

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT NORTHEIM

Hamburg, 05.05.2026

Version 2 vom 05.05.2026

HIC Consulting GmbH: Felix Landsberg, Justus Börms, Maja Overberg, Marleen Greenberg, Navina Ehlers, Laura Miranda Meyer

INHALT

1	Rahmen und Ziel der Kommunalen Wärmeplanung.....	1
2	Bestandsanalyse	3
2.1	Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen	3
2.2	Energie- und Treibhausgasbilanz	7
2.3	Energieinfrastruktur (Gas-, Strom- und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher) ..	9
2.4	Prozesswärme.....	17
3	Potenzialanalyse.....	18
3.1	Potenziale zur Energieeinsparung (für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme).....	19
3.2	Potenziale erneuerbare Energien und Abwärmepotenziale.....	20
3.2.1	Solarthermie und Photovoltaik	20
3.2.2	Windkraft	25
3.2.3	Biomasse und Abfall	26
3.2.4	Oberflächennahe Geothermie.....	31
3.2.5	Tiefe Geothermie	34
3.2.6	Oberflächengewässer	38
3.2.7	Umgebungsluft.....	44
3.2.8	Grundwasser.....	47
3.2.9	Abwasser	48
3.2.10	Abwärme.....	49
3.2.11	Großwärmespeicher	51
3.2.12	Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	53
4	Zielszenario.....	55
4.1	Versorgungsvarianten	55
4.2	Methodischer Ansatz.....	56
4.2.1	Geringe Wärmegestehungskosten	56
4.2.2	Geringe Realisierungsrisiken und hohes Maß an Versorgungssicherheit.....	56
4.2.3	Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen	57
4.3	Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix.....	58
4.4	Endenergie- und Treibhausgasbilanz	63
4.5	Gebietssteckbriefe für die voraussichtliche Wärmeversorgung	66
4.6	Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	77
5	Umsetzungsstrategie mit Maßnahmenkatalog	83

6	Verstetigungskonzept	107
7	Monitoringkonzept	108
7.1	Einführung Monitoring	108
7.2	Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes	108
7.3	Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes	109
8	Ausblick.....	112
9	Abbildungsverzeichnis	114
10	Tabellenverzeichnis	116
11	Literaturverzeichnis	117

1 RAHMEN UND ZIEL DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG

Die Energiewende stellt Kommunen heute vor die Aufgabe, ihr Wärmesystem grundlegend neu auszurichten. Fossile Energieträger wie Erdgas, auf denen bislang ein Großteil der Wärmeversorgung beruht, verlieren zunehmend an Bedeutung. Für die Stadt Northeim begann dieser Transformationsprozess mit der Beauftragung der Kommunale Dienstleistungen Northeim GmbH mit der Durchführung der kommunalen Wärmeplanung gemäß NKlimaG im Jahr 2024.

Das Land Niedersachsen verfolgt mit dem Klimagesetz das Ziel, spätestens bis 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Für private Haushalte ergibt sich daraus ein erheblicher Transformationsbedarf, da ihr Endenergieverbrauch zu mehr als neunzig Prozent auf Anwendungen der Heiz- und Warmwasserbereitstellung entfällt, die gegenwärtig überwiegend durch Erdgas gedeckt werden. Die künftige Wärmeversorgung wird stärker auf lokal verfügbare Potenziale ausgerichtet sein müssen, wodurch sich abhängig von den spezifischen Gegebenheiten einzelner Quartiere differenzierte Versorgungslösungen entwickeln werden. Diese reichen von individuell ausgelegten Gebäudelösungen bis hin zu gemeinschaftlich organisierten Wärmeversorgungsnetzen.

Um diesen Wandel zu bewältigen, sind verschiedene Bausteine notwendig: die Modernisierung bestehender Wärmeerzeugungsanlagen, Investitionen in Gebäudesanierung, der Ausbau von Strom- und Wärmenetzen sowie ein sozial ausgewogener Übergangsprozess. Da diese Entwicklungen innerhalb der nächsten 15 Jahre erfolgen müssen, ist die Erstellung der Wärmeplanung in Northeim ein wichtiger Schritt, um die anstehenden Transformation rechtzeitig vorzubereiten.

Die kommunale Wärmeplanung stellt hierfür ein strategisches Instrument dar. Sie ist technologieoffen angelegt und verfolgt das Ziel, die künftige Wärmeversorgung langfristig und strukturiert zu gestalten. Ein zentrales Ergebnis ist die räumliche Einteilung des Gemeindegebiets in Gebiete mit unterschiedlichen voraussichtlichen Versorgungsformen, beispielsweise Wärmenetze oder dezentrale Lösungen. Diese Einordnung liefert Orientierung für die Bevölkerung, Unternehmen und die Gemeinde selbst, ohne jedoch rechtsverbindlich zu sein. Vielmehr dient sie als Leitplanke für den anstehenden Umstieg und zeigt, welche Entwicklungen in Northeim besonders plausibel und sinnvoll erscheinen.

Die Erstellung der Wärmeplanung folgt einem klaren methodischen Aufbau:

1. **Bestandsanalyse:** Erfassung der heutigen Wärmeversorgung, der Gebäudestruktur und der energiebezogenen Ausgangslage in Northeim.
2. **Potenzialanalyse:** Bewertung lokaler erneuerbarer Energiequellen und möglicher Effizienzmaßnahmen.
3. **Zielszenario:** Ableitung eines realistischen und langfristig tragfähigen Bilds der künftigen Wärmeversorgung unterteilt in konkrete Teilgebiete.
4. **Strategie und Maßnahmen:** Entwicklung eines Handlungsrahmens inklusive Monitoring, um den Übergang in die Umsetzung zu begleiten.

Rechtliche Orientierung bietet das seit dem 1. Januar 2024 gültige Wärmeplanungsgesetz (WPG), das inhaltlich eng mit dem Gebäudeenergiegesetz verknüpft ist und den übergeordneten Rahmen für die strategische Entwicklung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung vorgibt. Zudem weist auch das Niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG) der Kommune die Aufgabe der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung zu und stellt auch finanzielle Mittel bereit. Ergänzend unterstützen Förderprogramme der Nationalen Klimaschutzinitiative die praktische Umsetzung der daraus abgeleiteten Maßnahmen. Die kommunale Wärmeplanung bildet damit den zentralen Ausgangspunkt für die Wärmewende in Northeim. Sie schafft die Grundlage für einen strukturierten, sozial ausgewogenen und langfristig tragfähigen Transformationsprozess



des lokalen Wärmesystems und ermöglicht eine vorausschauende Ausrichtung der Infrastruktur auf die Anforderungen einer klimaneutralen Zukunft.

2 BESTANDSANALYSE

2.1 Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen

Das Mittelzentrum Northeim befindet sich im Landkreis Northeim in Südniedersachsen, südwestlich des Mittelgebirges Harz und nahe der Universitätsstadt Göttingen. In der Stadt Northeim leben etwa 30.000 Einwohner:innen und das Stadtgebiet umfasst etwa 145 km². Neben der Kernstadt gehören 15 weitere Ortschaften zu Northeim. Besonders Merkmal der Stadt sind die Fachwerkbauten in der Altstadt. Gemeinsam mit den Städten Einbeck, Hann Münden, Duderstadt und Osterode im Harz bildet Northeim das Fachwerk5Eck. Zudem ist die Stadt für die Northeimer Seenplatte bekannt, die als beliebtes Ausflugsziel dient.

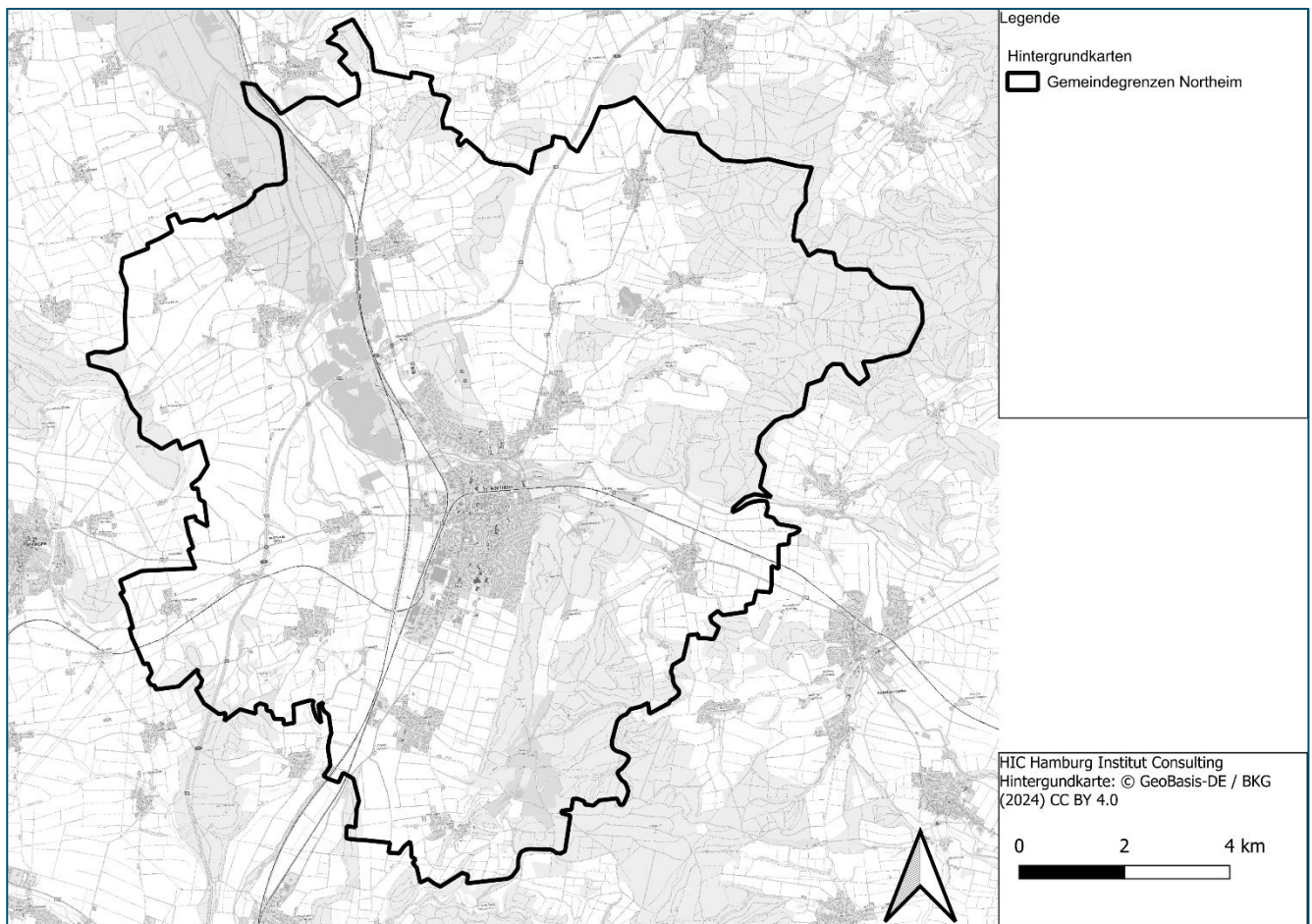


Abbildung 2-1: Verwaltungsgebiet Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

Die bisherige Siedlungsentwicklung in Northeim ist in Abbildung 2-3 dargestellt. Im Stadtkern stammen viele Gebäude aus den Jahren vor 1950 oder wurden zwischen 1958 und 1968 gebaut. Auch in den äußeren Gebieten sind Gebäude vorhanden, die nach eher in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erbaut wurden oder deren Baujahr unbekannt ist.

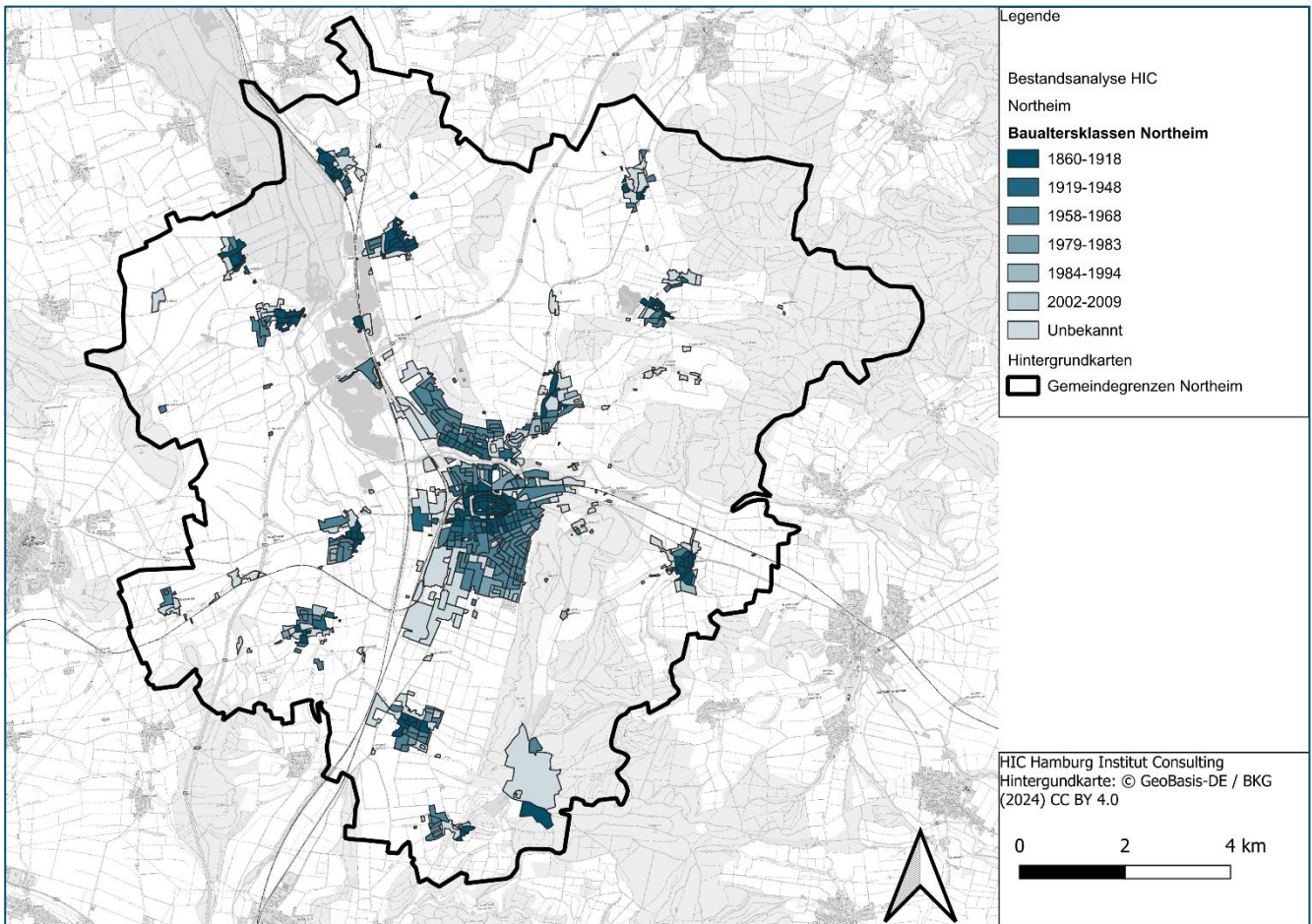


Abbildung 2-2: Darstellung der Baualtersklassen in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

Eine detaillierte Auflösung der überwiegenden Gebäudetypen innerhalb eines Baublocks ist in Abbildung 2-3 dargestellt. Unter „Sonstige“ fallen Gebäudetypen, die nicht eindeutig den restlichen Gebäudetypen zugeordnet werden können. Northeim wird besonders von Gebäuden aus dem Gewerbe, Handel und Dienstleistungen aber auch deutlich von privaten Haushalten geprägt.

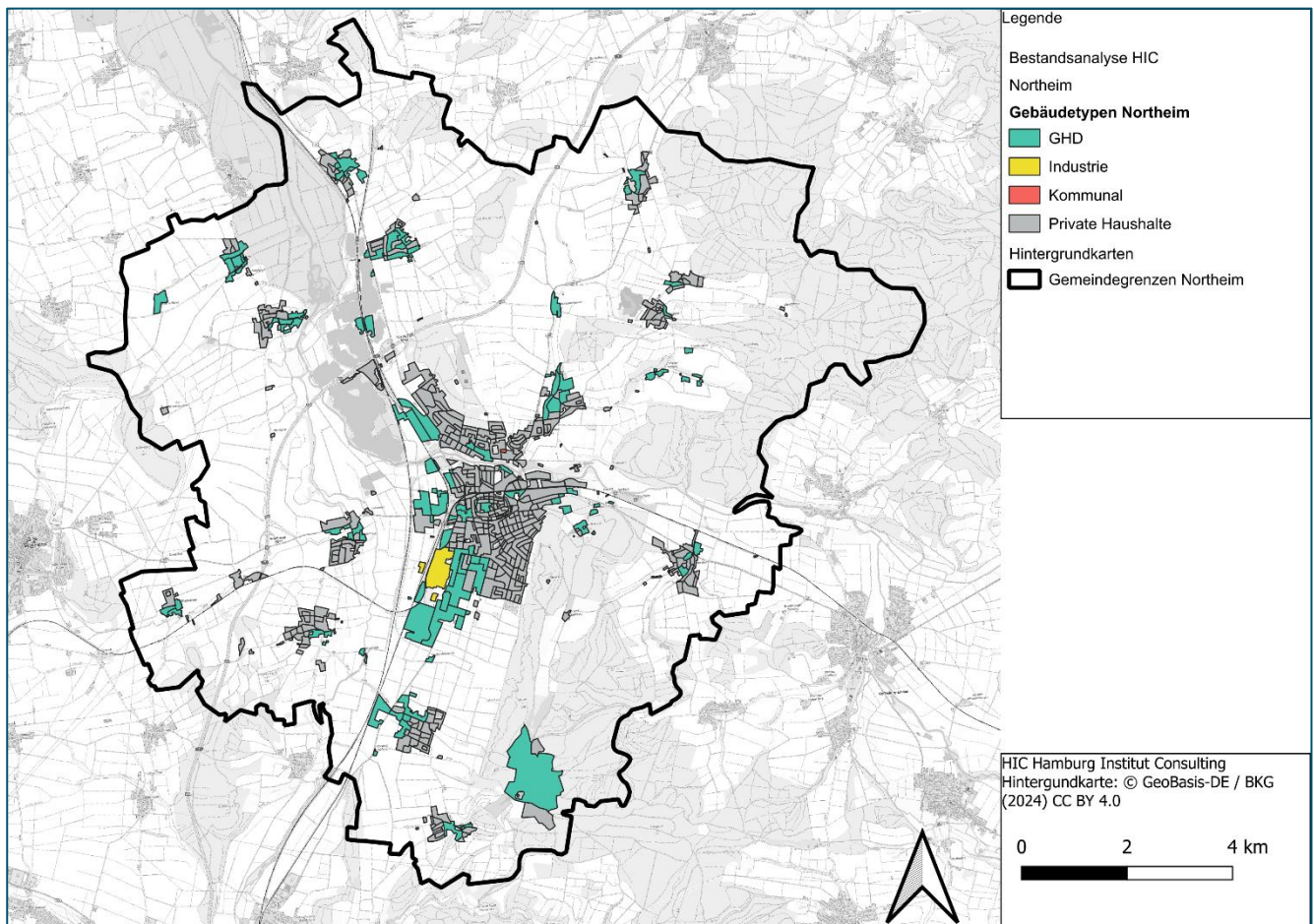


Abbildung 2-3: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen baublockbezogen in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 2-4 ist der Anteil der Wohnflächen im Baublock in Northeim dargestellt.

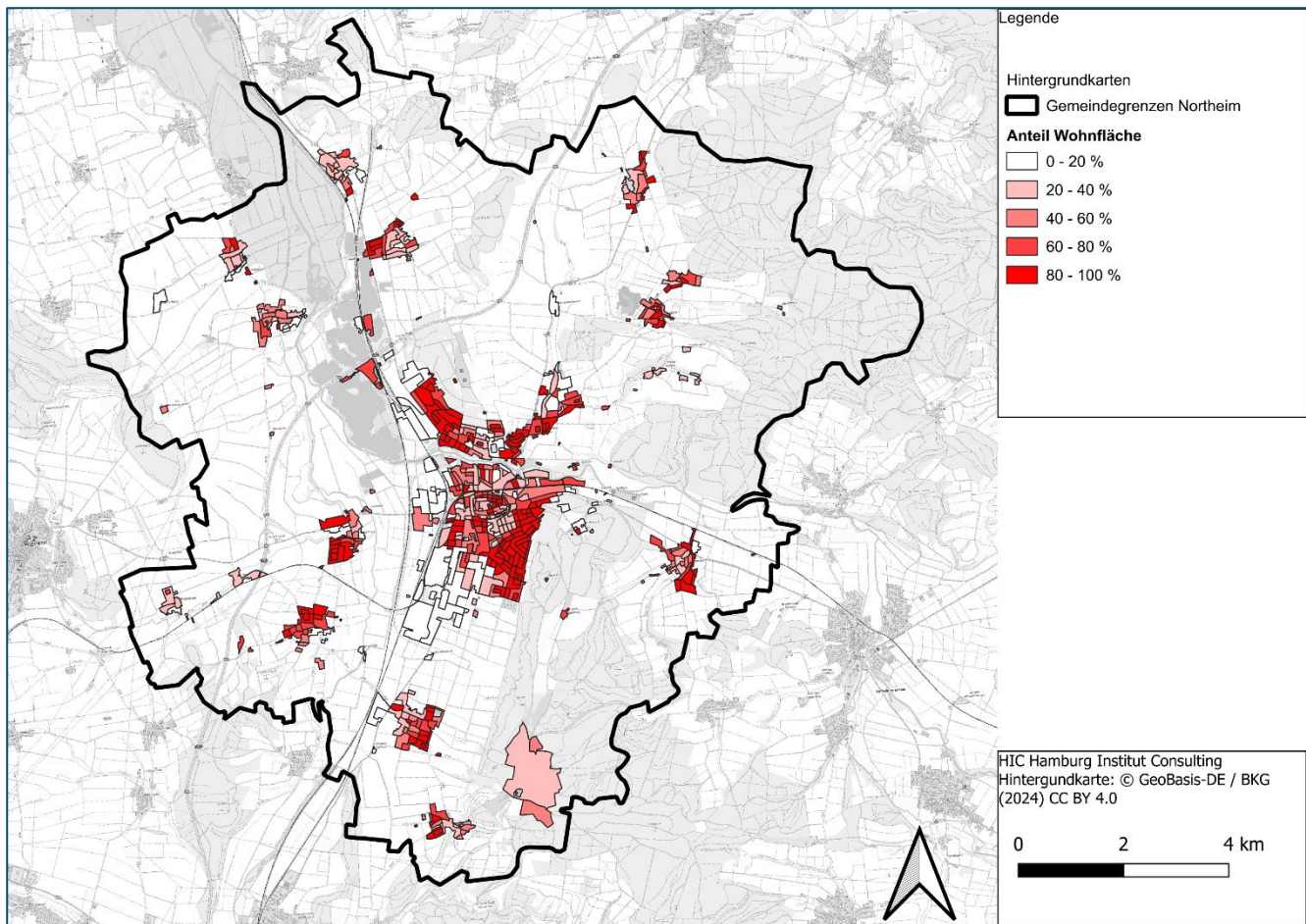


Abbildung 2-4: Anteil der Wohnfläche an der Nutzfläche des Baublocks

Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

In Abbildung 2-5 ist der jährlichen Endenergieverbrauch nach Sektor und Energieträger dargestellt. Der Endenergieverbrauch wird auf 382 GWh/a summiert. Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hatten die privaten Haushalte, die zum größten Teil mit Gas versorgt werden. Im Bereich Industrie und Gewerbe dominiert ebenfalls Gas, aber auch nicht leitungsgebundene Energiequellen wie Öl, Kohle oder Biomasse.

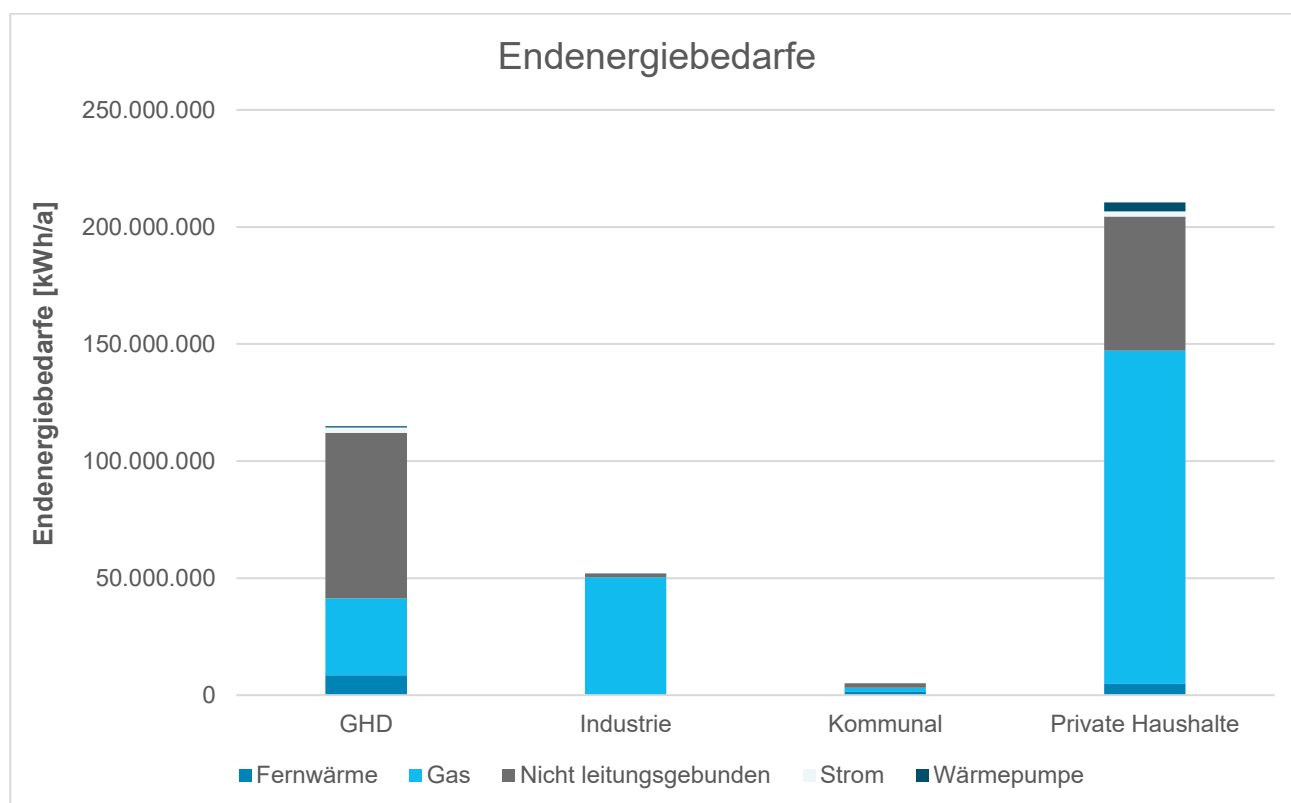


Abbildung 2-5: Endenergiebedarf der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Northeim (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 2-6 sind die jährlichen Emissionen dargestellt. Die Verteilung der Emissionen ergibt ein sehr ähnliches Bild zu dem der Energieträger – private Haushalte haben den größten Anteil und die Verbrennung von Gas führt zum größten Anteil an den Emissionen. In Summe werden aktuell 93.533 t CO₂eq/a durch den Endenergieverbrauch emittiert.

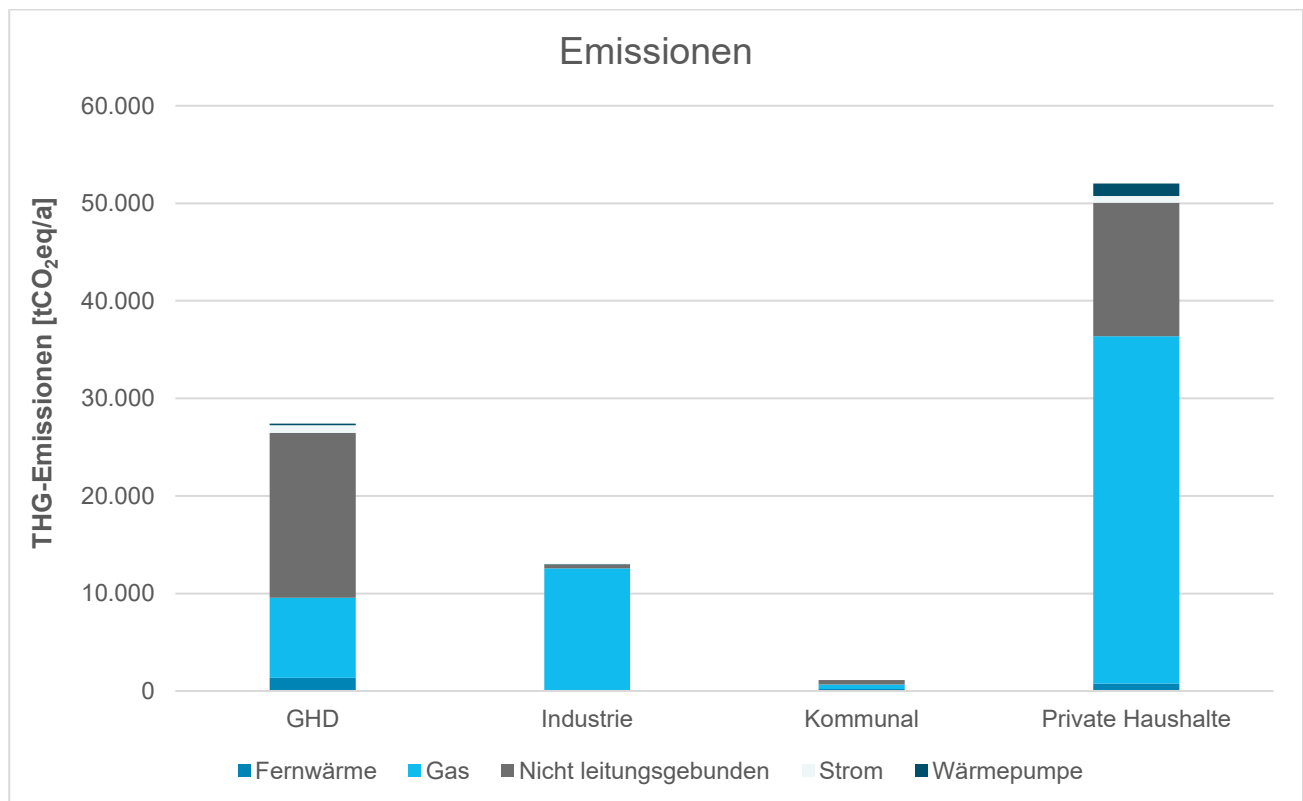


Abbildung 2-6: Emissionen der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Northeim (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

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

Auf der Basis von Verbrauchsdaten werden durchschnittliche räumlich aufgelöste Wärmebedarfe ermittelt. Dabei wird 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 2-7 ist erkennbar, dass die Wärmebedarfsdichte, also der Wärmebedarf pro Hektar (gleich 100x100m) gerade im Stadtkern erhöht ist und in den umliegenden Bereichen sinkt. Eine hohe Wärmebedarfsdichte kann ein Indikator für sehr hohe absolute Wärmebedarfe oder schlechte Sanierungszustände sein.

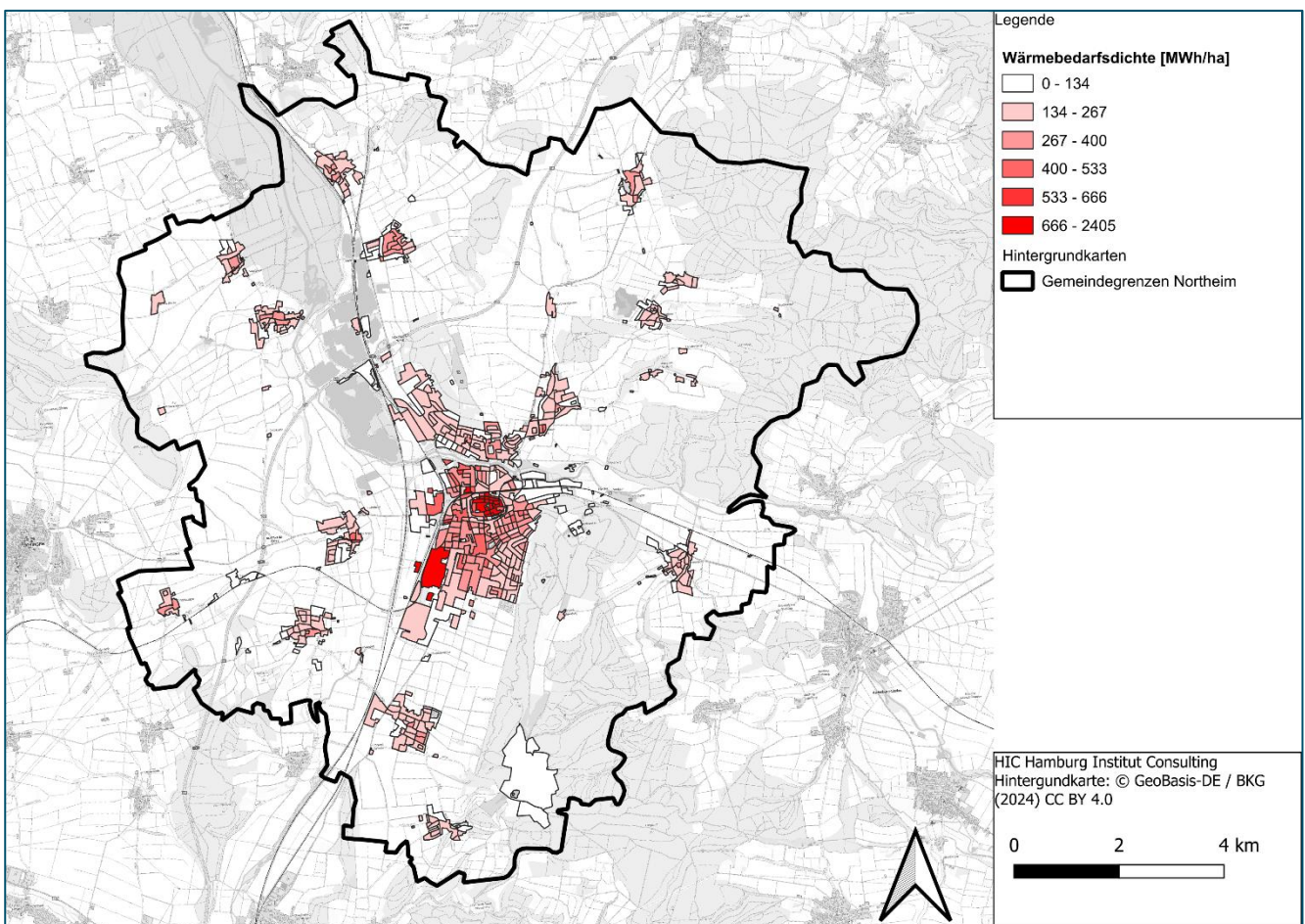


Abbildung 2-7: Wärmebedarfsdichten in Northeim in MWh/ha, Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Wärmelinien-dichte ist ein Indikator für das Wärmenetzpotenzial im Gebiet. Sie setzt die Wärmebedarfsmengen ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts und wird in MWh pro m Straße/Trassenlänge angegeben. Je höher die abgegebene Wärmemenge pro Leitungsmeter, desto effizienter lassen sich die Fixkosten auf die versorgten Einheiten verteilen. Dies ermöglicht eine kostengünstigere Bereitstellung der Wärme und verbessert somit die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Netzes erheblich. Die Wärmelinien-dichte in Northeim ist in Abbildung 2-9 dargestellt. Hohe Wärmelinien-dichten finden sich vermehrt in der Innenstadt sowie deren Umgebung, vor allem südlich entlang der Göttinger Straße. Aber auch am Mittelweg, in Edesheim und Hohnstedt finden sich hohe Wärmelinien-dichten.

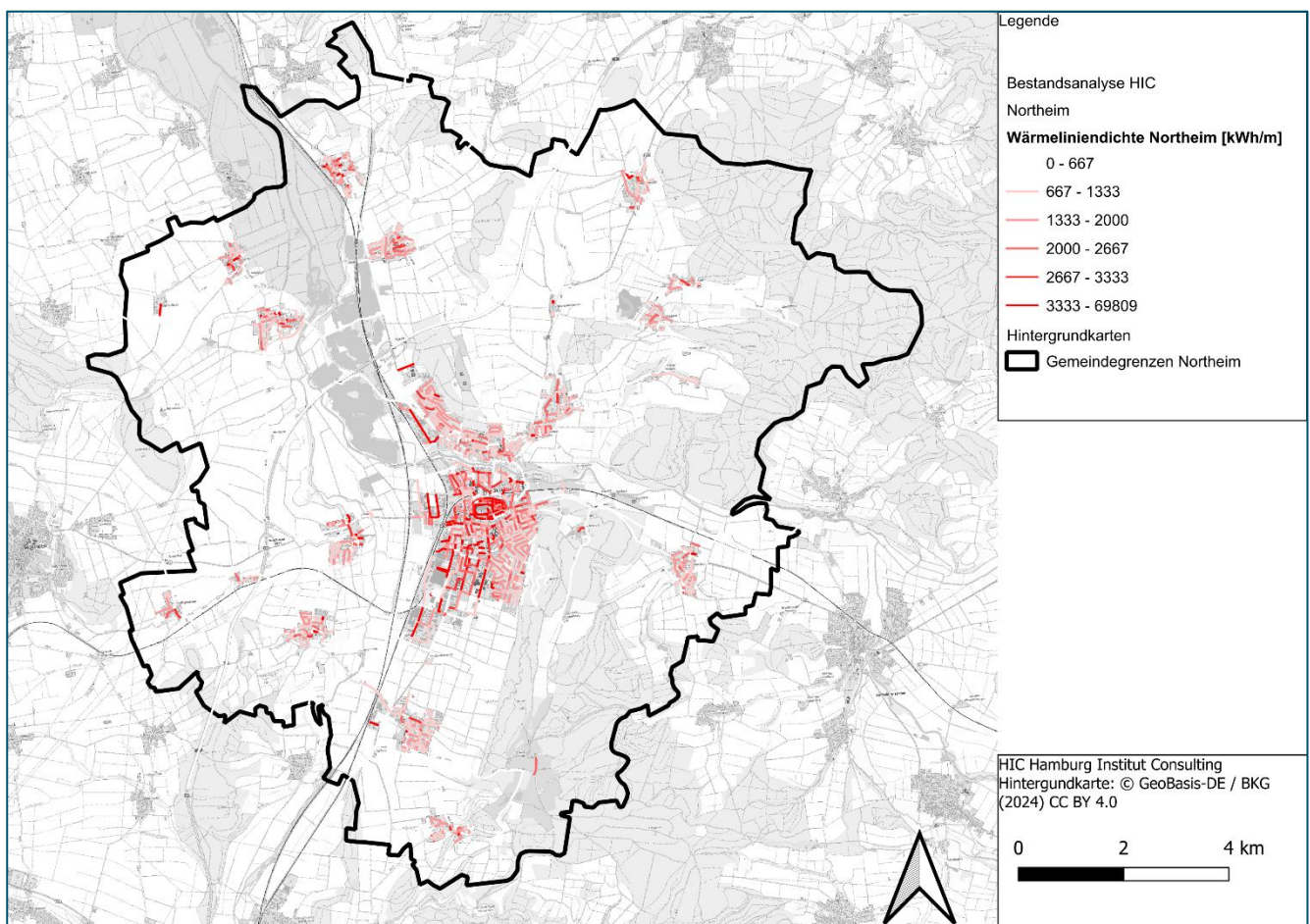


Abbildung 2-8: Kartografische Darstellung der Wärmelinien-dichten in kWh/m in Northeim, Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 2-9 ist der spezifische Wärmebedarf in Northeim dargestellt, der den Wärmebedarf bezogen auf die Nutzfläche beschreibt. Eine zunehmende Farbintensität in der Abbildung zeigt einen höheren Wärmebedarf pro Quadratmeter an. Die Darstellung dient als Indikator zur Identifikation von Gebieten mit erhöhtem Energieeffizienzpotenzial, da hohe spezifische Wärmebedarfe auf energetisch weniger effiziente Gebäudestrukturen hinweisen können.

