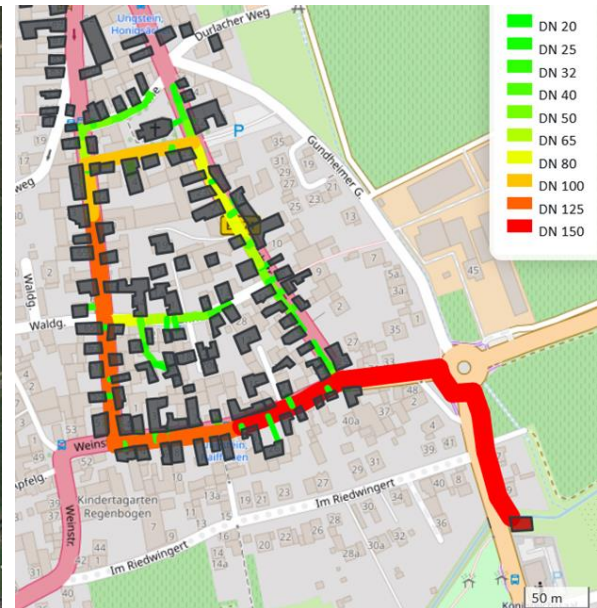


## Bericht zur Analyse der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Ortsteil Ungstein



**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@fftgmbh.de](mailto:karlsruhe@fftgmbh.de)

**Datum:** 14.04.2025

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>WÄRMEVERSORGUNG DER NAHWÄRME</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>SZENARIEN ANSCHLUSSQUOTEN NAHWÄRME</b>	<b>6</b>
4.1	SZENARIO 1 – HOHE ANSCHLUSSQUOTE	6
4.1.1	WÄRMENETZ	6
4.2	WÄRMEERZEUGUNG	7
4.3	SZENARIO 2 – NIEDRIGE ANSCHLUSSQUOTE	8
4.3.1	WÄRMENETZ	8
4.4	WÄRMEERZEUGUNG	9
<b>5</b>	<b>WIRTSCHAFTLICHKEIT</b>	<b>11</b>
5.1	RANDBEDINGUNGEN	11
5.2	SZENARIO 1 – HOHE ANSCHLUSSQUOTE	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 – NIEDRIGE ANSCHLUSSQUOTE	18
5.3.1	INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN WÄRMENETZ MIT ZENTRALER WÄRMEQUELLE	18
5.3.2	INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN DER BOOSTER-WÄRMEPUMPEN	19
5.3.3	SUMME DER INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN	20
5.3.4	WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN	21
5.4	VERGLEICH DER WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN DER SZENARIEN DES WÄRMENETZES MIT DER EINZELVERSORGUNG	23

## 1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung werden Fokusgebiete untersucht, um wirtschaftliche Transformationsmöglichkeiten hin zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung zu bewerten. Dabei werden zentrale Wärmenetze mit dezentralen erneuerbaren Wärmelösungen verglichen, sodass die Erkenntnisse auf ähnliche Gebiete der Kommune übertragbar sind.

Das Zentrum von Ungstein wurde als Fokusgebiet gewählt, da es städtebaulich saniert wird, viele ältere Gebäude mit hohen Heiztemperaturen umfasst und eine moderate Wärmeliniendichte aufweist, wodurch es als Referenzgebiet für ähnliche Stadtbereiche in Bad Dürkheim dient. Da die Wärmeliniendichte in diesem Gebiet vergleichsweise gering ist und sich ein klassisches Wärmenetz daher weniger eignet, wird ein kaltes Wärmenetz geprüft. Dabei dient das Flusswasser der Isenach als Wärmequelle.

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 Best-Case-Szenario mit nahezu 100 % Anschlussquote und ein Worst-Case-Szenario mit 50 %. Anschließend wurden die Szenarien wirtschaftlich mit der Einzelversorgung der Gebäude durch eine Außenluft-Wasser-Wärmepumpe verglichen.<sup>1</sup>

### ERGEBNISSE DER ANALYSE

Vergleich der Wärmegestehungskosten				
Wärmegestehungskosten (brutto)	Wärmenetz Szenario 1	Wärmenetz Szenario 2	Dezentrale Wärme Typ EFH	Dezentrale Wärme Typ MFH
inkl. Förderung	0,19 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,20 €/kWh	0,22 €/kWh		
Ohne Förderung	0,21 €/kWh	0,24 €/kWh	0,25 €/kWh	0,23 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,22 €/kWh	0,25 €/kWh		

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

Die Ergebnisse in der oberen Tabelle zeigen, dass das kalte Wärmenetz in Ungstein wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über eine Außenluft-Wärmepumpe vergleichbar ist und je nach Szenario sogar Vorteile bietet. Insbesondere bei einer hohen Anschlussquote, wie in Szenario 1, erweist es sich als wirtschaftlich vorteilhafter als die dezentrale Versorgung mit Außenluft-Wärmepumpen.

Zusammenfassend zeigen die Berechnungen, dass ein kaltes Wärmenetz in Ungstein bei günstigen Randbedingungen wie einer hohen Anschlussquote und Fördermitteln

<sup>1</sup> 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.

wirtschaftlich tendenziell vorteilhafter als eine dezentrale Wärmeversorgung über Außenluft-Wasser-Wärmepumpe sein kann.

