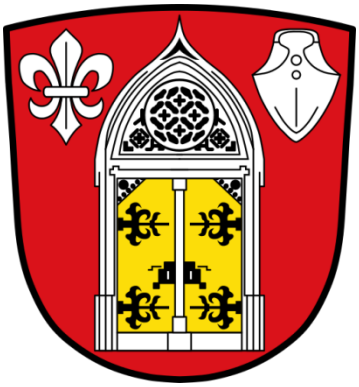
COPLAN AG
Generalplaner
Architekten
Ingenieure

Gemeinde Lohkirchen



Abschlussbericht

Machbarkeitsstudie

Fernwärmeversorgung gemeindlicher und kommunaler Gebäude

Stand: 31.01.2018

Andreas Huber, M.Sc.

Projekt-Nr. 33612

COPLAN AG
Hofmark 35, 84307 Eggenfelden

Tel. +49 (8721) 705-0
Fax +49 (8721) 705-105

COPLAN AG
Generalplaner
Architekten
Ingenieure

Prüfvermerk

Abschlussbericht Machbarkeitsstudie

Gemeinde Lohkirchen
Fernwärmeversorgung gemeindlicher und kommunaler Gebäude

Entwurfsverfasser: **COPLAN AG** Hofmark 35, 84307 Eggenfelden Eggenfelden, 31.01.2018 ..... Andreas Huber, M.Sc.	**Bauherr:** **Gemeinde Lohkirchen, VG Oberbergkirchen** Hofmark 28, 84564 Oberbergkirchen Oberbergkirchen, ... Siegfried Schick, 1. Bürgermeister
	Geprüft:

COPLAN AG
Generalplaner
Architekten
Ingenieure

Abschlussbericht

Gemeinde Lohkirchen

Machbarkeitsstudie: Fernwärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG 1

2 BESTANDSANALYSE 2

2.1 Aufgabenstellung 2

2.2 Datenerfassung 4

3 POTENZIALANALYSE 13

4 KONZEPTENTWICKLUNG 17

4.1 Wärmeerzeugung 18

4.2 Variante 1: Wärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude 20

4.3 Variante 2: Wärmeversorgung kommunaler Gebäude 25

5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG 29

5.1 Variante 1 31

5.2 Variante 2 33

5.3 Weiterführende Untersuchung 35

6 ORGANISATION UND FÖRDERUNG 39

6.1 Organisation 39

6.2 Informationen zur Vertragsgestaltung 40

6.3 Fördermittel 43

7 HANDLUNGSEMPFEHLUNG 45

7.1 Zusammenfassende Stellungnahme 45

7.2 Maßnahmen- und Zeitplan 46

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS 47

COPLAN AG
Generalplaner
Architekten
Ingenieure

Abschlussbericht

Gemeinde Lohkirchen

Machbarkeitsstudie: Fernwärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

Abschlussbericht

Gemeinde Lohkirchen

Machbarkeitsstudie: Fernwärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Gemeinde Lohkirchen will durch den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung auf Basis regenerativer Energieträger eine Verbesserung der Energie- und CO_2-Bilanz erreichen. Hierzu soll eine nachhaltige und ökologisch sowie ökonomisch sinnvolle Lösung zur möglichen Realisierung gefunden werden.
Daher plant man im Zuge der Sanierung des ehemaligen Raiffeisengebäudes den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung auf Basis regenerativer Energieträger für kommunale und kirchliche Liegenschaften im Ortskern von Lohkirchen.
Das zu sanierende Gebäude wird zu einem Mehrfamilienhaus umgebaut und soll gleichzeitig als Fernwärmezentrale dienen, in der eine zentrale Heizanlage mit Brennstoff- sowie Pufferspeicher eingebaut sind.

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie werden unterschiedliche Möglichkeiten einer zentralen Wärmeversorgung für die kommunalen und kirchlichen Gebäude in Lohkirchen untersucht und miteinander verglichen. Die vorliegende Untersuchung dient als Umsetzungsbegleitung zum Projektvorschlag 125B100 aus dem Energienutzungsplan des Landkreises Mühldorf, der im Jahr 2015 fertiggestellt wurde.
Basierend auf persönlich abgefragten Angaben der potentiellen Wärmeabnehmer zum Energiebedarf, werden unterschiedliche Varianten bewertet. Weiterhin beinhaltet die Studie zudem eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen hinsichtlich der gesetzlichen Voraussetzungen sowie der aktuellen Marktlage. Als Ergebnis liefert diese Studie somit eine Grundlage für weitere Entscheidungsschritte hinsichtlich einer möglichen Umsetzung.

Nach Darstellung der Bestandssituation und einer ersten Potenzialanalyse zur Umsetzung ergibt sich die Tatsache, dass ein ausreichend großer Wärmebedarf bei relativ kurzer Leitungslänge vorgefunden wird. Technische Restriktionen sind vorhanden, jedoch unter finanziellem Mehraufwand lösbar.
Die Betrachtung der ökonomischen Einflussfaktoren ergibt für die bevorzugte Variante einer zentralen Wärmeversorgung mit einer Pelletheizung Wärmegestehungskosten von 151 €/MWh. Dieser Wert erscheint zunächst relativ hoch, bei genauerer Betrachtung ist damit jedoch eine wirtschaftliche Umsetzung grundsätzlich nicht ausgeschlossen.

Nach Abwägung aller dargestellten Fakten und Hindernisse gilt es zu beschließen, ob eine Umsetzung seitens der Gemeinde Lohkirchen als sinnvoll erachtet wird.

2 BESTANDSANALYSE

2.1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Lohkirchen plant, das ehemalige Lagerhaus der Raiffeisen in der Hauptstraße 2 zu sanieren und einer neuen Nutzung zuzuführen. Es handelt sich dabei um einen denkmalgeschützten früheren Ökonomiestadel des Pfarrhofs. Das momentan als Unterkunft für anerkannte Asylbewerber genutzte Gebäude soll zu einem Mehrfamilienhaus umgebaut werden. Im Zuge der Sanierung ist der Einbau einer neuen Heizungsanlage unerlässlich.

Das Gebäude befindet sich relativ zentral im Ort und in dessen Umgebung findet man mehrere kommunale Gebäude. Daher wurde im Energienutzungsplan des Landkreises Mühldorf die Projektidee für ein Wärmeverbundsystem entwickelt. Durch den Umbau ergibt sich die Möglichkeit zum Einbau einer Fernwärmezentrale einschließlich eines Brennstoff- und Pufferspeichers, woraus auch die umliegenden kommunalen und kirchlichen Einrichtungen mit Wärme versorgt werden können.

Abbildung 1 zeigt den Projektumgriff innerhalb des Ortes Lohkirchen.

Abbildung 1: Projektumgriff in Lohkirchen (Quelle: Eigene Darstellung, Geodaten)

Ausgangspunkt für die Konzeptentwicklung ist die Sanierung des genannten Gebäudes, in welchem zukünftig mehrere Wohneinheiten untergebracht werden sollen. Hier gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Einbau von 4-5 Wohnungen im Erdgeschoss
- Höhenniveau wie jetziger Bankteil
- Keller wird bis auf dieses Niveau verfüllt
- Zwischenböden im ehemaligen Lagerhausteil werden entfernt
- Zugang bleibt an jetziger Stelle bestehen
- Im OG: Nur Wohnungen im jetzigen Bankteil
- Restliches OG wird voraussichtlich nicht ausgebaut
- Möglichkeit zur Nutzung als Brennstoffspeicher ist zu prüfen
- Einbau der Heizungsanlage in ehemaliger Durchfahrt ist zu prüfen

Folgende kommunale und kirchliche Einrichtungen kommen als Wärmeabnehmer in Frage:

- Ehemaliges Raiffeisengebäude als Mehrfamilienhaus
- Gemeindekanzlei und Schulungsraum
- Pfarrheim
- Kirche Mariä Himmelfahrt
- Grundschulgebäude
- Kindergarten mit Kindertagesstätte

In der Konzeptstudie wird die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der beschriebenen Maßnahme untersucht.

2.2 Datenerfassung

Als Datengrundlage dienen die von der Gemeinde übergebenen Energieverbrauchswerte der betroffenen Liegenschaften sowie die Angaben aus der Pfarrei zum Wärmeverbrauch der Kirche und des Pfarrheims.
Im Rahmen einer Ortsbegehung mit Besichtigung aller Gebäude und Bestandsaufnahme der bestehenden Heiztechnik wurden weitere Informationen zur Umgebung und zu den lokalen Gegebenheiten gesammelt.

Gemeindekanzlei und Pfarrheim (Hauptstraße 6a und 6b)

An der Hauptstraße befindet sich ein Gebäude (Abbildung 2), in dem im südlichen Bereich das Pfarrheim und im nördlichen Bereich die Gemeindekanzlei untergebracht sind.

Abbildung 2: Gemeindekanzlei und Pfarrheim

Abbildung 3 zeigt die beiden Heizungsanlagen im zusammenhängenden Gebäude. In der Gemeindekanzlei konnte die bestehende Anlage besichtigt werden. Es handelt sich dabei um folgendes Fabrikat.

Heizungstyp: Wolf HU-3-37
Brennstoff: Heizöl
Herstellungsjahr: 1996
Wärmeleistung: 34-37 kW

Die Anlage im Pfarrheim konnte nicht direkt besichtigt werden. Laut Angaben der Pfarrei ist diese Heizungsanlage in etwa auf dieselbe Wärmeleistung dimensioniert. Es handelt sich ebenfalls um eine Ölheizung.

