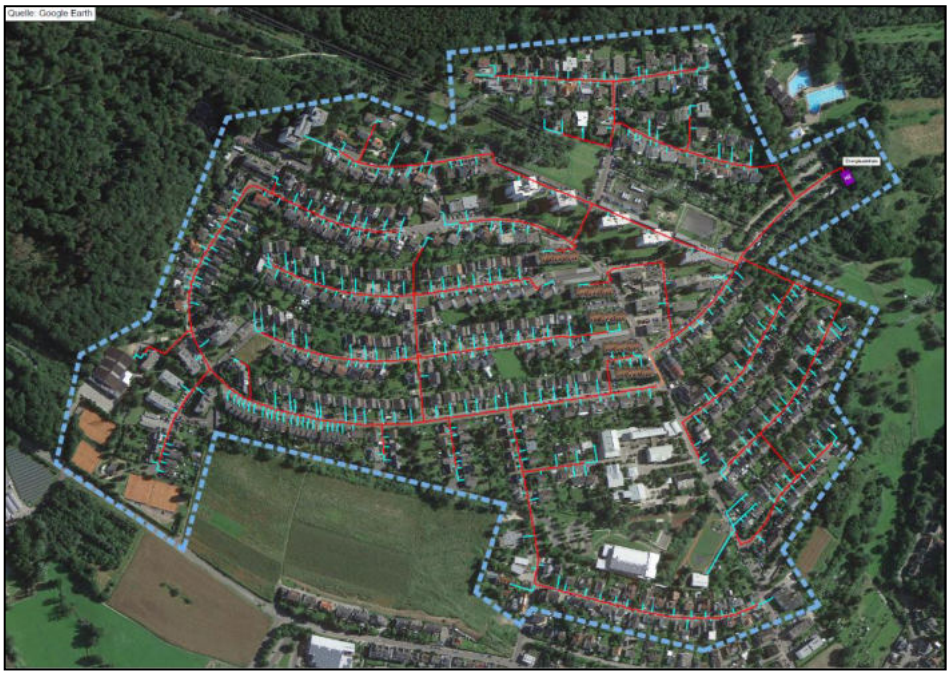
LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Konzeptstudie

zur Nahwärmeversorgung

„Lenzhahner - Weg“

in Niedernhausen



Auftraggeber:

Gemeinde Niedernhausen
Wilrijkplatz
65527 Niedernhausen

NIEDERNHAUSEN

Projekt – Nr.: STN - 001 / 2024
Projekt – Bez.: Konzeptstudie

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Michael Linkersdörfer
M.Eng. Devin Akay
B.Eng. Tobias Gut

Augsburg, den 05.03.2025

Inhaltsverzeichnis

Kapitel **Seite**

1 Aufgabenstellung 3
2 Grundlagen 6
3 Verbrauchsdaten 8
3.1 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 8
4 Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung 10
4.1 Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 11
4.2 Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 12
4.3 Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 13
5 Investitionskostenschätzung 14
6 Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung 16
6.1 Wärme(rest)kosten 18
7 Sensitivitätsanalyse 19
8 Primärenergieverbrauch und Emissionsbilanz 20
8.1 Primärenergieverbrauch 20
8.2 Luftschadstoffe 21
8.3 Treibhausgase 22
9 Primärenergiefaktoren 24
10 Fördermöglichkeiten 25
11 Zusammenfassung und Resümee 26
12 Anlagen 30

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Aufgabenstellung 1

Gegenstand der vorliegenden Bearbeitung ist die Erstellung einer Konzeptstudie, mit drei verschiedenen technischen Versorgungsvarianten, für das Projekt „Lenzhahner-Weg“ in Niedernhausen.
Das in dieser Untersuchung betrachtete Gebiet liegt im Norden der Gemeinde Niedernhausen und umfasst neben Tennis- und Turnhalle fast ausschließlich Wohngebäude. Um die energetische Konzeptstudie durchführen zu können wurden vorab überschlägige Annahmen bzgl. den einzelnen Gebäude-Wärmeleistungen und Gebäude-Wärmeverbräuchen im Untersuchungsgebiet getroffen. Die generelle Idee des Projektes ist die Entwicklung einer gemeinsamen Energiezentrale mit Nahwärmenetz zur Versorgung des gesamten Untersuchungsgebietes.

Der vorliegende Bericht soll die Gemeinde Niedernhausen, das Bauamt der Gemeinde sowie alle weiteren Projektbeteiligten in die Lage versetzen, eine fundierte wirtschaftliche und umwelttechnische Entscheidung bezüglich der weiteren energetischen Projektentwicklung treffen zu können.

Das komplette Areal soll zentral mit Wärme versorgt werden. Die Aufgabe besteht darin, anhand verschiedener technischer Versorgungsvarianten für die Bereitstellung von Wärme für Raumheizung und Brauch-Warmwasser eine statische Wirtschaftlichkeitsrechnung mit dem Ergebnis spez. Wärme-(rest)kosten für das Baugebiet „Lenzhahner-Weg“ zu erstellen. Als Vorlauftemperatur wurde 80°C angenommen. Diese Temperatur sollte es ermöglichen sämtliche Gebäude im Untersuchungsgebiet ausreichend mit Wärme zu versorgen.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung enthält neben den Investitionskosten (kapitalgebundene Kosten), auch die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten. Mögliche Stromerlöse werden gegengerechnet. Bei den Investitionskosten sollen aktuelle Fördermöglichkeiten aufgezeigt werden. Für alle technischen Varianten ist eine Sensitivitätsanalyse mit einer Variation der Brennstoffpreise und Investitionskosten durchzuführen. Die Ergebnisse sind jeweils in Tabellen und Diagrammen darzustellen. Alle technischen Versorgungskonzepte sind ökologisch durch die Parameter Primärenergieeinsatz und CO_2 - Äquivalent zu bewerten. Die sonstigen Schadstoffemissionen sind zu bilanzieren und zu interpretieren. Weiterhin ist die aktuelle energetische Gebäude-Bestandssituation im Untersuchungsgebiet bzgl. Primärenergieeinsatz, sonstigen Schadstoff-emissionen und CO_2-Äquivalent mit zu untersuchen. Ebenfalls ist die technische Konzeption, welche seitens der LUP Ingenieurgesellschaft empfohlen wird, durch einen Fotoplan einer ähnlich ausgeführten Energie-zentrale darzustellen.

Als mögliche Haupt-Energieträger wurden Erdgas (als konventioneller und fossiler Brennstoff) und Biomethan (als biogen-regenerativer Brennstoff), Holzhackschnitzel (als biogen-regenerativer Brennstoff) sowie Strom als Neben-Energieträger für Hilfsenergie aus dem öffentlichen Netz betrachtet.
Für alle 3 technischen Versorgungskonzepte sind die Primärenergiefaktoren zu ermitteln.
Alle aktuellen gesetzlichen Vorgaben (z.B. WPG, GEG, KWKG, EEG, etc.) sind zu beachten bzw. in die Konzeptionen einzubauen.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Aufgabenstellung 1

Zu untersuchen sind die folgenden Wärmeversorgungsvarianten:

Variante A: Zentrale Versorgung:
Energiezentrale auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück. Zwei zentrale BHKW mit integrierten Oxi- und SCR-Katalysatorenanlagen, Spitzenkesseln und techn. Subsystemen. Wärmebereitstellung mittels erdverlegtem Nahwärmenetz sowie indirekter Übergabestation jeweils pro Versorgungseinheit.

Brennstoff: Erdgas H und Biomethan für BHKW und Erdgas H für Spitzenkessel.

Variante B: Zentrale Versorgung:
Heizzentrale auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück. Zwei zentrale Holzhackschnitzel-Kesselanlagen mit Zyklonabscheidern und Elektrofiltern, Spitzenkesseln und techn. Subsystemen. Wärmebereitstellung mittels erdverlegtem Nahwärmenetz sowie indirekter Übergabestation jeweils pro Versorgungseinheit.

Brennstoff: Holzhackschnitzel für Holzhackschnitzel-Kesselanlage und Erdgas H für Spitzenkessel.

Variante C: Zentrale Versorgung:
Heizzentrale auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück. Zwei zentrale Holzhackschnitzel-Kesselanlagen mit integrierten Zyklonabscheidern und Elektrofiltern, Reservekessel und techn. Subsystemen. Wärmebereitstellung mittels erdverlegtem Nahwärmenetz sowie indirekter Übergabestation jeweils pro Versorgungseinheit.

Brennstoff: Holzhackschnitzel für Holz-Hackschnitzel-Kesselanlage und Heizöl leicht für Reservekessel. Der Reservekessel mit dem Brennstoff Heizöl leicht kommt nur im Anlagen-Notbetrieb zum Einsatz.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Aufgabenstellung** 1

Aufgabenstellung 1

Bei allen Varianten sind auch die notwendigen Subsysteme wie Brennstoffversorgung und Lagerung, Druckhaltung, Wasseraufbereitung, Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen, sowie das Gebäude und ggfs. der Vorratsbunker technisch und kostenmäßig zu erfassen.
Die Ergebnisse der Konzeptstudie der Wärmeversorgung sind in einem Bericht zusammenzufassen und dem Auftraggeber vorzustellen.

Auftraggeber (AG): **Gemeinde Niedernhausen**
Wilrijkplatz
65527 Niedernhausen

Ansprechpartner: Herr Heiko Ströher
Fachdienst III/3, Tiefbau

Telefon: 06127 / 903-118
E-Mail: heiko.stroeher@niedernhausen.de

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Grundlagen** 2

- Materialien und Daten
- Vor-Ort-Datenaufnahme
- Gesetze, Normen und Richtlinien
- Literatur

Grundlagen 2

Die vorliegende Konzeptstudie wurde auf Basis verschiedener Grundlagen erstellt. Hierbei handelt es sich um eigene Vorort-Datenaufnahmen, Gespräche und Telefonate zwischen der Gemeinde Niedernhausen und der LUP Ingenieurgesellschaft, Erfahrungswerten der LUP Ingenieurgesellschaft, aktuellen Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regelwerken und Literaturangaben sowie sonstigen Daten und Informationen.

Die Grundlagen sind:

- Unser Angebot Nr. STN - 001 / 2024 vom 22. Juli 2024 und folgende Beauftragung der Gemeinde Niedernhausen vom 31. Juli 2024.
- Alle Daten, Informationen und Aspekte aus per E-Mail übersendeten Unterlagen der Gemeinde Nördlingen (Herrn Ströher, Herrn Grein).
- Eine mit der Gemeinde Niedernhausen (Herr Ströher, Herr Grein) durchgeführte Videokonferenz am 03.09.2024.
- Verschiedene telefonische Abstimmungsgespräche zwischen Herrn Ströher und Herrn Linkersdörfer während der Erstellung der Konzeptstudie.
- Erdgaspreis-Indikation gemäß Angaben der Süwag Vertrieb AG & Co. KG, Preisangaben vom 29.11.2024 und 15.01.2025.
- Biomethanpreis-Indikation gemäß Angaben der Polarstern GmbH, Preisangaben vom 10.02.2025 und 20.02.2025.
- Holzhackschnitzelpreis vom Centralen Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk (C.A.R.M.E.N.); im Internet veröffentlichte Angaben vom 23.01.2025.
- Die Heizölpreise wurden auf Heizöl24 verglichen, das günstigste Angebot zum Zeitpunkt der Abfrage war die Thelen GmbH (Abrufdatum: 04.02.2025).
- Entnommener Harnstoffpreis aus Service-Angebot der 2G-Energy GmbH vom 18.12.2024.
- Gebühren vom Abfallwirtschaftsbetrieb EAW Rheingau-Taunus-Kreis für die öffentliche Abfallentsorgung; im Internet veröffentlichte Angaben vom 26.02.2025.
- Stromtarif „Strom Basis“ der Süwag GmbH; im Internet veröffentlichte Angaben vom 18.02.2025.
- Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG) vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2498), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 54) geändert worden ist.
- Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

- Materialien und Daten
- Vor-Ort-Datenaufnahme
- Gesetze, Normen und Richtlinien
- Literatur

Grundlagen 2

- Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394).
- KWK-Index EEX Leipzig (Stand Q4/2024).
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. I Nr. 52).
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 58).
- GEMIS (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme / Öko-Institut e. V. Freiburg).
- Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4676) geändert worden ist.
- Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV) vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 742), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2022 (BGBl. I S. 1134).
- Arbeitsblatt AGFW FW 309, Energetische Bewertung von Fernwärme und Fernkälte, (Stand Januar 2023, Teil 1).
- VDI-Richtlinie 2067, Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnungen vom September 2012.
- Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 03. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. I Nr. 394) m.W.v. 01.01.2024. Stand: 08.07.2024 aufgrund Gesetzes vom 03.07.2023 (BGBl. I S. 176, ber. Nr. 214).

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Verbrauchsdaten** 3

• Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3.1

Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3.1

Grundlage ist eine überschlägige Bestimmung des Wärmeverbrauchs und Wärmebedarfs sämtlicher Gebäude des Untersuchungsgebietes, rund um den „Lenzhahner - Weg“. In der Ausarbeitung wurden, bezogen auf die Wärmeleistung und den Wärmeverbrauch, Erfahrungswerte seitens der LUP Ingenieurgesellschaft angesetzt.

Bei allen drei untersuchten Varianten wird das Areal über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Hierbei wird der zu ermittelnde Wärmebedarf mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor (Glf.) versehen. Mit dem Glf. lässt sich die sogenannte Wärmehöchstlast (WHL) bestimmen. Für eine Anwendung in der vorliegenden Form kann ein Glf. von 0,5 angenommen werden.

Zusammengefasst ergeben sich für das gesamte Areal folgende Werte für den Wärmebedarf:

1. Wärmebedarf		Versorgungsgebiet
Gesamt-Wärmebedarf (alle Gebäude)	kW	**13.569**
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,5
Wärmehöchstlast (WHL)	kW	**6.785**

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Verbrauchsdaten** 3

• Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3.1

Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3.1

Da es sich um eine zentrale Wärmeerzeugung handelt, müssen hier die Netzverluste bis zu den Verbrauchern mitberücksichtigt werden. Hierzu wurden geeignete Annahmen getroffen und in den Berechnungen angesetzt.
Die Wärmeverbrauchsberechnung und auch die spätere Wirtschaftlichkeitsrechnung basieren auf einem Nahwärmesystem in Einzelrohr-Ausführung (z.B. Hersteller isoplus Dämmdicke 1 x verstärkt oder Hersteller Logstor Serie 2). Betreiber einer Energie- bzw. Heizzentrale sind in der Regel an möglichst geringen Wärmeverlusten interessiert, da diese gemäß AVB Fernwärme V nicht dem Kunden in Rechnung gestellt werden dürfen.

Zusammengefasst ergeben sich für das gesamte Quartier folgende Werte für den Wärmeverbrauch:

2. Wärmeverbrauch		
Gesamt-Wärmeverbrauch Netto (alle Gebäude)	**MWh / a**	**20.203**
Verteilungsnetzverluste	MWh / a	1.818
Gesamt-Wärmeverbrauch Brutto (alle Gebäude)	**MWh / a**	**22.021**

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 4.1
Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 4.2
Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 4.3

Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung 4

Die Technischen Konzeptionen der Wärmeversorgung für die einzelnen Varianten sind ausgelegt nach den in Kapitel 3 genannten Wärmebedarfs- bzw. Wärmeverbrauchszahlen.
Berücksichtigt werden Wärmeerzeugungssysteme mit und ohne konventionelle Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Als Haupt-Energieträger werden Erdgas, Biomethan und Holzhackschnitzel und als Neben-Energieträger Strom aus dem öffentlichen Netz verwendet.

Die Liefer- und Leistungsgrenzen sind:

Input: Brennstoffbereitstellung: Versorgung auf Grundstück Energie- bzw. Heizzentrale.
Strombereitstellung: Aus dem Netz der Syna GmbH; Versorgung auf Grundstück der Energie- bzw. Heizzentrale.

Output: Nahwärme-Heizwasser: In Übergabestationen der jeweiligen Gebäude
Strom: Einspeisung vom Grundstück der Energiezentrale in das Mittelspannungsnetz der Syna GmbH.

Bezogen auf die Liefer- und Leistungsgrenzen ist anzumerken, dass die Syna GmbH zum jetzigen Zeitpunkt einem Anschluss der beiden BHKW (Variante A), an das Netz der Syna GmbH, eine Zusage erteilt hat.
In den folgenden Abschnitten sind die Varianten der Wärmeversorgung mit ihren technischen Konzeptionen im Einzelnen erläutert und mit den Zeichnungen „Nahwärme Trassenplan mit Hausanschlüssen (NT-001)“ sowie dem „Fotoplan Energiezentrale Variante C (FP-001)“ dargestellt.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

- **Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 4.1**
  Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 4.2
  Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 4.3

Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 4.1

Aufbau: Zentrale Wärmeversorgung:

BHKW, OXI- und SCR-Katalysatoren-Anlagen, Spitzenkesseln und techn. Subsystemen in einer Energiezentrale, zur Versorgung aller Gebäude über eine Nahwärmetrasse.

Brennstoff: Erdgas H (25%) und Biomethan (75%) für BHKW
Erdgas H für Spitzenkessel

Komponenten: Zwei BHKW (Leistung: 1.521 kW el. und 1.566 kW therm.) inkl. Leistungs- und Steueranlage, Schalldämmkapsel, Vorrüstung für OXI-und SCR-Katalysatoren-Anlage und inkl. Schmieröl-Erstbefüllung.
Integrierte SCR-Katalysatoren Anlage für BHKW inkl. geregeltem SCR-Katalysatorsystem mit NOx-Sensor, SCR-Katalysatorwaben, Dosiersystem, Dosierpumpe, Druckluftsystem, 9.000 Liter Harnstofftank und Harnstoff-Erstbefüllung.
Zwei Niedertemperaturkessel (Leistung: 2 x 1.950 kW therm.) inkl. Brenner, sicherheitstechnischer Ausstattung, Gasregelstrecke, schallabsorbierende Stellfüße, Membranausdehnungsgefäß.
Freistehende Kaminanlage bei Energiezentrale (vierzügig, h = 12 m).
Wärmespeicher (2 x 50 m³) zur Aufstellung außerhalb des Gebäudes inkl. Isolierung und Ummantelung.
Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung.
Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung, Wasseraufbereitung.
Elektro- und MSR-Technik (Anlagenschaltschränke für Stromversorgung der Komponenten, Automationssystem zur Steuerung und Überwachung der Gesamtanlage). Be- und Entlüftungsanlage.
Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt oder Serie 2), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung.
Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitung Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter, mit Druckdifferenzregelung und Wärmemengenzähler.
Gebäude (L = 15,0 m, B = 13,5 m und H = 4,5 m) für BHKW, Niedertemperaturkessel, SCR-Katalysatorsystem und komplette Anlagentechnik auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück inkl. weiteren baulichen Anlagen (Kaminanlage- und Wärmespeicher- Fundamente, befahrbare Flächen, etc.) und Erarbeiten.
Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsanlage zur Energiezentrale und Gasdruckregel- und Messanlage.
Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Einschleifung MS-Kabel, NS-/MS-Trafo mit MS-Schaltanlage, Messfeld, Leistungskabel von und zur Energiezentrale und Beton-Stationsgebäude inkl. Tiefbau.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 4.1
- Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 4.2
Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 4.3

Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 4.2

Aufbau: Zentrale Wärmeversorgung:

Zwei Holzhackschnitzel-Kesselanlagen mit Zyklonabscheidern und Elektrofiltern, Spitzenkesseln und techn. Subsystemen in einer Heizzentrale, zur Versorgung aller Gebäude über eine Nahwärmetrasse.

