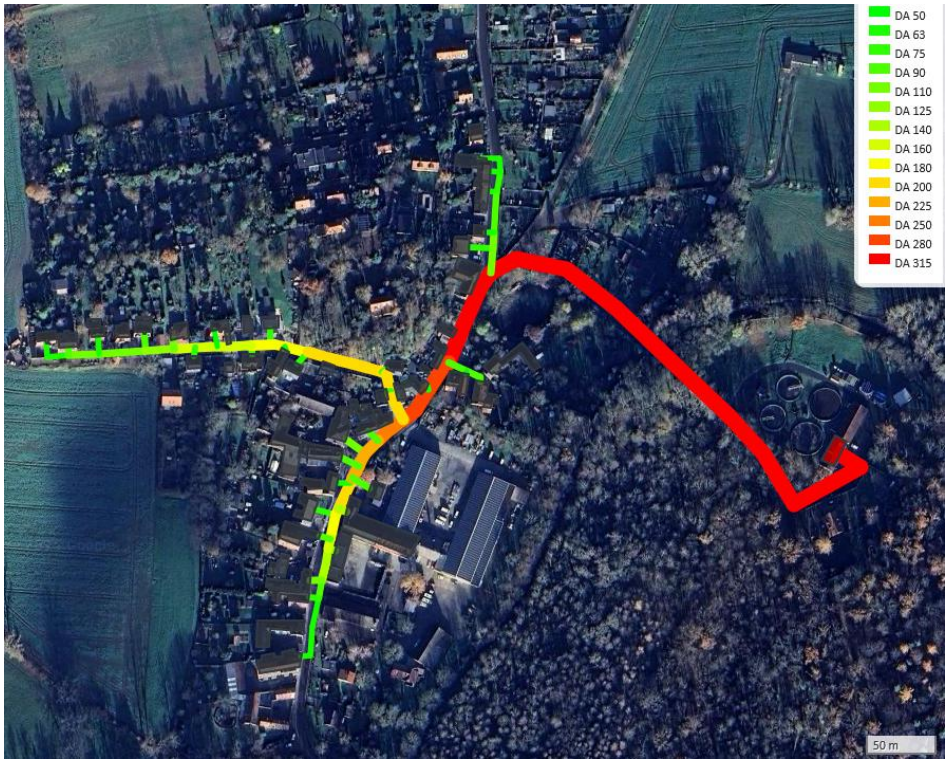
Bericht zur Analyse der Wirtschaftlichkeit eines Kaltnetzes in Seegeritz (Taucha)



Projekt: Kommunale Wärmeplanung Taucha

Auftraggeber: Stadt Taucha
Schloßstraße 13
04425 Taucha

Erstellt: Team für Technik GmbH
Büro Leipzig
Karl-Liebknecht-Str. 88
04275 Leipzig
T. +49 341 223 871-21
Mail leipzig@tftgmbh.de

Datum: 18.03.2025

INHALTSVERZEICHNIS

1 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE 2

2 GRUNDLAGEN 4

3 KONZEPT DER WÄRMEVERSORGUNG 5

4 SZENARIEN AUSBAUSTUFEN/ANSCHLUSSQUOTEN NAHWÄRME 6

4.1 SZENARIO 1 – HOHE ANSCHLUSSQUOTE 6

4.1.1 DIMENSIONIERUNG WÄRMENETZ 7

4.1.2 DIMENSIONIERUNG HEIZZENTRALE 8

4.2 SZENARIO 2 – MITTLERE ANSCHLUSSQUOTE 9

4.2.1 DIMENSIONIERUNG WÄRMENETZ 10

4.2.2 DIMENSIONIERUNG HEIZZENTRALE 11

5 WIRTSCHAFTLICHKEIT 12

5.1 RANDBEDINGUNGEN 12

5.2 SZENARIO 1 – HOHE ANSCHLUSSQUOTE 13

5.2.1 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN „KALTES“ WÄRMENETZ INKL. ERSCHLIEßUNG DER ABWASSER-WÄRMEQUELLE 13

5.2.2 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN DER BOOSTER-WÄRMEPUMPEN IN SZENARIO 1 15

5.2.3 SUMME DER INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN 16

5.2.4 WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN 17

5.3 SZENARIO 2 – MITTLERE ANSCHLUSSQUOTE 19

5.3.1 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN „KALTES“ WÄRMENETZ INKL. ERSCHLIEßUNG DER ABWASSER-WÄRMEQUELLE 19

5.3.2 INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN DER BOOSTER-WÄRMEPUMPEN IN SZENARIO 1 21

5.3.3 SUMME DER INVESTITIONS- UND BETRIEBSKOSTEN 22

5.3.4 WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN 23

5.3.5 VERGLEICH DER WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN DER SZENARIEN DES WÄRMENETZES MIT DER EINZELVERSORGUNG 25

1 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Taucha gibt es eine Kläranlage, die eine Kapazität von 18.000 Einwohnergleichwerten aufweist. Bei einer durchschnittlich behandelten Abwassermenge von 2.270 m³/d kann eine potenzielle Wärmemenge von 1,2 GWh pro Jahr entnommen werden.

Mit dieser Wärmemenge könnte ein Teil der Gebäude im Ortsteil Seegeritz mit Wärme versorgt werden. Der Wärmeverbrauch des Ortsteils Seegeritz liegt aktuell (Jahr 2023) bei ca. 3,9 GWh pro Jahr.

Im Zuge des vorhandenen Potenzials der Abwärme der Kläranlage wurde untersucht, inwiefern eine Nahwärmelösung mit Nutzung dieser Abwärme wirtschaftlich vorteilhafter ist als eine dezentrale Wärmeerzeugung, beispielsweise über eine Außenluft-Wärmepumpe. Für die Nahwärme wird ein Kaltnetz mit einem Temperaturniveau von etwa 12°C/8°C vorgeschlagen. Das Kaltnetz transportiert die Abwärme aus dem Abwasser zu den jeweiligen Gebäuden, bei denen eine dezentrale Booster-Wärmepumpe das notwendige Temperaturniveau des Gebäudeheizkreises anhebt.