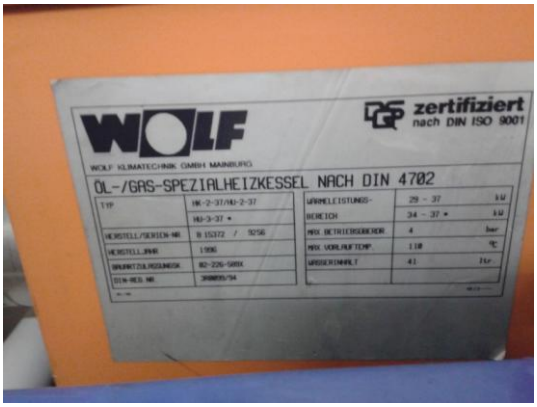


Abbildung 3: Heizungsanlagen in den beiden Gebäuden (links: Pfarrheim, rechts: Gemeindekanzlei)

Wichtig ist die Klärung der Rahmenbedingungen für die Anbindung des Heizsystems an eine mögliche Fernwärmeversorgung. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die jeweiligen Grundrisse der beiden Liegenschaften.

Der Heizraum in der Gemeindekanzlei befindet sich relativ zentral im Gebäude. Darin befinden sich neben der Heizung auch die Leitungen und Umwälzpumpen. Der Heizöltank befindet sich im Kellergeschoss. Genaue Details zur Anbindung sind im Zuge einer möglichen Detailplanung zu klären.

Im Pfarrheim befindet der Heizraum direkt neben der Eingangstür an einer Außenwand. Hier erscheint es gut möglich die Anbindung über eine Kernbohrung an der Außenwand zu gewährleisten. Auch hier befindet sich der Heizöltank unterhalb des Erdgeschosses.

Abschlussbericht
Gemeinde Lohkirchen
Machbarkeitsstudie: Fernwärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

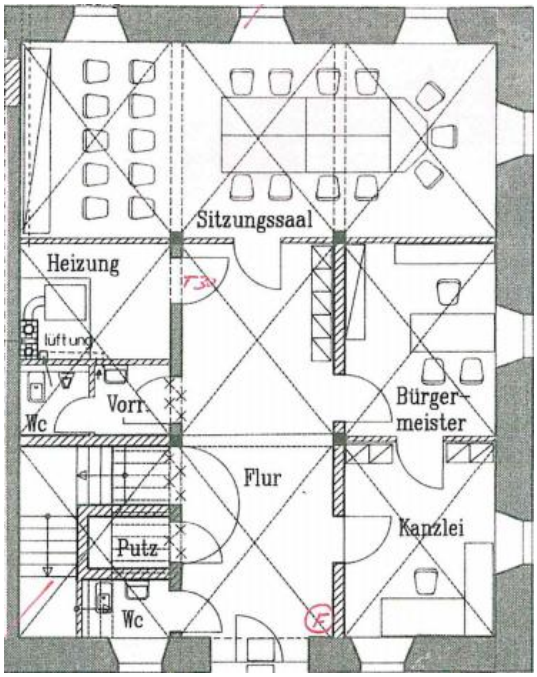


Abbildung 4: Grundriss Erdgeschoss Gemeindekanzlei (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

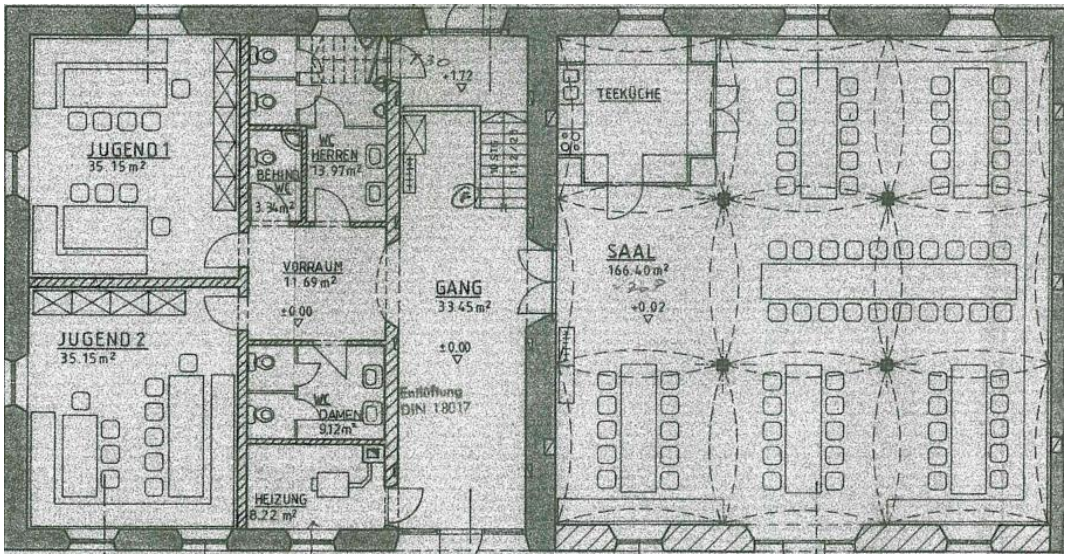


Abbildung 5: Grundriss Erdgeschoss Pfarrheim (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

Kirche Mariä Himmelfahrt

Die Kirche Mariä Himmelfahrt (Hauptstraße 8) befindet sich zentral in Lohkirchen neben dem Gebäude, in dem Gemeindekanzlei und Pfarrheim untergebracht sind (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: Kirche Mariä Himmelfahrt, Ansicht von der Hauptstraße mit Pfarrheim

Abbildung 7 zeigt von links nach rechts den Anschluss des Heizöltanks am Eingang der Kirche, den zu öffnenden Boden, um zur Heizungsanlage im Untergeschoss zu gelangen und die Heizungsanlage selbst. Es handelt sich um eine Ölheizung der Firma Aristotherm, die bereits im Jahr 1964 installiert wurde. Die Beheizung erfolgt über Warmluftkanäle in der Kirche.

Abbildung 7: Ansichten zur Heizung in der Kirche Mariä Himmelfahrt

Grundschule

Die Grundschule in Lohkirchen (Hauptstraße 5) gehört zum Schulverband Oberbergkirchen und befindet sich gegenüber der Kirche (Abbildung 8).

Abbildung 8: Grundschule in Lohkirchen

Abbildung 9 zeigt die bestehende Ölheizung im Kellergeschoss des Grundschulgebäudes. Es handelt sich dabei um folgendes Fabrikat.

Heizungstyp: Viessmann Vitola 200
Brennstoff: Heizöl
Herstellungsjahr: 2002, im Zuge der Generalsanierung
Wärmeleistung: 33-36 kW

Abbildung 9: Heizung in der Grundschule Lohkirchen

In Abbildung 10 ist die Lage des Heizraums im Grundriss des Schulgebäudes eingetragen, befindet sich jedoch im Kellergeschoss. Über eine Treppe, die vom Gehweg entlang der Hauptstraße zu erreichen ist, kann man in den Heizraum hinuntergelangen (vgl. Abbildung 11). Die Möglichkeit einer Anbindung an eine Fernwärmeleitung besteht durch die Leitungsverlegung entlang der Treppe und eine Kernbohrung zum Heizraum. Zu beachten ist hierbei jedoch die Grundstücksgrenze, die relativ nah an der Treppe verläuft.

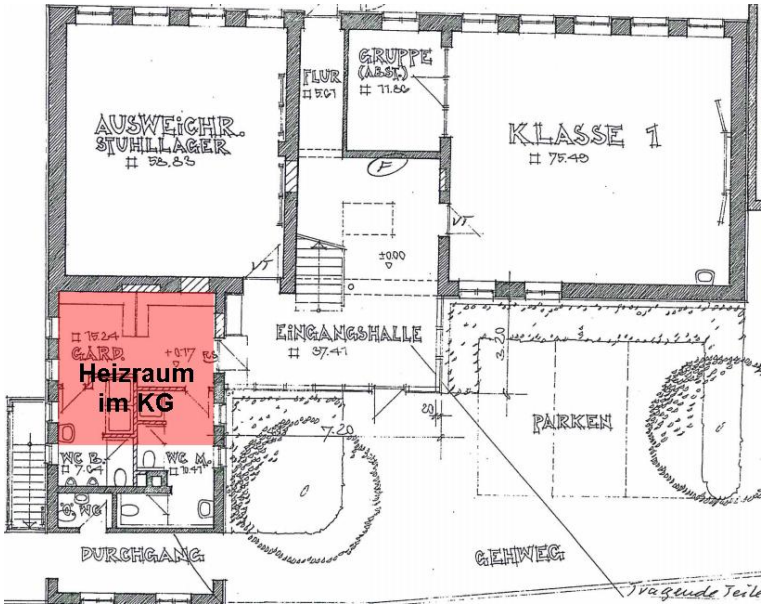


Abbildung 10: Grundriss Erdgeschoss Schule mit Lage des Heizraums im KG (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

Abbildung 11: Zugang zum Heizraum von der Treppe

Kindergarten mit Kindertagesstätte

Die Kindertagesstätte in Lohkirchen (Schulweg 7) befindet sich südlich des Schulgebäudes und liegt direkt an einem Spiel- und Sportplatz (Abbildung 12). Im Jahr 2011 wurde der bestehende Kindergarten um den Anbau einer Kinderkrippe erweitert.

Abbildung 12: Kindertagesstätte in Lohkirchen (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

Im Zuge der Erweiterung des Kindergartens im Jahr 2011 wurde auch eine neue Heizungsanlage eingebaut. Abbildung 13 zeigt die Heizungsanlage im Kellergeschoss des alten Kindergartens.

Abbildung 13: Heizung in der Kindertagesstätte Lohkirchen

Es handelt sich dabei um folgendes Fabrikat.

Heizungstyp: Viessmann Vitrondens 200-T
Brennstoff: Heizöl
Herstellungsjahr: 2011, im Zuge des Anbaus an den Kindergarten
Wärmeleistung: 19,6-23,9 kW

In Abbildung 14 ist die Lage des Heizraums im Kellergeschoss des Gebäudes ersichtlich. Für die Anbindung einer Fernwärmeleitung müsste die erdverlegte Leitung mit Hilfe einer Kernbohrung in den Heizraum im Kellergeschoss eingeführt werden.