Auf Grundlage der Grobkostenberechnung wird empfohlen, die Umsetzung eines kalten Wärmenetzes in Ungstein im Zuge der geplanten Sanierung des Ortskerns weiter zu prüfen. Dabei kann die Anschlussbereitschaft der Bürgerinnen und Bürger beispielsweise durch Befragungen ermittelt werden. Bei hoher Zustimmung sollte das Wärmenetz im Rahmen einer Machbarkeitsstudie gemäß BEW-Modul 1 der BAFA weiterentwickelt werden.

## 2 Grundlagen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Untersuchung von Fokusgebieten empfohlen, um für ausgewählte Gebiete der Kommune wirtschaftliche Transformationsmöglichkeiten hin zu einer Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien zu ermitteln. Dabei werden zentrale Wärmelösungen mit dem Aufbau eines Wärmenetzes der dezentralen Wärmeerzeugung mittels erneuerbarer Energien gegenübergestellt. Dieses Vorgehen soll sicherstellen, dass die gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Gebiete mit vergleichbaren Ausgangsbedingungen in der Kommune übertragen werden können.

### Ungstein Zentrum

Das Zentrum von Ungstein wurde als Fokusgebiet ausgewählt, da es städtebaulich saniert werden soll und viele ältere Gebäude mit einem hohem Temperaturniveau der Bestands-Heizung beherbergt. Das Gebiet weist eine moderate Wärmelinien-dichte auf, was es zu einem geeigneten Referenzgebiet für ähnliche Stadtbereiche in Bad Dürkheim macht.

Aufgrund der vergleichsweise geringen Wärmelinien-dichte im Gebiet, die für ein klassisches Wärmenetz weniger geeignet ist, wird in diesem Fall die Möglichkeit eines kalten Wärmenetzes untersucht. Als Wärmequelle dient das Flusswasser der Isenach, welches über einen Wärmetauscher ein kaltes Wärmenetz versorgt.

Ein Kaltnetz bietet mehrere Vorteile: Die niedrigen Temperaturen reduzieren Wärmeverluste, und die Verlegekosten sind durch den Einsatz ungedämmter Kunststoffrohre im Vergleich zu einem klassischen Wärmenetz erheblich niedriger.



Abbildung 1: Fokusgebiet Ungstein

### 3 Wärmeversorgung der Nahwärme

#### Wärmequelle

Die Wärme wird aus dem Fluss Isenach mittels Platten-Wärmetauscher entzogen und als kalte Fernwärme mit einem Temperaturniveau von etwa 10 °C (Vorlauf) und 8 °C (Rücklauf) zu den Gebäuden transportiert.

#### Wärmeverteilung

Das Kaltnetz überträgt die entnommene Flusswärme zu den angeschlossenen Gebäuden. Dort heben Booster-Wärmepumpen das Temperaturniveau des Vorlaufs (ca. 10°C) auf das benötigte Temperaturniveau der Heizkreise der jeweiligen Gebäude (ca. 65°C im Vorlauf).

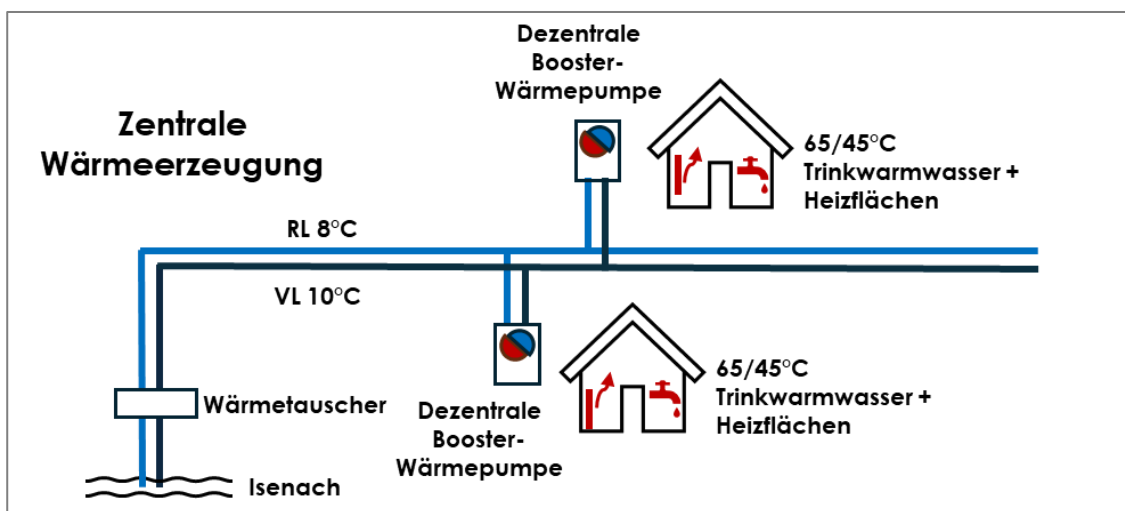


Abbildung 2: Wärmeversorgung des Kaltnetzes mit Flusswasser-Wärme aus der Isenach und Booster-Wärmepumpen pro Gebäude



## 4 Szenarien Anschlussquoten Nahwärme

### 4.1 Szenario 1 – Hohe Anschlussquote

Im Szenario 1 – der Best-Case-Variante – wird davon ausgegangen, dass nahezu 100 % des Wärmebedarfs der Gebäude in den Straßen mit Nahwärmeversorgung an das Wärmenetz angeschlossen werden. Das Netz wurde daraufhin optimiert dimensioniert, um eine möglichst hohe Wärmebedarfsdichte zu erzielen. Die Wärmebedarfe der Gebäude basieren auf den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung.