In der Analyse wurden zwei Szenarien mit verschiedenen Anschlussquoten für Nahwärmelösungen entwickelt und deren Wirtschaftlichkeit bewertet. Diese Szenarien wurden anschließend mit der Einzelversorgung der Gebäude hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit verglichen. Für Szenario 1 wurde ein Anschlussquote von 85% und für Szenario 2 eine Anschlussquote von 70% untersucht.

ERGEBNISSE DER ANALYSE

Wärmegestehungskosten (brutto)	**Wärmenetz Szenario 1**	**Wärmenetz Szenario 2**	**Dezentrale Wärme Typ EFH**	**Dezentrale Wärme Typ MFH**
inkl. Förderung	0,18 €/kWh	0,19 €/kWh	0,20 €/kWh	0,18 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (10%)	0,20 €/kWh	0,21 €/kWh		
Ohne Förderung	0,20 €/kWh	0,21 €/kWh	0,25 €/kWh	0,19 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (10%)	0,22 €/kWh	0,23 €/kWh		

Tabelle 1: Vergleich der Wärmegestehungskosten der 2 Szenarien der Nahwärme in Seegeritz mit den Kosten für die dezentrale Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpe für den Typ EFH/MFH

Die Ergebnisse in der oberen Tabelle zeigen, dass das kalte Wärmenetz in Seegeritz wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über eine Außenluft-Wärmepumpe vergleichbar ist, jedoch keine wirtschaftlichen Vorteile bietet. Besonders bei einer geringen Anschlussquote, wie in Szenario 2, ist die dezentrale Versorgung mit Außenluft-Wärmepumpen wirtschaftlich vorteilhafter.

Zusammenfassend verdeutlichen die Berechnungen, dass ein Kaltnetz in Seegeritz nur unter günstigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich vorteilhafter ist als eine dezentrale

Wärmeversorgung. Zu diesen Bedingungen zählen eine hohe Anschlussquote, verfügbare Fördermittel und bereits anfallende Kosten für die Öffnung der Straßenabschnitte.

Basierend auf den Ergebnissen der Grobkostenberechnung wird empfohlen, ein „Kaltnetz“ in Seegeritz im Rahmen anstehender Tiefbauarbeiten mit Bürgerbefragungen zur Anschlussbereitschaft im Netzgebiet zu prüfen. Die Wirtschaftlichkeit eines „Kaltnetzes“ gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung ist jedoch nur bei günstigen Voraussetzungen gegeben. Diese umfassen eine hohe Beteiligung der Anwohner:innen, Fördermittel sowie bereits anfallende Kosten für die Straßenöffnung.

2 Grundlagen

In Taucha gibt es eine Kläranlage, die eine Kapazität von 18.000 Einwohnergleichwerten aufweist.

Um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage (ARA) möglichst nicht zu beeinträchtigen, kann aus 1 m³ Abwasser rund 1,5 kWh Wärme gewonnen werden.

Bei einer durchschnittlich behandelten Abwassermenge von 2.270 m³/d bei der Kläranlage in Taucha kann eine potenzielle Wärmemenge von 1,2 GWh pro Jahr entnommen werden.

Mit dieser Wärmemenge könnte ein Teil der Gebäude im Ortsteil Seegeritz mit Wärme versorgt werden. Der Wärmeverbrauch des Ortsteils Seegeritz liegt aktuell (Jahr 2023) bei ca. 3,9 GWh pro Jahr.

Für die Wärmeversorgung der Gebäude wird ein Kaltnetz mit einem Temperaturniveau von etwa 12°C/8°C vorgeschlagen. Das Kaltnetz transportiert die Abwärme aus dem Abwasser zu den jeweiligen Gebäuden, bei denen eine dezentrale Booster-Wärmepumpe das Temperaturniveau von etwa 10 – 15 °C im Vorlauf auf das notwendige Temperaturniveau des Gebäudeheizkreises von etwa 50 – 70°C im Vorlauf anhebt. Ein Kaltnetz arbeitet mit niedrigeren Temperaturen als ein klassisches Wärmenetz, wodurch Wärmeverluste reduziert werden. Besonders in Gebieten mit geringer Wärmeliniendichte, wie in Seegeritz, ermöglicht es eine effiziente Wärmeversorgung, selbst in weniger dicht bebautem Gebiet.

3 Konzept der Wärmeversorgung

Die Wärme wird dem gereinigten Abwasser der Kläranlage mit einem kompakten Platten-Wärmetauscher entnommen und auf dem ursprünglichen Temperaturniveau als „kalte“ Fernwärme zu den Gebäuden transportiert.

In den Gebäuden sind dezentrale Booster-Wärmepumpen, die das Temperaturniveau des Kaltnetzes von etwa 10 - 15°C im Vorlauf auf das notwendige Temperaturniveau des Gebäudeheizkreises von etwa 50 – 70°C im Vorlauf anheben.

