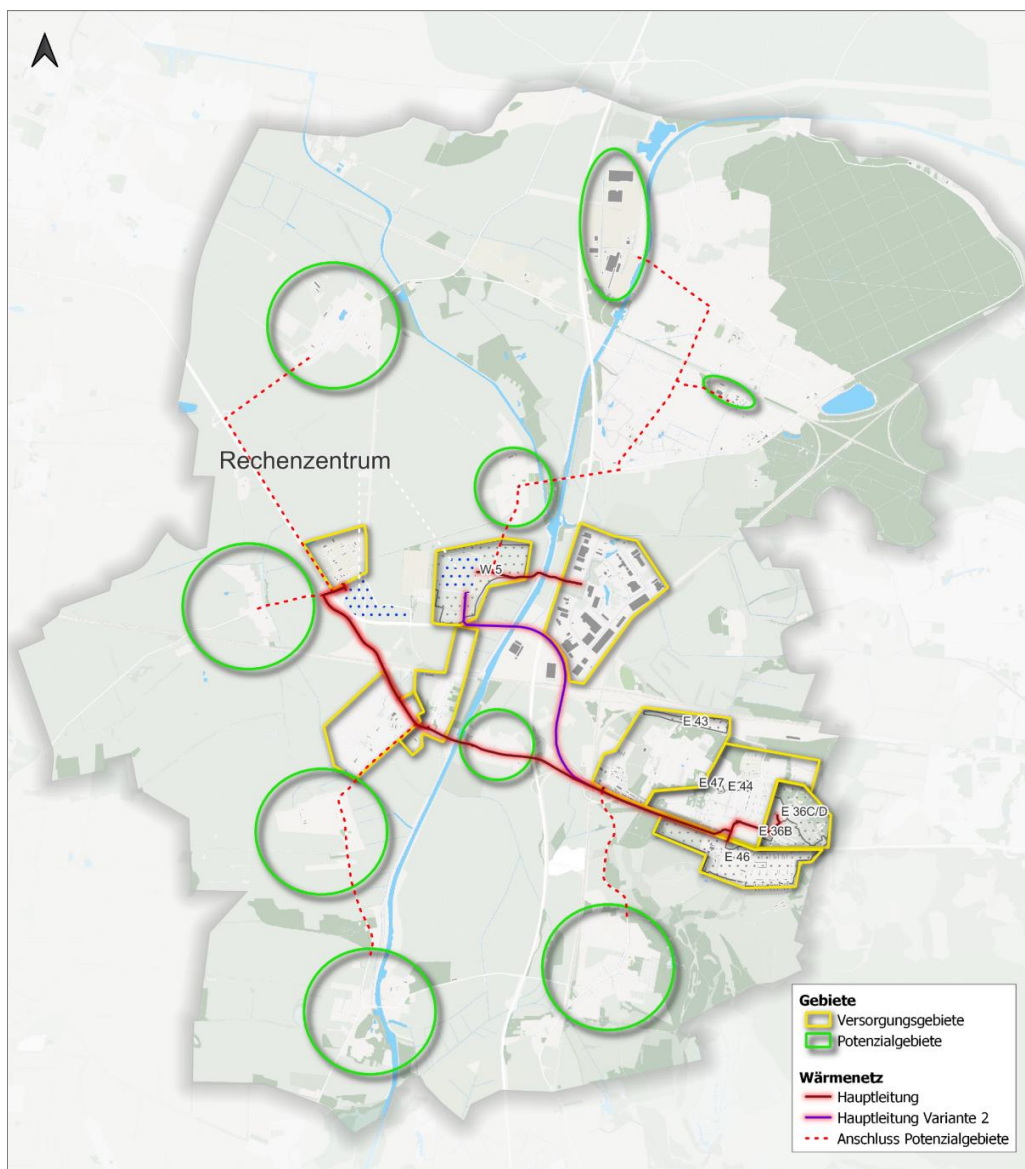


# Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark

„Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“



# Impressum

CDW Commercial Development Wustermark GmbH

Kranzer Str. 6-7

14199 Berlin

## Redaktion, Satz und Gestaltung

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig

## Stand bzw. Redaktionsschluss

25.09.2023

## Bildnachweis Titelseite

seecon Ingenieure GmbH

## Anmerkung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung gendergerechter Sprache verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in generisch männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für alle sozialen Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

## Abkürzungen und Einheiten

ALKIS	.....	Amtliches LiegenschaftsKatasterInformationsSystem
BEW	.....	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BHKW	.....	Blockheizkraftwerk
BMWi	.....	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BPlan	.....	Bebauungsplan
BWZK	.....	Bauwerkszuordnungskatalog
EE	.....	erneuerbare Energien
FFH	.....	Fauna-Flora-Habitat
GMH	.....	Große Mehrfamilienhäuser
GW	.....	Gigawatt
GWh	.....	Gigawattstunde
ha	.....	Hektar
KWKG	.....	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LOD	.....	Level of Detail
MSR	.....	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
MWel	.....	Megawatt elektrisch
MW	.....	Megawatt
MWh	.....	Megawattstunde
MW <sub>th</sub>	.....	Megawatt thermisch
NGF	.....	Nettogrundfläche, Nettogrundfläche
PV	.....	Photovoltaik
RZ	.....	Rechenzentrum
t	.....	Tonne
TWWB	.....	Trinkwasserwärmebedarf
THG	.....	Treibhausgas
Vbh	.....	Vollbenutzungsstunden
Vrsl	.....	voraussichtlich

## Nomenklatur der Wärmenetzvarianten

FW1	.....	Fernwärmeleitung 1, südlich bis Wustermark Ort oder Elstal
WU	.....	Bis Wustermark Ort
GES	.....	Bis Olympisches Dorf im Elstal
AZ1-3	.....	Absatzszenario 1-3 wie in Kapitel 4.3.2 beschrieben
65/42	.....	Netzvorlauftemperatur 65 oder 42 °C
FW2	.....	Fernwärmeleitung 2, nördliches Industriegebiet
Nord	.....	Neues Gewerbegebiet
GES	.....	Neues + bestehendes Gewerbegebiet

## Zusammenfassung

Anhand technischer Anlagenkonzepte zeigt die vorliegende Studie potenzielle Ausbaupfade von zwei Fernwärmenetzen zu wirtschaftlichen Konditionen in Wustermark auf. Als Grundlage dient der Abgleich zwischen der flächendeckenden Analyse bestehender und potenzieller Wärmebedarfe in der Gemeinde Wustermark und dem Potenzial an Abwärme aus dem geplanten Rechenzentrum in den beiden Bebauungsplangebieten im Norden von Wustermark.

Die Frage, ob bzw. wie eine Umsetzung der Abwärmenutzung über Fernwärmenetze möglich ist, kann die Vorstudie beantworten und die damit verbundenen weiteren Umsetzungsschritte aufzeigen.

Nachfolgende Ausführung beschreibt zusammenfassend die jeweiligen Verfahrensschritte und deren wesentliche Erkenntnisse:

Als Grundlage für die Untersuchung geeigneter Fernwärmenetze wurde durch analytische Verfahren und Direktabfragen ein gebäudescharfes Abbild der Wärmebedarfe für die Bestandsgebäude in Wustermark sowie Brieselang und den geplanten Neubauten in den Plangebieten erzeugt. Der Gesamtwärmebedarf beläuft sich dabei auf rund 170 GWh/a. Als wesentliche Verbrauchergruppen konnten mit 20 % die Gewerbe- und Industrieunternehmen identifiziert werden. 10% entfallen auf die Neubaugebiete in Wustermark. Der Wärmebedarf der kommunalen Gebäude entspricht lediglich 1 %. Alle weiteren Wärmebedarfe entfallen auf die Verbrauchergruppen „weitere Nichtwohngebäude“ mit 16 % und „weitere Wohngebäude“ mit 45 %. Den spezifizierbaren Wohngebäuden, die Wohnungsunternehmen gehören, konnten rund 8 % des Wärmebedarfs zugeordnet werden.

Dementgegen steht eine potenzielle Abwärmemenge bei Abschluss des Ausbaus des Rechenzentrums von rund 1.750 GWh/a. Bereits eine erste Ausbaustufe des Rechenzentrums wird mit einer Abwärmemenge von 132 GWh/a nahezu ausreichend Wärme bereitstellen, um bilanziell den gesamten Wärmebedarf im Gemeindegebiet zu decken. Die Abwärme wird dabei konstant zu Temperaturen in den Wintermonaten zwischen 35 und 40 °C und in den Sommermonaten bis zu 50 °C bereitgestellt. Entsprechend könnten zu diesem Temperaturniveau direkte Wärmelieferungen für Neubauten über das gesamte Jahr sichergestellt werden. Zur Versorgung von Bestandsgebäuden mit Anforderungen an die Gebäudebeheizung mit über 60 °C sowie der Trinkwarmwasserbereitung sind entsprechende technische Konzepte mit der Einbindung von Wärmepumpen für den Temperaturhub in die Fernwärmenetze zu entwickeln.

Die Entwicklung einer flächendeckenden Fernwärmeversorgung der Gebäude mit der Abwärme aus dem Rechenzentrum wurde in einem mehrstufigen Verfahren betrachtet. In diesem wurden neben der Analyse von Ballungsgebieten, welche eine hohe Wärmebedarfsdichte im Bestand aufweisen (sog. Hotspots) sowie relevanten Neubaugebieten, die ebenfalls einen zukünftig hohen Wärmebedarf aufweisen könnten, weitere relevante Großabnehmer identifiziert.

Untersucht wurden zwei Fernwärmenetzverläufe, welche einerseits das gesamte Gebiet entlang von Wustermark bis nach Elstal mittels Abwärme aus dem Rechenzentrum Nordwest mit

Wärme versorgen, und andererseits das bestehende Gewerbe- und Industriegebiet Nord über die Abwärme aus dem zweiten Standort des geplanten Rechenzentrums im Neubaugebiet Nord.

Entsprechend der skizzierten Leitungsverläufe der Fernwärmenetze entlang der Hauptverkehrswege zu den jeweiligen Versorgungsgebieten ergeben sich erforderliche Querungen von Autobahnen und Bahntrassen sowie dem Havel-Kanal, welche eine besondere Herausforderung darstellen. Hier sind die relevanten Akteure zeitnah in das Vorhaben einzubeziehen, um damit verbundene, langfristige Genehmigungsverfahren bereits frühzeitig in die Wege zu leiten.

Angaben zum prognostizierten Wärmebedarf der Neubaugebiete wurden im engen Austausch mit Projektierern ermittelt und zur Schaffung von Sicherheiten bei der weiteren Umsetzung entsprechende Interessensbekundungen bei den Ankerkunden eingeholt. Unter den Ankerkunden, welche als sichere Großabnehmer von Wärme verstanden werden, sind im Wesentlichen die Projektierer der Neubaugebiete, Wohnungsunternehmen, Gewerbe- und Industrieunternehmen sowie die Kommune selbst zu verstehen.

Damit ergibt sich eine stufenweise Entwicklung der beiden Fernwärmenetze in drei Ausbauszenarien. Im ersten Netzausbauszenario werden lediglich alle sicheren Großabnehmer an das Netz angeschlossen. Weitere potenzielle Großabnehmer, die derzeit keine sichere Aussage zur Abnahme der Wärme getroffen haben, fallen ins zweite Ausbauszenario. Alle übrigen Kleinabnehmer werden im dritten Ausbauszenario zusammengefasst. Die Ausbauszenarien entsprechen zugleich dem empfohlenen Ausbaupfad.

Für die beiden untersuchten Fernwärmenetze ergeben sich entlang aller Kostenpositionen (von der Übergabe der Abwärme aus dem Rechenzentrum mittels Wärmetauscher über weitere Erzeugungseinheiten und der damit verbundenen Bauwerke bis hin zur leitungsgebundenen Infrastruktur) Investitionskosten entlang der Ausbauszenarien der beiden Fernwärmenetze von bis zu 190 Mio. € in der letzten Ausbaustufe. Für den ersten Ausbau der Fernwärme Wustermark/Elstal fallen dahingehend rund 44 Mio. € an. Die Wärmegestehungskosten würden sich bei den untersuchten Szenarien nach Inanspruchnahme von Fördermitteln auf 132 bis 227 €/MWh belaufen. Für die erste Ausbauphase der Fernwärme Wustermark/Elstal liegen die Wärmegestehungskosten bei der Anbindung der sicheren Großverbraucher bei 161 €/MWh. Damit zeigt sich im Vergleich zu bestehenden Fernwärmenetzen in Hamburg oder Berlin mit Preisen von 103 bis 181 €/MWh (abhängig von den Tarifen) eine durchaus gegebene Wirtschaftlichkeit einer solchen Fernwärmeversorgung mittels Abwärme aus dem geplanten Rechenzentrum.

Mit der Erkenntnis einer technisch umsetzbaren und wirtschaftlich tragfähigen Fernwärmeversorgung gilt es nunmehr im Rahmen von bestehenden Förderprogrammen, die technische Planung voranzutreiben, wichtige Akteure und Träger öffentlicher Belange zu aktivieren und einzubinden sowie wichtige erste Genehmigungsverfahren einzuleiten, damit entlang des Planverfahrens zum Rechenzentrum auch die Realisierung der Abwärmenutzung über Fernwärme zeitnah sichergestellt werden kann.

# Inhaltsverzeichnis

<b>IMPRESSUM</b> .....	<b>2</b>
<b>ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN</b> .....	<b>3</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>6</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>9</b>
1.1 Kontext und Zielsetzung .....	9
1.2 Vorgehen bei der Konzepterstellung .....	10
<b>2 ALLGEMEINE STADT- UND QUARTIERSANALYSE</b> .....	<b>12</b>
2.1 Räumliche Einordnung .....	12
2.2 Betrachtungsgebiet: Wustermark (& Brieselang) .....	13
2.3 Stadtstruktur und Städtebau .....	15
2.4 Betrachtungsgebiet: Rechenzentrum .....	17
2.5 Räumliche Planungen und Strategien .....	19
2.5.1 Klimaschutzkonzept .....	19
2.5.2 Bebauungspläne .....	21
<b>3 BESTANDSANALYSE</b> .....	<b>24</b>
3.1 Wärmebedarf .....	24
3.1.1 Gebäude .....	24
3.1.2 Plangebiete .....	35
3.1.3 Übersicht gesamter Wärmebedarf .....	37
3.2 Nahwärmenetze .....	38

3.3	Infrastruktur und Verkehr.....	39
<b>4</b>	<b>POTENZIALANALYSE.....</b>	<b>41</b>
4.1	Definition der Hotspots und Versorgungsgebiete.....	41
4.1.1	Wärmeflächendichte .....	41
4.1.2	Identifikation von Ankerkunden .....	44
4.1.3	Potenzielle Versorgungsgebiete.....	45
4.2	Abwärme Rechenzentrum.....	48
4.3	Wärmenetz.....	49
4.3.1	Potenzielle Trassenverläufe .....	50
4.3.2	Ausbauszenarien .....	51
4.3.3	Wärmelinienendichte .....	52
4.4	Wärme- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	54
<b>5</b>	<b>HEMMNISANALYSE .....</b>	<b>55</b>
5.1	Schutzgebiete .....	55
5.2	Infrastruktur .....	57
5.2.1	Autobahnen .....	57
5.2.2	Bahntrassen .....	58
5.2.3	Havelkanal.....	60
<b>6</b>	<b>SZENARIEN UND ZIELFORMULIERUNG .....</b>	<b>62</b>
6.1	Abwärme Ausspeisepunkte.....	62
6.2	Technische Konzepte.....	62
6.3	Wärmenetze.....	64
6.3.1	Netzverläufe .....	64
6.3.2	Energiebilanz.....	67

6.3.3	CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	69
6.3.4	Wirtschaftlichkeit.....	72
6.4	Sensitivitätsanalyse.....	81
6.4.1	Anschlussgrad.....	81
6.4.2	Strompreis.....	84
6.4.3	Förderung.....	87
6.5	Fazit aus der Vorstudie.....	90
<b>7</b>	<b>KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.....</b>	<b>92</b>
7.1	Projektsteuerungsrunde.....	92
7.2	Befragung der wichtigsten Akteure.....	92
7.3	Bürgerveranstaltung.....	92
<b>8</b>	<b>UMSETZUNGSSTRATEGIE.....</b>	<b>94</b>
8.1.1	Gebäudeanbindung und Ausbau von Wärmenetzen.....	94
8.1.2	Ankerkunden und Beteiligung.....	94
8.1.3	Betreibermodelle.....	97
8.1.4	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit.....	98
8.2	Finanzierung und Förderung.....	100
8.2.1	Kommunale Wärmeplanung.....	101
8.2.2	Energieversorgung.....	101
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>104</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>106</b>
	<b>QUELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>107</b>
	<b>ANLAGEN.....</b>	<b>109</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Kontext und Zielsetzung

Die CDW GmbH plant als Projektentwickler die Errichtung eines Rechenzentrums in der Gemeinde Wustermark, Brandenburg. Mit der geplanten Fertigstellung des Rechenzentrums im Jahr 2030 soll eine elektrische Anschlussleistung von 300 MW zur Verfügung stehen, wobei ein Großteil der eingesetzten Energie in Abwärme umgewandelt wird.

Das Großprojekt stößt auf großes öffentliches Interesse, so dass neben verschiedenen genehmigungsrechtlichen Aspekten auch das Potenzial der anfallenden Abwärme und deren weitere Nutzung eine wichtige Rolle spielt. Weiterhin steht im Hinblick eines Gesetzentwurfes die zukünftige Nachnutzung von mindestens 15 % der anfallenden Abwärme aus Rechenzentren im Fokus, die heute noch nicht verpflichtend sind, jedoch ab 2024 rechtskräftig sein und somit bereits heute als Anspruch gelten sollten. Eine Untersuchung der möglichen Nutzung der Abwärme zur Versorgung von Endverbrauchern im Umfeld des Rechenzentrums (insbesondere der Gemeinde Wustermark) liegt daher im Interesse aller (u.a. der Bürger, der Gemeindeverwaltung sowie des Projektentwicklers).

Der Projektentwickler möchte nun die Möglichkeiten der Abwärmenutzung in einer (Machbarkeits-)Studie untersuchen lassen. Mit einer geplanten elektrischen Anschlussleistung von 300 MW nach Fertigstellung des Rechenzentrums bis 2030 wird von einer thermischen Abwärmeleistung von ca. 150 MW ausgegangen, die nahezu ganzjährig zur Verfügung steht. Bei rund 8.600 Vollbenutzungsstunden pro Jahr entspricht dies einer jährlichen Abwärmearbeit von 1,29 TWh. Das Abwärmepotenzial liegt damit um den Faktor 5,6 über dem Endenergiebedarf der Gemeinde Wustermark von 230 GWh/a. Die nach Auskopplung prognostizierte Abwärmetemperatur beträgt im Jahresverlauf mindestens 35 °C und erreicht in den Sommermonaten bis zu 50 °C.

Vor dem Hintergrund des hohen Abwärmepotenzials kann eine mögliche Nutzung für eine flächendeckende Wärmeversorgung von Endverbrauchern (private, gewerbliche oder öffentliche Gebäude) verstanden werden und somit einen wichtigen und ggf. wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors bzw. Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Substitution fossiler Energieträger in der Bestandsversorgung leisten.

Um die Möglichkeiten der Abwärmenutzung zu untersuchen und eine Grundlage für die Umsetzung im Zuge der Errichtung des Rechenzentrums zu gewährleisten, soll in einer Vorstudie die Machbarkeit nach technischen, energetischen und wirtschaftlichen Aspekten bewertet, die mit einer Realisierung verbundenen Hemmnisse beschrieben und Umsetzungsoptionen der Wärmelieferung an Dritte aufgezeigt werden.

## 1.2 Vorgehen bei der Konzepterstellung

Im Rahmen der Vorstudie sollen die möglichen Abnehmer der Wärme identifiziert werden und die Auskopplung sowie der Transport über Fernwärmeleitungen der Abwärme und die durch eine anschließende Temperaturerhöhung bedarfsgerechte Lieferung von Wärme an den Abnehmer bewertet werden. Im Einzelnen soll die Vorstudie Ergebnisse zu den folgenden Schwerpunkten liefern:

1. Potenzialanalyse
2. Bedarfsanalyse
3. Versorgungsszenarien
4. Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Aufbauend auf den vorhandenen Informationen zu den Abwärmepotenzialen sollen in Austausch mit dem Planer des Rechenzentrums (RZ) die Abwärmepotenziale konkretisiert werden. Im Einzelnen sind die Betriebsparameter zu verifizieren, mögliche Auskopplungspunkte mit Angaben zur Abwärmeleistung festzulegen und die Entwicklung der vorhandenen Abwärmeleistung entlang des Ausbaupfades des Rechenzentrums zu definieren. In einem weiteren Schritt soll die potenzielle Abwärmeleistung in einem stundenscharfen Erzeugungsprofil für die Zukunft dargestellt werden, um einen Abgleich mit dem Wärmebedarf im Jahresverlauf zu ermöglichen.

Die Bedarfsanalyse soll mit Hilfe von georeferenzierten Daten eine gebäudescharfe Analyse des Wärmebedarfs der Gebäude in der Gemeinde Wustermark und den angrenzenden Gebieten im Umfeld des geplanten RZ ermöglichen. Neben den erfassten Bestandsgebäuden soll die Analyse um den Wärmebedarf zukünftiger Abnehmer aus den geplanten Neubaugebieten erweitert werden. Ausgehend von der gebäudescharfen Darstellung des Wärmebedarfs gilt es in einem weiteren Schritt, die wichtigsten Großverbraucher, die als Schlüsselkunden anzusehen sind, zu identifizieren und durch direkte Anfragen deren Interessensbekundungen und weitere Informationen zur bestehenden Versorgung zu konkretisieren. Auf Basis der erhobenen Informationen kann die Versorgungsaufgabe durch eine Klassifizierung der potenziellen Abwärmeabnehmer definiert werden.

Auf Basis der definierten Versorgungsaufgabe der Abnehmer (Schlüsselkunden) in den jeweiligen Ortsteilen bzw. Gewerbegebieten und der potenziell nutzbaren Abwärme je Auskopplungspunkt sind verschiedene Versorgungsszenarien zu untersuchen. Diese orientieren sich an den Möglichkeiten der Wärmeauskopplung, der Lieferung über das Fernwärmenetz und der notwendigen Temperaturerhöhung durch ergänzende Wärmeerzeuger, um eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung der Schlüsselkunden und weiteren Abnehmern zu gewährleisten. Damit verbundene Hemmnisse, z.B. bei der Trassenführung der Fernwärme, sind zu identifizieren und Lösungsansätze zu erarbeiten. Im Ergebnis soll die Machbarkeit der untersuchten Teilnetze zur Wärmeversorgung der jeweiligen Versorgungsgebiete nach technischen und

wirtschaftlichen Kriterien bewertet und die weiteren Umsetzungsschritte unter Berücksichtigung u.a. von Fördermöglichkeiten dargestellt werden.

Im Rahmen der Vorstudie sind die wichtigsten Akteure zu identifizieren und zu aktivieren. Neben der Kontaktaufnahme mit den benannten Schlüsselkunden sind potenzielle Betreiber der untersuchten Fernwärmeversorgung über Abwärme einzubeziehen sowie die Gemeinde (Verwaltung sowie Bürger\*innen) in öffentlichen Veranstaltungen zu informieren und damit die Basis für eine Umsetzung zu schaffen.

## 2 Allgemeine Stadt- und Quartiersanalyse

### 2.1 Räumliche Einordnung

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über die ländlich geprägten Gemeindegebiete Wustermark und Brieselang mit Fokus auf Wustermark. Diese liegen im westlichen Teil Brandenburgs auf der Höhe von Berlin im Landkreis Havelland. Damit liegt das Untersuchungsgebiet etwa 30 km westlich des Zentrums von Berlin. Neben Berlin sind in mittelbarer Umgebung die größeren Städte Potsdam und Oranienburg gelegen. Die Bundesstraße B5 stellt die wichtigste Verbindungsstraße nach Berlin dar. Zusätzlich quert die Autobahn A10 mit der Anschlussstelle Berlin-Spandau das Untersuchungsgebiet in Nord-Süd Richtung. Der Bahnhof Wustermark wird von der Regional-Express-Linie RE 4 Rathenow–Berlin–Ludwigsfelde, der Regionalbahnlinie RB 13 Wustermark–Berlin–Jungfernheide und der RB 21 Wustermark–Potsdam–Berlin Friedrichstraße bedient. Naturräumlich befindet sich das Gebiet im Nordostdeutschen Tiefland.

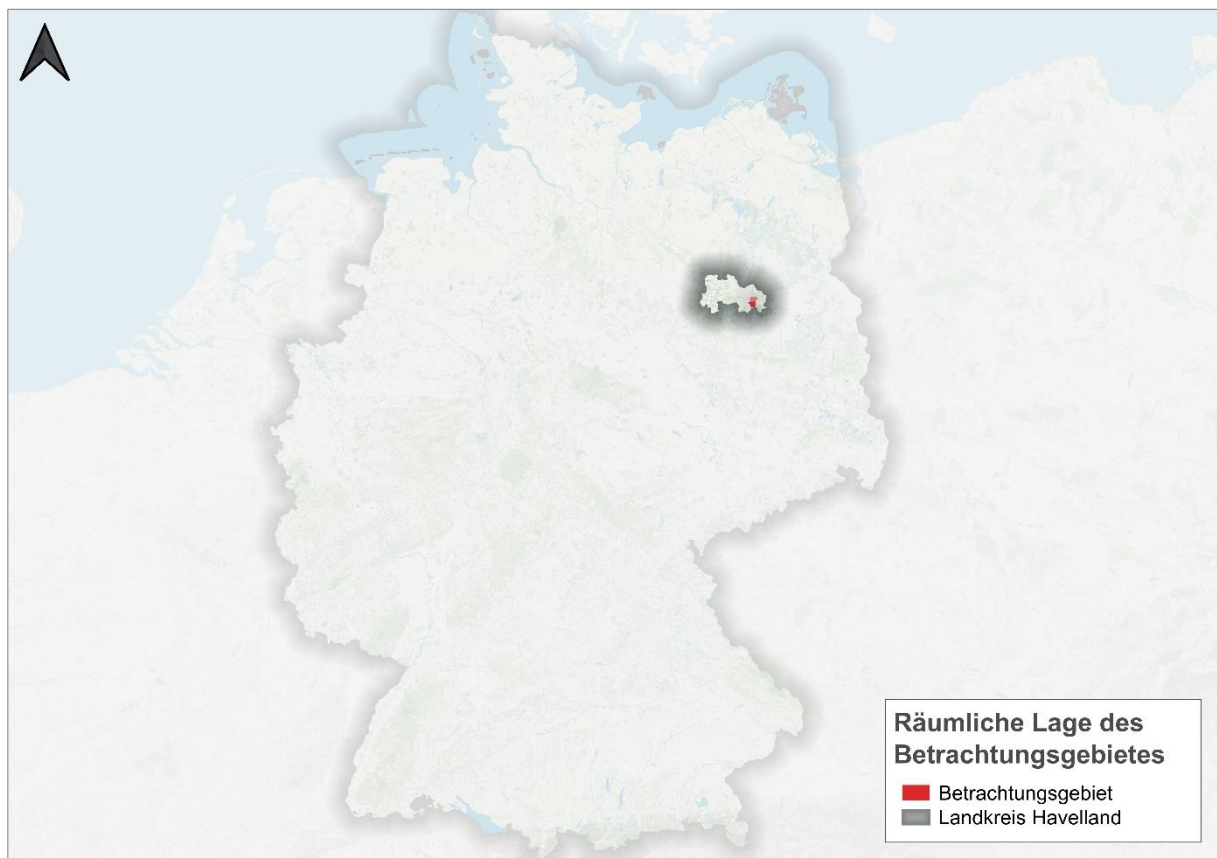


Abbildung 1 Lage des Betrachtungsgebiets

## 2.2 Betrachtungsgebiet: Wustermark (& Brieselang)

Die zuletzt registrierte Einwohnerzahl vom Juli 2023 für das gesamte Gemeindegebiet Wustermark beträgt 11.149<sup>1</sup>. Seit der Eingliederung mehrerer Gemeinden im Jahr 2005 steigt die Einwohnerzahl beständig an. Brieselang zählte zuletzt mit Stand Ende Mai 2023 13.121<sup>2</sup>.

Wustermark umfasst eine Fläche von knapp 53 km<sup>2</sup> und setzt sich aus den Ortsteilen Buchow-Karpzow, Hoppenrade, Elstal, Priort und Wustermark zusammen. Brieselang umfasst etwas über 44 km<sup>2</sup> und gliedert sich neben dem Kernort in die Ortsteile Bredow und Zeestow.<sup>3</sup>

Die prozentuale Verteilung der Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet Wustermark wie sie in Abbildung 2 dargestellt ist basiert auf der Flächenbilanz der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Land Brandenburg<sup>4</sup>. Den größten Anteil machen demnach mit 73 % die Vegetationsflächen aus. Der Anteil der Siedlungsfläche fällt gering aus, was den vorwiegend ländlichen Charakter des Gemeindeggebietes bestätigt. Im Gemeindegebiet von Brieselang ist die prozentuale Verteilung der Flächennutzung ähnlich.

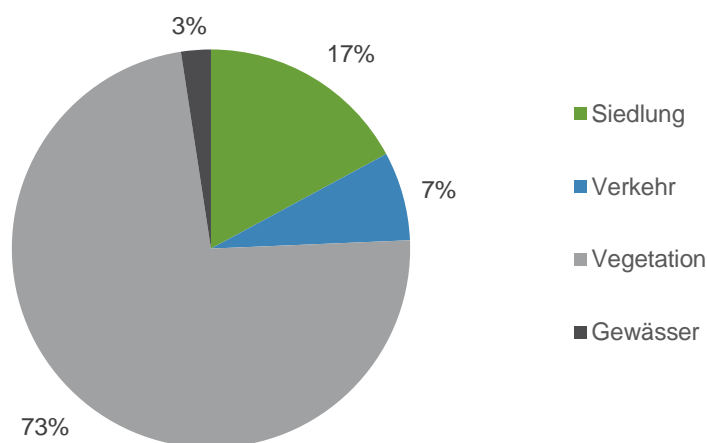


Abbildung 2 Prozentuale Verteilung der Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet Wustermark

Die Siedlungsfläche ist gleichmäßig in Wohnbebauung und Flächen für Industrie und Gewerbe unterteilt (Abbildung 3). Neben kleinteiligeren Industrie- und Gewerbeflächen in unmittelbarer Nähe zur Wohnbebauung sticht vor allem das Gewerbegebiet GVZ Berlin West -Teilfläche Wustermark nahe der Autobahnausfahrt, das Gewerbegebiet DEMEX-Park, und das Gewerbegebiet Zeestow an der B5 sowie im Norden des Untersuchungsgebiets das Gewerbegebiet GVZ Berlin West - Teilfläche Brieselang hervor. Nach aktuellem Stand sind hier mehr als 90

<sup>1</sup> <https://www.wustermark.de/ueber-wustermark/einwohner/>

<sup>2</sup> <https://www.gemeindebrieselang.de/Aktuelles/Einwohnerzahl-erneut-gestiegen.html?>

<sup>3</sup> <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>

<sup>4</sup> [https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/b5de40c08d3a7244/351809fff3cf/SB\\_A05-03-00\\_2022j01\\_BB.pdf](https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/b5de40c08d3a7244/351809fff3cf/SB_A05-03-00_2022j01_BB.pdf)

Unternehmen unterschiedlicher Branchen ansässig, wobei viele im Sektor Logistik zu verorten sind. Abseits dessen findet sich im Südosten des Gemeindegebietes Wustermark noch das Olympische Dorf sowie Karl's Erlebnisdorf an der B5, das wesentlich erweitert werden soll.



Abbildung 3 Untersuchungsgebiet Wustermark & Brieselang<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Geodaten © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA

Das geplante Rechenzentrum befindet sich im Zentrum des Untersuchungsgebiets im Norden des Gemeindegebietes Wustermark an der B5.

## 2.3 Stadtstruktur und Städtebau

Das Betrachtungsgebiet ist von Wohngebieten mit Einfamilienhäusern und großzügigen Gärten sowie von an der Gartenstadt orientierten Reihenhäusern gekennzeichnet. Vereinzelt gibt es auch Mehrfamilienhäuser. Besonders im Ortsteil Elstal sind einige, meist zweistöckige, Mehrfamilienhäusersiedlungen vorhanden.

Brieselang besteht vorrangig aus unterschiedlich dicht angelegten Einfamilienhäusersiedlungen. Verstreut sind auch Reihenhäuser- und Doppelhaussiedlungen sowie zweistöckige Mehrfamilienhäuser zu finden. Im Allgemeinen sind beide Betrachtungsgebiete durch eine übersichtliche Gliederung, lockere Bebauung und einen hohen Grünanteil charakterisiert.

Neben den knapp 8.000 Wohngebäuden sind ca. 11 % der nach ALKIS erfassten Gebäude dem Bereich Wirtschaft und Gewerbe zuzuordnen. Rund 1 % der Gebäude dienen für öffentliche Zwecke. Alle weiteren Gebäude sind entweder nicht spezifizierbar oder wurden aufgrund einer Nettogrundfläche kleiner 50 m<sup>2</sup> als Nebengebäude eingeordnet.

Tabelle 1 Anzahl und Verteilung der erfassten Gebäude nach Gebäudefunktion

Gebäudefunktion	Anzahl Gebäude	Anteil an Gesamt [%]
Wohngebäude	7.652	45
Gebäude für öffentliche Zwecke	130	1
Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	1.876	11
Nebengebäude	6.430	38
Nicht zu spezifizieren	740	4
<b>Gesamt</b>	<b>16.828</b>	<b>100</b>

Der Wohngebäudebestand setzt sich aus Einfamilien- und Reihenhäusern, Mehrfamilienhäusern sowie großen Mehrfamilienhäusern zusammen. Eine Übersicht für das Gemeindegebiet von Wustermark und Brieselang ist der Abbildung 4 zu entnehmen.



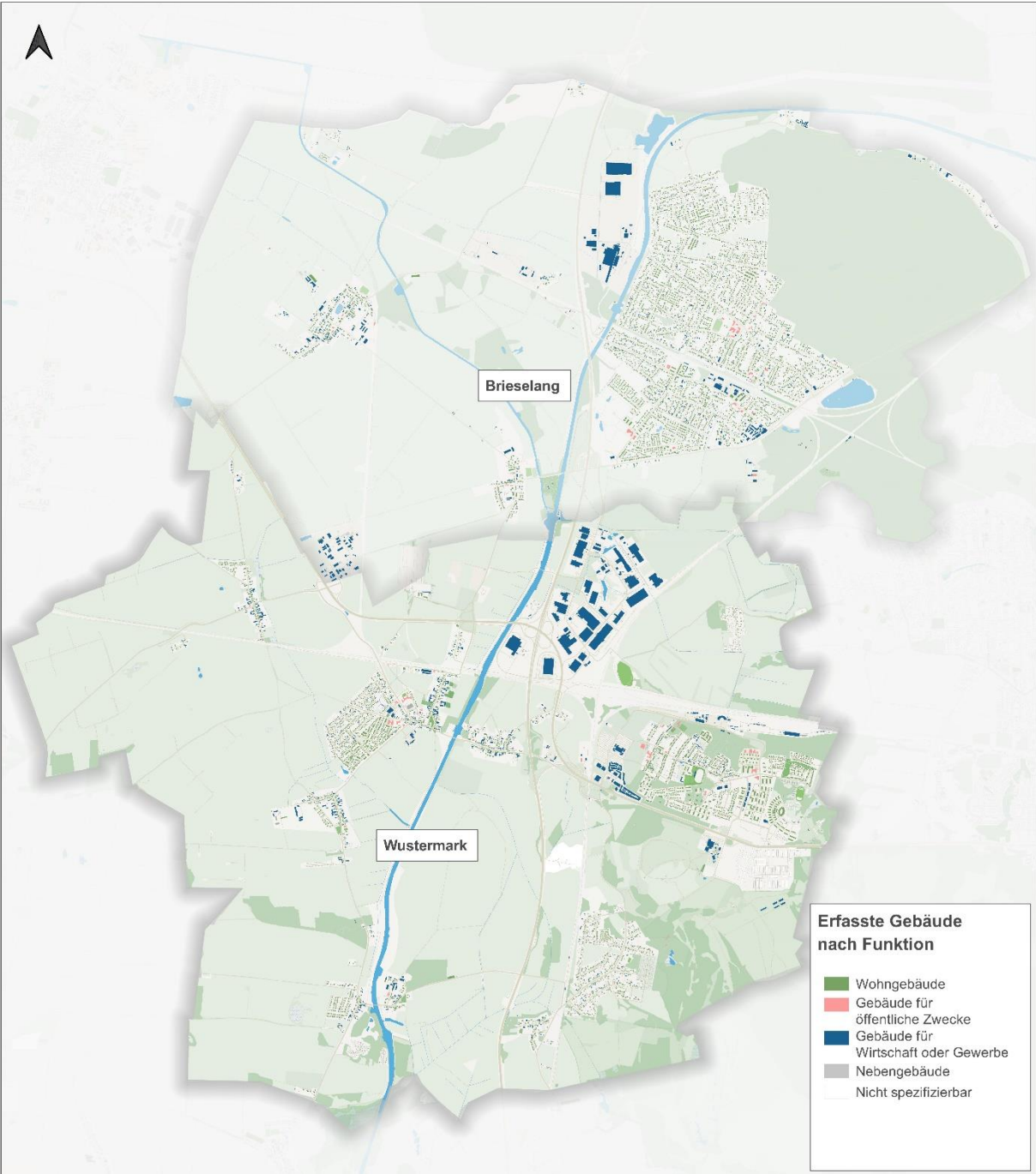


Abbildung 4 Überblick erfasster Gebäude



## 2.4 Betrachtungsgebiet: Rechenzentrum

Im Rahmen der Erschließung von zwei Entwicklungsgebieten soll im Gemeindegebiet Wustermark an zwei Standorten ein Rechenzentrum errichtet werden. Als Projektentwickler plant die CDW Commercial Development Wustermark GmbH (CDW GmbH) in Kooperation mit dem durch Vorvertrag gebundenen Betreiber, der VIRTUS Data Centres Properties Ltd., den stufenweisen Bau des Rechenzentrums mit einer Anschlussleistung bis zu 300 MW<sub>el</sub> nach Fertigstellung des Bauwerkes.

Das Rechenzentrum soll zu etwa zwei Dritteln im westlichen Plangebiet W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“ durch den Projektentwickler CDW GmbH und zu einem Drittel im östlichen Plangebiet W 5 durch den Projektentwickler DIBAG Industriebau AG (DIBAG AG) errichtet werden. Eine Verortung der BPlan-Gebiete sowie die Darstellung des Geltungsbereiches des Rechenzentrums im BPlan-Gebiet W 49 kann den nachfolgenden Abbildungen entnommen werden.



Abbildung 5 BPlan-Gebiet nach Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Bebauungsplan Nr. W49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“ – räumlicher Geltungsbereich (Vorentwurf), Stand 02.2023

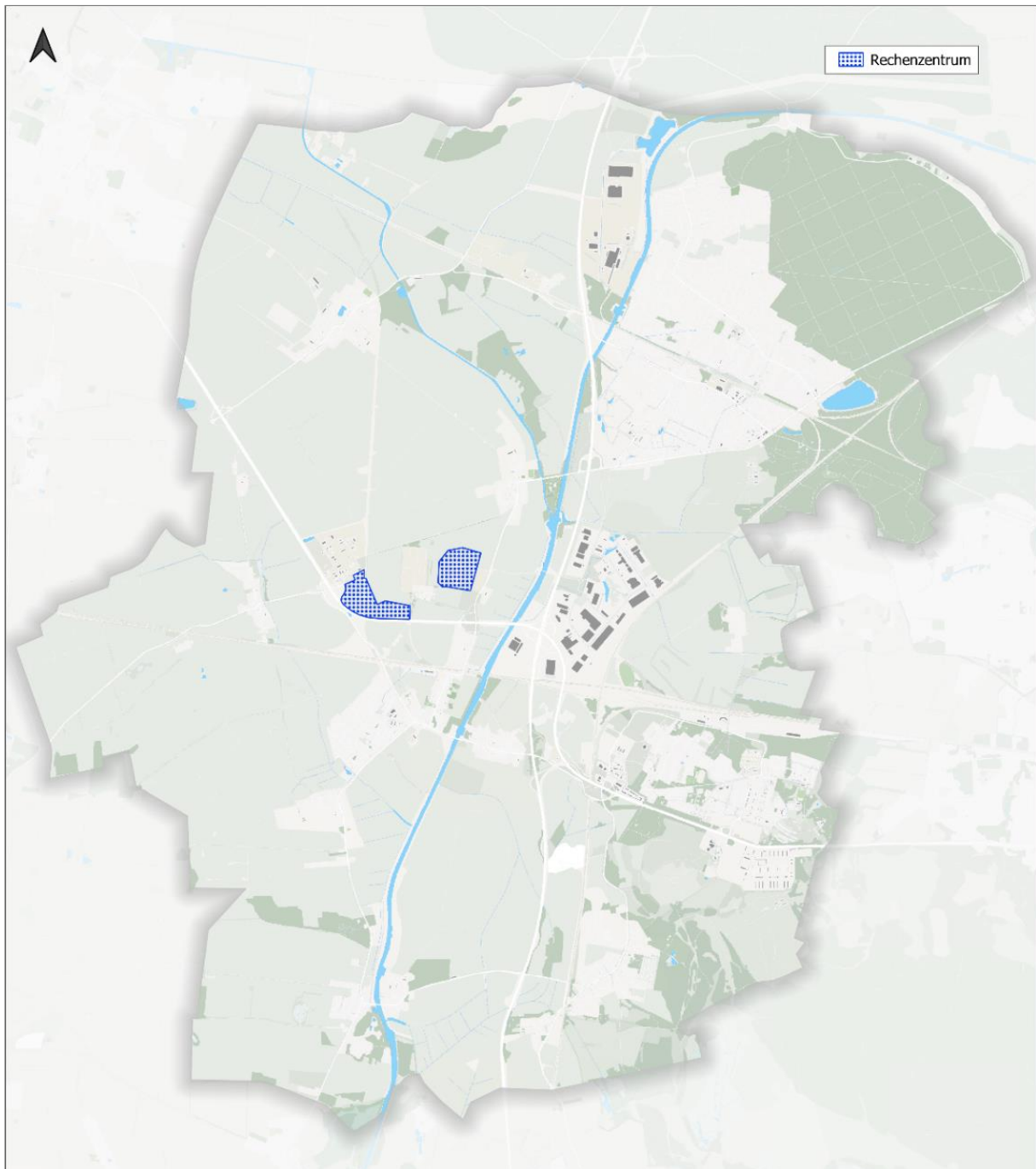


Abbildung 6 Lageplan mit Verortung der BPlan-Gebiete (West: BPlan-Gebiet W49; Ost: BPlan-Gebiet W5)

Die aus der elektrischen Anschlussleitung abgeleiteten thermischen Abwärmepotenziale des geplanten Rechenzentrums werden weiterführend im Kapitel 4.2 beschrieben.

## 2.5 Räumliche Planungen und Strategien

Im Folgenden werden bestehende Planungen, Strategien und Ziele für Wustermark kurz erläutert, die für die Erstellung des vorliegenden Konzeptes von Bedeutung sind.

### 2.5.1 Klimaschutzkonzept

Für die Gemeinde Wustermark wurde das seit 2014 bestehende Klimaschutzkonzept im Jahr 2022/23 fortgeschrieben. Die Energie- und THG-Bilanzen ergaben folgendes Bild (Abbildung 7). Für die Gemeinde Brieselang wird gegenwärtig ein Klimaschutzkonzept erarbeitet.

Der Gesamtendenergieverbrauch der Gemeinde Wustermark betrug im Bilanzjahr 2019 etwa 455.415 Megawattstunden (MWh). Daraus geht ein Gesamtausstoß an THG-Emissionen von 148.786 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-eq) hervor. Den größten Anteil nehmen hierbei die fossilen Kraftstoffe mit über 50 % der Emissionen sowie die Endenergieverbräuche ein.

Bei der Bilanzanalyse wurde hervorgehoben, dass die Umstellung auf erneuerbare Energien einen positiven Effekt auf die THG-Bilanz hat. Dieser fällt deutlich im Bereich der erneuerbaren Wärmeerzeugung aus. Ein Anteil von 1,9 % des Endenergieverbrauchs verursacht durch die erneuerbaren Energieträger lediglich 0,5 % der Emissionen.

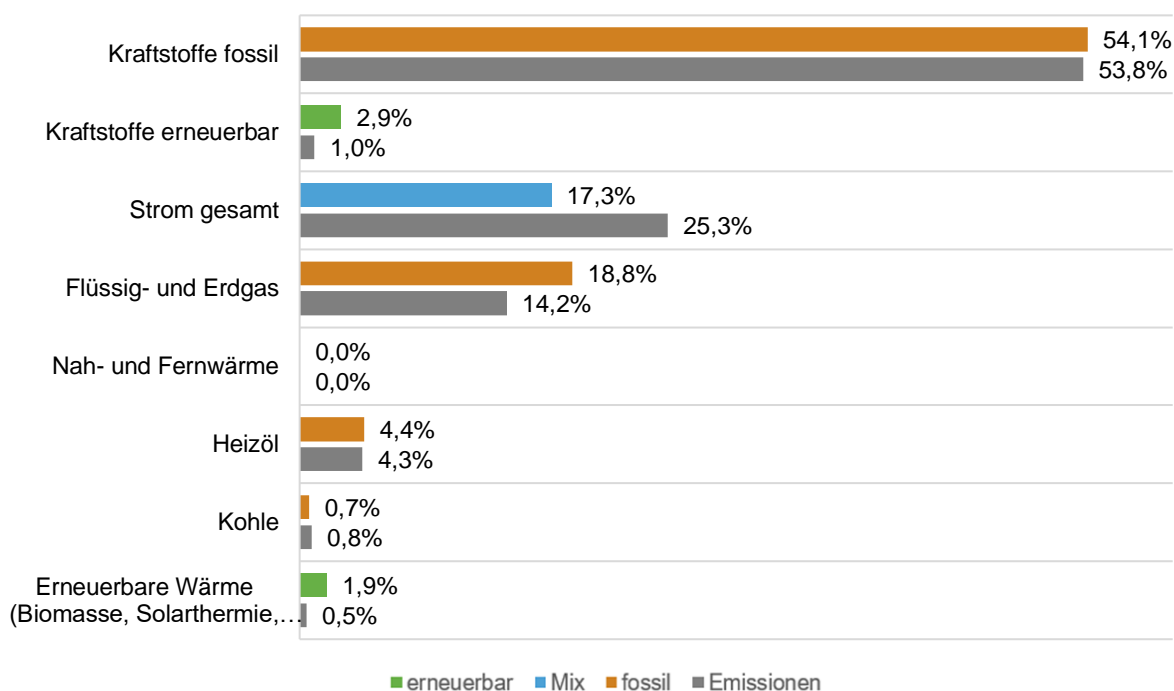


Abbildung 7 Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen nach Energieträgern, 2019. Oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen

Da unabhängig aller Bestrebungen zur Verbrauchsreduktionen auch zukünftig immer ein Wärmebedarf bestehen wird, ist es für eine umfassende Emissionsminderung somit unabdingbar, den Anteil der fossilen Brennstoffe zu minimieren. Dabei kann ein Ersatz lokaler Wärmeerzeuger durch Nah- und Fernwärmenetze bereits für deutliche Reduktion sorgen, langfristig muss aber der Anteil erneuerbarer Erzeugung maximiert werden.

Im Wärmesektor wird die Wärme der Gebäude im Betrachtungsgebiet mit 93,5 % noch immer zum überwiegenden Anteil rein durch fossile Energieträger erzeugt. Etwa 6,5 % der Wärmeerzeugung erfolgt gänzlich oder zum Teil erneuerbar. Dabei hat die Versorgung über Holzverbrennung mit 3 % den höchsten Anteil (Abbildung 8).