#### 4.1.1 Wärmenetz

Im nächsten Schritt wurde das Wärmenetz für das Szenario 1 anhand der beschriebenen Rahmenbedingungen dimensioniert (siehe nachfolgende Abbildung).

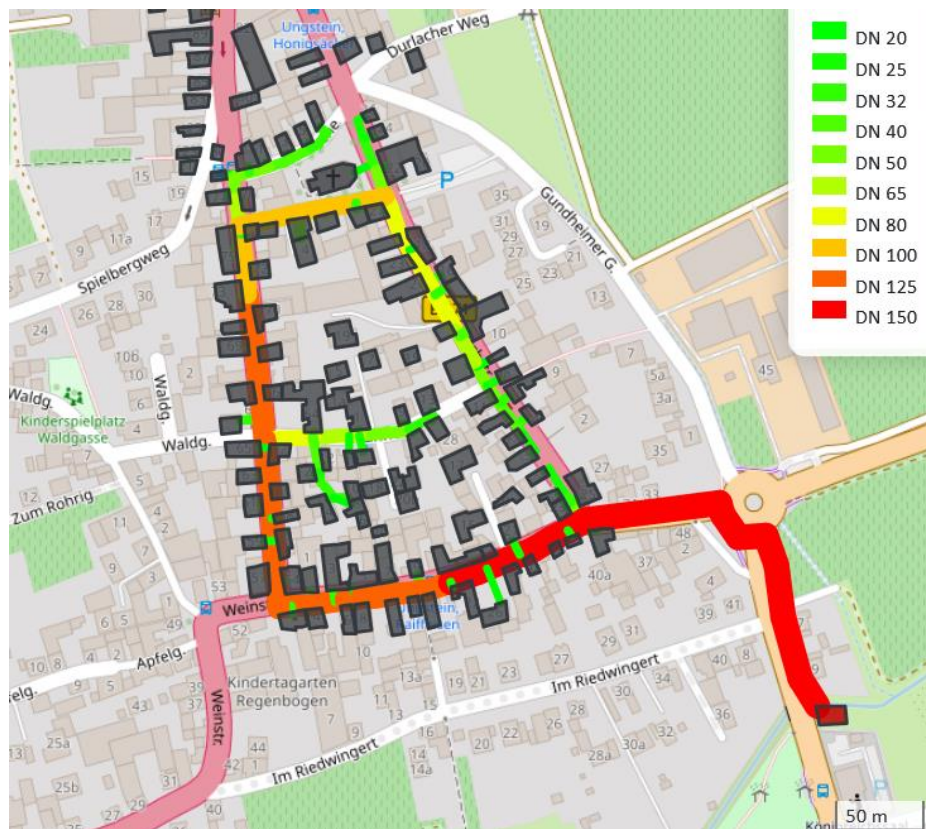


Abbildung 3: Dimensionierung des Wärmenetzes für Szenario 1

Netzeigenschaften	
Wärmebedarf Gebäude am Netz	2.345 MWh/a
Trassenlänge	1,6 km
davon Verteilleitungen	1,1 km
davon Hausanschlüsse	0,4 km
Wärmeliniedichte	1,5 MWh/m*a
Wärmegewinne Netz	-29 MWh/a
Wärmeverluste Netz	11 MWh/a

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

## 4.2 Wärmeerzeugung

Für die Versorgung der Gebäude am Wärmenetz im Szenario 1 würden als Spitzenlast Wärme etwa 1.000 kW Heizleistung benötigt (siehe nachfolgende Abbildung).

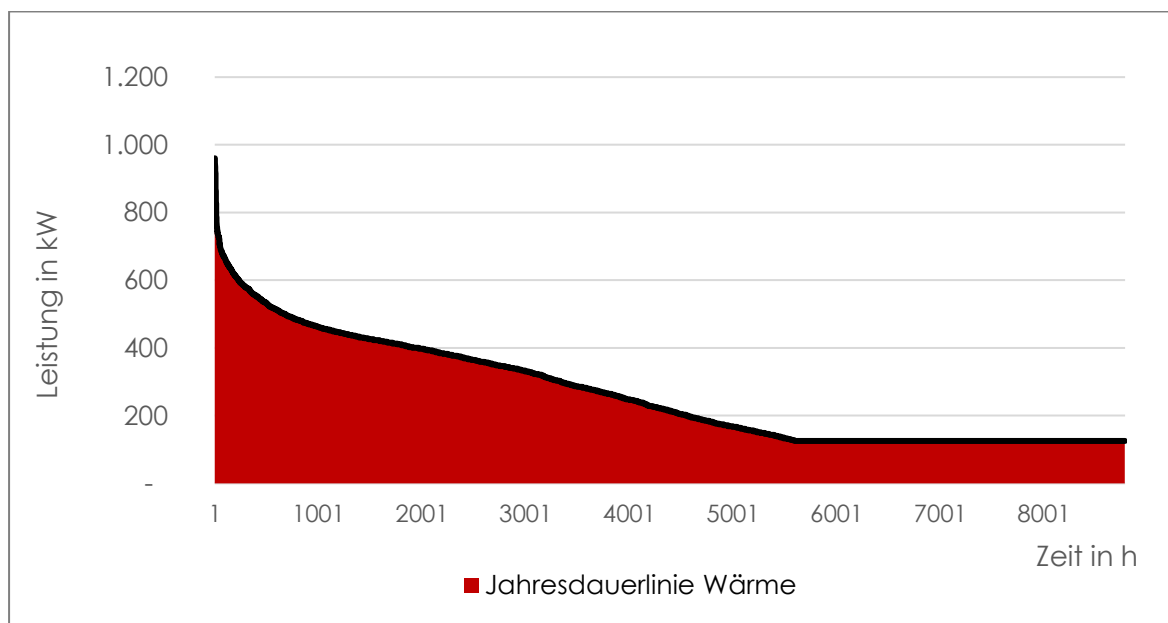


Abbildung 4: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 1

Bei einer benötigten Heizleistung von 1.000 kW würde in der Spitze etwa 30 l/s Massenstrom des Flusswassers benötigt. Bei einer gesamten Durchflussmenge von etwa 240 l/s im Winter wären dies etwa 12,5% des Flusswasser-Massenstroms.