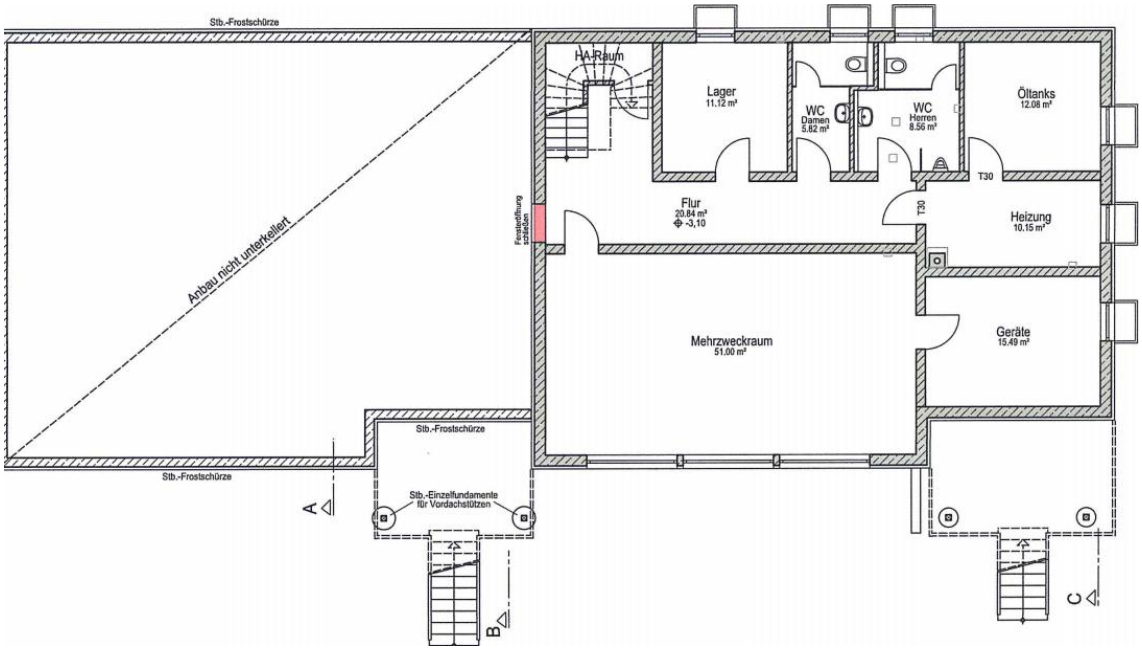


Abbildung 14: Grundriss Kellergeschoss Kindertagesstätte (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

Ermittlung des Wärmebedarfs

Basierend auf der Datenerhebung bei der Verwaltungsgemeinschaft Oberbergkirchen und der Pfarrei konnten, neben dem aktuellen Zustand der Heizsysteme, auch die durchschnittlichen jährlichen Verbrauchswerte ermittelt werden. Zur Ermittlung der notwendigen Wärmemenge und Heizlast wurden die folgenden Werte als Grundlage für weitere Berechnungen ermittelt.
Für das zu sanierende Raiffeisengebäude, in welchem ca. 5-6 Wohnungen geplant sind, wurde ein charakteristischer Wärmeverbrauch angesetzt. Dabei wurde berücksichtigt, dass es sich um eine Gebäudesanierung im denkmalgeschützten Bestand handelt. Dieser kann nach Fertigstellung der Planung variieren und muss in der Detailplanung angepasst werden.

Tabelle 1: Ermittlung des Wärmebedarfs

Nr.	Gebäude	Straße	Verbrauch in Liter	Wärmeverbrauch in kWh	Ermittelte Heizleistung in kW
1	Gemeindekanzlei	Hauptstraße 6a	3.100	26.400	15
2	Pfarrheim	Hauptstraße 6b	4.000	34.000	20
3	Kirche	Hauptstraße 8	7.000	59.500	30
4	Grundschule	Hauptstraße 5	4.800	40.800	20
5	Kindergarten	Schulweg 7	2.800	23.800	15
6	MFH neu	Hauptstraße 2		48.000	30
				232.500	**130**

Für die weiteren Berechnungen werden somit folgende Werte als Grundlage genutzt:

- Wärmeverbrauch: 232.500 kWh
- Heizleistung: 130 kW

3 POTENZIALANALYSE

Nachdem die Bestandssituation hinsichtlich der heizungstechnischen und räumlichen Voraussetzungen aufgenommen, beschrieben und bewertet wurde, folgt eine Beurteilung des Potenzials zur Umsetzung der geplanten Fernwärmeversorgung.

Abbildung 15: Bestehendes Raiffeisengebäude (links: An der Hauptstraße, rechts: Am Innenhof)

In den folgenden Darstellungen in Abbildung 16 bis Abbildung 18 sind Details zum bestehenden Raiffeisengebäude zu erkennen, die aus dem Erläuterungsbericht zur Bestandsaufnahme des denkmalgeschützten Stadelgebäudes entnommen wurden. Der Einbau einer möglichen Heizzentrale ist im südlichen Bereich des Gebäudes geplant, wobei die Heiztechnik und das Brennstofflager voraussichtlich auf derselben Ebene im Obergeschoss untergebracht werden sollen (rote Markierung in Abbildung 17).

In Abbildung 15 erkennt man im linken Bild ein Zugangstor zu dem Bereich über dem die mögliche Heizzentrale eingebaut werden soll. Hier gelten folgenden Rahmenbedingungen hinsichtlich des Raumprogramms.

- Erdgeschoss
  Länge (Ost-West): ca. 12,50 m
  Verfügbare Breite (Nord-Süd): ca. 4,00 m
  Höhe: ca. 3,50 m

- Dachgeschoss
  Höhe über komplette Ebene: ca. 2,00 m
  Höhe bis Raumlänge 6,50 m: ca. 4,00 m
  Höhe bis First: ca. 6,50 m

Diese Angaben dienen als Grundlage für die Konzeptentwicklung.

Abschlussbericht
Gemeinde Lohkirchen
Machbarkeitsstudie: Fernwärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

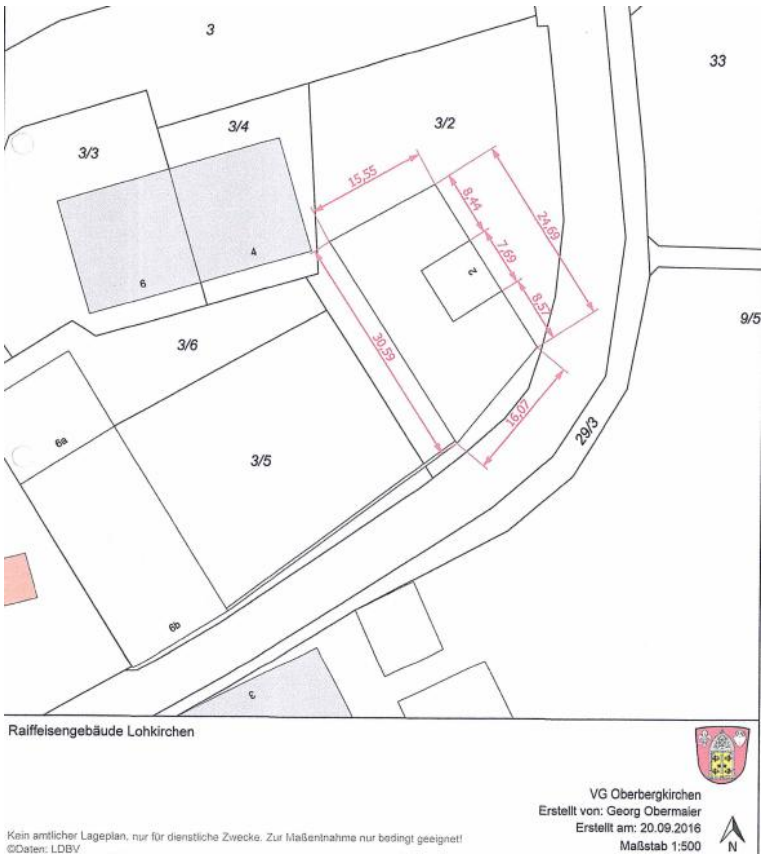


Abbildung 16: Bemaßter Lageplan des Raiffeisengebäudes (Quelle: VG Oberbergkirchen)

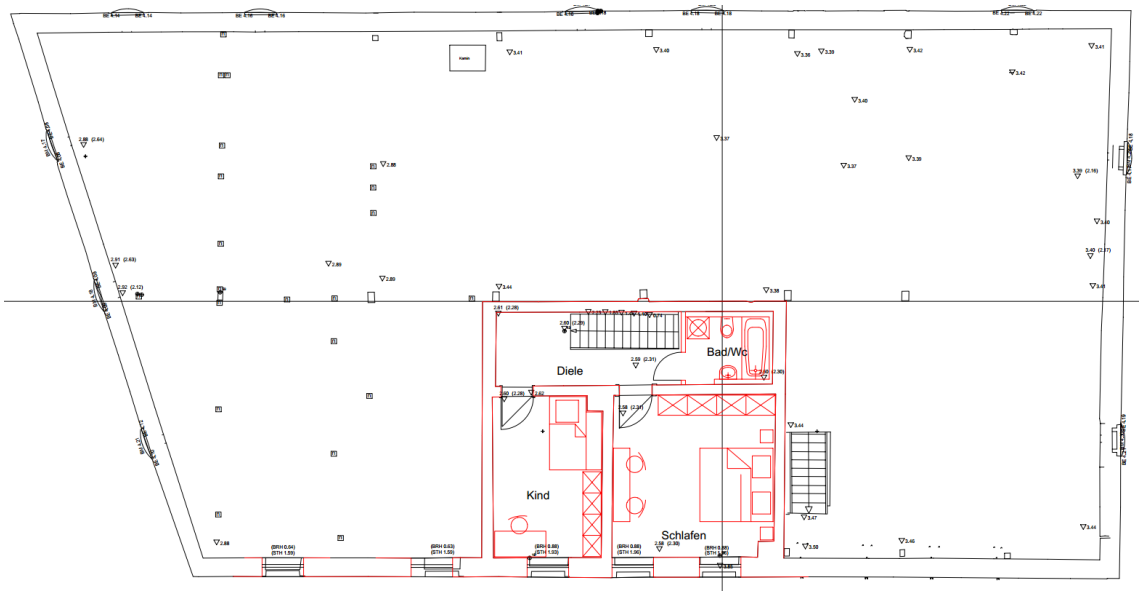


Abbildung 17: Grundriss Obergeschoss (Quelle: Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer)

