

Bericht

21 236 01 vom 15.05.2023

Machbarkeitsstudie

Nahwärmenetz Gewerbegebiet Ebenfeld Nord III

Kontakt:

Alpha IC GmbH

Matthias Falkenhain

T +49 151 422 294 41

m.falkenhain@alpha-ic.com

www.alpha-ic.com

Version:

15.05.2023

Inhalt

Inhalt	2
1 Projektgegenstand / Grundlagenermittlung	4
2 Ist- / Bedarfsanalyse	6
2.1 Wärmeleistungs- und Wärmebedarfsermittlung	6
2.2 Jahresdauerlinie	10
2.3 Jahreswärmebedarf	11
3 Nahwärmenetz	12
3.1 Netzentwurf	12
3.2 Netzhydraulik / Netzkennzahlen	12
4 Potentialanalyse Erzeugungsvarianten	14
4.1 Komponenten	14
4.2 Wärmeversorgungskonzepte	15
4.3 Ergebnis	19
5 Förderung	20
6 Variantenanalyse	20
6.1 Variante 1: Biomassekessel (Hackschnitzel)	20
6.2 Variante 2: Gaskessel mit BHKW.....	22
6.3 Variante 3: Biomasse in Kombination mit einer Solarthermischen Anlage	23
6.4 Zusammenfassung	25
7 Sensitivitätsanalyse	28
7.1 Investitionskosten	28
7.2 Wärmebedarf	29
7.3 Kostenanalyse	30

Abbildungsverzeichnis..... 32

Tabellenverzeichnis..... 33

Anhang..... 34

1 Projektgegenstand / Grundlagenermittlung

Im Norden der Gemeinde Ebersfeld soll ein neues Gewerbegebiet (Ebersfeld Nord III) entstehen. Die genaue Lage wird aus Abbildung 1 und Abbildung 2 ersichtlich. Es sollen auf dem Gelände gemäß dem Bebauungsplan (siehe Anhang 1) sechs Baufelder für verschiedene Unternehmen entstehen. Ein Ausschnitt des Bebauungsplans ist in Abbildung 3 dargestellt.

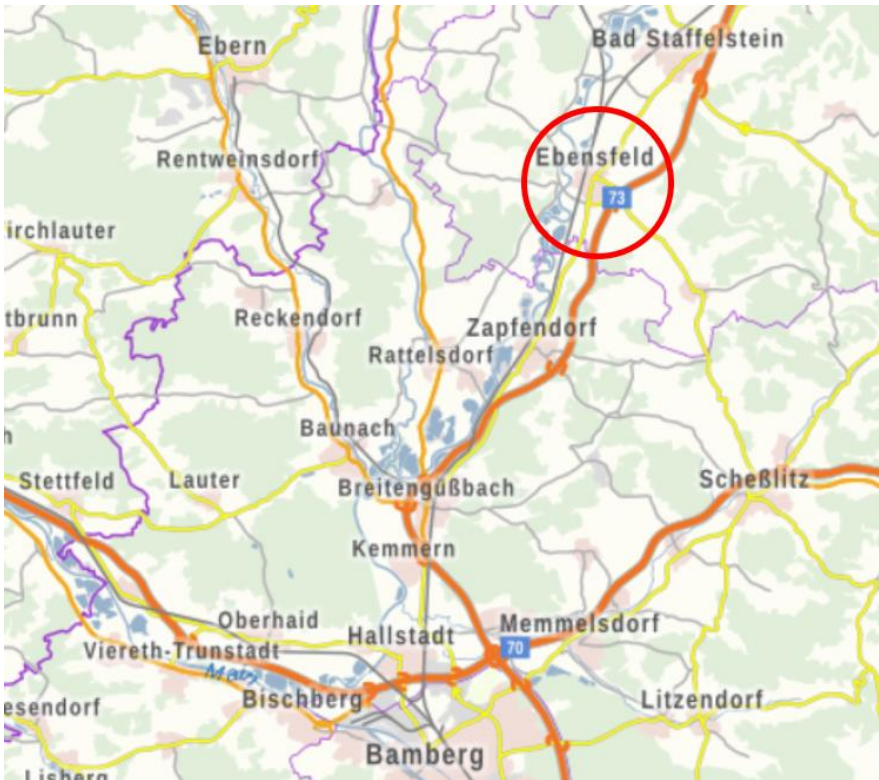


Abbildung 1: Geographische Lage Ebersfeld (Quelle: Geoportal Bayern, BayernAtlas)



Abbildung 2: Geographische Lage Gewerbegebiet Ebersfeld Nord III (Quelle: Geoportal Bayern, BayernAtlas)

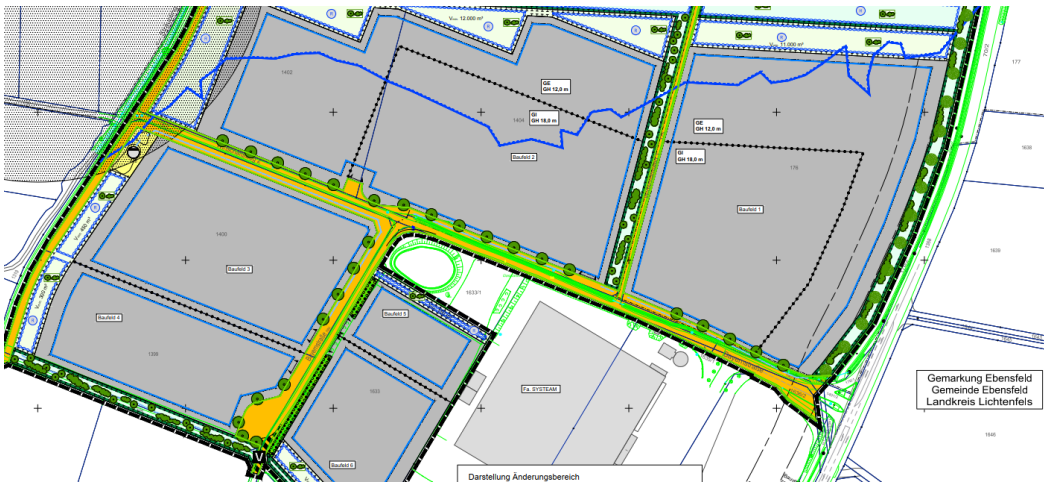


Abbildung 3: Ausschnitt Bebauungsplan

Ein Unternehmen, das sehr energieintensive Produktionsprozesse hat, plant dort die Ansiedlung seiner Produktionsstätte. Bei der Herstellung des Produktes werden große Wärmemengen freigesetzt. Die Prozessabwärme soll für die Eigenversorgung des Unternehmens genutzt werden. Das Potential der Wärmebereitstellung übersteigt aber den reinen Eigenverbrauch des Unternehmens. Es ist möglich Abwärme für weitere Gebäude im Gewerbegebiet zur Verfügung zu stellen.

In diesem Zuge soll eine Machbarkeitsstudie untersuchen, ob das neue Gewerbegebiet mittels einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage über ein Nahwärmenetz versorgt werden kann. Die Wärmeversorgung soll auf Basis regenerativer Energien erfolgen. Außerdem wird die Einbindung der Prozessabwärme und evtl. weiterer regenerativer Energieträger betrachtet. Es werden ökologische, ökonomische und technische Rahmenbedingungen ermittelt und bewertet.

Gegenstand der Machbarkeitsstudie ist eine Ermittlung des Wärmebedarfes und der notwendigen Anschlussleistung. Darüber hinaus wird es eine Erarbeitung der Nahwärmetrasse geben. In diesem Zuge wird der mögliche Verlauf skizziert und eine erste grobe Dimensionierung vorgenommen. In einer weiteren Analyse werden verschiedene Varianten der zentralen Wärmeversorgung hinsichtlich der Machbarkeit und der Investitionskosten geprüft. Im nächsten Schritt werden die verbleibenden Varianten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit untersucht und verglichen mit dem Ziel die wirtschaftlichste Variante zu ermitteln. Zum Schluss wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

Die Resultate der vorliegenden Machbarkeitsstudie sollen einen Ausgangspunkt liefern, um sich für eine Realisierung der erörterten Varianten zu entscheiden und diese ggf. im Anschluss umzusetzen. Es ist jedoch dabei anzumerken, dass diese Studie nicht als Planungsunterlage eines Planungsbüros zu verstehen ist bzw. in ihrer Detailschärfe keine Entwurfsplanung ist. Die gelieferten Ergebnisse der Berechnungsmodelle entsprechen realistischen Daten und können für den weiteren Entscheidungsprozess genutzt werden. Die vorliegenden Grobkostenschätzungen, die im Folgenden aufgeführt werden, sind u. a. auf Angebote und Kostenschätzungen aus anderen Projekten, die die Alpha IC GmbH in der letzten Zeit bearbeitet hat, zurückzuführen. Weiterhin wird auf übliche Kostenansätze aus der einschlägigen Literatur und Erfahrungswerte zurückgegriffen.

Für die Erarbeitung der Machbarkeitsstudie wurde von der Marktgemeinde Ebensfeld die Alpha IC GmbH beauftragt.

2 Ist- / Bedarfsanalyse

Im Folgenden werden die leistungsspezifischen Daten der Wärmeversorgung (maximale thermische Leistung, thermischer Energiebedarf pro Jahr, etc.) bestimmt. Zur Bestimmung der grundlegenden Daten wurde mit den Verantwortlichen der zukünftigen ansässigen Unternehmen schriftlich Kontakt aufgenommen. Hierbei wurde die Anschlussbereitschaft an einer zentralen Wärmeversorgung abgefragt. Die Rückmeldungen der einzelnen Unternehmen waren hierbei durchweg positiv. Alle Unternehmensverantwortliche können sich vorstellen bei konkurrenzfähigen / wettbewerbsähnlichen Wärmepreisen ein Teil des Nahwärmenetzes zu werden. Die Rückmeldungsschreiben sind dem Anhang 2 zu entnehmen. Im Anschluss wurden mit den einzelnen Vertretern von vier Unternehmen direkte Gespräche über die folgenden Sachverhalte geführt:

- Vorstellung des Bauvorhabens
- Abschätzung von Energieverbräuchen der einzelnen Unternehmensgebäude
- Abschätzung der beheizten Nettogrundfläche (NGF)
- Überschlägige Ermittlung prozessbedingter Abwärme
- Anschlussbereitschaft an die zentral Wärmeversorgung

2.1 Wärmeleistungs- und Wärmebedarfsermittlung

Die Entwicklung des Gewerbegebietes ist noch nicht abgeschlossen. Zum jetzigen Zeitpunkt haben drei Unternehmen konkretes Interesse an einer Bebauung der Gewerbegrundstücke. Nach Angaben eines Unternehmens wird die Entwicklung eines Grundstücks erst mittelfristig erfolgen. Für ein Grundstück hat sich noch kein Interessent gefunden.

Von keinem der drei interessierten Unternehmen liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt Unterlagen zur Ermittlung des Wärmebedarfs vor. Aus diesem Grund ist es sehr schwer, die tatsächliche thermische Leistung abzuschätzen. Aus den einzelnen Gesprächen und branchenspezifischen Kennwerten wurden im folgenden Abschnitt die leistungsspezifischen Daten bestimmt.

