

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE GEMEINDE ELLERAU

Hamburg, 30.03.2026

Nico Jaeschke, Maja Overberg

## INHALT

1	Rahmen und Ziel der Kommunalen Wärmeplanung .....	1
2	Bestandsanalyse .....	3
2.1	Gemeindestruktur und Gebäude- und Siedlungstypen .....	4
2.2	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	6
2.3	Energieinfrastruktur (Gas-, Strom- und Wärmenetze, Heizzentralen, Speicher) .....	8
2.4	Prozesswärme .....	13
3	Potenzialanalyse .....	14
3.1	Potenziale zur Energieeinsparung (für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) .....	15
3.2	Potenziale erneuerbare Energien und Abwärmepotenziale .....	16
3.2.1	Solarthermie und Photovoltaik .....	16
3.2.2	Windkraft .....	19
3.2.3	Biomasse und Abfall .....	19
3.2.4	Oberflächennahe Geothermie .....	21
3.2.5	Tiefe Geothermie .....	23
3.2.6	Zentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen .....	24
3.2.7	Dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen .....	26
3.2.8	Grundwasser .....	28
3.2.9	Abwasser .....	28
3.2.10	Abwärme .....	29
3.2.11	Großwärmespeicher .....	30
3.2.12	Wärmenetze .....	33
3.2.13	Photovoltaisch-thermische Kollektoren (mit Eisspeicher) .....	34
3.2.14	Zusammenfassung Potenzialanalyse .....	36
4	Wirtschaftlichkeit .....	38
4.1	Energiepreisszenarien .....	38
4.2	Methodik und Annahmen .....	39
4.3	Ergebnisdarstellung Wirtschaftlichkeit .....	42
4.3.1	Referenzgebäude 1 – Einfamilienhaus 1975 .....	43
4.3.2	Referenzgebäude 2 – Einfamilienhaus 2005 .....	43
4.3.3	Referenzgebäude 3 – Reihenhaus 1995 .....	44

4.3.4	Referenzgebäude 4 – Mehrfamilienhaus 1975.....	44
5	Zielszenario.....	45
5.1	Versorgungsvarianten .....	45
5.2	Methodischer Ansatz.....	48
5.2.1	Geringe Wärmegestehungskosten .....	48
5.2.2	Geringe Realisierungsrisiken und hohes Maß an Versorgungssicherheit.....	48
5.2.3	Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen .....	49
5.3	Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix.....	50
5.4	Endenergie- und Treibhausgasbilanz .....	55
5.5	Gebietssteckbriefe für die voraussichtliche Wärmeversorgung .....	57
6	Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog.....	62
7	Monitoringkonzept .....	74
7.1	Einführung Monitoring .....	74
7.2	Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes .....	74
7.3	Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes .....	75
8	Ausblick.....	78
9	Abbildungsverzeichnis .....	79
10	Tabellenverzeichnis .....	81
11	Literaturverzeichnis.....	82

# 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 Gemeinde Ellerau begann dieser Transformationsprozess bereits früh: Am 12.07.2023 fasste der Bau-, Planungs- und Umweltausschuss den Beschluss, eine kommunale Wärmeplanung zu erarbeiten und das noch bevor das Wärmeplanungsgesetz (WPG) bundesweit eine verpflichtende Planung vorgab.

Das Land Schleswig-Holstein verfolgt mit dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz das Ziel, spätestens bis 2040 eine klimaneutrale Wirtschaftsweise 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 der **frühe Start** der Wärmeplanung in Ellerau ein wichtiger Vorteil, um die anstehenden Entscheidungen 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 Ellerau 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 Ellerau.
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, das inhaltlich eng mit dem Gebäudeenergiegesetz verknüpft ist und den übergeordneten Rahmen für die strategische Entwicklung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung vorgibt. 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 Ellerau. 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.

Hinweis: Die Bundesregierung hat im Februar 2026 Eckpunkte für ein Gebäudemodernisierungsgesetz veröffentlicht, das perspektivisch das Gebäudeenergiegesetz ersetzen soll. Das neue Gesetz soll voraussichtlich im Sommer beschlossen werden. Bis dahin sind Änderungen und Abweichungen von den bisher vorliegenden Eckpunkten möglich. Die bisher veröffentlichten Eckpunkte eines potenziellen Gebäudemodernisierungsgesetzes sind in dieser Wärmeplanung nicht berücksichtigt. Die vorliegende Wärmeplanung, die bereits im April 2025 begonnen wurde, basiert auf dem Gebäudeenergiegesetz im aktuellen Stand (März 2026). Sollte das Gebäudemodernisierungsgesetz in der Form der Eckpunkte verabschiedet werden, würde dies den Kern der Wärmeplanung (Ermittlung der Teilgebiete im Kapitel 5) nicht maßgeblich beeinflussen.

## 2 BESTANDSANALYSE

Die Gemeinde Ellerau liegt im südlichen Schleswig-Holstein im Kreis Segeberg, etwa 20 Kilometer nördlich von Hamburg. Auf einer Fläche von 709 Hektar leben 6.129 Einwohner (Stand: 2024). Durch die verkehrsgünstige Lage und die Nähe zur Metropolregion Hamburg verbindet Ellerau eine hohe Wohn- und Lebensqualität mit einer guten Infrastruktur. Ellerau verfügt mit einem Anteil von 35,2 % einen regional überdurchschnittlichen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen (Durchschnitt SH: 13,6 %). Trotzdem dominieren vegetative Flächen mit 63,4 % weiterhin die Landnutzungsform, welche vor allem im Norden und Westen der Gemeinde zu finden sind. (B2K Architekten + Stadtplaner, 2024)

Die Stadt Quickborn grenzt im Süden entlang der Gronau und der Bahnstraße an Ellerau. Im Westen bildet die Pinnau die natürliche Grenze zur Gemeinde Bilsen, während im Norden und Osten die Gemeinden Alveslohe und Henstedt-Ulzburg an das Gemeindegebiet angrenzen.

Im südwestlichen Bereich des Gemeindegebiets, insbesondere entlang des Berliner Damms, besteht eine gemischte Nutzung aus Wohnen, Einzelhandel und Verwaltungsgebäuden. Dieser Bereich fungiert zugleich als zentrales Versorgungs- und Dienstleistungszentrum der Gemeinde. Das östliche Gemeindegebiet beidseitig der Bundesautobahn A7 ist überwiegend durch Industrie- und Gewerbenutzung geprägt und stellt einen wichtigen Standort für wirtschaftliche Aktivitäten dar. Abseits dieser gewerblich genutzten Flächen dominiert die Wohnnutzung.

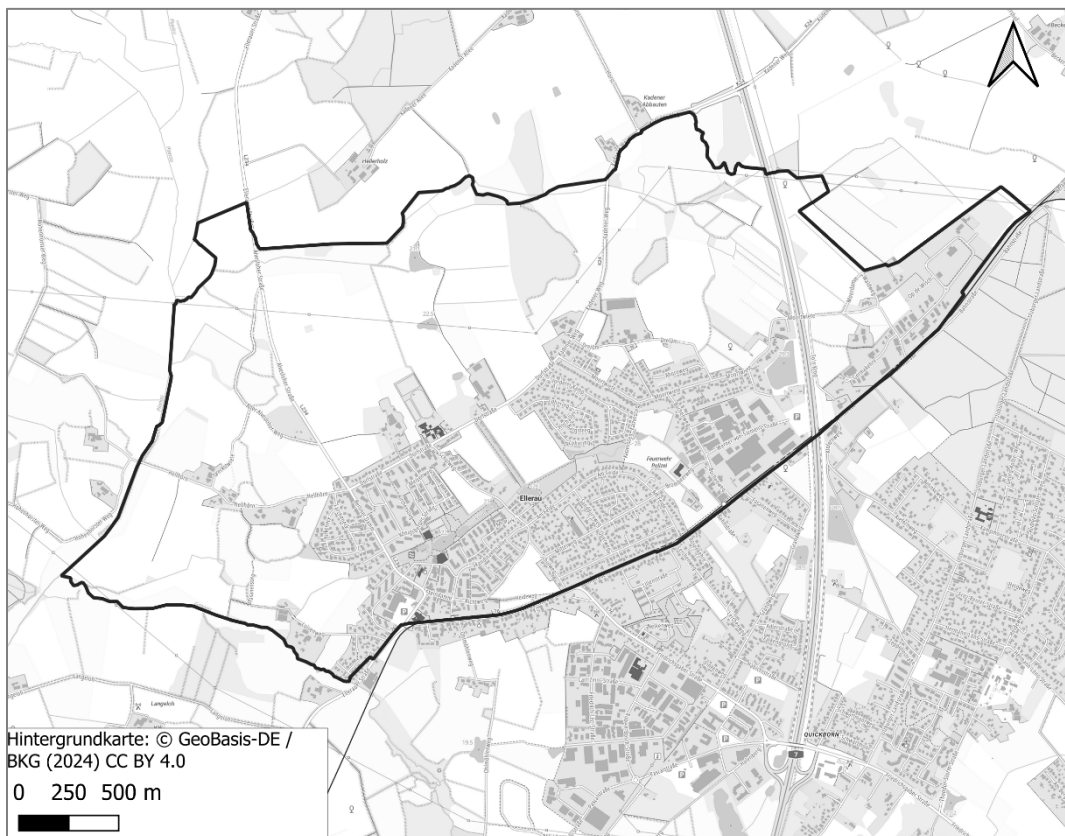


Abbildung 2-1: Verwaltungsgrenze Ellerau

## 2.1 Gemeindestruktur und Gebäude- und Siedlungstypen

Abbildung 2-2 zeigt die Baualtersklassen innerhalb der Gemeinde Ellerau auf Ebene der Baublöcke. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus dem Zensus 2022, welche aus Datenschutzgründen in einem Raster von 100 x 100 Metern aggregiert vorliegen. Die in Abbildung 2-2 gezeigte Darstellung dient daher primär der räumlichen Orientierung und erlaubt keine exakte Zuordnung einzelner Gebäude. Diese methodisch bedingte Ungenauigkeit hat jedoch keinen Einfluss auf die weitere Analyse, da diese maßgeblich auf den tatsächlichen Verbrauchsdaten der jeweiligen Netzbetreiber basiert.

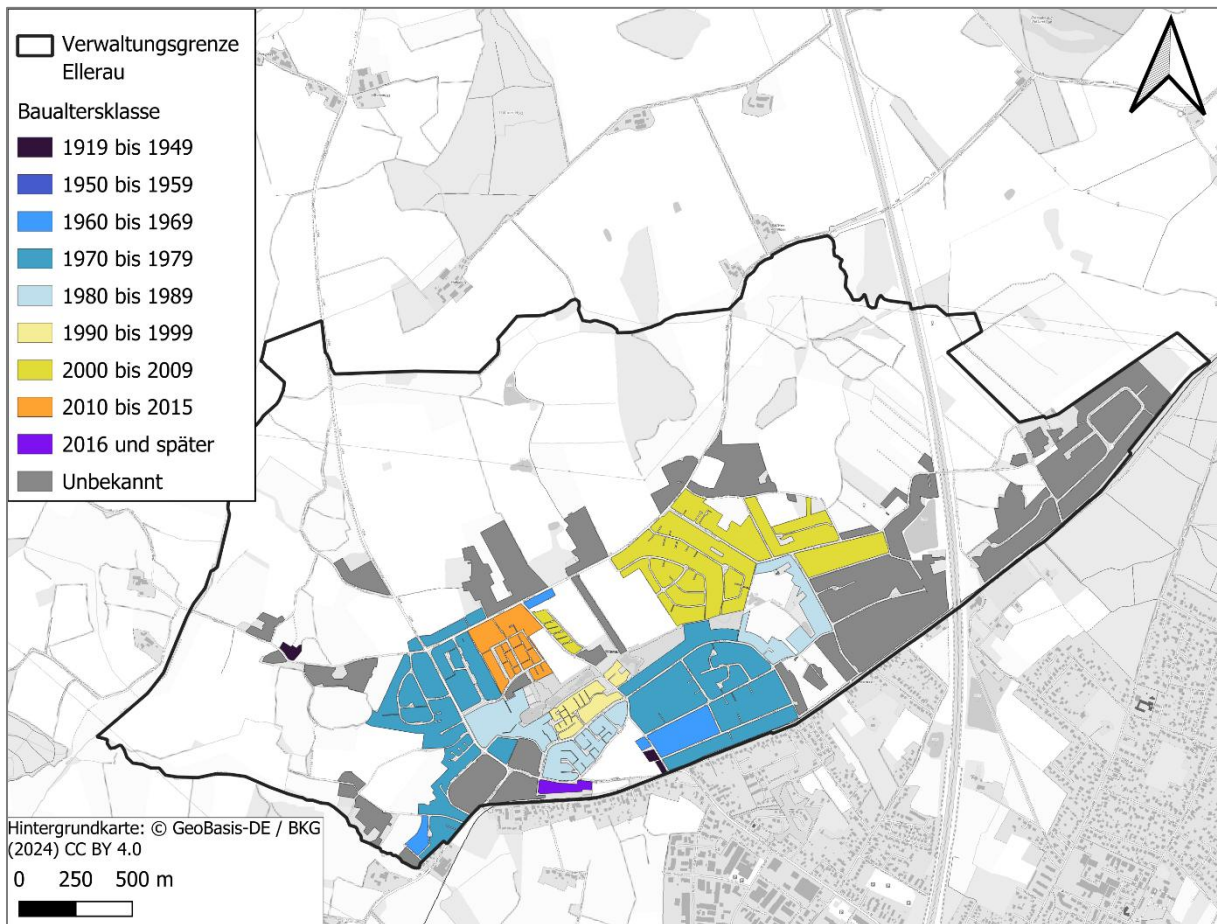


Abbildung 2-2: Darstellung der dominierenden Baualtersklasse auf Baublöckeebene in Ellerau

Abbildung 2-3 veranschaulicht die dominierenden Sektoren auf Baublockebene innerhalb der Gemeinde Ellerau. Dabei wird deutlich, dass der überwiegende Teil der Gebäude dem Sektor „Private Haushalte“ zugeordnet werden kann.

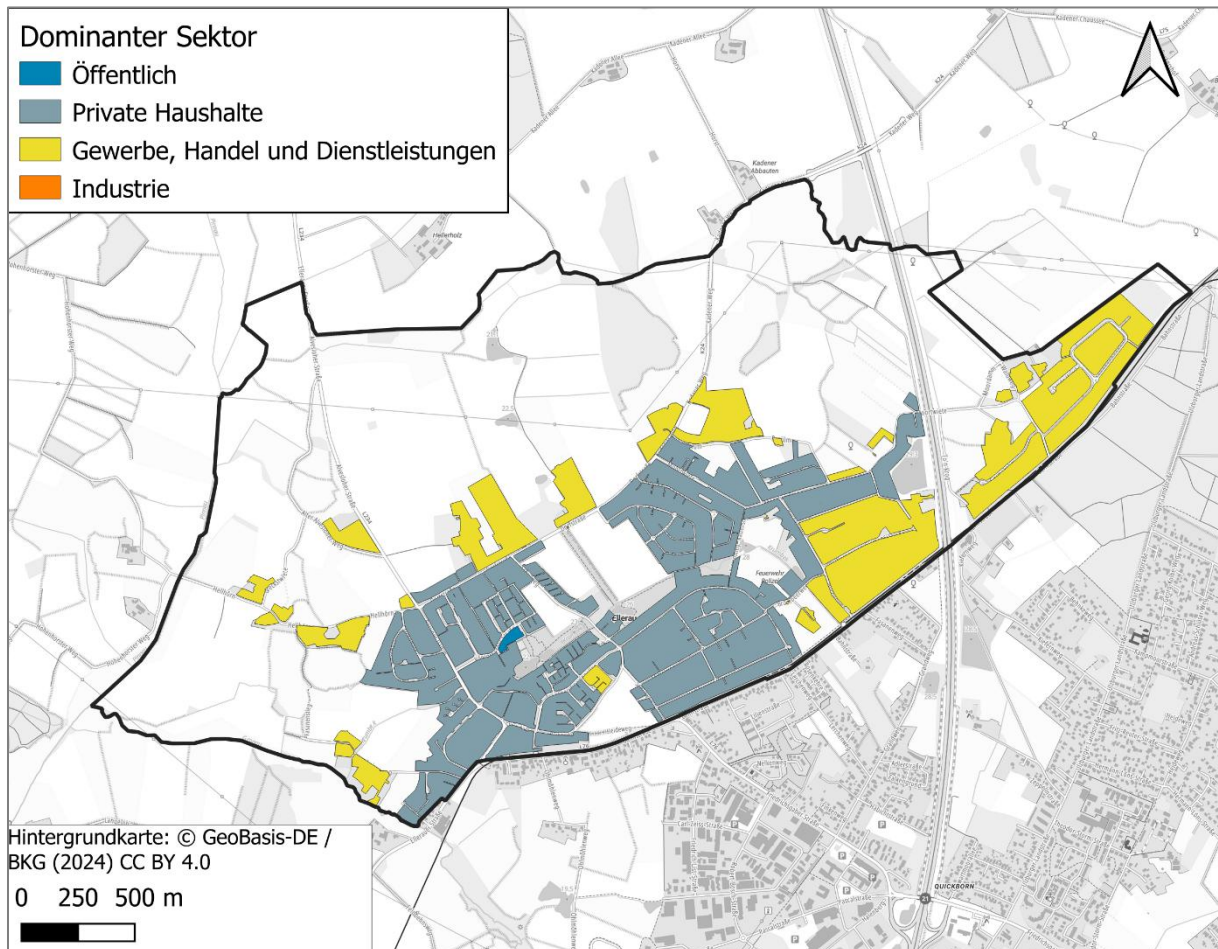


Abbildung 2-3: Darstellung des dominierenden Sektors auf Baublockebene in Ellerau

## 2.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wurde mit realen Verbrauchsdaten aus dem Mittelwert der Jahre 2022, 2023 und 2024 ermittelt. Für nicht-leitungsgebundene Gebäude wurden Abschätzungen auf Basis der Baualterklasse und Gebäudegröße getroffen. In Abbildung 2-4 ist der jährliche Endenergieverbrauch nach Sektor und Energieträger dargestellt. Der Endenergieverbrauch wird auf 44 GWh/a summiert. Den größten Anteil am Endenergieverbrauch haben die privaten Haushalte, die zum größten Teil mit Erdgas versorgt werden.

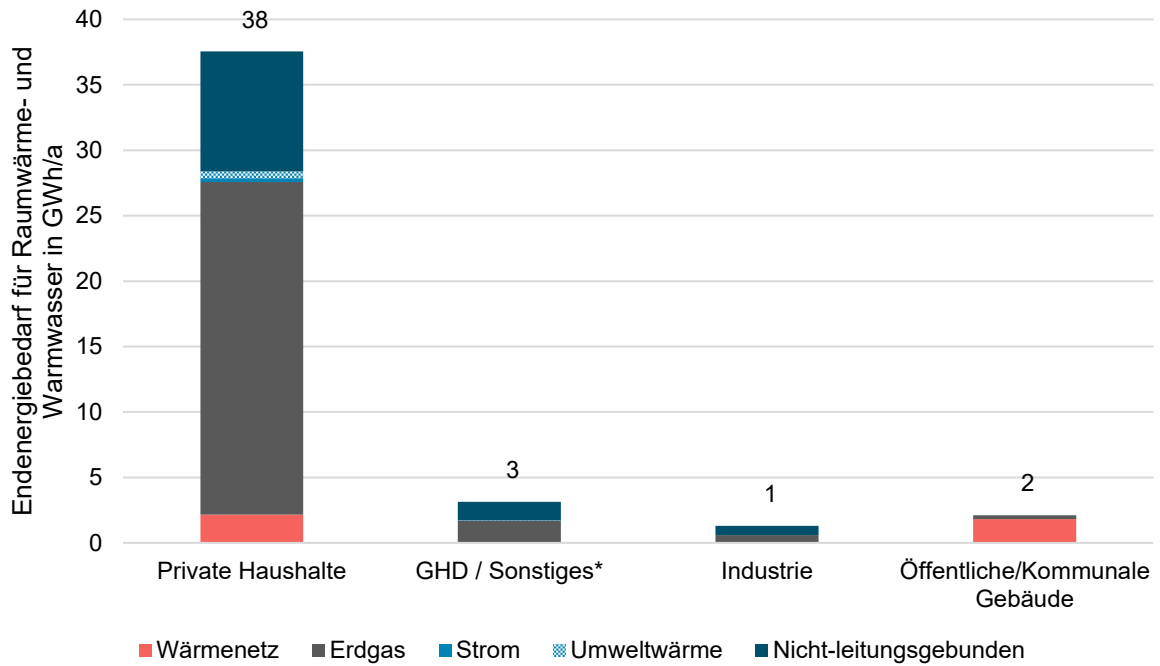


Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Ellerau (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)

In Abbildung 2-5 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 Erdgas führt zum größten Anteil an den Emissionen. In Summe werden 8.739 t CO<sub>2</sub>äq/a durch den Endenergieverbrauch emittiert.

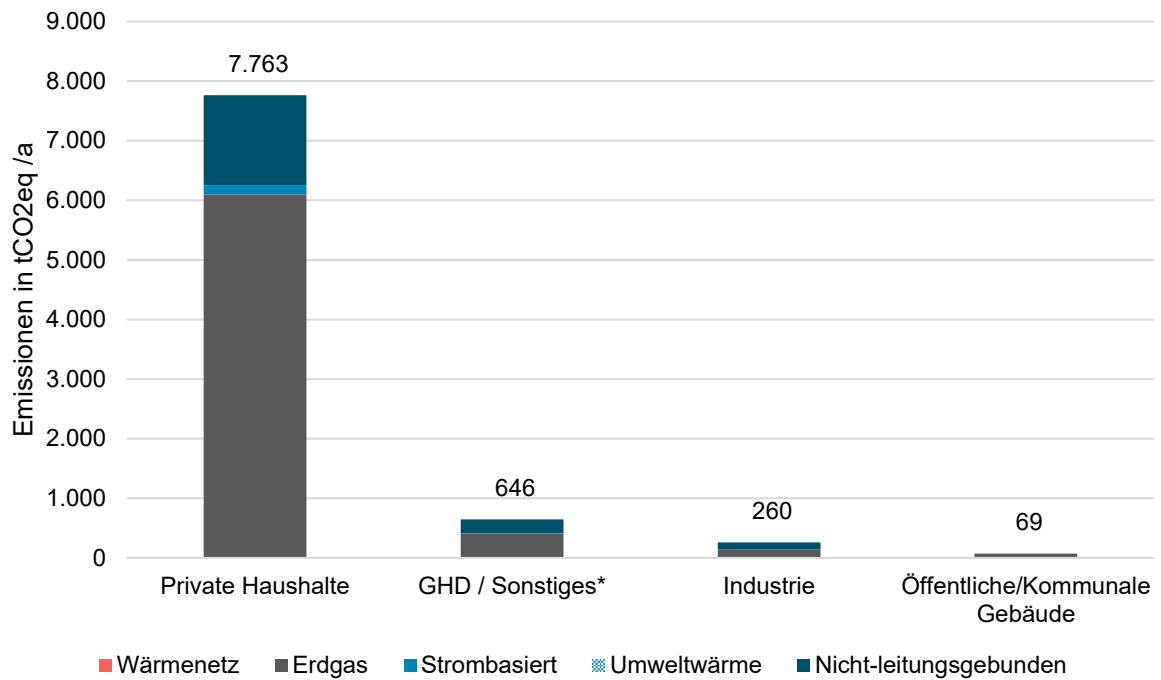


Abbildung 2-5: Emissionen der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Ellerau (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)

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

Aus datenschutzrechtlichen Gründen dürfen nur Baublöcke gezeigt werden, die mindestens fünf beheizte Gebäude enthalten. In Abbildung 2-6 ist die Wärmebedarfsdichte, also der Wärmebedarf pro Hektar, dargestellt. Es wird deutlich, dass insbesondere die Baublöcke im Bereich der Danziger Straße einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf pro Fläche aufweisen. Dies ist vor allem auf die dort überwiegend vorhandenen Mehrfamilienhäuser zurückzuführen. Ebenfalls auffällig ist der hohe spezifische Wärmebedarf der Baublöcke rund um die Reihenhäuser in der Bornholmer Kehre.

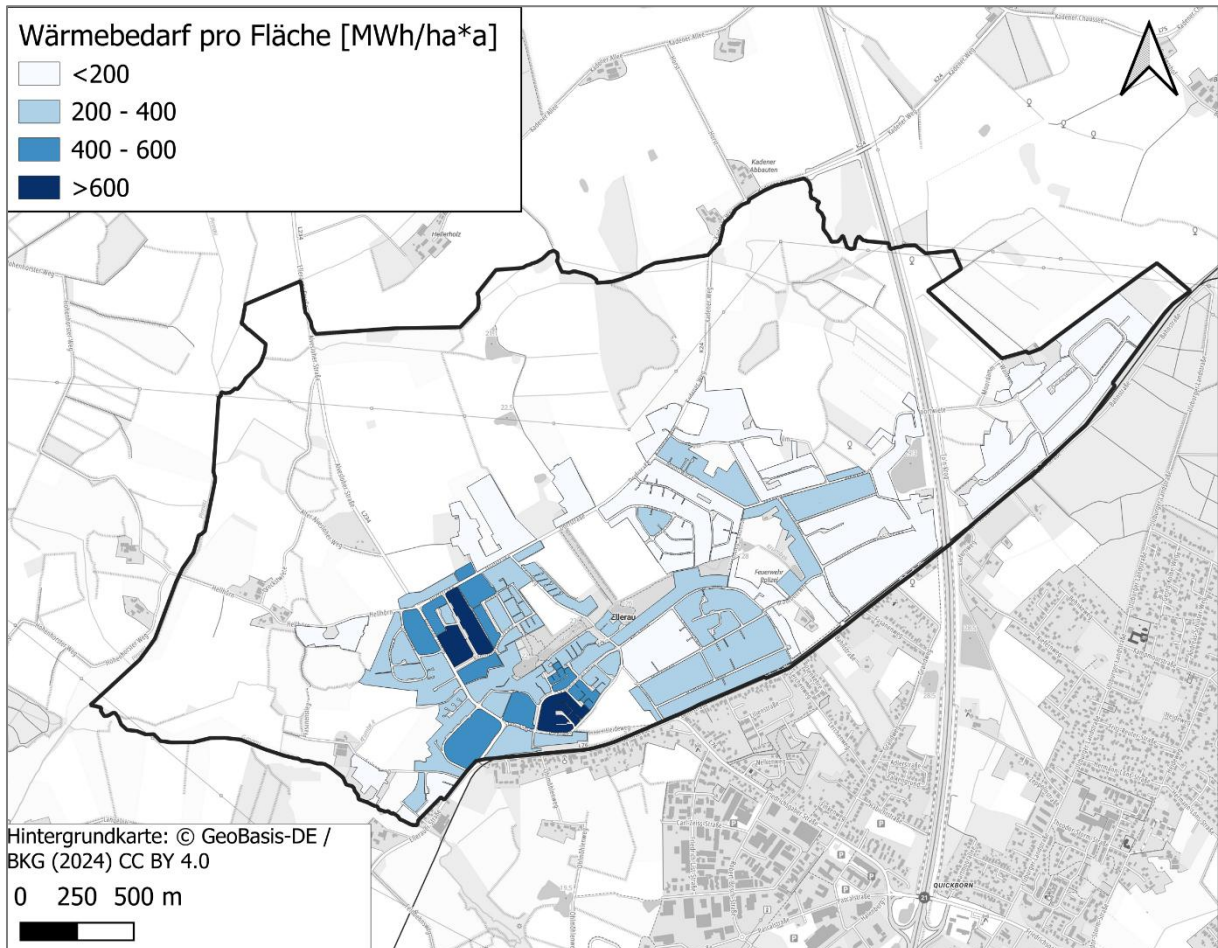


Abbildung 2-6: Darstellung der Wärmebedarfsdichte auf Baublockebene in Ellerau

Die Wärmelinien-dichte stellt einen zentralen Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes dar. 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.