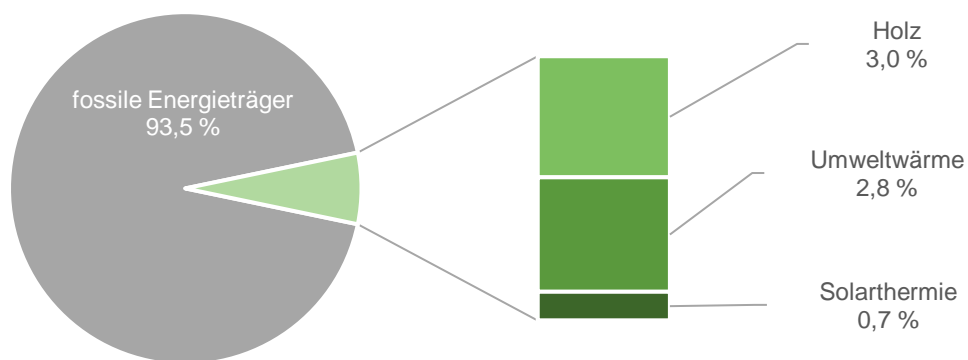


Abbildung 8 Verteilung der Wärmeerzeugung der Stadt Wustermark, 2019

Die Anteile des Endenergieverbrauchs und der THG-Emissionen der Wärmeversorgung in Wustermark im Bilanzjahr 2019 schlüsseln sich folgendermaßen nach Energieträgern auf (Abbildung 9). Gas hat den größten Anteil der THG-Emissionen und des Endenergieverbrauchs mit über 70 %. Heizöl folgt mit 17,2 %. Nah- und Fernwärme tragen aktuell noch nicht zur Wärmeversorgung bei.

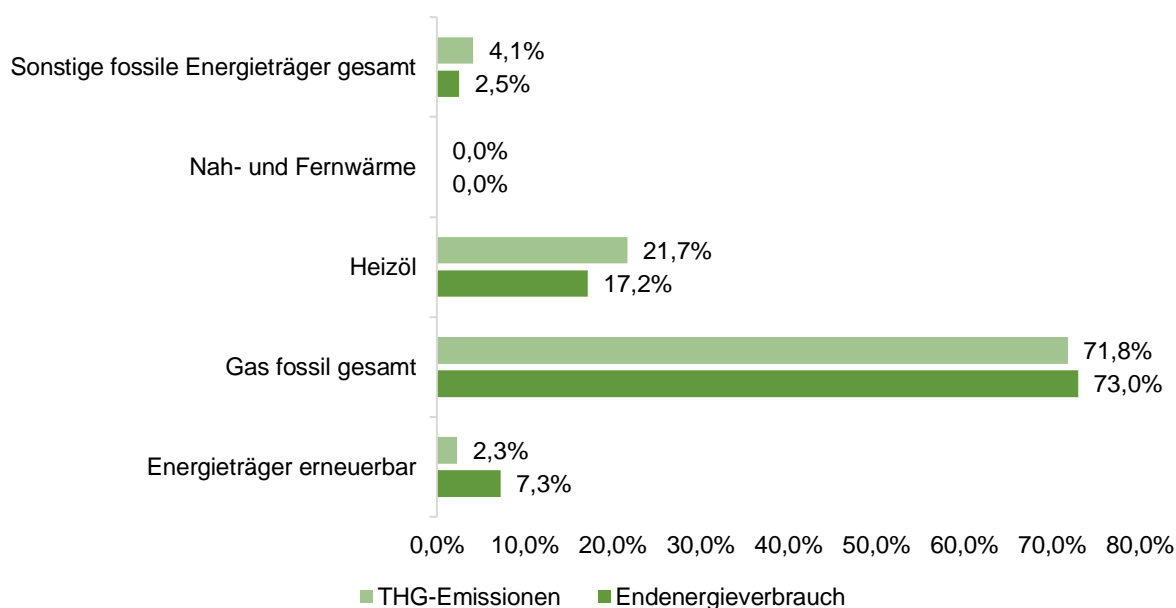


Abbildung 9 Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Wustermark, 2019

Die Endenergieverbräuche und THG-Emissionen und deren Anteile an der Gesamtwärmeversorgung sind in folgender Tabelle nach Energieträgern aufgeführt (Tabelle 2).

Tabelle 2 Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Wustermark, 2019

Energieträger gruppiert	Endenergieverbrauch		THG-Emissionen	
	[MWh]	Anteil [%]	[t CO <sub>2</sub> -eq]	Anteil [%]
Energieträger erneuerbar	8.488	7,3	687	2,3
Gas fossil gesamt	85.406	73,0	21.184	71,8
Heizöl	20.133	17,2	6.402	21,7
Nah- und Fernwärme	0	0,0	0	0,0
Sonstige fossile Energieträger gesamt	2.971	2,5	1.221	4,1

## 2.5.2 Bebauungspläne

Innerhalb des Fokusgebiets Wustermark bestehen folgende B-Plan-Gebiete bzw. Plan- und Entwicklungsgebiete (Tabelle 3). Diese Entwicklungsgebiete sind an unterschiedlichen Orten des Gemeindegebiets geplant.

So sind E 36B und E 36C/D im äußersten Osten des Ortsteils Elstal zu verorten. E 44 und E 47 befinden sich im Ortsteil Elstal an der Rosa-Luxemburg-Allee und E 43 am Nordrand des Ortsteils Elstal an der Bahnhofstraße. E46 stellt das künftige Karls Erlebnisdorf dar und befindet sich im Süden des Ortsteils Elstal an der Bundesstraße B5. Das Entwicklungsgebiet W 5 befindet sich an der B5 und L202 in unmittelbarer räumlicher Nähe zum geplanten Rechenzentrum.

Wie in Tabelle 3 dargestellt, ist die voraussichtliche Art der Bebauung und die Bebauungsstruktur differenziert. Zudem unterscheiden sich die Gebiete hinsichtlich ihrer voraussichtlichen Gebäudegrundfläche. Die einzelnen Plan- und Entwicklungsgebiete sind nochmals in Abbildung 10 dargestellt.

Tabelle 3 Übersicht der Bebauungspläne in Wustermark

B-Plan-Nr.	Bezeichnung	Nutzungs-aufnahme	Bebauungs-struktur	Art der Bebauung	Gebäudegrundfläche der Verbraucher	
					[m <sup>2</sup> ]	[%]
E 36B	Olympisches Dorf	schrittweise ab 2025	Mischbebauung	MFH; KiTa; Garage	21.329	5,30
E 36C/D	Olympisches Dorf	schrittweise ab 2028	Mischbebauung	MFH; KiTa; Garage	20.322	5,05
E 43	Bahntechnologie Campus - Teilgebiet Ost	schrittweise ab 2026	Mischbebauung	MFH; Garagen; Hallenbauten	12.300	3,06
E 44	Heidesiedlung Nord	2025-2027	Mischbebauung	MFH; Nahversorger; KiTa	8.997	2,24
E 46	Karls	schrittweise ab 2025	Mischbebauung	Freizeitpark mit Unterkünften	204.159	50,77
E 47	Rosa-Luxemburg-Allee Mitte	2027/2028	Wohnbebauung	MFH	73.64	< 0,02
W 5	Gewerbegebiet Nord	schrittweise ab 2024	Gewerbebebauung	Industrie und Handel, inkl. Rechenzentrum	135.040 <sup>1)</sup>	33,58
W 49	Gewerbegebiet Nordwest	schrittweise ab 2024	Gewerbebebauung	Industrie, aussch. Rechenzentrum	0 <sup>1)</sup>	0,00

- 1) Die Angaben zur Gebäudegrundfläche beziehen sich ausschließlich auf die Gebäude, die als Abnehmer der Abwärme gelten. Die Flächen der Rechenzentren in W5 und W49 sind somit nicht enthalten.





Abbildung 10 Plan- & Entwicklungsgebiete in Wustermark

Im nördlichen Gemeindegebiet Brieselang besteht u.a. ein weiteres relevantes Entwicklungsgebiet in der Nähe der Ortschaft Zestrow, welches sich nördlich der BPlan-Gebiete des untersuchten Rechenzentrums befindet, in Planung. Da im Rahmen der Vorstudie keine weiterführenden Informationen erhoben werden konnten, gilt dies in weiterführenden Untersuchungen erneut mit einzubeziehen und wird demnach in den nachfolgenden Analysen nicht weiter berücksichtigt.

## 3 Bestandsanalyse

### 3.1 Wärmebedarf

Um zu bestimmen, zu welchen Teilen die Abwärme des geplanten Rechenzentrums genutzt werden kann, wird zunächst der Wärmebedarf in den bestehenden Gebäuden und Plangebietten erhoben. Im Folgenden wird erläutert, wie der Wärmebedarf neben tatsächlichen Verbrauchswerten über eine katasterbasierte Analyse ermittelt werden kann.

#### 3.1.1 Gebäude

##### Methodik der Datenerfassung und -darstellung

Um den Gebäudebestand analysieren zu können, wird eine umfangreiche Datenbasis zu energiebezogenen Kenngrößen benötigt. Dafür wurden einerseits öffentlich zugängliche Geodaten (ALKIS-Daten, 3D-Gebäudemodell-Daten in Form von LoD2, ZENSUS 2011 Daten) ausgewertet sowie energiebezogene Daten von potenziellen Schlüsselkunden über Abfragelisten ermittelt.

##### Abfrage energiebezogener Daten

###### Kommunale Gebäude

Kommunale Gebäude stellen aufgrund ihrer Funktion und den Eigentumsverhältnissen potenzielle Schlüsselkunden dar. Deshalb wurden für die kommunalen Gebäude in Wustermark über ausgefüllte Abfragelisten folgende Angaben ermittelt:

- Liegenschaftsname
- Adresse
- Nutzungsart/Gebäudefunktion
- Baujahr
- Brutto- und Nettogrundfläche
- Denkmalschutzstand
- Art der Heizungsanlage und Energieträger
- Verbrauchswerte für Wärme und Strom 2019 und 2022
- Interessensbekundung zum Anschluss an das Fernwärmenetz



Für die kommunalen Gebäude der Gemeinde Brieselang konnten keine energiebezogenen Daten ermittelt werden, da eine Antwort auf die versandte Abfrageliste ausblieb.

### Gebäude von Wohnungsunternehmen

Zusätzlich zu den kommunalen Gebäuden stellen auch Wohnungsunternehmen mit Gebäuden im Betrachtungsgebiet potenzielle Schlüsselkunden mit größeren Abnahmemengen dar. Deshalb wurden für diese über ausgefüllte Abfragelisten folgende Angaben ermittelt:

- Liegenschaftsname
- Adresse
- Nutzungsart/Gebäudefunktion
- Interessensbekundung zum Anschluss an das Fernwärmenetz

Insgesamt wurden 14 Wohnungsunternehmen mit Gebäuden im Betrachtungsgebiet identifiziert und abgefragt. Davon erfolgte von acht Wohnungsunternehmen eine positive Rückmeldung mit grundsätzlichem Interesse ihre Gebäude an das geplante Fernwärmenetz anzuschließen, inklusive Nennung ihrer anzuschließenden Liegenschaften. Von den restlichen Wohnungsunternehmen kam eine Absage und sonst blieb die Anfrage unbeantwortet.

### Private Unternehmen

Neben den Wohnungsunternehmen wurden auch private Unternehmen anderer Branchen hinsichtlich energiebezogener Daten und ihrem Interesse an einem Fernwärmeanschluss abgefragt. Dabei wurde der Fokus auf energieintensive Unternehmen als Unternehmen mit besonderer Relevanz gelegt, um potenzielle Schlüsselkunden mit größeren Abnahmemengen zu identifizieren. Als energieintensiv werden Unternehmen eingestuft, welche aufgrund ihrer Branche voraussichtlich hohe Wärmeenergiebedarfe für Raumwärme und/oder Prozesswärme zeigen. Typische Wirtschaftszweige mit hohen Wärmebedarfen sind unter anderem die Metallherstellung & -bearbeitung, Chemieindustrie, Verarbeitung von Steinen & Erden, Papiergewerbe, Ernährung & Tabak, Maschinen- oder Fahrzeugbau sowie Gummi- & Kunststoffwarenherzeugung.<sup>7</sup>

Für die Identifikation von privaten Unternehmen und deren Liegenschaften im Betrachtungsgebiet und die Auswahl von potenziell energieintensiven Betrieben wurde ein iterativer Prozess mit folgenden Schritten durchgeführt:

1. Abfrage von wichtigen Gewerbegebieten bei der Wirtschaftsförderung Osthavelland<sup>8</sup>
2. Online-Recherche nach Unternehmen mit Liegenschaften/ Betrieben im Betrachtungsgebiet

---

<sup>7</sup> [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2021/02/Anwendungsbilanz\\_Industrie\\_2021\\_finanz\\_20221222.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2021/02/Anwendungsbilanz_Industrie_2021_finanz_20221222.pdf)

<sup>8</sup> <http://www.osthavelland.com/seite/150201/gewerbegebiete.html>

3. Diskussion und Ergänzung der erstellten Unternehmensliste mit der Gemeinde
4. Kondensation der Unternehmensliste auf potenziell energieintensive Unternehmen auf Basis der Branchenzugehörigkeit & Websiteauftritten der einzelnen Unternehmen

Insgesamt konnten über die Schritte 1-3 107 private Unternehmen (47 im Gemeindegebiet Wustermark, 60 im Gemeindegebiet Brieselang) mit Liegenschaften/Betrieben im Betrachtungsgebiet identifiziert werden. Diese verteilen sich insbesondere auf die Gebiete GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark, GVZ Berlin West - Teilfläche Brieselang, Gewerbegebiet Zeestow, Innenstadt Brieselang und DEMEX-Park, aber in Teilen auch weitere Gebiete. Die identifizierten Unternehmen zeigen unterschiedlichste Branchenzweige, von Handwerksbetrieben und Einzelhandel über Lebensmittelherstellung- & vertrieb, Logistik & Distribution, Papiergewerbe, Metallbearbeitung bis hin zu Vergnügungs- und Themenparks.

Von den 47 Unternehmen im Gemeindegebiet Wustermark wurden zehn Unternehmen als besonders relevant aufgrund eines potenziell hohen Wärmebedarfs eingestuft und hinsichtlich energiebezogener Daten und dem Anschlussinteresse angefragt. Davon gab es von drei Unternehmen eine positive Rückmeldung. Im Gemeindegebiet Brieselang wurden sieben Unternehmen als besonders relevant eingestuft und angefragt. Davon gab es von zwei Unternehmen eine positive Rückmeldung.

Bei der Abfrage der privaten Unternehmen wurden über ausgefüllte Abfragelisten folgende Angaben ermittelt:

- Unternehmensname
- Adresse
- Wirtschaftszweig
- Art der Heizungsanlage und Energieträger
- Verbrauchswerte für Raumwärme & Trinkwarmwasser sowie Prozesswärme
- Vorlauftemperaturen der Heizung und von wärmegeführten Prozessen
- Interessensbekundung zum Anschluss an das Fernwärmenetz

## Räumliche Analyse des Wärmebedarfs

Den Einstiegspunkt der weiteren Betrachtung stellt die möglichst realitätsnahe Darstellung des Wärmebedarfs aller Gebäude des Betrachtungsgebiets dar. Dies erfolgt über eine katasterbasierte Wärmebedarfsanalyse. Ziel dieser Betrachtung ist die Identifikation von Gebäuden mit hohem Potenzial für die Energieversorgung mittels Abwärme aus dem Rechenzentrum und eine Sanierung der Gebäudehülle oder Modernisierung der Anlagentechnik. Die katasterbasierte Bedarfsanalyse beruht auf folgender Methodik:

Anhand der ALKIS-Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters liegen alle Gebäude des Betrachtungsgebiets georeferenziert vor. Diesen Gebäuden ist von öffentlicher Stelle aus bereits ihre Funktion zugeordnet. Es ist also bekannt, ob ein Gebäude beispielsweise als Wohngebäude, Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe oder zur Ausübung eines öffentlichen Zwecks

dient. Durch örtliche Verschneidung mit den bundesweit vorhandenen 3-D-Gebäudemodellen der LOD2-Daten („level of detail“), wird den Gebäuden des amtlichen Liegenschaftskatasters ihre realitätsgetreue Kubatur zugeordnet. Abbildung 11 verdeutlicht den Unterschied zwischen LOD1- und LOD2-Daten<sup>9</sup>.

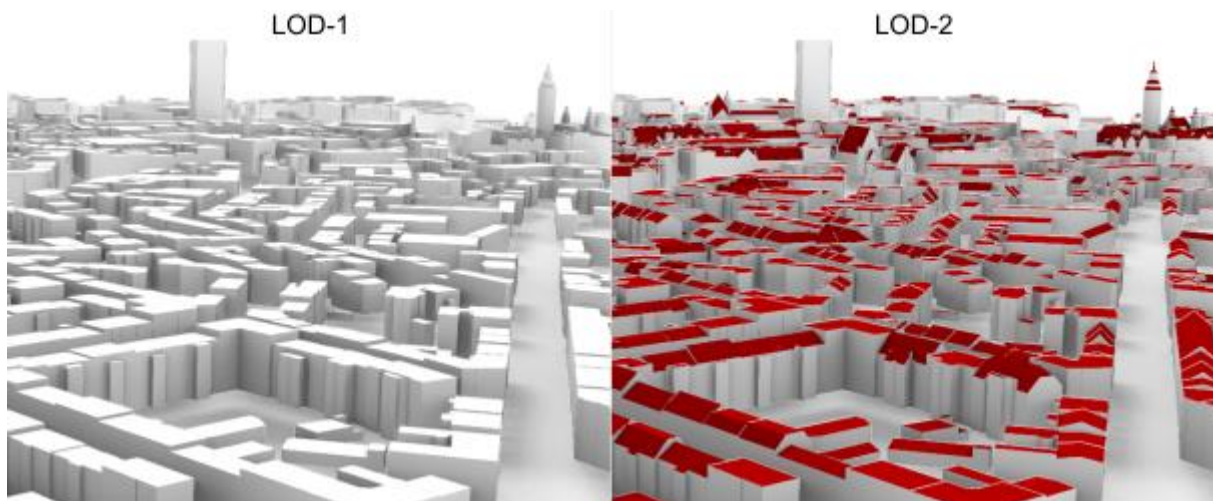


Abbildung 11 LOD1-Modelle links und LOD2-Modelle rechts

Da die Gebäude somit maßstabsgetreu vorliegen, kann deren Grundfläche bestimmt werden. Als Produkt aus den Angaben der Geschosshöhe und der Gebäudegrundfläche ergibt sich die Bruttogrundfläche. Über Umrechnungsfaktoren nach „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“ des BMWi<sup>10</sup> wird die Nettogrundfläche eines jeden Gebäudes ermittelt.

Speziell dieser Wert wird benötigt, da die flächenspezifischen Faktoren der Bedarfsrechnung auf die Nettogrundfläche bezogen sind. Bevor diese jedoch angewendet werden, erfolgt auf Grundlage der vorliegenden Gebäudedaten eine Kategorisierung der erfassten Gebäude. Alle Gebäude, deren Nettogrundflächen nicht größer als 50 m<sup>2</sup> sind, werden als Nebengebäude kategorisiert und für die weitere Analyse nicht weiter betrachtet. Dies betrifft vor allem Gebäude wie Schuppen und Garagen, die in der Realität nicht beheizt werden und somit keinen Wärmebedarf besitzen. Die übrigen Gebäude werden entsprechend ihrer Funktionszuordnung als Wohn- bzw. Nichtwohngebäude eingeordnet.

Mittels Funktionszuordnung und Gebäudetyp werden flächenspezifische Bedarfswerte für Wärme für jedes einzelne Gebäude nach Typ und Funktion bestimmt. Die Ermittlung der

<sup>9</sup> Während LOD1-Daten nur die quaderartigen Strukturen der Gebäude in Form von Grundflächen und Höhen beinhalten, ergänzen LOD2-Daten das Modell um die Kubatur der Dachfläche inkl. Ausrichtung und Neigung. Sie sind damit der Schlüssel für eine qualifizierte Aussage zum Gebäudevolumen sowie bspw. der Eignung der Dachteilflächen für eine solare Energieerzeugung.

<sup>10</sup> BMWi (2021): Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, abrufbar unter: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/GZb2vJQJe1XCpSyM6h?2>

spezifischen Bedarfswerte erfolgt für Wohngebäude auf Grundlage der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU). Diese beinhaltet flächenspezifische Heizwärme- und Warmwasserbedarfe für unterschiedliche Gebäudetypen verschiedener Baujahre und Anbausituationen. So wird zum Beispiel zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern unterschieden. Für die Nichtwohngebäude werden die spezifischen Bedarfswerte auf Grundlage der Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden vom BBSR<sup>11</sup> genutzt.

Aus Basis der spezifischen Bedarfswerte und der NGF kann der absolute Wärmebedarf pro Gebäude berechnet werden.

Die Abschätzung der dazugehörigen Heizlasten eines jeden Gebäudes erfolgt entsprechend des Quotienten aus dem berechneten Wärmebedarf und der jährlichen Vollbenutzungsstunden (Vbh). Die Höhe der Vbh wird nach dem Leitfaden „Abwicklung von Standardlastprofilen Gas“ des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW)<sup>12</sup> bestimmt und der jeweiligen Gebäudekategorie nach BWZK<sup>13</sup> zugeordnet.

Für vereinzelte Gebäude kann der spezifische Wärmebedarf oder der absolute Wärmebedarf aus folgenden Gründen nicht oder nur schätzungsweise ermittelt werden:

- Es ist keine Zuordnung des Gebäudes zu entsprechenden LOD2-Daten möglich, da der LOD2-Datensatz zu dem Gebäude unvollständig nicht aktuell ist. Hierfür wird eine Mindestgeschossanzahl von eins angenommen.
- Die Gebädefunktion nach ALKIS zeigt keine eindeutige Zuordnung. Hierbei wird für Nichtwohngebäude ein spezifischer Wärmebedarf von 110 kWh/m<sup>2</sup>\*a und für Wohngebäude ein Raumwärmebedarf von 130 kWh/m<sup>2</sup>\*a sowie Trinkwarmwasserbedarf von 10 kWh/m<sup>2</sup>\*a angenommen
- Das Gebäude hat eine NGF < 50 m<sup>2</sup>. Damit erfolgt die Annahme eines unbeheizten Nebengebäudes

Die resultierenden Wärmebedarfe werden abschließend mit den erhobenen realen Verbrauchsdaten verschnitten.

## Katasterbasierte Gebietsanalyse (Grobanalyse)

Auf Basis der zuvor beschriebenen Methodik erfolgt die Bedarfsanalyse für Wärme.

Die Geodaten-basierte Wärmebedarfsanalyse ergab in einem ersten Schritt einen Überblick über den Gebäudebestand und das Bestehen von 3D-Gebäudedaten, welche für die Ermittlung des Wärmebedarfs nötig sind. Insgesamt sind für 2.100 Gebäude keine 3D-Daten

---

<sup>11</sup> BBSR (2019): Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden, abrufbar unter: [tps://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-20-2019.html;jsessionid=90B81C6CA064B31006B9240A7E9B17BF.live11312](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-20-2019.html;jsessionid=90B81C6CA064B31006B9240A7E9B17BF.live11312)

<sup>12</sup> BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016).

<sup>13</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2016).

vorhanden, wovon 1.271 der Gebädefunktion Wohngebäude und 500 der Funktionskategorie NWG zuzuordnen sind und 329 nicht spezifizierbar sind. Für diese wurde eine Geschosszahl von mindestens eins angenommen, um einen Wärmebedarf abzuschätzen.

Um diese Annahme ergänzt ergibt sich für das gesamte Betrachtungsgebiet ein Wert von 260,21 GWh/a. Davon verteilen sich 154,50 GWh/a auf Wohngebäude und die restlichen 105,45 GWh/a auf die Nichtwohngebäude sowie 0,25 GWh/a auf nicht spezifizierbare Gebäude. Einen Überblick über den gebäudespezifischen absoluten Wärmebedarf gibt Abbildung 12.

Für das Fokusgebiet, die Gemeinde Wustermark ergibt sich ein Wärmebedarf von 141,11 GWh/a. Davon verteilen sich 71,08 GWh/a auf Wohngebäude und 70,03 GWh/a auf NWG. Im erweiterten Betrachtungsgebiet Brieselang beträgt der Wärmebedarf 119,10 GWh/a, wovon 83,42 GWh/a Wohngebäuden zu zuordnen sind und die verbleibenden 35,68 GWh/a den NWG.

Innerhalb des Fokusgebiets, dem Gemeindegebiet Wustermark, zeigt sich eine Konzentration der Gebäude mit hohen Wärmebedarfen in Ortsteilen Wustermark und Elstal sowie den Gewerbegebieten GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark und DEMEX-Park. Im erweiterten Betrachtungsgebiet, dem Gemeindegebiet Brieselang sind die Gewerbegebiete Zeestow und das GVZ Berlin West - Teilfläche Brieselang sowie der Ortsteil Brieselang zu nennen.

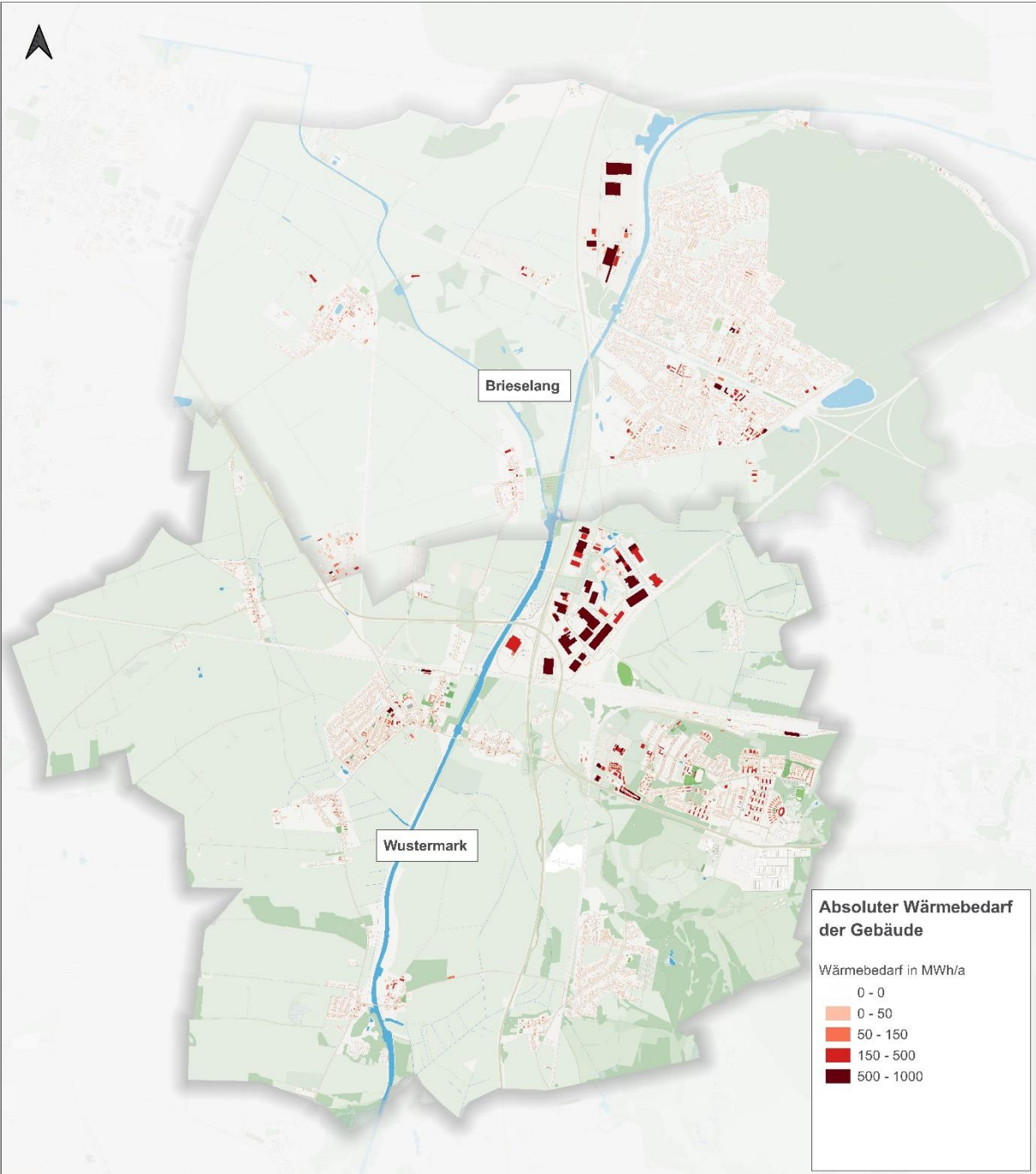


Abbildung 12 Absoluter Wärmebedarf

## Betrachtung einzelner Kategorien (Feinanalyse)

Auf Basis der Datenabfrage konnten die in Abbildung 13 dargestellten Gebäude als potenzielle Schlüsselkunden identifiziert werden.<sup>14</sup>

Innerhalb des Fokusgebiets, dem Gemeindegebiet Wustermark, zeigt sich eine Konzentration potenzieller Schlüsselkunden in den Ortsteilen Wustermark und Elstal sowie den Gewerbegebieten GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark und DEMEX-Park. Im erweiterten Betrachtungsgebiet, dem Gemeindegebiet Brieselang ist das Gewerbegebiet Zeestow sowie der Ortsteil Brieselang zu nennen.

### Kommunale Gebäude

Nachfolgend werden die kommunalen Gebäude des Fokusgebiets, die Gemeinde Wustermark, einer energetischen Betrachtung unterzogen, da die Kommune unmittelbaren Einfluss auf den Anschluss an ein potenzielles Nahwärmenetz nehmen kann. Für das erweiterte Betrachtungsgebiet, die Gemeinde Brieselang, lagen bis Redaktionsschluss keine Verbrauchsdaten von kommunalen Gebäuden vor. Somit beziehen sich die nachfolgenden Auswertungen ausschließlich auf kommunale Gebäude in Wustermark.

Der kommunale Gebäudebestand der Gemeinde Wustermark umfasst 25 Funktionsgebäude verschiedener Nutzungsarten. Davon wurden für 17 Gebäude (Rathaus und Grundschule Wustermark stellen einen gemeinsamen Verbraucher dar) Verbrauchsdaten für die Jahre 2019 bis 2022 eingereicht. Diese werden alle mit Erdgas beheizt. Zwei weitere Gebäude werden mit Heizöl beheizt, aber für diese liegen keine Verbrauchsdaten vor. Die restlichen Gebäude stehen entweder nicht im Eigentum der Gemeinde, da gemietet oder gepachtet, sind nicht beheizt oder wurden abgerissen.

Von den 18 Gebäuden mit Verbrauchsdaten wurde 11 Gebäuden eine hohe Priorität für einen Fernwärmeanschluss durch die Gemeinde zugewiesen. Zudem wurden auch den zwei Heizölbeheizten Gebäuden eine hohe Priorität für einen Fernwärmeanschluss zugeordnet. Den restlichen wurde eine geringe bzw. mittlere Priorität zugewiesen.

Die Priorität für einen Fernwärmeanschluss und der mittlere Wärmeenergieverbrauch in den Jahren 2019 bis 2022 pro kommunales Gebäude ist in Abbildung 14 dargestellt.

---

<sup>14</sup> Unternehmen im erweiterten Betrachtungsgebiet Brieselang, welche nicht in unmittelbarer Nähe zum geplanten Rechenzentrum zu verorten sind, wurden in dieser Darstellung vernachlässigt, da die Relevanz als Abnehmer mit zunehmender potenzieller Leitungslänge abnimmt.



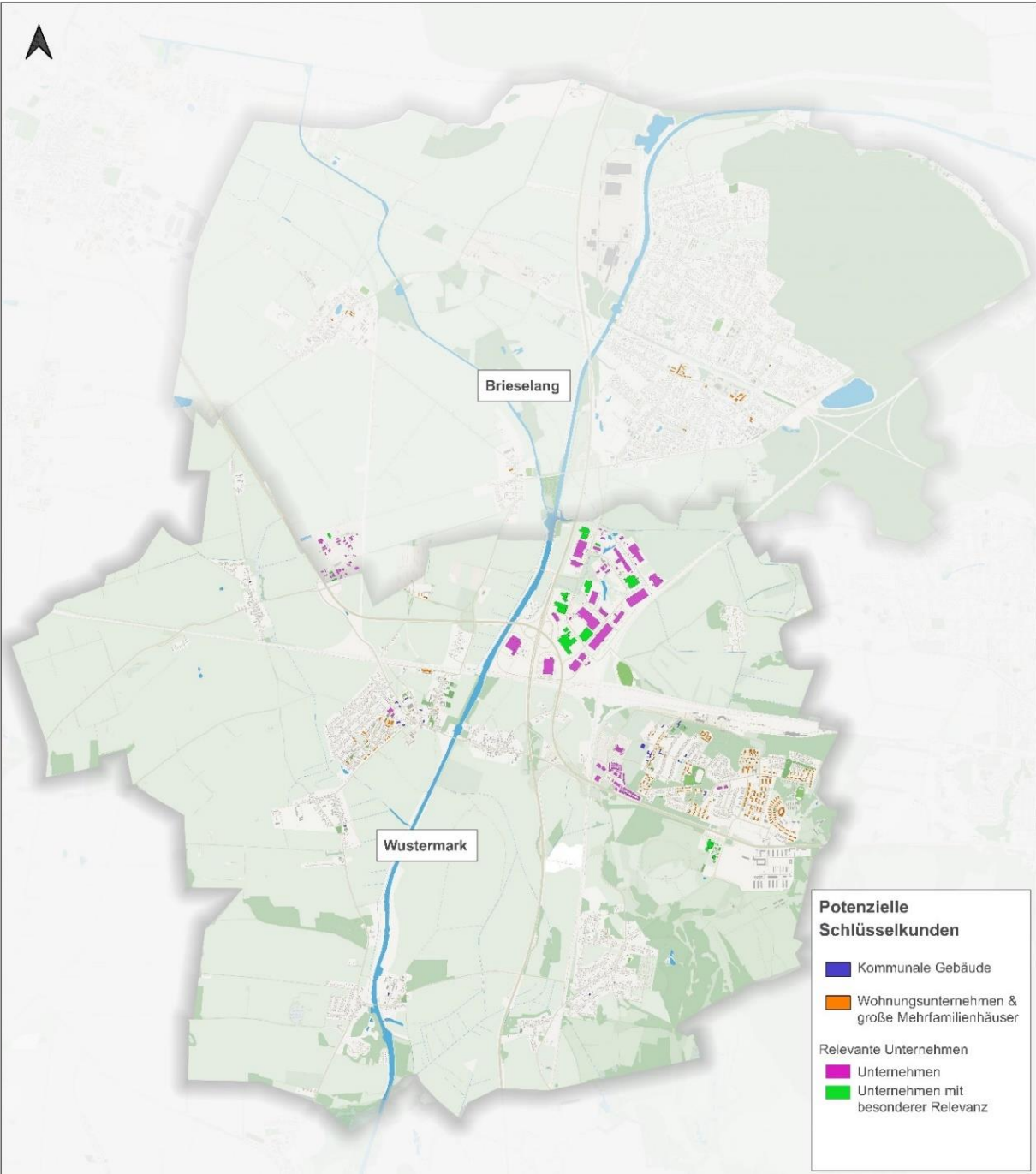


Abbildung 13 Räumliche Darstellung potenzieller Schlüsselkunden



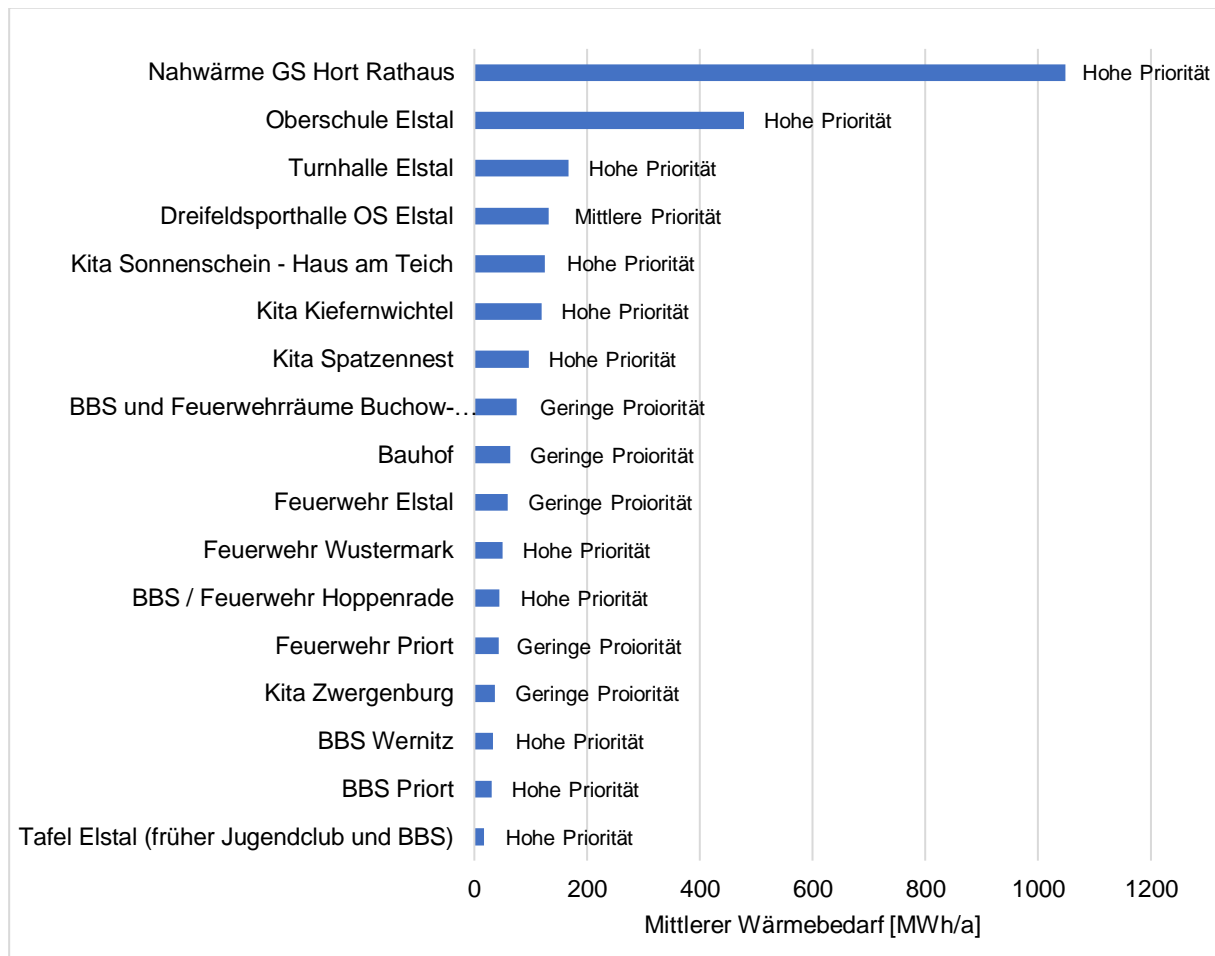


Abbildung 14 Wärmeverbrauch der kommunalen Gebäude und Priorität für einen Fernwärmeanschluss in Wustermark<sup>15</sup>

Insgesamt beträgt der mittlere Wärmeverbrauch der kommunalen Gebäude in Wustermark 2.619 MWh/a.

## Wohnungswirtschaft

Neben den kommunalen Gebäuden befinden sich einige Bestandsobjekte im Eigentum von Wohnungsunternehmen.

Insgesamt konnten 14 Wohnungsunternehmen identifiziert, welche potenziell Liegenschaften im Gemeindegebiet Wustermark und/oder im erweiterten Betrachtungsgebiet Brieselang besitzen/betreuen. Diese wurden zu ihren Liegenschaften im Betrachtungsgebiet und ihrem Interesse an einem Fernwärmeanschluss befragt. Davon haben sich acht positiv zurückgemeldet und Interesse bekundet. So konnten 173 Liegenschaften identifiziert und verortet werden. Da nicht von allen Wohnungsgesellschaften eine Rückmeldung kam, wurde das Betrachtungs-

<sup>15</sup> Nahwärme GS Hort Rathaus stellt ein Gebäudenetz der kommunalen Gebäude Grundschule, Hort und Rathaus

gebiet ergänzend nach großen Mehrfamilienhäusern und Hochhäusern gescreent, da diese einerseits hohe Wärmebedarfe zeigen könnten und ggf. im Besitz/Betreuung einer Gesellschaft stehen. So konnten nochmals 51 Liegenschaften ergänzt werden. Ein Großteil der Liegenschaften von Wohnungsunternehmen sind im Ortsteil Elstal, gefolgt vom Ortsteil Wustermark im Fokusgebiet zu verorten. Zudem finden sich noch einige Liegenschaften in der Innenstadt des Ortsteils Brieselang zu finden (Siehe auch Abbildung 13).

Insgesamt beträgt der Wärmebedarf der so identifizierten Liegenschaften 24,6 GWh/a. Davon entfallen ca. 9 GWh/a auf die 51 Liegenschaften, welche noch ergänzt wurden. Im Fokusgebiet Wustermark befinden sich 198 der 224 identifizierten Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von 20,6 GWh/a, während sich in Brieselang 26 Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von ca. 4 GWh/a befinden.

## Gewerbe und Industrie

Abseits der Liegenschaften von Wohnungsunternehmen stellen private Unternehmen potenzielle Schlüsselkunden dar. Es wurden 107 private Unternehmen (47 im Gemeindegebiet Wustermark, 60 im Gemeindegebiet Brieselang) mit Liegenschaften/Betrieben im Betrachtungsgebiet identifiziert, wovon zehn im Gemeindegebiet Wustermark als besonders relevant eingestuft und sieben Unternehmen in Brieselang als besonders relevant eingestuft wurden. Daraus ergeben sich in Verknüpfung mit den ALKIS-Daten ca. 260 Gebäude, welche sich insbesondere im Fokusgebiet Wustermark oder in direkter räumlicher Nähe zum geplanten Rechenzentrum befinden (siehe Abbildung 13). Davon gehören ca. 60 Gebäude zu den Unternehmen mit besonderer Relevanz. Die Gebäude der Unternehmen befinden sich zu einem Großteil auf der Gewerbegebietsfläche GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark (115 Gebäude), gefolgt vom Gewerbegebiet Zeestow (61 Gebäude), dem DEMEX-Park (51 Gebäude) und Karls Erlebnisdorf (27 Gebäude). Von den 60 Gebäuden mit besonderer Relevanz sind, mit der geplanten Umnutzung (vgl. Kapitel „Plangebiete“), bereits 27 Karls Erlebnisdorf sowie 25 dem GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark zuzuordnen. Weitere acht befinden sich im Gewerbegebiet Zeestow.

Für diese Gebäude wurde der Wärmebedarf ermittelt. Für die Unternehmen, welche in ihrer Rückmeldung Angaben zum Wärmeverbrauch getätigt haben, wurde der Wärmebedarf mit der Verbrauchsangabe überarbeitet. Daraus ergibt sich dann insgesamt ein Wärmebedarf von 56,97 GWh/a für 233 Gebäude von privaten Unternehmen, wovon ca. 20,77 GWh/a auf die Gebäude der Unternehmen mit besonderer Relevanz entfallen.<sup>16</sup> Hinsichtlich der Verteilung zwischen den Gewerbegebieten lässt sich festhalten, dass 73 % der 56,97 bei den Gebäuden innerhalb der GVZ Berlin West – Teilfläche Wustermark zu verorten ist, gefolgt von 21 % im DEMEX-Park. Von den 20,77 GWh/a der Unternehmen mit besonderer Relevanz sind 96 % im GVZ Berlin West – Teilfläche Wustermark zu verorten und noch 4% im Gewerbegebiet Zeestow.

---

<sup>16</sup> Ohne Wärmebedarf der 27 Gebäude auf Karls-Erlebnisdorf, da dieses auch eines der Plan- & Entwicklungsgebiete darstellt. Der Wärmebedarf von Karls-Erlebnisdorf wird in 3.1.2 betrachtet.

### 3.1.2 Plangebiete

Unter der Voraussetzung, dass keine deutliche Leerstandentwicklung im Betrachtungsgebiet eintritt und der Wärmebedarfs des Gebäudebestandes mittelfristig weitestgehend stabil bleibt ist zu erwarten, dass sich der Wärmebedarf im Betrachtungsgebiet tendenziell durch die Realisierung der in 2.5.2 aufgeführten Plangebiete erhöhen wird. Deshalb wird folgend der Wärmebedarf der in 2.5.2 aufgeführten Plangebiete auf Basis des aktuellen Planungsstandes und den sich daraus ergebenden Gebäudeflächen abgeschätzt.

Für die Ermittlung des Wärmebedarfs der Plangebiete wurden in einem ersten Schritt die aktuellen Planunterlagen für jedes Gebiet im Detail analysiert. Im Zuge dessen wurden die Grundflächen und Geschossezahlen aus den Planunterlagen gesammelt. Sofern keine Geschossezahlen in den Planungsunterlagen enthalten waren, wurde auf Basis der beschriebenen Baustruktur, des geplanten Gebäudetyps und ggf. auf Basis von Geschossezahlen umliegender geplanter Gebäude eine Annahme getroffen. Aus Grundfläche und Geschossezahl wurden anschließend die Bruttogrundfläche (BGF) sowie über einen pauschalen Umrechnungsfaktor die NGF abgeschätzt. Mittels flächenspezifischer Wärmebedarfskennwerte konnte anschließend der potenzieller Wärmebedarf abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse und Annahmen der Analyse wurden in einem zweiten Schritt den einzelnen Plan- und Entwicklungsgesellschaften in kurzen Diskussionsrunden gespiegelt. Dabei konnten die Ergebnisse und Annahmen nochmals validiert oder ggf. angepasst werden.

Der voraussichtliche Wärmebedarf der einzelnen Plangebiete ist folgend in Abbildung 15 dargestellt. Dabei sind die Plangebiete in Rasterzellen von 100x100 m unterteilt. Für jede Rasterzelle wird der Wärmebedarf in farblicher Abstufung in Abhängigkeit der jeweiligen Wärmebedarfskategorie dargestellt. Es zeigt sich, dass fast alle Rasterzellen in den Plangebieten Wärmebedarfe zwischen 150 und 500 MWh/a aufweisen.

Insgesamt beträgt der so ermittelte gesamte voraussichtliche Wärmebedarf im Mittel ca. 30 GWh/a. Davon hat das Entwicklungsgebiet E 46, gefolgt von W 5 voraussichtlich den größten Anteil (Abbildung 16).

Die geringsten Anteile zeigen E 47 sowie E 44. Dies ist auf die verhältnismäßig kleine Planfläche sowie geringen Geschossezahlen zurückzuführen.

