

MACHBARKEITSSTUDIE

Plangebiet W5 - Wustermark



Impressum

Herausgeber:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Redaktion, Satz und Gestaltung:

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

Stand bzw. Redaktionsschluss:

18.11.2024

Bildnachweis Titelseite:

DIBAG AG

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für beide Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1. Einführung	5
1.1 Hintergrund.....	5
1.2 Zielsetzung	5
1.3 Projektbeteiligtenliste.....	6
1.4 Aufbau der Machbarkeitsstudie.....	6
2. Ausgangslage.....	8
2.1 Untersuchungsgebiet.....	8
2.2 Ermittlung Wärmebedarf	11
2.2.1 Gebäudehülle Neubauten	13
2.2.1 Gebäudetechnik Neubauten	13
2.2.2 Ergebnisse Wärmebedarf Neubauten.....	14
2.2.3 Heizlastermittlung Bestandsgebäude.....	16
2.3 Prognose Entwicklung Wärmeabsatz.....	16
2.4 Einzelversorgung und Wärmenetz	17
3. Potenzial erneuerbarer Energien	19
3.1 Umweltwärme.....	19
3.1.1 Geothermie.....	19
3.1.2 Luftwärme.....	20
3.2 Solar	20
3.3 Biomasse.....	20
3.4 Abwärme	21
3.4.1 Lokale Verfügbarkeit.....	21
3.4.2 Technische Umsetzung	22
3.4.3 Potenzial als Wärmequelle	23
3.4.4 Zwischenfazit.....	24
3.5 Abwasser.....	24
4. Wärmespeicherung.....	26
5. Genehmigungsfähigkeit	27

6.	Ergebnisse der Versorgungsvarianten	28
6.1	Vorstudie	28
6.1.1	Wärmeversorgung	28
6.1.2	Energiebilanz.....	30
6.1.3	Wirtschaftlichkeit.....	31
6.1.4	Zwischenfazit Vorstudie.....	32
6.2	Detailanalyse Zielvariante.....	33
6.2.1	Energiebilanz.....	33
6.2.2	CO2-Bilanz	34
6.2.3	Wirtschaftlichkeit.....	35
6.3	Berechnungsbeispiel Einzelversorgung Halle 01	37
7.	Fazit und Zeitplan	Fehler! Textmarke nicht definiert.
	Abbildungsverzeichnis.....	48
	Tabellenverzeichnis.....	48
	Anhang	49

1. Einführung

1.1 Hintergrund

Mit dem Klimaschutzplan 2050 wurde die im Pariser Abkommen geforderte nationale Klimaschutzstrategie in die Tat umgesetzt. Zu den wesentlichen Akteuren in der Umsetzung dieser Strategie gehören die Kommunen und ihre städtischen Gesellschaften in den Bereichen Wohnungswirtschaft und Energieversorgung.

Die DIBAG AG ist eine deutschlandweit tätige Immobiliengesellschaft. Das Unternehmen plant und realisiert den Bau von Wohn-, Gewerbe- und Industrieprojekten sowie Verwaltungsgebäuden. Ziel ist es, Ökonomie, Funktionalität und zeitgemäße Architektur harmonisch in Einklang zu bringen. Für die Erschließung eines neuen Industriegebietes in Wustermark im brandenburgischen Landkreis Havelland soll im Rahmen der BEW-Förderung Modul 1 die Machbarkeit der Wärmeversorgung über eine Fernwärmenetz untersucht werden. Dabei sollen innovative Wärmenetzsysteme mit einem überwiegenden Anteil erneuerbarer Energien zur Emissionsreduktion im Gebäudesektor beitragen.

Die Erstellung der Machbarkeitsstudie wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA) im Rahmen des Förderprogrammes Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) finanziell unterstützt.

1.2 Zielsetzung

Die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung sehen u. a. die schrittweise Substitution fossiler Rohstoffe zugunsten regenerativer Energieressourcen in der Wärmeversorgung vor. Dabei soll der Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral werden. Innovativen Wärmenetzen kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da die Neugestaltung der Wärmebereitstellung weit weniger kleinteilig und kosteneffizienter gegenüber einer Vielzahl von Einzelanlagen erfolgen kann.

Die Zielsetzung der BEW-Förderung (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) liegt darin, den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen zu unterstützen, um die Wärmeversorgung in Deutschland nachhaltiger und effizienter zu gestalten. Durch die finanzielle Unterstützung sollen der Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung erhöht werden. Bis 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung auf 30 % gesteigert werden, und bis 2040 soll dieser Anteil sogar 80 % erreichen. Dies trägt maßgeblich zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei und unterstützt die Klimaziele der Bundesregierung. Gleichzeitig sollen die Energiekosten für die Verbraucher gesenkt und die Versorgungssicherheit erhöht werden. Die BEW-Förderung zielt darauf ab, innovative Technologien und zukunftsweisende

Lösungen im Bereich der Wärmeversorgung zu fördern, um einen nachhaltigen und ressourcenschonenden Wandel im Energiesektor zu ermöglichen.

1.3 Projektbeteiligtenliste

Im Folgenden sind alle am Projektbeteiligten Parteien aufgelistet.

Tabelle 1: Projektbeteiligtenliste

Firma	Projektrolle
DIBAG AG	Auftraggeber
seecon Ingenieure	Planung Nahwärmenetz
Gemeine Wustermark	Kommunaler Vertreter
Wittfoth Bau GmbH	Projektentwickler Rittergut Zeestow
Bauordnungsamt	Bauordnungsamt
Untere Wasserbehörde	Wasserbehörde
Untere Naturschutzbehörde	Naturschutzbehörde
WAH	Verband Trink- und Schmutzwasser
IB Geppert	Planung Verkehrsanlagen & tiefbauliche Erschließung
IWA Falkensee	Planung Trink- und Schmutzwasserhauptleitung
IB Klenke	Planung Abwasser-Pumpstation
IB Sieker	Planung Regenentwässerung Verkehrsanlagen
Fugmann Janotta	Freianlagenplanung

1.4 Aufbau der Machbarkeitsstudie

Der Aufbau der Machbarkeitsstudie orientiert sich zum einen an den Vorgaben des Förderprogrammes (Merkblatt zur Bundesförderung für effiziente Wärmenetze Modul 1) und zum anderen an der Leistungsbeschreibung der DIBAG AG.

Die Machbarkeitsstudie ist strukturiert, um die umfassende Analyse und Bewertung eines potenziellen Wärmeversorgungskonzepts in einem festgelegten Untersuchungsgebiet zu ermöglichen. Nach der Einführung in Kapitel 1, die den Hintergrund, die Zielsetzung und den Aufbau der Studie beschreibt, wird in Kapitel 2 die Ausgangslage erläutert. Hier wird das Untersuchungsgebiet vorgestellt und detaillierte Analysen zur Ermittlung des Wärmebedarfs, sowohl für Neubauten als auch Bestandsgebäude, durchgeführt. Kapitel 3 untersucht das Potenzial erneuerbarer Energien, wie Umweltwärme, Solarenergie, Biomasse und Abwärme, die als

Wärmequellen in Frage kommen. Anschließend wird im 4. Kapitel die Möglichkeit der Wärmespeicherung erörtert, gefolgt von einer Analyse der Genehmigungsfähigkeit in Kapitel 5. Kapitel 6 präsentiert die Ergebnisse der Versorgungsvarianten, gegliedert in die Vorstudie und eine detaillierte Analyse der Zielvariante, inklusive Energiebilanz, CO₂-Bilanz und Wirtschaftlichkeit. In Kapitel 7 wird die Erweiterung in Richtung Zeestow untersucht. Abschließend bietet Kapitel 8 ein Fazit und einen Zeitplan zur Umsetzung der vorgeschlagenen Lösungen.

2. Ausgangslage

2.1 Untersuchungsgebiet

Gegenstand der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist das B-Plangebiet Wustermark W5 an der nördlichen Gemeindegrenze von Wustermark. Es umfasst gemäß untenstehender Abbildung 1: Bebauungsgebiet Wustermark W5 den Geltungsbereich des Bebauungsplanes „Gewerbegebiet Nord Teil 1“ (Rechtskraft am 27.09.2000) und ist als Gewerbegebiet mit integrierter Grünordnung und den Nebenkarten 1 - 3 ausgegeben.

Im Norden wird das Plangebiet durch die Gemeindegrenze begrenzt. Im Osten bildet der Havellandkanal die Grenze. Im Süden grenzt die Bundesstraße 5 an, über die auch die verkehrliche Erschließung erfolgt. Im Westen grenzen Grünflächen an. In der näheren Umgebung befinden sich das Umspannwerk Wustermark und ein kleines Wohngebiet.

Der rechtskräftige Bebauungsplan „Gewerbegebiet Nord Teil 1“ beinhaltet folgende Festsetzungen:

- Gewerbegebiet mit integrierter Grünordnung,
- GRZ=0,8, Z=I-II, GFZ= nicht definiert und eine max. zulässigen Firsthöhe von 9 - 22,5 m,
- ergänzend sind Baugrenzen festgesetzt und bauordnungsrechtliche Festsetzungen beinhaltet.



Abbildung 1: Bebauungsgebiet Wustermark W5

Das Gewerbegebiet soll anhand des Bebauungsplans geplant werden. Hierfür wurde von der DIBAG AG in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Wustermark ein Rahmenplan erstellt. Der Rahmenplan sieht mehrere Möglichkeiten der Bebauung vor. Für die Fläche östlich neben dem Rechenzentrum sind mehrere Nutzungen ausgewiesen. Zum einen die Gewerbehöfe, welche drei größere Hallen beinhaltet, und die Alternativnutzung sind kleinteiligere Gewerbeeinheiten, mit drei Hallen und fünf weiteren Bürogebäuden. Der Bereich südlich des Rechenzentrums ist weitestgehend beplant. Dort sind insgesamt vier große Hallen und fünf kleinere Gebäude vorgesehen. Im westlichen Bereich können nach Rückbau der bestehenden PV-Anlage drei weitere Gebäude eingeplant werden.

Der Rahmenplan mit den einzelnen Nutzungen ist dem Anhang beigefügt, der nachfolgenden Ausschnitt zeigt die Nutzung mit Gewerbehöfen und der Fläche der PV-Anlagen im Westen.



Abbildung 2: Rahmenplan mit Nutzung Gewerbehöfe und Fläche der PV-Anlage

2.2 Ermittlung Wärmebedarf

Anhand des Bebauungsplans wurden Berechnung zur Bestimmung des Wärmeenergiebedarfes auf Grundlage der maximalen Nettogrundfläche und spezifischen Bedarfswerten ermittelt. Die präzise Analyse des Wärmebedarfes erfolgte über das Energieverbrauchs- und Emissionsberatungs-Informationssystem (EVEbi), dieser wurde unter Berücksichtigung der Gebäudegeometrie, Bauweise, Nutzungsprofilen und vorhandener Anlagentechnik berechnet. Durch die Integration von Klimadaten und Berücksichtigung energetischer Kennwerte kann der spezifischen Heizwärmebedarf eines Gebäudes realistisch und zuverlässig ermittelt werden. In der folgenden Tabelle werden die verwendeten Grunddaten zusammengefasst.

Tabelle 2: Grunddaten für Wärmebedarfsermittlung

Grunddaten	Wustermark W5
Gebäudekategorie:	Nichtwohngebäude
Hauptnutzung:	Verwaltungsgebäude (allgemein)
Baujahr:	2024
Gebäudetyp:	freistehend
Gebäudelage:	innerorts
Exposition/Bauweise:	kompakt
Ausstattung:	mittel
Luftdichtheit:	geprüft und Grenzwert eingehalten
Durchschnittliche Geschosshöhe:	6,12 m
Gebäudenutzfläche:	171.688 m ²
Gebäudevolumen V _e :	1.042.595 m ³ (brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	326.679 m ² (brutto)
A/V-Verhältnis:	0,31 1/m
Fensterflächen:	11.729 m ²
Außentürrflächen:	-
Vollgeschosse:	3
charakteristische Breite:	118,45 m
charakteristische Länge:	382,09 m
Anzahl Wohneinheiten:	-
Raumtemperatur durchschnittlich ca.	18,1 °C

Für die Bedarfsermittlung wurden bestimmte Nutzungszonen definiert und somit die differenzierte Nutzung innerhalb eines Gebäudes und abweichende Konditionierungen festgelegt.

Die folgende Abbildung zeigt anhand des Rahmenplanes vom 24.07.2024 die Zonierung der Liegenschaften.

