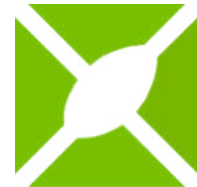




Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Windberg



Im Auftrag der Kommune Windberg

Anhang: Fokusgebiete

Nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes vom 01.01.2024

Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Windberg

Auftraggeber: Gemeinde Windberg
Sollacher Str. 4
94336 Hunderdorf

Ansprechpartner: Markus Wolf, Klimaschutzmanager

Auftragnehmer: LUXGREEN Climadesign GmbH
Kumpfmühler Straße 3
93047 Regensburg

Verfasser: LUXGREEN Climadesign GmbH
Matthias Trauner
Luisa Kupillas
Lovis Toutouly
Stefan Riepl



Bearbeitungszeitraum: 01.04.2025 – 30.11.2025

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Wirtschaft, Umwelt, Klimaschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) gefördert. Die Förderung erfolgte über die Kommunalrichtlinie, die speziell die Erstellung kommunaler Wärmepläne unterstützt.

Förderkennzeichen: 67K27701

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Dokument auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet; sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Redaktionsschluss: November 2025

Regensburg, der 30.11.2025

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung	1
1.1 Allgemeines	1
2 Versorgungsvarianten	3
2.1 Fokusgebiet 1: Wärmenetz Erweiterung mit Biomasse	5
2.1.1 Gebäude	6
2.1.2 Wärmenetz	8
2.1.3 Energiezentrale	12
2.2 Fokusgebiet 2: Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe	15
2.2.1 Gebäude	16
2.2.2 Wärmenetz	18
2.2.3 Energiezentrale	22
3 Variantenvergleich	25
4 Fördermöglichkeiten	25
4.1 Förderung großer (Nah)Wärmenetze	25
4.1.1 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	26
4.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	27
4.2.2 BioWärme Bayern -Förderung Biomasseheizwerk und des dazugehörigen Wärmenetzes	28
4.2.3 LfA Energiekredit Wärme	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fokusgebiet 1: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweiterung mit Biomasse	6
Tabelle 2: Fokusgebiet 1: Wärmebedarfe der Gebäude	7
Tabelle 3: Fokusgebiet 1: Strombedarfe der Gebäude	7
Tabelle 4: Fokusgebiet 1: Installierte Gebäudeenergiesysteme.....	8
Tabelle 5: Fokusgebiet 1: Wärmebilanz des Wärmenetzes	8
Tabelle 6: Fokusgebiet 1: Kältebilanz des Wärmenetzes	9
Tabelle 7: Fokusgebiet 1: Strombilanz des Wärmenetzes	9
Tabelle 8: Fokusgebiet 1: Eigenschaften des Wärmenetzes	10
Tabelle 9: Fokusgebiet 1: Pumparbeit und Druck	12
Tabelle 10: Fokusgebiet 1: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale	13
Tabelle 11: Fokusgebiet 1: Kessel 1.....	13
Tabelle 12: Fokusgebiet 1: Photovoltaik.....	13
Tabelle 13: Fokusgebiet 1: Wärmespeicher	13
Tabelle 14: Fokusgebiet 1: Energiebezug	13
Tabelle 15: Fokusgebiet 1: Emissionen	14
Tabelle 16: Fokusgebiet 2: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe	16
Tabelle 17: Fokusgebiet 2: Wärmebedarfe der Gebäude	17
Tabelle 18: Fokusgebiet 2: Strombedarfe der Gebäude	17
Tabelle 19: Fokusgebiet 2: Installierte Gebäudeenergiesysteme	18
Tabelle 20: Fokusgebiet 2: Wärmebilanz des Wärmenetzes	18
Tabelle 21: Fokusgebiet 2: Kältebilanz des Wärmenetzes	19
Tabelle 22: Fokusgebiet 2: Strombilanz des Wärmenetzes	19
Tabelle 23: Fokusgebiet 2: Eigenschaften des Wärmenetzes.....	20
Tabelle 24: Fokusgebiet 2: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale	22
Tabelle 25: Fokusgebiet 2: Photovoltaik.....	22
Tabelle 26: Fokusgebiet 2: Luftwärmepumpe.....	23
Tabelle 27: Fokusgebiet 2: Wärmespeicher	23
Tabelle 28: Fokusgebiet 2: Energiebezug	23
Tabelle 29: Fokusgebiet 2: Energieeinspeisung.....	23
Tabelle 30: Fokusgebiet 2: Stromerzeugung und -bezug	23
Tabelle 31: Fokusgebiet 2: Wärmeerzeugung und -bezug	24
Tabelle 32: Fokusgebiet 2: Emissionen	24
Tabelle 33: Optimierung der Energiezentrale	25

Tabelle 34: Emissionen und Primärenergie.....	25
---	----

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wärmegestehungskosten und spezifischen CO ₂ -Emissionen	2
Abbildung 2: Fokusgebiet 1: Satellitenbild	5
Abbildung 3: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude	10
Abbildung 4: Fokusgebiet 1: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz.....	11
Abbildung 5: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude	11
Abbildung 6: Fokusgebiet 1: Gleichzeitigkeitsfaktor.....	12
Abbildung 7: Fokusgebiet 2: Satellitenbild	15
Abbildung 8: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude	20
Abbildung 9: Fokusgebiet 2: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz.....	21
Abbildung 10: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude	21
Abbildung 11: Fokusgebiet 2: Gleichzeitigkeitsfaktor	22

1 Zusammenfassung

1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Analyse für die Kommune Windberg zusammen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines nachhaltigen und effizienten Energieversorgungskonzepts unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen des Wärmenetzes. Das Projektgebiet umfasst insgesamt 75 Gebäude, darunter 75 Wohngebäude und 0 Nichtwohngebäude, die gemeinsam einen Gesamtwärmebedarf von 3.339 MWh und einen Gesamtkältebedarf von 0 MWh aufweisen. Die Wärmeversorgung erfolgt durch ein Wärmenetz.

Die Anlagen des Energiesystems werden so konzipiert, dass maximale technische und wirtschaftliche Effizienz sowie höchste Versorgungssicherheit erzielt werden. Im Rahmen der Auswertung werden insgesamt 2 verschiedene Szenarien untersucht. Die Ergebnisse der Szenarien werden hinsichtlich ihrer technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen analysiert und miteinander verglichen. Besonderer Fokus des Projekts liegt auf der Optimierung ökologischer und ökonomischer Zielgrößen. Durch die Integration moderner Erzeugungs- und Speichertechnik und den Einsatz erneuerbarer Energiequellen sollen möglichst geringe CO₂-Emissionen erzielt werden. Dieser Bericht liefert eine Übersicht der untersuchten Szenarien, deren technische und wirtschaftliche Umsetzung sowie deren potenzielle Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung. Der Bericht ist wie folgt gegliedert: Die Auslegungs- und Simulationsergebnisse sowie die Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit sind in Kapitel 1 für jede Variante einzeln dargestellt. In Kapitel 2 werden die unterschiedlichen Versorgungsvarianten technisch miteinander verglichen. Eine detaillierte Auflistung aller Eingangsparameter für die Berechnung sowie ergänzende Informationen zu Fördermöglichkeiten finden sich zum Schluss. Kapitel 3 bietet eine detaillierte Gegenüberstellung der einzelnen Szenarien und beleuchtet sowohl Aspekte, um die Entscheidung für ein spezifisches Versorgungskonzept zu fundieren. In Kapitel 4 sind alle Möglichkeiten der Förderungen aufgelistet.

1.2 Variantenvergleich

Eine der zentralen Bewertungsgrößen ist die Wirtschaftlichkeit, die sich anhand der Wärmegestehungskosten bemisst. Zur Bewertung der ökologischen Auswirkungen werden die spezifischen CO₂-Emissionen herangezogen. Diese beschreiben, wie viele Emissionen zur Deckung einer Kilowattstunde Wärme anfallen. In Abbildung 1 visualisiert die Ergebnisse der Szenarioanalyse, wobei die spezifischen CO₂-Emissionen (g/kWh) den Wärmegestehungskosten (€/kWh) gegenübergestellt werden. Jedes Szenario wird durch einen Punkt auf dem Diagramm repräsentiert, der die jeweilige Kombination aus ökologischen und wirtschaftlichen Ergebnissen darstellt. Die Position der Punkte verdeutlicht den Zielkonflikt zwischen niedrigen Wärmegestehungskosten und geringen CO₂-Emissionen. Szenarien mit höheren Kosten können durch geringere Emissionen überzeugen, während kostengünstigere Varianten oft mit einem höheren ökologischen Fußabdruck einhergehen. Die Streuung der Punkte zeigt zudem die Bandbreite der möglichen Lösungsansätze. Ein besonderes Augenmerk gilt Szenarien, die sich im Bereich niedriger Kosten und niedriger Emissionen befinden, da diese potenziell eine optimale Balance zwischen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit bieten. Solche Szenarien könnten beispielsweise auf eine Kombination aus erneuerbaren Energiequellen, effizienter Speichertechnologie und modernem Versorgungsdesign setzen.

