Bericht zur Analyse der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Quartier Catoir

Projekt: Kommunale Wärmeplanung Bad Dürkheim

Auftraggeber: Stadt Bad Dürkheim
Mannheimer Str. 24
67098 Bad Dürkheim

Erstellt: Team für Technik GmbH
Büro Karlsruhe
Zunftstraße 11
76227 Karlsruhe
Tel. 0721 603200 – 52
Mail karlsruhe@tftgmbh.de

Datum: 14.04.2025

INHALTSVERZEICHNIS

1 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE 2

2 GRUNDLAGEN 4

3 WÄRMEVERSORGUNG 5

4 SZENARIEN ANSCHLUSSQUOTEN NAHWÄRME 6

4.1 SZENARIO 1: ANKERKUNDEN 6

4.1.1 WÄRMENETZ 6

4.1.2 WÄRMEERZEUGUNG 7

4.2 SZENARIO 2: ANKERKUNDEN UND BESTANDSGEBÄUDE 8

4.2.1 WÄRMENETZ 8

4.2.2 WÄRMEERZEUGUNG 10

5 WIRTSCHAFTLICHKEIT 11

5.1 RANDBEDINGUNGEN 11

5.2 SZENARIO 1 – ANKERKUNDEN 12

5.2.1 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN WÄRMENETZ MIT ZENTRALER WÄRMEQUELLE 12

5.2.2 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN DER BOOSTER-WÄRMEPUMPEN 14

5.2.3 SUMME DER INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN 15

5.2.4 WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN 16

5.3 SZENARIO 2 – ANSCHLUSS 80 % 18

5.3.1 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN WÄRMENETZ MIT ZENTRALER WÄRMEQUELLE 18

5.3.2 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN DER BOOSTER-WÄRMEPUMPEN 20

5.3.3 SUMME DER INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN 21

5.3.4 WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN 22

5.4 VERGLEICH DER WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN DER SZENARIEN DES WÄRMENETZES MIT DER EINZELVERSORGUNG 24

1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde empfohlen, Fokusgebiete zu untersuchen, um Erkenntnisse zur wirtschaftlichen Transformation der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien zu gewinnen. Dabei werden zentrale Wärmelösungen mit einem Wärmenetz und dezentrale Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien verglichen. Ziel ist es, die Erkenntnisse auf andere Gebiete mit ähnlichen Voraussetzungen zu übertragen.

Das innenstadtnahe Quartier „Catoir" ist als eines der vier Fokusgebiete ausgewählt worden. Es ist dicht bebaut und bietet nur wenige Optionen für außenaufgestellte Wärmepumpen. Das bestehende Wärmenetz liegt bis zu 700 m entfernt und verfügt nicht über die Wärmeerzeugerkapazitäten, um das zusätzliche Gebiet zu versorgen.

Daher wird, wie in Ungstein, ein Kaltnetz über einen Wärmetauscher in der Isenach in Betracht gezogen. Zunächst wird der Anschluss öffentlicher Gebäude geprüft, die als Ankerkunden dienen können. Anschließend soll geprüft werden, ob bis zu 80 % der umliegenden Gebäude wirtschaftlich integriert werden können. Eine ausreichende Regeneration des Flusses zwischen den beiden potenziellen Entnahmestellen ist für eine gemeinsame Nutzung nötig. Eine detaillierte Untersuchung hierzu wäre Teil einer späteren Machbarkeits- oder Umsetzungsstudie.

Das Kaltnetz überträgt die entnommene Flusswärme zu den angeschlossenen Gebäuden. Dort heben Booster-Wärmepumpen das Temperaturniveau auf das benötigte Temperaturniveau der Heizkreise der jeweiligen Gebäude.

In der Analyse wurden zwei Szenarien für die Anschlussquote betrachtet: ein Szenario mit nur Ankerkunden und ein Szenario, in dem ca. 80 % der Gebäude entlang des Wärmenetzes angeschlossen sind. Anschließend wurden die Szenarien wirtschaftlich mit der Einzelversorgung der Gebäude durch eine Außenluft-Wasser-Wärmepumpe verglichen.[1]

ERGEBNISSE DER ANALYSE

Vergleich der Wärmegestehungskosten				
Wärmegestehungskosten (brutto)	**Wärmenetz Szenario 1**	**Wärmenetz Szenario 2**	**Dezentrale Wärme Typ EFH**	**Dezentrale Wärme Typ MFH**
inkl. Förderung	0,23 €/kWh	0,22 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,25 €/kWh	0,24 €/kWh		
Ohne Förderung	0,27 €/kWh	0,26 €/kWh	0,25 €/kWh	0,23 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,25 €/kWh	0,29 €/kWh		

Tabelle 1: Vergleich der Wärmegestehungskosten der 2 Szenarien des Wärmenetzes im Quartier Catoir mit den Kosten für die dezentrale Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpen für den Typ EFH/MFH

Die Analyse zeigt, dass das kalte Wärmenetz im Quartier Catoir wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über Außenluft-Wärmepumpen vergleichbar ist. Allerdings

[1] Für detaillierte Informationen zu den Berechnungen der Wärmegestehungskosten für den Typ EFH und MFH inklusive Annahmen zu den Förderungen siehe Gebäudesteckbriefe für EFH und MFH, die im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erstellt wurden.

muss geprüft werden, ob die flächendeckende Umsetzung von außen aufgestellten Wärmepumpen aufgrund des begrenzten Platzangebots möglich ist.

Die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes kann sich verbessern, wenn der Netzausbau mit geplanten Sanierungs- oder Tiefbauarbeiten kombiniert wird. Zudem zeigt Szenario 2, dass eine hohe Anschlussquote die Rentabilität weiter steigern kann.

Auf Grundlage der Grobkostenberechnung wird empfohlen, die Umsetzung eines kalten Wärmenetzes weiter zu prüfen. Die Anschlussbereitschaft der Bürgerinnen und Bürger sollte durch Befragungen ermittelt werden. Bei hoher Zustimmung wäre eine weiterführende Machbarkeitsstudie gemäß BEW-Modul 1 der BAFA sinnvoll.

2 Grundlagen

Das Quartier „Catoir“ liegt im Zentrum von Bad Dürkheim in unmittelbarer Nähe zum Fluss Isenach. Es umfasst eine historisch geprägte Bebauung mit teils denkmalgeschützten Gebäuden und weist eine hohe städtebauliche Dichte auf. Mehrere Liegenschaften befinden sich im Besitz der öffentlichen Hand, darunter das Kulturzentrum „Haus Catoir“.