Brennstoff: Holzhackschnitzel für Holzhackschnitzel-Kesselanlage
Erdgas H für Spitzenkessel

Komponenten: Zwei Holzhackschnitzel-Kesselanlagen (Leistung: 2 x 1.700 kW) inkl. Austragung, Austragungsschnecke, Förderschneckensystem, Brennstoffförder- und Dosiertechnik, Steuerung, interner Verrohrung, Zyklonabscheider, Elektrofilter und Aschecontainer.
Zwei Niedertemperaturkessel (Leistung: 2 x 1.950 kW therm.) inkl. Brenner, Gasregelstrecke, sicherheitstechnischer Ausstattung, schallabsorbierende Stellfüße, Membranausdehnungsgefäß.
Freistehende Kaminanlage bei Heizzentrale (vierzügig, h = 12 m).
Wärmespeicher (2 x 50 m³) zur Aufstellung außerhalb des Gebäudes inkl. Isolierung und Ummantelung.
Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung.
Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung, Wasseraufbereitung.
Elektro- und MSR-Technik (Anlagenschaltschränke für Stromversorgung der Komponenten, Automationssystem zur Steuerung und Überwachung der Gesamtanlage). Be- und Entlüftungsanlage.
Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt oder Serie 2), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung.
Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitung Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter, mit Druckdifferenzregelung und Wärmemengenzähler.
Gebäude (L = 21,5 m, B = 16,0 m und H = 7 m) für Holzhackschnitzel-Kesselanlage, Zyklonabscheider und Elektrofilter, Niedertemperaturkessel und komplette Anlagentechnik sowie Holzhackschnitzelbunker auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück inkl. weiteren baulichen Anlagen (Kamin- und Wärmespeicher-Fundamente, befahrbare Flächen, Bunkerklappe, etc.) und Erdarbeiten.
Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsanlage zur Heizzentrale und Gasdruckregel- und Messanlage.
Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Einschleifung, Messfeld, Leistungskabel von und zur Heizzentrale inkl. Tiefbau.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Variante A: BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel 4.1
Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel 4.2
- **Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 4.3**

Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel 4.3

Aufbau: Zentrale Wärmeversorgung:

Zwei Holzhackschnitzel-Kesselanlagen mit Zyklonabscheidern und Elektrofiltern, Reservekessel und techn. Subsystemen in einer Heizzentrale, zur Versorgung aller Gebäude über eine Nahwärmetrasse.

Brennstoff: Holzhackschnitzel für Holzhackschnitzel-Kesselanlage
Heizöl leicht für Reservekessel (Notfallkessel)

Komponenten: Zwei Holzhackschnitzel-Kesselanlagen (Leistung: 1 x 3.200 kW und 1 x 3.800 kW) inkl. Horizontalaustragung, Austragungsschnecke, Förderschneckensystem, Brennstoffförder- und Dosiertechnik, Steuerung, interne Verrohrung, Zyklonabscheider, Elektrofilter und Aschecontainer.
Ein Reservekessel (Leistung: 1 x 2.000 kW therm.) inkl. Brenner, sicherheitstechnischer Ausstattung, schallabsorbierende Stellfüße, Membranausdehnungsgefäß, 1.000 Liter Heizöl-Vorratstank (doppelwandig) mit Erstbefüllung.
Freistehende Kaminanlage der Heizzentrale (dreizügig, h = 12 m).
Wärmespeicher (4 x 50 m³) zur Aufstellung außerhalb des Gebäudes inkl. Isolierung und Ummantelung.
Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung.
Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung, Wasseraufbereitung.
Elektro- und MSR-Technik (Anlagenschaltschränke für Stromversorgung der Komponenten, Automationssystem zur Steuerung und Überwachung der Gesamtanlage). Be- und Entlüftungsanlage.
Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt oder Serie 2), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung.
Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitungen Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter, mit Druckdifferenzregelung und Wärmemengenzähler.
Gebäude (L = 22,5 m, B = 18,0 m und H = 11 m) für Holzhackschnitzel-Kesselanlage, Zyklonabscheider und Elektrofilter, Reservekessel und komplette Anlagentechnik sowie Holzhackschnitzelbunker auf nordöstlich des Areals gelegenem Grundstück inkl. weiteren baulichen Anlagen (Kamin- und Wärmespeicher-Fundamente, befahrbare Flächen, Bunkerklappe, etc.) und Erdarbeiten.
Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsanlage zur Heizzentrale und Gasdruckregel- und Messanlage.
Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Einschleifung, Messfeld, Leistungskabel von und zur Heizzentrale inkl. Tiefbau.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Investitionskostenschätzung 5

Die überschlägigen Investitionskosten aller Varianten wurden für alle Hauptkomponenten wie z. B. BHKW, Holzhackschnitzel-Kesselanlage, Niedertemperatur- und Reservekessel durch Einholung aktueller Richtpreisangebote kalkuliert. Die Investitionskosten der übrigen Komponenten und Systeme wurden aus Herstellerpreislisten sowie aus aktuellen und vergleichbaren Angeboten bzw. Projekten übernommen.

Die Investitionskosten für die Nahwärmetrassen beinhalten auch den erforderlichen Tiefbau mit Wiederverfüllungs- und Verdichtungsarbeiten sowie die Oberflächenherstellung.

Der Summe der Einzelpositionen wurde noch ein ca. 3%-iger pauschaler Zuschlag für „Unvorhergesehenes“, sowie ein prozentualer Anteil (9 %) für Planungskosten hinzuaddiert.

In der Anlage 2, Seite 5 bis 10 zur statischen Wirtschaftlichkeitsrechnung sind alle Investitionstitel pro Variante bei der Ermittlung der kapitalgebundenen Kosten detailliert aufgeführt. Die Gesamt-Investitionskosten der jeweiligen Varianten werden mit und ohne Beanspruchung von möglichen Fördergeldern angegeben.
Der „Fotoplan Energiezentrale Variante C (FP-001)“ zeigt, wie die Variante C als zu empfehlende Variante prinzipiell aussehen könnten. Die Zeichnung „Nahwärme Trassenplan mit Hausanschlüssen (NT-001)“, auf Basis einer Nahwärmelösung für alle 3 Varianten, ist der Übersichtsplan für das komplette Versorgungsgebiet.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Investitionskostenschätzung 5

Im Folgenden sind die Investitionskosten (mit Förderung) für alle Varianten aufgelistet:

Varianten		Investitions-summe € (Netto)	MwSt. 19%	Investitions-summe € (Brutto)	%
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	**20.565.000**	3.907.400	24.472.400	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	**16.882.000**	3.207.600	20.089.600	82
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	**17.283.000**	3.283.800	20.566.800	84

Die Investitionskosten zwischen der Variante mit den höchsten und der Variante mit den niedrigsten Investitionskosten liegen mit ca. 18% Unterschied relativ nah aneinander und beträgt ca. 3.700.000 € (netto). Die höchsten Investitionskosten fallen mit 20.565.000 € (Netto) bei Variante A (BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel) an. Zu den geringsten Kosten kommt es bei Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel). Zusätzlich zu den Investitionskosten mit Förderung wurden in Anlage 4, Seite 2 die Investitionskosten ohne Förderung graphisch anhand eines Balkendiagramms dargestellt.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung 6

Die Wirtschaftlichkeit aller technischen Varianten der Wärmeversorgung wurde durch eine statische Wirtschaftlichkeitsrechnung (Kostenvergleichsrechnung) in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 untersucht. Hiernach teilen sich die Kosten der Wärmeerzeugung auf in kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten und ergeben somit die Wärmekosten. Bei der Anlagenvariante mit Stromerzeugung wird der Stromerlös abgezogen. Die resultierenden Kosten sind die Wärmerestkosten (Netto, ohne MwSt.). Entsprechende maximal mögliche Fördergelder wurden mit in die Wirtschaftlichkeitsberechnung eingebunden. Es wurde in dieser Untersuchung angenommen, dass die angesetzten Fördergelder später auch erhalten werden können. Allerdings kann hierzu eine Gewähr seitens der LUP Ingenieurgesellschaft aus mehreren Gründen nicht übernommen werden.

Wesentliche Parameter für alle Rechenvorgänge waren die folgend aufgeführten Grundlagen:

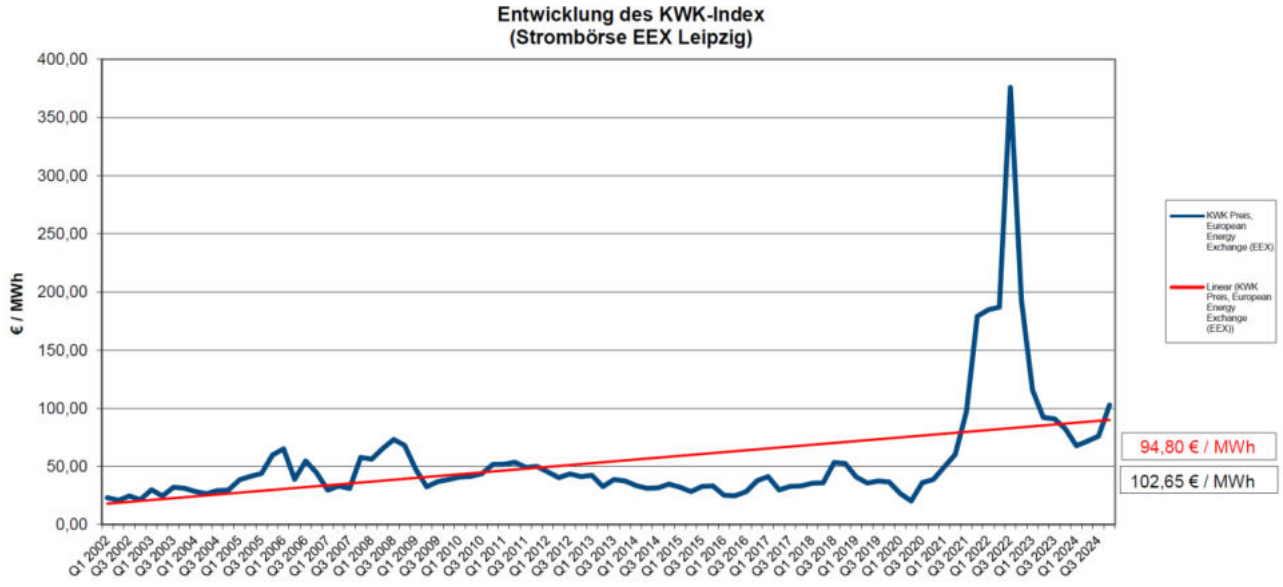
- kalkulatorischer Zinssatz 3,5 % / a.
- Nutzungsdauern für alle Titel der Varianten A – C wurden mit 15 - 50 Jahren angesetzt (entsprechend der jeweiligen Nutzungsdauern nach VDI 2067).
- Erdgaspreis-Indikation gemäß Angaben der Süwag Vertrieb AG & Co. KG.
- Biomethanpreis-Indikation gemäß Angaben der Polarstern GmbH.
- Holzhackschnitzelpreis vom Centralen Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk (C.A.R.M.E.N.).
- Strombezugspreis gemäß Stromtarif „Strom Basis“ der Süwag GmbH.
- Einspeisevergütung für BHKW (Erdgas / Biomethan) nach KWK-Gesetz.
- Fördergelder nach BAFA gemäß Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG).
- Fördergelder nach BAFA gemäß Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Die kapitalgebundenen Kosten wurden nach der Annuitätenmethode mit einem zins- und nutzungsdauerabhängigen Annuitätsfaktor berechnet. Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in erster Linie die Brennstoffkosten für alle Varianten. Weiterhin sind alle verbrauchsabhängigen Kosten für Hilfsenergie berücksichtigt worden. Zu den betriebsgebundenen Kosten gehören Wartung und Instandhaltung, Steuern und Versicherungen, Personalkosten und sonstige Kosten wie Emissionsüberwachung durch Schornsteinfeger für Abnahmen und wiederkehrende Prüfungen etc.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung 6

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung von KWK-Anlagen ist der Bewertung der Stromerzeugung besonderes Gewicht beizumessen. Nach aktuellem KWK-Gesetz ist bei Anlagen ab einer Grenze von 500 $kW_{el.}$ nur dann noch eine Förderung für den in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeisten Strom vorgesehen, wenn das jeweilige Unternehmen sich an einer KWK-Ausschreibung der Bundesnetzagentur, welche zweimal im Jahr stattfindet, beteiligt und im Wettbewerb mit anderen Bietern (Konkurrenz) einen Zuschlag erhält. Für diese Konzeptstudie wurde der letzte veröffentlichte durchschnittliche Zuschlagspreis von Dezember 2024 mit 60,00 €/MWh angenommen. Es wurde somit ein Ausschreibungszuschlag unterstellt.
Des Weiteren ist für die Einspeisung ins Netz der allgemeinen Versorgung ein Stromabnehmer (Käufer) erforderlich. Diesbezüglich haben wir Kosten für einen Direktvermarkter in Höhe von 1,5% pro $MWh_{el.}$ angesetzt.
Zusätzlich zum angenommenen Ausschreibungszuschlag kommt der durchschnittliche Grundlast-Strompreis der Strombörse Leipzig (EEX Base load), der quartalsweise festgestellt wird und stärkeren Schwankungen unterliegt, preislich hinzu. Um hier eine realistische Bewertung sicherzustellen, wird in der Wirtschaftlichkeitsberechnung der aktuelle Mittelwert des langfristigen Trends der Indexentwicklung verwendet. Aus Ausschreibungszuschlag und durchschnittlichem Grundlast-Strompreis der Strombörse Leipzig, abzüglich der Kosten für den Direktvermarkter, bildet sich so die Einspeisevergütung für die beiden BHKWs mit je 1.521 kW_{el}.



Durch das KWK-Gesetz werden pro Jahr nur noch eine bestimmte Anzahl an Vollbenutzungsstunden gefördert. Die Zahl der förderfähigen Vollbenutzungsstunden beträgt im Jahr 2028 2.900 Vollbenutzungsstunden und wird in den drauffolgen beiden Jahren um jeweils 200 Vollbenutzungsstunden weiter verringert.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

• Wärme(rest)kosten 6.1

Wärme(rest)kosten 6.1

Bei der Variante A wurde die Stromgutschrift für die Rückspeisung in das Netz des örtlichen Versorgers, der Syna GmbH, mit den weiter oben beschriebenen Ansetzen für die KWK-Stromerzeugung angesetzt. Somit beträgt die im Jahr 2028 resultierende KWKG-geförderte Strom-Vergütung für in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeisten Stromes 152,48 € / MWh. Der nicht KWKG-geförderte Strom wird mit 93,38 € / MWh vergütet (alle Werte Netto, ohne MwSt.).
Für die Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) hat die Syna GmbH dem Anschluss und damit der Einspeisung ins öffentliche Stromnetz der Syna GmbH zugestimmt.

In der Anlage 2 ist detailliert die Ermittlung der kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten tabellarisch aufgeführt. Daraus können die Wärme(rest)kosten, bzw. die spezifischen Wärme-(rest)kosten ermittelt werden.

Es ergibt sich das folgende tabellarisch aufgezeigte Bild:

Varianten		Wärme(rest)-kosten Netto [€ / Jahr]	Wärme(rest)-kosten spez., Netto [€ / MWh]	[%]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	5.938.566	293,94	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	2.865.652	141,84	48
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	2.705.717	133,93	46

Als Ergebnis ist festzustellen, dass die Wärme(rest)kosten der Varianten B und C deutlich niedriger ausfallen als die der Referenzvariante A (BHKW Erdgas / Biomethan). Am besten schneidet Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) ab. Nur geringfügig höher als Variante C liegt die Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel) mit rund 2%.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Sensitivitätsanalyse 7

Die Wirtschaftlichkeit der zentralen Varianten der Wärmeversorgung des „Lenzhahner-Weg“ unterliegt langfristig in hohem Maße der Brennstoffpreisentwicklung.

Die Brennstoffpreise unterliegen in den letzten Jahren starken Schwankungen. In Sensitivitätsanalysen für um + 25 % und + 50 % steigende Brennstoffpreise zeigt sich für alle Varianten jedoch keine Veränderung in der Reihenfolge der Wirtschaftlichkeit. Zu bedenken ist, dass bei steigenden Gaspreisen in der Regel auch die Strompreise mit steigen und sich damit auch der Wert der Stromerzeugung erhöht.

Zusätzlich wurden die Wärme(rest)kosten für Variationen der Investitionskosten um + 10 % und + 20 % untersucht. Bei steigenden Investitionskosten kommt es jedoch in beiden Szenarien ebenso zu keinen Änderungen in der Reihenfolge der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Varianten.