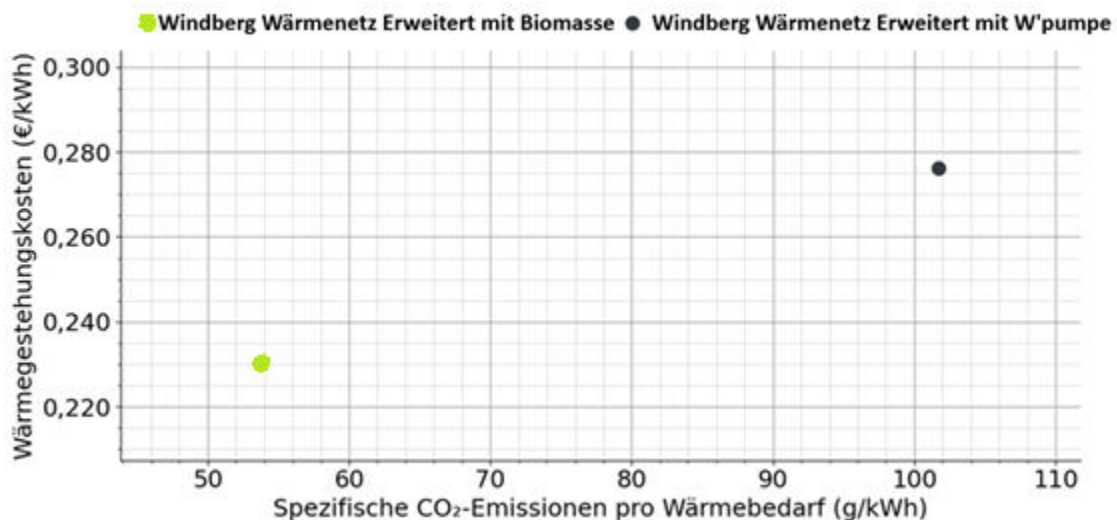


Abbildung 1: Wärmegestehungskosten und spezifischen CO₂-Emissionen

2 Versorgungsvarianten

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der untersuchten Versorgungsvarianten für das Wärmenetz im Detail dargestellt. Ergebnisse, die für alle Varianten identisch sind, werden zunächst für alle Varianten zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse, die sich zwischen den Varianten unterscheiden, werden in separaten Abschnitten für jede Versorgungsvariante beschrieben. Für jede Versorgungsvariante werden so die Ergebnisse der Energiebedarfsermittlung, der Netzauslegung und der Auslegung der Energiezentrale dargelegt.

Als mögliche Formen von Energiebedarfen sind grundsätzlich Wärme-, Kälte- und Strombedarfe relevant. Der ermittelte Nutzenergiebedarf beschreibt die tatsächlich benötigte Energie, die direkt den Nutzern der Gebäude des Wärmenetzes zur Verfügung gestellt wird, wie z. B. Raumwärmebedarf an den Heizkörpern oder Trinkwarmwasserbedarf an den Zapfstellen. Im Gegensatz zum Endenergiebedarf beinhaltet der Nutzenergiebedarf auch Verluste in der Energieumwandlung und -verteilung (z. B. in den Gebäuden).

Die Energiebedarfe Wärmenetzes werden für die Auslegung der Anlagen und die Simulation des Energiesystems zeitlich aufgelöst betrachtet. Diese hochauflösende Form der Betrachtung hat gegenüber der Betrachtung von Jahreswerten den Vorteil, dass die zeitliche Abhängigkeit des Dargebots von erneuerbaren Energien einerseits und des ebenfalls zeitlich schwankenden Energiebedarfs auf der anderen Seite berücksichtigt wird. Eine zeitliche Auflösung von einer Stunde (8760 Werte pro Jahr) ist in der Regel ausreichend, um die wesentlichen zeitlichen Abhängigkeiten zu erfassen. Wärmebedarfe auf Wärmenetzesebene können Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfe umfassen. Zu den Kältebedarfen gehören vorwiegend Bedarfe für die Raumklimatisierung und möglicherweise auftretende Prozesskältebedarfe (z. B. für Kühlräume oder IT-Infrastruktur). Neben den thermischen Bedarfen können auch Strombedarfe betrachtet werden: Dies kann zum einen ein anfallender Strombedarf für den Betrieb der Anlagentechnik in den einzelnen Gebäuden (z. B. für Wasser-Wasser- oder Luft-Wasser-Wärmepumpen) sein (nachfolgend als Betriebsstrom bezeichnet). Zum anderen können Endenergiebedarfe für Nutzerstrom (Beleuchtung, Haushaltsgeräte, etc.) oder Elektromobilität (Strom für den Betrieb von Ladesäulen für E-Autos) anfallen. Die saisonalen Verläufe für Raumwärme und Klimatisierung werden basierend auf dem Gradtagsverfahren erzeugt. Zur Berechnung des stündlich aufgelösten Lastprofils werden diese anschließend mit Standardlastprofilen für die unterschiedlichen Tagestypen

(Wochentag, Samstag und Sonntag) überlagert, um die typischen verhaltensabhängigen Verbrauchsmuster in Gebäuden zu approximieren.

Im weiteren Verlauf des Kapitels werden die relevanten Energieströme im Wärmenetz dargestellt (z. B. Wärmeverluste) und ein Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Netzauslegung und -simulation gegeben (z. B. Wärmeliniendichte oder Pumpstrombedarf). Für jede Versorgungsvariante werden außerdem die Ergebnisse der Energiezentralen-Auslegung dargestellt. Abschließend werden die ökologischen Kennzahlen der Versorgungsvarianten ausgewertet. Dazu gehören die resultierenden CO₂-Emissionen für die Deckung des Wärme- bzw. Kälte-, sowie Strombedarf des Wärmenetzes.

2.1 Fokusgebiet 1: Wärmenetz Erweiterung mit Biomasse

Beschreibung des Versorgungskonzepts

In diesem Fokusgebiet wird das bestehende Nahwärmenetz vergrößert. Es werden primär private Hausanschlüsse ans Nahwärmenetz angeschlossen. Die Auswahl der privaten Hausanschlüsse erfolgte per Zufallsprinzip. Die Anschlussquote im ausgewiesenen Gebiet beträgt etwa 40%. Hervorzuheben ist die „ländliche“ Prägung des Ortskerns. Insgesamt begünstigt die kompakte Siedlungsstruktur eine effiziente und verlustarme Wärmeversorgung.

Die Heizzentrale befindet sich südlich des Ortskerns in der Klostersgasse. Versorgt wird das Gebiet ausschließlich durch einen Biomassekessel mit einem kleinen Wärmespeicher. Der bestehende Hauptnetzarm entlang des Dorfplatzes teilt sich nun auf: ein Netzarm versorgt wie bisher das Wohngebiet, der neue Netzarm verläuft entlang der Hauptstraße bindet zusätzliche Gebäude entlang der Hunderdorfer Str. und der des Straßenzuges „Am Anger“ ein. Zusätzlich wird das Bestandswärmenetz entlang von Riedfeld sowie in die Bergstr. um weitere Gebäude erweitert.



Abbildung 2: Fokusgebiet 1: Satellitenbild

Nachfolgend werden die wesentlichen Eigenschaften und Berechnungsergebnisse für die Versorgungsvariante Wärmenetz Erweiterung mit Biomasse dargestellt. Die Versorgungsvariante umfasst 75 Gebäude, wovon 75 Wohngebäude und 0 Nichtwohngebäude sind. 75 Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen, welches mit Vorlauftemperaturen von 65 - 75 °C (gleitend) und Rücklauftemperaturen von 50 - 55 °C (gleitend) betrieben wird. Basierend auf den Netztemperaturen kann das Wärmenetz als 'Klassisches Wärmenetz' klassifiziert werden. Die in der Energiezentrale vorgesehenen Anlagen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Steckbrief zur Versorgungsvariante

Tabelle 1: Fokusgebiet 1: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweiterung mit Biomasse

Wärmenetz	ja
Gebäude	75 Wohngebäude, 0 Nichtwohngebäude
Angeschlossene Gebäude	75
Installierte Wärmepumpen in Gebäuden	45
Wärmenetztyp	Klassisches Wärmenetz 65 - 75 °C (gleitend) / 50 - 55 °C (gleitend)
Technologien in Energiezentrale	Kessel 1, Photovoltaik, Wärmespeicher

2.1.1 Gebäude

Das untersuchte Versorgungsgebiet umfasst 75 Gebäude. Davon sind 75 Wohngebäude mit insgesamt 135 Wohneinheiten. Der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude beträgt 3.339 MWh, wovon 1.596 MWh auf Raumwärmebedarf (47,8 %) und 1.743 MWh auf Trinkwarmwasserbedarf entfallen (52 %). Die gesamte Nutzfläche aller versorgten Gebäude beträgt 73.828 m². Die Vorlauftemperaturen für die Raumwärmebereitstellung (Heizung) liegen bei 35 - 80 °C. Für Trinkwarmwasser werden Vorlauftemperaturen von 60 °C angenommen.