Der Anschluss an das bestehende Wärmenetz der Stadtwerke Bad Dürkheim wird aufgrund der Distanz zum Quartier nicht weiterverfolgt, zumal für das Bestandsnetz noch zusätzliche erneuerbare Erzeugungskapazitäten erforderlich wären. Stattdessen wird die potenzielle Nutzung des nahegelegenen Flusswassers der Isenach betrachtet, da eine ausreichende Wassermenge verfügbar ist.

In energetischer Hinsicht bestehen in diesem Gebiet mehrere Herausforderungen: Die meist älteren Gebäude weisen zum Teil einen hohen Sanierungsbedarf auf, während denkmalpflegerische Auflagen bauliche Veränderungen, etwa an Fassaden und Dächern, einschränken können. Eine vollständige Einbeziehung erneuerbarer Energien auf Gebäudeebene (z. B. über Luftwärmepumpen oder Solarinstallationen) wird dadurch erschwert. Gleichzeitig ergeben sich durch die öffentliche Trägerschaft einzelner Gebäude Chancen für eine koordinierte Planung, da hier bereits größere Wärmeabnehmer für ein gemeinsames Versorgungskonzept verfügbar sind.

Unter diesen Rahmenbedingungen soll in der vorliegenden Untersuchung geklärt werden, wie sich das Flusswasser der Isenach energetisch nutzen lässt. Der Einsatz eines Kaltnetzes auf Basis des Isenach-Flusswassers bietet mehrere Vorteile: Ungedämmte Kunststoffrohre anstelle isolierter Stahlleitungen führen zu geringeren Verlegekosten und vereinfachen die Installation. Außerdem wird nur ein Wärmetauscher am Fluss benötigt, anstatt mehrere zentrale Wärmeerzeuger. Die eigentliche Heizwärme wird dezentral mithilfe von Booster-Wärmepumpen in den Gebäuden (z. B. im Keller) auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben.

Abbildung 1: Quartier Catoir

3 Wärmeversorgung

Für die Wirtschaftlichkeit werden zwei Szenarien einer möglichen Wärmeversorgung verglichen, die in den folgenden Unterkapiteln dargestellt sind. In Szenario 1 werden ausschließlich öffentliche Gebäude angeschlossen, die als Ankerkunden bezeichnet werden. In Szenario 2 werden die Anschlüsse auf Bestandsgebäude erweitert, bis 80 % des Wärmebedarfs der am Netz liegenden Gebäude durch das Wärmenetz abgedeckt werden. Es wurden dabei keine Absprachen mit Hausbesitzern getroffen, die gewählten Gebäude ergeben lediglich 80 % des Wärmebedarfs und dienen der Vorstudie als Berechnungsgrundlage, sind jedoch beliebig austauschbar.

Wärmequelle

Die Wärme wird aus dem Fluss Isenach mittels Platten-Wärmetauscher entzogen und als kalte Fernwärme mit einem Temperaturniveau von etwa 8 °C (Vorlauf) und 6 °C (Rücklauf) zu den Gebäuden transportiert.

Wärmeverteilung

Das Kaltnetz überträgt die Abwärme zu den angeschlossenen Gebäuden. Dort heben Booster-Wärmepumpen das Temperaturniveau des Vorlaufs (ca. 12 °C) auf das benötigte Temperaturniveau der Heizkreise der Gebäude (ca. 65°C). Die Booster-Wärmepumpe ist eine Sole-Wasser-Wärmepumpe und kann sowohl außen als auch innen, bspw. im Keller, aufgestellt werden. Die Größe variiert je nach dem individuellen Wärmebedarf des Gebäudes.

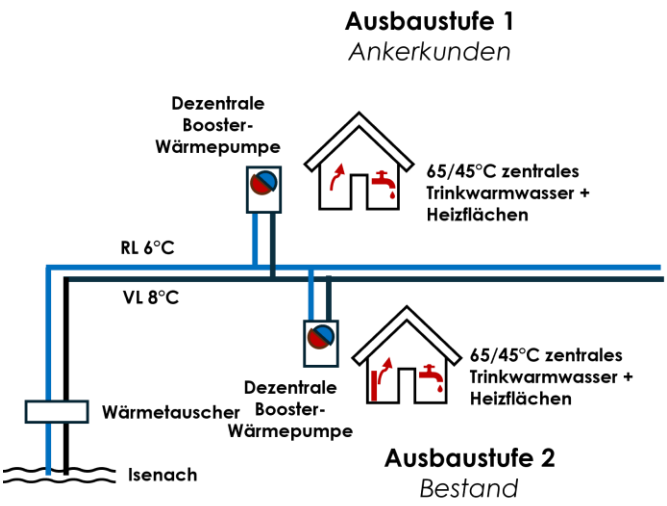

Abbildung 2: Wärmeversorgung im Quartier Catoir

4 Szenarien Anschlussquoten Nahwärme

Es werden zwei Szenarien betrachtet. Die Energiezentrale wird nördlich der Isenach auf einen Parkplatz, welcher in öffentlicher Hand liegt, platziert. Die Platzierung ist ein erster Vorschlag und muss bei Umsetzung explizit geprüft werden. In der Energiezentrale befindet sich der Wärmetauscher und die Übergabeeinheit an das Wärmenetz.

4.1 Szenario 1: Ankerkunden

In dem ersten Szenario werden lediglich die öffentlichen Gebäude angeschlossen. Dabei handelt es sich unter anderem um die Pestalozzischule, die Kita an der Isenach, die Schlosskirche, die Sporthalle des TDV, das Dürkheimer Haus und das Kulturzentrum Catoir.

4.1.1 Wärmenetz

Im nächsten Schritt wurde anhand der berechneten Wärmebedarfe der Gebäude das Wärmenetz dimensioniert. Die Wärmebedarfe der Gebäude basieren auf den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung. Für das Netz wurde davon ausgegangen, dass sich eine zukünftige Energiezentrale nördlich der Isenach befindet.