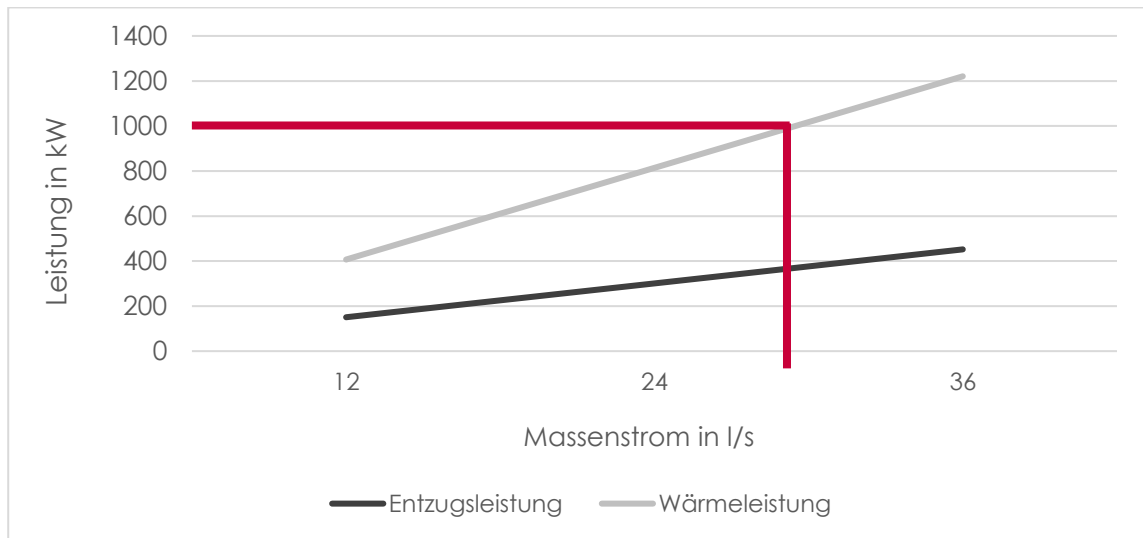


Abbildung 5: Darstellung des benötigten Massenstroms zur Erreichung der notwendigen Heizleistung

### 4.3 Szenario 2 – Niedrige Anschlussquote

Im Szenario 2 – der Worst-Case-Variante – wird davon ausgegangen, dass sich 50% des Wärmebedarfs der Gebäude in den Straßen mit Nahwärmeversorgung an das Wärmenetz anschließen. Die Wärmebedarfe der Gebäude basieren auf den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung.

#### 4.3.1 Wärmenetz

Im nächsten Schritt wurde das Wärmenetz für das Szenario 2 anhand der beschriebenen Rahmenbedingungen dimensioniert (siehe nachfolgende Abbildung).

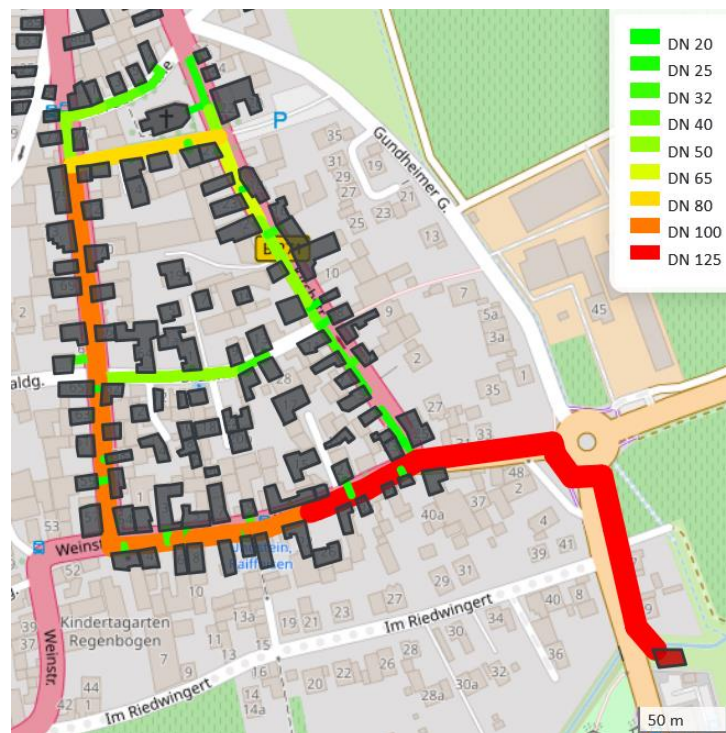


Abbildung 6: Dimensionierung des Wärmenetzes für Szenario 2

Netzeigenschaften	
Wärmebedarf Gebäude am Netz	1.173 MWh/a
Trassenlänge	1,3 km
davon Verteilleitungen	1,1 km
davon Hausanschlüsse	0,2 km
Wärmelinienichte	0,9 MWh/m*a
Wärmegewinne Netz	-24 MWh/a
Wärmeverluste Netz	9 MWh/a

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

#### 4.4 Wärmeerzeugung

Für die Versorgung der Gebäude am Wärmenetz im Szenario 2 würden als Spitzenlast Wärme etwa 500 kW Heizleistung benötigt (siehe nachfolgende Abbildung).