In Tabelle 2 sind die jährlichen Wärmebedarfe der Gebäude mit den zugehörigen Maximalleistungen dargestellt. Der Wärmebedarf für Raumwärme beträgt 1.596 MWh bei einer maximalen Leistung von 1.022 kW. Der Trinkwarmwasserbedarf beläuft sich auf 1.743 MWh mit einer Maximalleistung von 487 kW. Insgesamt ergibt aus der Summe der Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfe aller Gebäude des Wärmenetzes ein

Gesamtwärmebedarf von 3.339 MWh mit einer Maximalleistung von 1.392 kW. Durch den Einsatz von Booster-Wärmepumpen (die das Wärmenetz als Wärmequelle nutzen) wird ein Teil des Wärmebedarfs durch den Wärmepumpenstrom gedeckt. Der Stromeinsatz für diese dezentralen Booster-Wärmepumpen beträgt 35 MWh. Um diesen Betrag verringert sich folglich die Wärmemenge, die von den Gebäuden aus dem Wärmenetz bezogen werden muss. Die Gebäude beziehen aus dem Wärmenetz insgesamt 3.304 MWh Wärme, wobei eine jährliche Spitzenleistung von 1.383 kW auftritt. Eine Übersicht über die Anlagen, die in den Gebäuden installiert werden, findet sich in einer nachfolgenden Tabelle zu den installierten Gebäudeenergiesystemen.

Tabelle 2: Fokusgebiet 1: Wärmebedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Raumwärme	1.596 MWh	1.022 kW
Trinkwarmwasser	1.743 MWh	
Gesamt	3.339 MWh	
Stromeinsatz für Booster-Wärmepumpen	- 35 MWh	
Wärmebezug aller Gebäude	3.304 MWh	1.383 kW
Wärmeverluste	399 MWh	62 kW
Wärmeeinspeisung an Energiezentrale	3.703 MWh	994 kW

Die elektrischen Bedarfe der Gebäude sind in Tabelle 3 dargestellt. Der jährliche Betriebsstrombedarf für alle Gebäude beträgt 35 MWh. Unter Betriebsstrom wird der Strom verstanden, der für Wärme- und Kälteerzeuger in den Gebäuden aufgewendet werden muss. Hierunter fällt zum Beispiel der Stromeinsatz für dezentrale Wärmepumpen oder Durchlauferhitzer in den Gebäuden. Eine detaillierte Aufstellung der Betriebsstrombedarfe der jeweiligen Technologien auf Gebäudeebene findet sich in der Tabelle zu den installierten Gebäudeenergiesystemen. Aus der Summe der Bedarfe für Nutzerstrom, Elektromobilität und Betriebsstrom ergibt sich die insgesamt von den Gebäuden bezogene Strommenge. Diese beläuft sich auf 35 MWh pro Jahr.

Tabelle 3: Fokusgebiet 1: Strombedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Nutzerstrom	0 MWh	0 kW
Elektromobilität	0 MWh	0 kW

Gesamt	0 MWh	0 kW
Betriebsstrom aller Gebäude	+ 35 MWh	
Strombezug aller Gebäude	35 MWh	

Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über die in den Gebäuden installierten Anlagen. Für den Bezug von Wärme aus dem Wärmenetz sind 75 Wärmenetzanschlüsse mit einer Gesamtkapazität von 1.894 kW_{th} vorgesehen, über die insgesamt 3.304 MWh Wärme aus dem Wärmenetz in die Gebäude transportiert wird. In den Gebäuden sind 45 Booster-Wärmepumpen mit einer Kapazität von 646 kW_{th} installiert. Diese stellen für die Gebäude 266 MWh Wärme bereit. Basierend auf dem Strombedarf für die Booster-Wärmepumpen in Höhe von 35 MWh ergibt sich eine mittlere Jahresarbeitszahl von 7,6 %.

Tabelle 4: Fokusgebiet 1: Installierte Gebäudeenergiesysteme

	Anzahl	Installierte Leistung	Nutzenergie	Strombedarf	Brennstoffbedarf	JAZ
Wärmeübergabestation	75	1.894 kW _{th}	3.304 MWh	---	---	---
Booster-Wärmepumpe	45	646 kW _{th}	266 MWh	35 MWh	---	7,6 %
Speicher (TWW)	75	23.800 l	---	---	---	---

2.1.2 Wärmenetz

Die Wärmebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 5 dargestellt. In der ersten Zeile der Tabelle ist der Wärmebezug der Gebäude aus dem Wärmenetz dargestellt (3.304 MWh, Maximalleistung: 1.383 kW). Der Wärmebezug der Gebäude ist Ausgangspunkt für die Berechnung der Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale (letzte Zeile). Wärmeverluste vom Netz an den Erdboden erhöhen die notwendige Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale. Die Wärmeverluste des Wärmenetzes betragen 399 MWh und die über das Jahr maximal auftretende Verlustleistung beträgt 62 kW. Die sich ergebende jährliche Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale beträgt somit 3.703 MWh mit einer Maximalleistung von 994 kW.

Tabelle 5: Fokusgebiet 1: Wärmebilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Wärmebezug aller Gebäude	3.304 MWh	1.383 kW
Wärmeverluste	+ 399 MWh	62 kW
Wärmeeinspeisung an Energiezentrale	3.703 MWh	994 kW

Die Kältebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Fokusgebiet 1: Kältebilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Abwärmeeinspeisung ins Wärmenetz	0 MWh	0 kW

Wie in Tabelle 7 dargestellt setzt sich der Gesamtstrombedarf des Wärmenetzes aus dem Strombedarf der Gebäude und dem Strombedarf für die Umwälzpumpen des Wärmenetzes zusammen. Der Stromeinsatz für die Umwälzpumpen beträgt 13,8 MWh mit einer maximal auftretenden Leistung von 5,9 kW. Der gesamte Strombedarf des Wärmenetzenergiesystems ergibt sich zu 48,8 MWh.

Tabelle 7: Fokusgebiet 1: Strombilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Strombezug aller Gebäude	35 MWh	
Pumparbeit	+ 13,8 MWh	5,9 kW
Strombedarf Wärmenetz	48,8 MWh	

Wesentliche Kennzahlen für das Wärmenetz sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Trassenlänge des Wärmenetzes beträgt 3 km, wovon 2,2 km auf Verteilleitungen und 0,8 km auf Hausanschlüsse entfallen. Der kleinste Rohrdurchmesser beträgt DN25 und der größte DN125. Die Vorlauftemperatur im Wärmenetz wird zu 65 - 75 °C (gleitend) und die Rücklauftemperatur zu 50 - 55 °C (gleitend) angenommen. Die detaillierten Annahmen für die Temperaturgleitung können dem Anhang entnommen werden. Das Wärmeträgerfluid im Netz trägt zur thermischen Trägheit des Gesamtsystems bei, welches proportional zum Wasservolumen ansteigt. Aus den Netzlängen und Rohrdurchmessern ergibt sich das Wasservolumen des Wärmenetzes zu insgesamt 14,2 m³ (Summe aus Vor- und Rücklauf), was einer Wassermasse von 13,9 t entspricht. Zur wirtschaftlichen Beurteilung, ob ein Wärmenetz wirtschaftlich sinnvoll ist, kann für eine erste Abschätzung die Wärmelinien-dichte herangezogen werden. Die Wärmelinien-dichte ergibt sich als Quotient des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude (3.339 MWh) und der Trassenlänge des Wärmenetzes (3 km). Für klassische Nahwärmenetze deuten Wärmelinien-dichten oberhalb von 1,5 MWh/m darauf hin, dass die Errichtung eines Wärmenetzes wirtschaftlich sinnvoll sein

kann. Für kalte Nahwärmenetze gelten geringere Richtwerte. Für das betrachtete Gebiet ergibt sich eine Wärmeliniendichte von 1,1 MWh/m.