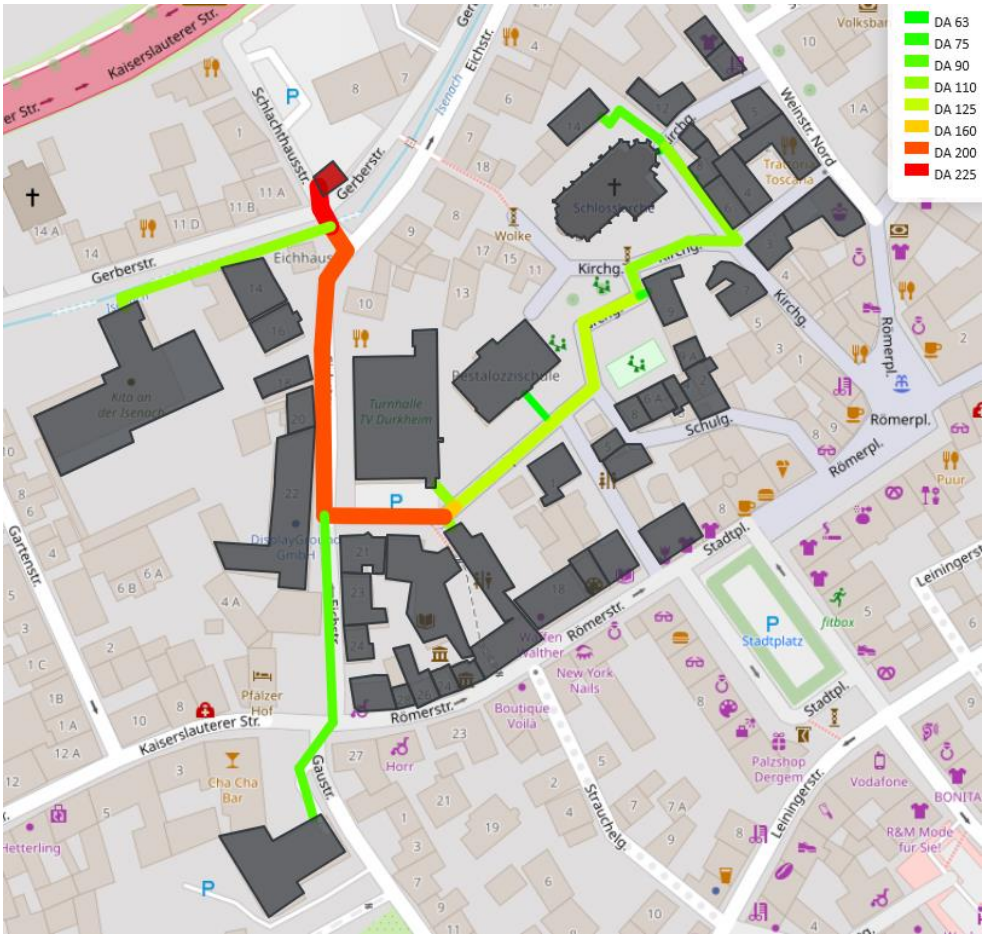

Abbildung 3: Dimensionierung des Wärmenetzes für das erste Szenario mit Anschluss der Ankerkunden

Netzeigenschaften	
Wärmebedarf Gebäude am Netz	**807 MWh/a**
Trassenlänge	**0,56 km**
davon Verteilleitungen	0,46 km
davon Hausanschlüsse	0,08 km
Wärmeliniendichte	**1,4 MWh/m*a**
Wärmegewinne Netz	-61 MWh/a
Wärmeverluste Netz	26,9 MWh/a

Tabelle 2: Ergebnisse zu den Eigenschaften des Wärmenetzes für Szenario 1

4.1.2 Wärmeerzeugung

Für die Versorgung der Gebäude am Wärmenetz im ersten Szenario würden als Spitzenlast etwa 350 kW Heizleistung benötigt (siehe nachfolgende Abbildung).

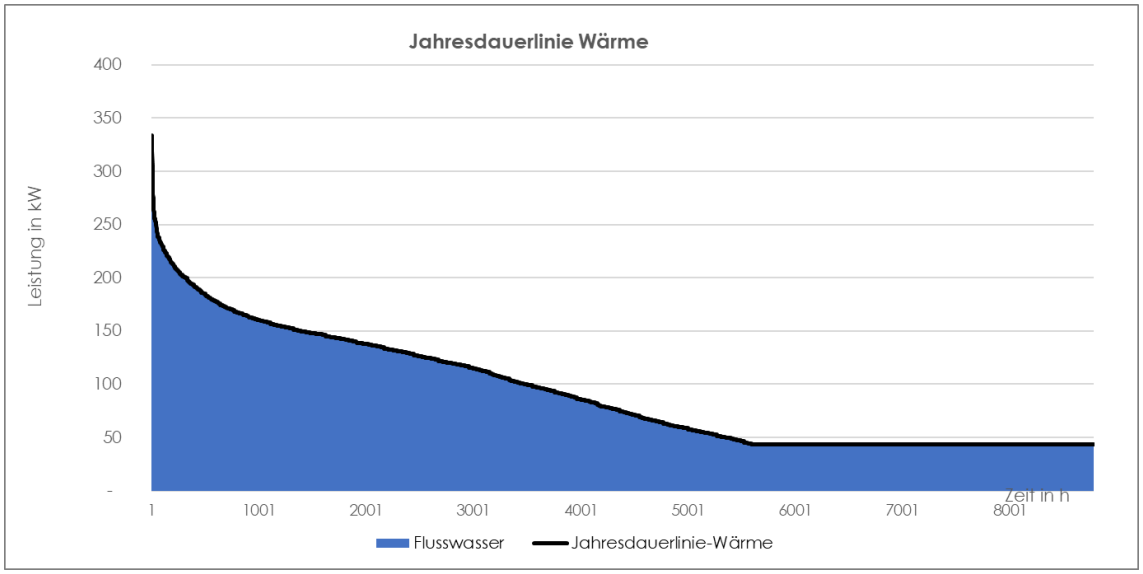

Abbildung 4: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 1

Bei einer benötigen Heizleistung von 350 kW würde in der Spitze etwa 10 l/s Massenstrom des Flusswassers benötigt. Bei einer gesamten Durchflussmenge von etwa 240 l/s im Winter wären dies etwa 4 % des Flusswasser-Massenstroms.