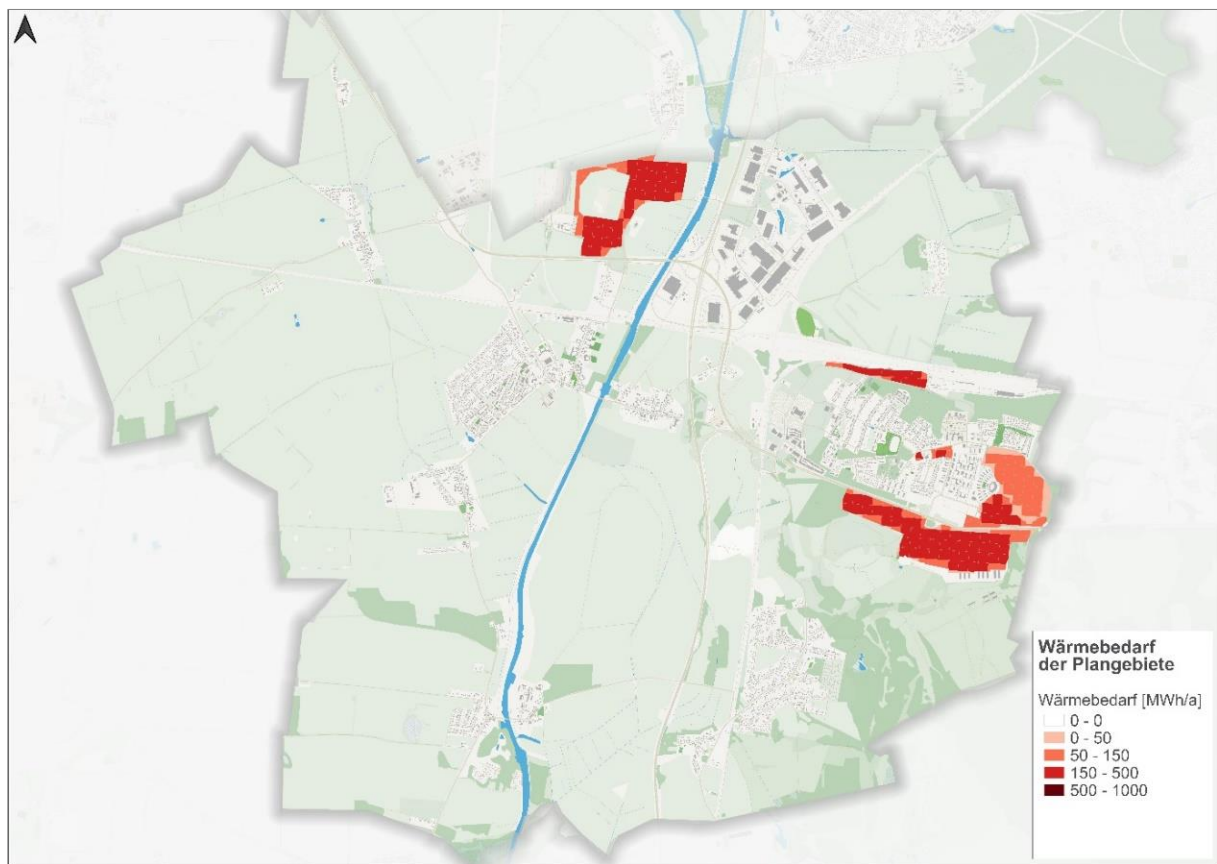


Abbildung 15 Wärmebedarf der Plangebiete

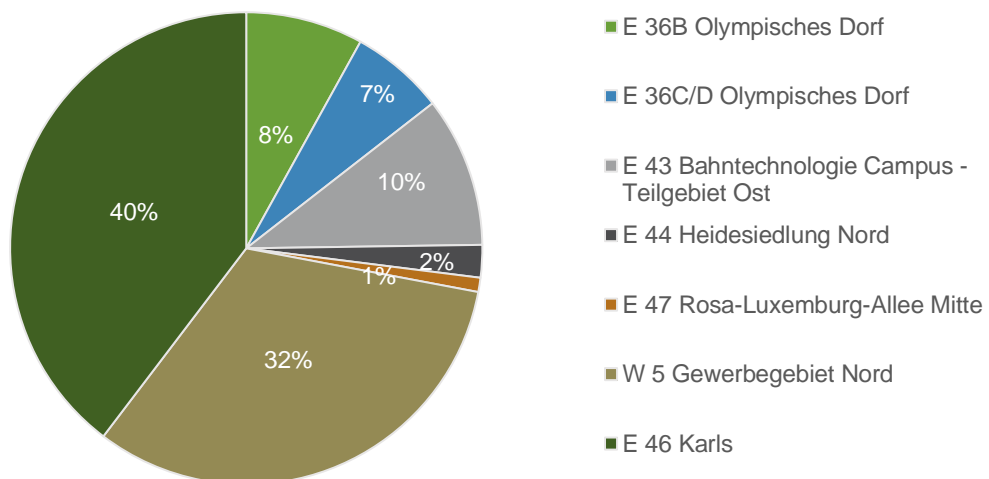


Abbildung 16 Anteile der einzelnen Plangebiete am voraussichtlichen Wärmebedarf der Plangebiete

### 3.1.3 Übersicht gesamter Wärmebedarf

Der gesamte Wärmebedarf für Bestandsgebäude und Neubauten in den Plangebietern für das Betrachtungsgebiet Wustermark und Brieselang beträgt ca. 290 GWh/a. Wird ausschließlich das Fokusgebiet Wustermark betrachtet, besteht ein Wärmebedarf von ca. 171 GWh/a, für Brieselang zeigt sich nochmals ein Wärmebedarf von 119 GWh/a. Am gesamten Wärmebedarf haben Wohngebäude einen Anteil von 53 %, während die restlichen 37 % auf Nichtwohngebäude entfallen und weitere 10 % auf die Plangebiete.

Wird der Gesamtwärmebedarf nochmals hinsichtlich der im Voraus betrachteten Kategorien (kommunale Gebäude Wustermark, Wohnungswirtschaft und große Mehrfamilienhäuser (GMH), Private Unternehmen, Plangebiete) unterteilt (Abbildung 17), dann zeigt sich, dass diese entsprechend große und damit relevante Anteile am Wärmebedarf ausmachen. So liegt der Anteil der Kommunalen Gebäude in Wustermark bei 1 % für 17 Gebäude, der Anteil der 107 privaten Unternehmen bei 20 % und der Anteil der Wohnungswirtschaft mit den GMH bei 8 %.

Zwar ist der Anteil weiterer Wohngebäude mit 45 % am größten, allerdings aggregiert sich dieser Wärmebedarf aus vielen kleinteiligen Einzelverbräuchen (ca. 7.400 Gebäude). Gleiches gilt auch für die weiteren Nichtwohngebäude, welche sich aus meist kleineren Gewerben und sonstigen Nutzungen, kommunalen Gebäuden in Brieselang sowie Gebäuden mit öffentlicher Nutzung zusammensetzen.

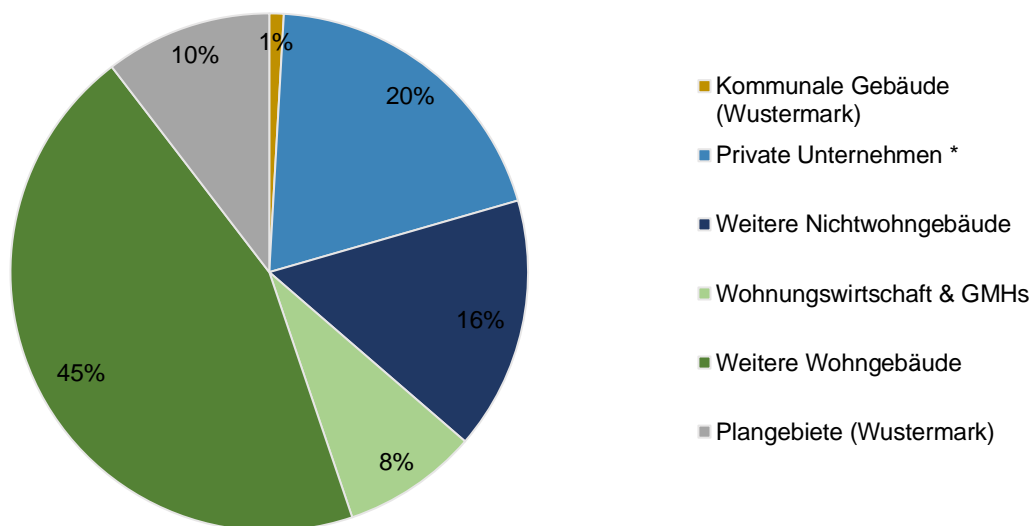


Abbildung 17 Anteile am gesamten Wärmebedarf in Wustermark & Brieselang<sup>17</sup>

<sup>17</sup> \* Private Unternehmen umfassen ausschließlich jene 107 privaten Unternehmen, die im Rahmen von Kapitel 3 betrachtet wurden

## 3.2 Nahwärmenetze

Innerhalb des Betrachtungsgebiets existieren zwei bestehende Nahwärmenetze und ein geplantes Wärmenetz. Dabei ist festzuhalten, dass ein Wärmenetz ein größeres Nahwärmenetz im ehemaligen Olympischen Dorf Elstal darstellt und die anderen zwei kommunale kleinere Gebäudenetze in Wustermark und in Elstal sind (Abbildung 18).

Das bestehende Gebäudenetz in Wustermark dient zur Versorgung des Rathauses, einer Grundschule sowie einem Hort. Das geplante Gebäudenetz in Elstal versorgt das Schulzentrum Elstal und umliegende Gebäude.

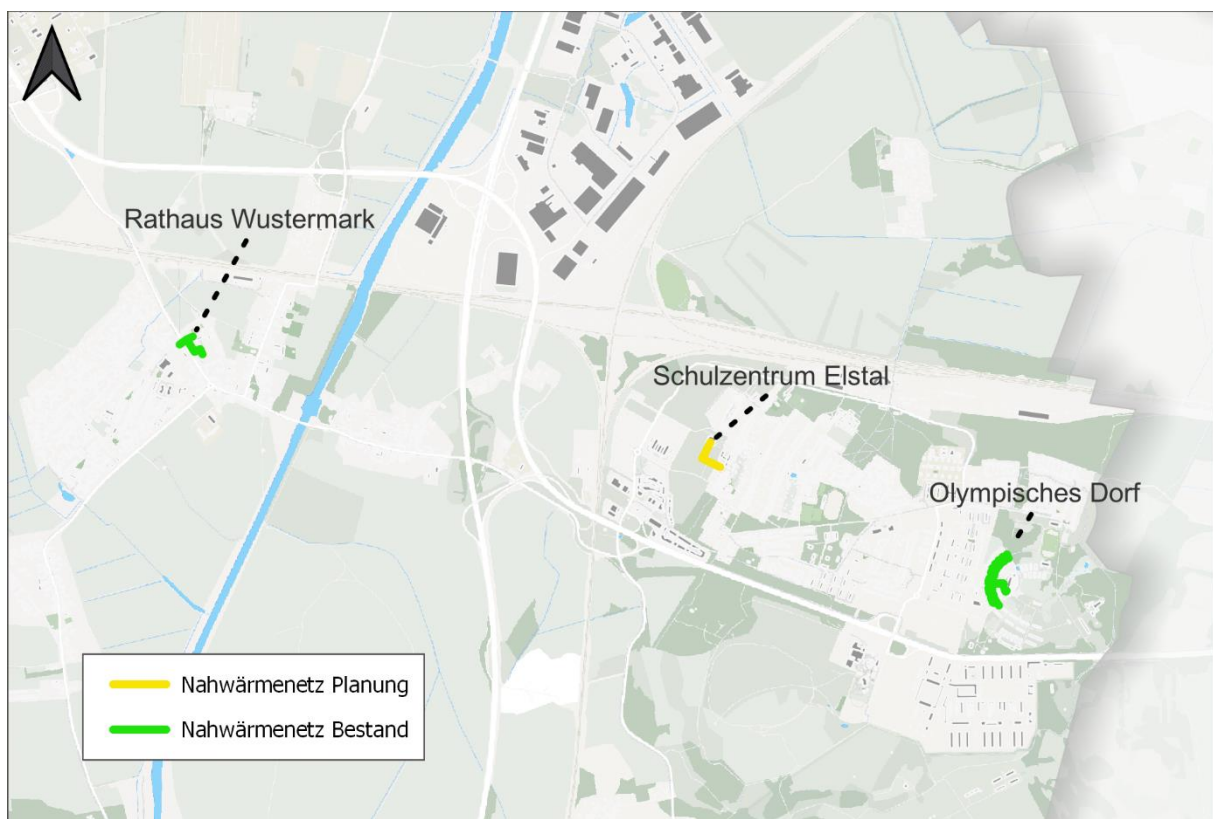


Abbildung 18 Bestehende und geplante Wärmenetze in Betrachtungsgebiet

### Wärmenetz Olympisches Dorf

Das Wärmenetz wird durch die Firma thermorent Wärmeversorgung GmbH betrieben und versorgt über eine Heizzentrale das Neubaugebiet Olympisches Dorf. Dabei werden gegenwärtig 22 Anschlussnehmer versorgt. Dies sind überwiegend große Wohnblöcke bzw. Mehrfamilienhäuser. Das Heizhaus verfügt über ein Biomethan-betriebenes BHKW mit 200 kW<sub>th</sub> sowie zwei Erdgas-Kessel mit 1,4 bzw. 1,8 MW<sub>th</sub>. Der Wärmeabsatz im Jahr 2021 und 2022 bewegte sich zwischen 1.650 und 1.800 MWh/a, wobei zu beachten ist, dass die angeschlossenen Gebäude

nicht vollständig bezogen sind. Bei Vollauslastung schätzt die Firma thermorent den Absatz auf 2.500 bis 2.700 MWh/a.

Künftig wird das Wärmenetz noch erweitert. So ist ein Anschluss von weiteren Anschlussnehmern mit ca. 21.000 m<sup>2</sup> beheizter Fläche bereits beschlossen und der Anschluss weiterer Gebäude mit einer beheizten Fläche von 25.000 m<sup>2</sup> in Verhandlung. Mit dem Anschluss aller Gebiete im Olympischen Dorf könnte der Wärmeabsatz auf 6.900 MWh/a ansteigen. Hierfür sind zusätzliche Versorgungseinheiten nötig und auch in Hinblick auf die mit Erdgas betriebenen Kessel und einer anzustrebenden Klimaneutralität sind alternative Wärmequellen nötig. Dementsprechend zeigt die Betreiber Firma nach eigener Aussage grundsätzliche Bereitschaft einen Großteil des Wärmeabsatzes ggf. über die Wärme des Rechenzentrums zu decken.

### Gebäudenetz Rathaus Wustermark

Das Gebäudenetz versorgt über ein wärmegeführtes Erdgas-BHKW und einen Brennwertkessel das Rathaus, die Grundschule Wustermark sowie einen Hort. Die Heizanlagen befinden sich im Keller der Grundschule. Der mittlere Wärmeverbrauch in den Jahren 2019 bis 2022 betrug 1.048 MWh/a. Die Kommune hat laut eigenen Angaben hohes Interesse an einem Anschluss an das potenzieller Wärmenetz des Rechenzentrums. Dementsprechend könnte hier ein Schlüsselkunde mit eingebunden werden.

### Gebäudenetz Schulzentrum Elstal

Das geplante Gebäudenetz soll das Schulzentrum inkl. der geplanten Grundschule und der Dreifeldsporthalle an der Maulbeerallee 1 im Ortsteil Elstal versorgen. Der Wärmebedarf der bestehenden Oberschule und der Sporthalle betrug im Mittel der Jahre 2019 bis 2022 ca. 610 MWh/a mit der neuen Grundschule wird dieser nochmals steigen.

## 3.3 Infrastruktur und Verkehr

Das Betrachtungsgebiet ist geprägt von unterschiedlichen raumbedeutsamen Verkehrswegen, welche die Landschaft zerteilen und bei der Planung eines potenziellen Nahwärmenetzes zu berücksichtigen sind (Abbildung 19). Hierbei zu nennen sind insbesondere der Havelkanal, welcher das Betrachtungsgebiet von Süd nach Nord durchläuft, sowie die parallel verlaufende Autobahn A10. Diese unterteilen das Betrachtungsgebiet in einen westlichen und östlichen Teil.

Während sich das geplante Rechenzentrum im westlichen Teil befindet, sind viele potenzielle Versorgungsgebiete bzw. Anschlussnehmer (z.B. das GVZ Berlin West -Teilfläche Wustermark, das Gewerbegebiet DEMEX-Park, Elstal inkl. Olympischen Dorf oder Karls Erlebnisdorf) auf der östlichen Seite zu verorten. Demnach ist ggf. eine Querung beider Verkehrswege nötig.



Weiterhin wird insbesondere das Fokusgebiet Wustermark von Schienenwegen (einmal von Nord nach Süd, sowie von West nach Ost) und der Bundesstraße B5 (von Nordwesten nach Osten) durchzogen. Auch diese Verkehrswege sind ggf. zu queren, können aber unter Umständen auch dazu genutzt werden, die Wärmenetzleitung parallel an deren Randstreifen zu verlegen. Darüber hinaus durchziehen einige Landesstraßen das gesamte Betrachtungsgebiet, die in gleicher Art sowie weitere kleinere Verkehrswege bei der Planung des Wärmenetzes zu berücksichtigen sind.

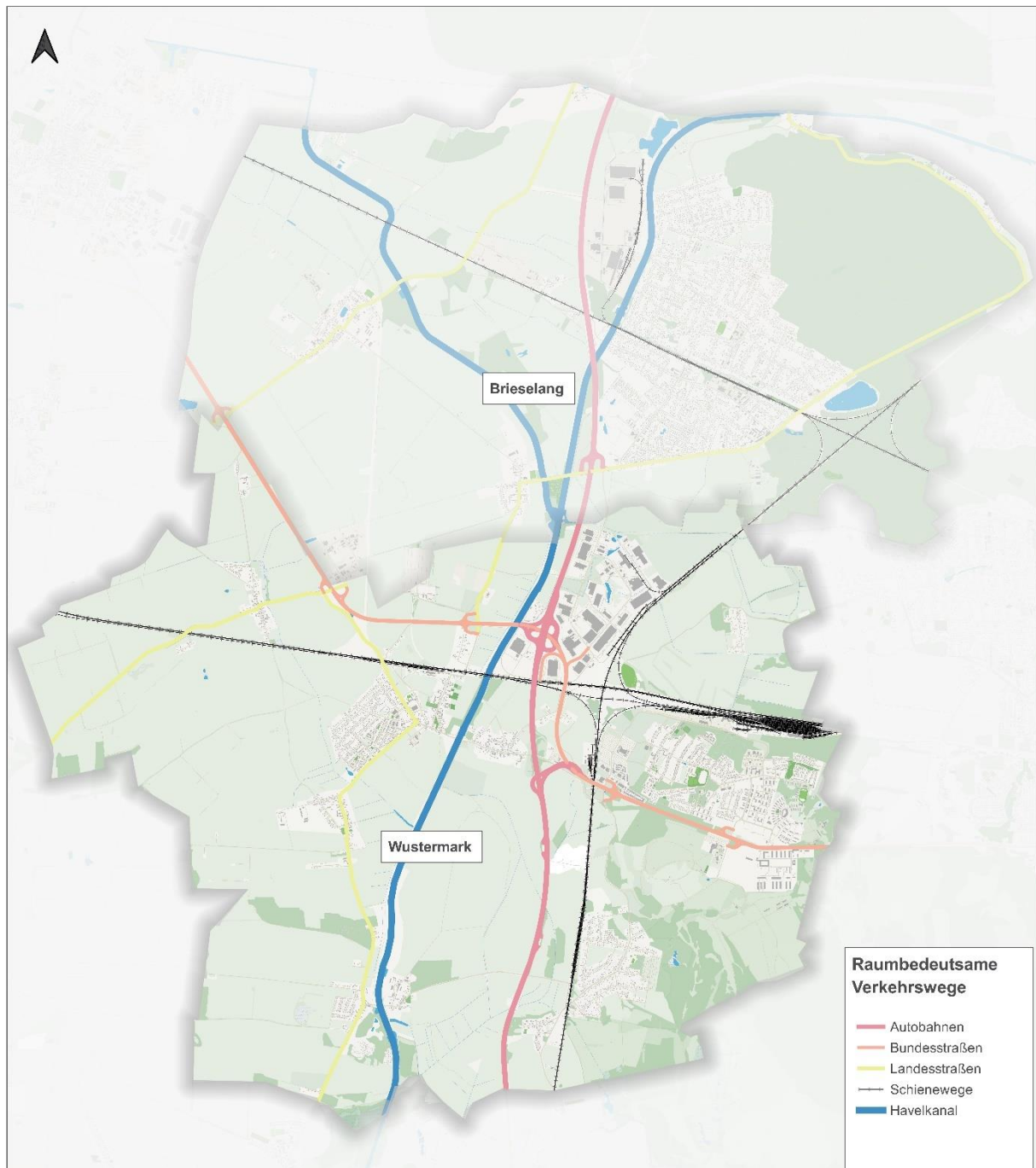


Abbildung 19 Raumbedeutsame Verkehrswege im Betrachtungsgebiet



## 4 Potenzialanalyse

In diesem Kapitel werden die Bedarfspotenziale im Gebäudebestand und der Planungsgebieten zur Wärmeversorgung über das Rechenzentrum sowie das Abwärmepotenzial des Rechenzentrums aufgezeigt. Dadurch sollen einerseits Hotspots für die Versorgung definiert werden, Ankerkunden identifiziert werden und letztlich potenzielle Trassenverläufe und Ausbaustufen für das potenzielle Wärmenetz abgeleitet werden. Die ergebnisoffene Potenzialanalyse wird den konkreten Umsetzungsmöglichkeiten in Kapitel 8 vorangestellt, da Potenziale in der Regel nicht ihre Gültigkeit verlieren. So werden etwaige variable Restriktionen wie z.B. Schutzgebiete oder andere infrastrukturelle Hemmnisse nicht oder nur teilweise berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht, wie der Potenzialbegriff während der Konzeptbearbeitung geschärft wird, um zu realistischen Umsetzungsmöglichkeiten zu gelangen.

Tabelle 4 Definition des Potenzialbegriffs

Potenzial	Beschreibung
Theoretisch	Maximal mögliches Potenzial ohne Einschränkungen
Technisch	Berücksichtigung technischer Möglichkeiten sowie rechtlicher und ökologischer Beschränkungen
Wirtschaftlich	Ökonomisch sinnvoll erschließbares Potenzial unter Berücksichtigung von Investitionskosten, Wärmegestehungskosten, Annuitäten und Sensitivitäten

### 4.1 Definition der Hotspots und Versorgungsgebiete

Gebiete mit hohen Wärmebedarfen, sogenannte Hotspots eignen sich besonders für die Abnahme der Wärmemenge aus dem Rechenzentrum. Diese wurden auf Basis der Wärmeflächendichte und den ermittelten Wärmebedarfen/-verbräuchen der potenziellen Schlüsselkunden ermittelt. Anschließend wurden darauf basierend in einem iterativen Prozess in Abstimmung mit einzelnen Stakeholdern potenzielle Versorgungsgebiete und weitere Potenzialgebiete definiert.

#### 4.1.1 Wärmeflächendichte

Das Ziel dieser Betrachtung ist die Identifikation von Standorten mit hohem Potenzial zum Aufbau einer zentralen Energieversorgung. Ein solcher Standort zeichnet sich vor allem durch die lokale Überlagerung einer hohen Nachfrage nach Wärme, also eines hohen Wärmebedarfs und dem Vorhandensein einer nutzbaren Abwärmequelle aus.

Die örtliche Zuordnung des Wärmebedarfs gestaltet sich dabei als überaus wichtig, denn selbst wenn reale Wärmeverbräuche vorhanden sind, können diese nur mit hohem Aufwand

flächendeckend für jedes einzelne Gebäude erfasst werden. Die folgende Methodik umgeht diese Problematik und ermöglicht die Identifikation von potenziellen Gebieten mit einer hohen Wärmeflächendichte.

Über das gesamte Betrachtungsgebiet wird ein Raster aus quadratischen Zellen mit einer Kantenlänge von 100 m gelegt. Entsprechend der geografischen Lage wird jedes Gebäude einer solchen Zelle zugeordnet und anschließend die Summe aus dem jährlichen Wärmebedarf aller Gebäude innerhalb einer Zelle gebildet. Wird dieser summierte Wert mit der Fläche einer jeden Rasterzelle von einem Hektar dividiert, so ergibt sich für jede Rasterzelle eine Wärmeflächendichte.

Dieser Wert gibt eine erste Indikation darüber, wo sich Gebiete mit hohen Wärmebedarfen, sogenannte Hotspots, befinden und sich eine Untersuchung einer alternativen Versorgung über erneuerbare Energien oder Abwärme besonders lohnt. Grenzen mehrere dieser Rasterzellen aneinander, so werden diese in einem sogenannten Rasterzellenverbund dargestellt. Dies ermöglicht die Darstellung der Wärmeflächendichte über eine Rasterzelle hinaus.

Die für Wustermark und Brieselang ermittelten Ergebnisse werden in der folgenden Abbildung 20 veranschaulicht. Die Ausgabe erfolgt über den Quotienten des jährlichen Wärmebedarfs in Megawattstunden [MWh/a] sowie der Fläche einer Zelle in Hektar [ha]. Eine grüne Rasterzelle weist auf eine niedrige Wärmeflächendichte hin, während eine rote Zelle einer sehr hohen Dichte entspricht.

Auf Basis der Wärmeflächendichte lassen sich erste Hotspots (Rasterzellen mit einer Wärmeflächendichte  $>500 \text{ MWh/ha} \cdot \text{a}$ ) ausmachen. Diese sind wie dargestellt im östlichen Teil des Ortsteils Elstal im Olympischen Dorf, im DEMEX-Park, im Ortsteil Wustermark sowie im Gewerbegebiet GVZ Berlin West -Teilfläche Wustermark zu verorten. Auf dem Gemeindegebiet von Brieselang finden sich Hotspots im Ortsteil Brieselang sowie im Gewerbegebiet GVZ Berlin West -Teilfläche Brieselang.

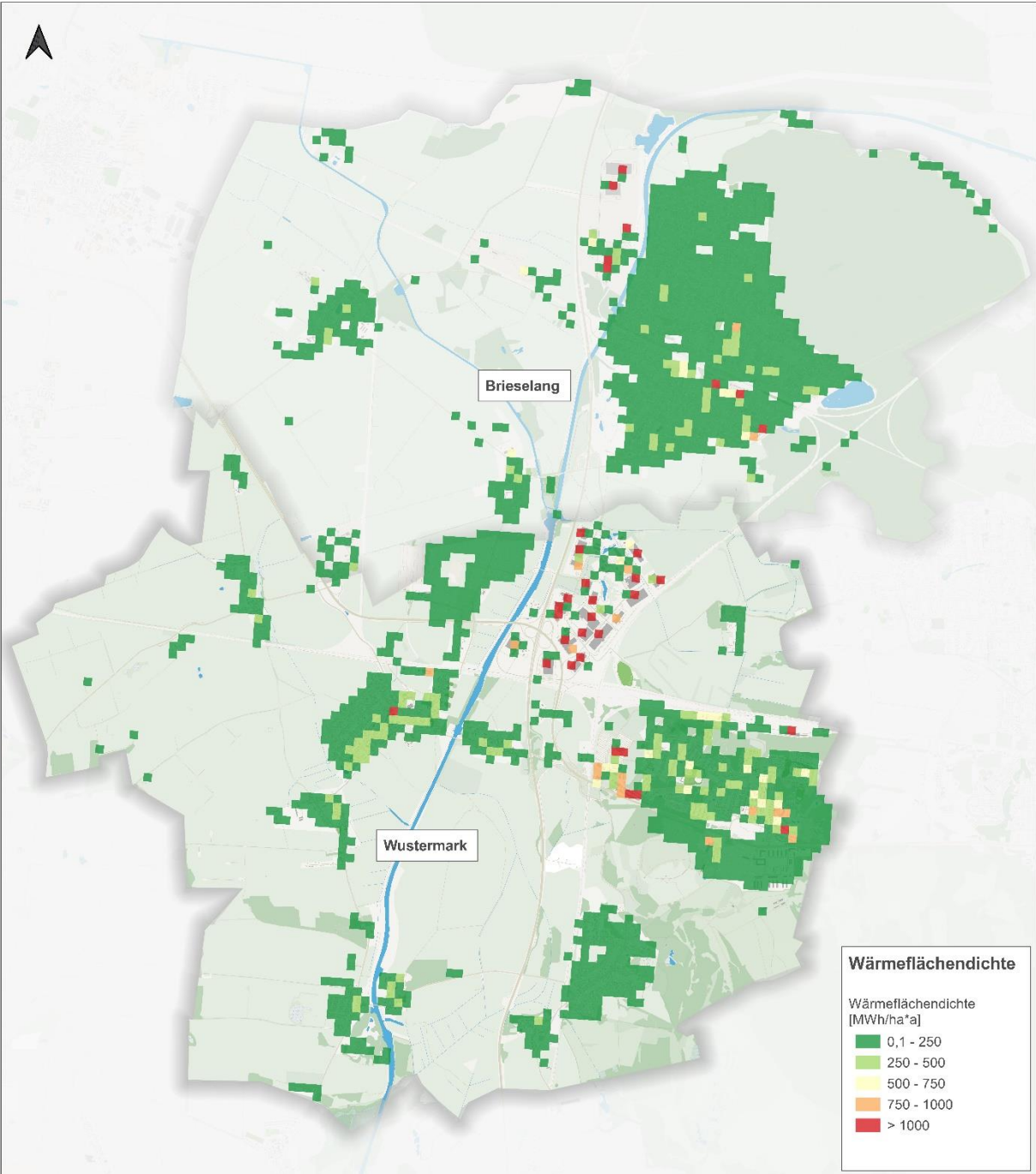


Abbildung 20 Wärmeﬂächendichte der georeferenzierten Gebäude einer jeden Rasterzelle in Wustermark und Brieselang

## 4.1.2 Identifikation von Ankerkunden

Ankerkunden stellen Kunden dar, welche einen Großteil des Wärmeabsatzes abnehmen. Dementsprechend sind die größten Verbraucher aus den betrachteten Sektoren Kommunale Gebäude, Wohnungswirtschaft, Gewerbe sowie die Plangebiete potenzielle Ankerkunden für die Wärmeversorgung durch das Rechenzentrum. In der Umsetzungsstrategie in Kapitel 8.1.2 sind die Schlüsselakteure nochmals aufgeführt.

Bei den kommunalen Gebäuden in Wustermark weist das Nahwärmenetz zur Versorgung von Rathaus, Grundschule und Hort mit Abstand den größten Wärmebedarf auf, gefolgt von der Oberschule Elstal und der Turnhalle Elstal.

Tabelle 5 Top 3 der Wärmeverbraucher unter den kommunalen Gebäuden

Top 3 der kommunalen Gebäude nach Wärmebedarf	Wärmebedarf [MWh/a]
Gebäudenetz für Rathaus, Grundschule, Hort	1.100
Oberschule Elstal	500
Turnhalle Elstal	200

Innerhalb der Wohnungswirtschaft zeigt sich für jene Gebäude, für die eine Rückmeldung erfolgte, dass mehr als 90 % der Gebäude einen Wärmebedarf < 200 MWh/a aufweisen. Nur wenige liegen darüber zwischen 200 bis ca. 300 MWh/a. Die fünf Gebäude mit dem größten Wärmebedarf können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 6 Top 5 der Wärmeverbraucher der Wohnungswirtschaft

Liegenschaft	Wohnungsunternehmen	Gemeinde	Wärmebedarf [MWh/a]
Karl-Liebknecht-Platz 2A	Grundwert Living GmbH (Vonovia)	Wustermark	307
Schillerstraße 18a	Wohnungsgenossenschaft "Birkengrund" Brieselang eG	Brieselang	251
Eduard-Scheve-Allee 5	BEFG	Wustermark	240
Schillerstraße 19a	Wohnungsgenossenschaft "Birkengrund" Brieselang eG	Brieselang	228
Johann-Gerhard-Oncken-Str. 5	BEFG	Wustermark	214

Werden zusätzlich noch weitere große Mehrfamilienhäuser betrachtet, für welche keine Zuordnung zu Wohnungsunternehmen möglich war, können noch weitere potenzielle Ankerkunden identifiziert werden. Tabelle 7 zeigt die größten Wärmeverbraucher unter den zusätzlich identifizierten großen Mehrfamilienhäusern.

Tabelle 7 Top 5 der Wärmeverbraucher unter weiteren GMHs

Liegenschaft	Gemeinde	Wärmebedarf [MWh/a]
Wustermarker Allee	Brieselang	561
Rosa-Luxemburg-Allee 1	Wustermark	296
Amsterdamer Straße 4	Wustermark	263
Amsterdamer Straße 5	Wustermark	263
Amsterdamer Straße 2	Wustermark	262

Innerhalb der privaten Unternehmen sind alle Wärmebedarfe, die größer 1 GWh/a sind, im Gewerbegebiet GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark zu verorten. Dabei wurde der höchste Wärmebedarf bei den Gebäuden von Wepoba ermittelt. Insgesamt wird für diese Gebäude ein Wärmebedarf von mindestens 10 GWh/a kalkuliert. Dies umfasst ausschließlich Raumwärme und Warmwasser ohne Prozesswärme. Des Weiteren zeigt die Mahle Pumpensysteme GmbH einen Wärmeverbrauch von 2,3 GWh/a. Weitere Liegenschaften zeigen ebenfalls Wärmebedarfe zwischen 1-3 GWh/a, allerdings handelt sich hierbei aufgrund fehlender Verbrauchsdaten und fehlender 3D-Gebäudedaten um reine Abschätzungen.

Wärmeverbraucher mit 0,5 bis knapp unter 1 GWh/a zeigen sich insbesondere im DEMEX-Park.

Im Gewerbegebiet Zeestow liegt der Großteil der Verbraucher bei einem Bedarf von unter 0,1 GWh. Größten Wärmebedarf zeigt hier mit Abstand die Hertel GmbH mit ca. 0,7 GWh/a.

Von den Plangebieten zeigt Karls Erlebnisdorf, gefolgt von dem Entwicklungsgebiet W5 und dem Olympischen Dorf die größten Wärmebedarfe (Tabelle 8). Hierbei handelt es sich um Annahmen bzw. Informationen der Entwickler.

Tabelle 8 Top 3 der Wärmeverbraucher unter den Plangebieten

Top 3 der Plangebiete nach Wärmebedarf	Wärmebedarf [GWh/a]
Karls Erlebnisdorf	12,0
Gewerbegebiet Nord (W5)	9,8
Olympisches Dorf	4,4

### 4.1.3 Potenzielle Versorgungsgebiete

Auf Basis der Hotspots und den identifizierten Ankerkunden wurden in Abstimmung mit zentralen Stakeholdern folgende Versorgungsgebiete sowie weitere Potenzialgebiete für die Versorgung mit der Abwärme aus dem Rechenzentrum definiert (Tabelle 9).

Tabelle 9 Versorgungsgebiete und zukünftige Potenzialgebiete für die Wärmeversorgung durch das Rechenzentrum

<b>Versorgungsgebiete / zukünftige Potenzialgebiete</b>	
<b>Versorgungsgebiete</b>	GVZ Berlin West - Teilfläche Wustermark
	Gewerbegebiet Zeestow
	DEMEX-Park (innerhalb Elstal 1)
	Olympisches Dorf/Karls Erlebnisdorf
	Karl's Erlebnisdorf
	Wustermark 1 (Insbesondere Zentrum)
	Elstal 1 (Insbesondere DEMEX-Park &)
	Wustermark 2
	Elstal 2
	W5
<b>Zukünftige Potenzialgebiete</b>	GVZ Berlin West - Teilfläche Brieselang
	Brieselang Zentrum
	Zeestow
	Bredow
	Buchow-Karpzow
	Priort
	Hoppenrade
	Dyrotz
	Wernitz

Die Versorgungsgebiete und zukünftigen Potenzialgebiete sind in Abbildung 21 dargestellt.

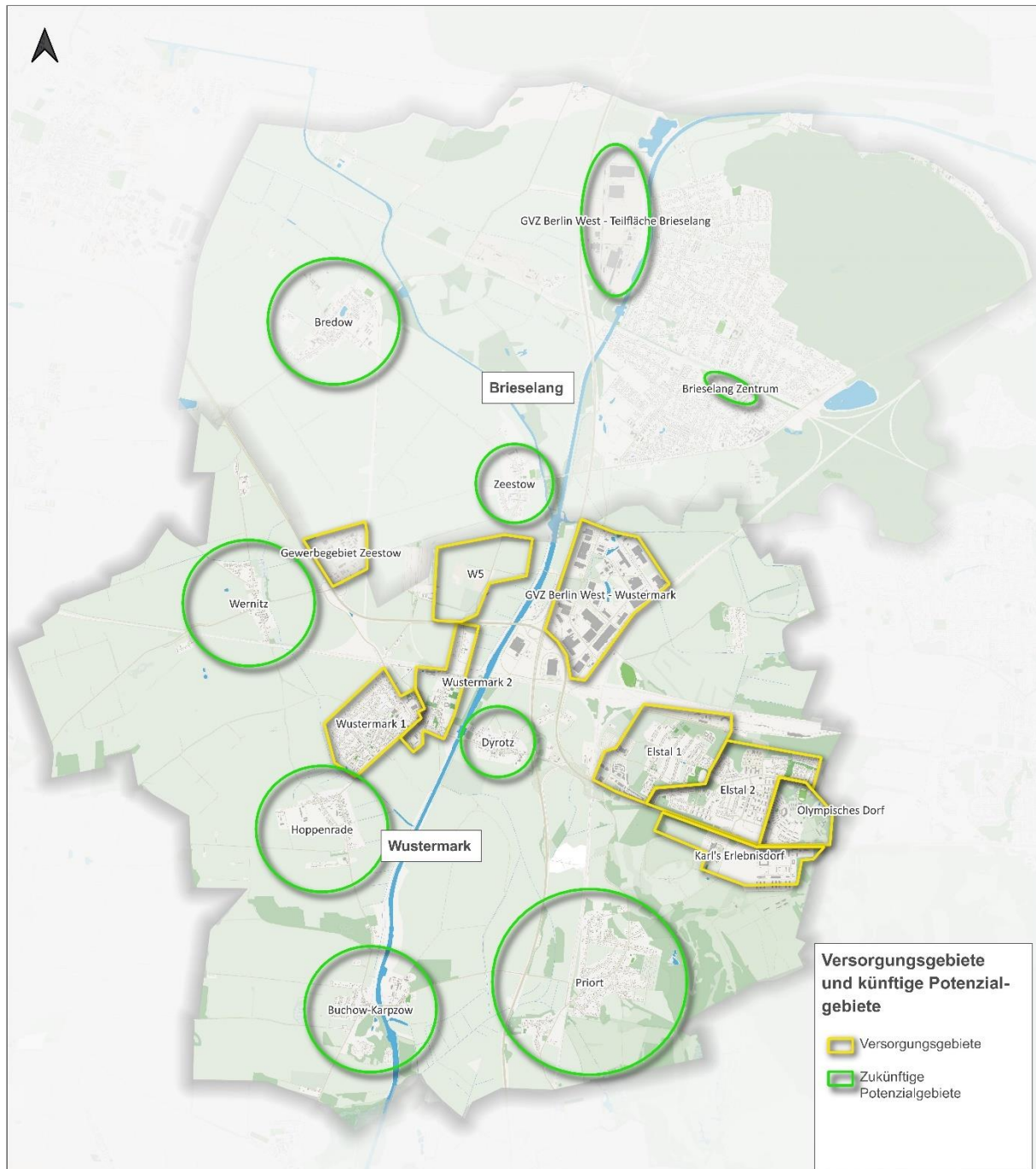


Abbildung 21 Definierte Versorgungsgebiete und künftige Potenzialgebiete



## 4.2 Abwärme Rechenzentrum

Das geplante Rechenzentrum soll stufenweise bis zu einer maximalen elektrischen Anschlussleistung von 300 MW<sub>el</sub> ausgebaut werden. Davon sind zwei Drittel IT-Leistung, sprich rund 200 MW<sub>el</sub>, welche zu rund 95 % als Abwärme anfallen. Die sich daraus ergebende thermische Abwärme-Leistung des Rechenzentrums beträgt somit ca. 190 MW<sub>th</sub> in der finalen Ausbaustufe.

Hinsichtlich des Temperaturniveaus der Abwärme sind ganzjährig Temperaturen zwischen 35 und 40 °C möglich, wobei die Abwärmtemperatur im Sommer aufgrund des zusätzlichen Kühlungsbedarfs zwischen 45 und 50 °C betragen kann. Dieses Temperaturniveau erscheint zunächst gering, kann aber zentral über eine Großwärmepumpe oder ggf. dezentral bei den Verbrauchern, welche ein entsprechend hohes Temperaturniveau benötigen, angehoben werden.

Die Abwärme des Rechenzentrums wird über folgenden Prozess aus dem Rechenzentrum ausgekoppelt: Zuerst wird Kaltluft in die Serverräume eingeblasen, welche anschließend die Serverschränke durchströmt und sich dabei aufheizt. Die aufgeheizte Luft gibt anschließend über Platten-Luft/Wasser-Wärmetauscher wieder Wärme an das Wärmesammelmedium Wasser ab (Abbildung 22).

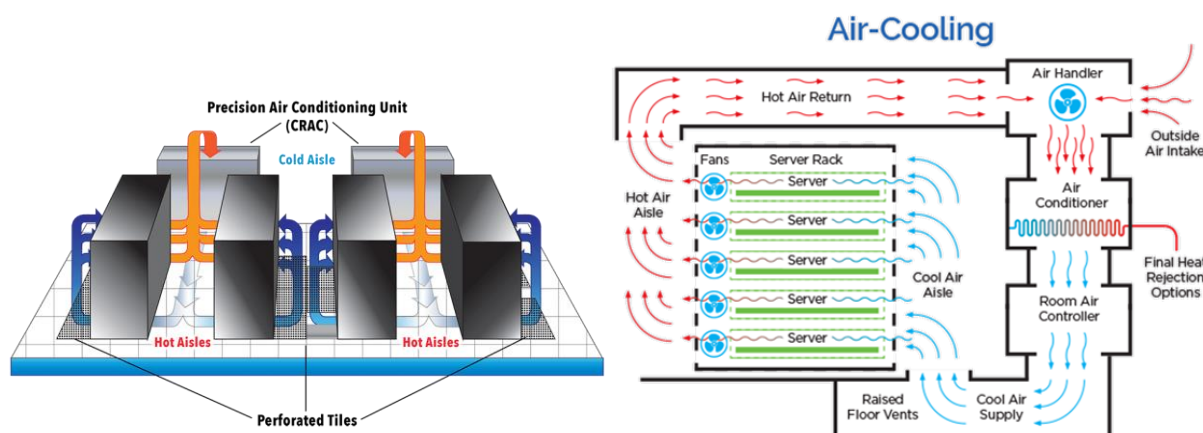


Abbildung 22 Funktionsprinzip der Abwärme-Gewinnung aus dem Rechenzentrum<sup>18,19</sup>

Dieses speichert die Abwärme und wird zentral gesammelt. Anschließend kann die Wärme entweder an der Grundstücksgrenze oder an mehreren alternativen Übergabepunkten in das angeschlossene Wärmenetz übergeben werden.

<sup>18</sup> [https://www.theseverngroup.com/wp-content/uploads/2016/08/Hot\\_Cold\\_Isle-sm.png](https://www.theseverngroup.com/wp-content/uploads/2016/08/Hot_Cold_Isle-sm.png)

<sup>19</sup> <https://www.grcooling.com/wp-content/uploads/2020/06/air-cooling-schematic.png>

Da die Abwärme ein Abfallprodukt des Rechenzentrums darstellt und der Betreiber des Rechenzentrums kein wirtschaftliches Interesse daran hat, steht diese kostenlos für potenzielle Betreiber eines Wärmenetzes zur Verfügung.

Der stufenweise Ausbau ist von 2025 bis 2030 geplant. Die sich bis 2030 ergebende potenzielle Abwärmemenge beträgt ca. 1.757 GWh (Abbildung 23). In den Jahren davor hängt die zur Verfügung stehende Abwärme von den realisierten Bauabschnitten ab.

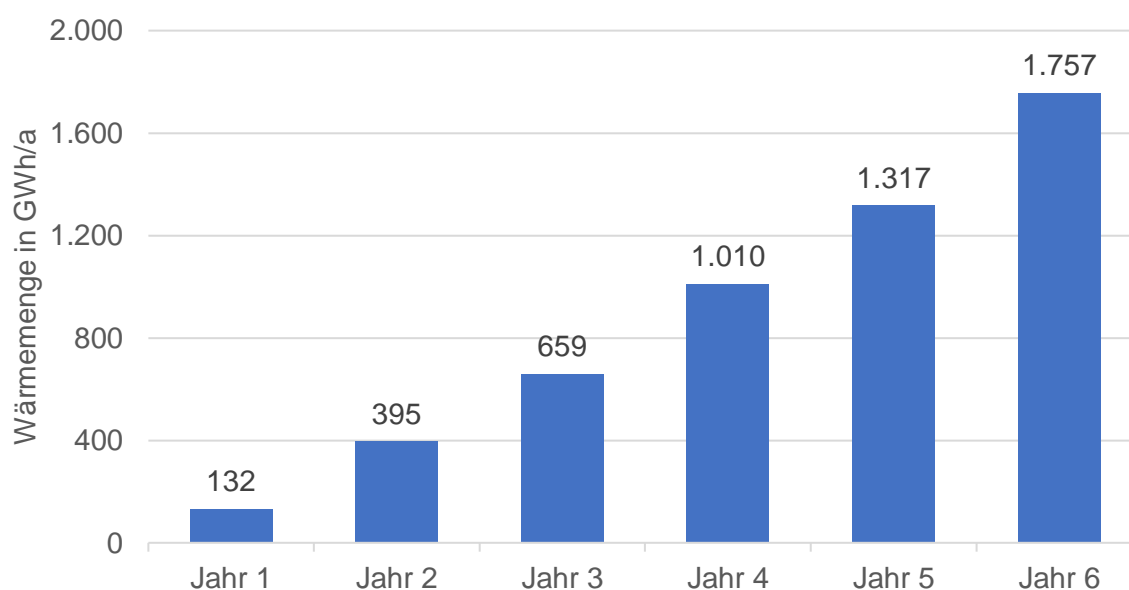


Abbildung 23 Entwicklung der potenziellen Abwärmemenge des geplanten Rechenzentrums

Wird dieses Abwärmepotenzial mit dem potenziellen Bedarf verglichen, zeigt sich, dass bereits die potenzielle Abwärmemenge, welche nach der zweiten Ausbaustufe zur Verfügung stehen würde, zur Deckung des Wärmebedarfs im Fokusgebiets Wustermark, des weiteren Betrachtungsgebietes Brieselang sowie der Plangebiete in Wustermark ausreichen würde. Damit stehen mit den folgenden Ausbaustufen weitere Abwärmemengen zur Verfügung, welche ggf. weitere zusätzliche Wärmebedarfe decken könnten.

## 4.3 Wärmenetz

Zur Nutzbarmachung der Abwärmepotenziale des geplanten Rechenzentrums, ist es nötig, einen räumlichen und zeitlichen Ausgleich zwischen Wärmequelle und Wärmesenken herzustellen. Hierfür muss ein Wärmenetz konzipiert werden, das in der Lage ist, diesen Ausgleich zu vollziehen.

In einem ersten Schritt werden dazu potenzielle Trassenverläufe skizziert sowie verschiedene Ausbauszenarien definiert. Anschließend wird anhand der Wärmelinien-dichte aufgezeigt, wie hoch das Potenzial der jeweiligen Ausbauszenarien einzuordnen ist.

### 4.3.1 Potenzielle Trassenverläufe

Es wurden zwei mögliche Trassenverläufe für die Hauptleitung des Wärmenetzes definiert, die zur Erschließung der in Kapitel 4.1.3 definierten Versorgungsgebiete in Frage kommen (vgl. Abbildung 24). Die zweite Variante entlang der B5 ist als Alternative mit aufgeführt, wurde im weiteren Verlauf der Analyse allerdings nicht näher betrachtet, um die Leitungsverlegung entlang einer Bundesstraße zu vermeiden. Die in Kapitel 5 aufgezeigten Hindernisse, insbesondere die Querung des Havelkanals sowie die Querung der A 10, führen außerdem zu der Definition zweier Ausbaustufen, die ebenfalls in Abbildung 24 dargestellt sind. Auf diese Weise kann die Analyse des Wärmenetzes zweistufig erfolgen und ein Ausschluss der genannten Hindernisse in Betracht gezogen werden.