Tabelle 8: Fokusgebiet 1: Eigenschaften des Wärmenetzes

Netzeigenschaften	
Trassenlänge	3 km
davon Verteilleitungen	2,2 km
davon Hausanschlüsse	0,8 km
Vorlauftemperatur	65 - 75 °C (gleitend)
Rücklauftemperatur	50 - 55 °C (gleitend)
Wassermasse	13,9 t
Wasservolumen	14,2 m ³
Wärmeliniendichte	1,1 MWh/m
Wärmenetzfläche	16,5 ha
Wärmedichte	203 MWh/ha

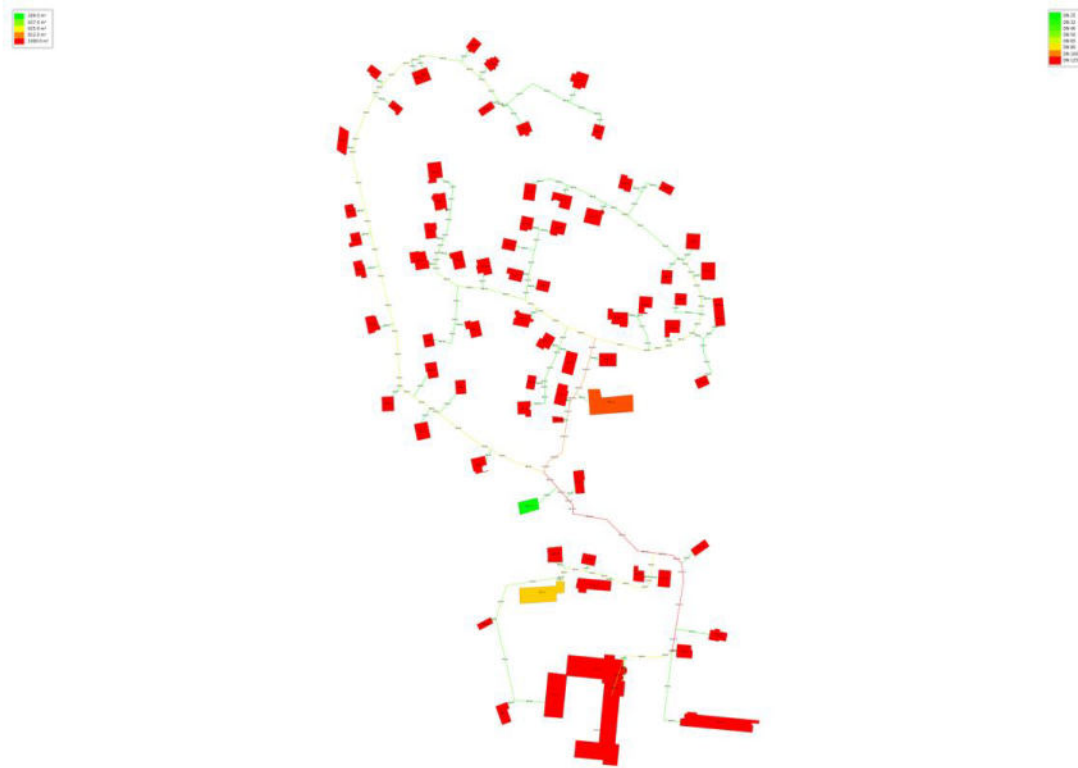


Abbildung 3: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude

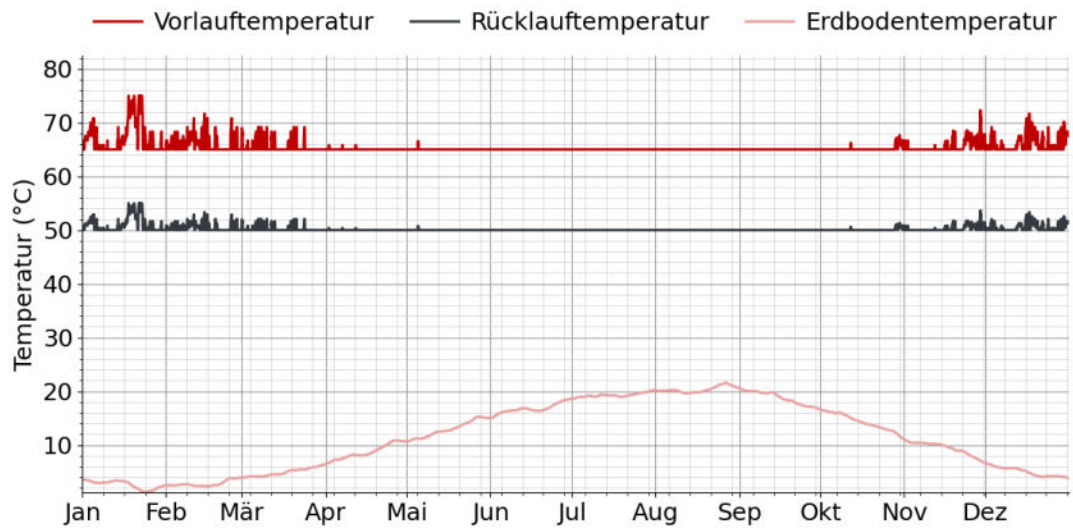


Abbildung 4: Fokusgebiet 1: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz

