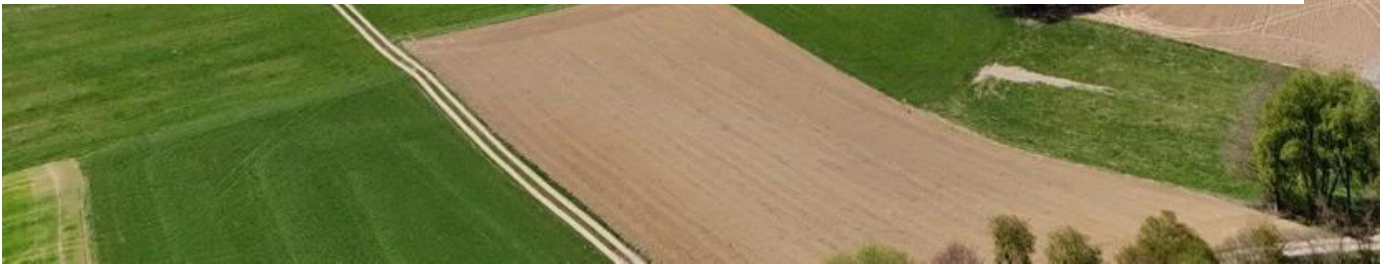




# Kommunale Wärmeplanung

der Gemeinde Hunderdorf



Im Auftrag der Kommune Hunderdorf

# Anhang: Fokusgebiete

Nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes vom 01.01.2024

# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Hunderdorf

**Auftraggeber:** Gemeinde Hunderdorf  
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:** 67K28724

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:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung .....	1
1.1 Allgemeines .....	1
1.2 Variantenvergleich .....	2
2 Versorgungsvarianten .....	3
2.1 Fokusgebiet 1: Wärmenetz Kommunal.....	5
2.1.1 Gebäude .....	6
2.1.2 Wärmenetz.....	8
2.1.3 Energiezentrale.....	12
2.2 Fokusgebiet 2: Wärmenetz Erweiterung.....	14
2.2.1 Gebäude .....	16
2.2.2 Wärmenetz.....	18
2.2.3 Energiezentrale.....	22
3 Variantenvergleich.....	24
4 Fördermöglichkeiten.....	24
4.1 Förderung großer (Nah)Wärmenetze .....	24
4.1.1 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).....	25
4.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	26
4.2.2 BioWärme Bayern -Förderung Biomasseheizwerk und des dazugehörigen Wärmenetzes .....	27
4.2.3 LfA Energiekredit Wärme .....	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fokusgebiet 1: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Kommunal .....	6
Tabelle 2: Fokusgebiet 1: Wärmebedarfe der Gebäude .....	7
Tabelle 3: Fokusgebiet 1: Strombedarfe der Gebäude .....	8
Tabelle 4: Fokusgebiet 1: Installierte Gebäudeenergiesysteme.....	8
Tabelle 5: Fokusgebiet 1: Wärmebilanz des Wärmenetzes .....	9
Tabelle 6: Fokusgebiet 1: Kältebilanz des Wärmenetzes .....	9
Tabelle 7: Fokusgebiet 1: Strombilanz Wärmenetzes .....	9
Tabelle 8: Fokusgebiet 1: Eigenschaften des Wärmenetzes .....	10
Tabelle 9: Fokusgebiet 1: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale ..	12
Tabelle 10: Fokusgebiet 1: Kessel 1.....	13
Tabelle 11: Fokusgebiet 1: Photovoltaik.....	13
Tabelle 12: Fokusgebiet 1: Luftwärmepumpe.....	13
Tabelle 13: Fokusgebiet 1: Wärmespeicher .....	13
Tabelle 14: Fokusgebiet 1: Emissionen .....	14
Tabelle 15: Fokusgebiet 2: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweiterung.....	15
Tabelle 16: Fokusgebiet 2: Wärmebedarfe der Gebäude .....	16
Tabelle 17: Fokusgebiet 2: Strombedarfe der Gebäude .....	17
Tabelle 18: Fokusgebiet 2: Installierte Gebäudeenergiesysteme .....	17
Tabelle 19: Fokusgebiet 2: Wärmebilanz des Wärmenetzes .....	18
Tabelle 20: Fokusgebiet 2: Kältebilanz des Wärmenetzes .....	18
Tabelle 21: Fokusgebiet 2: Strombilanz Wärmenetzes.....	18
Tabelle 22: Fokusgebiet 2: Eigenschaften des Wärmenetzes.....	19
Tabelle 23: Fokusgebiet 2: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale	22
Tabelle 24: Fokusgebiet 2: Kessel 1.....	22
Tabelle 25: Fokusgebiet 2: Photovoltaik.....	22
Tabelle 26: Fokusgebiet 2: Luftwärmepumpe.....	23
Tabelle 27: Fokusgebiet 2: Wärmespeicher .....	23
Tabelle 28: Fokusgebiet 2: Emissionen .....	23
Tabelle 29: Optimierung der Energiezentrale .....	24
Tabelle 30: Emissionen und Primärenergie.....	24

## Abbildungsverzeichnis

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

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Allgemeines

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Analyse für das Projekt „Hunderdorf“ zusammen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines nachhaltigen und effizienten Energieversorgungskonzepts unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen Wärmenetzes. Das Projektgebiet umfasst insgesamt 9 Gebäude, darunter 3 Wohngebäude und 6 Nichtwohngebäude, die gemeinsam einen Gesamtwärmebedarf von 863 MWh und einen Gesamtkältebedarf von 0 MWh aufweisen. Die Wärmeversorgung im Wärmenetz 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emissionen herangezogen. Diese beschreiben, wie viele Emissionen zur Deckung einer Kilowattstunde Wärme anfallen. In Abbildung 1 visualisiert die Ergebnisse der Szenarioanalyse, wobei die spezifischen CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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.