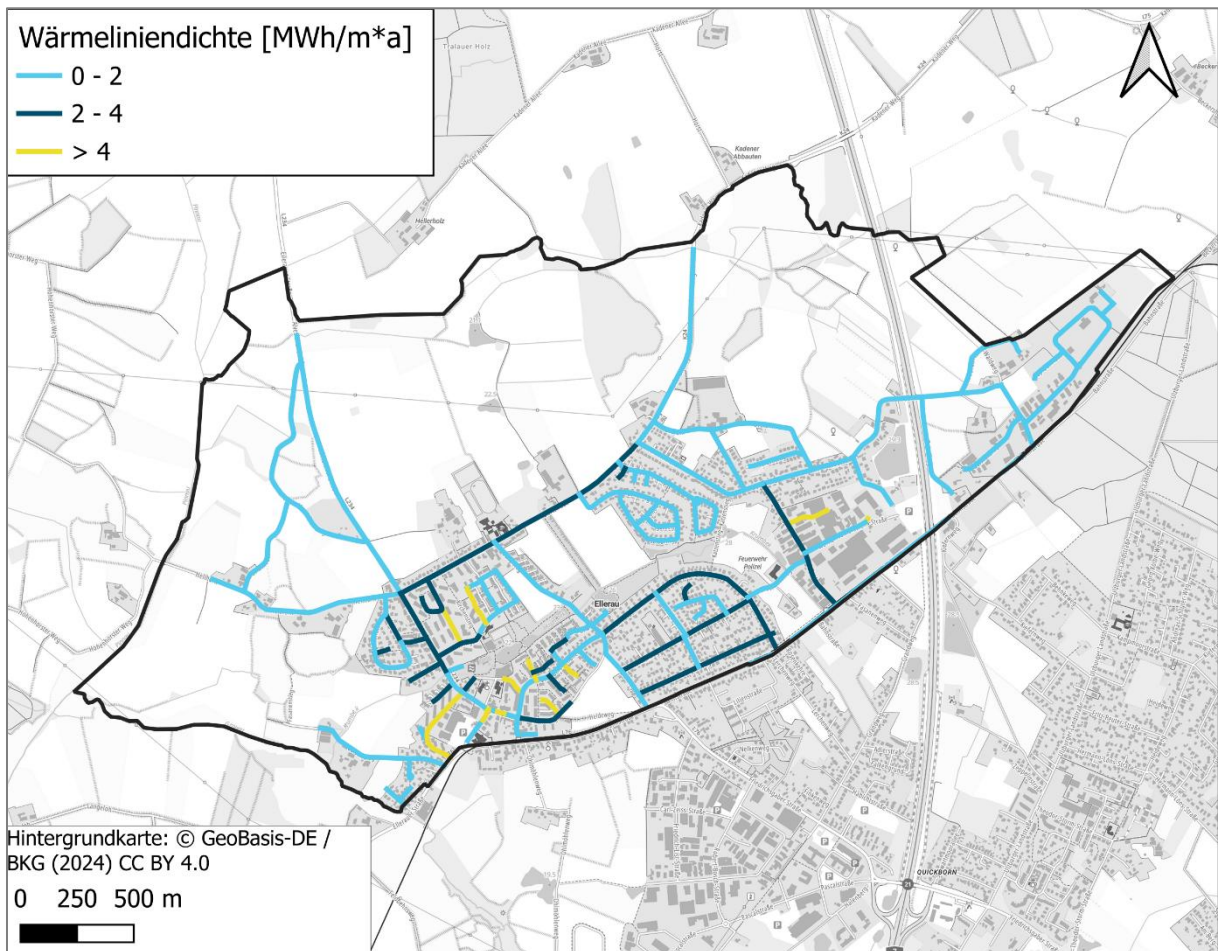


Abbildung 2-7: Darstellung der Wärmelinien-dichten in Ellerau

In Abbildung 2-8 ist der jeweils dominierende Heizungsträger auf Baublockebene dargestellt, bezogen auf die Summe des Wärmeverbrauchs. Das bedeutet, dass ein Baublock trotz vorhandener Wärmenetzanschlüsse als Erdgas ausgewiesen sein kann, wenn die Mehrheit der Gebäude über Erdgas beheizt wird.

Besonders hervorzuheben ist das Gebiet entlang des Rotkehlchenwegs, das vollständig über das bestehende Wärmenetz versorgt wird. Da in diesem Bereich keine Erdgasleitungen vorhanden sind, ergibt sich folgerichtig das Wärmenetz als dominanter Heizungsträger.

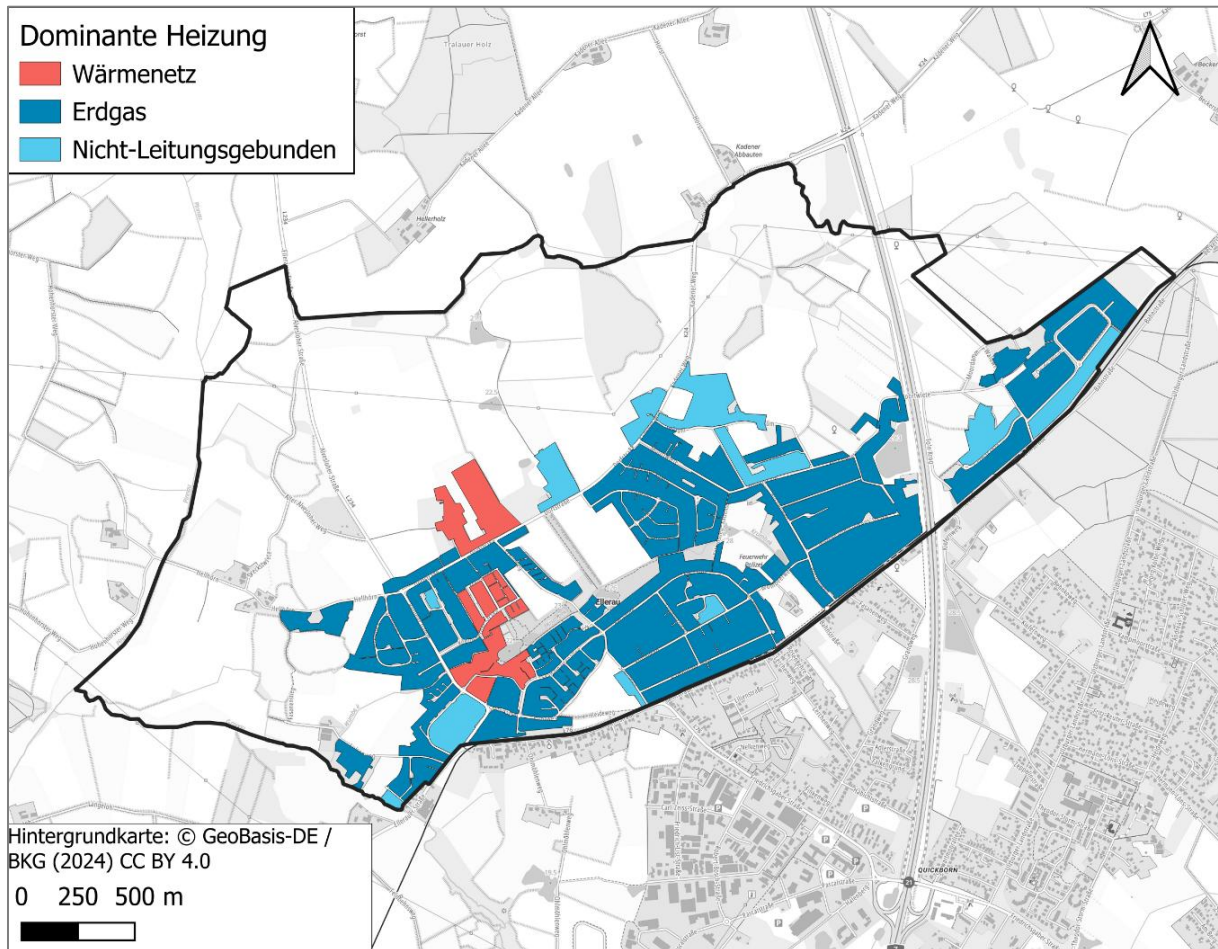


Abbildung 2-8: Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Ellerau

Das Gasverteilnetz hat eine Trassenlänge von ca. 25.500 m und ist in Abbildung 2-9 dargestellt. An dem Netz sind 1.192 SLP-Anschlüsse und keine 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.

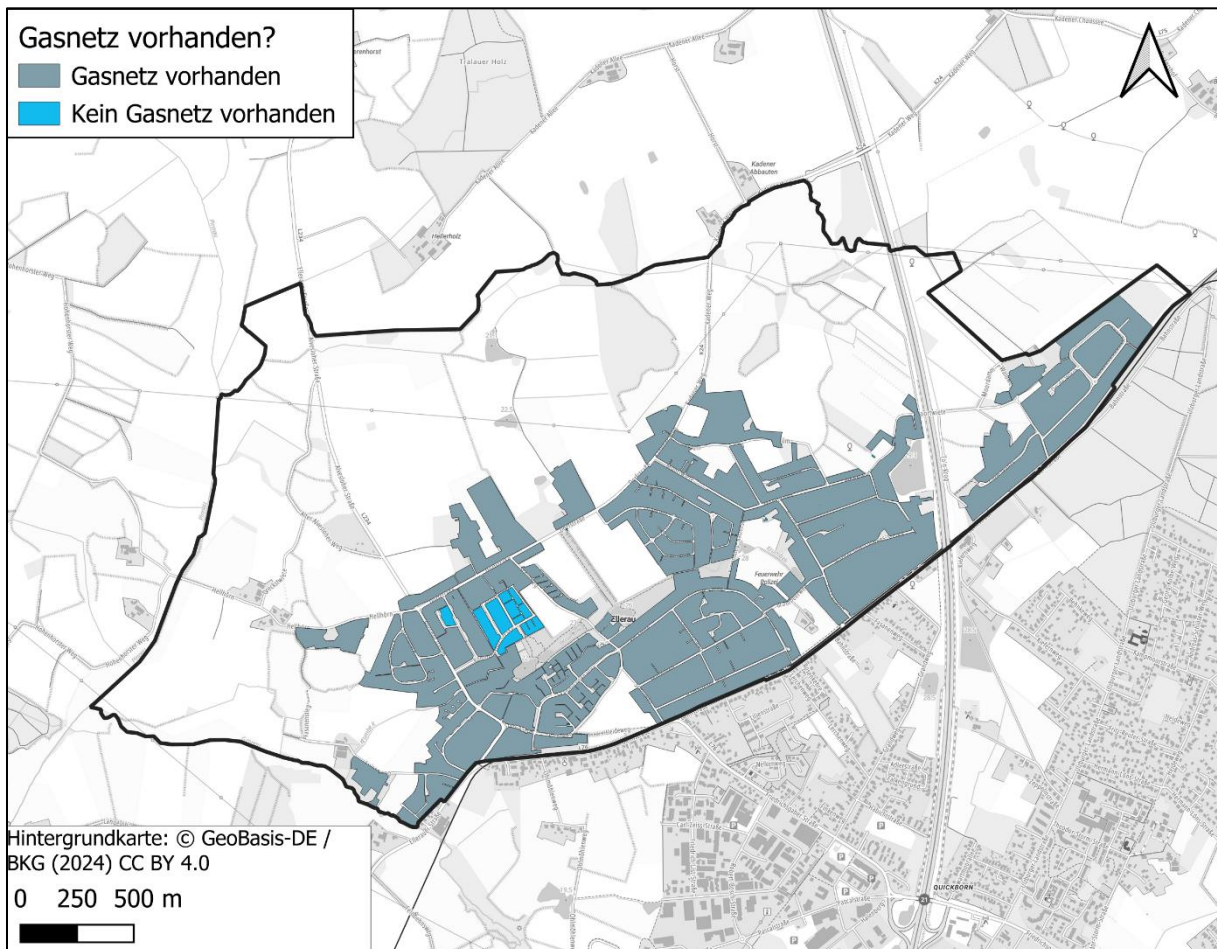


Abbildung 2-9: Versorgungsbereich des Gasnetzes / Lage des Gasnetzes in Ellerau

Das Wärmenetz in Ellerau hat eine Trassenlänge von ca. 5.000 m und es sind 96 Anschlüsse vorhanden. In Abbildung 2-11 ist das Wärmenetz dargestellt. Die Wärmeverteilungsverluste liegen bei ca. 20 %. Während der Wintermonate wird die Spitzenlast zeitweise überschritten, weshalb der Einsatz des Erdgasspitzenlastkessels erforderlich ist.

Das Wärmenetz ist als Wasser-Netz ausgeführt und arbeitet regulär mit Vor- und Rücklauftemperaturen von 75 °C bis 45 °C, kann jedoch im Winter auch mit einem erhöhten Vorlauf von bis zu 90 °C betrieben werden. Im Idealfall liegen die Temperaturen am Wärmeerzeuger bei 90 °C im Vorlauf und 45 °C im Rücklauf, wobei in der Praxis auch Werte von etwa 80 °C zu 58 °C auftreten können.

Die Wärmeerzeugungsanlage befindet sich auf dem Gelände des Freibads und wurde 2007 in Betrieb genommen. Die Wärmeerzeugung erfolgt im Wesentlichen über zwei Blockheizkraftwerke, ein Jenbacher 316 mit einer thermischen Leistung von 761 kW und ein MWM TCG 2016 mit 555 kW. Ergänzt werden diese durch einen Viessmann-Erdgaskessel mit einer Leistung von 860 kW, der die Spitzenlast abdeckt. Zur Sicherstellung der Netzstabilität und zur Abdeckung von Lastspitzen stehen zwei Wärmespeicher mit einem Speichervolumen von jeweils 50 m<sup>3</sup> zur Verfügung.

Ausgehend von gesetzlichen Vorgaben rückte das Thema Flexibilisierung der Anlagenfahrweise in den Fokus. Ziel ist es, Strom bedarfsgerecht bereitzustellen, also insbesondere dann zu liefern, wenn er im Netz benötigt wird oder wenn dies zur Sicherstellung der Wärmeerzeugung erforderlich ist. Vor diesem Hintergrund wurde 2019 ein zusätzliches flexibles Blockheizkraftwerk des Typs Jenbacher mit einer elektrischen Leistung von 735 kW auf dem Gelände des Freibads installiert. Die thermische Leistung des BHKWs beträgt 761 kW (siehe vorherigen Absatz). Dieses Flex-BHKW ging im Februar 2020 in Betrieb und ist so ausgelegt, dass es die gesetzlich geforderte strom- und/oder wärmegeführte flexible Fahrweise umsetzen kann. Die in diesem Zusammenhang integrierten Wärmespeicher ermöglichen einen wirtschaftlichen und technisch sinnvollen flexiblen Betrieb, indem sie Lastspitzen puffern und zur Stabilisierung des Gesamtsystems beitragen.

Um die Anlage auch perspektivisch an veränderte energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen, wie etwa das Auslaufen der EEG-Förderung, anzupassen, werden bei erforderlichen Erneuerungen der Gasmembran die Gasspeicher so konzipiert, dass das Speichervolumen bedarfsgerecht angepasst und erhöht werden kann. Darüber hinaus ist geplant, den bestehenden Erdgaskessel durch eine Großwärmepumpe zu ersetzen, die die Abwärme des Blockheizkraftwerks als Energiequelle nutzt und damit die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung weiter vorantreibt.



Abbildung 2-10: Biogasanlage in der Gemeinde Ellerau (links) und Infrastruktur am Freibad (rechts),  
Quelle: Kommunalbetriebe Ellerau

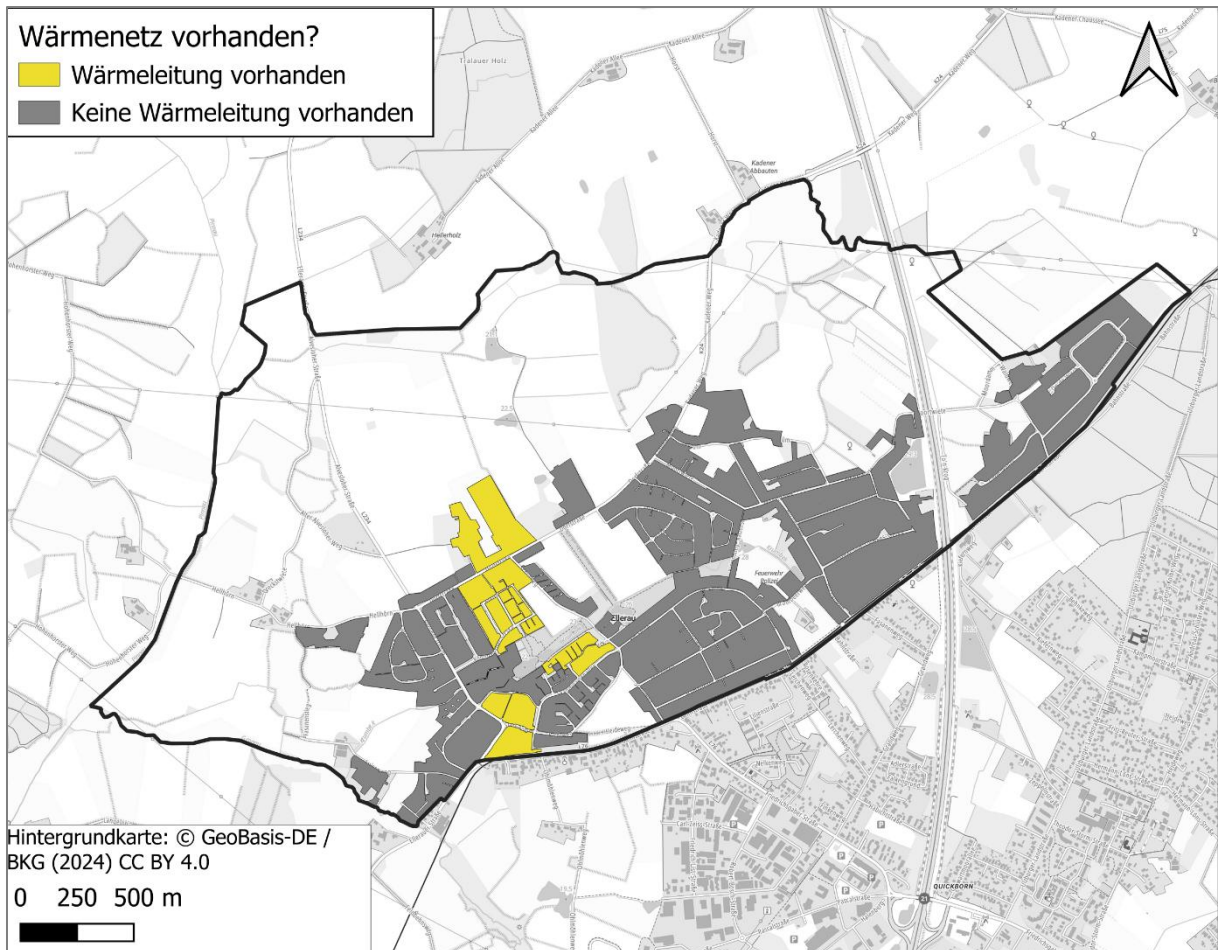


Abbildung 2-11: Verwaltungsbereich des Wärmenetzes/Lage des Wärmenetzes in Ellerau

## 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.

Da keine RLM-Anschlüsse in Ellerau vorhanden sind und die Plattform für Abwärme keine Einträge anzeigt, ist davon auszugehen, dass keine größeren Prozesswärmeverbräuche vorliegen.

### 3 POTENZIALANALYSE

Bei der Potenzialanalyse wird untersucht, wo die Wärme in Ellerau 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	Abwasserkanäle
Solarthermie (Aufdach)	Tiefe Geothermie
Photovoltaik (Aufdach)	Industrielle Abwärme
Oberflächennahe Geothermie	Solarthermie (Freifläche)
Wärmenetze	
Photovoltaisch-thermische Kollektoren (mit Eisspeicher)	
Zentral und Dezentral	
Biomasse und Abfall	
Grundwasser	
Umgebungsluft	
Wasserstoff	
Großwärmespeicher	

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

Es wird davon ausgegangen, dass Ellerau 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). Die „Sanierungsstudie 2024“ von B+L Marktdaten zeigt hingegen, dass die Sanierungsquote 2023 bei 0,7 %/a liegt und für 2024 wird eine Sanierungsquote von 0,69 %/a prognostiziert (B+L Marktdaten GmbH, 2024). Die realen Sanierungsquoten liegen damit deutlich unterhalb der Sanierungsquoten nach Agora-Energiewende. Für die Wärmeplanung wird eine realistische, aber ambitionierte Sanierungsquote von 1,3 %/a verwendet. Diese Sanierungsquote setzt voraus, dass Maßnahmen aus der Wärmeplanung (z.B. serielle Sanierung) dazu beitragen, die Sanierungsquote zu erhöhen. Die Sanierungstiefe wird entsprechend der Annahmen in Abbildung 3-1 angenommen.

Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	Öffentlich	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Sonstige Nichtwohngebäude	Industrie
vor 1949	vor 1949	vor 1949	vor 1949	vor 1949	vor 1949
84 %	84 %	60 %	63 %	67 %	59 %
1949-1968	1949-1968	1949-1968	1949-1968	1949-1968	1949-1968
84 %	84 %	70 %	74 %	72 %	59 %
1969-2001	1969-2001	1969-2001	1969-2001	1969-2001	1969-2001
85 %	85 %	68 %	68 %	71 %	62 %
nach 2001	nach 2001	nach 2001	nach 2001	nach 2001	nach 2001
93 %	93 %	97 %	92 %	68 %	86 %
Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
87 %	87 %	74 %	74 %	75 %	66 %

Abbildung 3-1: Annahmen der Sanierungstiefen über Gebäudeklassen (Die Prozentzahl gibt an, auf welches Niveau saniert werden kann. Beispiel: 84 % bedeuten eine Reduktion des Wärmebedarfs um 16 %.)

Unter den getroffenen Annahmen reduziert sich der Bedarf bis zum Jahr 2030 auf 40 GWh/a und bis zum Jahr 2040 auf 38 GWh/a. Dies entspricht einer Gesamtreduzierung aus dem IST-Zustand um bis zu 8 %.

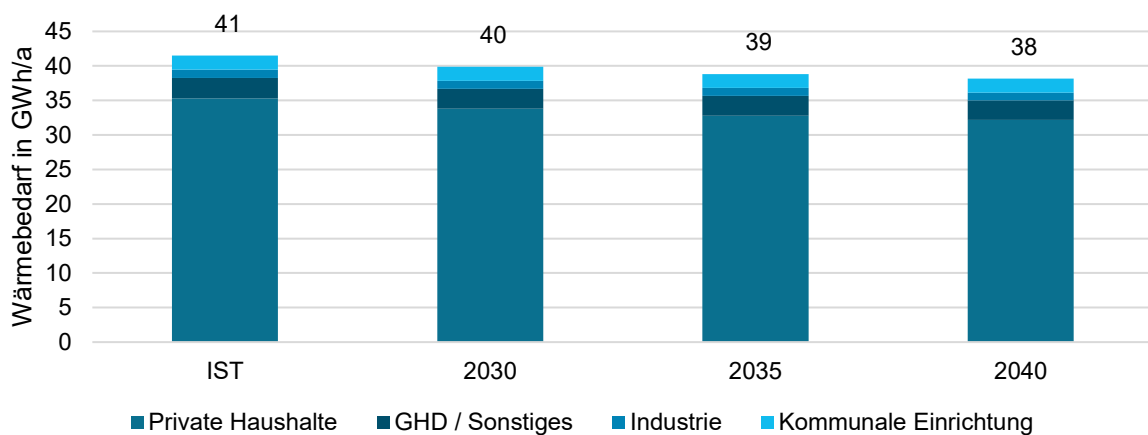


Abbildung 3-2: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2040

## 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 60 solarthermische Großanlagen mit zusammen 170.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche installiert, die mit einer Leistung von insgesamt 120 MW jährlich rund 72 GWh Wärme produzieren. Der Anteil von Solarthermie an der Wärmeerzeugung in Deutschland liegt bei unter einem Prozent.

Solarthermietechologien 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 Ellerau 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 Gemeindegebiet 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 3-3 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 Prioritätsflächen von Prio 1 bis Prio 4 übereinander liegen. Das bedeutet, dass Prio 4 („exkl. harte Tabus“) per Definition auch alle Flächen der Prioritäten 1 bis 3 umfasst (siehe Kriterien der einzelnen Prioritäten in Abbildung 3-3). Im Rahmen der Berechnungen wurden die Überlagerungen der jeweiligen Prioflächen abgezogen, so dass sich die Flächen der einzelnen Prios aufsummieren lassen zu einem Gesamtpotenzial.