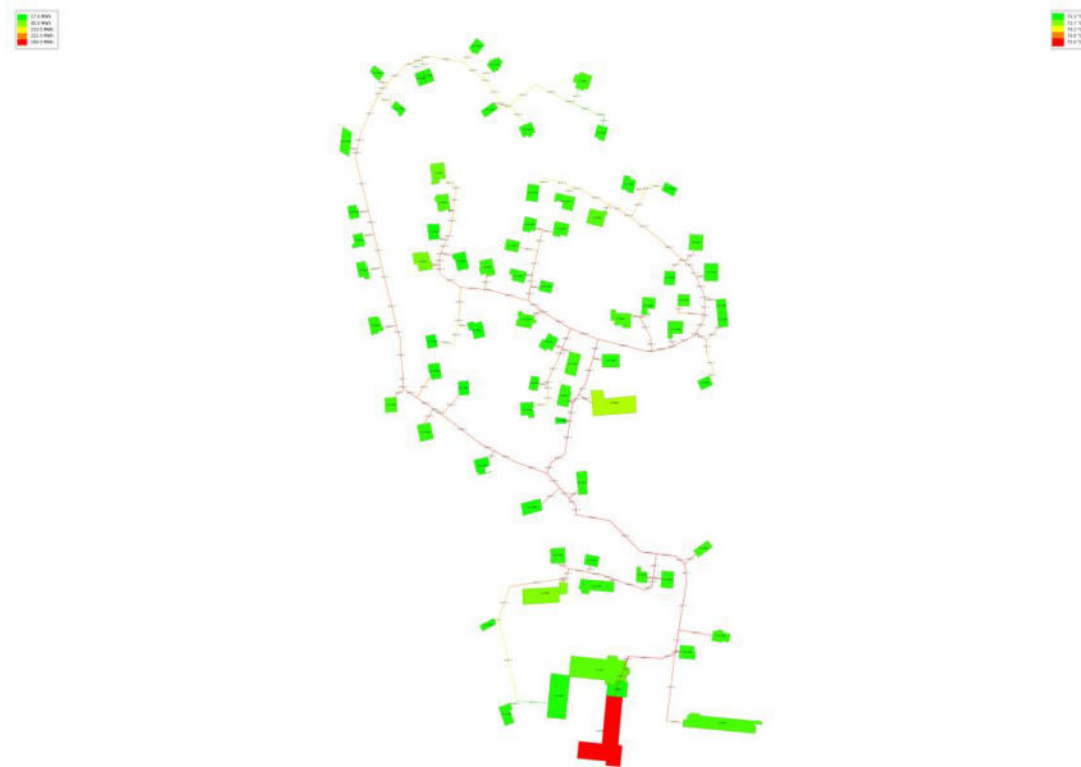


Abbildung 5: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude

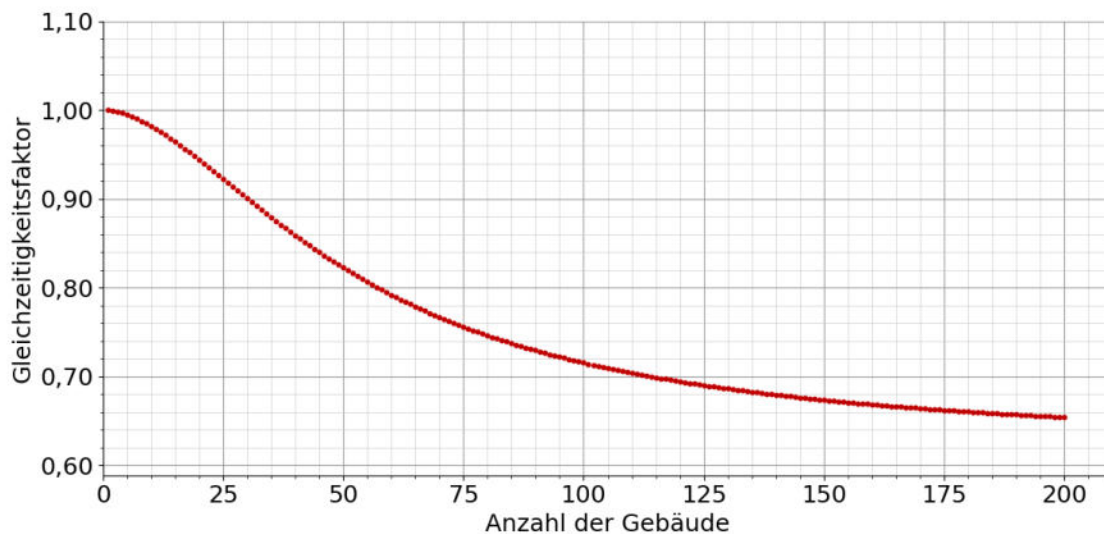


Abbildung 6: Fokusgebiet 1: Gleichzeitigkeitsfaktor

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Hydraulikberechnung abgebildet. Der mittlere Druckgradient im Netz beträgt 120 Pa/m. Der Druckverlust am Netzschlechtpunkt liegt bei 3,2 bar. Die maximale Pumpleistung beträgt 4,3 kW. Die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe beträgt 5,8 kW. Der Strombedarf der Netzpumpe beläuft sich auf 13,8 MWh. Der relative Strombedarf der Netzpumpe beträgt 0,42 %. Die Druckstufe des Netzes ist auf PN16 ausgelegt.

Tabelle 9: Fokusgebiet 1: Pumparbeit und Druck

Pumparbeit und Druck	
Mittlerer Druckgradient	120 Pa/m
Druckverlust Netzschlechtpunkt	3,2 bar
Volumenstrom Netzpumpe	49,3 m ³ /h
Max. Pumpleistung	4,3 kW
El. Leistungsaufnahme der Pumpe	5,8 kW
Strombedarf Netzpumpe	13,8 MWh
Relativer Strombedarf Netzpumpe	0,42 %
Druckstufe	PN16

2.1.3 Energiezentrale

In Tabelle 10 ist die Auslegung der Anlagen der Energiezentrale dargestellt. Detaillierte Angaben bezüglich der Energieerzeugungsanlagen finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Biomasse-Kessel 1 verfügt über eine thermische Leistung von 935 kW_{th} und erreicht Volllaststunden in Höhe von 3.960 h. Die

Daten in Tabelle 11 zeigen, dass 4.114 MWh Brennstoff genutzt werden, um 3.702 MWh Wärme zu erzeugen. Die Modulleistung der PV-Anlage beträgt 315 kW_p. Wie in Tabelle 12 zu sehen ist, umfasst die Kollektorfläche 1.500 m², mit einer Stromerzeugung von 281 MWh. Der Wärmespeicher weist eine Speicherkapazität von 233 kWh auf. Detaillierte Informationen zum Wärmespeicher finden sich in Tabelle 13.

Tabelle 10: Fokusgebiet 1: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale

Technologie	Auslegung	Volllaststunden/Ladezyklen
Biomasse-Kessel 1	935 kW _{th}	3.960 h
Photovoltaik	315 kW _p	894 h
Wärmespeicher	10 m ³	2

Tabelle 11: Fokusgebiet 1: Kessel 1

Nennwärmeleistung	935 kW _{th}
Erzeugte Wärme	3.702 MWh
Brennstoffbedarf	4.114 MWh
Volllaststunden	3.960 h

Tabelle 12: Fokusgebiet 1: Photovoltaik

Installierte Leistung	315 kW _p
Kollektorfläche	1.500 m ²
Erzeugter Strom	281 MWh
Volllaststunden	894 h
Abgeregeltes Erzeugungspotential	0 MWh

Tabelle 13: Fokusgebiet 1: Wärmespeicher

Speicherkapazität	233 kWh
Eingespeicherte Energie	0,5 MWh
Ausgespeicherte Energie	0,5 MWh
Speichervolumen	10 m ³
Vollladezyklen	2

Tabelle 14: Fokusgebiet 1: Energiebezug

Jahressumme	Maximalleistung	Anteil
-------------	-----------------	--------

Strombezug aus Stromnetz (Energiezentrale)	8,5 MWh	6 kW	0,2 %
Erneuerbare Stromerzeugung	281 MWh	---	6,3 %
Biomasse	4.114 MWh	1.039 kW	92,7 %

Emissionen

Tabelle 15: Fokusgebiet 1: Emissionen

	Spez. Emissionen		Jahressumme		CO ₂ - Emissionen
Strombezug (Energiezentrale)	350 g/kWh	×	8,5 MWh	=	3 t
Stromeinspeisung	- 0 g/kWh	×	276 MWh	=	- 0 t
Bezug des Betriebsstroms aus Stromnetz	350 €/t g/kWh	×	35 MWh	=	12,2 €/t
Biomasse	40 g/kWh	×	4.114 MWh	=	165 t
Fernwärmebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
Fernkältebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
			Summe		180 t

2.2 Fokusgebiet 2: Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe

Beschreibung des Versorgungskonzepts

In diesem Fokusgebiet wird das bestehende Nahwärmenetz vergrößert. Es werden primär private Hausanschlüsse ans Nahwärmenetz angeschlossen. Die Auswahl der privaten Hausanschlüsse erfolgte per Zufallsprinzip. Die Anschlussquote im ausgewiesenen Gebiet beträgt etwa 40%. Hervorzuheben ist die „ländliche“ Prägung des Ortskerns. Insgesamt begünstigt die kompakte Siedlungsstruktur eine effiziente und verlustarme Wärmeversorgung.

Die Heizzentrale befindet sich südlich des Ortskerns in der Klostersgasse. Versorgt wird das Gebiet ausschließlich durch eine Wärmepumpe mit einem großen Wärmespeicher. Der bestehende Hauptnetzarm entlang des Dorfplatzes teilt sich nun auf: ein Netzarm versorgt wie bisher das Wohngebiet, der neue Netzarm verläuft entlang der Hauptstraße bindet zusätzliche Gebäude entlang der Hunderdorfer Str. und der des Straßenzuges „Am Anger“ ein. Zusätzlich wird das Bestandswärmenetz entlang von Riedfeld sowie in die Bergstr. um weitere Gebäude erweitert.



Abbildung 7: Fokusgebiet 2: Satellitenbild

Nachfolgend werden die wesentlichen Eigenschaften und Berechnungsergebnisse für die Versorgungsvariante Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe dargestellt. Die Versorgungsvariante umfasst 75 Gebäude, wovon 75 Wohngebäude und 0 Nichtwohngebäude sind. 75 Gebäude sind an ein Wärmenetz angeschlossen, welches mit Vorlauftemperaturen von 65 - 75 °C (gleitend) und Rücklauftemperaturen von 50 - 55 °C (gleitend) betrieben wird. Basierend auf den Netztemperaturen kann das Wärmenetz als 'Klassisches Wärmenetz' klassifiziert werden. Die in der Energiezentrale vorgesehenen Anlagen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Steckbrief zur Versorgungsvariante

Tabelle 16: Fokusgebiet 2: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe

Wärmenetz	ja
Gebäude	75 Wohngebäude, 0 Nichtwohngebäude
Angeschlossene Gebäude	75
Installierte Wärmepumpen in Gebäuden	45
Wärmenetztyp	Klassisches Wärmenetz 65 - 75 °C (gleitend) / 50 - 55 °C (gleitend)
Technologien in Energiezentrale	Photovoltaik, Luftwärmepumpe, Wärmespeicher

2.2.1 Gebäude

Das untersuchte Versorgungsgebiet umfasst 75 Gebäude. Davon sind 75 Wohngebäude mit insgesamt 135 Wohneinheiten. Der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude beträgt 3.339 MWh, wovon 1.596 MWh auf Raumwärmebedarf (47,8 %) und 1.743 MWh auf Trinkwarmwasserbedarf entfallen (52 %). Die gesamte Nutzfläche aller versorgten Gebäude beträgt 73.828 m². Die Vorlauftemperaturen für die Raumwärmebereitstellung (Heizung) liegen bei 35 - 80 °C. Für Trinkwarmwasser werden Vorlauftemperaturen von 60 °C angenommen.