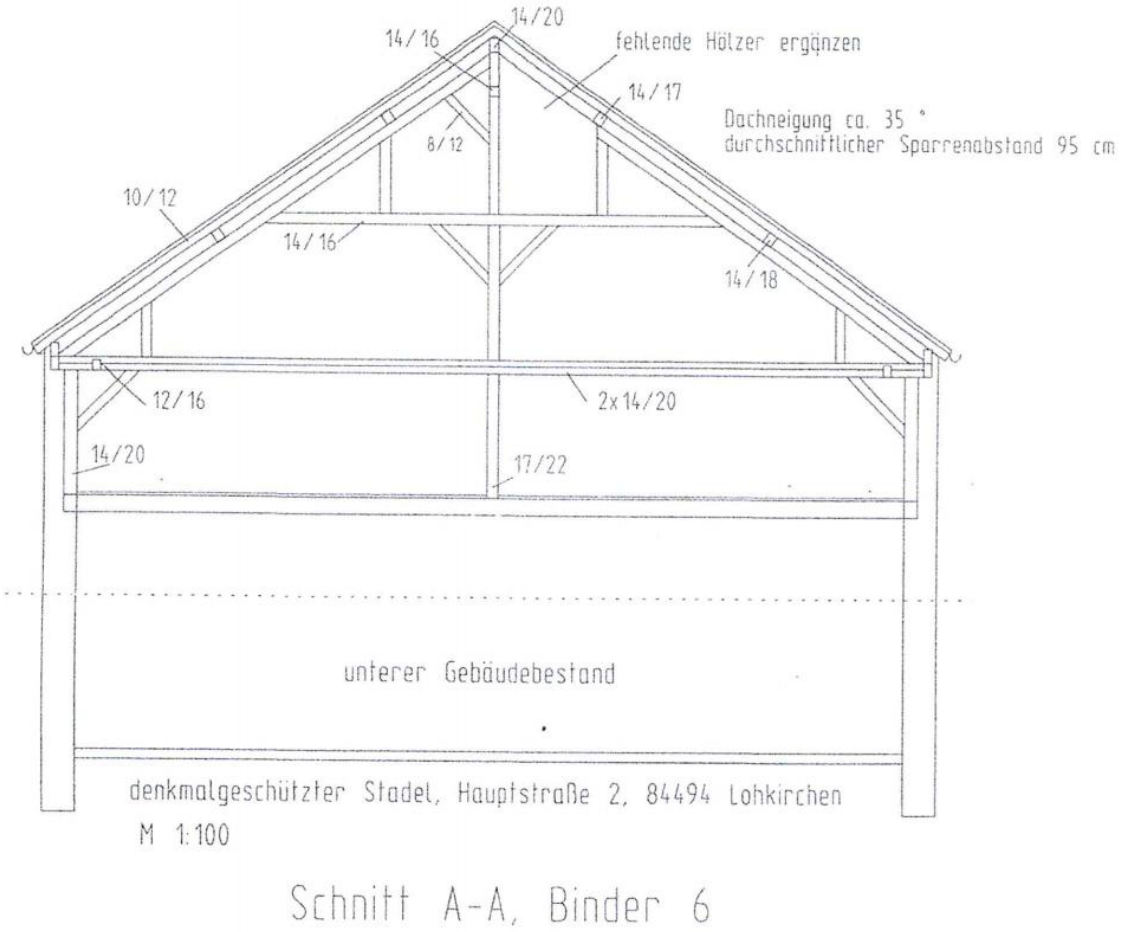


Abbildung 18: Schnitt durch das Raiffeisengebäude (Quelle: Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer)

Neben den Datenerhebungen als Grundlage zur Beurteilung der Nutzbarkeit des Lagerhauses als Heizzentrale, sind vor der Konzeptentwicklung weitere Rahmenbedingungen zu untersuchen. Dabei geht es vor allem um die Einbindung der potenziellen Wärmeabnehmer an ein geplantes Fernwärmenetz.

In Abbildung 19 ist das grundlegende Konzept für die Trassenführung der Fernwärmeleitung als Grundlage für die weiterführende Konzeptentwicklung innerhalb der Machbarkeitsstudie dargestellt.
Basierend auf der örtlichen Besichtigung werden einzelne Restriktionen zusammengestellt, die bei der Konzepterstellung sowie bei der weiterführenden Detailplanung im Fall einer Umsetzung zu berücksichtigen und mit allen beteiligten Personen zu klären sind.

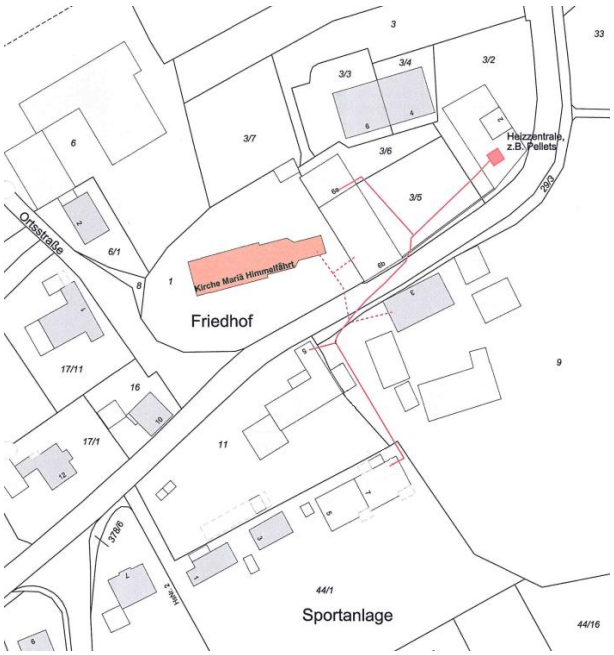


Abbildung 19: Vorschlag zur Anbindung aller Gebäude an das Fernwärmenetz (Quelle: Gemeinde Lohkirchen)

<u>Beurteilung der Rahmenbedingungen:</u>

- Anbindung an Heizungsanlagen im Bestand
  - Beschreibung in Abschnitt 2.2
  - Probleme bei Anbindung Gemeindekanzlei durch Lage in Gebäudemitte
  - Probleme bei Anbindung Kirche durch Lage im Untergeschoss
- Verlegung größtenteils im versiegelten Bereich
  - Hoher Kostenaufwand bei Herstellung zu erwarten
- Schwierigkeit bei Anbindung von Schule und Kindergarten
  - Höherer Aufwand durch enge Trassenführung an Schule
  - Nutzung von Nachbargrundstücken notwendig
- Erschwernisse bei Anbindung der Kirche
  - Erschließung nur von Norden möglich
  - Friedhofsmauer im Süden
- Raiffeisengebäude
  - Lage der Heizung im Gebäude (Zugang, Brennstofflager, Statik) ist final zu klären
  - Rahmenbedingungen im Gebäude sind zu klären (5-6 Wohnungen im EG, Brandschutz bei Heizanlage mit Brennstofflager im Gebäude)
  - Vorgaben des Denkmalschutzes sind zu beachten

4 KONZEPTENTWICKLUNG

Zur Entwicklung eines sinnvollen Konzepts werden im Rahmen der Machbarkeitsstudie mehrere Umsetzungsvarianten untersucht, die in Abstimmung mit dem Auftraggeber potenziell zur Umsetzung kommen können. Zunächst ist es von oberster Priorität die kommunalen Gebäude mit einem möglichst hohen Anteil regenerativ erzeugter Wärme zu versorgen. Im weiteren Schritt ist die Möglichkeit der Integration der kirchlichen Liegenschaften zu prüfen.
Eine weitere Untersuchung der umgebenden Gebäude ist nach einer ersten Analyse der Situation mit Vertretern der Gemeinde nicht sinnvoll. Gewerbliche Liegenschaften verfügen bereits über eigene Hackschnitzelheizungen, weshalb kein Interesse an einem Anschluss an ein Wärmenetz besteht. Die Einbindung privater Anlieger ist ebenfalls aufgrund fehlenden Interesses keine Option, die für die Gemeinde Lohkirchen untersucht werden soll.

Somit ergeben sich für die folgenden Untersuchungen zwei Basisvarianten:

- Variante 1: Wärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude
- Variante 2: Wärmeversorgung kommunaler Gebäude

4.1 Wärmeerzeugung

Hinsichtlich möglicher Wärmeerzeuger sind vor allem die räumlichen Gegebenheiten im alten Raiffeisengebäude zu berücksichtigen. Nach Besichtigung der Örtlichkeiten und unter Einbeziehung des Vorentwurfs zum Raumprogramm seitens des Architekten, wird die Anordnung der Heiztechnik im Obergeschoss als sinnvoll erachtet. Das Erdgschoss und nur ein kleiner Teil des Obergeschosses dienen als Fläche zur Wohnraumnutzung. Nach externen Angaben kann man von einer ausreichenden Tragfähigkeit ausgehen. Dies geht auch auf die Tatsache zurück, dass das Gebäude früher als Speicher für Getreide und weitere landwirtschaftliche Erzeugnisse genutzt wurde.
Diese Rahmenbedingungen führen dazu, dass zu berücksichtigen ist, dass ein möglicher Brennstoff nach oben transportiert und dort gelagert werden muss. Hierdurch ergeben sich vor allem Erschwernisse bei der Lagerung von Hackschnitzeln. Pellets und fossile Brennstoffe können hingegen nach oben geblasen bzw. gepumpt werden.

