abgewogen werden, ob diese für jegliche Maßnahmen durchgeführt wird, abhängig von dem Verhältnis von Aufwand zu Nutzen.

Um ein fortschreitendes Monitoring zu gewährleisten, empfiehlt es sich, zeitnah einen Zeitplan anhand der genannten Empfehlungen und der individuellen Gegebenheiten festzulegen. Das schriftliche und/oder grafische Dokumentieren des Zeitplans bietet eine umfassende Übersicht und fundierte Grundlage für das Organisieren von weiteren Schritten. Wichtig ist das gemeinsame Verständnis, welche Konsequenzen sich aus dem Monitoring (Umsetzungs-, Wirkungskontrolle und Frühindikatoren) ergeben und zu welchem Zeitpunkt Maßnahmen überarbeitet oder stärker priorisiert werden müssen. Die Umsetzungskontrolle und die Frühindikatoren zeigen, wenn vorhanden, den Nachsteuerungsbedarf beim Controlling an. Die Wirkungskontrolle und die Frühindikatoren geben Hinweise darauf, ob eine Maßnahme insgesamt Überarbeitungsbedarf hat bzw. effektiv ist und in der Form weitergeführt werden sollte.

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Verwaltungsgebiet der Stadt Herford	6
Abbildung 2: Baualtersklassen in Herford	7
Abbildung 3: Darstellung der Gebietstypen in Herford	8
Abbildung 4: Überwiegende Gebäudetypen baublockbezogen	9
Abbildung 5: Anteil der Wohnfläche im Baublock.....	10
Abbildung 6: Emissionen der verschiedenen Sektoren nach Energieträger	11
Abbildung 7: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Energieanteil ...	11
Abbildung 8: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Anteil an den Emissionen	12
Abbildung 9: jährliche Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten nach Sektor und Energieträger	12
Abbildung 10: Wärmeverbrauchsichten in Herford in MWh/ha	17
Abbildung 11: Kartografische Darstellung der Wärmelinienichten in Herford	18
Abbildung 12: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Herford	19
Abbildung 13: Darstellung der Energieträgeranteile in den Stadtteilen von Herford	20
Abbildung 14: Lage des Gasnetzes ins Herford	21
Abbildung 15: Bestandswärmenetze in Herford	22
Abbildung 16: Abwasserkanäle mit Nennweite in Herford	23
Abbildung 17: BHKWs in Herford	24
Abbildung 18: Wärmebedarf 2025 auf Baublockebene	25
Abbildung 19: Wärmebedarf 2030 auf Baublockebene	25
Abbildung 20: Wärmebedarf 2035 auf Baublockebene	26
Abbildung 21: Wärmebedarf 2040 auf Baublockebene	26
Abbildung 22: Wärmebedarf 2045 auf Baublockebene	27
Abbildung 23: Wärmebedarfe der verschiedenen Sektoren für die Jahre 2030-2045	28
Abbildung 24: Kartografische Verordnung der Straßenzüge mit Wärmelinienichte > 5 und der Bestandsnetze	29
Abbildung 25: Vorhandenes Bioenergie Potenzial von Herford in GWh/a	34
Abbildung 26: Bioenergie Potenzial von Herford nach Einordnung der Umweltverbände in GWh/a	35
Abbildung 27: Farbliche Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen	38
Abbildung 28: Wärmeleitfähigkeit für Erdwärmesonden im Bereich Herford	39
Abbildung 29: Potenzial der Erdwärmekollektoren	40
Abbildung 30: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung des eigenen Grundstücks	42
Abbildung 31: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung von Wärmenetzen im Quartier	43