### Fokus: Umweltschutz / Stadtentwicklung



Abbildung 3-3: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie

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

#### Harte Tabus

- Wasserschutzgebiete
- Straßen
- Wohnflächen
- Vorrang Naturschutz
- Biotopverbundsysteme
- Waldflächen (Puffer)
- Ökokonto
- Kompensationsflächen

#### Weiche Tabus

- Vorbehalt Siedlungsgebiet
- Vorbehalt Grünzug
- Vorbehalt Grundwasserschutz
- Vorbehalt Naturlandschaft

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 sind bereits durch räumliche Strukturen vorbelastet

Die Ergebnisse des solaren Flächenscreenings zeigen, dass in Ellerau keine Flächen der Priorität 1 und keine Flächen der Priorität 3 vorhanden sind. Identifiziert wurden hingegen rund 44 ha an Flächen der Priorität 2 sowie etwa 148 ha an Flächen der Priorität 4. Als wesentliches Hemmnis für die Entwicklung von Freiflächen-Solarthermie erweisen sich insbesondere die in Ellerau großflächig ausgewiesenen Trinkwasserschutzgebiete.

	Prio 1	Prio 2	Prio 3	Prio 4
<b>Kriterien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkl. Harte Tabus</li> <li>• exkl. weiche Tabus</li> <li>• inkl. positive Kriterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkl. Harte Tabus</li> <li>• inkl. positive Kriterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkl. Harte Tabus</li> <li>• exkl. Weiche Tabus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkl. Harte Tabus</li> </ul>
<b>Fläche</b>	0 ha	44 ha	0 ha	148 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/m<sup>2</sup> und 450 kWh/m<sup>2</sup>. Das theoretisch verfügbare Solarthermiepotenzial liegt bei bis zu 278 GWh/a bei Einbezug aller Prio-Flächen. Unter der Vernachlässigung der Prioritätsflächen 4 liegt das Erzeugungspotenzial bei ca. 82 GWh/a.

Die identifizierten Potenzialflächen befinden sich überwiegend im nordöstlichen Teil des Gemeindegebiets und damit in deutlicher Entfernung zu potenziellen Anschlussnehmern. Zwar ergibt sich theoretisch ein hohes thermisches Erzeugungspotenzial, jedoch ist dieses sowohl stark saisonabhängig als auch räumlich weit von den Verbrauchsschwerpunkten entfernt. Die damit verbundenen hohen Investitionskosten für die erforderlichen Wärmenetzleitungen würden einen wirtschaftlichen Betrieb eines solchen Energiesystems voraussichtlich nicht ermöglichen. Aus diesem Grund ist nicht davon auszugehen, dass dieses Potenzial in Ellerau eine relevante Rolle spielen wird.

### **Solarthermie auf Dachflächen**

Das theoretische Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen beträgt in Ellerau ca. 30 GWh/a. Diese Erzeugungsmenge würde erreicht werden, wenn alle Dachflächen in Ellerau mit solarthermischen Anlagen bestückt werden.

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.

Photovoltaisch-thermische Kollektoren stellen eine alternative Technologie dar, die die Stromerzeugung der Photovoltaik mit der Wärmeerzeugung der Solarthermie kombiniert. Aufgrund der im Vergleich zu konventionellen Systemen höheren Investitionskosten ist ihr Einsatz jedoch wirtschaftlich nur in bestimmten Konstellationen sinnvoll. In der Regel eignen sich solche Anlagen insbesondere dann, wenn ohnehin umfassende Sanierungsmaßnahmen vorgesehen sind, da die Systeme nicht als standardisierte Lösungen verfügbar sind, sondern grundsätzlich an die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Projekts angepasst werden müssen.

### **Photovoltaik auf Dachflächen**

Für die Installation von PV-Anlagen stehen auch Dachflächen zur Verfügung. Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Ellerau 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 34 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.

Gemäß der Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplans Windenergie befindet sich im nordwestlichen Teil des Gemeindegebiets eine Potenzialfläche. Dabei handelt es sich um Bereiche, die planerisch „potenziell nicht ausgeschlossen“ sind. Solche Potenzialflächen stehen sowohl der Regionalplanung als auch der gemeindlichen Bauleitplanung zur weiteren Prüfung sowie zur möglichen Ausweisung von Windenergiegebieten zur Verfügung. Es handelt sich jedoch ausdrücklich nicht um Vorranggebiete.

### **3.2.3 Biomasse und Abfall**

Für Ellerau liegen keine landwirtschaftliche Basisdaten wie Tierbestände und Ertragsmengen vor. Ergänzende Datengrundlagen stammen überwiegend aus Landesstatistiken Schleswig-Holsteins und werden proportional auf die Einwohner- und Flächenverhältnisse der Kommune übertragen.

#### **Altholz**

Altholz umfasst bereits stofflich genutztes Holz, das am Ende seines Lebenszyklus energetisch verwertet werden kann. Ein Großteil wird bereits in bestehenden Anlagen genutzt; verbleibende Potenziale sind aufgrund von Datenunsicherheiten schwer abschätzbar. Für Ellerau ergibt sich ein Potenzial von 0,08 GWh/a.

#### **Industrierestholz**

Industrierestholz entsteht bei der Verarbeitung von Waldholz. Große Anteile werden stofflich genutzt oder direkt in Betrieben energetisch verwertet. Aufgrund von Stoffstromverschiebungen und Import-/Exportbewegungen bestehen deutliche Unsicherheiten. Für Ellerau ergibt sich ein Potenzial von 0,06 GWh/a.

#### **Forstwirtschaftliche Biomasse**

Hierunter fallen Waldrestholz und ungenutzter Holzzuwachs, abzüglich ökologisch notwendiger Reserveanteile. Naturschutzflächen bleiben unberücksichtigt. Das technische Potenzial beträgt in Ellerau 0,19 GWh/a.

### Stroh

Das nutzbare Strohpotenzial hängt von Anbauflächen, Korn-Stroh-Verhältnissen und Humusbilanzgrenzen ab. Ein nachhaltiges Potenzial ist nur anteilig nutzbar.

### Biomethan

Das Biomethanpotenzial ergibt sich aus Bio- und Grünabfällen, tierischen Exkrementen sowie ggf. Energiepflanzen. Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von 62 GWh/a, wobei der Hauptteil auf Energiepflanzen zurückzuführen ist (siehe Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Biomethanpotenziale in Ellerau

Bio- und Grünabfälle	0,7 GWh/a
Energiepflanzen	55,3 GWh/a
Tierische Exkremente	6 GWh/a
<b>Insgesamt</b>	<b>62 GWh/a</b>

### Einordnung der Biomassenutzung

Die energetische Nutzung von Biomasse steht in Konkurrenz zu anderen Landnutzungen und wird von Umweltverbänden nur eingeschränkt empfohlen. Vorrang haben stoffliche Nutzungen und die Nutzung unvermeidbarer Reststoffe. Für Ellerau verbleiben somit nur Potenziale aus Altholz, Bio- und Grünabfällen sowie tierischen Exkrementen. Das Gesamtpotenzial reduziert sich entsprechend auf 7 GWh/a.

**Wichtig** ist, dass diese Analyse ausschließlich das auf dem Gemeindegebiet von Ellerau verfügbare Biomassepotenzial berücksichtigt. Da Biomasse grundsätzlich über Gemeindegrenzen hinweg transportiert werden kann, besteht theoretisch ein erweitertes, nicht klar begrenztes Nutzungspotenzial. Aufgrund der insgesamt begrenzten und standortgebundenen Verfügbarkeit sollte Biomasse jedoch nur in ausgewählten Einzelfällen zur thermischen Nutzung eingesetzt werden – vorzugsweise dort, wo keine technisch oder wirtschaftlich sinnvollen Alternativen bestehen, beispielsweise zur Abdeckung von Spitzenlasten.



Abbildung 3-4: Nachhaltiges Bioenergiepotenzial in Ellerau

### 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 (jeweils in Verbindung mit einer Wärmepumpe): 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 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/Leitfäden ermittelt. Demnach sind je nach Sondenlänge 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze sowie 6 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 zu 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 Ellerau 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.

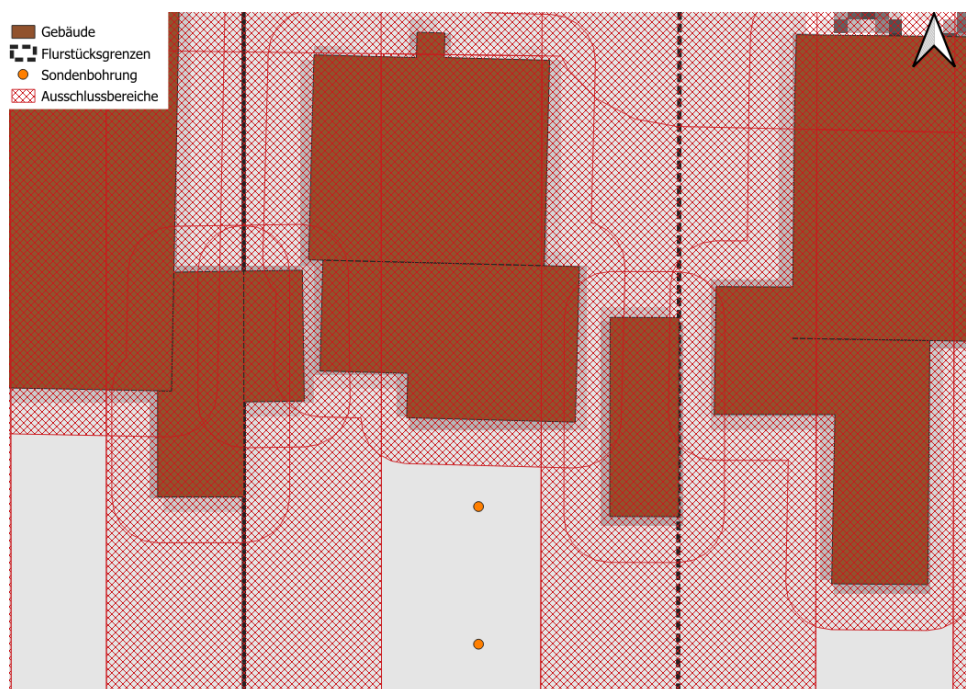


Abbildung 3-5: Beispielhafte Darstellung der geothermischen Potenzialanalyse.

Die Wärmeleitfähigkeiten in Ellerau sind für eine Tiefe bis zu 100 m in Abbildung 3-6 dargestellt. 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 ein größeres Volumen im Untergrund verteilt und dem Boden somit mehr Energie entzogen werden kann bzw. die Sonden mit höherer Leistung betrieben werden können.

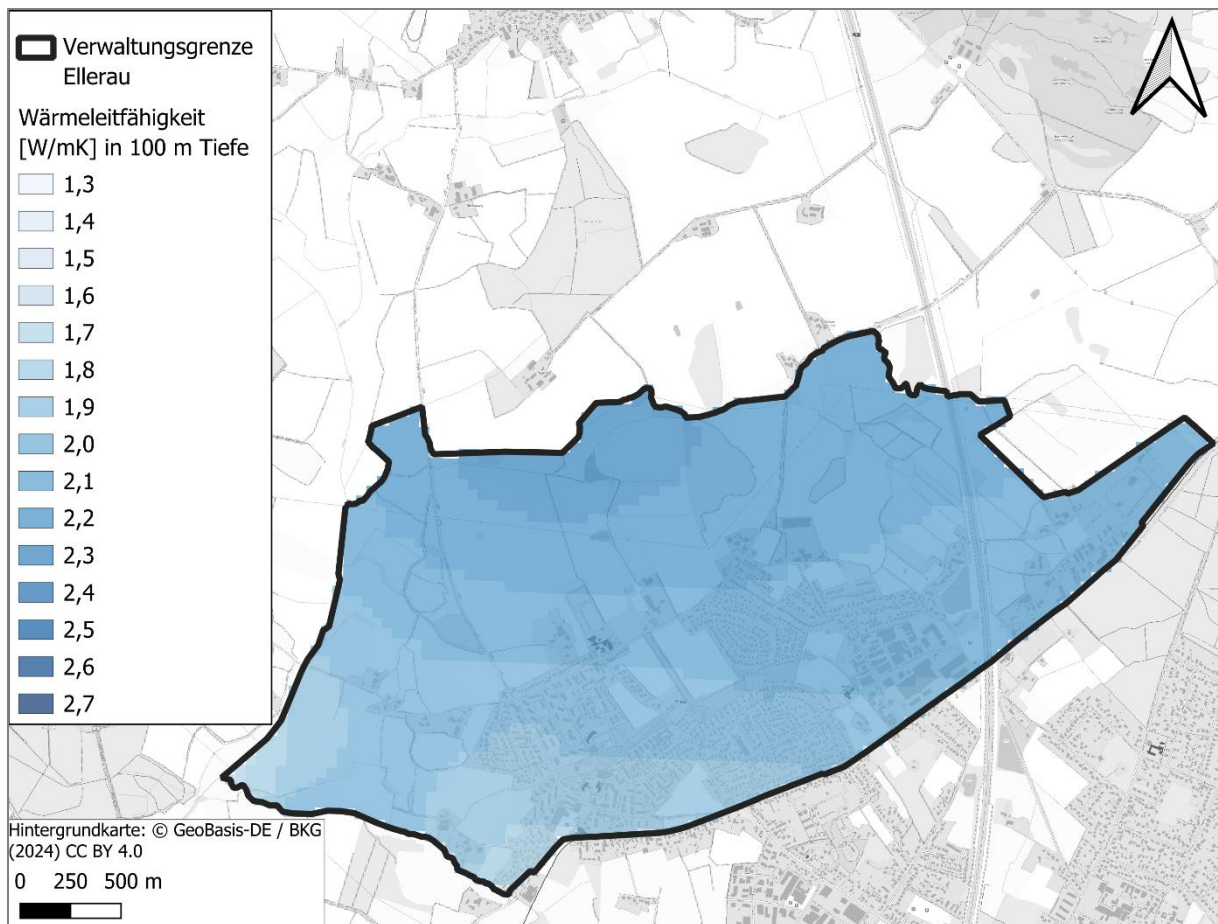


Abbildung 3-6: Wärmeleitfähigkeiten in einer Tiefe bis 100 m

Die Potenzialermittlung basiert auf den Rechenvorschriften der VDI 4640. Gemäß der beschriebenen Abstandsflächen wird 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. Übertrifft der Deckungsbeitrag der Sonden nach der Grobanalyse 100 % des Bedarfs, sind die Flurstücke „vermutlich geeignet“ für Erdwärmesonden. Unter 50 % wird keine Eignung ausgewiesen. Die Ergebnisse bilden 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 vermutlich geeigneten Bereiche summiert sich auf 30 GWh/a. Nahezu das gesamte Gemeindegebiet von Ellerau liegt innerhalb ausgewiesener Trinkwasserschutzgebiete. Der Betrieb entsprechender Anlagen kann dort zum Schutz der Trinkwasserversorgung untersagt beziehungsweise eingeschränkt werden. In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durch die zuständige Untere Wasserschutzbehörde erforderlich.

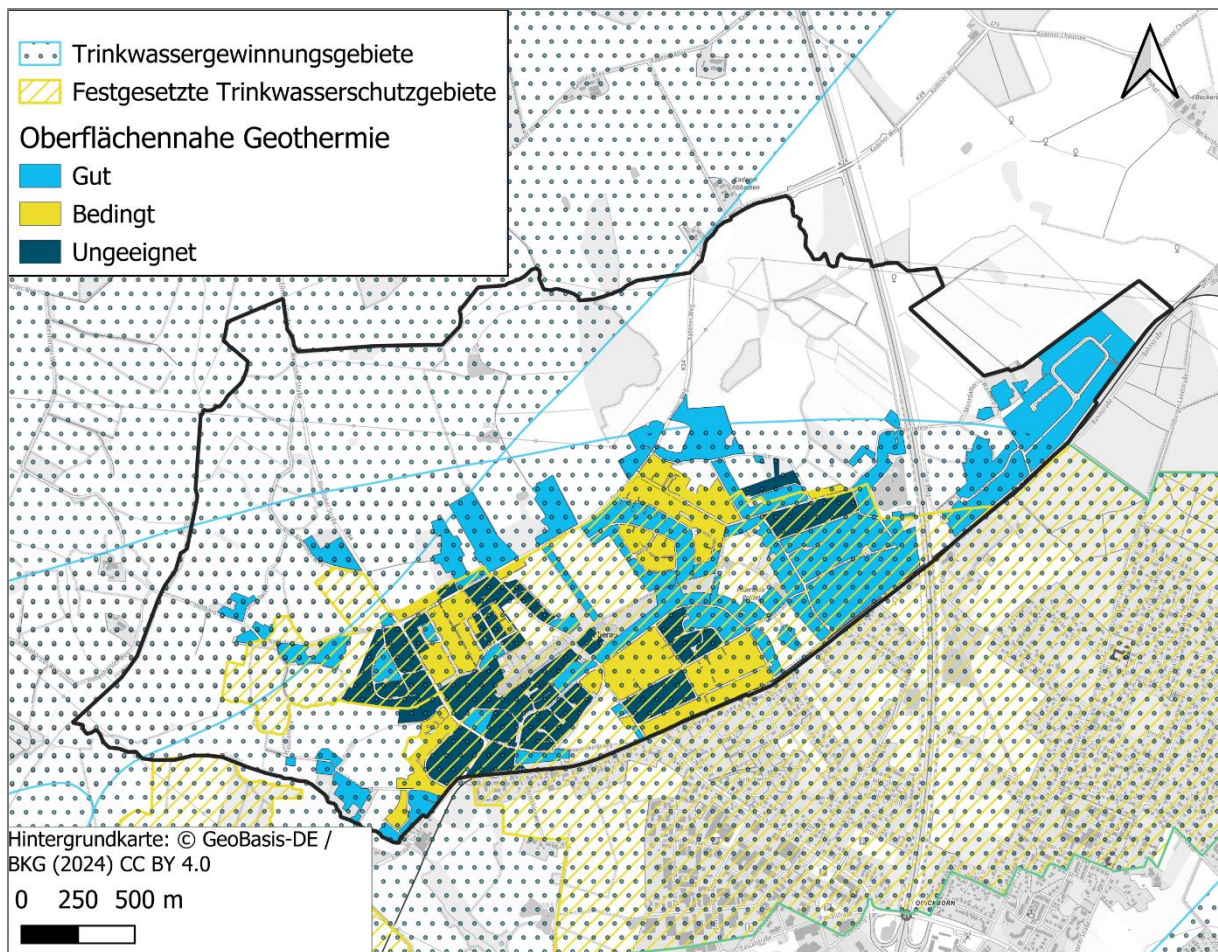


Abbildung 3-7: Durchschnittliche Eignung für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene

### 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)

GEOTIS wird vom Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) betrieben und bündelt geowissenschaftliche Daten aus unterschiedlichen Forschungs- und Landesbehörden, um eine einheitliche Bewertung der geothermischen Ressourcen in Deutschland zu ermöglichen. Die Datenlage zeigt, dass im Untergrund von Ellerau keine ausreichenden Temperaturen oder geeigneten Reservoirgesteine vorhanden sind, um eine wirtschaftliche Tiefengeothermie zu realisieren. Darüber hinaus würden die Investitionskosten für ein solches Großprojekt die finanziellen Möglichkeiten einer Kommune der Größenordnung von Ellerau deutlich überschreiten. (LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, 2026)

### 3.2.6 Zentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen

Während **zentrale** Umgebungsluft-Groß-Wärmepumpen etwa in Dänemark bereits eine etablierte Technologie sind, ist diese Technologie in Deutschland noch nicht weit verbreitet. Das Prinzip von Umgebungsluft-Groß-Wärmepumpe 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.

Da Umgebungsluft überall frei verfügbar ist, wird das technisch nutzbare Potenzial im Wesentlichen nur durch die vorhandenen Abnehmerstrukturen und die wirtschaftliche Umsetzbarkeit begrenzt. Konkrete potenzielle Abnehmer wurden jedoch erst im Rahmen der Analyse der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete in Abschnitt 5 identifiziert. Daher konnte das Potenzial erst anschließend sachgerecht bewertet werden und greift die finalen Ergebnisse deswegen voraus.

Um das Potenzial der Umgebungsluft-Wärmepumpe zu ermitteln sind die lokalen Temperaturmessungen über ein ganzes Jahr erforderlich. Es wurden die Temperaturen der nächstgelegenen Messstation (Quickborn) genommen. In Abhängigkeit der Umgebungslufttemperatur, den potenziellen Netztemperaturen als auch dem synthetischen Lastgang wurde die thermische Leistung einer Umgebungsluft-Groß-Wärmepumpe, den resultierenden Volllaststunden sowie den EE-Anteilen am Wärmebedarf mittels einer Lastganganalyse untersucht. Die Effizienzannahmen basieren auf der Methodik nach Lorenz. In Abbildung 3-8 ist das Ergebnis der Lastganganalyse für das Quartier „Ellerauer Feld“ aufgetragen.

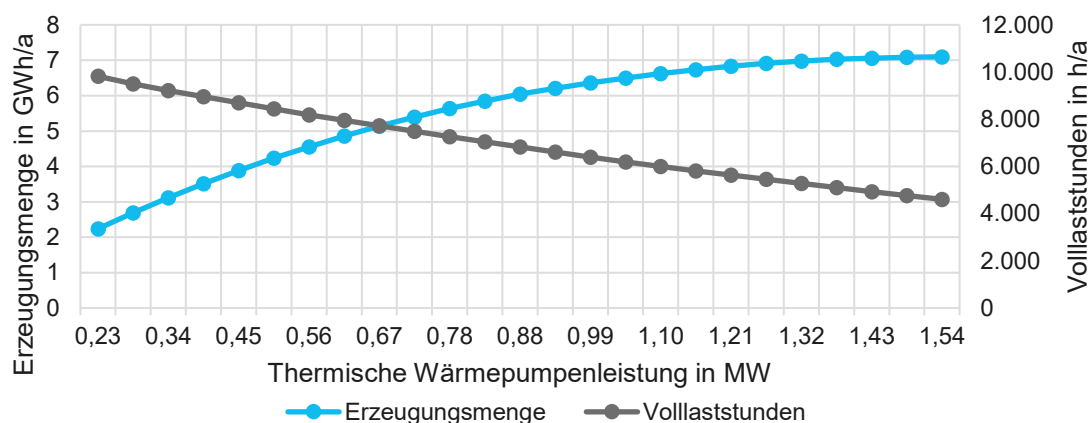


Abbildung 3-8: Thermische Leistung einer Umgebungsluft-Groß-Wärmepumpe für ein Wärmenetz im „Ellerauer Feld“

Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass mit zunehmender thermischer Leistung der Wärmepumpe auch die jährlich erzeugte Wärmemenge steigt. Dieser Anstieg verläuft jedoch nicht gleichmäßig (linear), sondern flacht mit zunehmender Leistung ab und nähert sich einer maximal möglichen Erzeugungsmenge für das betrachtete Teilgebiet an.

Der Grund hierfür liegt im Wärmebedarf selbst: Mit einer höheren Leistung kann die Wärmepumpe zwar zunehmend auch hohe Bedarfsspitzen abdecken, diese treten jedoch nur für kurze Zeiträume auf. Der überwiegende Teil des Jahres besteht aus deutlich geringeren Wärmebedarfen. Dadurch wächst die erzeugte Wärmemenge bei steigender Leistung immer langsamer, sodass kein direkt proportionaler Zusammenhang zwischen installierter Leistung und jährlicher Wärmeerzeugung besteht.

Dieser Effekt wird auch anhand der sogenannten Volllaststunden deutlich. Die Volllaststunden geben an, wie viele Stunden pro Jahr eine Anlage theoretisch mit voller Leistung betrieben werden müsste, um die jährliche Wärmeerzeugung zu erreichen. Mit steigender Anlagenleistung sinkt die Anzahl der Volllaststunden, da die Wärmepumpe zwar die kurzfristigen Bedarfsspitzen abdecken kann, im Großteil des Jahres jedoch nur im Teillastbetrieb läuft.

Für die Auslegung einer Wärmeerzeugungsanlage, die überwiegend zur Deckung der Grundlast vorgesehen ist, wird üblicherweise eine jährliche Erzeugungsmenge von 85 bis 90 % als wirtschaftlich angemessen bewertet. Auf dieser Grundlage lässt sich eine installierte Leistung im Bereich von etwa 0,9 bis 1 MW als zweckmäßige Größenordnung ableiten, um einen kontinuierlichen und effizienten Anlagenbetrieb sicherzustellen.

Unter Berücksichtigung der erforderlichen technischen Nebenanlagen sowie der notwendigen Infrastruktur zur Abdeckung von Spitzenlasten ergibt sich für eine Anlage dieser Dimension ein Flächenbedarf von ungefähr 0,9 bis 1 Hektar. Dieser Wert berücksichtigt sowohl die baulichen Hauptkomponenten als auch ergänzende technische Einrichtungen, die für einen stabilen und verlässlichen Betrieb erforderlich sind.

Die Berechnungen wurden analog für das Quartier „Birkeneck“ durchgeführt. Dort zeigt die Analyse, dass eine Wärmepumpe mit einer thermischen Leistung von 0,25 bis 0,3 MW, woraus ein Flächenbedarf von 0,25 bis 0,3 Hektar resultiert.

### 3.2.7 Dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen

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/m<sup>2</sup> (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 die Eignung in einem Gebiet 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.

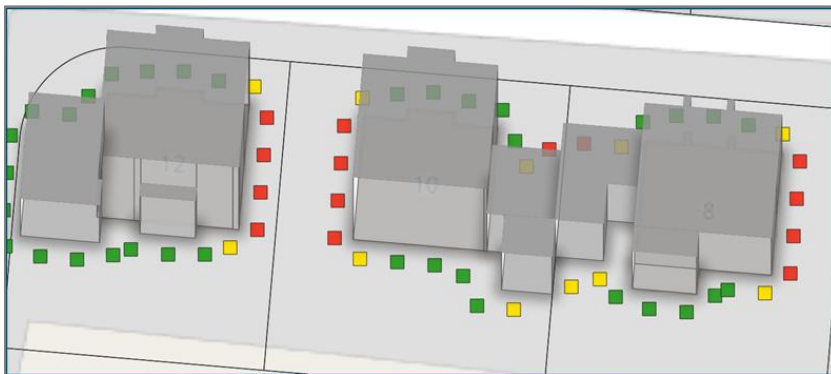


Abbildung 3-9: Methodische Darstellung der schalltechnischen Untersuchung von Umgebungsluft-Wärmepumpen (grün: Standplatz geeignet, gelb: Standplatz zu prüfen, rot: Standplatz vermutlich ungeeignet)

In Abbildung 3-10 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 im gesamten Gemeindegebiet geeignet sind. In vereinzelt Bereichen, die von Doppelhaushälften und Reihenhäusern dominiert werden, könnten Schallschutzmaßnahmen (förderfähig) notwendig sein.