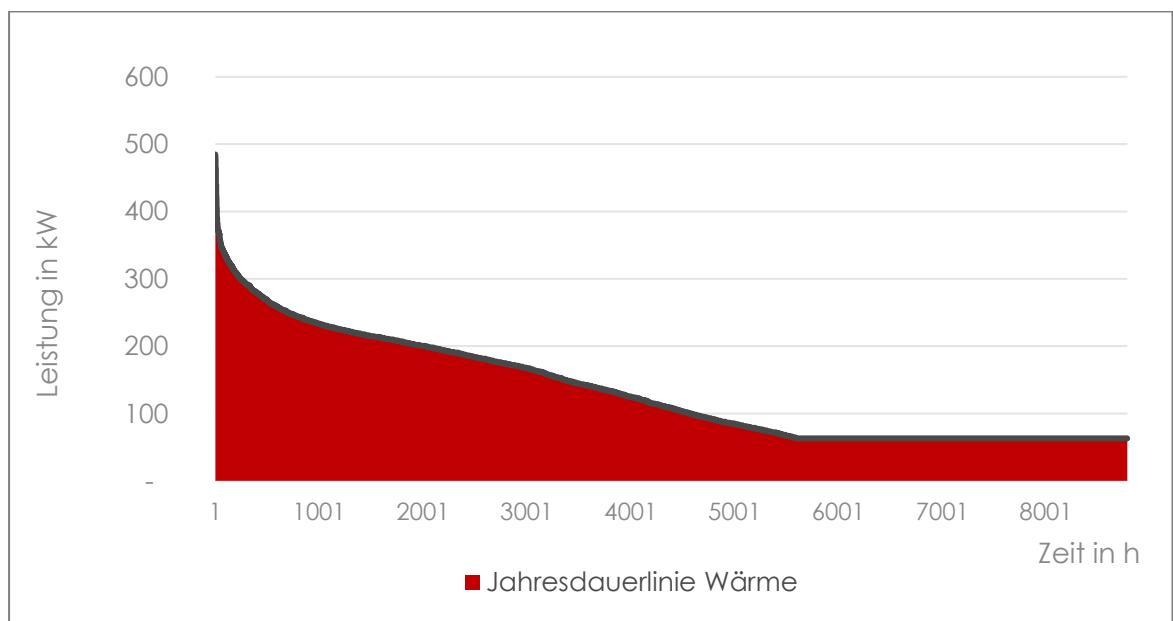


Abbildung 7: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 2

Bei einer benötigten Heizleistung von 500 kW würde in der Spitze etwa 14 l/s Massenstrom des Flusswassers benötigt. Bei einer gesamten Durchflussmenge von etwa 240 l/s im Winter wären dies etwa 6% des Flusswasser-Massenstroms.

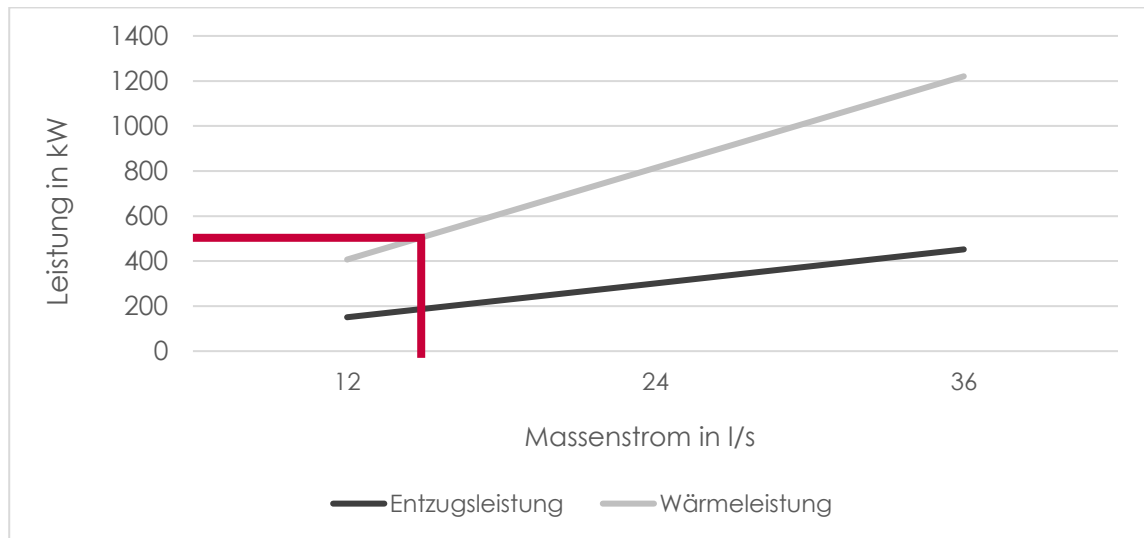


Abbildung 8: Darstellung des benötigten Massenstroms zur Erreichung der notwendigen Heizleistung für Szenario 2

## 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 – Hohe Anschlussquote

Zunächst wird die Wirtschaftlichkeit für Szenario 1 mit einer idealen Anschlussquote von nahezu 100% betrachtet.