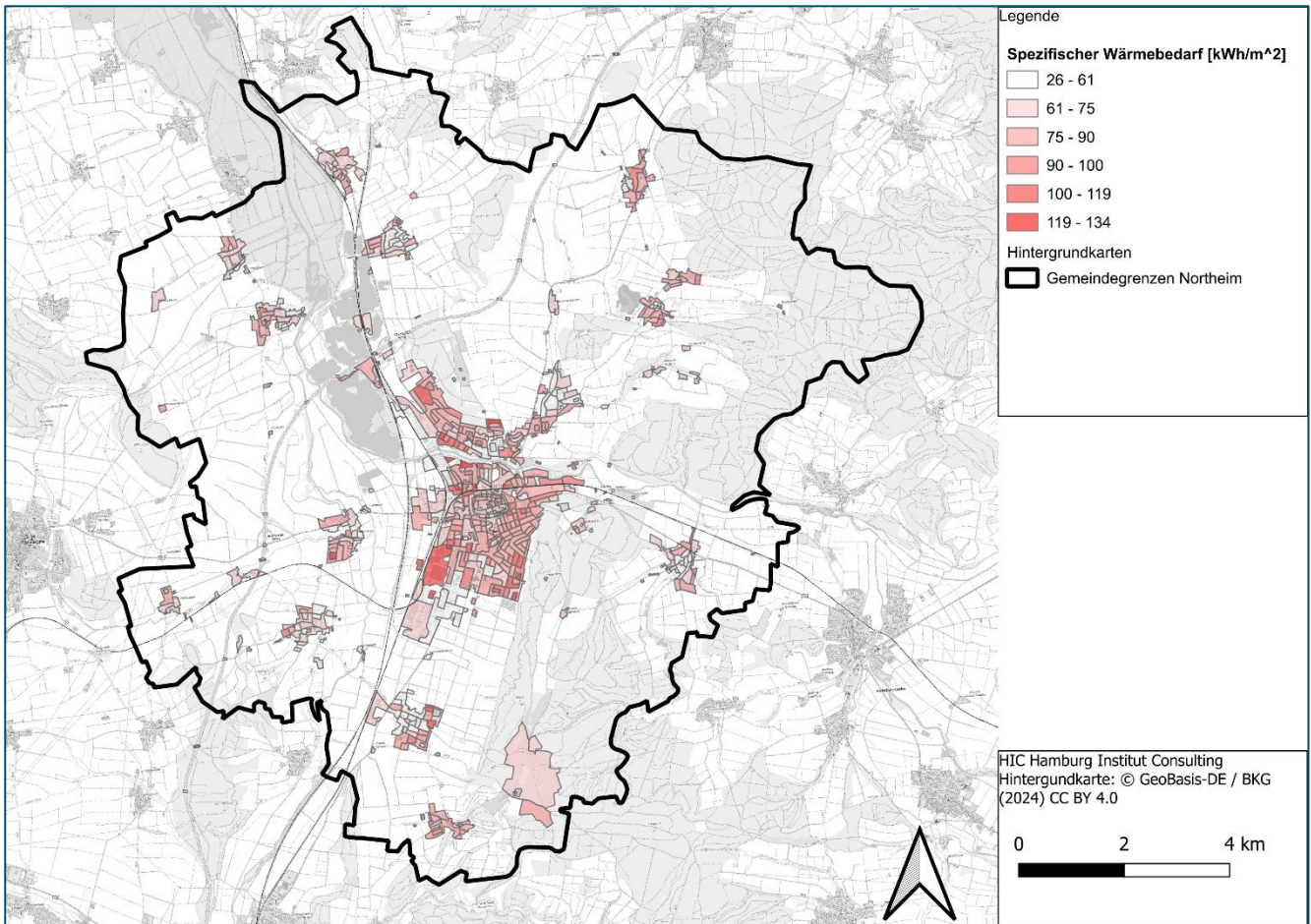


Abbildung 2-9: Kartografische Darstellung der spezifischen Wärmebedarfe in kWh/m² in Northeim, Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 2-10 ist der jeweils dominierende Heizungsträger auf Baublockebene dargestellt, bezogen auf die Summe des Wärmeverbrauchs. Das bedeutet, dass ein Baublock trotz vorhandener Wärmenetzanschlüsse in der Abbildung als „Gas“ ausgewiesen sein kann, wenn die Mehrheit der Gebäude über Erdgas beheizt wird. Es wird deutlich, dass in den meisten Baublöcken Erdgas der dominierende Energieträger ist. In den Ortsteilen finden sich mehr nicht leitungsgebundene Energieträger.

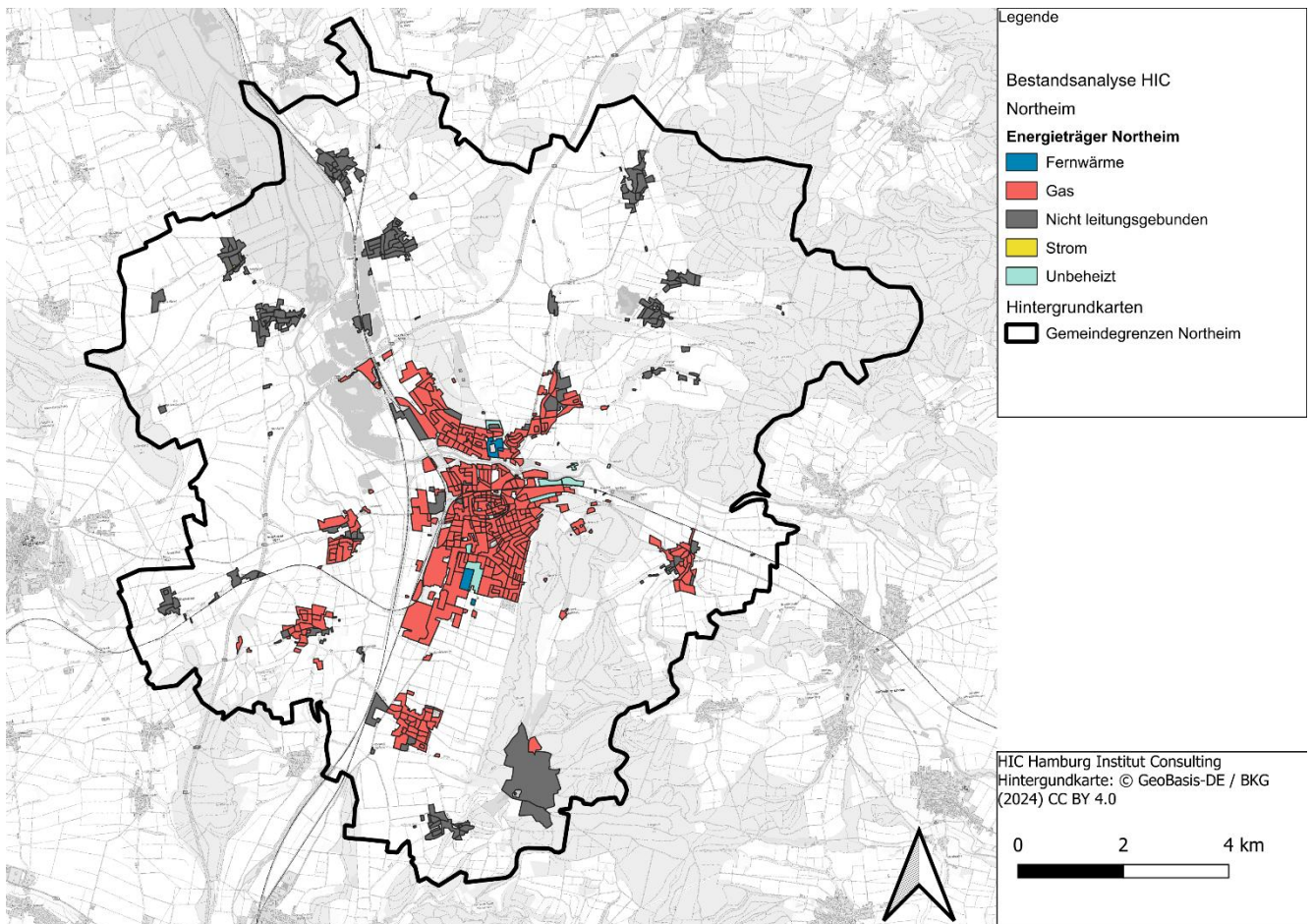


Abbildung 2-10: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Northeim, Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 2-11 zeigt die Verteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung aufgeteilt nach Stadtteilen von Northeim. Dargestellt sind die Anteile verschiedener Heizsysteme, wobei insbesondere Gasnetze und nicht leitungsgebundene Wärmeerzeuger („sonstige“ in der Abbildung) dominieren. Wärmenetze und strombetriebene Heizungen treten nur vereinzelt auf. Bemerkenswert ist die fast vollständige Versorgung der nördlichen Stadtteile sowie Berwartshausen, Schnedinghausen und Bühle über nicht leitungsgebundene Energieträger

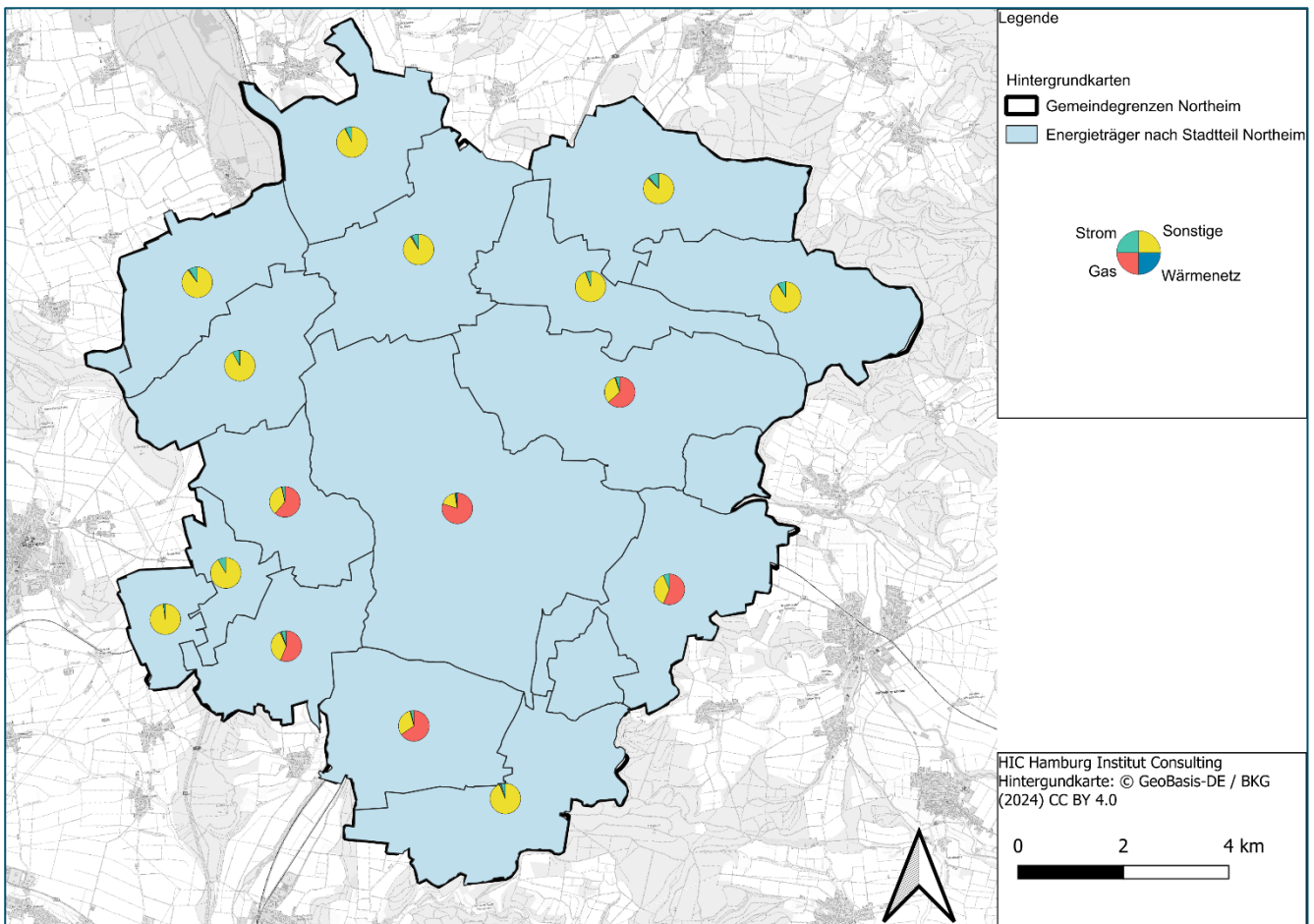


Abbildung 2-11: Darstellung der Energieträgeranteile je Stadtteil in Northeim, Stand: witterungsbereinigte Daten aus 2022-2024.

Quelle: Eigene Darstellung

Das Gasverteilnetz hat eine Trassenlänge von 430 km und ist in Abbildung 2-12 dargestellt. An dem Netz sind 7.663 SLP-Anschlüsse und 19 RLM-Anschlüsse angeschlossen. Die Anschlussart unterscheidet sich grundlegend in der Art, wie der Gasverbrauch erfasst und abgerechnet wird. SLP-Anschlüsse werden typischerweise bei privaten Haushalten und kleinen Gewerbebetrieben eingesetzt. Die Verbrauchsabrechnung erfolgt auf Basis eines Standardlastprofils (SLP), das den Verbrauchsverlauf über das Jahr abbildet. Die tatsächliche Messung erfolgt einmal jährlich und der zeitliche Verbrauchsverlauf wird prognostiziert. RLM-Anschlüsse werden bei Großverbrauchern eingesetzt. Hier wird der Gasverbrauch kontinuierlich in kurzen Zeitintervallen erfasst und übermittelt. Dadurch erfolgt die Abrechnung auf Basis der real gemessenen Verbrauchswerte.

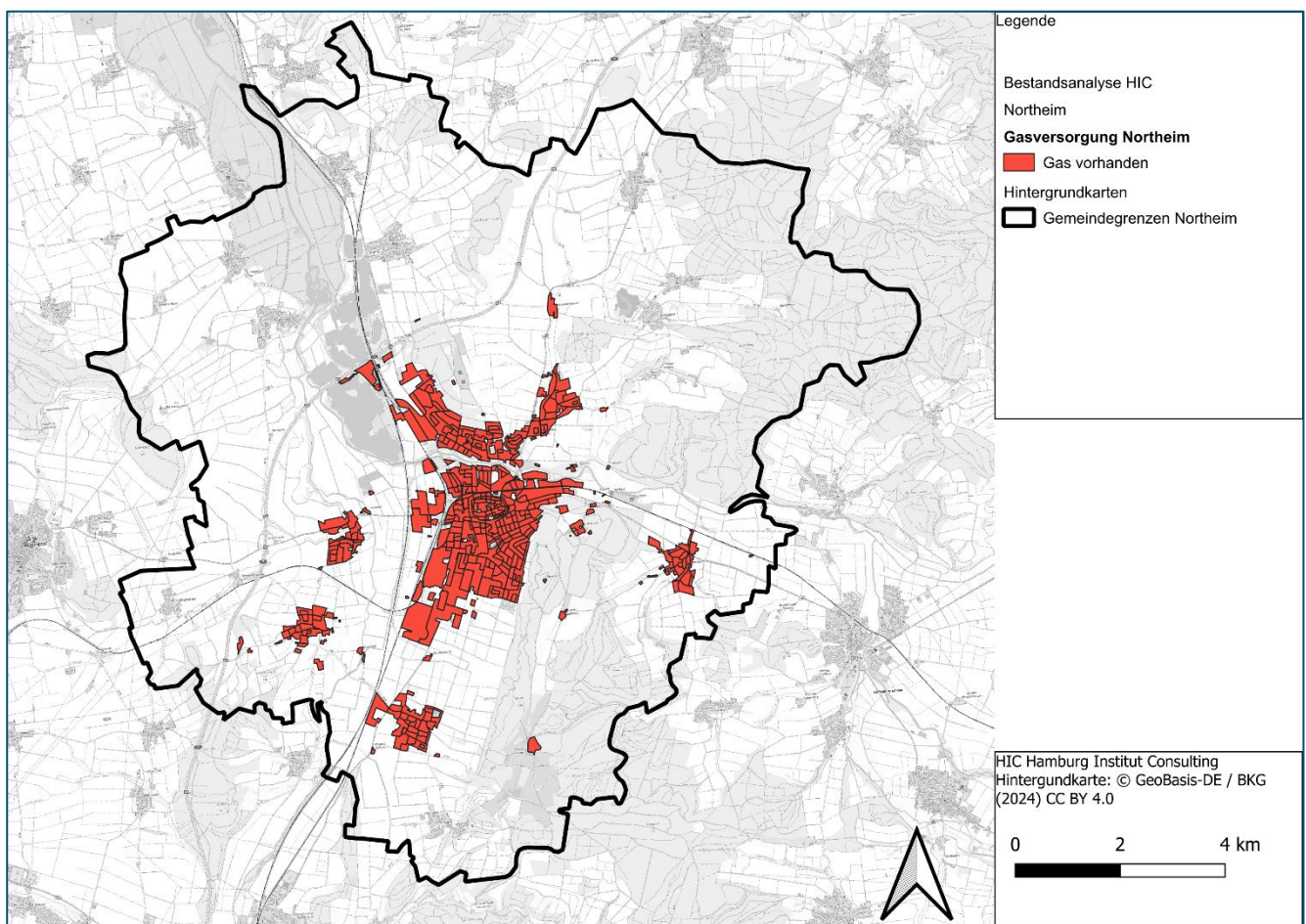


Abbildung 2-12: Versorgungsbereich der Gasnetze in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

Insgesamt gibt es 4 Wärmenetze in Northeim, die in Tabelle 2-1 aufgelistet sind. In Abbildung 2-13 sind die über Wärmenetze versorgten Baublöcke dargestellt.

Tabelle 2-1: Bestands-Wärmenetze in Northeim

Netz	Länge	Anzahl Anschlüsse
Hallenbad / Oberschule	630 m	1
Sultmer	4.000 m	18
Berufsbildende Schulen (BBS)	1.300 m	3
Grafenhof		6

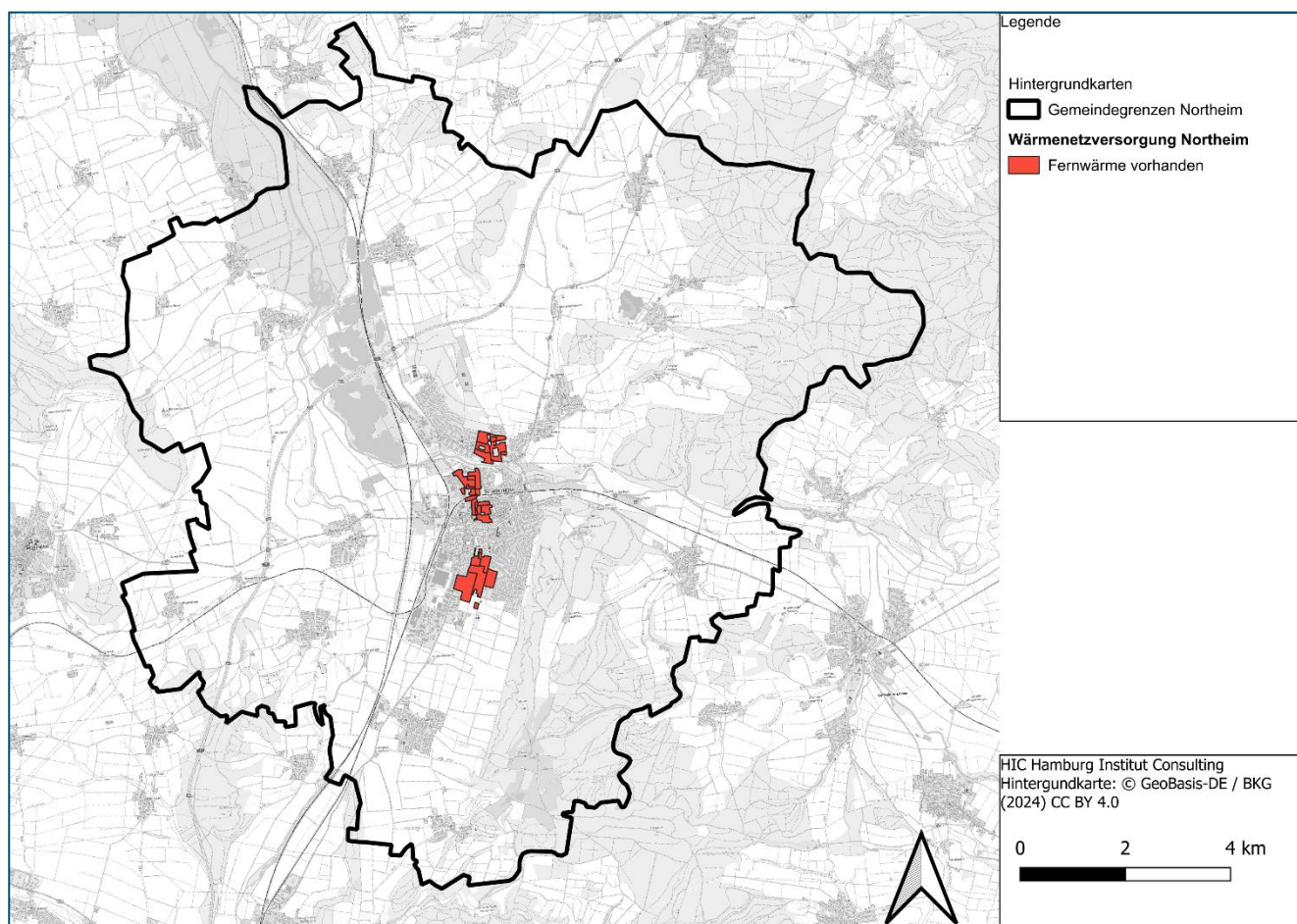


Abbildung 2-13: Bestandswärmenetze in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

In Northeim sind 10 Blockheizkraftwerke in Betrieb, von denen 5 mit Erdgas betrieben werden und 5 mit Biomasse. Die Anlagen mit der jeweiligen Nennleistung sind in Abbildung 2-14 dargestellt.

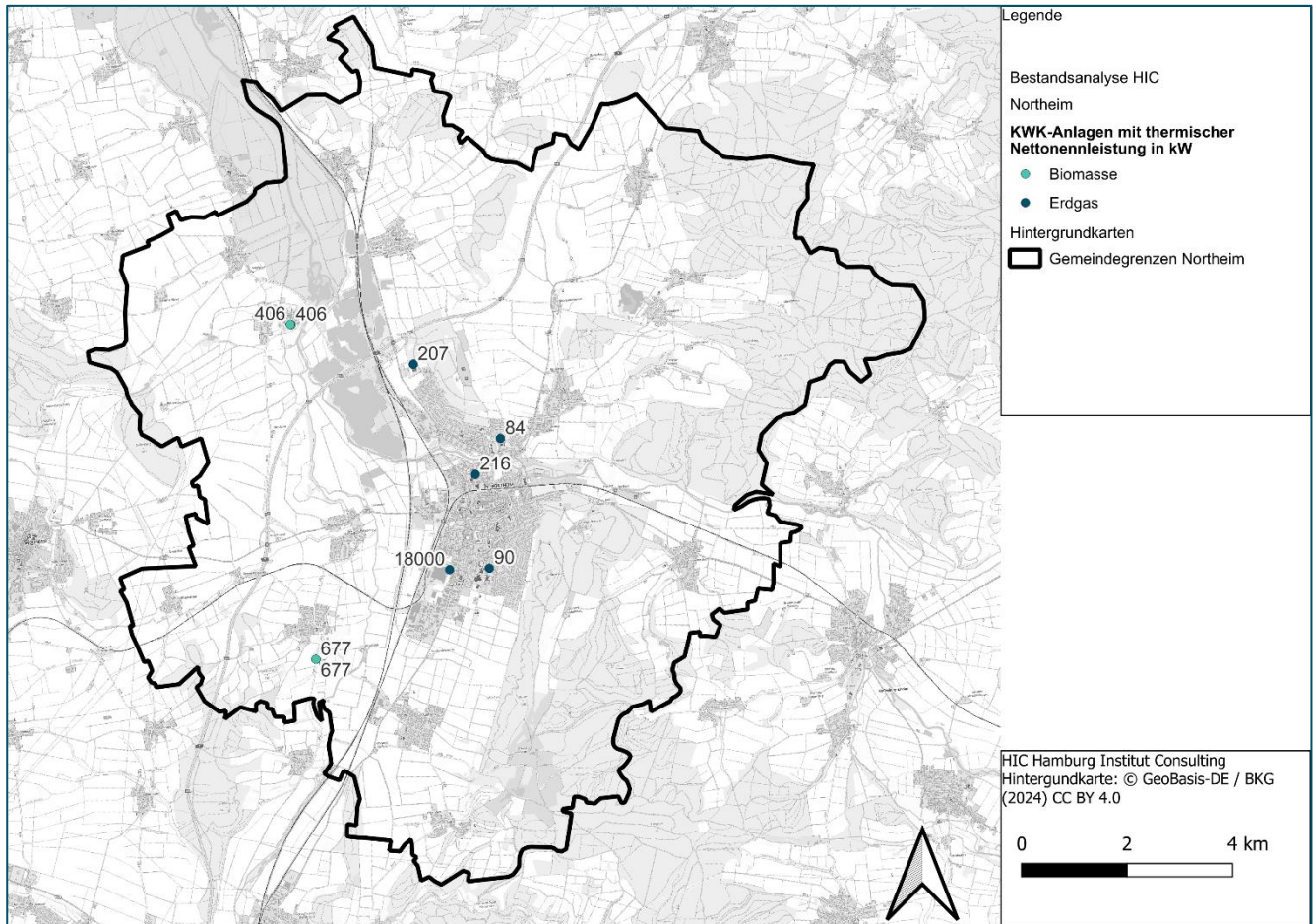


Abbildung 2-14: BHKW-Standorte in Northeim dargestellt mit der Nettonennleistung in kW

Quelle: Eigene Darstellung

2.4 Prozesswärme

Prozesswärme wird immer dort benötigt, wo die Herstellung, Weiterverarbeitung und Veredelung von Rohstoffen stattfindet. Üblicherweise wird diese Wärme auf einem deutlich höheren Temperaturniveau genutzt als in Haushalten. Bei Hochtemperaturprozessen sind es bis zu 1.500 °C, bei Mitteltemperaturprozessen bis 1.000°C und bei der Niedertemperatur bis 500°C.

Auf Basis der Verbrauchsdaten und branchenspezifischer Prozesswärmefaktoren werden für Northeim ein Prozesswärmebedarf von 85 GWh/a errechnet. Wo die Prozesswärme benötigt wird, ist in Abbildung 2-15 zu sehen.

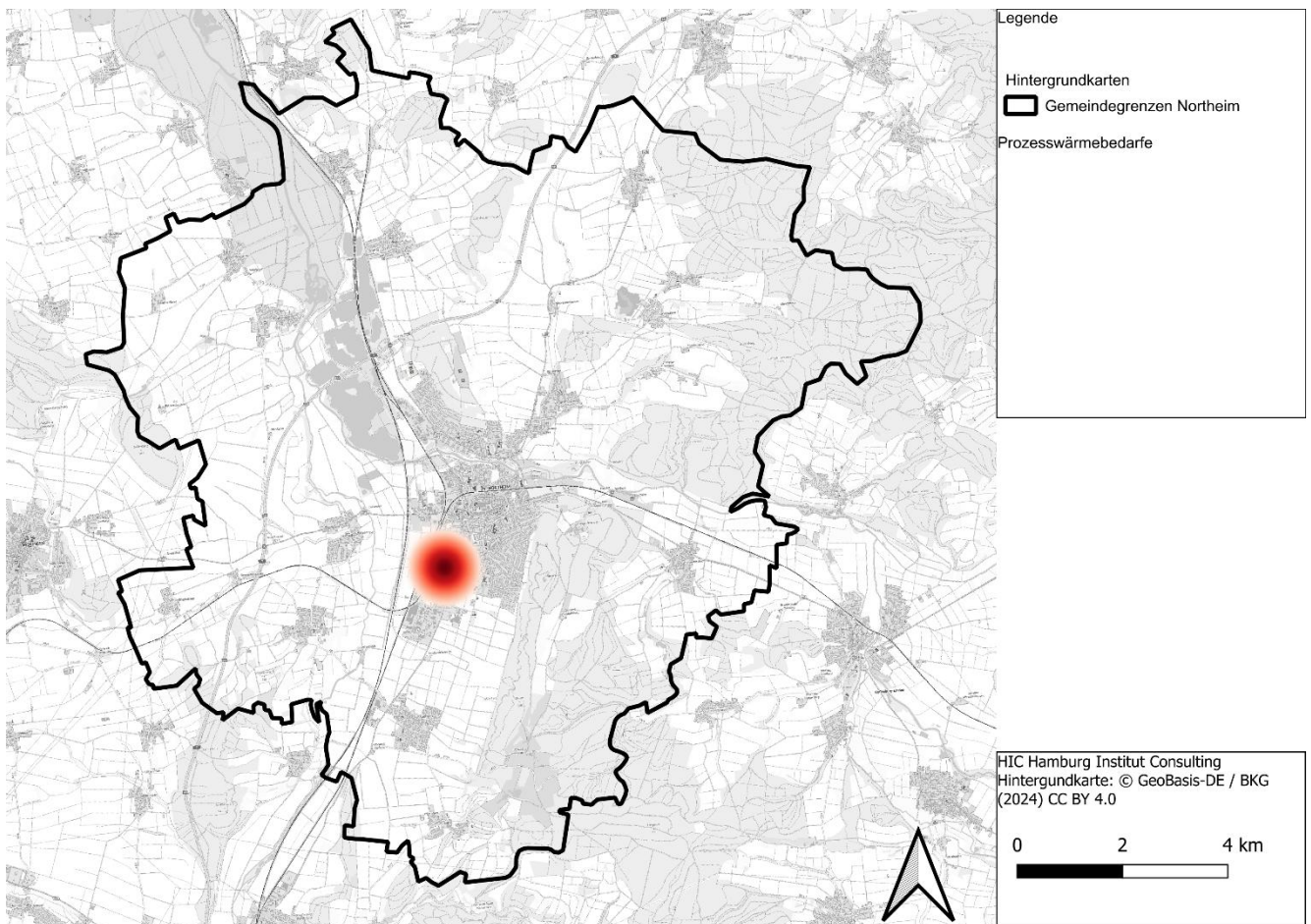


Abbildung 2-15: Heatmap Prozesswärmebedarfe ohne BHKW]

Quelle: Eigene Darstellung

3 POTENZIALANALYSE

Bei der Potenzialanalyse wird untersucht, wo die Wärme in Northeim in Zukunft herkommen kann. Es wird die obere Potenzialgrenze untersucht. Die Potenziale können in dezentral und zentral eingeteilt werden. Bei den dezentralen Potenzialen wird die Wärme direkt am Gebäude selbst erzeugt. Hingegen wird bei der zentralen Erzeugung die Wärme an einem zentralen Punkt erzeugt und über Wärmenetze zum Gebäude geleitet. In Tabelle 3-1 sind die in der Wärmeplanung betrachteten Potenziale aufgeführt.

Tabelle 3-1: Betrachtete Potenziale innerhalb der Potenzialanalyse

Dezentral	Zentral
Gebäudeenergieeffizienz	Oberflächengewässer
Solarthermie (Aufdach)	Abwasser
Photovoltaik (Aufdach)	Tiefe Geothermie
Oberflächennahe Geothermie	Industrielle Abwärme
Grundwasser	Solarthermie (Freifläche)
Umgebungsluft (dezentral)	Photovoltaik (Freifläche)
	Windkraft
	Umgebungsluft (zentral)
	Großwärmespeicher

3.1 Potenziale zur Energieeinsparung (für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme)

Es wird davon ausgegangen, dass Northeim keine außergewöhnlichen Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs hat (z.B. in Form einer überdurchschnittlich hohen Sanierungsquote). Nach Agora-Energiewende beträgt eine moderate Sanierungsrate in Deutschland zirka 1,6 %/a, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Im Jahr 2025 betrug die Sanierungsquote in Deutschland allerdings nur 0,67 % (BuVEG, 2026). Die realen Sanierungsquoten liegen damit deutlich unterhalb der Sanierungsquoten nach Agora-Energiewende. Für die Wärmeplanung wird eine realistische, aber ambitionierte Sanierungsquote von 1,5 %/a verwendet. Diese Sanierungsquote setzt voraus, dass Maßnahmen aus der Wärmeplanung (z.B. serielle Sanierung) dazu beitragen, die Sanierungsquote zu erhöhen. Die Sanierungstiefe¹ wird mit 100 kWh/m²*a angenommen und wurde gemeinsam mit dem Arbeitskreis der KWP erarbeitet. Für den Bereich der Altstadt wird angenommen, dass aufgrund des Denkmalschutzes keine großen Sanierungspotenziale gehoben werden können.

In den folgenden Abbildungen sind die Raumwärme- und Warmwasserbedarfe für die betrachteten Stützjahre abgebildet. Unter den getroffenen Annahmen reduziert sich der Bedarf bis zum Jahr 2030 auf 305 GWh/a und bis zum Jahr 2045 auf 293 GWh/a. Dies entspricht einer Gesamtreduzierung aus dem IST-Zustand um bis zu 15%.

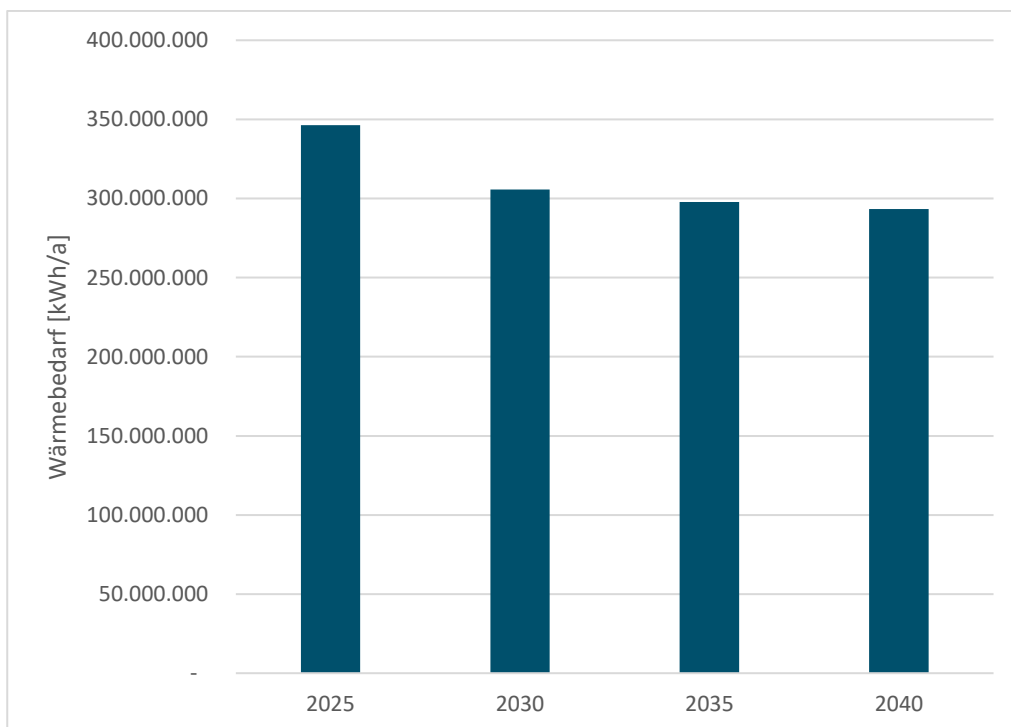


Abbildung 3-1: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2045

Quelle: Eigene Darstellung

¹ Maßwert dafür wie hoch die energetische Sanierung ausfällt. Erläuterung: Eine hohe Sanierungstiefe entspricht eine dicken Dämmung während eine geringe Sanierungstiefe einer geringen Dämmung entspricht

3.2 Potenziale erneuerbare Energien und Abwärmepotenziale

3.2.1 Solarthermie und Photovoltaik

Freiflächen-Solarthermie

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Baustein der Wärmewende. Bislang 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 (CSP, concentrating solar power) 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 Kollektorarten. Parabolrinnen gehören zu den konzentrierenden Solarkollektoren. 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 Northeim 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 Solarthermie-Standort sprechen. Auf diese Weise werden geeignete Flächen

herausgefiltert, die eine hohe Genehmigungswahrscheinlichkeit aufweisen. Das verwendete Priorisierungsschema ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die Prioritätsstufe 1 entspricht den geringsten Genehmigungshemmnissen, während die Prioritätsstufe 4 hohen Genehmigungshemmnissen entspricht. Bei dem verwendeten Schema ist zu beachten, dass die ermittelten Prio Flächen übereinander liegen von Prio 1 bis 4, sprich Prio 4 („exkl. Harte Tabus“) beinhaltet per Definition auch alles Prio 1-3 Flächen (siehe Kriterien der einzelnen Prios in Abbildung 3-2). Im Rahmen der Berechnungen wurden die Überlagerungen der jeweiligen Prioflächen abgezogen, so dass sich die Flächen der einzelnen Prios aufsummieren lassen zu einem Gesamtpotenzial.

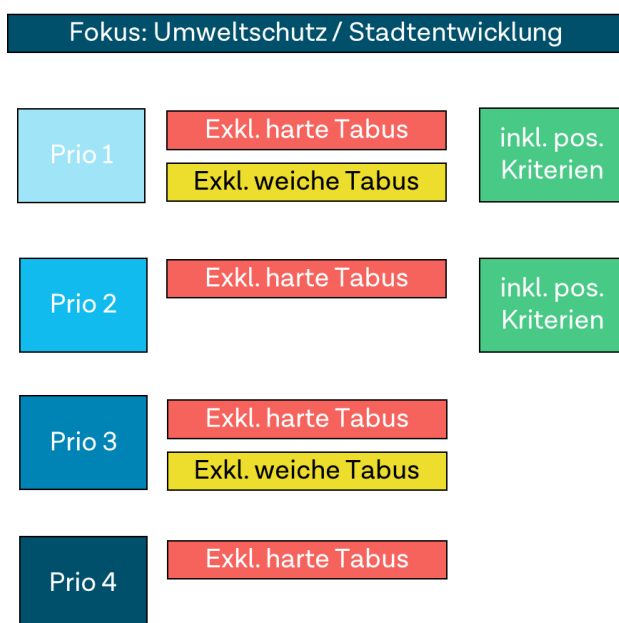


Abbildung 3-2: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Basis der ausgeführten raumordnerischen Vorgaben wurden folgende Flächen den harten und weichen Tabus zugeordnet:

Harte Tabus

- Waldbereiche & Gehölze
- Biotopsverbundsflächen
- FFH-Gebiete
- LRT-Flächen (FFH-Anhang)
- Nationalparks
- Naturschutzgebiete
- Kompensationsflächen
- Flächen für den Schutz für Vogelarten des Offenlandes
- Vogelschutzgebiete
- Stehende und Fließgewässer
- Seltene Böden
- Überschwemmungsgebiete
- Allgemeine Siedlungsbereiche
- Gebäudeflächen & Verkehrswege
- Friedhöfe
- Industrie und Gewerbeflächen
- Wohnbauflächen
- gemischte Bauflächen

Weiche Tabus

- Landschaftsschutzgebiete
- Naturparke

Folgende Kriterien wurden als positiv für die Standortbewertung eingestuft:

- Flächen in einer Entfernung von 200 m von Autobahnen sowie überregionalen Schienenwegen
 - Angelehnt an Kriterien des EEG – Flächen bereits durch räumliche Strukturen vorbelastet

Die Ergebnisse des solaren Flächenscreening zeigen, dass ca. 406 ha Prio 1 Flächen, ca. 435 ha Prio 2 Flächen, 4.212 ha Prio 3 Flächen und 4.910 ha Prio 4 Flächen für die genauere Prüfungen zur Installation von Freiflächen-Solarenergieanlagen zur Verfügung stehen.