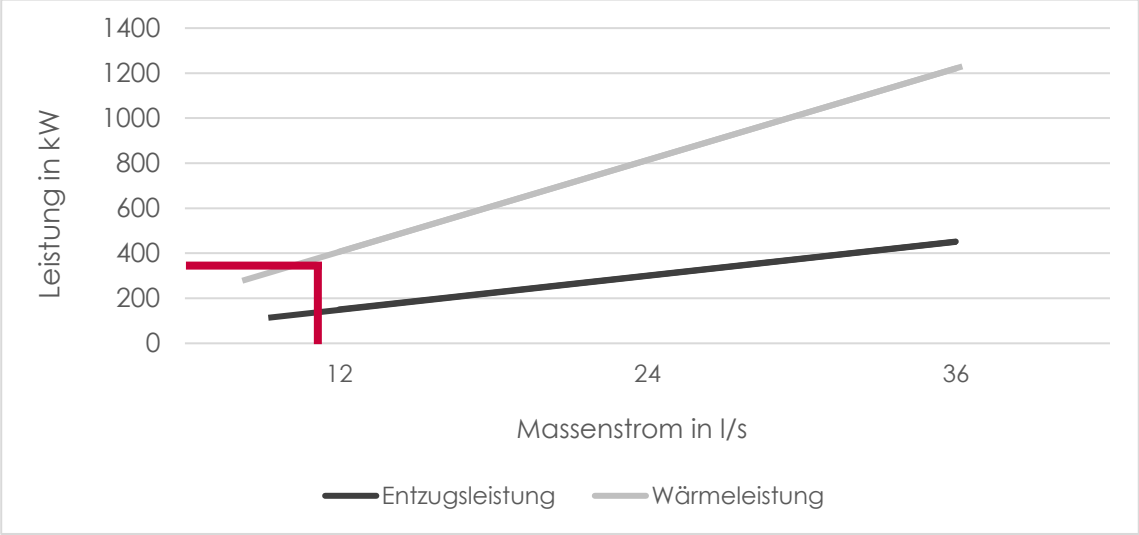

Abbildung 5: Darstellung des benötigten Massenstroms zur Erreichung der notwendigen Heizleistung

4.2 Szenario 2: Ankerkunden und Bestandsgebäude

Im zweiten Szenario werden sowohl die Ankerkunden als auch die Gebäude entlang des Wärmenetzes betrachtet.

4.2.1 Wärmenetz

Im Szenario mit Anschlüssen entlang des Netzes wurde angenommen, dass sich genügend Gebäude anschließen, um 80 % des Wärmebedarfs in diesem Bereich über das Wärmenetz zu decken. Es wurden keine Absprachen mit den Gebäudebesitzern getroffen, die gewählten Gebäude dienen der Anschauung sowie als Beispiel für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit. Wird eine Umsetzung in Betracht gezogen, würde erst eine Machbarkeitsstudie erstellt sowie ausführliche Gespräche mit möglichen Ankerkunden geführt. Die Wärmebedarfe der Gebäude basieren auf den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung.

Als Ergebnis der Annahmen wird das Wärmenetz wie folgt ausgelegt (siehe nachfolgende Abbildung).

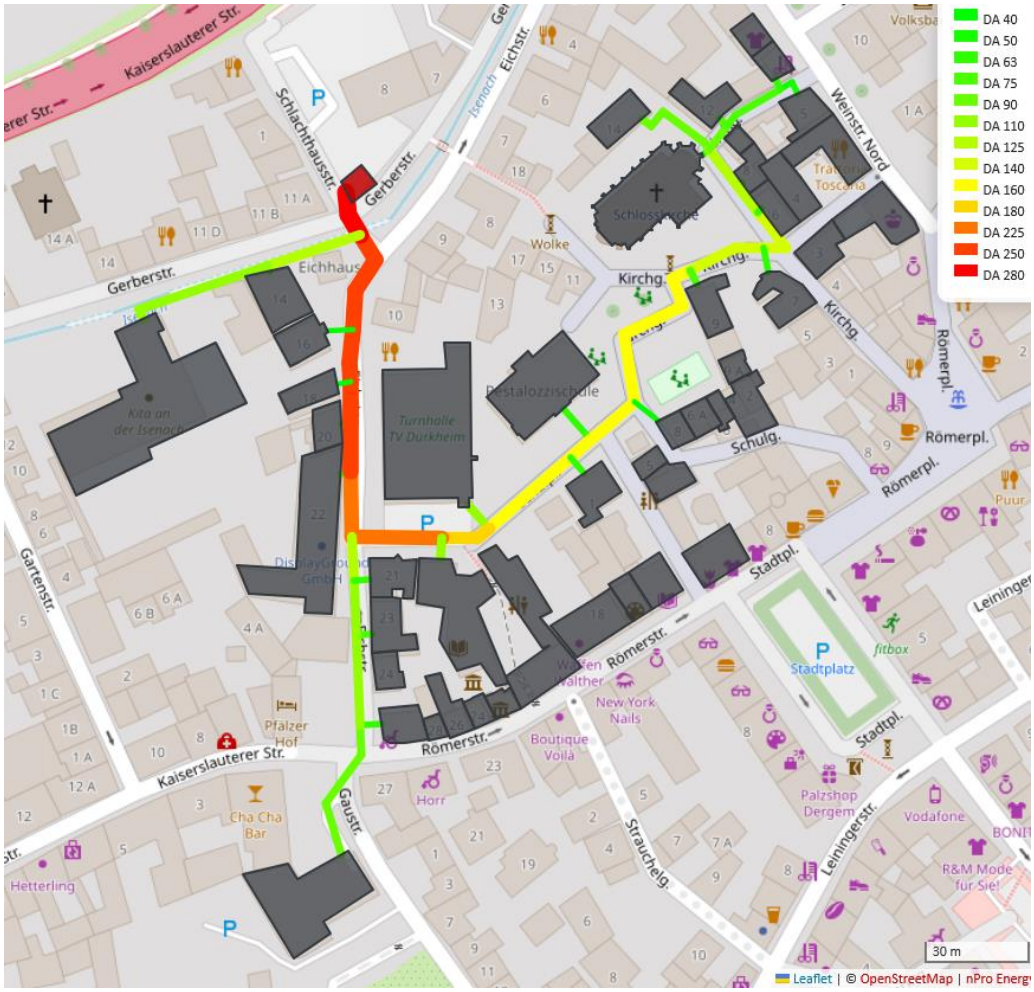

Abbildung 6: Dimensionierung des Wärmenetzes für Szenario 2 mit Anschluss der Ankerkunden und Bestandsgebäude

Netzeigenschaften	
Wärmebedarf Gebäude am Netz	**1.265 MWh/a**
Trassenlänge	0,7 km
davon Verteilleitungen	0,5 km
davon Hausanschlüsse	0,2 km
Wärmeliniendichte	**1,8 MWh/m*a**
Wärmegewinne Netz	-83 MWh/a
Wärmeverluste Netz	33,4 MWh/a

Tabelle 3: Ergebnisse zu den Eigenschaften des Wärmenetzes für Szenario 2

4.2.2 Wärmeerzeugung

Für die Versorgung der Gebäude am Wärmenetz im Szenario 2 würden als Spitzenlast etwa 550 kW Heizleistung benötigt (siehe nachfolgende Abbildung).