In Tabelle 17 sind die jährlichen Wärmebedarfe der Gebäude mit den zugehörigen Maximalleistungen dargestellt. Der Wärmebedarf für Raumwärme beträgt 1.596 MWh bei einer maximalen Leistung von 1.022 kW. Der Trinkwarmwasserbedarf beläuft sich auf 1.743 MWh mit einer Maximalleistung von 487 kW. Insgesamt ergibt aus der Summe der Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfe aller Gebäude des Wärmenetzes ein

Gesamtwärmebedarf von 3.339 MWh mit einer Maximalleistung von 1.392 kW. Durch den Einsatz von Booster-Wärmepumpen (die das Wärmenetz als Wärmequelle nutzen) wird ein Teil des Wärmebedarfs durch den Wärmepumpenstrom gedeckt. Der Stromeinsatz für diese dezentralen Booster-Wärmepumpen beträgt 35 MWh. Um diesen Betrag verringert sich folglich die Wärmemenge, die von den Gebäuden aus dem Wärmenetz bezogen werden muss. Die Gebäude beziehen aus dem Wärmenetz insgesamt 3.304 MWh Wärme, wobei eine jährliche Spitzenleistung von 1.383 kW auftritt. Eine Übersicht über die Anlagen, die in den Gebäuden installiert werden, findet sich in einer nachfolgenden Tabelle zu den installierten Gebäudeenergiesystemen.

Tabelle 17: Fokusgebiet 2: Wärmebedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Raumwärme	1.596 MWh	1.022 kW
Trinkwarmwasser	1.743 MWh	
Gesamt	3.339 MWh	
Stromeinsatz für Booster-Wärmepumpen	- 35 MWh	
Wärmebezug aller Gebäude	3.304 MWh	1.383 kW
Wärmeverluste	409 MWh	64 kW
Wärmeeinspeisung an Energiezentrale	3.713 MWh	995 kW

Die elektrischen Bedarfe der Gebäude sind in Tabelle 18 dargestellt. Der jährliche Betriebsstrombedarf für alle Gebäude beträgt 35 MWh. Unter Betriebsstrom wird der Strom verstanden, der für Wärme- und Kälteerzeuger in den Gebäuden aufgewendet werden muss. Hierunter fällt zum Beispiel der Stromeinsatz für dezentrale Wärmepumpen oder Durchlauferhitzer in den Gebäuden. Eine detaillierte Aufstellung der Betriebsstrombedarfe der jeweiligen Technologien auf Gebäudeebene findet sich in der Tabelle zu den installierten Gebäudeenergiesystemen. Aus der Summe der Bedarfe für Nutzerstrom, Elektromobilität und Betriebsstrom ergibt sich die insgesamt von den Gebäuden bezogene Strommenge. Diese beläuft sich auf 35 MWh pro Jahr.

Tabelle 18: Fokusgebiet 2: Strombedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Nutzerstrom	0 MWh	0 kW
Elektromobilität	0 MWh	0 kW
Gesamt	0 MWh	0 kW
Betriebsstrom aller Gebäude	+ 35 MWh	

Strombezug aller Gebäude	35 MWh
---------------------------------	---------------

Die Tabelle 19 gibt einen Überblick über die in den Gebäuden installierten Anlagen. Für den Bezug von Wärme aus dem Wärmenetz sind 75 Wärmenetzanschlüsse mit einer Gesamtkapazität von 1.894 kW_{th} vorgesehen, über die insgesamt 3.304 MWh Wärme aus dem Wärmenetz in die Gebäude transportiert wird. In den Gebäuden sind 45 Booster-Wärmepumpen mit einer Kapazität von 646 kW_{th} installiert. Diese stellen für die Gebäude 266 MWh Wärme bereit. Basierend auf dem Strombedarf für die Booster-Wärmepumpen in Höhe von 35 MWh ergibt sich eine mittlere Jahresarbeitszahl von 7,6 %.

Tabelle 19: Fokusgebiet 2: Installierte Gebäudeenergiesysteme

	Anzahl	Installierte Leistung	Nutzenergie	Strombedarf	Brennstoffbedarf	JAZ
Wärmeübergabestation	75	1.894 kW _{th}	3.304 MWh	---	---	---
Booster-Wärmepumpe	45	646 kW _{th}	266 MWh	35 MWh	---	7,6 %
Speicher (TWW)	75	23.800 l	---	---	---	---

2.2.2 Wärmenetz

Die Wärmebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 20 dargestellt. In der ersten Zeile der Tabelle ist der Wärmebezug der Gebäude aus dem Wärmenetz dargestellt (3.304 MWh, Maximalleistung: 1.383 kW). Der Wärmebezug der Gebäude ist Ausgangspunkt für die Berechnung der Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale (letzte Zeile). Wärmeverluste vom Netz an den Erdboden erhöhen die notwendige Wärmeerzeugung an der Energiezentrale. Die Wärmeverluste des Wärmenetzes betragen 409 MWh und die über das Jahr maximal auftretende Verlustleistung beträgt 64 kW. Die sich ergebende jährliche Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale beträgt somit 3.713 MWh mit einer Maximalleistung von 995 kW.

Tabelle 20: Fokusgebiet 2: Wärmebilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Wärmebezug aller Gebäude	3.304 MWh	1.383 kW
Wärmeverluste	+ 409 MWh	64 kW

Wärmeeinspeisung an Energiezentrale	3.713 MWh	995 kW
--	------------------	---------------

Die Kältebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 21: Fokusgebiet 2: Kältebilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Abwärmeeinspeisung ins Wärmenetz	0 MWh	0 kW

Wie in Tabelle 22 dargestellt setzt sich der Gesamtstrombedarf des Wärmenetzes aus dem Strombedarf der Gebäude und dem Strombedarf für die Umwälzpumpen des Wärmenetzes zusammen. Der Stromeinsatz für die Umwälzpumpen beträgt 13,8 MWh mit einer maximal auftretenden Leistung von 5,9 kW. Der gesamte Strombedarf des Wärmenetzenergiesystems ergibt sich zu 48,8 MWh.

Tabelle 22: Fokusgebiet 2: Strombilanz des Wärmenetzes

	Jahresenergie	Maximalleistung
Strombezug aller Gebäude	35 MWh	
Pumparbeit	+ 13,8 MWh	5,9 kW
Strombedarf Wärmenetz	48,8 MWh	

Wesentliche Kennzahlen für das Wärmenetz sind in Tabelle 23 dargestellt. Die Trassenlänge des Wärmenetzes beträgt 3 km, wovon 2,2 km auf Verteilleitungen und 0,8 km auf Hausanschlüsse entfallen. Der kleinste Rohrdurchmesser beträgt DN25 und der größte DN125. Die Vorlauftemperatur im Wärmenetz wird zu 65 - 75 °C (gleitend) und die Rücklauftemperatur zu 50 - 55 °C (gleitend) angenommen. Die detaillierten Annahmen für die Temperaturgleitung können dem Anhang entnommen werden. Das Wärmeträgerfluid im Netz trägt zur thermischen Trägheit des Gesamtsystems bei, welches proportional zum Wasservolumen ansteigt. Aus den Netzlängen und Rohrdurchmessern ergibt sich das Wasservolumen des Wärmenetzes zu insgesamt 14,2 m³ (Summe aus Vor- und Rücklauf), was einer Wassermasse von 13,9 t entspricht. Zur wirtschaftlichen Beurteilung, ob ein Wärmenetz wirtschaftlich sinnvoll ist, kann für eine erste Abschätzung die Wärmeliniedichte herangezogen werden. Die Wärmeliniedichte ergibt sich als Quotient des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude (3.339 MWh) und der Trassenlänge des Wärmenetzes (3 km). Für klassische Nahwärmenetze deuten Wärmeliniedichten oberhalb von 1,5 MWh/m

darauf hin, dass die Errichtung eines Wärmenetzes wirtschaftlich sinnvoll sein kann. Für kalte Nahwärmenetze gelten geringere Richtwerte. Für das betrachtete Gebiet ergibt sich eine Wärmeliniedichte von 1,1 MWh/m.