### 5.2.1 Investitions- und Betriebskosten Wärmenetz mit zentraler Wärmequelle

#### Investitionskosten

<b>Investitionskosten – Wärmenetz</b>			
<b>Nennweite</b>	<b>Trassenlänge</b>	<b>spezifische Kosten</b>	<b>Gesamtkosten</b>
<i>DN</i>	<i>m</i>	<i>€/m</i>	<i>€</i>
150	295,4	850	251.090 €
125	271,6	718	195.069 €
100	122	631	76.999 €
80	108,2	528	57.116 €
65	65,1	484	31.505 €
50	125,2	411	51.425 €
40	87	381	33.120 €
32	196,3	367	72.006 €
25	151,6	352	53.390 €
20	138,3	338	46.681 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>868.403 €</b>

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

<b>Investitionskosten – Hausanschlüsse</b>			
	<b>Anzahl</b>	<b>spezifische Kosten</b>	<b>Gesamtkosten</b>
Hausanschluss Kaltnetz < 10 kW	77	2.800 €/St.	215.600 €
Hausanschluss Kaltnetz 10-25 kW	14	4.500 €/St.	63.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>278.600 €</b>

Tabelle 5: Investitionskosten der Hausanschlüsse für Szenario 1



<b>Investitionskosten – zentrale Wärmeerzeugung</b>			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	<b>Gesamtkosten</b>
Wärmetauscher	600 kW	600 €/kW	360.000 €
Pumpen	-	-	20.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration	-	-	20.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik	-	-	20.000 €
Heizzentrale Gebäude	-	-	70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes	-	-	50.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>540.000 €</b>

Tabelle 6: Investitionskosten der zentralen Wärmeerzeugung für Szenario 1

## Betriebskosten

<b>Betriebskosten – Wärmenetz</b>		
	spez. Kosten <sup>2</sup>	<b>Jährliche Kosten</b>
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmetauscher	2,0%	7.200 €/a
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	8.684 €/a
Betriebs- und Instandhaltungskosten Hausanschluss	3,0%	8.358 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,37 €/kWh	13.320 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>		<b>37.562 €/a</b>

Tabelle 7: Betriebskosten des Wärmenetzes für Szenario 1

<sup>2</sup> 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

<b>Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen</b>			
	Anzahl	spezifische Kosten	<b>Gesamtkosten</b>
Booster Wärmepumpe < 10 kW	77	17.000 €	1.309.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 500l	77	2.000 €	154.000 €
Booster Wärmepumpe 10 - 25 kW	14	28.000 €	392.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	14	3.500 €	49.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>1.904.000 €</b>

Tabelle 8: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen – Szenario 1

#### Betriebskosten

<b>Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen</b>		
	spez. Kosten <sup>3</sup>	<b>Jährliche Kosten</b>
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,34 €/kWh	226.051 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	42.525 €/a
Instandhaltungskosten Wärmespeicher	2,0%	4.060 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>		<b>268.576 €/a</b>

Tabelle 9: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen – Szenario 1

Bei der Berechnung der Kosten für Strom wurde für die Booster-Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,5 gerechnet.

<sup>3</sup> 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

<b>Investitionskosten – gesamt</b>		
	Prozentuale Anteile	<b>Gesamtkosten</b>
Investitionskosten Kaltnetz		1.147.003 €
Investitionskosten dezentrale Wärmeerzeugung		1.904.000 €
Investitionskosten zentrale Wärmequelle		540.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>		<b>3.591.003 €</b>
Planungskosten	13%	480.476 €
<b>Summe Investitionskosten netto inkl. Planung</b>		<b>4.071.479 €</b>
MWSt.	19%	773.581 €
<b>Summe Investitionskosten brutto</b>		<b>4.845.060 €</b>
Förderung BEW Modul Wärmenetz (Nettoinvest)	40%	765.089 €
Förderung BEG Heizungstausch (Bruttoinvest)	50%	1.284.459 €
<b>Summe Investitionskosten inkl. Förderung</b>		<b>2.795.511 €</b>

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 2,8 Mio. € brutto.

<b>Betriebskosten – gesamt</b>	
	Jährliche Kosten
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	37.562 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	268.576 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>	<b>306.138 €/a</b>

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.

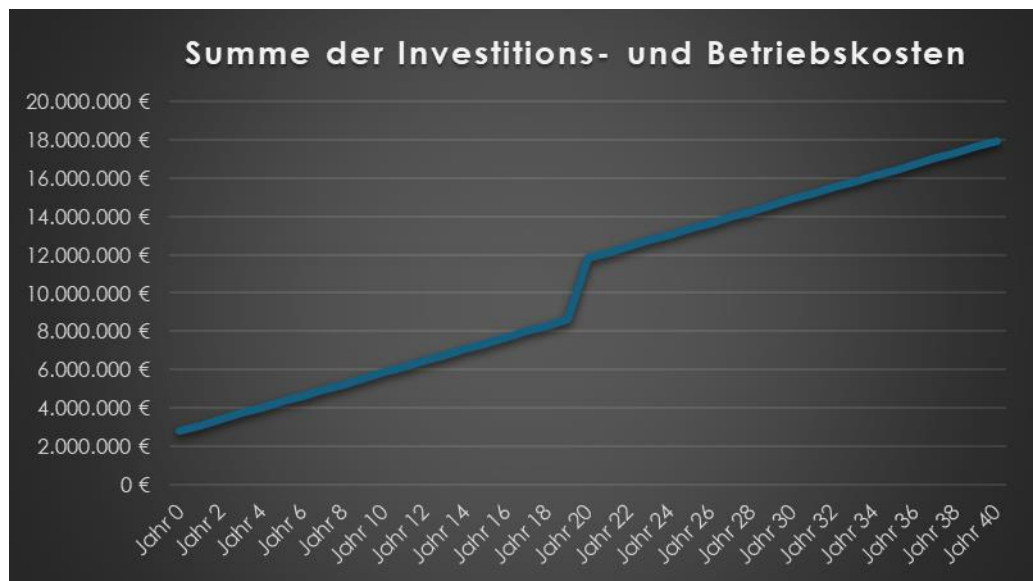


Abbildung 9: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 1

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 18 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.