	Prio 1	Prio 2	Prio 3	Prio 4
Kriterien	<ul style="list-style-type: none"> • Exkl. Harte Tabus • exkl. weiche Tabus • inkl. positive Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • Exkl. Harte Tabus • inkl. positive Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • Exkl. Harte Tabus • exkl. Weiche Tabus 	<ul style="list-style-type: none"> • Exkl. Harte Tabus
Fläche	406 ha	435 ha	4.212 ha	4.910 ha

Für das Verhältnis von Grundfläche zu Kollektorfläche wird auf Basis von Branchenkennwerten ein Faktor von 2,25 angenommen. Das Verhältnis ist abhängig von Kollektormodell, Anstellwinkel und Reihenabstand. Je nach Zieltemperatur, Kollektormodell und Einstrahlung variiert der solare Ertrag etwa zwischen 400 kWh/m² und 450 kWh/m². Das theoretisch verfügbare Solarthermiepotenzial liegt bei den Prio 1 Flächen bei 767 GWh/a und unter Einbezug aller Prio 4 Flächen bei 9.275 GWh/a.

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 Eigentumsituation integriert werden. Ratsam ist zudem der weitere Austausch mit lokalen Behörden (etwa Naturschutz-/Grünamt und Stadtplanung).

Solarthermie auf Dachflächen

Nach aktuellem Stand wird davon ausgegangen, dass die Dachflächen mehrheitlich durch PV belegt werden, um Strom für Wärmepumpen und Elektromobilität zu erzeugen. Der Zubau von solarthermischen Dachanlagen wird vermutlich nur in Einzelfällen zur Unterstützung von Biomassekesseln oder verbleibenden Gasheizungen geschehen. Unter Vernachlässigung der Nutzungskonflikte ist ein Potenzial von 193 GWh/a in Northeim vorhanden.

Freiflächen-Photovoltaik

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 (Erneuerbaren-Energien-Gesetz-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 Zaunanlagen 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 Northeim werden 911 Volllaststunden angesetzt.



Auf Basis der Analyse zur solarthermischen Nutzung können folgende Stromerzeugungsmengen erwartet werden:

- Prio 1: 377 GWh/a
- Prio 2: 405 GWh/a
- Prio 3: 3.917 GWh/a
- Prio 4: 4.567 GWh/a

Das PV-Potenzial auf der Freifläche ist nicht additiv mit dem Potenzial zur Solarthermie zu betrachten, da die gleichen Flächen beurteilt werden.

Photovoltaik auf Dachflächen

Für die Aufstellung von PV-Anlagen stehen in Northeim auch Dachflächen zur Verfügung. Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Northeim wurde auf Basis einer Auswertung der Größe und Ausrichtung der Dachflächen auf den Gebäuden ermittelt. In einem Modell werden alle Dachflächen dargestellt, die sich für eine solare Nutzung eignen. Das Stromerzeugungspotenzial durch PV auf Dachflächen beträgt 232 GWh/a.

3.2.2 Windkraft

Der Ausbau der Windenergie stellt ein zentrales Element der Energiewende in Deutschland dar. Windenergie ist eine kostengünstige und effiziente erneuerbare Energiequelle und spielt eine entscheidene Rolle beim Ausstieg aus den fossilen Energieträgern, insbesondere im Stromsektor. Darüber hinaus kann sie auch mittelbar zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen, etwa durch die Nutzung von Windstrom für Wärmepumpen.

Um den Ausbau systemisch voranzutreiben, hat der Bund den Ländern verbindliche Flächenziele für den Ausbau der Windenergie vorgegeben. Im 2. Entwurf des RROP des Landkreises Northeim wurden Windenergiepotenzialflächen ausgewiesen die eine Fläche von insg. 261 ha haben. Auf dieser Fläche ergibt sich ein Potenzial von ca. 148 GWh/a unter der Annahme, dass dort 10 Anlagen des Typs Vestas V172-7.2 MW errichtet werden könne, die 1.9770 Volllaststunden aufweisen.

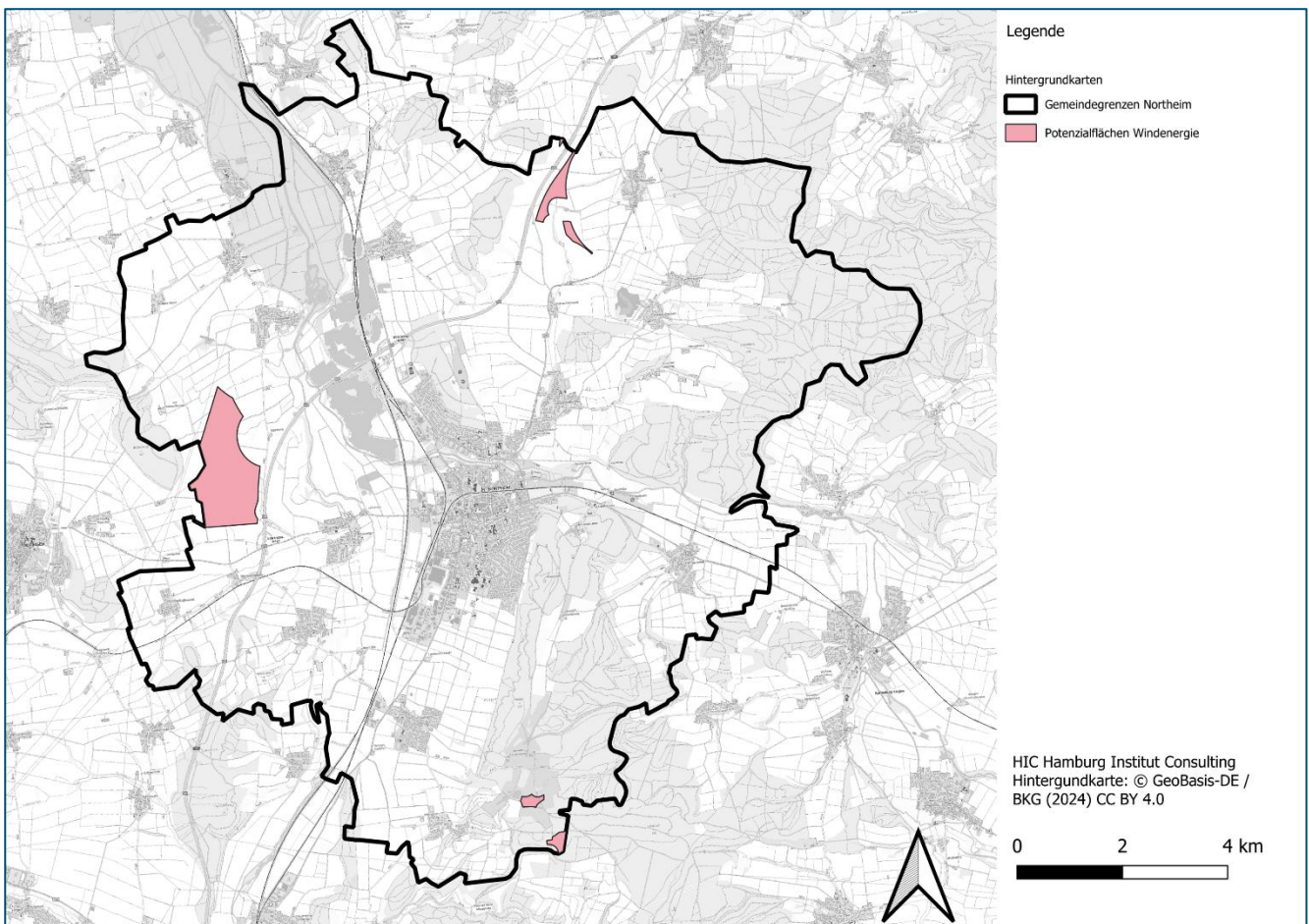


Abbildung 3-3: Windenergiepotenzialflächen in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.3 Biomasse und Abfall

Ein Großteil der landwirtschaftlichen Daten, wie zum Beispiel die Tierbestände und Ertragsmengen, sind für Northeim vorhanden. Die für die Biomassepotenzialanalyse verwendete Datengrundlage liegen in der Regel auf Landesebene Niedersachsen vor und werden entsprechend der Einwohner:innen- und Flächenverhältnisse auf Northeim bezogen².

Ergebnis

Das technische Gesamtpotenzial von Biomasse zur thermischen Verwertung in Northeim ist in Abbildung 3-4 dargestellt. Es ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 323 - 373 GWh/a.

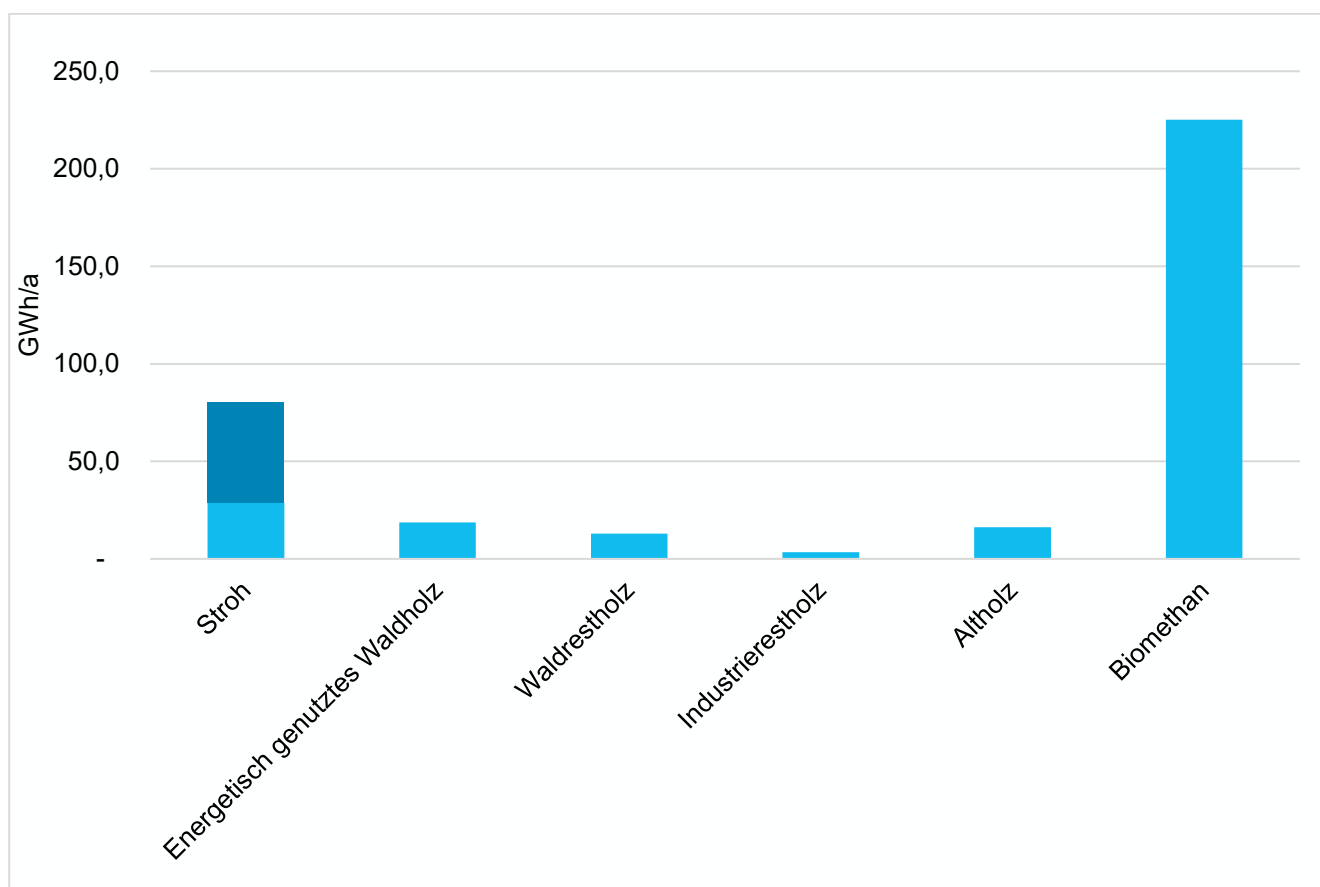


Abbildung 3-4: Bioenergiepotenzial in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

² Einwohner:innenanteil von Northeim am Land Niedersachsen ca. 0,34 %. Flächenanteil von Northeim am Land Niedersachsen ca. 0,31 %

3.2.3.1 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 weiter verwertet. Das **technische** Brennstoffpotenzial, ist mit starken Unsicherheiten behaftet, da in der hier zitierten Untersuchung Datenlücken auftraten und die Stoffströme sich nur schwer abschätzen lassen (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). In Northeim liegt das heruntergerechnete technische Potenzial bei 16 GWh/a.

Die EMR Northeim UG & Co. KG produziert aktuell circa 8.000 t Recyclinghackschnitzel aus Altholz A1/A2.

3.2.3.2 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. Zusätzlich ist zu beachten, dass Industrierestholz viel über die Grenzen der Bundesländer im- und exportiert wird. Das **technisches** Brennstoffpotenzial ist wie das Altholzpotezial mit großen Unsicherheiten behaftet (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013). Das heruntergerechnete technische Potenzial von Industrierestholz in Northeim umfasst 3,5 GWh/a.

3.2.3.3 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 unter diese Kategorie. Zusätzlich zum Waldrestholz kann auch bisher ungenutzter Holzuwachs 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 Aufschlag, 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 Holzzuwachses wird in Northeim mit 17 GWh/a beziffert (Agentur für Erneuerbare Energien, 2013).

Die EMR Northeim UG & Co KG. produziert ca. 5000 m³ Waldhackschnitzel jährlich, sowie 3.000 t Landschaftspflegematerial.

3.2.3.4 Stroh

Die Potenziale einer Strohverbrennung werden auf Basis einer bundesweiten Studie des Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) (Zeller, et al., 2011) erfasst. Auf Landkreisebene wird untersucht welches Potenzial nachhaltig zur Verfügung steht und abgeschichtet welches Potenzial nutzbar ist. Das Potenzial ist davon abhängig, wie viel Fläche für welche Fruchtarten genutzt wird und welches Korn-Stroh Verhältnis vorliegt. Außerdem wird einbezogen, dass die Bergung nur zu einem gewissen Grad möglich ist und Teile Strohmenge auch in der Tierhaltung genutzt werden. Bei der Angabe des nachhaltigen Potenzials wird berücksichtigt, dass

auch anderweitige stoffliche Nutzungen bestehen und der Boden in einer ausgeglichenen Bodenbilanz bewirtschaftet werden kann. Die Humusbilanz wird jeweils mit einer statischen und einer dynamischen Methodik berechnet, weswegen die Potenziale mit einer unteren und oberen Grenze angegeben werden.

Im Landkreis Northeim ist ein Strompotenzial von 139 - 387 GWh/a vorhanden. Heruntergerechnet auf den Einwohner:innenanteil der Stadt Northeim ergibt sich ein Potenzial von 28 – 80 GWh/a.

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.

3.2.3.5 Biomethan

Zur Bestimmung des Gesamtbio gaspotenzials von Northeim wird der energetische Gehalt des anfallenden Bio- und Grünabfalls, der tierischen Exkremente und der Energiepflanzen bestimmt. Dazu wird zunächst der Biogas ertrag der verschiedenen Einsatzsubstrate bestimmt und dann die lokal verfügbaren Potenziale berechnet. Das Gesamtbio gaspotenzial durch Biomethan liegt in Northeim bei knapp 225 GWh/a.

Tabelle 3-2: Biomethanpotenzial für unterschiedliche Einsatzsubstrate und insgesamt in Northeim.

Einsatzsubstrat	Biomethanpotenzial [GWh/a]
Bio- und Grünabfälle	7,6
Energiepflanzen	217
Tierische Exkremente	0,5
Insgesamt	225

Gemäß Angaben des Landkreis Northeim sind insgesamt ca. 5.455 Tonnen Bioabfälle pro Jahr angefallen. Hinzu kommen ca. 3000 Tonnen Grünabfälle, die laut dem EMR Northeim verfügbar sind. Für die Bioabfälle wird ein Ertrag von 92 Nm³ pro Tonne Festmasse verwendet (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, kein Datum). Für die Grünabfälle wird ein Biogas ertrag von 2.904 Nm³ Methan pro Hektar angenommen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Zur Berechnung des daraus resultierenden Energiepotenzials wird für 1m³ Methan ein Energiegehalt von 9,97 kWh verwendet (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., kein Datum). Das energetische Potenzial aus Northeims Bio- und Grünabfällen liegt nach dieser Berechnung bei ungefähr 7,64 GWh/a.

Der Energiepflanzenmix in Niedersachsen besteht zu großen Mengen aus Mais, Zuckerrüben, Winterweizen und -gerste. Für Northeim liegen Landwirtschaftliche Daten des Landesamts für Statistik Niedersachsen vor. In Northeim wurde im Jahr 2024 Winterweizen und -gerste, Silomais, Zuckerrüben und Roggen angebaut, sowie Weiden bewirtschaftet. Die Energiepflanzen wurden auf 9.493 Hektar angebaut und dadurch ein Ertrag von ca. 164.247 Tonnen generiert das ein Energiepotenzial von 217 GWh/a hat.

Zur Bestimmung des Biomethanpotenzials in Northeim wird zudem der Viehbestand herangezogen. Die Anzahl an Tieren ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Durch diese Tiere sind ungefähr 5.004 Tonnen (21.537 Nm³ Methan) tierische Exkremente pro Jahr vorhanden. Da laut Umweltbundesamt nur 30 % des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Biogasanlagen verwendet werden, verringert sich die verfügbare Substratmenge zur

energetischen Nutzung auf 1.501 t/a (6.461 Nm³ Methan/a) (Umweltbundesamt, 2019). Diese Menge hat ein Energiepotenzial von 0,54 GWh/a.

Tabelle 3-3: Tierbestand und Biogasertrag in Northeim

	Tieranzahl/Tierplatz (TP)
Pferde	42 TP
Schweine	1.662 TP
Mastrind	644 TP
Legehennen	7.526 TP

3.2.3.6 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 (Nordregio, 2018). Die Flächeneffizienz ist deutlich geringer als bei der direkten Nutzung der Sonnenenergie durch Solaranlagen und benötigt daher bei gleicher Energiemenge viel mehr Flächen (Möhring, Maaß, Sandrock, Kromrey, & Vedel, 2022). 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 und Dialoge mit den Landbesitzenden stattfinden müssen.

Auf Grund der langsamen Umsetzungsgeschwindigkeit, des hohen Flächenbedarfs und der fehlenden Möglichkeit eine Abschätzung zum Potenzial abzugeben, werden die Einsatzmöglichkeiten der Kurzumtriebsplantagen nicht weiter ausgeführt.

3.2.3.7 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, die 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). Diese 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 darüber hinaus 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 immer mehr. Rund 5 % der gesamten Waldflächen in Deutschland sind zwischen Januar 2018 bis einschließlich April 2021 vertrocknet³.

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 folgender Abbildung aufgeführt. Die durch die Umweltverbände empfohlenen Stoffe setzen sich aus den tierischen Exkrementen, Altholz sowie Bio- und Grünabfall zusammen. Das Biomethanpotenzial sinkt auf 8 GWh/a, da der Anbau von Energiepflanzen von den Umweltverbänden nicht empfohlen wird. Insgesamt bleibt für Northeim ein Gesamtpotenzial von 27,9 GWh/a bestehen.

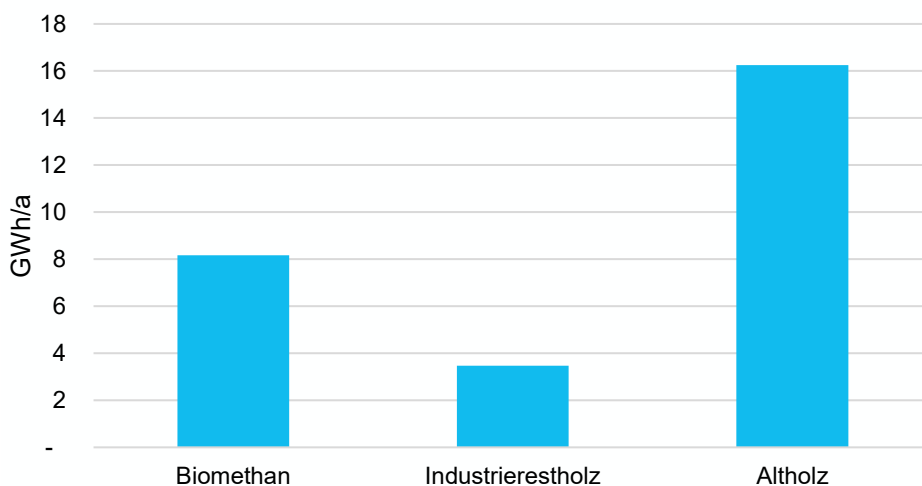


Abbildung 3-5: Bioenergie Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände in Northeim in GWh/a

³ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2022)

3.2.4 Oberflächennahe 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.

In dieser Analyse wird sich auf das Potenzial von geothermischen Sonden beschränkt. Durch die vergleichsweise geringe Verlegetiefe der Erdkollektoren von 1-1,5 m im Untergrund kann deutlich weniger Fläche im Untergrund genutzt werden als bei Erdsonden. Die Leistung und der Ertrag je Fläche sind dadurch deutlich geringer und der Platzbedarf steigt gegenüber Erdsonden deutlich. Durch das großflächige Einbringen sind Erdkollektoren vor allem im Neubau eine Option, wenn sowieso größere Erd- oder Erschließungsarbeiten anstehen.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie wurde nach Landesvorgaben ermittelt. Demnach sind je nach Sondenlänge 5 m Abstand zur Grundstücksgrenze sowie 5 m zur nächsten Bohrung, um thermische Beeinflussungen so weit wie möglich zu vermeiden. Zu Gebäuden wird pauschal ein Abstand von 2 m angesetzt. Exemplarisch ist das Vorgehen in folgender Abbildung dargestellt. Zu sehen sind die Ausschlussbereiche um die Gebäude und die notwendigen Abstände zur den Nachbarsgrundstücken. Auf Basis der Ausschlussbereiche und dem notwendigen Abstand der Sonden zueinander sind im gezeigten Beispiel bis zu 2 Sonden realisierbar. Diese Analyse wurde zu jedem Gebäude in Northeim erstellt, um zu ermitteln wie viele Sonden zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen könnten und ob auf Basis der Entzugsleistungen (auf Basis der Wärmeleitfähigkeit) ausreichend Energie über das Jahr zur Versorgung der Gebäude aus dem Erdreich entzogen werden kann.

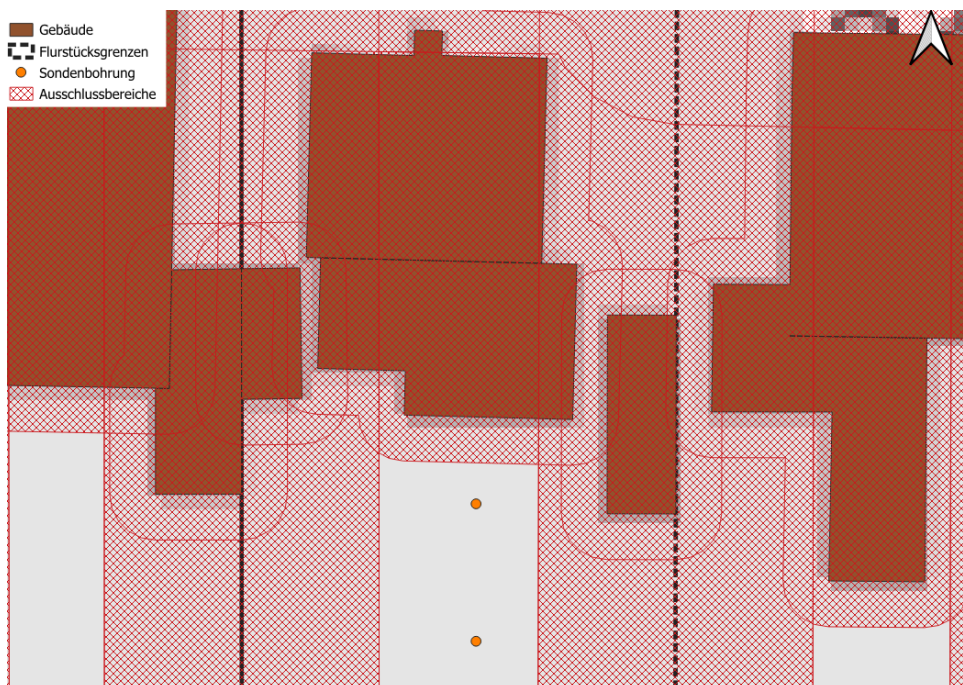


Abbildung 3-6: Beispielhafte Darstellung der geothermischen Potenzialanalyse

Quelle: Eigene Darstellung

Die Wärmeleitfähigkeiten sind für eine Tiefe bis zu 100 m in aus dem Landesportal entnommen. Die Wärmeleitfähigkeit ist ein Maß dafür, wie gut die Wärme im Boden geleitet bzw. verteilt wird. Bereiche mit hoher Wärmeleitfähigkeit sind vorteilhaft für die Nutzung von Geothermie, da sich der Wärmeentzug der Sonden auf eine größere Fläche verteilt und dem Boden somit mehr Energie entzogen werden kann bzw. die Sonden mit höherer Leistung betrieben werden können.

Die Potenzialermittlung basiert auf den Rechenvorschriften der VDI 4640. Gemäß der beschriebenen Abstandsflächen werden pro Flurstück die maximal mögliche Anzahl an Sonden angenommen und der Wärmeertrag dieser mit dem Wärmebedarf der Gebäude auf dem Flurstück verschnitten. Wenn durch den Einsatz der Sonden mehr als 50 % des Bedarfs gedeckt werden können, gilt ein Betrachtungsgebiet als bedingt geeignet, es wird eine Detailprüfung empfohlen. Unter 50 % wird keine Eignung ausgewiesen. Übertrifft der Deckungsbeitrag der Sonden nach der Grobanalyse 100 % des Bedarfs, sind die Flurstücke „vermutlich geeignet“ für Erdwärmesonden. Die Ergebnisse bilden nur eine grobe Einordnung der Verfügbarkeit und Größenordnung ab. Mit steigender Anzahl der Sonden werden neben der Abschätzung 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.

Der Wärmebedarf der Gebäude innerhalb der gut geeigneten Bereiche summieren sich auf 84 GWh/a. Für die bedingt geeigneten Bereiche sind es 58 GWh/a, für die nicht geeigneten Bereiche 217 GWh/a. Nahezu das gesamte Gemeindegebiet von Northeim liegt innerhalb eines Nutzungseingeschränkten Bereichs. Der Betrieb entsprechender Anlagen kann dort eingeschränkt werden. In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Untere Wasserbehörde erforderlich.

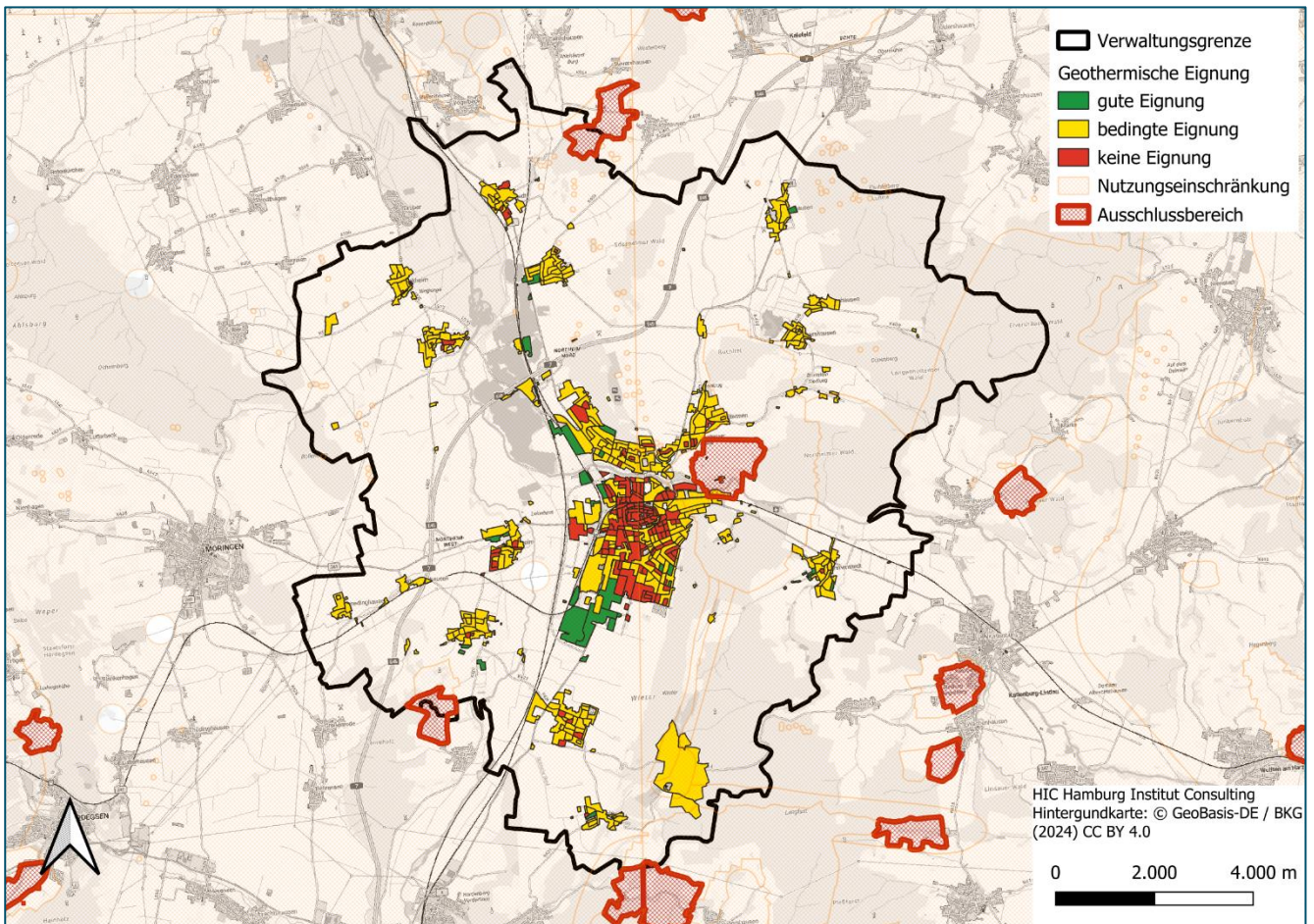


Abbildung 3-7: Durchschnittliche Eignung für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene

Quelle: Eigene Darstellung

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, Maaß, Weisleder, Westholm, & Schulz, 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.

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)

In Northeim liegt laut dem Geothermischen Informationssystem (GeotIS) des Instituts für Angewandte Geophysik ein vermutetes hydrothermales Potenzial vor (Agemar, et al., 2014).

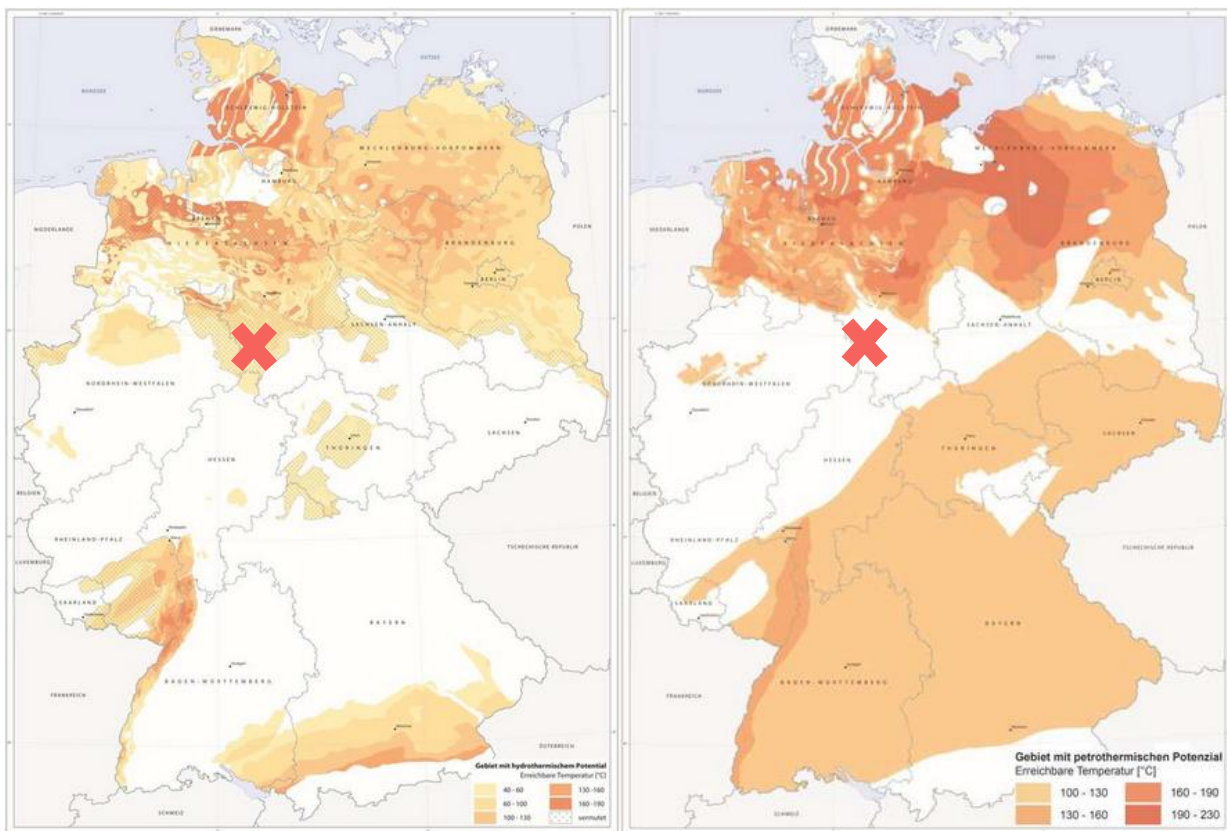


Abbildung 3-8: Eignungskarte für tiefe Geothermie in Deutschland (links: Hydrothermal, rechts: Petrothermal)

Quelle: GeotIS

Die Potentialermittlung für die hydrothermalen Nutzung erfolgt nach dem Berechnungsverfahren von Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Dafür werden die in Tabelle 4 aufgeführten pauschalen Annahmen sowie die in Tabelle 5 gezeigten, recherchierten Rahmenparameter verwendet.

Tabelle 4: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung in Northeim. Die in Klammern aufgeführten Werte werden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potentialen 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 Becken	35	kg/s

Aufgrund mangelnder Datenlage zum hydrothermalen Massenstrom im Gebiet um Northeim wird von dem, nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) angenommenem Minimalwert für das Norddeutsche Becken ausgegangen. Die im Endeffekt ermittelten Potenziale könnten daher höher ausfallen. Die variierten Annahmen sind dabei durch Zahlenwerte in Klammern kenntlich gemacht. 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 Potentialbereich sollte demnach vor allem als Entscheidungshilfe dienen, die Wärmegewinnung durch tiefe Geothermie grundsätzlich in Betracht zu ziehen, oder vorweg auszuschließen.

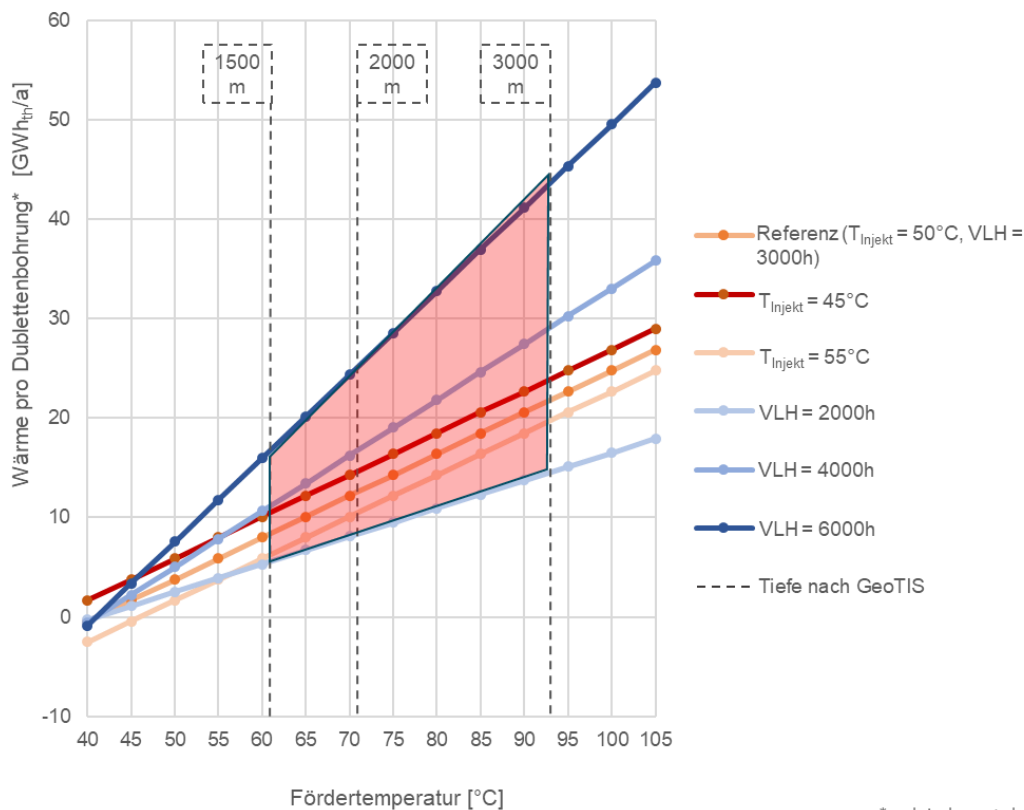
Tabelle 5 listet die durch GeotIS (Agemar, et al., 2014) ermittelten Thermalwassertemperaturen im Untergrund auf. Um einen umfassenderen Eindruck zu vermitteln, sind dabei Werte für die Tiefen, 1000, 1500, 2000, 2500 und 3000 Metern angegeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nach (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014), die Wahrscheinlichkeit geeigneter Permeabilitäten der Nutzhorizonte im Allgemeinen auf Tiefen bis 2500m beschränkt ist, lokal auch tiefer.