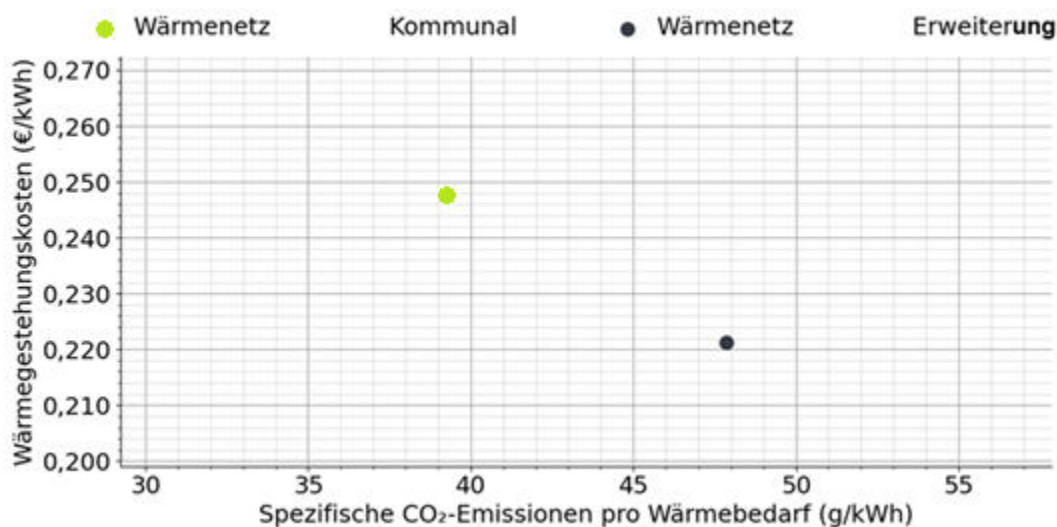


Abbildung 1: Wärmegestehungskosten und spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen

## 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 Wärmenetzebene 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Deckung des Wärme- bzw. Kälte-, sowie Strombedarf des Wärmenetzes.

## 2.1 Fokusgebiet 1: Wärmenetz Kommunal

### Beschreibung des Versorgungskonzepts

In diesem Fokusgebiet sollen nur kommunale Gebäude wie das Rathaus, das Gemeindehaus, die Grundschule sowie der örtliche Kindergarten mit Nahwärme versorgt werden. Hervorzuheben ist die „ländlich“ geprägte Struktur des Ortskerns. Die Heizzentrale befindet sich nur wenige hundert Meter vom Ortskern entfernt und auf einer Freifläche platziert.

Die Heizzentrale versorgt die Ortschaft über zwei Netzarme mit Nahwärme. Der südliche Strang fokussiert sich auf die kommunalen Liegenschaften im Ortskern und erstreckt sich mit der Hauptleitung in die Hauptstraße, in die Sollacher Straße und mit einem Arm in die Kirchgasse. Der nördliche Netzarm versorgt drei Gebäude mit Wärme: der örtliche Kindergarten, einen Neubau sowie das Gemeindehaus.



Abbildung 2: Fokusgebiet 1: Satellitenbild

Nachfolgend werden die wesentlichen Eigenschaften und Berechnungsergebnisse für die Versorgungsvariante 'Wärmenetz Kommunal' dargestellt. Die Versorgungsvariante umfasst 9 Gebäude, wovon 3 Wohngebäude und 6 Nichtwohngebäude sind. 9 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.

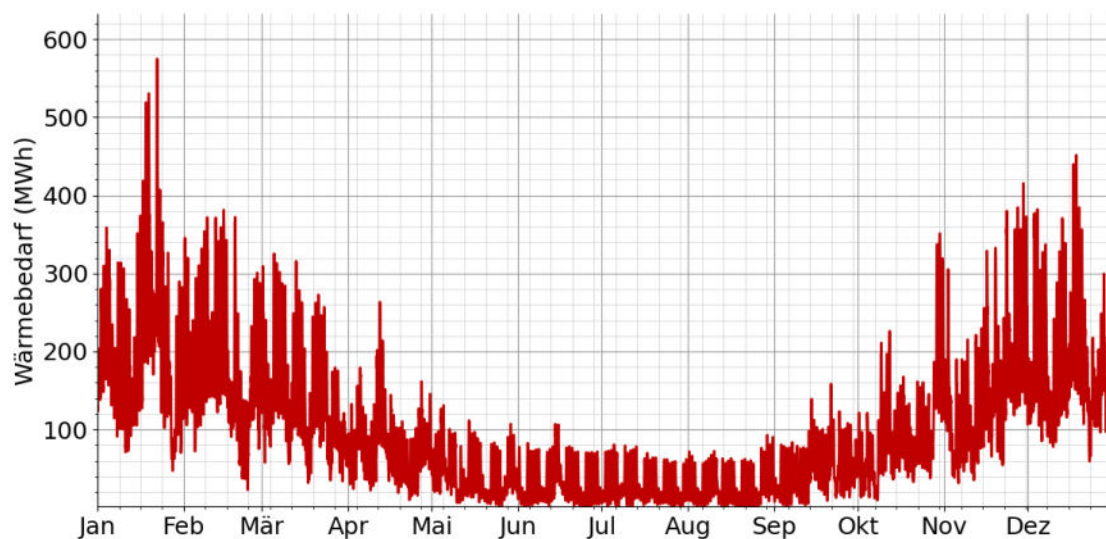
## Steckbrief zur Versorgungsvariante

*Tabelle 1: Fokusgebiet 1: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Kommunal*

Wärmenetz	ja
Gebäude	3 Wohngebäude, 6 Nichtwohngebäude
Angeschlossene Gebäude	9
Installierte Wärmepumpen in Gebäuden	8
Wärmenetztyp	Klassisches Wärmenetz 65 - 75 °C (gleitend) / 50 - 55 °C (gleitend)
Technologien in Energiezentrale	Kessel 1, Photovoltaik, Luftwärmepumpe, Wärmespeicher

### 2.1.1 Gebäude

Das untersuchte Versorgungsgebiet umfasst 9 Gebäude. Davon sind 3 Wohngebäude mit insgesamt 4 Wohneinheiten. Der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude beträgt 863 MWh, wovon 656 MWh auf Raumwärmebedarf (76 %) und 207 MWh auf Trinkwarmwasserbedarf entfallen (24 %). Die gesamte Nutzfläche aller versorgten Gebäude beträgt 8.295 m<sup>2</sup>. Die Vorlauftemperaturen für die Raumwärmebereitstellung (Heizung) liegen bei 65 °C. Für Trinkwarmwasser werden Vorlauftemperaturen von 60 °C angenommen.