In Anlage 2, Seite 20 bis 21 sind die Wärme(rest)kosten aller Varianten für die Ausgangslage und für um + 25 % und +50 % erhöhte Brennstoffpreise dargestellt. Ebenso sind die Wärme(rest)kosten aller Varianten für um + 10 % und + 20 % erhöhte Investitionskosten auf diesen Seiten zu finden.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Primärenergieverbrauch und Emissionsbilanz** 8

- **Primärenergieverbrauch** 8.1
  Luftschadstoffe 8.2
  Treibhausgase 8.3

Primärenergieverbrauch 8.1

Die ökologische Bewertung der Energieversorgungsvarianten wurde anhand des Programms „Globales-Emissions-Modell Integrierter Systeme“ (GEMIS) vorgenommen. Dieses Programm wird allgemein als Standard für Vergleichsrechnungen von Schadstoffemissionen sowie Energie- und Ressourcenverbrauch energetischer Systeme eingesetzt.
Die Berechnungsergebnisse von GEMIS umfassen Energieverbrauch und Emissionen des eigentlichen Prozesses der Wärmeerzeugung, einschließlich des Eigenbedarfs sowie allen vorgelagerten Prozessketten wie Energiegewinnung, Transport und Verteilung.
Mit GEMIS werden der Primärenergieverbrauch an nicht regenerativen Energieträgern sowie die Luftschadstoffemissionen Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxid (NO_x), Staub und die besonders wichtige Treibhausgasemission CO_2, als Summenäquivalent berechnet.

In der folgenden Tabelle wird der Primärenergieverbrauch bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen (nicht erneuerbare Energieträger) aufgezeigt:

Varianten		Primärenergie-Verbrauch [MWh / Jahr]	Primärenergie-verbrauch [%]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	16.049	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	17.523	109
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	15.173	95
Variante D:	**Bestands-Gebäude Niedernhausen**	36.995	231

In der oben aufgeführten Tabelle zeigt sich, dass die verschiedenen Varianten A bis C mit bis zu 9 % Unterschied relativ eng beieinander liegen. Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) hat den niedrigsten Primärenergieverbrauch mit rund 95 % der Referenzvariante A. Den höchsten Primärenergieverbrauch hat die Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel) mit 17.523 MWh / Jahr. Sehr deutlich hebt sich die mit zu untersuchende Variante D (Bestands-Gebäude Niedernhausen) von allen 3 Varianten ab. Im Vergleich zur besten Variante C sind bei dieser Variante ein 136 % höherer Primärenergieeinsatz erforderlich. Dieses zeigt sehr deutlich auf, dass die Bestands-Gebäude von Seiten des Primärenergieeinsatzes her, als energetisch sehr schlecht anzusehen sind. Zusätzlich zum Primärenergieverbrauch bei vergleichbaren

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Primärenergieverbrauch 8.1
• **Luftschadstoffe 8.2**
Treibhausgase 8.3

Luftschadstoffe 8.2

Wärme- und Strommengen wurde der Primärenergieverbrauch bei rein vergleichbaren Wärmemengen (theoretischer Ansatz) in Anlage 4, Seite 6 graphisch anhand eines Balkendiagramms dargestellt. Es zeigt sich sehr deutlich, dass die Differenz der Variante D, zur besten Variante C, hier noch weiter ansteigt und sich mit zusätzlichen 168 % weiter verschlechtert. Es ist ferner ersichtlich, dass die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) mit Minus 71% ebenfalls wieder den besten Wert aller 4 Varianten generiert.

Die Emission der Luftschadstoffe SO_2, NO_x und Staub sind durch gesetzliche Grenzwerte reglementiert.

In der folgenden Tabelle werden die Emissionen bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen aufgezeigt:

Varianten		SO_2 [t / Jahr]	NO_X [t / Jahr]	Staub [t / Jahr]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	0,14	4,77	0,32
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	4,71	9,24	0,81
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	4,98	9,44	0,86
Variante D:	**Bestands-Gebäude Niedernhausen**	2,21	6,96	0,29

Durch Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) kommt es bei Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid und Staub zu den niedrigsten Emissionen. Zu durchweg vergleichsweise höheren Luftschadstoff-Emissionen kommt es bei den Varianten B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel) und C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel). Die niedrigen Schwefeldioxid-, Stickstoffoxid- und Staubwerte lassen sich beim fossilen Brennstoff Erdgas damit begründen, dass Erdgas nun mal generell sehr geringe Anteile an Schwefel, Stickstoff und Staub im Brennstoff enthält. Die höheren Emissionswerte des Natur-Brennstoffs Holz bzgl. SO_2, NO_x und Staub sind darin begründet, das Holz eben bereits im Brennstoff eine andere chemische Zusammensetzung besitzt und sich der anschließende Verbrennungsprozess ebenso von den anderen Prozessen unterscheidet. Zusätzlich besitzt Holz auch nicht entflammbare Bestandteile, die dann in Form von

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Primärenergieverbrauch 8.1
Luftschadstoffe 8.2
• **Treibhausgase 8.3**

Treibhausgase 8.3

Asche zurückbleiben. Alles in allem betrachtet werden aber immer die gesetzlichen Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetztes eingehalten bzw. deutlich unterschritten. Zusätzlich zu den Luftschadstoffen bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen wurden die Luftschadstoffe bei rein vergleichbaren Wärmemengen (theoretischer Ansatz) in Anlage 4, Seite 8 graphisch anhand eines Balkendiagramms dargestellt. Es zeigt sich, dass sich an der Rangfolge bzw. den prinzipiellen Aussagen nichts ändert.

Bei den Treibhausgasen wurden die Emissionen an CO_2 und weiteren Treibhausgasen als Summenäquivalent berücksichtigt, die bei den verschiedenen Varianten freigesetzt werden. Zunächst wurden die Emissionen für alle Varianten ermittelt und dann auf die Variante A (BHKW-Erdgas / Biomethan) als Referenzvariante bezogen. Die folgende Betrachtung erfolgt bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen. Da die Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) neben Wärme auch Strom erzeugt, während die anderen Varianten ausschließlich Wärme bereitstellen, wurde für eine Vergleichbarkeit angenommen, dass die fehlende Strommenge in den anderen Varianten aus dem deutschen Netz-Strommix gedeckt wird. Dadurch werden die entsprechenden Emissionen für den zusätzlich benötigten Strom den Varianten ohne eigene Stromproduktion zugerechnet.

Die nachstehende Tabelle zeigt, bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen, welche Emissionen an CO_2- und CO_2-Äquivalent in den einzelnen Versorgungsvarianten entstehen:

Varianten		CO_2 [t / Jahr]	[%]	CO_2-Äquivalent [t / Jahr]	[%]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	3.476	100	4.732	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	4.381	126	4.801	101
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	3.918	113	4.293	91
Variante D:	**Bestands-Gebäude Niedernhausen**	8.521	245	9.372	198

Der Vergleich zeigt, dass es bei Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) zu den niedrigsten Emissionen an Treibhausgasen kommt. Zu den höchsten Treibhausgaswerten der

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Primärenergieverbrauch 8.1
Luftschadstoffe 8.2
• **Treibhausgase 8.3**

Treibhausgase 8.3

Varianten A bis C kommt es bei der Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel). Die mit zu untersuchende Variante D (Bestands-Gebäude Niedernhausen) hebt sich nochmal deutlich von allen 3 Varianten ab. Im Vergleich zur besten Variante C werden bei dieser Variante rund 132% mehr CO_2- und 107 % mehr CO_2-Äquivalent produziert.

Zusätzlich zu den Treibhausgasen bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen wurden die Treibhausgase bei rein vergleichbaren Wärmemengen (theoretischer Ansatz), also ausschließlich auf Basis der Wärmemengen, in Anlage 4, Seite 10 graphisch anhand eines Balkendiagramms dargestellt. Da die Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) neben Wärme auch Strom erzeugt, während die anderen Varianten ausschließlich Wärme bereitstellen, wurde die Strommenge aus der Bilanzierung herausgerechnet. Somit werden nur die Emissionen betrachtet, die direkt durch die reine Wärmeerzeugung entstehen.

Die nachstehende Tabelle zeigt für die einzelnen Versorgungsvarianten, ausschließlich auf Basis der Wärmemengen, die resultierenden Emissionen an CO_2- und CO_2-Äquivalent:

Varianten		CO_2 [t / Jahr]	[%]	CO_2-Äquivalent [t / Jahr]	[%]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	1.763	100	2.400	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	1.073	61	1.193	50
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	610	35	685	29
Variante D:	**Bestand**	5.212	296	5.764	240

Es zeigt sich auch hier wieder sehr deutlich, dass die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) wieder die Variante mit den niedrigsten Emissionen an Treibhausgasen ist. Die Variante D (Bestands-Gebäude Niedernhausen) ist mit deutlichem Abstand wieder die schlechteste Variante bzgl. den Treibhausgas-Emissionen.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Primärenergiefaktoren 9

Bei Neubauten wird für den Wärmeschutznachweis nach GEG der Primärenergiefaktor als Berechnungs-Kennwert benötigt. Dieser gibt das Verhältnis der eingesetzten Primärenergie zur abgegebenen Endenergie an. Je niedriger der Primärenergiefaktor, umso umweltschonender und effizienter ist der Energieeinsatz und -aufwand von der Quelle bis zum Endverbraucher. Die Primärenergiefaktoren für die Wärmeversorgung wurden überschlägig nach AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1 berechnet. Es ergeben sich folgende Werte:

Varianten		Primärenergie-faktor	Primärenergie-faktor [%]
Variante A:	**BHKW (Erdgas / Biomethan) mit Spitzenkessel (Referenzvariante)**	0,30	100
Variante B:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel**	0,38	126
Variante C:	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel**	0,26	88

Die Primärenergiefaktoren der verschiedenen Konzepte liegen zwischen 0,26 und 0,38 und damit in einem generell wirklich sehr guten Bereich.
Besonders niedrig sind die Primärenergiefaktoren bei den Varianten C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) und A (BHKW Erdgas / Biomethan). Variante C schneidet auch hier wieder von allen Varianten am besten ab.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Fördermöglichkeiten 10

In Bezug auf Fördermöglichkeiten sei erwähnt, dass es prinzipiell zwei verschiedene Fördermöglichkeiten für die Varianten A bis C gibt.
Es handelt sich dabei um Förderungen seitens der BAFA mit dem Programm des „KWKG“ (Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz) und des „BEW“ (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze).

BAFA-Förderungen nach „KWK-Gesetz (KWKG)“; Variante A
Für eine Effizienz-Steigerung im kommunalen Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung, wird der Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung insbesondere durch das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) gefördert. Neben der Stromvergütung für KWK-Anlagen und der Förderung von Wärme- und Kältespeichern sieht das KWKG auch eine investive Förderung für Wärme- und Kältenetze vor. In diesem Zusammenhang sei auf die Dokumente „Merkblatt Wärme- und Kältespeicher“ und das „Merkblatt Wärme- und Kältenetze“ verwiesen.

BAFA-Förderungen nach „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“; Varianten B und C
Dieses Förderprogramm unterstützt gezielt den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien. Es bietet systemische Anreize für Wärmenetzbetreiber, in eine zukunftsfähige, nachhaltige Wärmeversorgung zu investieren. Gefördert werden neben neuen, vorwiegend mit erneuerbaren Energien und/oder Abwärme betriebenen Nahwärmenetzen, auch sämtliche zur Wärmeerzeugung erforderlichen Komponenten sowie Anlagen- und Hilfssysteme. Kommunen können beispielsweise Zuschüsse erhalten, wenn sie in Neubau- oder Bestandsgebieten ein Nahwärmenetz mit erneuerbaren Energien und/oder Abwärme errichten oder bestehende Wärmenetze entsprechend umstellen. Die Förderung umfasst verschiedene Maßnahmen und Wärme-Erzeugungstechnologien und muß je nach Vorhaben individuell beantragt werden. Detaillierte Informationen zu den Fördervoraussetzungen, Förderkonditionen, Technischen Mindestanforderungen und einzelnen verschiedenen Modulen können den jeweiligen Merkblättern auf der Seite der BAFA entnommen werden.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Zusammenfassung und Resümee 11

Für das Areal „Lenzhahner-Weg“ in Niedernhausen wurde eine Konzeptstudie erstellt. Hierzu wurden verschiedene technische Versorgungskonzepte untersucht und eine statische Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt. Ergebnis der einzelnen Varianten waren u. a. Investitionskosten, spezifische Wärme(rest)kosten, Primärenergieeinsatz, Luftschadstoff- und Treibhausgas-Emissionen sowie Primärenergiefaktoren. Als Energieträger für die Wärmeversorgung wurden Erdgas, Biomethan und Holzhackschnitzel sowie Strom für Hilfsenergie aus dem öffentlichen Netz verwendet.

Die Ergebnisse der Konzeptstudie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Für die Bearbeitung wurden ausreichend Daten und Informationen eingeholt, ausgewertet und festgelegt. Für die vorgenannte Aufgabenstellung ist die gewählte Bearbeitungstiefe gut.

2. Für die Gebäude des Areals „Lenzhahner Weg“ in Niedernhausen ist die Bereitstellung von Wärme für Raumheizung und Warmwasser in den benötigten Mengen und Qualitäten mit allen betrachteten Konzeptionen technisch gut realisierbar.

3. Die Investitionskosten der Varianten A, B und C sind hinsichtlich ihrer Betrachtungsgrenzen und Bearbeitungstiefe identisch und somit direkt vergleichbar. Die Unterschiede in den Investitionskosten mit Fördergeldern variieren jedoch sehr stark. Die Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) benötigt mit 20.565.000,- € die höchsten Investitionskosten, gefolgt mit 17.283.000,- € für die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) und 16.882.000,- € für die Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel). Die Differenz zwischen der teuersten und der günstigsten Variante und bei vollem Erhalt der angesetzten Fördergelder, beträgt somit rund 3.7 Mio. €.

4. Bei der Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) liegen die spez. Wärme-(rest)kosten deutlich über denen der anderen Varianten. Verglichen mit der Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) liegen diese um ca. 120 % höher. Dieses ist auf den hohen Gaspreis zurückzuführen, der somit extrem hohe verbrauchsgebundene Kosten erzeugt. Die Variante A ist dadurch, von den spez. Wärme-(rest)kosten her, aktuell im Markt nicht mehr umsetzbar, da die monatlichen Kosten für die zukünftigen Anschlussnehmer viel zu hoch wären.
   Von allen Varianten schneidet die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel), bezogen auf die spez. Wärme-(rest)kosten, am besten ab. Es folgt Ihr dicht die Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel). Aus unseren Ausarbeitungen ist somit klar ersichtlich, dass sich der Einsatz von biogen-regenerativen Energien gegenwärtig wirtschaftlich lohnt.

5. In Sensitivitätsanalysen für um +25% und +50% steigende Brennstoffpreise, als auch für um +10% und +20% steigende Investitionskosten zeigt sich für alle Varianten keine Veränderung in der Reihenfolge der Wirtschaftlichkeit.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

6. Die Primärenergiefaktoren der Varianten A, B und C liegen mit 0,30, 0,38, und 0,26 durchweg auf niedrigem und wirklich sehr gutem Niveau. Generell wird empfohlen, Nahwärmenetze die auch zukünftig ggfs. erweiterbar sein sollen, mit guten (niedrigen) Primärenergiefaktoren aufzubauen. Da Variante C eine 100% biogen-regenerative Variante ist, besitzt diese den niedrigsten und somit besten Primärenergiefaktor.

7. Generell anzumerken ist, dass alle 3 Varianten den zukünftigen Anschlussnehmern ein Wärme-Fertigprodukt anbieten. Die für die Gebäudebeheizung und Brauch-Warmwasserversorgung erforderliche Wärme muss nicht erst in den einzelnen Gebäuden separat erzeugt werden, sondern Sie wird über eine Nahwärmeleitung in Form von heißem Wasser, mit ca. 70-80°C Vorlauftemperatur, in die Gebäude eingebracht. Eine gemeinsame große Energiezentrale erzeugt diese Wärme und verteilt sie dann über das Nahwärmenetz (die Leitung transportiert nur) in die jeweiligen Gebäude.

8. Bei den Luftschadstoffen (SO_2, NO_x und Staub) kommt es bei Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) durchweg zu den niedrigsten Emissionen. Die Varianten B und C liegen hier einiges höher. Allerdings ist zu beachten, dass die Gewichts-Anteile der Luftschadstoffe im Verhältnis zu den Gewichtsanteilen der CO_2-Emissionen, nur einen kleinen Bruchteil der total emittierten Mengen darstellen. Zusätzlich liegen sämtliche Luftschadstoff-Emissionswerte unten den vorgeschriebenen gesetzlichen Grenzwerten.

9. Bei den Treibhausgas-Emissionen, welche eine Wärme- und Stromerzeugung beinhaltet, schneiden die Varianten A bis C fast gleich ab. Die ausgewiesenen Differenzen halten sich in überschaubaren Grenzen, wobei allerdings auch hier die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) beim CO_2-Äquivalent mit Minus 9% am besten abschneidet. Völlig abgeschlagen ist die Variante D (Bestands-Gebäude Niedernhausen). Diese liegt mit 98 % bzw. 145 % über der Referenzvariante A und ist somit im direkten Vergleich mit den Varianten A bis C berechtigt auf dem deutlich letzten Platz.

10. Die obige Aussage wird durch die Balkendiagramme der Treibhausgas-Emissionen, welche nur eine Wärmeerzeugung (theoretischer Ansatz) beinhaltet, nochmals weiter deutlich untermauert. Die Variante D (Bestands-Gebäude Niedernhausen) verschlechtert sich in diesem Fall, im Vergleich zu den Varianten A bis C, extrem weiter. Diese liegt nun mit 140 % bzw. 196 % über der Referenzvariante A und ist somit im direkten Vergleich völlig abgeschlagen. Die Ausarbeitungen zur Variante D zeigen somit deutlich auf, dass aktuell im Untersuchungsgebiet viel zu viel Treibhausgas-Emissionen produziert werden und dass zukünftig nach einer anderen Wärmeversorgung gesucht werden sollte. Die sehr hohen Treibhausgas-Emissionen werden hauptsächlich durch die sehr hohen Anteile an fossilen Brennstoffen mit energetisch schlechten Wärme-Prozessen verursacht.

11. Wichtig im Zusammenhang mit dem Bau einer größeren Energiezentrale gemäß Variante A, B oder C ist auch die Tatsache, dass es sich bei allen 3 Varianten, aufgrund Ihrer Anlagengröße, um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt. Solche Anlagen müssen

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

ein Verfahren nach der 4. Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) durchlaufen. Dieses Verfahren benötigt in der Regel mindestens 3-4 Monate bis eine entsprechende Genehmigung zur Errichtung und dem Betrieb vorliegt. Das hierzu notwendige Zeitfenster ist für eine interne Errechnung der erforderlichen Gesamt-Projektlaufzeit mit zu berücksichtigen.