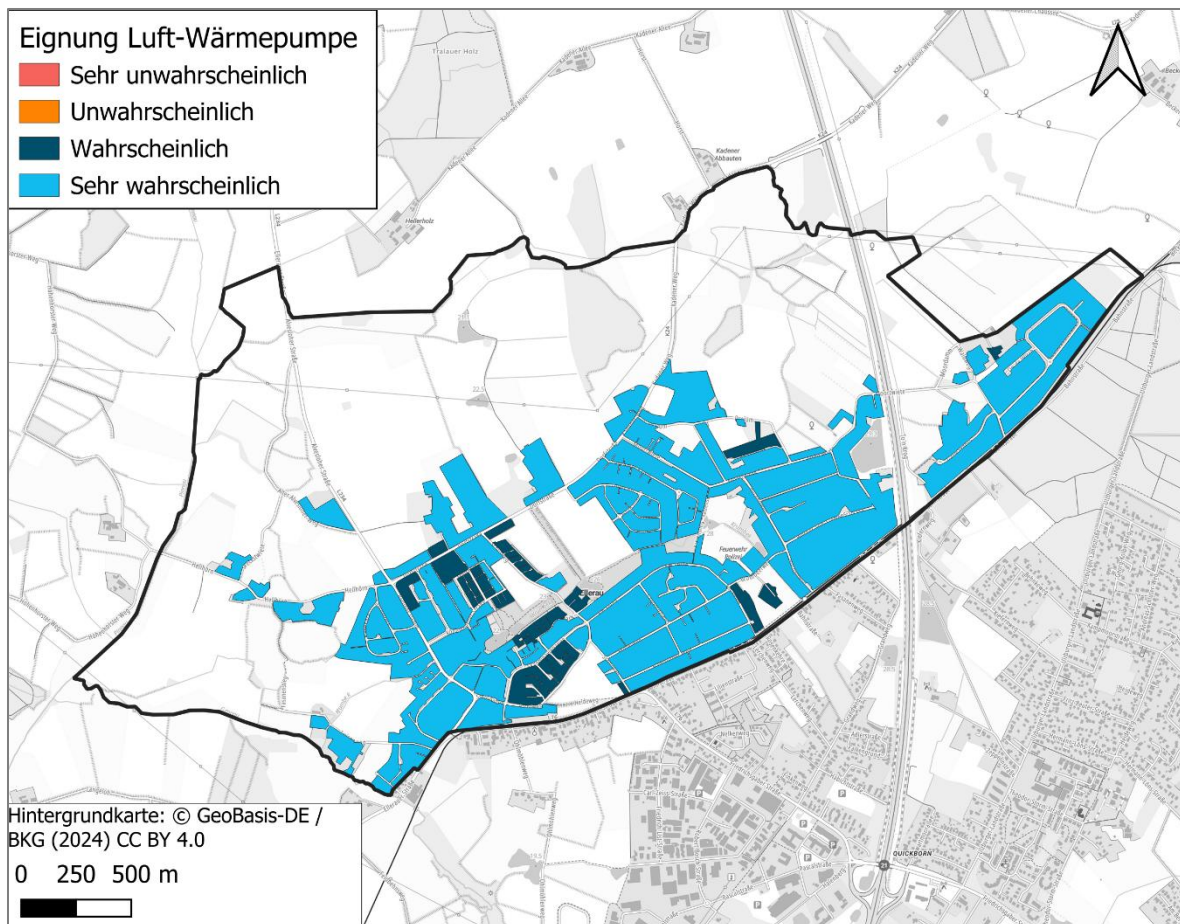


Abbildung 3-10: Schalltechnische Eignung von Umgebungsluft-Wärmepumpen (Baublock)

### 3.2.8 Grundwasser

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

Da sich das Gemeindegebiet nahezu komplett in einem Trinkwasserschutzgebiet befindet, ist für den Betrieb einer solchen Anlage in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig. Die Wahrscheinlichkeit der Genehmigung der thermischen Nutzung des Grundwassers in einem Trinkwasserschutzgebiet sind gering.

### 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 Kläranlage 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.

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.

Nach Angaben des Abwasserzweckverbands Südholstein verläuft entlang der westlichen Gemeindegrenze Ellerau ein Abwasserkanal mit einer potenziellen thermischen Entzugsleistung von etwa 1 bis 5 MW. Unter der Annahme von 4.000 Volllaststunden ergibt sich daraus ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 4.000 bis 20.000 MWh pro Jahr. Aufgrund der großen Entfernung der Siedlungsstrukturen zu diesem Kanalabschnitt ist jedoch nicht davon auszugehen, dass eine wirtschaftlich tragfähige Erschließung des Wärmequellenpotenzials realisierbar ist.

### **Kläranlagen**

Auf dem Gemeindegebiet in Ellerau liegt keine Kläranlage vor.

#### **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.

Die *Plattform für Abwärme* weist für das Gemeindegebiet Ellerau keine nutzbaren thermischen Abwärmepotenziale aus. Die Plattform ist ein bundesweites Register zur Erfassung potenzieller Abwärmequellen, das im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) entwickelt und von der Deutschen Energie-Agentur (dena) betrieben wird. Sie sammelt unter anderem Meldungen von Unternehmen und Netzbetreibern, um mögliche Abwärmequellen transparent darzustellen und für kommunale Wärmeplanungen zugänglich zu machen. (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2026)

Da für Ellerau zudem keine RLM-Messdaten (registrierende Lastgangmessung) vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass im Gemeindegebiet keine industriellen oder größeren gewerblichen Prozesse bestehen, aus denen relevante Abwärme ausgekoppelt werden könnte. Entsprechend ist nicht mit nennenswerten, wirtschaftlich erschließbaren Abwärmepotenzialen zu rechnen.

### 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 an.

**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 Gemeindegebiets 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 Doubletten an die Oberfläche gefördert, wodurch die maximale Be-/Entladeleistung durch die Dimensionierung der Doubletten 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/m<sup>3</sup> 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.

Für das bestehende Wärmenetz sowie den geplanten Umbau mit einer Rauchgas-Wärmepumpe wurden lastgangbasierte Optimierungen durchgeführt, um geeignete Größen für thermische Speicher abzuschätzen. Lastgänge beschreiben, wie sich der Wärmebedarf über das Jahr verändert. Auf dieser Grundlage lassen sich verschiedene Szenarien berechnen, in denen geprüft wird, wie flexibel die Erzeugungsanlagen arbeiten können und welchen Einfluss ein zusätzlicher Speicher hätte.

Ohne zusätzliche Speicherkapazitäten müssen die Erzeugungsanlagen den Wärmebedarf nahezu zeitgleich abdecken, da nur sehr kleine Pufferspeicher vorhanden sind. Dies zeigt sich unter anderem in sogenannten geordneten Jahreslinien, einer Darstellungsform, bei der der Wärmebedarf eines gesamten Jahres sortiert dargestellt wird. Sie macht sichtbar, wie oft hohe oder niedrige Lasten auftreten und wie wenig Spielraum im aktuellen System besteht. In Abbildung 3-11 ist dies dargestellt.

Wird jedoch ein zusätzlicher thermischer Speicher mit einer Kapazität von 75 MWh integriert, verändert sich das Verhalten des Gesamtsystems deutlich. Ein Speicher dieser Größe kann im Winter den Wärmebedarf für etwa einen Tag und im Sommer für etwa eine Woche decken. Das bedeutet, dass die Erzeugungsanlagen nicht mehr jeden Bedarf in Echtzeit abdecken müssen. Wärme kann erzeugt, zwischengespeichert und bedarfsgerecht wieder abgegeben werden. Dadurch entsteht eine wesentlich größere Flexibilität im Betrieb: Die Wärmepumpe kann zum Beispiel bevorzugt dann laufen, wenn der Strompreis niedrig ist, und in Zeiten hoher Preise reduziert oder abgeschaltet werden. Dieses verschiebbare Betriebsverhalten eröffnet ein **Einsparpotenzial von bis zu 90 %**. Dieses Verhalten ist in Abbildung 3-12 dargestellt.

Ein thermischer Speicher dieser Größenordnung benötigt eine Fläche von etwa **300 m<sup>2</sup>** und verursacht Investitionskosten von rund 875.000 €. Im Zuge des geplanten Ausbaus des Wärmenetzes steigt der Wärmebedarf künftig weiter an. Unter diesen Bedingungen kann ein noch größerer Speicher sinnvoll sein, um zusätzliche Flexibilitäts- und Einsparpotenziale zu erschließen.

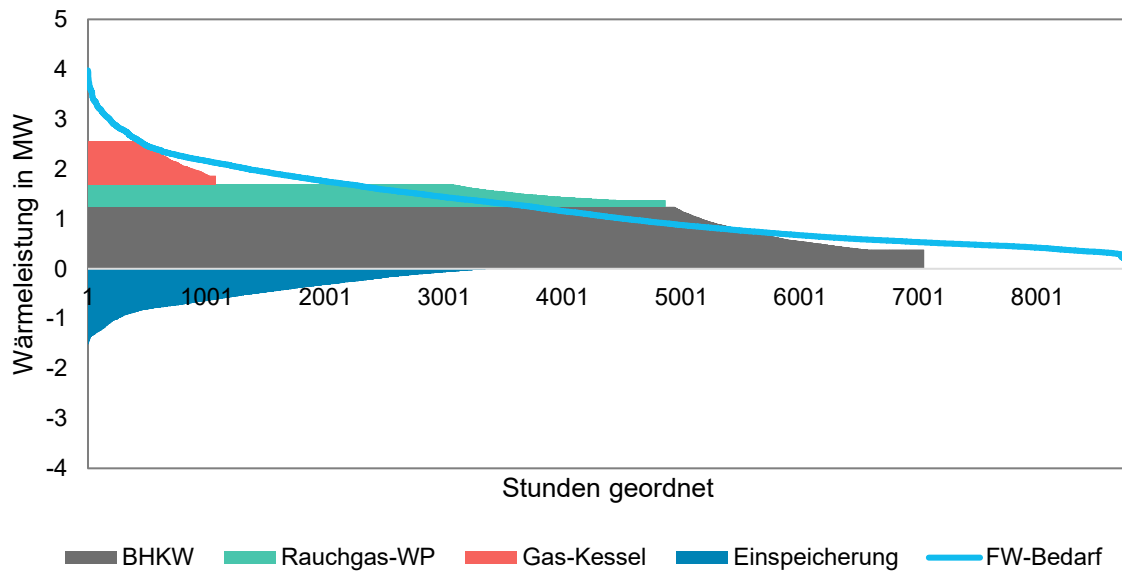


Abbildung 3-11: Geordnete Jahresdauerlinie ohne zusätzlichen Speicher (BHKW: Blockheizkraftwerk, WP: Wärmepumpe)

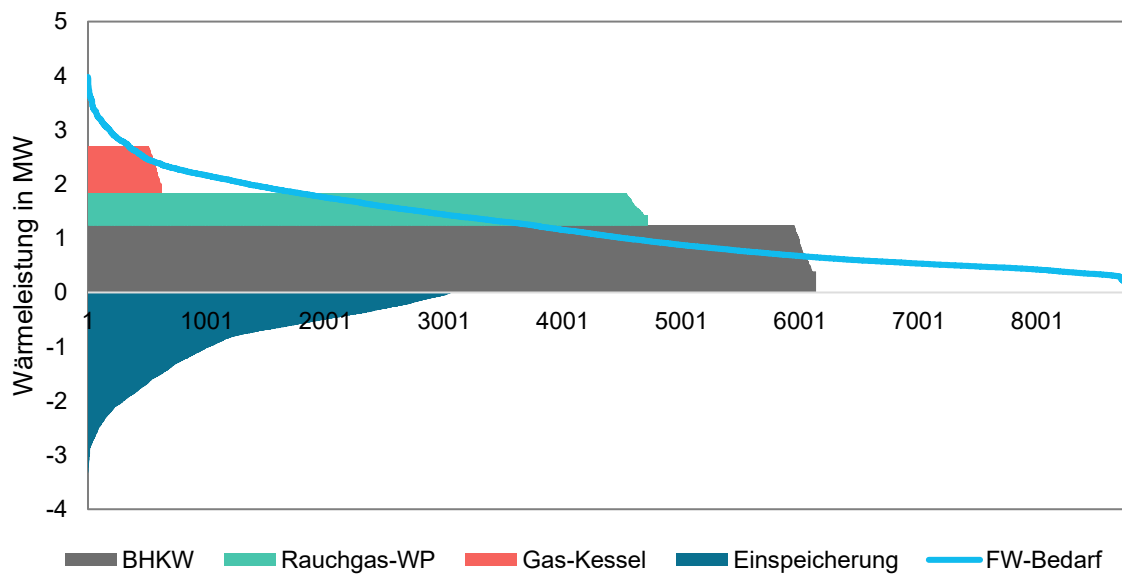


Abbildung 3-12: Geordnete Jahresdauerlinie mit 75 MWh Speicher (BHKW: Blockheizkraftwerk, WP: Wärmepumpe)

### 3.2.12 Wärmenetze

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 Groß-Wärmepumpen, grüne Gasen oder industrieller Abwärme. Die thermische Quelle der Groß-Wärmepumpen ist dabei abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und kann z.B. das Abwasser eines Klärwerks sein, die Abwärme eines Flusses oder direkt die Umgebungsluft.

Wie in Abschnitt 0 ausführlich beschrieben wird durch die **Kommunalbetriebe Ellerau** bereits ein Wärmenetz betrieben.

Bei Wärmenetzen steht eine potenziell günstigere Wärmeerzeugung den Kosten für den Leitungsbau und den Wärmeverlusten gegenüber. Deswegen sollten Wärmenetze nur in Straßenzügen betrieben werden, in denen eine hohe Wärmeliniendichte vorliegt. Die Wärmeliniendichte gibt an, wieviel Wärme pro Meter abgenommen werden kann. Je höher die Wärmeliniendichte ist, desto besser können die Kosten für die zentrale Erzeugung verteilt werden. Dadurch werden die spezifischen Kosten (ct/kWh) gesenkt und damit auch der Preis für die Wärmebezug über eine Wärmenetz gesenkt. Gemäß dem „Leitfaden Wärmeplanung“, kann ein Wärmenetz ab einer Wärmeliniendichte von 2 MWh/m\*a gebaut werden (Ortner, et al., 2024). Der Wert von 2 MWh/m\*a gilt jedoch für voll erschlossene Straßenzüge. Besonders in weniger zentral gelegenen Regionen liegt die Anschlussquote deutlich unterhalb dieses Wertes. Deswegen wird eine Wärmeliniendichte von 2 MWh/m\*a als bedingt geeignet bezeichnet und ab einer Wärmeliniendichte von 4 MWh/a liegt eine gute Eignung vor. In Ellerau sind Gebäude mit einem Wärmebedarf von **27,7 GWh/a** bedingt oder gut geeignet, davon **11,9 GWh/a** mit einer guten Eignung.

Die durchgeführte Analyse zeigt die potenzielle obere Erschließungsgrenze auf Basis der Wärmeliniendichte auf. Neben diesem zentralen Indikator sind jedoch weitere Faktoren relevant, darunter insbesondere die Nähe zum bestehenden Wärmenetz sowie die Verfügbarkeit alternativer Versorgungslösungen, wie etwa Wärmepumpen. Diese und weitere qualitative Einflussgrößen werden in der Entwicklung der Zielszenarien systematisch berücksichtigt, um letztlich eine fundierte Einschätzung der potenziellen Erschließungsgebiete für Wärmenetze in Ellerau zu ermöglichen.

### 3.2.13 Eisspeicher

Ein Eisspeicher ist ein mit Wasser gefüllter Behälter, der im Erdreich oder im Gebäude installiert wird und in dem ein Rohrwärmetauscher verlegt ist. Das Speicherwasser kann zwischen flüssigem und gefrorenem Zustand wechseln und beim Phasenübergang erhebliche Energiemengen aufnehmen oder abgeben. In Kombination mit einer Wärmepumpe dient der Eisspeicher als regenerative Wärmequelle, aus der die Wärmepumpe kontinuierlich Energie entzieht und auf ein für die Raumheizung nutzbares Temperaturniveau anhebt. Die so erzeugte Wärme wird einem Pufferspeicher oder direkt dem Heizsystem zugeführt.

Der Eisspeicher wird in der Regel durch passive Umweltwärmequellen regeneriert. Über die Oberfläche des Speichers sowie durch den umgebenden Boden wird dem Speicher kontinuierlich Erdwärme zugeführt. Ergänzend kann Regenwasser oder Grundwasser zur Regeneration beitragen. In sonnenreichen Perioden kann zudem ein thermischer Solarkollektor zur aktiven Regeneration eingebunden werden, was jedoch keine zwingende Voraussetzung für den Betrieb darstellt, sofern der Speicher ausreichend dimensioniert ist. Beim Wärmeentzug durch die Wärmepumpe kühlt das Speicherwasser zunächst auf den Gefrierpunkt ab, bevor es vollständig durchfriert, wobei die dabei freigesetzte latente Energie der Wärmepumpe als zusätzliche Wärmequelle zur Verfügung steht.

Der wesentliche Vorteil des Eisspeichers gegenüber einer Luft-Wasser-Wärmepumpe liegt in der Nutzung von Quelltemperaturen, die weitgehend unabhängig von der Außenlufttemperatur sind. Im Vergleich zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe liefert der Eisspeicher selbst bei sehr niedrigen Außentemperaturen eine stabilere Quelltemperatur – im schlechtesten Fall nahe dem Gefrierpunkt (0 °C). Das verhindert den starken COP-Einbruch, den Luftwärmepumpen bei Winterkälte erleiden, und führt so zu einem gleichmäßigeren Jahresbetrieb. Da das System ohne eine außenliegende Einheit betrieben wird, erfolgt der Betrieb geräuschlos und ohne Platzbedarf an der Gebäudefassade oder im Außenbereich, was die Integration in bestehende Wohnumgebungen erleichtert und den Komfort für Nutzer steigert. Darüber hinaus sind Eisspeicher langlebig und wartungsarm, da sie keine beweglichen Teile enthalten und die Speichermasse selbst keinem Verschleiß unterliegt.

Das System weist jedoch auch relevante Einschränkungen auf. Die Investitionskosten für Speicherbehälter, Erdarbeiten sowie hydraulische Einbindung sind erheblich und übersteigen jene einer Luft-Wasser-Wärmepumpe deutlich. Insbesondere bei Bestandsgebäuden mit hohem Wärmebedarf muss der Speicher groß dimensioniert werden, was den Platzbedarf im Erdreich und damit die Baukosten weiter erhöht. Planung und Installation erfordern hohe Fachkenntnisse hinsichtlich Speicherdimensionierung, hydraulischer Einbindung und Regelungsstrategie.

Eisspeicher-Wärmepumpen-Systeme eignen sich insbesondere für Gebäude, bei denen eine außenliegende Einheit aus baulichen, städtebaulichen oder nachbarschaftsrechtlichen Gründen nicht realisierbar ist. Sie adressieren Nutzer mit erhöhter Investitionsbereitschaft, die eine langfristig stabile und witterungsunabhängige Wärmequelle bevorzugen.

#### **3.2.14 Photovoltaisch-thermische Kollektoren (mit Eisspeicher)**

PVT-Module kombinieren photovoltaische und thermische Energiegewinnung auf einer gemeinsamen Kollektorfläche. Auf der Vorderseite wird die solare Einstrahlung mittels PV-Zellen in elektrischen Strom umgewandelt, während auf der Rückseite ein Wärmetauscher Umweltwärme aus der Moduloberfläche sowie der umgebenden Luft aufnimmt und an ein zirkulierendes Sole- oder Wasser-Glykol-Gemisch überträgt. Die so erwärmte Sole dient der Wärmepumpe als regenerative Wärmequelle. Die Wärmepumpe hebt anschließend das Temperaturniveau der erwärmten Sole an. Die erzeugte Wärme kann anschließend einem Pufferspeicher oder direkt dem Heizsystem zugeführt werden. Der von den PVT-Modulen bereitgestellte Strom steht für den Betrieb der Wärmepumpe zur Verfügung. Die kontinuierliche Wärmeabfuhr auf der Rückseite der Module führt darüber hinaus zu einer Absenkung der Modultemperatur und verbessert dadurch den photovoltaischen Wirkungsgrad, sofern diese Wärme im Gebäude benötigt wird.

In Systemkonfigurationen mit Eisspeicher wird der Kreislauf um einen latenten Wärmespeicher ergänzt, der als zusätzlicher oder gepufferter Quellenspeicher dient. Der Eisspeicher ist ein mit Wasser gefüllter Behälter, der im Gebäude oder im Erdreich installiert sein kann und in dem ein Rohrwärmetauscher verlegt ist. Das Speicherwasser kann zwischen flüssigem und gefrorenem Zustand wechseln und beim Phasenübergang erhebliche Energiemengen aufnehmen oder abgeben.

Das von den PVT-Modulen erwärmte Sole- oder Wasser-Glykol-Gemisch wird abhängig vom Betriebszustand entweder direkt der Wärmepumpe zugeführt oder zunächst zur thermischen Beladung in den Eisspeicher geleitet. Bei hoher solaren Einstrahlung oder milden Außentemperaturen wird überschüssige Umweltwärme im Speicher eingelagert, sodass das Speicherwasser oberhalb von 0 °C verbleibt oder gezielt regeneriert wird. Bei niedrigen Außentemperaturen und geringer Einstrahlung kann die Wärmepumpe ihre Wärmequelle aus dem Eisspeicher beziehen. Beim Wärmeentzug kühlt das Speicherwasser bis zum Gefrierpunkt ab, wobei die beim Erstarren freigesetzte latente Wärme zusätzlich nutzbar wird.

PVT-Module ermöglichen die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme und tragen dadurch zu einem hohen Gesamtwirkungsgrad des Energiesystems bei. Dieser Ansatz bietet insbesondere bei begrenzten Dachflächen in Einfamilienhäusern einen Effizienzvorteil, da die verfügbare Fläche optimal genutzt wird. Durch den ergänzenden Einsatz eines Eisspeichers kann die solare Wärme zusätzlich effizienter verwertet werden, was zu weiteren Leistungssteigerungen des Gesamtsystems führt. Wenn das Sole-System aktiv zirkuliert und die Wärme im Gebäude genutzt wird, werden die PV-Module aktiv gekühlt. Da PV-Zellen bei höheren Temperaturen an Wirkungsgrad verlieren, führt diese Kühlung zu einem messbaren elektrischen Mehrertrag gegenüber einer ungenutzten PV-Anlage. Gleichzeitig ermöglichen die bei solarer Einstrahlung erhöhten Quelltemperaturen eine verbesserte Effizienz der Wärmepumpe. Da das System ohne eine separate Außeneinheit betrieben werden kann, erfolgt der Betrieb leise und platzsparend, was die Integration in bestehende Wohnumgebungen erleichtert und den Komfort für Nutzer steigert.

Die Technologie weist trotz ihrer Effizienz mehrere relevante Einschränkungen auf, die sowohl wirtschaftliche als auch technische Aspekte betreffen. Die Anschaffungskosten liegen deutlich über jenen klassischer PV- oder Solarthermieanlagen, was zu langen Amortisationszeiten führt. Planung und Installation sind komplex, da hydraulische Einbindung, Frostschutz und Regelungsstrategien hohe Fachkenntnisse verlangen kann. Der Wartungsaufwand fällt höher aus, da sowohl elektrische als auch thermische Komponenten betreut werden müssen, inklusive potenzieller Leckagen oder Pumpenausfälle. Darüber hinaus ist die Marktreife begrenzt, da nur wenige Hersteller zertifizierte Systeme anbieten, langfristige Betriebserfahrungen fehlen und der Marktanteil aufgrund der Dominanz von Umgebungsluft-Wärmepumpen und der vergleichsweise jungen Technologie weiterhin gering bleibt.

PVT-Anlagen eignen sich insbesondere für Haushalte und Gebäude mit einem kontinuierlichen jährlichen Wärmebedarf, damit die solare Wärme auch im Sommer genutzt werden kann, wodurch sich die Amortisationszeit reduziert. Sie adressieren Nutzer, die eine erhöhte Investitionsbereitschaft aufbringen, um eine Lösung zu realisieren, die vollständig ohne außenliegende Aufstellflächen auskommt. Dadurch stellen PVT-Systeme eine baulich unauffällige Alternative zu herkömmlichen Wärmepumpensystemen dar, die auf Umgebungsluft als Wärmequelle angewiesen sind und in der Regel ein sichtbares Außengerät erfordern.

Da bei diesem System nahezu keine technischen oder räumlichen Restriktionen bestehen und die Installation grundsätzlich überall dort erfolgen kann, wo eine entsprechende Zahlungsbereitschaft und Dachflächen vorhanden sind, wurde im Rahmen der Wärmeplanung kein quantitatives Potenzial ausgewiesen.

### 3.2.15 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Abbildung 3-13 sind die ermittelten Potenziale dem Wärmebedarf gegenübergestellt. Der schraffierte Balken unter „Bedarf – Raumwärme + WW<sup>1</sup>“ stellt das Sanierungspotenzial dar. Wärmenetze sind in der Abbildung als dezentral gekennzeichnet müssen jedoch über eine zentrale Erzeugung gespeist werden. Dementsprechend liegt an der Stelle eine Kopplung vor. Im Folgenden sind die thermischen Erzeugungspotenziale zusammengefasst dargestellt:

**Gebäudeenergieeffizienz:** Durch Sanierungsaktivität können in Ellerau bis zu 4 GWh/a eingespart werden.

**Tiefe Geothermie:** Ellerau befindet sich außerhalb der hydro- und petrothermischen Potenzialbereiche in Deutschland, weshalb kein Potenzial vorhanden ist.

**Industrielle Abwärme:** Sowohl die Plattform für Abwärme als auch ein Abgleich mit realen Verbrauchsdaten zeigen kein wesentliches Abwärmepotenzial in Ellerau.

**Biomasse und Abfall:** Die technische Potenzialanalyse für Biomasse und Abfall basiert auf landes- und gemeindeweiten Daten, die auf die Gemeindegröße und Bevölkerungszahl runtergerechnet wurden. Es ergibt sich ein Potenzial von 7 GWh/a. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit sollte Biomasse nur in Einzelfällen oder zur Spitzenlastdeckung zum Einsatz kommen.

**Grundwasser:** Nahezu das gesamte bewohnte Gemeindegebiete befindet sich in einem Trinkwasserschutzgebiet. Resultierend daraus ist die Genehmigungswahrscheinlichkeit der thermischen Nutzung von Grundwasser-Wärmepumpen gering.