*Abbildung 3: Fokusgebiet 1: Stündlich aufgelöster Gesamtwärmebedarf*

In Tabelle 2 sind die jährlichen Wärmebedarfe der Gebäude mit den zugehörigen Maximalleistungen dargestellt. Der Wärmebedarf für Raumwärme beträgt 656 MWh bei einer maximalen Leistung von 490 kW. Der Trinkwarmwasserbedarf beläuft sich auf 207 MWh mit einer Maximalleistung von 91 kW. Insgesamt ergibt aus der Summe der Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfe aller Gebäude Wärmenetzes ein Gesamtwärmebedarf von 863 MWh mit einer Maximalleistung von 575 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 10,2 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 853 MWh Wärme, wobei eine jährliche Spitzenleistung von 575 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	656 MWh	490 kW
Trinkwarmwasser	207 MWh	
<b>Gesamt</b>	<b>863 MWh</b>	
Stromeinsatz für Booster-Wärmepumpen	- 10,2 MWh	
<b>Wärmebezug aller Gebäude</b>	<b>853 MWh</b>	<b>575 kW</b>
Wärmeverluste	78 MWh	12,2 kW
<b>Wärmeeinspeisung an Energiezentrale</b>	<b>931 MWh</b>	<b>578 kW</b>

Die elektrischen Bedarfe der Gebäude sind in Tabelle 3 dargestellt. Der jährliche Betriebsstrombedarf für alle Gebäude beträgt 10,2 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 10,2 MWh pro Jahr.

Tabelle 3: Fokusgebiet 1: Strombedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Nutzerstrom	0 MWh	0 kW
Elektromobilität	0 MWh	0 kW
<b>Gesamt</b>	<b>0 MWh</b>	<b>0 kW</b>
Betriebsstrom aller Gebäude	+ 10,2 MWh	
<b>Strombezug aller Gebäude</b>	<b>10,2 MWh</b>	

Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über die in den Gebäuden installierten Anlagen. Für den Bezug von Wärme aus dem Wärmenetz sind 9 Wärmenetzanschlüsse mit einer Gesamtkapazität von 645 kW<sub>th</sub> vorgesehen, über die insgesamt 853 MWh Wärme aus dem Wärmenetz in die Gebäude transportiert wird. In den Gebäuden sind 8 Booster-Wärmepumpen mit einer Kapazität von 594 kW<sub>th</sub> installiert. Diese stellen für die Gebäude 81 MWh Wärme bereit. Basierend auf dem Strombedarf für die Booster-Wärmepumpen in Höhe von 10,2 MWh ergibt sich eine mittlere Jahresarbeitszahl von 8 %.

Tabelle 4: Fokusgebiet 1: Installierte Gebäudeenergiesysteme

	Anzahl	Installierte Leistung	Nutzenergie	Strombedarf	Brennstoffbedarf	JA Z
Wärmeübergabestation	9	645 kW <sub>th</sub>	853 MWh	---	---	---
Booster-Wärmepumpe	8	594 kW <sub>th</sub>	81 MWh	10,2 MWh	---	8 %
Speicher (TWW)	3	900 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 (853 MWh, Maximalleistung: 575 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 Wärmeenerzeugung an der Energiezentrale. Die Wärmeverluste des Wärmenetzes betragen 78 MWh und die über das Jahr maximal auftretende Verlustleistung beträgt 12,2 kW. Die sich ergebende jährliche Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale beträgt somit 931 MWh mit einer Maximalleistung von 578 kW.

*Tabelle 5: Fokusgebiet 1: Wärmebilanz des Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Wärmebezug aller Gebäude</b>	<b>853 MWh</b>	<b>575 kW</b>
Wärmeverluste	+ 78 MWh	12,2 kW
<b>Wärmeeinspeisung an Energiezentrale</b>	<b>931 MWh</b>	<b>578 kW</b>

Die Kältebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 6 dargestellt.

*Tabelle 6: Fokusgebiet 1: Kältebilanz des Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Abwärmeeinspeisung ins Wärmenetz</b>	<b>0 MWh</b>	<b>0 kW</b>

Wie in Tabelle 7 dargestellt setzt sich der Gesamtstrombedarf Wärmenetzes aus dem Strombedarf der Gebäude und dem Strombedarf für die Umwälzpumpen des Wärmenetzes zusammen. Der Stromeinsatz für die Umwälzpumpen beträgt 1,9 MWh mit einer maximal auftretenden Leistung von 1,3 kW. Der gesamte Strombedarf Wärmenetzesenergiesystems ergibt sich zu 12,1 MWh.

*Tabelle 7: Fokusgebiet 1: Strombilanz Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Strombezug aller Gebäude</b>	<b>10,2 MWh</b>	
Pumparbeit	+ 1,9 MWh	1,3 kW
<b>Strombedarf Wärmenetz</b>	<b>12,1 MWh</b>	

Wesentliche Kennzahlen für das Wärmenetz sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Trassenlänge des Wärmenetzes beträgt 0,57 km, wovon 0,48 km auf Verteilleitungen und 0,09 km auf Hausanschlüsse entfallen. Der kleinste Rohrdurchmesser beträgt DN25 und der größte DN100. 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 3,1 m<sup>3</sup> (Summe aus Vor- und Rücklauf), was einer Wassermasse von 3,1 t entspricht. Zur wirtschaftlichen Beurteilung, ob ein Wärmenetz wirtschaftlich sinnvoll ist, kann für eine erste Abschätzung die Wärmelinienichte herangezogen werden. Die

Wärmelinien-dichte ergibt sich als Quotient des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude (863 MWh) und der Trassenlänge des Wärmenetzes (0,57 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 Wärmelinien-dichte von 1,4 MWh/m.

*Tabelle 8: Fokusgebiet 1: Eigenschaften des Wärmenetzes*

Netzeigenschaften		
Trassenlänge		0,57 km
davon Verteilleitungen		0,48 km
davon Hausanschlüsse		0,09 km
Vorlauftemperatur		65 - 75 °C (gleitend)
Rücklauftemperatur		50 - 55 °C (gleitend)
Wassermasse		3,1 t
Wasservolumen		3,1 m <sup>3</sup>
Wärmelinien-dichte		1,4 MWh/m
Wärmenetzfläche		4,4 ha
Wärmedichte		198 MWh/ha