Baufeld 1 und 2: Unternehmen 1

Das Unternehmen hat nach eigenen Angaben ein enormes Abwärmepotential aus den firmeneigenen Produktionsprozessen. Mit diesem sollen die eigenen Bürogebäude und Produktionsstätten autark beheizt werden. Daher ist die benötigte Wärme aus dem Heizkraftwerk sehr gering. Dennoch muss bei Produktionsstillstand die Halle mit Wärme versorgt werden, d. h. die thermische Leistung muss im Heizkraftwerk vorgehalten werden. Weiterhin kann vom Unternehmen überschüssige Abwärme in das Nahwärmenetz abgegeben werden.

Die beiden Baufelder haben eine Größe von ca. 60.000 m². In der Tabelle 1 sind die Randparameter zur Bestimmung zur Bestimmung des Wärmebedarfs sowie die Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 1: Bedarfsermittlung Unternehmen 1

Art	Fläche [m ²]	Volumen [m ³]	spez. Heizlast [W/m ²]	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh]
Bürogebäude	800		25	20	8.500
Sozialgebäude	240		25	6	2.550
Produktion	3.500	17.500	35	123	52.063
Lager	7.000	35.000	35	245	104.125
	11.540			396	167.238

Tabelle 2: Unternehmen 1 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung

Nr.	Gegenstand	Annahme	Quelle
A1	Bürogebäude	1.700 Volllaststunden 25 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Anforderung GEG.
A2	Sozialgebäude	1.114 Volllaststunden 25 W/m ²	Sophena Einfamilienhaus; Anforderung GEG.
A3	Produktionshalle	1.700 Volllaststunden 35 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Energieeffizienz von Hallen ² , angepasst auf das Jahr 2023.
A4	Lager	1.700 Volllaststunden 35 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Energieeffizienz von Hallen ² , angepasst auf das Jahr 2023.
A5	Heizenergiebedarf	Faktor 0,25	Eigene Annahme / Schätzung von Unternehmensverantwortlichen: Die Abwärme aus Produktionsprozessen kann den Anteil des Wärmebedarfs der Gebäude zu 75 % decken.

Baufeld 3: Unternehmen 2

Nach Informationen des Eigentümers soll das Grundstück in den nächsten Jahren nicht bebaut werden. Es ist auf Unternehmensseite geplant, die Produktionsstätte mittelfristig, in 10 bis 15 Jahren, dorthin zu verlagern. Aus diesem Grund fließt keine Bebauung des Grundstücks und somit auch kein Wärmebedarf in die aktuelle Machbarkeitsstudie mit ein. Eine Vorhaltung der thermischen Erzeugerleistung in der Heizzentrale über diesen Zeitraum ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar. Über eine Vorhaltung von entsprechenden Platzreserven in der Heizzentrale wäre es möglich die Wärmeabnahme noch im Nachhinein zur realisieren.

Das Baufeld hat die Größe von ca. 13.500 m².

Baufeld 4: Unternehmen 3

Das Unternehmen ist spezialisiert auf den Verkauf und den Versand von Waren aus dem Bereich Jagdausrüstung. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Onlineversand. Der Gebäudekomplex besteht zum größten Teil aus Lagerflächen. Hinzu kommen ein Büro- und Verkaufsbereich. Weiterhin ist eine Werkstatt für kleinere bis mittlere Reparaturen vorgesehen sowie eine kleine Schießanlage.

Das Baufeld hat die Größe von ca. 8.500 m².

¹ Härtlein et al. 2018. Datengrundlagen und Konzeption für den Online-Wärmekostenrechner für Wohn- und Nichtwohngebäude. Universität Stuttgart. S. 8.

² Oschatz et al. 2011. Gesamtanalyse Energieeffizienz von Hallengebäuden. ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden. S. 49.

Tabelle 3: Bedarfsermittlung Unternehmen 3

Art	Fläche [m ²]	spez. Heizlast [W/m ²]	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh/a]
Bürogebäude	200	25	5	8.500
Lager inkl. Schießanlage	3.500	45	158	267.750
	3.700		163	276.250

Tabelle 4: Unternehmen 3 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung

Nr.	Gegenstand	Annahme	Quelle
A1	Bürogebäude	1.700 Volllaststunden 25 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Anforderungen GEG.
A2	Lager	1.700 Volllaststunden 35 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Energieeffizienz von Hallen ² , angepasst auf das Jahr 2023;
A3	Schießanlage (Lüftung)	10 W/m ²	Eigene Annahme aus vergleichbaren Projekten

Baufeld 5: noch nicht bekannt

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Machbarkeitsstudie hat sich noch kein Interessent für das Baufeld finden können. Da es aber sehr wahrscheinlich ist, dass das Baufeld in der nächsten Zeit noch verkauft wird. Wird ein angenommener Wert für den Wärmebedarf angesetzt. Die Annahmen beruhen auf einem Gebäude mit einem Teil für Büroräumlichkeiten und einem dazugehörigen Lager. Die Flächen hierfür werden über die Baufeldgröße abgeschätzt. Zusätzlich wird noch eine Warmwasserbereitung berücksichtigt, da die Intensität der körperlichen Arbeit der Mitarbeiter noch nicht bekannt ist. Falls auf dem Baufeld ein Unternehmen mit einem größeren Wärmebedarf ansiedeln sollte, wird das in der Sensitivitätsanalyse (siehe Kapitel 7.2) berücksichtigt.

Das Baufeld hat die Größe von ca. 2.600 m².

Tabelle 5: Bedarfsermittlung Unternehmen 5

Art	Fläche [m ²]	spez. Heizlast [W/m ²]	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh/a]
Büro	200	25	5	8.500
Lager	1.000	45	45	76.500
	1.200		50	85.000

Tabelle 6: Unternehmen 5 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung

Nr.	Gegenstand	Annahme	Quelle
A1	Bürogebäude	1.700 Volllaststunden 25 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Anforderungen GEG.
A2	Lager	1.700 Volllaststunden 35 W/m ²	Uni Stuttgart ¹ ; Energieeffizienz von Hallen ² , angepasst auf das Jahr 2023.
A3	Warmwasserbereitung	10 W/m ²	ca. 25 - 30 % des Anteils am Gesamtverbrauch

Baufeld 6: Unternehmen 5

Das Unternehmen ist Teil der fleischverarbeitenden Industrie. Das Gebäude wird neben den Produktionsstätten mit verschiedenen Wärme- und Kälteprozessen auch Büro- und Verkaufsflächen aufweisen.

Das Baufeld hat die Größe von ca. 5.600 m².

Tabelle 7: Bedarfsermittlung Unternehmen 5

Art	Fläche [m ²]	spezif. Heizlast [W/m ²]	Heizlast [kW]	Verbrauch [kWh]
Gebäude	1.960	25	49	83.300
Prozesse			172	292.000
	1.960		221	375.300

Tabelle 8: Unternehmen 5 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung

Nr.	Gegenstand	Annahme	Quelle
A1	Bürogebäude	1.700 Volllaststunden 25 W/m ²	Sophena Bürogebäude; Anforderungen GEG.
A2	Schlachtgewicht	400 Tonnen pro Jahr	Energieeffizienz im Betrieb ³ (Schlachtgewinn angepasst auf Fläche).
A3	Energiekennzahl (Wärme)	730 kWh/to	Thermische Großanlagen und Systemlösungen für die fleischverarbeitende Industrie ⁴

Zusammenfassung

Abschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Unternehmen zusammengefasst. In der folgenden Tabelle sind alle relevanten Werte zur Bestimmung der Wärmeversorgung aufgelistet. Es wird darauf

³ Energieeffizienz im Betrieb: Online im Internet: URL: <https://www.energieeffizienz-im-betrieb.net/energiekosten-unternehmen/energiesparen-metzgerei.html> [besucht am 18.04.2023]

⁴ Thermische Großanlagen und Systemlösungen für die fleischverarbeitende Industrie. Bosch Thermotechnik GmbH. Wetzlar. S. 5.

hingewiesen, dass die vorliegenden Werte aus Schätzungen ermittelt wurden, da noch keine TGA-Planungsunterlagen für die einzelnen Unternehmen vorliegen. Aus diesem Grund sind die Werte mit Vorsicht bei Prognosen zu verwenden.

Tabelle 9: Leistungsspezifische Daten der Wärmeversorgung.

Nr.	Fläche [m ²] (geschätzt)	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh/a]
BF1 + 2	11.540	394	167.238
BF3	0	0	0
BF4	3.700	163	276.250
BF5	1.200	50	85.000
BF6	1.960	221	375.300
		828	903.788

Ausblick

Von der Gemeinde Ebensfeld wurde bereits eine Erweiterung dieser Machbarkeitsstudie beauftragt. Es werden aufgrund der räumlichen Situation und anstehender Sanierungsarbeiten von kommunalen Gebäuden zusätzlich die folgenden Gebäude als mögliche Wärmeabnehmer in das Nahwärmenetz mitaufgenommen.

Tabelle 10: Erweiterung Nahwärmenetz Ebensfeld.

	Grund	Heizlast [kW]	Wärmebedarf [kWh/a]
Pater-Lunkenbein- Grundschule	Sanierung	800	1.120.000
Kindergarten	Räumliche Lage	65	97.500
Wohngebäude (29 Stk.)	Räumliche Lage	700	1.343.000

Die Ausarbeitung und die Integration der Wert aus Tabelle 10 werden in einer überarbeiteten Version veröffentlicht.

2.2 Jahresdauerlinie

In Abbildung 4 und Abbildung 5 sind die Jahresdauerlinie (unsortiert und sortiert) der benötigten Wärmeleistung dargestellt. Es wird daraus ersichtlich, dass nur zu wenigen Zeitpunkten die Spitzenlast, die größer als 300 kW_{therm} ist, abgedeckt werden muss. Der Grund- und Mittellastanteil macht hier den größten Anteil des benötigten Jahreswärmebedarfs aus.