Die Variante A (BHKW Erdgas / Biomethan) benötigt zu 75% den Brennstoff Biomethan, der momentan in den erforderlichen Mengen eigentlich gar nicht verfügbar ist und wenn überhaupt, dann nur sehr schwer erhältlich. Zusätzlich wird noch ein 25%-tiger Anteil des fossilen Erdgases benötigt. Die Treibhausgas-Emissionen der Variante A sind von allen 3 untersuchten Varianten, wenn nur auf die vergleichbaren Wärmemengen geschaut wird, mit deutlichem Abstand am höchsten. Auch deshalb ist diese Variante nicht zu empfehlen.

Die Variante B (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenlastkessel) benötigt für die Spitzenkessel ebenso Erdgas, wenn auch in wesentlich geringeren Mengen als in der Variante A. Die Treibhausgas-Emissionen der Variante B sind von allen 3 untersuchten Varianten, wenn ebenso nur auf die vergleichbaren Wärmemengen geschaut wird, geringer als in der Variante A, aber trotzdem noch deutlich höher als in der Variante C. Auch deshalb ist dieser Variante nicht der Vorzug zu geben.
Bei beiden Varianten ist zusätzlich der Bau einer großen und ca. 210 Meter langen neuen Erdgas-Mitteldruckleitung mit einer ca. Nennweite von DN 200 bis DN 250 zwingend erforderlich.
Zusätzlich wird für die Variante A ein größerer Nieder-/Mittelspannungs-Transformator (Trafostation) benötigt, der ins aktuelle elektrische Bestandsnetz einzuschleifen ist.

Basierend auf den in diese Studie aufgezeigten Argumenten in den Punkten 1. bis 11. empfehlen wir, die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel) technisch weiterzuverfolgen. Insbesondere die Tatsache, dass mit der Variante C eine 100% biogen-regenerative Variante vorliegt und diese auch in den spez. Wärme-(rest)kosten eine in den momentanen Zeiten wirklich gute Wirtschaftlichkeit erbringt, sollte diese Variante umgesetzt werden. Es ist anzumerken, dass nur Varianten mit guter Wirtschaftlichkeit in der weiteren Projekt-Entwicklung eine Chance auf spätere tatsächliche Umsetzung haben.
Der nächste, letzte und nun wichtigste Schritt in der Projekt-Entwicklung, nach Abschluss dieser Konzeptstudie, sollte die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen für eine funktionale Wärme-Contracting-Ausschreibung sein. Hierzu sollten die bisher erstellten Unterlagen der Expertise vom 31.08.2023, der Ausführungsplanung vom 28. und 31.03.2024 sowie auch dieser Konzeptstudie eingebunden werden.

In die zu erstellende Ausschreibung sollte die Variante C (Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel), als durch die Contractoren anzubietende Variante aufgenommen werden.
Aufgrund der Größe des Versorgungsgebietes, als auch aufgrund der erforderlichen Projekt-Investitionskosten für das Versorgungsgebiet ist darüber nachzudenken, dieses dann in zwei oder 4 Bauabschnitte aufzuteilen und dann erstmal einen Bauabschnitt auszuschreiben.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Zusammenfassung und Resümee 11

Gerne unterstützen wir Sie auch weiterhin im letzten Schritt der Projektentwicklung zur Umsetzung einer 100% biogen-regenerativen Versorgungsvariante, durch das Erstellen einer Wärme-Contracting-Ausarbeitung.

Wenn Fragen bestehen können Sie uns jederzeit gerne kontakten.

Augsburg, den 05. März 2025

M. Link i.A. D. Ahay i.A. T. Gut

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Anlagen 12

Anlage 1: Geordnete Jahresdauerlinien der Wärmeerzeugung

- Seite 1: Variante A: BHKW-Anlage (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel
- Seite 2: Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel
- Seite 3: Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel

Anlage 2: Wirtschaftlichkeitsrechnung nach VDI 2067
Seite 1 – 21

Anlage 3: Berechnung Primärenergiefaktor aus Planungsdaten (SOLL)
gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Kapitel 6

Anlage 4: Grafische Darstellungen:

- Seite 1: Entwicklung des KWK-Index (Strombörse EEX Leipzig)
- Seite 2: Investitionskosten (ohne Förderung)
- Seite 3: Investitionskosten (mit Förderung)
- Seite 4: Wärme(rest)kosten und Variation der Brennstoff- und Investitionskosten
- Seite 5: Primärenergieeinsatz (bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen)
- Seite 6: Primärenergieeinsatz (bei vergleichbaren Wärmemengen)
- Seite 7: Luftschadstoff-Emissionen (SO_2, NOx und Staub, bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen)
- Seite 8: Luftschadstoff-Emissionen (SO_2, NOx und Staub, bei vergleichbaren Wärmemengen)
- Seite 9: Treibhausgas-Emissionen (CO_2 und CO_2-Äquivalente, bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen)
- Seite 10: Treibhausgas-Emissionen (CO_2 und CO_2-Äquivalente, bei vergleichbaren Wärmemengen)
- Seite 11: Primärenergiefaktoren (bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen)

Anlage 5:
- Zeichnung ÜP-001: Übersicht Versorgungsgebiet - Varianten A, B und C
- Zeichnung ÜG-001: Übersicht Gebäudetypen
- Zeichnung FP-001: Fotoplan Energiezentrale - Variante C

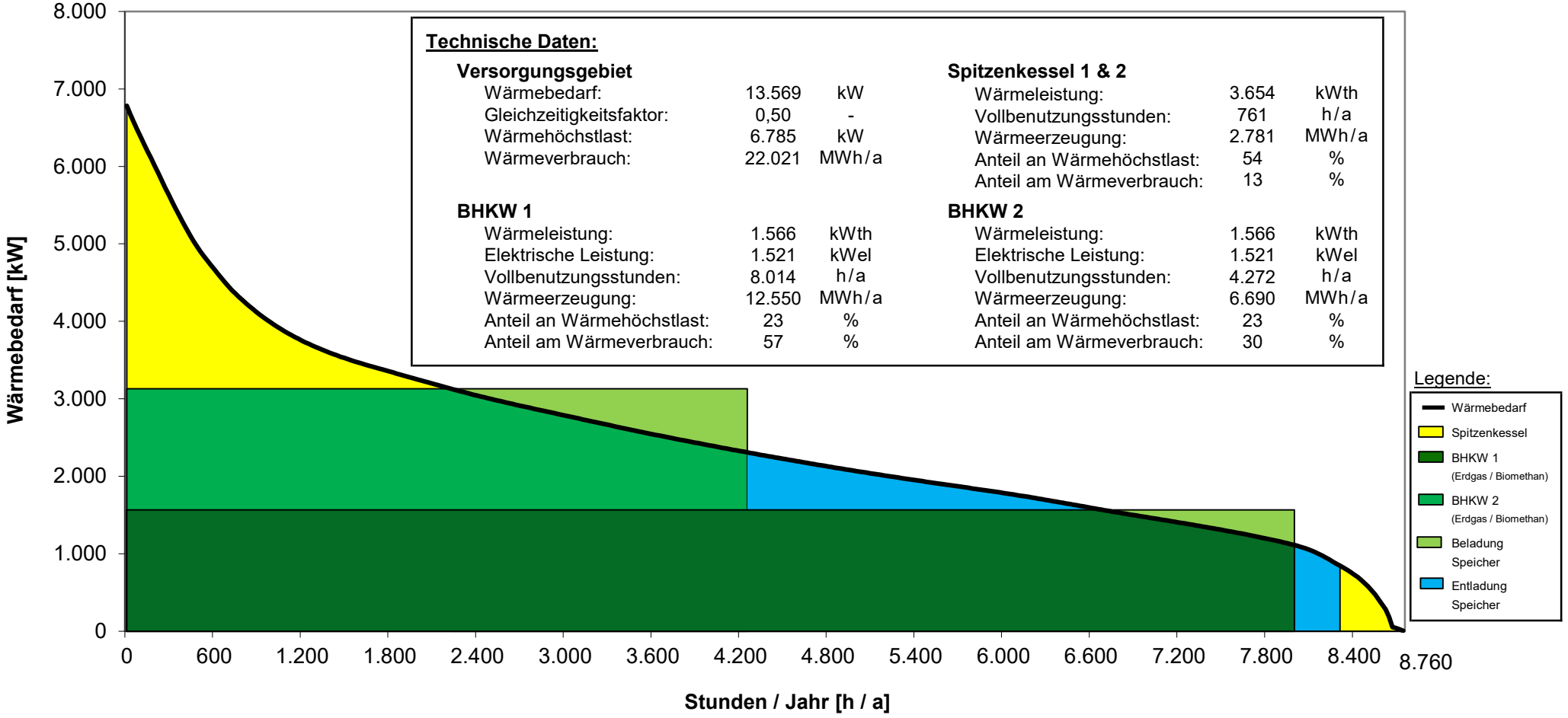
Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

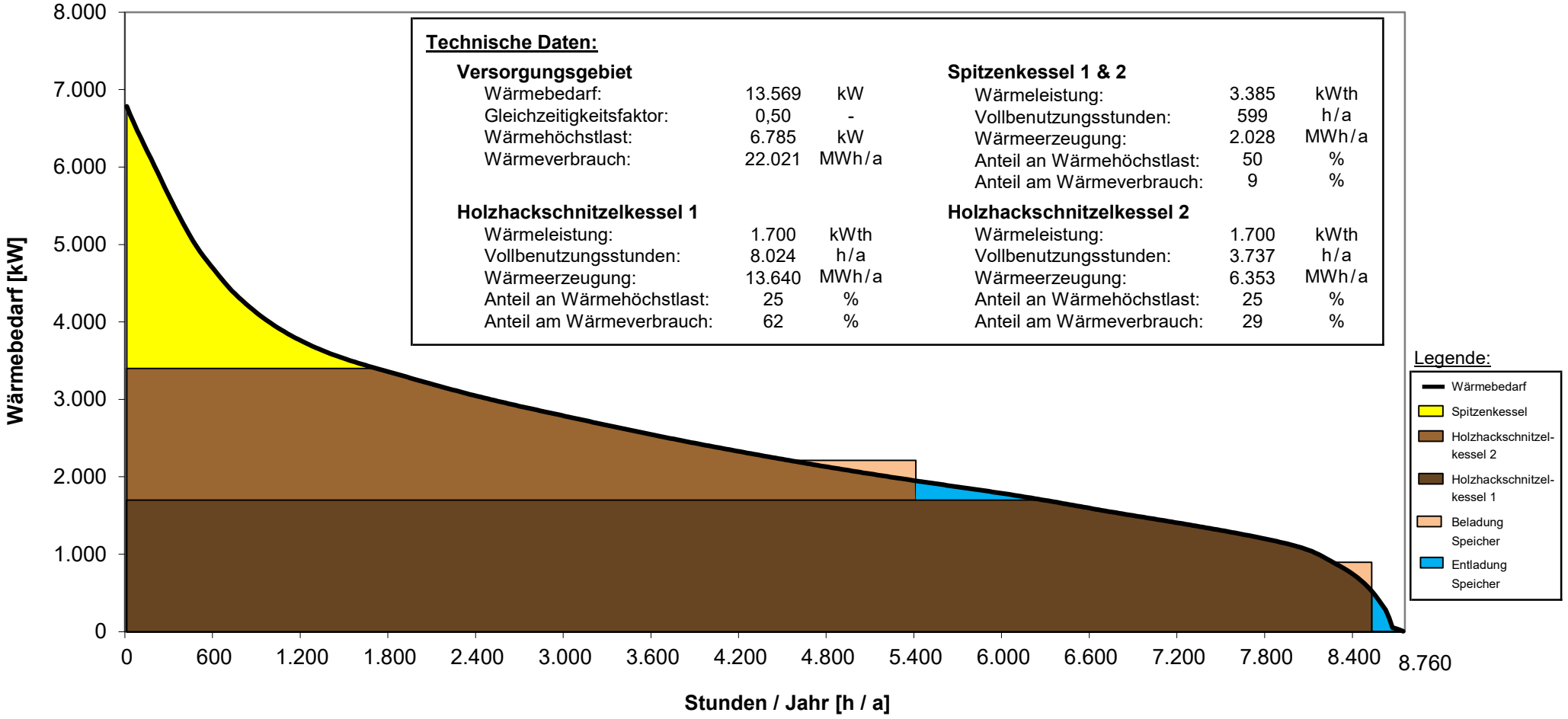
Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Datum: 05.03.2025
Anlage: 1
Seite: 1

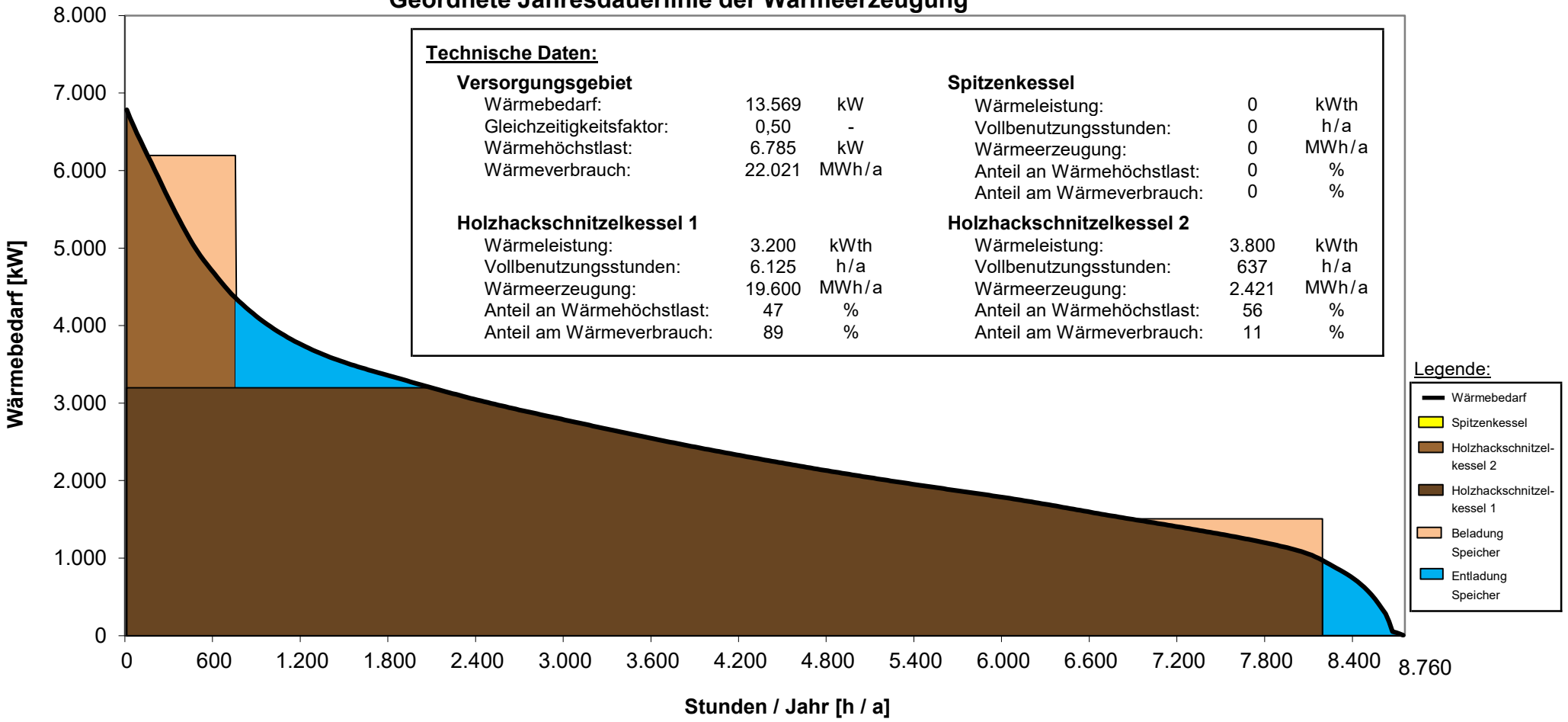
Variante A: BHKW 2 x 1.566 kW_{th} / 1.521 kW_{el} mit Spitzenkessel 2 x 1.950 kW_{th}
Geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugung



Variante B: Holzhackschnitzelkessel 2 x 1.700 kW_{th} mit Spitzenkessel 2 x 1.950 kW_{th}
Geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugung



Variante C: Holzhackschnitzelkessel 1 x 3.200 kW_{th} und 1 x 3.800 kW_{th} mit Reservekessel 2.000 kW_{th}
Geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugung



LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung

gemäß VDI-Richtlinie 2067

Konzeptstudie
zur Nahwärmeversorgung

"Lenzhahner-Weg"
in Niedernhausen

im Auftrag der

Gemeinde Niedernhausen
Wilrijkplatz
65527 Niedernhausen

Index	Datum	Beschreibung	Bearbeitet	Geprüft
0	05.03.2025	Erste Fassung	D.Akay	M. Linkersdörfer

05.03.2025

„Lenzhahner-Weg"

Anlage 2

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Eckdaten -

	Methode **Kalkulatorischer Zinssatz**	% / a	Stat. Kostenvergleich 3,50	
1.	**Brennstoffpreise (Netto)**		**Spitzenkessel Holzhackschnitzel-kessel**	**BHKW**
	Erdgas **(Angebot: Süwag Vertrieb AG & Co. KG,** **Angaben vom 29.11.2024 und 15.01.2025** **für Lieferzeitraum 2025)**			
	Variante A			
	Arbeitspreis Ho	€ / MWh	73,65	-
	Arbeitspreis Ho (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	69,23
	Arbeitspreis Hu	€ / MWh	81,75	-
	Arbeitspreis Hu (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	77,33
	Leistungsentgelt [1]	€ / kW	-	11,38
	Leistungsentgelt (pro Jahr) [1]	€ / a	-	124.702,20
	Grundpreis (pro Monat und Lieferstelle) [1]	€ / m	-	96,16
	Grundpreis (pro Jahr und Lieferstelle) [1]	€ / a	-	1.153,97
	[1] Eingetragene Werte beim BHKW gelten für die gesamte Energiezentrale (BHKW plus Spitzenkessel)			
	Variante B			
	Arbeitspreis Ho	€ / MWh	75,37	-
	Arbeitspreis Hu	€ / MWh	83,66	-
	Leistungsendgelt	€ / kW	14,14	-
	Leistungsendgelt (pro Jahr)	€ / a	53.786,59	-
	Grundpreis (pro Monat und Lieferstelle)	€ / m	69,29	-
	Grundpreis (pro Jahr und Lieferstelle)	€ / a	831,48	-
	Variante C			
	Arbeitspreis Ho	€ / MWh	75,94	-
	Arbeitspreis Hu	€ / MWh	84,29	-
	Leistungsendgelt	€ / a	-	-
	Grundpreis (pro Monat und Lieferstelle)	€ / m	8,55	-
	Grundpreis (pro Jahr und Lieferstelle)	€ / a	102,65	-
	Biomethan **(Angebot: Polarstern GmbH,** **Angaben vom 10.02.2025 und 20.02.2025** **für Lieferzeitraum 2026)**			
	Variante A			
	Arbeitspreis Ho	€ / MWh	-	143,71
	Arbeitspreis Ho (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	139,29
	Arbeitspreis Hu	€ / MWh	-	159,52
	Arbeitspreis Hu (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	155,10
	Grundpreis (pro Monat und Lieferstelle)	€ / m	-	12,50
	Grundpreis (pro Jahr und Lieferstelle)	€ / a	-	150,00