Abbildung 4: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude

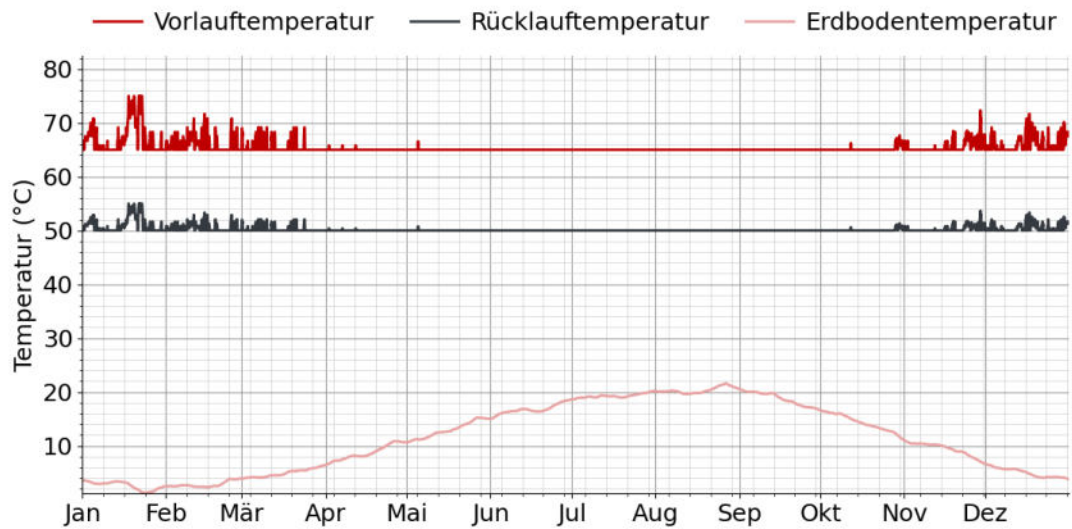


Abbildung 5: Fokusgebiet 1: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz

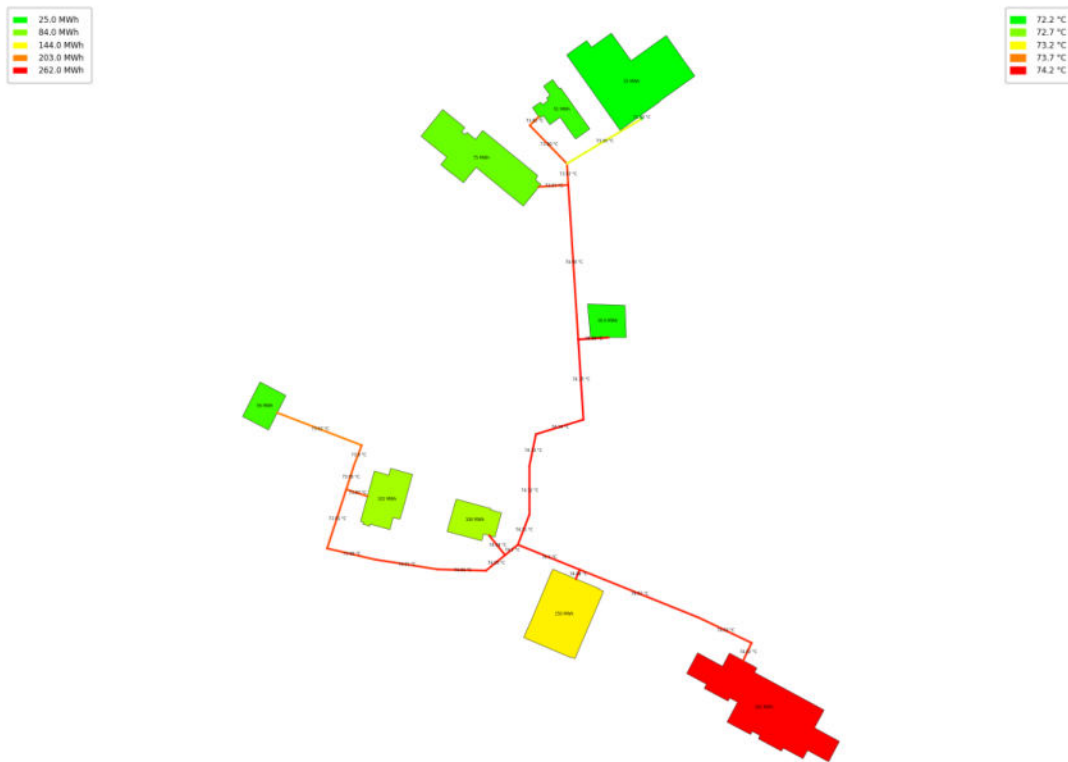


Abbildung 6: Fokusgebiet 1: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude

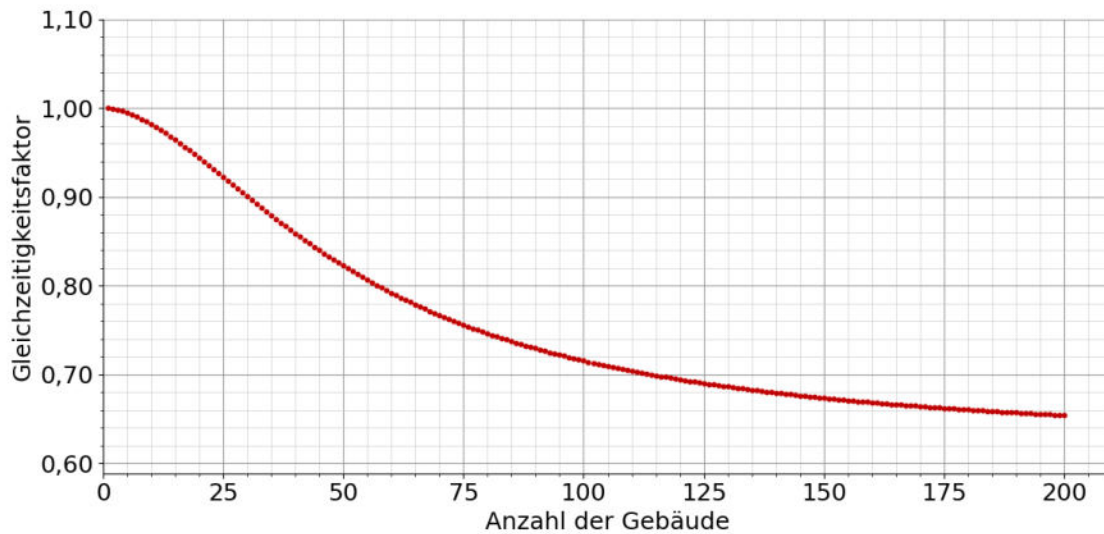


Abbildung 7: Fokusgebiet 1: Gleichzeitigkeitsfaktor

Der mittlere Druckgradient im Netz beträgt 127 Pa/m. Der Druckverlust am Netzschlechtpunkt liegt bei 1,4 bar. Die maximale Pumpleistung beträgt 0,96 kW. Die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe beträgt 1,3 kW. Der Strombedarf der Netzpumpe beläuft sich auf 1,9 MWh. Der relative Strombedarf der Netzpumpe beträgt 0,22 %. Die Druckstufe des Netzes ist auf PN16 ausgelegt.