**Oberflächennahe Geothermie:** Auf Basis der Größe der Flurstücke und dem darauf befindlichen Wärmebedarf, wurde untersucht, ob über eine Sondenlösung der Wärmebedarf gedeckt werden kann. Geeignete Bereiche summieren sich auf 30 GWh/a. Aufgrund des vorliegenden Trinkwasserschutzgebiets kann der Betrieb jedoch untersagt werden.

**Solarthermie (Freifläche):** Auf Basis eines Flächenscreenings wurden Flächen identifiziert, die für solarthermische Anlagen geeignet sein könnten. Das solarthermische Potenzial aller Prioritätsstufen summiert sich auf 278 GWh/a. Unter der Vernachlässigung der untersten Prioritätsflächen verbleibt ein Potenzial von ca. 82 GWh/a. Da die ermittelten Flächen fernab von Abnehmerstrukturen sind und die Solarthermie in der Konkurrenz zur Photovoltaik steht, wird das gesamte Potenzial als unsicher betrachtet. In der Abbildung 3-13 ist das Potenzial der untersten Prioritätsfläche vernachlässigt.

**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 30 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 41,5 GWh/a. Nahezu jedes Gebäude in Ellerau kann mit einer Umgebungsluft-Wärmepumpe betrieben werden. Detailprüfung und eine umfassende Beratung sind in jedem Fall notwendig.

**Zentrale Umgebungsluft-Wärmepumpe:** Das Potenzial der zentralen Umgebungsluft-Wärmepumpe wurde erst nach der Ermittlung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (Kapitel 5) ermittelt,

---

<sup>1</sup> WW: Warmwasser

da der keine natürlichen Restriktionen vorgegeben sind. Einzig die Abnehmerstruktur liefert eine Potenzialbegrenzung. Insgesamt beläuft sich das ermittelte Potenzial auf ca. 7,9 GWh/a.

**Groß-Wärmespeicher:** Ein Groß-Wärmespeicher dient zu Flexibilisierung der Erzeugungsstrukturen, wodurch Betriebskosten reduziert werden können. Für das bestehende Wärmenetz beläuft sich ein realistisches Potenzial auf eine Speichergröße von 75 MWh/a.

**Wärmenetze:** Wärmenetze können dort zum Einsatz kommen, wo eine hohe Wärmeliniendichte vorliegt. Als ungeeignet gelten Gebiete mit einer Wärmeliniendichte  $< 2 \text{ MWh/m}^2\text{a}$ . Bedingt geeignet sind Gebiete mit einer Wärmeliniendichte  $> 2 \text{ MWh/m}^2\text{a}$  und gut geeignet sind Gebiete mit einer Wärmeliniendichte von  $> 4 \text{ MWh/m}^2\text{a}$ . In Ellerau sind Gebäude mit einem Wärmebedarf von 27,7 GWh/a bedingt oder gut geeignet, davon 11,9 GWh/a mit einer guten Eignung.

**Eisspeicher (mit Wärmepumpe):** Alternative zu Umgebungsluft-Wärmepumpen, die insbesondere dort zum Einsatz kommen kann, wo eine außenliegende Einheit baulich oder rechtlich nicht realisierbar ist. Die Investitionskosten liegen deutlich über jenen vergleichbarer Systeme. Es wurde kein quantitatives Potenzial ermittelt, da die Installation grundsätzlich überall dort möglich ist, wo ausreichend Erdreich oder Kellervolumen sowie eine entsprechende Investitionsbereitschaft vorhanden sind.

**Photovoltaisch-thermische Kollektoren (mit Wärmepumpe):** Alternative zu Umgebungsluft-Wärmepumpen die nahezu in allen Gebäuden zum Einsatz kommen kann, sofern eine entsprechende Zahlungsbereitschaft vorliegt. Die Investitionskosten liegen deutlich über den Investitionskosten von alternativen Systemen. Es wurde kein quantitatives Potenzial ermittelt, da nahezu alle Gebäude dafür geeignet sind.

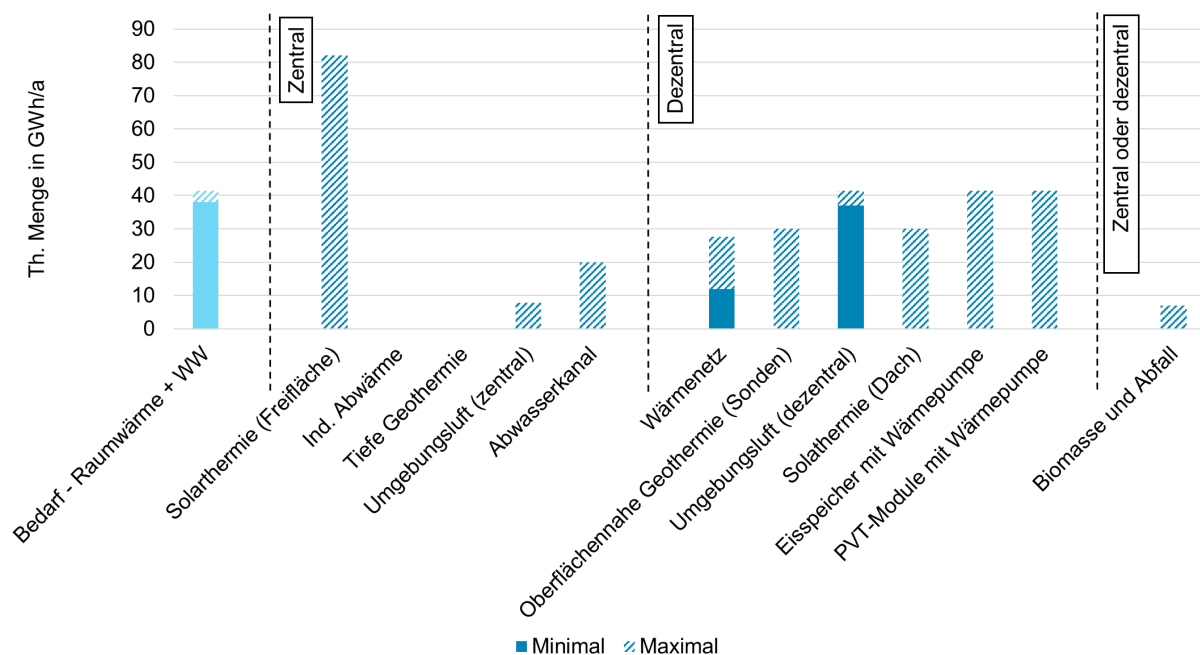


Abbildung 3-13: Gegenüberstellung der Potenziale mit dem Wärmebedarf in Ellerau (WW: Warmwasser, PVT: Photovoltaisch-thermische Kollektoren)

## 4 WIRTSCHAFTLICHKEIT

### 4.1 Energiepreisszenarien

Die Energiepreisszenarien basieren auf dem Technikkatalog Wärmeplanung (Version 1.1) als methodischer Grundlage (Ortner, et al., 2024). Für alle Berechnungen wird ein kalkulatorischer Zinssatz von 3,5 % angesetzt. Die zugrunde gelegten Energiepreise orientieren sich am Heizkostenvergleich von ARIADNE sowie an Analysen des Umweltbundesamtes und direkten Angaben der Kommunalbetriebe Ellerau (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, & Kost, 2024; Umweltbundesamt, 2025). Sämtliche Energiepreisannahmen wurden auf das aktuelle Preisniveau sowie die lokalen Rahmenbedingungen normiert, um eine konsistente Vergleichbarkeit sicherzustellen. Die Auswertung erfolgt ohne Berücksichtigung von Inflationseffekten (reale Preise).

In Abbildung 4-1 werden die Energiepreisentwicklungen für Wärmepumpenstrom, Wärmenetze sowie den Erdgas-Biomethan-Mix dargestellt. Für den Wärmepumpenstrom wird bis 2030 zunächst ein leichter Anstieg erwartet, der auf den fortschreitenden Ausbau des Stromnetzes zurückzuführen ist. Anschließend ist von einem Rückgang der spezifischen Kosten auszugehen, da ein zunehmender Anteil an Stromverbraucher wie Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen zu einer breiteren Verteilung der Netzkosten führt und sich dadurch die Kosten pro kWh reduzieren. Die Bezugskosten für das Wärmenetz werden aufgrund der Nutzung lokal verfügbarer Biomasse voraussichtlich weitgehend stabil bleiben. Durch den ergänzenden Einsatz von Großwärmepumpen ergibt sich jedoch eine stärkere Abhängigkeit vom Strommarkt, weshalb von einem moderaten Rückgang der Wärmenetzbezugskosten ausgegangen wird.

Der Bezug des Erdgas-Biomethan-Mixes entspricht einem nach GEG-konformen Erdgasbezug, sofern derzeit noch ein Erdgaskessel installiert würde (bis 30.06.2028). In diesem Fall ist der Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere von Biomethan, schrittweise zu erhöhen. Bis 2040 muss vollständige Klimaneutralität erreicht werden, was einem Biomethananteil von 100 % entspricht. Für diesen Zeitraum wird ein deutlicher Kostenanstieg erwartet, da Biomethan bereits heute nur begrenzt verfügbar ist und vorrangig in der industriellen Dekarbonisierung benötigt wird, wodurch sich hohe Marktpreise verfestigen. Zusätzlich tritt ab 2028 der CO<sub>2</sub>-Preis auf Erdgas in Kraft, der marktgebunden ist und weitere Preissteigerungen verursacht. Parallel dazu nimmt die Zahl der an das Erdgasnetz angeschlossenen Haushalte kontinuierlich ab, da vermehrt auf Wärmenetze oder Wärmepumpen umgestellt wird. Dies führt dazu, dass sich die Betriebskosten des Erdgasnetzes auf eine sinkende Zahl an Nutzer verteilen und die spezifischen Kosten pro Haushalt entsprechend steigen. Eine vertiefende Analyse dieser Entwicklungen erfolgt in Kapitel 5.1.

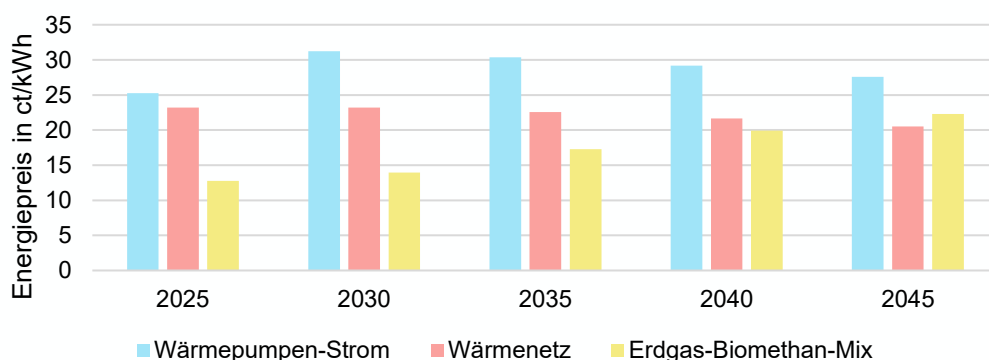


Abbildung 4-1: Angenommene Energiepreise bis zum Jahr 2045. Dargestellt ist ein Mischpreis aus Grund-/Arbeitspreis. (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, & Kost, 2024; Umweltbundesamt, 2025)

## 4.2 Methodik und Annahmen

Die Bewertung erfolgt als technologieübergreifender Vergleich zwischen Umgebungsluft-Wärmepumpen, Wärmenetzlösungen sowie einem Referenzfall mit Erdgaskessel. Die Analyse stützt sich auf vier repräsentative Referenzgebäude, welche die örtlichen Gebäudetypologien und Laststrukturen abbilden. Eine Aussage zu dem Sanierungsstand eines Gebäudes kann über das Verhältnis des Wärmeverbrauchs zur Wohnfläche getroffen werden. Die Division durch die Wohnfläche dient dafür als Vergleichsgröße zwischen unterschiedlichen Gebäuden. In Tabelle 4-1 sind die Charakteristika der vier Referenzgebäude dargestellt.

Tabelle 4-1: Charakteristische Eigenschaften der betrachteten Referenzgebäude im Vollkostenvergleich

	WG1	WG2	WG3	WG4
<b>Gebäude-typ</b>	Einfamilienhaus (EFH)	Einfamilienhaus (EFH)	Reihenhaus (RH)	Mehrfamilienhaus (MFH)
<b>Baualters-klasse</b>	1975	2005	1995	1975
<b>Beheizte Fläche [m<sup>2</sup>]</b>	155	216	109	1.045
<b>Sanierungsstand [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	104 Energieklasse D	84 Energieklasse C	114 Energieklasse D	149 Energieklasse E

Für die betrachteten Technologien werden die relevanten Wirkungsgrade bzw. Leistungszahlen hinterlegt und in Tabelle 4-2 dargestellt. In Abbildung 4-2 sind die Förderanteile nach Bundesförderung für effiziente Gebäude in Abhängigkeit des Anschaffungsjahres aufgetragen. Für Erdgaskessel wird die höchste Unsicherheit angenommen, die sich besonders aus dem schwer einschätzbaren Preiskomponenten CO<sub>2</sub>-Preis, Biomethanpreis und Netzentgelten zusammensetzen. Begründungen für die Unsicherheiten können in der Tabelle 5-1 bis Tabelle 5-3 nachgelesen werden.

Tabelle 4-2: Annahmen zu Effizienzen, Lebensdauern und Unsicherheiten der betrachteten Heiztechnologien

Wärmeerzeuger	Effizienz	Lebensdauer	Unsicherheit
<b>Umgebungsluft-Wärmepumpe</b>	Abhängig von dem Sanierungsstand des Gebäudes  50 kWh/m <sup>2</sup> : 334 %  100 kWh/m <sup>2</sup> : 278 %  150 kWh/m <sup>2</sup> : 245 %	18 Jahre	Investitionskosten:  • +-20 %  Betriebskosten:  • +10 % (2,5 % steigend zum nächst höchsten Betrachtungszeitraum) • -5 % (konstant)
<b>Wärmenetz</b>	99 %	25 Jahre	Investitionskosten:  • +-20 %  Betriebskosten:  • +5 % (2,5 % steigend zum nächst höchsten Betrachtungszeitraum) • -5 % (konstant)
<b>Erdgaskessel</b>	94 %	20 Jahre	Investitionskosten:  • +-20 %  Betriebskosten:  • +15% (2,5 % steigend zum nächst höchsten Betrachtungszeitraum) • -5 % (konstant)

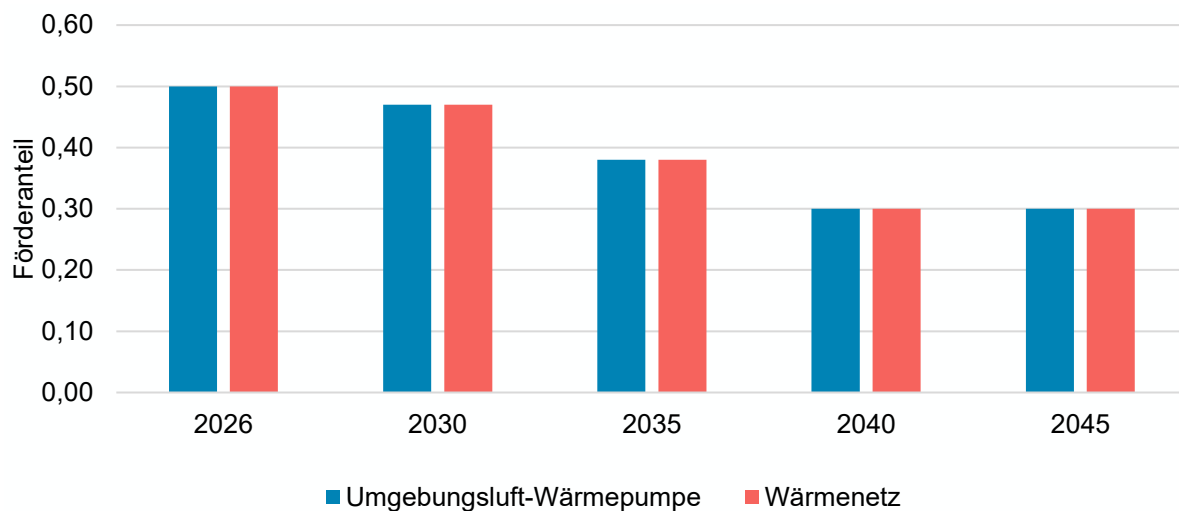


Abbildung 4-2: Förderanteile zu den Heiztechnologien nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) aufgetragen über die Anschaffungsjahre

Im Zentrum steht die Analyse der Wärmegestehungskosten (LCOH) als maßgebliches Kriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Die LCOH werden nach der Annuitätenmethode ermittelt:

- Investitionskosten werden über die technische Lebensdauer als konstante jährliche Annuität mit dem oben genannten Diskontsatz von 3,5 % verteilt.
- Betriebs- und Wartungskosten werden über den Betrachtungszeitraum diskontiert, sodass ihr heutiger Wert in die Berechnung eingeht.
- Es wird eine konstante jährliche Wärmemenge angenommen, die nicht diskontiert wird.

Damit ergeben sich die LCOH als Quotient aus der diskontierten Summe der jährlichen Kosten (Annuität der Investition zuzüglich abgezinster Betriebskosten) und der konstant angenommenen Jahreswärmeerzeugung. Dieser Ansatz gewährleistet eine technologie- und objektübergreifende Vergleichbarkeit der spezifischen Wärmegestehungskosten und bildet die Grundlage für die anschließende Bewertung der wirtschaftlich sinnvoll zu erschließenden Optionen.

Die potenziell erforderlichen Sanierungskosten zur Einhaltung der für Umgebungsluft-Wärmepumpen notwendigen Vorlauftemperaturen wurden nicht berücksichtigt. Wie Abschnitt 3.2.7 zeigt, ist eine energetische Sanierung für den effizienten Betrieb einer Umgebungsluft-Wärmepumpe in aller Regel **nicht notwendig** und stellt lediglich in seltenen Ausnahmefällen eine Voraussetzung dar. Unabhängig davon kann eine energetische Sanierung grundsätzlich sinnvoll sein, um langfristig Betriebskosten zu senken.

## 4.3 Ergebnisdarstellung Wirtschaftlichkeit

Für jedes Referenzgebäude werden die WärmeGESTEHUNGSKOSTEN sowie die Investitionskosten der jeweils betrachteten Heiztechnologien ausgewiesen.

### WärmeGESTEHUNGSKOSTEN

- Die dargestellten Zeiträume (z. B. 2030 bis 2055) beziehen sich auf einen angenommenen Heizungsträgerwechsel im Jahr 2030. In die Berechnung fließen sämtliche Betriebs- und Wartungskosten der Jahre 2030 bis 2055 ein.
- Liegt die technische Lebensdauer einer Heiztechnologie unter dem betrachteten Zeitraum von 20 Jahren, werden Ersatzinvestitionen berücksichtigt, um eine vergleichbare Bewertung sicherzustellen.
- In den Grafiken sind die Betriebskostenanteile hell und die Investitionskostenanteile dunkel dargestellt.

### Investitionskosten

- Für alle untersuchten Heizungssysteme werden die Investitionskosten für drei unterschiedliche Anschaffungsjahre dargestellt.
- Das jeweilige Jahr gibt an, wann der Heizungsträger angeschafft wurde.
- Da die Förderquoten in den kommenden Jahren sinken, reduziert sich entsprechend auch der in den Darstellungen schraffiert gekennzeichnete Förderanteil.

### Interpretation

- Die Analyse zeigt, dass **Erdgaskessel** über nahezu alle betrachteten Referenzgebäude hinweg die **höchsten WärmeGESTEHUNGSKOSTEN** aufweisen. Eine Ausnahme bildet lediglich das Mehrfamilienhaus mit dem Baujahr 1975. Unter Berücksichtigung der bestehenden Unsicherheiten im zukünftigen Kostenpfad des Erdgases bewegen sich die WärmeGESTEHUNGSKOSTEN von Erdgaskesseln im Zeitraum von 2030 bis 2055 in einer Größenordnung, die weitgehend mit der eines Wärmenetzes vergleichbar ist. Erfolgt die Investitionsentscheidung jedoch nach 2035, deutet die Kostenentwicklung darauf hin, dass die Wärmeerzeugung mittels Erdgaskessel im Vergleich zu einem Wärmenetz voraussichtlich deutlich höhere Gesamtkosten verursachen wird.
- **UmgebungsLuft-Wärmepumpen** erzielen über alle betrachteten Gebäudetypen hinweg die **niedrigsten WärmeGESTEHUNGSKOSTEN**. Mit abnehmendem energetischen Sanierungsstand verringern sich jedoch die Kostenabstände zwischen UmgebungsLuft-Wärmepumpen und den übrigen untersuchten Wärmeerzeugern.
- In allen Referenzgebäuden verursachen **UmgebungsLuft-Wärmepumpen die höchsten Investitionskosten** – auch unter Berücksichtigung der Bundesförderung. Diese höheren Anfangsinvestitionen führen jedoch zu deutlich geringeren Betriebs- und Gesamtkosten, was sich in den niedrigen WärmeGESTEHUNGSKOSTEN widerspiegelt.

### Fazit

Auf Grundlage des Vollkostenvergleichs ist aufgrund der hohen langfristigen Kosten und der damit verbundenen erheblichen Preisunsicherheiten ausdrücklich von der Investition in einen Erdgaskessel abzuraten. Der Anschluss an ein Wärmenetz verursacht in der Regel höhere WärmeGESTEHUNGSKOSTEN als der Betrieb einer UmgebungsLuft-Wärmepumpe, bietet jedoch bestimmte Komfortvorteile, wie einen geringen Platzbedarf sowie das Entfallen von Schallemissionen. Sollten für den effizienten Betrieb einer UmgebungsLuft-Wärmepumpe umfassende Sanierungsmaßnahmen notwendig sein, was, wie Abschnitt 3.2.7 zeigt, nur in sehr seltenen Ausnahmefällen zutrifft, kann eine Kostenparität mit einem Wärmenetzanschluss entstehen. Vor jeder Investitionsentscheidung sollte daher zwingend eine neutrale, objektive Einzelfallberatung in Anspruch genommen werden.

### 4.3.1 Referenzgebäude 1 – Einfamilienhaus 1975

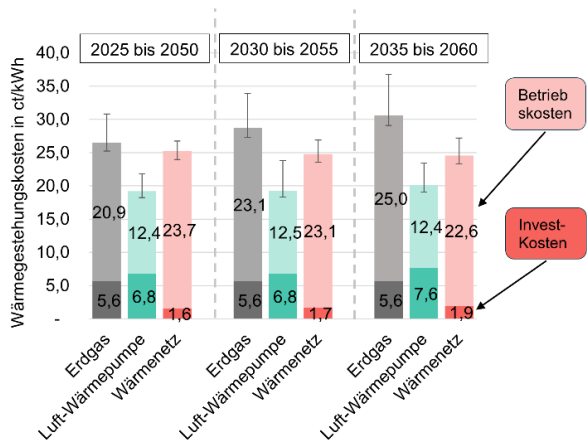


Abbildung 4-3: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 1.

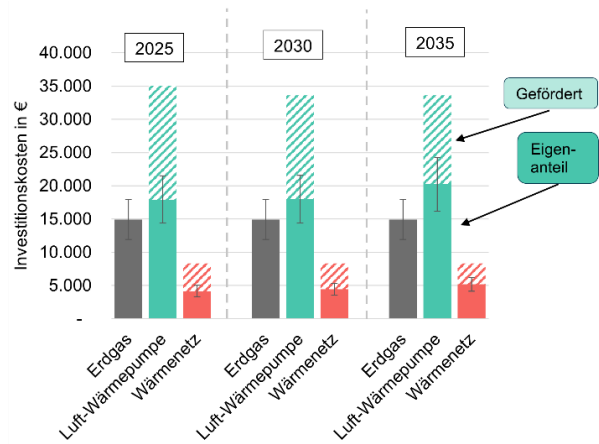


Abbildung 4-4: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 1.

### 4.3.2 Referenzgebäude 2 – Einfamilienhaus 2005

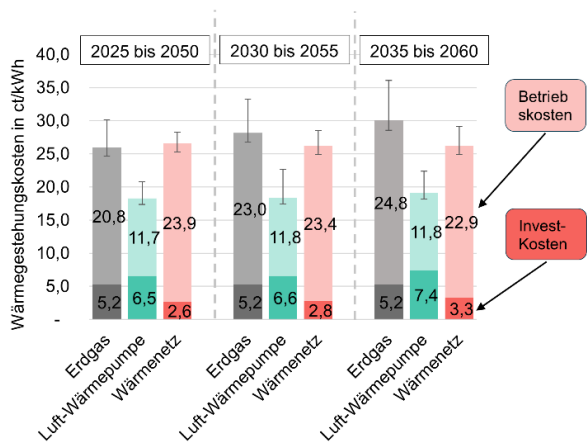


Abbildung 4-5: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 2.

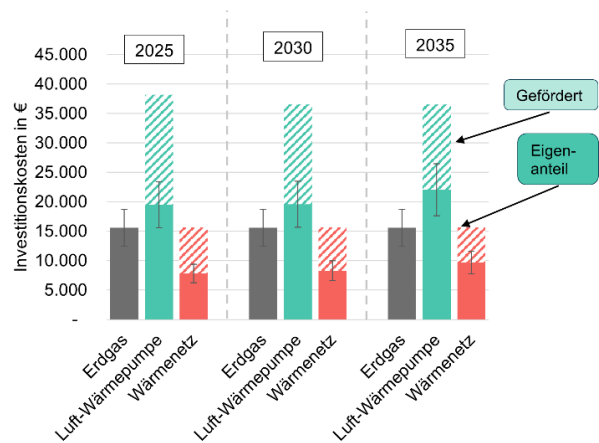


Abbildung 4-6: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 2.

### 4.3.3 Referenzgebäude 3 – Reihenhaus 1995

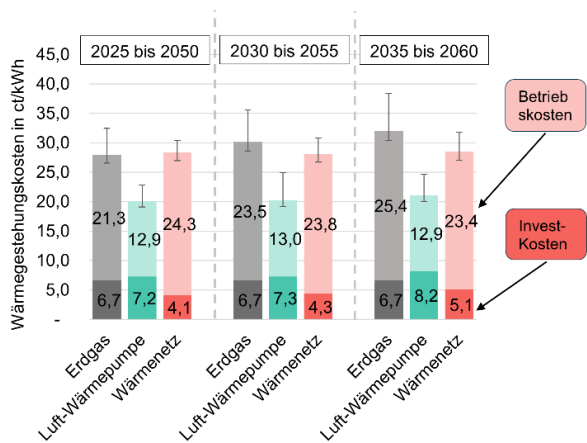


Abbildung 4-7: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 3.