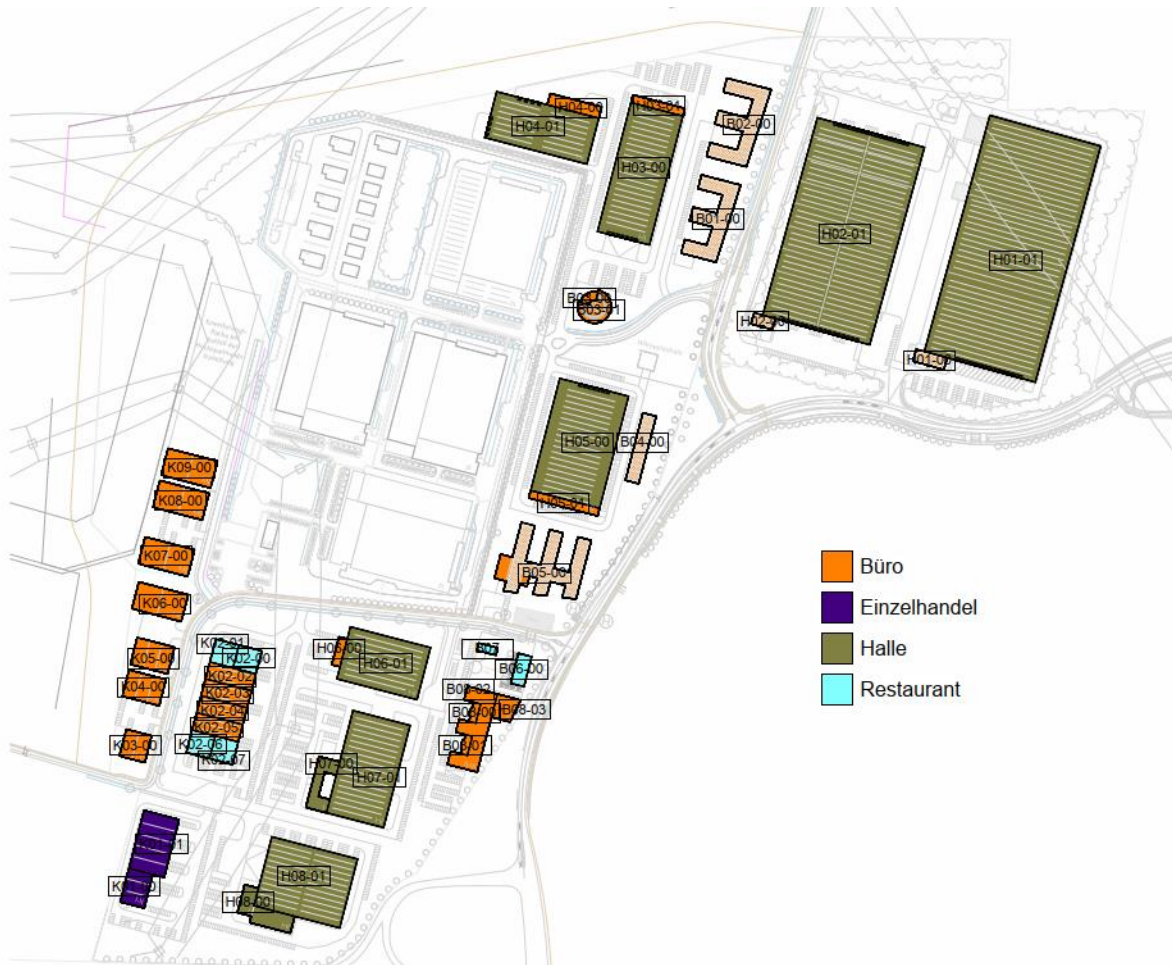


Abbildung 3: Zonierung laut Rahmenplan

Die genaue Festlegung der Zonierung kann im Anhang eingesehen werden, die Abbildung zeigt lediglich die Nutzung der Gebäude im Erdgeschoss. Der angehängte Plan zeigt für jedes Geschoss die vorhergesehene Nutzung an. Die Übersicht der Nutzungszonen folgt in der untenstehenden Tabelle.

Tabelle 3: Übersicht Nutzungszonen

Zone	Soll-Innen-temp. [°C]	Netto-grundflä- che [m²]	Nettovolu- men [m³]	Zonen- hülle [m²]	Personen	Heizen / Kühlen / Lüftung / Be- leuchtung [H/K/R/B]	Trinkwarmwas- ser nach DIN 18599-10 ¹
Büro	21,0	69.004	255.314	96.743	4.929	ja/ja/ja/ja	dez. elektrisch
Einzelhandel	21,0	3.178	11.757	5.213	636	ja/ja/ja/ja	636 Beschäftigte
Halle	17,0	95.701	728.694	219.027	4.785	ja/nein/ja/ja	keine
Restaurant	21,0	3.805	14.080	5.695	3.171	ja/ja/ja/ja	1.500 Sitzplätze

2.2.1 Gebäudehülle Neubauten

Für die Berechnungen wurde der Standard KfW55 als Mindeststandard gewählt, daraus ergeben sich folgende U-Werte für die Gebäudehülle.

- Außenwand 0,23 W/(m²*K)
- Außenfenster 0,95 W/(m²*K)
- Außentore 2,0 W/(m²*K)
- Bodenplatte 0,2 W/(m²*K)
- Dach 0,2 W/(m²*K)

Die Wärmebrücken wurden gemäß DIN V 4108-6 Anhang D3 mit 0,1 W/m²*K berücksichtigt.

2.2.1 Gebäudetechnik Neubauten

Die Beheizung der Gebäude wird als Niedertemperatursysteme wie z.B. Fußbodenheizung angenommen. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral über Elektro-Durchlauferhitzer.

Die Belüftung, die in der Wärmebedarfsanalyse berücksichtigt wurde, unterscheidet sich je nach Gebäudeart.

Die Hallen wurden über eine raumluftechnische Anlage mit erhöhter Nachtlüftung berücksichtigt. Es findet keine Klimatisierung statt.

In den Zonen Büro, Einzelhandel und Restaurant ist zudem eine Lüftung über die RLT-Anlage vorgesehen. Ebenso erfolgt eine Klimatisierung über die RLT-Anlagen.

2.2.2 Ergebnisse Wärmebedarf Neubauten

Die Berechnung nach DIN EN 12831-1 mit den vorgestellten Grundlagen ergab eine Heizlast von 7.403 kW, dies entspricht einem Wärmebedarf von 9.281 MWh/a.

In untenstehender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse pro Gebäude zusammengefasst.

Tabelle 4: Berechnungsergebnisse je Gebäude nach DIN 12831-1

Gebäude	Gebäude- höhe [m]	spez. Heizlast [W/m ²]	Heizlast [kW]	spez. Wärmebe- darf [kWh/(m ² *a)]	Wärmebedarf [kWh]
B01	12,0	34	232	28	189.024
B02	12,0	34	254	28	207.095
B03	12,0	36	71	29	58.064
B04	12,0	36	108	29	87.822
B05	12,0	34	351	28	285.715
B06	12,0	38	50	31	40.687
B07	4,0	57	8	46	6.899
B08	12,0	34	224	28	182.333
H01	10,6	70	2.136	57	1.738.505
H02	18,7	118	2.875	96	2.340.237
H03	10,6	71	598	58	486.707
H04	18,7	116	690	95	561.240
H05	10,6	70	687	57	556.236
H06	18,7	121	600	99	488.253
H07	10,6	71	527	58	428.956
H08	18,7	110	866	90	704.969
K01	8,0	33	178	27	144.890
K02	8,0	30	351	24	582.673
K03	8,0	36	54	29	44.099
K04	8,0	34	74	28	60.266
K05	8,0	34	76	28	61.745
K06	8,0	33	98	27	79.656
K07	8,0	33	98	27	79.656
K08	8,0	33	98	27	79.656
K09	8,0	33	98	27	79.656

Sortiert nach den Nutzungszonen ergeben sich folgende Summen für den Wärmebedarf nach DIN EN 12831-1.

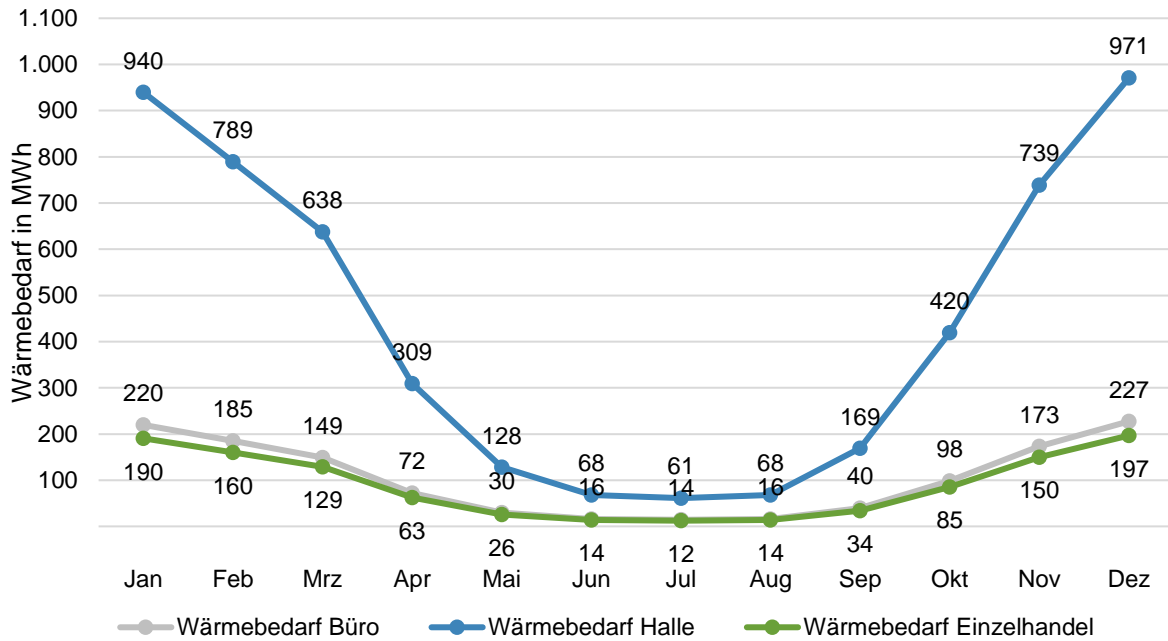


Abbildung 4: Wärmebedarf je Nutzungszone nach DIN EN 12831-1

Im Anschluss werden die einzelnen Wärmebedarfe aufsummiert und der Gesamtwärmebedarf über ein Jahr dargestellt.

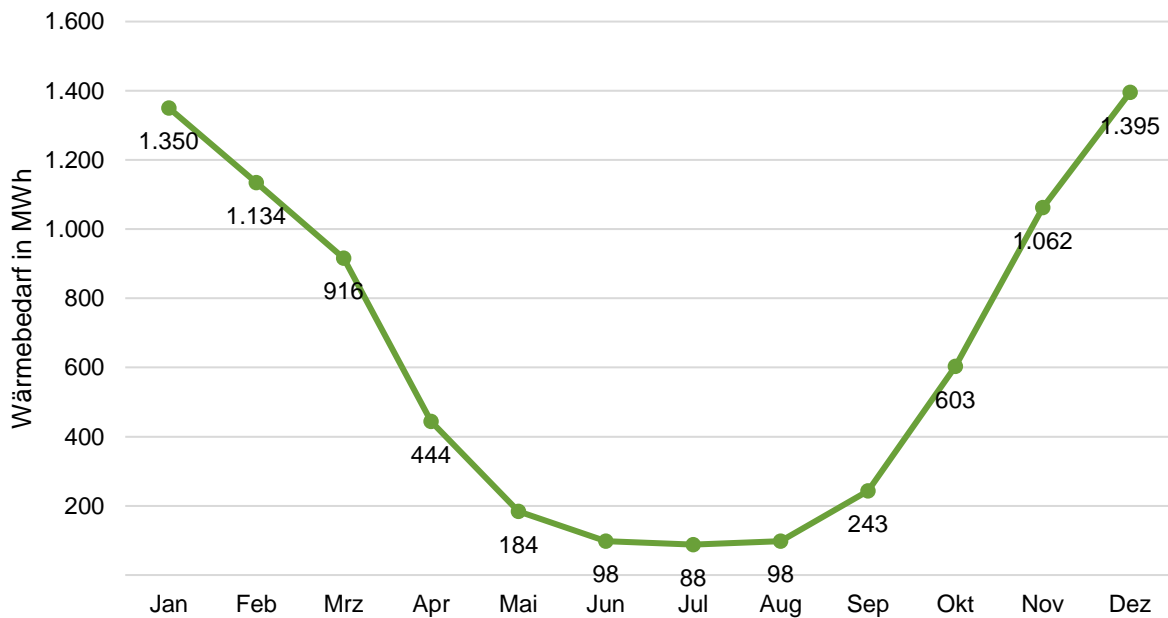


Abbildung 5: jährlicher Gesamtwärmebedarf nach DIN EN 12831-1 Gewerbegebiet Wustermark W5

2.2.3 Heizlastermittlung Bestandsgebäude

Drei Liegenschaften „Am Umspannwerk“ sollen an das Wärmenetz angeschlossen werden. Für die grobe Wärmebedarfsermittlung wurde eine spezifische Heizlast von 70 W/m² angenommen, multipliziert mit der NGF laut Luftbild, wurde eine überschlägige Heizlast errechnet. Der Wärmebedarf wird über Vollbenutzungsstunden von 1.800 h errechnet. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 5: Überschlagsrechnung Heizlast Liegenschaften Am Umspannwerk

Liegenschaft	NGF [m ²]	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh]
Am Umspannwerk 1b / 3b	860	60	108.000
Am Umspannwerk 2a / 2b	720	50	90.000
Am Umspannwerk 1a / 3c	1.360	95	171.000

2.2.4 Gesamtwärmebedarf

Aus den vorherigen Kapitel geht der jeweilige Wärmebedarf für die einzelnen Gebäudearten hervor. Schlussendlich soll die Summe für den Gesamtwärmebedarf errechnet werden. Zur besseren Übersicht werden nochmals alle Wärmebedarfe pro Gebäudeart aufgeführt und anschließend aufsummiert.

- Wärmebedarf Hallen 7.308.102 kWh
- Wärmebedarf Kleingewerbe 915.258 kWh
- Wärmebedarf Bürogebäude 1.057.640 kWh
- Wärmebedarf Wohngebäude „Am Umspannwerk“ 396.000 kWh

Daraus ergibt sich ein Gesamtwärmebedarf von **9.677 MWh/a** bei einer Heizlast von 7.608 kW.