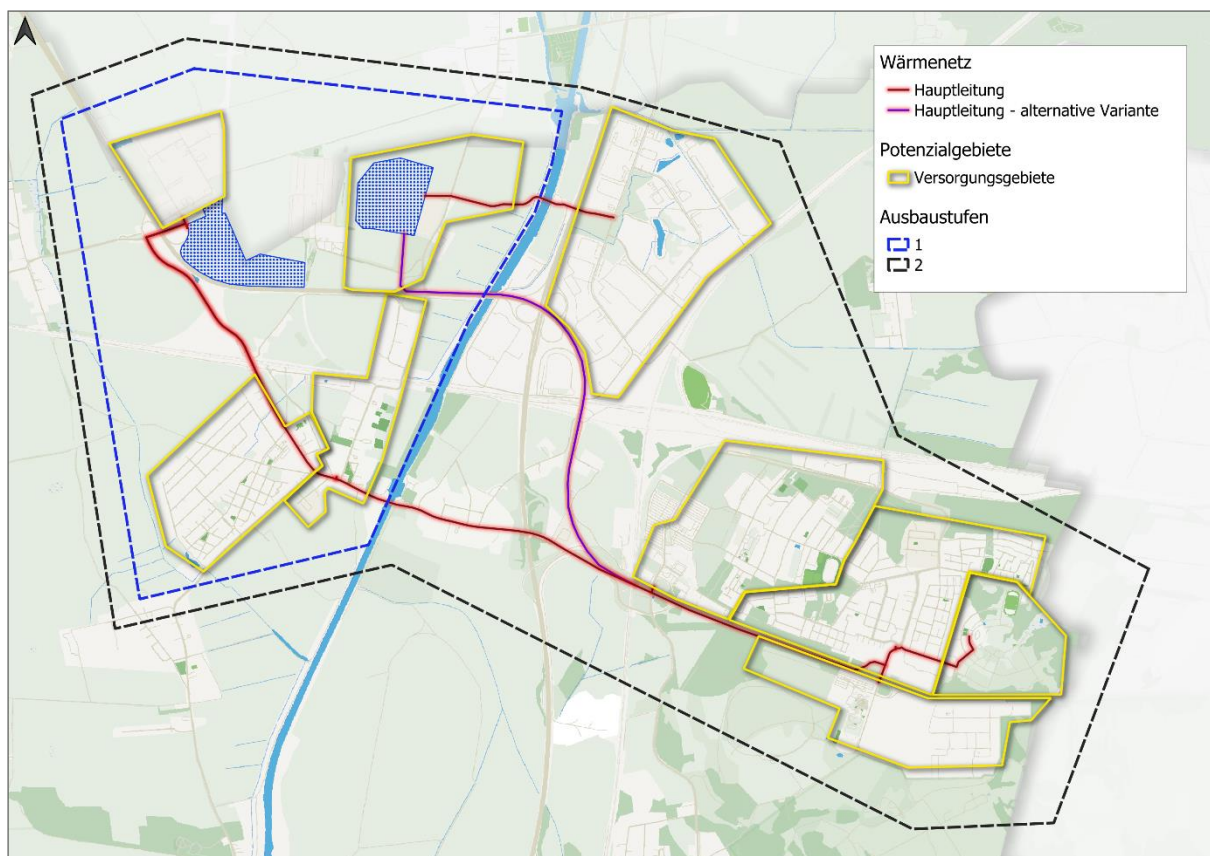


Abbildung 24 Potenzielle Trassenverläufe der Hauptleitung

### 4.3.2 Ausbauszenarien

Unabhängig von den definierten Ausbaustufen werden drei Ausbauszenarien definiert, die sich an den unterschiedlichen Kategorien der Anschlussnehmer orientieren. So wird ersichtlich, wie sich die Erschließung von Gebieten mit hohem Leitungsaufwand bei geringerem Wärmebezug auf die Wärmekosten auswirkt.

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, bezieht sich die Analyse der Wärmebedarfspotenziale zunächst auf Großabnehmer und kommunale Liegenschaften. Diese wurden als sogenannte „Ankerkunden“ identifiziert und stellen einen Großteil der potenziellen Wärmeabnahme dar. Der Anschluss eben jener Kundengruppe bildet **Ausbauszenario 1**.

**Ausbauszenario 2** berücksichtigt zusätzlich weitere potenzielle Großabnehmer in Form großer Mehrfamilienhäuser, die gleichzeitig strategisch günstig, sprich nahe der Haupt- und Verteilleitungen aus Ausbauszenario 1 liegen. So kann der Wärmeabsatz ohne hohen Leitungsaufwand ausgebaut werden.

**Ausbauszenario 3** bezieht schließlich alle Gebäude mit einem identifizierten Wärmebedarf mit ein. So wird in diesem Szenario auch der Anschluss aller Einfamilienhäuser in den definierten Versorgungsgebieten betrachtet.

Abbildung 25 zeigt die Trassenverläufe der Verteilleitungen der jeweiligen Ausbauszenarien. Lediglich innerhalb der Plangebiete konnten aufgrund der unterschiedlichen Planungsstände keine konkreten Leitungsverläufe skizziert werden.

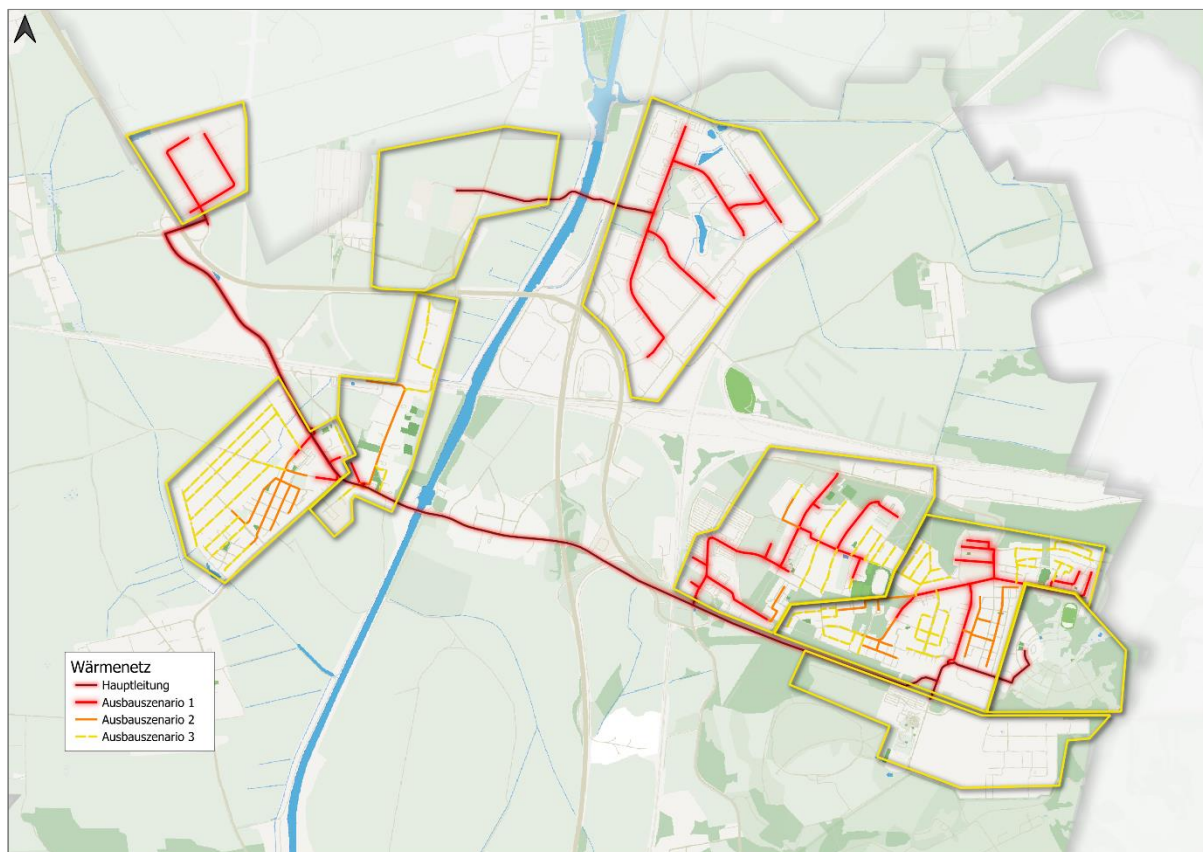


Abbildung 25 Ausbauszenarien des Wärmenetzes

### 4.3.3 Wärmeliniedichte

Um einen ersten Indikator für die wirtschaftliche Eignung einzelner Teilnetze zu erhalten, wird abschließend die Wärmeliniedichte berechnet und betrachtet.

Die Wärmeliniedichte wird in der Praxis verwendet, um die wirtschaftliche Realisierbarkeit eines potenziellen Wärmenetzes einzuschätzen. Sie ergibt sich aus dem Quotienten zwischen dem potenziellen Wärmebedarf eines Wärmenetzes und dessen benötigter Leitungslängen. Je Ausbauszenario bzw. -stufe werden entsprechend die Wärmebedarfe der definierten Anschlussnehmer aufsummiert und durch die Summe aller benötigten Leitungen (Hauptleitungen, Verteilungen, Anschlussleitungen) in einfacher Länge geteilt. Anschließend kann für die einzelnen Varianten eine Bewertung der Wärmeliniedichte erfolgen.

Als Richtwert galt nach dem ausgelaufenen Förderprogramm „Wärmenetze 4.0“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ein Wert von 500 kWh/m\*a. Dieser Wert wird als untere Grenze herangezogen, da bei kleinerer Wärmeliniedichte keine Wirtschaftlichkeit zu erwarten ist. Entsprechend praktischer Erfahrung zeigen Wärmeliniedichten von über 2.200 kWh/m\*a ein hohes Potenzial auf.

Tabelle 10 und Tabelle 11 zeigen auf, welche Parameter für die jeweiligen Ausbaustufen bzw. -szenarien ermittelt wurden.

Tabelle 10 Parameter für das südliche potenzielle Wärmenetz bis Wustermark Ort (Ausbaustufe 1)

Parameter	Einheit	Ausbauszenario 1	Ausbauszenario 2	Ausbauszenario 3
<b>Gebäudedaten</b>				
Gebäude	Anzahl	51	70	898
Wärmebedarf	GWh/a	4,83	7,45	24,11
<b>Netzdaten</b>				
Länge Hauptleitung	km	2,50	2,50	2,50
Länge Verteilleitung	km	2,28	5,15	11,42
Länge Anschlussleitung	km	2,63	3,06	5,18
<b>Wärmelinienindichte</b>	<b>kWh/m*a</b>	<b>652</b>	<b>696</b>	<b>1.262</b>

Tabelle 11 Parameter für das südliche potenzielle Wärmenetz bis Elstal (Ausbaustufe 2)

Parameter	Einheit	Ausbauszenario 1	Ausbauszenario 2	Ausbauszenario 3
<b>Gebäudedaten</b>				
Gebäude	Anzahl	268	412	2.233
Wärmebedarf	GWh/a	42,37	63,40	99,58
<b>Netzdaten</b>				
Länge Hauptleitung	km	7,40	7,40	7,40
Länge Verteilleitung	km	16,41	22,43	36,20
Länge Anschlussleitung	km	10,24	16,77	21,51
<b>Wärmelinienindichte</b>	<b>kWh/m*a</b>	<b>1.244</b>	<b>1.360</b>	<b>1.529</b>

Tabelle 12 Parameter für das nördliche potenzielle Wärmenetz Industriegebiete

Parameter	Einheit	Ausbaustufe 1	Ausbaustufe 2	
<b>Gebäudedaten</b>				
Gebäude	Anzahl	17	91	
Wärmebedarf	GWh/a	9,78	50,14	
<b>Netzdaten</b>				
Länge Hauptleitung	km	0,00	1,30	
Länge Verteilleitung	km	3,05	6,61	
Länge Anschlussleitung	km	0,75	6,90	
<b>Wärmelinienindichte</b>	<b>kWh/m*a</b>	<b>2.575</b>	<b>3.384</b>	

Die Analyse zeigt auf, dass die Wärmelinienindichte den Grenzwert von 500 kWh/m\*a in allen Betrachtungsvarianten übertrifft, für das südliche potenzielle Wärmenetz in Ausbaustufe 1 allerdings nur beim Anschluss aller potenziellen Anschlussnehmer (Ausbauszenario 3) deutlich



höhere Werte erreicht. In der Ausbaustufe 2 wird für das südliche Teilnetz ein vergleichbarer Wert bereits beim Anschluss aller Ankerkunden (Ausbauszenario 1) erreicht.

## 4.4 Wärme- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Der Großteil des Wärmebedarfs im Gebäudesektor des Gemeindegebietes Wustermark wird, wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben, durch fossile Energieträger gedeckt. Ausgehend vom ermittelten Wärmebedarf von 171 GWh/a (siehe 3.1.3) und unter Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren nach Energieträgern<sup>20</sup> ergeben sich als Ausgangslage THG-Emissionen im Betrachtungsgebiet in einer Höhe von ca. 46.488 t CO<sub>2-eq</sub>/a.

Die in den Versorgungsgebieten identifizierten potenziellen Abnehmer haben einen Gesamtwärmebedarf von 149 GWh/a. Im Kern der Betrachtung einer Fernwärmeanbindung liegen demnach knapp 87 % des Wärmebedarfs der Gemeinde Wustermark. Die mögliche Abwärmenutzung kann einen großen Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung und die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde haben.

Durch die Deckung des Wärmebedarfs mittels Abwärme würde sich eine deutliche Reduktion der THG-Emissionen ergeben. Diese wird anhand der untersuchten Szenarien in Kapitel 6 tiefergehend analysiert.

---

<sup>20</sup> Die Annahme ähnlicher Energieträgeranteile wie im KSK der Gemeinde Wustermark ist in Ermangelung anderer Daten (z.B. Energie- & THG-Bilanz der Gemeinde Brieselang, geplante Heizenergieträger für alle Plangebiete) die bestmögliche Annäherung an die Energieträgeranteile für das gesamte Betrachtungsgebiet



## 5 Hemmnisanalyse

Bei der Hemmnisanalyse sind neben den nachfolgend näher betrachteten Hemmnissen auch Umweltauswirkungen zu berücksichtigen. Hierbei geht es um ökologische Auswirkungen auf Wasserstraßen, Landschaften und Tierlebensräume. Um die Umweltauswirkungen präzise beurteilen zu können, ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung unverzichtbar. Erst nach einer umfassenden Prüfung der Umweltauswirkungen können nachhaltige Entscheidungen getroffen werden.

### 5.1 Schutzgebiete

Für die Planung und Umsetzung der Fernwärmeinfrastruktur sind im Hinblick auf ökologische Risiken und die potenzielle Beeinträchtigung der Umwelt Schutz- und Risikogebiete als potenzielle Hemmnisse zu berücksichtigen. Diese können entweder Ausschlussflächen oder einen zusätzlichen Genehmigungsbedarf hervorrufen.

Innerhalb des Betrachtungsgebietes konnten naturschutzfachliche Schutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Hochwasserrisikogebiete sowie Gebiete denkmalschutzfachlicher Art identifiziert werden, welche bei der Planung zu berücksichtigen sind. Im Falle einer potenziellen Querung sollte dies bei der jeweils zuständigen Fachbehörde, z.B. Untere Naturschutzbehörde, Wasserschutzbehörde oder dem Amt für Denkmalschutz rechtzeitig angezeigt und ggf. der Genehmigungsbedarf abgestimmt werden. Die im Betrachtungsgebiet identifizierten Schutz- und Risikogebiete sind in Abbildung 26 zusammenfassend dargestellt.

Es zeigt sich, dass im Fokusgebiet Wustermark die potenziellen Versorgungsgebiete im Ortsteil Elstal, das Olympische Dorf und Karls Erlebnisdorf teilweise in Wasserschutzgebieten und einem Landschaftsschutzgebiet liegen. Zudem ist der Ortsteil Wustermark und der Bereich zwischen diesem und dem Ortsteil Elstal von Hochwasserrisikogebieten sowie Bodendenkmälern geprägt. In den südöstlich befindlichen Naturschutz-, FFH- und Vogelschutzgebieten sind keine potenziellen Versorgungsgebiete oder Potenzialgebiete vorhanden.

Im Gemeindegebiet Brieselang liegt das Potenzialgebiet Brieselang Zentrum innerhalb von einem Wasserschutzgebiet und die Gebiete Zeestow und Bredow auf flächenhaften Bodendenkmälern.

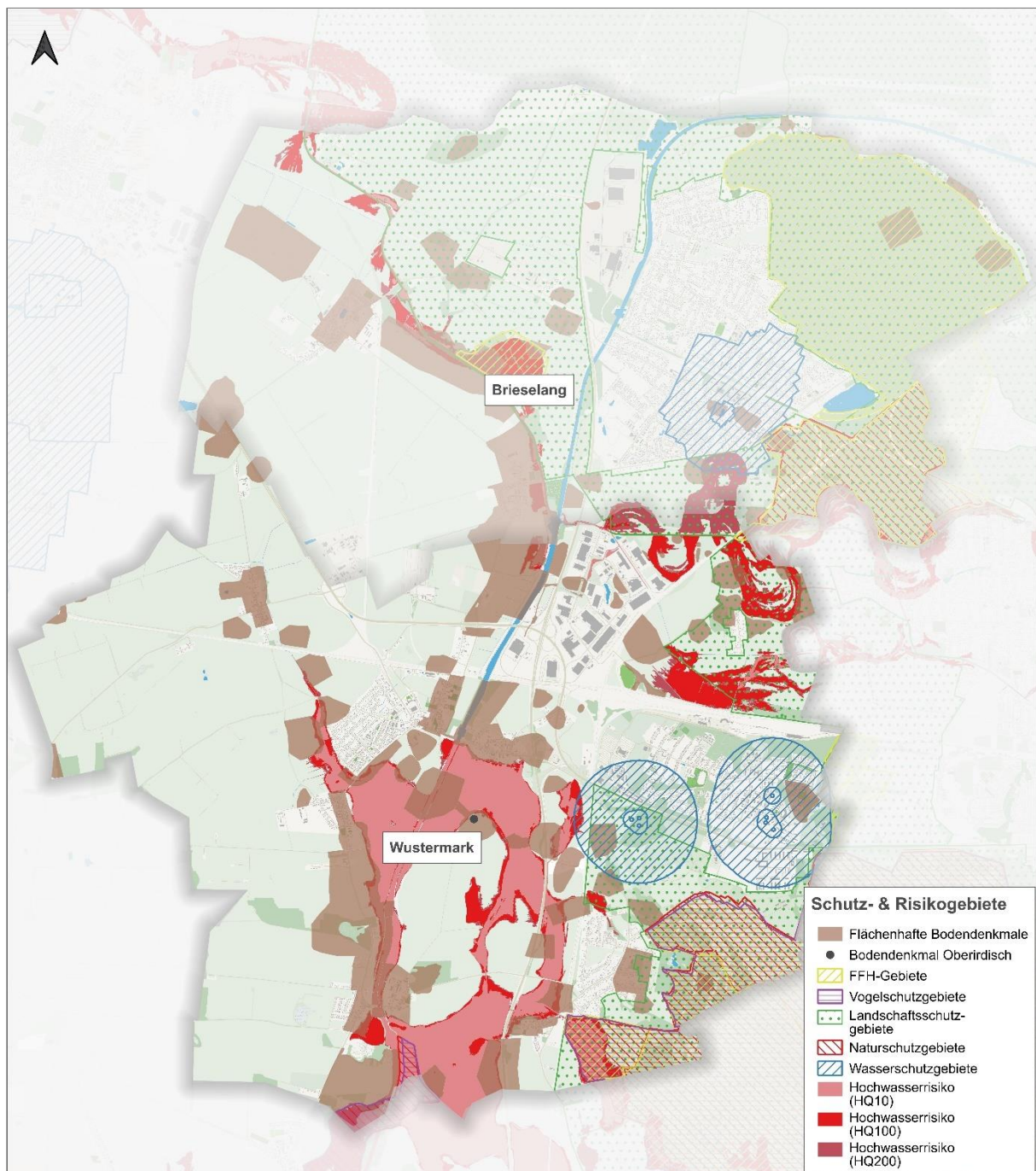


Abbildung 26 Schutz- & Risikogebiete im Betrachtungsgebiet

## 5.2 Infrastruktur

Die Planung und Umsetzung von Fernwärmeinfrastruktur erfordern eine sorgfältige Hindernisanalyse, um eine reibungslose Integration in städtische Umgebungen sicherzustellen.

Grundsätzlich gibt es mehrere Lösungsansätze, eine Querung umzusetzen:

- Nutzung bestehender Infrastruktur wie Tunnel oder Brücken
- Errichtung eines eigenen Tunnels oder einer Rohrbrücke
- Querung grabenlos mittels Horizontalspülbohr-Verfahren

Im Bereich der geplanten Fernwärmetrassen haben sich drei größere Querungen hervorgehoben, welche nachfolgend detailliert betrachtet werden sollen.

### 5.2.1 Autobahnen

Die A10 muss an zwei Stellen gekreuzt werden:

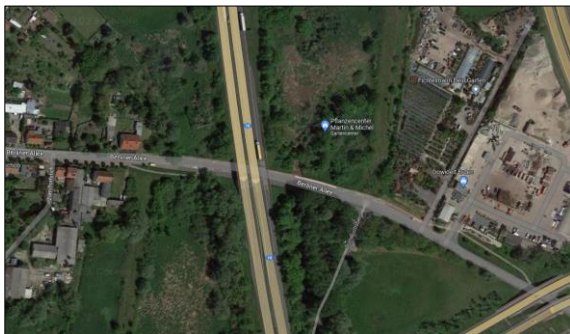


Abbildung 27 Querung der A10 an der Berliner Allee und am Kuhdammweg

Im Bereich Berliner Allee kann die Leitung mit dem bestehenden Tunnel unter der Autobahn hindurchgeführt werden und so den Ortsteil Elstal erschließen.

Im Bereich des Kuhdammweges ist eine Brücke über die Autobahn vorhanden. Diese kann jedoch aufgrund der hohen Wärmeabnahme des Industriegebietes und der damit verbundenen großen Rohrdimensionen voraussichtlich nicht genutzt werden. Hier wird empfohlen, sofern keine Brückensanierung ansteht, eine eigene Querung in Form einer Rohrbrücke zu errichten.

Der vorgesehene Rohrdurchmesser in diesem Bereich beträgt DN 400. Das Gewicht der Rohrleitung inkl. Dämmung beträgt bei dieser Dimension ca. 88 kg/m Rohr. Hinzu kommt das Gewicht des Wärmeträgermediums (Wasser) von ca. 1.237 kg/m. Bei einer Querungslänge von 45 m mit zwei Rohren (Vor- & Rücklauf) ergibt sich somit ein Gesamtgewicht von 119 t.



## 5.2.2 Bahntrassen

Das geplante Rechenzentrum soll nördlich der Bahnstrecke Berlin-Wolfsburg errichtet werden. Der überwiegende Teil der potenziellen Wärmeabnehmer befindet sich jedoch südlich der Bahntrasse. Daher muss die Bahntrasse im Bereich des Bahnhofs Wustermark / Hamburger Straße gequert werden.

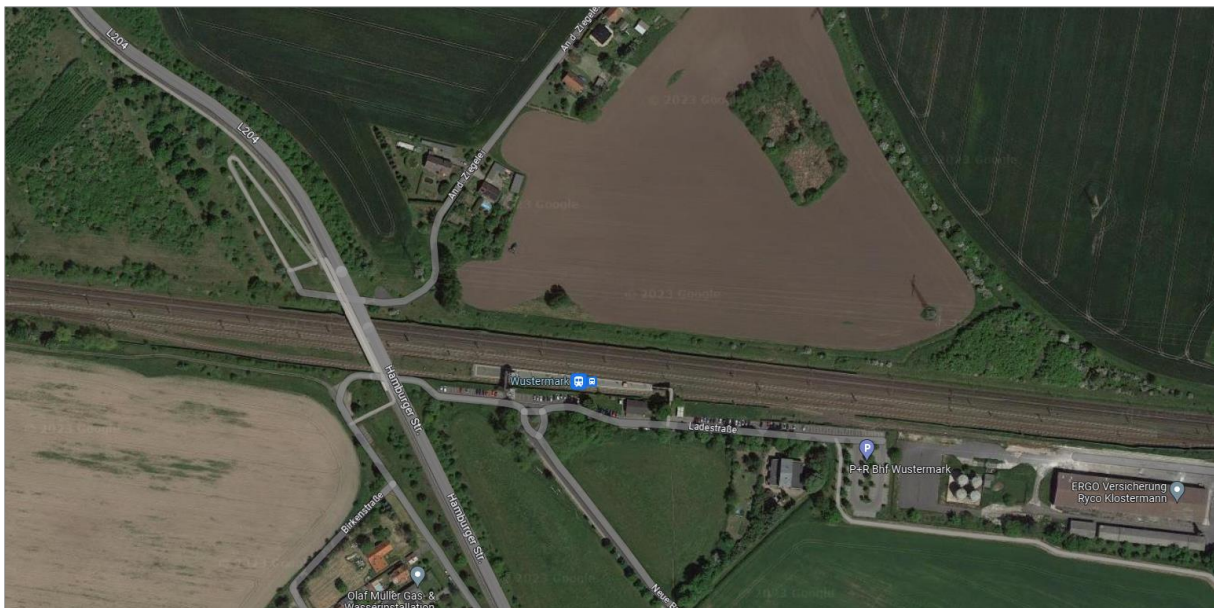


Abbildung 28 Querung Bahntrasse Bahnhof Wustermark

In diesem Bereich ist die Leitung noch maximal dimensioniert. Bei Vollausbau wird derzeit von einer Leitung DN 800 ausgegangen.

Das Gewicht der Rohrleitung inkl. Dämmung beträgt bei dieser Dimension ca. 240 kg/m Rohr. Hinzu kommt das Gewicht des Wärmeträgermediums (Wasser) von knapp 2.500 kg/m. Bei einer Querungslänge von 50 m mit zwei Rohren (Vor- & Rücklauf) ergibt sich somit ein Gesamtgewicht von 274 t.

Eine dauerhafte Belastung der bestehenden Brücke mit einem solchen zusätzlichen Gewicht ist nach unserer fachlichen Einschätzung nicht möglich. Zur oberirdischen Querung der Bahntrasse bleibt nur die Errichtung einer eigenen Rohrbrücke. Von diesem Vorhaben wird jedoch abgeraten, da nicht nur die Wärmeverluste, sondern auch die Druckverluste (zahlreiche Bögen notwendig, um die Rohrleitung aus dem Erdreich über die Bahn zu führen) des Gesamtsystems erhöht werden.

Es wird daher empfohlen, eine horizontale Bohrung unter dem Gleis durchzuführen. Dadurch wird der Bahnverkehr zu keinem Zeitpunkt beeinträchtigt und es sind keine aufwendigen Lastabtragungen wie bei einer oberirdischen Querung erforderlich.

Im weiteren Verlauf der Hauptleitung muss die Bahntrasse Richtung Elstal auf Höhe der Kreuzung „Berliner Chaussee“ / „Am Bahnstromwerk“ erneut gequert werden.



Abbildung 29 Querung Bahntrasse „Am Bahnstromwerk“

Auch in diesem Bereich ist die Rohrleitung mit DN 600 noch relativ groß. Das Gewicht der Rohrleitung inkl. Dämmung beträgt bei dieser Dimension ca. 154 kg/m. Hinzu kommt das Gewicht des Wärmeträgermediums (Wasser) von knapp 1.872 kg/m. Bei einer Querungslänge von 30 m mit zwei Rohren (Vor- & Rücklauf) ergibt sich somit ein Gesamtgewicht von 122 t. Da die Bahntrasse an dieser Stelle schmaler ist, kann hier mit einer separaten Rohrbrücke gerechnet werden.

Die Querung der Bahntrasse ist ein sensibler Schritt in der Planung und Umsetzung des Gesamtprojektes. Sie erfordert eine sorgfältige Vorbereitung, eine enge Zusammenarbeit und die Einbindung verschiedener Akteure.

Es empfiehlt sich, frühzeitig mit der Bahn AG Kontakt aufzunehmen, um das Interesse an der Querung zu signalisieren. Dies ermöglicht eine rechtzeitige Abstimmung und vermeidet Konflikte.



## 5.2.3 Havelkanal

Neben Landstraßen muss auch eine Wasserstraße, der Havelkanal, gequert werden. Der in den Jahren 1951 und 1952 gebaute Kanal hat eine durchschnittliche Tiefe von 3,5 m. Der Kanal ist an der zu querenden Stelle ca. 50 m breit.



Abbildung 30 Querung Havelkanal "Berliner Straße"

Ähnlich wie bei der Querung der Bahntrasse sind auch hier große Rohrabmessungen erforderlich, um die Ortsteile Dyrotz und Elstal mit Wärme zu versorgen. Auf eine Querung mittels vorhandener Brücke oder eigener Rohrbrücke wird daher verzichtet. Eine horizontale Unterquerung des Kanals ist zu bevorzugen.



Abbildung 31 Querung Havelkanal "Kuhdammbrücke"

Anders verhält es sich bei der Erschließung des Gewerbegebietes, hier ist der Rohrdurchmesser mit DN 400 kleiner. Es ist statisch zu prüfen, ob die Kuhdamnbrücke mit einem zusätzlichen Gewicht von ca. 186 t für beide Leitungen belastet werden kann. Andernfalls wird empfohlen, die Querung des Kanals mittels Horizontalbohrung durchzuführen.

Wie bei der Querung der Bahntrasse ist auch hier die Notwendigkeit der Querung rechtzeitig bei den zuständigen Behörden anzumelden.



## 6 Szenarien und Zielformulierung

In diesem Kapitel werden die technischen Konzepte der untersuchten Fernwärmenetze nach den definierten Versorgungsgebieten untersucht und nach deren Wirtschaftlichkeit bewertet. Weiterhin werden anhand der anfallenden Endenergie sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen einer Wärmeversorgung mittels Abwärme aus dem Rechenzentrum die erzielten Einsparungen gegenüber der bestehenden Wärmeversorgung der mit Fernwärme angebundenen Gebäude dargestellt und mit der Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Wustermark verschnitten.

### 6.1 Abwärme Ausspeisepunkte

Das exponentielle Wachstum der digitalen Datenverarbeitung in der heutigen Zeit hat zu einer wachsenden Zahl von Rechenzentren geführt, die als Knotenpunkte für die Speicherung und Verarbeitung von Daten dienen. Diese Rechenzentren benötigen große Mengen an Energie, um Server und andere Infrastrukturkomponenten in Betrieb zu halten. Dabei entsteht viel Abwärme, die bisher oft als unerwünschtes Nebenprodukt betrachtet wurde. Hier gibt es jedoch ein Umdenken, da Nachhaltigkeit und Effizienz bei der Energienutzung immer mehr in den Vordergrund rücken.

Um eine möglichst hohe Effizienz bei der Wärmerückgewinnung zu erreichen, ist die Positionierung der Austrittspunkte für die Abwärmenutzung von entscheidender Bedeutung. Im Fall des Rechenzentrums bietet sich ein potenzieller Übergabepunkt an der Grundstücksgrenze des Rechenzentrums an. Damit sind alle Schnittstellen klar definiert.

Ein wichtiger Aspekt, der die Abwärmenutzung in einem Rechenzentrum beeinflusst, ist die Art der Kühlung (vgl. auch 4.2):

- Luftkühlsysteme entziehen den Servern Wärme und führen diese über ein Wärmetauschersystem ab. Hier ist auf eine geeignete Dimensionierung der Wärmetauscher zu achten.
- Wird beispielsweise im Sommer eine Klimaanlage für den Betrieb benötigt, kann der Rücklauf der Kältemaschine genutzt werden. So ist eine konstante Vorlauftemperatur gewährleistet.

### 6.2 Technische Konzepte

Der überwiegende Teil der Gebäude im Untersuchungsgebiet nutzt als Wärmeübergabesystem konventionelle Heizkörper mit Vorlauftemperaturen >50 °C. Ein kleinerer Teil der Gebäude ist bereits energetisch saniert oder es handelt sich um Neubauten mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Diese können die Abwärme des Rechenzentrums direkt nutzen. Daher sollen zwei

technische Konzepte aufgezeigt werden, wie die betrachteten Gebiete mit Wärme versorgt werden können.

### Zentrale Erwärmung der Abwärme im Heizwerk nahe des RZ

Das erste Konzept zielt auf die zentrale Erwärmung der Abwärme des Rechenzentrums auf 65 °C in einem zentralen Heizhaus mittels Hochtemperaturwärmepumpen ab. Diese Temperatur ermöglicht eine effiziente Versorgung verschiedener Wärmenutzungsanwendungen. Die zentrale Erwärmung hat den Vorteil, dass die Wärme auf einem höheren Temperaturniveau vorliegt und somit ohne Nacherwärmung vielseitig einsetzbar ist.

Die Abwärme des Rechenzentrums wird über Wärmetauscher in das Heizhaus geleitet, wo Hochtemperaturwärmepumpen die Temperatur auf 65 °C erhöhen. Das erwärmte Wasser kann in das Wärmenetz eingespeist werden.

#### Vorteile

- Zentrale Erwärmung ermöglicht optimierte Steuerung und Überwachung
- Keine dezentralen Standorte für Heizhäuser notwendig
- Direkte Nutzung beim Großteil der Endkunden ohne zusätzliche Erwärmer möglich

#### Nachteile:

- Der gesamte Wärmebedarf muss durch die Wärmepumpen auf 65 °C angehoben werden, unabhängig der notwendigen Temperatur beim Endverbraucher
- Effizienzverlust durch höhere Temperaturen im Netz

### Verteilung der Abwärme in ein Wärmenetz mit dezentralen Heizhäusern

Das zweite Konzept setzt auf die Verteilung der Abwärme in einem Wärmenetz mit einer Zieltemperatur von 40 °C. Entsprechende Abnehmer befinden sich hauptsächlich im Stadtteil Elstal. Dabei werden dezentrale Heizzentralen eingesetzt, um unterschiedliche Gebiete und Anwendungen bedarfsgerecht zu versorgen.

Abwärme wird direkt in das Wärmenetz eingespeist. In den dezentralen Heizzentralen erfolgt eine Temperaturanpassung auf 65 °C für Gebäude, die diesen höheren Temperaturbereich benötigen.

#### Vorteile:

- Effiziente Nutzung der Abwärme durch ein flexibles Wärmenetz
- Gezielte Anpassung der Temperatur an unterschiedliche Gebäudeanforderungen
- Dezentrale Heizzentralen ermöglichen eine optimierte Wärmeverteilung und -regelung

#### Nachteile:

- Höherer Investitionsaufwand für Dezentralisierung
- Erhöhter Wartungsaufwand in den dezentralen Heizwerken

Alle berechneten technischen Komponenten der jeweiligen Varianten sind den Parameterlisten im Anhang zu entnehmen.

## 6.3 Wärmenetze

### 6.3.1 Netzverläufe

Wie in Kapitel 5 Hemmnisanalyse dargestellt, ist die Erschließung des Ortsteils Elstal mit mehreren kostenintensiven Querungen und damit vielfältigen Herausforderungen verbunden. Aus diesem Grund wurde die Hauptleitung nach Elstal im weiteren Verlauf unterteilt.

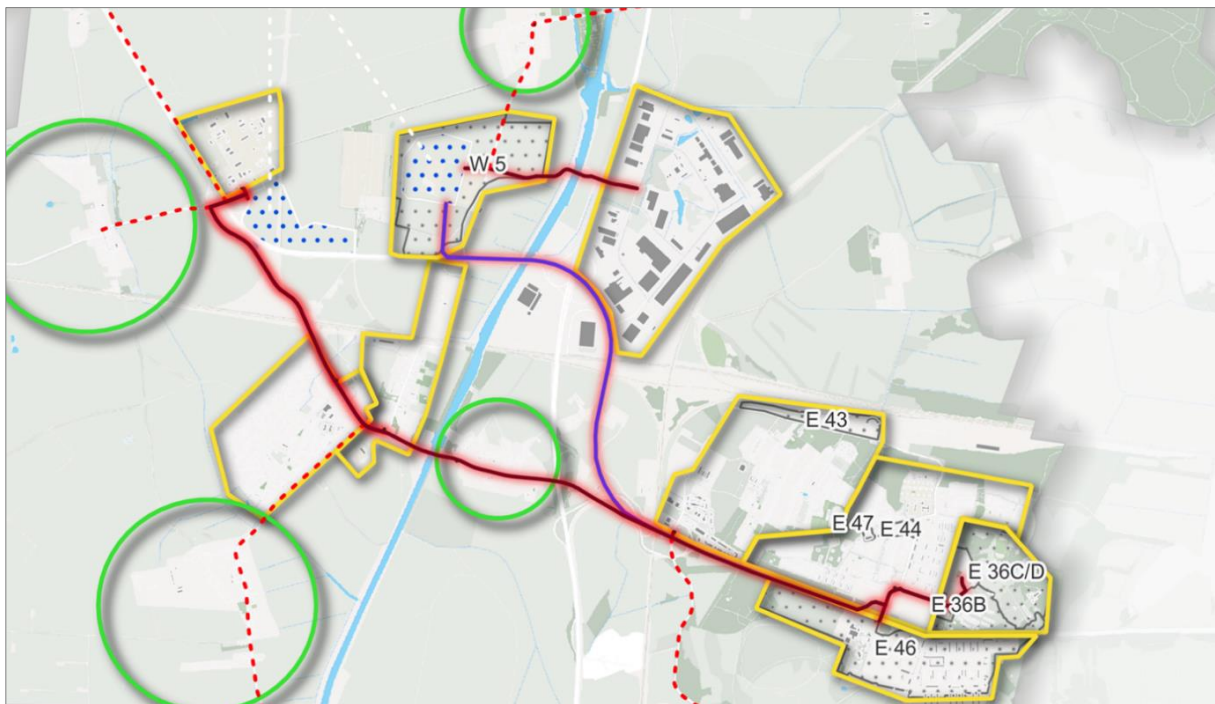


Abbildung 32 Übersichtskarte Fokusgebiete Untersuchungsraum

Derzeit gibt es keine nennenswerten Wärmenetze im Bereich des geplanten Rechenzentrums. Der Aufbau einer Netzinfrastruktur steht noch am Anfang. Daher ist die Vorgehensweise hier mit einem deutlich höheren planerischen und finanziellen Aufwand verbunden.

Alle Varianten haben eine einheitliche Beschriftungsstruktur. Die unterschiedlichen Abkürzungen sind nachfolgend aufgeführt:

- FW1 Fernwärmeleitung 1, südlich bis Wustermark Ort oder Elstal
- WU Bis Wustermark Ort

- GES Bis Olympisches Dorf im Elstal
- AZ1-3 Absatzszenario 1-3 wie in Kapitel 4.3.2 beschrieben
- 65/42 Netzvorlauftemperatur
- FW2 Fernwärmeleitung 2, nördliches Industriegebiet
- Nord Neues Gewerbegebiet
- GES Neues + bestehendes Gewerbegebiet

Zunächst soll die Wirtschaftlichkeit einer Hauptleitung bis zur Ortslage Wustermark (nur links des Havelkanals) untersucht werden. In einer zweiten Untersuchung wird die vollständige Anbindung der Ortslage Wustermark und des Ortsteils Elstal mit den damit verbundenen Herausforderungen betrachtet.

Die jeweiligen Netzverläufe und technischen Konzepte setzen Flächen für Heizwerke und deren Technik voraus. Die notwendigen Flächen für die jeweiligen Heizwerke sind nachfolgend dargestellt. Zur räumlichen Einordnung soll ein Länderspiel-konformes Fußballfeld dienen, welches exakt die Größe von 68 m x 105 m, also 7140 m<sup>2</sup> aufweisen muss.

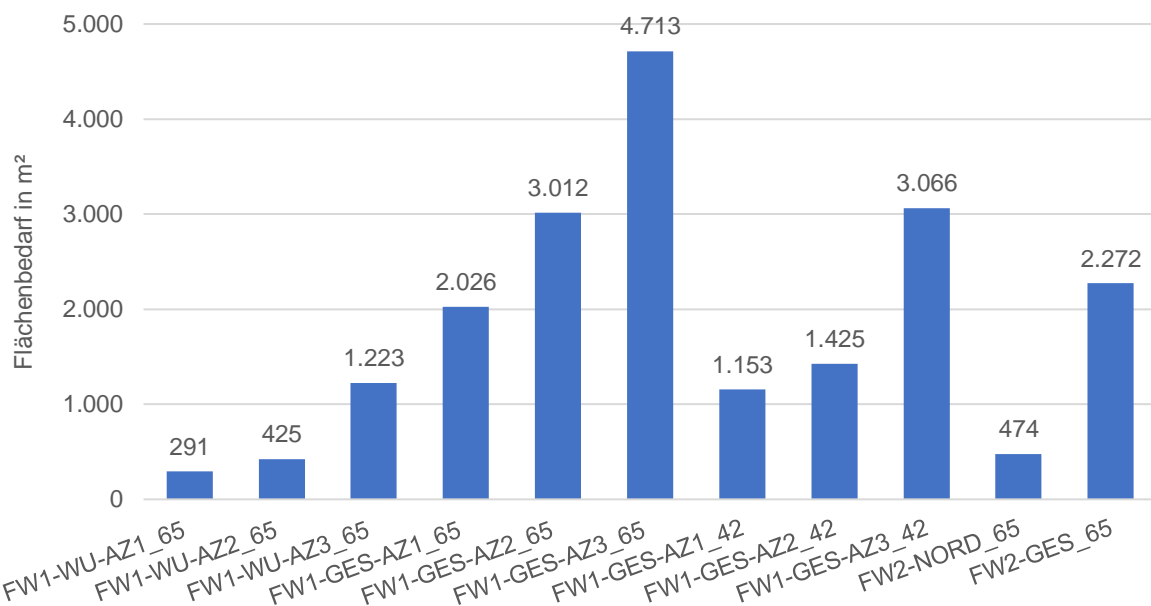


Abbildung 33 Flächenbedarf Heizwerke

# Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark I Szenarien und Zielformulierung



Abbildung 34 BPlan-Gebiet nach Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“<sup>21</sup> mögliche Heizwerkstandorte (rot)

Bei der dezentralen Variante ist der Flächenbedarf niedriger, da nicht für die gesamte Wärmeabnahme Wärmepumpen installiert werden müssen. Es müssen jedoch Heizwerkstandorte nahe den Abnehmern gefunden werden.

<sup>21</sup> Bebauungsplan Nr. W49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“ – räumlicher Geltungsbereich (Vorentwurf), Stand 02.2023

## 6.3.2 Energiebilanz

Im ersten Schritt soll die mögliche Einsparung des Endenergieverbrauchs und des daraus resultierenden Primärenergiebedarfs aufgezeigt werden.

### Zentrale Erwärmung der Abwärme im Heizhaus nahe des RZ

Es wird schnell deutlich, dass im Vergleich zur derzeitigen Heizungsart (überwiegend Gasheizung) erhebliche Einsparungen beim Endenergieverbrauch und damit auch beim Primärenergiebedarf möglich sind. Die mögliche Einsparung am Primärenergiebedarf liegt je nach Ausbaustufe und Absatzszenario zwischen 62 % und 66 %.

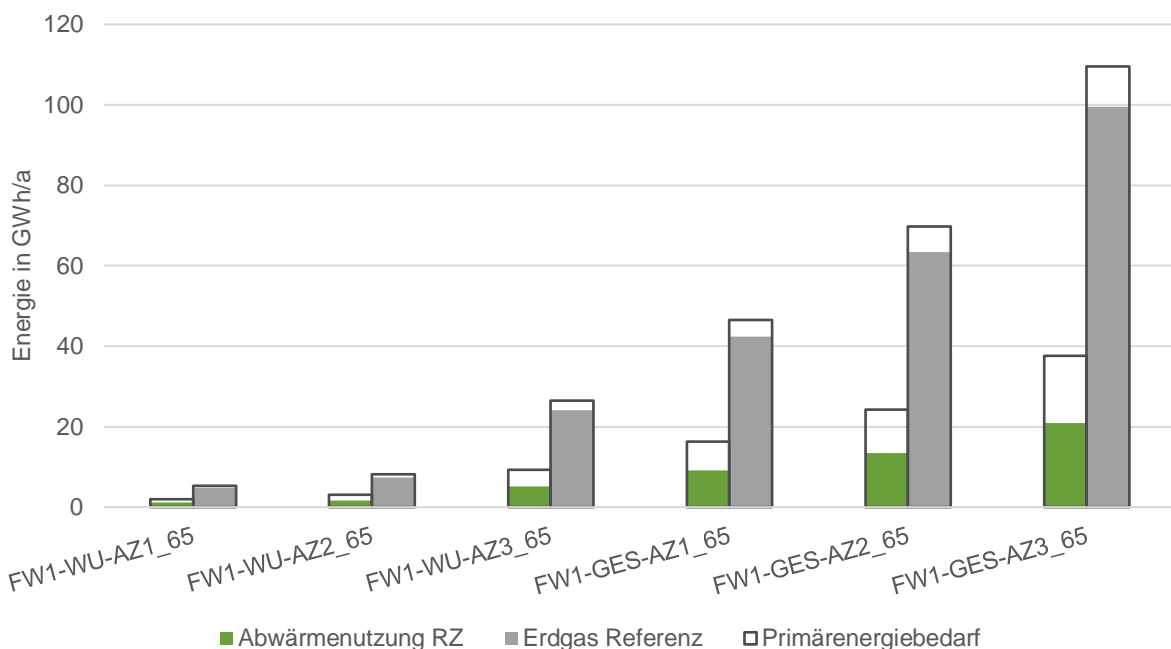


Abbildung 35 Energiebilanz Leitung Fernwärmenetz 1 (Süd 65 °C)

Auch für das betrachtete Gewerbegebiet, welches durch einen weiteren Bauabschnitt des Rechenzentrums versorgt wird, zeigt sich eine deutliche Einsparung an Primärenergie.



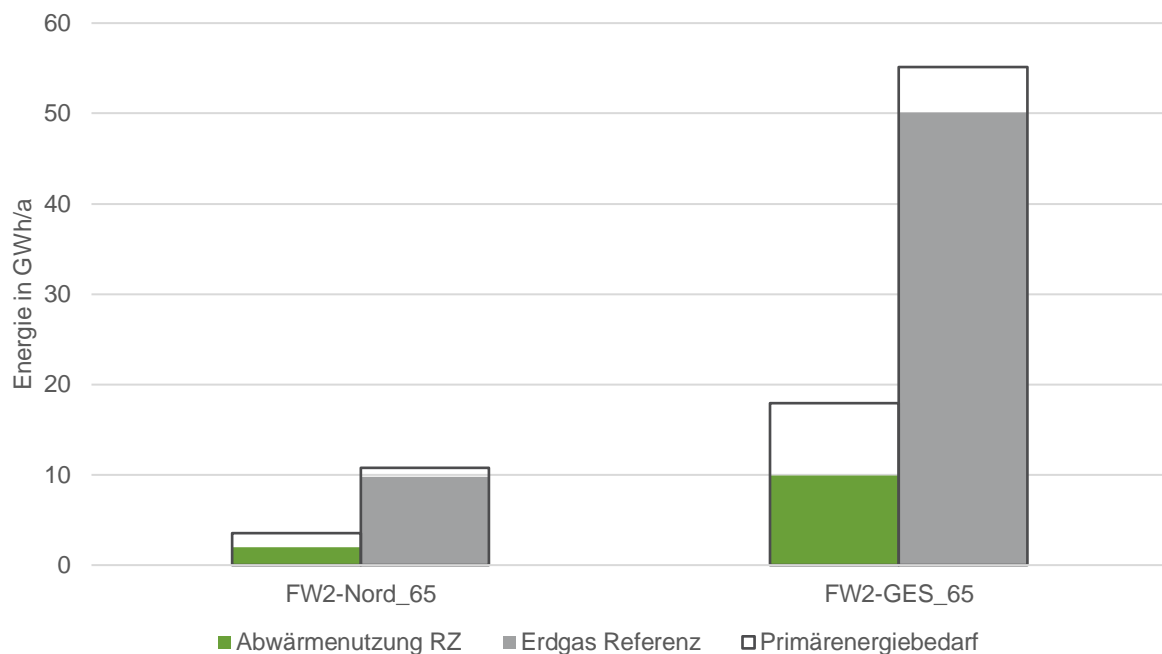


Abbildung 36 Energiebilanz Leitung Fernwärmenetz 2 (Nord 65°C)

Die Einsparung ist hier noch höher als bei den Wohn-/Mischgebieten, da mit geringeren Wärmeverlusten zu rechnen ist. Dies wird auch durch die Auswertung der Wärmeleitendichte bestätigt. Es ist eine Primärenergieeinsparung von gut 67 % gegenüber der Gasheizung möglich.

### Verteilung der Abwärme in ein Wärmenetz mit dezentralen Heizhäusern

Das zweite technische Konzept, bei dem die Abwärme direkt genutzt werden kann, weist ein höheres Einsparpotenzial auf. Dabei muss nicht die gesamte zur Verfügung stehende Abwärme, sondern nur der Teil, der für die Beheizung der Gebäude mit einer erforderlichen Vorlauftemperatur von >40 °C (Altbauten mit Konvektoren) benötigt wird, durch Hochtemperatur-Wärmepumpen unter Einsatz von Strom als Endenergie auf eine Temperatur von >65 °C angehoben werden. Alle weiteren klassifizierten Neubauten mit Flächenheizungen von ca. 35 °C können wiederum direkt mit der vorhandenen Abwärmtemperatur versorgt werden. Für diese wird eine dezentrale elektrische Nacherhitzung zur Trinkwarmwassererwärmung vorgesehen.

Die mögliche Einsparung des Primärenergiebedarfs liegt je nach Ausbaustufe und Absatzszenario zwischen 73 % und 76 %.