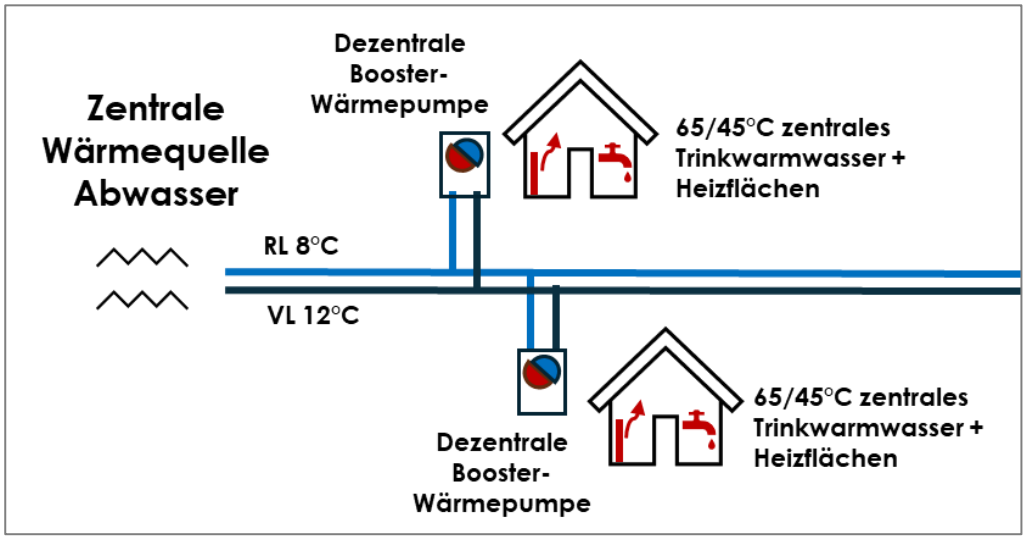


Abbildung 1: Wärmeversorgung des Kaltnetzes mit Abwasserwärme aus der Kläranlage und Booster-Wärmepumpen pro Gebäude

4 Szenarien Ausbaustufen/Anschlussquoten Nahwärme

Es werden zwei Szenarien für die Anschlussquoten an das Kaltnetz in Seegeritz untersucht. In Szenario 1 wird von einer hohen Anschlussquote von etwa 85% ausgegangen. In Szenario 2 wird von einer mittleren Anschlussquote von etwa 70% ausgegangen. Anhand der beiden Szenarien wird die Wirtschaftlichkeit je nach Anschlussquote miteinander verglichen.

4.1 Szenario 1 – Hohe Anschlussquote

Im Szenario 1 wurde von einer hohen Anschlussquote ausgegangen, sodass etwa 85 % des Wärmebedarfs der Gebäude in den Straßen mit Nahwärmeversorgung an das Wärmenetz angeschlossen sind. Die Wärmebedarfe der Gebäude ergeben sich aus den Berechnungen der kommunalen Wärmeplanung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse zu den Anschlussteilnehmern am Wärmenetz zusammengefasst.

	Wärmeenergie
Heizwärmebedarf der Gebäude im Netzgebiet	1.255 MWh/a
Trinkwarmwasserbedarf der Gebäude im Netzgebiet	173 MWh/a
Gesamtwärmebedarf der Gebäude im Netzgebiet	**1.428 MWh/a**
Wärmebezug der Gebäude mit Anschluss am Wärmenetz	**1.213 MWh/a**
Anschlussquote anhand des Wärmebedarfs	**85%**

Tabelle 2: Ergebnisse zum Wärmebedarf der Anschlussteilnehmer bei Szenario 1 mit hoher Anschlussquote

	Anzahl	**Nutzfläche**
Gebäudeanzahl im Netzgebiet	52	13.466 m²
Ans Wärmenetz angeschlossene Gebäude	38	10.986 m²
Anschlussquote anhand Anzahl / Nutzfläche	**73%**	**82%**

Tabelle 3: Ergebnisse zur Anzahl und Nutzfläche bei Szenario 1 mit hoher Anschlussquote

4.1.1 Dimensionierung Wärmenetz

Im nächsten Schritt wurde anhand der berechneten Wärmebedarfe der Gebäude das Wärmenetz für Szenario 1 mit hoher Anschlussquote dimensioniert.

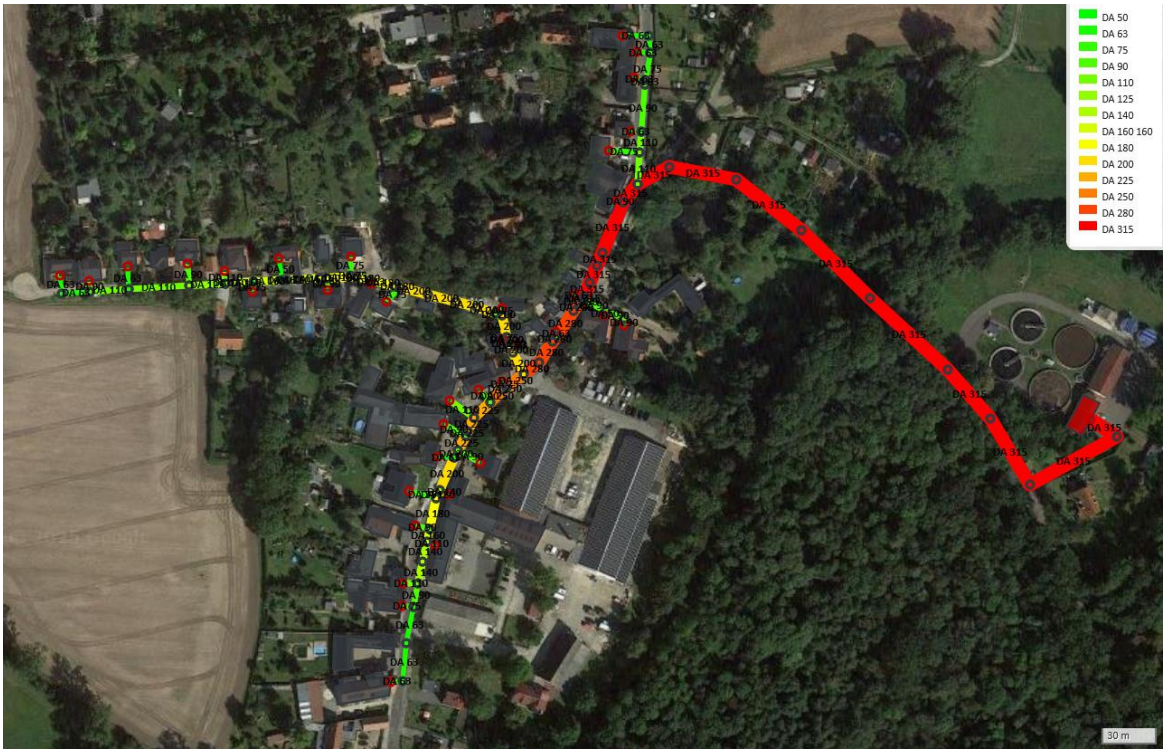


Abbildung 2: Dimensionierung des Kaltnetzes in Seegeritz – Szenario 1 mit hoher Anschlussquote