2.3 Prognose Entwicklung Wärmeabsatz

Die DIBAG tritt als Generalplaner und Entwickler des Gewerbegebietes. Die Errichtung der Neubauten geschieht sukzessive und wird den jeweiligen Bedürfnissen der künftigen Eigentümer angepasst. Eine zeitliche Einordnung bis zum Endausbau kann aktuell nicht vorgenommen werden.

Der Teil südöstlich der L202 ist nicht mehr im Bebauungsplan enthalten, hierfür keine Wärme vorgehalten wird.

Alternativ zum Rahmenplan ist eine langfristige Entwicklung mit Gewerbehöfen, vergleichbar mit dem Industriegebiet auf der östlichen Seite des Havelkanals, denkbar. Der Wärmebedarf steigt dann um ca. 15 - 20 %. Die Spitzenlast erhöht sich im gleichen Maß.

Bei Anfragen von Interessenten für Bauvorhaben in diesem Gebiet ist zunächst eine Prüfung des Grundstücks sowie die Einreichung eines Bauantrags erforderlich. Abhängig von der Größe und Komplexität des Bauvorhabens beträgt die voraussichtliche Bearbeitungs- und Bauzeit mindestens 2 bis 2,5 Jahre. Diese Zeitspanne kann je nach Umfang des Projekts variieren.

2.4 Einzelversorgung und Wärmenetz

Eine Differenzierung der Wärmeversorgungsvarianten ist die zentrale bzw. dezentrale Versorgung. Dezentrale Versorgung sind unabhängige Anlagenlösungen, welche nur das entsprechende Gebäude versorgen (z.B. die eigene Solarthermieanlage auf dem Dach in Kombination mit einem Gasbrennwertkessel). Unter einer zentralen Versorgung versteht man die gemeinschaftliche Erschließung und Bereitstellung von Wärme (oder auch Strom), sowie deren Übertragung durch ein zentrales Netz, an das die einzelnen Gebäude angeschlossen werden. Durch die Nutzung von Gleichzeitigkeits- und Skaleneffekten, können gemeinschaftliche Systeme oft kleiner und günstiger errichtet werden. Zudem können Bauherren finanziell entlastet werden, da keine eigene Heizungsanlage angeschafft werden muss.

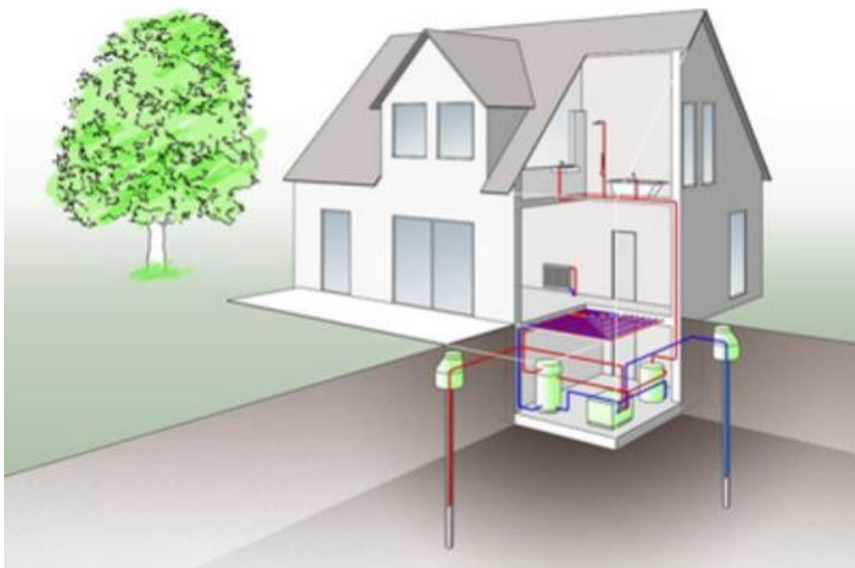


Abb. 1 Beispielhafte Darstellung einer dezentralen Versorgung (Erdsonden und S/W-WP)



Abb. 2 Beispielhafte Darstellung einer zentralen Versorgung (Erdsonden, Wärmenetz und HAST)

3. Potenzial erneuerbarer Energien

3.1 Umweltwärme

3.1.1 Geothermie

Die Geologie ist ein entscheidender Faktor für die Effizienz einer Erdwärmequelle. Der wichtigste Parameter ist die effektive Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Gesteins. Diese bestimmt wie schnell Wärmeenergie im Gestein per Konduktion (von Molekül zu Molekül) fließen kann. Dabei haben wasserführende Schichten eine höhere Wärmeleitfähigkeit als nicht wasserführende Schichten und Festgesteine im Normalfall eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Lockergesteine.

Ein zweiter Faktor für die Effizienz der Wärmequelle ist die ungestörte Untergrundtemperatur des Erdreichs. Diese steigt mit zunehmender Tiefe in Deutschland um 3-4 Kelvin pro 100 Meter. In Höhenlagen ist sie meist niedriger als in Tiefenlagen und in Städten höher als auf dem Land. Je höher die ungestörte Untergrundtemperatur ist, desto mehr Energie kann man entziehen, bis kein frostfreier Betrieb mehr gewährleistet werden kann.

Die Geometrie des Sondenfeldes ist entscheidend, da benachbarte Bohrungen auf dieselben Wärmeressourcen zugreifen. Je weniger Bohrungen es gibt und je weiter diese auseinander liegen, desto geringer sind die Verluste durch diese "Doppelnutzung". Deshalb macht es Sinn wenige tiefe Bohrungen abzuteufen anstelle von vielen flachen Bohrungen. Das beste Sondenfeld besteht aus einer einzelnen Bohrung. Genehmigungsrechtliche, bohrtechnische und fördertechnische Herausforderungen machen allerdings Bohrtiefen mit mehr als 200 Meter Endteufe unwirtschaftlich.

Man hat in Deutschland in Untersuchungen festgestellt, dass bei überbeanspruchten Erdwärmesonden entlang des Ringraums Eislinsen entstehen. Wenn diese Eislinsen im Sommer abtauen, dann entstehen Wegsamkeiten für Flüssigkeiten. Durch diese Wegsamkeiten können Schadstoffe über natürliche Schichtgrenzen im Erdreich transportiert werden. Das kann zur Gefährdung von unterirdischen Trinkwasserreservoirs führen. Zur Vermeidung der Bildung von Eislinsen darf die Soletemperatur in der Erdwärmesonde eine Temperatur von -3°C nicht unterschreiten. Bei 3 Kelvin Spreizung bedeutet das eine minimale Soletemperatur nach 25 Jahren am kältesten Tag des Jahres von -1.50°C .

Die Flächen im Gewerbegebiet werden sind vollständig mit Bebauung bestückt, die freien Flächen weisen eine große Entfernung zum Gebietskern auf. Dadurch ist es nicht möglich auf Erdsonden zurückzugreifen.

3.1.2 Luftwärme

Die Potenziale des Mediums Luft gelten als unerschöpflich. Allerdings ist die Jahresarbeitszahl (JAZ) einer Luft/Wasser-Wärmepumpe im Vergleich zu einer Sole/Wasser-Wärmepumpe (Erdwärmesonde) geringer, da die mittlere Temperatur des Quellmedium insbesondere während der Heizperiode unterhalb der des Erdreiches liegt. Eine niedrigere JAZ führt zu geringerer Effizienz und damit höheren bedarfsgebundenen Kosten.

3.2 Solar

Für die Nutzung des Potenzials der Solarenergie sind große Freiflächen erforderlich. Wie bereits in Kapitel 3.1.1 erwähnt, sind alle Flächen im Gewerbegebiet als Bauflächen ausgewiesen. Somit ist kein Potenzial für Freiflächenanlagen vorhanden. Grundsätzlich stehen die Dächer der Neubauten zur Verfügung. Hier ist jedoch zu bedenken, dass eine solche Verteilung der Module für eine zentrale Nutzung im Fernwärmenetz technisch sehr aufwändig ist. Eine Bestückung der Dachflächen der Eigentümer mit einer PV-Anlage ist auf jeden Fall zu empfehlen.

3.3 Biomasse

Die Ergänzung der Heizsysteme durch eine Biomassefeuerungsanlage wurde ebenfalls betrachtet. Diese kann als erneuerbare Residuallast dienen. Jedoch überwiegen die Nachteile der Biomasse, sodass das Potenzial nicht weiter betrachtet wurde. Die entscheidenden Nachteile werden im Folgenden stichpunktartig erläutert:

- Hohes Transportaufkommen:
stärkeres Verkehrsaufkommen als eh schon notwendig in den Gewerbegebieten
- Entsorgung von Asche:
Durch den hohen Wärmebedarf im Gewerbegebiet, entsteht eine hohe Aschemenge, welche entsorgt werden muss
- Abhängigkeit von Brennstoffpreisen:
Die laufenden Kosten für den Betrieb und die Wartung der Anlagen können ebenfalls hoch sein, insbesondere wenn die Brennstoffpreise steigen
- Hohe Emissionen:
die Verbrennung von Biomasse kann Feinstaub, Stickoxide und andere Schadstoffe freisetzen, die die Luftqualität beeinträchtigen können

3.4 Abwärme

Die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren ist ein vielversprechendes Konzept zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Rechenzentren erzeugen große Mengen an Wärme, die oft ungenutzt bleibt und in die Umgebung abgegeben wird. Durch die gezielte Nutzung dieser Abwärme können verschiedene Bereiche profitieren, beispielsweise durch Heizung von Gebäuden, Beheizung von Wasser oder sogar in industriellen Prozessen.

3.4.1 Lokale Verfügbarkeit

Verteilt auf zwei Standorte will VIRTUS Data Centres ein Rechenzentrum nördlich der Ortslage Wustermark realisieren. Der westliche Teil des geplanten Campus befindet sich auf einer etwa 20 Hektar großen Fläche zwischen der B5-Anschlussstelle Gewerbepark Zeestow/ Wernitz und dem Wustermarker Umspannwerk. Die Wustermarker Gemeindevertreter beschlossen in ihrer Sitzung am 28.02.2023, den Bebauungsplan Nr. W 49 „Rechenzentrum 1 Wustermark Nordwest“ aufzustellen und somit das Startsignal für das weitere Planverfahren zu geben. Weiter östlich, im Geltungsbereich des rechtskräftigen Bebauungsplans Nr. W 5 „Gewerbegebiet Nord“ gelegen, soll der zweite Part des Campus direkt an der L 202 (Wustermark – Zeestow) ans Netz gehen. Insgesamt ist eine gesamtelektrische Leistung von 300 MW für das Rechenzentrum vorgesehen. Etwa 285 MW fallen als Abwärme an und sollen zur Versorgung von Wohnungen und Gewerbebetrieben in Wustermark und Brieselang genutzt werden. Erste Module des Rechenzentrums nehmen voraussichtlich 2026 ihren Betrieb auf



Abbildung 6: geplanter Standort Rechenzentrum Wustermark W5

Das geplante Rechenzentrum befindet sich im Kern des Gewerbegebietes und soll ab dem Jahr 2026 sukzessive auf die maximale elektrische Anschlussleistung (ca. 150 MVA_{el}) ausgebaut werden. Hiervon entfallen 100,8 MW_{el} auf die IT-Leistung. Hiervon werden wiederum ca. 95 % als Abwärme freigesetzt (95,8 MW_{th}). Von der gesamten Abwärme sollen 20 % nutzbar gemacht werden und z.B. als Quelle für Wärmepumpen zur Verfügung gestellt werden (19,2 MW_{th}).

In Bezug auf das Temperaturniveau der Abwärme steht ganzjährig eine Temperatur von ca. 27 °C zur Verfügung. Somit ergibt sich eine Abwärmemenge von 168 GWh/a.

Obgleich das Temperaturniveau von 27 °C auf den ersten Blick gering erscheint, besteht die Möglichkeit, es durch den Einsatz einer Großwärmepumpe zu erhöhen.

3.4.2 Technische Umsetzung

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.

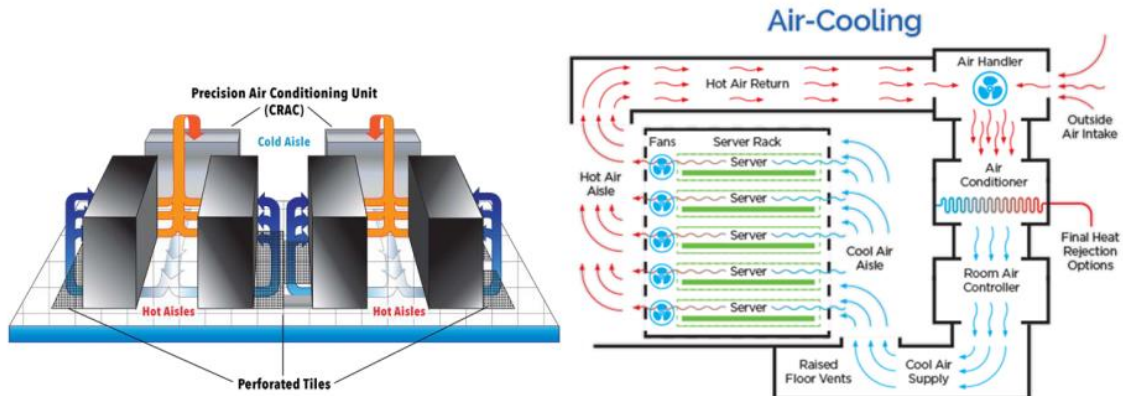


Abbildung 7: Funktionsprinzip der Abwärme-Gewinnung aus dem Rechenzentrum¹²

Dieses speichert die Abwärme und wird zentral gesammelt. Anschließend kann die Wärme über ein Rohrleitungssystem in die Heizzentrale geleitet werden.