Tabelle 5: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Northeim: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014)

Rahmenparameter	Wert	Einheit
Thermalwassertemperatur in 1000m Tiefe	42 ± 4	°C
Thermalwassertemperatur in 1500m Tiefe	64 ± 6	°C
Thermalwassertemperatur in 2000m Tiefe	81 ± 8	°C
Thermalwassertemperatur in 2500m Tiefe	96 ± 8	°C
Thermalwassertemperatur in 3000m Tiefe	111 ± 8	°C

Unter der Annahme, dass geeignete Standorte zur Verfügung stünden, visualisiert Abbildung 3-9 schließlich die auf Grundlage der vorangegangenen Datenakquise ermittelten Ergebnisse der Potentialanalyse, für die zu erwartende Wärmemenge aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeothermie. Als Berechnungsgrundlage dient dabei die von Jochum et al. entwickelte Methode. Auf der vertikalen Achse des Diagramms in Abbildung 3-9 ist dabei das berechnete Wärmepotential in GWh pro Jahr und Bohrdublette in Abhängigkeit der Thermalwassertemperatur aufgetragen, welche wiederum auf der horizontalen Achse in Grad Celsius aufgeführt ist. Die in Tabelle 5 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 Potentialbereiche als transparente rote Trapeze dargestellt werden können. Die Referenz-Gerade zeigt die ursprünglichen Ergebnisse der Berechnung nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Für die Ergebnisse der orangenen und roten Geraden werden die (Re)Injektionstemperatur um $\pm 5\text{ °C}$ variiert. Für die Ergebnisse der blauen Geraden werden die zu erwartenden Volllaststunden von ursprünglich 3000 auf jeweils 2000, 4000 und 6000 Volllaststunden pro Jahr geändert, wobei die (Re)Injektionstemperatur zu 50 °C angenommen wurde. Für die Berechnung des Potenzials werden für die verschiedenen (Re)Injektionstemperaturen Korrekturfaktoren berücksichtigt, weshalb die Kennlinien bis zu gewissen Fördertemperaturen noch negative Potenzialbereiche aufweisen.

Dublettenpotential für tiefe Geothermie am Standort Northeim



*nach Jochum et al. 2017

Abbildung 3-9: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung in Northeim

Quelle: Eigene Darstellung

Aus Abbildung 3-9 lässt sich ableiten, dass das hydrothermische Potenzial am Standort im Referenzfall zwischen 8 und 22 GWh/a liegt. Die vergleichsweise geringe zu erwartende Wärmemenge spricht jedoch dafür, andere Wärmeerzeugungstechnologien mit geringeren Investitionskosten und Risiken der tiefen Geothermie vorzuziehen.

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, da eine Filterung des Wassers vor Durchströmung des Wärmetauschers im offenen Gewässer in der Regel nicht umgesetzt wird.

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.

Die Beeinflussung der Temperatur hat Auswirkungen auf die physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse im Gewässer wodurch eine Rückkopplung mit den Lebensbedingungen der Organismen vorliegt. Jeder aquatische Organismus weist einen optimalen Temperaturbereich auf, außerhalb dessen Stress oder Lebensgefahr droht. Jedoch sind die thermischen Grenzen von mehreren Faktoren abhängig u.a.:

- Entwicklungsstadium
- Akklimatisierung
- Jahreszeit
- Verfügbarkeit von Sauerstoff
- Auftreten von Schadstoffen und Parasiten
- Interaktion mit anderen Organismen

Im generellen sind Mikroorganismen resistenter als Makroorganismen, wie Fische. In dem Zusammenhang ist eine Erwärmung des Flusses besonders kritisch, da viele Organismen sich bereits an der thermischen Grenzen befinden. Durch zusätzliche Erwärmung durch Kühlsysteme im Sommer wird der thermische Grenzbereich nach oben gesprengt, wodurch die Lebenslage der aquatischen Organismen stark bedroht wird. (Gaudard, Schmid, & Wuest, 2017)

Die Auskühlung der Gewässer kann als weniger kritisch angesehen werden vor dem Hintergrund der zunehmenden Erwärmung durch den Klimawandel und den begrenzten Temperaturbereichen einer Wärmepumpe. Um Vereisungen vorzubeugen, wird die Wärmepumpe ohnehin nicht bei Temperaturen unterhalb einer Schwelltemperatur betrieben (meist 3 bis 5 °C). Resultierend ist die Gefahr geringer, dass die anthropogene Temperaturveränderung außerhalb der Grenzbereiche liegt. Nichtsdestotrotz wird der Fluss durch die Wärmepumpe beeinflusst, wodurch in jedem Fall eine **gründliche Untersuchung und Modellierung** der lokalen Gegebenheiten notwendig sein wird. (Gaudard, Schmid, & Wuest, 2017)

Zur maximal erlaubten Auskühlung eines Flusses gibt es keine allgemeine Regelung auf Ebene des Bundes, weshalb Annahmen für die Potenzialanalyse getroffen werden müssen. Als Bezug kann die Oberflächengewässerverordnung genutzt werden, die bislang nur das Einleiten von Wärme in einen Fluss regelt. Als konservative Annahme können deswegen die zulässigen Aufwärmspannen gem. der Oberflächengewässerverordnung als „Abkühlspannen“ interpretiert werden. Die maximal zulässige Aufwärmspanne beträgt 3 °C und in Forellenregionen 1,5 °C. Diese Spannen müssen ganzjährig eingehalten werden, wodurch es dazu kommen kann, dass die Groß-Wärmepumpe in Zeiten geringeren Durchflusses in der Teillast betrieben werden muss. (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2024)

In der vorliegenden Potenzialanalyse wird in Northeim das Potenzial der Leine und Rhume berücksichtigt. Die Leine durchfließt bei einer Länge von 280 km neben Northeim u.a. auch Göttingen und Hannover und mündet in die Aller. Die Rhume ist ein Nebenfluss der Leine mit einer Länge von 48 km. Northeim ist die einzige Stadt an der Rhume.

Der mittlere niedrigste Durchfluss gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) beträgt:

- 11.232 m³/h in der Leine (Messstation Leineturm)
- 23.427 m³/h in der Rhume (Messstation Northeim)

In Tabelle 3-6 sind die zu erwarteten Temperaturveränderung des Gesamtgewässers in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf abgebildet. (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE), 2024; Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, 2024)

Tabelle 3-6: Temperaturveränderung des gesamten Flusses in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge des mittleren niedrigsten Durchflusses gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE), 2024)

2a) Entnahmestrom entspricht 5 % des MNQ

2b) Entnahmestrom entspricht 10 % des MNQ

2c) Entnahmestrom entspricht 20 % des MNQ

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,05 K
2 K	0,1 K
3 K	0,15 K
4 K	0,2 K
5 K	0,25 K
6 K	0,3 K

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,1 K
2 K	0,2 K
3 K	0,3 K
4 K	0,4 K
5 K	0,5 K
6 K	0,6 K

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,2 K
2 K	0,4 K
3 K	0,6 K
4 K	0,8 K
5 K	1 K
6 K	1,2 K

Da für Leine und Rhume keine Messdaten zur Temperatur vorlagen, wurde vereinfachend angenommen, dass die Temperaturdaten der Fulda näherungsweise auch für diese Gewässer gelten. Mittels Messdaten zur Wassertemperatur der Fulda bei der Messstation Bonaforth wurde eine Lastganganalyse für die prozentualen Wasserentnahmen von 5 % , 10 % und 20 % des MNQ durchgeführt. Gemäß der Tabelle 3-6 sind bei diesen Entnahmemengen keine Auskühlungen größer als 1,5 K zu erwarten, wodurch die definierten Auskühlspannen eingehalten werden. In Abbildung 3-10 sind die Messdaten zur Wassertemperatur dargestellt. Für die Lastganganalyse wurde der Mittelwert der Jahre 2022 bis 2025 verwendet. Die Daten wurden vom Wasser- und Schifffahrtsamt Weser bezogen.

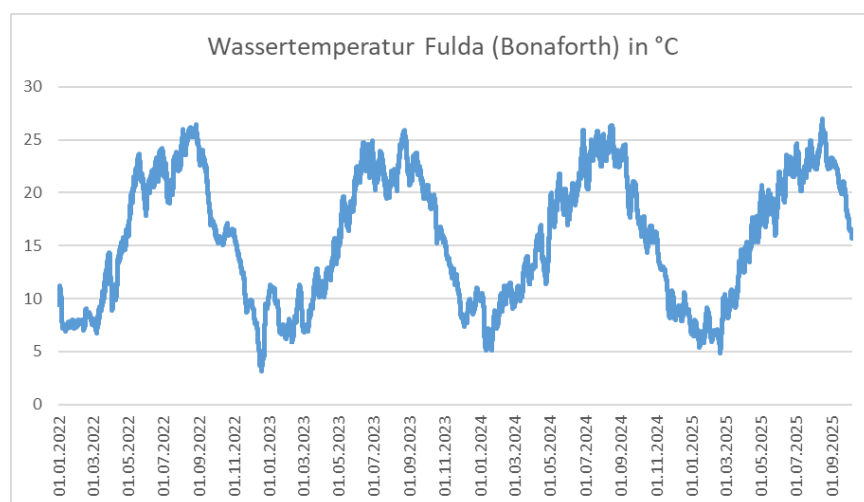


Abbildung 3-10: Monatlich durchschnittliche Wassertemperaturen der Fulda bei der Messstation Bonaforth für die Jahre 2022 bis 2025

Quelle: Eigene Darstellung

Für die Lastganganalyse wurde eine untere Temperaturschwelle des Entnahmestroms von 3°C angenommen. Die monatlichen mittleren Wassertemperaturen wurden auf Stundenwerte heruntergerechnet. In Abbildung 3-11 und Abbildung 3-12 die jährlich erreichbaren Erzeugungsmengen der beiden Flüsse dargestellt. Der schraffierte Bereich stellt das maximal mögliche Potenzial dar, wenn die Wärme aus dem Entnahmestrom auch im Sommer komplett abgenommen werden kann. Der untere, gefüllte Bereich der Balken zeigt die Wärmemenge an, die im Verschnitt mit dem Bedarf eines synthetischen Lastgangs entnommen werden kann. Dies basiert auf der Annahme, dass der Wärmebedarf proportional zum verfügbaren Wärmepotenzial aus dem Entnahmestrom skaliert. **Die Schraffierung spiegelt das Potenzial des Sommers wider, welches nicht genutzt werden kann, da die Wärme nicht verwertet werden kann.** Welche Auskühlung und welcher Entnahmestrom in Northeim umgesetzt werden kann sowie welche genehmigungsrechtlichen Anforderungen erfüllt werden müssen, muss in einer Detailplanung (z.B. Machbarkeitsstudie) ermittelt werden. Die hier dargestellten Werte geben eine Indikation an und sind ausschließlich entsprechend der getroffenen Annahmen und Restriktionen bei der Datengrundlage zu interpretieren.

Es zeigt sich, dass beide Gewässer für eine thermische Nutzung des Flusswassers geeignet wären. Die Rhume weist aufgrund höherer Durchflüsse aber ein größeres Potenzial auf. Aufgrund ihrer Lage an der Altstadt Northeims bietet sie sich daher besonders für eine Nutzung an. Bei der Standortwahl für eine Gewässerwärmepumpe sind allerdings Überschwemmungsgebiete zu berücksichtigen.

Da Northeim nicht die einzige Kommune ist, durch die die Leine fließt, kann es hier zu Wechselwirkungen mit anderen Kommunen kommen, die ebenfalls die Leine thermische nutzen wollen. Aktuell ist noch ungewiss, in

welchen Maße diese Wechselwirkungen auftreten könnten. Da jeder Fluss einzigartig ist, ist zur Beurteilung ist in jedem Fall eine hydrodynamische und thermische Simulation notwendig. Zudem sollte eine interkommunale Kommunikation in diesem Bezug stattfinden. Bei der Rhume ist keine Nutzung durch eine andere Kommune zu erwarten. Da sie als Nebenfluss der Leine in diese mündet, kann eine thermische Nutzung der Rhume jedoch zu Wechselwirkungen mit anderen Kommunen entlang der Leine führen.

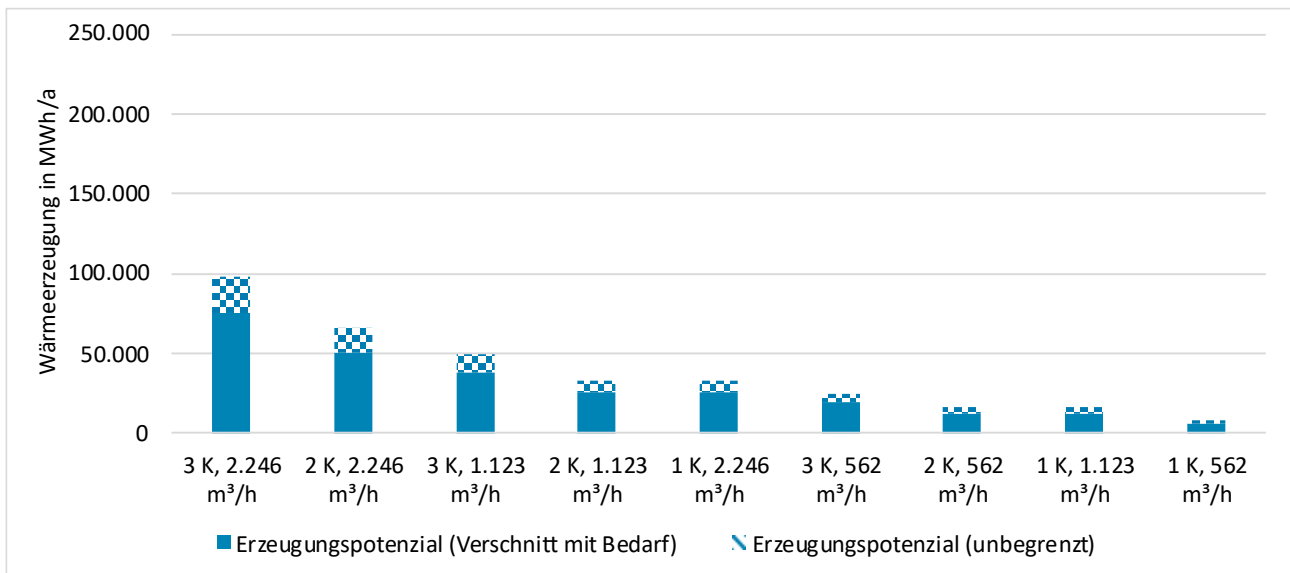


Abbildung 3-11: Thermisches Erzeugungspotenzial der Leine in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ. (Schraffierung: Maximal mögliches Potenzial, wenn die Wärme aus dem Entnahmestrom auch im Sommer komplett abgenommen wird; Unterer Bereich der Balken: Die Wärmemenge, die entnommen werden kann im Verschnitt mit dem Bedarf. Dies basiert auf der Annahme, dass der Wärmebedarf proportional zum verfügbaren Wärmepotenzial aus dem Entnahmestrom skaliert.)

Quelle: Eigene Darstellung

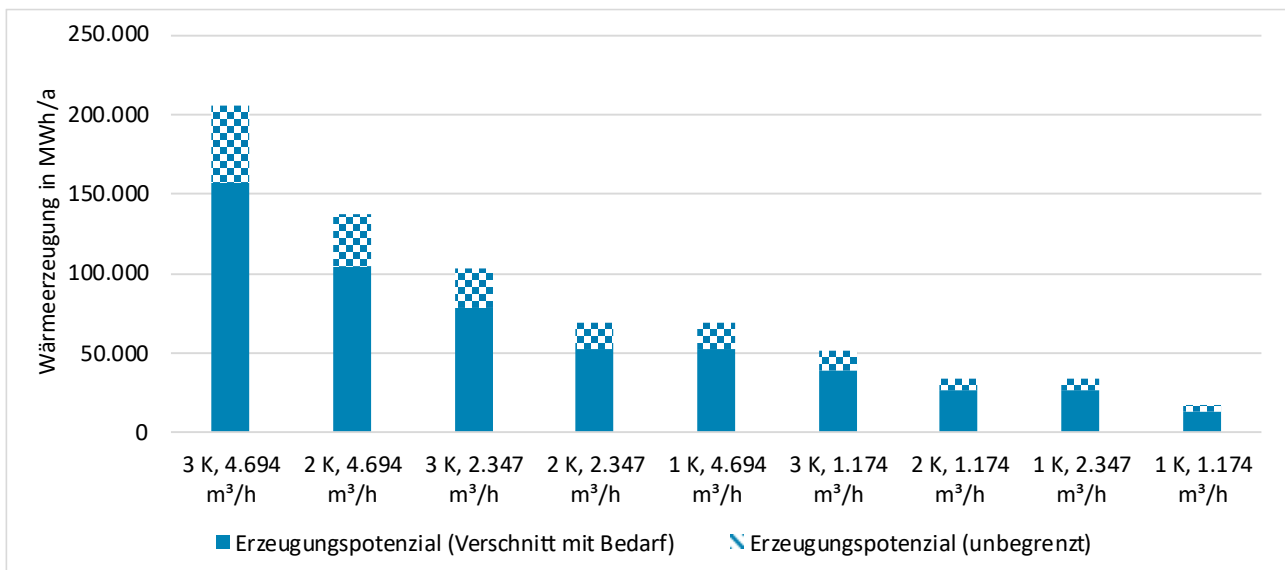


Abbildung 3-12: Thermisches Erzeugungspotenzial der Rhume in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.

Quelle: Eigene Darstellung

Neben den beiden Flüssen besitzt Northeim mit dem großen See auch ein stehendes Gewässer. Auch für den Großen See wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt, wobei davon ausgegangen wurde, dass der See um maximal 1 K ausgekühlt werden darf. Dies entspricht einer Entnahmemenge von 91 m³/h. Hieraus ergibt sich ein Potenzial von 0,9 bis 2,4 GWh/a unter Berücksichtigung eines synthetischen Lastgangs (siehe Abbildung 3-13). Die zu erwartende Wärmemenge ist somit deutlich geringer als die der Flüsse. Die große Entfernung zu Wohnbebauung spricht darüber hinaus gegen eine thermische Nutzung des Seewassers. Gegebenenfalls könnte der See aber als Wärmequelle für ein Quartiersnetz dienen.

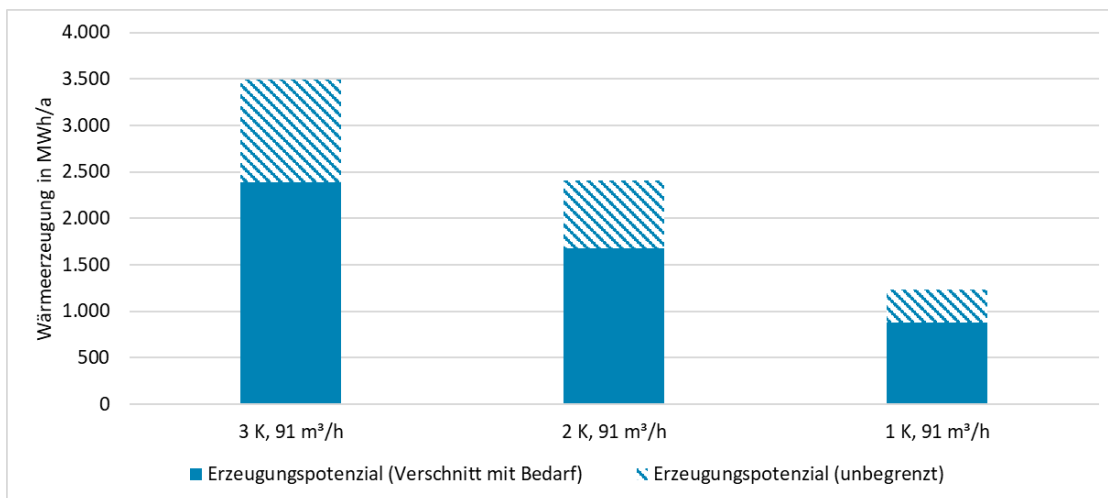


Abbildung 3-13: Thermisches Erzeugungspotenzial des großen Sees in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K bei einer konstanten Entnahmemenge von 91 m³/h.

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.7 Umgebungsluft

Zentrale Umgebungsluft

Während **zentrale** Umgebungsluft-Großwärmepumpen etwa in Dänemark bereits eine etablierte Technologie sind, ist diese Technologie in Deutschland noch nicht weit verbreitet. Das Prinzip von Umgebungsluft-Großwärmepumpen unterscheidet sich generell nicht von der dezentralen Variante: Aus der Umgebungsluft wird die Wärme entzogen und durch den thermochemischen Kreisprozess auf das notwendige Temperaturniveau angehoben. Abhängig von der Wahl des Kältemittels können Vorlauftemperaturen von bis zu über 115 °C erreicht werden.

Die Erzeugung mittels Groß-Wärmepumpen und der Wärmequelle Umgebungsluft wurde innerhalb der Analyse nicht quantifiziert, da der Einsatz dieser Variante auch schon bei kleineren Flächen (z.B. ungenutzte Parkplätze) zum Einsatz kommen kann. Resultierend ist eine Bewertung auf der Flughöhe der kommunalen Wärmeplanung nicht zielführend, da theoretisch für jedes Wärmenetz für die Grund- und Mittellast eine Groß-Wärmepumpe mit der Wärmequelle Umgebungsluft zum Einsatz kommen könnte, sofern keine effizienteren Alternativen vorliegen. **Das Potenzial der der Umgebungsluft-Großwärmepumpen ist somit direkt abhängig von dem Wärmebedarf der Wärmenetze.** Es liegt **keine natürliche Restriktion** des Potenzials vor, wie dies zum Beispiel durch den Durchfluss eines Flusses bei der Flusstermie gegeben ist.

Dezentrale Umgebungsluft – Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme auf Außenlufttemperaturniveau und heben 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 (Günther, et al., 2020).

Wärmepumpen bieten sich insbesondere bei niedrigen Ziel- bzw. Heiztemperaturen an, da der Temperaturhub hier 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 (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. (Günther, et al., 2020).

Neben den niedrigen Effizienzen im Winter kann der Einsatz von Wärmepumpen durch den Schallschutz begrenzt sein, da die Wärmepumpe im Betrieb je nach Last wahrnehmbare Schallemissionen aufweisen. 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)

Die Höhe der Schallemissionen lässt sich über die Kennzahl „Schalleistungspegel“ beurteilen. Ein niedriger Schalleistungspegel 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 des Gebäudes gebildet. Diese Methodik bietet sich an, um in der Gesamtschau eines Gebietes einzelne kritische Teilgebiete zu identifizieren. Auch wenn ein Gebiete als gering geeignet gekennzeichnet ist, bedeutet dies nicht, dass eine Versorgung über eine Luft-Wärmepumpe unmöglich ist. Jedoch sollten ggf. Schallschutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden.

In Abbildung 3-14 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 Luft-Wärmepumpen besonders in der Innenstadt und in Bereichen mit dichter Bebauung durch Mehrfamilienhäuser eine geringe Eignung aufweisen. All diese Bereiche sind im Detail gesondert zu prüfen und bei Bedarf durch andere Potenziale bzw. über Wärmenetze zu versorgen. Der Wärmebedarf aller geeigneten Gebäude summiert sich auf etwa **300 GWh/a**.

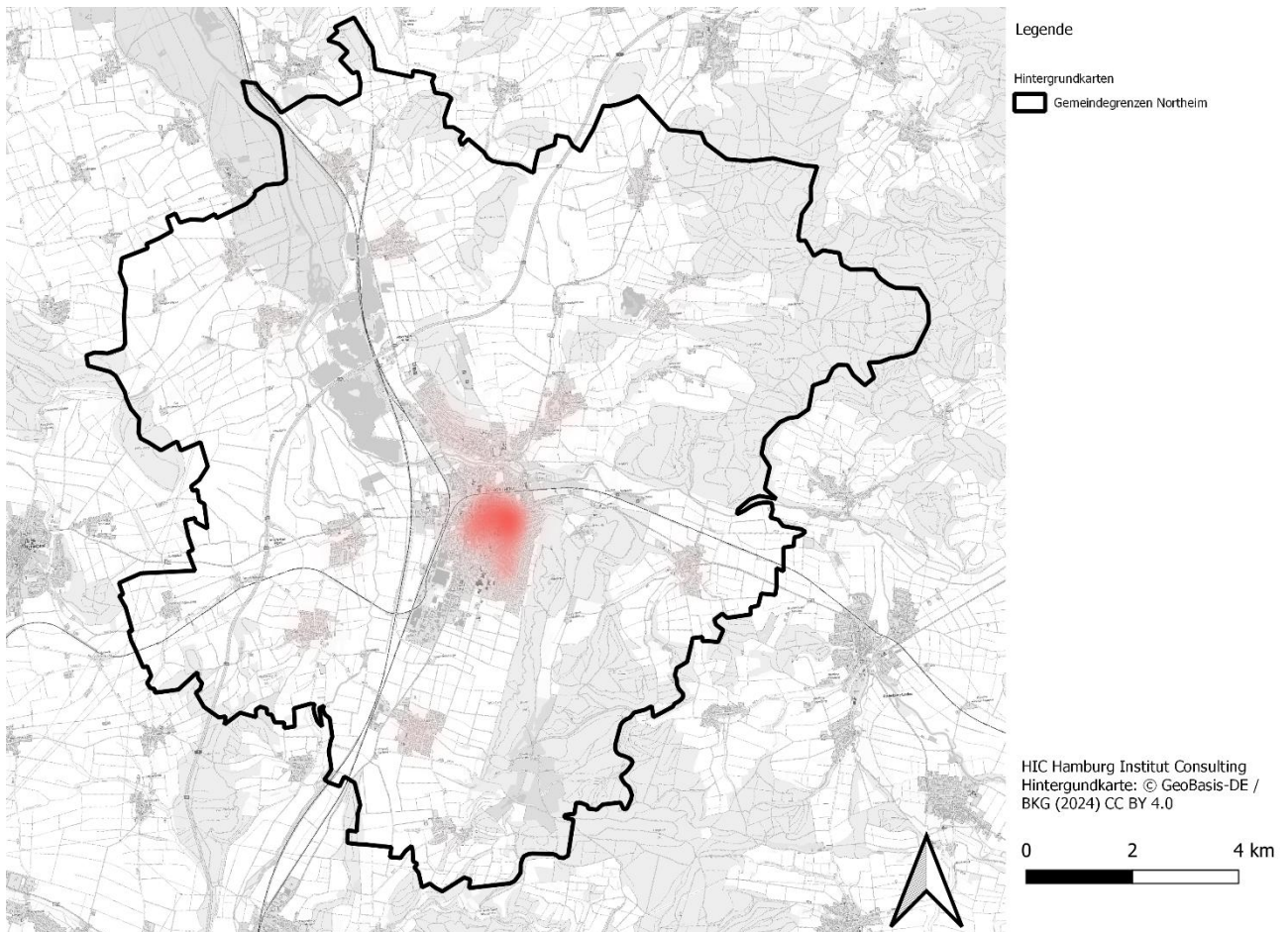


Abbildung 3-14: Kartografische Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen in Northeim (Je dunkler der Farbton, desto geringer die Eignung einer Luft-Wärmepumpe)

Quelle: Eigene Darstellung

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 Wärmeerzeugung 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.

Das Stadtgebiet Northeim liegt im südlichen Niedersachsen und ist geologisch dem Feststeingebiet zuzuordnen. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind wechselhaft und weisen einen komplexen Grundwasserstockwerksbau auf, sodass eine flächenhafte Darstellung einzelner Grundwasserkörper nicht möglich ist. Für die thermische Nutzung des Grundwassers eignen sich grundsätzlich Standorte mit einer hohen Ergiebigkeit (meist Porengrundwasserleiter), einer hohen Grundwassermächtigkeit und niedrigem Grundwasserflurabstand. Dies sind Kriterien, die im Feststeingebiet nur eingeschränkt erfüllt werden.

Neben den hydrogeologischen Standortkriterien muss zudem die Grundwasserbeschaffenheit geeignet sein. In Northeim zeigt die Analyse der Grundwasserbeschaffenheit ein differenziertes Bild: Die Mangan-, Eisen- und Aluminiumgehalte sind als unproblematisch einzustufen. Jedoch liegt der pH-Wert mit einem Maximum von 5,5 im sauren Bereich, was eine erhöhte Korrosionsgefahr für Anlagenkomponenten mit sich bringt. Folgende Eigenschaften wirken sich darüber hinaus generell 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
- metallaggressiv

Aufgrund des niedrigen pH-Wertes wird die Grundwasserbeschaffenheit in Northeim insgesamt als bedingt geeignet eingestuft. Zudem dürfen durch eine Anlage bestehende Anlagen Dritter weder hydraulisch noch thermisch beeinflusst werden.

Ergänzend wird geprüft, ob Reserve-Trinkwasserbrunnen potenziell für eine Wärmenutzung zur Verfügung stehen könnten. Im Ergebnis der kommunalen Wärmeplanung wird jedoch eingeschätzt, dass die Grundwasserwärme in Northeim aufgrund der beschriebenen geologischen und hydrochemischen Rahmenbedingungen voraussichtlich keine entscheidende Rolle einnehmen wird.

In jedem Fall sind eine Einzelfallprüfung durch die untere Wasserbehörde sowie eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019).

3.2.9 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 Abwasserkanälen und beim Ablauf der Abwasserreinigungsanlage gesondert betrachtet.

Abwasserkanäle

Abwasserkanäle verlaufen typischerweise in unmittelbarer Nähe zu Gebäuden mit kontinuierlichen Wärmebedarf, insbesondere in dicht bebauten Gebieten mit Wohn- und Nichtwohnnutzung. Täglich fließt kontinuierlich Abwasser mit Temperaturen zwischen 12 °C und 20°C durch das städtische Kanalnetz. Die im Abwasser enthaltene Wärme kann auf zwei Wege genutzt werden. Zum einen können sogenannte Liner in den Kanal verlegt werden. Liner sind große und längliche Wärmetauscher, über die das warme Abwasser fließt. Liner können direkt im Kanal integriert oder nachträglich eingefügt werden. Zum anderen kann über eine By-Pass-Lösung das Abwasser entnommen und die Wärme über Rohrbündelwärmetauscher entzogen werden. Das Abwasser wird anschließend dem Kanal wieder zugefügt.

Für eine wirtschaftliche und technische Nutzung gelten bestimmte Mindestanforderungen. Ein Trockenwetterabfluss von mehr als 30 l/s, ein Rohrdurchmesser von mindestens DN 800 sowie eine Wärmesenke in maximal 300 m Entfernung sind erforderlich. Ein Praxisbeispiel bietet das Helling-Quartier in Hamburg, wo auf einer Strecke von 106 m insgesamt 53 Wärmetauscher-Module installiert wurden.

Beim Wärmeentzug ist zu beachten, dass das Abwasser nicht übermäßig ausgekühlt werden darf, da eine Mindesttemperatur für eine effiziente biologische Reinigung in der Kläranlage notwendig ist. Daher wird in der Regel eine maximale Auskühlung von weniger als 1 K angestrebt. Gleichzeitig kann sich das Abwasser durch unterirdische Wärmeeinträge und weitere Zuflüsse auf dem Weg zur Kläranlage wieder erwärmen, besonders bei größerer Entfernung zur Anlage.

Die Temperatur im Kanal hängt unter anderem von der entnommenen Wärmemenge, der Durchflussmenge und der Zusammensetzung der Teilströme ab. Wärmeverluste durch Nutzung bewegen sich meist im gleichen Bereich wie natürliche Verluste, können jedoch in Einzelfällen, insbesondere im Winter, zu einer kritischen Absenkung der Zulauftemperatur führen. Die empfohlene Mindesttemperatur für den Kläranlagenzulauf liegt bei 10 °C. Die Auswirkungen einer Abkühlung verringern sich, wenn die Kläranlage über ausreichend Dimensionierungsreserven verfügt. Aus diesem Grund ist stets eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Nach Absprache mit dem Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung sind Einbauten in den Kanal für einen Wärmetauscher nicht möglich. Es gibt keinen zentralen Hauptwassersammler

Kläranlagen

Nach Absprache mit dem Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung sind am Klärwerk aktuell keine Potenziale zur Nutzung im Wärmenetz vorhanden, da eine Nutzung der Wärmemengen im Klärwerk geplant ist.

3.2.10 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 Marktstammdatenregister um des Stromanteils in BHKWs bereinigt. Das gesamte Abwärmepotenzial beläuft sich auf bis zu 37 GWh/a. Da die lokale Abwärme stark abhängig von den unternehmensspezifischen Prozessen ist, muss für jede Abwärmequelle eine Einzelfallprüfung vorgenommen werden.

In Abbildung 3-15 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

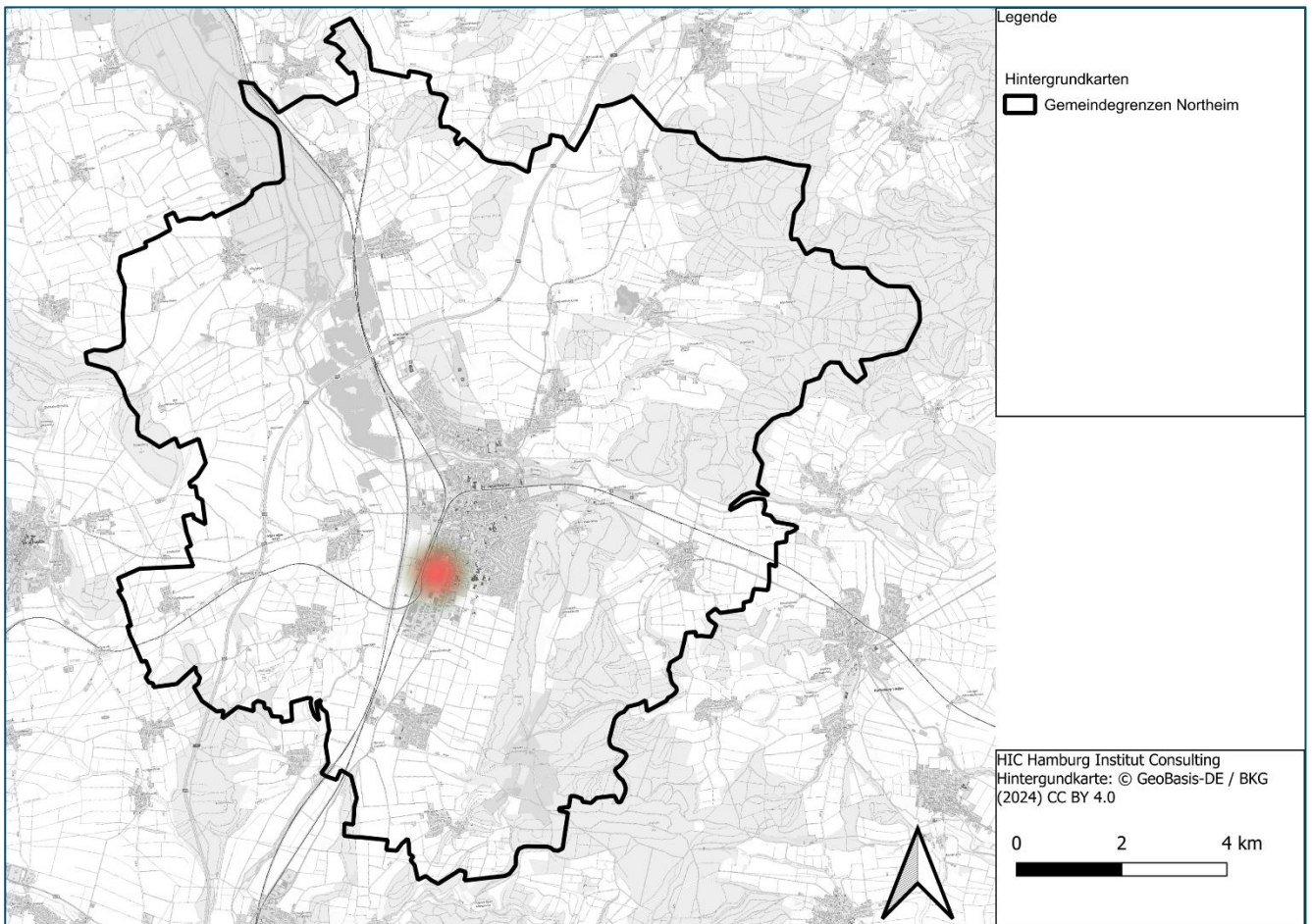


Abbildung 3-15: Qualitative Darstellung des Abwärmepotenzials

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.11 Großwärmespeicher

Wärmespeicher können im Energiesystem unterschiedliche Funktionen einnehmen. Zu den naheliegendsten gehören der dynamische Ausgleich von Bedarfs- und Erzeugungsschwankungen sowie die Glättung von Überschuss- oder Bedarfsspitzen (Reduktion nötiger Spitzenlastkapazität). Je nach Größe des Speichers kann allerdings auch (sommerliche) Überschusswärme saisonal in die Heizperiode verlagert werden. Für die saisonale Speicherung von Wärme bei unter 100 °C bieten sich vorrangig sensible Wärmespeicherformen – Tankspeicher, Erdwärmesondenspeicher, Erdbeckenspeicher und Aquiferspeicher – an.

Technologieüberblick

Tankspeicher (TTES) werden häufig als oberirdische Heißwassertanks aus Stahl mit Isolationsschicht ausgeführt. Aufgrund der hohen Investitionskosten und großen möglichen Be- und Entladeleistungen, werden sie üblicherweise als Kurzzeitspeicher genutzt, um durch höhere Zyklenzahlen eine verbesserte Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Sie können aufgrund des geringen Platzbedarfs sehr flexibel eingesetzt werden, gleichzeitig ist die Speicherkapazität aufgrund der Bauform auf etwa 2 GWh (in Abhängigkeit der Speichertemperaturen) begrenzt. Die Ent- und Beladung kann flexibel über Diffuser im Speicher gesteuert werden, das System reagiert sehr schnell und auch große Leistungen (bis zu 200 MW) können kurzfristig verfügbar gemacht werden.

Aquiferspeicher (ATES) können nur realisiert werden, wenn der hydrogeologische Untergrund des Stadtgebiets den Anforderung an diese Speicherform genügt. Bei den deutschen Fernwärme-Netztemperaturen hat sich gezeigt, dass mitteltiefe Aquifere in etwa 400 bis 1.500 m Tiefe grundsätzlich für einen Speicherbetrieb in Frage kommen. Da zur Feststellung der Eignung des Untergrundes umfangreiche geologische Informationen benötigt werden, können Aquiferspeicher an dieser Stelle nicht weiter spezifiziert werden. Aquiferspeicher bieten das Potenzial, bei geringem oberirdischen Platzbedarf und entsprechenden effektiven Mächtigkeiten sehr große unterirdische Speicherkapazitäten bereitzustellen, sodass sie auch in Ballungszentren hohen Speicheranforderungen gerecht werden können. Allerdings wird das Speichermedium, das Thermalwasser, über ein oder mehrere Dubletten an die Oberfläche gefördert, wodurch die maximale Be-/Entladeleistung durch die Dimensionierung der Dubletten stark variiert und begrenzt ist.

Erdwärmesondenspeicher (BTES) nutzen die oberen Gesteinsschichten in 30 bis 150 m Tiefe als Speichermedium. Dafür werden U-förmige oder konzentrische Sonden aus synthetischen Materialien in den Boden eingebracht, welche als Wärmeübertrager im Boden fungieren. Unter der Oberfläche kann eine Dämmschicht zur Reduktion der Wärmeverluste eingebracht werden. Die Speichergröße kann nicht klar abgegrenzt werden, insgesamt wird jedoch aufgrund der geringeren spezifischen Wärmekapazität von 15 bis 30 kWh/m³ ein 3 bis 5-faches Volumen eines TTES benötigt. BTES werden aufgrund des hohen Platzbedarfs in der Praxis eher für Nah- und nicht Fernwärmenetze eingesetzt. Vorteile bestehen in der guten Erweiterbarkeit des Systems und des geringen oberirdischen Platzbedarfs. Nachteile liegen im Falle eines Wärmespeichers vorrangig in der langen Einschwingzeit des Systems, bis ein guter thermischer Wirkungsgrad erreicht werden kann, der starken Beeinflussung des Lebensraums Boden und der fehlenden Eignung als Kurzzeitspeicher.