Abbildung 32: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar, et al., 2014) für Herford und Umgebung.	45
Abbildung 33: Mit aus GeotIS (Agemar, et al., 2010) erstellter Vertikalschnitt entlang der gedachten Verbindungslinie von Gehlenbrink über Herford bis nach Bad Salzuflen.....	46
Abbildung 34: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Herford.	47
Abbildung 35: Modellierter Durchfluss in Herford und Temperatur in Löhne der Werre für das Jahr 2023	49
Abbildung 36: Auskühlung der Werre in Abhängigkeit der Menge und der Auskühlung des Entnahmestroms ...	50
Abbildung 37: Wärmeerzeugungsmengen bei einem Entnahmestrom von 3.200 m³/h im Jahr 2023 für Auskühlungen bis 8 K mit einer JAZ von 3,5 für die Nutzung der Wärmepumpe während des gesamten Jahres und der ausschließlichen Nutzung während der Heizperiode	50
Abbildung 38: Abwasserkanäle mit einem Nenndurchmesser von größer DN 800	52
Abbildung 39: Standort der Abwasserreinigungsanlage	53
Abbildung 40: Thermische Erzeugungsmenge am Ablauf des Klärwerks über Auskühlungen bis 8 K und thermischen Leistungen der Wärmepumpe bis 60 MW	54
Abbildung 41: Potenzielle Eignungsgebiete für die Nutzung einer Grundwasser-Wärmepumpe	55
Abbildung 42: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie	59
Abbildung 46: Kartografische Heatmap der gewerblichen und industriellen Abwärmeequellen mit Gewichtung der Nutzbarkeit.....	63
Abbildung 47: Zusammenfassung der Potenziale	64
Abbildung 48: Energiepreisannahmen (basierend auf (Mendelevitch, et al., 2024), (BDEW, 2024) (Thomsen, et al., 2022) und eigenen Berechnungen	66
Abbildung 49: WG 1 sanierter Zustand	77
Abbildung 50: WG 1 Ausgangszustand.....	77
Abbildung 51: WG 2 sanierter Zustand	78
Abbildung 52: WG 2 Ausgangszustand.....	78
Abbildung 53: WG 3 sanierter Zustand	79
Abbildung 54: WG 3 Ausgangszustand.....	79
Abbildung 55: WG 4 sanierter Zustand	80
Abbildung 56: WG 4 Ausgangszustand.....	80
Abbildung 57: Endenergiebedarfe nach Energieträger in den Stützjahren bis 2045	82
Abbildung 58: Endenergiebedarf und Sektoren in den Stützjahren bis 2045.....	82
Abbildung 59: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO ₂ äq inkl. Vorketten bis 2045	83
Abbildung 60: Treibhausgasemissionen der Sektoren in CO ₂ äq inkl. Vorketten bis 2045.....	83
Abbildung 61: Übersichtskarte der Bereiche mit erhöhtem Energieeinsparungspotenzial	84

Abbildung 62: Darstellung der Straßenabschnitte Bereiche mit hoher Wärmelinienichte und mindestens 10 Gebäuden im Straßenabschnitt	97
Abbildung 63: Heatmap der Verfügbarkeit dezentraler Potenziale	98
Abbildung 64: Anzahl an Ankerkunden in den Baublöcken.....	99
Abbildung 65: Darstellung der Wärmenetzausbaubereiche	100
Abbildung 66: Darstellung der Wärmenetzausbaubereiche und Wahrscheinlichkeiten für den Wärmenetzbau in den übrigen Bereichen.....	101
Abbildung 67: Darstellung des Monitoringkonzeptes (eigene Darstellung).....	158

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Einwohner:innen und Fläche von Nordrhein-Westfalen und Herford	29
Tabelle 2: Technisches Brennstoffpotenzial von NRW und Herford in GWh (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).....	29
Tabelle 3: Anzahl Tiere in Nordrhein-Westfalen und Herford (IT.NRW, 2023)	32
Tabelle 4: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Herford berechnet (IT.NRW, 2023).....	32
Tabelle 5: Biogasertrag Gülle/Mist von Tieren (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum)	33
Tabelle 6: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Herford. Die in Klammern aufgeführten Werte wurden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potentialen aufzuspannen.....	44
Tabelle 7: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Herford: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014).....	45
Tabelle 8: Modellierter Durchflusswerte der Werre im Bereich Herford nach LANUV	49

11 LITERATURVERZEICHNIS

- Simon Pezzutto et al., 2019. *D2.3 WP2 Report – Open Data Set for the EU28*, s.l.: Hotmaps Project.
- Agemar, T. et al., 2014. *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*, s.l.: ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agemar, T. et al., 2010. *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*, s.l.: ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agentur für Erneuerbare Energien, 2013. *Potenzialatlas, Bioenergie in den Bundesländern*, s.l.: s.n.
- Agora Energiewende, 2023. *Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielfunkpatible Transformation..* Berlin: s.n.
- Amt für Kataster und Vermessung des Kreises Herford, 2022. *Geoportal Kreis Herford*, Herford: Amt für Kataster und Vermessung des Kreises Herford.
- Bahret, C. & Eltrop, L., 2020. *Online Wärmekostenrechner*. Stuttgart: Universität Stuttgart Institut für rationelle Energieanwendung.
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, kein Datum *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*. [Online]
Available at:
https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=49%2Cb&anker0=substratanker#substratanker
[Zugriff am 17. Oktober 2023].
- Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, 2020. *Bewertung Masterplan Geothermie*, München: s.n.
- BDEW, 2024. [Online]
Available at: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/>
- Berger, 2011. *Wärmetauscher in oberirdischen Gewässern*. Deggendorf: Wasserwirtschaftsamt Deggendorf.
- Bettgenhäuser, K. et al., 2011. *Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Bezirksregierung Köln; Abteilung 7 Geobasis NRW, 2024. *Energieatlas NRW*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas.nrw.de/maps/Energieatlas/Waermekataster.aspx#div1>
- Bezirksregierung Detmold, 2024. *Regionalplan OWL*, Detmold: Regionalplanungsbehörde Dezernat 32.
- Bracke, R. et al., 2022. *Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland | Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende*, Bochum: s.n.
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 2020. *Leitfaden für die Verbesserung des Schutzes gegen Lärm bei stationären Geräten*, s.l.: s.n.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2023. *Verwaltungsgebiete 1:250 000 mit Einwohnerzahlen, Stand 31.12. (VG250-EW 31.12.)*. [Online]
Available at: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/verwaltungsgebiete/verwaltungsgebiete-1-250-000-mit-einwohnerzahlen-stand-31-12-vg250-ew-31-12.html>
[Zugriff am 08.06.2023].