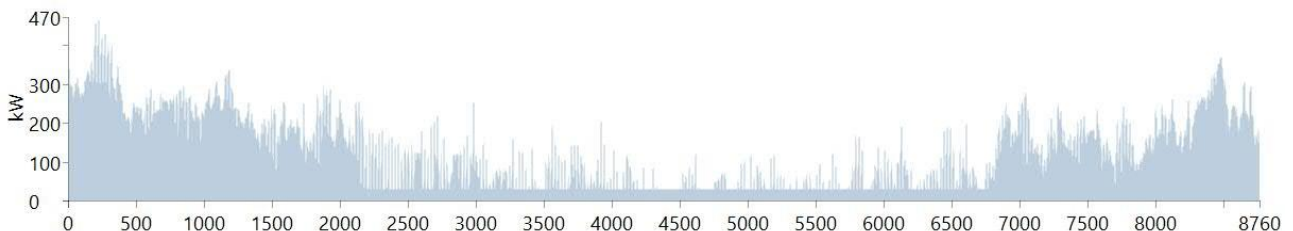


Abbildung 4: Jahresdauerlinie (unsortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III

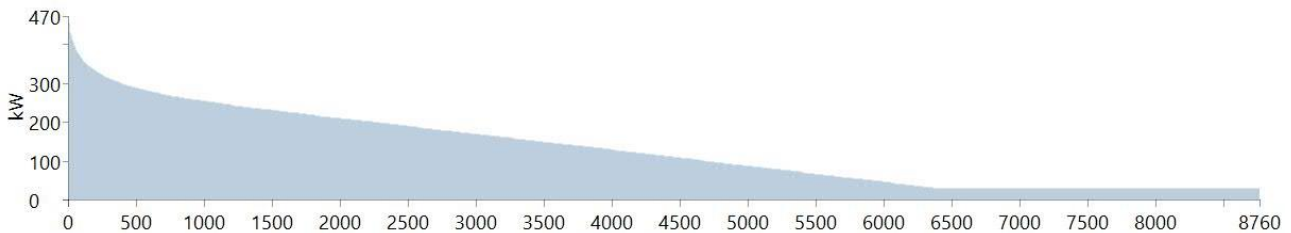


Abbildung 5: Jahresdauerlinie (sortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III

2.3 Jahreswärmebedarf

Für die Versorgung der einzelnen Unternehmen wird eine gesamte thermische Leistung von ca. 470 kW_{therm} benötigt. In dieser Auflistung sind die Anlagen- und Netzverluste bereits einbezogen. Aus Gründen der Versorgungssicherheit, muss eine redundante Wärmeerzeugung vorgesehen werden. Die installierte Kesselleistung wird daher mit ca. 850 kW angenommen. Mit der angegebenen Leistung wird der Bedarf an Heizungswärme und Warmwasser in Höhe von ungefähr 904.000 kWh/a abgedeckt.

Tabelle 11: Auslegung der Wärmeversorgung.

	Absolut	Prozentual
Wärmeerzeugung	1.167.729 kWh/a	
Wärmebedarf	903.788 kWh/a	
Verteilungsverluste	140.050 kWh/a	12%
Erzeugungsverluste	123.891 kWh/a	11%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,9	
Installierte thermische Leistung	850 kW	
Gesamtverluste	263.941 kWh/a	23%

Die Verlustleistungen hängen unter anderem von den eingesetzten Rohrmaterialien und deren Dämmung ab. Die oben genannten Werte wurden nicht pauschal angesetzt, sondern anhand konkreter Herstellerangaben berechnet. Weiterhin haben auch der gewählte Rohrleitungsdurchmesser und die Höhe des Temperaturniveaus einen nicht zu vernachlässigen Einfluss auf die Verluste im Nahwärmenetz.

3 Nahwärmenetz

3.1 Netzentwurf

In der Abbildung 6 ist der Trassenverlauf des Nahwärmenetzes grob skizziert. Im Anhang 3 ist eine detaillierte Karte zu finden. Die Verortung der Nahwärmerohre ist von zentraler Bedeutung, da der Rohrleitungsbau inkl. der dazu notwendigen Tiefbauarbeiten einen großen Faktor bei den Investitionskosten ausmacht. Aus diesem Grund ist es wichtig die Wärmeabnehmer auf einem möglichst kurzen Weg mit Wärme zu versorgen.

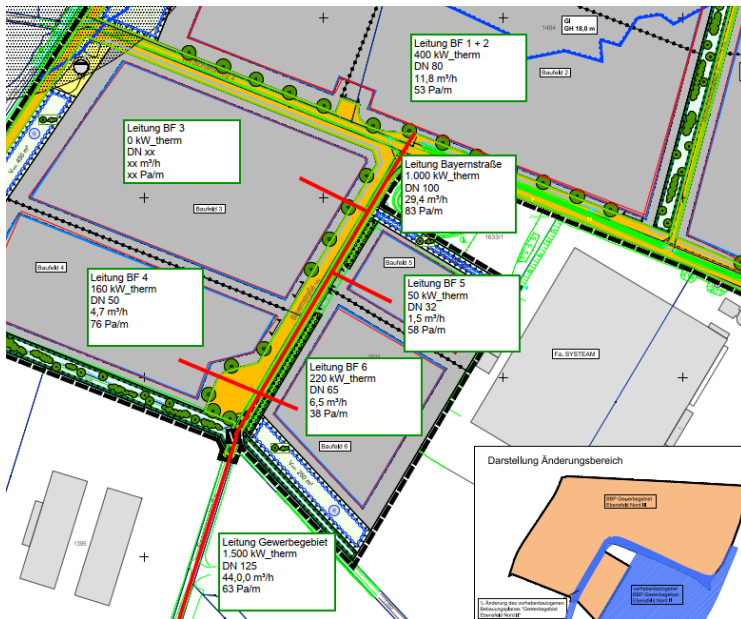


Abbildung 6: Entwurf des Nahwärme-Trassenplans für fünf Wärmeabnehmer

Die Anbindung des Gewerbegebiets erfolgt von Süden aus der Frankenstraße. Der Hintergrund ist, dass ein geeigneter Standort der Heizzentrale auf dem Gelände der Frankenstraße 5 wäre. Das Grundstück ist in Besitz eines potenziellen Betreibers des Nahwärmenetzes. Der Standort der Heizzentrale ist aber noch nicht endgültig geklärt. Die oben erwähnte Lage der möglichen Heizzentrale liegt mit ca. 280 Metern auch weit vom Versorgungsgebiet entfernt. Auf dem Areal des Gewerbegebiets ist zurzeit kein Standort für eine Heizzentrale vorgesehen. Diese Möglichkeit sollte in der Planungsphase jedoch miteinbezogen werden.

Im Hinblick auf eine denkbare Erweiterung des Nahwärmenetzes mit der Schule und des angrenzenden Wohngebietes erweist sich die Lage in der Frankenstraße jedoch als zentral und gilt als favorisiert.

3.2 Netzhydraulik / Netzkennzahlen

Zur Ermittlung der Investitionskosten werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Hauptversorgungstrasse mit vorgedämmtem Stahlrohr (Kunststoffmantelrohr)
- Hausanschlussleitungen mit flexiblen, vorgedämmten Edelstahlrohrleitungen

Für den in Abbildung 6 dargestellten Trassenverlauf sind die folgenden Leitungslängen (Vor- und Rücklauf) in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Auflistung der Teilstrecken der Nahwärmetrasse.

Teilstrecken	Lage	Länge	Dimensionierung
Gebäudestiche	Baufelder	100 m	variabel
TS 1	Frankenstraße	560 m	DN 125
TS 2	Bayernstraße	400 m	DN 100
Gesamt		1.060 m	

Die ermittelte Wärmebelegungsichte beläuft sich damit auf ca. 850 kWh je Meter Nahwärmeleitung. Die Abbildung 7 zeigt schematisch die Heizzentrale mit den Wärmeerzeugungsanlagen und dem Pufferspeicher. Weiterhin ist das Nahwärmeversorgungsnetz und die dazugehörigen Übergabekompaktstationen zur Einbindung der Nutzungseinheiten.

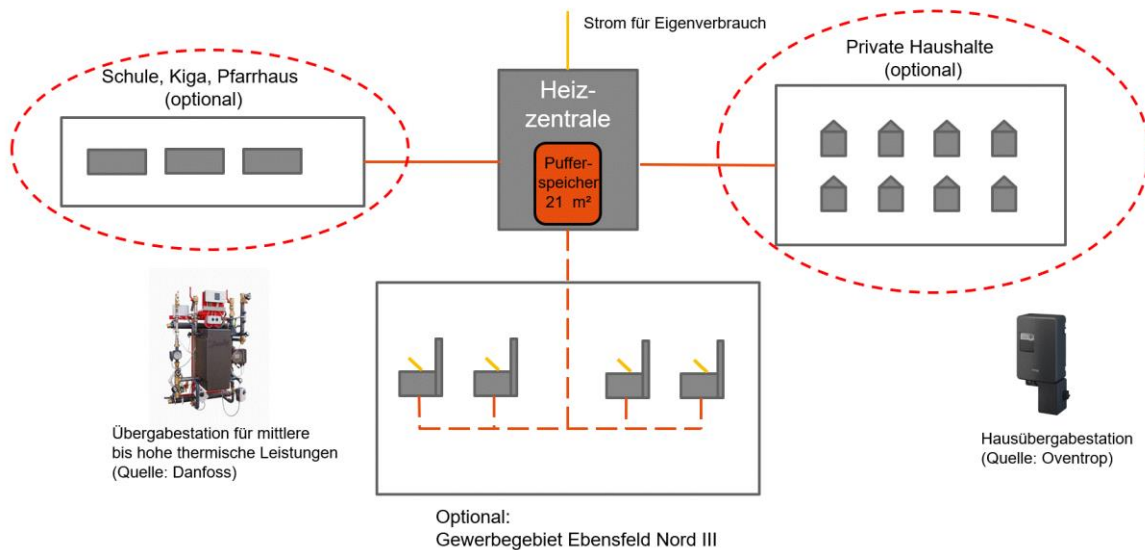


Abbildung 7: Schematische Darstellung Nahwärmeconcept

Die Erschließung der einzelnen Gebäude erfolgt über indirekt eingebundene Nahwärmeübergabestationen (siehe Abbildung 8).

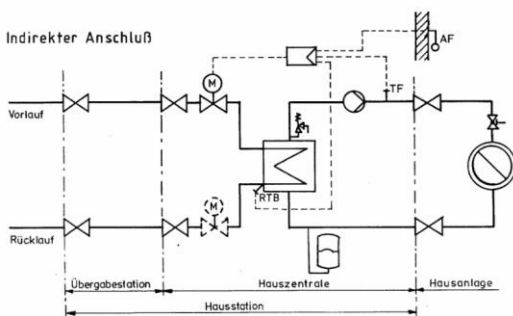


Abbildung 8: Prinzipschaltbild einer Hausübergabestation (Quelle: SÜC-Energie, Coburg)

4 Potentialanalyse Erzeugungsvarianten

4.1 Komponenten

Heizzentrale

In der Heizzentrale sind die einzelnen Wärmeerzeuger je nach Energieträger (Biomasse, Erdgas, Strom, etc.) untergebracht. Weiterhin sind dort die hydraulischen Anlagen für die Wärmeverteilung, die Pufferspeicher und die Automatisierungsanlagen verortet. Im Anschluss an die Heizzentrale ist das Brennstofflager zu finden. Im Falle einer Biomasseanlage mit dem Festbrennstoff Holz kann das Lager entweder oberirdisch oder unterirdisch ausgeführt werden.