### 2.1.3 Energiezentrale

In Tabelle 9 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 333 kW<sub>th</sub> und erreicht Volllaststunden in Höhe von 1.990 h. Die Daten in Tabelle 10 zeigen, dass 736 MWh Brennstoff genutzt werden, um 663 MWh Wärme zu erzeugen. Die Modulleistung der PV-Anlage beträgt 141 kW<sub>p</sub>. Wie in Tabelle 11 zu sehen ist, umfasst die Kollektorfläche 671 m<sup>2</sup>, mit einer Stromerzeugung von 126 MWh. Die Luftwärmepumpe verfügt über eine elektrische Nennleistung von 50 kW<sub>el</sub> (Volllaststunden: 1.792 h). In Tabelle 12 sind Details wie der Strombedarf von 81 MWh und die Erzeugung von 269 MWh Wärme enthalten. Der Wärmespeicher weist eine Speicherkapazität von 349 kWh auf. Detaillierte Informationen zum Wärmespeicher finden sich in Tabelle 13.

Tabelle 9: Fokusgebiet 1: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale

Technologie	Auslegung	Volllaststunden/Ladezyklen
Biomasse-Kessel 1	333 kW <sub>th</sub>	1.990 h
Photovoltaik	141 kW <sub>p</sub>	894 h
Luftwärmepumpe	150 kW <sub>th</sub>	1.792 h
Wärmespeicher	15 m <sup>3</sup>	189

*Tabelle 10: Fokusgebiet 1: Kessel 1*

Nennwärmeleistung	333 kW <sub>th</sub>
Erzeugte Wärme	663 MWh
Brennstoffbedarf	736 MWh
Volllaststunden	1.990 h

*Tabelle 11: Fokusgebiet 1: Photovoltaik*

Installierte Leistung	141 kW <sub>p</sub>
Kollektorfläche	671 m <sup>2</sup>
Erzeugter Strom	126 MWh
Volllaststunden	894 h
Abgeregeltes Erzeugungspotential	0 MWh

*Tabelle 12: Fokusgebiet 1: Luftwärmepumpe*

Erzeugte Wärme	269 MWh
Strombedarf	81 MWh
Wärme zur Regeneration	0 MWh
Volllaststunden	1.792 h
Nennwärmeleistung	150 kW <sub>th</sub>
Elektrische Nennleistung	50 kW <sub>el</sub>

*Tabelle 13: Fokusgebiet 1: Wärmespeicher*

Speicherkapazität	349 kWh
Eingespeicherte Energie	66 MWh
Ausgespeicherte Energie	65 MWh
Speichervolumen	15 m <sup>3</sup>
Vollladezyklen	189

## Emissionen

Tabelle 14: Fokusgebiet 1: Emissionen

	Spez. Emissionen		Jahressumme		CO <sub>2</sub> - Emissionen
Strombezug (Energiezentrale)	350 g/kWh	×	2,4 MWh	=	0,84 t
Stromeinspeisung	- 0 g/kWh	×	45,3 MWh	=	- 0 t
Bezug des Betriebsstroms aus Stromnetz	350 €/t g/kWh	×	10,2 MWh	=	3,6 €/t t
Biomasse	40 g/kWh	×	736 MWh	=	29,4 t
Fernwärmebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
<b>Fernkältebezug</b>	<b>150 g/kWh</b>	<b>×</b>	<b>0 MWh</b>	<b>=</b>	<b>0 t</b>
			Summe		33,9 t

## 2.2 Fokusgebiet 2: Wärmenetz Erweiterung

### Beschreibung des Versorgungskonzepts

In diesem Fokusgebiet werden zusätzlich zu allen kommunalen Gebäuden private Hausanschlüsse ans Nahwärmenetz angeschlossen. Die Auswahl der privaten Hausanschlüsse erfolgte per Zufallsprinzip. Die Anschlussquote aus den ausgewiesenen Fokusgebieten beträgt etwa 40%. Insgesamt begünstigt die kompakte Siedlungsstruktur eine effiziente und verlustarme Wärmeversorgung.

Die Energiezentrale des Wärmenetzes „Erweitert“ befindet sich recht zentral im Ortskern und liegt nahe zur Hauptstraße. Der nördliche Netzarm versorgt neben den kommunalen Liegenschaften weitere Häuser in der Hauptstraße sowie der Thananger Straße. Der südliche Netzarm erstreckt sich mit der Hauptleitung von der Hauptstraße über den Quellenweg und mündet in zwei weitere Gebiete. Ein Teil des Netzarmes erstreckt sich über die Taubenstraße weiter in die Straße „Lindfeld“. Der zweite Netzarm erstreckt sich über die Lindfelder Weg in die Fichtenstraße, die Lärchenstraße und die Friedensstraße.



Abbildung 8: Fokusgebiet 2: Satellitenbild

Nachfolgend werden die wesentlichen Eigenschaften und Berechnungsergebnisse für die Versorgungsvariante 'Wärmenetz Erweiterung' dargestellt. Die Versorgungsvariante umfasst 158 Gebäude, wovon 155 Wohngebäude und 3 Nichtwohngebäude sind. 158 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 15: Fokusgebiet 2: Steckbrief zur Versorgungsvariante: Wärmenetz Erweiterung

Wärmenetz	ja
Gebäude	155 Wohngebäude, 3 Nichtwohngebäude
Angeschlossene Gebäude	158
Installierte Wärmepumpen in Gebäuden	169
Wärmenetztyp	Klassisches Wärmenetz 65 - 75 °C (gleitend) / 50 - 55 °C (gleitend)
Technologien in Energiezentrale	Kessel 1, Photovoltaik, Luftwärmepumpe, Wärmespeicher

## 2.2.1 Gebäude

Das untersuchte Versorgungsgebiet umfasst 158 Gebäude. Davon sind 155 Wohngebäude mit insgesamt 171 Wohneinheiten. Der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude beträgt 7.000 MWh, wovon 3.062 MWh auf Raumwärmebedarf (43,7 %) und 3.938 MWh auf Trinkwarmwasserbedarf entfallen (56 %). Die gesamte Nutzfläche aller versorgten Gebäude beträgt 157.528 m<sup>2</sup>. Die Vorlauftemperaturen für die Raumwärmebereitstellung (Heizung) liegen bei 0 - 90 °C. Für Trinkwarmwasser werden Vorlauftemperaturen von 60 °C angenommen.