Erdbeckenspeicher (PTES) können sowohl zur kurz- als auch zur langfristigen Wärmespeicherung eingesetzt werden. Der Speicher wird jedoch nicht als Zylinder, sondern als wassergefülltes Becken in den Boden teilweise eingelassen. Die gewählte Form hängt dabei von den geologischen Bedingungen des jeweiligen Standorts ab, zumeist wird jedoch eine pyramidenstumpfähnliche Form gewählt, sodass sich eine geringere Aushubtiefe als beim versenkten Tankspeicher ergibt. Der Speicher wird in Abhängigkeit des Grundwasserstandes bis zu 20 m in den Boden eingelassen und das ausgehobene Erdmaterial wird meist als Wall wiederverwendet, wodurch die Aushubtiefe reduziert werden kann. Üblicherweise sollte der Flurabstand mindestens 10m betragen. Oft wird die Abdeckung des Speichers als schwimmender, isolierender Deckel ausgeführt, der einen großen

Kostenbestandteil ausmacht. In den meisten Fällen werden die Wände des Speichers ohne Wärmedämmung gegen das Erdreich und nur mit Abdichtungsschichten aus Polymeren ausgeführt. PTES können mit großen Be- und Entladeleistungen betrieben werden, die Kapazitätsobergrenze liegt bei ausreichender Platzverfügbarkeit bei über 40 GWh.

Flächenanalyse

Die Auswahlkriterien für potenziell geeignete Flächen für saisonale Speicher sind ähnlich zu den der Freiflächen-Solarthermie (siehe Abschnitt 3.2.1 zur Solarthermie). Die Lage der Potenzialflächen ist in Abbildung 3-16 dargestellt.

Für die Region Südniedersachsen sind keine Grundwasserflurabstände öffentlich verfügbar, die Einfluss auf das Potenzial der Großwärmespeicher nehmen würden. Daher kann im Rahmen dieser Studie auch keine detailliertere Betrachtung des Potenzials für Großwärmespeicher erfolgen. Dies muss in Detailstudien unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten und ggf. Probebohrungen durchgeführt werden.

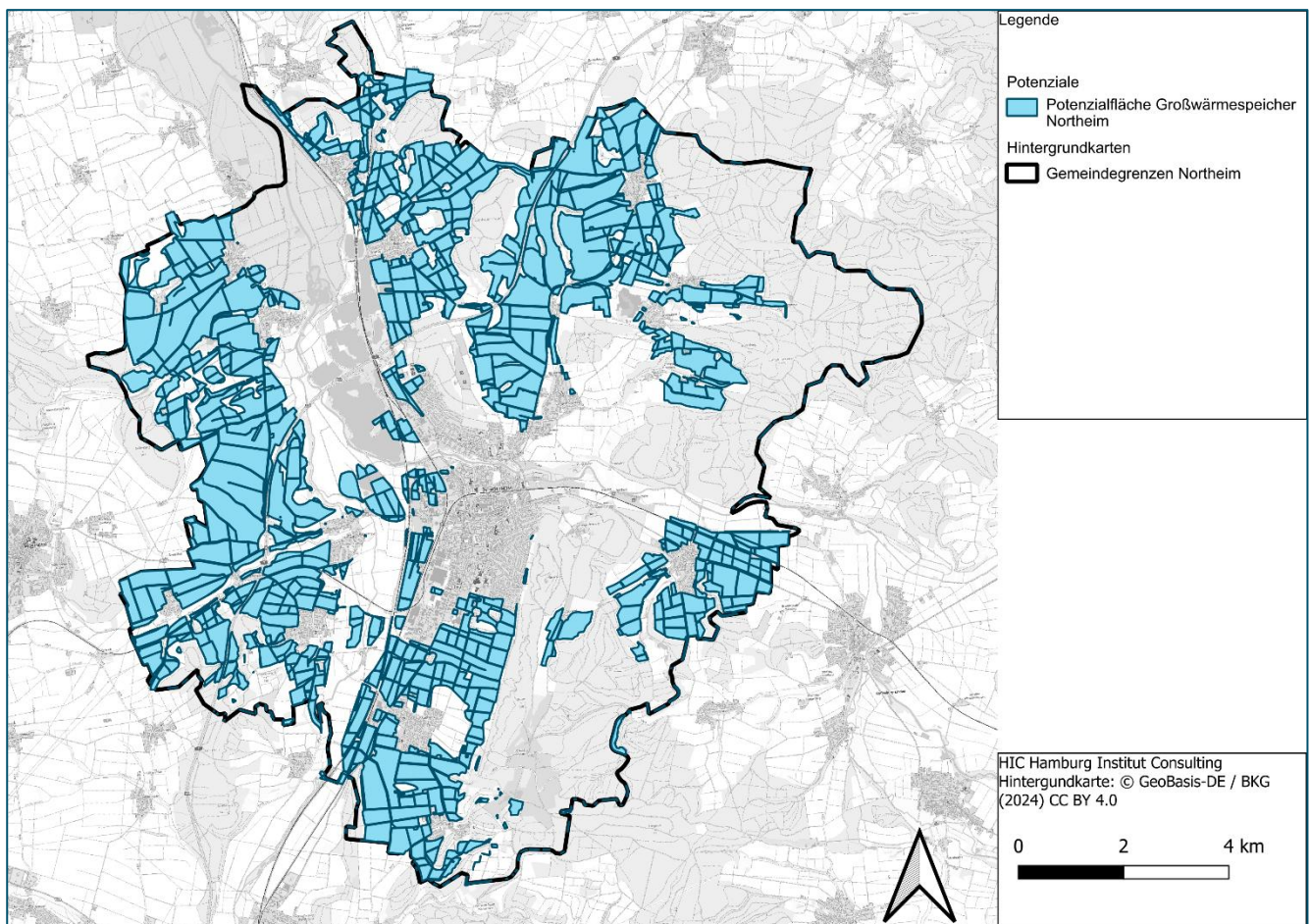


Abbildung 3-16: Potenzialflächen für Großwärmespeicher in Northeim (ohne Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes)

Quelle: Eigene Darstellung

3.2.12 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Abbildung 3-17 sind die ermittelten Potenziale dem Wärmebedarf gegenübergestellt. Der hellblaue Balken unter „Wärmebedarf“ stellt das Sanierungspotenzial dar. Im Folgenden sind die thermischen Erzeugungspotenziale zusammengefasst dargestellt:

Gebäudeenergieeffizienz: Durch Sanierungsaktivität können in Northeim bis zu 45 GWh/a eingespart werden.

Oberflächengewässer: Die Flüsse Rhume und Leine in können als thermische Quelle für die zentrale Erzeugung einer Großwärmepumpe dienen. Das thermische Erzeugungspotenzial ist abhängig von der Systemkonfiguration und dem Standort und variiert in einem Bereich zwischen 6 GWh/a bis zu 200 GWh/a . Die Rhume bietet das größte Potenzial und kann auch unter konservativen Randbedingungen 13 GWh/a liefern.

Kläranlage: Nach Absprache mit dem Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung sind am Klärwerk aktuell keine Potenziale zur Nutzung im Wärmenetz vorhanden, da eine Nutzung der Wärmemengen im Klärwerk geplant ist. Geeignete Abwasserkanäle gibt es in Northeim nicht.

Tiefe Geothermie: In Northeim wird ein hydrothermisches Potenzial vermutet. Das Potenzial wird pro Dublettenbohrung auf 8 bis 22 GWh geschätzt. Ob das hydrothermische Potenzial in dieser Form auch tatsächlich genutzt werden kann, kann nicht final beurteilt werden, da hierfür umfangreichere Untersuchungen notwendig sind.

Industrielle Abwärme: Das thermische Potenzial wurde auf Basis der Mitarbeiterzahl und der Unternehmensbranche mittels Abwärmefaktoren ermittelt. Das Potenzial beläuft sich auf bis zu 37 GWh/a.

Biomasse und Abfall: Die technische Potenzialanalyse für Biomasse und Abfall basiert auf landes- und stadtweiten Daten, die auf die Stadtgröße und Bevölkerungszahl runtergerechnet wurden. Es ergibt sich ein Potenzial von mehr als 300 GWh/a wovon ca. 28 GWh/a als nachhaltig gelten. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit sollte Biomasse nur in Einzelfällen oder zur Spitzenlastdeckung zum Einsatz kommen.

Grundwasser: Die Bewertung der thermischen Nutzung des Grundwassers ist stark abhängig von den lokalen Gegebenheiten im Untergrund. Die aktuelle Datenlage in Northeim weist darauf hin, dass eine Nutzung des Grundwassers zur Wärmeerzeugung eher nicht möglich ist. Eine Einzelprüfung ist in jedem Fall notwendig.

Oberflächennahe Geothermie: Auf Basis der Größe der Flurstücke und dem darauf befindlichen Wärmebedarf, wurde untersucht, ob über eine Sondenlösung der Wärmebedarf gedeckt werden kann. Bedingt geeignet (Deckungsanteil der Sonden >50 %) ist ein summierter Wärmebedarf von 58 GWh/a. Gut geeignet (Deckungsanteil >100 %) ist ein Wärmebedarf von 84 GWh/a.

Solarthermie (Freifläche): Auf Basis eines Flächenscreenings wurden Flächen identifiziert, die für solarthermische Anlagen geeignet sein könnten. Das solarthermische Potenzial der Prioritätsstufen 1 liegt bei 767 GWh/a. Da die Solarthermie in der Konkurrenz zur Photovoltaik steht, wird das gesamte Potenzial als unsicher betrachtet.

Solarthermie (Dachfläche): Das Potenzial für Solarthermie auf dem Dach wurde mittels des Gebäudemodells auf Basis der Dachfläche und -neigung ermittelt. Das Potenzial beläuft sich auf 193 GWh/a. Da die Solarthermie in der Konkurrenz zur Photovoltaik steht, wird das gesamte Potenzial als unsicher betrachtet.

Dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpe: Bei der Potenzialbewertung wurde jedes Gebäude auf Eignung hinsichtlich der Aufstellorte und Schallemissionen untersucht. Der summierte Wärmebedarf aller geeigneten Gebäude beläuft sich auf 300 GWh/a.

Zentrale Umgebungsluft-Wärmepumpe: Das Potenzial der zentralen Umgebungsluft-Wärmepumpe wurde nicht genauer quantifiziert, da diese Wärmequelle keinen natürlichen Restriktionen (z.B. Durchfluss eines Flusses) unterliegt und somit anwendungsbezogen eingesetzt wird.

Im Gesamtbild zeigt die Potenzialanalyse, dass die Flusswärme die Säule der zukünftigen zentralen Wärmeversorgung in Northeim werden könnte. Darüber hinaus stellt die Umgebungsluft ein attraktives zentrales und dezentrales Potenzial dar, da sie nahezu überall verfügbar ist. Solarthermie wird trotz großer technischer Potenziale aufgrund der starken saisonalen Schwankungen und Flächenkonkurrenz zu PV voraussichtlich keine signifikante Rolle in der Dekarbonisierung des Wärmesektors in Northeim spielen. In der Erschließungsreihenfolge sollte die wirtschaftlichste (meistens die effizienteste) Erzeugungsvariante als erstes erschlossen werden. Genügend erneuerbares Erzeugungspotenzial ist in Norheim vorhanden.

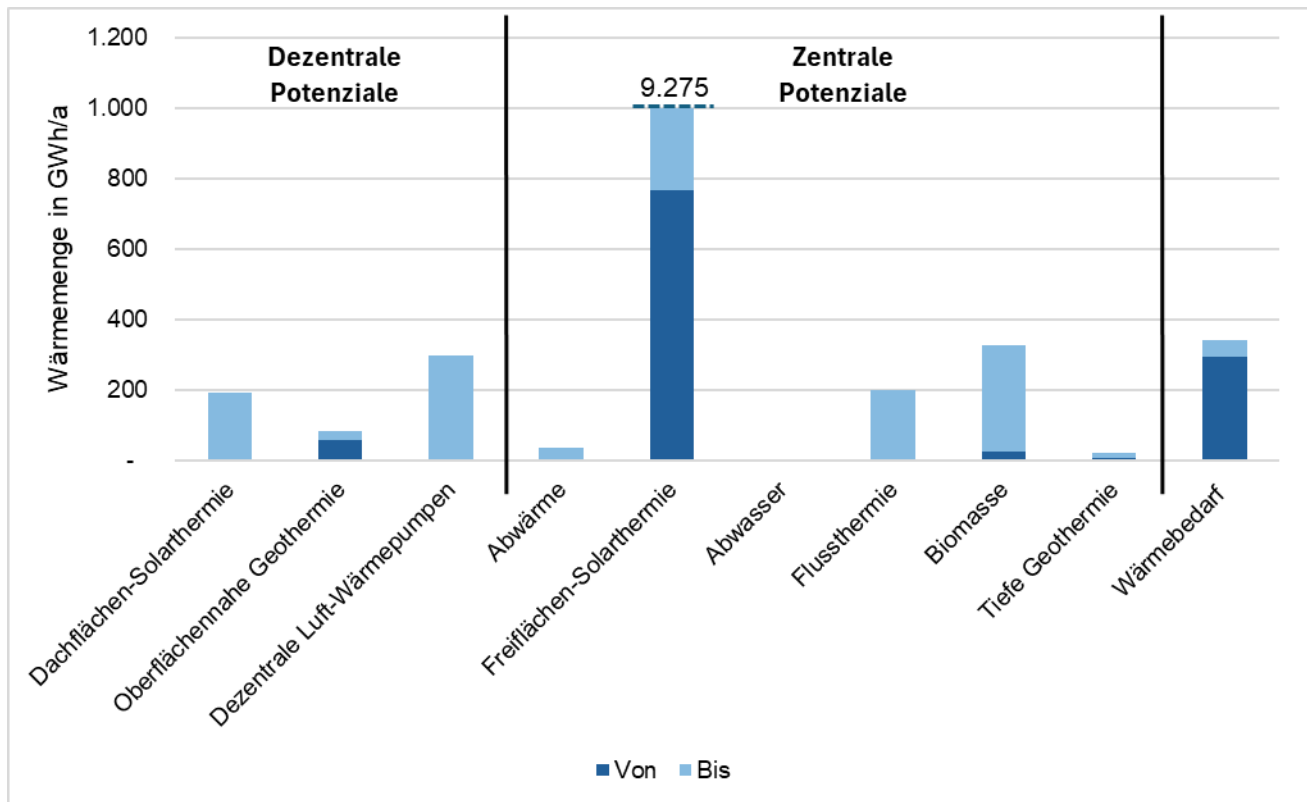


Abbildung 3-17: Gegenüberstellung der Potenziale mit dem Wärmebedarf in Norheim

Quelle: Eigene Darstellung

4 ZIELSZENARIO

Innerhalb des Zielszenarios werden die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse verzahnt, um daraus ein Zielszenario abzuleiten. Zudem wird das Planungsgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt.

4.1 Versorgungsvarianten

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) schreibt die Einteilung der Teilgebiete in folgende Versorgungsoptionen vor:

- Wärmenetzgebiet
- Dezentrales Versorgungsgebiet
- Wasserstoffnetzgebiet
- Prüfgebiet

In **Wärmenetzgebieten** sind Wärmenetze die präferierte Versorgungsoption. Wärmenetze bestehen aus einem Netz von Rohrleitungen, durch das heißes Wasser oder Dampf von einem zentralen Wärmeerzeuger hinzu den Endverbrauchern transportiert wird. Als zentrale Wärmeerzeuger dienen aktuell in den meisten Fällen zentrale Heizkraftwerke, die mit Erdgas befeuert werden. In erneuerbaren Systemen erfolgt die zentrale Erzeugung über Großwärmepumpen, grüne Gasen oder industrieller Abwärme.

Dezentrale Versorgungsgebiete sind Teilgebiete, in denen eine dezentrale Versorgungsoption über zum Beispiel dezentrale Wärmepumpen bevorzugt wird.

Wasserstoffnetzgebiete sind Teilgebiete, in denen die Versorgung mittels leitungsgebundenem Wasserstoff präferiert wird.

Prüfgebiete sind Gebiete, bei denen nach aktuellem Wissenstand keine finale Entscheidung über die voraussichtliche Wärmeversorgung getroffen werden kann. Die Prüfgebiete müssen in der Fortschreibung der Wärmeplanung erneut evaluiert werden und sind nach aktuellem Stand noch nicht sicher für eine Wärmeversorgung über ein Wärmenetz vorzusehen.

Die Einordnung der Teilgebiete in die voraussichtlichen Wärmeversorgungsvarianten dient als **strategisches Planungsinstrument**. Es handelt sich um eine Prioritätensetzung mit strategischem Blick und langfristiger Perspektive, durch die die Wahrscheinlichkeit des Baus eines Wärmenetzes erheblich erhöht wird. Unabhängig von der Festlegung in der kommunalen Wärmeplanung bleibt der Einbau einer dezentralen Option stets möglich. Für dezentral versorgte Teilgebiete lässt sich hingegen feststellen, dass die Wahrscheinlichkeit für den Bau eines Wärmenetzes gegen null tendiert.

In dieser Wärmeplanung werden Wärmenetzgebiete im Sinne des WPG als „**Prüfgebiete bis 2030**“ definiert, Prüfgebiete im Sinne des WPG als „**Prüfgebiete nach 2030**“. Die soll verdeutlichen, dass Wärmenetzgebiete nicht zwangsläufig auch an ein Wärmenetz angeschlossen werden, sondern lediglich eine Priorisierung bezüglich der Prüfung eines Wärmenetzanschlusses darstellen.

4.2 Methodischer Ansatz

Gemäß §18 WPG soll die Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete unter Berücksichtigung der folgenden Stichpunkte geschehen:

- Geringe Wärmegegostehungskosten
- Geringe Realisierungsrisiken
- Hohes Maß an Versorgungssicherheit
- Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

Die Einteilung der Gebiete erfolgte im engen Austausch mit der Kerngruppe in einem iterativen Prozess. Für die Einteilung wurde eine Matrix-Punkte-Bewertung verwendet. Im Folgenden werden die Einflüsse auf die Bewertungsmethodik erläutert.

4.2.1 Geringe Wärmegegostehungskosten

Geringe Wärmegegostehungskosten sind der wohl ausschlaggebendste Punkt für Investitionsentscheidungen. Dabei müssen zum einen die Investitionskosten aber auch die laufenden Kosten für den Betrieb der Heizungsanlage berücksichtigt werden. Besonders die Quantifizierung der laufenden Kosten über die Lebensdauer der Heizungsanlage ist herausfordernd und mit Unsicherheit versehen. Deswegen sollte die Einordnung des beplanten Gebiets nie alleine auf Basis der Wärmegegostehungskosten geschehen.

4.2.2 Geringe Realisierungsrisiken und hohes Maß an Versorgungssicherheit

Die Evaluierung der Realisierungsrisiken und der Versorgungssicherheit sind schwer voneinander zu trennen und werden zusammen bewertet. Folgende Größen werden zur Bewertung herangezogen:

- Wärmelinienichte
- Potenzialanalyse Umgebungsluft-Wärmepumpe
- Spezifischer Wärmebedarf
- Ankerkunden Wärmenetz

Wärmelinienichte: Die Wärmelinienichte gibt an, wieviel Wärme pro Meter abgenommen werden kann. Je höher die Wärmelinienichte ist, desto besser können die Kosten für die zentrale Erzeugung verteilt werden. Eine hohe Wärmelinienichte ermöglicht somit den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes. Gemäß dem „Leitfaden Wärmeplanung“, kann ein Wärmenetz ab einer Wärmelinienichte von 2 MWh/m²a gebaut werden (Ortner, et al., 2024). Die Wärmelinienichte wird in einem räumlichen Teilgebiet auch in 20 Jahren annähernd identisch bleiben.

Potenzialanalyse Umgebungsluft-Wärmepumpe: Im Rahmen der Potenzialanalyse für Umgebungsluft-Wärmepumpen wurde jedes Gebäude auf die Eignung hinsichtlich der Schallemissionen für Umgebungsluft-Wärmepumpen bewertet. Teilgebiete mit einer durchschnittlich hohen Eignung (Gebiete mit viel Abstand zu den Nachbarn) sind besser geeignet für die Versorgung über dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen als Gebiete mit einer geringen Eignung (dicht bebaute Gebiete).

Spezifischer Wärmebedarf: Der spezifische Wärmebedarf liefert einen ersten Anhaltspunkt dafür, ob Umgebungsluft-Wärmepumpen in Bezug auf die Vorlauftemperaturen in einem Teilgebiet geeignet sind. Ein hoher spezifischer Wärmebedarf deutet auf einen schlechten Sanierungszustand hin, wodurch die Versorgung mittels einer Umgebungsluft-Wärmepumpe weniger effizient ist. Resultierend daraus wurden Gebiete mit einem durchschnittlich hohen spezifischen Wärmebedarf als ungeeigneter für die dezentrale Versorgung bewertet als Gebiete mit einem durchschnittlich niedrigen spezifischen Wärmebedarf.

Ankerkunden Wärmenetz: Ankerkunden für Wärmenetze sind Großverbraucher, die durch ihre frühzeitige Bekenntnis zu einem Wärmenetzanschluss für Planungssicherheit und wirtschaftliche Stabilität sorgen

können. Durch einen Ankerkunden kann ein Wärmenetzbetreiber direkt eine große Menge an Wärme als gesichert abgenommen betrachten, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Realisierung eines Wärmenetzes deutlich steigt. Kleinere Verbraucher, die im Umkreis eines Ankerkunden liegen, können sich zusätzlich an das Wärmenetz anschließen. Typische Ankerkunden für Wärmenetze sind die Wohnungswirtschaft, kommunale Liegenschaften oder größere Unternehmen.

Wärmegestehungskosten: Die Wärmegestehungskosten sind ein wichtiger Faktor um die Wirtschaftlichkeit einer Versorgungsoption abzubilden und dadurch auch die Umsetzungswahrscheinlichkeit zu erhöhen. Die Kosten sind mit mehreren Unsicherheiten behaftet, da Preisentwicklungen für Energieträger bspw. schnell auf Grund veränderter äußerer Einflüsse auftreten können. Deswegen sind die Wärmegestehungskosten nur als erster Indikator zu verstehen und nicht als final zu sehen.

4.2.3 Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf eine langfristige Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) ab, die für alle Verbraucher:innen möglichst kostengünstig gestaltet wird. Gemäß §29 bis §31 WPG müssen alle bereits bestehenden und neuen Wärmenetze stufenweise bis zum 31.12.2044 anteilig zu 100 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination aus beiden gespeist werden.

Die Ziele zur Transformation des Stromsektors sind im EEG festgelegt. Gemäß des §1 EEG 2023 müssen bis 2030 80 % des Brutto-Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien kommen. Auf Basis der Zielsetzung nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz, wird davon ausgegangen, dass der Stromsektor bis 2045 THG-neutralen Strom liefert. Wasserstoff ist ebenfalls THG-neutral, sofern dieser aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Da alle Versorgungsoptionen in der langfristigen Perspektive THG-neutral agieren und dieses Ziel zum gleichen Zeitpunkt erreichen, wurde das Kriterium der kumulierten THG-Emissionen nicht berücksichtigt.

4.3 Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf eine langfristige Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) ab, die für alle Verbraucher:innen möglichst kostengünstig gestaltet wird. In Tabelle 4-1 ist die Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Wärmenetz dargestellt. In Tabelle 4-2 ist die Punkte-Matrix-Bewertung für die dezentrale Versorgungsvariante dargestellt.

Tabelle 4-1: Gewichtung für die Wärmenetzeignung

Kategorie	Einheit	1 Pkt.	2 Pkt.	3 Pkt.	4 Pkt.	Gewichtung
Wärmeliniendichte (Bestand)	MWh/(m*a)	1,5	2,5	3,5	4,5	0,4
Wärmeliniendichte (Saniert)	MWh/(m*a)	1,5	2,5	3,5	4,5	0,15
Anteil der Gebäude mit geringsten Wärmegestellungskosten für Wärmenetz (Kostenvergleich)	-	0,1	0,2	0,35	0,5	0,15
Wärmebedarf pro Gebäude (Bestand)	MWh/Geb.	15	25	40	60	0,1
Wärmebedarf pro Gebäude (Saniert)	MWh/Geb.	15	25	40	60	0,05
Abstand zum Fernwärmenetz	m	1000	750	500	250	0,1
Abstand zu Ankerkunden	m	200	150	100	50	0,05

Tabelle 4-2: Gewichtung für die Eignung dezentraler Versorgung

Kategorie	Einheit	1 Pkt.	2 Pkt.	3 Pkt.	4 Pkt.	Gewichtung
Spezifischer Wärmebedarf (Bestand)	kWh/m ²	225	175	125	75	0,3
Spezifischer Wärmebedarf (Saniert)	kWh/m ²	225	175	125	75	0,1
Wärmebedarf pro Gebäude (Bestand)	MWh/Geb.	60	40	25	15	0,15
Wärmebedarf pro Gebäude (Saniert)	MWh/Geb.	40	30	20	10	0,05
Eignung Umgebungsluft-Wärmepumpe (Potenzialanalyse)	Niedrig (schlecht) Hoch (gut)	0,5	1,5	2,5	3,5	0,3
Anteil der Gebäude mit geringsten Wärmegestehungskosten für Wärmepumpen	%	10	20	35	50	0,1

Im Rahmen der Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2 werden die kartografischen Resultate der Punkte-Matrix-Bewertungen dargestellt, die anschließend in Wahrscheinlichkeiten überführt wurden. Diese Wahrscheinlichkeiten dienen ausschließlich als erste indikative Einschätzung und stellen weder ein verbindliches Zusage- noch ein Ausschlusskriterium dar. Ergänzend wurden qualitative Einflussfaktoren berücksichtigt, die sich im Rahmen der Punkte-Matrix-Bewertung nicht quantifizieren lassen, jedoch für die Gesamteinschätzung von Relevanz sind. Es wird in den Abbildungen deutlich, dass im Bereich Innenstadt und den angrenzenden Wohn- und Gewerbegebieten entlang der Göttinger Straße eine hohe Eignung für Wärmenetze, aber eine geringe Eignung für dezentrale Versorgung vorliegt. Gleiches gilt für das Gebiet am Mittelweg.

Die finale Gebietseinteilung wurde in einem engen Austausch mit der Kerngruppe in einem iterativen Verfahren erarbeitet und ist in Abbildung 4-3 dokumentiert.

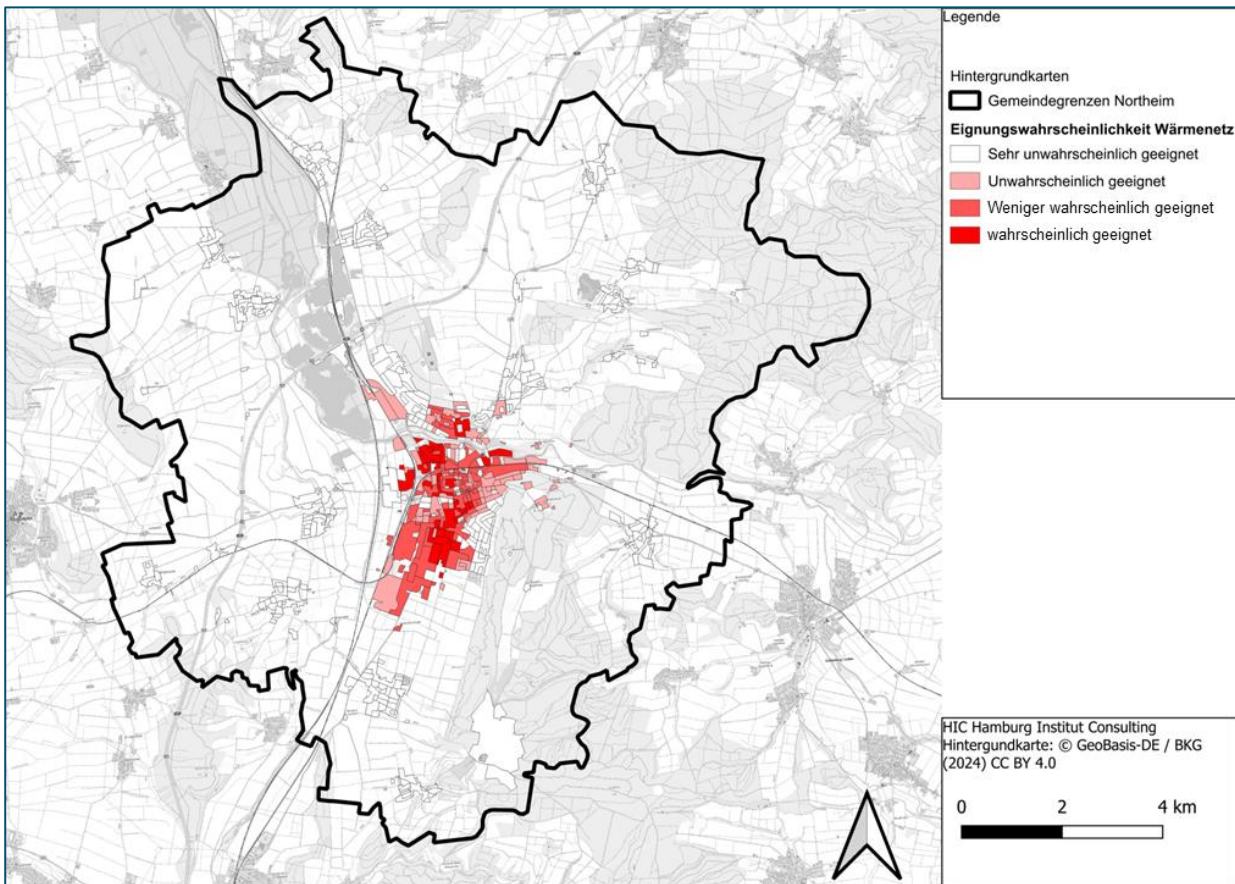


Abbildung 4-1: Wahrscheinlichkeit der Baublöcke, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können

Quelle: Eigene Darstellung

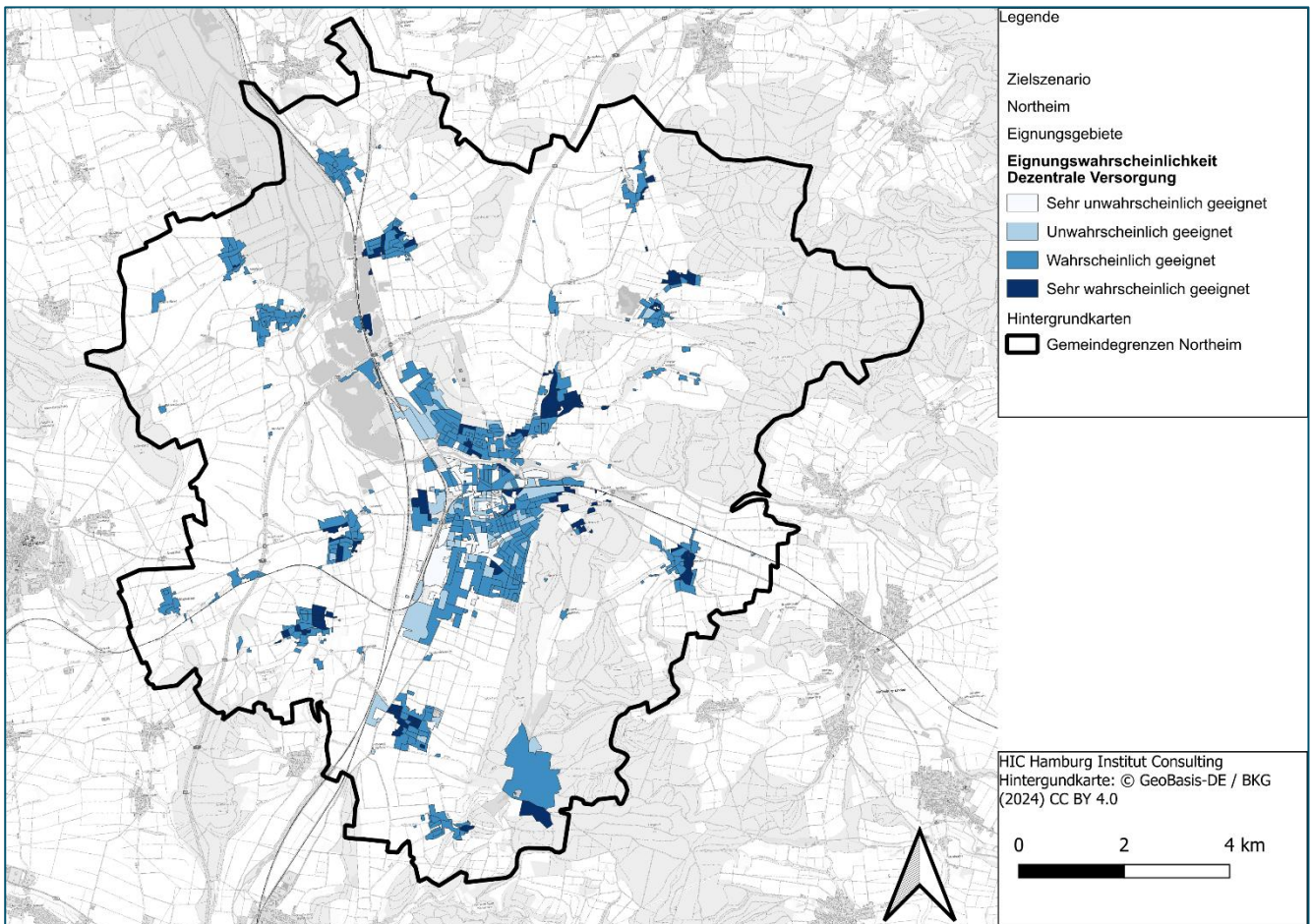


Abbildung 4-2: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Versorgung versorgt werden zu können (Dezentrale Versorgung kann nahezu überall eine Option sein. Einzelfallprüfung trotz dargestellter Wahrscheinlichkeiten grundsätzlich notwendig. Auch in Unwahrscheinlich gekennzeichneten Bereichen ist der Betrieb einer Umgebungsluft-Wärmepumpe nicht kategorisch ausgeschlossen. Schallschutzmaßnahmen können jedoch notwendig sein.)

Quelle: Eigene Darstellung

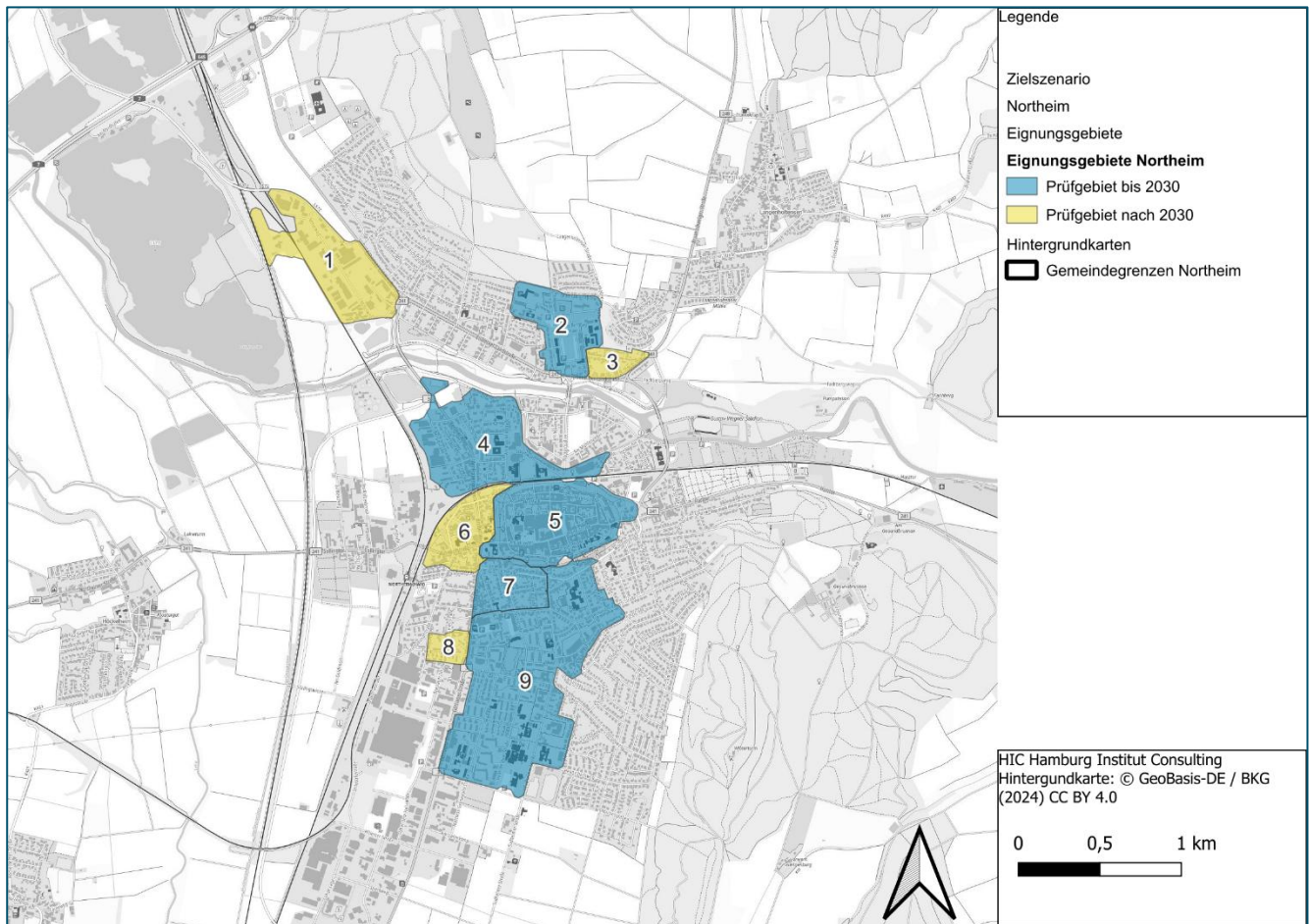


Abbildung 4-3: Einteilung der Teilgebiete in Prüfgebiete für eine Wärmeversorgung

Quelle: Eigene Darstellung

In allen Bereichen außerhalb der Prüfgebiete ist eine Eignung für die dezentrale Versorgung ermittelt worden.

4.4 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

In Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5 sind die Endenergiebedarfe für Raumwärme und Prozesswärme bis 2040 nach Energieträger und im Zieljahr 2040 zusätzlich nach Sektor dargestellt. Der Endenergiebedarf entspricht der Menge an Energie, die der Heizanlage zugeführt werden muss, um den Bedarf zu decken – bei einer Gastherme die Menge an Erdgas und bei einer Wärmepumpe die Menge an Strom. Im Zieljahr 2040 könnten Wärmenetze ca. 33 % des Endenergiebedarfs decken. Während im IST-Zustand der Strombedarf kaum grafisch darstellbar ist, werden 2030 bis zu 28 GWh/a Strom gebraucht, um die Wärmepumpen zu betreiben. Bis 2040 steigt der Strombedarf auf über 79 GWh/a. Zu berücksichtigen ist, dass Umweltwärme in dem Diagramm nicht dargestellt ist.