<b>Wärmegestehungskosten</b> bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	<b>0,19 €/kWh</b>
--	-------------------

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

<b>Wärmegestehungskosten</b> bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	<b>0,22 €/kWh</b>
---	-------------------

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. 0,19 €/kWh** bei Szenario 1 betragen. **Ohne die Förderung** der Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten mit ca. **0,22 €/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 **0,20 €/kWh** und **ohne Förderung** **0,23 €/kWh** betragen.



### 5.3 Szenario 2 – Niedrige Anschlussquote

Im zweiten Szenario wird die Wirtschaftlichkeit mit einer niedrigen Anschlussquote von 50% betrachtet.

#### 5.3.1 Investitions- und Betriebskosten Wärmenetz mit zentraler Wärmequelle

##### Investitionskosten

<b>Investitionskosten – Wärmenetz</b>			
<b>Nennweite</b>	<b>Trassenlänge</b>	<b>spezifische Kosten</b>	<b>Gesamtkosten</b>
<i>DN</i>	<i>m</i>	<i>€/m</i>	<i>€</i>
125	280,9	718	201.749 €
100	327	631	206.384 €
80	83	528	43.814 €
65	52,2	484	25.262 €
50	197,2	411	80.999 €
40	44,6	381	16.979 €
32	128,4	367	47.099 €
25	142	352	50.009 €
20	62,2	338	20.995 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>693.289 €</b>

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

<b>Investitionskosten – Hausanschlüsse</b>			
	<b>Anzahl</b>	<b>spezifische Kosten</b>	<b>Gesamtkosten</b>
Hausanschluss Kaltnetz < 10 kW	41	2.800	114.800 €
Hausanschluss Kaltnetz 10-25 kW	8	4.500	36.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>150.800 €</b>

Tabelle 15: Investitionskosten der Hausanschlüsse für Szenario 2

<b>Investitionskosten – zentrale Wärmeerzeugung</b>			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	<b>Gesamtkosten</b>
Wärmetauscher	300 kW	600 €/kW	180.000 €
Pumpen			10.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration	-	-	15.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik			15.000 €
Heizzentrale Gebäude			70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes			40.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>330.000 €</b>

Tabelle 16: Investitionskosten der zentralen Wärmeerzeugung für Szenario 2

### Betriebskosten

<b>Betriebskosten – Wärmenetz</b>		
	spez. Kosten <sup>4</sup>	<b>Jährliche Kosten</b>
Instandhaltungskosten zentraler Fluss-Wärmetauscher	2,0%	3.600 €/a
Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	6.933 €/a
Instandhaltungskosten Hausanschluss	3,0%	4.524 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,37 €/kWh	7.770 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>		<b>22.827 €/a</b>

Tabelle 17: Betriebskosten des Wärmenetzes für Szenario 2

### 5.3.2 Investitions- und Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen

<b>Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen</b>			
	Anzahl	spezifische Kosten	<b>Gesamtkosten</b>
Booster Wärmepumpe < 10 kW	41	17.000 €	697.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 500l	41	2.000 €	82.000 €
Booster Wärmepumpe 10 - 25 kW	8	28.000 €	224.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	8	3.500 €	28.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>			<b>1.031.000 €</b>

Tabelle 18: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen – Szenario 2

<sup>4</sup> 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.

## Betriebskosten

<b>Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen</b>		
	spez. Kosten <sup>5</sup>	<b>Jährliche Kosten</b>
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,34 €/kWh	112.686 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	23.025 €/a
Instandhaltungskosten Wärmespeicher	2,0%	2.200 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>		<b>137.911 €/a</b>

Tabelle 19: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen – Szenario 2

Bei der Berechnung der Kosten für Strom wurde für die Booster-Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,5 gerechnet.

## 5.3.3 Summe der Investitions- und Betriebskosten

<b>Investitionskosten – gesamt</b>		
Kostenposition	Prozentuale Anteile	<b>Gesamtkosten</b>
Investitionskosten Kaltnetz		844.089 €
Investitionskosten Booster-Wärmepumpen		1.031.000 €
Investitionskosten zentrale Wärmequelle		330.000 €
<b>Summe Investitionskosten netto</b>		<b>2.205.089 €</b>
Planungskosten	15%	330.763 €
<b>Summe Investitionskosten netto inkl. Planung</b>		<b>2.535.852 €</b>
MWSt.	19%	481.812 €
<b>Summe Investitionskosten brutto</b>		<b>3.017.664 €</b>
Förderung BEW Modul Wärmenetz (Nettoinvest)	40%	540.081 €
Förderung BEG Heizungstausch (Bruttoinvest)	50%	705.462 €
<b>Summe Investitionskosten inkl. Förderung</b>		<b>1.772.122 €</b>

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

Die Investitionskosten inkl. Förderung belaufen sich in Szenario 2 auf etwa 1,8 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.