05.03.2025

„Lenzhahner-Weg"

Anlage 2

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Eckdaten -

1. Brennstoffpreise (Netto)		Spitzenkessel Holzhackschnitzel-kessel	BHKW
Holzhackschnitzel			
(Internetangaben: C.A.R.M.E.N. e.V.			
IV. Quartal 2024, für Lieferung von 30 Schüttraumetern			
W20 [Wassergehalt 20%], Region Süd)			
Variante B und C			
Preis pro Tonne	€ / to	141,85	-
Arbeitspreis pro MWh	€ / MWh	35,92	-
Heizöl			
(Internetangaben: Thelen GmbH,			
04.02.2025, Lieferung je 100 Liter Heizöl)			
Variante C			
Preis pro m³	€ / m³	844,79	-
Arbeitspreis pro MWh	€ / MWh	84,48	-
Ascheentsorgung			
(Internetangaben: Eigenbetrieb Abfallwirtschaft,			
Rheingau-Taunus-Kreis,			
Angaben vom 15.10.2024)			
Bedarfsangepasste Leerung alle 14 Tage, mit 1.100 l Tonnen			
Variante B und C			
Aschegehalt Holzhackschnitzel	Vol.-%	1,00%	-
Preis pro Tonne Asche durch Holzhackschnitzel	€ / to	59,91	-
Preis pro MWh durch Holzhackschnitzel	€ / MWh	0,37	-
Harnstoff			
(Preisindikation: 2G Energy AG			
Angaben vom 18.12.2024)			
Variante A			
Harnstoffverbrauch bei 100% BHKW-Leistung	l / h	-	6,80
Preis pro Liter Harnstoff	€ / l	-	0,85

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Eckdaten -

2. Strompreise und Stromvergütungen (Netto)		Spitzenkessel Holzhackschnitzel-kessel	BHKW
Strombezug **(Internetangaben: Süwag Vertrieb AG & Co. KG, Angaben vom 18.02.2025)**			
Variante A, B und C			
Tarif: "Strom Basis"			
Arbeitspreis	€ / MWh	331,93	-
Grundpreis für Energie- bzw. Heizzentrale (pro Monat)	€ / m	9,16	-
Grundpreis für Energie- bzw. Heizzentrale (pro Jahr)	€ / a	109,92	-
Entgelt für den Messstellenbetrieb (pro Monat)	€ / m	0,92	-
Entgelt für den Messstellenbetrieb (pro Jahr)	€ / a	10,99	-
Stromeinspeisung nach KWK-Gesetz für erdgasbetriebene BHKW (Variante A) in 2028			
2.900 Vollbenutzungsstunden KWKG-gefördert			
KWK-Index EEX Leipzig (Q4/2024)	€ / MWh	-	102,65
Langfristiger Durchschnittstrend (Q4/2024)	€ / MWh	-	94,80
KWK-Zuschlag für > 500 kW und ≤ 50 MW (Basis-Annahme: Ergebnis KWK-Ausschreibung BNetzA für 12/2024)	€ / MWh	-	60,00
Kosten Direktvermarkter	% / MWh	-	1,50
Einspeisevergütung nach KWKG für 2 x 1.521 kW_{el} BHKW in 2028	**€ / MWh**	-	**152,48**
3.243 Vollbenutzungsstunden nicht KWKG-gefördert			
KWK-Index EEX Leipzig (Q4/2024)	€ / MWh	-	102,65
Langfristiger Durchschnittstrend (Q4/2024)	€ / MWh	-	94,80
Kosten Direktvermarkter	% / MWh	-	1,50
Einspeisevergütung nach KWKG für 2 x 1.521 kWel BHKW in 2028	**€ / MWh**	-	**93,38**

05.03.2025

„Lenzhahner-Weg"

Anlage 2

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Bedarfsdaten -**

1. Wärmebedarf		**Versorgungsgebiet**					
Gebäudetyp		**Einfamlienhäuser (EFH)**	**Bungalows (BG)**	**Reihenhäuser (RH)**	**Zweifamilienhäuser (ZFH)**	**Mehrfamilienhäuser (MFH)**	**Sondergebäude (SG)**
Gebäudeanzahl	Stück	101	7	44	156	133	15
Gesamt-Wärmebedarf Gebäudetyp	kW	2.115	139	836	3.744	4.695	2.040
	%	15,6	1,0	6,2	27,6	34,6	15,0
Gesamt-Wärmebedarf (alle Gebäude)	kW	**13.569**					
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,5					
Wärmehöchstlast (WHL)	kW	**6.785**					
2. Wärmeverbrauch							
Gesamt-Wärmeverbrauch Gebäudetyp Netto	MWh / a	3.109	204	1.229	5.504	7.115	3.042
Gesamt-Wärmeverbrauch Netto (alle Gebäude)	**MWh / a**	**20.203**					
Verteilungsnetzverluste	MWh / a	1.818					
Gesamt-Wärmeverbrauch Brutto (alle Gebäude)	**MWh / a**	**22.021**					

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

05.03.2025

Variante A / BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel | **Anlage 2**

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Kapitalgebundene Kosten -

kalk. Zinssatz in [%/a] 3,5	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel				
1. BHKW, Erdgas H, 2 Stück Elektr. Leistung: 1.521 kW Therm. Leistung: 1.566 kW Energieeinsatz bei TA - Luft: 3.428 kW Inkl. Leistungs- und Steuerungsanlage, integrierte Schalldämm-kapsel, Vorrüstung für spätere OXI- und SCR-Katalysatoren-anlage und Schmieröl-Erstbefüllung	1.886.600	15	0,0868	163.804
2. Integrierte SCR-Katalysatorenanlage für BHKW Inkl. geregeltem SCR-Katalysatorsystem mit NOx-Sensor, SCR-Katalysatorwaben, Dosiersystem, Dosierpumpe,Druckluft-system, 9.000 Liter Harnstofftank und Harnstoff-Erstbefüllung. In Verbindung mit der Oxi-Kat und SCR-Katalysatorvorrüstung als komplettes und funktionsfähiges System	149.000	20	0,0704	10.484
3. Niedertemperaturkessel, 1.950 kW, 2 Stück 3.900 kW inkl. Brenner, Brennstoff Erdgas H sicherheitstechnische Ausstattung, Gasregelstrecke, schallab-sorbierende Stellfüße und Membranausdehnungsgefäß	183.500	25	0,0607	11.134
4. Kaminanlage freistehend bei Energiezentrale vierzügig h=12 m	159.800	50	0,0426	6.813
5. Wärmespeicher 2 x 50 m³ 100,0 m³ Aufstellung außerhalb Gebäude inkl. Isolierung und Ummantelung	112.800	30	0,0544	6.133
Max. mögliche Förderung nach BAFA 250 € / m³ 100,0 m³ *(Wärme- und Kältespeicher)*	-25.000			
Angesetzter Betrag Wärmespeicher 100 m³	87.800	30	0,0544	4.774
6. Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung	436.300	25	0,0607	26.472
7. Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung	59.400	20	0,0704	4.179
8. Wasseraufbereitung	15.600	20	0,0704	1.098
9. Elektro- und MSR-Technik	426.500	20	0,0704	30.009
10. Be- und Entlüftungsanlage	52.600	20	0,0704	3.701
11. Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung	15.374.400	30	0,0544	835.927
Maximal mögliche Förderung nach BAFA 40 % *(Wärme- und Kältenetze)*	-6.149.800			
Vorhandene Länge Gesamt-Nahwärmenetz 13.991 Tr.m	9.224.600	30	0,0544	501.554
12. Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitungen Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter, mit Druckdifferenzregelung und Wärmezähler	2.988.500	25	0,0607	181.324
13. Gebäude für Energiezentrale h=4,5 m 203 m² inkl. weitere bauliche Anlagen (Kamin- und Wärmespeicher-Fundamente, befahrbare Flächen, etc.) und Erdarbeiten	417.200	50	0,0426	17.787

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

05.03.2025

Variante A / BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel | **Anlage 2**

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a]	**3,5**	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
14. Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsleitung zur Energiezentrale und Gasdruckregel- und Messanlage		584.400	40	0,0468	27.366
15. Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Einschleifung MS-Kabel, NS-/MS-Trafo mit MS-Schaltanlage, Messfeld, Leistungskabel von und zur Energiezentrale und Beton-Stationsgebäude inkl. Tiefbau		688.800	30	0,0544	37.451
16. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		278.600	20	0,0704	19.603
17. Unvorhergesehenes in [%] ca.	3%	714.400	20	0,0704	50.266
18. Planungskosten für Nahwärme, TGA, Statik, Schallschutz und Architektur in [%] ca.	24.528.400 9%	2.211.700	20	0,0704	155.618
19. Kapitalgebundene Kosten (ohne Förderung)		26.740.000			
Kapitalgebundene Kosten (mit Förderung)		20.565.000			1.253.435

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

05.03.2025

Variante B / Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel | **Anlage 2**

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a] 3,5			Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel						
1. Holzhackschnitzel-Kesselanlage, 1.700 kW, 2 Stück inkl. Austragung, Austragungsschnecke, Förderschnecken-system, Brennstoffförder- und Dosiertechnik, Steuerung, interne Verrohrung, Elektrofilter, Aschecontainer und Montage		3.400 kW	3.114.000	20	0,0704	219.104
2. Niedertemperaturkessel, 1.950 kW, 2 Stück inkl. Brenner, Brennstoff Erdgas H sicherheitstechnische Ausstattung, Gasregelstrecke, schall-absorbierende Stellfüße und Membranausdehnungsgefäß		3.900 kW	183.500	25	0,0607	11.134
3. Kaminanlage freistehend bei Heizzentrale vierzügig	h=12 m		162.600	50	0,0426	6.932
4. Wärmespeicher 2 x 50 m³ Aufstellung außerhalb Gebäude inkl. Isolierung und Ummantelung			112.800	30	0,054371	6.133
5. Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung			620.100	25	0,0607	37.624
6. Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung			59.400	20	0,0704	4.179
7. Wasseraufbereitung			15.600	20	0,0704	1.098
8. Elektro- und MSR-Technik			461.900	20	0,0704	32.500
9. Be- und Entlüftungsanlage			52.600	20	0,0704	3.701
10. Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung Vorhandene Länge Gesamt-Nahwärmenetz 13.991 Tr.m			15.374.400	30	0,0544	835.927
11. Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitungen Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter mit Druckdifferenzregelung und Wärmezähler			2.988.500	25	0,0607	181.324
12. Gebäude für Heizzentrale inkl. weitere bauliche Anlagen (Kamin- und Wärmespeicher-Fundamente, befahrbare Flächen, etc.) und Erdarbeiten	h=7,0 m	344 m²	918.400	50	0,0426	39.155
13. Hackschnitzelbunker inkl. weitere bauliche Komponenten (Bunkerklappe, etc.) und Erdarbeiten	h=4,5 m	158 m²	314.500	50	0,0426	13.408
14. Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsleitung zur Energiezentrale und Gasdruckregel- und Messanlage			372.800	40	0,0468	17.457

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a]	**3,5**	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
15. Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Leistungskabel von und zur Energiezentrale		31.000	30	0,0544	1.686
16. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		382.600	20	0,0704	26.920
17. Unvorhergesehenes in [%] ca.	3%	754.900	20	0,0704	53.116
18. Planungskosten für Nahwärme, TGA, Statik, Schallschutz und Architektur in [%] ca.	25.919.600 9%	2.217.700	20	0,0704	156.040
19. Kapitalgebundene Kosten (ohne Förderung)		28.137.000			
Kapitalgebundene Kosten (mit Förderung)		16.882.000			988.462

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

05.03.2025

Variante C / Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel | **Anlage 2**

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a] 3,5			Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel						
1. Holzhackschnitzel-Kesselanlage, 1 x 3.200 kW, 1 x 3.800 kW, 2 Stück inkl. Horizontalaustragung, Austragungsschnecke, Förderschnecken-system, Brennstoffförder- und Dosiertechnik, Steuerung, interne Verrohrung, Elektrofilter, Aschecontainer und Montage		7.000 kW	3.357.000	20	0,0704	236.202
2. Reservekessel, 2.000 kW, 1 Stück inkl. Brenner, Brennstoff Heizöl leicht sicherheitstechnische Ausstattung, schallabsorbierende Stellfüße, Membranausdehnungsgefäß, 1.000 Liter Vorratstank (doppelwandig) und Befüllung mit 1.000 Liter Heizöl		2.000 kW	107.700	25	0,0607	6.535
3. Kaminanlage freistehend bei Heizzentrale dreizügig	h=12 m		165.300	50	0,0426	7.047
4. Wärmespeicher 4 x 50 m³ Aufstellung außerhalb Gebäude inkl. Isolierung und Ummantelung			225.600	30	0,0544	12.266
5. Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen inkl. Isolierung und Blechummantelung			668.200	25	0,0607	40.542
6. Druckhalteanlage mit autom. Nachspeisung			59.400	20	0,0704	4.179
7. Wasseraufbereitung			15.600	20	0,0704	1.098
8. Elektro- und MSR-Technik			498.800	20	0,0704	35.096
9. Be- und Entlüftungsanlage			52.600	20	0,0704	3.701
10. Nahwärmenetz, erdverlegt (Einzelrohr, Dämmdicke 1 x verstärkt), verschiedene Durchmesser mit Tiefbau inkl. Hausanschlussleitungen, Wiederverfüllung, Verdichtungsarbeiten und Oberflächenherstellung Vorhandene Länge Gesamt-Nahwärmenetz 13.991 Tr.m			15.374.400	30	0,0544	835.927
11. Indirekte Übergabestationen inkl. Rohrleitungen Vor- und Rücklauf intern Gebäude, ohne Warmwasserbereiter mit Druckdifferenzregelung und Wärmezähler			2.988.500	25	0,0607	181.324
12. Gebäude für Heizzentrale inkl. weitere bauliche Anlagen (Kamin- und Wärmespeicher-Fundamente, befahrbare Flächen, etc.) und Erdarbeiten	h=11,0 m	405 m²	1.417.100	50	0,0426	60.416
13. Hackschnitzelbunker inkl. weitere bauliche Komponenten (Bunkerklappe, etc.) und Erdarbeiten	h=4,5 m	170 m²	340.900	50	0,0426	14.534
14. Erdgas-Netzanschluss inkl. Stichleitung von Ortsnetz-Bestandsleitung zur Energiezentrale und Gasdruckregel- und Messanlage			59.500	40	0,0468	2.786

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a]	**3,5**	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
15. Stromanschluss ans öffentliche Netz inkl. Leistungskabel von und zur Energiezentrale		31.000	30	0,0544	1.686
16. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		412.000	20	0,0704	28.989
17. Unvorhergesehenes in [%] ca.	3%	773.200	20	0,0704	54.403
18. Planungskosten für Nahwärme, TGA, Statik, Schallschutz und Architektur in [%] ca.	26.546.800 9%	2.258.300	20	0,0704	158.896
19. Kapitalgebundene Kosten (ohne Förderung)		28.805.000			
Kapitalgebundene Kosten (mit Förderung)		17.283.000			1.011.377

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Gesamtheizlast (mit Glf.)	kW	6.785
Wärmeverbrauch Brutto	MWh / a	22.021
2. Wärme- und Stromerzeugung		
2.1 BHKW 1 & 2		
Volllaststunden a.d. Jahresdauerlinie	h / a	6.143
Elektrische Leistung	kW	3.042
Stromerzeugung (2.900 VBH)	MWh / a	8.822
Stromerzeugung (3.243 VBH)	MWh / a	9.865
Thermische Leistung	kW	3.132
Wärmeerzeugung (6.143 VBH)	MWh / a	19.240
Nutzenergie aus BHKW (6.143 VBH)	MWh / a	37.927
2.2 Niedertemperaturkessel 1 & 2		
Wärmeleistung	kW	3.654
Wärmeerzeugung	MWh / a	2.781
3. Brennstoffkosten		
3.1 BHKW 1 & 2		
Brennstoffeinsatz BHKW	kW	6.856
Brennstoffverbrauch BHKW gesamt	MWh / a	42.116
Brennstoffverbrauch Erdgas (25 %)	MWh / a	10.529
Brennstoffverbrauch Biomethan (75 %)	MWh / a	31.587
Nutzungsgrad BHKW	%	90,1
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Erdgas Hu	€ / MWh	77,33
Leistungsentgelt Erdgas	€ / a	124.700
Grundpreis Erdgas	€ / a	1.154
Arbeitspreis Biomethan Hu	€ / MWh	155,10
Grundpreis Biomethan	€ / a	150
Brennstoffkosten BHKW	€ / a	5.839.305
3.2 Niedertemperaturkessel 1 & 2		
Nutzungsgrad Niedertemperaturkessel	%	89,0
Brennstoffverbrauch Niedertemperaturkessel	MWh / a	3.125
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	81,75
Brennstoffkosten Niedertemperaturkessel	€ / a	255.487