Netzeigenschaften	
Trassenlänge	1,4 km
davon Verteilleitungen	1 km
davon Hausanschlüsse	0,41 km
Wärmeliniendichte	0,67 MWh/m
Wärmegewinne Kaltnetz	-138 MWh/a (-11,4%)
Wärmeverluste Kaltnetz	142 MWh/a (11,7%)

Tabelle 4: Ergebnisse zu den Eigenschaften des Kaltnetzes – Szenario 1

4.1.2 Dimensionierung Heizzentrale

Für Szenario 1 wurde die Wärmeerzeugung wie folgt dimensioniert:

- **500 kW** Wärmetauscher-Anlage zur Abwasser-Wärmenutzung der Kläranlage
- **38 Booster-Wärmepumpen** mit in Summe **500 kW Wärmeleistung**

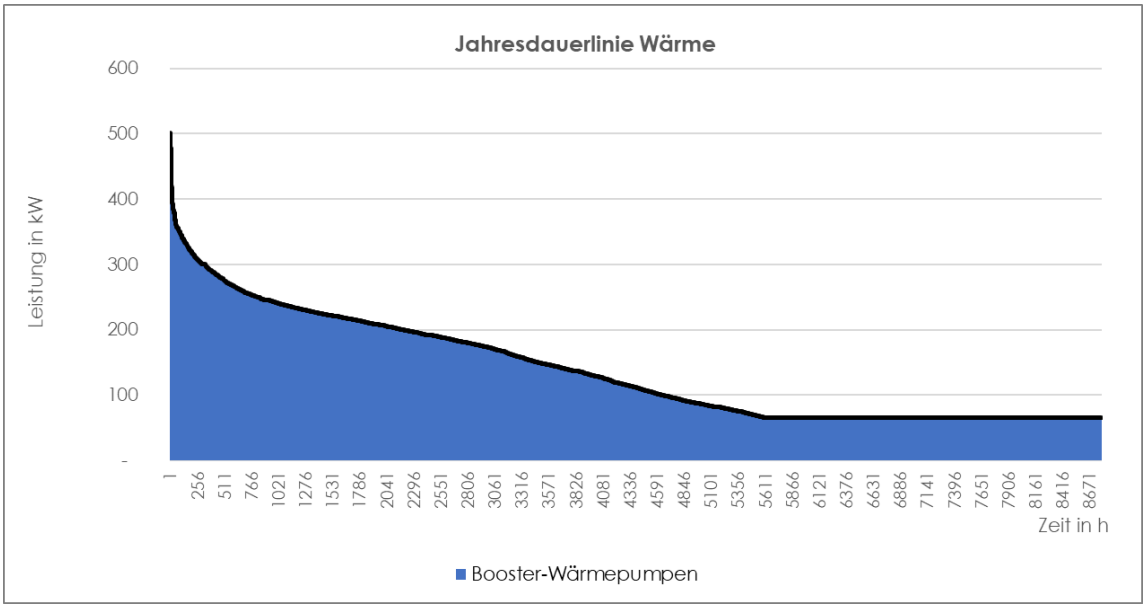


Abbildung 3: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 1

4.2 Szenario 2 – Mittlere Anschlussquote

Im Szenario 2 wurde von einer mittleren Anschlussquote ausgegangen, sodass etwa 70% des Wärmebedarfs der Gebäude in den Straßen mit Nahwärmeversorgung an das Wärmenetz angeschlossen sind. Die Wärmebedarfe der Gebäude ergeben sich aus den Berechnungen aus der kommunalen Wärmeplanung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse zu den Anschlussteilnehmern am Wärmenetz zusammengefasst.

	Wärmeenergie
Heizwärmebedarf der Gebäude im Netzgebiet	1.323 MWh/a
Trinkwarmwasserbedarf der Gebäude im Netzgebiet	183 MWh/a
Gesamtwärmebedarf der Gebäude im Netzgebiet	**1.506 MWh/a**
Wärmebezug der Gebäude mit Anschluss am Wärmenetz	**1.058 MWh/a**
Anschlussquote anhand des Wärmebedarfs	**70%**

Tabelle 5: Ergebnisse zum Wärmebedarf der Anschlussteilnehmer bei Szenario 2

	Anzahl	**Nutzfläche**
Gebäudeanzahl im Netzgebiet	54	14.282 m²
Ans Wärmenetz angeschlossene Gebäude	35	9.640 m²
Anschlussquote anhand Anzahl / Nutzfläche	**65%**	**67%**

Tabelle 6: Ergebnisse zur Anzahl und Nutzfläche bei Szenario 2

4.2.1 Dimensionierung Wärmenetz

Im nächsten Schritt wurde anhand der berechneten Wärmebedarfe der Gebäude das Wärmenetz für Szenario 2 mit mittlerer Anschlussquote dimensioniert.