In Abstimmung mit der Gemeinde Lohkirchen wird die Nutzung folgender Brennstoffe untersucht und miteinander verglichen:

- Pelletheizung
- Hackschnitzelheizung
- Ölheizung

Hinsichtlich der Anordnung der Heiztechnik und des Brennstofflagers im Obergeschoss (vgl. Abbildung 20) sind vor Beginn der Umsetzung alle Rahmenbedingungen zum Thema Brandschutz zu klären. Gegebenenfalls kann durch den Einbau der Heiztechnik im Erdgeschoss ein sicherer Betrieb eher gewährleistet werden. Eine Abstimmung mit Fachstellen und dem gewählten Anlagenlieferanten wird daher bereits vor Ausführung der Sanierungsarbeiten empfohlen.

Grundsätzlich lässt sich vom reinen Raumbedarf die komplette Heizungsanlage im Dachgeschoss unterbringen. Über eine Länge von ca. 14,00 m und eine Breite von ca. 7,00 m steht hier der Raum im südlichen Gebäudebereich zur Verfügung. Auch die Anforderung einer Mindestraumhöhe von 2,85 m, welche von diversen Anlagenanbietern angegeben wird, lässt sich in diesem Bereich einhalten. Zudem ist ein direkter Anschluss an einen bestehenden Kamin möglich. Hier ist jedoch vorab die Funktionstüchtigkeit zu prüfen.

Abbildung 20: Raumprogramm im Obergeschoss (Quelle: Vorplanung Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer)

Vitoflex 300-RF

Modell		**150**
Nenn-Wärmeleistung	kW	150
Abmessungen		
Länge	mm	2513
Breite	mm	1050
Höhe	mm	1825
Gewicht	kg	2198
Max. Betriebsdruck	bar	3

Abbildung 21: Datenblatt für mögliche Pellet- oder Hackschnitzelheizung (Quelle: Viessmann)

4.2 Variante 1: Wärmeversorgung kommunaler und kirchlicher Gebäude

Die erste Variante umfasst die Wärmeversorgung aller betrachteten Gebäude. Dargestellt sind diese möglichen Wärmeabnehmer in Abbildung 22.

HZ	Heizzentrale im Raiffeisengebäude
1	Pfarrheim
2	Gemeindekanzlei
3	Kirche
4	Schulgebäude
5	Kindergartengebäude

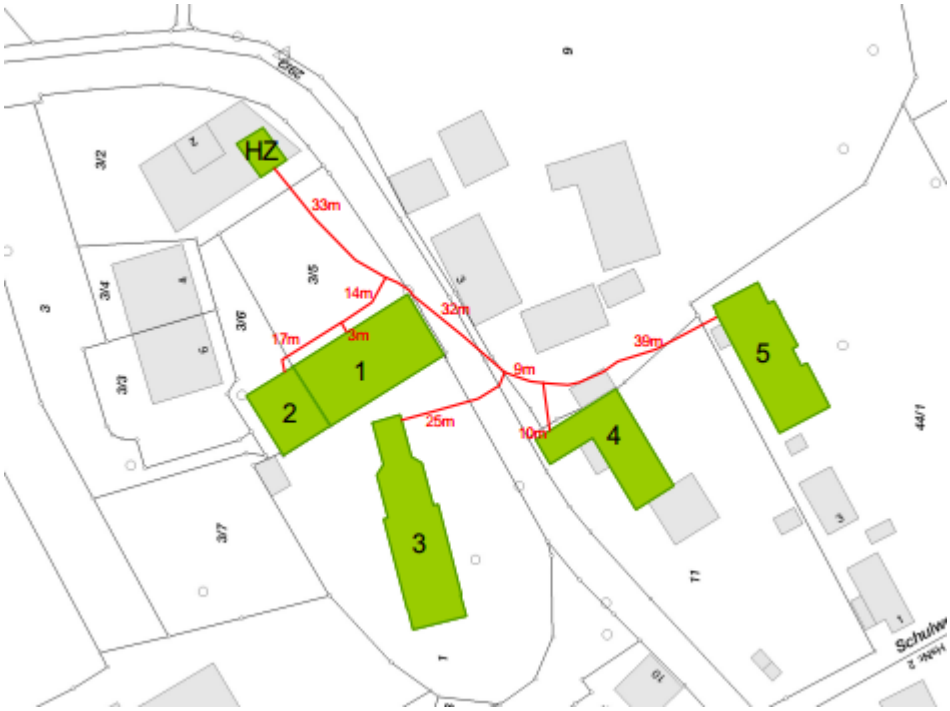


Abbildung 22: Darstellung von Variante 1

Ein Vorteil dieser Variante ist die vergleichsweise kompakte Anordnung der kommunalen und kirchlichen Gebäude im Ortskern von Lohkirchen. Auf Grundlage einer Trassenlänge von knapp 190 m ergibt sich eine Wärmebelegungsdichte von 1,2 MWh/(m×a). Dieser Wert bildet eine gute Grundlage zur weiteren Betrachtung, da dieser über dem Schwellenwert von 0,5 MWh/(m×a) liegt und damit unter die Fördervoraussetzungen des KfW-Programms fällt.

In Tabelle 2 sind die genannten Abnehmer mit der jeweiligen maximalen Heizlast und dem ermittelten jährlichen Wärmebedarf dargestellt. Zusätzlich werden in dieser Berechnung bereits die möglichen Netzverluste des geplanten Nahwärmenetzes berücksichtigt. Somit ergibt sich die maximale Heizlast zu 147 kW und der Wärmebedarf jährlich zu 249.066 kWh.

Tabelle 2: Heizlast und Wärmebedarf für Variante 1

Abnehmer	Heizlast in kW	Wärmebedarf in kWh
Gemeindekanzlei	16	26.365
Grundschule	29	40.238
Kindergarten mit Kita	16	23.601
Kirche Mariä Himmelfahrt	35	59.535
Mehrfamilienhaus	30	47.880
Pfarrheim	20	34.020
Netzverluste	2	17.426
Gesamter Wärmebedarf	**147**	**249.066**

Abbildung 23 zeigt die auf Tabelle 2 basierende geordnete Jahresdauerlinie. Darin wird angezeigt, an wie vielen Stunden im Jahr welche Heizlast benötigt wird. In der Grafik wird als oberster Wert eine Leistung von etwa 80 kW dargestellt. Dies liegt an mehreren Faktoren. Zunächst wurde für eine technische sinnvolle Auslegung der Wärmeleitung ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,8 angesetzt, welcher die real benötigte maximale Leistung auf 119 kW reduziert. Zusätzlich wird diese maximale Leistung nur an wenigen Stunden im Jahr benötigt, so dass dies in der Grafik nicht zu erkennen ist.
Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist der Quotient aus der tatsächlich im Netz benötigten Maximalleistung und der Summe der Nennleistungen der Abnehmer und beeinflusst somit die im Heizhaus zu installierende Leistung. Gleichzeitigkeitsfaktoren bewegen sich normalerweise im Bereich zwischen 0,5 und 1. Je mehr Abnehmer ein Wärmenetz versorgt und je unterschiedlicher diese sind, umso höher ist der Effekt und umso geringer ist der Gleichzeitigkeitsfaktor. Der angesetzte Wert von 0,8 wurde gewählt, da in diesem Netz in erster Linie das Mehrfamilienhaus, die Schule und der Kindergarten im Winter eine kontinuierlich hohe Wärmelast benötigen. Hierbei gilt zusätzlich zu beachten, dass die Räume von Schule und Kindergarten zwar durchgehend warm gehalten werden müssen, die starke Nutzung beschränkt sich jedoch auf den Unterricht in den einzelnen Räumen am Vormittag. Außerdem erkennt man an der Jahresdauerlinie einen Knick bei ca. 4.000 Stunden. Dieser hat seinen Ursprung in der reduzierten Heizlast der beiden Gebäude in den Sommerferien.

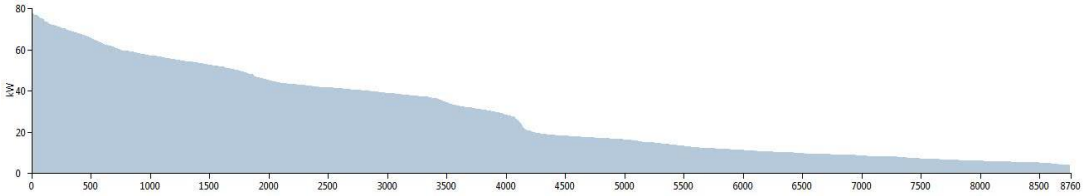


Abbildung 23: Geordnete Jahresdauerlinie für Variante 1

Aufgrund der vorgefundenen Rahmenbedingungen im zu sanierenden alten Raiffeisengebäude ist unter dem Grundsatz des bevorzugten Einsatzes eines regenerativen Energieträgers der Einbau einer Pelletheizung am sinnvollsten zu bewerten. Technische Restriktionen bei der Nutzung von Holzhackschnitzeln als Brennstoff durch die Lage der Heizung im Dachgeschoss sollten jedoch ebenso zu überwinden sein. Als Referenz wird der Einsatz einer Ölheizung wie in den umliegenden Bestandsgebäuden untersucht. Es wird jeweils ein Pufferwärmespeicher vorgesehen.