In Tabelle 16 sind die jährlichen Wärmebedarfe der Gebäude mit den zugehörigen Maximalleistungen dargestellt. Der Wärmebedarf für Raumwärme beträgt 3.062 MWh bei einer maximalen Leistung von 2.039 kW. Der Trinkwarmwasserbedarf beläuft sich auf 3.938 MWh mit einer Maximalleistung von 1.081 kW. Insgesamt ergibt aus der Summe der Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfe aller Gebäude Wärmenetzes ein Gesamtwärmebedarf von 7.000 MWh mit einer Maximalleistung von 2.909 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 140 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 6.860 MWh Wärme, wobei eine jährliche Spitzenleistung von 2.855 kW auftritt. Eine Übersicht über die Anlagen, die in den Gebäuden installiert werden, findet sich in einer nachfolgenden Tabelle zu den installierten Gebäudeenergiesystemen.

*Tabelle 16: Fokusgebiet 2: Wärmebedarfe der Gebäude*

	Jahresenergie	Maximalleistung
Raumwärme	3.062 MWh	2.039 kW
Trinkwarmwasser	3.938 MWh	
<b>Gesamt</b>	<b>7.000 MWh</b>	
Stromeinsatz für Booster-Wärmepumpen	- 140 MWh	
<b>Wärmebezug aller Gebäude</b>	<b>6.860 MWh</b>	<b>2.855 kW</b>
Wärmeverluste	776 MWh	121 kW
<b>Wärmeeinspeisung an Energiezentrale</b>	<b>7.636 MWh</b>	<b>1.995 kW</b>

Die elektrischen Bedarfe der Gebäude sind in Tabelle 17 dargestellt. Der jährliche Betriebsstrombedarf für alle Gebäude beträgt 140 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 140 MWh pro Jahr.

Tabelle 17: Fokusgebiet 2: Strombedarfe der Gebäude

	Jahresenergie	Maximalleistung
Nutzerstrom	0 MWh	0 kW
Elektromobilität	0 MWh	0 kW
<b>Gesamt</b>	<b>0 MWh</b>	<b>0 kW</b>
Betriebsstrom aller Gebäude	+ 140 MWh	
<b>Strombezug aller Gebäude</b>	<b>140 MWh</b>	

Die Tabelle 18 gibt einen Überblick über die in den Gebäuden installierten Anlagen. Für den Bezug von Wärme aus dem Wärmenetz sind 158 Wärmenetzanschlüsse mit einer Gesamtkapazität von 4.105 kW<sub>th</sub> vorgesehen, über die insgesamt 6.860 MWh Wärme aus dem Wärmenetz in die Gebäude transportiert wird. In den Gebäuden sind 111 Booster-Wärmepumpen mit einer Kapazität von 2.107 kW<sub>th</sub> installiert. Diese stellen für die Gebäude 859 MWh Wärme bereit. Basierend auf dem Strombedarf für die Booster-Wärmepumpen in Höhe von 140 MWh ergibt sich eine mittlere Jahresarbeitszahl von 6,1 %.

Tabelle 18: Fokusgebiet 2: Installierte Gebäudeenergiesysteme

	Anzahl	Installierte Leistung	Nutzenergie	Strombedarf	Brennstoffbedarf	JAZ
Wärmeübergabestation	158	4.105 kW <sub>th</sub>	6.860 MWh	---	---	---
Booster-Wärmepumpe	111	2.107 kW <sub>th</sub>	859 MWh	140 MWh	---	6,1 %
Speicher (TWW)	155	46.600 l	---	---	---	---

## 2.2.2 Wärmenetz

Die Wärmebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 19 dargestellt. In der ersten Zeile der Tabelle ist der Wärmebezug der Gebäude aus dem Wärmenetz dargestellt (6.860 MWh, Maximalleistung: 2.855 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 776 MWh und die über das Jahr maximal auftretende Verlustleistung beträgt 121 kW. Die sich ergebende jährliche Wärmeeinspeisung an der Energiezentrale beträgt somit 7.636 MWh mit einer Maximalleistung von 1.995 kW.

*Tabelle 19: Fokusgebiet 2: Wärmebilanz des Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Wärmebezug aller Gebäude</b>	<b>6.860 MWh</b>	<b>2.855 kW</b>
Wärmeverluste	+ 776 MWh	121 kW
<b>Wärmeeinspeisung an Energiezentrale</b>	<b>7.636 MWh</b>	<b>1.995 kW</b>

Die Kältebilanz für das Wärmenetz ist in Tabelle 20 dargestellt.

*Tabelle 20: Fokusgebiet 2: Kältebilanz des Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Abwärmeeinspeisung ins Wärmenetz</b>	<b>0 MWh</b>	<b>0 kW</b>

Wie in Tabelle 21 dargestellt setzt sich der Gesamtstrombedarf Wärmenetzes aus dem Strombedarf der Gebäude und dem Strombedarf für die Umwälzpumpen des Wärmenetzes zusammen. Der Stromeinsatz für die Umwälzpumpen beträgt 35,7 MWh mit einer maximal auftretenden Leistung von 15,1 kW. Der gesamte Strombedarf Wärmenetzesenergiesystems ergibt sich zu 176 MWh.

*Tabelle 21: Fokusgebiet 2: Strombilanz Wärmenetzes*

	Jahresenergie	Maximalleistung
<b>Strombezug aller Gebäude</b>	<b>140 MWh</b>	
Pumparbeit	+ 35,7 MWh	15,1 kW
<b>Strombedarf Wärmenetz</b>	<b>176 MWh</b>	

Wesentliche Kennzahlen für das Wärmenetz sind in Tabelle 22 dargestellt. Die Trassenlänge des Wärmenetzes beträgt 5,7 km, wovon 3,4 km auf Verteilleitungen und 2,3 km auf Hausanschlüsse entfallen. Der kleinste Rohrdurchmesser beträgt DN25 und der größte DN150. 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 30,5 m<sup>3</sup> (Summe aus Vor- und Rücklauf), was einer Wassermasse von 30 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 (7.000 MWh) und der Trassenlänge des Wärmenetzes (5,7 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 Wärmelinien-dichte von 1,2 MWh/m.