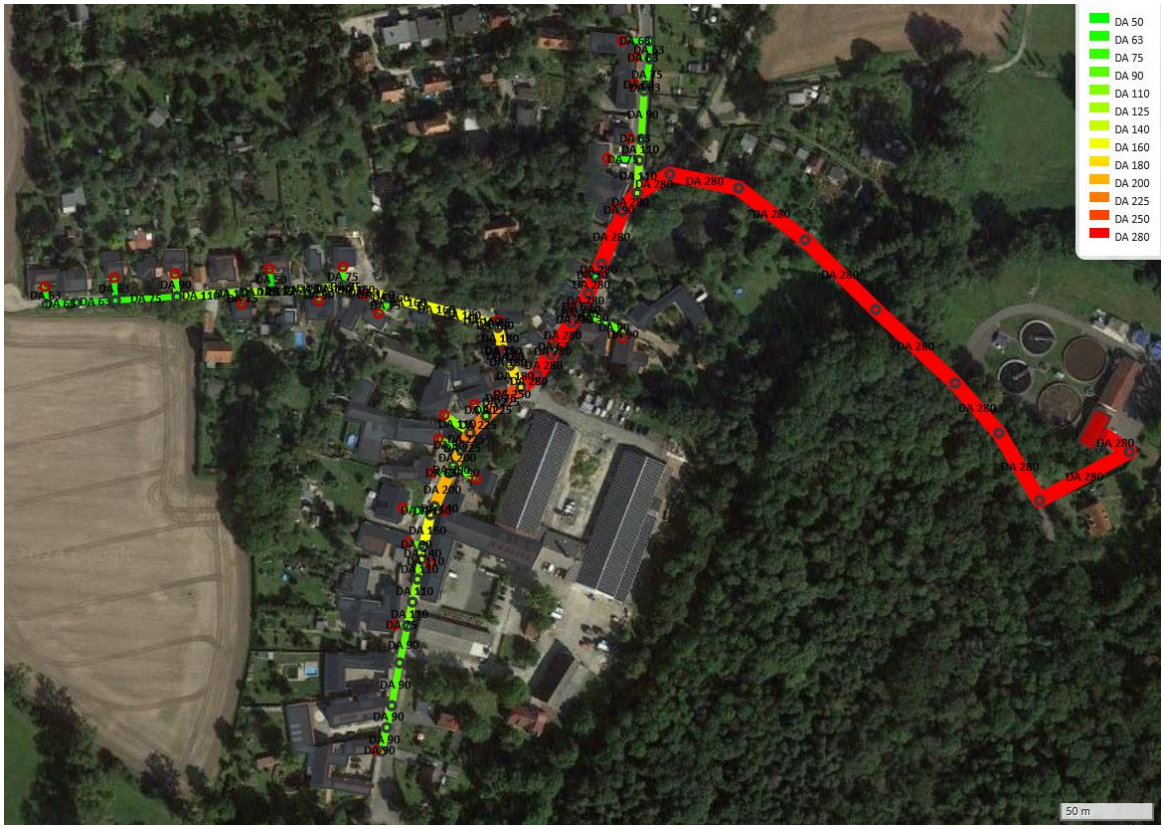


Abbildung 4: Dimensionierung des Kaltnetzes in Seegeritz – Szenario 2

Netzeigenschaften	
Trassenlänge	1,5 km
davon Verteilleitungen	1,1 km
davon Hausanschlüsse	0,39 km
Wärmeliniendichte	0,58 MWh/m
Wärmegewinne Kaltnetz	-127 MWh/a (-12%)
Wärmeverluste Kaltnetz	138 MWh/a (13%)

Tabelle 7: Ergebnisse zu den Eigenschaften des Kaltnetzes – Szenario 2

4.2.2 Dimensionierung Heizzentrale

Für Szenario 2 wurde die Wärmeerzeugung wie folgt dimensioniert:

- **450 kW** Wärmetauscher-Anlage zur Abwasser-Wärmenutzung der Kläranlage
- **35 Booster-Wärmepumpen** mit in Summe **450 kW Wärmeleistung**

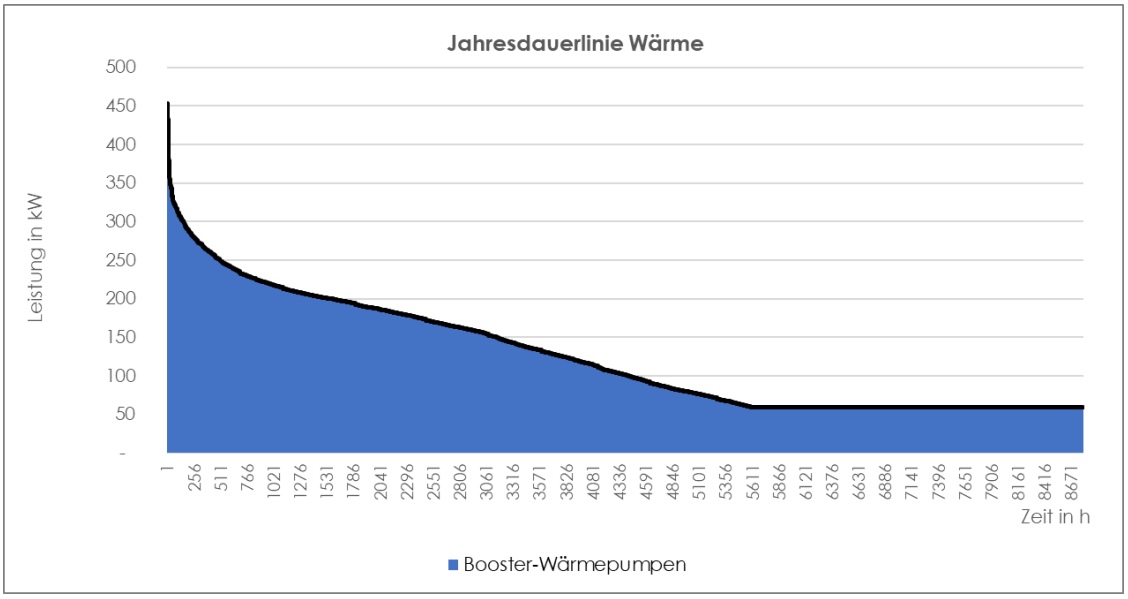


Abbildung 5: Darstellung der Jahresdauerlinie Wärme für Szenario 2

5 Wirtschaftlichkeit

5.1 Randbedingungen

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

Energiekosten (brutto):

- Strom Wärmepumpentarif Haushalt: 0,28 €/kWh

Weitere Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung:

- Betrachtungszeitraum: 40 Jahre
- Höhe der Betriebs- und Instandhaltungskosten: Werte aus der VDI 2067
- Preisstand der Kosten: (3/2024) gemäß BKI-Baupreisindex

Bei den nachfolgenden Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit handelt es sich um statische Betrachtungen, Kostenprognosen wurden nicht berücksichtigt.