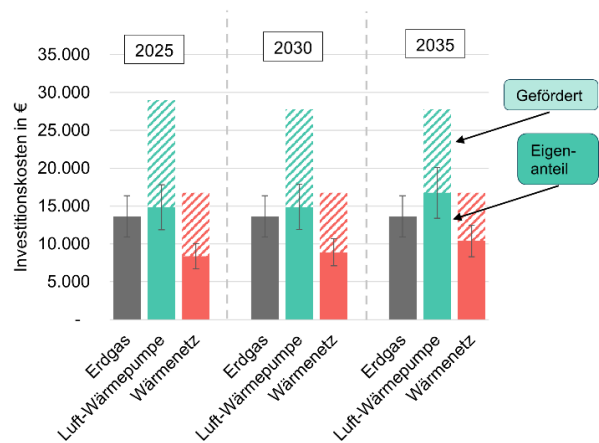


Abbildung 4-8: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 3.

### 4.3.4 Referenzgebäude 4 – Mehrfamilienhaus 1975

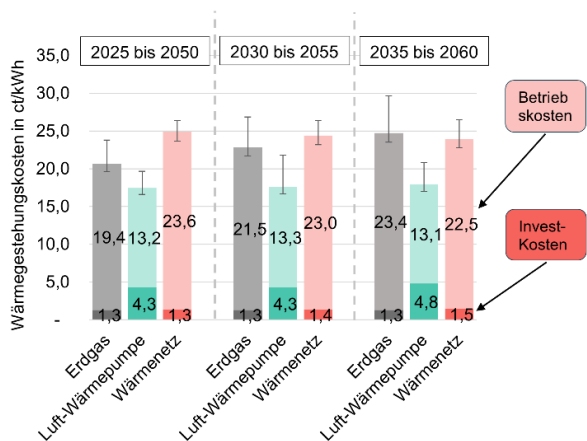


Abbildung 4-9: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 4.

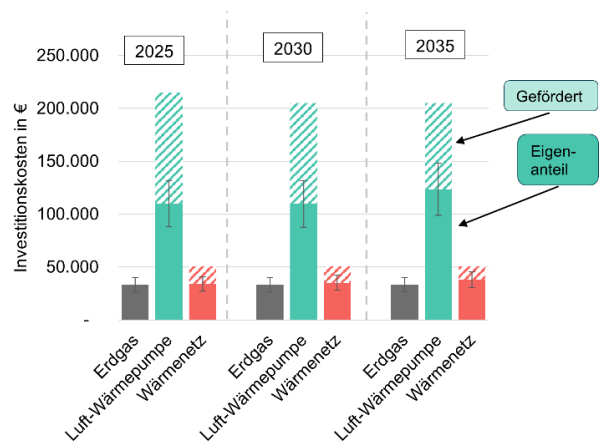


Abbildung 4-10: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 4.

## 5 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.

### 5.1 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, wie die Blockheizkraftwerke in Ellerau, die mit lokalem Biomethan befeuert werden.

Tabelle 5-1: Vor-/Nachteile der Erzeugungsvariante Wärmenetz

Vorteile	Nachteile
Niedrige <b>Investitionskosten</b> : In der Regel weniger als ein Drittel der Kosten einer Wärmepumpe. Zudem wird auch der Anschluss an ein Wärmenetz mit bis zu 70 % gefördert.	Höhere <b>laufende Kosten</b> : Obwohl das Preisrisiko vergleichsweise gering ist, liegen die Kosten für Fernwärme im Allgemeinen auf einem höheren Niveau.
Förderung der <b>regionalen Wertschöpfung</b> : Nutzung lokaler Biomasse stärkt die Beschäftigung und Auftragslage regionaler Unternehmen.	
Reduziertes <b>geopolitisches Risiko</b> : Geringe Abhängigkeit von Strom- und Erdgaspreisen, die stark von internationalen Märkten beeinflusst werden.	
Einfache Installation und <b>minimale Wartung</b> : Die Hausübergabestation ist wartungsarm und bietet eine hohe Lebensdauer von rund 25 Jahren.	
<b>Platzsparend</b> und <b>geräuschlos</b> : Die Hausübergabestation benötigt nur wenig Raum und verursacht keine Schallemissionen.	
<b>Steigerung des Gebäudewertes</b> : Der Anschluss an ein Wärmenetz steigert i. d. R. den Wert des Gebäudes.	

**Dezentrale Versorgungsgebiete** sind Teilgebiete, in denen eine dezentrale Versorgungsoption über zum Beispiel dezentrale Wärmepumpen bevorzugt wird. Auch alle weiteren Erzeugungsoptionen, die nach Gebäudeenergiegesetz erlaubt sind, können genutzt werden. Der Fokus in dieser Analyse liegt auf den Umgebungsluft-Wärmepumpen, da diese in den allermeisten Fällen zum Einsatz kommt.

Tabelle 5-2: Vor-/Nachteile der Erzeugungsvariante Umgebungsluft-Wärmepumpe

Vorteile	Nachteile
<b>Geringe Betriebskosten:</b> Eine Wärmepumpe erzeugt Wärme in einem Verhältnis von ca. 1:2,5. Durch dieses Prinzip wird nur ca. 1/3 des Stroms benötigt, um eine Einheit Wärme zu erzeugen.	<b>Schallemissionen</b> vorhanden: Die Ventilatoren sorgen für Schallemissionen. Eine gute Planung und Beratung ist essenziell, um die Emissionen gering zu halten.
<b>Geringere Abhängigkeit</b> vom Energiemarkt und Preismechanismen: Die meisten Kosten fallen durch die Anschaffung an.	<b>Platz</b> vor dem Gebäude benötigt: Das Außengerät der Wärmepumpe benötigt eine Aufstellung vor dem Gebäude.
<b>Hohe Förderung:</b> Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gibt einen Beitrag von bis zu 70 % der Investitionskosten dazu.	<b>Vorlauftemperatur</b> sollte unter 70 °C liegen: Nicht alle Gebäude sind direkt dafür geeignet. In den meisten Fällen reicht ein Austausch der Heizkörper oder geringe Sanierungsmaßnahmen, wie der Tausch der Fenster, aus.
Steigerung der <b>lokalen Wertschöpfung:</b> Strom wird zunehmend in Deutschland produziert oder sogar über lokale PV-Anlagen bereitgestellt	Hohe <b>Investitionskosten:</b> Zwar werden die Investitionskosten gefördert, dennoch muss ein gewisser Anteil aufgebracht werden.
<b>Steigerung des Gebäudewertes:</b> Die Anschaffung einer Wärmepumpe steigert i.d.R. den Wert des Gebäudes.	

**Wasserstoffnetzgebiete** bezeichnen jene Teilräume, in denen eine leitungsgebundene Versorgung mit Wasserstoff grundsätzlich bevorzugt würde. Eine vertiefte Betrachtung entsprechender Netze erfolgte nicht, da der wirtschaftliche Betrieb von Wasserstoffkesseln nach aktuellem Kenntnisstand auf absehbare Zeit nicht realistisch erscheint. Ausschlaggebend hierfür sind die hohen Energiekosten für grünen Wasserstoff, der zudem im Wettbewerb mit industriellen Anwendungen steht, sowie die erheblichen Investitionsbedarfe für den Aufbau einer geeigneten Infrastruktur. Hinzu kommt, dass bestehende Erdgasnetze nicht ohne umfassende technische Anpassungen für den Transport von Wasserstoff genutzt werden können, was die wirtschaftliche Umsetzbarkeit weiter einschränkt.

**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.

Der Einbau von Heizsystemen mit **fossilen Energieträgern** (z. B. Erdgas-Kessel) sollte selbst in den Übergangsfristen (bis 30.06.2028) des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) vermieden werden. Die Nachteile überwiegen die vermeintlichen Vorteile im Komfort deutlich. Heizungssysteme mit fossilem Energieträger, die in der Übergangsfrist eingebaut werden, müssen folgende Anteile an Biomasse oder Wasserstoff beinhalten:

- Bereits geltend in Schleswig-Holstein: Mindestens 15 Prozent (Gebäude älter als 2009)
- Ab 01.01.2029: Mindestens 15 Prozent (Alle Gebäude)
- Ab 01.01.2035: Mindestens 30 Prozent
- Ab 01.01.2040: Keine fossilen Energieträger mehr erlaubt

Tabelle 5-3: Vor-/Nachteile des Einbaus einer fossilen Heizung in der Übergangszeit (bis 30.06.2028)

Vorteile	Nachteile
<b>Keine hohen Investitionskosten:</b> Trotz keiner vorhandenen Förderung sind die Investitionskosten gering.	<b>Äußerst hohe Betriebskosten:</b> Der CO <sub>2</sub> -Handel, der geforderte Anteil an grünen Gasen sowie steigende Netzentgelte sorgen für deutlich steigende Endkundenpreise.
<b>Platzsparend und geräuschlos:</b> Die Hausübergabestation benötigt nur wenig Raum und verursacht keine Schallemissionen.	Ausweitung des <b>CO<sub>2</sub>-Handels ab 2028:</b> Gaspreise steigen durch den Aufschlag des CO <sub>2</sub> -Preises. Preis bildet sich marktbasierend, wodurch ein Preisrisiko besteht.
	<b>Erneuerbare Anteile</b> müssen sukzessive erhöht werden: Zumeist bilanziell über Biomethan, welches nur begrenzt zur Verfügung steht. Deutlich steigende Preise beim Biomethan, weil die Nachfrage steigen wird, aber das Angebot identisch bleibt.
	<b>Steigende Netzentgelte:</b> Immer mehr Haushalte werden vom Gasnetz abgekoppelt, sodass sich die Betriebskosten auf die restlichen Haushalte verteilt. Dadurch fallen pro Haushalt mehr Kosten an.
	Je mehr Haushalte sich vom <b>Gasnetz trennen</b> , desto schwerer ist es dieses wirtschaftlich zu betreiben. Es kann dazu kommen, dass einzelne Gasnetzabschnitte stillgelegt werden. Es ist davon auszugehen, dass das Gasnetz ab dem Jahr 2040 nicht mehr in der Form wie es heute ist, weiterbetrieben wird.

## 5.2 Methodischer Ansatz

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

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

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

### 5.2.1 Geringe Wärmegestehungskosten

Geringe Wärmegestehungskosten 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 Wärmegestehungskosten geschehen.

### 5.2.2 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:

- Wärmeliniendichte
- Anzahl der Großverbraucher/Mehrfamilienhäuser
- Potenzialanalyse Umgebungsluft-Wärmepumpe
- Spezifischer Wärmebedarf
- Abstand zum zentralen Wärmenetz

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

**Anzahl der Großverbraucher/Mehrfamilienhäuser:** Die Anzahl der Großverbraucher beziehungsweise Mehrfamilienhäuser ist ein zentraler Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Für den Aufbau oder die Erweiterung eines Netzes sind verbindliche Zusagen der zukünftigen Abnehmer essenziell, um das Investitionsrisiko zu reduzieren. Aus Sicht des Wärmenetzbetreibers ist es besonders attraktiv, große Wärmemengen an eine vergleichsweise geringe Zahl von Kunden liefern zu können. Eine solche konzentrierte und gut planbare Abnahmebasis erhöht die Versorgungssicherheit, verbessert die Auslastung der Erzeugungsanlagen und steigert insgesamt die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Projektrealisierung.

**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.

**Abstand zum zentralen Wärmenetz:** Ein niedriger Abstand zum zentralen Wärmenetz erweist sich als vorteilhaft für die Wärmeversorgung mittels eines Wärmenetzes. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass ein zusätzlicher zentraler Erzeuger für ein Wärmenetz benötigt wird. Die Wahrscheinlichkeit ist erhöht, dass das Teilgebiet in das zentrale Wärmenetz integriert werden kann.

### 5.2.3 Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf eine langfristige Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) ab, die für alle Verbraucher möglichst kostengünstig gestaltet wird. Gemäß dem EWKG in Schleswig-Holstein müssen alle bereits bestehenden und neuen Wärmenetze stufenweise bis zum Jahr 2040 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.

### 5.3 Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf eine langfristige Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) ab, die für alle Verbraucher möglichst kostengünstig gestaltet wird. In Tabelle 5-4 ist die Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Wärmenetz dargestellt.

Tabelle 5-4: Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Wärmenetz

Kategorie	Einheit	1 Pkt.	2 Pkt.	3 Pkt.	4 Pkt.	Gewichtung
Wärmeliniendichte	MWh/m*a	1,25	1,75	2,25	2,75	0,45
Anteil der Gebäude mit geringsten Wärmegestehungskosten für Wärmenetz	%	20	40	60	80	0,15
Wärmebedarf pro Gebäude	MWh/Geb.	10	20	30	40	0,15
Abstand zum Fernwärmenetz	m	750	500	250	100	0,25

In Tabelle 5-5 ist die Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Umgebungsluft-Wärmepumpe dargestellt.

Tabelle 5-5: Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Umgebungsluft-Wärmepumpe

Kategorie	Einheit	1 Pkt.	2 Pkt.	3 Pkt.	4 Pkt.	Gewichtung
Spezifischer Wärmebedarf	kWh/m²	150	100	75	50	0,35
Wärmebedarf pro Gebäude	MWh/Geb.	40	30	20	10	0,25
Eignung Umgebungsluft-Wärmepumpe (Potenzialanalyse)	Niedrig (schlecht) Hoch (gut)	1	2	3	4	0,3
Anteil der Gebäude mit geringsten Wärmegestehungskosten für Wärmepumpen	%	20	40	60	80	0,1

Im Rahmen der Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 werden die kartografischen Resultate der Punkte-Matrix-Bewertungen dargestellt, die anschließend in Wahrscheinlichkeiten überführt wurden. Einer Punktzahl zwischen null und eins wurde die Kategorie sehr unwahrscheinlich zugeordnet, zwischen eins und zwei die Kategorie unwahrscheinlich, zwischen zwei und drei die Kategorie wahrscheinlich und zwischen drei und vier die Kategorie sehr wahrscheinlich. 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. Die finale Gebietseinteilung wurde in einem engen Austausch mit der Arbeitsgruppe Wärme in einem iterativen Verfahren erarbeitet und ist in Abbildung 5-3 dokumentiert.

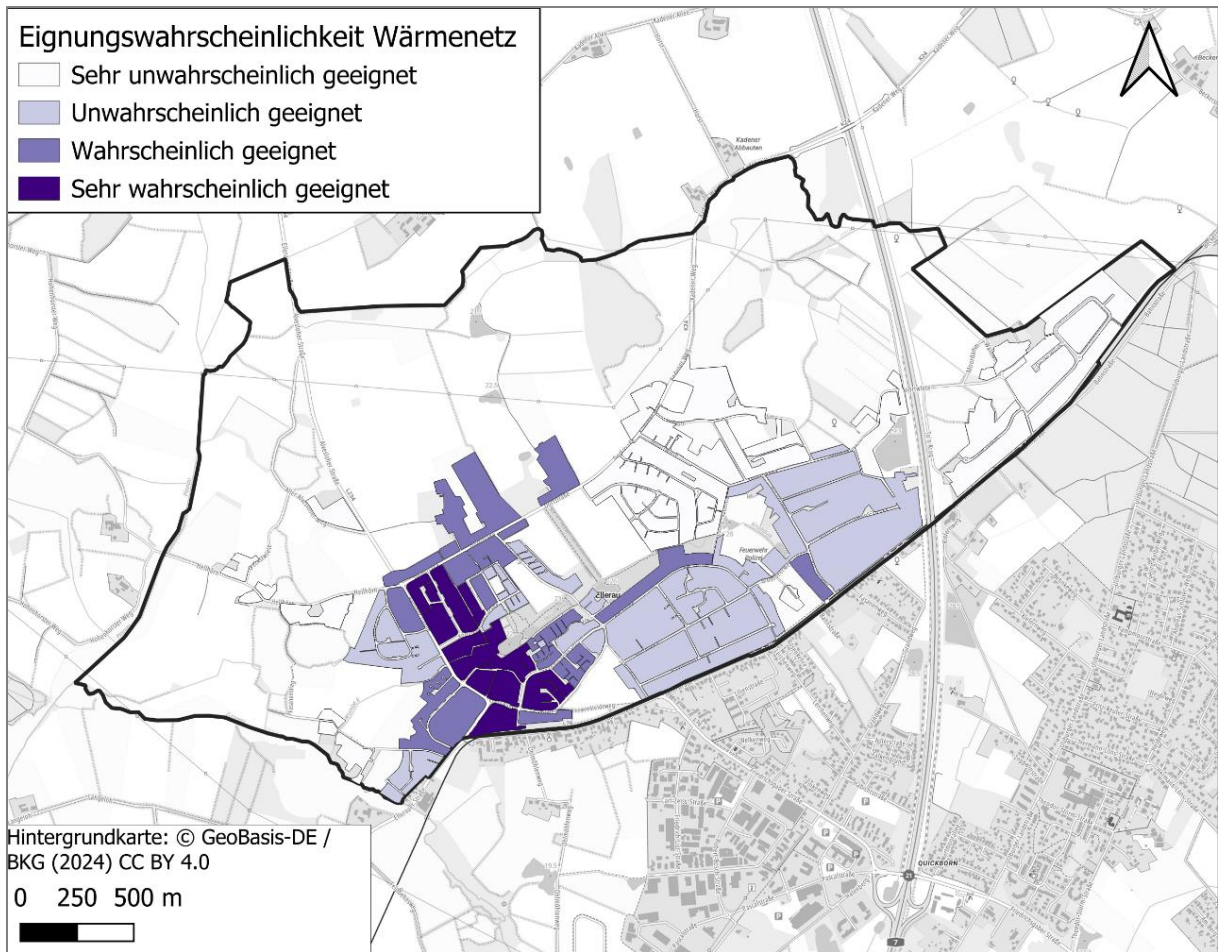


Abbildung 5-1: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können

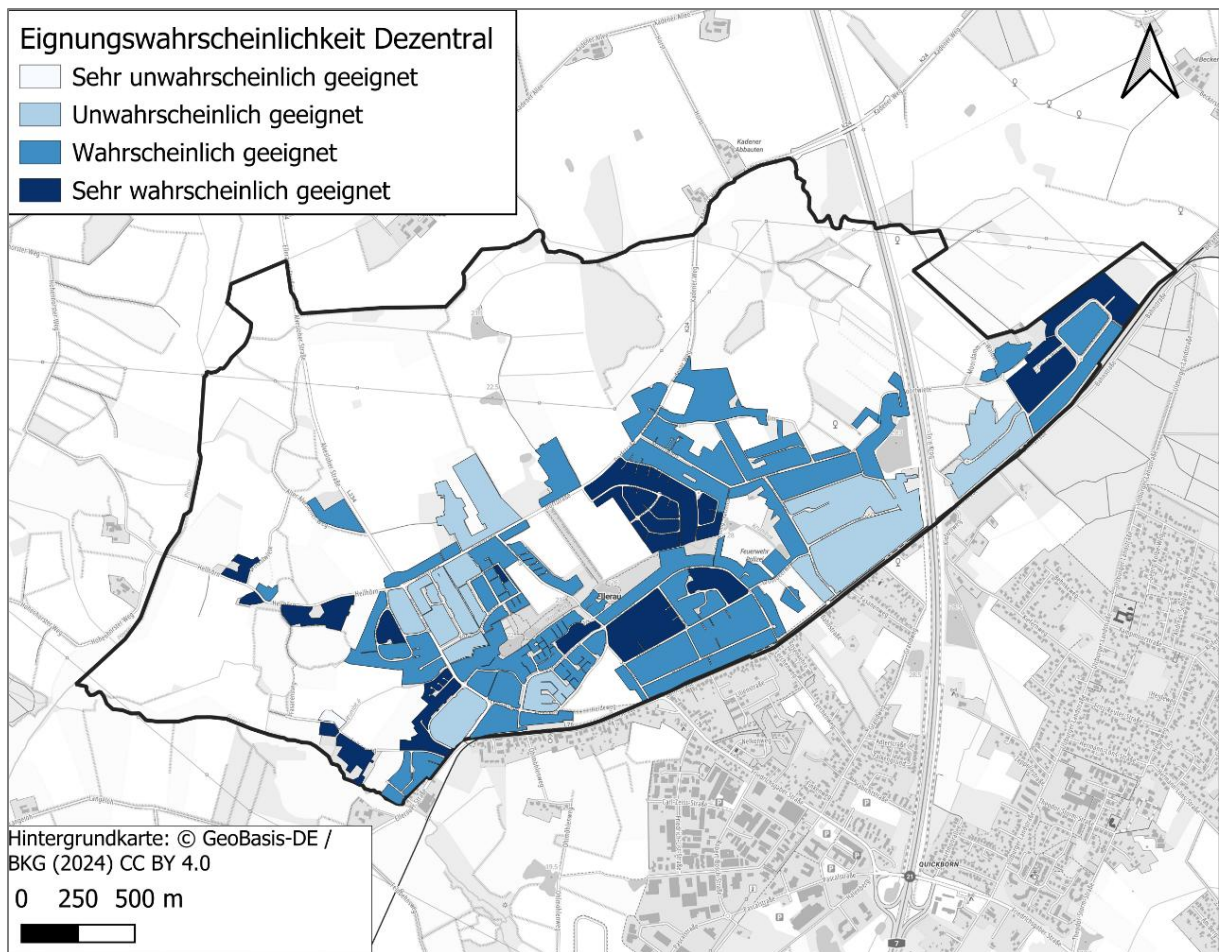


Abbildung 5-2: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Varianten versorgt werden zu können.

(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.)

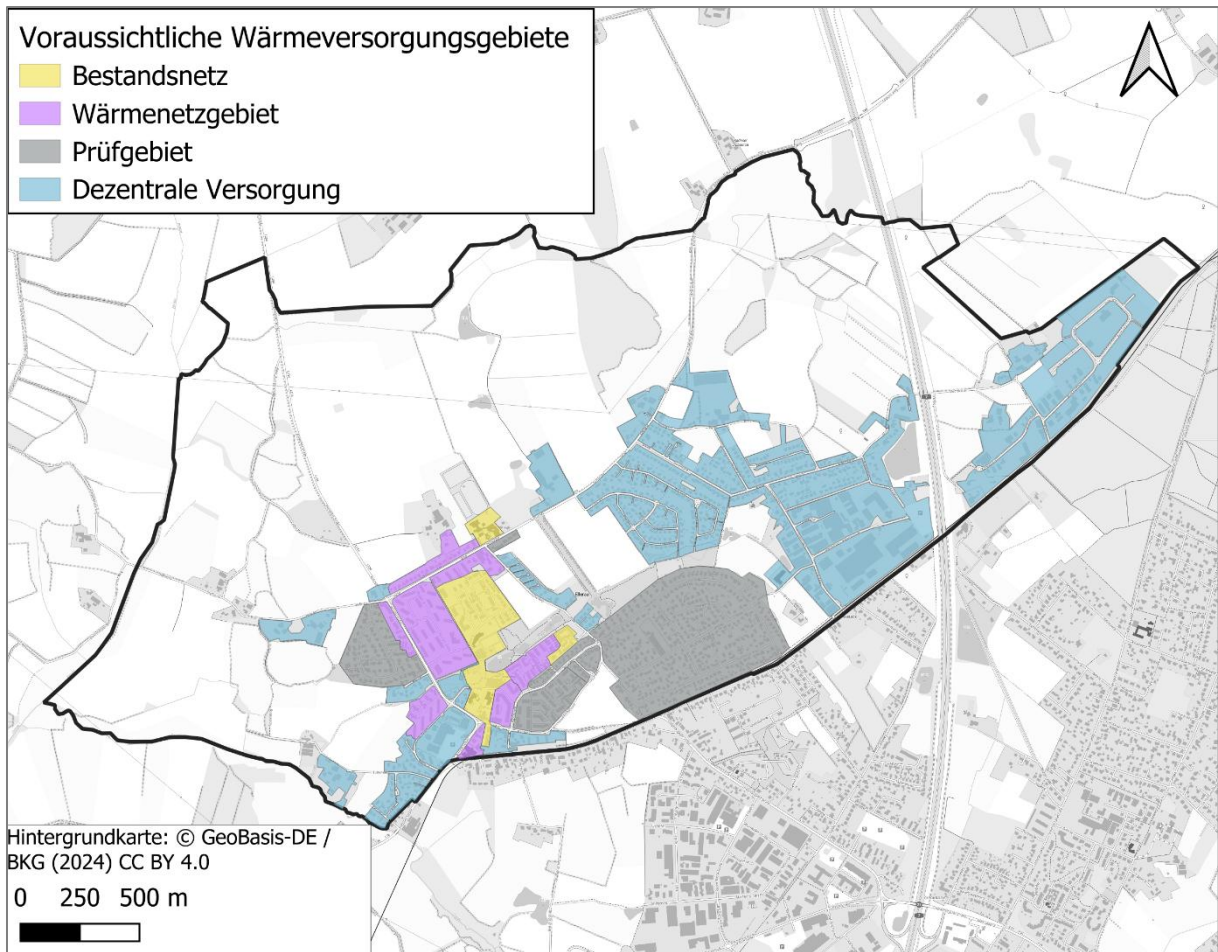


Abbildung 5-3: Einteilung der Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

## 5.4 Endenergie- und Treibhausgasbilanz

In Abbildung 5-4 und Abbildung 5-5 sind die Endenergiebedarfe für Raumwärme 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. Bei Prüfgebieten ist offen, ob ein Wärmenetz oder eine dezentrale Versorgung besser geeignet ist. Um diese Frage zu beantworten werden weiterführende Untersuchungen im Anschluss der Wärmeplanung durchgeführt (s. Maßnahme 3).