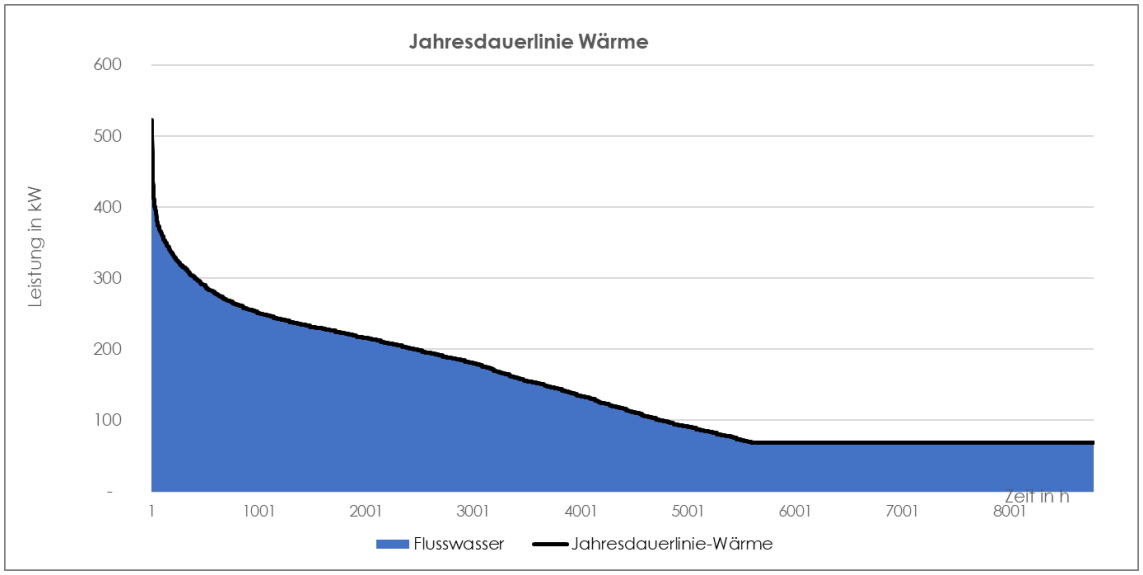

Abbildung 7: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 2

Bei einer benötigen Heizleistung von 550 kW würde in der Spitze etwa 16 l/s Massenstrom des Flusswassers benötigt. Bei einer gesamten Durchflussmenge von etwa 240 l/s im Winter wären dies etwa 7 % des Flusswasser-Massenstroms.

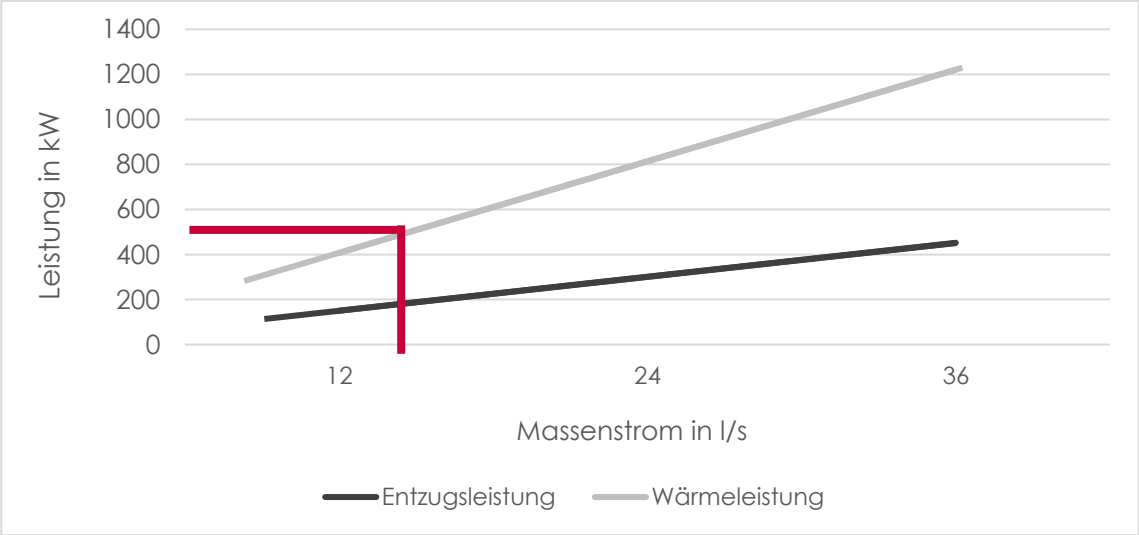

Abbildung 8: Darstellung des benötigten Massenstroms zur Erreichung der notwendigen Heizleistung

5 Wirtschaftlichkeit

5.1 Randbedingungen

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden Randbedingungen festgelegt, die nachfolgend dargestellt sind.

Energiekosten (brutto):

- Strom Haushaltstarif: 0,37 €/kWh
- Strom Wärmepumpentarif Haushalt: 0,34 €/kWh

Weitere Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung:

- Betrachtungszeitraum: 40 Jahre
- Höhe der Betriebs- und Instandhaltungskosten: Werte aus der VDI 2067
- Preisstand der Kosten: (4/2024) gemäß BKI-Baupreisindex

5.2 Szenario 1 – Ankerkunden

Zunächst wird die Wirtschaftlichkeit für Szenario 1 mit dem Anschluss aller öffentlicher Gebäude als Ankerkunden betrachtet.

5.2.1 Investitions- und Betriebskosten Wärmenetz mit zentraler Wärmequelle

Investitionskosten

Investitionskosten – Wärmenetz			
Nennweite	**Trassenlänge**	**spezifische Kosten**	**Gesamtkosten**
DN	*m*	*€/m*	*€*
225	6,6	4.186	27.624 €
200	131,4	3.343	439.231 €
160	4,5	3.343	15.042 €
125	172,3	2.083	358.970 €
110	92	2.083	191.673 €
90	130,8	1.807	236.297 €
75	2,6	1.478	3.843 €
63	15,7	1.339	21.016 €
		Summe Investitionskosten netto	**1.293.696 €**

Tabelle 4: Investitionskosten für den Bau des Wärmenetzes für Szenario 1

Investitionskosten – Hausanschlüsse			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Hausanschluss Kaltnetz 10-25 kW	4	4.500 €/St.	18.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 25-35 kW	2	7.100 €/St.	14.200 €
Hausanschluss Kaltnetz 70 -100 kW	2	10.700 €/St.	21.400 €
Hausanschluss Kaltnetz 150 kW	1	14.300 €/St.	14.300 €
		Summe Investitionskosten netto	**67.900 €**