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

3.4.3 Potenzial als Wärmequelle

Das theoretische Potenzial von 168 GWh steht bei vollständiger Abwärmenutzung zur Verfügung. Das resultiert in einer Wärmemenge, deren Höhe sich in Abhängigkeit vom COP der Wärmepumpe bestimmt. Die Kaskade der Wärmepumpen mit einer Quelltemperatur von 27 °C kann je nach Vorlauftemperatur mit den aufgeführten COP betrieben werden.

Geht man von den 19,2 MW_{th} an Abwärme aus könnten mit einer Wärmepumpe im Dauerbetrieb folgende Spitzenlasten bereitgestellt werden:

Tabelle 6: Übersicht COP Abhängigkeit zur Vorlauftemperatur

Vorlauftemperatur	COP	Gewonnene Wärme	Nötige elektrische Energie
47 °C	6,3	23 MW	4 MW
70 °C	3,6	27 MW	7 MW

Die Erhöhung des COPs geht mit einer Einsparung von Strombezugskosten einher, da der Anteil der elektrischen Energie an der erzeugten Wärme sinkt. Dies ist aus ökonomischer

¹ [Hot_Cold_Isle-sm.png \(1000x646\) \(theseverngroup.com\)](#)

² [air-cooling-schematic.png \(579x434\) \(grcooling.com\)](#)

Perspektive zu empfehlen. Die Erhöhung des COPs kann nur durch eine Absenkung der Vorlauftemperatur realisiert werden.

In Gegenüberstellung des Lastganges können bei einer Vorlauftemperatur von 47 °C (COP: 6,3) kann der vollständige Wärmebedarf des Gewerbegebietes gedeckt werden. Dies entspricht einer Rückkühlung der anteiligen Rechenzentrumabwärme von 5 %. Diese Werte sind in der nachfolgenden Abbildung nochmals grafisch dargestellt.

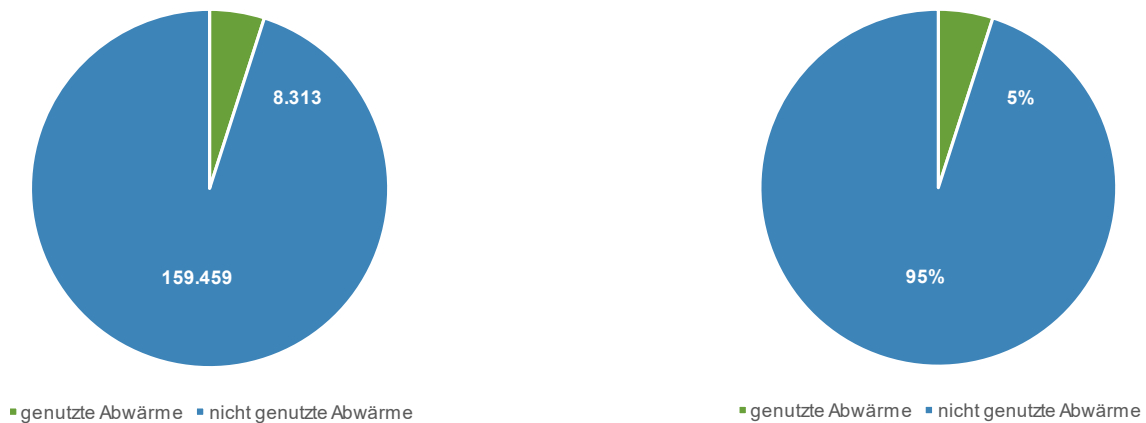


Abbildung 8: Anteile der Abwärmenutzung

Die Betrachtung für eine Vorlauftemperatur von 70 °C (COP: 3,6) ergibt ebenso eine vollständige Deckung des Wärmebedarfes des Gewerbegebietes. Die Nutzung der anteiligen Wärme des Rechenzentrums reduziert sich hier auf 4,3 %.

3.4.4 Zwischenfazit

Die aufgeführten Abbildungen zeigen klar, dass in der anteiligen Abwärme des Rechenzentrums ein ausreichendes Potenzial vorhanden ist, um den vollständigen Wärmebedarf des Wärmenetzes zu decken. Die verbleibenden 95 % der Abwärme, welche nicht in das Wärmenetz eingespeist werden, müssen in Eigenregie von dem Rechenzentrum rückgekühlt werden bzw. stehen für die Versorgung der Gemeinde Wustermark zur Verfügung.

3.5 Abwasser

Im oder in unmittelbarer Nähe zum Betrachtungsgebiet befinden sich laut Bebauungsplan eine Abwasserdruckkanal, welcher Potenzial bieten könnte. Aufgrund des hohen Potenzials des Rechenzentrums und der Verpflichtung der Abwärme Auskopplung, ist die Nutzung des Kanals aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll.

Die Nutzung des Havelkanals als Wärmequelle gestaltet sich genehmigungstechnisch schwierig, da es sich um eine Wasserstraße handelt. Zudem ist die niedrigere Wassertemperatur im Vergleich zu anderen Quellen, wie der Abwärme eines Rechenzentrums, weniger wirtschaftlich, was den Einsatz aus energetischer und betriebswirtschaftlicher Sicht weniger attraktiv macht.

4. Wärmespeicherung

Energiespeicher sorgen für einen Ausgleich zwischen Energieerzeugung und -verbrauch und tragen so zur Flexibilität der Energieversorgung bei. Grundsätzlich sinnvoll ist ein Nahwärmepufferspeicher. Hierbei handelt es sich i.d.R. um große zentrale Pufferspeicher in der Heizzentrale. Dies trägt vor allem dazu bei, das Takten der Wärmeerzeuger zu vermeiden und etwaige Spitzen aus dem Pufferspeicher abdecken zu können.

Da die Abwärme aus dem Rechenzentrum genutzt werden soll ist auch hier ein Pufferspeicher vorzusehen, um den Wärmepumpen eine gleichmäßige Temperatur und somit einen ruhigen Betrieb zu ermöglichen.

5. Genehmigungsfähigkeit

Die Baugenehmigung für das Heizhaus erfordert eine Stellungnahme der Gemeinde. Die Verlegung der Rohrleitungen innerhalb der Straße ist bereits im Rahmen des Erschließungsvertrags genehmigt. Für die Querung der Landesstraße ist eine zusätzliche Genehmigung erforderlich, diese stellt jedoch kein wesentliches Hindernis dar. Da alle betroffenen Grundstücke im Besitz des Projektentwicklers sind, entfällt hier zusätzlicher Genehmigungsaufwand.

6. Ergebnisse der Versorgungsvarianten

6.1 Vorstudie

In der Vorstudie aus dem Jahr 2023 wurde 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 Bebauungsplangebietem im Norden von Wustermark.

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. Das Betrachtungsgebiet umfasst die Wustermark sowie Brieselang.

6.1.1 Wärmeversorgung

Im Betrachtungsgebiet wurde nach umfangreicher Betrachtung ein Wärmebedarf von 290 GWh/a ermittelt. Am gesamten Wärmebedarf haben Wohngebäude einen Anteil von 53 %, während die restlichen 37 % auf Nichtwohngebäude entfallen und weitere 10 % auf die Plangebiete. Auf das gesamte Gebiet Wustermark entfällt ein Bedarf von 171 GWh/a.

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. 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.

Aus der Vorstudie sind verschiedene Versorgungsgebiete und zukünftige Potenzialgebiete hervorgegangen, unter anderem auch im Gewerbegebiet Nord das Plangebiet W5. Ebenso wurden bereits mögliche Trassenverläufe konzipiert, diese sind in untenstehender Abbildung dargestellt.

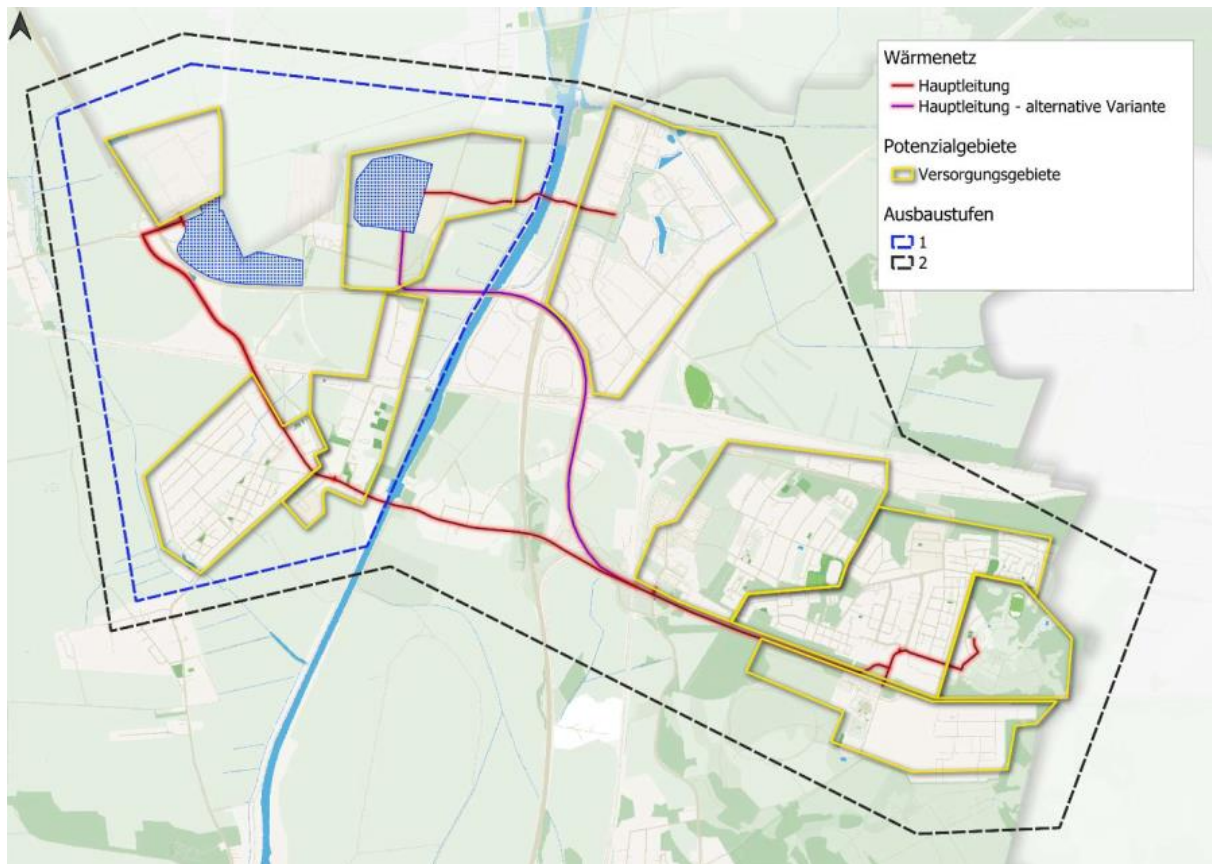


Abbildung 9 Potenzielle Trassenverläufe der Hauptleitung

In der Vorstudie wurden zwei Konzepte untersucht:

- Zentrale Erwärmung der Abwärme im Heizwerk nahe dem Rechenzentrum

Die Abwärme aus dem Rechenzentrum wird mittels Hochtemperaturwärmepumpen zentraler auf 65 °C in einem zentralen Heizhaus erwärmt. 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.

- Verteilung der Abwärme in ein Wärmenetz mit dezentralen Heizhäusern

Die Abwärme wird über ein Wärmenetz mit einer Zieltemperatur von 40 °C verteilt. 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.

6.1.2 Energiebilanz

Für das Gewerbegebiet Nord, wurde die Energiebilanz im Vergleich zum Gesamtnetz betrachtet. Die Betrachtung erfolgte nur für das erste Konzept (zentrale Erwärmung der Abwärme mittel Hochtemperaturwärmepumpen).

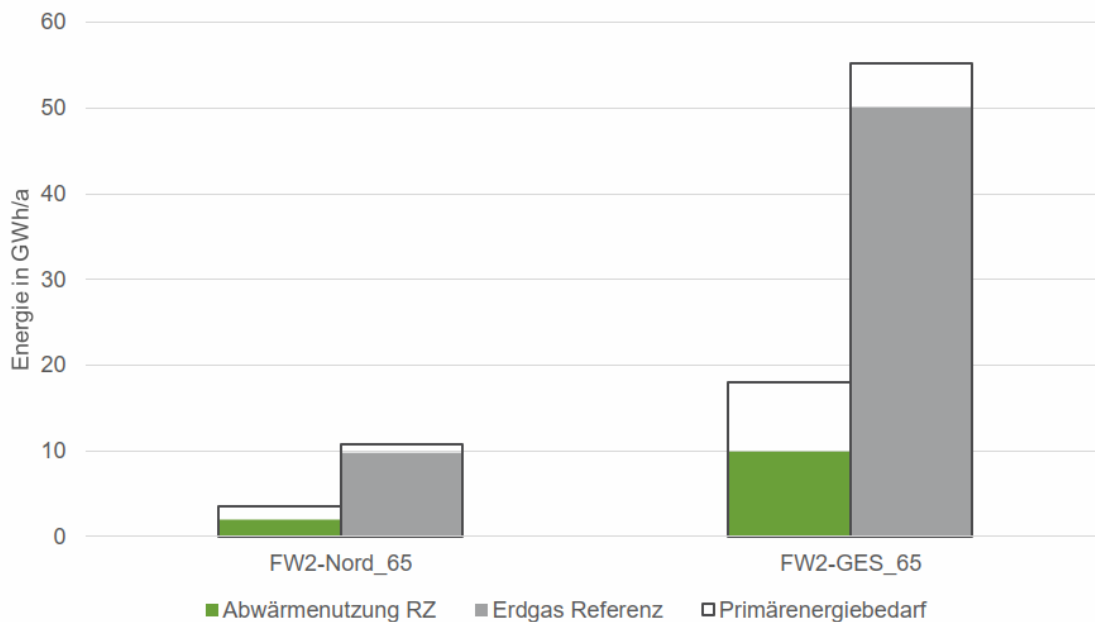


Abbildung 10 Energiebilanz Wustermark Nord bei VL 65°C

Bei der Variante zentrale Erwärmung ist eine Primärenergieeinsparung von gut 67 % gegenüber der Gasheizung möglich. Durch die Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums, die nach GEG mit einem Primärenergiefaktor von 0,0 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.