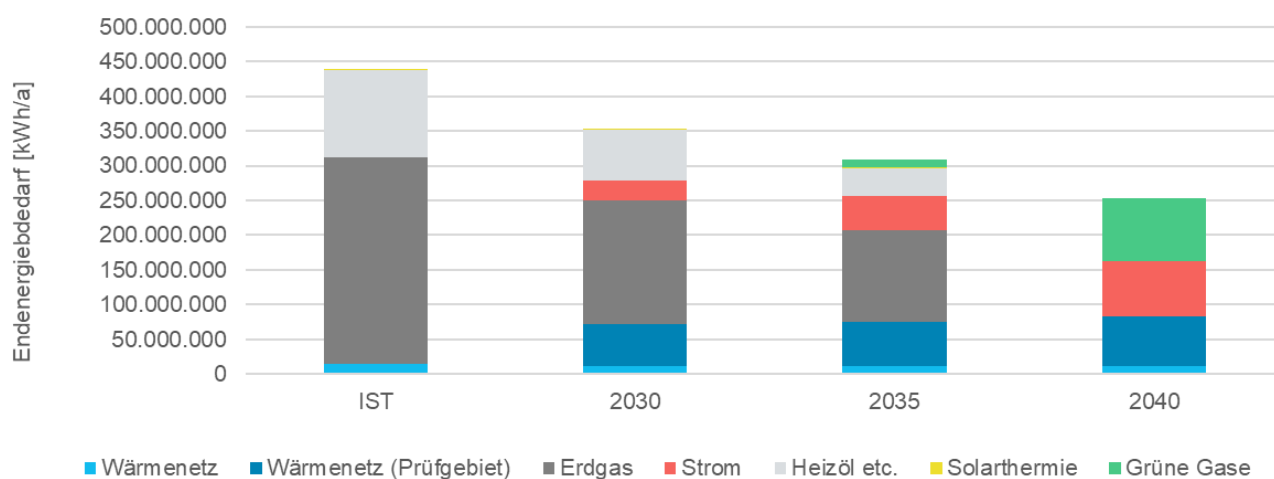


Abbildung 4-4: Endenergiebedarf für Raumwärme nach Energieträger in den Stützjahren bis 2040

Quelle: Eigene Darstellung

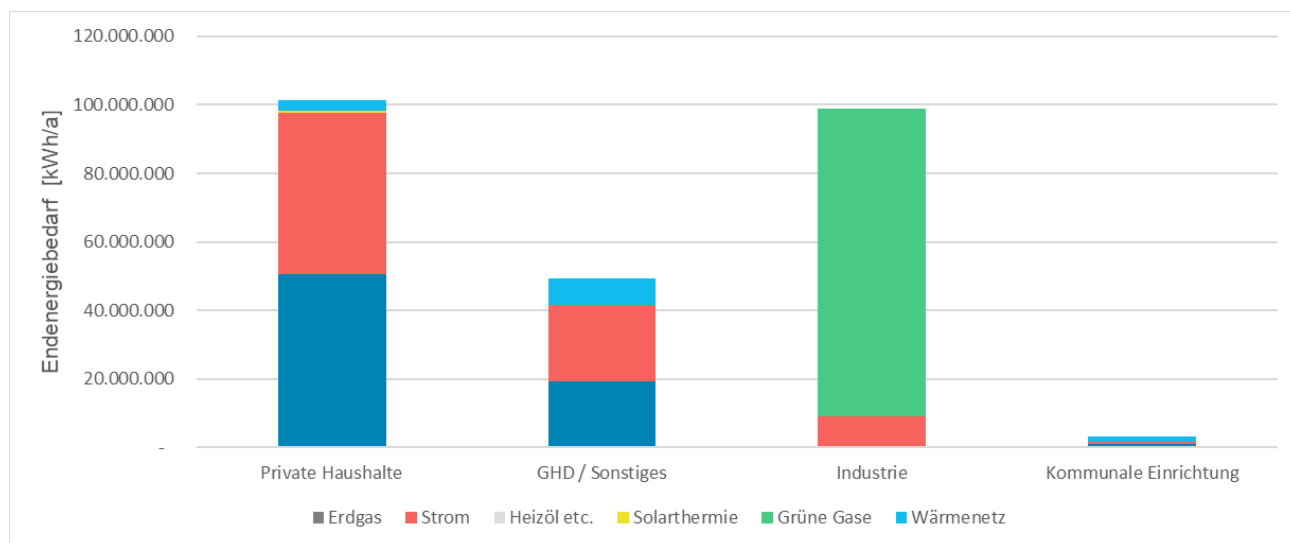


Abbildung 4-5: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Sektoren und Endenergieträger im Zieljahr 2040

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 4-6 sind die Treibhausgasemissionen nach Endenergieträger und in Abbildung 4-7 die Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Jahr 2040 abgebildet. Die Emissionen sinken bis 2040 auf einen Sockelbetrag von ca. 5.000 tCO₂eq /a, was vor allem durch die Substitution von Erdgaskesseln mit Wärmenetzanschlüssen oder dezentralen Wärmepumpen erreicht wird. Durch die Erreichung der THG-Neutralität sowohl im Stromnetz als auch in den bestehenden Wärmenetzen können die verbleibenden Emissionen auf einen Sockelbetrag (u.a. auf Grund der Vorkettenemissionen) reduziert werden.

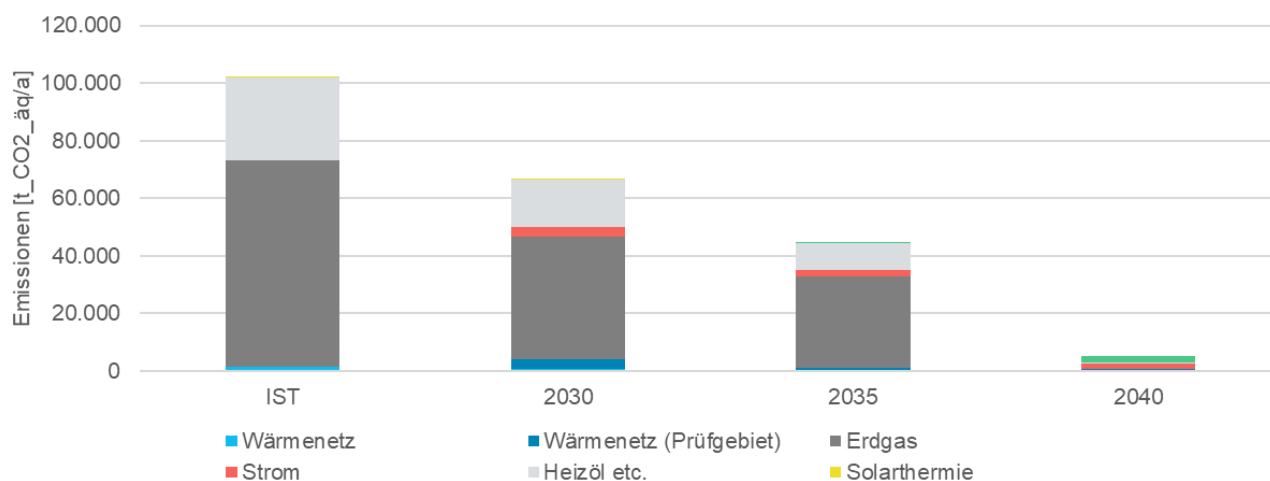


Abbildung 4-6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO₂eq/a bis 2040

Quelle: Eigene Darstellung

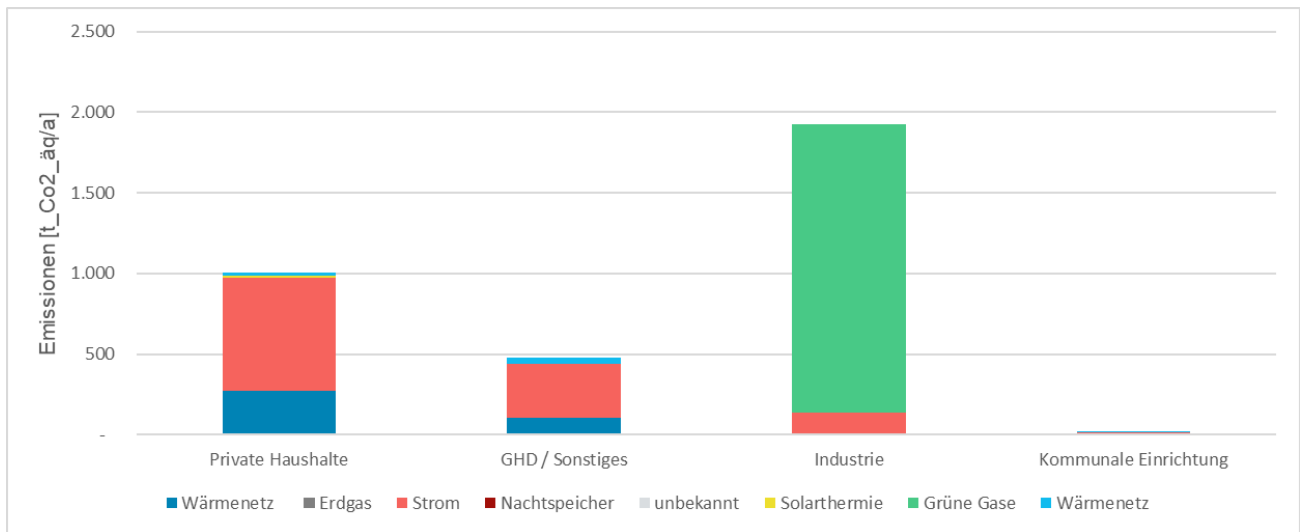


Abbildung 4-7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in CO₂eq/a in 2040

Quelle: Eigene Darstellung

4.5 Gebietssteckbriefe für die voraussichtliche Wärmeversorgung

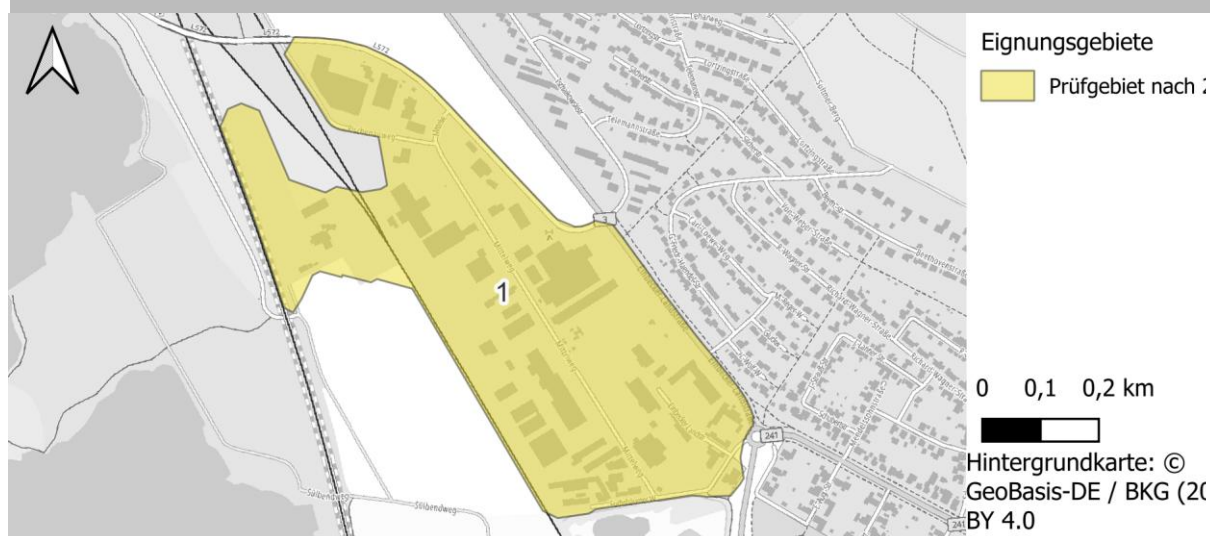
Ab hier folgen Gebietssteckbriefe mit Hilfe derer deutlich wird, was die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für einzelne Teilgebiete bedeuten. In den Gebietssteckbriefen sind die Teilgebiete aus Abbildung 4-3 detailliert dargestellt. Die Darstellung umfasst generelle Aspekte, wie die Anzahl der Gebäude, Angaben zur voraussichtlichen Wärmeversorgung sowie Maßnahmen, die für ein Teilgebiet angedacht sind.

Alle Karten dienen nur der Darstellung und entsprechen keiner Ausweisung von Gebieten nach Wärmeplanungsgesetz. Die Darstellung eines Gebiets bedingt keinen Anspruch auf den Anschluss an ein Wärmenetz, sondern macht deutlich, in welchen Bereichen Wärmenetzbetreiber in den kommenden Jahren detaillierte Untersuchungen zur Machbarkeit eines Wärmenetzes anstoßen. Die Entscheidung, ob und wann ein Wärmenetz in den dargestellten Bereichen gebaut wird, steht noch aus. Ein Anspruch auf Realisierung lässt sich daraus nicht ableiten.

Es sind alle Teilgebiete mit der Zuordnung „Prüfgebiet bis 2030“ oder „Prüfgebiet nach 2030“ dargestellt. Hier ist zu beachten, dass es sich bei den Gebieten die als „Prüfgebiet bis 2030“ definiert sind, um Gebiete handelt, die **priorisiert auf ihre Eignung für ein Wärmenetz geprüft werden**. Alle Gebiete in Northeim, die nicht in den Gebietssteckbriefen inkludiert sind, gelten als „Dezentrale Versorgung“.

Mittelweg - Gewerbegebiet

Gebiet-Nr. 1



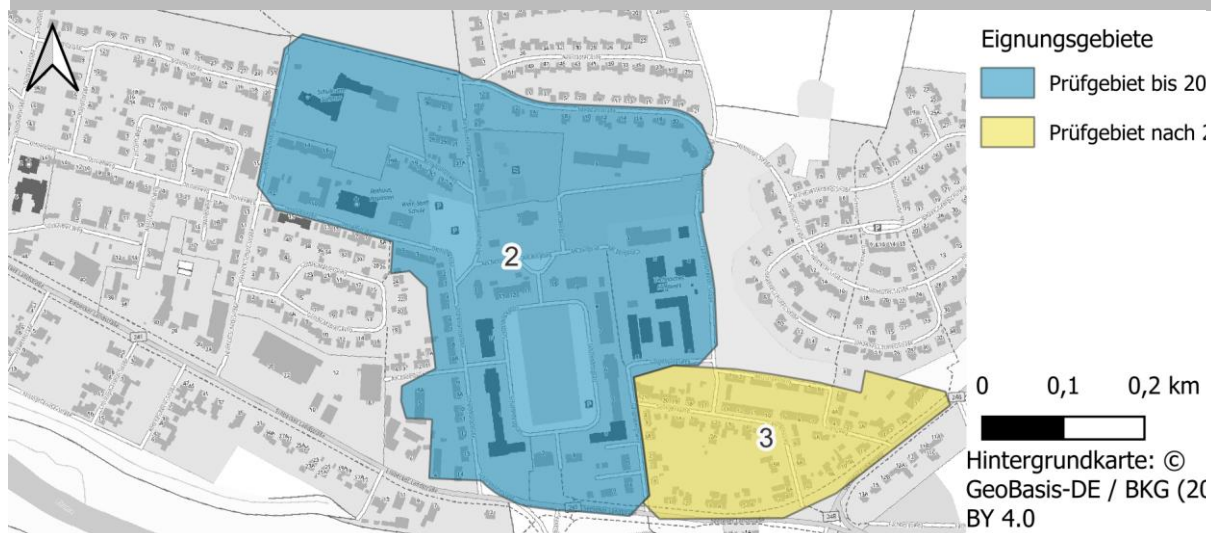
Beschreibung: Das Teilgebiet ist überwiegend gewerblich geprägt und weist einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf pro Gebäude auf. Die Wärmelinienichte erreicht ein gutes Niveau, was grundsätzlich günstige Voraussetzungen für eine gebündelte Wärmeversorgung schafft. Der spezifische Wärmebedarf deutet auf einen insgesamt guten energetischen Zustand der Gebäude hin, das ausgewiesene Sanierungspotenzial ist gering. Die Entfernung zum bestehenden Wärmenetz ist moderat, sodass eine perspektivische Netzanbindung technisch denkbar erscheint.

Abstand zum Wärmenetz:	739 m
Wärmelinienichte:	3,2 MWh/m
Anzahl Gebäude:	76
Gesamter Wärmebedarf:	5.866 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	77 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	73 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	2.063 kW
Th. Leistung (Median):	9 kW
Sanierungspotenzial:	4 %

Fazit: Aufgrund der gewerblichen Strukturen und der vorhandenen Wärmedichte ist das Gebiet grundsätzlich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung geeignet. Eine Prüfung erscheint insbesondere im Rahmen eines mittelfristigen Netzausbaus sinnvoll (Realisierungsperspektive bis 2039).

Scharnhorstplatz

Gebiet-Nr. 2



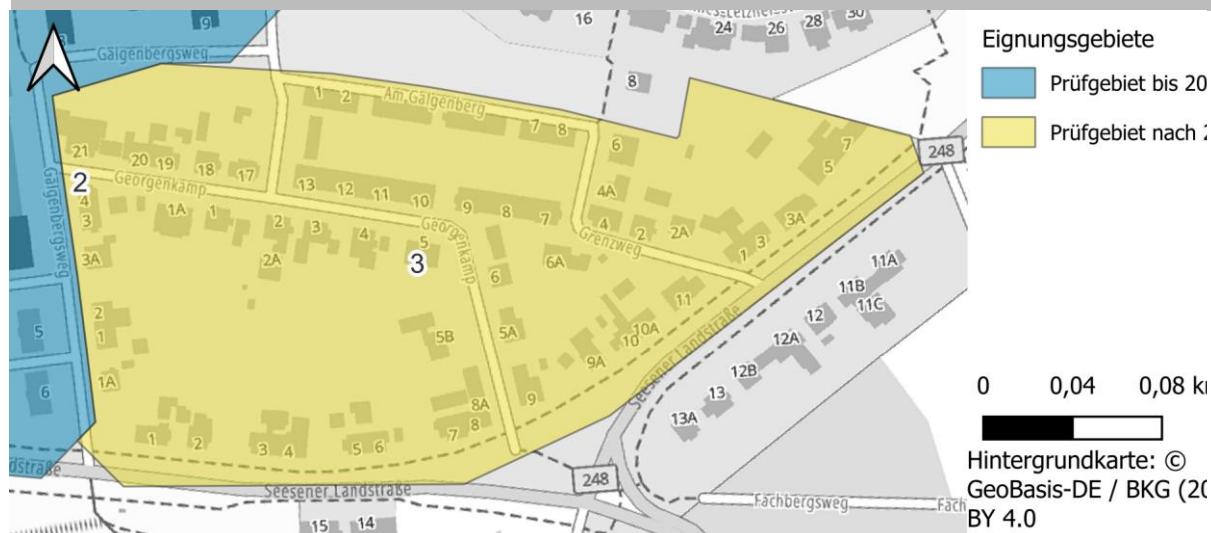
Beschreibung: Das Gebiet verfügt über eine direkte Anbindung an das bestehende Wärmenetz und weist eine überwiegend wohnbauliche Struktur auf. Der durchschnittliche Wärmebedarf pro Gebäude liegt im mittleren Bereich, die spezifische Wärmenachfrage ist moderat. Die Wärmelinien-dichte ist geringer als in zentralen Innenstadtlagen, jedoch ausreichend für eine leitungsgebundene Versorgung. Das Sanierungspotenzial ist gering.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmelinien-dichte:	1,6 MWh/m
Anzahl Gebäude:	91
Gesamter Wärmebedarf:	4.760 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	52 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	79 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	1.676 kW
Th. Leistung (Median):	8 kW
Sanierungspotenzial:	5 %

Fazit: Aufgrund der bestehenden Netzanbindung eignet sich das Gebiet gut für eine kurzfristige Einbindung in das Wärmenetz und stellt einen geeigneten Baustein für eine Netzkonsolidierung bis 2029 dar.

Scharnhorstplatz - Erweiterung

Gebiet-Nr. 3



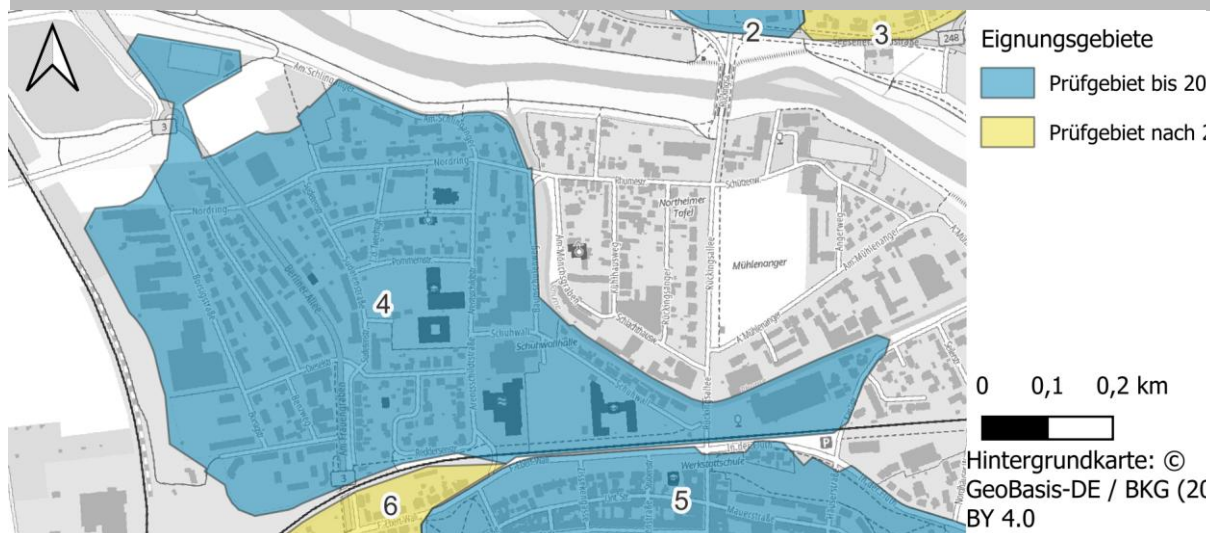
Beschreibung: Das angrenzende Erweiterungsgebiet weist eine überwiegend wohnbauliche Nutzung mit vergleichsweise niedrigem Wärmebedarf pro Gebäude auf. Der spezifische Wärmebedarf ist erhöht, was auf einen energetisch sanierungsbedürftigeren Gebäudebestand hindeutet. Die unmittelbare Nähe zum bestehenden Wärmenetz sowie das relevante Sanierungspotenzial machen das Gebiet perspektivisch interessant.

Abstand zum Wärmenetz:	14 m
Wärmeliniendichte:	1,7 MWh/m
Anzahl Gebäude:	73
Gesamter Wärmebedarf:	1.583 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	22 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	99 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	567 kW
Th. Leistung (Median):	7 kW
Sanierungspotenzial:	15 %

Fazit: Eine Anbindung an das Wärmenetz ist grundsätzlich möglich, sollte jedoch in Abhängigkeit vom tatsächlichen Anschlussinteresse und zukünftigen Sanierungsentwicklungen weiter geprüft werden (Realisierungsperspektive bis 2039).

Oberschule Northeim

Gebiet-Nr. 4



Beschreibung: Das Gebiet ist durch eine hohe Anzahl an Gebäuden mit gemischter Nutzung geprägt, darunter schulische und wohnbauliche Strukturen. Der Gesamtwärmebedarf ist entsprechend hoch, ebenso die Wärmeliniendichte. Die direkte Netzanbindung sowie das vergleichsweise hohe Sanierungspotenzial deuten auf langfristige Entwicklungsmöglichkeiten für eine effiziente Wärmeversorgung hin.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmeliniendichte:	2,5 MWh/m
Anzahl Gebäude:	263
Gesamter Wärmebedarf:	13.695 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	52 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	94 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	4.852 kW
Th. Leistung (Median):	8 kW
Sanierungspotenzial:	20 %

Fazit: Das Gebiet ist gut geeignet für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung und stellt aufgrund der institutionellen Nutzungen einen stabilen Nachfrageanker dar. Eine vertiefte Prüfung bis 2029 wird empfohlen

Innenstadt

Gebiet-Nr. 5



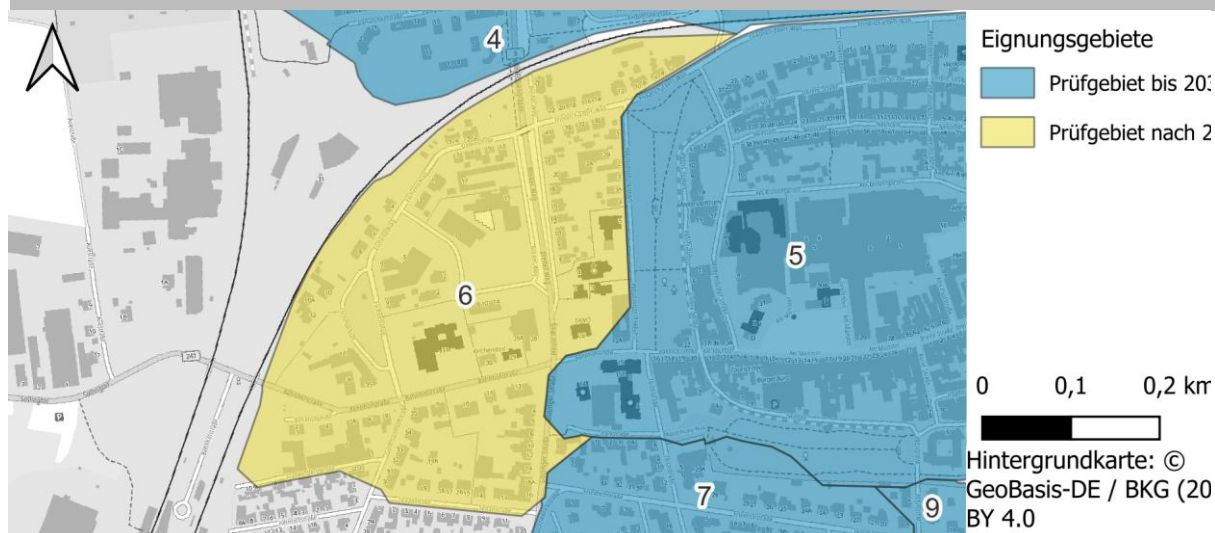
Beschreibung: Die Innenstadt weist eine sehr hohe Wärmeliniendichte und einen großen Gesamtwärmebedarf auf. Der Gebäudebestand ist heterogen und umfasst Wohn-, Gewerbe- und Dienstleistungsnutzungen. Trotz teils älterer Bausubstanz ist das Sanierungspotenzial aufgrund des Denkmalschutzes vergleichsweise gering. Die bestehende Netzanbindung bietet sehr günstige infrastrukturelle Voraussetzungen.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmeliniendichte:	4,2 MWh/m
Anzahl Gebäude:	661
Gesamter Wärmebedarf:	25.455 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	39 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	84 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	8.862 kW
Th. Leistung (Median):	7 kW
Sanierungspotenzial:	8 %

Fazit: Die Innenstadt bildet den zentralen Schwerpunkt der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Northeim. Der Ausbau und die Verdichtung des Wärmenetzes sollten hier prioritär bis 2029 verfolgt werden.

Breiter Weg

Gebiet-Nr. 6



Beschreibung: Das Teilgebiet ist überwiegend wohnbaulich geprägt und weist eine mittlere Wärmeliniedichte auf. Der Wärmebedarf pro Gebäude liegt im moderaten Bereich, das Sanierungspotenzial ist vorhanden. Die Entfernung zum bestehenden Wärmenetz ist gering bis moderat.

Abstand zum Wärmenetz:	118 m
Wärmeliniedichte:	2,3 MWh/m
Anzahl Gebäude:	140
Gesamter Wärmebedarf:	4.851 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	35 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	91 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	1.713 kW
Th. Leistung (Median):	9 kW
Sanierungspotenzial:	13 %

Fazit: ine Netzanbindung ist grundsätzlich prüfbar und erscheint insbesondere im Rahmen eines schrittweisen Netzausbaus bis 2034 sinnvoll.

Friedrichstraße

Gebiet-Nr. 7



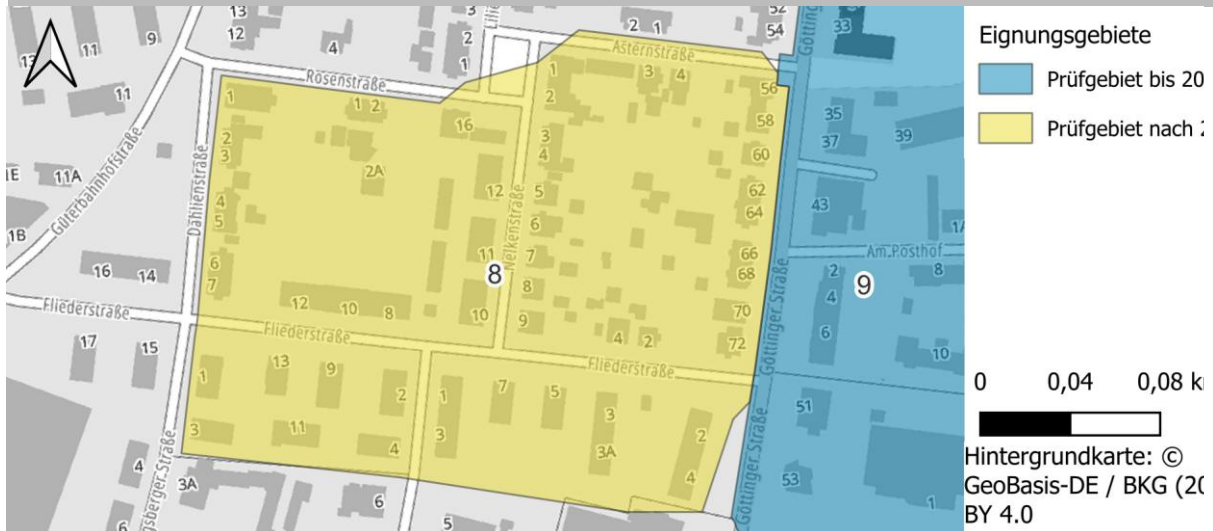
Beschreibung: Das Gebiet weist eine relativ dichte Bebauung mit überwiegend wohnbaulicher Nutzung auf. Der durchschnittliche Wärmebedarf pro Gebäude ist moderat, das Sanierungspotenzial gering bis mittel. Die Wärmeliniendichte ist ausreichend für eine wirtschaftliche Erschließung, die Nähe zum Wärmenetz günstig.

Abstand zum Wärmenetz:	140 m
Wärmeliniendichte:	2,5 MWh/m
Anzahl Gebäude:	176
Gesamter Wärmebedarf:	4.995 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	28 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	87 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	1.778 kW
Th. Leistung (Median):	8 kW
Sanierungspotenzial:	9 %

Fazit: Das Gebiet eignet sich für eine perspektivische Netzerweiterung und sollte im Rahmen der mittelfristigen Wärmeplanung bis 2029 berücksichtigt werden.

Fliederstraße

Gebiet-Nr. 8



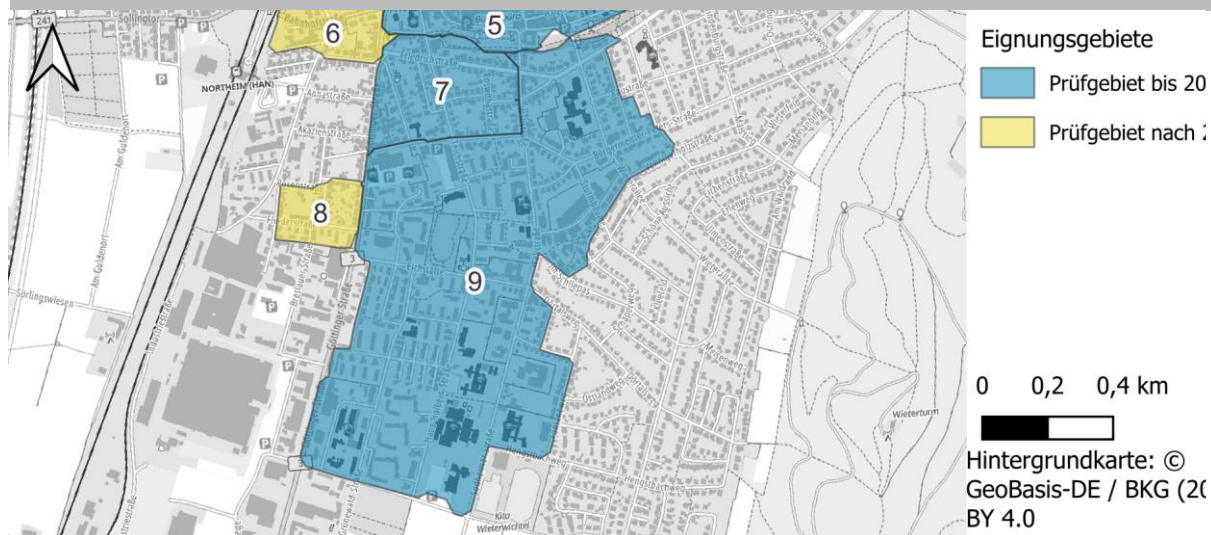
Beschreibung: Das Teilgebiet ist kleinteiliger strukturiert und weist eine mittlere Wärmeliniedichte bei gleichzeitig erhöhtem spezifischem Wärmebedarf auf. Die größere Entfernung zum Wärmenetz sowie das vergleichsweise hohe Sanierungspotenzial beeinflussen die wirtschaftliche Bewertung.

Abstand zum Wärmenetz:	561 m
Wärmeliniedichte:	2,3 MWh/m
Anzahl Gebäude:	61
Gesamter Wärmebedarf:	2.018 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	33 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	110 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	718 kW
Th. Leistung (Median):	9 kW
Sanierungspotenzial:	18 %

Fazit: Eine Netzanbindung ist langfristig prüfbar, alternativ sind jedoch auch dezentrale Versorgungslösungen in Betracht zu ziehen. Prüfung bis 2036

Berufsbildende Schulen

Gebiet-Nr. 9



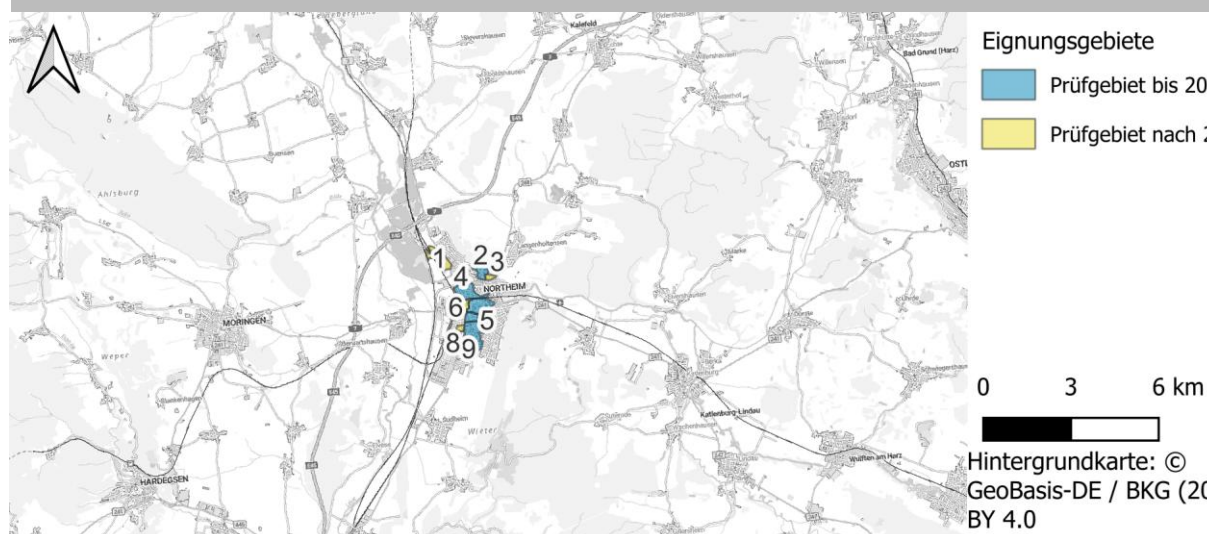
Beschreibung: Das Gebiet zeichnet sich durch eine hohe Gebäudeanzahl, einen sehr hohen Gesamtwärmebedarf und eine ausgeprägte Wärmeliniendichte aus. Die Nutzungsstruktur umfasst neben Bildungsgebäuden auch umliegende Wohn- und Dienstleistungsnutzungen. Die Netzanbindung ist vorhanden, das Sanierungspotenzial relevant.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmeliniendichte:	3,1 MWh/m
Anzahl Gebäude:	553
Gesamter Wärmebedarf:	31.301 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	57 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	96 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	11.013 kW
Th. Leistung (Median):	9 kW
Sanierungspotenzial:	21 %

Fazit: Das Gebiet stellt einen zentralen Ankerknoten der Wärmeversorgung dar und ist sehr gut für eine leitungsgebundene Versorgung geeignet. Eine prioritäre Umsetzung bis 2029 wird empfohlen.

Dezentrale Versorgung

Gebiet-Nr. 10



Beschreibung: Das Gebiet umfasst große Teile des Stadtgebiets mit überwiegend aufgelockerter, teilweise dörflicher Siedlungsstruktur. Die Wärmeliniendichte ist vergleichsweise gering, trotz des hohen Gesamtwärmebedarfs aufgrund der Vielzahl an Gebäuden. Der energetische Zustand ist heterogen, das Sanierungspotenzial moderat.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmeliniendichte:	1,8 MWh/m
Anzahl Gebäude:	8.901
Gesamter Wärmebedarf:	244.880 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	28 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	76 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	86.791 kW
Th. Leistung (Median):	6 kW
Sanierungspotenzial:	12 %

Fazit: Nach eingehender Analyse ergeben sich in den betrachteten Bereichen keine geeigneten Voraussetzungen für den Aufbau eines Wärmenetzes. Stattdessen sollten dezentrale Lösungen eingesetzt werden, vorzugsweise Umgebungsluft-Wärmepumpen. Alternativ können auch Wärmepumpen mit Erdsonden in Betracht gezogen werden. Grundsätzlich sind zudem alle weiteren im Gebäudeenergiegesetz vorgesehenen Erfüllungsoptionen anwendbar. Eine fachkundige und neutrale Beratung ist in jedem Fall erforderlich, um eine passende Lösung für den jeweiligen Gebäudekontext zu identifizieren. In Einzelfällen können ergänzende Sanierungs- oder Schallschutzmaßnahmen notwendig werden, die durch Bundesprogramme gefördert werden können. Für eine erste Orientierung bietet die Verbraucherzentrale Niedersachsen entsprechende Beratungsleistungen an.

4.6 Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß § 18 WPG Abs. 5 sollen Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial kenntlich gemacht werden. Die Entscheidung für ein Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial wurde auf Basis des spezifischen Wärmebedarfs gefällt. In diesen Bereichen weisen die Gebäude mehrheitlich ein hohes Sanierungspotenzial auf, das durch entsprechende Maßnahmen priorisiert gehoben werden sollte.

Um die Herausforderungen gezielt anzugehen, sollten energetische Quartierskonzepte erarbeitet werden. Zwar weisen alle Gebiete einen hohen spezifischen Wärmebedarf auf, jedoch sind die Gebiete dennoch unterschiedlich zu bewerten. Im besten Fall lassen sich die Erkenntnisse auf andere Gebiete übertragen. Eine Übersicht der Gebiete findet sich auf Abbildung 4-8.