In der

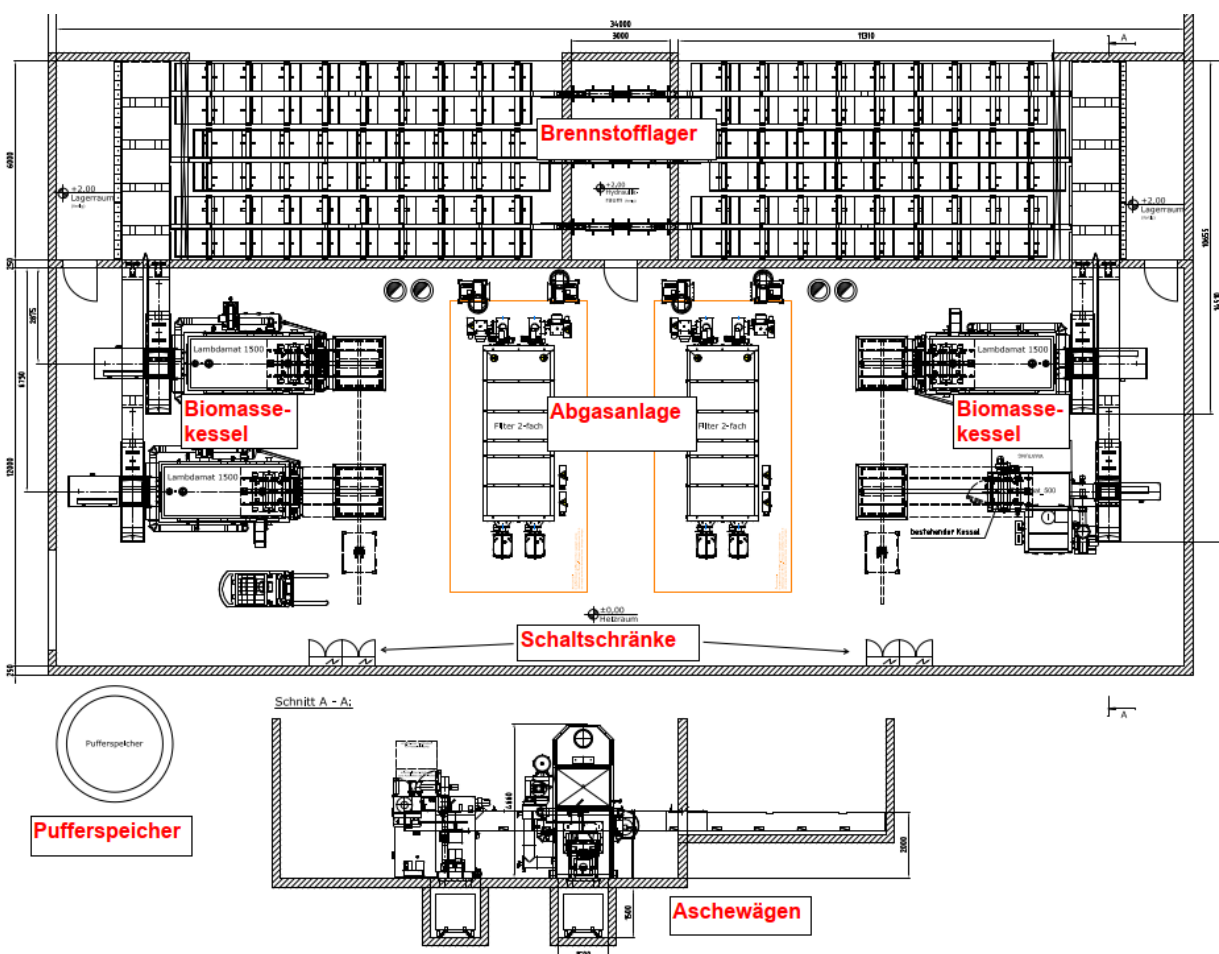


Abbildung 9 ist beispielhaft der Grundriss einer Heizzentrale mit mehreren Holzhackschnittelkesseln dargestellt. Das Gebäude inkl. des Lagers hat die Maße 34 auf 18 Meter. Der Pufferspeicher ist in diesem Fall im Außenbereich aufgestellt. Das Brennstofflager mit einem hydraulischen Schubboden grenzt direkt an den Heizraum an. Die Kessel werden mittels einer Förderschnecke aus dem Brennstofflager mit den Holzhackschnitteln beschickt. Die bei der Verbrennung entstehende Asche wird unter den Kesseln in den sogenannten Aschewägen aufgefangen. Diese müssen manuell regelmäßig entleert werden. Die Abgasreinigungsanlage ist zwischen den Kesseln installiert. Die Schaltschränke für die elektrische Versorgungen und Regelung der technischen Anlagen sind im Heizraum aufgestellt. Da es sich hierbei um eine beispielhafte Anordnung

der Komponenten der Wärmeerzeugung handelt, sind keine hydraulischen Anlagen (Verteiler, Pumpen, etc.) dargestellt. Diese müssen zusätzlich noch im Heizraum untergebracht werden.

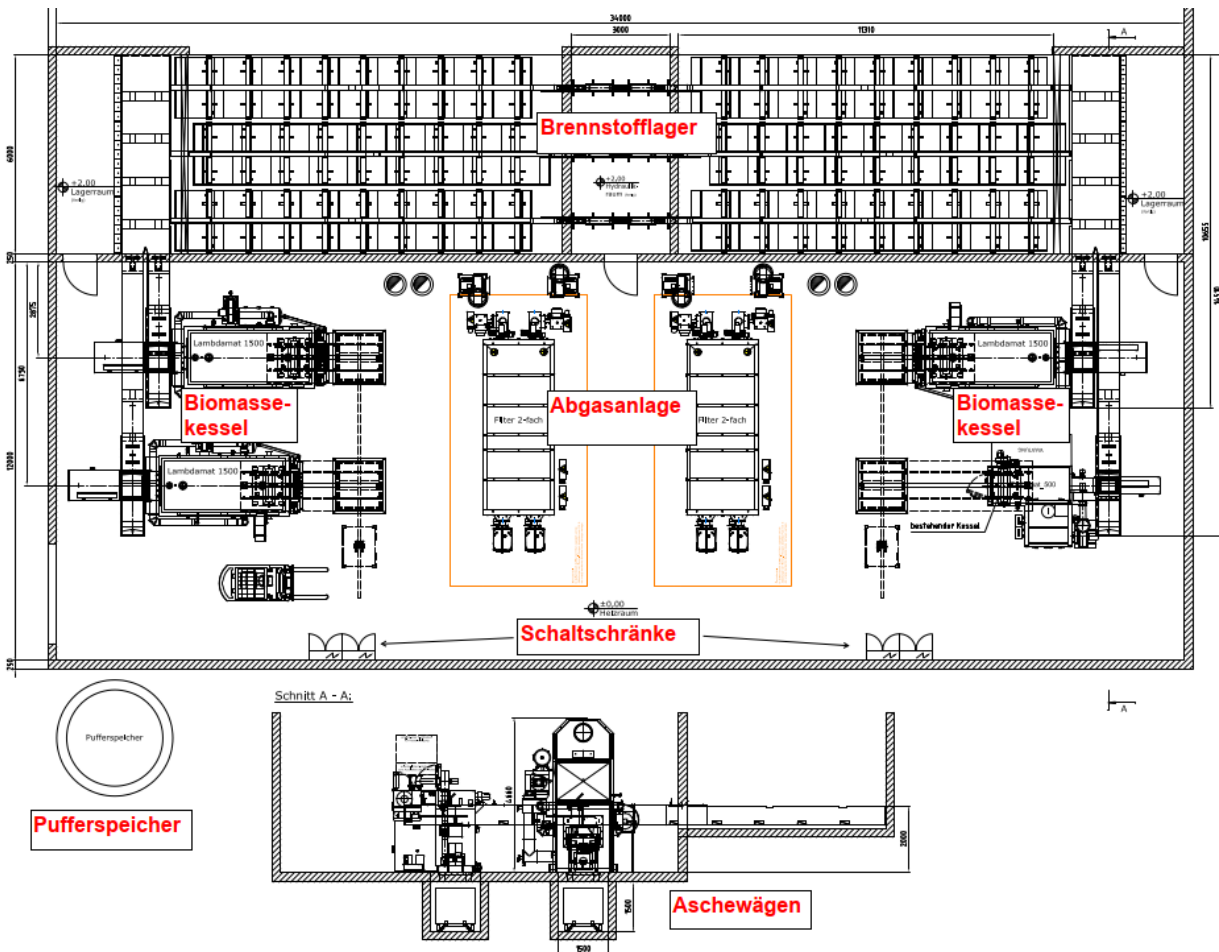


Abbildung 9: Beispielhafter Grundriss einer Heizzentrale für eine Holzhackschnitzelanlage (Quelle: Fröhring)

Abgasanlage

Bei der Verbrennung von Holz entstehen Rauchgase, die u. a. aus Kohlenmonoxid, Stickoxiden, Schwefeldioxid, Kohlenwasserstoffen und Staub. bestehen Ein Teil dieser Schadstoffe wird schon während der Verbrennung mit Hilfe verschiedener Prozesse entfernt. Um das Rauchgas weiter zu reinigen, werden Filteranlagen eingesetzt. Es kommen hierbei häufig Elektroabscheider zum Einsatz. Das gereinigte Abgas wird über einen Kamin an die Umgebung abgegeben.

Pufferspeicher

Der Einsatz von Pufferspeichern bei Nahwärmenetzen ist von besonderer Bedeutung. Zum einem werden durch die Bevorratung von ausreichend Heizungswasser die Einschaltvorgänge des Biomassekessels reduziert. Dadurch erhöht sich die Lebensdauer der technischen Komponenten signifikant. Zum anderen werden die Lastspitzen geglättet, was zu einer Reduzierung der thermischen Leistung der Wärmeerzeugungslage führt.

Netzhydraulik

Unter diesem Begriff sind alle Komponenten enthalten, die für die Verteilung des Heizungswasser benötigt werden. Hierzu zählen insbesondere die Rohrleitungen. Weiterhin gehören aber auch die Umwälzpumpen, die Wärmeübertrager sowie die Regelventile zu dieser Gruppe. Letztere werden über eine Mess- und

Regelungstechnik (MSR) gesteuert, damit ein effizienter Betrieb des Verteilungssystem gewährleistet werden kann. Die technischen Komponenten hierfür sind in den Automatisierungsschaltschränken installiert.

4.2 Wärmeversorgungskonzepte

In diesem Abschnitt werden folgende Versorgungsvarianten erörtert. Weiterhin wurde eine grobe Kostenschätzung der einzelnen Varianten angefertigt.

1. Biomassekesselanlage (Hackschnitzel)
2. Erdgaskesselanlage mit einem Erdgas-Blockheizkraftwerk
3. Biomassekesselanlage mit einer solarthermischen Anlage
4. Wärmepumpenanlage mit Erdwärmesonden

4.2.1 Variante 1: Biomassekessel (Hackschnitzel)

Die Wärmebereitstellung wird komplett über die Verbrennung von Hackschnitzeln realisiert. Die Grundlast übernimmt ein Biomassekessel mit der Nennleistung von ca. 440 kW. Die Spitzenlast wird über einen weiteren Kessel mit ebenfalls 440 kW abgedeckt. Es wurde zunächst eine Doppelkesselanlage mit einer 100-prozentigen Redundanz vorgesehen. Diese Redundanzwert sollte im Zuge der Planung nochmals hinterfragt und möglicherweise angepasst werden. In der folgenden Tabelle sind alle relevanten Bauteile der Wärmeerzeugung aufgeführt.