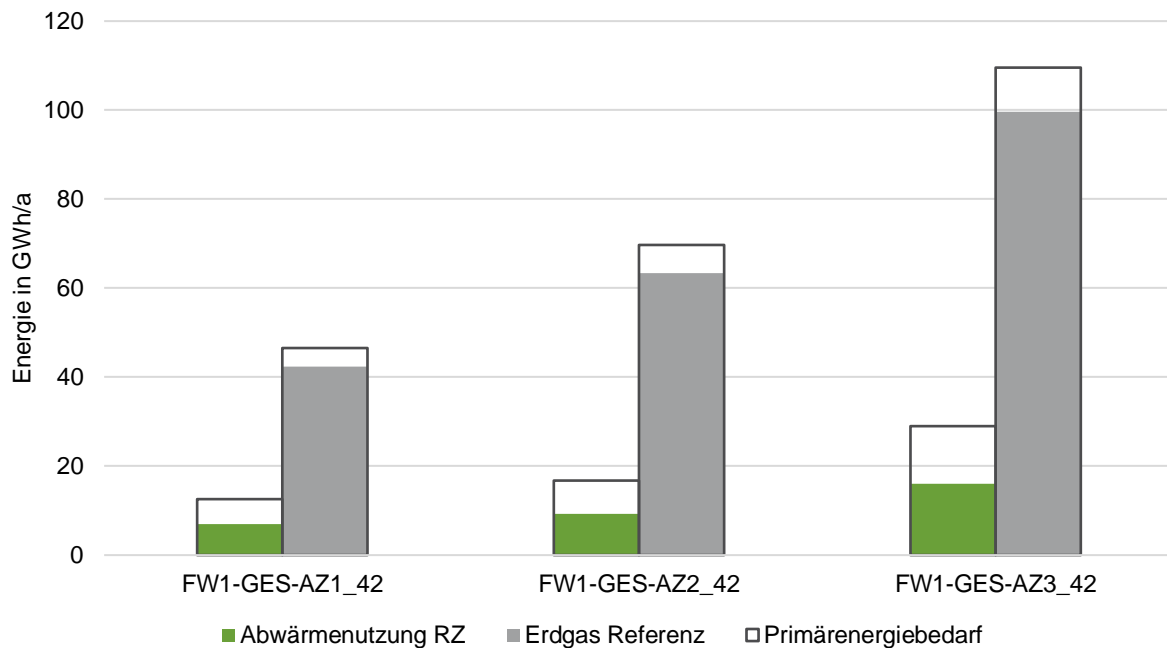


Abbildung 37 Energiebilanz Leitung Süd 42 °C

### Zwischenfazit Energiebilanz

Durch die Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums, die mit einem Primärenergiefaktor von 0,0<sup>22</sup> angesetzt wird, kann der Energiebedarf im Betrachtungsgebiet drastisch reduziert werden. Bei zukunftsweisenden technischen Konzepten kann die Einsparung durch die direkte Nutzung der Abwärme noch erhöht werden. Wenn beim dezentralen Konzept die Gebäude in den einzelnen „heißen“ Teilnetzen modernisiert sind und mit einer geringeren Vorlauftemperatur auskommen, kann die dezentrale Nacherwärmung zurückgebaut werden. Dadurch erhöht sich der Direktnutzungsgrad und der Primärenergiebedarf sinkt weiter.

### 6.3.3 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung sieht bei derzeitiger Rechtslage für Abwärme aus Prozessen einen Emissionsfaktor von 40 [g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro kWh] vor. Netzbezogener Strom (hier im Einsatz für die Wärmepumpen und Verteilung) wird mit einem Faktor von 560 [g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro kWh] angesetzt.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage\\_4.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_4.html)

<sup>23</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage\\_9.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_9.html)

### Zentrale Erwärmung der Abwärme im Heizhaus nahe des RZ

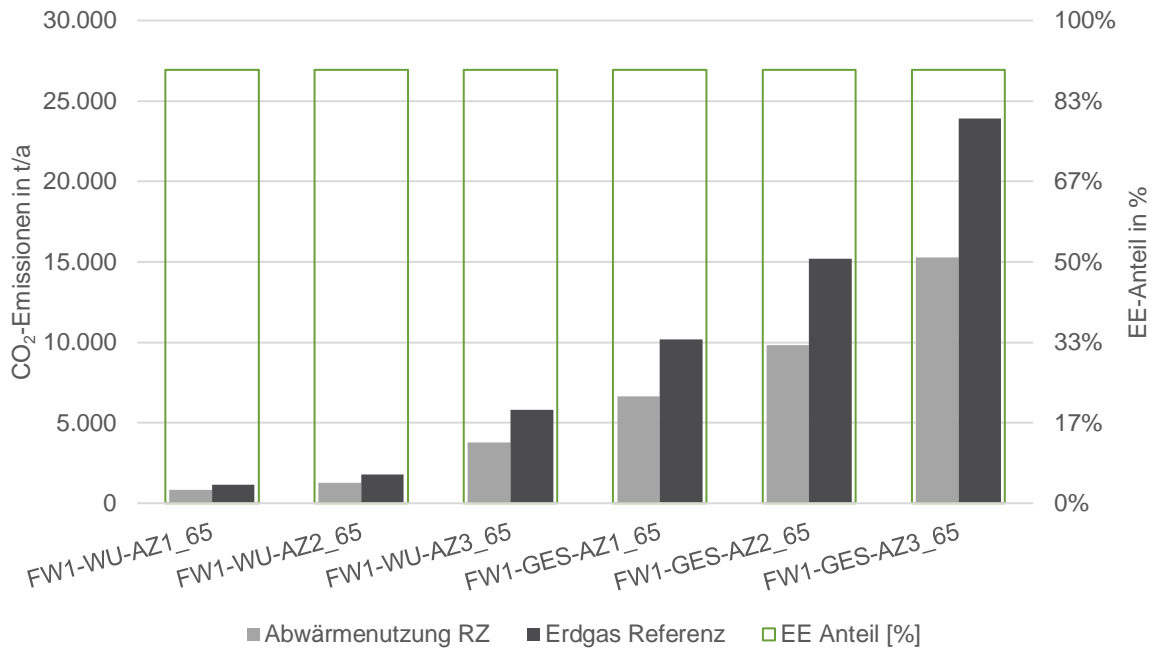


Abbildung 38 CO<sub>2</sub>-Bilanz & EE-Anteil Leitung Süd 65 °C

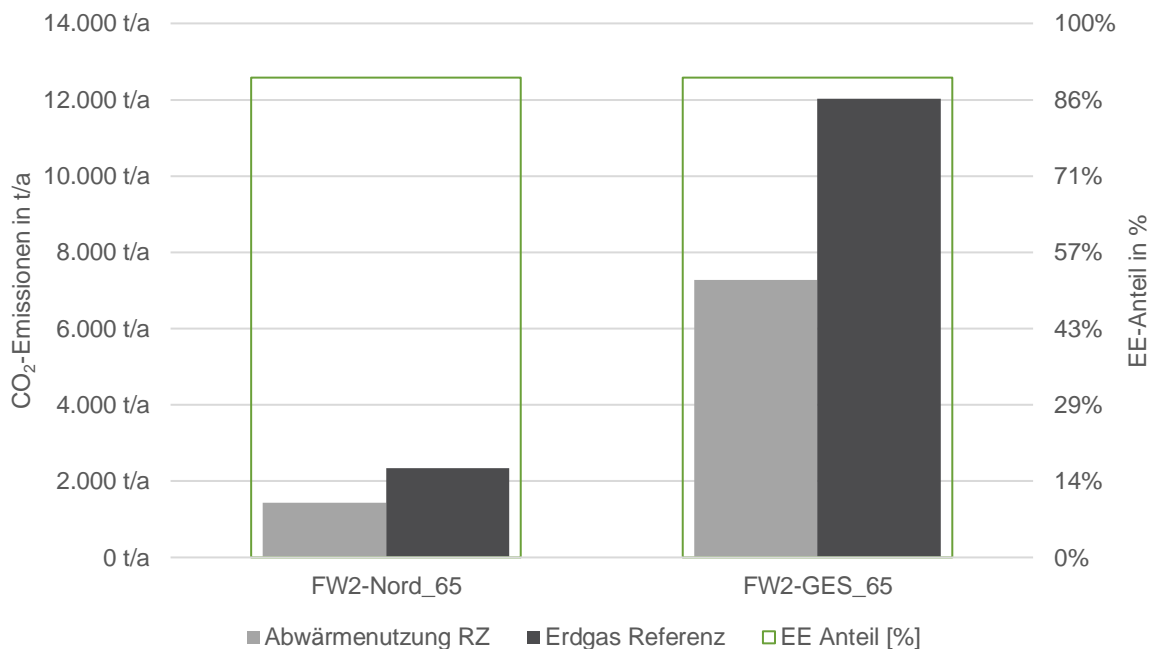


Abbildung 39 CO<sub>2</sub>-Bilanz & EE-Anteil Leitung Nord 65 °C

Bei den zentralen Varianten werden im Mittel ca. ein Drittel der heutigen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart. Der Anteil der Abwärme an der prognostizierten Gesamtemission beträgt ca. ein Viertel. Mit steigendem Anteil erneuerbarer Energien am Strommix sinkt der Emissionsfaktor für Strom weiter. Bei vollständig CO<sub>2</sub>-neutralem Netzstrom ist eine Reduktion von über 600 % möglich. Für die Erschließung des Gewerbegebietes ergibt sich das gleiche Bild.

### Verteilung der Abwärme in ein Wärmenetz mit dezentralen Heizhäusern

Bei der direkten Nutzung von Abwärme in einigen Gebieten verringern sich die Emissionen aufgrund der geringeren Wärmeenergiebereitstellung durch Wärmepumpen.

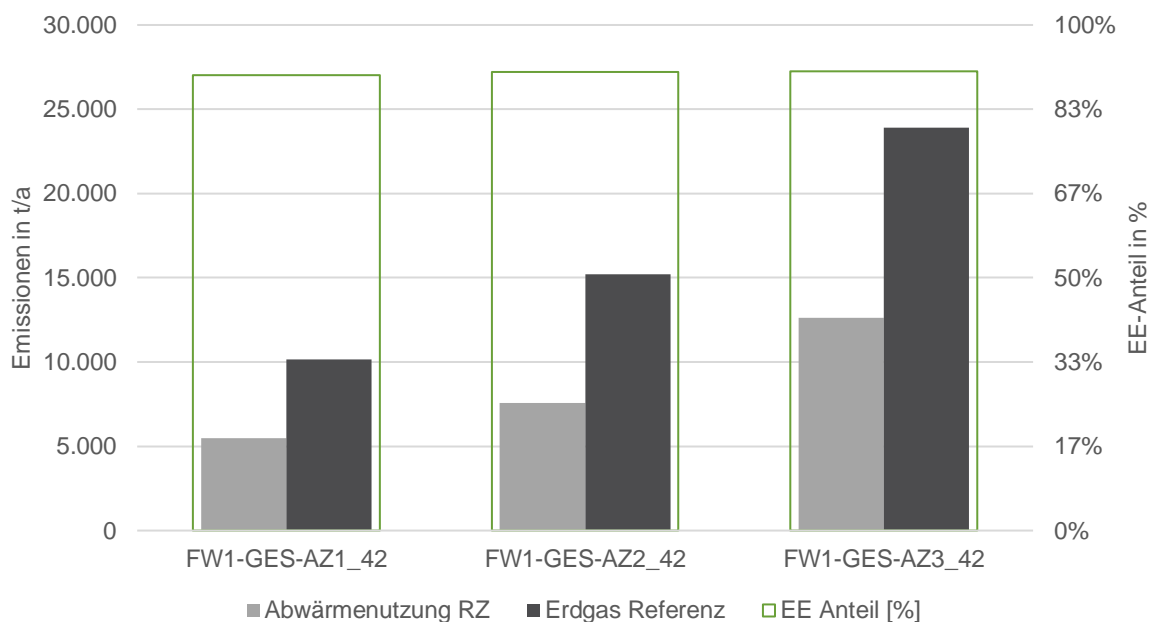


Abbildung 40 CO<sub>2</sub>-Bilanz und EE-Anteil Leitung Süd 42 °C

Im Durchschnitt kann hier der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach heutiger Gesetzeslage um etwa die Hälfte reduziert werden.

### Zwischenfazit CO<sub>2</sub>-Bilanz

Trotz der enormen Reduktion des Endenergieverbrauchs gehen die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht in gleichem Maße zurück. Dies liegt an dem immer noch recht hohen Emissionsfaktor für Netzstrom. Zudem wird die Abwärme zwar mit einem Emissionsfaktor belegt, aber in der Primärenergiebilanz nicht berücksichtigt. Dennoch zeigt die Abwärmenutzung auch hier ein nicht von der Hand zu weisendes Potenzial zur Reduktion der Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub>.

## 6.3.4 Wirtschaftlichkeit

In diesem Kapitel werden ausschließlich die finanziellen Aspekte des vorliegenden Projekts erörtert. Dabei stehen drei wesentliche Unterpunkte im Fokus:

- Investitionskosten,
- jährliche Annuitäten als laufende Kosten sowie
- Wärmegestehungskosten.

Ziel ist es, ein umfassendes Verständnis für die ökonomische Tragfähigkeit dieses Vorhabens zu erlangen.

### Investition

Um die zuvor aufgezeigten Einsparungen realisieren zu können, wurden die benötigten technischen Anlagen für die verschiedenen Szenarien dimensioniert und die zugehörigen Kosten ermittelt. Daraus ergibt sich eine Investitionssumme, die für den Aufbau der beschriebenen Netze erforderlich ist. Eine detaillierte Auflistung der errechneten Kostenpositionen befindet sich im Anhang in den Parameterlisten.

Die Gesamtinvestitionen setzen sich aus nachfolgenden Hauptkostenpunkten bzw. Komponenten zusammen:

- Heizhaus
- S/W-Wärmepumpe
- Wärmespeicher
- Elektrik & MSR-Technik
- Druckhaltung & Pumpen
- Verteilnetz-Hauptleitung
- Hindernisaufnahme Hauptleitung
- Verteilnetz-Verteilleitung
- Verteilnetz-Anschlussleitung
- Hausanschlussstationen
- Frischwasserstation & dezentraler elektrischer TWWB

Die Verteilung der Gesamtkosten ist in nachfolgendem Diagramm exemplarisch dargestellt.

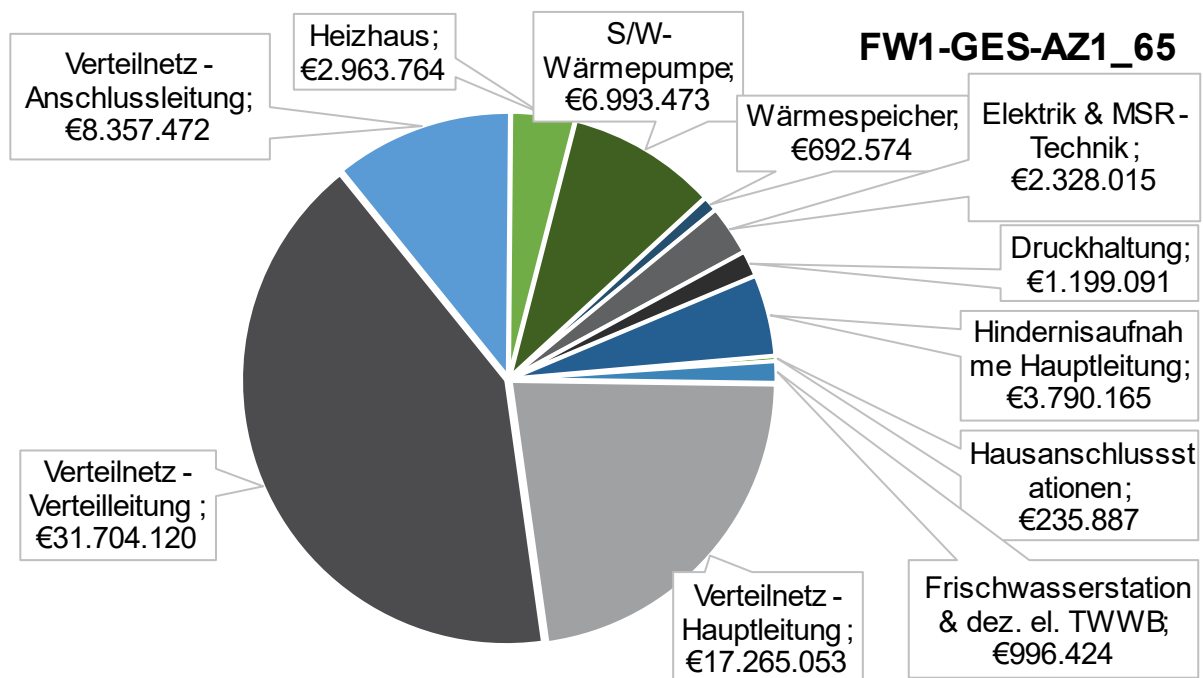


Abbildung 41 Exemplarische Verteilung Investitionskosten

Ungefähr 75 % der Investitionskosten sind auf den Aufbau der Rohrinfrastruktur zurückzuführen.

### Zentrale Erwärmung der Abwärme im Heizhaus nahe des RZ

Für die Gesamtkosten des Netzausbaus bis zum Ort Wustermark ergeben sich unter Berücksichtigung der prognostizierten Finanzierungsanteile des BEW (fixer Wert von 35 %) folgende Summen.

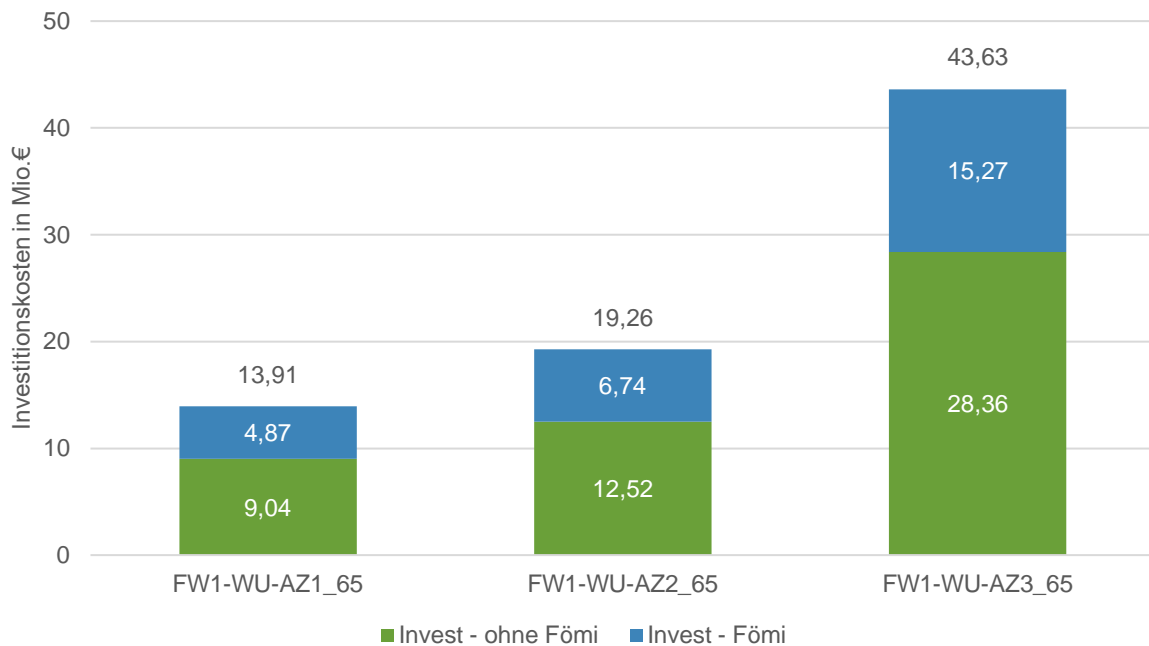


Abbildung 42 Investitionskosten Leitung Süd bis Wustermark Ort

Betrachtet man die Leitung bis zum Ortsteil Elstal ergeben sich folgende Investitionssummen. Zur besseren Vergleichbarkeit ist die dezentrale Variante (42°C Netz) mit dargestellt.

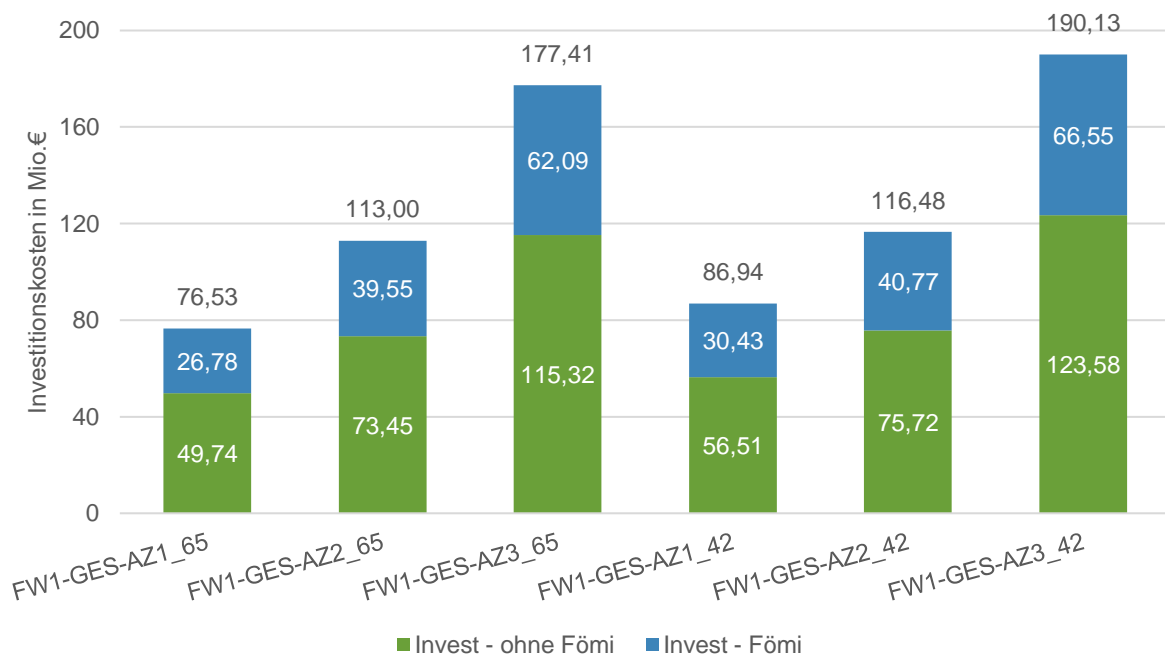


Abbildung 43 Investitionskosten Leitung Süd bis Ortsteil Elstal

Die dezentrale Variante (42) verursacht im Aufbau aufgrund der dezentralen Heizwerke und der komplexeren Anlagentechnik zunächst höhere Investitionskosten als die zentrale Variante (65). Für die Erschließung der Industriegebiete wird folgende Investition notwendig.

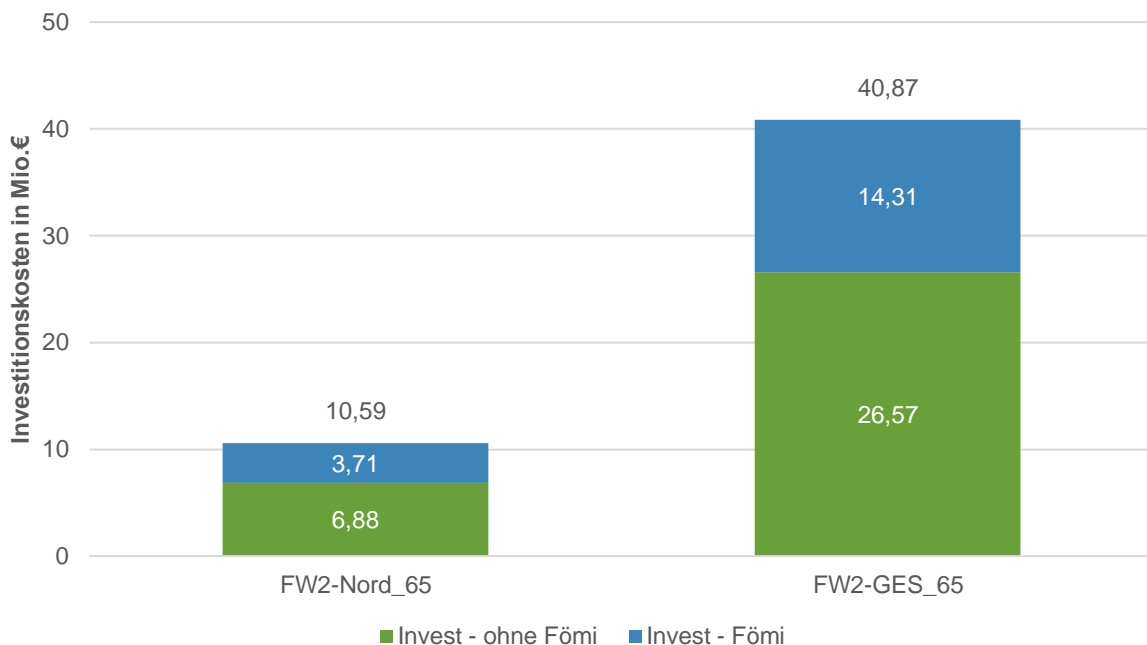


Abbildung 44 Investitionskosten Leitung Nord

## Annuität – jährliche Kosten

Dieses Kapitel widmet sich der detaillierten Analyse der jährlichen Kostenstruktur, die bei der Realisierung dieses Projekts anfällt. Durch die Betrachtung der Annuität als jährlich gleichbleibender Betrag, der sowohl Zinsen als auch Tilgung der Investition umfasst, erlangt man wertvolle Einblicke in die langfristige finanzielle Belastung und Tragbarkeit dieses Vorhabens.

Bei den jährlichen Kosten erfolgt eine Unterscheidung nach drei Kategorien gemäß der VDI-Richtlinie 2067:

### 1. Kapitalgebundene Kosten

Diese Kosten sind mit der ursprünglichen Investition und ihrer Finanzierung verbunden. Hierzu gehören Abschreibungen, Zinsen auf Fremd- und Eigenkapital, Tilgungen von Krediten und andere finanzielle Aufwendungen, die direkt mit der Beschaffung und Nutzung von Kapital für das Projekt verbunden sind. Diese Kosten sind in der Regel langfristiger Natur und können sich über die gesamte Nutzungsdauer des Projekts erstrecken.



## 2. Bedarfsgebundene Kosten

Bedarfsgebundene Kosten beziehen sich auf jene Kosten, die direkt von der Menge oder dem Umfang des verbrauchten Ressourcenbedarfs abhängen, wobei es sich in diesem Fall speziell um Energiekosten handelt. Diese Kosten entstehen, wenn eine Anlage oder Einrichtung in Betrieb ist und Energie verbraucht wird. Sie variieren je nach dem tatsächlichen Verbrauch und können stark von den Produktions- oder Betriebsbedingungen abhängen. Bedarfsgebundene Kosten sind daher stark fluktuierend und können von Zeit zu Zeit variieren.

## 3. Betriebsgebundene & sonstige Kosten

Betriebsgebundene Kosten hingegen sind jene Kosten, die mit dem laufenden Betrieb und der Aufrechterhaltung einer Anlage oder Einrichtung verbunden sind. Hierzu gehören wiederkehrende Ausgaben wie Wartung, Instandhaltung, Reparaturen, Versicherung, Personal- und Verwaltungskosten. Diese Kosten entstehen unabhängig von der Menge oder dem Umfang des verbrauchten Ressourcenbedarfs und sind notwendig, um den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage sicherzustellen.

Für den Strombezug wurde zunächst ein marktüblicher Preis für Großabnehmer von 24 ct/kWh angesetzt. Um den Wärmebedarf in GWh (auf der rechten Achse abzulesen) zu decken, für den Betrieb der Fernwärmeleitung bis nach Wustermark Ort im Betrachtungszeitraum von 20 Jahren folgende jährliche Kosten an:

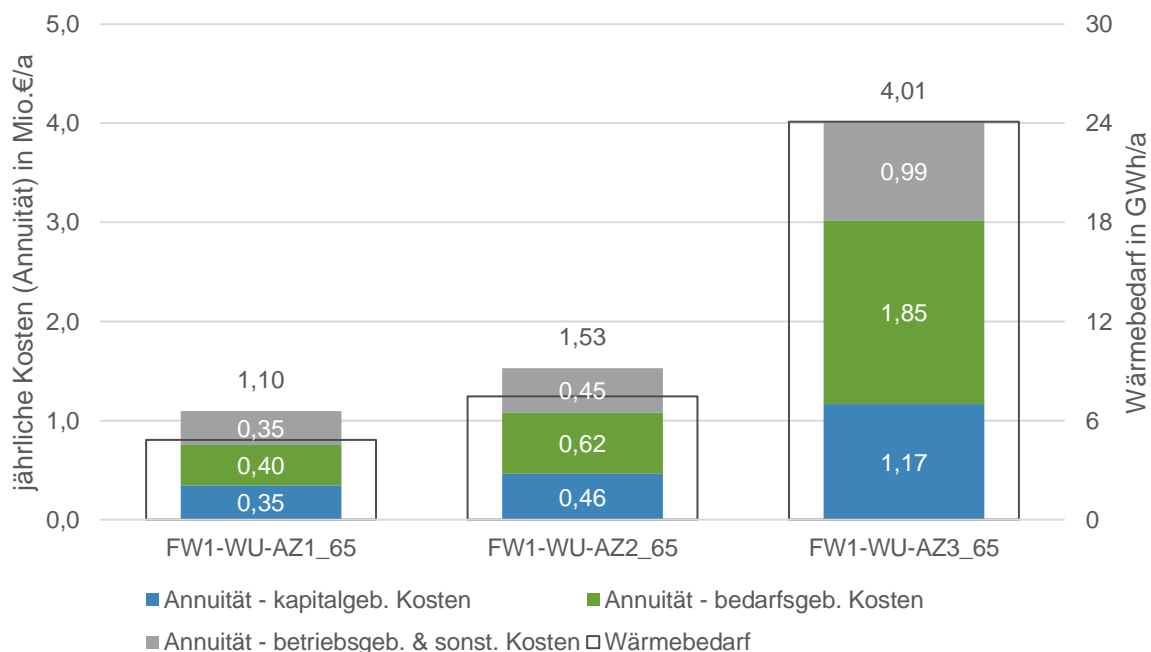


Abbildung 45 Annuität Leitung Süd bis Wustermark Ort

Für den Ausbau der Fernwärmeleitung bis nach Elstal ergeben sich folgende jährliche Kosten:

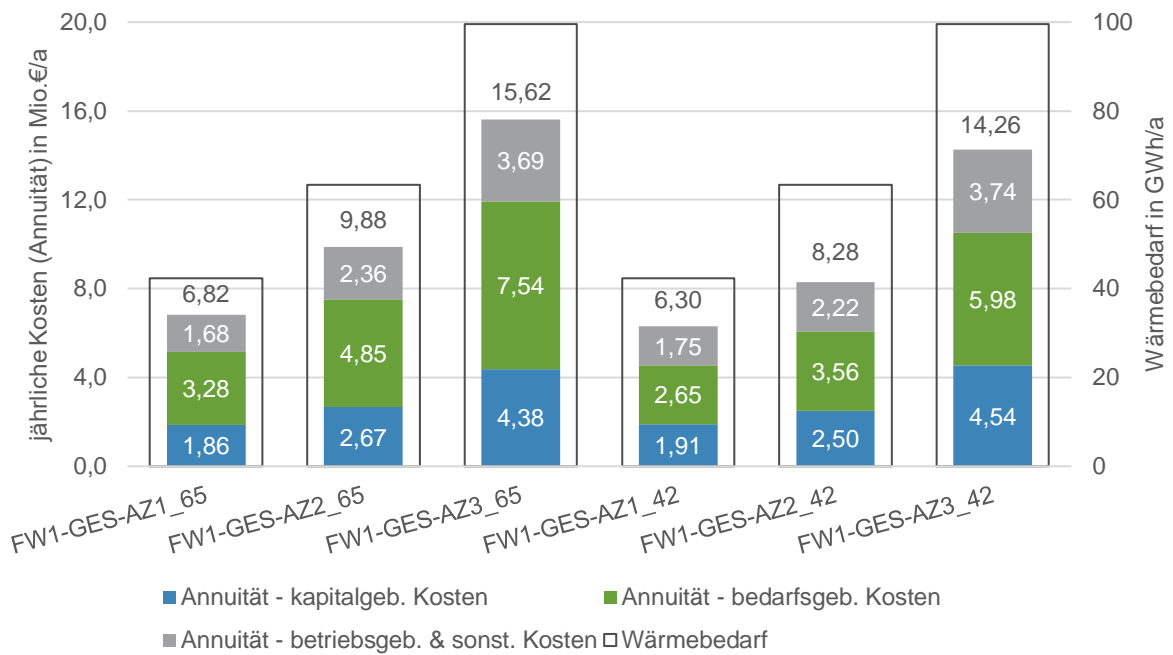


Abbildung 46 Annuität Leitung Süd bis Elstal

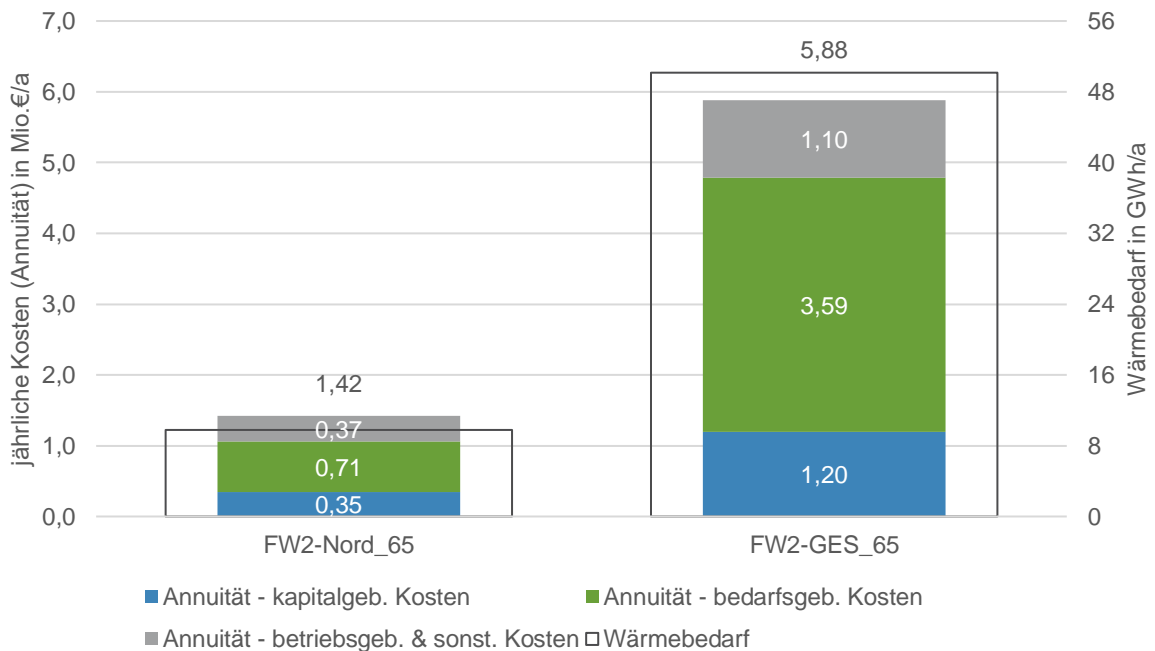


Abbildung 47 Annuität Leitung Nord

Es wird deutlich, dass die Variante, bei welcher die Abwärme direkt ins Netz eingespeist und dezentral nacherhitzt wird, trotz der höheren Investitionskosten niedrigere gesamte jährliche Kosten aufweist. Dies ist auf den verminderten Strombezug für die Wärmepumpen zurückzuführen. Für die Industriegebiete im Norden setzen sich die laufenden Kosten folgendermaßen zusammen:

### Zwischenfazit Annuität

Bei der Betrachtung fällt auf, dass ein großer Anteil der laufenden Kosten auf die bedarfsgebundenen Kosten, also den Endenergieeinkauf, zurückzuführen sind. Da die Abwärme aus dem Rechenzentrum kostenlos zur Verfügung gestellt wird, handelt es sich bei den Kosten ausschließlich um Strombezugskosten zum Betrieb der Wärmepumpen und weiteren notwendigen technischen Komponenten.

### Wärmegestehungskosten

Teilt man die abgesetzte Wärme durch die absoluten jährlichen Kosten, erhält man die Wärmegestehungskosten. Die Wärmegestehungskosten können als Verrechnungspreis der Wärme an einen Endkunden verstanden werden. Somit können die Varianten untereinander bewertet und verglichen werden.

Um die nachfolgend ermittelten Wärmegestehungskosten einordnen zu können, werden nachfolgend Beispielpreise von bestehenden Fernwärmenetzen genannt:

Die Sanierung einer Gaskesselanlage auf den aktuellen Stand der Technik verursacht für ein Einfamilienhaus mit rund 100 m<sup>2</sup> und einem Verbrauch von 16 MWh/a nach Vollkostenrechnung Wärmegestehungskosten von ca. 350 €/MWh. Bei Sanierung auf eine Heizungsanlage mit Wärmepumpe sind höhere Investitionen notwendig. Die Wärmegestehungskosten erhöhen sich auf ca. 450 €/MWh

Die bestehenden Fernwärmenetze in der Nachbarstadt Berlin und in der Hansastadt Hamburg entsprechen nach aktuellen Preisblättern und abhängig von den unterschiedlichen Tarifen unter der Annahme eines Aufschlages der Grundkosten von 20 % auf den Arbeitspreis zwischen 142 €/MWh bis 181 €/MWh<sup>24</sup> bzw. 103 €/MWh bis 164 €/MWh<sup>25</sup>.

Die Wärmegestehungskosten für die Fernwärmeleitung bis zum Versorgungsgebiet Ortschaft Wustermark stellen sich wie folgt dar.

---

<sup>24</sup> Preisblatt Stadtwärme, Vattenfall, Quelle: [waerme.vattenfall.de/waerme/stadtwaerme/preise-und-preisaenderung](https://waerme.vattenfall.de/waerme/stadtwaerme/preise-und-preisaenderung), Stand Sep. 2023

<sup>25</sup> Preisblatt, Fernwärme Hamburg, Quelle: [www.waerme.hamburg/fernwaermesystem/preissystem/preisblatt](https://www.waerme.hamburg/fernwaermesystem/preissystem/preisblatt), Stand Sep. 2023



Abbildung 48 Wärmegestehungskosten Leitung Süd bis Wustermark Ort

Schon in der ersten Ausbaustufe kann die Abwärmenutzung mit einer auf fossilen Brennstoffen basierenden Beheizung schritthalten. Bei steigendem Netzausbau sinkt der Wärmegestehungspreis weiter, da die Investition für die Hauptleitung bereits erfolgt ist.

Die Wärmegestehungskosten bei einer Leistungsführung bis zum Ortsteil Elstal betragen für die zwei untersuchten technischen Konzepte (zentral: 65 und dezentral: 42):

Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark I Szenarien und Zielformulierung

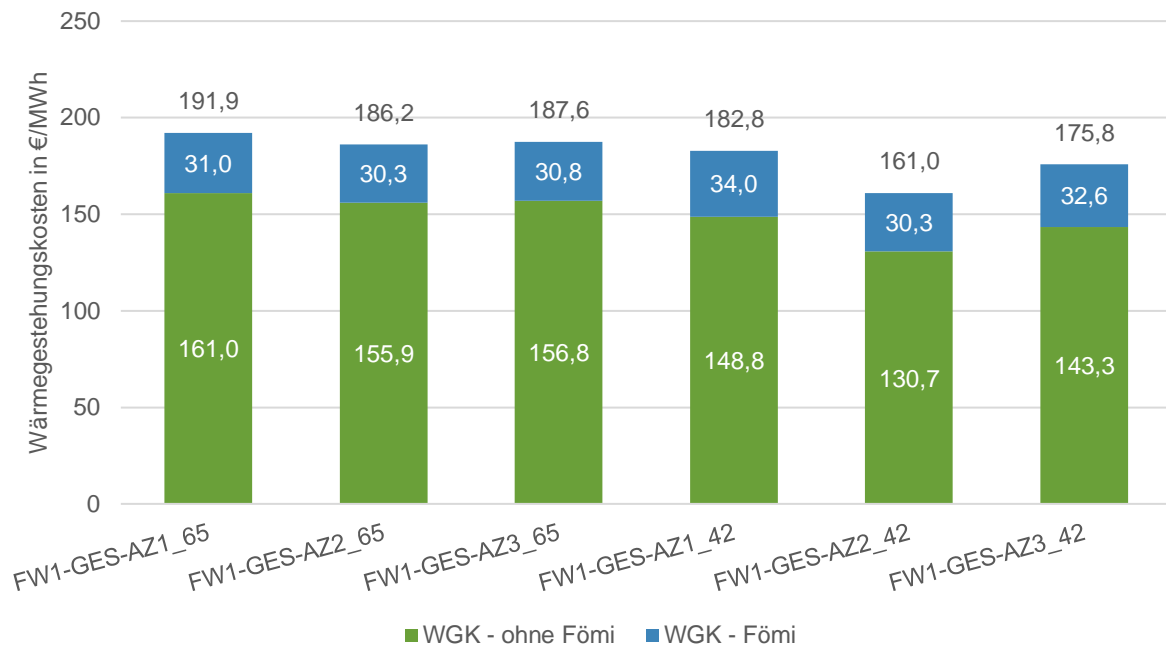


Abbildung 49 Wärmegestehungskosten Leitung Süd bis Elstal

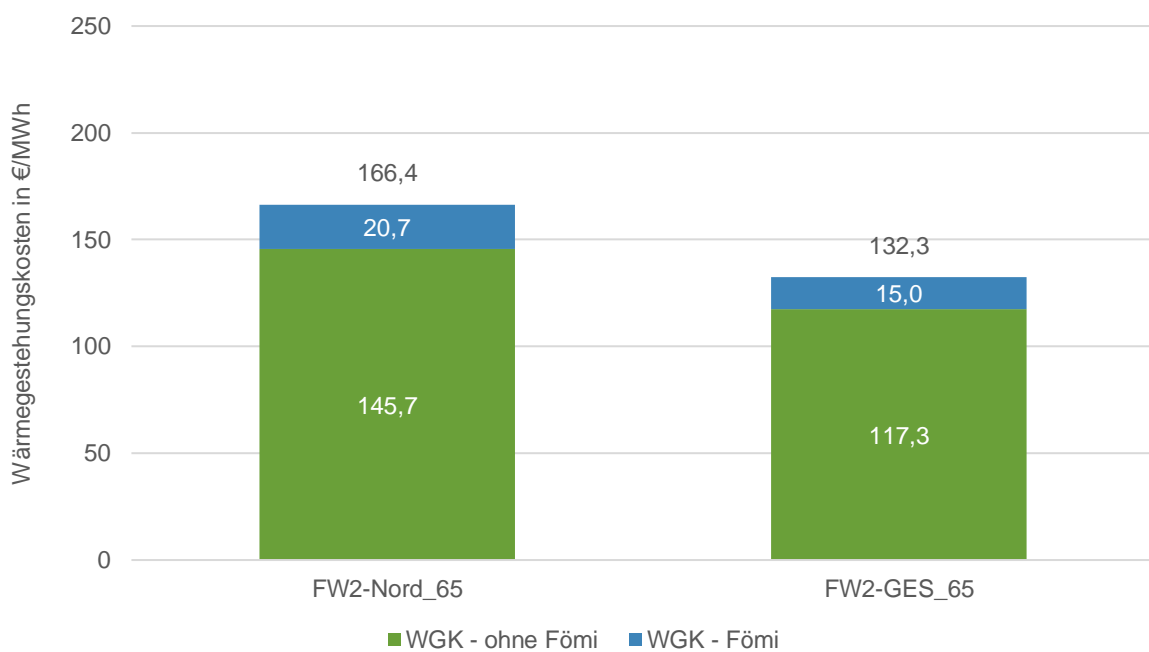


Abbildung 50 Wärmegestehungskosten Leitung Nord

## Zwischenfazit Wärmegestehungskosten

Auch bei den Wärmegestehungskosten wird klar, dass die dezentrale Variante Kostenvorteile gegenüber der zentralen Variante hat. Die Wärmegestehungskosten sind rund 10 % niedriger.

Für die gewerblichen Abnehmer kann ein noch günstigerer Wärmepreis aufgerufen werden, da hier pro Anschluss mehr Wärme abgenommen wird und sich die Rohrinfrastruktur dafür in Grenzen hält. Es kann bei einer Betreibergesellschaft des Wärmenetzes überlegt werden, solche Preisvorteile an die privaten Endkunden weiterzugeben, um industrielle Abnehmer nicht zu bevorteilen.

## 6.4 Sensitivitätsanalyse

Mit der Sensitivitätsanalyse widmet sich dieses Kapitel einer entscheidenden Komponente der Untersuchung. Hierbei wird das Augenmerk auf drei zentrale Faktoren gerichtet, die maßgeblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Energieerzeugungsanlage haben:

- den Anschlussgrad im Gebiet,
- den Strompreis und
- den Einfluss der Förderung auf die Wärmegestehungskosten.

Die umfassende Analyse dieser Variablen ermöglicht es, ein tieferes Verständnis für die Robustheit und Anpassungsfähigkeit des Systems zu gewinnen. Dabei werden die Auswirkungen dieser Schlüsselfaktoren auf die Ergebnisse eingehend betrachtet und potenzielle Chancen sowie Risiken für das Projekt aufgezeigt. Die Sensitivitätsanalyse bildet somit das Fundament für fundierte Entscheidungen und zukünftige Planungen im Bereich der nachhaltigen Energieerzeugung.

### 6.4.1 Anschlussgrad

Im vorliegenden Kapitel werden Feinheiten des Netzaufbaus noch fokussierter betrachtet. Dabei wird ein Szenario unter Berücksichtigung prozentualer Werte für den Anschlussgrad festgelegt. Dieser Ansatz ermöglicht es, die Kostenentwicklung während des Netzaufbaus oder bei unvollständiger Erschließung des Betrachtungsgebiets zu analysieren und zu verstehen.

In den bereits sorgfältig strukturierten Gesamtgebieten, die in drei Ausbauszenarien (Kapitel 4.3.2) unterteilt wurden, erfolgt keine Sensitivitätsanalyse der Anschlussgrade.

Der Anschlussgrad beeinflusst den Wärmebedarf, die Anschlussleitungen und die Hausanschlussstationen. Es sei angemerkt, dass der Anschlussgrad keinen Einfluss auf die



Verteilungs- und Hauptleitungen des Systems hat. So soll sichergestellt werden das ein Komplettausbau auch in Zukunft ohne Änderungen der Hauptinfrastruktur möglich wäre.

Der Anschlussgrad beim Gesamtbau des bestehenden Industriegebiets (FW2-GES\_65) soll nachfolgend untersucht werden.

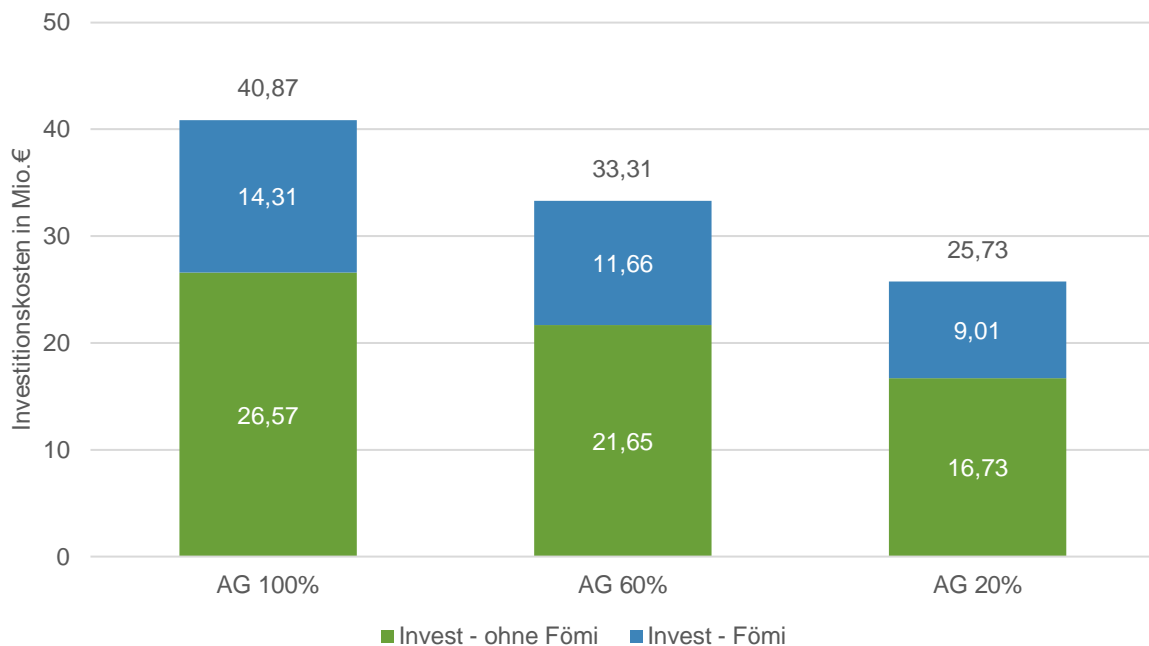


Abbildung 51 Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Investition

Da Haupt- und Verteilleitungen (größte Kostenpositionen) nicht vom Anschlussgrad beeinflusst werden, reduziert sich die Investition nicht um den Faktor des Anschlussgrads.

Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark I Szenarien und Zielformulierung

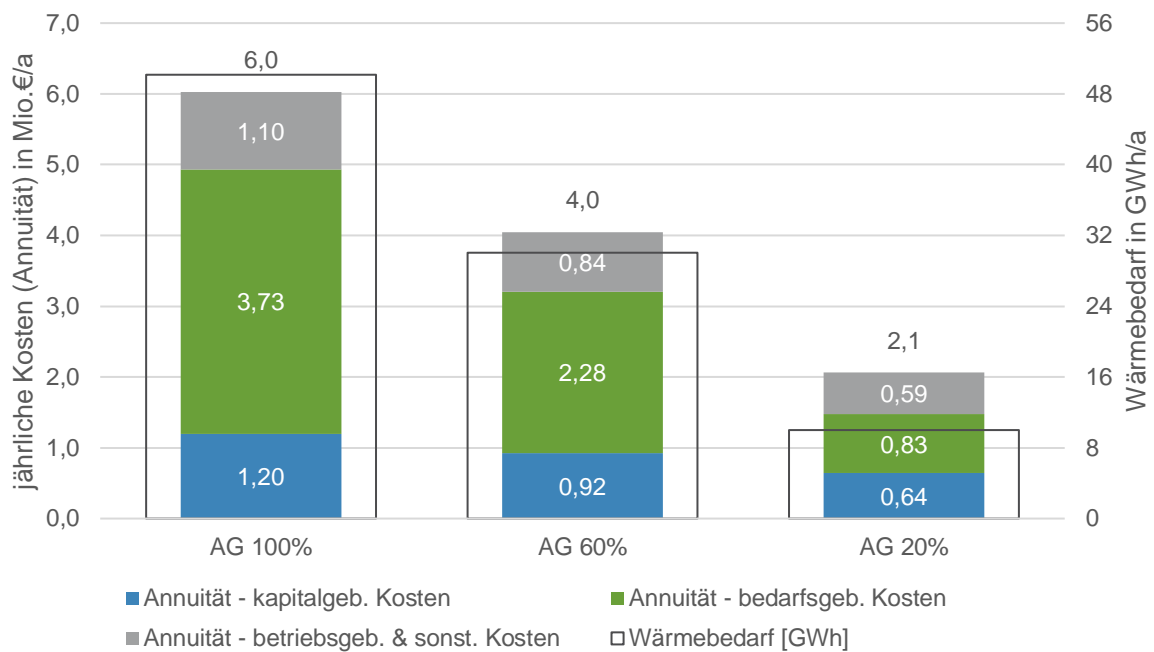


Abbildung 52 Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Annuität (Fördermittel abgezogen)

Die bedarfsgebundenen Kosten sind direkt vom Wärmeabsatz abhängig und reduzieren sich nahezu gleichförmig zum Anschlussgrad. Da sich nun das Verhältnis jährliche Kosten zu Wärmedarf ändert ergeben sich neue Wärmegestehungskosten.

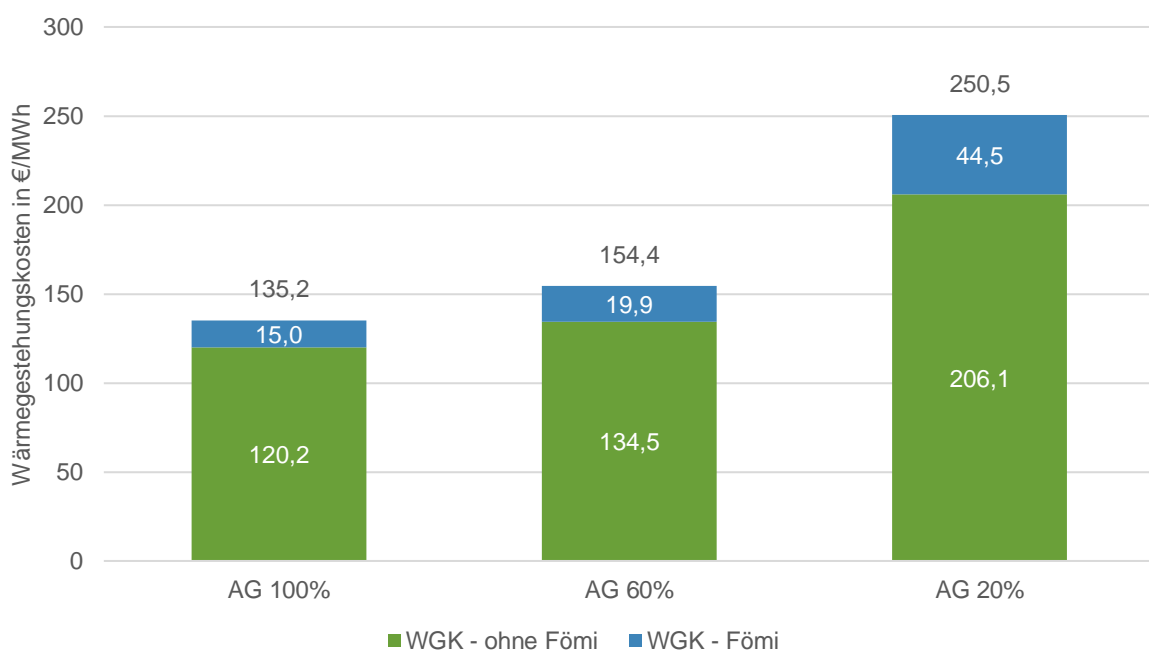


Abbildung 53 Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Wärmegestehungskosten

## Zwischenfazit Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad

Es wird deutlich, dass auch schon in frühen Phasen der Aufbau eines Wärmenetzes im nördlichen Industriegebiet rentabel wirtschaften kann. Der Wärmegestehungspreis ist konkurrenzfähig. Dies ist im Industriegebiet auf die im Bezug zur Wohnungswirtschaft größeren Einzelabnehmer zurückzuführen. Wichtig ist jedoch, dass grundlegende Förderkriterien weiterhin eingehalten werden (z.B. Mindestanzahl an Abnehmern im Netz > 17), wenngleich im Industriegebiet auch ohne Förderung die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden konnte.

## 6.4.2 Strompreis

In diesem Kapitel wird mit dem Strompreis eine der bedeutendsten Größen betrachtet, die den Wärmegestehungspreis der Energieerzeugungsanlage maßgeblich beeinflusst.

Die zuvor berechneten Varianten fußen auf einer Annahme des Strompreises von 24 Cent pro Kilowattstunde. Der Preis ist ein gängiger Preis mittlerer Energieversorgungsunternehmen und dient als Referenzpunkt für die weiteren Kostenberechnungen und Planungen.

Um jedoch ein umfassendes Verständnis für die Kostenstruktur zu entwickeln und die Sensitivität des Systems gegenüber Veränderungen im Strompreis zu ermitteln, wird eine detaillierte Analyse durchgeführt.

Hierbei werden zwei extreme Szenarien betrachtet:

- ein niedriges Preisniveau von 16 Cent pro Kilowattstunde
- ein hohes Preisniveau von 32 Cent pro Kilowattstunde

Diese beiden Extremwerte ermöglichen es, die Bandbreite der potenziellen Kostenentwicklung zu erfassen und den Einfluss des Strompreises auf die Gesamtkosten eingehend zu beleuchten.

Die Ergebnisse dieser Sensitivitätsanalyse werden nicht nur dazu beitragen, mögliche Risiken und Chancen in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit zu identifizieren, sondern auch die Grundlage für fundierte Entscheidungen in Bezug auf Preisentwicklungen und langfristige Strategien im Energiebereich schaffen.

Die Analyse wird für die Fernwärmeleitung 1, Absatzszenario 1, bei einer Erschließung bis Wustermark Ort und bis zum Ortsteil Elstal durchgeführt. Da der Strompreis keinen Einfluss auf die Investitionskosten hat, werden im Folgenden nur Annuität und Wärmegestehungskosten betrachtet.

Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark | Szenarien und Zielformulierung

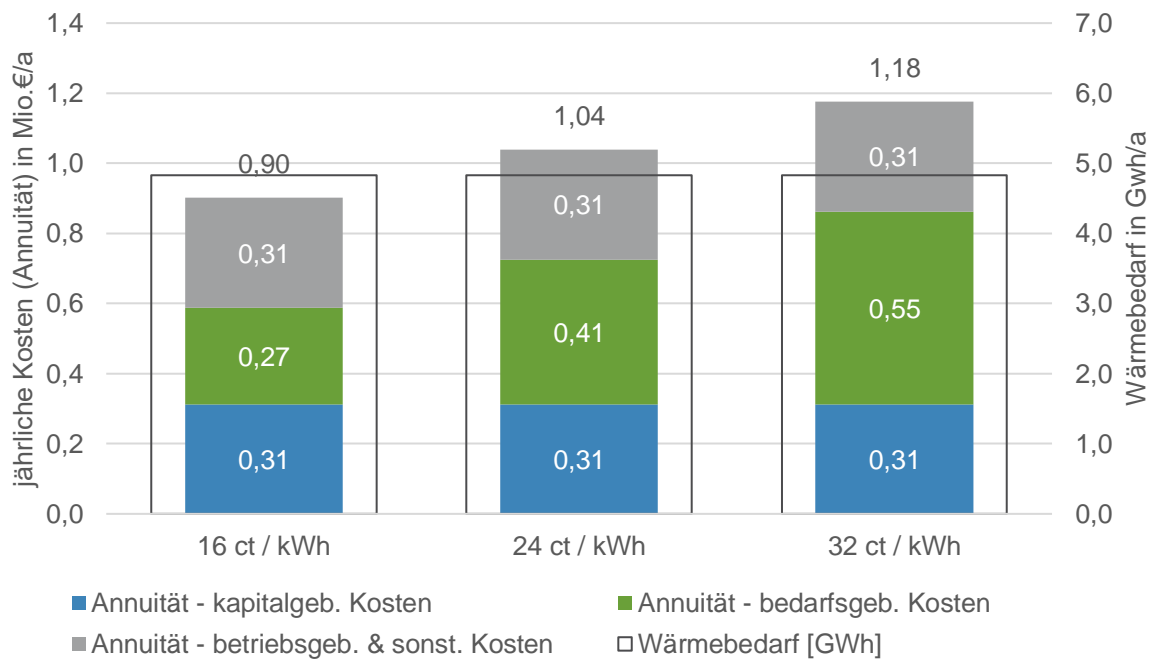


Abbildung 54 Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Stadt Wustermark: Annuität (Fördermittel abgezogen)

Es wird sofort ersichtlich, welchen großen Einfluss der Strompreis auf die Annuität ausübt.

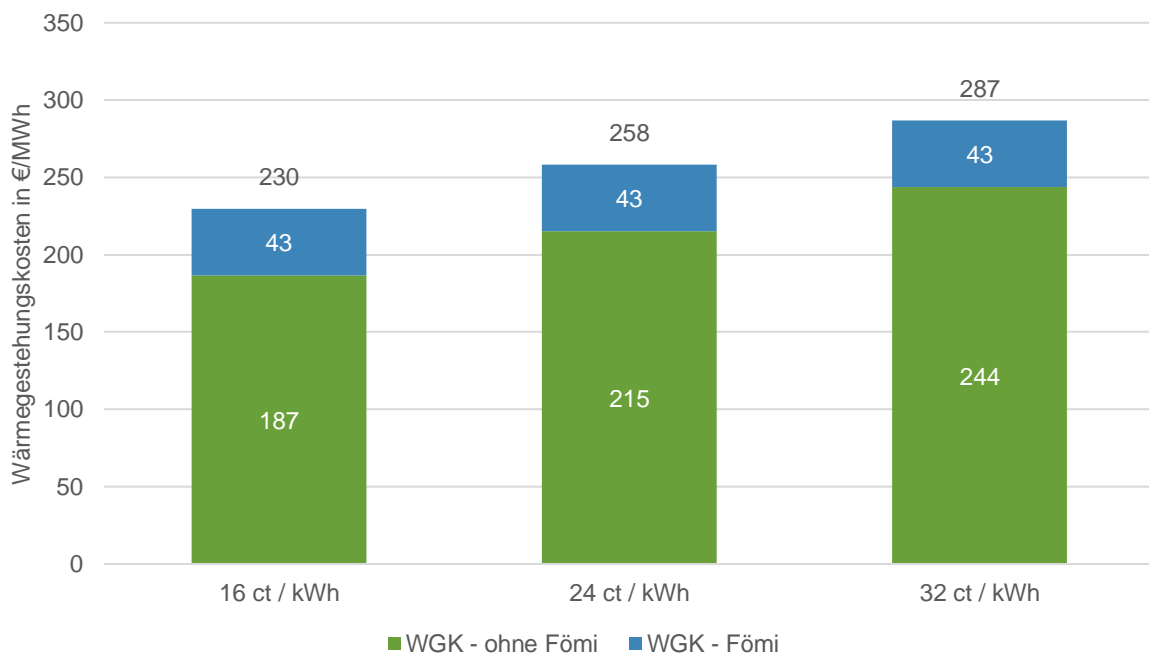


Abbildung 55 Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Stadt Wustermark: Wärmegestehungskosten

Für den Gesamtausbau bis zum Ortsteil Elstal ergibt sich folgende Kostenstruktur:

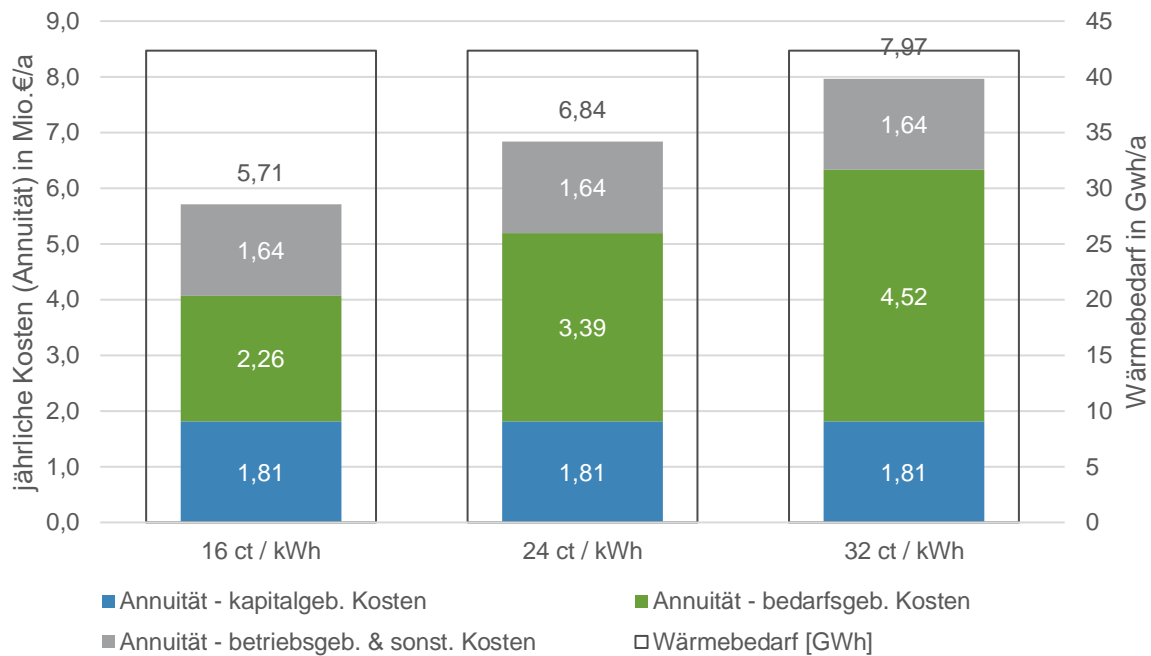


Abbildung 56 Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Ortsteil Elstal: Annuität Gesamtausbau (Fördermittel abgezogen)

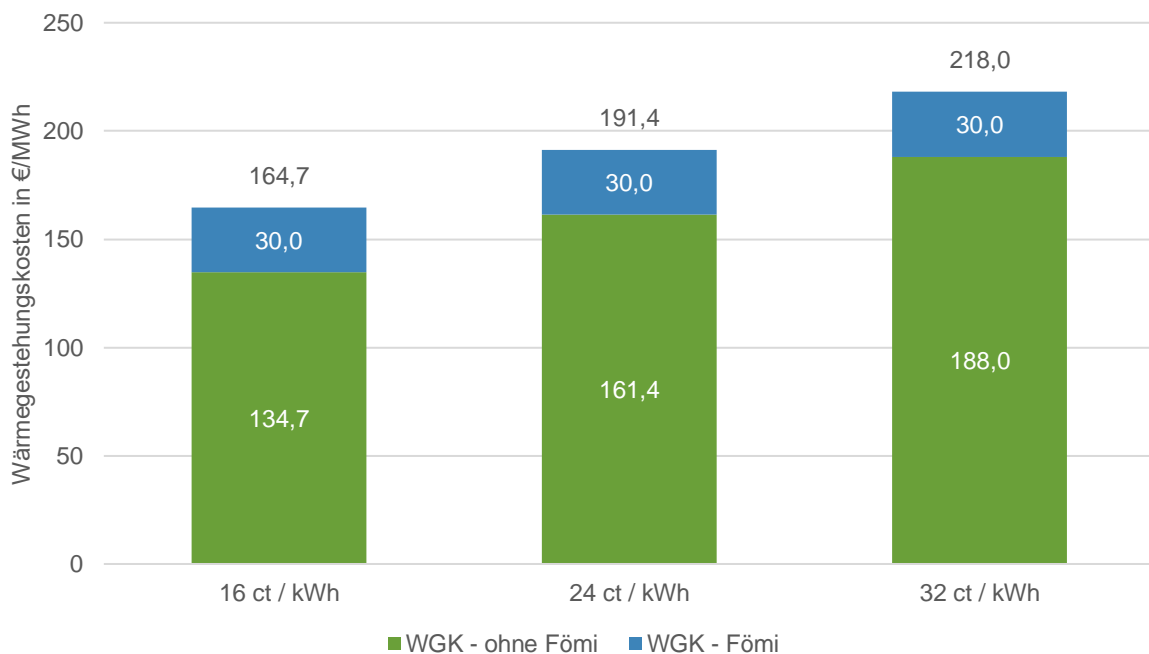


Abbildung 57 Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Ortsteil Elstal: Wärmegestehungskosten Gesamtausbau

## Zwischenfazit Sensitivitätsanalyse Strompreis

Es wird deutlich, dass der Strompreis unmittelbaren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtvorhabens hat. Daher wird dringend empfohlen, bei der Strombeschaffung auf einen möglichst günstigen Bezug zu achten.

Zusätzlich können durch Stromeigenversorgungsanlagen wie einer Freiflächen-PV-Anlage oder einer Windkraftanlage der Strombezug aus dem öffentlichen Netz gemindert und so die Bezugskosten gesenkt werden. Die Implementierung von eigens erzeugtem Strom wirkt sich wiederum günstig auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus, da hier kein Emissionsfaktor (im Vergleich zu Netzstrom 560 g<sub>CO2</sub>/kWh) anzusetzen ist.

### 6.4.3 Förderung

Auch die Förderhöhe hat einen Einfluss auf die Wärmegestehungskosten. Die Gemeinde Wustermark hat die Möglichkeit, neben dem Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“, auch Zuschüsse der ILB (Investitionsbank des Landes Brandenburg) über das Förderprogramm „Brandenburg Paket Energie – BEn 2023/2024“ zu akquirieren.

Als Ausgang soll wieder der Strompreis von 24 Cent/kWh dienen und die Fördersensitivität anhand der gleichen Gebiete wie bei der Untersuchung des Strompreises (Fernwärmeleitung 1, Absatzszenario 1, bei einer Erschließung bis Wustermark Ort und bis zum Ortsteil Elstal) betrachtet werden.

Nachfolgend sind die hier entscheidenden Randparameter der beiden Förderprogramme dargestellt. Die Details hierzu finden sich in Kapitel 8.2.2 Energieversorgung.

Tabelle 13 Vergleich Förderungen BEW und ILB

	BEW		ILB	
	bis zu	Annahme	bis zu	Annahme
Förderung Technik	40 %	35 %	45 %	35 %
Förderung Infra			80 %	75 %
Max. Fördervolumen	100 Mio.€		20 Mio.€	

Unter der Annahme eines festen BEW-Zuschusses von 35 % und eines ILB-Angebots von 75 % für Infrastruktur und 45 % für technische Komponenten, wobei die ILB-Förderung jedoch derzeit auf 15 Millionen Euro begrenzt ist, ergeben sich folgende Ergebnisse.

Vorstudie zur Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums Wustermark I Szenarien und Zielformulierung

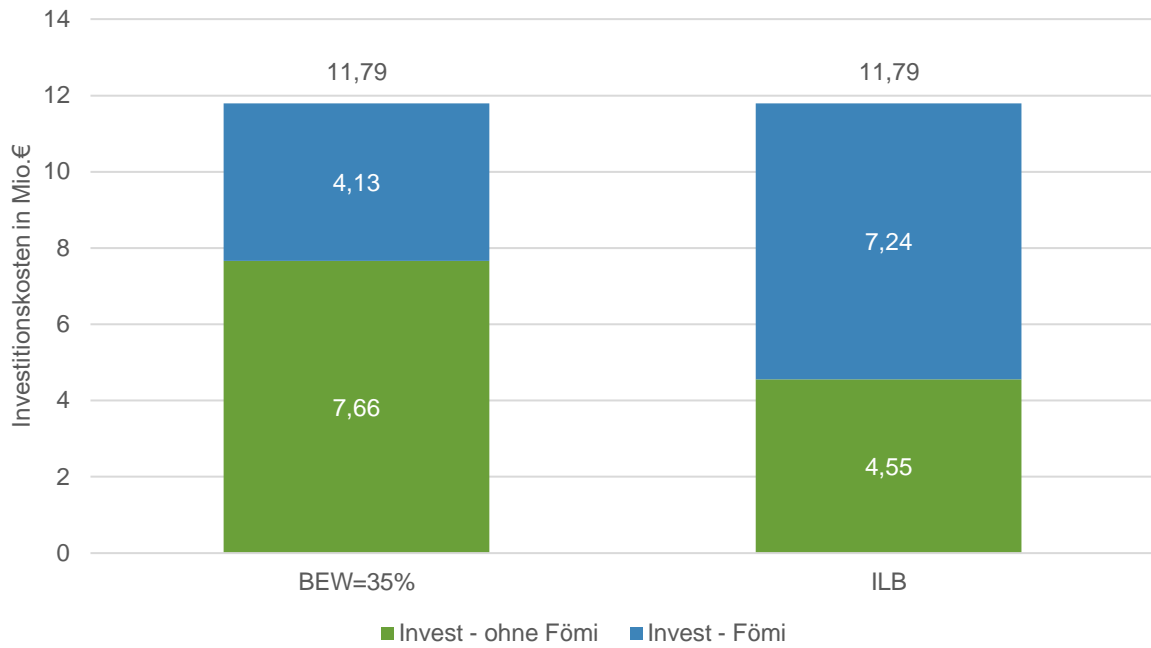


Abbildung 58 Sensitivitätsanalyse Förderung: Investition

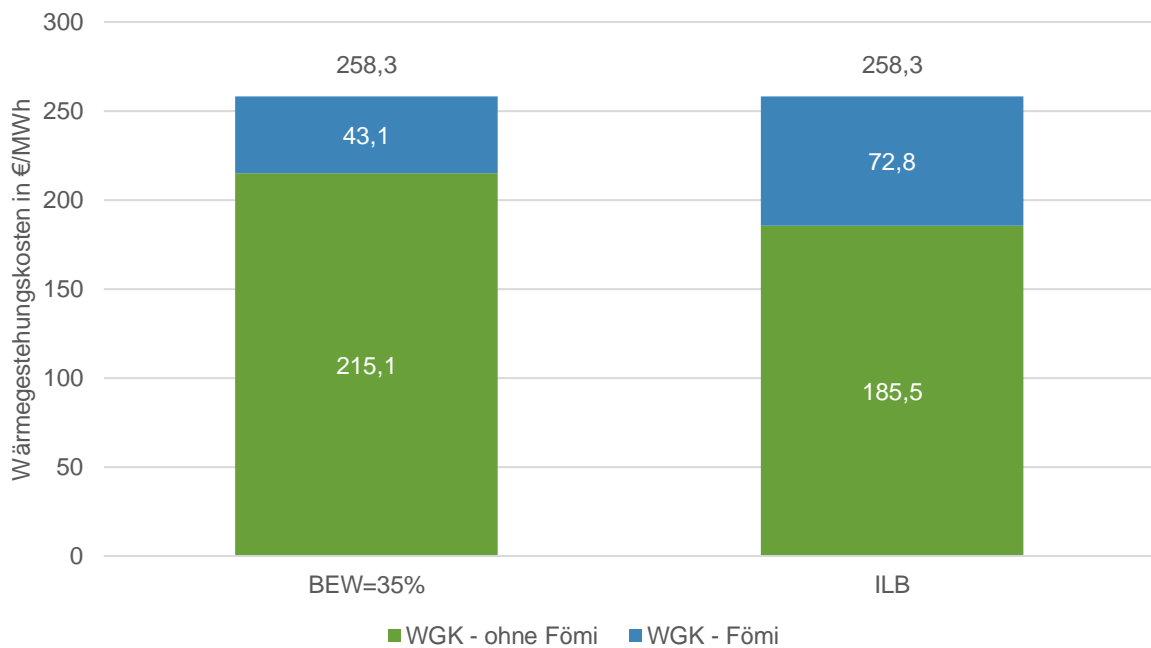


Abbildung 59 Sensitivitätsanalyse Förderung: Wärmegestehungskosten



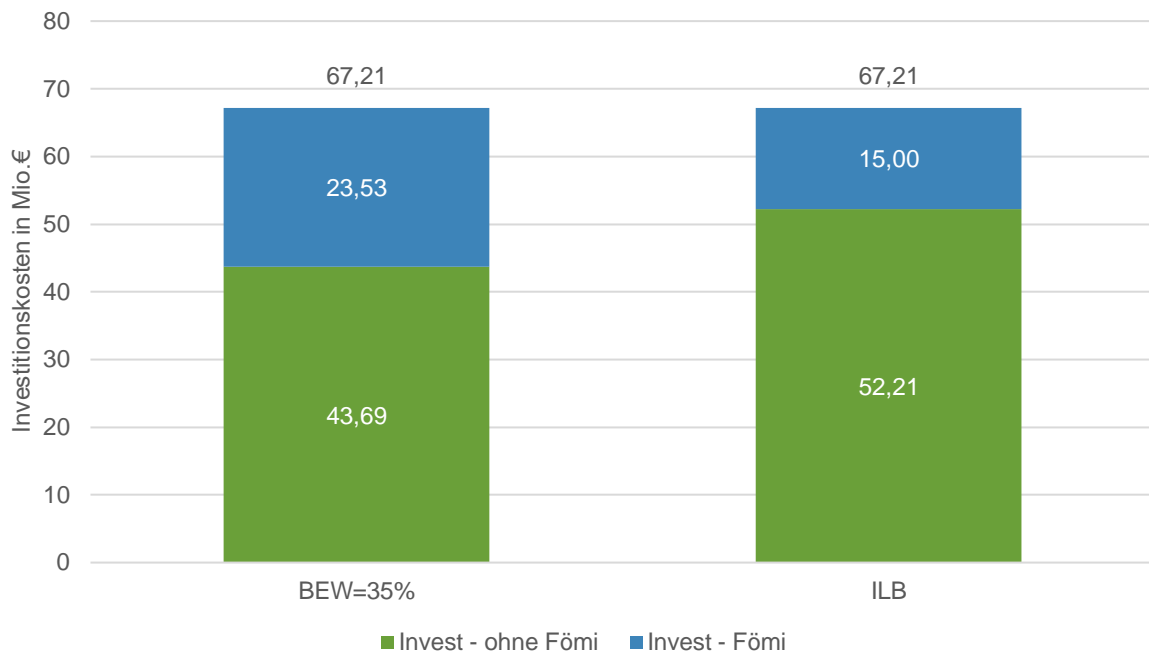


Abbildung 60 Sensitivitätsanalyse Förderung: Investition Gesamtausbau

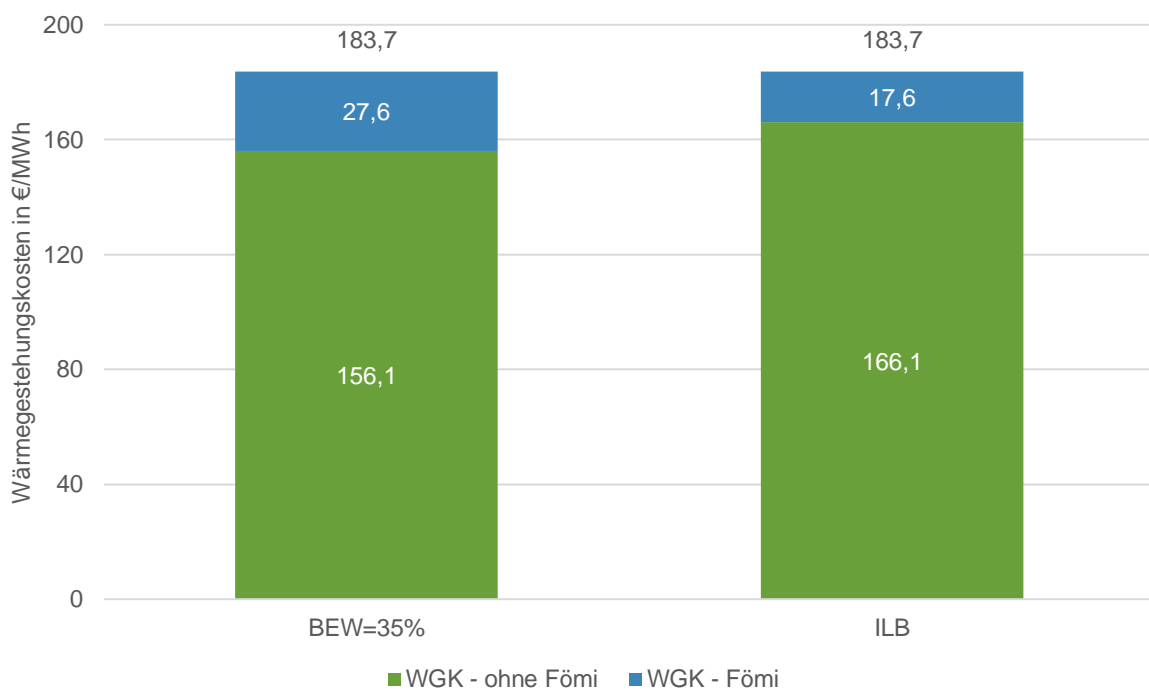


Abbildung 61 Sensitivitätsanalyse Förderung: Wärmegestehungskosten Gesamtausbau

## Zwischenfazit Sensitivitätsanalyse Förderung

Die Analyse zeigt, dass die ILB-Förderung insbesondere bei kleineren Investitionsvorhaben eine attraktive Option darstellt. In diesem Fall übersteigt der finanzielle Vorteil der ILB-Förderung die BEW-Förderung deutlich. Bei größeren Investitionen könnte jedoch die Beschränkung auf 15 Millionen Euro bei der ILB zu einer weniger vorteilhaften Option führen, da die BEW-Förderung hier möglicherweise günstiger ist.

Insgesamt verdeutlicht dieser Vergleich, dass die Wahl der optimalen Förderquelle stark von der Größe der Investition und den finanziellen Rahmenbedingungen abhängt. Eine sorgfältige Abwägung und Anpassung der Förderstrategie ist daher von entscheidender Bedeutung, um die besten Ergebnisse für das Projekt zu erzielen.

Die Förderung der ILB schließt andere Förderungen aus. Sollte allerdings eine andere Förderung bewilligt sein, deren Mittel unter der ILB-Förderung liegen, so kann die Differenz zwischen beiden Fördersätzen beantragt werden.

## 6.5 Fazit aus der Vorstudie

Die Investitionen in eine Abwärmenutzung des Rechenzentrums sind zu rund 75 % eng mit dem Infrastrukturaufbau verknüpft und variieren je nach Versorgungsgrad der Gemeinde von 15 bis 190 Mio. €. Die notwendigen technischen Komponenten sind bereits erprobt und in ähnlich großem Maßstab im Einsatz. Dies ermöglicht eine realistische Kosteneinschätzung und bietet eine solide Grundlage für die Planung.

Die Vollkostenbetrachtung nach DIN 2067 identifiziert als Hauptkostentreiber für den Betrieb des Wärmenetzes den Strombezug für die Wärmepumpen aus dem öffentlichen Versorgungsnetz. Eine erfolgreiche Kostenkontrolle kann durch günstigen Stromeinkauf, Partnerschaften oder die Integration eigener Erzeugerparcs erreicht werden. Eine mögliche Beteiligung der Gemeinde könnte eine nachhaltige Lösung sein und weitere Akzeptanz schaffen.

Wärmegestehungskosten umfassen alle Kosten, die für den Bau, Betrieb sowie die Instandhaltung pro Jahr notwendig sind, und setzen diese in Bezug zur Wärmeabnahme aller Endkunden. Sie sind wieder am stärksten von den Strombezugskosten abhängig.

Die Wärmegestehungskosten (nur Erzeugung und Verteilung) variieren von 277 € pro MWh (Erschließung bis Wustermark Ort; FW1, AZ1) bis zu 192 € pro MWh (bis Elstal; FW1, AZ3). Ein Vergleich mit den Fernwärmetarifen (inklusive Wagnis und Gewinn = Wärmepreis) und den eingangs beschriebenen Wärmegestehungskosten einer dezentralen Einzelversorgung (Referenzszenario) zeigt, dass die Wettbewerbsfähigkeit des Projekts gegeben ist. Dieser Zusammenhang wird in nachfolgender Abbildung nochmals veranschaulicht.

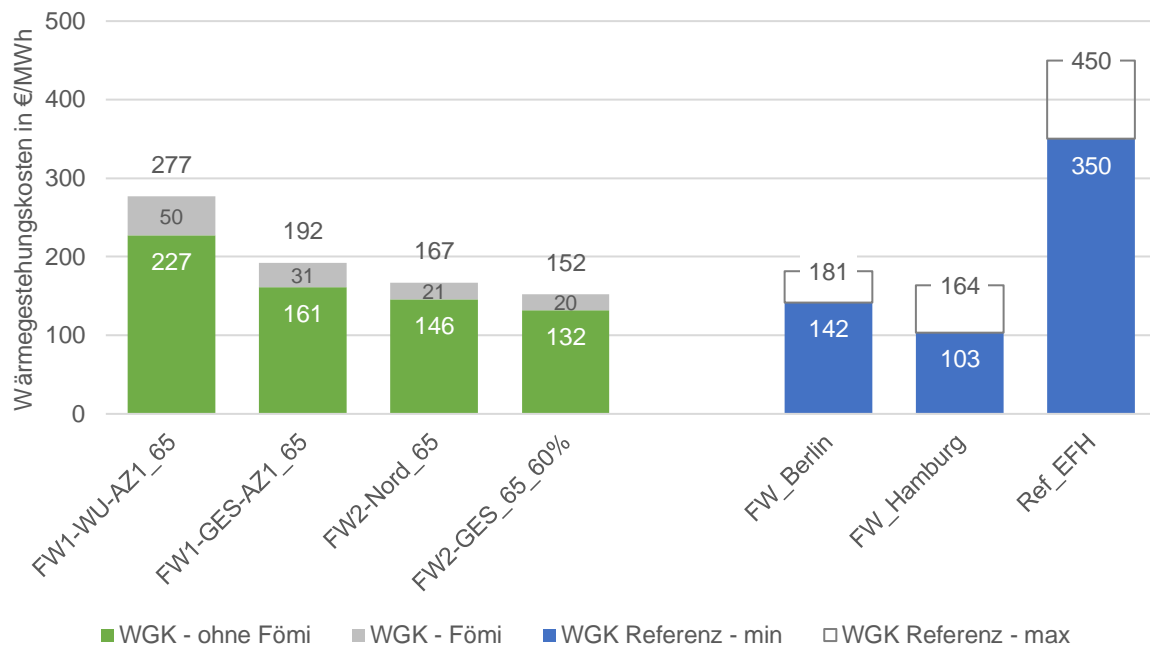


Abbildung 62 Vergleich der Wärmegestehungskosten der untersuchten Fernwärmevarianten in der Wustermark mit Referenzpreise Fernwärme und dezentrale Einzelversorgung

CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind ein zentrales Ziel der nationalen Klimapolitik und hängen bei einem Wechsel von fossilen Feuerungsanlagen auf Abwärmenutzung des Rechenzentrums Wustermark noch von der grünen Stromversorgung ab.

Unter Berücksichtigung aktueller Gesetze können maximal 66 % der Endenergie und 36 % des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes eingespart werden. Nicht nur die von der Bundesregierung forcierte Energiewende, sondern auch die Kooperation mit strategischen Partnern ist entscheidend, um die zukünftige Wärmeversorgung in Wustermark CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

## 7 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

In diesem Kapitel wird die Öffentlichkeitsarbeit vorgestellt, die im Rahmen des Projektes stattgefunden hat. Empfehlungen und Maßnahmen zur Umsetzung werden in Kapitel 8 erläutert.

### 7.1 Projektsteuerungsrunde

Im Rahmen der Erstellung der Vorstudie wurden die wichtigsten Akteure in regelmäßigen Abstimmungsrunden eingebunden. Neben dem Projektierer CDW GmbH erfolgte ein enger Austausch mit der Gemeindeverwaltung Wustermark, um wichtige Informationen zur Bedarfsanalyse sowie zur Hemmnisanalyse für die Bewertung der möglichen Trassenführung auszutauschen. Ferner wurden Entscheidungen zur Definition der vorliegenden potenziellen Fernwärmenetze getroffen sowie Absprachen mit der Rechtsanwaltskanzlei ZENK zu möglichen Betreibermodellen geführt.

### 7.2 Befragung der wichtigsten Akteure

Wie in Kapitel 3.1.1 dargestellt, wurden Daten von Gebäuden in kommunalem Bestand sowie von Wohnungs- und privaten Unternehmen erhoben. Aus den Abfragen konnten Wärmeverbraucher priorisiert und wichtige Ankerkunden identifiziert werden (siehe Kapitel 4.1.2 und 8.1.2).

Zusätzlich wurden Interviews mit den Entwicklern der Plangebiete E 36B, E 36C/D, E 43, E 44, E 46, E 47 und W 5 geführt, um den zukünftigen Wärmebedarf abschätzen zu können (siehe Kapitel 3.1.2, Abbildung 16).

### 7.3 Bürgerveranstaltung

Am 06. Juli 2023 fand eine öffentliche Bürgerveranstaltung statt. Neben einer Vorstellung wesentlicher Inhalte des Konzeptes wurden der weitere Zeitplan vorgestellt und mit den Teilnehmenden diskutiert. Die Vorstellung des Zwischenstandes zum Aufbau potenzieller Fernwärmenetze zur Nutzung der Abwärme aus dem Rechenzentrum ist auf große Zustimmung gestoßen. Während der Veranstaltung hatte sich herausgestellt, dass die Vorstudie nicht mehr alleinig die Frage beantworten soll, OB, sondern nunmehr WIE eine Umsetzung der Abwärmenutzung über die untersuchten Fernwärmenetze erfolgen kann.

Dabei wurden von den teilnehmenden Bürgern folgende Fragen mit ersten Antworten und Wünschen/Anregungen aufgeworfen:

- Ist der Betrieb des Rechenzentrums mit Strom aus E-Energieträgern geplant?  
Antwort: Ja, das ist beim Virtus-Rechenzentrum vorgesehen.
- Warum werden bei den Notstromgeneratoren Dieselgeneratoren verwendet bzw. kein alternativer Energieträger wie grüner Wasserstoff genutzt?
- Wie lang ist die Nutzungsdauer des Rechenzentrums und damit die Bereitstellung der Abwärme?
- Wird sich VIRTUS am Aufbau der Infrastruktur für das Wärmenetz sowie am Betrieb finanziell beteiligen? Warum werden Großabnehmer beim Wärmenetz bevorzugt?  
Antwort: Es ist wirtschaftlich, zuerst eine größer dimensionierte Leitung zu einem Ankerkunden zu verlegen und daran kleinere Abnehmer wie z.B. Bestandswohngebiete anzuschließen. Auf diese Weise ist eine gesicherte Abnahme gewährleistet. Zudem ergibt sich für kleinere Abnehmer der Vorteil, dass der Preis pro kWh sinkt, je mehr Wärme abgenommen wird.
- Wie hoch ist der Wärmeverlust pro km Wärmenetz?  
Antwort: Ca. 3°C auf 6 km
- Wie kann die Abwärme auf 68 ° C hochgeheizt werden, um sie auch für Nicht-Flächenheizungen nutzen zu können? Wie hoch ist der Wirkungsgrad?
- Antwort: Bei diesem Verfahren setzt sich der Energiemix, der aufgewendet werden muss, aus 80 % Abwärme und 20 % elektrischer Energie für die Wärmepumpen zusammen.
- Kann die Abwärme für „Heat-to-power“ genutzt werden?  
Antwort: Für dieses Verfahren ist das Temperaturniveau zu gering.
- Welchen Beitrag leistet die Abwärme zur Klimaneutralität von Wustermark?

Wünsche/Anregungen

- Umweltfreundlicheren Energieträger für den Betrieb der Generatoren nutzen
- Wärmenetz bis Nauen, Berlin und Potsdam entwickeln  
Hinweis zu Nauen: Nicht als Zielgebiet betrachten, da dort voraussichtlich auch ein Rechenzentrum errichtet wird.
- Rittergut Zeestow anschließen (100 WE)
- Straßenneubau in Wernitz für Leitungslegung nutzen
- Abwärme für Gewächshäuser auf der Fläche bzw. in direkter Umgebung nutzen  
Hinweis: Wahrscheinlich nicht wirtschaftlich umsetzbar: Ebenerdig wäre der Flächenverbrauch zu hoch, gestapelt wäre der Mangel an notwendiger UV-Einstrahlung ein Hemmnis.
- Abwärmenutzung für ein Schwimmbad in Wustermark  
Hinweis: Das Erlebnisbad bei Karls wird mit in die Betrachtung einbezogen.
- Runden Tisch Wärmenetz mit Wirtschaftsförderung Berlin-Brandenburg (Energieagentur), Gemeinde und Vorhabenträger installieren
- Betreibermodell so wählen, dass auch Bürger davon profitieren / mitinvestieren können

## 8 Umsetzungsstrategie

In diesem Kapitel soll aufgezeigt werden, wie die Erkenntnisse des vorliegenden Konzeptes konkret umgesetzt werden können. Nach der Betrachtung von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten folgt ein Controllingkonzept, um die Umsetzung des Konzepts auch langfristig und transparent zu gewährleisten.

### 8.1.1 Gebäudeanbindung und Ausbau von Wärmenetzen

Zur Nutzung des großen Abwärmepotenzials wird es Kernaufgabe sein, so viele Verbraucher wie möglich anzuschließen. Neben dem hierfür benötigten Aus- und Neubau von Wärmenetzen müssen die betrachteten Akteure vom Nutzen des Wärmeverbunds überzeugt werden, wobei der Fokus auf Großabnehmer gelegt werden sollte. Unabhängig von der sektoralen Zugehörigkeit ergeben sich nach Priorität entlang der Studie drei Kategorien von Abnehmern:

- 1) Sichere Großabnehmer, die Interesse bekundet haben
- 2) Weitere analysierte Großabnehmer ohne Rückmeldung
- 3) Sonstige Abnehmer (u.a. Einfamilienhäuser)

Diese bilden zugleich die im Bericht dargestellten Ausbauszenarien, die bei einer Realisierung der untersuchten Fernwärmenetze auch so im zeitlichen Kontext einer Umsetzung zu verstehen sind. Als Grundsatz gilt, dass die Sicherheit einer kostengünstigen Versorgung in der ersten Phase im Wesentlichen durch Großabnehmer geschaffen werden muss. Diese ermöglichen bei wenigen und somit möglichst kurzen Leitungslängen eine hohe Wärmeliniedichte und folglich geringe Gesteuerungskosten.

### 8.1.2 Ankerkunden und Beteiligung

Als die zuvor genannten wichtigsten Ankerkunden sind kommunale Liegenschaften, Wohnungswirtschaft und private Unternehmen zu verstehen. Hinzu kommen Plangebiete und Träger öffentlicher Belange, die ggf. kontaktiert und in den Ausbau der Wärmenetze integriert werden können.

Private Endkunden stellen ebenfalls ein Potenzial dar, allerdings in keinem signifikanten Umfang, von dem der Aufbau des Wärmenetzes abhängig ist. Um dieses Potenzial zu heben, sollten Bürger auf Informationsveranstaltungen mit einbezogen werden.

## Kommune

Als zentraler Akteur besitzt die Gemeinde Wustermark mit 26 kommunalen Gebäuden ein breites Portfolio an großen Verbraucherstellen. Diese sind als ein Bestandteil der sicheren Großabnehmer, wie beispielsweise das Gebäudenetz für Rathaus, Grundschule und Hort, die Oberschule Elstal sowie die Turnhalle Elstal zu verstehen,

Dagegen wird aus Sicht der kommunalen Gebäude der einbezogenen Gemeinde Brieselang kein naheliegendes Anbindungspotenzial an die untersuchten Fernwärmenetze gesehen. Auf Strategischer Ebene sollte jedoch auch zukünftig der Austausch mit dieser erfolgen.

## Wohnungswirtschaft

Insgesamt wurden 14 Wohnungsunternehmen mit Gebäuden im Betrachtungsgebiet identifiziert und abgefragt. Davon erfolgte von acht Wohnungsunternehmen eine positive Rückmeldung mit grundsätzlichem Interesse ihre Gebäude an das geplante Fernwärmenetz anzuschließen, inklusive Nennung ihrer anzuschließenden Liegenschaften. Von den restlichen Wohnungsunternehmen kam eine Absage und sonst blieb die Anfrage unbeantwortet.

Tabelle 14 Identifizierte und angefragte Wohnungsunternehmen

Wohnungsunternehmen	Anschrift	Interesse an Fernwärmeanschluss?
Becker & Kries Grundstücks GmbH & Co. KG	Meinekestraße 25; 10719 Berlin	Kein Interesse
Bund Evangelisch-Freikirchlicher Gemeinden in Deutschland K.d.ö.R.	Johann-Gerhard-Oncken-Straße 14641 Wustermark OT Elstal	8; Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
C&P Bauträger Deutschland GmbH	Bleibtreustraße 24; 10707 Berlin	Keine Rückmeldung erhalten
DKB Wohnen GmbH	Kronenstraße 11; 10117 Berlin	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
Grundwert Living GmbH	Universitätsstraße 133; 10559 Berlin	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
H&L Hausverwaltung	Dammstraße 37; 14641 Nauen	Keine Rückmeldung erhalten
terrapian Baudenkmalanierungsgesellschaft mbH	Zum Olympischen Dorf 80; 14641 Wustermark OT Elstal	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
Wohnungsbau- und Verwaltungsgesellschaft mbH Ketzin	Karl-Liebknecht-Straße 6; 14669 Ketzin/Havel	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
Servicewohnen Elstal	Am Kleinen Wannsee 5c; 14109 Berlin	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
TAG Wohnen & Service GmbH	Kurfürstendamm 87 10787 Berlin	Keine Rückmeldung erhalten
Wohnungsgenossenschaft "Birkengrund" Brieselang eG	Schillerstrasse 19D; Brieselang 14656	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden



Wohnungsunternehmen	Anschrift	Interesse an Fernwärmeanschluss?
Gewoba Genossenschaftlicher Wohnungsbau eG	Karl-Thon-Platz 4; 14641 Nauen	Keine Rückmeldung erhalten
Havelländische Hausverwaltung & Immobilienbetreuung	Wustermarker Alle 37; 14656 Brieselang	Interesse an Fernwärmeanschluss vorhanden
Erdmann Immobilien	Zetkinweg 6; 14656 Brieselang	Keine Rückmeldung erhalten

## Weitere Mehrfamilienhäuser

Eine weitere Kategorie potenzieller Abnehmer bilden alle weiteren größeren Wohngebäude, welche im Rahmen der Analysen identifiziert, jedoch keinem bekannten Eigentümer (siehe auch Wohnungsunternehmen) zugewiesen werden konnte. Hierunter zählen u.a. die Wohnblöcke in der Amsterdamer Straße 2,4 oder 6 sowie der Rosa-Luxemburg-Allee 1 in der Wustermark. Hierbei wäre bspw. über die Gemeinde ein direkter Kontakt zu den Eigentümern herzustellen, um eine weitere Abnahmestelle entlang der Fernwärmenetze zu generieren.