<u>Variante 1 mit Pelletheizung und Pufferspeicher</u>

Abbildung 24 zeigt eine Simulation einer Pelletheizung mit einer Leistung von 150 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

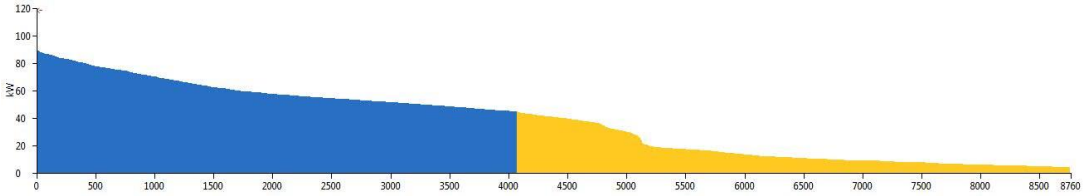


Abbildung 24: Variante 1: Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 3 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 1. Ein Pellet-Kessel versorgt die kommunalen und kirchlichen Liegenschaften im Ortskern Lohkirchens und die Kombination mit einem Pufferspeicher erhöht die Effizienz des Gesamtsystems.

Tabelle 3: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Pellet-Kessel	1 Grund-last	Pellets, 57.689 kg	150	249.591	100	1.664	87
Pufferspeicher				77.561	31		

Variante 1 mit Hackschnitzelheizung und Pufferspeicher

Abbildung 25 zeigt eine Simulation einer Hackschnitzelheizung mit einer Leistung von 150 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

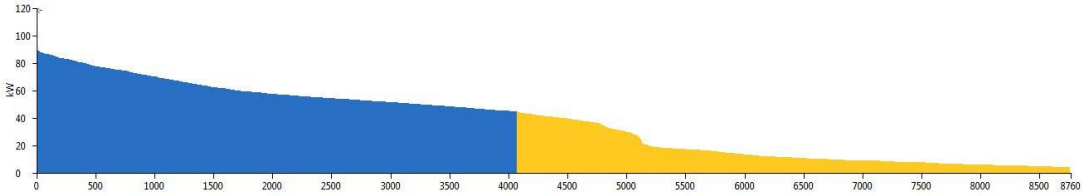


Abbildung 25: Variante 1: Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 4 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 1. Da es sich grundsätzlich um dieselbe Heiztechnik mit einem anderen Brennstoff handelt, ändern sich die technischen Rahmenbedingungen nicht.

Tabelle 4: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Hackschnitzel-Kessel	1 Grund-last	Holzhackschnitzel 335 Srm	150	249.591	100	1.664	87
Pufferspeicher				77.561	31		

Variante 1 mit Ölheizung und Pufferspeicher

Abbildung 26 zeigt eine Simulation einer Ölheizung mit einer Leistung von 160 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

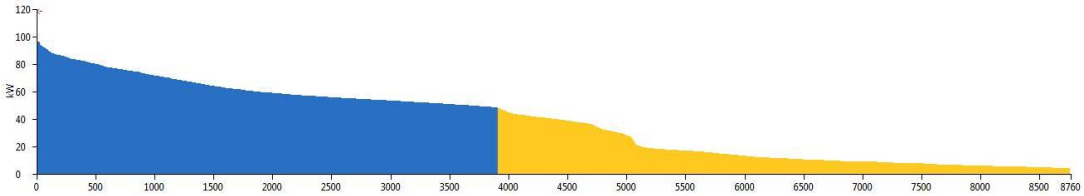


Abbildung 26: Variante 1: Variante Ölheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 5 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 1. Auch hier ergeben sich an den technischen Rahmenbedingungen keine signifikanten Änderungen, da die Anlagenanordnung analog zu den regenerativen Energieträgern ausgeführt wird.

Tabelle 5: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Ölheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Heizöl-Kessel	1 Grund-last	Heizöl, 25.311 Liter	160	249.591	100	1.560	99
Pufferspeicher				83.060	31		

4.3 Variante 2: Wärmeversorgung kommunaler Gebäude

Die zweite Variante umfasst die Wärmeversorgung der kommunalen Gebäude. Dargestellt sind diese möglichen Wärmeabnehmer in Abbildung 27.

HZ	Heizzentrale im Raiffeisengebäude
1	Gemeindekanzlei
2	Schulgebäude
3	Kindergartengebäude

Abbildung 27: Darstellung von Variante 2

Ein Vorteil dieser Variante ist die vergleichsweise kompakte Anordnung der kommunalen und kirchlichen Gebäude im Ortskern von Lohkirchen. Auf Grundlage einer Trassenlänge von knapp 160 m ergibt sich eine Wärmebelegungsdichte von 0,9 MWh/(m×a). Dieser Wert bildet weiterhin eine gute Grundlage zur weiteren Betrachtung, da dieser über dem Schwellenwert von 0,5 MWh/(m×a) liegt und damit unter die Fördervoraussetzungen des KfW-Programms fällt. Dadurch, dass sich die Gesamtstrecke der Wärmeleitung jedoch nur geringfügig ändert und ein großer Wärmebedarf entfällt, ist der Wert im Vergleich zur Variante 1 jedoch deutlich geringer.

In Tabelle 6 sind die genannten Abnehmer mit der jeweiligen maximalen Heizlast und dem ermittelten jährlichen Wärmebedarf dargestellt. Zusätzlich werden in dieser Berechnung bereits die möglichen Netzverluste des geplanten Nahwärmenetzes berücksichtigt. Somit ergibt sich die maximale Heizlast zu 92 kW und der Wärmebedarf jährlich zu 152.875 kWh.

Tabelle 6: Heizlast und Wärmebedarf für Variante 2

Abnehmer	Heizlast in kW	Wärmebedarf in kWh
Gemeindekanzlei	16	26.365
Grundschule	29	40.238
Kindergarten mit Kita	16	23.601
Mehrfamilienhaus	30	47.880
Netzverluste	2	17.426
Gesamter Wärmebedarf	**92**	**152.875**

Abbildung 28 zeigt die auf Tabelle 6 basierende geordnete Jahresdauerlinie. Darin wird angezeigt, an wie vielen Stunden im Jahr welche Heizlast benötigt wird. Analog zu den Ausführungen zu Variante 1 zeigt auch hier die Grafik einen geringeren obersten Wert an, was sich auf die Einbeziehung des Gleichzeitigkeitsfaktors zurückführen lässt.
Durch die nahezu unveränderten Rahmenbedingungen wurde auch hier der Wert von 0,8 gewählt.

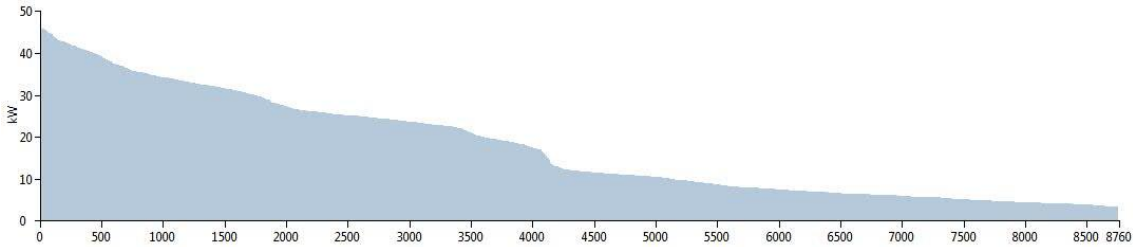


Abbildung 28: Geordnete Jahresdauerlinie für Variante 2

Variante 2 mit Pelletheizung und Pufferspeicher

Abbildung 29 zeigt eine Simulation einer Pelletheizung mit einer Leistung von 100 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

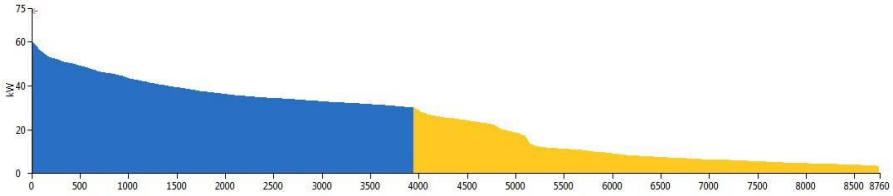


Abbildung 29: Variante 2: Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 7 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 2. Ein Pellet-Kessel versorgt die kommunalen Liegenschaften im Ortskern Lohkirchens und die Kombination mit einem Pufferspeicher erhöht die Effizienz des Gesamtsystems.

Tabelle 7: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Pellet-Kessel	1 Grund-last	Pellets, 34.093 kg	101	153.400	100	1.519	90
Pufferspeicher				53.327	35		

Variante 2 mit Hackschnitzelheizung und Pufferspeicher

Abbildung 30 zeigt eine Simulation einer Hackschnitzelheizung mit einer Leistung von 100 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

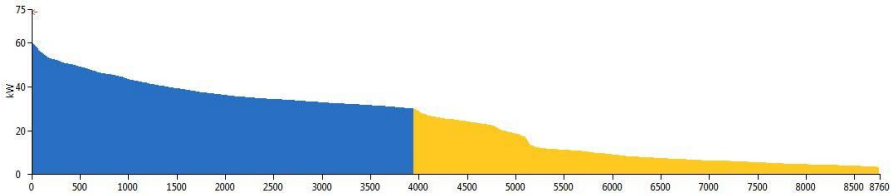


Abbildung 30: Variante 2: Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 8 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 2. Da es sich grundsätzlich um dieselbe Heiztechnik mit einem anderen Brennstoff handelt, ändern sich die technischen Rahmenbedingungen nicht.

Tabelle 8: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Hackschnitzel-Kessel	1 Grund-last	Holzhackschnitzel 202 Srm	101	153.400	100	1.664	88
Pufferspeicher				53.327	3135		

<u>Variante 2 mit Ölheizung und Pufferspeicher</u>

Abbildung 31 zeigt eine Simulation einer Ölheizung mit einer Leistung von 100 kW (blau) und einem Pufferspeicher mit einer Kapazität von 10.000 Litern (gelb).