Tabelle 13: Variante 1 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)

Produktbereich	Produkt	Investitionskosten [EUR]
Wärmeerzeugungsanlage	Biomassekessel 1 (440 kW)	60.000
	Biomassekessel 1 (440 kW)	60.000
Kesselzubehör	Abgasreinigung	54.893
	Entaschung	23.128
	Inbetriebnahme/Montage	30.564
	mechanische Beschickung	38.974
	Rückbrandsicherung	8.949
Pufferspeicher	Steinheimer Tankhandel	25.592
Heizhaus-Technik	MSR	22.972
	Rohrleitungen	12.000
	Wärmeübertrager	8.000
Gebäude	Außenanlagen	65.000
	Erschließung	15.000
	Heizhaus	600.000

	Sicherheit	50.000
Wärmeleitungen	Stahlrohr isoliert DN100 (KMR)	240.000
	Stahlrohr isoliert DN125 (KMR)	720.720
	flex. Edelstahlrohr isoliert bis DN 80	30.000
Wärmenetz-Technik	Pumpenstation	8.333
Wärmeübergabe	Baufeld 1+2	10.000
	Baufeld 4	10.000
	Baufeld 5	10.000
	Baufeld 6	10.000
Planung	Planungskosten	253.695
Sicherheitszuschlag		317.119

4.2.2 Variante 2: Gaskessel mit BHKW

Bei dieser Variante wird die Wärmeversorgung über zwei mit Biogas betriebenen Gaskesseln und einem mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerk (BHKW) sichergestellt. Die Grundlast wird über das BHKW (ca. 100 kW_{therm}) und einen Gaskessel (ca. 500 kW_{therm}) erzeugt. Als dritter Wärmeerzeuger (Spitzenlast, Redundanz) wird ein Gaskessel mit ca. 400 kW genutzt.

Tabelle 14: Variante 2 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)

Produktbereich	Produkt	Investitionskosten [EUR]
Fossile Kessel	Gaskessel 1 (400 kW)	28.000
	Gaskessel 2 (500 kW)	34.000
KWK-Anlagen	BHKW (100 kW)	77.000
Kesselzubehör	Inbetriebnahme / Montage	30.564
Pufferspeicher	Steinheimer Tankhandel	25.592
Heizhaus-Technik	MSR	22.972
	Rohrleitungen	12.000
	Wärmeübertrager	8.000
Gebäude	Außenanlagen	65.000

	Erschließung	15.000
	Heizhaus	650.000
Wärmeleitungen	Stahlrohr isoliert DN100 (KMR)	240.000
	Stahlrohr isoliert DN125 (KMR)	720.720
	flex. Edelstahlrohr isoliert bis DN 80	30.000
Wärmenetz-Technik	Pumpstation	8.333
Wärmeübergabe	Baufeld 1+2	10.000
	Baufeld 4	10.000
	Baufeld 5	10.000
	Baufeld 6	10.000
Planung	Planungskosten	240.462
Sicherheitszuschlag		300.577

4.2.3 Variante 3: Biomassekessel (Hackschnitzel) mit einer Solarthermieanlage

Diese Variante unterscheidet sich nicht groß von Variante 1. Zusätzlich zu den Hackschnitzelkesseln wird hier jedoch noch eine solarthermische Anlage als regenerative Unterstützung eingesetzt. Die solarthermische Anlage mit einer Fläche von ca. 276 m² und einer der Biomassekessel decken die Grundlast. Der weitere Biomassekessel stellt den Wärmebedarf zu Spitzlastzeiten zur Verfügung.

Tabelle 15: Variante 3 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)

Produktbereich	Produkt	Investitionskosten [EUR]
Wärmeerzeugungsanlage	Biomassekessel 1 (340 kW)	40.000
	Biomassekessel 2 (440 kW)	60.000
Solarthermische Anlagen	Solarthermieanlage	473.055
Kesselzubehör	Abgasreinigung	36.595
	Entaschung	15.419
	Inbetriebnahme/Montage	20.376
	mechanische Beschickung	25.983
	Rückbrandsicherung	5.966

Pufferspeicher	Steinheimer Tankhandel	25.592
Heizhaus-Technik	Mess- und Regelungstechnik	51.184
	Rohrleitungen	12.000
	Wärmeübertrager	8.000
Gebäude	Außenanlagen	65.000
	Erschließung	15.000
	Heizhaus	650.000
Wärmeleitungen	Stahlrohr isoliert DN100 (KMR)	240.000
	Stahlrohr isoliert DN125 (KMR)	720.720
	flex. Edelstahlrohr isoliert bis DN 80	30.000
Wärmenetz-Technik	Pumpstation	8.333
Wärmeübergabe	Baufeld 1+2	10.000
	Baufeld 4	10.000
	Baufeld 5	10.000
	Baufeld 6	10.000
Planung	Planung	299.187
Sicherheitszuschlag		373.983

4.2.4 Variante 4: Wärmepumpenanlage mit Erdwärmesonden

Im Rahmen des Projektes wurde auch über eine Großwärmepumpenanlage zur Wärmebereitstellung nachgedacht. Diese Variante wird aber aufgrund einiger ungünstiger Eigenschaften und Standortfaktoren nicht weiterverfolgt.

- Da die Wärmeanforderungen und deren Spezifikationen der einzelnen Unternehmen noch nicht detailliert benannt werden können, wird davon ausgegangen, dass ein hohes Vorlauftemperaturniveau benötigt wird. Aus den Gesprächen ist weiterhin bekannt, dass einigen Firmen auf hohe Vorlauftemperaturen angewiesen sind. Diese werden für firmeninterne Produktionsprozesse (z. B. Fleischverarbeitung) benötigt. Darüber hinaus ist der Bedarf an Warmwasser auch nicht bekannt.
- Es steht kein ausreichender Platzbedarf für Erdsondenbohrungen auf dem Gelände zu Verfügung zur Verfügung. Für eine thermische Leistung von ca. 850 kW_{therm} sind ca. 170 Bohrung von bis zu 100 Metern Tiefe notwendig. Bohrungen die tiefer sind als die genannten 100 Meter, bedürfen einer besonderen Genehmigung. Da die Bohrungen mindestens 5 -6 Meter voneinander entfernt sein

sollten (VDI 4046), um sich nicht untereinander zu beeinflussen, wäre ein Areal von ca. 4.300 m² hierfür notwendig

- Wie die Abbildung 10 zeigt, ist die Nutzung von Umweltwärme aus Erdsondenbohrungen grundsätzlich möglich (grüne Bereiche). Es gibt aber auch eine räumlich sehr nahe Abgrenzung zu Gebieten (orangene Bereiche), in denen eine Nutzung von Erdwärmesonden nicht möglich ist. Der Untergrund wird hier als hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch bewertet. Auch aus diesem Grund wäre eine Umsetzung sehr risikoreich, da die Bewertung der durchzuführenden Fachgutachten eine mögliche Nutzung der Erwärme aufgrund der nahen räumlichen Abgrenzung dennoch untersagen könnte.



Abbildung 10: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden (Quelle: UmweltAtlas Bayern)

4.3 Ergebnis

Im Zuge der weiteren detaillierteren Bearbeitungen werden nur die Varianten 1, 2 und 3 Berücksichtigung finden. Die Variante 4 wird ausgeschlossen, da eine Umsetzung zu risikoreich in der Umsetzung und Finanzierung wäre.

5 Förderung

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführung (BAFA) kann in diesem Projekt nicht angewendet werden, da die Mindestvoraussetzungen der Förderfähigkeit nicht erfüllt werden.

- Mindestteilnehmer des Wärmenetzes sind 16 Gebäude
- Mindestteilnehmer des Wärmenetzes sind mehr als 100 Wohneinheiten

Das Gewerbegebiet umfasst nach dem derzeitigen Planungsstand fünf Gebäude. Die Differenz zu dem oben genannten Wert kann aufgrund der Vorgaben im Bebauungsplan auch nicht erreicht werden.

6 Variantenanalyse

6.1 Variante 1: Biomassekessel (Hackschnitzel)

6.1.1 Kapital-, Bedarfs-, Betriebsgebundene und sonstige Kosten

Die Kosten werden im ersten Schritt den verschiedenen Produktgebieten – Anlagentechnik, Gebäude, Wärmenetz und Planung – zugeordnet. Es kann vorkommen, dass einige Kosten nicht in allen Produktgebieten vertreten sind und daher nicht in den entsprechenden Tabellen aufgelistet werden können.

Aus der Investitionssumme werden die kapitalgebundenen Kosten als Annuität bei einem Zinssatz von 2,0 % und der jeweiligen spezifischen Nutzungsdauer nach VDI 2067 berechnet.

Tabelle 16: Variante 1 - Kapitalgebundene Kosten.

Produktgebiet	Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	21.757
Gebäude	26.185
Wärmenetz	47.401
Planung	25.487

Die Bedarfsgebundenen Kosten werden anhand des Brennstoffverbrauches und der für den Betrieb notwendigen Hilfsenergie gebildet. Es wird eine allgemeine Preissteigerung von 2 % pro Jahr hierfür angesetzt.

Tabelle 17: Variante 1 - Bedarfsgebundene Kosten.

Produktgebiet	Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	69.507
Gebäude	-
Wärmenetz	-
Planung	-

Die Betriebsgebundenen Kosten beinhalten alle Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten der technischen Anlagen und der baulichen Investitionen.

Tabelle 18: Variante 1 - Betriebsgebundene Kosten

Produktgebiet	Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	33.640
Gebäude	19.764
Wärmenetz	8.409
Planung	-

Die sonstigen Kosten beinhalten Verwaltung, Steuern, Versicherungen, Pacht, Miete, etc. Diese Kosten werden nicht den einzelnen Produktgebieten zugeordnet und daher einzeln ausgewiesen.

Tabelle 19: Variante 1 – Sonstige Kosten

Produktgebiet	Sonstige Kosten [EUR/a]
-	35.260

6.1.2 Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

In der folgenden Tabelle sind die jährlichen Kosten aus den verschiedenen Produktgebieten und die sonstigen Kosten zusammengefasst. Weiterhin werden die Wärmegestehungskosten angegeben. Diese setzen sich aus der Annuität der jährlichen Gesamtkosten und der Bereitstellung des Wärmebedarfes (siehe Tabelle 9) zusammen.

Tabelle 20: Variante 1 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Jahreskosten Variante 1	
Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]	120.831
Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]	69.507
Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]	61.814
Sonstige Kosten [EUR/a]	35.260
Gesamtkosten [EUR/a]	287.412
Wärmegestehungskosten [EUR/MWh]	318

6.1.3 Emissionsbilanz

Die ökologische Bewertung der dargestellten Varianten erfolgt anhand der CO₂-Bilanz. Die eingesetzte Produktionsenergie für Herstellung und Transport der jeweiligen Energieträger werden hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 21: Variante 1 - CO₂-Emissionsbilanz

Brennstoffenergie Biomasse	1.167 MWh/a	
CO ₂ - Biomasse	0,027 tCO ₂ /MWh	BAFA - Informationsblatt CO ₂ -Faktoren 2022
CO₂-Emissionen	32 toCO₂/a	

6.2 Variante 2: Gaskessel mit BHKW

6.2.1 Kapital-, Bedarfs-, - und Betriebsgebundene Kosten

Tabelle 22: Variante 2 - Kapitalgebundene Kosten.