Tabelle 5: Investitionskosten der Hausanschlüsse für Szenario 1

Investitionskosten – zentrale Wärmeerzeugung			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Wärmetauscher	500 kW	600 €/kW	300.000 €
Pumpen	-	-	20.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration	-	-	20.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik	-	-	20.000 €
Heizzentrale Gebäude	-	-	70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes	-	-	50.000 €
		Summe Investitionskosten netto	**480.000 €**

Tabelle 6: Investitionskosten der zentralen Wärmeerzeugung für Szenario 1

Betriebskosten

Betriebskosten – Wärmenetz		
	spez. Kosten[2]	**Jährliche Kosten**
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmetauscher	2,0%	6.000 €/a
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	12.937 €/a
Betriebs- und Instandhaltungskosten Hausanschluss	3,0%	2.037 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,37 €/kWh	1.480 €/a
	Summe Betriebskosten brutto	**22.454 €/a**

Tabelle 7: Betriebskosten des Wärmenetzes für Szenario 1

[2] Bei den prozentualen spezifischen Kosten in der obigen Tabelle handelt es sich um den prozentualen Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion aus der VDI 2067-1.

5.2.2 Investitions- und Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen

Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Booster Wärmepumpe 10 - 25 kW	4	28.000 €	112.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	4	3.500 €	14.000 €
Booster Wärmepumpe 25-35 kW	2	39.000 €	78.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	2	3.500 €	7.000 €
Booster Wärmepumpe 70 - 100 kW	2	75.000 €	150.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 2000l	2	5.000 €	10.000 €
Booster Wärmepumpe 150 kW	1	142.000 €	142.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 3000l	1	7.500 €	7.500 €
Summe Investitionskosten netto			**520.500 €**

Tabelle 8: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen – Szenario 1

Betriebskosten

Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen		
	spez. Kosten[3]	**Jährliche Kosten**
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,34 €/kWh	70.720 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	12.050 €/a
Instandhaltungskosten Wärmespeicher	2,0%	770 €/a
Summe Betriebskosten brutto		**82.770 €/a**

Tabelle 9: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen – Szenario 1

[3] Bei den prozentualen spezifischen Kosten in der obigen Tabelle handelt es sich um den prozentualen Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion aus der VDI 2067-1.

5.2.3 Summe der Investitions- und Betriebskosten

Investitionskosten – gesamt		
	Prozentuale Anteile	**Gesamt-kosten**
Investitionskosten Kaltnetz		1.361.596 €
Investitionskosten dezentrale Wärmeerzeugung		520.500 €
Investitionskosten zentrale Wärmequelle		480.000 €
Summe Investitionskosten netto		**2.362.096 €**
Planungskosten	14%	336.835 €
Summe Investitionskosten netto inkl. Planung		**2.698.931 €**
MWSt.	19%	773.581 €
Summe Investitionskosten brutto		**3.211.728 €**
Förderung BEW Modul Wärmenetz (Nettoinvest)	40%	765.089 €
Förderung BEG Heizungstausch (Bruttoinvest)	50%	1.284.459 €
Summe Investitionskosten inkl. Förderung		**2.016.184 €**

Tabelle 10: Zusammenfassung der Investitionskosten inklusive Planungskosten, Förderung und MwSt. bei Szenario 1

Für die Booster-Wärmepumpen wird angenommen, dass neben der Grundförderung von 30% ein Bonus von 20% für den Klimageschwindigkeitsbonus gewährt wird, der beispielsweise beim Austausch eines 20 Jahre alten Gas- oder Ölkessels gewährt wird.

Die Investitionskosten inkl. Förderung belaufen sich in Szenario 1 auf etwa 2 Mio. € brutto.

Betriebskosten – gesamt	
	Jährliche Kosten
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	22.454 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	82.770 €/a
Summe Betriebskosten brutto	**105.224 €/a**

Tabelle 11: Summe der Betriebskosten in Szenario 1

5.2.4 Wärmegestehungskosten

Die Wärmegestehungskosten werden nachfolgend vereinfacht anhand der statischen Berechnung betrachtet. Kostensteigerungen (z.B. Energiepreissteigerung pro Jahr) oder Zinsen werden nicht berücksichtigt.

In der nachfolgenden Grafik sind die aufsummierten Kosten des Wärmenetzes inklusive Wärmeerzeugung über den Betrachtungszeitraum von 40 Jahren dargestellt. Bei den Investitionskosten am Anfang im Jahr 0 ist die Förderung berücksichtigt. Bei der Ersatzinvestition für die Wärmeerzeugung (Booster-Wärmepumpen + Fluss-Wärmetauscher) nach 20 Jahren ist keine Förderung berücksichtigt.

Abbildung 9: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 1

In der obigen Grafik ist berücksichtigt, dass nach 20 Jahren eine Ersatzinvestition in den zentralen Fluss-Wärmetauscher und die Booster-Wärmepumpen stattfinden muss, daher ist ein Knick in der Kurve bei Jahr 20 zu erkennen.

Die aufsummierten Kosten für die Investition und den Betrieb des Wärmenetzes betragen über 40 Jahre inklusive der Förderung für die Erstinvestition etwa 7,4 Mio. €.

Die aufsummierten Kosten dividiert durch die Summe der Wärmemenge in 40 Jahren ergeben die Wärmegestehungskosten. Bei diesen ist kein Gewinn für den Netzbetreiber oder andere Kosten wie Verwaltungsaufwand oder Versicherungskosten berücksichtigt.

Wärmegestehungskosten bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	**0,23 €/kWh**

Tabelle 12: Wärmegestehungskosten für Szenario 1 über einen Zeitraum von 40 Jahren inkl. Förderung der Anfangsinvestition

Ohne die Förderung aus dem BAFA Modul BEW für die Erstinvestition im Jahre 0 wären die Wärmegestehungskosten bei dieser Variante etwas höher, wie in der nachfolgenden Tabelle deutlich wird.

Wärmegestehungskosten bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	**0,27 €/kWh**

Tabelle 13: Wärmegestehungskosten für Szenario 1 über einen Zeitraum von 40 Jahren ohne Förderung der Anfangsinvestition

Wie die Grobkostenberechnungen darlegen, würden bei einer statischen Betrachtung die **Wärmegestehungskosten inklusive einer Förderung ca. 0,23 €/kWh** bei Szenario 1 betragen. **Ohne die Förderung** der Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten mit ca. **0,27 €/kWh** etwas höher.

Bei den berechneten Wärmegestehungskosten sind noch keine Gewinne für den Netzbetreiber oder andere Kosten wie Verwaltungsaufwand oder Versicherungskosten berücksichtigt. Bei **Berücksichtigung eines Gewinns von 5%** für den Betreiber würden die **Wärmegestehungskosten mit Förderung** bei **0,25 €/kWh** und **ohne Förderung 0,29 €/kWh** betragen.