Die CO₂-Bilanzierung sieht bei derzeitiger Rechtslage für Abwärme aus Prozessen einen Emissionsfaktor von 40 [g CO₂-Äquivalent pro kWh] vor. Netzbezogener Strom (hier im Einsatz für die Wärmepumpen und Verteilung) wird mit einem Faktor von 560 [g CO₂-Äquivalent

pro kWh] angesetzt. Die untenstehende Abbildung zeigt die CO₂-Emissionen für die Variante der zentralen Erwärmung durch Hochtemperaturwärmepumpen.

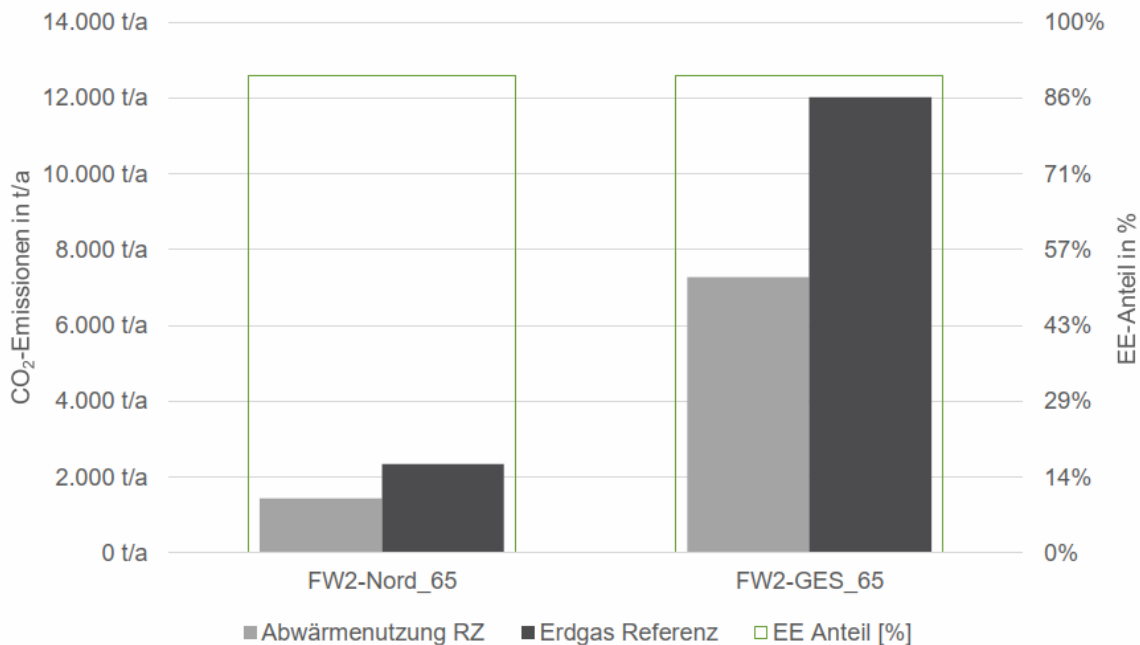


Abbildung 11: CO₂-Bilanz und EE-Anteil Wustermark Nord bei VL 65°C

Für die Erschließung des Gewerbegebietes können ca. 1/3 der heutigen CO₂-Emissionen eingespart werden.

6.1.3 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Vorstudie untersucht hauptsächlich die Gesamtinvestition des gesamten Netzes. In Bezug auf das Gewerbegebiet Nord sind die Kostenpositionen zur Erschließung (Leitungskosten) mit ca. 10,59 Millionen Euro inkl. Fördermittel ausgewiesen. Es entsteht eine Annuität von 1,42 Millionen Euro pro Jahr. Aus der Vorstudie 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.

Die Wärmegestehungskosten für das Gewerbegebiet Nord belaufen sich laut Vorstudie auf 166,4 € / MWh inkl. Fördermittel.

6.1.4 Zwischenfazit 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 Erzeugerparks 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.

CO₂-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 CO₂-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 CO₂-neutral zu gestalten.

6.2 Detailanalyse Zielvariante

Nach der Potentialanalyse steht die Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums im Fokus.

Diese in den nachfolgenden Kapiteln nach deren Energie- und CO₂-Bilanz sowie Wirtschaftlichkeit, darunter den

- Investitionskosten und Fördergrad
- jährlichen Kosten
- Wärmegestehungskosten

näher untersucht.

Alle der Berechnung zugrundeliegenden Parameter können der Parameterliste im Anhang entnommen werden.

6.2.1 Energiebilanz

Die Gesamte Wärmeerzeugung findet durch Wasser-Wasser Wärmepumpen mit einer Vorlauftemperatur von 47 °C im Fernwärmenetz statt. Die Erzeugte Energie entfällt dementsprechend komplett auf dieses System. Der Warmwasserbedarf, welcher über die zentrale Wärmeerzeugung mit abgedeckt werden soll, benötigt eine elektrische Nacherhitzung, um der Trinkwasserversorgung und den darin festgesetzten Vorlauftemperaturen zu entsprechen.

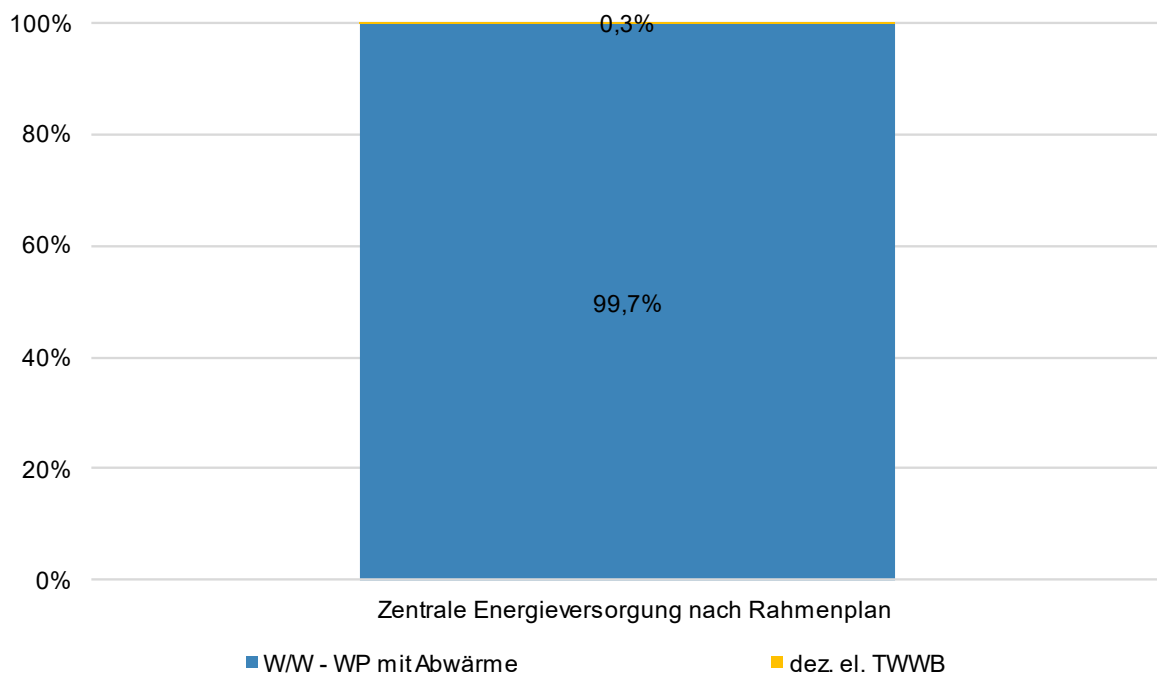


Abb.3 Energiebilanz: Deckungsgrad der Wärmebereitstellung nach Erzeuger der Zielvariante

6.2.2 CO₂-Bilanz

Der ermittelten CO₂-Emissionen der Zielvariante liegen nachfolgende Emissionsfaktoren nach Anlage 9 GEG zugrunde.

Tab. 1 Übersicht der CO₂-Emissionsfaktoren nach Energieträger

Energieträger	CO ₂ -Emissionsfaktor ¹⁾ [t/MWh]
Strommix	0,560

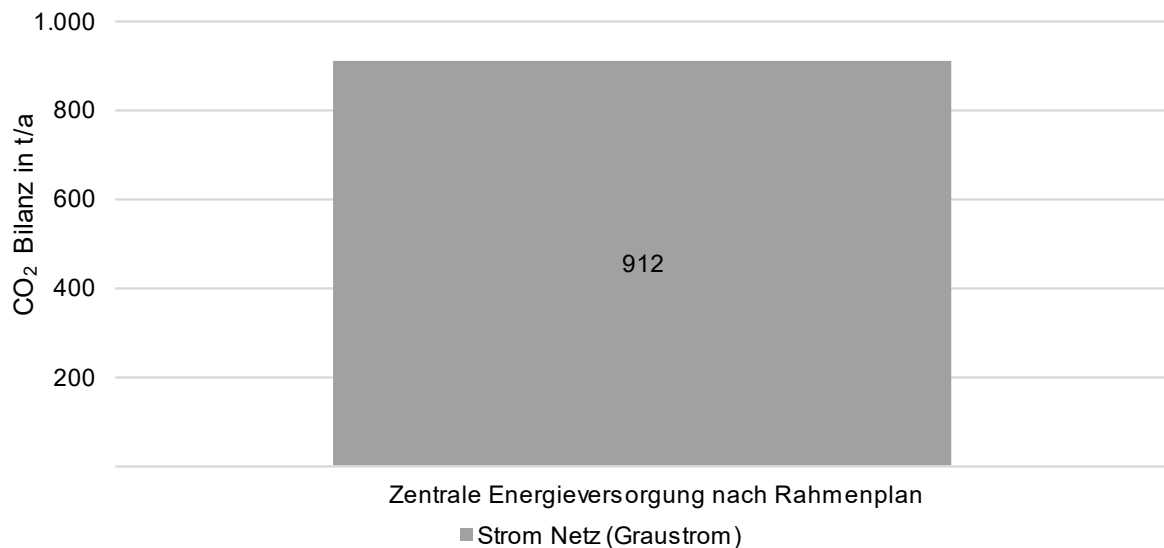


Abb.4 CO₂-Bilanz: freigesetzte Emissionen nach Erzeuger verschiedener Wärmeversorgungsszenarien nach Zielvariante

Durch die Transformation der Stromerzeugung hin zu einer kompletten regenerativen Stromproduktion werden die Emissionen in den kommenden Jahren sinken. Der Bebauungsplan und Rahmenplan geben eine Belegung der Dachflächen mit PV- Anlagen vor. Dieser Strom wird sicherlich in den Industrie- und Bürogebäuden direkt genutzt, kann aber auch dazu beitragen den Anteil erneuerbaren Stroms im Netz lokal zu erhöhen. Bilanziell kann dieser Strom jedoch nicht auf die Wärmeerzeugung angerechnet werden.

6.2.3 Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten der untersuchten Zielvariante ergeben sich aus den Kosten der Systemkomponenten zuzüglich Baunebenkosten.

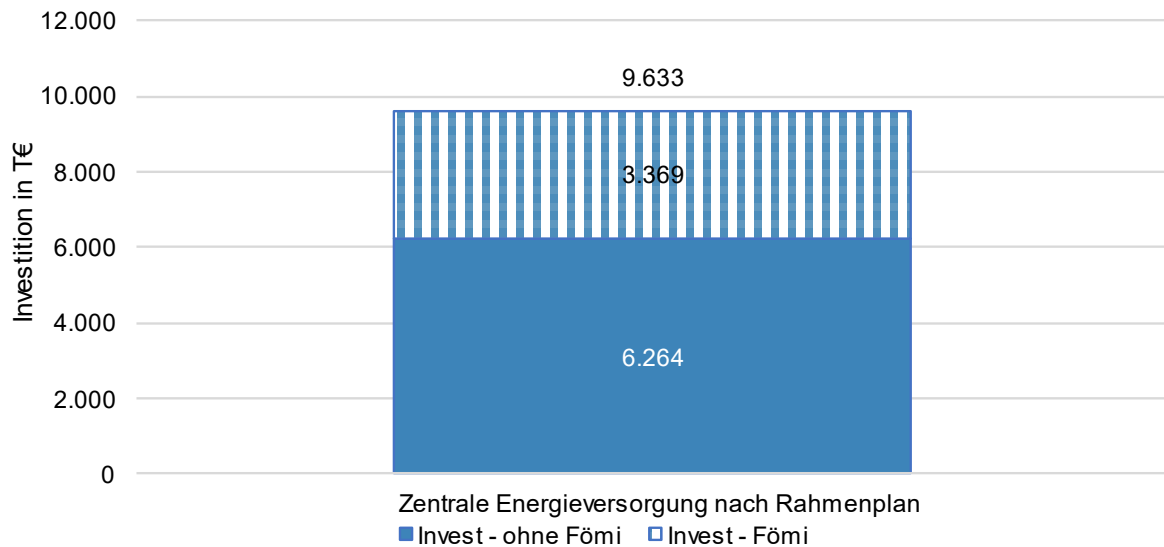
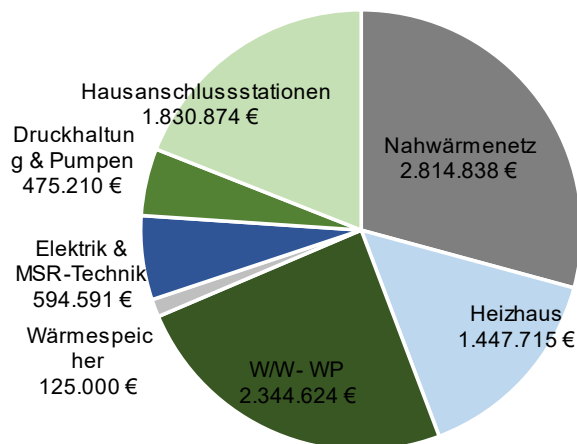


Abb.5 Investitionskosten verschiedener Wärmeversorgungszenarien nach Zielvariante

Die Kostenbestandteile setzen sich wie folgt zusammen.