Kostenübersicht	
Produktgebiet	Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	15.546
Gebäude	26.185
Wärmenetz	48.191
Planung	24.157

Tabelle 23: Variante 2 - Bedarfsgebundene Kosten.

Produktgebiet	Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	258.476
Anlagentechnik	-
Gebäude	-
Wärmenetz	-

Tabelle 24: Variante 2 - Betriebsgebundene Kosten

Produktgebiet	Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	21.005
Gebäude	20.355
Wärmenetz	8.409
Planung	-

6.2.2 Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Tabelle 25: Variante 2 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Jahreskosten Variante 2	
Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]	114.080
Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]	258.476
Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]	49.770
Sonstige Kosten [EUR/a]	33.464
Gesamtkosten [EUR/a]	455.790
Wärmegestehungskosten [EUR/MWh]	364

6.2.3 Emissionsbilanz

Tabelle 26: Variante 2 – CO₂-Emissionsbilanz

Brennstoffenergie Erdgas	1.648 MWh/a	
CO ₂ - Biogas	0,152 tCO ₂ /MWh	BAFA - Informationsblatt CO ₂ -Faktoren 2022
Stromerzeugung BHKW	423 MWh/a	
CO ₂ - Strom	0,366 tCO ₂ /MWh	
CO₂-Emissionen	177 toCO₂/a	

6.3 Variante 3: Biomasse in Kombination mit einer Solarthermischen Anlage

6.3.1 Kapital-, Bedarfs-, - und Betriebsgebundene Kosten

Tabelle 27: Variante 3 - Kapitalgebundene Kosten.

Produktgebiet	Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	55.211
Gebäude	26.185
Wärmenetz	48.191

Planung	30.057
---------	--------

Tabelle 28: Variante 2 - Bedarfsgebundene Kosten.

Produktgebiet	Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	71.922
Gebäude	-
Wärmenetz	-
Planung	-

Tabelle 29: Variante 2 - Betriebsgebundene Kosten

Produktgebiet	Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]
Anlagentechnik	41.410
Gebäude	20.355
Wärmenetz	8.409

6.3.2 Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Tabelle 30: Variante 2 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Jahreskosten Variante 1	
Kapitalgebundene Kosten [EUR/a]	160.247
Bedarfsgebundene Kosten [EUR/a]	71.922
Betriebsgebundene Kosten [EUR/a]	70.175
Sonstige Kosten [EUR/a]	42.239
Gesamtkosten [EUR/a]	344.760
Wärmegestehungskosten [EUR/MWh]	382

6.3.3 Emissionsbilanz

Tabelle 31: Variante 3 – CO₂-Emissionsbilanz

Brennstoffenergie Biomasse	1.101 MWh/a	
erzeugte Wärme Solar	66 MWh/a	
CO ₂ - Biomasse	0,027 tCO ₂ /MWh	BAFA - Informationsblatt CO ₂ -Faktoren 2022
CO₂-Emissionen	30 tCO₂/a	

6.4 Zusammenfassung

In den folgenden Abbildungen werden die verschiedenen Erzeugungsvarianten untereinander verglichen. Die Abbildung 11 zeigt die verschiedenen Investitionskosten der einzelnen Erzeugervarianten. Es ist zu erkennen, dass die Variante 2 die geringsten Kosten bei der Installation verursacht. Der Grund hierfür ist, dass Gaskessel im Vergleich zu Biomassenkesseln deutlich günstiger sind. Für Variante 1 und 3 sind jeweils Biomassekessel vorgesehen. Die zusätzliche solarthermische Anlage in Variante 3 lässt aber die Investitionskosten gegenüber Variante 1 um ca. 20 % ansteigen.

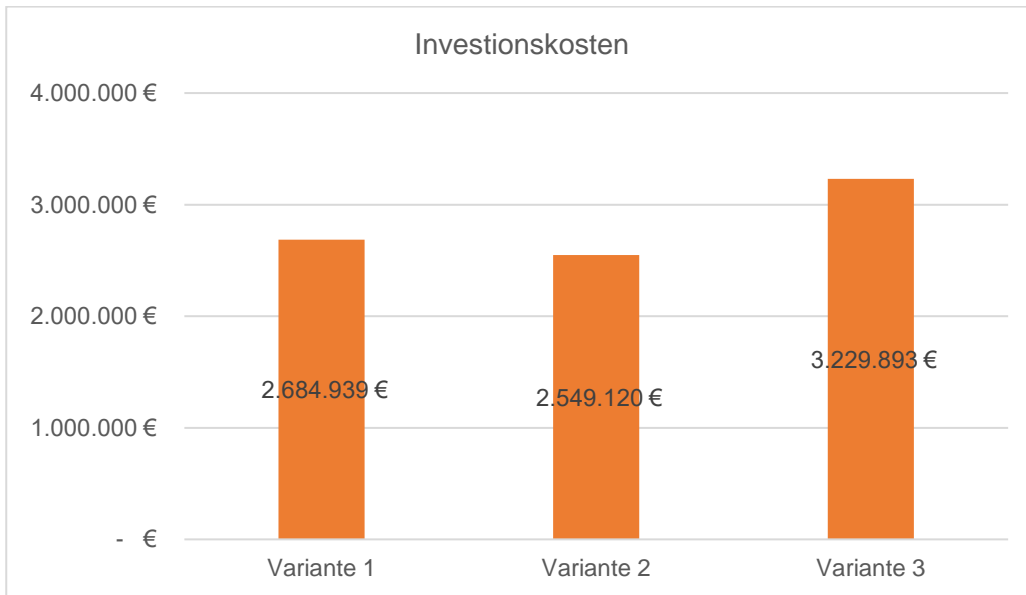


Abbildung 11. Vergleich der Investitionskosten

In der Abbildung 12 werden die unterschiedlichen Kostenarten verglichen. Es ist deutlich zu erkennen, dass die bedarfsgebundenen Kosten für Variante 2 am höchsten sind. Das liegt daran, dass der Gasbeschaffungspreis deutlich über dem Preis für Holzhackschnitzel liegt. Für Variante 1 und 3 sind die Kosten trotz der solarthermischen Anlage fast identisch. Die betriebsgebundenen Kosten hingegen sind bei den Variante 1 und 3 im Vergleich zu Variante 2 höher. Biomassekessel sind sehr wartungsintensiv, da u. a. mehr Reinigungsintervalle angesetzt werden müssen als bei Gaskesseln. Weiterhin müssen bei der Beladung des Holzlagers Mitarbeiter anwesend sein und die Asche muss regelmäßig entsorgt werden.

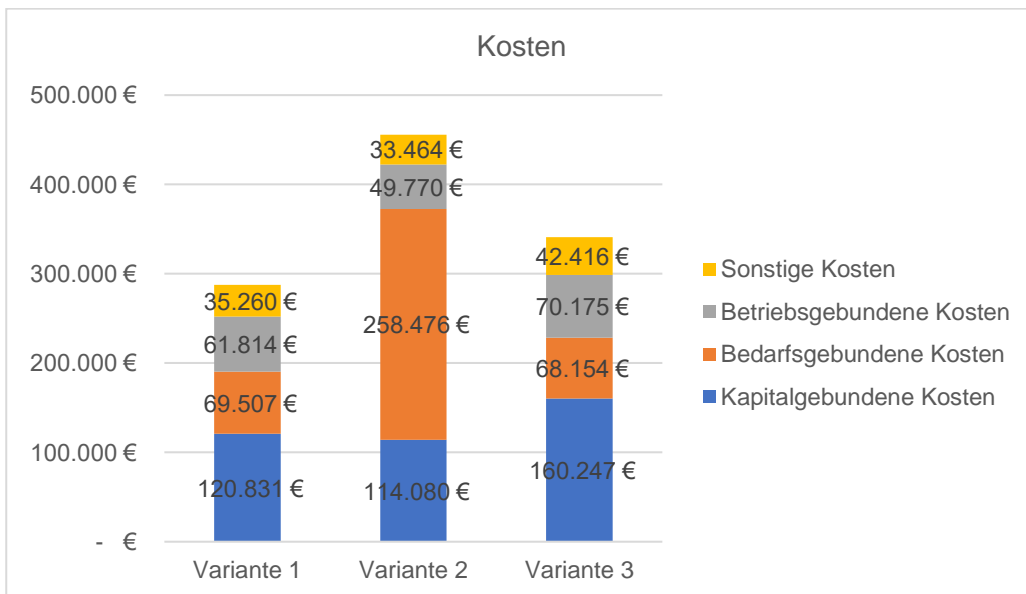


Abbildung 12: Vergleich Kostenaufteilung

Bei den Wärmegestehungskosten für die unterschiedlichen Varianten wird deutlich, dass die Variante 1 die geringsten Kosten verursacht. Die im Vergleich niedrigen Investitionen und niedrigen Energiebeschaffungskosten sind maßgeblich für dieses Ergebnis verantwortlich. Es ist jedoch auch ersichtlich, dass die Wärmegestehungskosten nicht konkurrenzfähig sind zu dezentralen Wärmeerzeugerlösungen (siehe Kapitel 7.3).

Da die Größe des Wärmenetzes mit fünf Gebäuden zu klein ist, gibt es keine staatliche Förderung in Form eines Investitionskostenzuschusses.

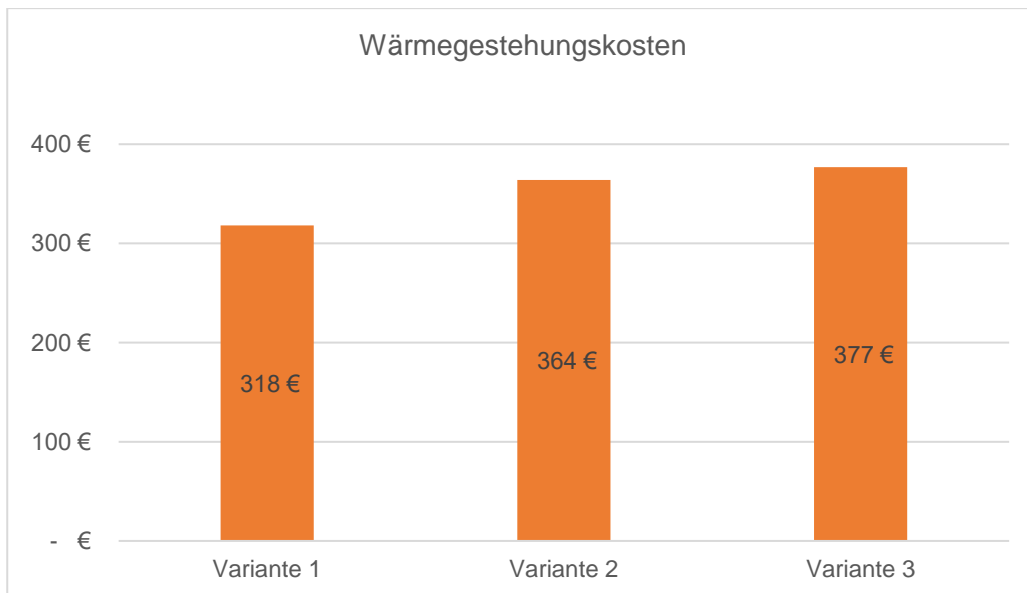


Abbildung 13: Vergleich der Wärmegestehungskosten

In Abbildung 14 sind verschiedenen CO₂-Ausstöße der drei Varianten dargestellt. Die Ergebnisse sind wenig überraschend. Die Biomassekessel haben in der Summe einen niedrigeren Anteil an Emissionen als die Gaskessel / BHKW. Letztere werden mit Biogas betrieben und liegen somit auch deutlich unter den Emissionen einer Wärmeerzeugungsanlage, die mit Erdgas betrieben wird.