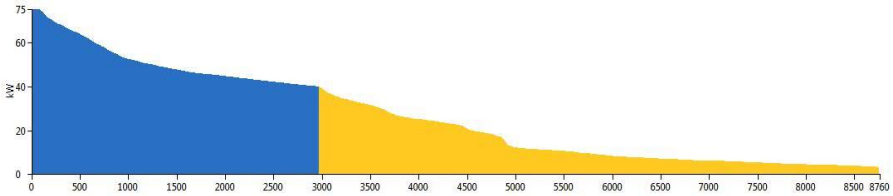


Abbildung 31: Variante 2: Variante Ölheizung mit Pufferspeicher

Tabelle 9 zeigt die wichtigsten Angaben zur gewählten Wärmeerzeugung für Variante 2. Auch hier ergeben sich an den technischen Rahmenbedingungen keine signifikanten Änderungen, da die Anlagenanordnung analog zu den regenerativen Energieträgern ausgeführt wird.

Tabelle 9: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Ölheizung mit Pufferspeicher

Wärmeerzeuger	Rang	Brennstoff-verbrauch	Nenn-leistung in kW	Erzeugte Wärme in kWh	Anteil in %	Volllast-stunden in h	Nutzungs-grad in %
Heizöl-Kessel	1 Grund-last	Heizöl, 15.950 Liter	100	153.364	100	1.534	96
Pufferspeicher				78.939	52		

5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

In diesem Abschnitt soll die wirtschaftliche Tragfähigkeit zur Umsetzung der vorgestellten Varianten zum Aufbau eines Wärmeverbundsystems in Lohkirchen dargestellt werden. Hierzu werden zunächst die spezifischen Wärmegestehungskosten für alle Varianten ermittelt. Wärmegestehungskosten zeigen auf, wie hoch die Kosten zur Erzeugung von einer Megawattstunde (MWh) thermischer Energie sind. Um zunächst eine bessere Vergleichbarkeit zu schaffen, werden die Kosten und Erlöse ohne die Einbeziehung von Fördergeldern betrachtet. Anschließend werden mögliche Förderoptionen bzw. alternative Wärmeversorgungskonzepte behandelt.

In Abbildung 32 sind die allgemeinen Annahmen zur folgenden Betrachtung der Wirtschaftlichkeit dargestellt, auf deren Basis die Kosten ermittelt wurden.

Allgemein		
Mehrwertsteuersatz	19	%
Mittlerer Stundenlohn	25	EUR
Strompreis	0,3	EUR/kWh
Eigenstrombedarf	1,5	%
Finanzierung		
Kapital-Mischzinssatz (ohne Förderung)	2	%
Kapital-Mischzinssatz (mit Förderung)	2	%
Sonstige Kosten		
Versicherung	0,25	%
Sonstige Abgaben (Steuern, Pacht, ...)	0,25	%
Verwaltung	0,5	%
Preisänderungsfaktoren		
Investitionen	1,02	
Biomasse-Brennstoff	1,02	
Fossiler Brennstoff	1,03	
Strom	1,03	
Betriebsgebundene und sonstige Kosten	1,02	
Instandhaltung	1,02	

Abbildung 32: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Eine Grundlage für die Kostenermittlung bilden vor allem die jeweiligen Brennstoffpreise für unterschiedliche Heizsysteme. Abbildung 33 zeigt in einer zusammengestellten Grafik einen Überblick, wie sich regenerative und fossile Brennstoffpreise in den vergangenen Jahren seit 2009 entwickelt haben. Während der Heizölpreis starken Schwankungen unterliegt, entwickeln sich die regenerativen Energieträger relativ konstant. Bei den Holzpellets ist eine geringfügige Orientierung am Preis des Heizöls zu erkennen, während der Preis für Holzhackschnitzel in den vergangenen drei Jahren im Durchschnitt eine leicht fallende Tendenz aufweist.

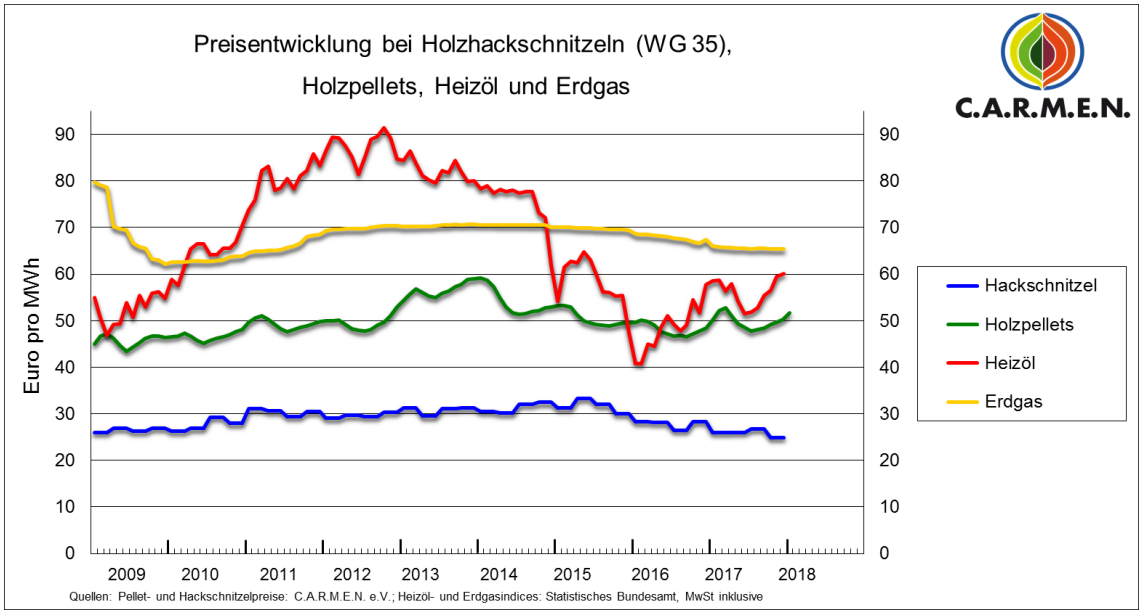


Abbildung 33: Preisentwicklung verschiedener Brennstoff seit 2009 (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.)

<u>Annahmen Brennstoffkosten für weitere Untersuchung:</u>

Heizöl	0,60 €/Liter
Holzhackschnitzel	24 €/Srm (Annahme lokaler Lieferant)
Holzpellets	250 €/t

5.1 Variante 1

Bei den Variante 1 handelt es sich um ein Wärmeverbundsystem zur Versorgung der kommunalen und kirchlichen Liegenschaften. Für die verschiedenen Energieerzeuger geben Tabelle 10, Tabelle 11 und Tabelle 12 einen Überblick zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ohne die Einbeziehung von Fördergeldern.

Tabelle 10: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Pelletheizung, ohne Förderung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	131.100 €	156.009 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	7.717 €	9.184 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	17.443 €	20.758 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	6.194 €	7.371 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.572 €	1.871 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	32.927 €	39.183 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**142 €**	**169 €**

Tabelle 11: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Hackschnitzelheizung, ohne Förderung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	142.100 €	169.099 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	9.144 €	10.881 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	11.207 €	11.166 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	11.207 €	13.336 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.704 €	2.028 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	31.438 €	37.411 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**135 €**	**161 €**

Tabelle 12: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Ölheizung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	112.100 €	133 399 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	6.457 €	7.684 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	18.489 €	22.002 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	4.102 €	4.881 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.344 €	1.600 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	30.392 €	36.167 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**131 €**	**156 €**

In Abbildung 34 sind die drei potenziellen Wärmeerzeugungsmöglichkeiten für die erste Variante im Vergleich dargestellt. Man erkennt, dass die reinen Wärmegestehungskosten beim Einsatz von Heizöl als Energieträger nach aktuellen Marktbedingungen am günstigsten erscheinen. Die Kosten für Pellet- und Hackschnitzelheizung bewegen sich in etwa auf dem gleichen Niveau, wobei Hackschnitzel als Brennstoff preisgünstiger sind. Wie man an der Aufteilung zwischen Kapital-, Bedarfs- und Betriebsgebundenen Kosten erkennen kann, ergeben sich die Kosten jeweils auf Grundlage unterschiedlicher Einflussfaktoren. Während die Ölheizung vor allem von den bedarfsgebundenen Kosten, also den Heizölkosten selbst, bestimmt wird, ergeben sich bei der Hackschnitzelheizung vor allem höhere betriebsgebundene Kosten.
Zu Bedenken gilt es hierbei, dass die betriebsgebundenen Kosten über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren jeweils relativ konstant bleiben. Bei einer Änderung der Brennstoffpreise, also beispielsweise einer deutlichen Erhöhung des Heizölpreises, würden die Gesamtkosten der Ölheizung deutlich ansteigen. Die Preise biogener Brennstoffe sind jedoch relativ konstant, während der Heizölpreis deutlichen Schwankungen unterliegt (vgl. Abbildung 33).