Tabelle 23: Fokusgebiet 2: Eigenschaften des Wärmenetzes

Netzeigenschaften	
Trassenlänge	3 km
davon Verteilungen	2,2 km
davon Hausanschlüsse	0,8 km
Vorlauftemperatur	65 - 75 °C (gleitend)
Rücklauftemperatur	50 - 55 °C (gleitend)
Wassermasse	13,9 t
Wasservolumen	14,2 m ³
Wärmeliniedichte	1,1 MWh/m
Wärmenetzfläche	16,5 ha
Wärmedichte	203 MWh/ha

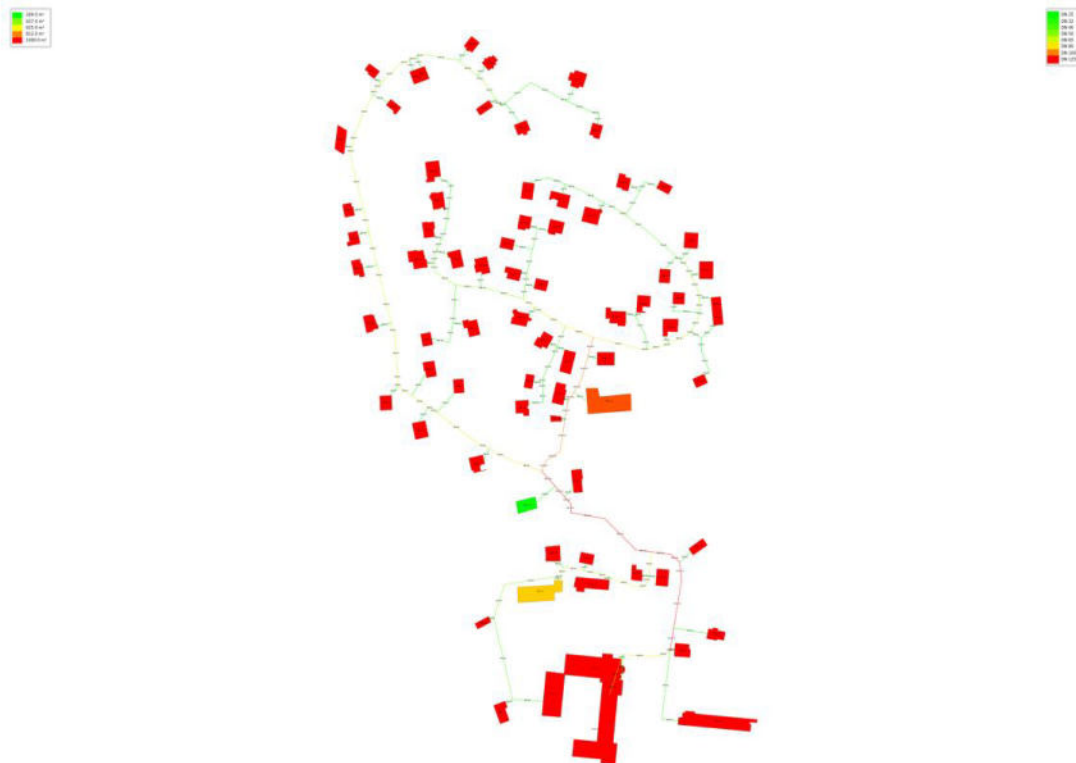


Abbildung 8: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude

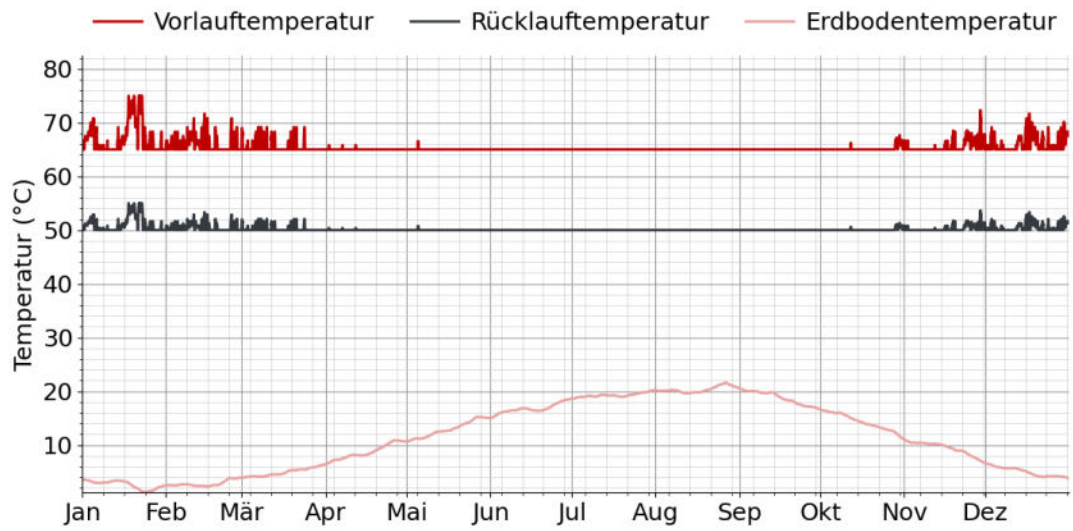


Abbildung 9: Fokusgebiet 2: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz



Abbildung 10: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude

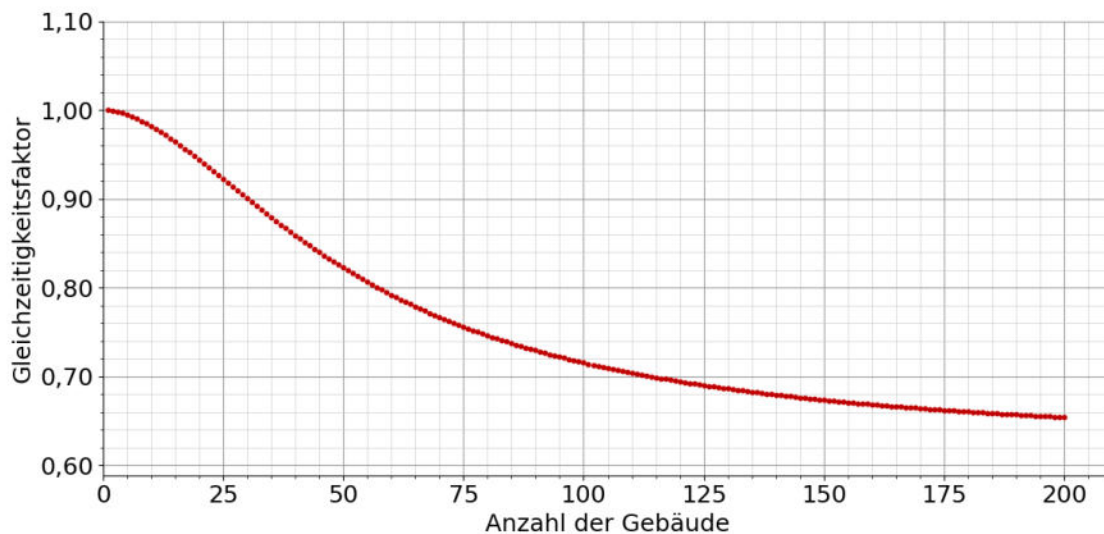


Abbildung 11: Fokusgebiet 2: Gleichzeitigkeitsfaktor

2.2.3 Energiezentrale

In Tabelle 24 ist die Auslegung der Anlagen der Energiezentrale dargestellt. Detaillierte Angaben bezüglich der Energieerzeugungsanlagen finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Die Modulleistung der PV-Anlage beträgt 630 kW_p. Wie in Tabelle 25 zu sehen ist, umfasst die Kollektorfläche 3.000 m², mit einer Stromerzeugung von 563 MWh. Die Luftwärmepumpe verfügt über eine elektrische Nennleistung von 433 kW_{el} (Volllaststunden: 2.860 h). In Tabelle 26 sind Details wie der Strombedarf von 1.336 MWh und die Erzeugung von 3.715 MWh Wärme enthalten. Der Wärmespeicher weist eine Speicherkapazität von 1.162 kWh auf. Detaillierte Informationen zum Wärmespeicher finden sich in Tabelle 27.