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
3.3 Rückerstattung Erdgassteuer		
bzgl. Nahwärmenetzverlusten		
Nahwärmenetzverluste	MWh	1.818
Nutzungsgrad Niedertemperaturkessel	%	89,0
Brennstoffverbrauch Niedertemperaturkessel	MWh	2.043
Spezifische Erdgassteuer (teilweise)	€ / MWh	4,42
Gesamtrückerstattung Erdgassteuer	€ / a	-9.030
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	6.085.761
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	22.021
davon anteilig Hilfsenergie	%	1,50
in	MWh / a	330
davon anteilig mit BHKW	MWh / a	330
davon anteilig aus Netz	MWh / a	0
Strompreis Netz	€ / MWh	331,93
Stromkosten aus Netzbezug	€ / a	0
Grundpreis für Strom aus Netz	€ / a	110
Hilfsenergiekosten	€ / a	110
Gesamte Stromkosten	€ / a	110
5. Harnstoffkosten		
5.1 BHKW 1 & 2		
Harnstoffverbrauch BHKW	l / a	41.772
(Bei 100% Volllast und 6.143 Volllaststunden pro Jahr)		
Harnstoffpreise		
Preis pro Liter Harnstoff	€ / l	0,85
Gesamte Harnstoffkosten	€ / a	35.507
6. Verbrauchsgebundene Kosten	€ / a	6.121.378

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Verbrauchsgebundene Kosten -

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Gesamtheizlast (mit Glf.)	kW	6.785
Wärmeverbrauch Brutto	MWh / a	22.021
2. Wärmeerzeugung		
2.1 Holzhackschnitzelkessel 1 & 2		
HK-Kessel Volllaststunden a.d Jahresdauerlinie	h / a	5.881
Thermische Leistung	kW	510 - 3.400
Wärmeerzeugung	MWh / a	19.993
2.2 Niedertemperaturkessel 1 & 2		
Thermische Leistung	kW	3.385
Wärmeerzeugung	MWh / a	2.028
3. Brennstoffkosten		
3.1 Holzhackschnitzelkessel 1 & 2		
Kesselwirkungsgrad		
Volllast	%	91,0
Teillast	%	90,0
Brennstoffeinsatz Holzhackschnitzelkessel	kW	510 - 3.400
Brennstoffverbrauch Holzhackschnitzelkessel	MWh / a	22.092
	t / a	5.607
	Srm / a	22.428
Brennstoffpreis Holzhackschnitzel	€ / MWh	35,92
Entsorgungspreis für Asche	€ / MWh	0,37
Brennstoffkosten Holzhackschnitzelkessel	€ / a	801.675
3.2 Niedertemperaturkessel 1 & 2		
Nutzungsgrad Niedertemperaturkessel	%	89,0
Brennstoffverbrauch Niedertemperaturkessel	MWh / a	2.279
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	83,66
Leistungsentgelt	€ / a	53.787
Grundpreis	€ / a	831
Brennstoffkosten Niedertemperaturkessel	€ / a	245.277
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	1.046.952

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	22.021
davon anteilig Hilfsenergie	%	1,75
in	MWh / a	385
Strompreis	€ / MWh	331,93
Grundpreis	€ / a	109,92
Hilfsenergiekosten	€ / a	128.028
Gesamte Stromkosten	€ / a	128.028
5. Verbrauchsgebundene Kosten	€ / a	1.174.979

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Verbrauchsgebundene Kosten -

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Gesamtheizlast (mit Glf.)	kW	6.785
Wärmeverbrauch Brutto	MWh / a	22.021
2. Wärmeerzeugung		
2.1 Holzhackschnitzelkessel 1 & 2		
HK-Kessel Volllaststunden a.d. Jahresdauerlinie	h / a	3.381
Thermische Leistung	kW	960 - 6.785
Wärmeerzeugung	MWh / a	22.021
2.2 Reservekessel (Heizöl)		
Thermische Leistung	kW	2.000
Wärmeerzeugung	MWh / a	0
3. Brennstoffkosten		
3.1 Holzhackschnitzelkessel 1 & 2		
Kesselwirkungsgrad		
Volllast	%	92,0
Teillast	%	91,0
Brennstoffeinsatz Holzhackschnitzel für Holzhackschnitzelkessel	kW	960 - 6.785
Brennstoffverbrauch Holzhackschnitzel für Holzhackschnitzelkessel	MWh / a	24.067
	t / a	6.108
	Srm / a	24.433
Brennstoffpreis Holzhackschnitzel	€ / MWh	35,92
Entsorgungspreis für Asche	€ / MWh	0,37
Brennstoffverbrauch Holzhackschnitzelkessel	kWh / a	1.000
für Erdgas-Zündbrenner	MWh / a	1
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	84,29
Grundpreis	€ / a	102,65
Brennstoffkosten Holzhackschnitzelkessel	€ / a	873.530
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	873.530

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	22.021
davon anteilig Hilfsenergie	%	1,25
in	MWh / a	275
Strompreis	€ / MWh	331,93
Grundpreis	€ / a	109,92
Hilfsenergiekosten	€ / a	91.480
Gesamte Stromkosten	€ / a	91.480
5. Verbrauchsgebundene Kosten	€ / a	965.009

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Betriebsgebundene Kosten -**

		Einheit	
1.	**Instandsetzung**		
	Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	24.528.400
	Anteil Instandsetzung	% / a	1,5%
	Instandsetzungskosten	€ / a	367.926
2.	**Versicherung und Verwaltung**		
	Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	24.528.400
	Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1%
	Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	245.284
3.	**Kapitalgeb. Betriebskosten**	€ / a	613.210
4.	**Personal**		
	Betätigungszeitaufwand	h / a	156
	spez. Personalkosten	€ / h	65,00
	Personalkosten	€ / a	10.140
5.	**Wartungskosten**		
	Vollwartungskosten BHKW	€ / a	173.724
	Kundendienst Niedertemperaturkessel (2 Arbeitskräfte, 4 h, 2 Termine, 75 € / h)	€ / a	1.200
	Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle	€ / a	90
	Gesamte Wartungskosten	€ / a	175.014
6.	**Grundstück Energiezentrale**		
	Pachtkosten	€ / a	900
7.	**Betriebsgebundene Kosten**	€ / a	799.264

05.03.2025

Variante B / Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel | **Anlage 2**

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - Betriebsgebundene Kosten -

	Einheit	
1. Instandsetzung		
Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	25.919.600
Anteil Instandsetzung	% / a	1,5%
Instandsetzungskosten	€ / a	388.794
2. Versicherung und Verwaltung		
Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	25.919.600
Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1%
Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	259.196
3. Kapitalgeb. Betriebskosten	€ / a	647.990
4. Personal		
Betätigungszeitaufwand	h / a	260
spez. Personalkosten	€ / h	65,00
Personalkosten	€ / a	16.900
5. Wartungskosten		
Vollwartungskosten Holzhackschnitzelkesselanlage	€ / a	34.745
Kundendienst Niedertemperaturkessel (2 Arbeitskräfte, 4 h, 2 Termine, 75 € / h)	€ / a	1.200
Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle	€ / a	175
Gesamte Wartungskosten	€ / a	36.120
6. Grundstück Heizzentrale		
Pachtkosten	€ / a	1.200
7. Betriebsgebundene Kosten	€ / a	702.210

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g **- Betriebsgebundene Kosten -**

		Einheit	
1.	**Instandsetzung**		
	Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	26.546.800
	Anteil Instandsetzung	% / a	1,5%
	Instandsetzungskosten	€ / a	398.202
2.	**Versicherung und Verwaltung**		
	Investitionskosten ohne Ing.honorar	€	26.546.800
	Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1%
	Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	265.468
3.	**Kapitalgeb. Betriebskosten**	€ / a	663.670
4.	**Personal**		
	Betätigungszeitaufwand	h / a	312
	spez. Personalkosten	€ / h	65,00
	Personalkosten	€ / a	20.280
5.	**Wartungskosten**		
	Vollwartungskosten Holzhackschnitzelkesselanlage	€ / a	43.431
	Kundendienst Reservekessel (2 Arbeitskräfte, 2 h, 1 Termin, 75 € / h)	€ / a	300
	Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle	€ / a	150
	Gesamte Wartungskosten	€ / a	43.881
6.	**Grundstück Heizzentrale**		
	Pachtkosten	€ / a	1.500
7.	**Betriebsgebundene Kosten**	€ / a	729.331

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

05.03.2025

„Lenzhahner-Weg"

Anlage 2

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - spezifische Wärme(rest)kosten -

Variante A / BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel		Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten		€ / a	1.253.435
2. Verbrauchsgebundene Kosten		€ / a	6.121.378
3. Betriebsgebundene Kosten		€ / a	799.264
4. Gesamte Jahreskosten		€ / a	8.174.077
5. Vergütung aus Stromerzeugung (2027)		€ / a	2.235.512
6. Gesamte Jahresrestkosten		€ / a	5.938.566
7. Gesamt-Wärmeverbrauch Netto		MWh / a	20.203
8. spez. Wärme(rest)kosten		**€ / MWh**	**293,94**
9. Brennstoffkosten-Erhöhung	+ 25 %	€ / MWh	355,86
	+ 50 %	€ / MWh	417,78
10. Investitionskosten-Erhöhung	+ 10 %	€ / MWh	300,15
	+ 20 %	€ / MWh	306,35

Variante B / Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel		Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten		€ / a	988.462
2. Verbrauchsgebundene Kosten		€ / a	1.174.979
3. Betriebsgebundene Kosten		€ / a	702.210
4. Gesamte Jahreskosten		€ / a	2.865.652
5. Vergütung aus Stromerzeugung		€ / a	0
6. Gesamte Jahresrestkosten		€ / a	2.865.652
7. Gesamt-Wärmeverbrauch Netto		MWh / a	20.203
8. spez. Wärme(rest)kosten		**€ / MWh**	**141,84**
9. Brennstoffkosten-Erhöhung	+ 25 %	€ / MWh	156,38
	+ 50 %	€ / MWh	170,92
10. Investitionskosten-Erhöhung	+ 10 %	€ / MWh	146,74
	+ 20 %	€ / MWh	151,63

05.03.2025

„Lenzhahner-Weg"

Anlage 2

W i r t s c h a f t l i c h k e i t s r e c h n u n g - spezifische Wärme(rest)kosten -

Variante C / Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel		Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten		€ / a	1.011.377
2. Verbrauchsgebundene Kosten		€ / a	965.009
3. Betriebsgebundene Kosten		€ / a	729.331
4. Gesamte Jahreskosten		€ / a	2.705.717
5. Vergütung aus Stromerzeugung		€ / a	0
6. Gesamte Jahresrestkosten		€ / a	2.705.717
7. Gesamt-Wärmeverbrauch Netto		MWh / a	20.203
8. spez. Wärme(rest)kosten		**€ / MWh**	**133,93**
9. Brennstoffkosten-Erhöhung	+ 25 %	€ / MWh	145,87
	+ 50 %	€ / MWh	157,81
10. Investitionskosten-Erhöhung	+ 10 %	€ / MWh	138,93
	+ 20 %	€ / MWh	143,94

LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Berechnung Primärenergiefaktor aus Planungsdaten (Soll) gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Kapitel 6

Variante		A	B	C
		BHKW (25 % Erdgas / 75 % Biomethan) 2 x 1.566 kW_{th} / 1.521 kW_{el} + Niedertemperaturkessel (Erdgas) 2 x 1.950 kW	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage (Holzhackschnitzel) 2 x 1.700 kW + Niedertemperaturkessel (Erdgas) 2 x 1.950 kW**	**Holzhackschnitzel-Kesselanlage (Holzhackschnitzel) 1 x 3.200 kW + 1 x 3.800 kW + Reservekessel (Heizöl) 1 x 2.000 kW**
Anlagenbeschreibung		Wärmeversorgung für Projekt: Lenzhahner-Weg, zentral durch 2 x BHKW (Erdgas / Biomethan) und 2 x Spitzenkessel (Erdgas)	Wärmeversorgung für Projekt: Lenzhahner-Weg, zentral durch 2 x Holzhackschnitzelkessel (Holzhackschnitzel) und 2 x Spitzenkessel (Erdgas)	Wärmeversorgung für Projekt: Lenzhahner-Weg, zentral durch 2 x Holzhackschnitzelkessel (Holzhackschnitzel) und 1 x Reservekessel (Heizöl)
1. Verbrauchsdaten Areal				
Wärmeverbrauch	MWh / a	20.203	20.203	20.203
Wärmeerzeugung	MWh / a	22.021	22.021	22.021
Netzverluste	MWh / a	1.818	1.818	1.818
	%	9,0%	9,0%	9,0%
2. Erzeugungs- und Verbrauchsdaten BHKW und Holzhackschnitzelkessel				
Wärmeleistung	kW	3.132	3.400	6.785
Elektrische Leistung	kW	3.042	-	-
Nutzungsgrad thermisch	%	45,7%	91,0%	92,0%
Nutzungsgrad elektrisch	%	44,4%	-	-
Nutzungsgrad gesamt	%	90,1%	91,0%	92,0%
Stromkennziffer		0,97	-	-
Vollbenutzungsstunden	h / a	12.286	11.761	6.762
Wärmeerzeugung	MWh / a	19.240	19.993	22.021
Stromerzeugung (Netto)	MWh / a	18.687	-	-
Brennstoffverbrauch (Erdgas / Hackschnitzel)	MWh / a	10.529	22.092	24.067
Brennstoffverbrauch Biomethan	MWh / a	31.587	-	-
Hilfsenergie (Strom)	MWh / a	330	385	275
KWK-Deckungsanteil	-	0,87	-	-
3. Erzeugungs- und Verbrauchsdaten Spitzenkessel				
Wärmeleistung	kW	3.654	3.385	2.000
Nutzungsgrad thermisch	%	89,0%	89,0%	89,0%
Vollbenutzungsstunden	h / a	761	599	0
Wärmeerzeugung	MWh / a	2.781	2.028	0
Brennstoffverbrauch (Erdgas)	MWh / a	3.125	2.279	1
4. Primärenergiefaktoren Brennstoff (gemäß FW 309 Teil 1, Anhang A)				
PE-Faktor Erdgas	-	1,1	1,1	1,1
PE-Faktor Biomethan	-	0,5	-	-
PE-Faktor Holzhackschnitzel	-	-	0,2	0,2
PE-Faktor verdrängter Strom	-	2,8	-	-
PE-Faktor Strom Bezug	-	-	1,8	1,8
5. Primärenergiefaktor Erzeugung (gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Kapitel 6)				
PE-Faktor Gesamtanlage (errechnet nach AGFW)	-	-1,02	0,38	0,26
PE-Faktor Gesamtanlage (anzuwenden nach GEG)	**-**	**0,30**	**0,38**	**0,26**

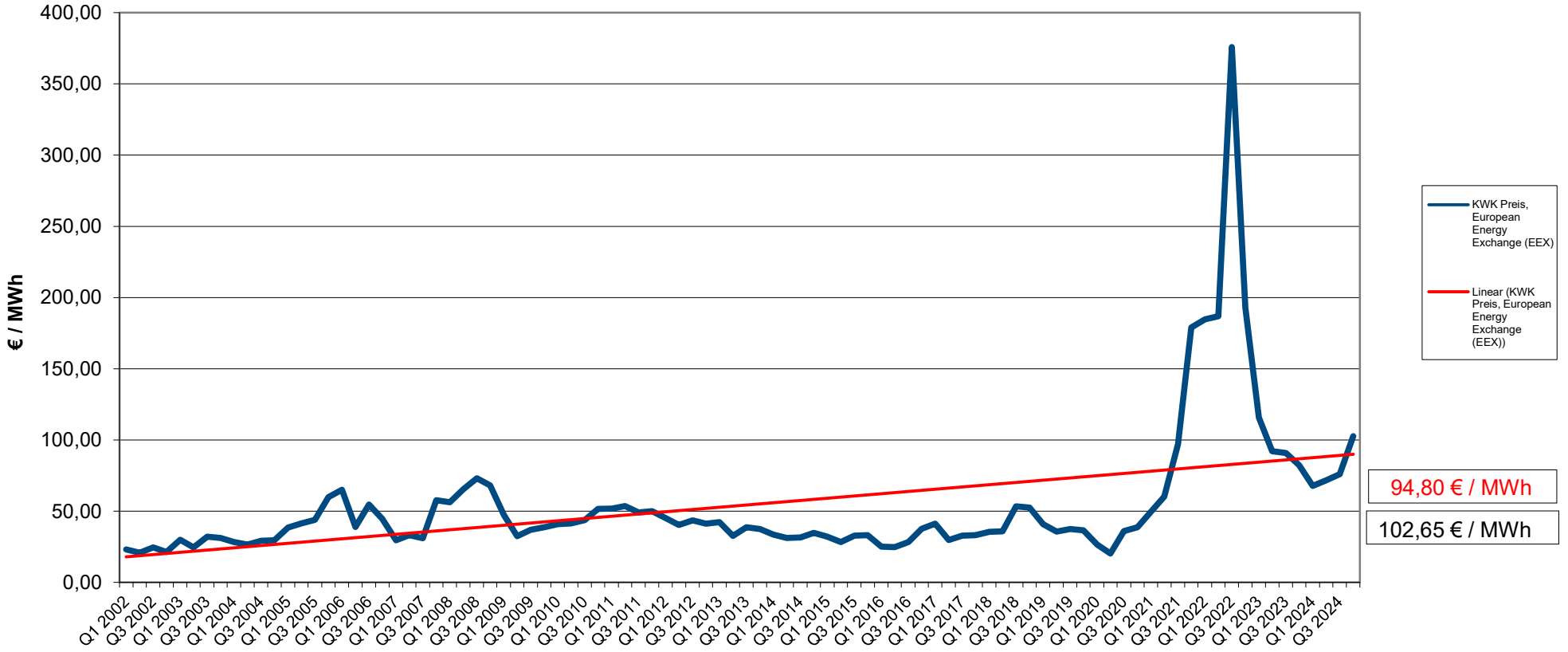
LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen

Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen

Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Entwicklung des KWK-Index (Strombörse EEX Leipzig)