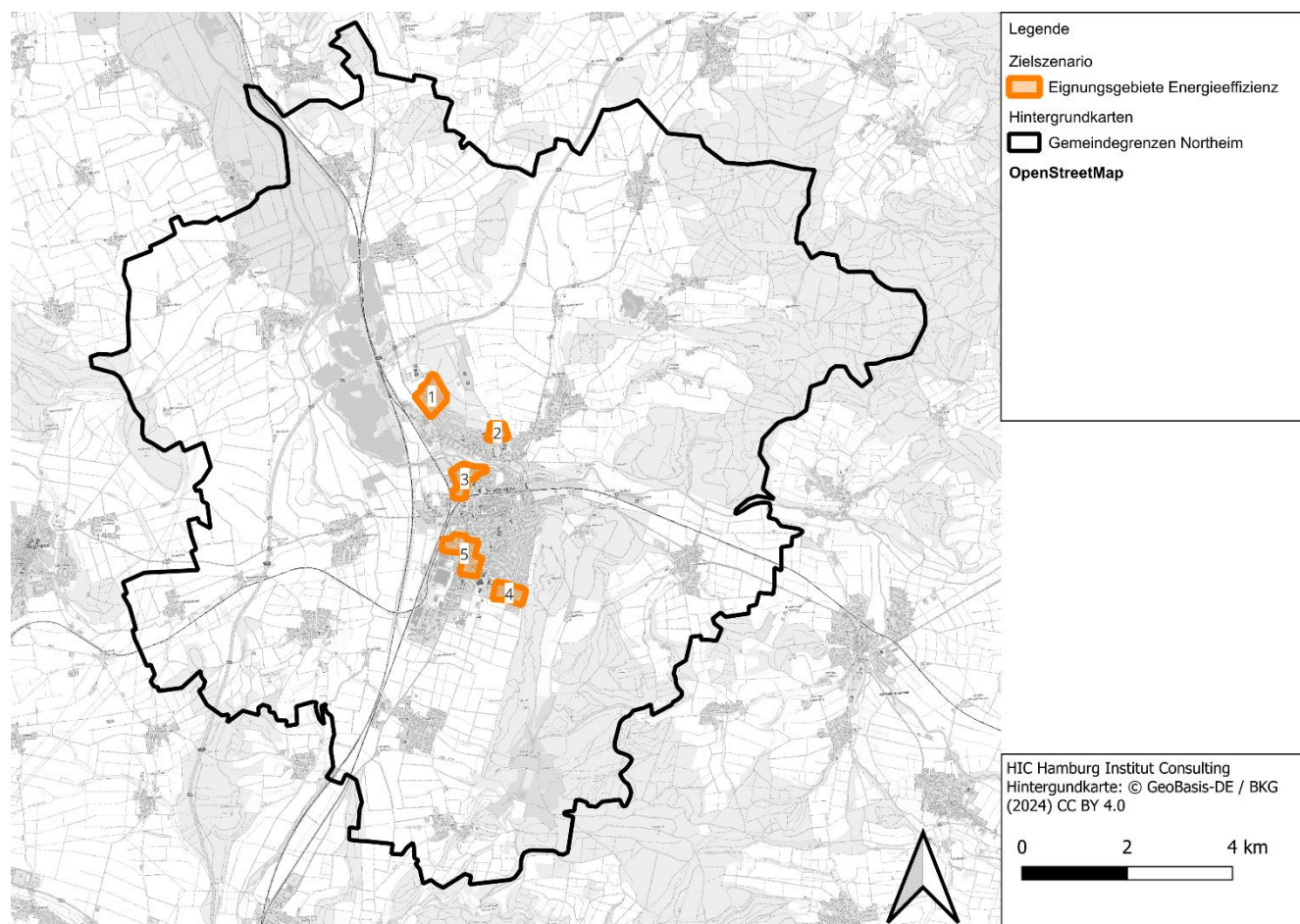
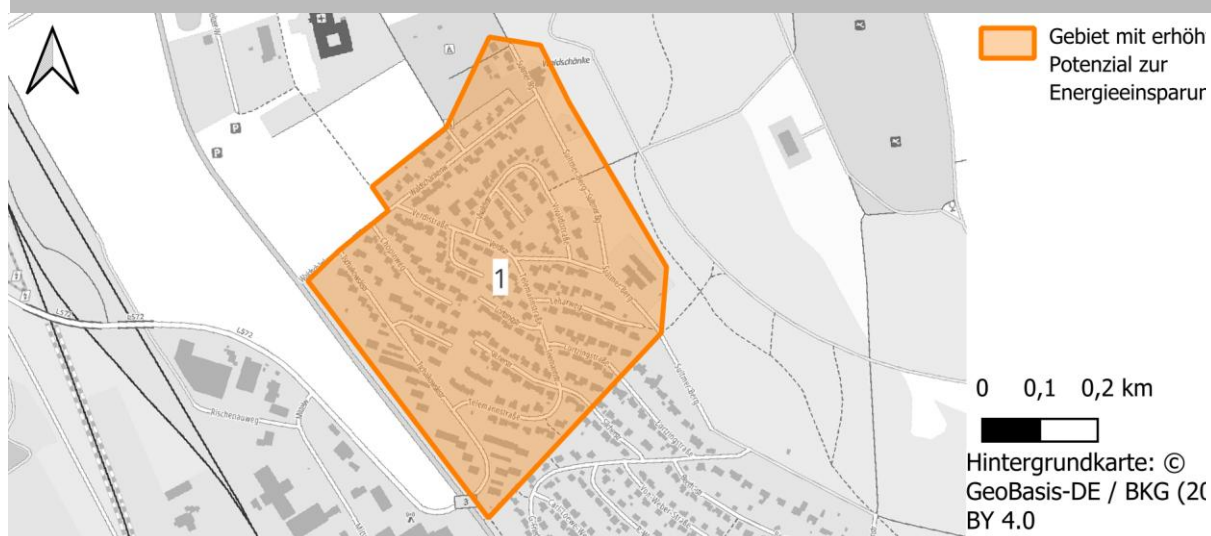


Abbildung 4-8: Übersichtskarte der Bereiche mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Quelle: Eigene Darstellung

Telemannstraße

Gebiet-Nr. 1



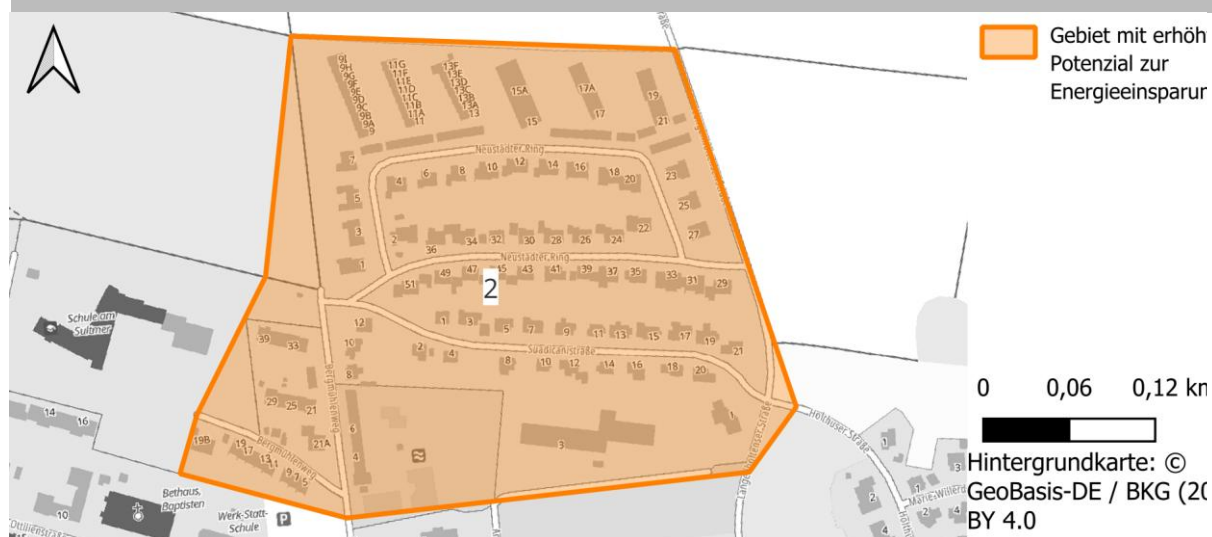
Beschreibung: Das Gebiet befindet sich an der Einbecker Landstraße und umfasst vor allem Einfamilienhäuser, aber auch einige Mehrfamilienhäuser und ein Pflegeheim. Die Gebäude wurden zum Großteil in den 60er-Jahren errichtet und weisen einen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf von 110 kWh/m² auf.

Abstand zum Wärmenetz:	980 m
Wärmeliniendichte:	2,1 MWh/m
Anzahl Gebäude:	231
Gesamter Wärmebedarf:	6.574 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	28 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	110 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	2.307 kW
Th. Leistung (Median):	7 kW
Sanierungspotenzial:	19 %

Fazit: Das vorhandene Potenzial kann durch die Erstellung integrierter Quartierskonzepte gemäß KfW 432 sowie durch ein anschließendes Sanierungsmanagement aktiviert werden. Für Mieter:innen ergeben sich daraus insbesondere Chancen zur Senkung der Heizkosten, während private Eigentümer:innen von reduzierten Sanierungskosten profitieren können.

Neustädter Ring

Gebiet-Nr. 2



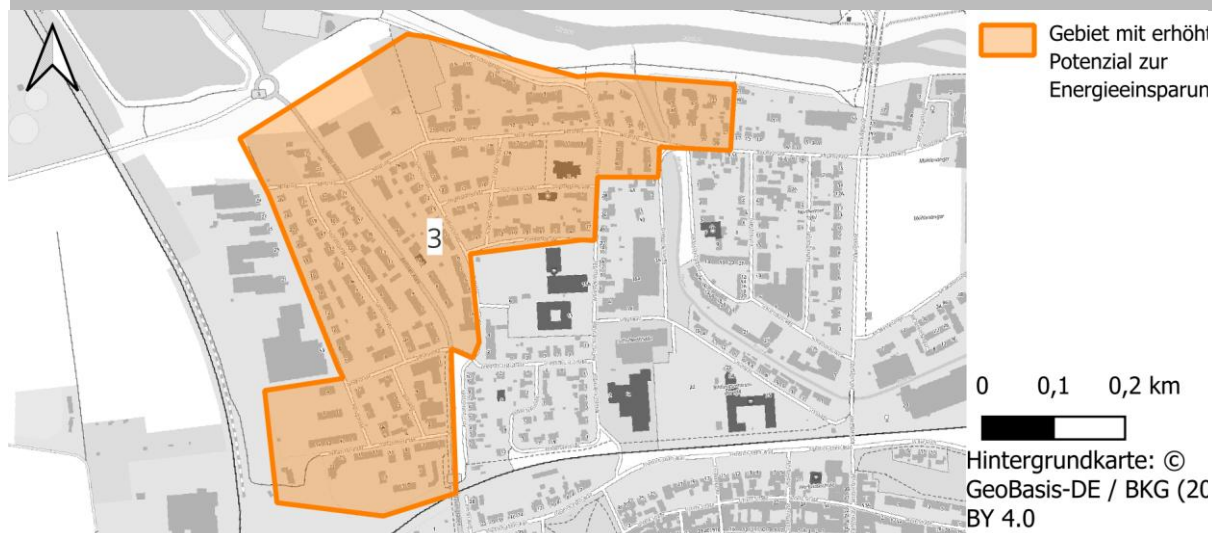
Beschreibung: Das Gebiet befindet sich in unmittelbarer Umgebung des Bestandswärmenetzes am Scharnhorstplatz. Bei den Gebäuden handelt es sich um Ein- und Mehrfamilienhäuser. Die Gebäude wurden in den 60er-Jahren errichtet und weisen einen durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarf von 111 kWh/m² auf.

Abstand zum Wärmenetz:	0 m
Wärmelinienichte:	1,9 MWh/m
Anzahl Gebäude:	122
Gesamter Wärmebedarf:	2.858 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	23 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	111 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	1.003 kW
Th. Leistung (Median):	5 kW
Sanierungspotenzial:	17 %

Fazit: Das vorhandene Potenzial kann durch die Erstellung integrierter Quartierskonzepte gemäß KfW 432 sowie durch ein anschließendes Sanierungsmanagement aktiviert werden. Für Mieter:innen ergeben sich daraus insbesondere Chancen zur Senkung der Heizkosten, während private Eigentümer:innen von reduzierten Sanierungskosten profitieren können.

Nordring

Gebiet-Nr. 3



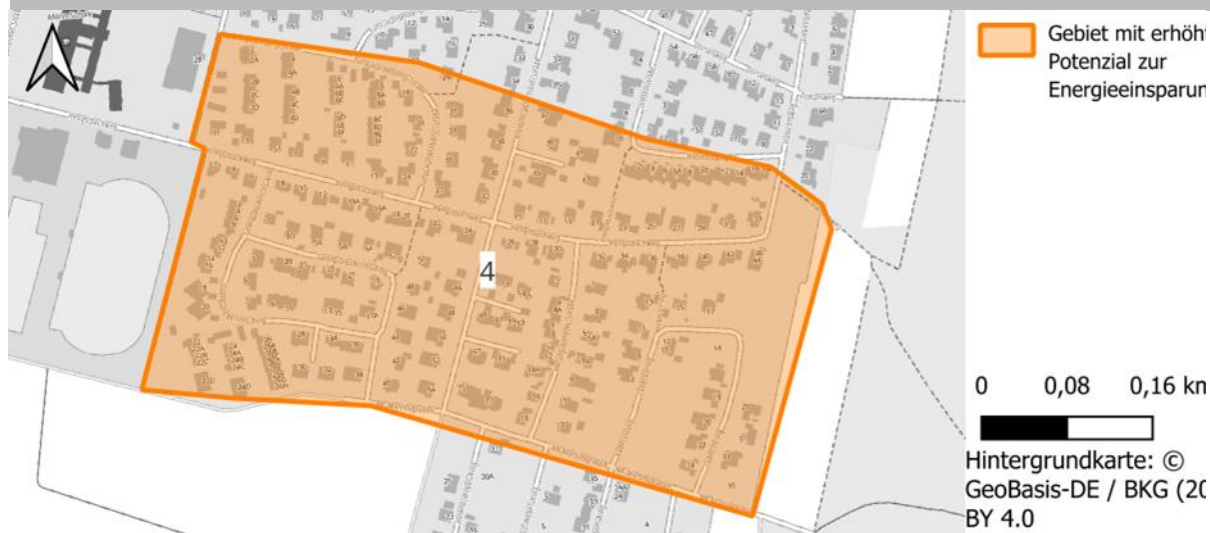
Beschreibung: Das Gebiet befindet sich an der Berliner Alle und umfasst Wohnbebauung, größtenteils in Form von Mehrfamilienhäusern, aber auch öffentliche Gebäude wie eine Kirche oder einen Kindergarten. Die Gebäude stammen zum Teil aus den 60ern, zum Teil aus den 80ern. Der spezifische Wärmebedarf von 110 kWh/m² lässt auf einen schlechten energetischen Sanierungszustand schließen.

Abstand zum Wärmenetz:	93 m
Wärmeliniendichte:	3,2 MWh/m
Anzahl Gebäude:	151
Gesamter Wärmebedarf:	8.818 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	58 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	109 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	3.094 kW
Th. Leistung (Median):	12 kW
Sanierungspotenzial:	22 %

Fazit: Das vorhandene Potenzial kann durch die Erstellung integrierter Quartierskonzepte gemäß KfW 432 sowie durch ein anschließendes Sanierungsmanagement aktiviert werden. Für Mieter:innen ergeben sich daraus insbesondere Chancen zur Senkung der Heizkosten, während private Eigentümer:innen von reduzierten Sanierungskosten profitieren können.

Hengstbachweg

Gebiet-Nr. 4



Beschreibung:

Das Gebiet befindet sich im südöstlichen Teil von Northeim und umfasst Ein- und Mehrfamilienhäuser, sowie Reihenhäuser. Der spezifische Wärmebedarf liegt mit 110 kWh/m^2 vergleichsweise hoch. Das Baulater der Gebäude ist heterogen. Die Gebäude wurden zum Großteil zwischen 1960 und 1990 errichtet, ein kleiner Teil auch nach 2000.

Abstand zum Wärmenetz:	77 m
Wärmeliniendichte:	3,4 MWh/m
Anzahl Gebäude:	333
Gesamter Wärmebedarf:	13.796 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	41 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	99 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	4.841 kW
Th. Leistung (Median):	8 kW
Sanierungspotenzial:	20 %

Fazit: Das vorhandene Potenzial kann durch die Erstellung integrierter Quartierskonzepte gemäß KfW 432 sowie durch ein anschließendes Sanierungsmanagement aktiviert werden. Für Mieter:innen ergeben sich daraus insbesondere Chancen zur Senkung der Heizkosten, während private Eigentümer:innen von reduzierten Sanierungskosten profitieren können.

Fliederstraße/Eichstätte

Gebiet-Nr. 5



Beschreibung:

Das Gebiet umfasst eine große Anzahl von Gebäuden entlang der Göttinger Straße im Süden der Innenstadt. Die Bebauung ist durch Wohnbebauung, aber auch Gewerbe, Handel und Dienstleistungen geprägt. Die Gebäude stammen zum Großteil aus den 60er-Jahren, sind zum Teil aber auch älter.

Abstand zum Wärmenetz:	37 m
Wärmelinienichte:	2,0 MWh/m
Anzahl Gebäude:	228
Gesamter Wärmebedarf:	4.317 MWh
Wärmebedarf pro Gebäude:	19 MWh/Geb.
Spez. Wärmebedarf:	103 kWh/m ²
Th. Leistung (Summe):	1.515 kW
Th. Leistung (Median):	5 kW
Sanierungspotenzial:	16 %

Fazit: Das vorhandene Potenzial kann durch die Erstellung integrierter Quartierskonzepte gemäß KfW 432 sowie durch ein anschließendes Sanierungsmanagement aktiviert werden. Für Mieter:innen ergeben sich daraus insbesondere Chancen zur Senkung der Heizkosten, während private Eigentümer:innen von reduzierten Sanierungskosten profitieren können.



5 UMSETZUNGSSTRATEGIE MIT MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden die Maßnahmen, die erforderlich sind, 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.

Es handelt sich dabei um gutachterliche Empfehlungen der HIC Consulting GmbH, die den notwendigen Handlungsbedarf aufzeigen. Die Maßnahmen wurden vor einem wissenschaftlichen Hintergrund kategorisiert und priorisiert. Bei den ausgewiesenen Personalbedarfen und Kosten handelt es sich um indikative Schätzungen, die als Grundlage für Abwägungen und Beschlüsse dienen. Vor der verbindlichen Umsetzung einzelner Maßnahmen sind jeweils vertiefte Prüfungen, zusätzliche Recherchen sowie die Einholung von fachgutachten und aktuellen Fördermittelinformationen erforderlich. Zudem ist die Umsetzung der Maßnahmen unter Vorbehalt verfügbarer finanzieller und personeller Ressourcen zu betrachten. Das weitere personelle Ressourcen aber für die Umsetzungsstrategie benötigt werden, ist der Verwaltung bekannt. Die kommunale Wärmeplanung ist zudem im Kontext bestehender Studien der Stadt Northeim zu betrachten, wie bspw. das Klimaschutzkonzept. Die Maßnahmen die in der kommunalen Wärmeplanung definiert werden sind ergänzend zu betrachten.

Einige der Maßnahmen befinden sich bereits in Umsetzung oder Vorbereitung und werden durch die kommunale Wärmeplanung fachlich bestätigt und gestärkt. Der Maßnahmenkatalog ist als dynamisches Instrument zu verstehen und sollte fortlaufend weiterentwickelt werden. Anpassungen können notwendig werden, wenn sich Rahmenbedingungen auf technischer oder gesetzlicher Ebene verändern und neue Potenziale zur Emissionsminderung entstehen. Für die Umsetzung der Maßnahmen greift die Verwaltung auf die Beauftragung externer Dienstleister zurück (z.B. Stadtwerke Northeim).

Der Maßnahmenkatalog ersetzt keine individuelle Energieberatung für einzelne Haushalte oder Gebäudeeigentümer:innen. Für eine persönliche Beratung stehen die Verbraucherzentrale Niedersachsen sowie die Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) zur Verfügung. Informationen zu Förderprogrammen des Bundes erteilt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Da sich das bundesweite Fördermittelumfeld dynamisch entwickelt, wird empfohlen, die jeweils aktuellen Förderbedingungen vor der Antragstellung zu prüfen.



Nr.	Bezeichnung	Priorität
1	Steuerungsgruppe Energie- und Infrastrukturprojekte	Sehr hoch
2	Aufsetzen von Machbarkeitsstudien nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	Sehr hoch
3	Ausbau und Nachverdichtung von Wärmenetzen	Sehr hoch
4	Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren	Sehr hoch
5	Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung	Sehr hoch
6	Zentrale Anlaufstelle zur Energie(effizienz)beratung, Fördermittelakquise und -beratung	Sehr hoch
7	Stromnetzausbau fortschreiben und Netzausbauplan realisieren (berücksichtigt KWP-Ergebnisse)	hoch
8	Integriertes Quartierskonzept inkl. Sanierungsmanagement nach KfW432	hoch
9	Aufbau einer Veranstaltungsreihe und Intensivierung des Dialogs zwischen Energieversorgern und Bürger:innen	mittel
10	Städtische Gebäude und Gebäude der Wohnungswirtschaft als Ankerkunden für Wärmenetze	mittel
11	Erstellung einer Stilllegungsstrategie für das Gasnetz (sukzessive Stilllegung)	mittel
12	Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude – Wärmewendevereinbarungen mit städtischen Betrieben und Großverbrauchenden	mittel
13	Aufbau Zukunfts-Netzwerk für Unternehmen	mittel
14	Prüfung zum Einsatz von Verbrennungsbeschränkungen im Neubau (GHD & Wohnen)	mittel
15	Prüfung eines zeitlich begrenzten Verzichts auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen	niedrig
16	Prüfung der Einführung eines kommunalen Förderprogramms	niedrig
17	Weiterführung des Angebots von dynamischem bzw. Wärmepumpen-Stromtarif	niedrig
18	Förderung bürgernaher Aktionen und Maßnahmen zur Wärmewende in Quartieren	niedrig
19	Fördermittelberatung für Unternehmen	niedrig
20	Unterstützung für bedarfsgerechte Wohnraumgrößen und effiziente Wohnraumnutzung	niedrig
21	Wärmewende in Schulen präsent machen	niedrig
22	Prüfung von Maßnahmen zur Förderung hoher Anschlussquoten an Wärmenetze	niedrig



Maßnahmennummer: 1	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Steuerungsgruppe Energie- und Infrastrukturprojekte				
<p>Beschreibung: Die Steuerungsgruppe Energie- und Wärmewende wird als zentrale und zeitlich befristete Struktur für Schnittstellenthemen unter der Regie der Stadt etabliert, um die Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung, lokale Energieversorger und lokale Netzbetreiber, Abfallwirtschaft / Betreiber des MHKW und weiteren relevanten Akteuren zu intensivieren. Ziel der Steuerungsgruppe ist es, die Voraussetzungen zu schaffen, um die komplexen zusätzlichen Anforderungen aus der kommunalen Energie- und Wärmewende im städtischen Umfeld effizient und koordiniert umzusetzen. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt darin, aus der Kenntnis heutiger Abläufe die sich wiederholenden Prozesse zu beschleunigen. Dies umfasst insbesondere die Koordination beim Verlegen von Leitungen, der Wiederherstellung von Oberflächen und, dem Zubau von notwendigen Punktobjekten. Die Steuerungsgruppe unterstützt eine abgestimmte Entwicklung der kommunalen Infrastruktur und liefert Lösungen oder Entscheidungsgrundlagen in Konfliktfällen. Außerdem fällt in das Aufgabenfeld der Steuerungsgruppe ein regelmäßiges Monitoring, die Zwischenevaluierung und Fortschreibung der Wärmeplanung, mindestens nach Vorgaben des WPG und Vorgaben auf Landesebene.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke Northeim				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Errichtung der Steuerungsgruppe; Erarbeitung Monitoringkonzept für Wärmeplanung; Regelmäßige Abstimmung zwischen Mitgliedern der Steuerungsgruppe				
Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführte Austauschtermine innerhalb der Steuerungsgruppe,				
Personalaufwand: keine zusätzlichen				
Sachkosten: -				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 2	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: 1-2 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Aufsetzen von Machbarkeitsstudien nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze				
<p>Beschreibung: Durch die Ausschreibung und Erstellung von Machbarkeitsstudien, z. B. nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), werden Bau und Nutzung von Quartierslösungen mit Erschließung von erneuerbaren Wärmequellen in bestehenden und neuen Quartieren ermöglicht. Die Machbarkeitsstudien können z.B. von den Stadtwerken oder der Kommune durchgeführt werden. Kleinere Nachbarschaftslösungen werden bei der Koordinierung unterstützt, um möglichst die Kriterien der BEW-Förderung (mehr als 16 Gebäude) zu erreichen. Die Machbarkeitsstudien werden vorrangig in den Gebieten durchgeführt, die im Wärmeplan als Wärmenetzgebiete oder Prüfgebiete gekennzeichnet sind oder für die sich eine relevante Nachfrage nach Wärmenetzanschlüssen zeigt. Perspektivisch können auch Bürgerenergiegenossenschaften als potenzieller Wärmenetzbetreiber relevant werden - bei Konkretisierung eines Vorhabens prüft die Stadtverwaltung eine Unterstützung des planungsrechtlichen Vorgehens sowie der Finanzierung.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung, Fokusgebiete				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke Northeim, Wohnungswirtschaft, Energieversorgungsunternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung von geeigneten Gebieten, Konzepterarbeitung zur Koordinierung von Nachbarschaftslösungen				
Wirkungsindikator: Anzahl ausgeschriebener und durchgeführter Machbarkeitsstudien				
Personalaufwand: 1 VZÄ (Stadtverwaltung Northeim (relevante Fachämter))				
Sachkosten: Einholung von Angeboten: je nach Detailgrad schätzungsweise 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet				
Finanzierungsansatz: Förderung nach BEW / KfW432, Nutzung von Eigenmitteln				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 3	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau und Nachverdichtung 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. Regelmäßige Absprachen mit der Stadtverwaltung, um Genehmigungsfragen und Flächenbedarfe frühzeitig zu klären.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtwerke Northeim, Energieversorgungsunternehmen, Stadtverwaltung Akteure: Steuerungsgruppe, Wohnungswirtschaft				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung von geeigneten Gebieten, Erstellung einer Projektskizze, Einreichen des Fördermittelantrags, Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie/Transformationsplan, Regelmäßige Abstimmung in Steuerungsgruppe Wirkungsindikator: Umsetzung des Ausbaus von Wärmenetzen; Anzahl Hausanschlüsse und Trassenbau (m)				
Personalaufwand: - Sachkosten: durch lokale Energieversorger und lokale Netzbetreiber zu prüfen, Geschwindigkeit der Umsetzung entscheidend Finanzierungsansatz: Eigenmittel lokale Energieversorger und lokale Netzbetreiber, BEW-Förderung, ggf. Unterstützung über lokalen Bürger:innenfonds				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 4	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren				
Beschreibung: Ein zentrales Thema für die Transformation in der Wärmeversorgung ist die Notwendigkeit der Bereitstellung von Flächen für Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Wärme. Dazu wird die Wärmeplanung in bestehenden und zukünftigen städtebaulichen Prozessen berücksichtigt, insbesondere bei der Ausweisung von Flächen für erneuerbare Energien bzw. unvermeidbarer Abwärme und Netzinfrastruktur sowie Wärmespeicher im Flächennutzungsplan, deren Berücksichtigung bei B-Plänen oder bei informellen Planungsinstrumenten wie Entwicklungskonzepten sowie bei städtebaulichen Verträgen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Steuerungsgruppe				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Vorhabenbezogene Prüfung der Flächen im Stadteigentum und Verankerung des Flächenbedarfs in die Planungsverfahren Wirkungsindikator: Nutzung von Flächen				
Personalaufwand: 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: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 5	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung				
<p>Beschreibung: Schlüsselmaßnahme, um Bürger:innen zu Maßnahmen und Angeboten zu informieren, ggf. durch lokale Energieversorger in bestehenden Informationskanälen zu integrieren: Zur Verstetigung des Kommunikationskonzepts der kommunalen Wärmeplanung bietet sich die Option an, die Website zur Wärmeplanung in Northeim zur Informationsbereitstellung für die Öffentlichkeit kontinuierlich aktuell zu halten und die Ergebnisse der Wärmeplanung dort abrufbar zu machen. Die Website dient dazu, den Prozess der Wärmeplanung und der Umsetzung der Wärmewende verständlich und transparent zu machen. 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; Anleitungen, wie Gebäudeeigentümer/Mieter bei einem bevorstehenden Heizungswechsel im jeweiligen Stadtgebiet/Quartier vorgehen sollen; Zusammenstellung aller relevanten Studien und politischen Beschlüsse; Überblick über Beratungs- und Förderangebote; 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/ Anregung kleiner Maßnahmen in Eigenleistung; Einbettung von Optionen und DIY-Anleitungen</p> <p>https://www.niedersachsen.de/energie/spartipps/energiesparen-227983.html#01topTen</p> <p>https://www.lea-hessen.de/buergerinnen-und-buerger/hessen-spart-energie/do-it-yourself-energiesparmassnahmen/</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Information und Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzepterarbeitung für Website				
Wirkungsindikator: regelmäßige Veröffentlichungen rund um das Thema Wärme; regelmäßige öffentliche Informationen zur Umsetzung der Wärmeplanung				
Personalaufwand: keine zusätzlichen				
Sachkosten: ca. 20.000 €/a exkl. Hosting und Flyer o.ä.				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 6	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: A: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Zentrale Anlaufstelle zur Energie(effizienz)beratung, Fördermittelakquise und -beratung				
<p>Beschreibung: Schlüsselmaßnahme, um Wärmeplanung zu verstetigen und Bürger:innen Unterstützung zu bieten: Ausbau der Energie(effizienz)beratungskapazitäten: Mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans, und vor allem mit Inkrafttreten der 65%-Pflicht des GEG 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 den relevanten Akteuren das Angebot der Energie(effizienz)beratungskapazitäten durch die Verbraucherzentrale sowie der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen an den erhöhten Bedarf angepasst werden und mit höheren personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet werden.</p> <p>Die Inhalte und Ergebnisse der Wärmeplanung werden in die Beratung integriert. 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 eine "Beratung zur Fördermittelakquise", welche Hilfestellung beim Ausfüllen von Anträgen sowie die Erinnerung an Fristen leistet. Da der Arbeitsmarkt in dem Bereich bereits strapaziert ist und die Nachfrage nach qualifiziertem Personal in dem Bereich weiterhin sehr hoch erwartet wird, wird empfohlen neben der Schaffung einer neuen Stelle auch auf die Weiterbildung des vorhandenen Personals zu setzen und sich bei der Ausgestaltung mit lokale Energieversorger abzustimmen, um gegebenenfalls Synergieeffekte heben zu können.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Verbraucherzentrale, Stadtwerke Northeim, Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Information und Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Schaffung der zentralen Anlaufstelle / Integration in Landesklimaschutzagentur Landesenergieagentur				
Wirkungsindikator: Anzahl Beratungen zu Wärme-Themen, Anzahl Beratungsthemen mit Wärme-Bezug				
Personalaufwand: mind. 2 VZÄ				
Sachkosten: Ausstattung für Öffentlichkeitsarbeit/Kampagnen				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 7	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: B: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Stromnetzausbau fortschreiben und Netzausbauplan realisieren (berücksichtigt KWP-Ergebnisse)				
Beschreibung: Die Stadtwerke Northeim als Stromnetzbetreiber sollten auf Basis der kommunalen Wärmeplanung den Stromnetzausbau neu überarbeiten und ermitteln sowie in den Planungen nach §14d EnWG berücksichtigen. Zusätzlich sind die Strombedarfe der Industrie zur Dekarbonisierung ihrer Prozesse in den kommenden Jahren zu erheben und einzuplanen. Für die Umsetzung des Netzausbauplans ist eine enge und regelmäßige Kooperation mit der Stadt einzurichten, um die erforderlichen Flächen und Genehmigungen für Leitungen und Anlagenstandorte (Transformatoren, Umspannstationen etc.) zu koordinieren und schnellstmöglich sowie effizient zu realisieren.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtwerke Northeim				
Akteure: Steuerungsgruppe				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Netzausbauplan fortschreiben				
Wirkungsindikator: Strombedarfe Industrie ermittelt; angepasster, auf Wärmeplanung abgestimmter Netzausbauplan liegt vor; Umsetzung des Netzausbauplans (Fortschritt Ausbau der Leitungen und Anlagen)				
Personalaufwand: -				
Sachkosten: Kosten für Stromnetzsimulation ~50.000				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 8	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: B: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Integriertes Quartierskonzept inkl. Sanierungsmanagement nach KfW432				
<p>Beschreibung: Zur Beschleunigung der energetischen Gebäudesanierung sowie detaillierten Untersuchungen in Prüfgebieten in Northeim wird ein integrierter Quartiersansatz etabliert: Erhebung des Gebäudebestands (Typologien, Baualtersklassen, Sanierungsstand), Prüfung der Voraussetzungen für serielle Sanierungen und gezielte Ansprache von Eigentümer:innen in Straßenzügen/Quartieren mit ähnlicher Bauweise.</p> <p>Ein Sanierungs-/Quartiersmanagement koordiniert Beratung, Fördermittelinformationen, Antragshilfe und bündelt gemeinsame Umsetzung (z.B. gebündelte PV- und Wärmepumpenbeschaffung). Ergänzend wird eine aufsuchende Energieberatung („Energiekarawane“) verantwortet, die Hürden senkt und rechtskonform (Datenschutz) direkt vor Ort informiert.</p> <p>Das Quartierskonzept kann eine Machbarkeitsstudie nach Kriterien der BEW für Wärmenetze enthalten, sofern diese sinnvoll im Quartier integriert ist.</p> <p>Die Maßnahme nutzt ausdrücklich das Förderinstrument KfW-432 „Energetische Stadtsanierung – Quartierskonzepte & -management“ zur Finanzierung von Konzepten und Management.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke Northeim, Wohnungswirtschaft, Energieversorgungsunternehmen, Verbraucherschutz, Bürger:innen, Klimaagentur				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
<p>Handlungsschritte und Zeitplan: Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Stadt, Identifikation geeigneter Quartiere (auf Basis der KWP), gezielte Ansprache der Bewohner:innen, Konzepterarbeitung für die Koordinierung mit der Energieeffizienzberatung; 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, Abstimmung mit Nachbarschaftsorganisationen, Identifizierung von ersten geeigneten Gebieten und Best-Practice-Beispielen</p> <p>Wirkungsindikator: Errichtung Anlaufstelle Sanierungsmanagement; Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Stadt; Durchführung erster Energieeffizienzberatung; Durchführung einer Energiekarawane; Anzahl durchgeführter EE-Rundgänge; Anzahl dabei erreichter Personen</p>				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: Einholung von Angeboten: je nach Detailgrad schätzungsweise Konzepterstellung 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 9	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Aufbau einer Veranstaltungsreihe und Intensivierung des Dialogs zwischen Energieversorgern und Bürger:innen				
<p>Beschreibung: Eine Veranstaltungsreihe zum Dialog der Bürger:innen mit den Energieversorgern sollte aufgebaut werden, insbesondere in den kommenden zwei Jahren. Es bietet sich an, gezielte Informationsveranstaltungen durchzuführen, die sich an den Bedarfen der verschiedenen Eignungsgebiete orientieren. In Gebieten mit dezentralen Wärmeversorgungslösungen 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 Energieversorger (siehe Maßnahme "Interimslösungen Wärmenetze") informieren. Zudem können durch "Nahwärmegipfel" lokale Akteure bei der Umsetzung dezentraler Nahwärmenetze in Bereichen unterstützt werden, die von den Energieversorgern nicht priorisiert werden.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtwerke Northeim, Energieversorgungsunternehmen, lokales Handwerk				
Maßnahmentyp/Instrument: Information und Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung der geeigneten Gebiete, Konzepterarbeitung für die Durchführung der jeweiligen Veranstaltungen				
Wirkungsindikator: Durchführung von Dialogveranstaltungen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 10	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
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 Wohnungswirtschaft sollte eine freiwillige Selbstverpflichtung abgeben, sich mit vorher festgelegten Gebäuden an neue und ggf. bestehende Wärmenetze anzuschließen.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Wohnungswirtschaft				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufbauend auf KWP Identifizierung der möglichen Ankerkunden bei Stadt und Wohnungswirtschaft, möglicherweise Absichtserklärungen seitens Stadt und Wohnungswirtschaft				
Wirkungsindikator: Anschluss von Gebäuden der Stadt oder Wohnungswirtschaft an Fernwärmenetz				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: -				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 11	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Erstellung einer Stilllegungsstrategie für das Gasnetz (sukzessive Stilllegung)				
Beschreibung: Im Zuge des Ausbaus von EE werden Gasnetze in großen Teilen nicht mehr für die Versorgung mit Raumwärme nötig sein. Redundante Strukturen & Fehlinvestitionen (u.a. durch Sanierung) sollen verhindert werden. Dialog und öffentliche Begleitung, wie eine Stilllegung in bestimmten Bereichen umgesetzt werden kann in Absprache mit den Menschen im Quartier. Abgleich zu EnWG bzgl. allgemeiner Anschlusspflicht suchen und prüfen, ab wann eine wirtschaftliche Zumutbarkeit nicht mehr gegeben sein kann.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtwerke Northeim				
Akteure: Steuerungsgruppe				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Analyse des Bestandsnetzes				
Wirkungsindikator: Veröffentlichung einer abgestimmten Rückzugsstrategie				
Personalaufwand: -				
Sachkosten: -				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 12	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude – Wärmewendevereinbarungen mit städtischen Betrieben und Großverbrauchenden				
Beschreibung: Umsetzung des bestehenden Fahrplans zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Gebäude in öffentlicher Hand. Hierbei ist ein Fokus auf mögliche Ankerkunden für ein Wärmenetz sowie die Kommunikation und Begleitung als Musterkonzepte mit Vorbildfunktion zu legen. Öffentliche Einrichtungen sollen eigene Transformationskonzepte erarbeiten und Wärmewendevereinbarungen abschließen, um THG-Ziele und Maßnahmen verbindlich festzulegen. Ebenfalls sollte im Fahrplan für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden in öffentlicher Hand graue Energie und nachhaltige Baumaterialien beachtet werden. Es sind alle möglichen Finanzierungsmöglichkeiten für die Umsetzung in Betracht zu ziehen. Mögliche Förderungen über KfW 264, KfW 464, BAFA – Sanierung Nichtwohngebäude, Verwaltungsgebäude als THG-neutrale Leuchttürme.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Unternehmen, Stadtverwaltung, Wohnungswirtschaft				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie/Umsetzung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Umsetzung der Strategie				
Wirkungsindikator: Anzahl sanierter Gebäude				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: Kosten für Sanierung der Gebäude				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 13	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Aufbau Zukunfts-Netzwerk für Unternehmen				
<p>Beschreibung: Aufbau eines Netzwerks für Unternehmen (Gewerbe und Industrie) zu den Themen Energieeffizienz, Ressourcenschonung, unabhängiger Energieversorgung und Klimaschutz. Durch den Erfahrungsaustausch über das Netzwerk werden die Grundlagen für Investitionen in einen effizienteren, klimaschonenden und nachhaltigen Energieeinsatz gebildet. Hierfür sollte das Netzwerk mit einem ersten Kreis an Interessenten etabliert und beworben werden, um weitere Mitglieder zu gewinnen. Ziel ist die Entwicklung praxisnaher Lösungen, die Unternehmen direkt umsetzen können.</p> <p>Das Netzwerk soll als Plattform für den Austausch von Informationen, Erfahrungen und Lösungen dienen. Es sollen konkrete Umsetzungsbeispiele aus der Region geteilt werden, um Erfahrungen, Kosten und Qualitäten übertragbar und planbar zu machen.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Wirtschaftsförderung				
Akteure: Unternehmen / Handwerk				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung, ob Aufbau auf lokales Unternehmensnetzwerk möglich und sinnvoll ist, ansonsten Kontakt zu ausgewählten Unternehmen suchen und erstes Treffen vereinbaren				
Wirkungsindikator: Regelmäßiger Austausch im Netzwerk				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: gering (Kosten für Werbematerial o.ä)				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 14	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: 1-2 Jahre	Priorität: C: mittel	Gebiete:
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, auch wenn die Auslegung der Rechtslage weiterhin diskutiert wird				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung rechtlicher Möglichkeiten zur Umsetzung				
Wirkungsindikator: Entscheidung über Verbrennungsbeschränkung ist möglich				
Personalaufwand: 0,7 VZÄ				
Sachkosten: interne Personalkosten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 15	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung eines zeitlich begrenzten Verzichts auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen				
<p>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 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 verzichtet. Grundsätzlich sollten die Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) an der spezifischen CO₂-Fracht der transportierten Wärme bemessen werden. Bestehende Gestattungsverträge können dementsprechend angepasst werden. Der Verzicht auf Sondernutzungsgebühren (oder Konzessionsabgaben) ermöglicht eine aus Verbraucher:innen-Perspektive attraktivere Preisgestaltung für Wärmenetzleitungen.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Energieversorgungsunternehmen				
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: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 16	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: 3-5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung der Einführung eines 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 Fernwärmeausbau. Diese Maßnahme könnte an Relevanz gewinnen bei zukünftiger möglicherweise veränderter Bundesförderlandschaft				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Land				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für Ausweitung des Förderprogramms Wirkungsindikator: Förderung von Ausarbeitungen zur Umsetzung von Gemeinschaftsprojekten				
Personalaufwand: keine zusätzlichen Sachkosten: Abhängig von dem Förderrahmen Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 17	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Angebots von dynamischem bzw. Wärmepumpen-Stromtarif				
Beschreibung: Zur Unterstützung des Ausbaus von Wärmepumpen sollte der Wärmepumpen-Stromtarif NOMstrom.Wärmepumpe weitergeführt werden. Dieser Tarif sollte als zertifizierter 100%-Ökostromtarif bestehen.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Initiatoren: Stadtwerke Northeim Akteure: Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Marktwirtschaftliche Instrumente				
Handlungsschritte und Zeitplan: interne Abstimmung der lokale Energieversorger im Vertrieb zum Angebot des Tarifkonzepts Wirkungsindikator: Verfügbarkeit von (dynamischen) WP-Stromtarifen; Anzahl Vertragskunden mit "lokale Energieversorger thermo proNatur"-Tarif				
Personalaufwand: - Sachkosten: - Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 18	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Förderung bürgernaher Aktionen und Maßnahmen zur Wärmewende in Quartieren				
<p>Beschreibung: Prüfung einer Förderung von Aktionen und -maßnahmen für die Wärmewende, die eigenständig von Bürger*innen, Vereinen und lokalen Institutionen wie Schule, Kitas, Seniorenheimen o.Ä innerhalb eines Quartiers durchgeführt werden, analog zu bspw. Quartiersfonds in Hamburg. Hierbei geht es primär um einen niedrigschwelligen Zugang zu Unterstützung, wodurch bspw. Räumlichkeiten, Verpflegung oder ähnliches bezahlt werden können sowie Informationsmaterialien bestellbar sind, um die Vernetzung zu fördern.</p> <p>Anlaufstelle könnte eine neu zu schaffende zentrale Anlaufstelle zur Energie- und Fördermittelberatung und die Verbraucherzentrale in der Stadt sein.</p> <p>Darüber hinaus sollte im Quartier eine Vernetzung der Hauseigentümer:innen zu Themen wie Wärmepumpen, Sanierung, Wärmenetze und PV stattfinden, um Erfahrungen austauschen zu können, da innerhalb solcher Quartiere die Gebäude in vielen Fällen eine ähnliche Baustruktur, Baualtersklassen und Sanierungspotential aufweisen. Die kann in Form von "EE-Rundgängen" im Quartier erfolgen. 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 angestoßen werden. Es sollten Hinweise zu Möglichkeiten des Sanierungscontractings sowie zur Initiierung von Quartiers-Wärmenetzen gegeben werden und Infomaterial bereitgestellt werden wie beispielsweise bei https://packsdrauf.de/</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Initiatoren: Energieagentur, Verbraucherzentrale				
Akteure: Bürger:innen				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für die Fördermittelvergabe				
Wirkungsindikator: Aufsetzen eines Unterstützungsfonds; Anzahl in Anspruch genommener Förderungen; Anzahl ausgerichteter und geförderter Events				
Personalaufwand: 1,3 VZÄ				
Sachkosten: je nach Ausgestaltung des Fonds, Test über Pilotmittel ~ 10.000 EUR				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 19	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fördermittelberatung für Unternehmen				
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Unterstützung und Beratung von Unternehmen, damit diese Fördermittel (z.B. EEW-Förderung) gezielt in Anspruch nehmen und ihre Prozesse dekarbonisieren können.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Unternehmen / Handwerk				
Maßnahmentyp/Instrument: Information und Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle, Entwicklung eines Kommunikationskonzepts Wirkungsindikator: Vorhandene Fördermittelberatungsstelle für Unternehmen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: interne Personalkosten Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 20	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Unterstützung für bedarfsgerechte Wohnraumgrößen und effiziente Wohnraumnutzung				
<p>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 werden 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.</p> <p>Umsetzung über Wohnungsgesellschaften möglich.</p> <p>Für andere Bereiche: Auftreten der Stadt als Vermittlungsstelle; ggf. Einrichtung einer Tauschplattform o.ä.</p>				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Wohnungswirtschaft				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Informationsbereitstellung				
Wirkungsindikator: Erreichbarkeit einer Anlaufstelle und niedrigschwelliger Zugang zu Informationen; Anzahl durchgeführter Sanierungen von Leerständen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 21	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Wärmewende in Schulen präsent machen				
Beschreibung: Austausch mit bestehenden Projekten zur Vermittlung der Energiewende in Schulen, um Möglichkeit eines verstärkten Fokus auf die Wärmewende zu prüfen: 3/4plus, MNU-Tagung (Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts), "Schulen auf den Weg zur Klimaneutralität"				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Schulamt				
Akteure: Bildungseinrichtungen				
Maßnahmentyp/Instrument: Bildung/Schulung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Austausch zwischen Stadtverwaltung Northeim und unterschiedlichen Projektinitiatoren zu Möglichkeiten				
Wirkungsindikator: Erste Umsetzung in einer Schule hat stattgefunden				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: -				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmenummer: 22	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: 1-2 Jahre	Priorität: D: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung von Maßnahmen zur Förderung hoher Anschlussquoten an Wärmenetze				
Beschreibung: Es kann die Festsetzung von Anschluss- und Benutzungsgeboten in Wärmenetzgebieten auf Basis der Ergebnisse der Machbarkeitsstudien entsprechend §1 Gesetz über Rechtsetzungsbefugnisse der Gemeinden geprüft werden. Auf diese Weise kann die Umsetzung sichergestellt und Investitionssicherheit geschaffen werden. Vorrangig sollten aber andere Maßnahmen zur Förderung hoher Anschlussquoten in Betracht gezogen werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung rechtlicher Möglichkeiten zur Umsetzung				
Wirkungsindikator: Entscheidung über Anschluss- und Benutzungsgebot ist möglich				
Personalaufwand: 0,7 VZÄ				
Sachkosten: -				
Finanzierungsansatz: in künftigen Haushalten bereitzustellen				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