5.2 Szenario 1 – Hohe Anschlussquote

Zunächst wird die Wirtschaftlichkeit für Szenario 1 mit hoher Anschlussquote betrachtet.

5.2.1 Investitions- und Betriebskosten „Kaltes“ Wärmenetz inkl. Erschließung der Abwasser-Wärmequelle

Investitionskosten

Investitionskosten – „Kaltes“ Wärmenetz			
Nennweite	**Trassenlänge**	**spezifische Kosten**	**Gesamtkosten**
DN	*m*	*€/m*	*€*
315	433,4	1.630	706.269 €
280	51,7	1.340	69.278 €
250	23,8	1.340	31.892 €
225	32	1.082	34.611 €
200	115,7	1.082	125.141 €
180	62,6	624	39.062 €
160	61,8	838	51.764 €
140	28,8	838	24.123 €
125	19,9	716	14.248 €
110	130,7	502	65.664 €
90	160,2	456	73.051 €
75	115,7	456	52.759 €
63	189,8	395	75.009 €
50	17,1	395	6.758 €
Summe Investitionskosten Netto			**1.006.253 €**

Tabelle 8: Investitionskosten für den Bau des „kalten“ Wärmenetzes

Investitionskosten - Heizzentrale			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Wärmetauscher	400 kW	800 €/kW	320.000 €
Pumpen	-	-	20.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration	-	-	20.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik	-	-	20.000 €
Heizzentrale Gebäude	-	-	70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes	-	-	50.000 €
		Summe Investitionskosten Netto	**500.000 €**

Tabelle 9: Investitionskosten für die Heizzentrale

Betriebskosten

Betriebskosten Wärmenetz mit Wärmetauscher		
	spez. Kosten[1]	Jährliche Kosten
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmetau-scher	2,0%	6.400 €/a
Betriebs- und Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	10.063 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,30 €/kWh	1.140 €/a
	Summe Betriebskosten Brutto	**17.603 €/a**

Tabelle 10: Betriebskosten des Wärmenetzes inklusive der zentralen Wärmetauchers

[1] 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 in Szenario 1

Investitionskosten

Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Hausanschluss Kaltnetz < 15 kW	24	3.000 €	72.000 €
Booster Wärmepumpe < 15 kW	24	20.000 €	480.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 500l	24	2.000 €	48.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 15 - 30 kW	14	5.000 €	70.000 €
Booster Wärmepumpe 15 - 30 kW	14	25.000 €	350.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	14	3.500 €	49.000 €
Summe Investitionskosten Netto			**1.069.000 €**

Tabelle 11: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen

Betriebskosten

Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen		
	spez. Kosten[2]	Jährliche Kosten
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,28 €/kWh	85.165 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	26.725 €/a
Summe Betriebskosten Brutto		**111.890 €/a**

Tabelle 12: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen

Bei der Berechnung der Kosten für Strom wurde für die Booster-Wärmepumpen eine mittlere Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,0 angenommen.

[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.

5.2.3 Summe der Investitions- und Betriebskosten

Investitionskosten Gesamt		
Kostenposition	Prozentuale Anteile	Gesamtkosten
Investitionskosten „kaltes“ Wärmenetz Netto	-	1.006.253 €
Investitionskosten Booster-Wärmepumpen Netto	-	1.069.000 €
Investitionskosten Wärmetauscher Netto	-	500.000 €
Summe Investitionskosten Netto	-	**2.575.253 €**
Planungskosten	15%	74.200 €
Summe Investitionskosten Netto inkl. Planung	-	**2.649.453 €**
MWSt.	19%	503.396 €
Summe Investitionskosten Brutto	-	**3.152.849 €**
Förderung von Netto-Investitionskosten [3]	40%	1.059.781 €
Summe Investitionskosten inkl. Förderung Brutto		**2.093.068 €**

Tabelle 13: Zusammenfassung der Investitionskosten inklusive Planungskosten, Förderung und MWSt. bei Szenario 1

Die gesamten Investitionskosten inkl. Förderung belaufen sich in Szenario 1 auf etwa 2,1 Mio. € Brutto.

Betriebskosten

	Jährliche Kosten
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	17.603 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	111.890 €/a
Summe Betriebskosten	**129.492 €/a**

Tabelle 14: Summe der Betriebskosten

[3] Förderung gemäß BAFA-Modul Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 2

5.2.4 Wärmegestehungskosten

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.

$$\boldsymbol{W\text{ä}rmegestehungskosten} = \frac{Kosten\ \text{ü}ber\ 40\ Jahre}{W\text{ä}rmeverbrauch\ in\ 40\ Jahren}$$

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.

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 ist die Förderung berücksichtigt.