Tabelle 24: Fokusgebiet 2: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale

Technologie	Auslegung	Volllaststunden/Ladezyklen
Photovoltaik	630 kW _p	894 h
Luftwärmepumpe	1.299 kW _{th}	2.860 h
Wärmespeicher	50 m ³	642

Tabelle 25: Fokusgebiet 2: Photovoltaik

Installierte Leistung	630 kW _p
Kollektorfläche	3.000 m ²
Erzeugter Strom	563 MWh

Volllaststunden	894 h
Abgeregeltes Erzeugungspotential	0 MWh

Tabelle 26: Fokusgebiet 2: Luftwärmepumpe

Erzeugte Wärme	3.715 MWh
Strombedarf	1.336 MWh
Wärme zur Regeneration	0 MWh
Volllaststunden	2.860 h
Nennwärmeleistung	1.299 kW _{th}
Elektrische Nennleistung	433 kW _{el}

Tabelle 27: Fokusgebiet 2: Wärmespeicher

Speicherkapazität	1.162 kWh
Eingespeicherte Energie	746 MWh
Ausgespeicherte Energie	744 MWh
Speichervolumen	50 m ³
Vollladezyklen	642

Tabelle 28: Fokusgebiet 2: Energiebezug

	Jahressumme	Maximalleistung	Anteil
Strombezug aus Stromnetz (Energiezentrale)	936 MWh	439 kW	61,0 %
Erneuerbare Stromerzeugung	563 MWh	---	36,7 %

Tabelle 29: Fokusgebiet 2: Energieeinspeisung

	Jahresenergie	Maximalleistung
Stromeinspeisung	149 MWh	293 kW

Tabelle 30: Fokusgebiet 2: Stromerzeugung und -bezug

Technologie	Jahresenergie	Anteil
Erneuerbare Stromerzeugung	563 MWh	36,7 %
davon Photovoltaik	563 MWh	36,7 %
Strombezug aus Stromnetz (Energiezentrale)	936 MWh	61,0 %
Bezug des Betriebsstroms aus Stromnetz	35 MWh	2,3 %

Autarkiegrad	29,9 %
Eigenverbrauchsquote	74 %

Tabelle 31: Fokusgebiet 2: Wärmeerzeugung und -bezug

Technologie	Jahresenergie	Anteil
Luftwärmepumpe	3.715 MWh	100,0 %

Emissionen

Tabelle 32: Fokusgebiet 2: Emissionen

	Spez. Emissionen		Jahressumme		CO ₂ - Emissionen
Strombezug (Energiezentrale)	350 g/kWh	×	936 MWh	=	328 t
Stromeinspeisung	- 0 g/kWh	×	149 MWh	=	- 0 t
Bezug des Betriebsstroms aus Stromnetz	350 €/t g/kWh	×	35 MWh	=	12,2 €/t
Fernwärmebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
Fernkältebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
			Summe		340 t

3 Variantenvergleich

Tabelle 33: Optimierung der Energiezentrale

	Wärmenetz Erweitert mit Biomasse	Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe
Kessel 1	935 kW _{th}	---
Photovoltaik	315 kW _p	630 kW _p
Luftwärmepumpe	---	433 kW _{e1}
Wärmespeicher	233 kWh	1.162 kWh

Tabelle 34: Emissionen und Primärenergie

	Wärmenetz Erweitert mit Biomasse	Wärmenetz Erweitert mit Wärmepumpe
CO₂-Emissionen	180 t	340 t
CO ₂ -Emissionen pro Wärmebedarf	54 g/kWh	102 g/kWh
CO ₂ -Emissionen pro Nutzfläche	2,4 kg/m ²	4,6 kg/m ²
Primärenergie	901 MWh	1.747 MWh
Primärenergie pro Energiebedarf	0,27 kWh/kWh	0,52 kWh/kWh
Primärenergie pro Nutzfläche	12,2 kWh/m ²	23,7 kWh/m ²
System-COP	—	2,41

4 Fördermöglichkeiten

Für die Umsetzung klimafreundlicher (Nah-)Wärmeversorgung stehen Förderprogramme des Bundes und ergänzend des Freistaats Bayern zur Verfügung. Als praxisnahe Abgrenzung kann die **Schwelle** der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) herangezogen werden: Die BEW adressiert Wärmenetze, die auf die Versorgung von mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten ausgerichtet sind.

4.1 Förderung großer (Nah)Wärmenetze

Für die Umsetzung klimafreundlicher größerer (Nah-)Wärmeversorgung ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze relevant.

4.1.1 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Die BEW fördert die Planung und Umsetzung neuer Wärmenetze sowie die Transformation bestehender Netze hin zu einem hohen Anteil erneuerbarer Energien/Abwärme und langfristig treibhausgasneutraler Versorgung.

Zuständige Behörde / Abwicklung:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – Antragsportal BAFA.

Fördervoraussetzungen (Auszug):

- Netz ist auf mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten ausgelegt.
- Neubau: Versorgung i. d. R. mindestens 75 % erneuerbare Energien und Abwärme; bei Bestandsnetzen Transformationspfad zur Treibhausgasneutralität.

Fördersumme / Deckel (je Antrag, je Modul):

- Modul 1 (Machbarkeitsstudien/Transformationspläne): 50 % der förderfähigen Kosten, max. 2.000.000 €, Bewilligungszeitraum i.d.R. 12 Monate.
- Modul 2 (Systemische Umsetzung): 40 %, max. 100.000.000 €; Förderung ist auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt.
- Modul 3 (Einzelmaßnahmen im Bestandsnetz): 40 %, max. 100.000.000 €; ebenfalls Wirtschaftlichkeitslücke relevant.
- Modul 4 (Betriebskostenförderung): Für Einspeisung aus Solarthermie / PVT oder strombetriebenen Wärmepumpen; Höhe abhängig u. a. von Anlagenart/Jahresarbeitszahl, i. d. R. für die ersten 10 Jahre.

Hinweis: Seit 15. September 2025 sind neue Anträge für bestimmte Einzelmaßnahmen ohne Transformationsplan nicht mehr möglich!

4.2 Förderung kleiner (Nah)Wärmenetze

Für die Umsetzung klimafreundlicher größerer (Nah-)Wärmeversorgung stehen Förderprogramme des Bundes, des Freistaats Bayern sowie günstige Darlehenskredite zur Verfügung.

4.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Förderung für kleinere Netze („Gebäudenetze“), also mehrere Gebäude, die gemeinsam über einen oder mehrere Wärmeerzeuger versorgt werden.

Zuständige Behörde / Abwicklung:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – Antragsportal BAFA.

Fördervoraussetzungen (Auszug):

- Definition Gebäudenetz: mind. 2, max. 16 Gebäude bzw. max. 100 Wohneinheiten.
- Nach Umsetzung muss die Wärmeversorgung zu mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien und/oder unvermeidbarer Abwärme erfolgen.

Fördersumme / Deckel:

- Maximal förderfähige Ausgaben: 30.000 € pro Wohneinheit, mit individuellem Sanierungsfahrplan 60.000 € pro Wohneinheit.
- Fördersatz: Für viele Effizienz-Einzelmaßnahmen gilt 15 % Grundfördersatz 5 % Bonus mit Sanierungsfahrplan) – die konkrete Einstufung hängt von der beantragten Maßnahme ab (Obergrenze 70%).

4.2.2 BioWärme Bayern -Förderung Biomasseheizwerk und des dazugehörigen Wärmenetzes

Bayerisches Programm für automatisch beschickte Biomasseheizwerke ab 60 kW – inklusive Förderung des zugehörigen (kleineren) Wärmenetzes.

Zuständige Stelle: Technologie- und Förderzentrum (TFZ).

Fördervoraussetzungen (Auszug):

- Biomasseheizwerk ab **60 kW**; das zugehörige Wärmenetz wird nur im Zusammenhang mit dem Heizwerk gefördert.
- Wenn für das Projekt bereits ein Antrag in einem Bundesprogramm gestellt wurde, bevor der vollständige Antrag beim TFZ eingegangen ist, kann das zum **Förderausschluss** bei BioWärme Bayern führen.

Fördersumme / Deckel:

- Biomasseheizwerk: Beihilfeintensität (Grundförderung) i. d. R. bis 20 % (abhängig u. a. von Unternehmensgröße; zusätzliche Boni möglich innerhalb definierter Grenzen).
- Deckelbetrag Biomasseheizwerk: max. 350.000 €.
- Zugehöriges Wärmenetz: max. 100 € pro Meter neu errichteter Trasse und max. 1.800 € je Hausübergabestation (Bestandsgebäude), bis zu 100 % der zuwendungsfähigen Kosten (unter Beachtung der De-minimis-Grenzen).
- Deckel Wärmenetz: max. 100.000 €; kombiniert (Heizwerk + Netz) insgesamt max. 450.000 €.
- Förderfähig erst ab 5.000 € Förderbetrag (Bagatellgrenze).

4.2.3 LfA Energiekredit Wärme

Zinsgünstiges Darlehen der LfA für Investitionen in Erzeugung, Speicherung und **Verteilung** von Wärme/Kälte auf Basis regenerativer Energien – inkl. Wärme-/Kältenetze. Interessant für: Bürgerenergiegenossenschaften, Kommunale Zweckverbände, Unternehmen mit mehr als 50% öffentlicher Beteiligung.

Zuständige Behörde / Abwicklung:

LfA Förderbank Bayern (Beantragung über Hausbank).

Fördervoraussetzungen (Auszug):

- Wärme-/Kältenetze müssen zu mindestens 75 % aus regenerativen Energien bzw. Abwärme gespeist werden (Geothermie eingeschlossen).

Fördersumme / Deckel:

- Darlehenshöchstbetrag bis 50 Mio. €, Mindestbetrag 25.000 € (genaue Zinsen/Laufzeiten nach LfA-Konditionen/Bonität).