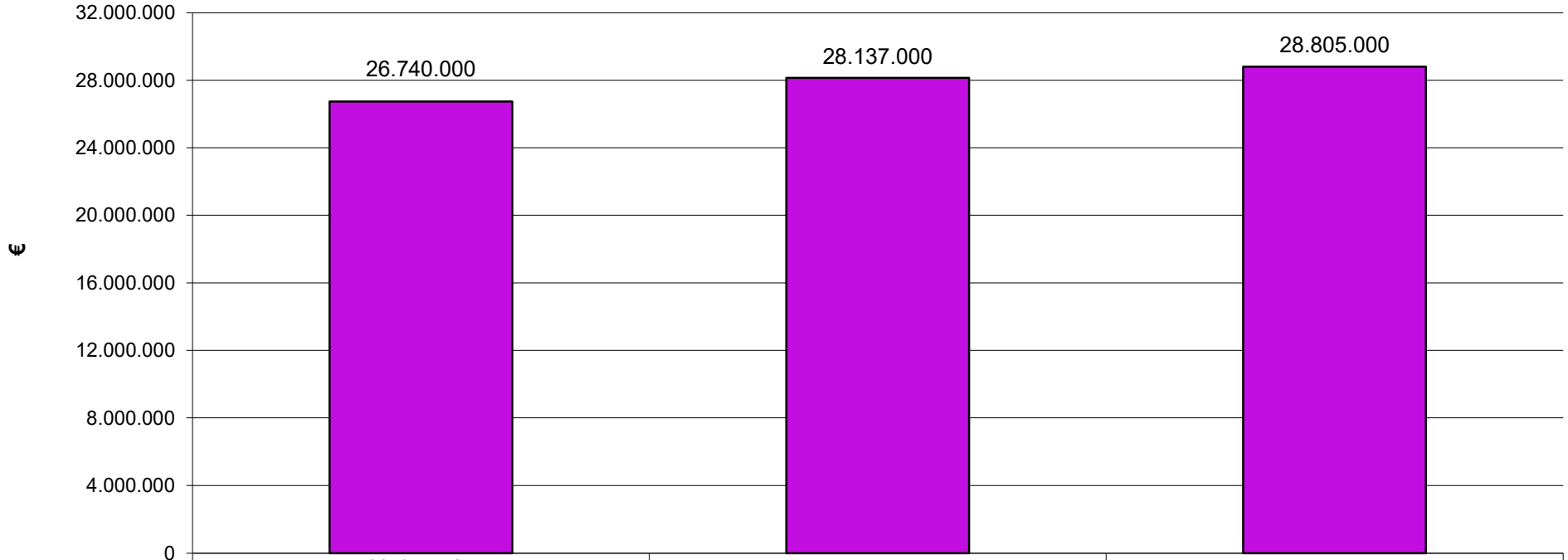


LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Datum: 05.03.2025
Anlage: 4

Investitionskosten (ohne Förderung)

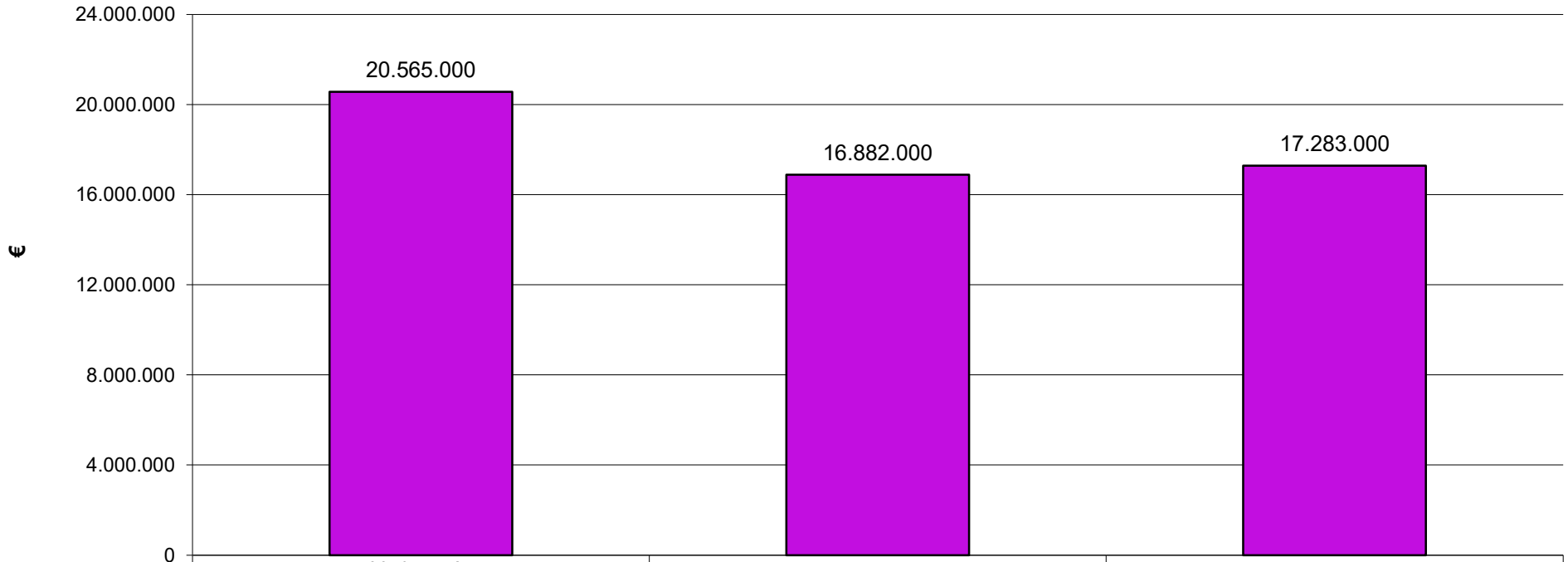


	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel
Investitionskosten	26.740.000	28.137.000	28.805.000
Abweichung	0 %	5 %	8 %

LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

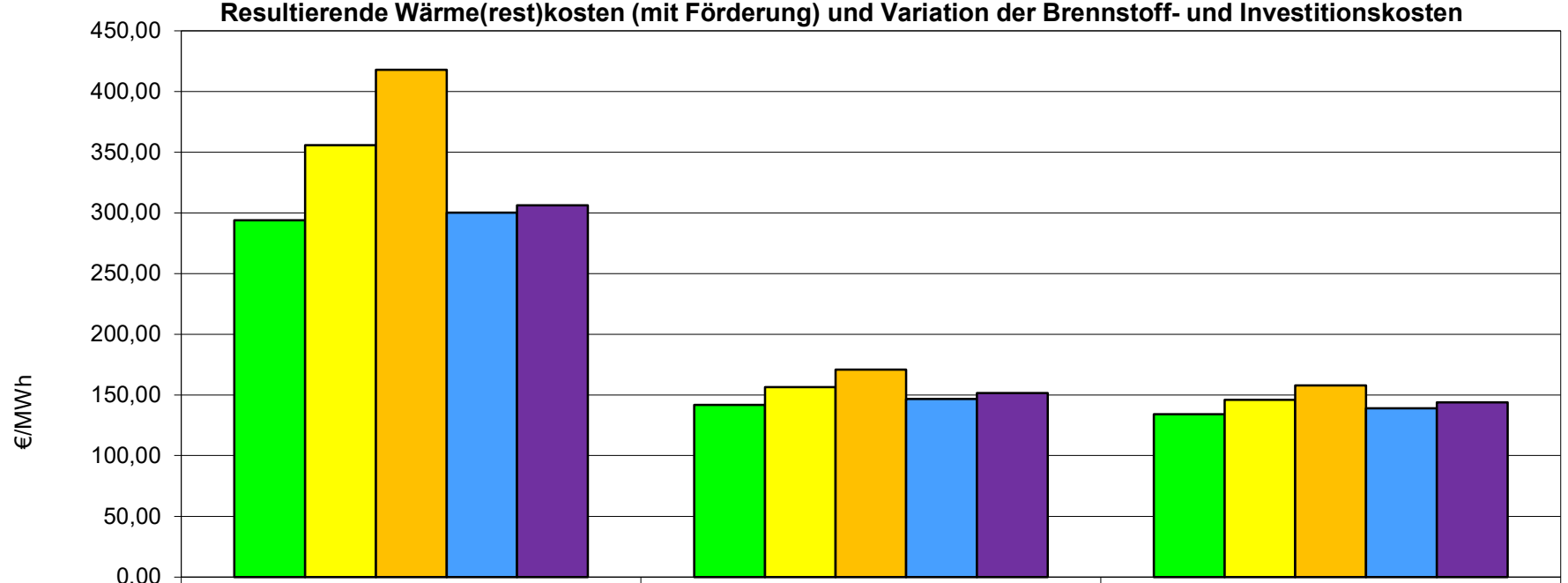
Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Investitionskosten (mit Förderung)



	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel
Investitionskosten	20.565.000	16.882.000	17.283.000
Abweichung	0 %	-18 %	-16 %

Varianten A - C der Wärmeversorgung
Resultierende Wärme(rest)kosten (mit Förderung) und Variation der Brennstoff- und Investitionskosten



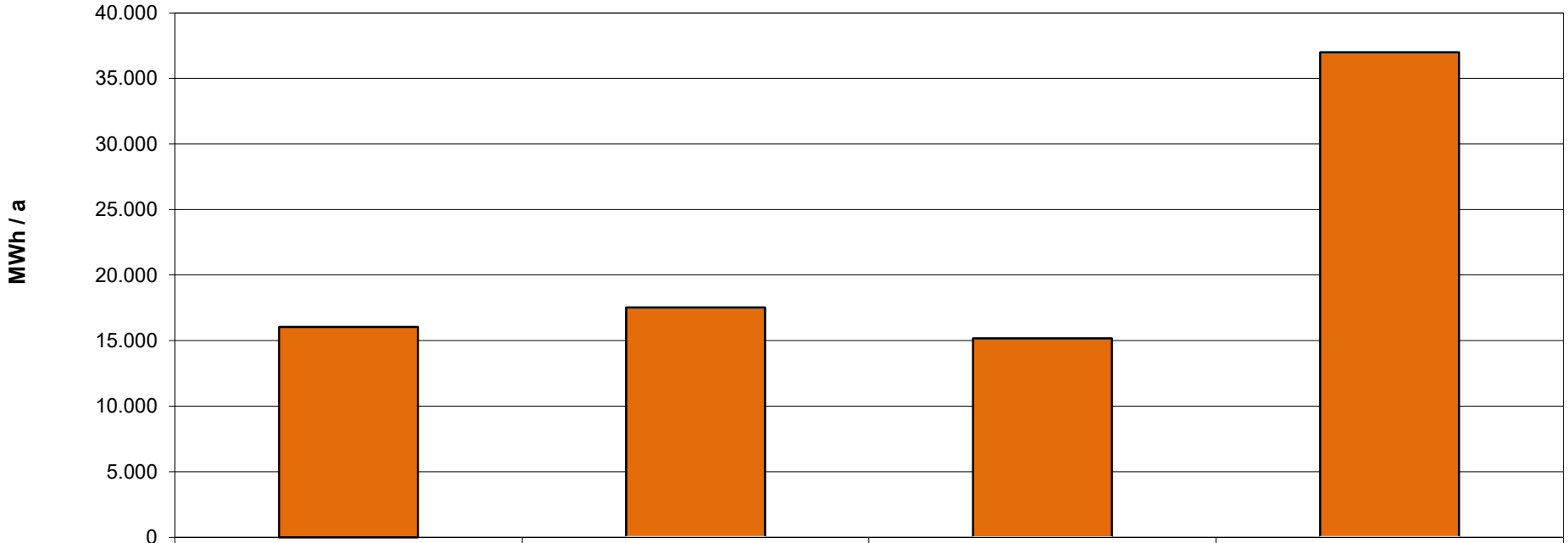
	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel
Spez. Wärme(rest)kosten	293,94	141,84	133,93
Brennstoffkosten + 25 %	355,86	156,38	145,87
Brennstoffkosten + 50 %	417,78	170,92	157,81
Investitionskosten + 10 %	300,15	146,74	138,93
Investitionskosten + 20 %	306,35	151,63	143,94

LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Datum: 05.03.2025
Anlage: 4

Primärenergieeinsatz bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen (nicht erneuerbare Energieträger)

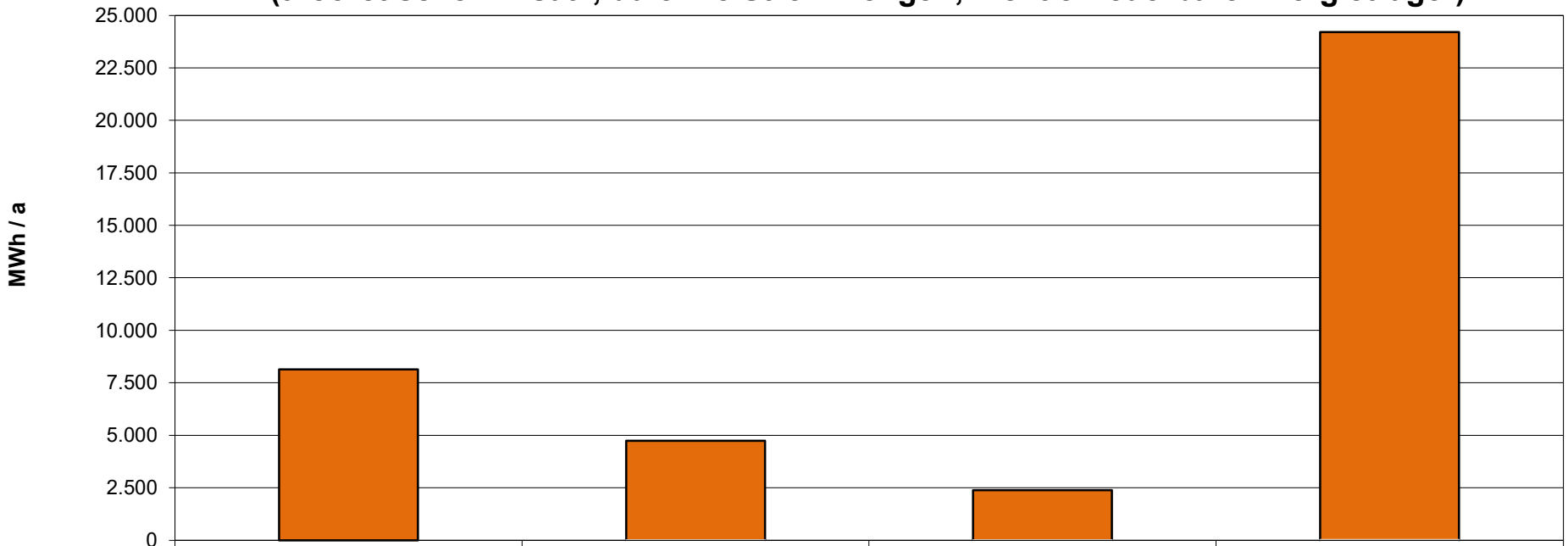


	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
Primärenergieeinsatz	16.049	17.523	15.173	36.995
Abweichung	0%	9%	-5%	131%

LUP Ingenieurgesellschaft mbH
Bergius Gewerbeforum • Bergiusstraße 15 • 86199 Augsburg

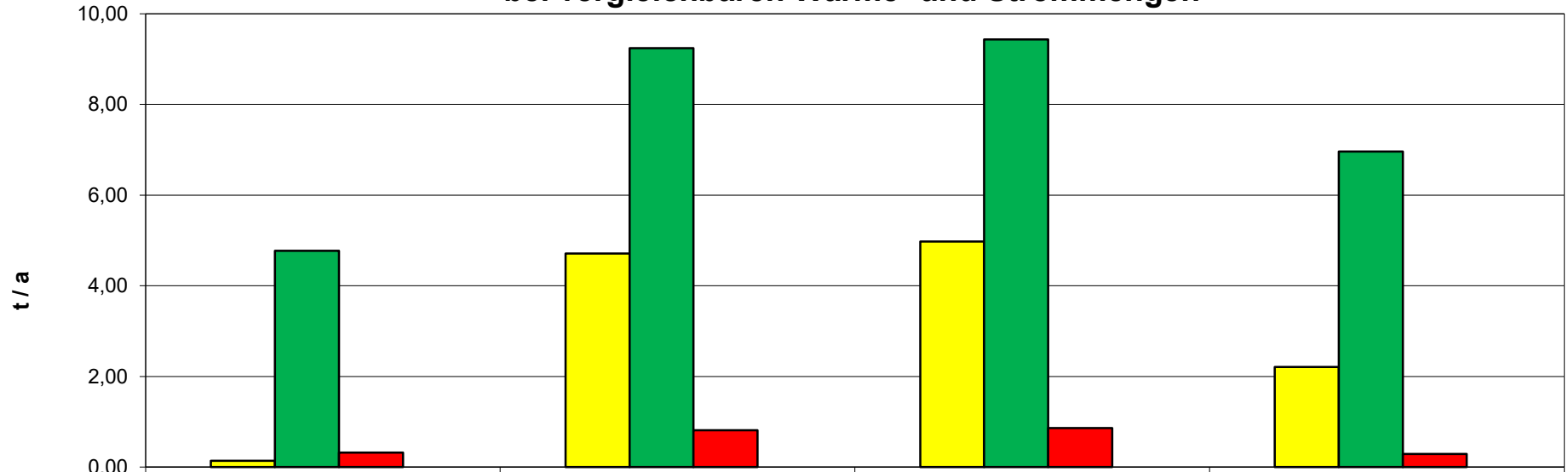
Kunde: Gemeinde Niedernhausen, Wilrijkplatz, 65527 Niedernhausen
Projekt: Konzeptstudie Nahwärmeversorgung „Lenzhahner-Weg" in Niedernhausen
Leistungs- bzw. Projektphase: Konzeptphase

Primärenergieeinsatz
nur bei vergleichbaren Wärmemengen
(theoretischer Ansatz, da ohne Strommengen; nicht erneuerbare Energieträger)