## Plangebiete

Die bestehenden Plangebiete stellen die größten Abnehmer und somit wichtigsten Ankerkunden für die Umsetzung des Fernwärmenetzes dar. Hier sollte ein frühzeitiger Austausch mit den Projektierern erfolgen.

Tabelle 15 Plangebiete

B-Plan-Nr.	Bezeichnung	Vrsl. Nutzungsaufnahme	Zu kontaktierendes Unternehmen (u.a. Planungsbüros)
E 36B	Olympisches Dorf	schrittweise ab 2025	terraplan Immobilien- und Treuhand GmbH;
E 36C/D	Olympisches Dorf	schrittweise ab 2028	GGH Gartenstadt-Gesellschaft Hellerau AG;
E 43	BahnTechnologie Campus - Teilgebiet Ost	schrittweise ab 2026	BUWOG Bauträger GmbH
E 44	Heidesiedlung Nord	2025-2027	BahnTechnologie Campus Havelland GmbH
E 46	Karls Erlebnisdorf	schrittweise ab 2025	BUWOG Bauträger GmbH
E 47	Rosa-Luxemburg-Allee Mitte	2027/2028	Karls Markt OHG
W 5	Gewerbegebiet Nord	schrittweise ab 2024	RATISBONA Handelsimmobilien
			DIBAG Industriebau AG

## Träger öffentlicher Belange

Träger öffentlicher Belange sind bzgl. der Genehmigung und Umsetzung eines Fernwärmenetzes einzubinden und anzufragen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Träger öffentlicher Belange für die Planung eines Fernwärmenetzes in der Gemeinde Wustermark.

So sind u.a. die Verkehrsbetriebe (DB, Autobahndirektion) ein wichtiger Akteur für die Genehmigung einer Durchquerung von Autobahn und Schienenwegen (Kapitel 5.2.). Auch Behörden sind bzgl. Schutzgebiete oder Denkmalschutz frühzeitig einzubeziehen, da sich entsprechende Verfahren u.a. über mehrere Jahre ziehen können.

Ferner sind in diesem Zusammenhang weitere Netzbetreiber für die Planung der Leitungsführung mit einzubinden.

Ein zentraler Akteur ist zudem die Gemeinde, welche in allen Belangen eine wichtige Funktion einnimmt. So sollte diese auch bei dem zukünftigen Betrieb des Wärmenetzes als Teilhaber eine Rolle spielen, um auch die öffentliche Akzeptanz des Projektes von Anfang an zu steigern.

Eine ausführliche Auflistung aller Träger öffentlicher Belange findet sich in den Anlagen.

### 8.1.3 Betreibermodelle

Für den Aufbau und Betrieb des Wärmenetzes können entsprechend nachfolgender Tabelle grundsätzlich folgende Organisationsmodelle in Betracht gezogen werden.

Tabelle 16 Mögliche Finanzierungs- und Betreibermodelle für die Quartiersversorgung

Modell	Vorteile	Nachteile	Hinweise
<b>A) Kommunaler Eigenbetrieb / Stadtwerk / Anstalt öffentlichen Rechts</b>	hohe Eigenständigkeit und Entscheidungsverantwortung bei der Kommune	- Hohe finanzielle und wirtschaftliche Risiken - Rechtsunsicherheit in Bezug auf kartellrechtliche Anforderungen	Ggf. Ausschreibungspflicht für die Gestattung der Wegenutzung. Vergaberecht, Energiewirtschaftsrecht und Konzessionsrichtlinie beurteilen diesen Aspekt eher negativ.
<b>B) Energiegenossenschaft</b>	Gute Einbindung der Bürger*innen (Akzeptanzsteigerung)	- Hoher zeitlicher, finanzieller und organisatorischer Aufwand (heterogene Nutzerstruktur mit verschiedenen Interessen)	Überlassung von Wegerechten unterliegt vergabe- und kartellrechtlichen Anforderungen
<b>C) Contracting</b>	„Sorglospaket“ Contractor realisiert auf Basis der Vorstudie, bietet Wärme den Eigentümern	- Aufwände des Externen fallen zusätzlich an - Einflussnahme auf Finanzierung und Betrieb	Kommune muss ein Energieversorgungsunternehmen als Vertragspartner in einem transparenten und

Modell	Vorteile	Nachteile	Hinweise
<b>D) Kooperationsmodelle</b>	zu vertraglich definierten Konditionen an  - Strategischer Partner kann technisches und kaufmännisches Know-how mit einbringen	basierend auf getroffenen vertraglichen Vereinbarungen  - Finanzielles Risiko und Einflussnahme der Kommune (abhängig von der konkreten Ausgestaltung der Kooperation)	diskriminierungsfreien Auswahlverfahren bestimmen  Auswahl des Partners muss in einem transparenten und diskriminierungsfreien Auswahlverfahren erfolgen
<b>E) Finanzierung und Betrieb durch Eigentümer (VIR-TUS)</b>	- keine Aufwände für Externe - freie Gestaltung Finanzierung und Betrieb	- fachliche Expertise liegt Eigentümer nicht in dem Umfang vor, wie einem externen Dienstleister - finanzieller und organisatorischer Aufwand	Gründung einer Finanzierungs- und Betreibergesellschaft

Da vonseiten der Gemeinde ein großes Interesse an einem kommunalen Wärmenetz besteht, heute aber noch die erforderlichen Kompetenzen für den eigenständigen Betrieb nach Typ A fehlen, wird aktuell ein Modell nach Typ C bzw. Typ D in den engeren Fokus gerückt. Inwiefern eine Beteiligung von Bürgern in Form einer Energiegenossenschaft zielführend ist, muss in den weiteren Verfahrensschritten geprüft werden. Dies kann im weiteren Verfahren, bspw. im Rahmen des Moduls 1 nach Bundesförderung Effizienter Wärmenetze (siehe Folgekapitel 8.2) herausgearbeitet werden.

## 8.1.4 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Eine transparente Kommunikation in Form von kontinuierlicher, projektbegleitender Öffentlichkeitsarbeit ist entscheidend, um die Akzeptanz in der Bevölkerung für die zum Teil tiefgreifenden Veränderungsprozesse zu erhöhen und somit die aufgezeigten Potenziale tatsächlich heben zu können. Im Folgenden werden die Aspekte „Klimaschutz als Querschnittsthema“, „Marketing“ und „Zielgruppenspezifische Ansprache“ als Eckpfeiler der Öffentlichkeitsarbeit näher betrachtet.

### Klimaschutz als Querschnittsthema

Verschiedene Elemente können den Prozess der Etablierung des Klimaschutzes in Stadtpolitik und Verwaltungsalltag unterstützen. Entscheidend wird dabei sein, Klimaschutz als Querschnittsthema zu erkennen, dieses kontinuierlich bei den verschiedensten stadtentwicklungsrelevanten Fragestellungen mitzudenken.

Um jene Aspekte zu bündeln, die den kommunalen Klimaschutz tangieren, bedarf es der Schaffung geeigneter Organisations- und Bearbeitungsstrukturen. Eine zentrale Rolle wird die weitere Vernetzung der Schlüsselakteure aus Politik und Verwaltung sowie Wirtschaft und Zivilgesellschaft einnehmen.

Besonders die Abstimmung und Koordination mit klaren Ansprechpartnern ist eine wichtige Basis, um effiziente Arbeitsstrukturen zur Umsetzung der Fernwärme zu gewährleisten. Im weiteren Verlauf muss das Thema Klimaschutz bei möglichst allen Ausschüsse, Netzwerken und Beratungsgremien adressiert werden, sowohl in der Kommunalpolitik als auch im Verwaltungsalltag und in der Öffentlichkeit.

## Marketing

Wichtig ist in diesem Zusammenhang ein Narrativ, mit dem sich die Akteure aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft identifizieren können. Das Narrativ gibt den Rahmen aller Marketing-Maßnahmen vor und kann sich an den Klimaschutzziele des Bundes oder an verschiedenen Aspekten des Themas orientieren.

Nach Identifikation des zukünftigen Betreibers sollte dieser unter Berücksichtigung der genannten Aspekte eng mit der Gemeindeverwaltung zusammenarbeiten.

## Zielgruppenspezifische Ansprache

Messbare Erfolge von Verhaltensänderungen können nur erzielt werden, wenn es sich um längerfristige Kommunikationskonzepte mit einem Umsetzungszeitraum von mehreren Jahren handelt und wenn konkrete Zielgruppen angesprochen werden. Die Zielgruppen sollten kontinuierlich und direkt angesprochen werden und regelmäßig Rückmeldungen zu den bisherigen Zielerreichungsgraden erhalten, um die individuelle Motivation zu erhöhen.

Nachstehende Tabelle 17 beinhaltet beispielhaft drei relevante Zielgruppen.

Tabelle 17 Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit

Zielgruppe	Aufgabe
Verwaltung	Vorbildfunktion der Verwaltung wahrnehmen, Informationen zu energiebewusstem Handeln bereitstellen und implementieren, Klimaschutzbelange einbinden
Politik	Klimaschutz durch politische Beschlüsse in Stadtentwicklung verankern und stärken
Bürger	Sensibilisierung und Interesse schaffen für das Thema Energie- und Klimaschutz, Initiierung von Energiesparmaßnahmen

Damit die begleitende Öffentlichkeitsarbeit erfolgreich ist, sollten die Gemeinde Wustermark und der zukünftige Betreiber Ziele, Vorgaben und Kriterien bestimmen, an denen sich die

Erfolge der Kampagne messen lassen. Wurden z.B. neue Kunden für das geplante Wärmenetz gewonnen, ist dies ein geeigneter Anlass für die Berichterstattung. Zahlen und Daten sind mittels Grafiken und Karten gut zu vermitteln und fördern das Interesse der Bevölkerung an Klimaschutzaktivitäten.

Um die jeweiligen Zielgruppen zu erreichen, müssen entsprechende Kanäle genutzt werden: Zeitung, Stadtmagazin, Quartierszeitschrift, Internetseiten, Soziale Medien, ggf. Fernsehen.

## Relevante Akteure

Von zentraler Bedeutung ist klassischerweise das Akteursdreieck aus der Stadt- bzw. Gemeindeverwaltung, Wohnungswirtschaft und der Energiewirtschaft. In diesen drei Akteuren konzentrieren sich Verantwortungsbereiche und Entscheidungsfähigkeit, die eine Vielzahl von planerischen Voraussetzungen und baulichen Durchführungen ermöglichen und deren Umsetzung potenziell auf weite Teile der Anwohner Einfluss hat.

Aus der Energiewirtschaft sind regionale Energiedienstleister und -versorger klare Partner für die zukünftige Planung sowie den Bau und Betrieb einer Nahwärmeversorgung. Diese können auch als potenzielle Betreiber (Contractoren) für den Ausbau von Photovoltaik-Anlagen auf Dachflächen privater Haushalte gesehen werden. Durch Bürgerenergie können sich die Eigentümer bei der Gestaltung einer zentralen Wärmeversorgung sowie bei der Erzeugung von solarer Energie in die Versorgungsinfrastruktur aktiv mit einbringen.

Der Landkreis als übergeordnete kommunalrechtliche Instanz ist ein weiterer Kooperationspartner. Die Bedürfnisse der Kommune gegenüber dem Landkreis sind zu kommunizieren, damit diese zum Beispiel in überregionalen Konzeptionen Niederschlag finden. Bei diversen Klimaschutzaktivitäten des Landkreises sollte die Kommune zudem regelmäßig einbezogen werden, um frühzeitig kreisrechtliche Umsetzungshemmnisse zu identifizieren oder kreisweite Kooperationen mit anderen Städten und Gemeinden zu ermöglichen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass Information, Beratung und Beteiligung die Grundpfeiler der Öffentlichkeitsarbeit darstellen, um die Akzeptanz für Klimaschutzmaßnahmen zu erhöhen und Verhaltensänderungen hervorzurufen. Hierfür ist eine koordinierte, integrative und zielgruppengerechte Kommunikation unabdingbar. Diese Prinzipien gehen über die Zivilgesellschaft hinaus und gelten ebenso für die Verwaltung oder die Umsetzung konkreter Projekte mit Fachakteuren.

## 8.2 Finanzierung und Förderung

Im folgenden Kapitel werden relevante Förderprogramme beschrieben, die in Zusammenhang mit dem Wärmekonzept Anwendung finden können. Nachfolgende Abbildung zeigt mögliche Programme für die weitere Umsetzung des Vorhabens am Beispiel der kommunalen Wärmeplanung (KWP), die bereits durch die Gemeindeverwaltung beantragt und im Frühjahr 2024

beginnen soll, sowie das Programm „Bundesförderung Effizienter Wärmenetzes“ mit den Modulen 1 „Planung“ und 2 „Planung und Umsetzung“. Eine Inbetriebnahme wäre unter idealen Annahmen ab Ende 2026 möglich, wird jedoch aufgrund diverser erforderlicher Verfahren und Genehmigungen um bis zu 2 Jahre später erfolgen.

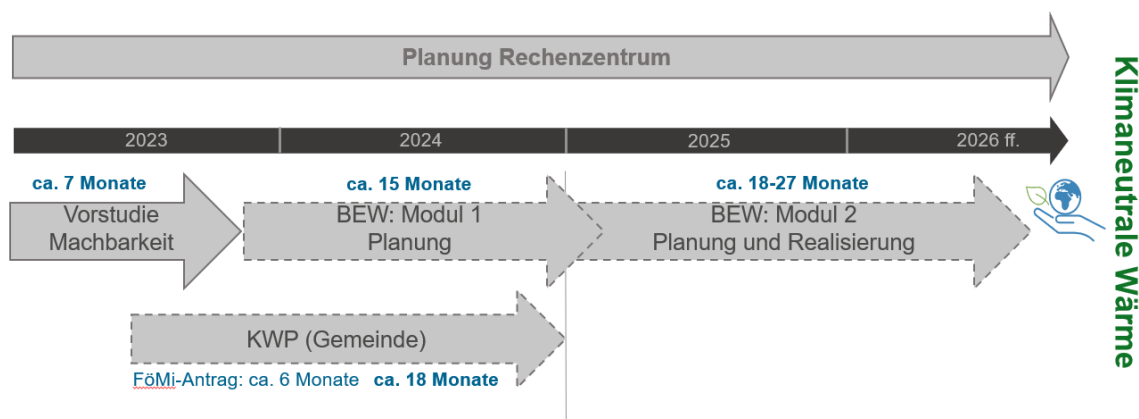


Abbildung 63 Darstellung der weiteren Verfahrensschritte einer Umsetzung der Fernwärme anhand bestehender Programme im zeitlichen Verlauf

## 8.2.1 Kommunale Wärmeplanung

Mit der Kommunalrichtlinie unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Kommunen und kommunale Akteure dabei, Emissionen zu senken und Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. In diesem Rahmen soll mithilfe der kommunalen Wärmeplanung die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 weitgehend klimaneutral erfolgen.

Die Gemeinde Wustermark hat den Antrag für die kommunale Wärmeplanung bereits gestellt. Im Frühjahr 2024 beginnt die Umsetzung.

## 8.2.2 Energieversorgung

Eine erste Übersicht der Förderprogramme zum Thema der effizienten und nachhaltigen Energieversorgung gibt nachfolgende Tabelle 18.

Tabelle 18 Übersicht der Förderprogramme zur Energieversorgung

Fördergeber	Bezeichnung der Förderprogramme
BAFA	Wärme- und Kältenetze
BMWi	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Fördergeber	Bezeichnung der Förderprogramme
MWAE	Brandenburg Paket Energie – BEn 2023/2024

## Wärme- und Kältenetze

Die Bundesregierung unterstützt den Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere durch das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG). Neben einer Vergütung für Strom aus KWK-Anlagen und einer Förderung für das Speichern für Wärme und Kälte sieht das KWKG eine Förderung von Wärme- und Kältenetzen vor. Die Förderung erfolgt über einen sogenannten KWK-Zuschlag. Dieser ist abhängig vom Anteil der Wärme- bzw. Kälteversorgung der Abnehmer und richtet sich nach der Höhe der Investitionskosten. So beträgt der Zuschlag 40 % der Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus für den Fall, dass die Versorgung der Abnehmer\* zu mindestens 75 % aus KWK-Anlagen oder in Kombination mit Wärme aus KWK-Anlagen, erneuerbaren Energien und industrieller Abwärme erfolgt. Der Zuschlag verringert sich auf 30 % der ansatzfähigen Nettoinvestitionskosten, wenn im Fall der Kombination mit Wärme aus KWK-Anlagen, erneuerbaren Energien und Abwärme aus industriellen Prozessen eine Quote von 50 % erreicht wird. Der Anteil an KWK-Wärme muss auch in diesem Fall mindestens 10 % betragen. Diese Sonderregelung galt jedoch nur für Inbetriebnahmen bis zum 31. Dezember 2022. Antragsberechtigt sind Antragsberechtigter ist der Wärme- bzw. Kältenetzbetreiber.

Nähere Informationen zum Förderprogramm können der Homepage entnommen werden:

[www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft\\_Waerme\\_Kopplung/Waerme\\_Kaelte-netze/waerme\\_kaeltenetze\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaelte-netze/waerme_kaeltenetze_node.html)

## Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Die Bundesregierung möchte mit einer neuen Förderung die Dekarbonisierung der Wärme- und Kältenetze in Deutschland unterstützen und beschleunigen. Dazu hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ (BEW) erarbeitet, welche am 15. September 2022 in Kraft getreten ist.

Um dieses Ziel zu erreichen, sieht das Programm erstmalig die Förderung erneuerbarer und klimaneutraler Wärmeerzeugung sowie der zum physischen Ausbau der Wärmenetze notwendigen Infrastruktur vor. Innerhalb der geplanten Laufzeit der BEW von sechs Jahren sollen pro Jahr die Installation von 400 MW erneuerbarer Wärmeerzeugungsleistung und Gesamtinvestitionen in Höhe von 690 Mio. Euro angereizt werden.

Die „Bundesförderung effiziente Wärmenetze“ besteht aus den folgenden Modulen:

- Modul 1: Transformationspläne und Machbarkeitsstudien
- Modul 2: Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze
- Modul 3: Einzelmaßnahmen
- Modul 4: Betriebskostenförderung



Die Förderhöhe ist in Modul 1 auf maximal 50 % und maximal 2.000.000 Euro begrenzt. Bei den Modulen 2 und 3 werden bis zu 40 % der förderfähigen Ausgaben gefördert, die maximale Fördersumme beträgt jeweils 100 Millionen Euro pro Antrag. Bei vorliegendem Transformationsplan kann eine Betriebskostenförderung für konkrete Anlagen gemäß Modul 4 beantragt werden.

Nähere Informationen zum Förderprogramm können der Homepage entnommen werden:

[www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)

## Brandenburg Paket Energie

Mit dem Förderprogramm „Brandenburg Paket Energie“ unterstützt das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg (MWAE) über die Investitionsbank des Landes Brandenburg (ILB) bei der Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energiequellen, der Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung von Erneuerbaren Energien.

Für Unternehmen und Kommunen umfasst der Zuschuss investive und nicht investive Maßnahmen zu 35 bis 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, maximal jedoch 15 Mio. Euro abhängig vom Fördergegenstand, oder 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben bei Förderung nach Maßgabe der De-minimis-Verordnung (maximal 200.000 Euro).

### Beispiele Investiv

- Anlagen zur Steigerung der Energieeffizienz
- Anlagen zur Energierückgewinnung
- EE-Anlagen
- Fernwärme- und Fernkältesysteme

### Beispiel nicht investiv

- Konzepte
- Vorerkundungen bei Geothermieprojekten
- Energieberatungen

Nähere Informationen zum Förderprogramm können der Homepage entnommen werden:

[www.ilb.de/de/wirtschaft/zuschuesse/brandenburg-paket-energie-ben-2023/](http://www.ilb.de/de/wirtschaft/zuschuesse/brandenburg-paket-energie-ben-2023/)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage des Betrachtungsgebiets.....	12
Abbildung 2	Prozentuale Verteilung der Flächennutzung auf dem Gemeindegebiet Wustermark .....	13
Abbildung 3	Untersuchungsgebiet Wustermark & Brieselang .....	14
Abbildung 4	Überblick erfasster Gebäude .....	16
Abbildung 5	BPlan-Gebiet nach Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest" .....	17
Abbildung 6	Lageplan mit Verortung der BPlan-Gebiete (West: BPlan-Gebiet W49; Ost: BPlan-Gebiet W5) .....	18
Abbildung 7	Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen nach Energieträgern, 2019. Oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen.....	19
Abbildung 8	Verteilung der Wärmeerzeugung der Stadt Wustermark, 2019 .....	20
Abbildung 9	Anteile am Endenergieverbrauch und den THG-Emissionen nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Wustermark, 2019.....	21
Abbildung 10	Plan- & Entwicklungsgebiete in Wustermark.....	23
Abbildung 11	LOD1-Modelle links und LOD2-Modelle rechts .....	27
Abbildung 12	Absoluter Wärmebedarf .....	30
Abbildung 13	Räumliche Darstellung potenzieller Schlüsselkunden .....	32
Abbildung 14	Wärmeverbrauch der kommunalen Gebäude und Priorität für einen Fernwärmeanschluss in Wustermark .....	33
Abbildung 15	Wärmebedarf der Plangebiete .....	36
Abbildung 16	Anteile der einzelnen Plangebiete am voraussichtlichen Wärmebedarf der Plangebiete .....	36
Abbildung 17	Anteile am gesamten Wärmebedarf in Wustermark & Brieselang .....	37
Abbildung 18	Bestehende und geplante Wärmenetze in Betrachtungsgebiet .....	38
Abbildung 19	Raumbedeutsame Verkehrswege im Betrachtungsgebiet .....	40
Abbildung 20	Wärme-flächendichte der georeferenzierten Gebäude einer jeden Rasterzelle in Wustermark und Brieselang .....	43
Abbildung 21	Definierte Versorgungsgebiete und künftige Potenzialgebiete .....	47
Abbildung 22	Funktionsprinzip der Abwärme-Gewinnung aus dem Rechenzentrum	48
Abbildung 23	Entwicklung der potenziellen Abwärmemenge des geplanten Rechenzentrums.....	49
Abbildung 24	Potenzielle Trassenverläufe der Hauptleitung .....	50
Abbildung 25	Ausbauszenarien des Wärmenetzes.....	52
Abbildung 26	Schutz- & Risikogebiete im Betrachtungsgebiet.....	56
Abbildung 27	Querung der A10 an der Berliner Allee und am Kuhdammweg .....	57
Abbildung 28	Querung Bahntrasse Bahnhof Wustermark.....	58
Abbildung 29	Querung Bahntrasse „Am Bahnstromwerk“ .....	59
Abbildung 30	Querung Havelkanal "Berliner Straße" .....	60

Abbildung 31	Querung Havelkanal "Kuhdamnbrücke" .....	60
Abbildung 32	Übersichtskarte Fokusgebiete Untersuchungsraum.....	64
Abbildung 33	Flächenbedarf Heizwerke .....	65
Abbildung 34	BPlan-Gebiet nach Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest" mögliche Heizwerkstandorte (rot) .....	66
Abbildung 35	Energiebilanz Leitung Fernwärmenetz 1 (Süd 65 °C) .....	67
Abbildung 36	Energiebilanz Leitung Fernwärmenetz 2 (Nord 65°C) .....	68
Abbildung 37	Energiebilanz Leitung Süd 42 °C .....	69
Abbildung 38	CO <sub>2</sub> -Bilanz & EE-Anteil Leitung Süd 65 °C .....	70
Abbildung 39	CO <sub>2</sub> -Bilanz & EE-Anteil Leitung Nord 65 °C.....	70
Abbildung 40	CO <sub>2</sub> -Bilanz und EE-Anteil Leitung Süd 42 °C.....	71
Abbildung 41	Exemplarische Verteilung Investitionskosten .....	73
Abbildung 42	Investitionskosten Leitung Süd bis Wustermark Ort .....	74
Abbildung 43	Investitionskosten Leitung Süd bis Ortsteil Elstal .....	74
Abbildung 44	Investitionskosten Leitung Nord .....	75
Abbildung 45	Annuität Leitung Süd bis Wustermark Ort .....	76
Abbildung 46	Annuität Leitung Süd bis Elstal .....	77
Abbildung 47	Annuität Leitung Nord .....	77
Abbildung 48	Wärmegestehungskosten Leitung Süd bis Wustermark Ort .....	79
Abbildung 49	Wärmegestehungskosten Leitung Süd bis Elstal .....	80
Abbildung 50	Wärmegestehungskosten Leitung Nord .....	80
Abbildung 51	Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Investition .....	82
Abbildung 52	Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Annuität (Fördermittel abgezogen).....	83
Abbildung 53	Sensitivitätsanalyse Anschlussgrad: Wärmegestehungskosten .....	83
Abbildung 54	Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Stadt Wustermark: Annuität (Fördermittel abgezogen).....	85
Abbildung 55	Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Stadt Wustermark: Wärmegestehungskosten .....	85
Abbildung 56	Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Ortsteil Elstal: Annuität Gesamtausbau (Fördermittel abgezogen).....	86
Abbildung 57	Sensitivitätsanalyse Strompreis bis Ortsteil Elstal: Wärmegestehungskosten Gesamtausbau .....	86
Abbildung 58	Sensitivitätsanalyse Förderung: Investition .....	88
Abbildung 59	Sensitivitätsanalyse Förderung: Wärmegestehungskosten .....	88
Abbildung 60	Sensitivitätsanalyse Förderung: Investition Gesamtausbau .....	89
Abbildung 61	Sensitivitätsanalyse Förderung: Wärmegestehungskosten Gesamtausbau .....	89
Abbildung 62	Vergleich der Wärmegestehungskosten der untersuchten Fernwärmevarianten in der Wustermark mit Referenzpreise Fernwärme und dezentrale Einzelversorgung.....	91
Abbildung 63	Darstellung der weiteren Verfahrensschritte einer Umsetzung der Fernwärme anhand bestehender Programme im zeitlichen Verlauf ....	101

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Anzahl und Verteilung der erfassten Gebäude nach Gebäudefunktion.....	15
Tabelle 2	Endenergieverbrauch und THG-Emissionen nach Energieträgern für die Wärmeversorgung in Wustermark, 2019 .....	21
Tabelle 3	Übersicht der Bebauungspläne in Wustermark.....	22
Tabelle 4	Definition des Potenzialbegriffs .....	41
Tabelle 5	Top 3 der Wärmeverbraucher unter den kommunalen Gebäuden .....	44
Tabelle 6	Top 5 der Wärmeverbraucher der Wohnungswirtschaft.....	44
Tabelle 7	Top 5 der Wärmeverbraucher unter weiteren GMHs .....	45
Tabelle 8	Top 3 der Wärmeverbraucher unter den Plangebieten .....	45
Tabelle 9	Versorgungsgebiete und zukünftige Potenzialgebiete für die Wärmeversorgung durch das Rechenzentrum .....	46
Tabelle 10	Parameter für das südliche potenzielle Wärmenetz bis Wustermark Ort (Ausbaustufe 1).....	53
Tabelle 11	Parameter für das südliche potenzielle Wärmenetz bis Elstal (Ausbaustufe 2).....	53
Tabelle 12	Parameter für das nördliche potenzielle Wärmenetz Industriegebiete .....	53
Tabelle 13	Vergleich Förderungen BEW und ILB.....	87
Tabelle 14	Identifizierte und angefragte Wohnungsunternehmen .....	95
Tabelle 15	Plangebiete .....	96
Tabelle 16	Mögliche Finanzierungs- und Betreibermodelle für die Quartiersversorgung .....	97
Tabelle 17	Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit .....	99
Tabelle 18	Übersicht der Förderprogramme zur Energieversorgung.....	101

## Quellenverzeichnis

**ages GmbH (2007):** Verbrauchskennwerte 2005: Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland.

**BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2016):** BDEW/VKU/GEODE Leitfaden: Abwicklung von Standardlastprofilen Gas.

**Benestad, Rasmus E.; Nuccitelli, Dana; Lewandowsky, Stephan; Hayhoe, Katharine; Hygen, Hans Olav; van Dorland, Rob; Cook, John (2016):** Learning from mistakes in climate research, in: Theoretical and Applied Climatology, 126 ,3-4, S. 699–703.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2016):** Bauwerkszuordnungskatalog.

**Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (2017):** Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen: Mehr Sicherheit und Wohnqualität bei Neubau und Sanierung.

**Europäische Kommission (2023):** PVGIS, [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/), abgerufen am: 05.05.2023.

**GALK e.V. (2023):** Straßenbaumliste, <https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenu-übersicht/strassenbaumliste/galk-strassenbaumliste>, abgerufen am: 16.05.2023.

**Griebler, Christian et. al. (2014):** Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung.

**Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (2023):** Dürremonitor Deutschland, <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>, abgerufen am: 04.05.2023.

**Helmreich, Brigitte (2023):** Multifunktionale Versickerungsmulden im Siedlungsraum, <https://www.hswt.de/forschung/projekt/1615-multifunktionale-versickerungsmulden-im-siedlungsraum>, abgerufen am: 16.05.2023.

**IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (2023):** GEMIS: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme.

**Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover (2023):** TransMiT: Baumrigolen zur Regenwasserbewirtschaftung in Hildesheim, [https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/?page\\_id=3099&lang=de](https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/?page_id=3099&lang=de), abgerufen am: 16.05.2023.

**Loga, Tobias (2015):** Deutsche Wohngebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden ; erarbeitet im Rahmen der EU-Projekte TABULA - "Typology approach for building stock energy assessment", EPISCOPE - "Energy performance indicator tracking schemes for the continuous optimisation of refurbishment processes in European housing stocks", IWU.

**Setton, Daniela / MLUK Brandenburg (2022):** Zwischen- und Sektorziele des Klimaplan Brandenburg.

**TU Dresden (2023):** ReKIS: Regionales Klimainformationssystem Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, <https://rekis.hydro.tu-dresden.de/>, abgerufen am: 04.05.2023.

# Anlagen

Anlage 1: Träger öffentlicher Belange

Anlage 2: Parameterliste Fernwärmevariante

## Anlage 1: Träger öffentlicher Belange

Nr.	Institution	Ort	Straße	Telefon	E-Mail
<b>Gemeindeverwaltung</b>					
1	Gemeinde Wustermark	14641 Wustermark	Hoppenrader Allee 1	033234 73-0	s.gorges@wustermark.de
2	Gemeinde Brieselang	14656 Brieselang	Am Markt 3	033232 338-0	bettina.hanisch@gemeindebrieselang.de
<b>Sonstige Landratsämter</b>					
3	Landkreis Havelland Bauordnungsamt	14712 Rathenow	Platz der Freiheit 1		Bauordnungsamt@havelland.de
<b>Staatliche Ämter</b>					
4	Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum Abt. Bodendenkmalpflege, Bodendenkmal	15806 Zossen OT Wünsdorf	Wünsdorfer Platz 4-5	033702-2111407	jens.may@bldam-brandenburg.de
5	Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum Abt. Bodendenkmalpflege, Bodendenkmal, Baudenkmal	15806 Zossen OT Wünsdorf	Wünsdorfer Platz 4-5	033702-2111407	magda-lena.eppinger@bldam-brandenburg.de
6	Landesamt für Bauen und Verkehr	03046 Cottbus	Gulbener Straße 24	0334242662209	cornelia.hagen@lbr.brandenburg.de
7	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg	03046 Cottbus	Inselstraße 26	0355 48640333	olaf.gerber@lbgr.brandenburg.de
8	Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg NL West	14480 Potsdam	Steinstraße 104-106, Haus 2	0331-2334-271	karin.pursian@ls-brandenburg.de
9	Landesumweltamt Brandenburg Regionalabteilung West RW 4	14476 Potsdam OT Groß Glienicke	Seeburger Chaussee 2	03554991-1303	Andrea.Schuster@LfU.Brandenburg.de
10	Landesumweltamt Brandenburg Abteilung Raumordnung Naturpark Westhavelland	14715 Havelaue / OT Parey	Dorfstraße 5	033872-743-10	np-whl@rathenow.de
11	Wasser und Schifffahrtsamt Brandenburg	14772 Brandenburg an der Havel	Brielower Landstraße 1	03381-266311	wsa-brandenburg@wsv.bund.de
<b>Telefon / Internet / TV</b>					
12	1 & 1 Versatel Deutschland GmbH	13407 Berlin	Aroser Allee 78	030/81881205	



Nr.	Institution	Ort	Straße	Telefon	E-Mail
	Leitungsauskunft				
13	Breitbandnetz Sachsen GmbH	01587 Riesa	Bahnhofstraße 4	03525/52750-22	Schachtschein@breitbandnetz-sachsen.de
14	Deutsche Glasfaser	46325 Borken	Am Kuhm 31		planauskunft@deutsche-glasfaser.de
15	Deutsche Telekom Technik GmbH				
15	Technik Niederlassung Ost	16816 Neuruppin	Wilhelm-Artel-Straße 2	30855379021	Planungsauskunft_brandenburg@telekom.de
15	Produktion Technische Infrastruktur 32				
16	DNS:NET Internet Service GmbH	10969 Berlin	Zimmerstraße 23	030 66765103	bauherren@dns-net.de
17	Drahtlos DSL GmbH Mittelsachsen	04668 Grimma	Georg- Henning- Straße 10	03437 9260000	carsten.weigel@drahtlos-dsl.de info@drahtlos-dsl.de
18	inexio	66740 Saarlouis	Am Saarlaltarm 1	06831-9350	info@inexio.net
19	NGN FIBER NETWORK KG	97633 Aubstadt	Hauptstraße 15		
20	Pyur				
20	Netzauskunft / Dokumentation	10553 Berlin	Kaiserin-Augusta-Allee 108		leitungsauskunft-dresden@telecolumbus.de
21	Vodafone D2 GmbH Niederlassung Ost	01445 Radebeul	Meißner Straße 79	0351/ 8320743	
<b>Strom / Gas</b>					
22	BIL eG Leitungsauskunft	53123 Bonn	Josef-Wirmer-Straße 1-3		info@bil-leitungsauskunft.de
23	E.DIS AG Regionalbereich Rathenow	14712 Rathenow	Bammer Landstraße 12	03385-5460215	joerg.brunow@e-dis.de
24	PROWIB Projektmanagement und Wirtschaftsberatung GmbH	10787 Berlin	Landgrafenstraße 14	030 2014359-0	kontakt@prowib.com
25	Rübsamen Windenergie GmbH	25421 Pinneberg	Osterholder Allee 2	04101 6967945	info@ruebsamen-windenergie.de
26	Kirschbaum Elektrotechnik GmbH	03116 Drebkau/OT Domsdorf	Rotdornstraße 4	035602 519976	info@windenergieservice.de
27	GLH Auffanggesellschaft für Telekommunikation mbH	86938 Schondorf am Ammersee	Möwenweg 2a	08192 9969363	Planauskunft@mti-teleport.de
28	Infrest				
29	NBB Netzgesellschaft Berlin Brandenburg	10178 Berlin	An der Spandauer Brücke 10	030 45305231	planauskunft@nbb-netzgesellschaft.de
<b>Wasser / Abwasser</b>					

Nr.	Institution	Ort	Straße	Telefon	E-Mail
30	Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz	04860 Torgau	Naundorfer Straße 46	03421/ 757231	Leitungsauskunft@feo.de
31	Wasser- und Abwasserverband "Havelland"	14641 Nauen	Sankt-Georgen-Straße 7	03321 4485-0	service@wah-nauen.de
<b>Verkehrsbetriebe</b>					
32	DB Netz AG Immobilienmanagement Südost Operatives Liegenschaftsmanagement (I.NFR-SO)	04103 Leipzig	Brandenburger Straße 1		Cindy.Muschalle@deutschebahn.com
33	Deutsche Bahn AG DB Immobilien Eigentumsmanagement (CS.R-SO-L (A))	04105 Leipzig	Tröndlinring 3		DB.DBImm.Baurecht-Suedost@deutschebahn.com
34	Deutsche Bahn AG DB Immobilien	10115 Berlin	Caroline-Michaelis-Straße 5-11		
<b>Sonstige</b>					
35	Zentraldienst der Polizei Kampfmittelbeseitigungsdienst	15806 Zossen OT Wünsdorf	Am Baruther Tor 20	033702 214-0	kampfmittelbeseitigungsdienst@polizei.brandenburg.de
36	Autobahn GmbH des Bundes Niederlassung Nordost	16540 Hohen Neuendorf	An der Autobahn 111		Strassenverwaltung.nordost@autobahn.de
<b>Abfall</b>					
37	HAW Havelländische Abfallwirtschaft	14641 Neukammer	Schwanebecker Weg 4	03321 746215	stef-fen.kuehnast@alba.info

## Anlage 2: Parameterliste Fernwärmevarianten

Übersicht über die Varianten:

- 1) FW1-WU-65
- 2) FW1-WU-65 (AZ1) Sensitivität Strompreis
- 3) FW1-WU-65 (AZ1) Sensitivität Förderung
- 4) FW1-GES-65
- 5) FW1-GES-65 (AZ1) Sensitivität Strompreis
- 6) FW1-GES-65 (AZ1) Sensitivität Förderung
- 7) FW1-GES-42
- 8) FW2-65
- 9) FW2-65 (GES) Sensitivität Anschlussgrad

### 1) FW1-WU-65

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU-AZ1 65</b>	<b>FW1-WU-AZ2 65</b>	<b>FW1-WU-AZ3 65</b>
<b><u>Energiebedarf</u></b>				
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>				
Betrachtungsjahr			2021	
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR	
Ende Heizperiode			15.05.2021	
Beginn Heizperiode			16.09.2021	
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>				
Strombedarf	kWh/a			
Heizwärmebedarf	kWh/a	4.115.000	6.318.000	21.186.000
WW-Bedarf	kWh/a	717.000	1.135.000	2.927.000
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	4.832.000	7.453.000	24.113.000
<b><u>Leistungen</u></b>				
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	1.947	2.978	9.500
max. Leistung WW-Bedarf	kW	204	322	605
SOLL-Leistung	kW	2.151	3.301	10.106
<b><u>Energiebilanz</u></b>				
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	1.113.113	1.710.869	5.137.840
Primärenergiebedarf	kWh/a	2.003.603	3.079.564	9.248.111
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	4.832.000	7.453.000	24.113.000
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	5.315.200	8.198.300	26.524.300

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU-AZ1 65</u>	<u>FW1-WU-AZ2 65</u>	<u>FW1-WU-AZ3 65</u>
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		4	4	5
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>				
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>				
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>				
Heizleistung (skaliert)	kW	2.093	3.212	9.861
elektrische Leistung	kW	397	609	1.868
COP		5	5	5
Jahresarbeitszahl		5	5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000	30.000.000
<b><u>Wärmespeicher</u></b>				
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	63	96	296
Speicherkapazität	kWh	2.553	3.918	12.028
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>				
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a		63	
	%		0	
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	5.899.497	9.067.605	27.230.550
	%	100	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>				
<b><u>Strom</u></b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	1.113.113	1.710.869	5.137.840
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	1.113.113	1.710.869	5.137.840
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>				
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	623	958	2.877
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	191	294	884
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>				
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>				
Kalk. Zins	%/a		3,00	
Baunebenkosten	%/Invest		20,00	
<b><u>Preissteigerung</u></b>				
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00	
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energieträger	
Strom (brutto)	%/a		5,00	
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00	
sonstige Kosten rS	%/a		3,00	
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>				
Hausanschlussstationen	a		30	

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU-AZ1 65</b>	<b>FW1-WU-AZ2 65</b>	<b>FW1-WU-AZ3 65</b>
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a			18
Verteilnetz-Hauptleitung	a			40
Verteilnetz-Verteilleitung	a			40
Verteilnetz-Anschlussleitung	a			40
Heizhaus	a			50
S/W-Wärmepumpe	a			18
Wärmespeicher	a			18
Elektrik & MSR-Technik	a			20
Druckhaltung & Pumpen	a			20
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a			18
<b>Förderung</b>				
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35	35
<b>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</b>				
Hausanschlussstationen	€	73.657	129.504	744.727
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	189.618	260.260	3.338.764
Verteilnetz-Hauptleitung	€	4.856.112	4.856.112	4.856.112
Verteilnetz-Verteilleitung	€	2.773.690	6.821.395	20.179.354
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	2.148.528	2.500.224	4.227.696
Heizhaus	€	856.008	1.019.100	1.988.567
S/W-Wärmepumpe	€	897.290	1.372.690	4.175.638
Wärmespeicher	€	96.487	141.147	418.162
Elektrik & MSR-Technik	€	429.334	553.035	1.764.304
Druckhaltung & Pumpen	€	264.157	280.569	609.682
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	1.327.765	1.327.765	1.327.765
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>13.912.644</b>	<b>19.261.801</b>	<b>43.630.770</b>
<b>verbrauchsgebundene Kosten</b>				
Strom (brutto)	€/kWh		0,240	
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	267.147	410.609	1.233.082
<b>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</b>				
Personalkosten	€/h			49
	<b>Instandsetzung</b>	<b>Wartung und Inspektion</b>	<b>Bedienung</b>	<b>Versicherung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00		0,50
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00		0,50
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50			0,50
Heizhaus	2,00	1,00		0,50

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU-AZ1 65</b>	<b>FW1-WU-AZ2 65</b>	<b>FW1-WU-AZ3 65</b>
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50	1,00
Wärmespeicher	1,00			0,50
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50		0,50
Druckhaltung & Pumpen				
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>				
Investitionskosten	€	13.912.644	19.261.801	43.630.770
abzgl. Förderung	€	4.869.425	6.741.630	15.270.769
Investitionskosten nach Förderung	€	9.043.219	12.520.170	28.360.000
kapitalgebundene Kosten	€/a	348.763	464.129	1.165.204
bedarfsgebundene Kosten	€/a	415.432	638.598	1.922.661
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	346.515	446.929	988.869
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	1.110.711	1.549.657	4.076.734
Wärmegestehungskosten	€/kWh	280	252	201
abzgl. Förderung	€/kWh	50	44	32
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	230	208	169
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
<b><u>Heizwärme</u></b>				
Januar	kWh	766.490	1.176.837	3.973.573
Februar	kWh	660.488	1.014.086	3.445.969
März	kWh	571.606	877.621	2.932.397
April	kWh	463.881	712.223	2.373.220
Mai	kWh	136.335	209.324	694.439
Juni	kWh	0	0	0
Juli	kWh	0	0	0
August	kWh	0	0	0
September	kWh	66.380	101.917	319.602
Oktober	kWh	288.811	443.429	1.473.116
November	kWh	449.906	690.766	2.302.238
Dezember	kWh	711.103	1.091.798	3.671.446
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.115.000</b>	<b>6.318.000</b>	<b>21.186.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	63.904	101.159	252.169
Februar	kWh	56.857	90.004	221.412
März	kWh	62.759	99.347	247.014
April	kWh	58.955	93.325	240.908
Mai	kWh	58.576	92.725	248.717

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU-AZ1 65</u>	<u>FW1-WU-AZ2 65</u>	<u>FW1-WU-AZ3 65</u>
Juni	kWh	56.814	89.936	242.913
Juli	kWh	58.567	92.710	251.117
August	kWh	57.899	91.654	249.739
September	kWh	57.965	91.757	241.825
Oktober	kWh	59.742	94.571	247.681
November	kWh	61.356	97.126	237.684
Dezember	kWh	63.605	100.686	245.820
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>717.000</b>	<b>1.135.000</b>	<b>2.927.000</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	830.394	1.277.996	4.225.742
Februar	kWh	717.345	1.104.090	3.667.381
März	kWh	634.366	976.968	3.179.411
April	kWh	522.836	805.548	2.614.128
Mai	kWh	194.911	302.048	943.156
Juni	kWh	56.814	89.936	242.913
Juli	kWh	58.567	92.710	251.117
August	kWh	57.899	91.654	249.739
September	kWh	124.344	193.673	561.427
Oktober	kWh	348.553	538.000	1.720.797
November	kWh	511.262	787.892	2.539.922
Dezember	kWh	774.708	1.192.484	3.917.267
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.832.000</b>	<b>7.453.000</b>	<b>24.113.000</b>

## 2) FW1-WU-65 (AZ1) Sensitivität Strompreis

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU-AZ1 65 0060</u>	<u>FW1-WU-AZ1 65 0240</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>			
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>			
Betrachtungsjahr			2021
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR
Ende Heizperiode			15.05.2021
Beginn Heizperiode			16.09.2021
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>			
Strombedarf	kWh/a		
Heizwärmebedarf	kWh/a	4.115.000	4.115.000
WW-Bedarf	kWh/a	717.000	717.000
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	4.832.000	4.832.000
<b><u>Leistungen</u></b>			

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0060</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0240</b>
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	1.930	1.930
max. Leistung WW-Bedarf	kW	203	203
SOLL-Leistung	kW	2.133	2.133
<b><u>Energiebilanz</u></b>			
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	1.103.700	1.103.700
Primärenergiebedarf	kWh/a	1.986.661	1.986.661
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	4.832.000	4.832.000
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	5.315.200	5.315.200
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		4	4
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>			
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>			
<b>Sole/Wasser-Wärmepumpe</b>			
Heizleistung (skaliert)	kW	2.076	2.076
elektrische Leistung	kW	393	393
COP		5	5
Jahresarbeitszahl		5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000
<b>Wärmespeicher</b>			
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	62	62
Speicherkapazität	kWh	2.532	2.532
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>			
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a	39	39
	%	0	0
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	5.849.612	5.849.612
	%	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>			
<b>Strom</b>			
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	1.103.700	1.103.700
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	1.103.700	1.103.700
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>			
Strom-Netz (Graustrom)	tCO <sub>2</sub> /a	618	618
Abwärme (aus Prozessen)	tCO <sub>2</sub> /a	190	190
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>			
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>			
Kalk. Zins	%/a		3,00
Baunebenkosten	%/Invest		20,00
<b><u>Preissteigerung</u></b>			



<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0060</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0240</b>
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energieträger
Strom (brutto)	%/a		5,00
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00
sonstige Kosten rS	%/a		3,00
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>			
Hausanschlussstationen	a		30
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40
Heizhaus	a		50
S/W-Wärmepumpe	a		18
Wärmespeicher	a		18
Elektrik & MSR-Technik	a		20
Druckhaltung & Pumpen	a		20
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18
<b><u>Förderung</u></b>			
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest		35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>			
Hausanschlussstationen	€	73.657	73.657
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	189.618	189.618
Verteilnetz-Hauptleitung	€	2.805.754	2.805.754
Verteilnetz-Verteilleitung	€	2.773.690	2.773.690
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	2.148.528	2.148.528
Heizhaus	€	853.429	853.429
S/W-Wärmepumpe	€	890.590	890.590
Wärmespeicher	€	95.765	95.765
Elektrik & MSR-Technik	€	366.830	366.830
Druckhaltung & Pumpen	€	264.157	264.157
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	1.327.765	1.327.765
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>11.789.781</b>	<b>11.789.781</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>			
Strom (brutto)	€/kWh		0,060
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	66.222	264.888
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>			
Personalkosten	€/h		49

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0060</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 0240</b>
	<b>Instandset- zung</b>	<b>Wartung und In- spektion</b>	<b>Bedienung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00	
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50		
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50		
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50		
Heizhaus	2,00	1,00	
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50
Wärmespeicher	1,00		
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50	
Druckhaltung & Pumpen			
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>			
Investitionskosten	€	11.789.781	11.789.781
abzgl. Förderung	€	4.126.423	4.126.423
Investitionskosten nach Förderung	€	7.663.358	7.663.358
kapitalgebundene Kosten	€/a	312.462	312.462
bedarfsgebundene Kosten	€/a	103.009	412.035
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	314.992	314.992
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	730.463	1.039.489
Wärmegestehungskosten	€/kWh	194	258
abzgl. Förderung	€/kWh	43	43
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	151	215
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
<b><u>Heizwärme</u></b>			
Januar	kWh	766.490	766.490
Februar	kWh	660.488	660.488
März	kWh	571.606	571.606
April	kWh	463.881	463.881
Mai	kWh	136.335	136.335
Juni	kWh	0	0
Juli	kWh	0	0
August	kWh	0	0
September	kWh	66.380	66.380
Oktober	kWh	288.811	288.811