In Orientierung an das Annuitätenverfahren nach VDI 2067 werden die Kostenarten kapitalgebundene, bedarfsgebundene und betriebsgebundene sowie sonstige Kosten ermittelt.

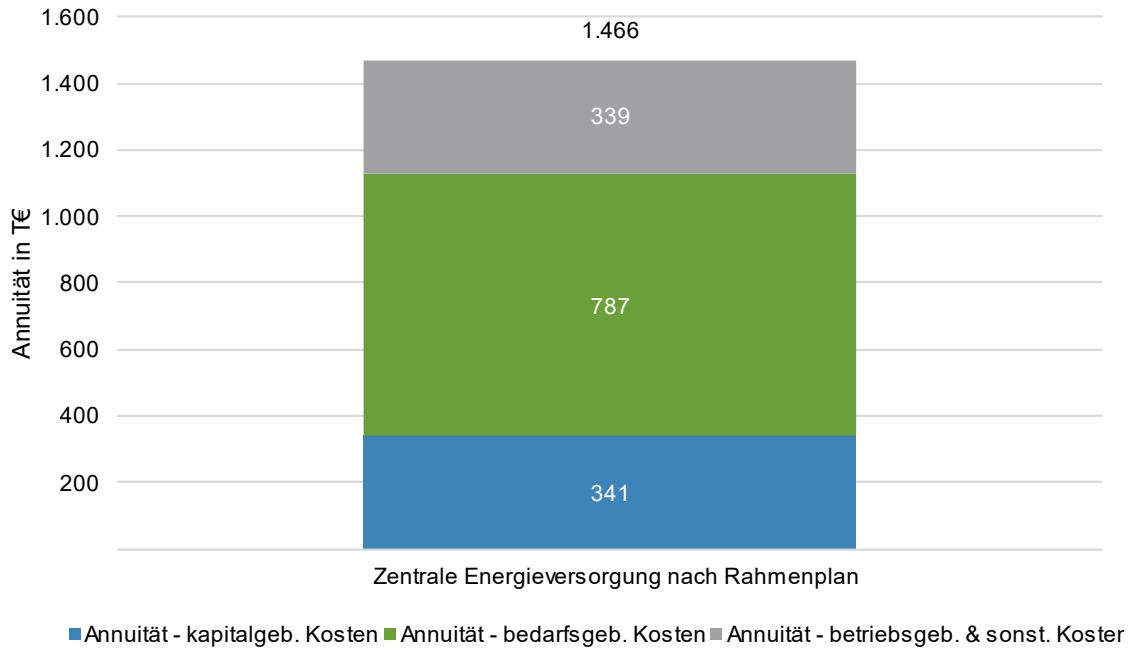


Abb.6 jährliche Kosten (Annuität) verschiedener Wärmeversorgungszenarien nach Zielvariante

Aus den jährlichen Kosten und der abgesetzten Wärmemenge ergeben sich die fördermittelbereinigten Wärmegehungskosten entsprechend nachfolgender Abbildung.

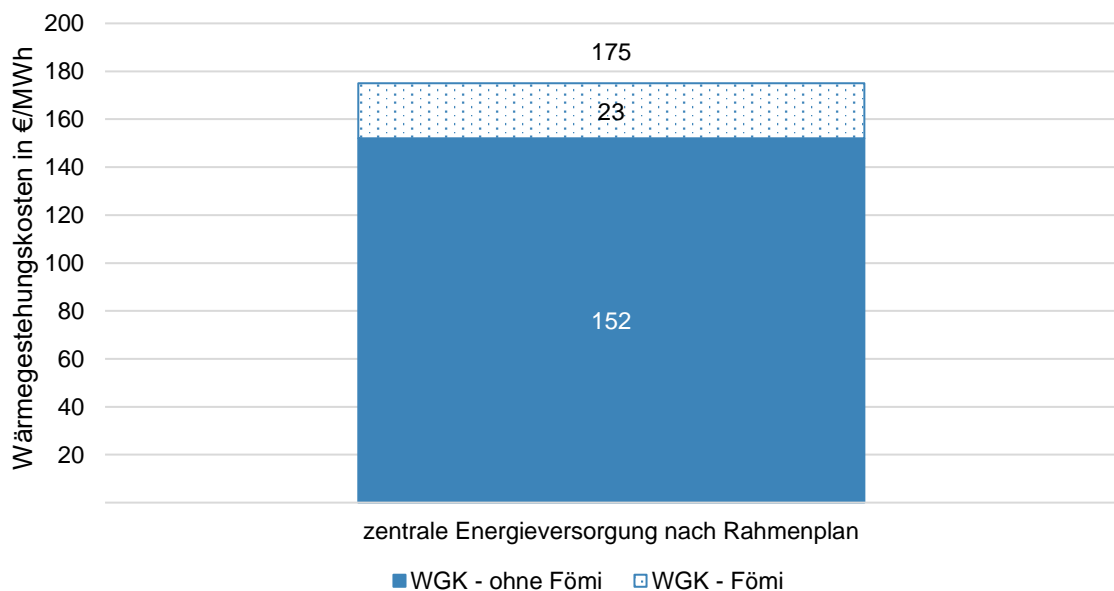


Abb.7 Wärmegehungskosten verschiedener Wärmeversorgungszenarien nach Zielvariante

6.3 Berechnungsbeispiel Einzelversorgung Halle 01

Im Vergleich zur Versorgung durch ein Wärmenetz soll die ein Betrieb der Einzelversorgung an Halle 01 betrachtet werden. Hierfür wurden folgende Berechnungsgrundlage zu Grunde gelegt:

Tabelle 7: Berechnungsgrundlagen der Einzelversorgungsbeurteilung

Berechnungsgrundlage	Wert
Vorlauftemperatur	45 °C
Rücklauftemperatur	35 °C
Raumwärmebedarf	1.738.505 kWh/
Warmwasserbedarf	dezentral elektrisch
Rechnerische Heizlast	2.136 kW
Abdeckung durch L/W-Wärmepumpe	578 kW
Abdeckung durch Heizstab	1.558 kW
Deckungsanteile Wärmeerzeuger pro Jahr	
L/W-Wärmepumpe	99 %
Heizstab	1 %
Strompreis	0,30 €/kWh

Für die Berechnung nach VDI 2067 wurden folgende Invest- und laufende Kosten veranschlagt.

Tabelle 8: Auflistung der Investitions-/ laufenden Kosten der Einzelversorgung

	Investitionskosten	laufende Kosten p.a. (Instandhaltung, Wartung & Inspektion, Bedienung Personal)	Versicherung p.a.
Frischwasserstation & dez. el. TWWB	7.260,00 €	145,20 €	36,30 €
zent. Heizstab	51.879,16 €	1.037,58 €	518,79 €
L/W-Wärmepumpe	246.636,41 €	7.399,09 €	2.466,36 €
Wärmespeicher	29.609,97 €	296,10 €	148,05 €
Elektrik & MSR-Technik	58.453,15 €	1.753,59 €	292,27 €
Summe	393.838,68 €	10.631,57 €	3.461,77 €

Eine Förderung der Einzelanlagen pro Gebäude wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Nach Berechnung der Annuitätenmethode ergaben sich folgende jährliche Annuitäten.

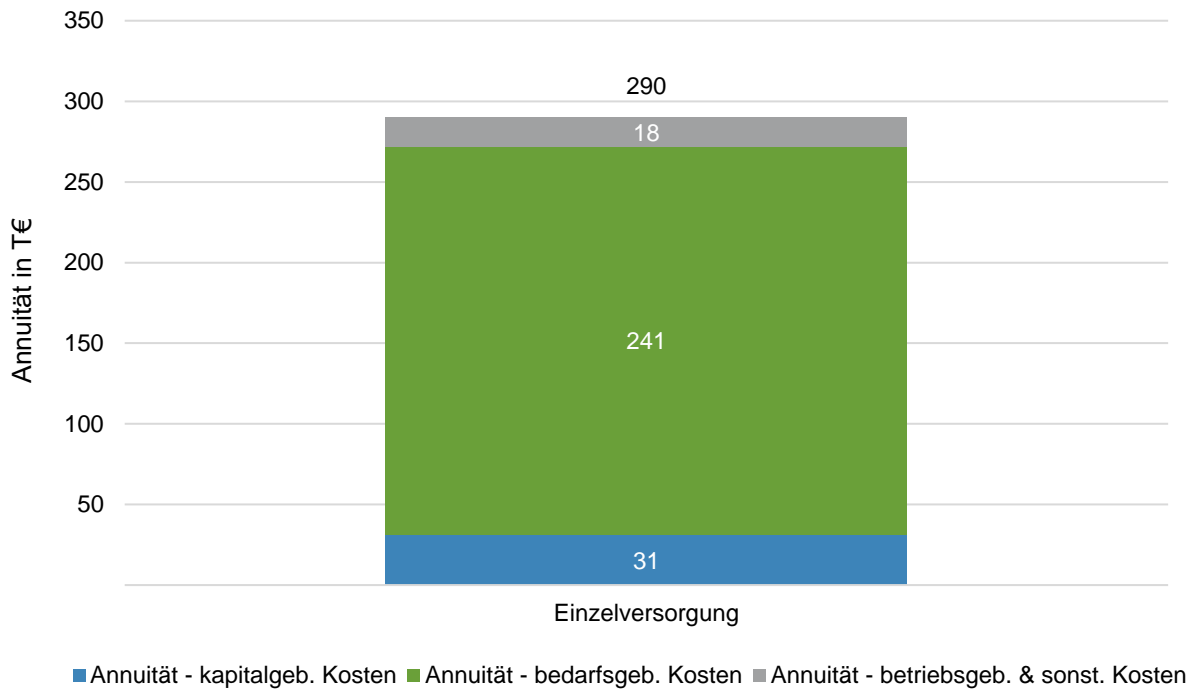


Abbildung 12: jährliche Annuität der Einzelversorgung Halle 01

Aus den jährlichen Kosten und der abgesetzten Wärmemenge ergeben sich die Wärmegestehungskosten der Einzelversorgung. Zum besseren Vergleich sind in der untenstehenden Abbildung ebenso die Wärmegestehungskosten der Wärmenetzvariante aufgezeigt.

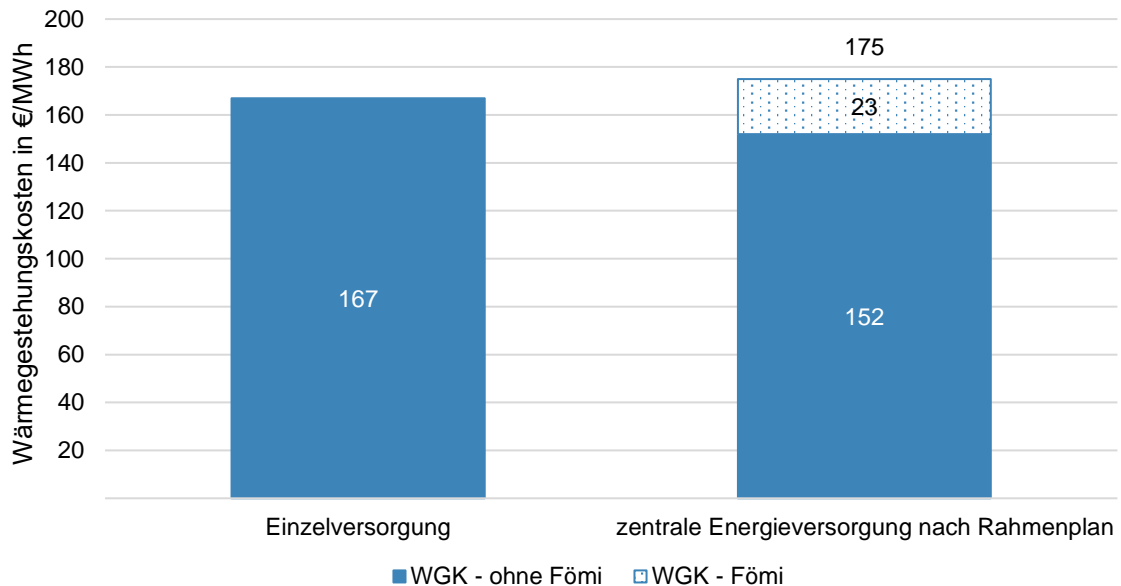


Abbildung 13: Wärmegestehungskosten Einzelversorgung und zentrale Versorgung

7. Konzeptionelle Netzerweiterung Richtung Zeestow

7.1 Ausbaugesamt Rittergut Zeestow

Als Netzerweiterung besteht das Potential die geplante Wohnanlage Rittergut in Zeestow an das Wärmenetz anzuschließen. Die Auswirkungen auf die geplante Wärmeversorgung werden nun im Anschluss konzeptionell erläutert. Im Ortsteil Zeestow in der Gemeinde Brieselang ist die Errichtung einer Wohnanlage geplant und umfasst eine Grundstücksfläche von ca. 2 Hektar mit einer geplanten Wohnfläche von rund 11.000 m². Die bauliche Entwicklung erfolgt im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens, wobei die Baureife der vorgesehenen Fläche im September 2025 erwartet wird. Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses lag bereits eine Baugenehmigung für das mittig liegende Denkmal vor. Die Wärmeversorgung der Wohnanlage soll über einen Anschluss an das Wärmenetz des Gewerbegebietes Nord erfolgen. Ab März 2027 wird eine Wärmeleistung für die ersten 40 Wohneinheiten notwendig, die vollständige Versorgung der gesamten Anlage ist für Ende 2028 vorgesehen. Der Gesamtwärmebedarf beträgt etwa 600 kW. Der untenstehenden Abbildung ist die Verortung der geplanten Wohnanlage (blaue Markierung) in Bezug auf das Gewerbegebiet zu erkennen. Die Erschließung soll entlang der Landesstraße L202 nach Zeestow erfolgen.