5.3 Szenario 2 – Anschluss 80 %

Im zweiten Szenario wird die Wirtschaftlichkeit mit dem Anschluss von 80 % (bezogen auf den Wärmebedarf) der Gebäude entlang des Wärmenetzes betrachtet.

5.3.1 Investitions- und Betriebskosten Wärmenetz mit zentraler Wärmequelle

Investitionskosten

Investitionskosten – Wärmenetz			
Nennweite	**Trassenlänge**	**spezifische Kosten**	**Gesamtkosten**
DN	*m*	*€/m*	*€*
280	13,2	5.117	67.538 €
250	70,5	4.186	295.078 €
225	44,3	4.186	185.418 €
180	14,5	3.343	48.469 €
160	107,3	3.343	358.672 €
140	42,1	2.502	105.349 €
125	62,5	2.083	130.213 €
110	105	2.083	218.757 €
90	85,5	1.807	154.460 €
75	44,6	1.478	65.930 €
63	51,6	1.339	69.072 €
50	20,6	1.106	22.781 €
40	30,4	1.010	30.713 €
		Summe Investitionskosten netto	**1.752.448 €**

Tabelle 14: Investitionskosten für den Bau des Wärmenetzes für Szenario 2

Investitionskosten – Hausanschlüsse			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Hausanschluss Kaltnetz < 10 kW	5	2.800 €/St.	14.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 10-25 kW	12	4.500 €/St.	54.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 25-35 kW	4	7.100 €/St.	28.400 €
Hausanschluss Kaltnetz 70 -100 kW	2	10.700 €/St.	21.400 €
Hausanschluss Kaltnetz 150 kW	1	14.300 €/St.	14.300 €
		Summe Investitionskosten netto	**132.100 €**

Tabelle 15: Investitionskosten der Hausanschlüsse für Szenario 2

Investitionskosten – zentrale Wärmeerzeugung			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Wärmetauscher	700 kW	600 €/kW	420.000 €
Pumpen	-	-	20.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration	-	-	20.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik	-	-	20.000 €
Heizzentrale Gebäude	-	-	70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes	-	-	50.000 €
		Summe Investitionskosten netto	**600.000 €**

Tabelle 16: Investitionskosten der zentralen Wärmeerzeugung für Szenario 2

Betriebskosten

Betriebskosten – Wärmenetz		
	spez. Kosten[4]	**Jährliche Kosten**
Instandhaltungskosten zentraler Fluss-Wärmetauscher	2,0%	8.400 €/a
Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	17.524 €/a
Instandhaltungskosten Hausanschluss	3,0%	3.963 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,37 €/kWh	2.109 €/a
	Summe Betriebskosten brutto	**31.996 €/a**

Tabelle 17: Betriebskosten des Wärmenetzes für Szenario 2

[4] Bei den prozentualen spezifischen Kosten in der obigen Tabelle handelt es sich um den prozentualen Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion aus der VDI 2067-1.

5.3.2 Investitions- und Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen

Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Booster Wärmepumpe < 10 kW	5	17.000 €	85.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 500l	5	2.000 €	10.000 €
Booster Wärmepumpe 10 - 25 kW	12	28.000 €	336.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	12	3.500 €	42.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 25-35 kW	4	28.000 €	112.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	4	3.500 €	14.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 70 - 100 kW	2	75.000 €	150.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 2000l	2	5.000 €	10.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 150 kW	1	142.000 €	142.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 3000l	1	7.500 €	7.500 €
Summe Investitionskosten netto			**908.500 €**

Tabelle 18: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen – Szenario 2

Betriebskosten

Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen		
	spez. Kosten[5]	**Jährliche Kosten**
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,34 €/kWh	114.920 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	20.625 €/a
Instandhaltungskosten Wärmespeicher	2,0%	1.670 €/a
Summe Betriebskosten brutto		**135.545 €/a**

Tabelle 19: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen – Szenario 2

[5] Bei den prozentualen spezifischen Kosten in der obigen Tabelle handelt es sich um den prozentualen Aufwand für Instandsetzung und Wartung/Inspektion aus der VDI 2067-1.

5.3.3 Summe der Investitions- und Betriebskosten

Investitionskosten – gesamt		
Kostenposition	Prozentuale Anteile	**Gesamt-kosten**
Investitionskosten Kaltnetz		1.884.548 €
Investitionskosten Booster-Wärmepumpen		908.500 €
Investitionskosten zentrale Wärmequelle		600.000 €
Summe Investitionskosten netto		**3.393.048 €**
Planungskosten	13%	453.990 €
Summe Investitionskosten netto inkl. Planung		**3.847.038 €**
MWSt.	19%	730.937 €
Summe Investitionskosten brutto		**4.577.975 €**
Förderung BEW Modul Wärmenetz (Nettoinvest)	40%	1.126.792 €
Förderung BEG Heizungstausch (Bruttoinvest)	50%	612.884 €
Summe Investitionskosten inkl. Förderung		**2.838.299 €**

Tabelle 20: Zusammenfassung der Investitionskosten inklusive Planungskosten, Förderung und MwSt. bei Szenario 2

Die Investitionskosten inkl. Förderung belaufen sich in Szenario 2 auf etwa 2,8 Mio. € brutto.

Für die Booster-Wärmepumpen wird angenommen, dass neben der Grundförderung von 30% ein Bonus von 20% für den Klimageschwindigkeitsbonus gewährt wird, der beispielsweise beim Austausch eines 20 Jahre alten Gas- oder Ölkessels gewährt wird.

Betriebskosten

Betriebskosten – gesamt	
	Jährliche Kosten
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	31.996 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	135.545 €/a
Summe Betriebskosten brutto	**167.541 €/a**

Tabelle 21: Summe der Betriebskosten in Szenario 2

5.3.4 Wärmegestehungskosten

Die Wärmegestehungskosten werden nachfolgend vereinfacht anhand der statischen Berechnung betrachtet. Kostensteigerungen (z.B. Energiepreissteigerung pro Jahr) oder Zinsen werden nicht berücksichtigt.

In der nachfolgenden Grafik sind die aufsummierten Kosten des Wärmenetzes inklusive Wärmeerzeugung über den Betrachtungszeitraum von 40 Jahren dargestellt. Bei den Investitionskosten am Anfang im Jahr 0 ist die Förderung berücksichtigt. Bei der Ersatzinvestition für die Wärmeerzeugung (Booster-Wärmepumpen + Fluss-Wärmetauscher) nach 20 Jahren ist keine Förderung berücksichtigt.