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 0060</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 0240</u>
November	kWh	449.906	449.906
Dezember	kWh	711.103	711.103
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.115.000</b>	<b>4.115.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	63.904	63.904
Februar	kWh	56.857	56.857
März	kWh	62.759	62.759
April	kWh	58.955	58.955
Mai	kWh	58.576	58.576
Juni	kWh	56.814	56.814
Juli	kWh	58.567	58.567
August	kWh	57.899	57.899
September	kWh	57.965	57.965
Oktober	kWh	59.742	59.742
November	kWh	61.356	61.356
Dezember	kWh	63.605	63.605
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>717.000</b>	<b>717.000</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	830.394	830.394
Februar	kWh	717.345	717.345
März	kWh	634.366	634.366
April	kWh	522.836	522.836
Mai	kWh	194.911	194.911
Juni	kWh	56.814	56.814
Juli	kWh	58.567	58.567
August	kWh	57.899	57.899
September	kWh	124.344	124.344
Oktober	kWh	348.553	348.553
November	kWh	511.262	511.262
Dezember	kWh	774.708	774.708
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.832.000</b>	<b>4.832.000</b>

### 3) FW1-WU-65 (AZ1) Sensitivität Förderung

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>			
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>			
Betrachtungsjahr			2021

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR
Ende Heizperiode			15.05.2021
Beginn Heizperiode			16.09.2021
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>			
Strombedarf	kWh/a		
Heizwärmebedarf	kWh/a	4.115.000	4.115.000
WW-Bedarf	kWh/a	717.000	717.000
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	4.832.000	4.832.000
<b><u>Leistungen</u></b>			
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	1.930	1.930
max. Leistung WW-Bedarf	kW	203	203
SOLL-Leistung	kW	2.133	2.133
<b><u>Energiebilanz</u></b>			
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	1.103.700	1.103.700
Primärenergiebedarf	kWh/a	1.986.661	1.986.661
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	4.832.000	4.832.000
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	5.315.200	5.315.200
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		4	4
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>			
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>			
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>			
Heizleistung (skaliert)	kW	2.076	2.076
elektrische Leistung	kW	393	393
COP		5	5
Jahresarbeitszahl		5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000
<b><u>Wärmespeicher</u></b>			
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	62	62
Speicherkapazität	kWh	2.532	2.532
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>			
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a	39	39
	%	0	0
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	5.849.612	5.849.612
	%	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	%	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	%	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>			
<b><u>Strom</u></b>			
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	1.103.700	1.103.700

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	1.103.700	1.103.700
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>			
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	618	618
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	190	190
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>			
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>			
Kalk. Zins	%/a		3,00
Baunebenkosten	%/Invest		20,00
<b><u>Preissteigerung</u></b>			
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energieträger
Strom (brutto)	%/a		5,00
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00
sonstige Kosten rS	%/a		3,00
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>			
Hausanschlussstationen	a		30
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40
Heizhaus	a		50
S/W-Wärmepumpe	a		18
Wärmespeicher	a		18
Elektrik & MSR-Technik	a		20
Druckhaltung & Pumpen	a		20
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18
<b><u>Förderung</u></b>			
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	63
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>			
Hausanschlussstationen	€	73.657	73.657
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	189.618	189.618
Verteilnetz-Hauptleitung	€	2.805.754	2.805.754
Verteilnetz-Verteilleitung	€	2.773.690	2.773.690
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	2.148.528	2.148.528
Heizhaus	€	853.429	853.429
S/W-Wärmepumpe	€	890.590	890.590
Wärmespeicher	€	95.765	95.765
Elektrik & MSR-Technik	€	366.830	366.830

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=35</b>	<b>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=ILB</b>
Druckhaltung & Pumpen	€	264.157	264.157
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	1.327.765	1.327.765
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>11.789.781</b>	<b>11.789.781</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>			
Strom (brutto)	€/kWh		0,240
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	264.888	264.888
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>			
Personalkosten	€/h		49
	<b>Instandset- zung</b>	<b>Wartung und In- spektion</b>	<b>Bedienung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00	
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50		
Verteilnetz-Verteilung	0,50		
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50		
Heizhaus	2,00	1,00	
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50
Wärmespeicher	1,00		
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50	
Druckhaltung & Pumpen			
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>			
Investitionskosten	€	11.789.781	11.789.781
abzgl. Förderung	€	4.126.423	7.237.394
Investitionskosten nach Förderung	€	7.663.358	4.552.387
kapitalgebundene Kosten	€/a	312.462	169.308
bedarfsgebundene Kosten	€/a	412.035	412.035
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	314.992	314.992
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	1.039.489	896.335
Wärmegestehungskosten	€/kWh	258	258
abzgl. Förderung	€/kWh	43	73
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	215	185
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
<b><u>Heizwärme</u></b>			
Januar	kWh	766.490	766.490
Februar	kWh	660.488	660.488

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-WU- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
März	kWh	571.606	571.606
April	kWh	463.881	463.881
Mai	kWh	136.335	136.335
Juni	kWh	0	0
Juli	kWh	0	0
August	kWh	0	0
September	kWh	66.380	66.380
Oktober	kWh	288.811	288.811
November	kWh	449.906	449.906
Dezember	kWh	711.103	711.103
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.115.000</b>	<b>4.115.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	63.904	63.904
Februar	kWh	56.857	56.857
März	kWh	62.759	62.759
April	kWh	58.955	58.955
Mai	kWh	58.576	58.576
Juni	kWh	56.814	56.814
Juli	kWh	58.567	58.567
August	kWh	57.899	57.899
September	kWh	57.965	57.965
Oktober	kWh	59.742	59.742
November	kWh	61.356	61.356
Dezember	kWh	63.605	63.605
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>717.000</b>	<b>717.000</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	830.394	830.394
Februar	kWh	717.345	717.345
März	kWh	634.366	634.366
April	kWh	522.836	522.836
Mai	kWh	194.911	194.911
Juni	kWh	56.814	56.814
Juli	kWh	58.567	58.567
August	kWh	57.899	57.899
September	kWh	124.344	124.344
Oktober	kWh	348.553	348.553
November	kWh	511.262	511.262
Dezember	kWh	774.708	774.708
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>4.832.000</b>	<b>4.832.000</b>

## 4) FW1-GES-65

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65</u>	<u>FW1-GES- AZ2 65</u>	<u>FW1-GES- AZ3 65</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>				
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>				
Betrachtungsjahr			2021	
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR	
Ende Heizperiode			15.05.2021	
Beginn Heizperiode			16.09.2021	
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>				
Strombedarf	kWh/a			
Heizwärmebedarf	kWh/a	33.001.000	51.120.000	83.252.000
WW-Bedarf	kWh/a	9.363.700	12.275.700	16.324.700
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	42.364.700	63.395.700	99.576.700
<b><u>Leistungen</u></b>				
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	14.546	22.256	36.360
max. Leistung WW-Bedarf	kW	2.485	3.218	3.711
SOLL-Leistung	kW	17.031	25.475	40.070
<b><u>Energiebilanz</u></b>				
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	9.092.788	13.440.306	20.891.954
Primärenergiebedarf	kWh/a	16.367.018	24.192.551	37.605.517
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	42.364.700	63.395.700	99.576.700
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	46.601.170	69.735.270	109.534.370
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		5	5	5
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>				
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>				
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>				
Heizleistung (skaliert)	kW	16.550	24.769	38.939
elektrische Leistung	kW	3.136	4.693	7.378
COP		5	5	5
Jahresarbeitszahl		5	5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000	30.000.000
<b><u>Wärmespeicher</u></b>				
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	496	743	1.168
Speicherkapazität	kWh	20.187	30.213	47.496
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>				
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a	482	625	
	%	0	0	



<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65</u>	<u>FW1-GES- AZ2 65</u>	<u>FW1-GES- AZ3 65</u>
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	48.191.774	71.233.623	110.727.356
	%	100	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	%	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	%	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>				
<b>Strom</b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	9.092.788	13.440.306	20.891.954
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	9.092.788	13.440.306	20.891.954
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>				
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	5.092	7.527	11.699
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	1.564	2.312	3.593
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>				
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>				
Kalk. Zins	%/a		3,00	
Baunebenkosten	%/Invest		20,00	
<b><u>Preissteigerung</u></b>				
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00	
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Ener- gieträger	
Strom (brutto)	%/a		5,00	
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00	
sonstige Kosten rS	%/a		3,00	
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>				
Hausanschlussstationen	a		30	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18	
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40	
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40	
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40	
Heizhaus	a		50	
S/W-Wärmepumpe	a		18	
Wärmespeicher	a		18	
Elektrik & MSR-Technik	a		20	
Druckhaltung & Pumpen	a		20	
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18	
<b><u>Förderung</u></b>				
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35	35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>				
Hausanschlussstationen	€	235.887	381.938	1.707.056
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	996.424	1.531.816	8.302.294

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65</b>	<b>FW1-GES- AZ2 65</b>	<b>FW1-GES- AZ3 65</b>
Verteilnetz-Hauptleitung	€	17.265.053	17.265.053	17.265.053
Verteilnetz-Verteilleitung	€	31.704.120	55.726.056	95.926.118
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	8.357.472	13.681.056	17.552.160
Heizhaus	€	2.963.764	4.162.187	6.228.131
S/W-Wärmepumpe	€	6.993.473	10.460.162	16.439.102
Wärmespeicher	€	692.574	1.033.806	1.620.962
Elektrik & MSR-Technik	€	2.328.015	3.270.912	5.892.744
Druckhaltung & Pumpen	€	1.199.091	1.692.797	2.687.559
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	3.790.165	3.790.165	3.790.165
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>76.526.037</b>	<b>112.995.947</b>	<b>177.411.344</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>				
Strom (brutto)	€/kWh		0,240	
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	2.182.269	3.225.673	5.014.069
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>				
Personalkosten	€/h		49	
	<b>Instand- setzung</b>	<b>Wartung und In- spektion</b>	<b>Bedienung</b>	<b>Versiche- rung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00		0,50
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00		0,50
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50			0,50
Heizhaus	2,00	1,00		0,50
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50	1,00
Wärmespeicher	1,00			0,50
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50		0,50
Druckhaltung & Pumpen				
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>				
Investitionskosten	€	76.526.037	112.995.947	177.411.344
abzgl. Förderung	€	26.784.113	39.548.582	62.093.970
Investitionskosten nach Förderung	€	49.741.924	73.447.366	115.317.374
kapitalgebundene Kosten	€/a	1.858.284	2.669.540	4.383.531
bedarfsgebundene Kosten	€/a	3.401.786	5.030.476	7.822.431
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	1.679.063	2.364.516	3.694.256
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	6.939.134	10.064.533	15.900.218

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65</u>	<u>FW1-GES- AZ2 65</u>	<u>FW1-GES- AZ3 65</u>
Wärmegestehungskosten	€/kWh	195	189	190
abzgl. Förderung	€/kWh	31	30	31
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	164	159	160
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
<b><u>Heizwärme</u></b>				
Januar	kWh	6.147.009	9.521.987	15.566.157
Februar	kWh	5.296.905	8.205.139	13.460.808
März	kWh	4.584.102	7.100.976	11.541.658
April	kWh	3.720.175	5.762.715	9.352.381
Mai	kWh	1.093.367	1.693.674	2.742.082
Juni	kWh	0	0	0
Juli	kWh	0	0	0
August	kWh	0	0	0
September	kWh	532.344	824.624	1.295.074
Oktober	kWh	2.316.176	3.587.859	5.813.168
November	kWh	3.608.101	5.589.108	9.071.742
Dezember	kWh	5.702.820	8.833.919	14.408.930
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>33.001.000</b>	<b>51.120.000</b>	<b>83.252.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	834.560	1.094.098	1.435.301
Februar	kWh	742.530	973.447	1.270.361
März	kWh	819.609	1.074.498	1.408.150
April	kWh	769.927	1.009.365	1.342.827
Mai	kWh	764.974	1.002.872	1.355.335
Juni	kWh	741.969	972.713	1.318.362
Juli	kWh	764.857	1.002.718	1.360.635
August	kWh	756.139	991.289	1.348.482
September	kWh	756.991	992.406	1.331.484
Oktober	kWh	780.205	1.022.839	1.368.791
November	kWh	801.282	1.050.471	1.368.061
Dezember	kWh	830.658	1.088.983	1.416.912
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>9.363.700</b>	<b>12.275.700</b>	<b>16.324.700</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	6.981.569	10.616.085	17.001.459
Februar	kWh	6.039.435	9.178.587	14.731.169
März	kWh	5.403.711	8.175.473	12.949.807
April	kWh	4.490.102	6.772.080	10.695.208
Mai	kWh	1.858.341	2.696.546	4.097.417
Juni	kWh	741.969	972.713	1.318.362
Juli	kWh	764.857	1.002.718	1.360.635

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65</u>	<u>FW1-GES- AZ2 65</u>	<u>FW1-GES- AZ3 65</u>
August	kWh	756.139	991.289	1.348.482
September	kWh	1.289.335	1.817.030	2.626.558
Oktober	kWh	3.096.381	4.610.698	7.181.959
November	kWh	4.409.384	6.639.579	10.439.803
Dezember	kWh	6.533.479	9.922.902	15.825.842
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>42.364.700</b>	<b>63.395.700</b>	<b>99.576.700</b>

## 5) FW1-GES-65 (AZ1) Sensitivität Strompreis

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0060</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0240</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0320</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>				
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>				
Betrachtungsjahr			2021	
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR	
Ende Heizperiode			15.05.2021	
Beginn Heizperiode			16.09.2021	
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>				
Strombedarf	kWh/a			
Heizwärmebedarf	kWh/a	33.001.000	33.001.000	33.001.000
WW-Bedarf	kWh/a	9.363.700	9.363.700	9.363.700
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	42.364.700	42.364.700	42.364.700
<b><u>Leistungen</u></b>				
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	14.481	14.481	14.481
max. Leistung WW-Bedarf	kW	2.474	2.474	2.474
SOLL-Leistung	kW	16.955	16.955	16.955
<b><u>Energiebilanz</u></b>				
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	9.052.348	9.052.348	9.052.348
Primärenergiebedarf	kWh/a	16.294.227	16.294.227	16.294.227
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	42.364.700	42.364.700	42.364.700
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	46.601.170	46.601.170	46.601.170
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		5	5	5
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>				
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>				
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>				
Heizleistung (skaliert)	kW	16.476	16.476	16.476
elektrische Leistung	kW	3.122	3.122	3.122

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0060</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0240</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0320</b>
COP		5	5	5
Jahresarbeitszahl		5	5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000	30.000.000
<b>Wärmespeicher</b>				
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	494	494	494
Speicherkapazität	kWh	20.097	20.097	20.097
<b>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	47.977.447	47.977.447	47.977.447
	%	100	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	%	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	%	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>Endenergiebedarf</b>				
<b>Strom</b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	9.052.348	9.052.348	9.052.348
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	9.052.348	9.052.348	9.052.348
<b>CO2-Emissionen</b>				
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	5.069	5.069	5.069
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	1.557	1.557	1.557
<b>wirtschaftliche Parameter</b>				
<b>Allgemeine Preisfaktoren</b>				
Kalk. Zins	%/a		3,00	
Baunebenkosten	%/Invest		20,00	
<b>Preissteigerung</b>				
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00	
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energie- träger	
Strom (brutto)	%/a		5,00	
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00	
sonstige Kosten rS	%/a		3,00	
<b>Nutzungsdauer</b>				
Hausanschlussstationen	a		30	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18	
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40	
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40	
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40	
Heizhaus	a		50	
S/W-Wärmepumpe	a		18	
Wärmespeicher	a		18	
Elektrik & MSR-Technik	a		20	
Druckhaltung & Pumpen	a		20	

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0060</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0240</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 0320</b>
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18	
<b><u>Förderung</u></b>				
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35	35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>				
Hausanschlussstationen	€	235.887	235.887	235.887
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	996.424	996.424	996.424
Verteilnetz-Hauptleitung	€	14.707.267	14.707.267	14.707.267
Verteilnetz-Verteilleitung	€	31.704.120	31.704.120	31.704.120
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	8.357.472	8.357.472	8.357.472
Heizhaus	€	2.953.009	2.953.009	2.953.009
S/W-Wärmepumpe	€	6.965.530	6.965.530	6.965.530
Wärmespeicher	€	689.121	689.121	689.121
Elektrik & MSR-Technik	€	2.242.321	2.242.321	2.242.321
Druckhaltung & Pumpen	€	1.199.091	1.199.091	1.199.091
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	3.790.165	3.790.165	3.790.165
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>73.840.407</b>	<b>73.840.407</b>	<b>73.840.407</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>				
Strom (brutto)	€/kWh		0,060	
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	543.141	2.172.564	2.896.751
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>				
Personalkosten	€/h		49	
	<b>Instand-</b>	<b>Wartung und In-</b>	<b>Bedienung</b>	<b>Versicherung</b>
	<b>setzung</b>	<b>spektion</b>		
	%/Inv. *a	%/Inv. *a	%/Inv. *a	%/Inv. *a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00		0,50
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00		0,50
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50			0,50
Heizhaus	2,00	1,00		0,50
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50	1,00
Wärmespeicher	1,00			0,50
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50		0,50
Druckhaltung & Pumpen				
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>				
Investitionskosten	€	73.840.407	73.840.407	73.840.407
abzgl. Förderung	€	25.844.142	25.844.142	25.844.142

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0060</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0240</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0320</u>
Investitionskosten nach Förderung	€	47.996.265	47.996.265	47.996.265
kapitalgebundene Kosten	€/a	1.811.261	1.811.261	1.811.261
bedarfsgebundene Kosten	€/a	846.798	3.387.192	4.516.256
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	1.638.160	1.638.160	1.638.160
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	4.296.219	6.836.613	7.965.677
Wärmegestehungskosten	€/kWh	131	191	218
abzgl. Förderung	€/kWh	30	30	30
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	101	161	188
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
<b><u>Heizwärme</u></b>				
Januar	kWh	6.147.009	6.147.009	6.147.009
Februar	kWh	5.296.905	5.296.905	5.296.905
März	kWh	4.584.102	4.584.102	4.584.102
April	kWh	3.720.175	3.720.175	3.720.175
Mai	kWh	1.093.367	1.093.367	1.093.367
Juni	kWh	0	0	0
Juli	kWh	0	0	0
August	kWh	0	0	0
September	kWh	532.344	532.344	532.344
Oktober	kWh	2.316.176	2.316.176	2.316.176
November	kWh	3.608.101	3.608.101	3.608.101
Dezember	kWh	5.702.820	5.702.820	5.702.820
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>33.001.000</b>	<b>33.001.000</b>	<b>33.001.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	834.560	834.560	834.560
Februar	kWh	742.530	742.530	742.530
März	kWh	819.609	819.609	819.609
April	kWh	769.927	769.927	769.927
Mai	kWh	764.974	764.974	764.974
Juni	kWh	741.969	741.969	741.969
Juli	kWh	764.857	764.857	764.857
August	kWh	756.139	756.139	756.139
September	kWh	756.991	756.991	756.991
Oktober	kWh	780.205	780.205	780.205
November	kWh	801.282	801.282	801.282
Dezember	kWh	830.658	830.658	830.658
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>9.363.700</b>	<b>9.363.700</b>	<b>9.363.700</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>				

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0060</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0240</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 0320</u>
Januar	kWh	6.981.569	6.981.569	6.981.569
Februar	kWh	6.039.435	6.039.435	6.039.435
März	kWh	5.403.711	5.403.711	5.403.711
April	kWh	4.490.102	4.490.102	4.490.102
Mai	kWh	1.858.341	1.858.341	1.858.341
Juni	kWh	741.969	741.969	741.969
Juli	kWh	764.857	764.857	764.857
August	kWh	756.139	756.139	756.139
September	kWh	1.289.335	1.289.335	1.289.335
Oktober	kWh	3.096.381	3.096.381	3.096.381
November	kWh	4.409.384	4.409.384	4.409.384
Dezember	kWh	6.533.479	6.533.479	6.533.479
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>42.364.700</b>	<b>42.364.700</b>	<b>42.364.700</b>

## 6) FW1-GES-65 (AZ1) Sensitivität Förderung

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>			
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>			
Betrachtungsjahr			2021
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR
Ende Heizperiode			15.05.2021
Beginn Heizperiode			16.09.2021
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>			
Strombedarf	kWh/a		
Heizwärmebedarf	kWh/a	33.001.000	33.001.000
WW-Bedarf	kWh/a	9.363.700	9.363.700
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	42.364.700	42.364.700
<b><u>Leistungen</u></b>			
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	14.423	14.423
max. Leistung WW-Bedarf	kW	2.464	2.464
SOLL-Leistung	kW	16.887	16.887
<b><u>Energiebilanz</u></b>			
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	9.015.933	9.015.933
Primärenergiebedarf	kWh/a	16.228.679	16.228.679
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	42.364.700	42.364.700
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	46.601.170	46.601.170
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		5	5



<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>			
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>			
<b>Sole/Wasser-Wärmepumpe</b>			
Heizleistung (skaliert)	kW	16.410	16.410
elektrische Leistung	kW	3.109	3.109
COP		5	5
Jahresarbeitszahl		5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000
<b>Wärmespeicher</b>			
Anlagengröße	m²	492	492
Speicherkapazität	kWh	20.016	20.016
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>			
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a	478	478
	%	0	0
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	47.784.445	47.784.445
	%	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>			
<b>Strom</b>			
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	9.015.933	9.015.933
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	9.015.933	9.015.933
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>			
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	5.049	5.049
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	1.551	1.551
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>			
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>			
Kalk. Zins	%/a		3,00
Baunebenkosten	%/Invest		20,00
<b><u>Preissteigerung</u></b>			
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energieträger
Strom (brutto)	%/a		5,00
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00
sonstige Kosten rS	%/a		3,00
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>			
Hausanschlussstationen	a		30
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=35</b>	<b>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=ILB</b>
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40
Heizhaus	a		50
S/W-Wärmepumpe	a		18
Wärmespeicher	a		18
Elektrik & MSR-Technik	a		20
Druckhaltung & Pumpen	a		20
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18
<b><u>Förderung</u></b>			
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest		35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>			
Hausanschlussstationen	€	235.887	235.887
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	996.424	996.424
Verteilnetz-Hauptleitung	€	8.312.803	8.312.803
Verteilnetz-Verteilleitung	€	31.704.120	31.704.120
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	8.357.472	8.357.472
Heizhaus	€	2.943.369	2.943.369
S/W-Wärmepumpe	€	6.940.486	6.940.486
Wärmespeicher	€	685.982	685.982
Elektrik & MSR-Technik	€	2.049.193	2.049.193
Druckhaltung & Pumpen	€	1.199.091	1.199.091
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	3.790.165	3.790.165
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>67.214.992</b>	<b>67.214.992</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>			
Strom (brutto)	€/kWh		0,240
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	2.163.824	2.163.824
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>			
Personalkosten	€/h		49
	<b>Instandsetzung</b>	<b>Wartung und Inspektion</b>	<b>Bedienung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00	
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50		
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50		
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50		
Heizhaus	2,00	1,00	
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50
Wärmespeicher	1,00		

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50	
Druckhaltung & Pumpen			
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>			
Investitionskosten	€	67.214.992	67.214.992
abzgl. Förderung	€	23.525.247	15.000.000
Investitionskosten nach Förderung	€	43.689.745	52.214.992
kapitalgebundene Kosten	€/a	1.697.808	2.121.451
bedarfsgebundene Kosten	€/a	3.374.050	3.374.050
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	1.539.640	1.539.640
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	6.611.498	7.035.140
Wärmegestehungskosten	€/kWh	184	184
abzgl. Förderung	€/kWh	28	18
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	156	166
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
<b><u>Heizwärme</u></b>			
Januar	kWh	6.147.009	6.147.009
Februar	kWh	5.296.905	5.296.905
März	kWh	4.584.102	4.584.102
April	kWh	3.720.175	3.720.175
Mai	kWh	1.093.367	1.093.367
Juni	kWh	0	0
Juli	kWh	0	0
August	kWh	0	0
September	kWh	532.344	532.344
Oktober	kWh	2.316.176	2.316.176
November	kWh	3.608.101	3.608.101
Dezember	kWh	5.702.820	5.702.820
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>33.001.000</b>	<b>33.001.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	834.560	834.560
Februar	kWh	742.530	742.530
März	kWh	819.609	819.609
April	kWh	769.927	769.927
Mai	kWh	764.974	764.974
Juni	kWh	741.969	741.969
Juli	kWh	764.857	764.857

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=35</u>	<u>FW1-GES- AZ1 65 FÖ=ILB</u>
August	kWh	756.139	756.139
September	kWh	756.991	756.991
Oktober	kWh	780.205	780.205
November	kWh	801.282	801.282
Dezember	kWh	830.658	830.658
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>9.363.700</b>	<b>9.363.700</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	6.981.569	6.981.569
Februar	kWh	6.039.435	6.039.435
März	kWh	5.403.711	5.403.711
April	kWh	4.490.102	4.490.102
Mai	kWh	1.858.341	1.858.341
Juni	kWh	741.969	741.969
Juli	kWh	764.857	764.857
August	kWh	756.139	756.139
September	kWh	1.289.335	1.289.335
Oktober	kWh	3.096.381	3.096.381
November	kWh	4.409.384	4.409.384
Dezember	kWh	6.533.479	6.533.479
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>42.364.700</b>	<b>42.364.700</b>

## 7) FW1-GES-42

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 42</u>	<u>FW1-GES- AZ2 42</u>	<u>FW1-GES- AZ3 42</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>				
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>				
Betrachtungsjahr			2021	
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR	
Ende Heizperiode			15.05.2021	
Beginn Heizperiode			16.09.2021	
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>				
Strombedarf	kWh/a			
Heizwärmebedarf	kWh/a	33.001.000	51.120.000	83.252.000
WW-Bedarf	kWh/a	9.363.700	12.275.700	16.324.700
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	42.364.700	63.395.700	99.576.700
<b><u>Leistungen</u></b>				
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	13.933	21.312	34.981
max. Leistung WW-Bedarf	kW	2.381	3.082	3.570

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 42</b>	<b>FW1-GES- AZ2 42</b>	<b>FW1-GES- AZ3 42</b>
SOLL-Leistung	kW	16.314	24.394	38.551
<b><u>Energiebilanz</u></b>				
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	6.985.337	9.282.125	16.098.824
Primärenergiebedarf	kWh/a	12.573.607	16.707.825	28.977.883
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	42.364.700	63.395.700	99.576.700
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	46.601.170	69.735.270	109.534.370
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		6	7	6
Reduktion - Primärenergiebedarf		4	4	4
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>				
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>				
<b>Sole/Wasser-Wärmepumpe</b>				
Heizleistung (skaliert)	kW	9.278	11.545	25.215
elektrische Leistung	kW	1.758	2.187	4.777
COP		5	5	5
Jahresarbeitszahl		5	5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000	30.000.000
<b>Wärmespeicher</b>				
Anlagengröße	m²	464	693	1.110
Speicherkapazität	kWh	18.862	28.163	45.118
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>				
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a	16.710.611	31.267.528	31.516.894
	%	36	46	30
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	27.691.424	34.096.214	72.613.519
	%	60	50	68
Trinkwarmwasser elektrisch bei 40 °C	kWh/a	1.760.540	2.848.877	2.398.160
	%	4	4	2
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>				
<b>Strom</b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	5.224.797	6.433.248	13.700.664
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	5.224.797	6.433.248	13.700.664
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>				
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	3.912	5.198	9.015
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	1.567	2.357	3.617
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>				
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>				
Kalk. Zins	%/a		3,00	
Baunebenkosten	%/Invest		20,00	

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 42</b>	<b>FW1-GES- AZ2 42</b>	<b>FW1-GES- AZ3 42</b>
<b><u>Preissteigerung</u></b>				
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00	
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Ener- gieträger	
Strom (brutto)	%/a		5,00	
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00	
sonstige Kosten rS	%/a		3,00	
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>				
Hausanschlussstationen	a		30	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18	
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40	
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40	
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40	
Heizhaus	a		50	
S/W-Wärmepumpe	a		18	
Wärmespeicher	a		18	
Elektrik & MSR-Technik	a		20	
Druckhaltung & Pumpen	a		20	
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18	
<b><u>Förderung</u></b>				
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35	35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>				
Hausanschlussstationen	€	235.887	381.938	1.707.056
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	1.571.284	2.415.556	13.092.079
Verteilnetz-Hauptleitung	€	19.822.838	19.822.838	19.822.838
Verteilnetz-Verteilleitung	€	41.668.272	61.917.840	107.916.883
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	8.849.088	14.485.824	17.552.160
Heizhaus	€	3.240.074	3.570.511	5.563.586
S/W-Wärmepumpe	€	3.928.983	4.882.216	10.654.611
Wärmespeicher	€	649.974	965.136	1.540.363
Elektrik & MSR-Technik	€	1.988.301	2.559.907	5.803.433
Druckhaltung & Pumpen	€	1.199.091	1.692.797	2.687.559
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	3.790.165	3.790.165	3.790.165
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>86.943.956</b>	<b>116.484.728</b>	<b>190.130.732</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>				
Strom (brutto)	€/kWh		0,240	
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	1.253.951	1.543.980	3.288.159
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>				
Personalkosten	€/h		49	

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW1-GES- AZ1 42</b>	<b>FW1-GES- AZ2 42</b>	<b>FW1-GES- AZ3 42</b>
	<b>Instand- setzung</b>	<b>Wartung und In- spektion</b>	<b>Bedienung</b>	<b>Versiche- rung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00		0,50
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00		0,50
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50			0,50
Heizhaus	2,00	1,00		0,50
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50	1,00
Wärmespeicher	1,00			0,50
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50		0,50
Druckhaltung & Pumpen				
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>				
Investitionskosten	€	86.943.956	116.484.728	190.130.732
abzgl. Förderung	€	30.430.385	40.769.655	66.545.756
Investitionskosten nach Förderung	€	56.513.572	75.715.073	123.584.976
kapitalgebundene Kosten	€/a	1.907.417	2.504.168	4.542.795
bedarfsgebundene Kosten	€/a	2.768.286	3.735.426	6.265.696
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	1.748.282	2.224.711	3.738.492
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	6.423.985	8.464.305	14.546.983
Wärmegestehungskosten	€/kWh	186	164	179
abzgl. Förderung	€/kWh	34	30	33
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	152	134	146
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
<b><u>Heizwärme</u></b>				
Januar	kWh	6.147.009	9.521.987	15.566.157
Februar	kWh	5.296.905	8.205.139	13.460.808
März	kWh	4.584.102	7.100.976	11.541.658
April	kWh	3.720.175	5.762.715	9.352.381
Mai	kWh	1.093.367	1.693.674	2.742.082
Juni	kWh	0	0	0
Juli	kWh	0	0	0
August	kWh	0	0	0
September	kWh	532.344	824.624	1.295.074
Oktober	kWh	2.316.176	3.587.859	5.813.168

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW1-GES- AZ1 42</u>	<u>FW1-GES- AZ2 42</u>	<u>FW1-GES- AZ3 42</u>
November	kWh	3.608.101	5.589.108	9.071.742
Dezember	kWh	5.702.820	8.833.919	14.408.930
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>33.001.000</b>	<b>51.120.000</b>	<b>83.252.000</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	834.560	1.094.098	1.435.301
Februar	kWh	742.530	973.447	1.270.361
März	kWh	819.609	1.074.498	1.408.150
April	kWh	769.927	1.009.365	1.342.827
Mai	kWh	764.974	1.002.872	1.355.335
Juni	kWh	741.969	972.713	1.318.362
Juli	kWh	764.857	1.002.718	1.360.635
August	kWh	756.139	991.289	1.348.482
September	kWh	756.991	992.406	1.331.484
Oktober	kWh	780.205	1.022.839	1.368.791
November	kWh	801.282	1.050.471	1.368.061
Dezember	kWh	830.658	1.088.983	1.416.912
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>9.363.700</b>	<b>12.275.700</b>	<b>16.324.700</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	6.981.569	10.616.085	17.001.459
Februar	kWh	6.039.435	9.178.587	14.731.169
März	kWh	5.403.711	8.175.473	12.949.807
April	kWh	4.490.102	6.772.080	10.695.208
Mai	kWh	1.858.341	2.696.546	4.097.417
Juni	kWh	741.969	972.713	1.318.362
Juli	kWh	764.857	1.002.718	1.360.635
August	kWh	756.139	991.289	1.348.482
September	kWh	1.289.335	1.817.030	2.626.558
Oktober	kWh	3.096.381	4.610.698	7.181.959
November	kWh	4.409.384	6.639.579	10.439.803
Dezember	kWh	6.533.479	9.922.902	15.825.842
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>42.364.700</b>	<b>63.395.700</b>	<b>99.576.700</b>

## 8) FW2-65

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2-NORD 65</u>	<u>FW2-GES 65</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>			
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>			
Betrachtungsjahr			2021



<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2-NORD 65</u>	<u>FW2-GES 65</u>
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR
Ende Heizperiode			15.05.2021
Beginn Heizperiode			16.09.2021
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>			
Strombedarf	kWh/a		
Heizwärmebedarf	kWh/a	7.824.800	42.126.800
WW-Bedarf	kWh/a	1.956.200	8.009.200
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	9.781.000	50.136.000
<b><u>Leistungen</u></b>			
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	3.232	17.152
max. Leistung WW-Bedarf	kW	487	1.964
SOLL-Leistung	kW	3.718	19.115
<b><u>Energiebilanz</u></b>			
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	1.967.103	9.940.037
Primärenergiebedarf	kWh/a	3.540.785	17.892.067
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	9.781.000	50.136.000
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	10.759.100	55.149.600
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		5	5
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>			
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>			
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>			
Heizleistung (skaliert)	kW	3.615	18.599
elektrische Leistung	kW	685	3.524
COP		5	5
Jahresarbeitszahl		5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000
<b><u>Wärmespeicher</u></b>			
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	108	558
Speicherkapazität	kWh	4.409	22.686
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>			
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	10.425.644	52.682.197
	%	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	<b>%</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>			
<b><u>Strom</u></b>			
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	1.967.103	9.940.037
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	1.967.103	9.940.037
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>			
Strom-Netz (Graustrom)	tCO <sub>2</sub> /a	1.102	5.566

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2-NORD 65</u>	<u>FW2-GES 65</u>
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	338	1.710
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>			
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>			
Kalk. Zins	%/a		3,00
Baunebenkosten	%/Invest		20,00
<b><u>Preissteigerung</u></b>			
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Energie-träger
Strom (brutto)	%/a		5,00
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00
sonstige Kosten rS	%/a		3,00
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>			
Hausanschlussstationen	a		30
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40
Heizhaus	a		50
S/W-Wärmepumpe	a		18
Wärmespeicher	a		18
Elektrik & MSR-Technik	a		20
Druckhaltung & Pumpen	a		20
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18
<b><u>Förderung</u></b>			
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>			
Hausanschlussstationen	€	80.854	201.223
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	63.206	338.338
Verteilnetz-Hauptleitung	€		2.308.685
Verteilnetz-Verteilleitung	€	4.374.490	14.962.015
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	684.000	6.290.064
Heizhaus	€	1.077.832	3.262.566
S/W-Wärmepumpe	€	1.542.503	7.855.903
Wärmespeicher	€	156.834	777.659
Elektrik & MSR-Technik	€	343.791	1.863.577
Druckhaltung & Pumpen	€	214.459	960.165
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	2.052.000	2.052.000
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>10.589.968</b>	<b>40.872.197</b>

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2-NORD 65</u>	<u>FW2-GES 65</u>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>			
Strom (brutto)	€/kWh		0,240
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	472.105	2.385.609
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>			
Personalkosten	€/h		49
	<b>Instandsetzung</b>	<b>Wartung und Inspektion</b>	<b>Bedienung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00	
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50		
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50		
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50		
Heizhaus	2,00	1,00	
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50
Wärmespeicher	1,00		
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50	
Druckhaltung & Pumpen			
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>			
Investitionskosten	€	10.589.968	40.872.197
abzgl. Förderung	€	3.706.489	14.305.269
Investitionskosten nach Förderung	€	6.883.479	26.566.928
kapitalgebundene Kosten	€/a	346.533	1.199.762
bedarfsgebundene Kosten	€/a	737.679	3.729.609
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	368.317	1.095.200
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	1.452.528	6.024.572
Wärmegestehungskosten	€/kWh	169	135
abzgl. Förderung	€/kWh	21	15
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	149	120
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
<b><u>Heizwärme</u></b>			
Januar	kWh	1.457.505	7.846.848
Februar	kWh	1.255.938	6.761.664
März	kWh	1.086.927	5.851.748
April	kWh	882.083	4.748.919
Mai	kWh	259.246	1.395.717
Juni	kWh	0	0

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2-NORD 65</u>	<u>FW2-GES 65</u>
Juli	kWh	0	0
August	kWh	0	0
September	kWh	126.223	679.553
Oktober	kWh	549.184	2.956.671
November	kWh	855.510	4.605.853
Dezember	kWh	1.352.184	7.279.827
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>7.824.800</b>	<b>42.126.800</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	174.351	713.837
Februar	kWh	155.124	635.119
März	kWh	171.227	701.049
April	kWh	160.848	658.553
Mai	kWh	159.813	654.317
Juni	kWh	155.007	634.640
Juli	kWh	159.789	654.217
August	kWh	157.967	646.760
September	kWh	158.145	647.489
Oktober	kWh	162.995	667.345
November	kWh	167.398	685.373
Dezember	kWh	173.535	710.500
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>1.956.200</b>	<b>8.009.200</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>			
Januar	kWh	1.631.855	8.560.685
Februar	kWh	1.411.063	7.396.783
März	kWh	1.258.154	6.552.797
April	kWh	1.042.931	5.407.473
Mai	kWh	419.059	2.050.034
Juni	kWh	155.007	634.640
Juli	kWh	159.789	654.217
August	kWh	157.967	646.760
September	kWh	284.368	1.327.042
Oktober	kWh	712.179	3.624.015
November	kWh	1.022.908	5.291.227
Dezember	kWh	1.525.720	7.990.327
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>9.781.000</b>	<b>50.136.000</b>

## 9) FW2-65 (GES) Sensitivität Anschlussgrad

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2- GES 65 AG100</u>	<u>FW2- GES 65 AG6 0</u>	<u>FW2- GES 65 AG2 0</u>
<b><u>Energiebedarf</u></b>				
<b><u>Grundparameter Energiebedarf</u></b>				
Betrachtungsjahr			2021	
Heizperiode berücksichtigen?			WAHR	
Ende Heizperiode			15.05.2021	
Beginn Heizperiode			16.09.2021	
<b><u>Strom und Wärmebedarf (Endenergiebedarf)</u></b>				
Strombedarf	kWh/a			
Heizwärmebedarf	kWh/a	42.126.800	25.276.080	8.425.360
WW-Bedarf	kWh/a	8.009.200	4.805.520	1.601.840
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	50.136.000	30.081.600	10.027.200
<b><u>Leistungen</u></b>				
max. Leistung Heizwärmebedarf	kW	17.152	10.503	3.854
max. Leistung WW-Bedarf	kW	1.964	1.202	441
SOLL-Leistung	kW	19.115	11.706	4.296
<b><u>Energiebilanz</u></b>				
Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	9.940.037	6.086.882	2.233.799
Primärenergiebedarf	kWh/a	17.892.067	10.956.388	4.020.838
IST - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)	kWh/a	50.136.000	30.081.600	10.027.200
IST - Primärenergiebedarf	kWh/a	55.149.600	33.089.760	11.029.920
Reduktion - Endenergiebedarf Erzeuger (nicht EE)		5	5	4
Reduktion - Primärenergiebedarf		3	3	3
<b><u>Versorgungskonzept</u></b>				
<b><u>technische Angaben Erzeugeranlagen</u></b>				
<b><u>Sole/Wasser-Wärmepumpe</u></b>				
Heizleistung (skaliert)	kW	18.599	11.390	4.180
elektrische Leistung	kW	3.524	2.158	792
COP		5	5	5
Jahresarbeitszahl		5	5	5
Entzugsleistung Benutzerdefiniert	kW	30.000.000	30.000.000	30.000.000
<b><u>Wärmespeicher</u></b>				
Anlagengröße	m <sup>2</sup>	558	342	125
Speicherkapazität	kWh	22.686	13.892	5.098
<b><u>Wärmebereitstellung (erzeugerseitig)</u></b>				
Direktverbrauch 40 °C	kWh/a		233	86
	%		0	0

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2- GES 65 AG100</u>	<u>FW2- GES 65 AG6 0</u>	<u>FW2- GES 65 AG2 0</u>
Sole/Wasser-Wärmepumpe 40 °C auf 65 °C	kWh/a	52.682.197	32.260.475	11.839.133
	%	100	100	100
<b>Deckungsgrad Wärmebedarf, Gesamt</b>	%	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>EE-Anteil, Gesamt</b>	%	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b><u>Endenergiebedarf</u></b>				
<b>Strom</b>				
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw.	kWh/a	9.940.037	6.086.882	2.233.799
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdw. (Netz)	kWh/a	9.940.037	6.086.882	2.233.799
<b><u>CO2-Emissionen</u></b>				
Strom-Netz (Graustrom)	tCO2/a	5.566	3.409	1.251
Abwärme (aus Prozessen)	tCO2/a	1.710	1.047	384
<b><u>wirtschaftliche Parameter</u></b>				
<b><u>Allgemeine Preisfaktoren</u></b>				
Kalk. Zins	%/a		3,00	
Baunebenkosten	%/Invest		20,00	
<b><u>Preissteigerung</u></b>				
kapitalgebundene Kosten rK	%/a		3,00	
verbrauchsgebundene Kosten rV	%/a		je nach Ener- geträger	
Strom (brutto)	%/a		5,00	
betriebsgebundene Kosten rB	%/a		3,00	
sonstige Kosten rS	%/a		3,00	
<b><u>Nutzungsdauer</u></b>				
Hausanschlussstationen	a		30	
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	a		18	
Verteilnetz-Hauptleitung	a		40	
Verteilnetz-Verteilleitung	a		40	
Verteilnetz-Anschlussleitung	a		40	
Heizhaus	a		50	
S/W-Wärmepumpe	a		18	
Wärmespeicher	a		18	
Elektrik & MSR-Technik	a		20	
Druckhaltung & Pumpen	a		20	
Hindernisaufnahme Hauptleitung	a		18	
<b><u>Förderung</u></b>				
gewähltes Förderprogramm		BEW	BEW	BEW
prognostizierte Gesamtförderung	%/Invest	35	35	35
<b><u>kapitalgebundene Kosten incl. Baunebenkosten, vor Abzug FöMi</u></b>				
Hausanschlussstationen	€	201.223	201.223	201.223

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW2- GES 65 AG100</b>	<b>FW2- GES 65 AG6 0</b>	<b>FW2- GES 65 AG2 0</b>
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	€	338.338	338.338	338.338
Verteilnetz-Hauptleitung	€	2.308.685	2.308.685	2.308.685
Verteilnetz-Verteilleitung	€	14.962.015	14.962.015	14.962.015
Verteilnetz-Anschlussleitung	€	6.290.064	3.774.038	1.258.013
Heizhaus	€	3.262.566	2.211.389	1.160.213
S/W-Wärmepumpe	€	7.855.903	4.814.830	1.773.757
Wärmespeicher	€	777.659	481.227	177.775
Elektrik & MSR-Technik	€	1.863.577	1.204.268	541.576
Druckhaltung & Pumpen	€	960.165	960.165	960.165
Hindernisaufnahme Hauptleitung	€	2.052.000	2.052.000	2.052.000
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>40.872.197</b>	<b>33.308.179</b>	<b>25.733.760</b>
<b><u>verbrauchsgebundene Kosten</u></b>				
Strom (brutto)	€/kWh		0,240	
Sole/Wasser-Wärmepumpe (Netz)	€/a	2.385.609	1.460.852	536.112
<b><u>betriebsgebundene Kosten (nach VDI 2067)</u></b>				
Personalkosten	€/h		49	
	<b>Instand- setzung</b>	<b>Wartung und In- spektion</b>	<b>Bedienung</b>	<b>Versicherung</b>
	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a	%/Inv.*a
Hausanschlussstationen	2,00	1,00		0,50
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	1,00	1,00		0,50
Verteilnetz-Hauptleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Verteilleitung	0,50			0,50
Verteilnetz-Anschlussleitung	0,50			0,50
Heizhaus	2,00	1,00		0,50
S/W-Wärmepumpe	1,00	1,50	0,50	1,00
Wärmespeicher	1,00			0,50
Elektrik & MSR-Technik	1,50	1,50		0,50
Druckhaltung & Pumpen				
Hindernisaufnahme Hauptleitung	2,00	3,00	1,00	1,00
<b><u>Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</u></b>				
Investitionskosten	€	40.872.197	33.308.179	25.733.760
abzgl. Förderung	€	14.305.269	11.657.863	9.006.816
Investitionskosten nach Förderung	€	26.566.928	21.650.316	16.726.944
kapitalgebundene Kosten	€/a	1.199.762	920.277	640.230
bedarfsgebundene Kosten	€/a	3.729.609	2.282.105	834.628
betriebsgebundene & sonst. Kosten	€/a	1.095.200	843.520	591.600
jährliche Kosten (Annuität gesamt)	€/a	6.024.572	4.045.903	2.066.458

<u>Parameter</u>	<u>Einheit</u>	<u>FW2- GES 65 AG100</u>	<u>FW2- GES 65 AG6 0</u>	<u>FW2- GES 65 AG2 0</u>
Wärmegestehungskosten	€/kWh	135	154	251
abzgl. Förderung	€/kWh	15	20	44
Wärmegestehungskosten nach Förderung	€/kWh	120	134	206
<b><u>Lastgang Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
<b><u>Heizwärme</u></b>				
Januar	kWh	7.846.848	4.708.109	1.569.370
Februar	kWh	6.761.664	4.056.998	1.352.333
März	kWh	5.851.748	3.511.049	1.170.350
April	kWh	4.748.919	2.849.352	949.784
Mai	kWh	1.395.717	837.430	279.143
Juni	kWh	0	0	0
Juli	kWh	0	0	0
August	kWh	0	0	0
September	kWh	679.553	407.732	135.911
Oktober	kWh	2.956.671	1.774.002	591.334
November	kWh	4.605.853	2.763.512	921.171
Dezember	kWh	7.279.827	4.367.896	1.455.965
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>42.126.800</b>	<b>25.276.080</b>	<b>8.425.360</b>
<b><u>Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	713.837	428.302	142.767
Februar	kWh	635.119	381.072	127.024
März	kWh	701.049	420.629	140.210
April	kWh	658.553	395.132	131.711
Mai	kWh	654.317	392.590	130.863
Juni	kWh	634.640	380.784	126.928
Juli	kWh	654.217	392.530	130.843
August	kWh	646.760	388.056	129.352
September	kWh	647.489	388.493	129.498
Oktober	kWh	667.345	400.407	133.469
November	kWh	685.373	411.224	137.075
Dezember	kWh	710.500	426.300	142.100
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>8.009.200</b>	<b>4.805.520</b>	<b>1.601.840</b>
<b><u>Summe Heizwärme und Warmwasser</u></b>				
Januar	kWh	8.560.685	5.136.411	1.712.137
Februar	kWh	7.396.783	4.438.070	1.479.357
März	kWh	6.552.797	3.931.678	1.310.559
April	kWh	5.407.473	3.244.484	1.081.495
Mai	kWh	2.050.034	1.230.021	410.007



<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>FW2- GES 65 AG100</b>	<b>FW2- GES 65 AG6 0</b>	<b>FW2- GES 65 AG2 0</b>
Juni	kWh	634.640	380.784	126.928
Juli	kWh	654.217	392.530	130.843
August	kWh	646.760	388.056	129.352
September	kWh	1.327.042	796.225	265.408
Oktober	kWh	3.624.015	2.174.409	724.803
November	kWh	5.291.227	3.174.736	1.058.245
Dezember	kWh	7.990.327	4.794.196	1.598.065
<b>Summe</b>	<b>kWh</b>	<b>50.136.000</b>	<b>30.081.600</b>	<b>10.027.200</b>