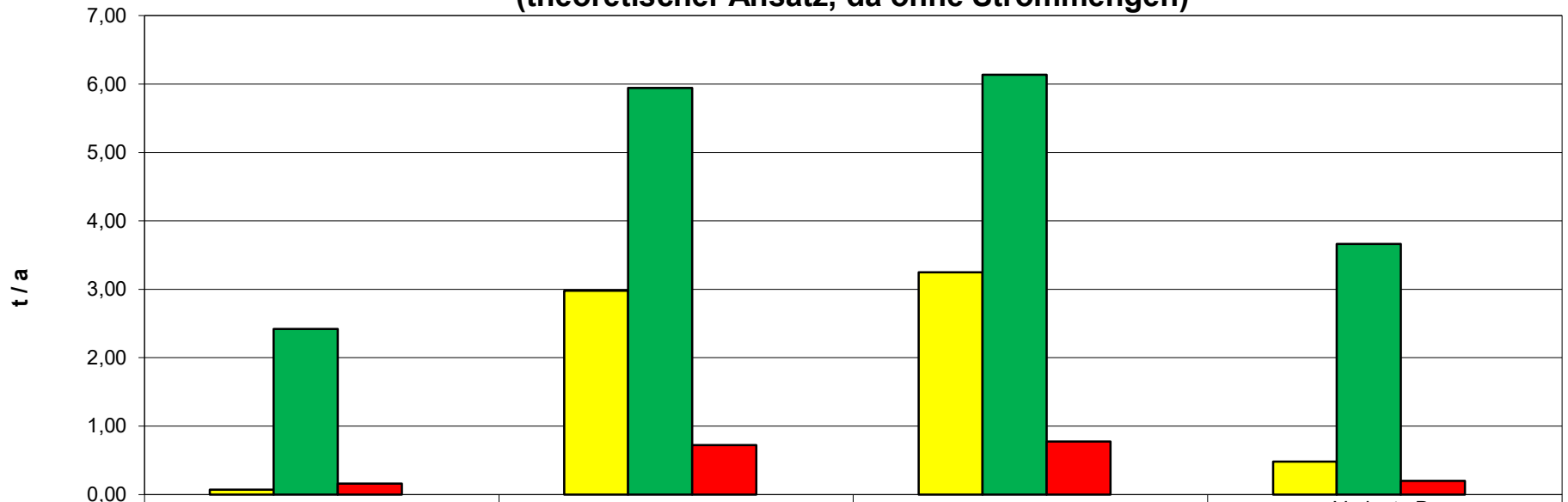
	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
Primärenergieeinsatz	8.140	4.731	2.381	24.203
Abweichung	0%	-42%	-71%	197%

Luftschadstoff-Emissionen bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen



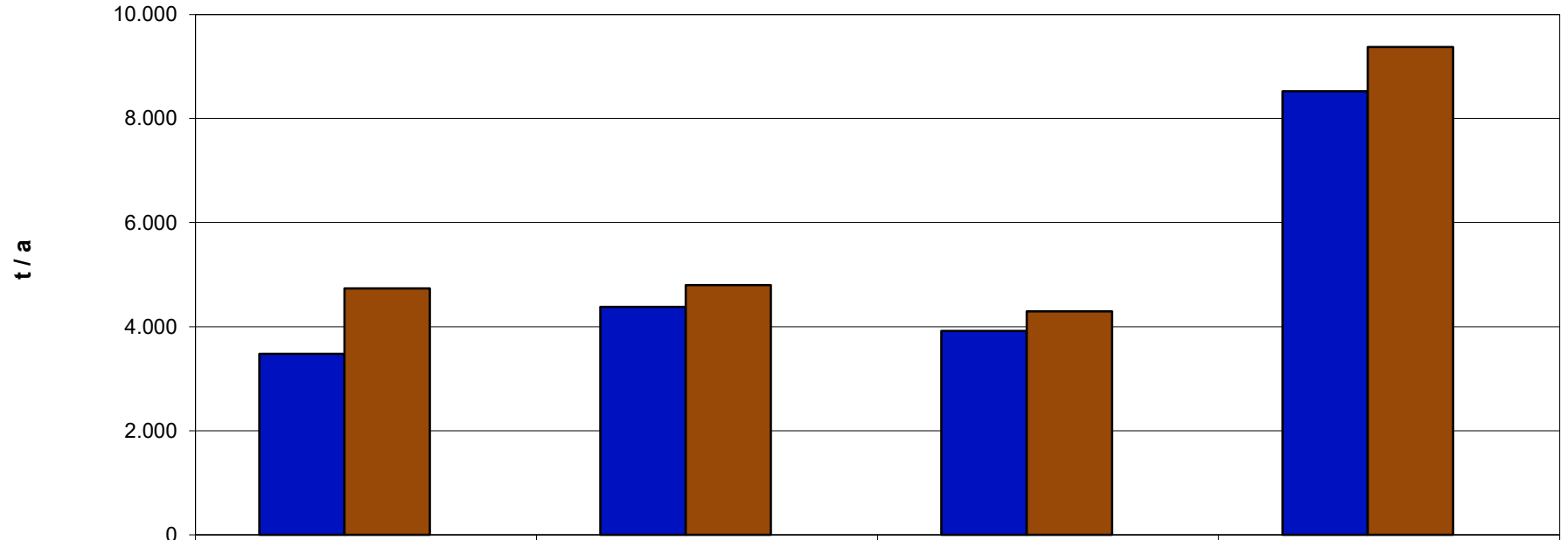
	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
SO2	0,14	4,71	4,98	2,21
Abweichung SO2	0%	3.357%	3.552%	1.522%
NOx	4,77	9,24	9,44	6,96
Abweichung NOx	0%	94%	98%	46%
Staub	0,32	0,81	0,86	0,29
Abweichung Staub	0%	157%	172%	-8%

Luftschadstoff-Emissionen nur bei vergleichbaren Wärmemengen, (theoretischer Ansatz, da ohne Strommengen)



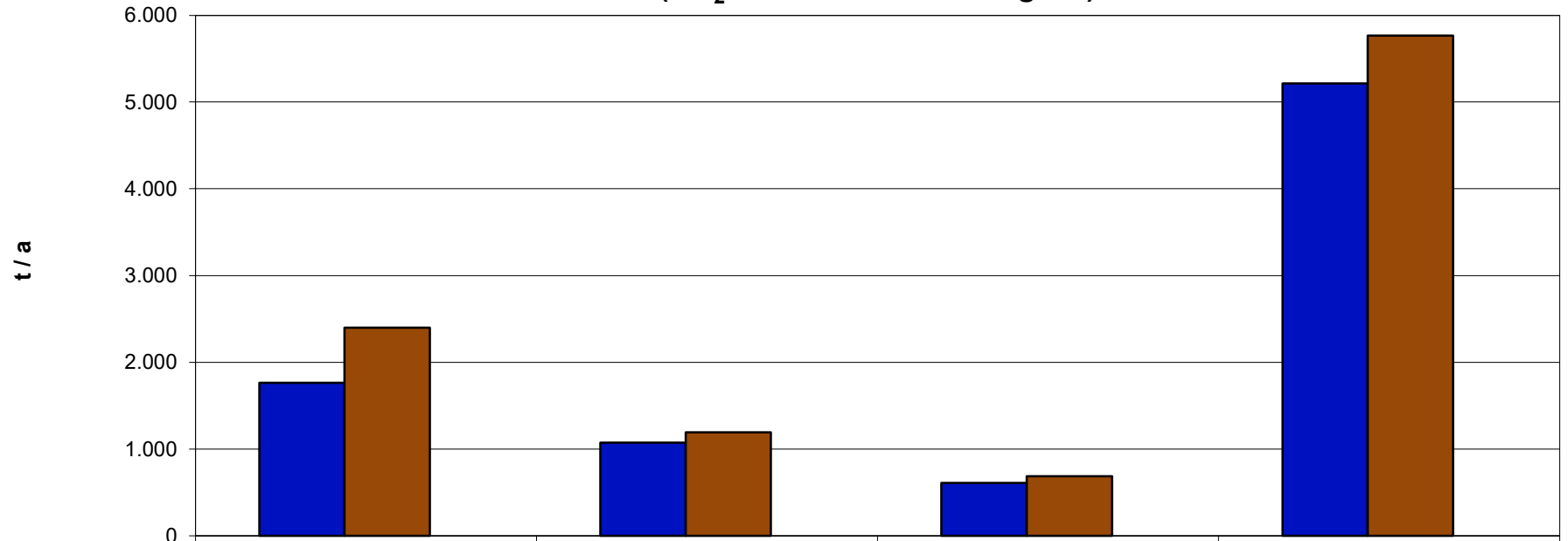
	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
SO2	0,07	2,98	3,25	0,48
Abweichung SO2	0%	4.214%	4.599%	596%
NOx	2,42	5,94	6,14	3,66
Abweichung NOx	0%	146%	154%	51%
Staub	0,16	0,72	0,77	0,20
Abweichung Staub	0%	351%	382%	26%

Treibhausgas-Emissionen bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen (CO_2 + weitere Treibhausgase)



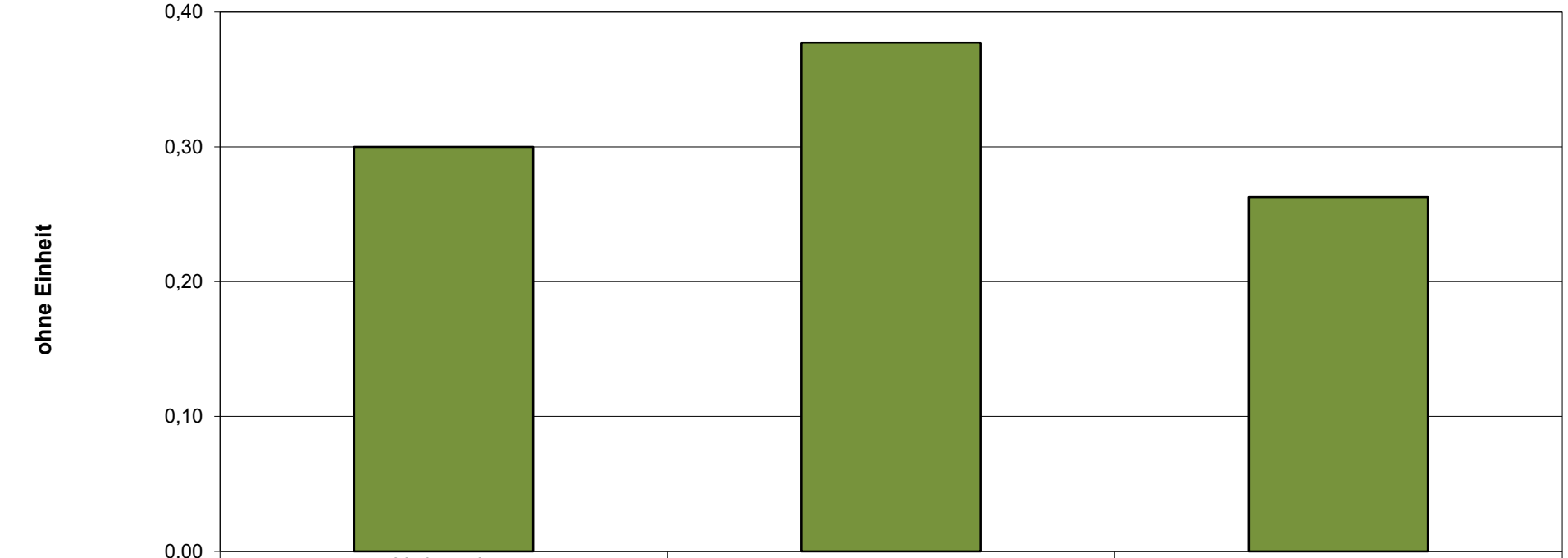
	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
Summe CO2	3.476	4.381	3.918	8.521
Abweichung Summe CO2	0%	26%	13%	145%
Summe CO2-Äquivalente	4.732	4.801	4.293	9.372
Abweichung Summe CO2-Ä.	0%	1%	-9%	98%

Treibhausgas-Emissionen nur bei vergleichbaren Wärmemengen, theoretischer Ansatz, da ohne Strommengen (CO_2 + weitere Treibhausgase)



	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel	Variante D: Bestands Gebäude Niedernhausen 70 % Erdgas-Heizkessel 20 % Heizöl-Heizkessel 10 % elektr. Wärmepumpe
Summe CO2	1.763	1.073	610	5.212
Abweichung Summe CO2	0%	-39%	-65%	196%
Summe CO2-Äquivalente	2.400	1.193	685	5.764
Abweichung Summe CO2-Ä.	0%	-50%	-71%	140%

Primärenergiefaktoren bei vergleichbaren Wärme- und Strommengen



	Variante A: BHKW (25% Erdgas / 75% Biomethan) mit Spitzenkessel	Variante B: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Spitzenkessel	Variante C: Holzhackschnitzel-Kesselanlage mit Reservekessel
Primärenergiefaktor	0,30	0,38	0,26
Abweichung	0 %	26 %	-12 %

Allgemeines zur Nahwärme-Trasse (Annahmen)

- **Haupttrasse inkl. Abgängen zu Nebentrassen:** Kunststoffmantelrohr (KMR), Einzelrohr (ER), Logstor Serie 2 oder Isoplus 1 x verstärkt, erdverlegt
- **Auslegungstemperatur:** 80°C, gewählte Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf 30°C
- **Betriebstemperatur:** Max. 80°C
- **Gleichzeitigkeitsfaktor:** Der angesetzte Gleichzeitigkeitsfaktor für das gesamte Untersuchungsgebiet beträgt 0,5. Für die Vorauslegung wurde jedoch, abhänging von der Anzahl der Gebäude, eine abgestufte Berechnung durchgeführt.

Nahwärme-Trassenlängen

+	Summe NW-Haupttrasse	= 7.105 Tr.m
	Summe NW-Hausanschlüsse*	= 6.961 Tr.m
+ +	Summe NW-Haupttrasse inkl. Summe NW-Hausanschlüsse*	= 14.066 Tr.m
	Summe Anzahl NW-Hausanschlüsse	= 456 Stk.

*Inklusive einer Länge um 0,4 Tr. m pro Hausanschluss zur Durchführung durch Gebäude-Außenmauer!

Nahwärmeversorgung
"Lenzhahner Weg" in Niedernhausen

BAUVORHABEN

PLANUNGSPHASE
Konzeptphase

NIEDERNHAUSEN
BAUHERRSCHAFT

BAUMASSNAHME NR.

ARCHITEKT

DATUM / UNTERSCHRIFT

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Bergius Gewerbeforum
Bergiusstr. 15
86199 Augsburg
Telefon: +49.821.65060650
Telefax: +49.821.65060659
E-Mail: info@lup-ing.eu
Url: www.lup-ing.eu

Energetische Quartierslösungen
Wärme- und Kältenetze
Heiz- und Energiezentralen
Contracting-Unterstützung
Energiekonzepte und Studien
Mängel- und Schadensaufnahme

INGENIEURBÜRO

Freigegeben
05.03.2025 / M.Linkersdörfer
DATUM / UNTERSCHRIFT

Geprüft
05.03.2025 / M.Linkersdörfer
DATUM / UNTERSCHRIFT

Gezeichnet
04.03.2025 / T. Gut
DATUM / UNTERSCHRIFT

NIEDERNHAUSEN
ANERKANNT DER NUTZER

DATUM / UNTERSCHRIFT

Nahwärme-Trassenplan
mit Hausanschlüssen

BEZEICHNUNG

MAßSTAB
o. M.

NT-01
BLATT NR.:

Einfamlienhäuser (EFH)

A | klein

C | normal

Bungalows (BG)

G | normal

H | groß

Reihenhäuser (RH)

L | normal

Zweifamilienhäuser (ZFH)

N | normal

Mehrfamilienhäuser (MFH)

Q | klein

S | mittel

T | groß

Sondergebäude (SG, Auszug)

5 | Wohngebäude

8 | Wohngebäude

9 | Wohngebäude

14 | Wohngebäude

© LUP Ingenieurgesellschaft mbH

NIEDERNHAUSEN

Gemeinde Niedernhausen
Wilrijkplatz
65527 Niedernhausen

Übersicht Gebäudetypen
Konzeptstudie zur Nahwärmeversorgung
"Lenzhahner - Weg" in Niedernhausen

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Konzeptphase	o.M.	05.03.2025	ÜG-001	Geprüft / Freigegeben: M. Linkersdörfer Gezeichnet: D.Akay

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Bergius Gewerbeforum
Bergiusstr. 15
86199 Augsburg
Telefon: +49.821.65060650
Telefax: +49.821.65060659
E-Mail: info@lup-ing.eu
Url: www.lup-ing.eu

Energetische Quartierslösungen
Wärme- und Kältenetze
Heiz- und Energiezentralen
Contracting-Unterstützung
Energiekonzepte und Studien
Mängel- und Schadensaufnahme

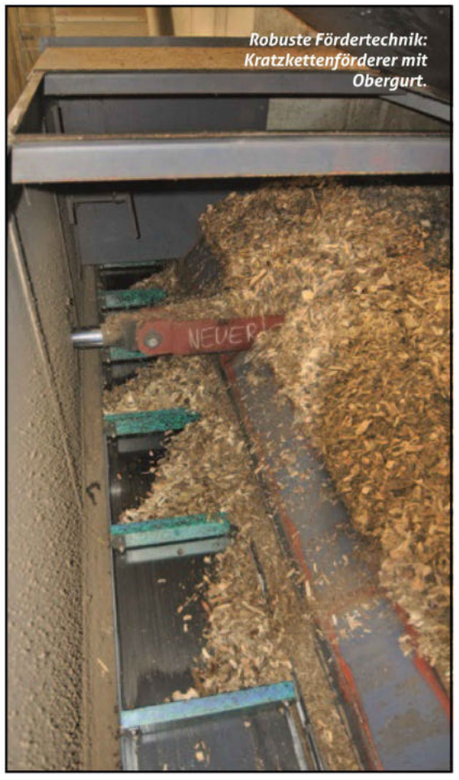
Pufferspeicher:
zwei mit je 60.000 Liter.

Zur Sicherheit:
ein Heizölkessel
mit 1,6 Mega-
watt Leistung.
Fotos: Meier

Die kleine 360-Kilowatt-
Feuerung im Hintergrund
dient zur Deckung der
Spitzenlast, die 900-Kilo-
watt-Feuerung stemmt
die Hauptlast.

Die Holzhackschnitzel
stammen aus der Region.

Das Hackschnitzellager ist mit
einem Schubboden ausgestattet.



Robuste Fördertechnik:
Kratzkettenförderer mit
Obergurt.

Quelle: schmid-energy

© LUP Ingenieurgesellschaft mbH

NIEDERNHAUSEN

Gemeinde Niedernhausen
Wilrijkplatz
65527 Niedernhausen

Fotoplan - Variante C
Konzeptstudie zur Nahwärmeversorgung "Lenzhahner - Weg" in Niedernhausen

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Konzeptphase	o.M.	05.03.2025	FP-001	Geprüft / Freigegeben: M. Linkersdörfer Gezeichnet: D.Akay

LUP Ingenieurgesellschaft mbH

Bergius Gewerbeforum
Bergiusstr. 15
86199 Augsburg
Telefon: +49.821.65060650
Telefax: +49.821.65060659
E-Mail: info@lup-ing.eu
Url: www.lup-ing.eu

Energetische Quartierslösungen
Wärme- und Kältenetze
Heiz- und Energiezentralen
Contracting-Unterstützung
Energiekonzepte und Studien
Mängel- und Schadensaufnahme