<sup>5</sup> 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.

### Betriebskosten

<b>Betriebskosten – gesamt</b>	
	<b>Jährliche Kosten</b>
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	22.827 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	137.911 €/a
<b>Summe Betriebskosten brutto</b>	<b>160.738 €/a</b>

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.

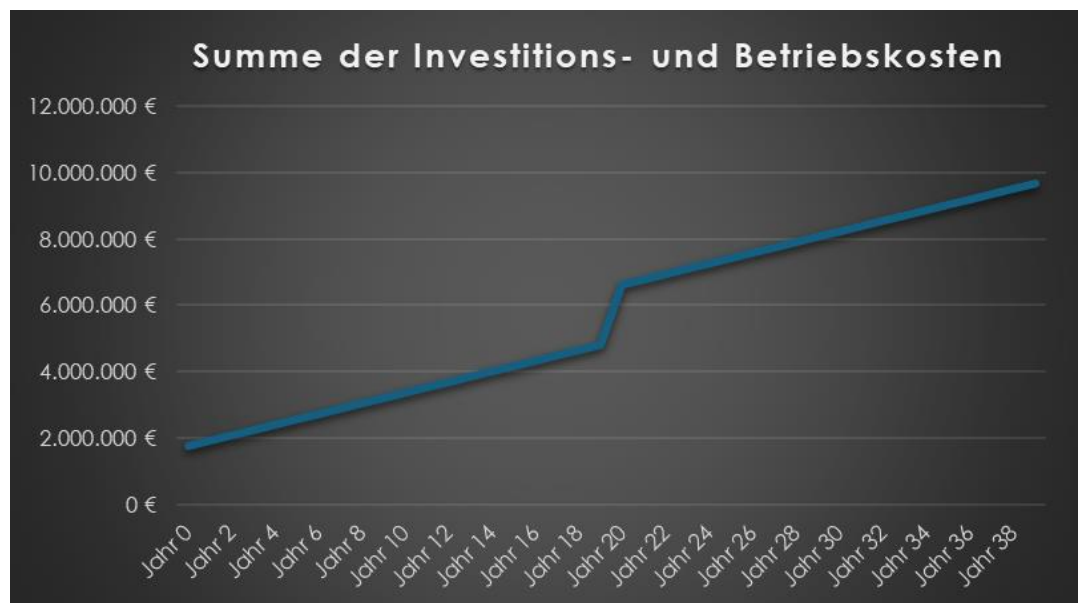


Abbildung 10: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 2

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 9,7 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.

<b>Wärmegestehungskosten</b> bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	<b>0,21 €/kWh</b>
--	-------------------

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

<b>Wärmegestehungskosten</b> bei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	<b>0,24 €/kWh</b>
---	-------------------

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. 0,21 €/kWh** bei Szenario 2 betragen. **Ohne die Förderung** der Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten mit ca. **0,24 €/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 **Gewinnmarge des Betreibers von 5 %** würden die **Wärmegestehungskosten mit Förderung 0,22 €/kWh** und **ohne Förderung 0,25 €/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.

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

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 <sup>6</sup>.

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	0,19 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh	0,21 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,20 €/kWh	0,22 €/kWh		
Ohne Förderung	0,22 €/kWh	0,24 €/kWh	0,25 €/kWh	0,23 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (5%)	0,23 €/kWh	0,25 €/kWh		

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

Die Ergebnisse in der oberen Tabelle zeigen, dass das kalte Wärmenetz in Ungstein wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über eine Außenluft- Wärmepumpe vergleichbar ist und je nach Szenario sogar Vorteile bietet. Insbesondere bei einer hohen Anschlussquote, wie in Szenario 1, erweist es sich als wirtschaftlich vorteilhafter als die dezentrale Versorgung mit Außenluft-Wärmepumpe.

In Szenario 1 betragen die Wärmegestehungskosten für das kalte Wärmenetz je nach Förderung und Gewinnmarge zwischen 0,19 €/kWh und 0,23 €/kWh, während sie in Szenario 2 bei 0,21 €/kWh bis 0,25 €/kWh liegen. Die Kosten der dezentralen Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpe variieren je nach Gebäudetyp zwischen 0,21 €/kWh und 0,25 €/kWh und liegen damit tendenziell etwas höher.

<sup>6</sup> 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.

Können die Kosten für den Ausbau des Wärmenetzes durch sowieso anstehende Sanierungsarbeiten der Straßen oder begleitender Tiefbauarbeiten, beispielsweise durch Kabelverlegung, reduziert werden, kann sich die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes noch verbessern.

Zusammenfassend zeigen die Berechnungen, dass ein kaltes Wärmenetz in Ungstein bei günstigen Randbedingungen wie einer hohen Anschlussquote und verfügbaren Fördermitteln wirtschaftlich tendenziell vorteilhafter als eine dezentrale Wärmeversorgung über Außenluft-Wasser-Wärmepumpe sein kann.

Auf Grundlage der Grobkostenberechnung wird empfohlen, die Umsetzung eines kalten Wärmenetzes in Ungstein im Zuge der geplanten Sanierung des Ortskerns weiter zu prüfen. Dabei kann die Anschlussbereitschaft der Bürgerinnen und Bürger beispielsweise durch Befragungen ermittelt werden. Bei hoher Zustimmung sollte das Wärmenetz im Rahmen einer Machbarkeitsstudie gemäß BEW-Modul 1 der BAFA weiterentwickelt werden.