Abbildung 10: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 2

In der obigen Grafik ist berücksichtigt, dass nach 20 Jahren eine Ersatzinvestition in den zentralen Fluss-Wärmetauscher und die Booster-Wärmepumpen stattfinden muss, daher ist ein Knick in der Kurve bei Jahr 20 zu erkennen.

Die aufsummierten Kosten für die Investition und den Betrieb des Wärmenetzes betragen über 40 Jahre inklusive der Förderung für die Erstinvestition etwa 11,4 Mio. €.

Die aufsummierten Kosten dividiert durch die Summe der Wärmemenge in 40 Jahren ergeben die Wärmegestehungskosten. Bei diesen ist kein Gewinn für den Netzbetreiber oder andere Kosten wie Verwaltungsaufwand oder Versicherungskosten berücksichtigt.

Wärmegestehungskosten bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	**0,22 €/kWh**

Tabelle 22: Wärmegestehungskosten für Szenario 2 über einen Zeitraum von 40 Jahren inkl. Förderung der Anfangsinvestition

Ohne die Förderung aus dem BAFA Modul BEW für die Erstinvestition im Jahre 0 wären die Wärmegestehungskosten bei dieser Variante etwas höher, wie in der nachfolgenden Tabelle deutlich wird.

Wärmegestehungskosten bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	**0,26 €/kWh**

Tabelle 23: Wärmegestehungskosten für Szenario 2 über einen Zeitraum von 40 Jahren ohne Förderung der Anfangsinvestition

Wie die Grobkostenberechnungen darlegen, würden bei einer statischen Betrachtung die **Wärmegestehungskosten inklusive einer Förderung ca. 0,22 €/kWh** bei Szenario 2 betragen. **Ohne die Förderung** der Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten mit ca. **0,26 €/kWh** etwas höher.

Bei den berechneten Wärmegestehungskosten sind noch keine Gewinne für den Netzbetreiber oder andere Kosten wie Verwaltungsaufwand oder Versicherungskosten berücksichtigt. Bei Berücksichtigung einer **Gewinnmage des Betreibers von 5 %** würden die **Wärmegestehungskosten mit Förderung 0,24 €/kWh** und **ohne Förderung 0,29 €/kWh** betragen.

5.4 Vergleich der Wärmegestehungskosten der Szenarien des Wärmenetzes mit der Einzelversorgung

Die Wärmegestehungskosten sind die summierten Kosten für die Wärmeerzeugung aus Investitionskosten, Energie- und Instandhaltungskosten für den Betrachtungszeitraum von 40 Jahren, geteilt durch den Wärmeverbrauch des Gebäudes über diesen Zeitraum.

$$\boldsymbol{Wärmegestehungskosten} = \frac{Kosten\ über\ 40\ Jahre}{Wärmeverbrauch\ in\ 40\ Jahren}$$

Dieser Vergleichswert wird verwendet, da er verschiedene Heizsysteme objektiv anhand ihrer langfristigen Wirtschaftlichkeit bewertet. Je niedriger die Wärmegestehungskosten, desto kostengünstiger ist die Wärmeerzeugung über den Betrachtungszeitraum.

In der nachfolgenden Tabelle sind diese für Szenario 1 und 2 inkl. der Förderungen gegenübergestellt. Außerdem sind die Kosten für eine Einzelversorgung eines Gebäudes Typ Einfamilienhaus (EFH) und Typ Mehrfamilienhaus (MFH) angegeben, die bei einer dezentralen Wärmeversorgung mit einer Außenluft-Wasser-Wärmepumpe zu erwarten sind [6].

Neben den Wärmegestehungskosten inkl. Förderung sind auch die Wärmegestehungskosten mit Gewinnmarge eines Betreibers von 5% und die Wärmegestehungskosten ohne Förderung dargestellt.

Vergleich der Wärmegestehungskosten				
Wärmegestehungskosten (brutto)	**Wärmenetz Szenario 1**	**Wärmenetz Szenario 2**	**Dezentrale Wärme Typ EFH**	**Dezentrale Wärme Typ MFH**
inkl. Förderung	0,23 €/kWh	0,22 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,25 €/kWh	0,24 €/kWh		
Ohne Förderung	0,27 €/kWh	0,26 €/kWh	0,25 €/kWh	0,23 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,25 €/kWh	0,29 €/kWh		

Tabelle 24: Vergleich der Wärmegestehungskosten der 2 Szenarien des Wärmenetzes im Quartier Catoir mit den Kosten für die dezentrale Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpen für den Typ EFH/MFH

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass das kalte Wärmenetz im Quartier Catoir wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über Außenluft-Wärmepumpen vergleichbar ist. Die Wärmegestehungskosten liegen geringfügig über den Kosten einer dezentralen Lösung. Allerdings muss geprüft werden, ob eine flächendeckende Umsetzung von außen aufgestellten Wärmepumpen aufgrund des begrenzten Platzangebots realisierbar ist.

Die Berechnungen zeigen, dass die Wärmegestehungskosten für das kalte Wärmenetz je nach Förderung und Gewinnmarge in Szenario 1 zwischen 0,22 €/kWh und 0,25 €/kWh und in Szenario 2 zwischen 0,25 €/kWh und 0,29 €/kWh liegen. Zum Vergleich variieren die Kosten der dezentralen Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpen je nach Gebäudetyp zwischen 0,21 €/kWh und 0,25 €/kWh. Damit ist das Wärmenetz unter bestimmten Bedingungen konkurrenzfähig.

[6] Für detaillierte Informationen zu den Berechnungen der Wärmegestehungskosten für den Typ EFH und MFH inklusive Annahmen zu den Förderungen siehe Gebäudesteckbriefe für EFH und MFH, die im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erstellt wurden.

Die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes kann sich weiter verbessern, wenn die Kosten für den Netzausbau durch ohnehin geplante Sanierungsarbeiten oder begleitende Tiefbauarbeiten, wie Kabelverlegungen, reduziert werden.

Auf Grundlage der Grobkostenberechnung wird empfohlen, die Umsetzung eines kalten Wärmenetzes weiter zu prüfen, insbesondere angesichts des begrenzten Platzangebots für außen aufgestellte Wärmepumpen. Um die Anschlussbereitschaft der Bürgerinnen und Bürger zu bewerten, könnten Befragungen durchgeführt werden. Bei hoher Zustimmung sollte eine weiterführende Machbarkeitsstudie gemäß BEW-Modul 1 der BAFA erfolgen.