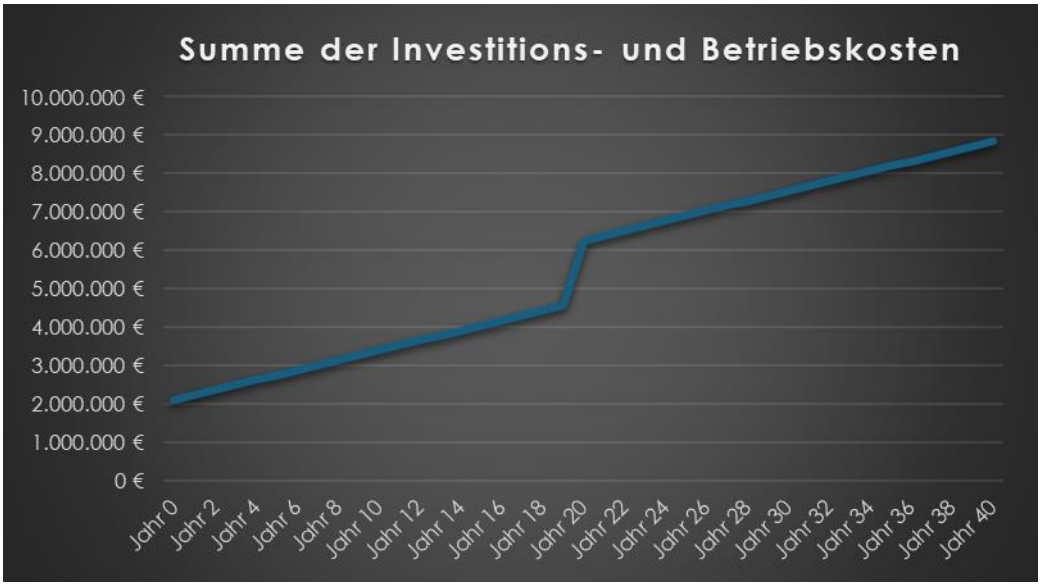


Abbildung 6: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 1

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

Die aufsummierten Kosten für die Investition und Betrieb betragen über 40 Jahre inklusive der Förderung für die Erstinvestition etwa 9 Mio. €.

Die aufsummierten Kosten dividiert durch die Summe der Wärmemenge in 40 Jahren ergeben die Wärmegestehungskosten.

Wärmegestehungskostenbei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	**0,18 €/kWh**

Tabelle 15: Wärmegestehungskosten für Szenario 1 über einen Zeitraum von 40 Jahren inkl. Förderung

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

Wärmegestehungskostenbei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	**0,20 €/kWh**

Tabelle 16: Wärmegestehungskosten für Szenario 1 über einen Zeitraum von 40 Jahren ohne Förderung

Wie die Grobkostenberechnungen darlegen, würden bei einer statischen Betrachtung die **Wärmegestehungskosten inklusive einer Förderung 0,18 €/kWh** bei Szenario 1 mit hoher Anschlussquote betragen. **Ohne die Förderung** der Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten **mit 0,20 €/kWh** etwas höher.

Würde noch eine **Gewinnmarge für den Betreiber von ca. 10%** berücksichtigt, würden die **Wärmegestehungskosten** inklusive Förderung der Anfangsinvestition **0,20 €/kWh** und ohne Förderung **0,22 €/kWh** betragen.

.

5.3 Szenario 2 – Mittlere Anschlussquote

In Szenario 2 wird die Wirtschaftlichkeit mit mittlerer Anschlussquote betrachtet.

5.3.1 Investitions- und Betriebskosten „Kaltes“ Wärmenetz inkl. Erschließung der Abwasser-Wärmequelle

Investitionskosten

Investitionskosten – „Kaltes“ Wärmenetz			
Nennweite	**Trassenlänge**	**spezifische Kosten**	**Gesamtkosten**
DN	*m*	*€/m*	*€*
280	485,1	1.630	790.519 €
250	11,9	1.340	15.946 €
225	34,8	1.340	46.632 €
200	32,8	1.082	35.476 €
180	38	1.082	41.101 €
160	100,5	624	62.712 €
140	28,9	838	24.207 €
125	39,5	838	33.085 €
110	132,8	716	95.085 €
90	219,2	502	110.126 €
75	148,4	456	67.670 €
63	160,3	456	73.097 €
50	18,5	395	7.311 €
		Summe Investitionskosten Netto	**992.386 €**

Tabelle 17: Investitionskosten für den Bau des „kalten“ Wärmenetzes

Investitionskosten - Heizzentrale			
	Menge / Größe	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Wärmetauscher	300 kW	900 €/kW	270.000 €
Pumpen			15.000 €
Elektrotechnische + Leittechnische Integration			15.000 €
Interne Verrohrung + Hydraulik			20.000 €
Heizzentrale Gebäude			70.000 €
Sonstiges/Unvorhergesehenes			40.000 €
		Summe Investitionskosten Netto	**450.000 €**

Tabelle 18: Investitionskosten für die Heizzentrale

Betriebskosten

Betriebskosten Wärmenetz mit Wärmetauscher		
	spez. Kosten[4]	Jährliche Kosten
Instandhaltungskosten Wärmetauscher	2,0%	5.400 €/a
Instandhaltungskosten Wärmenetz	1,0%	9.924 €/a
Stromkosten Netzpumpe	0,30 €/kWh	1.080 €/a
	Summe Betriebskosten Brutto	**16.404 €/a**

Tabelle 19: Betriebskosten des Wärmenetzes inklusive der Wärmetauchers

[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 in Szenario 1

Investitionskosten

Investitionskosten – Booster-Wärmepumpen			
	Anzahl	spezifische Kosten	**Gesamt-kosten**
Hausanschluss Kaltnetz < 15 kW	23	3.000 €	69.000 €
Booster Wärmepumpe < 15 kW	23	20.000 €	460.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 500l	23	2.000 €	46.000 €
Hausanschluss Kaltnetz 15 - 30 kW	12	5.000 €	60.000 €
Booster Wärmepumpe 15 - 30 kW	12	25.000 €	300.000 €
Dezentraler Pufferspeicher 1000l	12	3.500 €	42.000 €
Summe Investitionskosten Netto			**977.000 €**

Tabelle 20: Investitionskosten für Booster-Wärmepumpen

Betriebskosten

Betriebskosten – Booster-Wärmepumpen		
	spez. Kosten[5]	Jährliche Kosten
Kosten Strom für Booster-Wärmepumpen	0,28 €/kWh	74.801 €/a
Instandhaltungskosten Booster-Wärmepumpe	2,5%	24.425 €/a
Summe Betriebskosten Brutto		**99.226 €/a**

Tabelle 21: Betriebskosten der Booster-Wärmepumpen

Bei der Berechnung der Kosten für Strom wurde für die Booster-Wärmepumpen eine mittlere Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,0 angenommen.