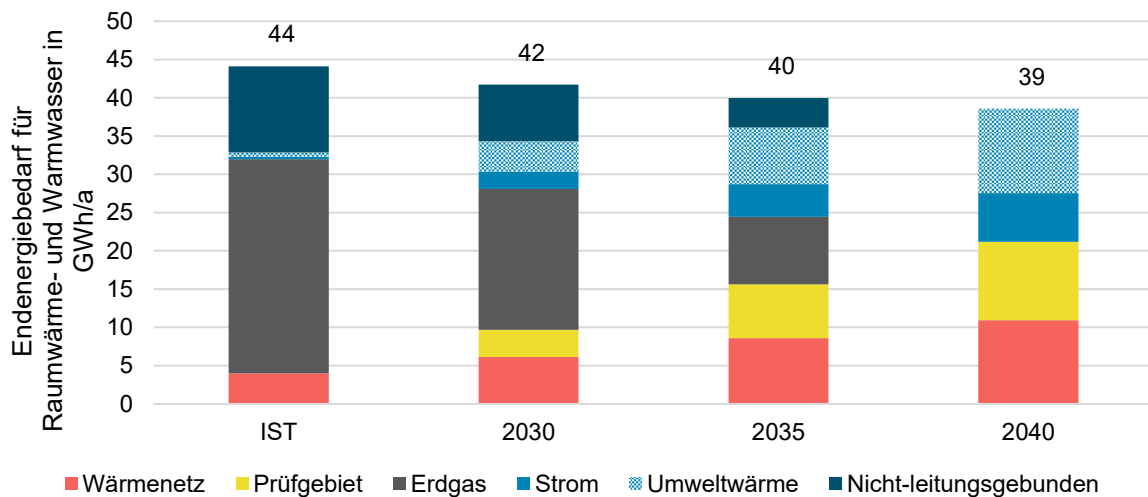


Abbildung 5-4: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Energieträger bis zum Zieljahr 2040

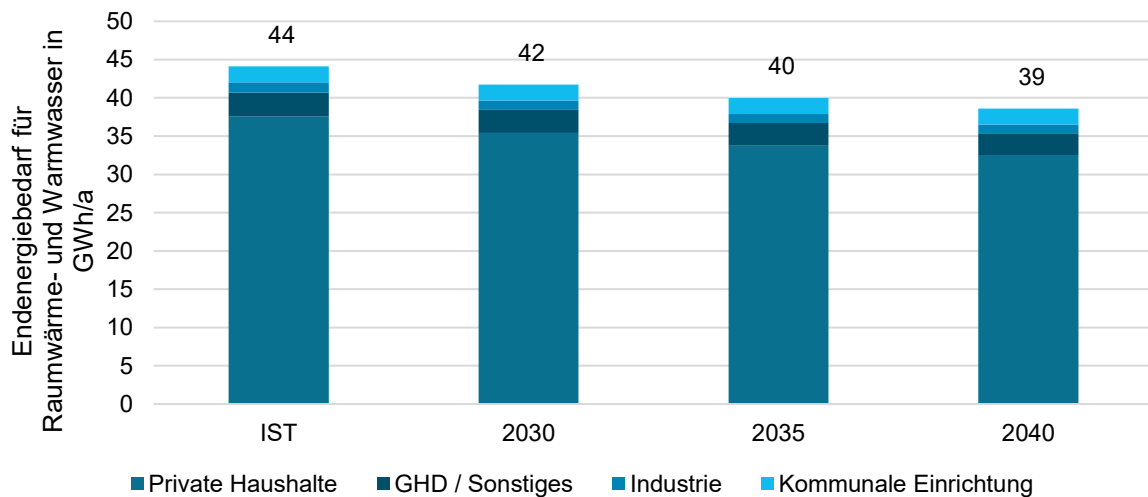


Abbildung 5-5: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Sektoren bis zum Zieljahr 2040

In Abbildung 5-6 sind die Treibhausgasemissionen nach Endenergieträger und in Abbildung 5-7 die Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Jahr 2040 abgebildet. Die Emissionen sinken bis 2040 auf einen Sockelbetrag von 286 t/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.

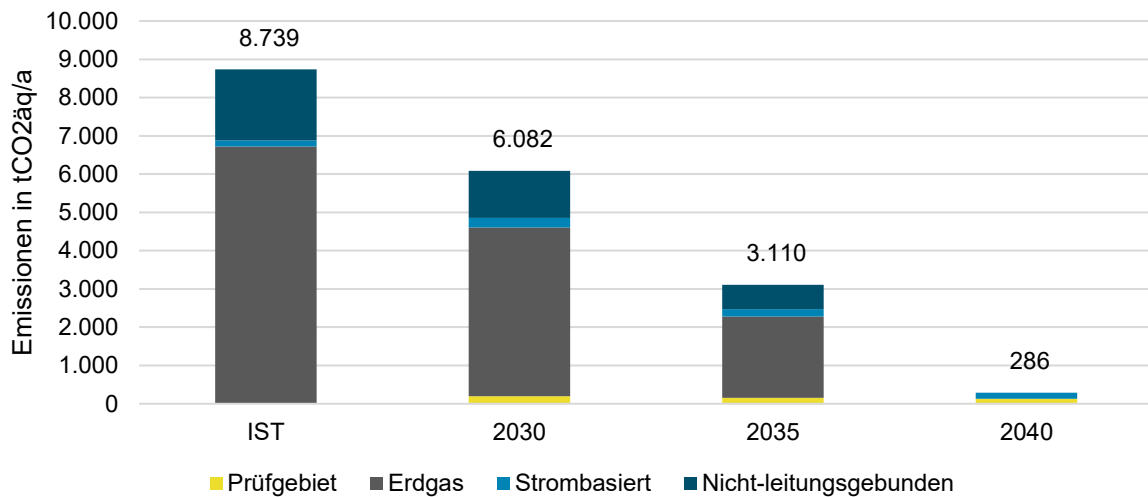


Abbildung 5-6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in tCO<sub>2</sub>äq/a bis 2040

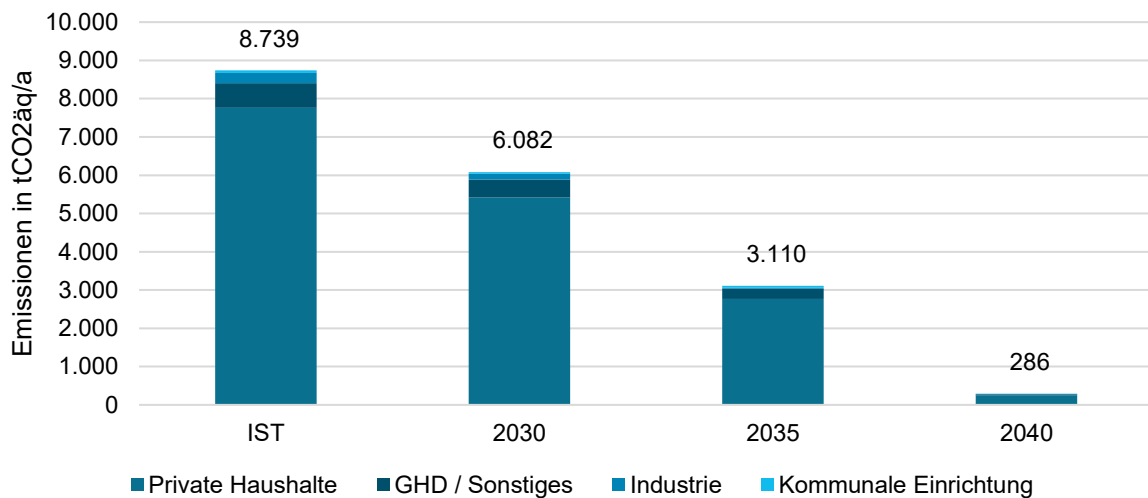


Abbildung 5-7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in tCO<sub>2</sub>äq/a in 2040

## 5.5 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 5-3 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 „Wärmenetz“ oder „Prüfgebiete“ sowie einzelne Teilgebiete mit der Zuordnung „Dezentrale Versorgung“, die ein besonderes Augenmerk benötigen.

Gebietsnummer	Bezeichnung	Seite
1	Bestandsnetz (Kommunalbetriebe Ellerau)	58
2	Birkeneck	59
3	Ellerauer Feld	60
4	Dezentrale Versorgungsgebiete	61

## Bestandsnetz (Kommunalbetriebe Ellerau)

Gebiet-Nr. 1



**Beschreibung:** Das Wärmenetz in Ellerau umfasst rund fünf Kilometer Trassenlänge und versorgt 96 Anschlüsse. Die Wärmeverteilverluste liegen bei etwa zwanzig Prozent. In den Wintermonaten wird die Spitzenlast gelegentlich überschritten, sodass der Erdgasspitzenlastkessel eingesetzt werden muss. Das Wärmenetz arbeitet üblicherweise mit Vor- und Rücklauftemperaturen von 75 und 45 Grad Celsius, kann im Winter jedoch einen Vorlauf von bis zu 90 Grad Celsius erreichen. Die Wärmeerzeugung erfolgt seit 2007 auf dem Gelände des Freibads über zwei Blockheizkraftwerke mit thermischen Leistungen von 761 und 555 Kilowatt sowie einen 860 Kilowatt starken Erdgaskessel zur Spitzenlastabdeckung. Zwei Wärmespeicher mit je fünfzig Kubikmetern sichern die Netzstabilität.

<b>Wärmelinienichte:</b>	3,44 MWh/m
<b>Anzahl Gebäude:</b>	466
<b>Gesamter Wärmebedarf:</b>	15.658,5 MWh
<b>Wärmebedarf pro Gebäude:</b>	33,6 MWh/Geb.
<b>Spez. Wärmebedarf:</b>	103 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Th. Leistung (Summe):</b>	7.992 kW
<b>Th. Leistung (Median):</b>	7 kW
<b>Sanierungspotenzial:</b>	12,1 %

**Fazit:** In einem ersten Schritt soll der vorhandene Erdgaskessel durch eine Rauchgaswärmepumpe ersetzt werden, die die Abwärme des Blockheizkraftwerks als Energiequelle nutzt und damit sowohl die Effizienz der Gesamtanlage erhöht als auch die fossile Spitzenlast reduziert. Nach Auslaufen der EEG-Förderung im Jahr 2028 ist vorgesehen, das Wärmenetz um weitere Straßenzüge zu erweitern, insbesondere um Bereiche entlang der Königsberger Straße, der Danziger Straße und der Breslauer Straße. Die lila markierten Bereiche gelten als Bereiche, die sehr wahrscheinlich ausgebaut werden. Tendenziell weist auch das Prüfgebiet südlich der Skandinavienallee die Eignung für ein Wärmenetz auf. Da die Ausbaupotenziale des Wärmenetzes begrenzt sind kann aus heutiger Perspektive nicht sicher beurteilt werden, ob die Kapazitäten für diesen Bereich ausreichen werden.

# Birkeneck

Gebiet-Nr. 2



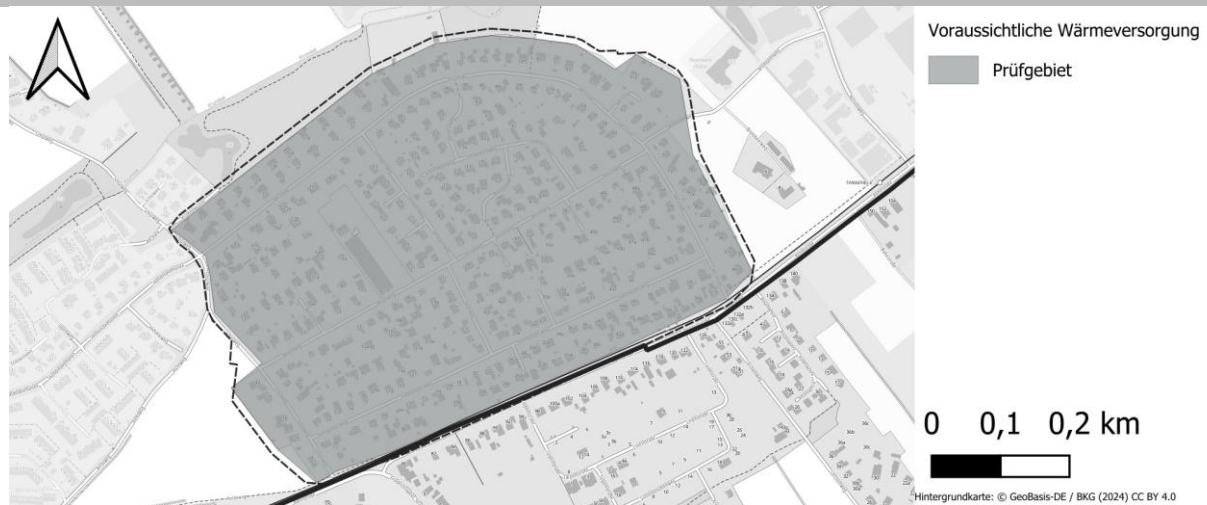
**Beschreibung:** Die Wärmeliniendichte ist als moderat einzustufen. Der größte Teil der Gebäude sind Einfamilienhäuser. Ein Großteil der Gebäude entstand zwischen 1970 und 1979, und der aktuelle Sanierungsstand ist insgesamt als moderat gut zu bewerten.

<b>Abstand zum Wärmenetz:</b>	167 m
<b>Wärmeliniendichte:</b>	2,11 MWh/m
<b>Anzahl Gebäude:</b>	92
<b>Gesamter Wärmebedarf:</b>	2.112,4 MWh
<b>Wärmebedarf pro Gebäude:</b>	23,0 MWh/Geb.
<b>Spez. Wärmebedarf:</b>	100 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Th. Leistung (Summe):</b>	1.056 kW
<b>Th. Leistung (Median):</b>	10 kW
<b>Sanierungspotenzial:</b>	4,5 %

**Fazit:** Umgebungsluft-Wärmepumpen sind voraussichtlich ohne zusätzliche Sanierungen einsetzbar, wobei eine Einzelfallprüfung weiterhin notwendig bleibt. Die vorhandene Wärmeliniendichte weist zugleich auf eine grundsätzliche Eignung für ein Wärmenetz hin. Dessen Umsetzung setzt jedoch eine hohe Anschlussquote voraus, da viele Haushalte bereit sein müssen, sich für ein gemeinsames Netz und gegen individuelle Lösungen zu entscheiden. Trotz der Nähe zum bestehenden Netz dürften dessen Kapazitäten nicht ausreichen, sodass möglicherweise ein neues Netz mit eigener Erzeugung aufgebaut werden müsste. Eine vertiefte Prüfung kann durch eine Machbarkeitsstudie nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erfolgen. Im Vorfeld sollte dafür eine Interessensbekundung der Anwohnenden durchgeführt werden, denn ein solches Wärmenetz kann nur kostengünstig betrieben werden, wenn sich genügend Haushalte an das Wärmenetz anschließen (siehe Maßnahme 4). Die Investitionskosten für ein mögliches Wärmenetz liegen voraussichtlich bei rund 2,5 bis 3 Millionen Euro. Wie die Potenzialanalyse zeigt (Abschnitt 3.2.6), wäre ein Flächenbedarf von ca. 0,25 bis 0,3 Hektar für die Versorgung über eine Umgebungsluft-Großwärmepumpe notwendig. Andere erneuerbare Erzeugungsanlagen weisen einen ähnlichen Flächenbedarf auf.

# Ellerauer Feld

Gebiet-Nr. 3



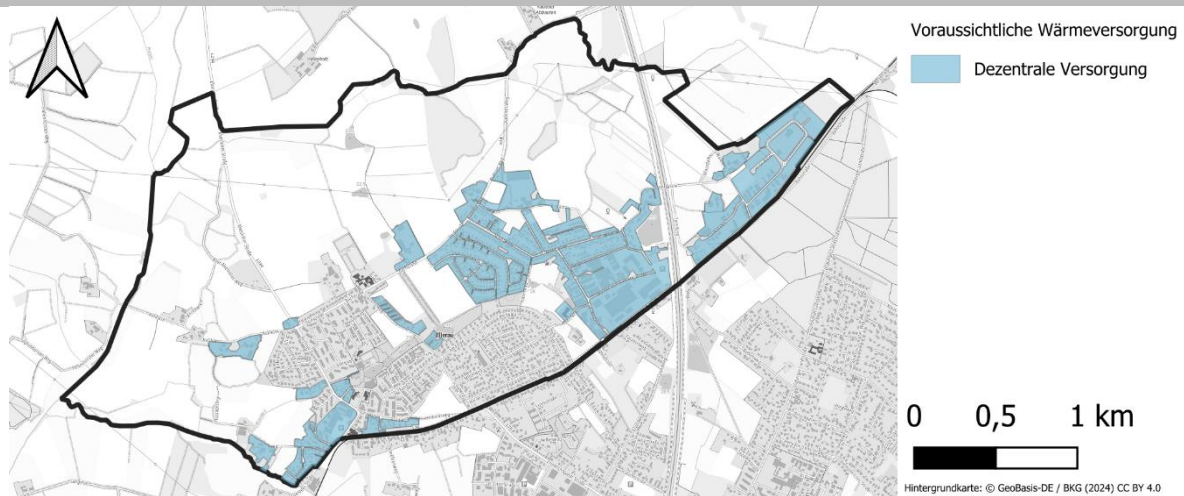
**Beschreibung:** Die Wärmeliniendichte ist als moderat einzustufen. Das Gebiet wird überwiegend von Einfamilienhäusern geprägt. Ein großer Teil der Gebäude wurde zwischen 1970 und 1979 errichtet, und der Sanierungsstand kann insgesamt als moderat gut bewertet werden.

<b>Abstand zum Wärmenetz:</b>	66 m
<b>Wärmeliniendichte:</b>	2,06 MWh/m
<b>Anzahl Gebäude:</b>	423
<b>Gesamter Wärmebedarf:</b>	7.208,2 MWh
<b>Wärmebedarf pro Gebäude:</b>	17,0 MWh/Geb.
<b>Spez. Wärmebedarf:</b>	94 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Th. Leistung (Summe):</b>	3.599 kW
<b>Th. Leistung (Median):</b>	8 kW
<b>Sanierungspotenzial:</b>	5,7 %

**Fazit:** Dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen können voraussichtlich ohne zusätzliche Sanierungen eingesetzt werden, benötigen aber weiterhin eine Einzelfallprüfung. Die vorhandene Wärmeliniendichte zeigt zudem eine grundsätzliche Eignung für ein Wärmenetz, dessen Umsetzung jedoch eine hohe Anschlussquote erfordert. Trotz der Nähe zum bestehenden Netz dürften dessen Kapazitäten nicht ausreichen, sodass vermutlich ein neues Netz mit eigener Erzeugung notwendig wäre. Eine vertiefte Prüfung kann über eine BEW-geförderte Machbarkeitsstudie erfolgen. Vorab sollte eine Interessensbekundung der Anwohnenden eingeholt werden, da ein Wärmenetz nur bei ausreichend vielen Anschlüssen wirtschaftlich betrieben werden kann (siehe Maßnahme 4). Die Investitionskosten lägen bei etwa 10–11 Mio. € (mit Förderung ca. 6–7 Mio. €). Wie die Potenzialanalyse (Abschnitt 3.2.6) zeigt, wäre für eine Umgebungsluft-Großwärmepumpe ein Flächenbedarf von ca. 0,9–1 ha erforderlich; andere erneuerbare Erzeugungsanlagen benötigen ähnliche Flächen.

## Dezentrale Versorgungsgebiete

Gebiet-Nr. 4



**Beschreibung:** Umfasst alle Bereiche außerhalb der Teilgebiete 1 bis 3.

<b>Wärmelinienichte:</b>	1,56 MWh/m
<b>Anzahl Gebäude:</b>	813
<b>Gesamter Wärmebedarf:</b>	17.647,6 MWh
<b>Wärmebedarf pro Gebäude:</b>	21,7 MWh/Geb.
<b>Spez. Wärmebedarf:</b>	91 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Th. Leistung (Summe):</b>	8.508 kW
<b>Th. Leistung (Median):</b>	7 kW
<b>Sanierungspotenzial:</b>	5,6 %

**Fazit:** Nach genauer Analyse ergeben sich in den betrachteten Bereichen keine geeigneten Voraussetzungen für den Aufbau eines größeren Wärmenetzes. Stattdessen sollten dezentrale Lösungen eingesetzt werden, vorzugsweise Umgebungsluft-Wärmepumpen. Alternativ können auch Wärmepumpen mit Erdsonden oder PVT-Anlagen mit Eisspeicher in Betracht gezogen werden, wobei aufgrund des bestehenden Trinkwasserschutzgebiets Nutzungsbeschränkungen auftreten können. Grundsätzlich sind zudem alle weiteren im Gebäudeenergiegesetz vorgesehenen Erfüllungsoptionen anwendbar. Eine gute 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 jedoch durch Bundesprogramme gefördert werden. Für erste Orientierung bietet die Verbraucherzentrale eine Erstberatung an. Eine vertiefte Beratung, die zu 90 % vom Land Schleswig-Holstein gefördert wird, wird von Haus & Grund angeboten.

## 6 WÄRMEWENDESTRATEGIE MIT MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden die Maßnahmen, die gebraucht werden, um die Ziele der Szenarienrechnung zu erreichen, in Form von Steckbriefen dargestellt. In den Maßnahmenblättern werden die Maßnahmen beschrieben und über Kennzahlen quantitativ eingeordnet. Maßnahmen mit sehr hoher Priorität sollten unverzüglich umgesetzt werden, da diese in der Regel das Fundament für die Umsetzung weiterer Maßnahmen und Projekte bilden.

Es handelt sich dabei um gutachterliche Empfehlungen von HIC Consulting, welche den notwendigen Handlungsbedarf aufzeigen. Die Maßnahmen wurden vor einem wissenschaftlichen Hintergrund kategorisiert und priorisiert. Bei den Personalbedarfen und Kosten handelt es sich um indikative Schätzungen. Somit können Abwägungen und Beschlüsse vorbereitet werden. Im weiteren Vorgehen wären dann noch zusätzliche Recherchen und Prüfungen erforderlich.

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

Nr.	Bezeichnung	Priorität
1	Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung	Sehr hoch
2	Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärmeplanung	Sehr hoch
3	Aufsetzen von Quartiersuntersuchungen nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	Sehr hoch
4	Ausbau und Nachverdichtung des Bestandsnetz	Sehr hoch
5	Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren	Hoch
6	Prüfung eines zeitlich begrenzten Verzichts auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen	Niedrig
7	Prüfung Kommunale Liquiditätsbrücke & Förderprogramm Heizungsumstellung in Ellerau für bedürftige Haushalte	Mittel
8	Aufbau einer Veranstaltungsreihe und Intensivierung des Dialogs zwischen Energieversorgern und Bevölkerung	Mittel
9	Prüfung eines Bürgerfond	Mittel
10	Prüfung von Maßnahmen zur Förderung hoher Anschlussquoten an Wärmenetze	Niedrig
11	Integriertes Quartierskonzept inkl. Sanierungsmanagement nach KfW432	Niedrig