Abbildung 14: Lageplan Wohnanlage Rittergut Zeestow in Bezug auf das Gewerbegebiet Nord

7.2 Wärmebedarfsermittlung

Für die Berechnung des Wärmebedarfes werden die Vollbenutzungsstunden herangezogen. Das Gebiet sieht Mehrparteienhäuser, sowie Einfamilienparteien als Reihenhäuser vor.

Für die weitere Betrachtung werden 1.800 Vollbenutzungsstunden im Jahr angesetzt. Somit entsteht ein jährlicher Wärmebedarf von 1.083.600 kWh (1.084 MWh). Der Gesamtwärmebedarf für das Wärmenetz steigt somit von 9.677 MWh auf 10.761 MWh.

Die Gesamtheizlast beträgt laut Angaben des Bauprojektentwickler Wittfoth Bau GmbH ca. 600 kW. Im Folgenden wird die Gesamtheizlast auf die einzelnen Gebäude gemäß der ermittelten Grundflächen proportional aufgeteilt. Die Ergebnisse sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Die Zuordnung zu den einzelnen Liegenschaften erfolgt in der Abbildung 15.

Tabelle 9: Ermittlung Heizlast pro Gebäude - Erweiterung Zeestow Rittergut

Anschluss	Grundfläche (Ermittlung aus pdf-Plan) [m²]	Geschosse aus B-Plan	Gesamtfläche [m²]	anteilige Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh]
Zees01	225	3	675	36	64.800
Zees02	225	3	675	36	64.800
Zees03	225	3	675	36	64.800
Zees04	225	4	900	47	84.600
Zees05	225	3	675	36	64.800
Zees06	225	3	675	36	64.800
Zees07	380	1	380	20	36.000
Zees08	680	3	2.040	107	192.600
Zees09	150	2	300	16	28.800
Zees10	150	2	300	16	28.800
Zees11	740	3	2.220	117	210.600
Zees12	940	2	1.880	99	178.200

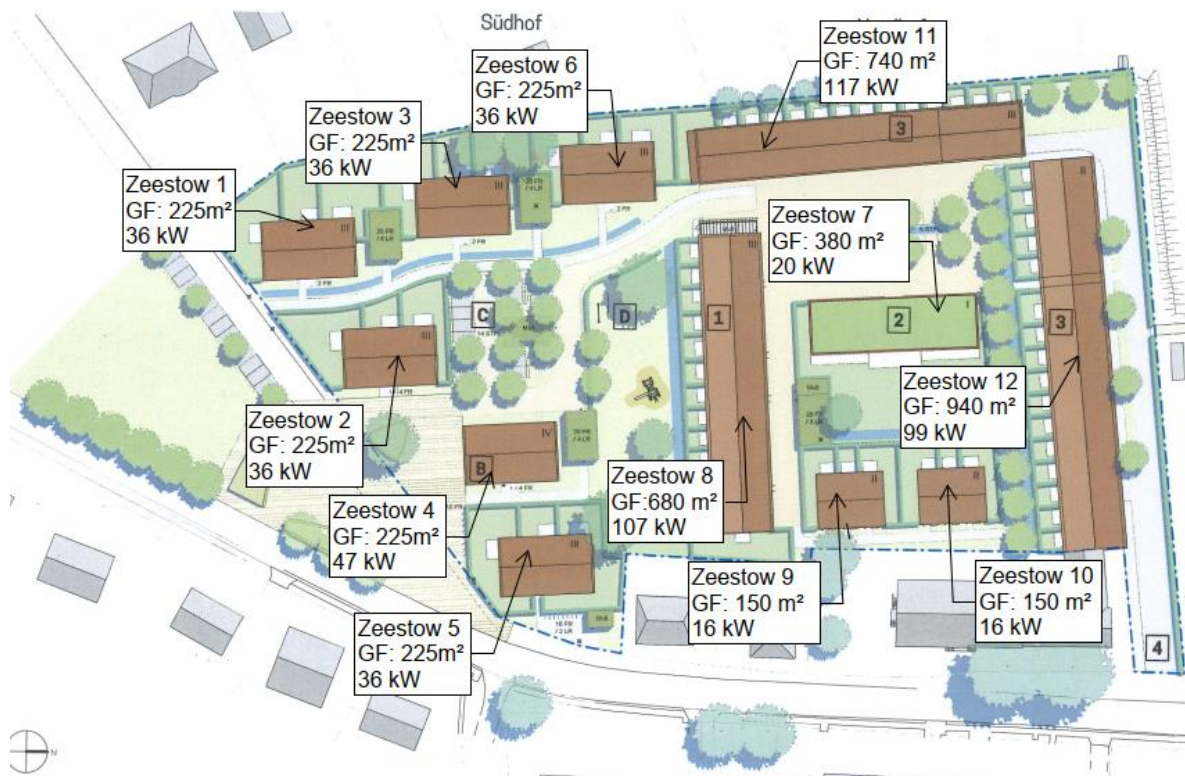


Abbildung 15: Lageplan mit Anschlussbeschriftung - Erweiterung Zeestow Rittergut

In der Konzepterstellung wurde eine mögliche Trassierung für die Anbindung der einzelnen Liegenschaften geplant.

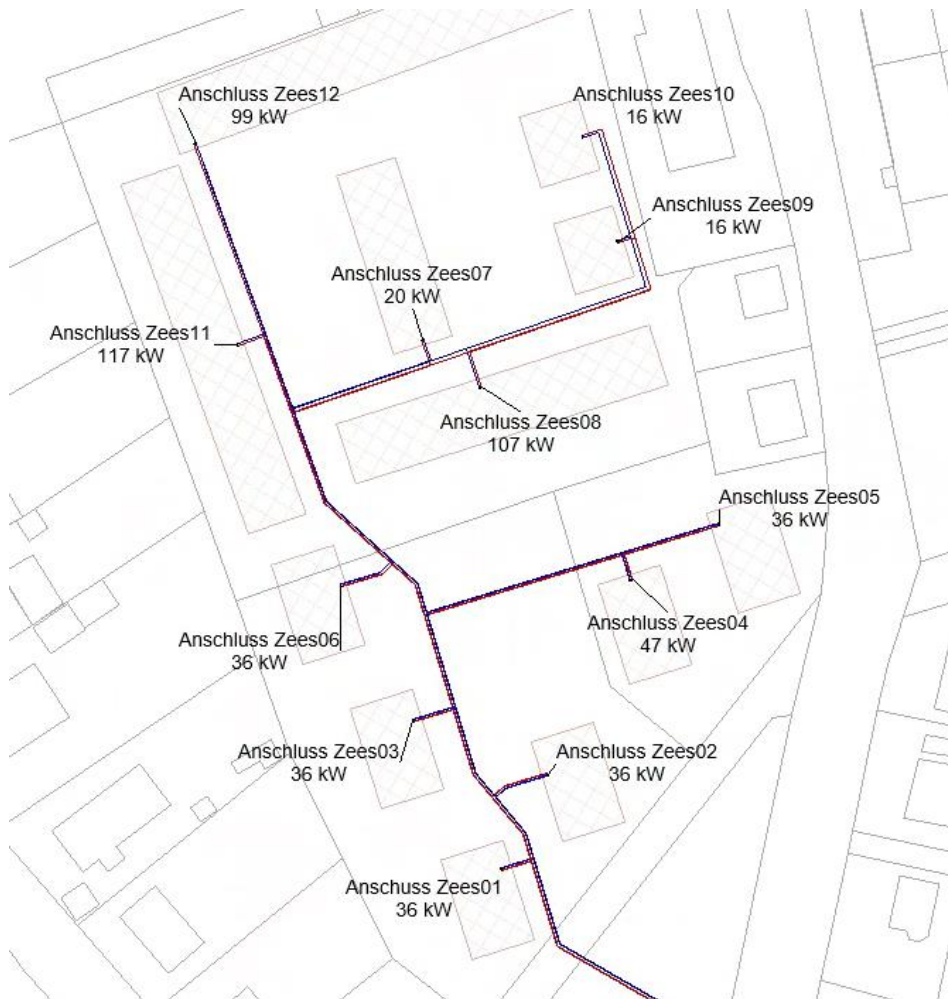


Abbildung 16: konzeptionelle Trassierung Wohnanlage Rittergut Zeestow

7.3 CO₂-/ und Energiebilanz

Die Netzerweiterung hat Einfluss auf die CO₂-/ und Energiebilanz. Die Auswirkungen kann in den nachfolgenden Diagrammen eingesehen werden. Hier werden die beiden Varianten jeweils verglichen.

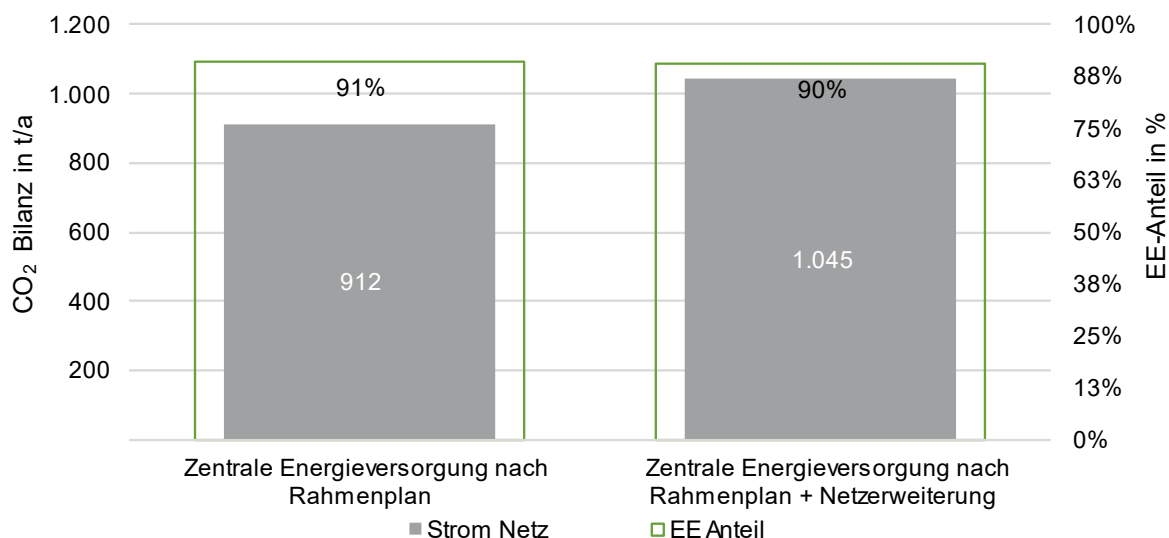


Abbildung 17: CO₂ Bilanz - Ergebnisse aus Betrachtung Netzerweiterung

Der CO₂ Ausstoß steigt um 133 t/a auf 1.045 t/a. Dies ist auf den erhöhten Wärmebedarf zurückzuführen.

Als Vergleich wird der CO₂-Ausstoß für die geplante Wohnanlage mit einer Versorgung über Gas in Kombination mit 15% Solarthermie in der Erzeugung berechnet.

Somit wären ca. 921 MWh über Gas abzudecken, dadurch ergibt sich bei einem spez. Ausstoß von 0,22 kg/kWh ein Ausstoß von 203 t/a. Dadurch kann durch die Netzerweiterung eine CO₂ Ersparnis von 34 % erzielt werden.