[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	Gesamtkosten
Investitionskosten „kaltes“ Wärmenetz Netto	-	992.386 €
Investitionskosten Booster-Wärmepumpen Netto	-	977.000 €
Investitionskosten Wärmetauscher Netto	-	450.000 €
Summe Investitionskosten Netto	-	**2.419.386 €**
Planungskosten	15%	66.780 €
Summe Investitionskosten Netto inkl. Planung	-	**2.486.166 €**
MWSt.	19%	472.372 €
Summe Investitionskosten Brutto	-	**2.958.538 €**
Förderung von Netto-Investitionskosten [6]	40%	994.466 €
Summe Investitionskosten inkl. Förderung Brutto		**1.964.071 €**

Tabelle 22: Zusammenfassung der Investitionskosten inklusive Planungskosten, Förderung und MwSt. bei Szenario 2

Die gesamten Investitionskosten inkl. Förderung belaufen sich in Szenario 2 auf etwa 2 Mio. € Brutto.

Betriebskosten

	Jährliche Kosten
Summe Betriebskosten Wärmequelle + Wärmenetz	16.404 €/a
Summe Betriebskosten Booster-Wärmepumpen	99.226 €/a
Summe Betriebskosten	**115.629 €/a**

Tabelle 23: Summe der Betriebskosten

[6] Förderung gemäß BAFA-Modul Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) – Modul 2

5.3.4 Wärmegestehungskosten

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.

$$\boldsymbol{W}\text{ä}\boldsymbol{rmegestehungskosten} = \frac{Kosten\ \text{über}\ 40\ Jahre}{W\text{ä}rmeverbrauch\ in\ 40\ Jahren}$$

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.

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 ist die Förderung berücksichtigt.

Abbildung 7: Darstellung der Summe der Kosten für Szenario 2

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

Die aufsummierten Kosten für die Investition und Betrieb betragen über 40 Jahre inklusive der Förderung für die Anfangsinvestition etwa 8 Mio. €.

Die aufsummierten Kosten dividiert durch die Summe der Wärmemenge in 40 Jahren ergeben die Wärmegestehungskosten.

Wärmegestehungskostenbei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) inkl. Förderung	**0,19 €/kWh**

Tabelle 24: Wärmegestehungskosten für Szenario 2 über einen Zeitraum von 40 Jahren inkl. Förderung

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

Wärmegestehungskostenbei einem Zeitraum von 40 Jahren (brutto) ohne Förderung	**0,21 €/kWh**

Tabelle 25: Wärmegestehungskosten für Szenario 2 über einen Zeitraum von 40 Jahren ohne Förderung

Wie die Grobkostenberechnungen darlegen, würden bei einer statischen Betrachtung die **Wärmegestehungskosten inklusive einer Förderung 0,19 €/kWh** bei Szenario 2 mit mittlerer Anschlussquote betragen. **Ohne die Förderung der** Anfangsinvestition wären die Wärmegestehungskosten mit **0,21 €/kWh** etwas höher.

Würde noch eine **Gewinnmarge für den Betreiber von ca. 10%** berücksichtigt, würden die Wärmegestehungskosten **inklusive Förderung** der Anfangsinvestition **0,21 €/kWh** und **ohne Förderung 0,23 €/kWh** betragen.

5.3.5 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 [7].

Neben den Wärmegestehungskosten inkl. Förderung sind auch die Wärmegestehungskosten mit Gewinnmarge eines Betreibers (10%) und die Wärmegestehungskosten ohne Förderung dargestellt.

Wärmegestehungskosten (brutto)	**Wärmenetz Szenario 1**	**Wärmenetz Szenario 2**	**Dezentrale Wärme Typ EFH**	**Dezentrale Wärme Typ MFH**
inkl. Förderung	0,18 €/kWh	0,19 €/kWh	0,20 €/kWh	0,18 €/kWh
Inkl. Förderung und Gewinnmarge (10%)	0,20 €/kWh	0,21 €/kWh		
Ohne Förderung	0,20 €/kWh	0,21 €/kWh	0,25 €/kWh	0,19 €/kWh
ohne Förderung und Gewinnmarge (10%)	0,22 €/kWh	0,23 €/kWh		

Tabelle 26: Vergleich der Wärmegestehungskosten der 2 Szenarien der Nahwärme in Seegeritz mit den Kosten für die dezentrale Wärmeversorgung mit Außenluft-Wärmepumpe für den Typ EFH/MFH

Die Ergebnisse in der oberen Tabelle zeigen, dass das kalte Wärmenetz in Seegeritz wirtschaftlich mit der dezentralen Wärmeversorgung über eine Außenluft-Wärmepumpe vergleichbar ist, jedoch keine wirtschaftlichen Vorteile bietet. Besonders bei einer geringen Anschlussquote, wie in Szenario 2, ist die dezentrale Versorgung mit Außenluft-Wärmepumpen wirtschaftlich vorteilhafter.

Zusammenfassend zeigen die Berechnungen, dass ein Kaltnetz in Seegeritz nur bei günstigen Randbedingungen wie einer hohen Anschlussquote, Fördermittel und sowieso anfallenden Kosten für die Öffnung der Straßenabschnitte wirtschaftlich vorteilhafter als eine dezentrale Wärmeversorgung über Außenluft-Wasser-Wärmepumpe ist.

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

Basierend auf den Ergebnissen der Grobkostenberechnung wird empfohlen, ein „Kaltnetz“ in Seegeritz im Rahmen anstehender Tiefbauarbeiten mit Bürgerbefragungen zur Anschlussbereitschaft im Netzgebiet zu prüfen. Die Wirtschaftlichkeit eines „Kaltnetzes“ gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung ist jedoch nur bei günstigen Voraussetzungen gegeben. Diese umfassen eine hohe Beteiligung der Anwohner:innen, Fördermittel sowie bereits anfallende Kosten für die Straßenöffnung.