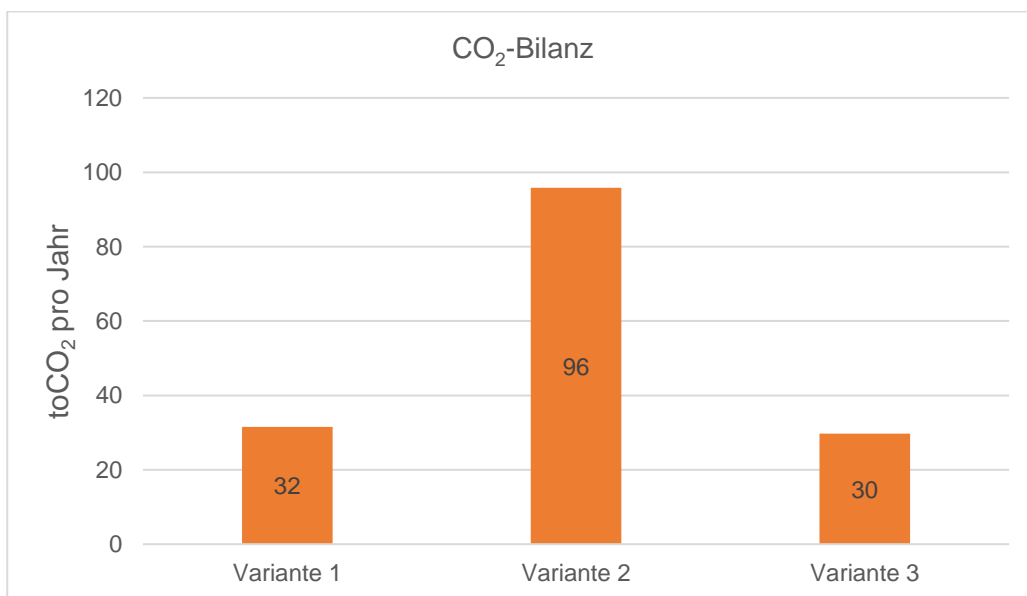


Abbildung 14: Vergleich der Treibhausgasbilanz

Die dargestellten Ergebnisse lassen eindeutig den Schluss zu, dass Variante 1, eine reine Biomasseanlage auf Basis von Holzhackschnitzeln, am wirtschaftlichsten die benötigte Wärme bereitstellen kann. Jedoch ist das Preisniveau auch für Variante 1 sehr hoch, da keine Förderungen berücksichtigt werden können. Eine zentrale Wärmeversorgung, nur für das Gewerbegebiet, egal in welcher Form, kann somit nicht wirtschaftlich dargestellt werden.

Eine Erweiterung dieser Machbarkeitsstudie auf das angrenzende Wohngebiet und die Grundschule könnten dieses Ergebnis jedoch beeinflussen. Bei einer größeren Abnehmerzahl können auch die staatlichen Förderungen mit in die Investitionskosten einbezogen werden.

7 Sensitivitätsanalyse

Im folgenden Abschnitt werden Faktoren analysiert, die die Umsetzung der vorgestellten Varianten beeinflussen können. In diesem Zuge wird nur die Variante 1 „Biomassekessel (Hackschnitzel)“ betrachtet. Der Hintergrund für diese Entscheidung ist, dass es sich um die wirtschaftlichste Variante handelt. Die Einbindung einer solarthermischen Anlage ist dennoch ausdrücklich erwünscht. Die Entscheidung wird aber möglichen Investoren überlassen.

7.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten beeinflussen direkt die Höhe des Wärmegestehungspreises. Aufgrund der Komplexität des Projektes und des mittel- bis langfristigen Umsetzungszeitraums kann es zu signifikanten Kostendifferenzen gegen über der oben genannten Grobkostenschätzung kommen. Diese Veränderungen können nach oben und unten ausschlagen. Die folgende Tabelle zeigt die Kostenänderungen des Projekts von +/- 10 % im Gegensatz zur Basisvariante.

Tabelle 32: Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten

	Investitionen [€]
Basisvariante	2.684.939 €
+10% Investition	2.953.434 €
-10% Investition	2.416.445 €

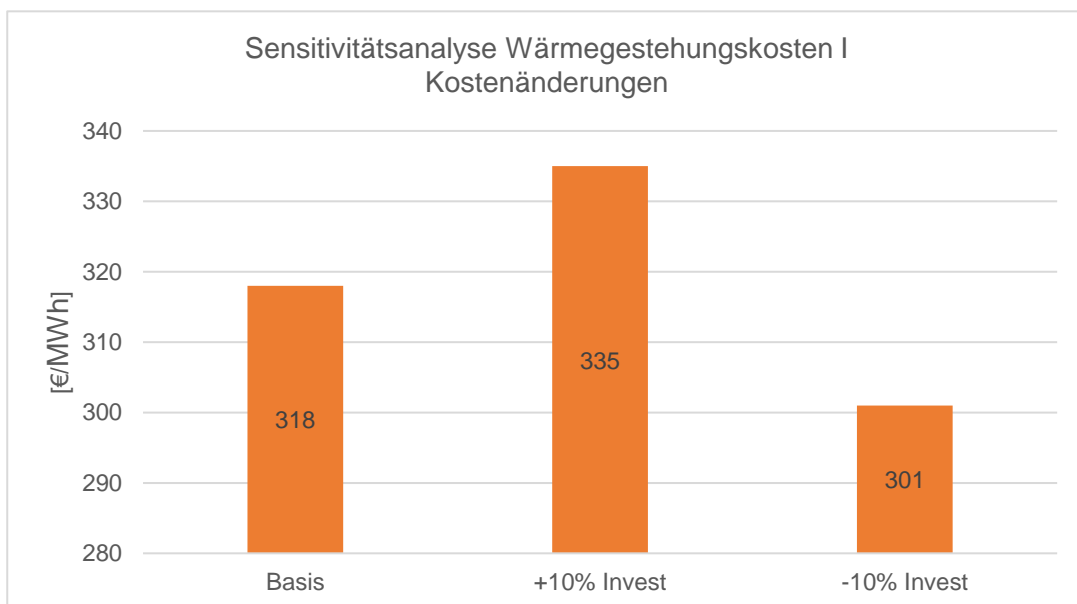


Abbildung 15: Sensitivitätsanalyse Wärmegestehungskosten I Kostenänderungen

Die Resultate zeigen, dass bei einer negativen Änderung der Investitionen der Wärmegestehungspreis fällt. Dennoch ist auch bei dieser Preisentwicklung das Kostenniveau noch sehr hoch gegenüber dezentralen Lösungen.

7.2 Wärmebedarf

Da alle Unternehmen zum jetzigen Zeitpunkt noch keine konkrete Planung in Bezug auf die haustechnischen Anlagen angestoßen haben, wird auch für den Wärmebedarf eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Konkret bedeutet das, dass für das Gewerbegebiet eine erhöhter Wärmebedarf, im Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen, untersucht wird. Die Tabelle 33 zeigt die Werte für den ermittelten Wärmebedarf mit höheren Wärmeabgaben der Unternehmen. Weiterhin sind die bisher ermittelten Ergebnisse zum Vergleich dargestellt.

Tabelle 33: Vergleich der thermischen Leistung und der Leistungsbedarfe der einzelnen Unternehmen

Nr.	Heizlast erhöht [kW]	Wärmebedarf erhöht [kWh/a]	Heizlast Annahme [kW]	Wärmebedarf Annahme [kWh/a]
BF1 + 2	394	668.952	394	167.238
BF3	-	-	-	-
BF4	265	450.288	163	276.250
BF5	65	110.500	50	85.000
BF6	241	409.000	221	375.300

Es wird von einer Zunahme gegenüber des angenommenen Wärmebedarfs von ca. 80 % ausgegangen. Für die erhöhte Wärmeabnahme sind die Jahresdauerlinien in Abbildung 16 und Abbildung 17 graphisch abgebildet.

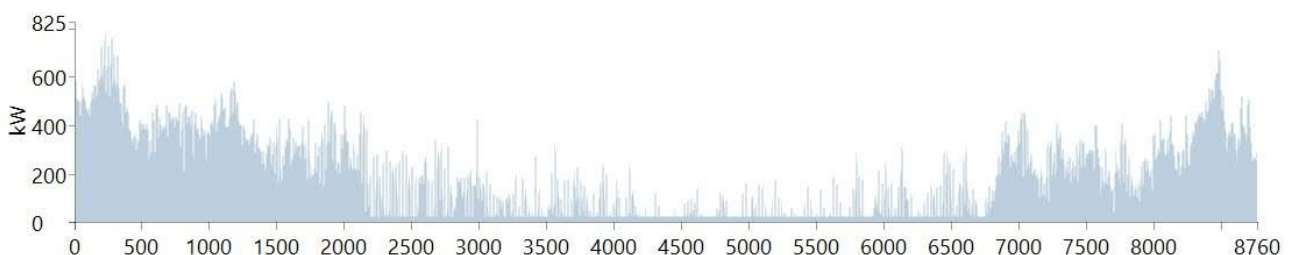


Abbildung 16: Jahresdauerlinie (unsortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III für erhöhten Wärmebedarf

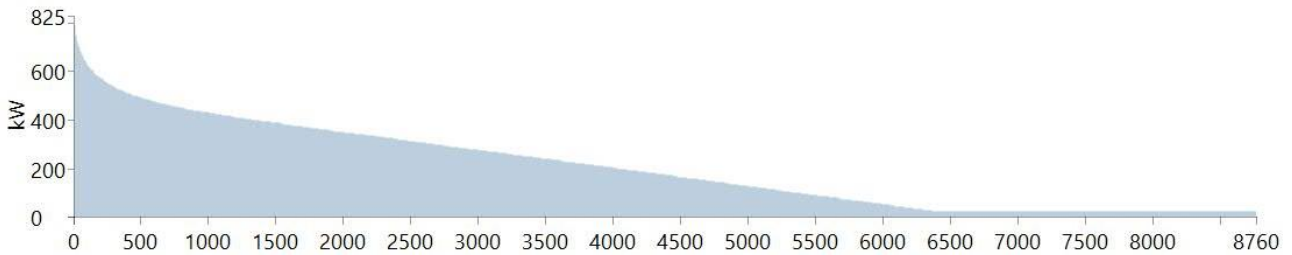


Abbildung 17: Jahresdauerlinie (sortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III für erhöhten Wärmebedarf.