Maßnahmennummer: 1	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
<b>Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> Um die kommunale Wärmeplanung in Ellerau dauerhaft sichtbar, verständlich und handlungsleitend zu machen, wird eine eigene, kontinuierlich gepflegte Website (inkl. verknüpfter Kommunikationskanäle) aufgebaut. Die Plattform bündelt alle Ergebnisse der Wärmeplanung, zeigt Erschließungszeitpunkte der Fernwärmegebiete und erklärt konkrete Schritte für Eigentümer und Mieter bei Heizungsentscheidungen in Abhängigkeit vom Standort und Zeithorizont. Sie integriert FAQ, Kontaktformulare, Veranstaltungskalender, Fördermittelübersichten, DIY-Energiesparhinweise und Quartiersinformationen.</p> <p>Die Plattform nutzt bestehende Kanäle von Kommunalbetriebe Ellerau (Kommunalbetriebe Ellerau), Stadtwerke Quickborn (Netz) und der Gemeinde Ellerau sowie die verwaltungsseitige Unterstützung der Stadt Quickborn für IT/ÖA. Ziel ist die Verstetigung des Kommunikationskonzepts: klare Zuständigkeiten (Redaktion), ein Redaktionsplan, verständliche Visualisierungen (z. B. Karten der Eignungsgebiete, Zeitachsen), sowie regelmäßige Updates zu Baufortschritten, Anschlussoffensiven und Beratungsangeboten.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Bau- Planungs- und Umweltausschuss				
<b>Akteure:</b> Stadtwerke Quickborn, Beratungsunternehmen, Verbraucherzentrale, Schornsteinfeger-Innung, Kommunalbetriebe Ellerau, Gemeinde Ellerau				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Information und Beratung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Content-Produktion				
<b>Wirkungsindikator:</b> regelmäßige Veröffentlichungen rund um das Thema Wärme; regelmäßige öffentliche Informationen zur Umsetzung der Wärmeplanung				
<b>Personalaufwand:</b> gering (<0,1 VZÄ)				
<b>Sachkosten:</b> gering				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 2	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Mittelfristig (4-7 Jahre),	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Sehr hoch	<b>Gebiete:</b>
<b>Maßnahmen-Titel: Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärmeplanung</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> Um die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Ellerau wirksam zu steuern, wird ein regelmäßiges Monitoring mit Zwischenevaluierung und Fortschreibung etabliert – mindestens WPG-konform und unter Berücksichtigung der Landesvorgaben Schleswig-Holstein. Schwerpunkt sind die Prüfgebiete/Eignungsgebiete sowie die Transformationsplanung des Kommunalbetriebe Ellerau-Wärmenetzes.</p> <p>Der fortlaufende Arbeitsprozess umfasst die Entwicklung fundierter Entscheidungsgrundlagen, die eine zielgerichtete Anpassung von Erschließungszeitpunkten, die Priorisierung einzelner Bauabschnitte sowie die Ausarbeitung modularer Quartierslösungen ermöglichen. Parallel dazu werden die erzielten Istwerte, insbesondere Anschlussquoten, Netzlängen, erneuerbare Wärmemengen und Vorlauftemperaturen, kontinuierlich mit den jeweiligen Planwerten abgeglichen, um Abweichungen frühzeitig zu erkennen und erforderliche Maßnahmen ableiten zu können. Die zugrunde liegenden Geodaten sowie alle relevanten Indikatoren werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert und in die fortlaufende Bewertung integriert. Auf dieser Basis werden die erforderlichen Beschlussvorlagen für das Gemeindegremium oder den Kommunalbetriebe Ellerau vorbereitet. Die Ergebnisse der Analysen und Fortschrittskontrollen werden transparent über die Gemeindekommunikation bereitgestellt, um Fehlinvestitionen vorzubeugen und bestehende Fördermöglichkeiten innerhalb der verfügbaren Zeitfenster nutzen zu können.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Bau- Planungs- und Umweltausschuss				
<b>Akteure:</b> Externe Beratungsunternehmen mit GIS-Erfahrung				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Etablierung Monitoringzyklus; Abgleich Ist/Plan; Beschlussvorlagen; Transparente Veröffentlichung				
<b>Wirkungsindikator:</b> Anzahl veröffentlichter Fortschreibungen, aktualisierte Karten und Indikatoren				
<b>Personalaufwand:</b> 0,2 VZÄ				
<b>Sachkosten:</b> 15.000 €				
<b>Finanzierungsansatz:</b> Kommunaler Haushalt, Fördermittel				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Mittel				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 3	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 1-2 Jahre	<b>Priorität:</b> Sehr hoch	<b>Gebiete:</b> 2, 3
<b>Maßnahmen-Titel: Aufsetzen von Quartiersuntersuchungen nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> Für die Gebiete „Ellerauer Feld“ und „Birkeneck“ weisen die vorliegenden Indikatoren darauf hin, dass grundsätzlich eine gute Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes besteht. Eine vertiefte Machbarkeitsstudie gemäß den Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), in deren Rahmen mehrere technische und wirtschaftliche Szenarien untersucht werden, ermöglicht eine detaillierte Bewertung der tatsächlichen Umsetzbarkeit. Ein zentraler Erfolgsfaktor ist dabei eine hohe Anschlussquote. Der Wille und die Bereitschaft der Anwohnenden spielen somit eine entscheidende Rolle. Als erster Schritt sollte daher eine verbindliche Interessenabfrage durchgeführt werden, um zu prüfen, ob die Durchführung einer Machbarkeitsstudie sinnvoll und aussichtsreich ist.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Quartierslösung				
<b>Initiatoren:</b> Kommunalbetriebe Ellerau, Gemeinde Ellerau				
<b>Akteure:</b> Externe Beratungsunternehmen				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> 1. Durchführung und Auswertung der Interessensbekundung 2. Bei Zusage über 50 - 70 %: Durchführung der Machbarkeitsstudie (inkl. weiterer Beteiligungsformate)				
<b>Wirkungsindikator:</b> Durchführung der Befragung, Fertigstellung der Machbarkeitsstudien				
<b>Personalaufwand:</b> 1 VZÄ				
<b>Sachkosten:</b> 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 4	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Sehr hoch	<b>Gebiete:</b> 1
<b>Maßnahmen-Titel: Ausbau und Nachverdichtung des Bestandsnetz</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> Ellerau erweitert und verdichtet das bestehende Kommunalbetriebe Ellerau-Wärmenetz in festgelegten Eignungsgebieten. In festgelegten Gebieten werden Anschlussoffensiven und Bauabschnitte priorisiert.</p> <p>Zentral ist die frühzeitige Abstimmung mit der Gemeinde Ellerau und der unterstützenden Verwaltung zu Genehmigungen, Flächenbedarfen und Bauabläufen.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
<b>Initiatoren:</b> Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Akteure:</b> Gemeinde Ellerau, Verwaltung				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<p><b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> 1. Identifizierung geeigneter Gebiete  2. Projektskizze &amp; BEW-Antrag  3. Machbarkeitsstudie/Transformationsplan  4. Regelmäßige Abstimmung in Arbeitskreis Wärme  5. Bau &amp; Inbetriebnahme</p> <p><b>Wirkungsindikator:</b> Umsetzung des Ausbaus von Wärmenetzen; Anzahl Hausanschlüsse und Trassenbau (m)</p>				
<b>Personalaufwand:</b> von Kommunalbetriebe Ellerau zu stellen				
<b>Sachkosten:</b>				
<b>Finanzierungsansatz:</b> Haushalt Kommunalbetriebe Ellerau, BEW-Förderung				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Sehr hoch				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 5	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Hoch	<b>Gebiete:</b>
<b>Maßnahmen-Titel: Flächenbedarf in Flächennutzungs- und Bauleitplanung grundsätzlich integrieren</b>				
<b>Beschreibung:</b> Umsetzung der Maßnahmen aus den Transformationsplänen und zukünftigen Machbarkeitsstudien: 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 und Wärmespeicher im Flächennutzungsplan, deren Berücksichtigung bei B-Plänen oder bei informellen Planungsinstrumenten wie Entwicklungskonzepten sowie bei städtebaulichen Verträgen.				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau, Kommunalbetriebe Ellerau <b>Akteure:</b> Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Vorhabenbezogene Prüfung der Flächen im Gemeindeeigentum und Verankerung des Flächenbedarfs in die Planungsverfahren <b>Wirkungsindikator:</b> Nutzung von Flächen				
<b>Personalaufwand:</b> gering (<0,1 VZÄ) <b>Sachkosten:</b> Es können indirekt Kosten entstehen, indem Flächen zur Verfügung gestellt werden und dadurch für eine andere Nutzung (z.B. Bebauung) nicht zur Verfügung stehen <b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 6	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Niedrig	<b>Gebiete:</b> 1, 2, 3
<b>Maßnahmen-Titel: Prüfung eines zeitlich begrenzten Verzichts auf die Erhebung von Sondernutzungsgebühren für neue Wärmenetzleitungen</b>				
<b>Beschreibung:</b> 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 Gemeinde Ellerau 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-Perspektive attraktivere Preisgestaltung für Wärmenetzleitungen.				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau				
<b>Akteure:</b> Externe Wärmenetzbetreiber, Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Ordnungsrecht				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Prüfung und Anpassung der Verträge				
<b>Wirkungsindikator:</b> Entscheidung für oder gegen Anpassung möglich				
<b>Personalaufwand:</b> gering (<0,1 VZÄ)				
<b>Sachkosten:</b> Mindereinnahmen durch Verzicht auf Konzessionsabgaben				
<b>Finanzierungsansatz:</b> -				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Gering				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 7	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 3-5 Jahre	<b>Priorität:</b> Mittel	<b>Gebiete:</b>
<b>Maßnahmen-Titel: Prüfung Kommunale Liquiditätsbrücke &amp; Förderprogramm Heizungsumstellung in Ellerau für bedürftige Haushalte</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> Ellerau prüft die Einrichtung eines kommunalen Förderprogramms für bedürftige Haushalte mit Liquiditätsbrücke für Heizungsumstellungen, damit Eigentümer keinen Bankkredit aufnehmen müssen, obwohl Bundes-/Landesförderungen (BAFA/KfW) erst nachträglich ausgezahlt werden. Kern der Prüfung sind: ein revolving Fonds zur Vorschusszahlung an Fachunternehmen, ein Abtretungsmodell (Rückfluss der Fördermittel an die Gemeinde), Treuhand-/Zahlungswege, Missbrauchsschutz, sowie die rechtliche Machbarkeit.</p> <p>Gleichzeitig werden Erweiterungsbausteine geprüft: Serien-Energieberatung, serielle Sanierungen gleicher Gebäudetypen, aggregierte Beschaffungen (PV/Wärmepumpe) und kleine Quartierswärmenetze in Bereichen ohne Fernwärmeplanung. Die Prüfung bewertet die Verzahnung mit Kommunalbetriebe Ellerau-Anschlusskampagnen und Quartiersmanagement nach KfW-432, sowie die Auswirkungen möglicher BEG-Änderungen. Ergebnis ist eine Beschlussvorlage (Start, Umfang, Budget, Risiken).</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau				
<b>Akteure:</b>				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Förderung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Prüfung und Festlegung der Ressourcen; Konzeptentwicklung; Beschlussvorlage				
<b>Wirkungsindikator:</b> Förderung von Ausarbeitungen zur Umsetzung von Gemeinschaftsprojekten				
<b>Personalaufwand:</b> 0,1 VZÄ (für die Prüfung)				
<b>Sachkosten:</b> Abhängig von dem Förderrahmen				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Mittel				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 8	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Mittel	<b>Gebiete:</b>
<b>Maßnahmen-Titel: Aufbau einer Veranstaltungsreihe und Intensivierung des Dialogs zwischen Energieversorgern und Bevölkerung</b>				
<b>Beschreibung:</b> Eine Veranstaltungsreihe zum Dialog der Bevölkerung 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 Wärmeversorgungs-lösungen können "Wärmepumpengipfel" durchgeführt werden, bei denen Gebäudeeigentümer in den Kontakt mit Fachleuten (z.B. aus dem Handwerk) kommen. In Wärmenetzgebieten (inkl. Prüfgebiete) können "Fernwärmegipfel" die Anwohnenden über die geplanten Erschließungszeitpunkte sowie über das Angebot von Interimslösungen durch die Energieversorger informieren. Zudem können durch "Nahwärmegipfel" lokale Akteure bei der Umsetzung dezentraler Nahwärmenetze in Bereichen unterstützt werden, die von den Energieversorgern nicht priorisiert werden.				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Bau- Planungs- und Umweltausschuss, Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Akteure:</b> Handwerk				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Information und Beratung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Identifizierung geeigneter Gebiete; Konzept für Veranstaltungen; Durchführung				
<b>Wirkungsindikator:</b> Durchführung von Dialogveranstaltungen				
<b>Personalaufwand:</b> gering (<0,1 VZÄ)				
<b>Sachkosten:</b> ggf. Plakate oder Flyer				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

Maßnahmennummer: 9	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Mittel	Gebiete:
<b>Maßnahmen-Titel: Prüfung eines Bürgerfond</b>				
<b>Beschreibung:</b> Prüfung eines Fonds, analog zu „heidelberg KLIMA-INVEST“. Dadurch können Anwohnende direkt in den Ausbau von erneuerbaren Energien, den Bau des Wärmenetzes oder Sanierungsmaßnahmen investieren. So können Anwohnende einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und gleichzeitig finanziell davon profitieren. Ebenfalls wird die Akzeptanz der Wärmewende durch die Möglichkeit der Teilhabe gefördert.				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Gemeindeweit				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau, Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Akteure:</b>				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Recherche zu weiteren Beispielprojekten, Erarbeitung einer möglichen Ausgestaltung				
<b>Wirkungsindikator:</b> Entscheidung für oder gegen Fond ist möglich				
<b>Personalaufwand:</b> gering (<0,1 VZÄ)				
<b>Sachkosten:</b> 15.000 € Konzeptstudie				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Gering				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 10	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 1-2 Jahre	<b>Priorität:</b> Niedrig	<b>Gebiete:</b> 1, 2, 3
<b>Maßnahmen-Titel: Prüfung von Maßnahmen zur Förderung hoher Anschlussquoten an Wärmenetze</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> In Schleswig-Holstein kann die Festsetzung von Anschluss- und Benutzungsgeboten in Wärmenetzgebieten auf Grundlage der allgemeinen kommunalrechtlichen Satzungsbefugnis (insbesondere § 17 GO SH zu Anschluss- und Benutzungszwang) und unter Rückgriff auf die Ergebnisse von Machbarkeitsstudien bzw. der kommunalen Wärmeplanung geprüft werden. Auf diese Weise lässt sich die Umsetzung geplanter Wärmenetze absichern und ein hohes Maß an Investitionssicherheit schaffen, wobei jedoch vorrangig andere Instrumente zur Erreichung hoher Anschlussquoten (z.B. attraktive Tarifmodelle, Förderangebote, Kommunikations- und Beratungskonzepte) eingesetzt werden sollten.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau				
<b>Akteure:</b> Kommunalbetriebe Ellerau				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Ordnungsrecht				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Prüfung rechtlicher Möglichkeiten zur Umsetzung				
<b>Wirkungsindikator:</b> Entscheidung über Anschluss- und Benutzungsgebot ist möglich				
<b>Personalaufwand:</b> 0,1 VZÄ				
<b>Sachkosten:</b> interne Personalkosten				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

<b>Maßnahmennummer:</b> 11	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig (0-3 Jahre)	<b>Dauer der Maßnahme:</b> > 5 Jahre	<b>Priorität:</b> Niedrig	<b>Gebiete:</b> 2, 3
<b>Maßnahmen-Titel: Integriertes Quartierskonzept inkl. Sanierungsmanagement nach KfW432</b>				
<p><b>Beschreibung:</b> In den Prüfgebieten in Ellerau kann alternativ zu den BEW-Studien ein integrierter Quartiersansatz etabliert werden, der die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in konkrete Projektpfade überführt und weitere Sektoren wie Stromversorgung, Mobilität, Grün- und Freiraum, Klimaanpassung, soziale Infrastruktur und Digitalisierung einbindet. Das Konzept umfasst die systematische Erhebung des Gebäudebestands nach Typologien, Baualtersklassen und Sanierungsstand sowie die Analyse der Wärme- und Stromversorgung einschließlich der Potenziale für Nahwärme, Abwärmennutzung, Wärmepumpen, Photovoltaik und Mieterstrommodelle, Speicherlösungen und Flexibilitätsoptionen. Ergänzend werden die bestehende und geplante Mobilitäts- und Ladeinfrastruktur sowie soziale und digitale Quartiersaspekte berücksichtigt, um eine integrierte, sektorenübergreifende Entwicklungsstrategie abzuleiten.</p> <p>Zur Umsetzung wird ein Sanierungs- und Quartiersmanagement eingerichtet, das Beratung, Fördermittelinformation, Antragshilfe und die operative Umsetzung bündelt, etwa durch standardisierte Sanierungspakete, koordinierte Beschaffungen von Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen und Speichersystemen, den Aufbau von Ladepunkten und Quartiersspeichern. Energie- und Klima-Rundgänge stärken Transparenz und sichern die aktive Beteiligung der Akteure. Das Ergebnis ist ein Endbericht mit Karten, Energie- und Treibhausgasbilanz, Potenzialanalyse und strategischen Zielen sowie einem priorisierten Maßnahmen- und Umsetzungspfad mit Zeitplan, klar zugeordneten Verantwortlichkeiten und einem Monitoringkonzept. Die Finanzierung der Konzept- und Managementleistungen erfolgt über das Programm KfW 432, während investive Bausteine durch geeignete Förderprogramme sowie Contracting- und Genossenschaftsmodelle ergänzt werden.</p>				
<b>Räumliches Handlungsfeld:</b> Quartierslösung				
<b>Initiatoren:</b> Gemeinde Ellerau				
<b>Akteure:</b> Verwaltung, Externes Beratungsunternehmen				
<b>Maßnahmentyp/Instrument:</b> Strategie/Umsetzung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> Ausschreibung; Erstellung der Studie; Verstetigung über Sanierungsmanagement				
<b>Wirkungsindikator:</b> Abschluss und Veröffentlichung des Quartierskonzept; Errichtung Anlaufstelle Sanierungsmanagement; Veröffentlichung des Angebots auf den Kanälen der Gemeinde; Durchführung erster Energieeffizienzberatung;				
<b>Personalaufwand:</b> 0,2 VZÄ				
<b>Sachkosten:</b> 80.000–140.000				
<b>Finanzierungsansatz:</b> in künftigen Haushalten bereitzustellen, Fördermittel				
<b>Klima-Wirksamkeit (qualitativ):</b> Hoch				
<b>Hinweise:</b>				

## 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 Wärmepfanung 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 von 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.

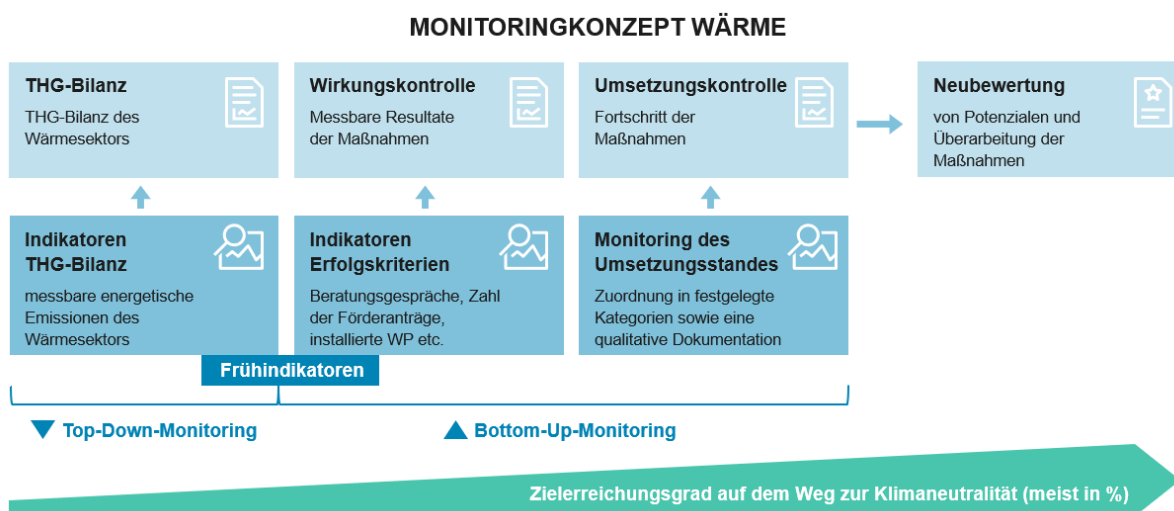


Abbildung 7-1: Darstellung des Monitoringkonzeptes

### 7.3 Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes

#### THG-Bilanz

Aus der Energie- und THG-Bilanz (siehe Kapitel 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 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. 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 (gerundet):

Tabelle 7-1: Frühindikatoren für das Top-down-Monitoring

Frühindikator	Datenquelle	Ziel 2030	Ziel 2040
<b>Erdgasverbrauch</b>	Daten Stadtwerke Quickborn	18 GWh/a	0 GWh/a
<b>Wärmeversorgung über Wärmenetz</b>	Daten Kommunalbetriebe Ellerau	6 GWh/a (Wärmeabnahme)	11 GWh/a (Wärmeabnahme)
<b>Anzahl der gemeldeten Wärmepumpen</b>	Daten Stadtwerke Quickborn	300 oder 500 (Wenn beide Prüfgebiete „Dezentral“)	850 oder 1.400 (Wenn beide Prüfgebiete „Dezentral“)
<b>Endenergiebedarf Wärme (inkl. Prozesswärme)</b>	THG Bilanz	38 GWh/a (exkl. Umweltwärme)	28 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 Ellerau dar. Auf Basis eines digitalen Zwillings und einer umfassenden Potenzialanalyse wurde ein Zielszenario mit voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten entwickelt, ergänzt um ein Monitoringkonzept sowie konkrete Maßnahmen zur Umsetzung.

Unabhängig von der Art der künftigen Wärmeversorgung sind Investitionen für die Transformation erforderlich, die sowohl durch Bundesförderprogramme als auch durch die Bürger getragen werden. Diese Aufwendungen sollten stets im Vergleich zu den Kosten fossiler Referenzsysteme betrachtet werden. Gleichzeitig trägt die Wärmewende zu einer höheren lokalen Wertschöpfung, neuen Beteiligungsformen und einer erhöhten Resilienz gegenüber Preisentwicklungen durch eine breitere Diversifizierung bei.

**Wärmenetze** werden künftig eine zentralere Rolle in der Wärmeversorgung Elleraus einnehmen. Ihr Ausbau erfordert zwar erhebliche Investitionen, diese werden jedoch über einen Zeitraum von rund vierzig Jahren auf alle Anschlussnehmer verteilt, wodurch planbare und langfristig sinkende Kostenstrukturen entstehen. Zusätzlich wird der Bund durch entsprechende Förderprogramme entlastend wirken. Sowohl zentrale als auch dezentrale Versorgungslösungen werden zunehmend auf Wärmepumpentechnologien setzen. Um deren Betrieb sicherzustellen, ist ein Ausbau des Stromnetzes notwendig. Diese Entwicklung erfolgt aufbauend auf den Ergebnissen der Wärmeplanung im Rahmen der [Netzausbauplanung](#), sodass die erforderlichen Netzkapazitäten rechtzeitig bereitgestellt werden können.

Da es sich bei der Wärmeplanung um ein **strategisches Instrument** handelt, entfaltet sie keine unmittelbare rechtliche Bindung. Für die Bürger gelten ab dem 01.07.2028 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 Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse bildet die vorliegende Wärmeplanung jedoch eine tragfähige und fundierte Basis für die weitere Transformation der Wärmeversorgung in Ellerau.

## 9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Verwaltungsgrenze Ellerau .....	3
Abbildung 2-2: Darstellung der dominierenden Baualtersklasse auf Baublockebene in Ellerau .....	4
Abbildung 2-3: Darstellung des dominierenden Sektors auf Baublockebene in Ellerau .....	5
Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Ellerau (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) .....	6
Abbildung 2-5: Emissionen der verschiedenen Sektoren nach Energieträger in Ellerau (GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen).....	7
Abbildung 2-6: Darstellung der Wärmebedarfsdichte auf Baublockebene in Ellerau .....	8
Abbildung 2-7: Darstellung der Wärmelinien in Ellerau .....	9
Abbildung 2-8: Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Ellerau .....	10
Abbildung 2-9: Versorgungsbereich des Gasnetzes / Lage des Gasnetzes in Ellerau.....	11
Abbildung 2-10: Biogasanlage in der Gemeinde Ellerau (links) und Infrastruktur am Freibad (rechts), Quelle: Kommunalbetriebe Ellerau.....	12
Abbildung 2-11: Verwaltungsbereich des Wärmenetzes/Lage des Wärmenetzes in Ellerau .....	13
Abbildung 3-1: Annahmen der Sanierungstiefen über Gebäudeklassen (Die Prozentzahl gibt an, auf welches Niveau saniert werden kann. Beispiel: 84 % bedeuten eine Reduktion des Wärmebedarfs um 16 %.) .....	15
Abbildung 3-2: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2040 .....	15
Abbildung 3-3: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie .....	17
Abbildung 3-4: Nachhaltiges Bioenergiepotenzial in Ellerau.....	20
Abbildung 3-5: Beispielhafte Darstellung der geothermischen Potenzialanalyse. ....	21
Abbildung 3-6: Wärmeleitfähigkeiten in einer Tiefe bis 100 m .....	22
Abbildung 3-7: Durchschnittliche Eignung für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene .....	23
Abbildung 3-8: Thermische Leistung einer Umgebungsluft-Groß-Wärmepumpe für ein Wärmenetz im „Ellerauer Feld“ .....	25
Abbildung 3-9: Methodische Darstellung der schalltechnischen Untersuchung von Umgebungsluft-Wärmepumpen (grün: Standplatz geeignet, gelb: Standplatz zu prüfen, rot: Standplatz vermutlich ungeeignet).....	27
Abbildung 3-10: Schalltechnische Eignung von Umgebungsluft-Wärmepumpen (Baublock) .....	28
Abbildung 3-11: Geordnete Jahresdauerlinie ohne zusätzlichen Speicher (BHKW: Blockheizkraftwerk, WP: Wärmepumpe) .....	32
Abbildung 3-12: Geordnete Jahresdauerlinie mit 75 MWh Speicher (BHKW: Blockheizkraftwerk, WP: Wärmepumpe).....	32
Abbildung 3-13: Gegenüberstellung der Potenziale mit dem Wärmebedarf in Ellerau.....	37
Abbildung 4-1: Angenommene Energiepreise bis zum Jahr 2045. Dargestellt ist ein Mischpreis aus Grund-/Arbeitspreis. (Meyer, Fuchs, Thomsen, Herkel, & Kost, 2024; Umweltbundesamt, 2025).....	38

Abbildung 4-2: Förderanteile zu den Heiztechnologien nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) aufgetragen über die Anschaffungsjahre .....	41
Abbildung 4-3: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 1. ....	43
Abbildung 4-4: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 1. ....	43
Abbildung 4-5: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 2. ....	43
Abbildung 4-6: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 2. ....	43
Abbildung 4-7: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 3. ....	44
Abbildung 4-8: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 3. ....	44
Abbildung 4-9: Wärmegestehungskosten (LCOH) der betrachteten Heizungstechnologien über drei Betrachtungszeiträumen des Referenzgebäudes 4. ....	44
Abbildung 4-10: Investitionskosten der Heizungstechnologien über drei Anschaffungszeitpunkte des Referenzgebäudes 4. ....	44
Abbildung 5-1: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können	52
Abbildung 5-2: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Varianten 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.) .....	53
Abbildung 5-3: Einteilung der Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete .....	54
Abbildung 5-4: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Energieträger bis zum Zieljahr 2040 .....	55
Abbildung 5-5: Endenergiebedarfe für Raumwärme nach Sektoren bis zum Zieljahr 2040 .....	55
Abbildung 5-6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in tCO <sub>2</sub> äq/a bis 2040 .....	56
Abbildung 5-7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in tCO <sub>2</sub> äq/a in 2040 .....	56
Abbildung 7-1: Darstellung des Monitoringkonzeptes .....	75

## 10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Betrachtete Potenziale innerhalb der Potenzialanalyse.....	14
Tabelle 3-2: Biomethanpotenziale in Ellerau.....	20
Tabelle 4-1: Charakteristische Eigenschaften der betrachteten Referenzgebäude im Vollkostenvergleich.....	39
Tabelle 4-2: Annahmen zu Effizienzen, Lebensdauern und Unsicherheiten der betrachteten Heiztechnologien .....	40
Tabelle 5-1: Vor-/Nachteile der Erzeugungsvariante Wärmenetz.....	45
Tabelle 5-2: Vor-/Nachteile der Erzeugungsvariante Umgebungsluft-Wärmepumpe .....	46
Tabelle 5-3: Vor-/Nachteile des Einbaus einer fossilen Heizung in der Übergangszeit (bis 30.06.2028) .....	47
Tabelle 5-4: Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Wärmenetz.....	50
Tabelle 5-5: Punkte-Matrix-Bewertung für die Versorgungsvariante Umgebungsluft-Wärmepumpe ...	50
Tabelle 7-1: Frühindikatoren für das Top-down-Monitoring .....	77

## 11 LITERATURVERZEICHNIS

- B+L Marktdaten GmbH. (2024). *Sanierung 2024 Deutschland*.
- B2K Architekten + Stadtplaner . (2024). *Ortsentwicklungskonzept der Gemeinde Ellerau*.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2026). *Plattform für Abwärme*. Von [https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform\\_fuer\\_Abwaerme/plattform\\_fuer\\_abwaerme\\_node.html](https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html) abgerufen
- Bundes-Immissionsschutzgesetz. (2017 Neufassung). *Abschnitt 6.1 -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm-TA Lärm*.
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2023). *Schallrechner*. Abgerufen am 06 2023 von <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>
- 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 smarter Betrieb*.
- LIAG-Institut für Angewandte Geophysik. (2026). *Geothermisches Informationssystem*. Von <https://www.geotis.de/> abgerufen
- 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 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](https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/masterplan_geothermie_langfassung.pdf) abgerufen
- Ortner, S., Paar, A., Johannsen, L., Wachter, P., Hering, D., Pehnt, M., . . . Bartsch, A. (2024). *Leitfaden Wärmeplanung*.
- 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>
- 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.
- Umweltbundesamt. (2025). *Endverbrauchspreise der Energieträger für die Treibhausgas-Projektionen 2025*.

## KONTAKT

Nico Jaeschke

HIC Consulting GmbH  
Paul-Neumann-Platz 5  
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-63  
[n.jaeschke@hic-consulting.com](mailto:n.jaeschke@hic-consulting.com)  
[www.hic-consulting.com](http://www.hic-consulting.com)