- Bundes-Immissionsschutzgesetz, 2017 Neufassung. *Abschnitt 6.1 - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm-TA Lärm*, s.l.: s.n.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung , 2023. *BMZ*. [Online]
Available at: <https://www.bmz.de/de/themen/energie/erneuerbare-energien/biomasse>
[Zugriff am 14. August 2023].
- Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2023. *Schallrechner*. [Online]
Available at: <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>
[Zugriff am 06 2023].
- Buri, R. & Kobel, B., 2004. *Wärmenutzung aus Abwasser - Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von*, s.l.: s.n.
- Dahms, T. et al., 2017. *Halmgutartige Festbrennstoffe: aus nassen Mooren*, s.l.: Universität Greifswald.
- Daniel-Gromke, J. et al., 2017. *Anlagenbestand Biogas und Biomethan - Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland*, Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH.
- Danish Energy Agency, 2016. *Technology Data - Energy Plants for Electricity and District heating generation*.
Kopenhagen: Danish Energy Agency and Energinet.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2016. *Energieeffizienz bei Büroimmobilien*, Berlin/Köln: s.n.
- Deutsche Umwelthilfe e.V., 2021. *Energetische Biomassenutzung, Positionen der Deutschen Umwelthilfe*, s.l.: s.n.
- e&u energiebüro, 2021. *Aktualisierung der CO₂-Bilanz Herford 2012 - 2019*. Bielefeld: s.n.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum *Faustzahlen*. [Online]
Available at: <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
[Zugriff am 28 Juni 2023].
- Ferstl, J. & Wettberg, N., 2024. *Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern*. München: FFE.
- Flatt, M. S. S. u. W. A., 2019. *Studie zu den regulatorischen Aspekten der Stilllegung von Gasnetzen: Im Auftrag des Bundesamt für Energie: Schlussbericht.*, s.l.: s.n.
- Fraunhofer IWS, 2017. *Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende*. s.l.:s.n.
- Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL, 2017. *Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse.*, s.l.: s.n.
- Geologischer Dienst NRW, 2011. *Geothermie in Nordrhein Westfalen*, Krefeld: s.n.
- Geologischer Dienst NRW, 2019. *Geothermale Charakterisierung von NRW*. [Online]
Available at: https://www.gd.nrw.de/ew_geothermale-charakterisierung-nrw.htm
[Zugriff am 13 05 2024].
- Heumann, A. & Ernst Huenges, 2017. *Technologiebericht 1.2 Tiefengeothermie innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende*, Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum.

Hotmaps project, 2020. *Hotmaps Toolbox*. [Online]

Available at: <https://www.hotmaps.eu/map>

ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2020. *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WPsmart im Bestand"*. Freiburg: s.n.

IT.NRW, L., 2023. *Anbau auf dem Ackerland nach Fruchtarten*, s.l.: s.n.

IT.NRW, L., 2023. *Viehbestand und tierische Erzeugung*, s.l.: s.n.

Janczik, S., 2014. *Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Vorhaben IIb: Stromerzeugung aus Geothermie - Wissenschaftlicher Bericht*, Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft.

Jochum, P. et al., 2017. *Anlagenpotenzial: Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich*, Berlin, Heidelberg: Beuth Hochschule für Technik Berlin und ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.

Keim et al., 2020. *Bewertung Masterplan Geothermie.*, München: s.n.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Nordrhein Westfalen, 2023. *Energieatlas NRW*. [Online]

Available at: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind>
[Zugriff am 17 07 2024].

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023. *Flächenanalyse Windenergie NRW*, Recklinghausen: LANUV-Fachbericht 142.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2024. *Klimaatlas NRW*. [Online]

Available at: <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019. *Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme- LANUV 39*, Recklinghausen: LANUV.

Luhmann, J., 2024. *Kommunen in der Zwickmühle der Wärmewende*. s.l.:Klimawissen e.V..

Mendelevitch, R., Reppening, J., Matthes, F. & Deurer, J., 2024. *Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten*, Dessau-Roßlau: UBA.

Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024. *Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des Landesentwicklungsplans Nordrhein-Westfalen im Rahmen eines beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien (Wind- und Solarenergie) (LEP-Erlass Erneuerbare Energien)*. [Online]

Available at: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&bes_id=50909&aufgehoben=N
[Zugriff am 02 07 2024].

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023. *Kommunale Wärmeplanung - Einführung in den Technikatalog*, s.l.: s.n.

Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2024. *Masterplan Geothermie*, Düsseldorf: MWIKE.

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022. *Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW)*, Düsseldorf: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.

- Müller, A. H. M. K. L. F. M. B. R., 2019. Open Source Data for Gross Floor Area and Heat Demand Density on the Hectare Level for EU 28. *Energies* 12, p. 4789.
- Ober, D. S. & Werner, D. C., 2023. *NABU*. [Online]
Available at: <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/230302-biomasse-nabis-kernforderungen-nabu.pdf>
[Zugriff am 14. August 2023].
- Oberle, S. M. J., 2023. *Die Rolle der Gasverteilnetze im Energiesystem der Zukunft in Deutschland*. Karlsruhe: s.n.
- Öko-Institut e.V., kein Datum *Öko-Institut*. [Online]
Available at: <https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/energie-und-klimaschutz/biomasse-fuer-eine-nachhaltige-nutzung-endlicher-ressourcen/>
[Zugriff am 14. August 2023].
- Peters, M. & Steidle, T., 2022. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*, s.l.: KEA BW.
- Peters, M. et al., 2022. *Technikkatalog kommunale Wärmeplanung*. Karlsruhe: KEA-BW.
- Prognos AG, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Fraunhofer ISI, 2024. *Technikkatalog Wärmeplanung 1.1*, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin: Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. *Klimaneutrales Deutschland 2045 (Zusammenfassung)*. *Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*, s.l.: Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende.
- Sanddrock, M. et al., 2020. *Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefergeothermischer Ressourcen: Abschlussbericht*, s.l.: Umwelt Bundesamt.
- Schwinghammer, 2012. *Thermische Nutzung von Oberflächengewässern*. Freiburg: s.n.
- Seibt, P., Kabus, F. & Hoth, P., 24-29 April 2005. *The Neustadt-Glewe Geothermal Power Plant – Practical Experience in the Reinjection of Cooled Thermal Waters into Sandstone Aquifers*, Antalya, Turkey: Proceedings World Geothermal Congress 2005.
- Senders, J., 2022. *Wärmeplanung und Gaskonzessionen*. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht.
- Statista Research Department, 2023. *Entwicklung der Einwohnerzahl im Landkreis Herford von 1996 bis 2022*. [Online]
Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1137365/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-im-landkreis-herford/>
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2019. [Online]
Available at: <https://region.statistik-nord.de/detail/0000000000100000000/1/>
[Zugriff am 13. Juni 2023].
- TABULA WebTool, 2012. *TABULA WebTool, Institut für Wohnen und Umwelt*. [Online]
Available at: <https://webtool.building-typology.eu/#bm>
[Zugriff am 09.08.2022].

Thomsen, C. & Dr. Liebsch-Dörschner, T., 2014. *Geologische Potenzialanalyse des tiefen Untergrundes Schleswig-Holstein*, Flintbek: Geologischer Dienst - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.

Thomsen, J. et al., 2022. *Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors*. Freiburg / Kassel: Fraunhofer ISE, Fraunhofer IEE.

Ueckerdt, F. et al., 2021. Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. *nature climate change*. Band 11, p. 384–393.

Umweltbundesamt, 2019. *Biogasproduktion aus Gülle und Bioabfall ausbauen*. [Online]
Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/biogasproduktion-aus-guelle-bioabfall-ausbauen>
[Zugriff am 01 August 2023].

Umweltbundesamt, 2024. *Erneuerbare Energien in Zahlen*. [Online]
Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
[Zugriff am 17 07 2024].

Wachsmuth, J. M. J. N. F. W. M. D. V. D. C. K. W. u. Z. A., 2019. *Roadmap Gas für die Energiewende - Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors*, s.l.: Umweltbundesamt.

Zensus,, 2011. *Gebäude und Wohnungen sowie Wohnverhältnisse der Haushalte*, s.l.: s.n.

Zimmermann, T., 2021. *Beitrag des Wärmesektors zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in Energiesystemen mit Sektorenkopplung*. Hamburg: Technische Universität Hamburg.

Zipse, A., 2022. *Ökogas-Barometer: Infos zur Lage auf dem Ökogasmarkt 2022*, s.l.: s.n.

KONTAKT

Felix Landsberg

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

Paul-Neumann-Platz 5

22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-35

landsberg@hamburg-institut.com

www.hamburg-institut.com