Eine abnehmender Wärmebedarf des Untersuchungsgebietes wird im Weiteren nicht untersucht. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass bei einer weiteren Reduzierung der Wärmeabnahme keine wirtschaftliche Umsetzung der zentralen Wärmeversorgung mehr möglich ist.

Die folgende Abbildung zeigt die Wärmegestehungskosten für die verschiedenen Varianten der Wärmeabnahme. Im Vergleich zu den Basiskosten (siehe Kap. 6.1) reduzieren sich die Wärmegestehungskosten bei erhöhter Wärmeabnahme deutlich. In diesen Fällen wäre eine zentrale Wärmeerzeugungsanlage wieder wirtschaftlich abbildbar.

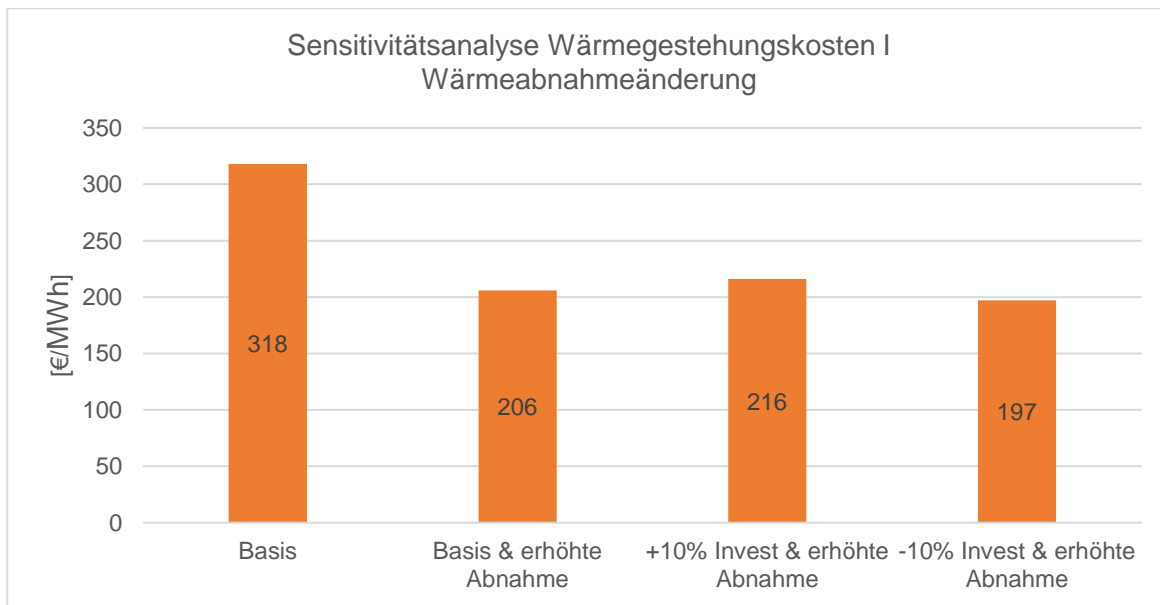


Abbildung 18: Sensitivitätsanalyse Wärmegestehungskosten I Wärmeabnahmeänderung

7.3 Kostenanalyse

Zur ungefähren Einschätzung der Wärmegestehungskosten wird eine Vergleichsrechnung mit einer dezentralen Wärmeerzeugung durchgeführt. Die dezentrale Wärmeerzeugung erfolgt mittels einer Luft / Wasser - Wärmepumpe. In dem Beispiel wird angenommen, dass keine Warmwasserbereitung und keine Prozessheizwasserbereitung vorhanden sind. In der folgenden Tabelle werden die getroffenen Annahmen für die Berechnung dargestellt.

Tabelle 34: Grundlagen für die Vergleichsberechnung

	Nahwärme Variante 1	Wärmepumpe 150 kW
Anschlussgebühr	10.000 €	-
Kosten technische Heizanlage	0	207.900 €
Wirkungsgrad	100 %	-
Leistungszahl WP	-	3,0
Brennstoffkosten	318 €/MWh	350 €/MWh
Wartung	-	2.240
Preissteigerung Brennstoff pro Jahr	-	2%
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre

Die Abbildung 19 zeigt die unterschiedlichen durchschnittlichen Wärmegestehungskosten der beiden Erzeugungsvarianten. Es ist deutlich zu erkennen, dass ohne Förderungen die Wärmegestehungskosten einer zentralen Wärmeerzeugung ca. 40 % höher liegen als die Wärmegestehungskosten einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage.

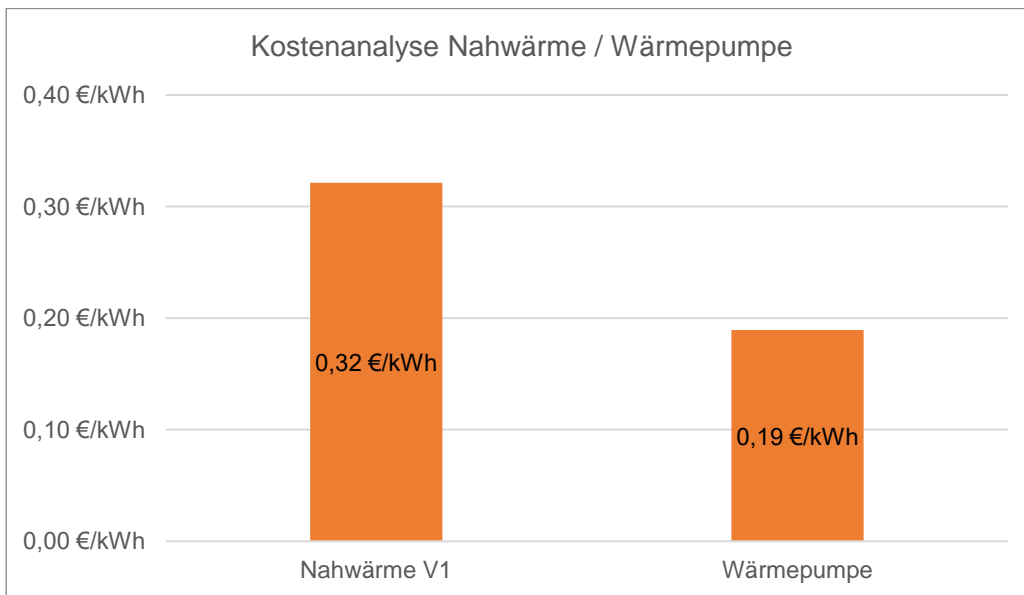


Abbildung 19: Wärmegestehungskosten für eine zentrale und dezentrale Wärmeerzeugungsanlage.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geographische Lage Ebensfeld (Quelle: Geoportal Bayern, BayernAtlas)	4
Abbildung 2: Geographische Lage Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III (Quelle: Geoportal Bayern, BayernAtlas)	4
Abbildung 3: Ausschnitt Bebauungsplan	5
Abbildung 4: Jahresdauerlinie (unsortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III	10
Abbildung 5: Jahresdauerlinie (sortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III	11
Abbildung 6: Entwurf des Nahwärme-Trassenplans für fünf Wärmeabnehmer	12
Abbildung 7: Schematische Darstellung Nahwärmekonzept.....	13
Abbildung 8: Prinzipschaltbild einer Hausübergabestation (Quelle: SÜC-Energie, Coburg)	13
Abbildung 9: Beispielhafter Grundriss einer Heizzentrale für eine Holzhackschnitzelanlage (Quelle: Fröhling)	14
Abbildung 10: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden (Quelle: UmweltAtlas Bayern)	19
Abbildung 11. Vergleich der Investitionskosten.....	26
Abbildung 12: Vergleich Kostenaufteilung.....	26
Abbildung 13: Vergleich der Wärmegestehungskosten	27
Abbildung 14: Vergleich der Treibhausgasbilanz	27
Abbildung 15: Sensitivitätsanalyse Wärmegestehungskosten I Kostenänderungen	28
Abbildung 16: Jahresdauerlinie (unsortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III für erhöhten Wärmebedarf...29	
Abbildung 17: Jahresdauerlinie (sortiert) Gewerbegebiet Ebensfeld Nord III für erhöhten Wärmebedarf.....30	
Abbildung 18: Sensitivitätsanalyse Wärmegestehungskosten I Wärmeabnahmeänderung.....30	
Abbildung 19: Wärmegestehungskosten für eine zentrale und dezentrale Wärmeerzeugungsanlage.31	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bedarfsermittlung Unternehmen 1	6
Tabelle 2: Unternehmen 1 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung	7
Tabelle 3: Bedarfsermittlung Unternehmen 3	8
Tabelle 4: Unternehmen 3 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung	8
Tabelle 5: Bedarfsermittlung Unternehmen 5	8
Tabelle 6: Unternehmen 5 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung	9
Tabelle 7: Bedarfsermittlung Unternehmen 5	9
Tabelle 8: Unternehmen 5 - Annahmen zur Energiebedarfsermittlung	9
Tabelle 9: Leistungsspezifische Daten der Wärmeversorgung	10
Tabelle 10: Erweiterung Nahwärmenetz Ebensfeld.	10
Tabelle 11: Auslegung der Wärmeversorgung.	11
Tabelle 12: Auflistung der Teilstrecken der Nahwärmetrasse	13
Tabelle 13: Variante 1 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)	15
Tabelle 14: Variante 2 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)	16
Tabelle 15: Variante 3 - Grobschätzung der Investitionskosten (Netto)	17
Tabelle 16: Variante 1 - Kapitalgebundene Kosten.	20
Tabelle 17: Variante 1 - Bedarfsgebundene Kosten.	20
Tabelle 18: Variante 1 - Betriebsgebundene Kosten	21
Tabelle 19: Variante 1 – Sonstige Kosten	21
Tabelle 20: Variante 1 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten	21
Tabelle 21: Variante 1 - CO ₂ -Emissionsbilanz	22
Tabelle 22: Variante 2 - Kapitalgebundene Kosten.	22
Tabelle 23: Variante 2 - Bedarfsgebundene Kosten.	22
Tabelle 24: Variante 2 - Betriebsgebundene Kosten	22
Tabelle 25: Variante 2 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten	23
Tabelle 26: Variante 2 – CO ₂ -Emissionsbilanz	23
Tabelle 27: Variante 3 - Kapitalgebundene Kosten.	24
Tabelle 28: Variante 2 - Bedarfsgebundene Kosten.	24
Tabelle 29: Variante 2 - Betriebsgebundene Kosten	24
Tabelle 30: Variante 2 - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten	25
Tabelle 31: Variante 3 – CO ₂ -Emissionsbilanz	25
Tabelle 32: Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten	28
Tabelle 33: Vergleich der thermischen Leistung und der Leistungsbedarfe der einzelnen Unternehmen	29

Tabelle 34: Grundlagen für die Vergleichsberechnung31

Anhang

Anhang 1: Gewerbegebiet Nord III, Ebensfeld - Bebauungsplan

Anhang 2: Rückmeldungsschreiben einzelner Unternehmen

Anhang 3: Entwurf des Nahwärme-Trassenplans