*Tabelle 22: Fokusgebiet 2: Eigenschaften des Wärmenetzes*

Netzeigenschaften	
Trassenlänge	5,7 km
davon Verteilleitungen	3,4 km
davon Hausanschlüsse	2,3 km
Vorlauftemperatur	65 - 75 °C (gleitend)
Rücklauftemperatur	50 - 55 °C (gleitend)
Wassermasse	30 t
Wasservolumen	30,5 m <sup>3</sup>
Wärmelinien-dichte	1,2 MWh/m
Wärmenetzfläche	53 ha
Wärmedichte	131 MWh/ha



Abbildung 9: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Rohrdurchmesser und Nutzflächen der Gebäude

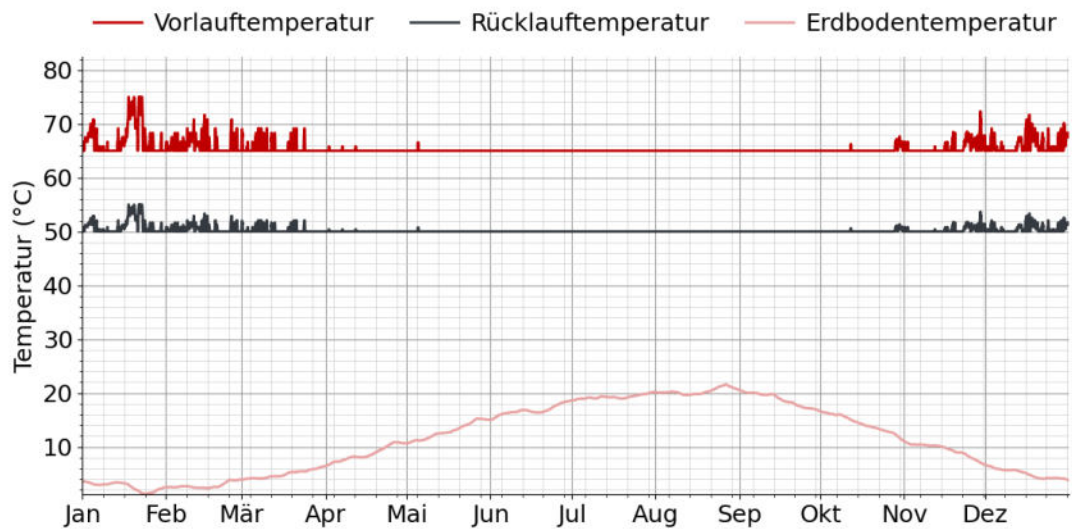


Abbildung 10: Fokusgebiet 2: Jahresprofil der Vor- und Rücklauftemperatur im Wärmenetz

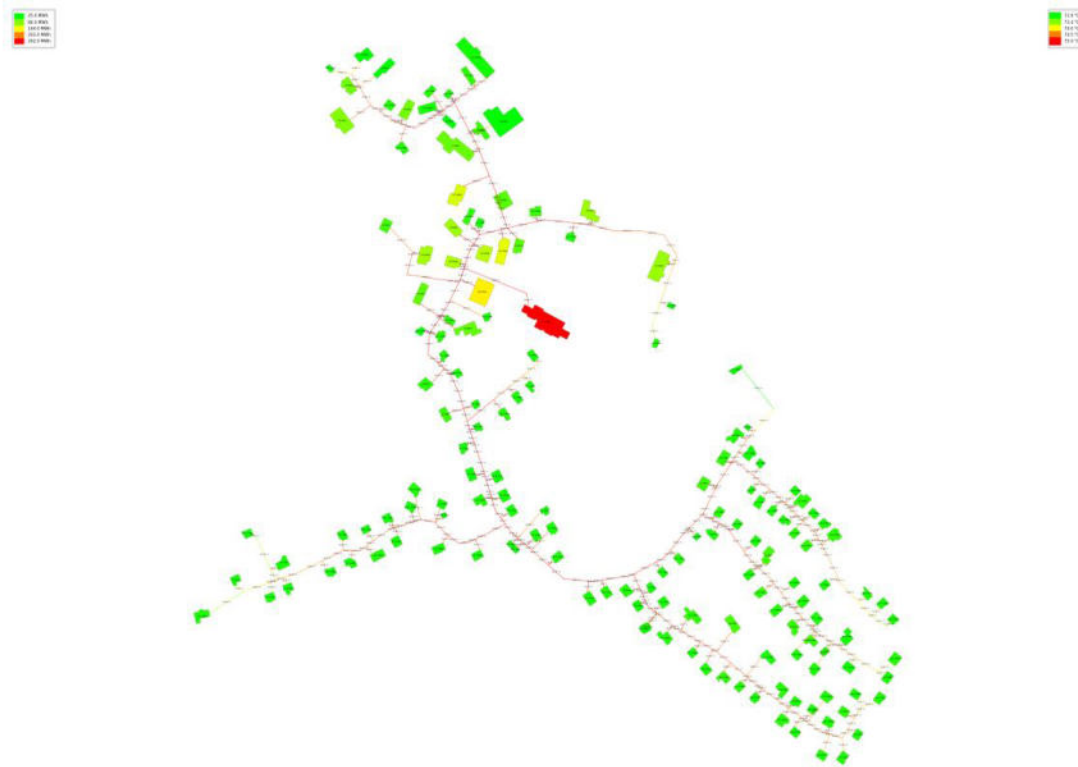


Abbildung 11: Fokusgebiet 2: Auslegungsergebnis: Netzvorlauftemperatur und Wärmebedarf der Gebäude