6 VERSTETIGUNGSKONZEPT

Das Verstetigungskonzept ist grundsätzlich als integraler Teil des Maßnahmenkatalogs zu verstehen. Verschiedene Maßnahmen beinhalten die Verstetigung der Umsetzung und kontinuierliche Anpassung an die Rahmenbedingungen der Wärmewende. In den folgenden generellen Erläuterungen zum Verstetigungskonzept wird entsprechend auf diese Maßnahmen verwiesen.

Die kommunale Wärmeplanung entfaltet ihre volle Wirkung, wenn sie nicht als einmaliges Projekt verstanden wird, sondern als dauerhafte Verwaltungsaufgabe mit klaren Strukturen und Prozessen. Um eine zielführende Umsetzung der gesetzlich vorgeschriebenen Fortschreibung nach spätestens fünf Jahren sicherzustellen, ist eine klare Zuordnung der Verantwortung innerhalb der Stadtverwaltung vorzunehmen. Eine zentrale Stelle sollte dauerhaft die Zuständigkeit für das Monitoring und die laufende Weiterentwicklung der Wärmeplanung übernehmen.

Ein zentraler Erfolgsfaktor liegt in der dauerhaften Einbindung relevanter Akteure. Statt einer punktuellen Beteiligung im Rahmen der Fortschreibung sollten Formate etabliert werden, in denen bspw. Netzbetreiber, Wohnungswirtschaft, Industrie, Handwerk und Immobilienbesitzende regelmäßig zusammenkommen (vgl. Maßnahme 15). So kann die Wärmeplanung fortlaufend mit Praxiserfahrungen und neuen Anforderungen abgeglichen werden.

Ein weiterer Eckpfeiler der Verstetigung ist der Aufbau eines standardisierten Datenmanagementsystems. Künftige Fortschreibungen hängen stark von der Verfügbarkeit und Qualität der Daten ab. Daher empfiehlt sich die systematische Erfassung und Aktualisierung von z. B. Gebäudestrukturen, Energieverbräuchen, Netzinfrastrukturen und erneuerbaren Potenzialen in einer zentralen Datenbank. Wiederkehrende Datenlieferungen sollten etwa mit Netzbetreibern, Energieversorgungsunternehmen, Kataster- und Statistikämtern, der Stadtplanung etc. vereinbart werden. Die Verstetigung umfasst darüber hinaus ein regelmäßiges Monitoring zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Ein interner Monitoringbericht mit den wichtigsten Kennzahlen ermöglicht eine kontinuierliche Erfolgskontrolle (siehe Kapitel 7).

Weiterhin wichtig ist zu diesem Zweck die Verknüpfung mit weiteren Planungen für Northeim wie dem Stromnetzausbauplan, Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen oder der energetischen Bedarfsplanung kommunaler Gebäude. Dadurch lassen sich Synergien in der Datenerhebung nutzen und die Datenbasis wird verbessert zwischen den verschiedenen Konzepten abgestimmt.

Schließlich bedarf es einer langfristigen Sicherung von personellen und finanziellen Ressourcen der Stadtverwaltung, wie in den einzelnen Maßnahmen aufgeführt. Die Fortschreibung und Umsetzung der Wärmeplanung sollte dazu als Querschnittsaufgabe in die städtischen Investitions- und Haushaltsprozesse integriert werden.

Auf diese Weise wird die Wärmeplanung aus ihrem Projektcharakter herausgelöst und als dynamisches Steuerungsinstrument verstetigt. Damit steht fortlaufend eine aktuelle und belastbare Entscheidungsgrundlage zur Verfügung, und die gesetzlich geforderte Fortschreibung wird nicht als isoliertes Einzelereignis, sondern als kontinuierlicher Prozess verstanden.

7 MONITORINGKONZEPT

7.1 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 Wärmepumpenplanung 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.

7.2 Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes

Das Monitoringkonzept in der Wärmeplanung setzt sich 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 vom HIC Consulting 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 7-1). 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.

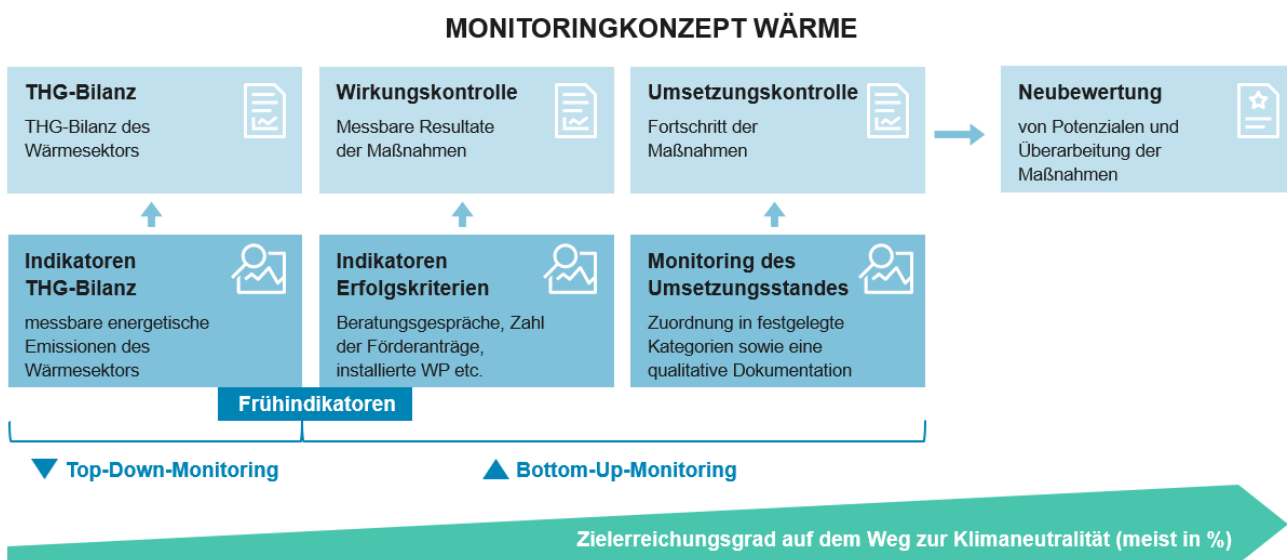


Abbildung 7-1: Darstellung des Monitoringkonzeptes (© HIC Consulting GmbH)

7.3 Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes

THG-Bilanz

Aus der Energie- und THG-Bilanz (siehe Kapitel 2.2) 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. Die HIC Consulting 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 (z.B. integriert in den Maßnahmenplan) 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 bzw. ein Hinweis, 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 2035	Ziel 2040
Erdgasverbrauch	Daten Stadtwerke	180 GWh	130 GWh	56 MWh
Wärmeversorgung über Wärmenetz	Daten Netzbetreiber	72 GWh	75 GWh	85 GWh
Anzahl der gemeldeten Wärmepumpen	Daten Stromnetzbetreiber	3.285	6.032	8.885
Endenergiebedarf Wärme	THG Bilanz	352 GWh/a (exkl. Umweltwärme)	310 GWh (exkl. Umweltwärme)	253 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.

8 AUSBLICK

Die kommunale Wärmeplanung stellt den Auftakt der Wärmewende in Northeim dar. Es wurde ein digitaler Zwilling erarbeitet und auf Basis einer Bestands- und Potenzialanalyse ein Zielszenario mit voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten identifiziert. Abschließend wurde ein Monitoringkonzept sowie Maßnahmen entwickelt, damit die Umsetzung der Wärmeplanung startet.

Unabhängig von der Art der voraussichtlichen Wärmeversorgung, werden **Investitionen** für die Transformation notwendig sein. Die Investitionen werden vom Bund (über Förderung) sowie den Bürgerinnen und Bürgern getätigt und sollten stets den Kosten des fossilen Referenzsystems gegenübergestellt werden. Wie der Vollkostenvergleich des Heizspiegels zeigt, sind bereits im Jahr 2024 die Kosten mit der Erdgasversorgung in vielen Fällen am höchsten⁴. Zudem sorgen Investitionen in die Wärmewende für eine zunehmende lokale Wertschöpfung, neue Formen von Beteiligungsformaten (z.B. Bürgerenergiegenossenschaften) sowie einer Resilienz gegenüber Preisschwankungen durch Diversifikation.

Wärmenetze können zukünftig eine zentralere Rolle in der Wärmeversorgung Northeim einnehmen. Der Ausbau der Wärmenetze ist zwar mit hohen Investitionskosten verbunden, diese werden jedoch über einen Zeitraum von rund 40 Jahren auf alle Anschlussnehmer verteilt, wodurch planbare und langfristig sinkende Kostenstrukturen entstehen. Ergänzend unterstützt der Bund bei den Investitionen, sodass die finanziellen Lasten über mehrere Schultern verteilt werden.

Sowohl Wärmenetze als auch dezentrale Systeme werden in Zukunft vermehrt auf Wärmepumpen setzen. Um den Betrieb der Wärmepumpen sicherzustellen, muss das **Stromnetz** gestärkt werden. Dieser Entwicklungsprozess geschieht nicht innerhalb der Wärmeplanung, sondern wird aufbauend auf der Wärmeplanung innerhalb der Netzausbauplanung durchgeführt. Die Ergebnisse der Wärmeplanung fließen entsprechend in den Netzplanungsprozess ein, wodurch sichergestellt wird, dass die notwendigen Netzkapazitäten vorhanden sein werden.

Es benötigt klare politische Leitplanken, um die technische Entwicklung zu ermöglichen. In Northeim gilt, wie in ganz Niedersachsen, das Ziel der Klimaneutralität bis 2040. Ob die Wärmewende in Northeim im Jahr 2040 bereits abgeschlossen sein wird, kann niemand vorhersagen. Dafür müsste das Tempo der Heizungsträgerwechsel deutlich erhöht werden. Unabhängig davon legt der Wärmeplan die Weichen, um sich auf den Zielpfad zu bewegen, auch wenn dieser vermutlich nicht vollends erreicht wird. Der entscheidende Faktor liegt in der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen.

Da es sich bei der Wärmeplanung um ein **strategisches Instrument** handelt, entfaltet sie keine unmittelbare rechtliche Bindung. Für die Bürger gelten ab dem 01. Juli 2028 die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes, es sei denn, ein Teilgebiet wird gemäß §§ 26, 27 des Wärmeplanungsgesetzes ausgewiesen. In diesem Fall treten die GEG-Vorschriften bereits ab dem Zeitpunkt der Ausweisung in Kraft. Eine solche Ausweisung erfolgt als eigenständige Entscheidung der Kommune, entweder durch Satzung, Verordnung oder Verwaltungsakt, und stellt ein klares politisches Signal dar. Sie garantiert jedoch nicht den tatsächlichen Bau eines Wärmenetzes, da gemäß § 71j GEG zusätzlich ein Akteur bereitstehen muss, der innerhalb von zehn Jahren den Netzaufbau zusagt.

Die Wärmeplanung ist damit als **kontinuierlicher Prozess** zu verstehen, der gemäß § 25 WPG des Wärmeplanungsgesetzes mindestens alle fünf Jahre fortgeschrieben wird. Neue Erkenntnisse sowie veränderte politische oder wirtschaftliche Rahmenbedingungen können zu notwendigen Anpassungen führen. Auf

⁴ [Heizkosten pro m²: Fernwärme / Zentralheizung \(Rechner\) | Heizspiegel](#)



Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse bildet die vorliegende Wärmeplanung jedoch eine tragfähige und fundierte Basis für die weitere Transformation der Wärmeversorgung in Northeim.

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Verwaltungsgebiet Northeim	3
Abbildung 2-2: Darstellung der Baualtersklassen in Northeim	4
Abbildung 2-3: Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen baublockbezogen in Northeim	5
Abbildung 2-4: Anteil der Wohnfläche an der Nutzfläche des Baublocks	6
Abbildung 2-5: Endenergiebedarf der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Northeim (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)	7
Abbildung 2-6: Emissionen der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Northeim (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)	8
Abbildung 2-7: Wärmebedarfsdichten in Northeim in MWh/ha	9
Abbildung 2-8: Kartografische Darstellung der Wärmelinien-dichten in kWh/m in Northeim	10
Abbildung 2-9: Kartografische Darstellung der spezifischen Wärmebedarfe in kWh/m ² in Northeim	11
Abbildung 2-10: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Northeim	12
Abbildung 2-11: Darstellung der Energieträgeranteile je Stadtteil in Northeim	13
Abbildung 2-12: Versorgungsbereich der Gasnetze in Northeim	14
Abbildung 2-13: Bestandswärmenetze in Northeim	15
Abbildung 2-14: BHKW-Standorte in Northeim dargestellt mit der Nettonennleistung in kW	16
Abbildung 2-15: Heatmap Prozesswärmebedarfe ohne BHKW]	17
Abbildung 3-1: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2045	19
Abbildung 3-2: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie	21
Abbildung 3-3: Windenergiepotenzialflächen in Northeim	25
Abbildung 3-4: Bioenergiepotenzial in Northeim	26
Abbildung 3-5: Bioenergie Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände in Northeim in GWh/a	30
Abbildung 3-6: Beispielhafte Darstellung der geothermischen Potenzialanalyse	31
Abbildung 3-7: Durchschnittliche Eignung für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene	33
Abbildung 3-8: Eignungskarte für tiefe Geothermie in Deutschland (links: Hydrothermal, rechts: Petrothermal)	35
Abbildung 3-9: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermalen Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung in Northeim	37
Abbildung 3-10: Monatlich durchschnittliche Wassertemperaturen der Fulda bei der Messstation Bonaforth für die Jahre 2022 bis 2025	40
Abbildung 3-11: Thermisches Erzeugungspotenzial der Leine in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.	41
Abbildung 3-12: Thermisches Erzeugungspotenzial der Rhume in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.	42

Abbildung 3-13: Thermisches Erzeugungspotenzial des großen Sees in Northeim über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 3 K bei einer konstanten Entnahmemenge von 91 m ³ /h.	43
Abbildung 3-14: Kartografische Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen in Northeim (Je dunkler der Farbton, desto geringer die Eignung einer Luft-Wärmepumpe).....	46
Abbildung 3-15: Qualitative Darstellung des Abwärmepotenzials.....	50
Abbildung 3-16: Potenzialflächen für Großwärmespeicher in Northeim (ohne Berücksichtigung des Grundwasserflurabstandes)	52
Abbildung 3-17: Gegenüberstellung der Potenziale mit dem Wärmebedarf in Northeim	54
Abbildung 4-1: Wahrscheinlichkeit der Baublöcke, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können.....	60
Abbildung 4-2: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Versorgung versorgt werden zu können (Dezentrale Versorgung kann nahezu überall eine Option sein. Einzelfallprüfung trotz dargestellter Wahrscheinlichkeiten grundsätzlich notwendig. Auch in Unwahrscheinlich gekennzeichneten Bereichen ist der Betrieb einer Umgebungsluft-Wärmepumpe nicht kategorisch ausgeschlossen. Schallschutzmaßnahmen können jedoch notwendig sein.)	61
Abbildung 4-3: Einteilung der Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	62
Abbildung 4-4: Endenergiebedarf für Raumwärme nach Energieträger in den Stützjahren bis 2040	63
Abbildung 4-5: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Sektoren und Endenergieträger im Zieljahr 2040	64
Abbildung 4-6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO ₂ eq/a bis 2040.....	64
Abbildung 4-7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in CO ₂ eq/a in 2040	65
Abbildung 4-8: Übersichtskarte der Bereiche mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	77
Abbildung 7-1: Darstellung des Monitoringkonzeptes (© HIC Consulting GmbH)	109

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Bestands-Wärmenetze in Northeim	15
Tabelle 3-1: Betrachtete Potenziale innerhalb der Potenzialanalyse	18
Tabelle 3-3: Biomethanpotenzial für unterschiedliche Einsatzsubstrate und insgesamt in Northeim	28
Tabelle 3-4: Tierbestand und Biogasertrag in Northeim	29
Tabelle 6: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung in Northeim. Die in Klammern aufgeführten Werte werden verwendet, um Sensitivitätsanalysen durchzuführen und einen entsprechenden Lösungsraum an abgeschätzten Potentialen aufzuspannen	36
Tabelle 7: Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Northeim: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014)	36
Tabelle 3-2: Temperaturveränderung des gesamten Flusses in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge des mittleren niedrigsten Durchflusses gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf	39
Tabelle 4-1: Gewichtung für die Wärmenetzeignung	58
Tabelle 4-2: Gewichtung für die Eignung dezentraler Versorgung	59

11 LITERATURVERZEICHNIS

- Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S., & Schulz, R. (2014). *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*. ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agentur für Erneuerbare Energien. (2013). *Potenzialatlas, Bioenergie in den Bundesländern*. Von https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/ae_e_potenzialatlas_090114_2013_fnr.pdf abgerufen
- Agora Energiewende. (2023). Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielkompatible Transformation. Berlin.
- B+L Marktdaten GmbH. (2024). *Sanierung 2024 Deutschland*.
- Bahret, C., & Eltrop, L. (2020). *Online Wärmekostenrechner*. Stuttgart: Universität Stuttgart Institut für rationelle Energieanwendung.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (kein Datum). *Biogasausbeuten verschiedener Substrate*. Abgerufen am 19. Dezember 2024 von https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=49%2Cb&anker0=substratanker#substratanker
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (o.D.). *Naturschutzverpflichtung und Kompensation - Ökokonto und Ökoflächenkataster*. Von [lfl.bayern.de](https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/225081/index.php): <https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/225081/index.php> abgerufen
- Bayerischer Gemeindetag. (April 2000). *Handlungsempfehlungen für ein Ökokonto - Ein Vorsorgeinstrument für die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung*. Von [lfu.bayern.de](https://www.lfu.bayern.de): https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/ausgleichsflaechen_oekokonto/doc/handlungsempfehlungen_oekokonto.pdf abgerufen
- Bayerischer Gemeindetag. (April 2000). *Handlungsempfehlungen für ein Ökokonto - Ein Vorsorgeinstrument für die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung*. Von [lfu.bayern.de](https://www.lfu.bayern.de): https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/ausgleichsflaechen_oekokonto/doc/handlungsempfehlungen_oekokonto.pdf abgerufen
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). (2021). *Handlungsleitfaden Qualitätsmanagement Kompensation - Bausteine und Beispiele zur erfolgreichen Umsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Naturschutz*. Von [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000002?SID=599539867&DIR=eshop&ACTION=xSETVAL\(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00396,AARTxNODENR:365012,USERxBO DYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000002?SID=599539867&DIR=eshop&ACTION=xSETVAL(artdtl.htm,APGxNODENR:34,AARTxNR:lfu_nat_00396,AARTxNODENR:365012,USERxBO DYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X) abgerufen
- BDEW. (02. 03 2024). Von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/> abgerufen
- Berger. (2011). *Wärmetauscher in oberirdischen Gewässern*. Deggendorf: Wasserwirtschaftsamt Deggendorf.
- Bethge, P. (Dezember 2004). *Ablasshandel mit Natur*. Von [spiegel.de](https://www.spiegel.de): <https://www.spiegel.de/wissenschaft/ablasshandel-mit-natur-a-dbc84668-0002-0001-0000-000038627612?context=issue> abgerufen
- Bettgenhäuser, K., Boermans, T., Offermann, M., Krechting, A., & Becker, D. (2011). *Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.



- Bezirksregierung Köln; Abteilung 7 Geobasis NRW. (2024). *Energieatlas NRW*. Von Wärmekataster: <https://www.energieatlas.nrw.de/maps/Energieatlas/Waermekataster.aspx#div1> abgerufen
- Bracke, R., Huenges, E., Acksel, D., Amann, F., Bremer, J., Bruhn, D., . . . Will, H. (2022). *Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland | Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende*. Bochum.
- Brielmann, H., Lueders, T., Schre, K., Ferraro, F., Avramov, M., Hammerl, V., . . . Griebler, C. (2011). *Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf Grundwasserökosysteme* (Bde. Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie). Springer-Verlag. doi:DOI 10.1007/s00767-011-0166-9
- BUND Regionalverbund Südlicher Oberrhein. (kein Datum). *Eingriffsregelung - Kritik: Ausgleichsmaßnahmen, Ökokonto, Ökopunkte, Bebauungspläne & Flächenverbrauch "Legaler Betrug"*. Von bund-rvso.de: <http://www.bund-rvso.de/eingriffsregelung-ausgleichsmassnahmen-oekokonto.html> abgerufen
- Bundes-Immissionsschutzgesetz. (2017 Neufassung). *Abschnitt 6.1 -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm-TA Lärm*.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung . (25.. Juli 2023). *BMZ*. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.bmz.de/de/themen/energie/erneuerbare-energien/biomasse>
- Bundesnetzagentur. (kein Datum). *Wasserstoff-Kernnetz*. Abgerufen am 14. 01 2025 von <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.htm>
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2023). *Schallrechner*. Abgerufen am 06 2023 von <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>
- Buri, R., Wanner, O., Siegrist, H., Koch, M., & Meier, W. (2004). *Wärmenutzung aus Abwasser*.
- BuVEG, B. (2026). *Sanierungsquote 2025: Talfahrt für energetische Gebäudesanierung geht weiter*.
- Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., & Schröder, C. (2017). *Halmgutartige Festbrennstoffe: aus nassen Mooren*. Universität Greifswald.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). (2016). *Energieeffizienz bei Büroimmobilien*. Berlin/Köln.
- Deutsche Umwelthilfe e.V. (2021). *Energetische Biomassenutzung, Positionen der Deutschen Umwelthilfe*. Abgerufen am 13.. Juni 2023 von https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energiewende/Positionspapier_Biomasse_220202_final.pdf
- ETH-Rat. (2021). *Wohnungen heizen mit der Wärme von Tiefgaragen*. Zürich. Abgerufen am 25. 11 2024 von <https://www.sciena.ch/de/tech-transfer/using-heat-from-underground-parking-lots-to-warm-apartments.html>
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (kein Datum). *Faustzahlen*. Abgerufen am 10. Mai 2024 von <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>
- Fiedler, S., Peiseler, F., Maier, M., Meemken, S., Zahn, P., Cludius, J., . . . Healy, S. (2024). *CO2-Preis in Deutschland - Umsetzung des ETS II und des Klima-Sozialfonds in Deutschland*.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe. (2024). *Datenportal der FGG Elbe*. Von <https://www.elbe-datenportal.de/FisFggElbe/content/start/ZurStartseite.action> abgerufen

- Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE). (2024). *Wärmepumpen an Fließgewässern - Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.*
- Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE). (2024). *Wärmepumpen an Fließgewässern - Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.*
- Fraunhofer IWS. (2017). *Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende.*
- Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL. (2017). Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse.
- Gaudard, A., Schmid, M., & Wuest, A. (2017). *Thermische Nutzung von Oberflächengewässern - mögliche physikalische und ökologische Auswirkungen der Wärme- und Kältenutzung.*
- Geologischer Dienst NRW. (2011). *Geothermie in Nordrhein Westfalen.* Krefeld. Von https://www.gd.nrw.de/zip/broschuer_geothermie.pdf abgerufen
- Geologischer Dienst NRW. (2019). *Geothermale Charakterisierung von NRW.* Abgerufen am 13. 05 2024 von https://www.gd.nrw.de/ew_geothermale-charakterisierung-nrw.htm
- Greenberg, M., Kapfer, J., & Werner, R. (2024). Das unterschätzte Klimaschutzpotential von Pflanzenkohle (Biochar). 32.
- Günther, D., Wapler, J., Lagner, R., Helmig, S., Miara, M. D.-I., Fischer, D. D.-I., . . . Wille-Hausmann, B. D.-I. (2020). *WPsmart im Bestand: Wärmepumpenfeldtest - Fokus Bestandsgebäude und smarterer Betrieb.*
- Heumann, A., & Ernst Huenges. (2017). *Technologiebericht 1.2 Tiefengeothermie innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende.* Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum.
- Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen. (o.D.). *FAQ-Ökokonto: Wichtige Fragen und Antworten zum Ökokonto am Beispiel des Privatwaldes.* Von hfwu.de: <https://www.hfwu.de/forschung-und-transfer/institute-und-einrichtungen/institut-fuer-landschaft-und-umwelt-ilu/faq-oekokonto/> abgerufen
- Hornberg, C. K. (2021). *Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse.* Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU).
- Hotmaps project. (2020). *Hotmaps Toolbox.* Von <https://www.hotmaps.eu/map> abgerufen
- ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WPsmart im Bestand".* Freiburg.
- 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., Lawrenz, J., Stelter, D., Krenz, T., Mellwig, P., Pehnt, M., . . . Hertle, H. (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.

- Kreis Warendorf UNB. (2021). *Warendorfer Modell*. Von kreis-warendorf.de: https://www.kreis-warendorf.de/fileadmin/publikationen/serviceportal/61/warendorfer-modell/Warendorfer_Modell_2021.pdf abgerufen
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Nordrhein Westfalen. (1. 04 2023). *Energieatlas NRW*. Abgerufen am 17. 07 2024 von <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind>
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen. (2017). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW- Teil 5 Wasserkraft*. Recklinghausen: LANUV. Von https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_40_Teil_5-Wasserkraft.pdf abgerufen
- 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). (10. 04 2024). *Klimaatlas NRW*. Von <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte> abgerufen
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. (2019). *Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme- LANUV 39*. Recklinghausen: LANUV. Von https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/LANUV_Arbeitsblatt_39.pdf abgerufen
- Landkreis Osnabrück. (1997). *Das Kompensationsmodell*. Landkreis Osnabrück: Fachdienst Umwelt.
- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. (o.D.). *Bewertung eines Ökokontos - Kalkulationsbeispiel für den Ausgleich eines Eingriffs*. Von lksh.de: <https://www.lksh.de/landwirtschaft/umwelt-und-gewaesserschutz/oekokonto/bewertung-eines-oekokontos/> abgerufen
- Lovejoy, T., Bierregaard, R., Rylands, A., Malcolm, J., Quintela, C., Harper, L., . . . Hays, M. (1986). Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In M. Soulé, *Conservation biology: the science of scarcity and diversity* (S. 257-285). Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Luhmann, J. (24. 02 2024). Kommunen in der Zwickmühle der Wärmewende. *klimareporter*°. Klimawissen e.V.
- Marleen Greenberg, J. K. (2024). Das unterschätzte Klimaschutzpotential von Pflanzenkohle (Biochar). 32.
- Mendelevitch, R., Reppening, J., Matthes, F., & Deurer, J. (2024). *Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten*. Dessau-Roßlau: UBA.
- Meyer, R., Fuchs, N., Thomsen, J., Herkel, S., & Kost, C. (2024). *Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandsgebäuden – Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024*. Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne.
- Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen. (06. 29 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)*. Abgerufen am 02. 07 2024 von https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&bes_id=50909&aufgehoben=N
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (2019). *Freiflächensolaranlagen Handlungsleitfaden*.
- Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. (2024). *Masterplan Geothermie*. Düsseldorf: MWIKE. Von

https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/masterplan_geothermie_langfassung.pdf
abgerufen

- 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.
- Möhring, P., Maaß, C., Sandrock, M., Kromrey, V., & Vedel, D. (2022). *Naturverträgliche Wärmewende*. Bundesamt für Naturschutz. doi:10.19217/skr642
- Müller, A. H. (2019). Open Source Data for Gross Floor Area and Heat Demand Density on the Hectare Level for EU 28. *Energies* 12, 4789. doi:<https://doi.org/10.3390/en12244789>
- Nordregio. (2018). Von https://nordregio.org/sustainable_cities/stockholm-biochar-project/ abgerufen
- Ober, D. S., & Werner, D. C. (Februar 2023). NABU. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/230302-biomasse-nabiskernforderungen-nabu.pdf>
- Oberle, S. M. (2023). *Die Rolle der Gasverteilnetze im Energiesystem der Zukunft in Deutschland*. Karlsruhe.
- Öko-Institut e.V. (kein Datum). *Öko-Institut*. Abgerufen am 14.. August 2023 von <https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/energie-und-klimaschutz/biomasse-fuer-eine-nachhaltige-nutzung-endlicher-ressourcen/>
- Ortner, S., Paar, A., Johannsen, L., Wachter, P., Hering, D., Pehnt, M., . . . Bartsch, A. (2024). *Leitfaden Wärmeplanung*.
- Panteleit, B., Ortman, S., & Langer, S. (2022). *Leitfaden oberflächennahe Geothermie im Land Bremen*. Bremen: Geologischer Dienst für Bremen.
- Peters, M., & Steidle, T. (2022). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. KEA BW.
- Peters, M., Steidle, T., Hebisch, H., Skok, J., Berg, A., Graef, D., & Anders, F. (2022). *Technikkatalog kommunale Wärmeplanung*. Karlsruhe: KEA-BW.
- Pezzutto, S., Zambotti, S., Croce, S., Zambelli, P., Garegnani, G., Scaramuzzino, C., . . . Popovski, E. (2019). *D2.3 WP2 Report – Open Data Set for the EU28*. Hotmaps Project.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045 (Zusammenfassung)*. *Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende. Abgerufen am 2024. Januar 11 von <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-2045-zusammenfassung>
- Rabenschlag, J., Schoof, N., Schumacher, J., & Reif, A. (2019). Evaluation der Umsetzung baurechtlicher Ausgleichsmaßnahmen: Am Fallbeispiel Schönberg bei Freiburg. *Nat. Landsch*, 51, 434-442.
- Roth, M., Hildebrandt, S., Roser, F., Schwarz-von Raumer, H.-G., Borsdorff, M., Peters, W., . . . Bruns, E. (2021). *Entwicklung eines Bewertungsmodells zum Landschaftsbild beim Stromnetzausbau (BfN-Skripten 597)*. Bundesamt für Naturschutz.
- Safarian, S. (2023). Performance analysis of sustainable technologies for biochar. 20.
- Sandrock, M., Maaß, C., Weisleder, S., Westholm, H., & Schulz, W. (2020). *Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von*

Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefgeothermischer Ressourcen: Abschlussbericht. Umwelt Bundesamt.

- Schwinghammer. (2012). *Thermische Nutzung von Oberflächengewässern.* Freiburg.
- 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.
- Swain, D., Singh, D., Touma, D., & Diffenbaugh, N. (2020). Attributing extreme events to climate change: a new frontier in a warming world. *One Earth*, 2(6), 522-527.
- TABULA WebTool. (2012). *TABULA WebTool, Institut für Wohnen und Umwelt.* Abgerufen am 09. 08 2022 von <https://webtool.building-typology.eu/#bm>
- 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., Fuchs, N., Meyer, R., Wanapinit, N., & Ulfers, J. (2022). *Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors.* Freiburg / Kassel: Fraunhofer ISE, Fraunhofer IEE.
- Thüringer Landesamt für Statistik. (kein Datum). *Anbau auf dem Ackerland von ausgewählten landwirtschaftlichen Fruchtarten.* Abgerufen am 27. Januar 2025 von <https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=53&TabelleID=kr000515>
- Thüringer Landesamt für Statistik. (kein Datum). *Viehbestände.* Abgerufen am 27. Januar 2025 von <https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=53&TabelleID=kr000511>
- Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz. (2024). *Hochwassernachrichtenzentrale Thüringen.* Von https://hnz.thueringen.de/hw-portal/pegel/570280_hauptzahlen.html abgerufen
- Umweltbundesamt. (22. Mai 2019). *Biogasproduktion aus Gülle und Bioabfall ausbauen.* Abgerufen am 01. August 2023 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/biogasproduktion-aus-guelle-bioabfall-ausbauen>
- Umweltbundesamt. (08. 03 2024). *Erneuerbare Energien in Zahlen.* Abgerufen am 17. 07 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
- Walz, U., Schumacher, U., & Krüger, T. (2022). *Zusatzmaterial zu: Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung in Deutschland - Ergebnisse aus einem Monitoring im Kontext von Schutzgebieten und Hemerobie.* Von [bnf.bsz-bw.de: https://bnf.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1114/file/NuL2022-02-04a.pdf](https://bnf.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1114/file/NuL2022-02-04a.pdf) abgerufen
- Wietschel, M., Riemer, M., Thomann, J., Breitschopf, B., Fragoso, J., Wachsmuth, J., . . . Voglstätter, C. (2024). *HYPAT Abschlussbericht.* Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Yasser Elhenawy, K. F.-Q. (2024). Yield and energy outputs analysis of sawdust biomass pyrolysis. 12.



- Zeller, V., Weiser, C., Hennenberg, K., Reinicke, F., Schaubach, K., Thrän, D., . . . Wagner, B. (2011). *Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung*. Leipzig: DBFZ.
- Zensus,. (2011). Gebäude und Wohnungen sowie Wohnverhältnisse der Haushalte.
- Zimmermann, T. (2021). *Beitrag des Wärmesektors zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in Energiesystemen mit Sektorenkopplung*. Hamburg: Technische Universität Hamburg.
- Zipse, A. (13. Januar 2022). Ökogas-Barometer: Infos zur Lage auf dem Ökogasmarkt 2022. Abgerufen am 2024 von Polarstern: <https://www.polarstern-energie.de/presse/mitteilung/oekogas-markt-barometer-2021-2022/>



KONTAKT

Felix Landsberg

HIC Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

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

f.landsberg@hic-consulting.com

www.hic-consulting.com