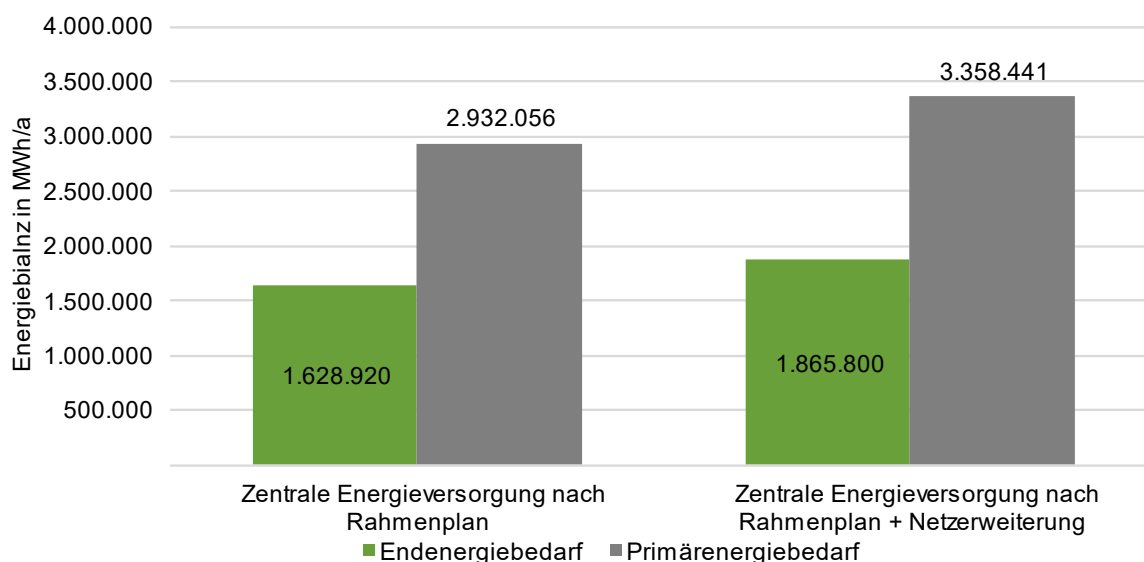


Abbildung 18: Energiebilanz - Ergebnisse aus Betrachtung Netzerweiterung

Die gleiche Entwicklung ist in der Energiebilanz zu erkennen. Der Primär- und Endenergiebedarf steigt durch den erhöhten Wärmebedarf.

7.4 Wirtschaftlichkeit

Im Folgenden werden zuerst die Unterschiede der Investitionskosten erläutert. Die Erweiterung Richtung Zeestow wurde mit ca. 1,8 Millionen Euro geschätzt. Es wurden 35 % Förderung eingerechnet. Somit setzen sich die Investitionskosten wie folgt zusammen.

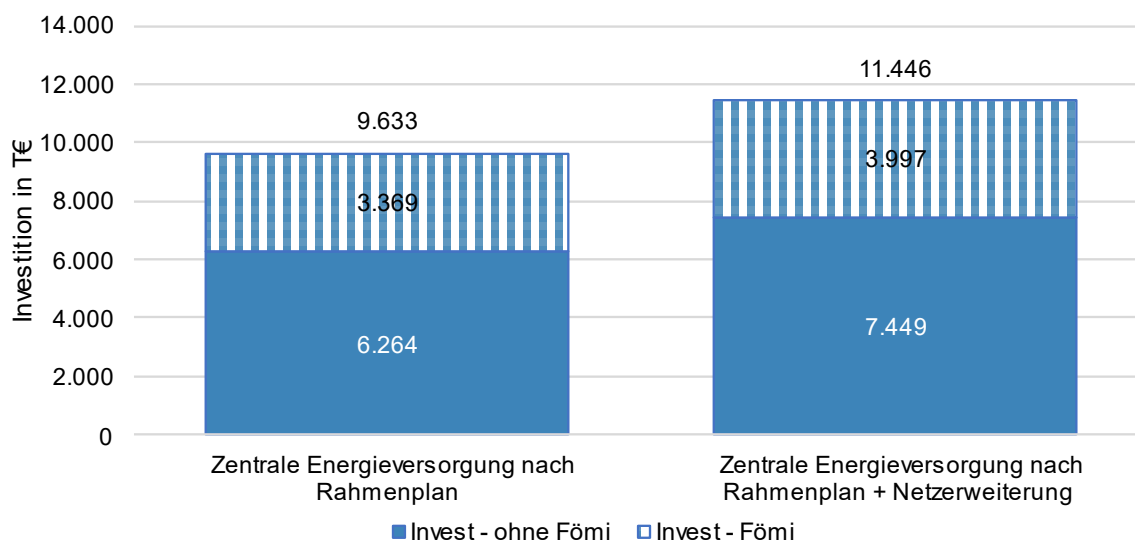


Abbildung 19: Investitionskosten in T€ - Erweiterung Zeestow Rittergut

Die Kostenbestandteile setzen sich wie folgt zusammen:

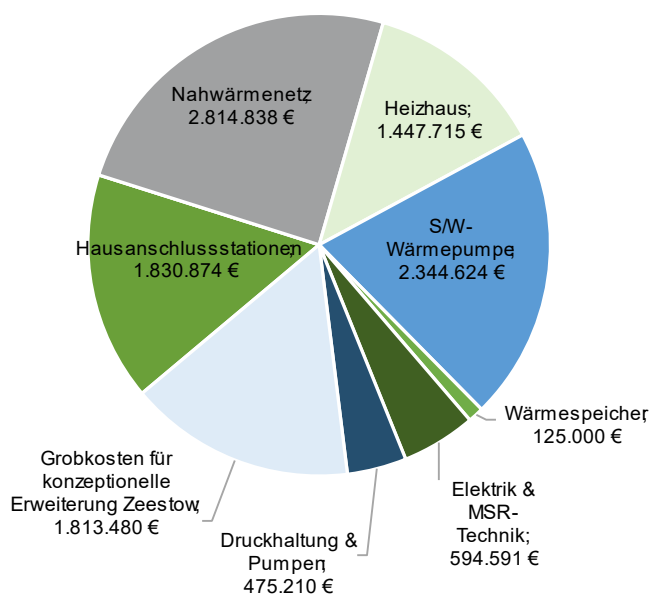


Abbildung 20: Aufteilung Investitionskosten in € - Erweiterung Richtung Zeestow

Bezogen auf den Wärmebedarf ergeben sich folgende Wärmegestehungskosten:

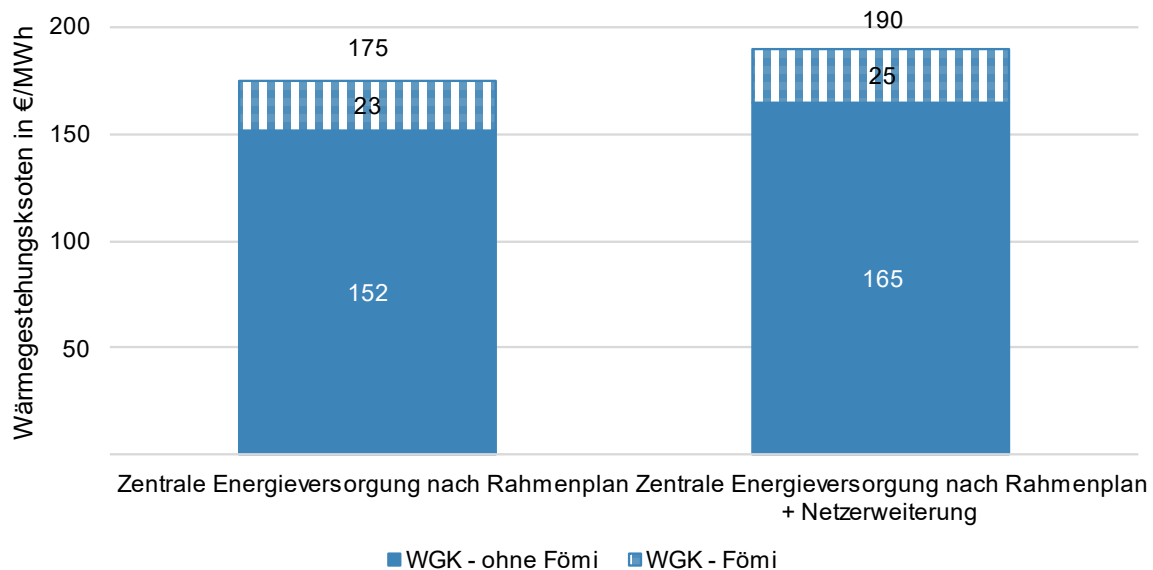


Abbildung 21: Wärmegestehungskosten in €/MWh - Erweiterung Richtung Zeestow

Die Wärmegestehungskosten steigen von 152 €/MWh (nach Fördermittelabzug) auf 165 €/MWh. Bezogen auf die Einzelversorgung liegt die Variante mit Netzerweiterung knapp unterhalb der Einzelversorgung mit 167 €/MWh.

7.5 Zwischenfazit Netzerweiterung

Die Netzerweiterung zur Anbindung von Zeestow führt aufgrund der hohen Entfernung zum Gewerbegebiet zu höheren Investitionskosten in der Leitungsführung, zusätzlich sind größere Erzeuger notwendig. Diese Investitionen übersteigen derzeit den Zugewinn im Wärmeabsatz. Um das Gebiet wirtschaftlicher betreiben zu können, wird empfohlen, zusätzliche absatzstarke Kunden im Bereich Zeestow an das Netz anzuschließen. Dies würde den Wärmeabsatz erhöhen und die Fixkosten der Netzerweiterung effizienter verteilen, wodurch die Investition langfristig besser amortisiert werden könnte. Dabei ist sicherzustellen, dass das Vorhaben nicht in Konkurrenz zu den geplanten kommunalen Wärmenetzen steht. Hierfür sind zusätzliche Abstimmungen mit den verantwortlichen Stellen erforderlich, um eine abgestimmte und nachhaltige Entwicklung der Wärmeversorgung sicherzustellen.

8. Fazit und Zeitplan

Das Gewerbegebiet Wustermark W5 bietet grundsätzlich eine vielversprechende Ausgangslage für die Realisierung eines Wärmenetzes. Die Studie identifiziert ein signifikantes Potenzial für die Nutzung von Abwärme aus dem angrenzenden Rechenzentrum der VIRTUS Data Centers. Die verfügbare Abwärmemenge beträgt etwa 168 GWh/a und steht ab dem Jahr 2026 zur Verfügung. Diese Abwärme kann zur Deckung des gesamten Wärmebedarfs im Gewerbegebiet verwendet werden und zu erheblichen CO₂-Einsparungen führen.

Unter der Voraussetzung einer vollständigen Versorgung durch die Abwärme des Rechenzentrums mittels einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe ergibt sich eine jährliche CO₂-Emission von ca. 912 Tonnen. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass diese bis zum Jahr 2050 einer Abnahme unterliegen und nahezu auf null absinken werden. Dies ist auf die Transformation der Stromerzeugung in Deutschland zurückzuführen.

Die durchgeführte wirtschaftliche Analyse ergibt Wärmegestehungskosten für die zentrale Energieversorgung in Höhe von 175 €/MWh. Hiervon können Fördermittelanteile in einer Größenordnung von ca. 23 €/MWh erwartet werden. Folglich ergeben sich WGK in Höhe von 152 €/MWh. Im Anschluss wurde die Einzelversorgung anhand der Halle 01 analysiert. Infolgedessen ergeben sich Wärmegestehungskosten von ca. 167 €/MWh.

Bei einer Gegenüberstellung der beiden Systeme zeigt sich, dass lediglich die WGK nach Abzug der Fördermittel (152 €/MWh) der zentralen Variante unterhalb der Einzelversorgung (167 €/MWh) liegen. Die Förderhöhe, die der Machbarkeitsstudie zugrunde liegt, beträgt 35 %. Um mit der Einzelversorgung konkurrieren zu können, ist es erforderlich, die Förderung der BAFA "Bundesförderung für effiziente Wärmenetze" zu nutzen. Mit der Netzerweiterung nach Zeestow verringert sich die Differenz zwischen Einzelversorgung (167 €/MWh) und Wärmenetz (165 €/MWh).

Tab. 2 Ablaufplan Projektrealisierung

Pos.	Q1/25	Q2/25	Q3/25	Q4/25	Q1/26	Q2/26	Q3/26	Q4/26	Q1/27
Planung									
LP 3 - Wärmeversorgung		■	■						
LP 4 - Wärmeversorgung			■						
LP 5 - Wärmeversorgung			■	■					
LP 6 - Wärmeversorgung				■	■				
LP 7 - Wärmeversorgung					■				
Antragstellung									
BAFA BEW	■								
Auftragsvergabe									
LP 5-7 - Planung	■								
LP 8 - Bauleitung			■						
Energiezentrale						■			
Wärmenetz						■			
Bau									
Energiezentrale							■	■	■
Wärmenetz							■	■	■

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Beispielhafte Darstellung einer dezentralen Versorgung (Erdsonden und S/W-WP)	18
Abb. 2	Beispielhafte Darstellung einer zentralen Versorgung (Erdsonden, Wärmenetz und HAST)	18
Abb.3	Energiebilanz: Deckungsgrad der Wärmebereitstellung nach Erzeuger der Zielvariante	33
Abb.4	CO ₂ -Bilanz: freigesetzte Emissionen nach Erzeuger verschiedener Wärmeversorgungsszenarien nach Zielvariante.....	34
Abb.5	Investitionskosten verschiedener Wärmeversorgungsszenarien nach Zielvariante	35
Abb.6	jährliche Kosten (Annuität) verschiedener Wärmeversorgungsszenarien nach Zielvariante.....	36
Abb.7	Wärmegestehungskosten verschiedener Wärmeversorgungsszenarien nach Zielvariante.....	36

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Übersicht der CO ₂ -Emissionsfaktoren nach Energieträger	34
Tab. 2	Ablaufplan Projektrealisierung.....	47

Anhang

Rahmenplan vom 24.07.2024