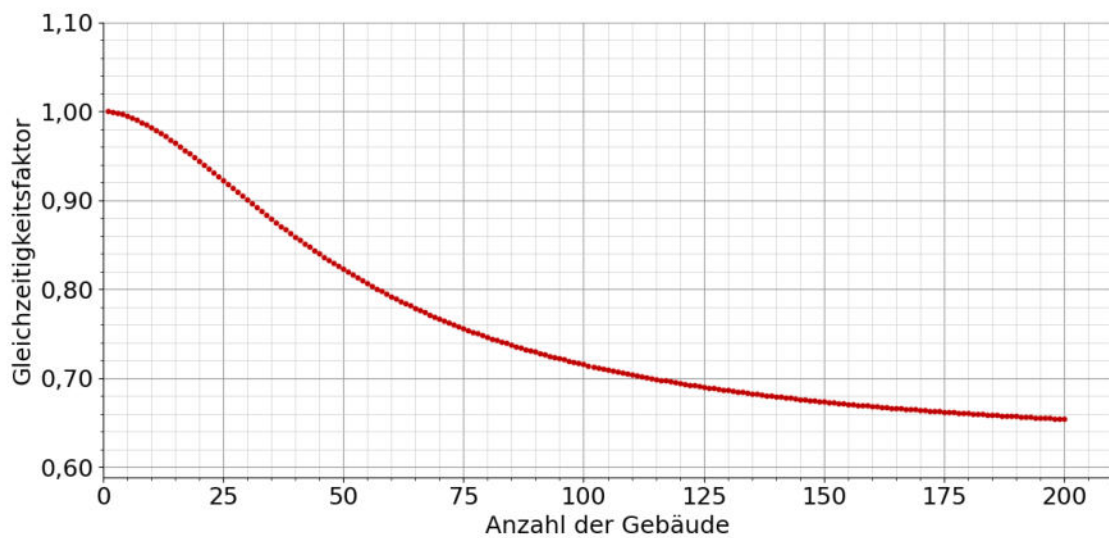


Abbildung 12: Fokusgebiet 2: Gleichzeitigkeitsfaktor

Der mittlere Druckgradient im Netz beträgt 121 Pa/m. Der Druckverlust am Netzschlechtpunkt liegt bei 4,1 bar. Die maximale Pumpleistung beträgt 11,2 kW. Die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe beträgt 14,9 kW. Der Strombedarf der Netzpumpe beläuft sich auf 35,7 MWh. Der relative Strombedarf der Netzpumpe beträgt 0,52 %. Die Druckstufe des Netzes ist auf PN16 ausgelegt.

## 2.2.3 Energiezentrale

In Tabelle 23 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 1.598 kW<sub>th</sub> und erreicht Volllaststunden in Höhe von 3.602 h. Die Daten in Tabelle 24 zeigen, dass 6.395 MWh Brennstoff genutzt werden, um 5.756 MWh Wärme zu erzeugen. Die Modulleistung der PV-Anlage beträgt 735 kW<sub>p</sub>. Wie in Tabelle 25 zu sehen ist, umfasst die Kollektorfläche 3.500 m<sup>2</sup>, mit einer Stromerzeugung von 657 MWh. Die Luftwärmepumpe verfügt über eine elektrische Nennleistung von 183 kW<sub>el</sub> (Volllaststunden: 3.429 h). In Tabelle 26 sind Details wie der Strombedarf von 556 MWh und die Erzeugung von 1.882 MWh Wärme enthalten. Der Wärmespeicher weist eine Speicherkapazität von 1.394 kWh auf. Detaillierte Informationen zum Wärmespeicher finden sich in Tabelle 27.

*Tabelle 23: Fokusgebiet 2: Auslegung der Technologien in der Energiezentrale*

Technologie	Auslegung	Volllaststunden/Ladezyklen
Biomasse-Kessel 1	1.598 kW <sub>th</sub>	3.602 h
Photovoltaik	735 kW <sub>p</sub>	894 h
Luftwärmepumpe	549 kW <sub>th</sub>	3.429 h
Wärmespeicher	60 m <sup>3</sup>	133

*Tabelle 24: Fokusgebiet 2: Kessel 1*

Nennwärmeleistung	1.598 kW <sub>th</sub>
Erzeugte Wärme	5.756 MWh
Brennstoffbedarf	6.395 MWh
Volllaststunden	3.602 h

*Tabelle 25: Fokusgebiet 2: Photovoltaik*

Installierte Leistung	735 kW <sub>p</sub>
Kollektorfläche	3.500 m <sup>2</sup>
Erzeugter Strom	657 MWh
Volllaststunden	894 h
Abgeregeltes Erzeugungspotential	0 MWh

*Tabelle 26: Fokusgebiet 2: Luftwärmepumpe*

Erzeugte Wärme	1.882 MWh
Strombedarf	556 MWh
Wärme zur Regeneration	0 MWh
Volllaststunden	3.429 h
Nennwärmeleistung	549 kW <sub>th</sub>
Elektrische Nennleistung	183 kW <sub>el</sub>

*Tabelle 27: Fokusgebiet 2: Wärmespeicher*

Speicherkapazität	1.394 kWh
Eingespeicherte Energie	185 MWh
Ausgespeicherte Energie	183 MWh
Speichervolumen	60 m <sup>3</sup>
Vollladezyklen	133

## Emissionen

*Tabelle 28: Fokusgebiet 2: Emissionen*

	Spez. Emissionen		Jahressumme		CO <sub>2</sub> - Emissionen
Strombezug (Energiezentrale)	350 g/kWh	×	86 MWh	=	30,1 t
Stromeinspeisung	- 0 g/kWh	×	151 MWh	=	- 0 t
Bezug des Betriebsstroms aus Stromnetz	350 €/t g/kWh	×	140 MWh	=	49,1 €/t
Biomasse	40 g/kWh	×	6.395 MWh	=	256 t
Fernwärmebezug	150 g/kWh	×	0 MWh	=	0 t
<b>Fernkältebezug</b>	<b>150 g/kWh</b>	<b>×</b>	<b>0 MWh</b>	<b>=</b>	<b>0 t</b>
			Summe		335 t

### 3 Variantenvergleich

Tabelle 29: Optimierung der Energiezentrale

	Wärmenetz Kommunal	Wärmenetz Erweiterung
Kessel 1	333 kW <sub>th</sub>	1.598 kW <sub>th</sub>
Photovoltaik	141 kW <sub>p</sub>	735 kW <sub>p</sub>
Luftwärmepumpe	50 kW <sub>el</sub>	183 kW <sub>el</sub>
Wärmespeicher	349 kWh	1.394 kWh

Tabelle 30: Emissionen und Primärenergie

	Wärmenetz Kommunal	Wärmenetz Erweiterung
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>33,9 t</b>	<b>335 t</b>
CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Wärmebedarf	39,2 g/kWh	47,9 g/kWh
CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Nutzfläche	4,1 kg/m <sup>2</sup>	2,1 kg/m <sup>2</sup>
<b>Primärenergie</b>	<b>170 MWh</b>	<b>1.686 MWh</b>
Primärenergie pro Wärmebedarf	0,2 kWh/kWh	0,24 kWh/kWh
Primärenergie pro Nutzfläche	20,5 kWh/m <sup>2</sup>	10,7 kWh/m <sup>2</sup>

### 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).