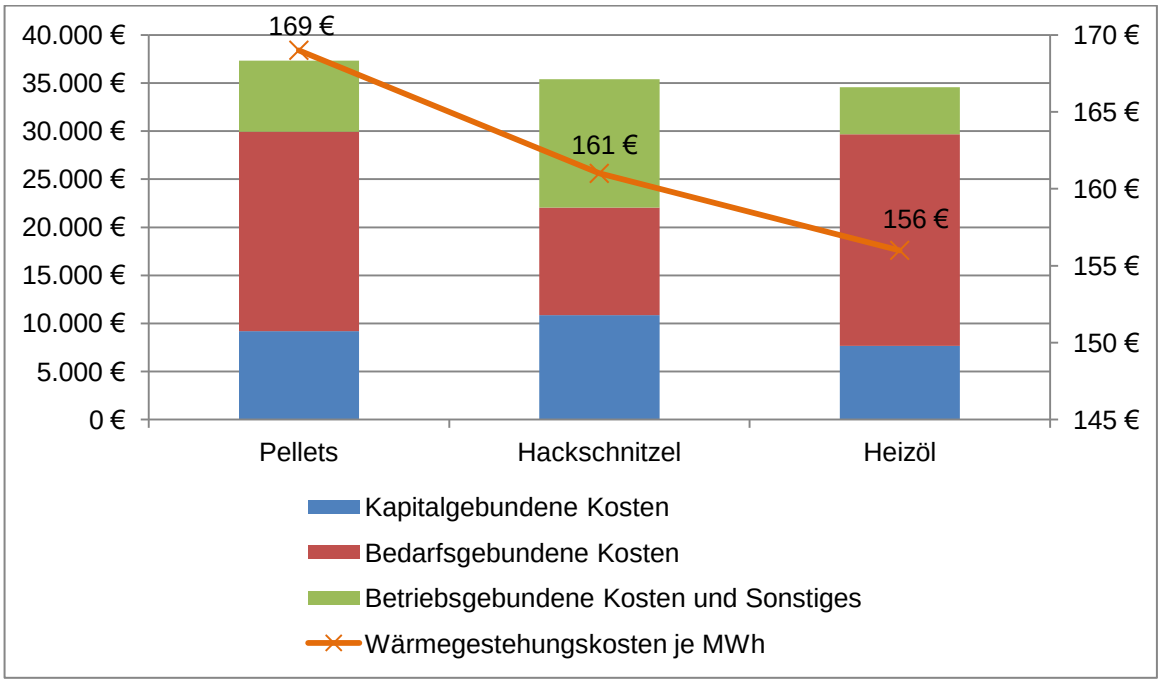


Abbildung 34: Vergleich der Wärmeerzeuger für Variante 1

5.2 Variante 2

Bei den Variante 2 handelt es sich um ein Wärmeverbundsystem zur Versorgung der kommunalen Liegenschaften. Für die verschiedenen Energieerzeuger geben Tabelle 13, Tabelle 14 und Tabelle 15 einen Überblick zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ohne die Einbeziehung von Fördergeldern.

Tabelle 13: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Pelletheizung, ohne Förderung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	111.400 €	132.566 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	6.978 €	8.303 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	10.344 €	12.309 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	5.417 €	6.446 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.336 €	1.590 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	24.074 €	28.648 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**174 €**	**207 €**

Tabelle 14: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Hackschnitzelheizung, ohne Förderung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	122.400 €	145.656 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	7.799 €	9.280 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	5.668 €	6.745 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	10.429 €	12.411 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.468 €	1.747 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	25.363 €	30.182 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**183 €**	**218 €**

Tabelle 15: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Ölheizung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	99.400 €	118.286 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	5.709 €	6.794 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	11.628 €	13.837 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	3.828 €	4.555 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.192 €	1.148 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	22.357 €	26.604 €
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**161 €**	**192 €**

Abbildung 35 zeigt die bereits zuvor erläuterte Darstellung für Variante 2. Hier wird deutlich, dass die praktisch konstant bleibenden betriebsgebundenen Kosten der Hackschnitzelheizung zu einer Verschiebung der Säulen führen. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Anlagentechnik und v.a. die Technik für die Beschickung des Lagerraums weiterhin unverändert hohe Kosten mit sich bringen.
Die Leitungslänge des Fernwärmenetzes verkürzt sich für die zweite Variante nur geringfügig, weshalb die Herstellungskosten für das Wärmenetz ebenfalls kaum sinken.
Insgesamt kann man festhalten, dass die kleinere Lösung zur reinen Wärmeversorgung der kommunalen Gebäude zu einer deutlichen Erhöhung der Wärmegestehungskosten führt, weshalb eine Weiterverfolgung dieser Variante nicht empfohlen wird.

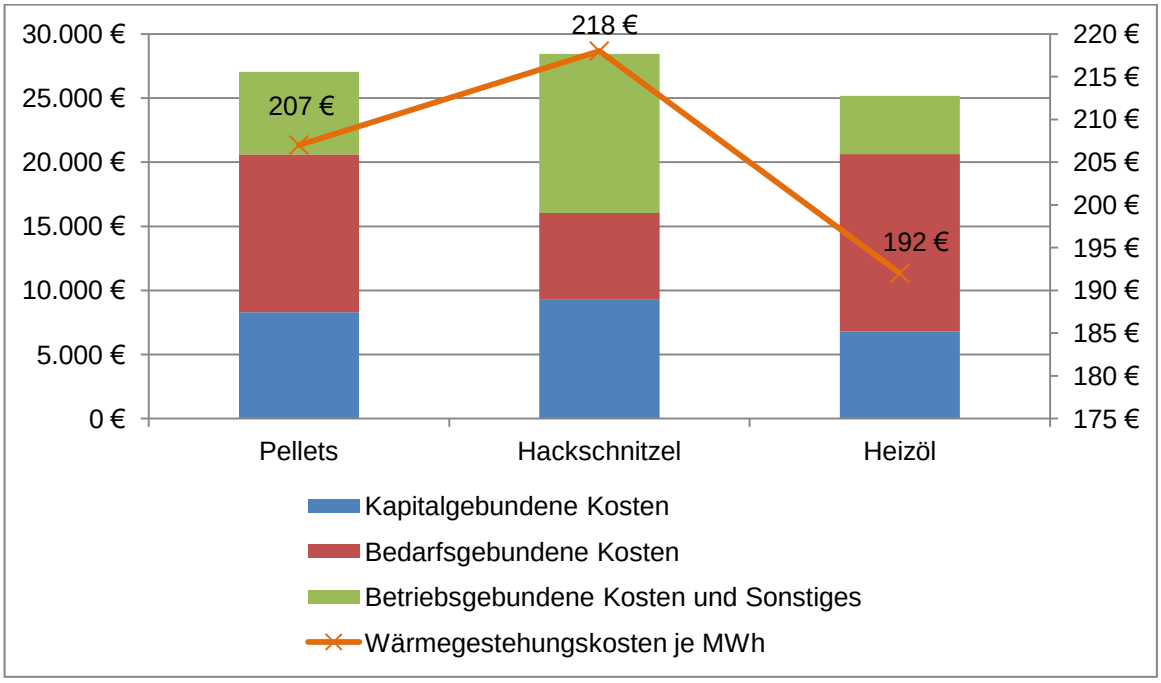


Abbildung 35: Vergleich der Wärmeerzeuger für Variante 2

5.3 Weiterführende Untersuchung

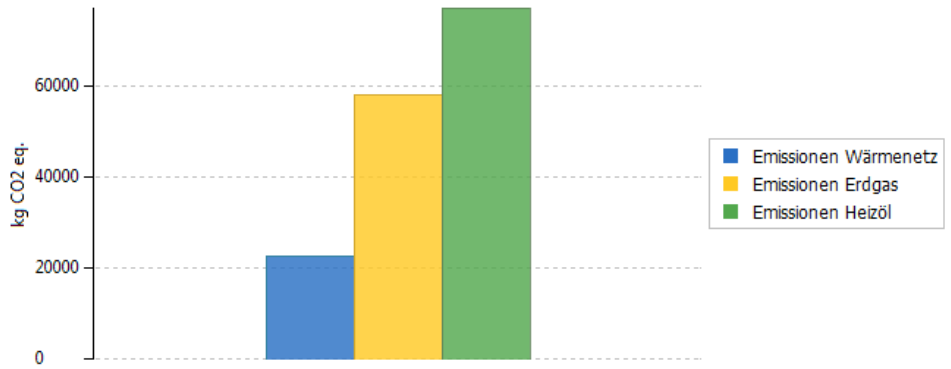
Der Vergleich der beiden Varianten mit unterschiedlichen Brennstoffen zur Wärmeerzeugung zeigt, dass die erste Variante mit der Integration von kommunalen und kirchlichen Gebäuden am sinnvollsten erscheint.

Für die favorisierte Variante mit einer Pelletheizung wurden die Wärmegestehungskosten zu 169 €/MWh ermittelt. Dieser Wert erscheint insgesamt relativ hoch. Trotzdem ist eine Variante mit dem regenerativen Energieträger einer konventionellen Lösung mit fossilen Energieträgern vorzuziehen. Neben der Ungewissheit zur zukünftigen Preisentwicklung fossiler Brennstoffe, ist dem Thema Nachhaltigkeit eine wichtige Bedeutung zuzuschreiben.

Treibhausgasemissionen

	Emissionen
Vitoflex 300-RF	20.480 kg CO2 eq.
Eigenstromverbrauch	2.302 kg CO2 eq.
Wärmenetz	**22.781 kg CO2 eq.**
Erdgas dezentral	58.325 kg CO2 eq.
Heizöl dezentral	77.348 kg CO2 eq.

Vergleich Treibhausgasemissionen



Effizienz

	Absolut	Prozentual
Brennstoffenergie	288.444 kWh	
Konversionsverluste	38.853 kWh	13%
Erzeugte Wärme	249.591 kWh	
Verteilungsverluste	17.426 kWh	7%
Genutzte Wärme	232.165 kWh	
Gesamtverluste	**56.279 kWh**	**20%**

Abbildung 36: Vergleich der Treibhausgasemissionen

In Abbildung 36 ist ein Vergleich der Treibhausgasemissionen für die Variante eines Wärmenetzes mit Pelletheizung mit einer konventionellen Wärmeversorgung aus Erdgas bzw. Heizöl dargestellt. Man erkennt dabei das deutliche Einsparpotenzial, dass sinnvollerweise genutzt werden sollte.

Zusätzlich ist eine detaillierte Betrachtung einzelner Optimierungspotenziale zur Errichtung des Wärmenetzes sinnvoll. Dabei handelt es sich einerseits um Potenziale zur Kostenoptimierung bei der Herstellung des Wärmenetzes, andererseits um die Einbeziehung möglicher Fördermittel.

Potenziale zur Kostenoptimierung:
- Einsparpotenziale bei der Anlagentechnik durch Optimierung der Heizleistung
- Einsparpotenziale bei Herstellung der Leitungsgräben durch optimierte Leitungsführung

Möglichkeiten zur Förderung (KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium 271):
- 60 € je neu errichtetem Trassenmeter
- 1.800 € für Hausübergabestationen von Bestandsgebäuden

Wie man in Tabelle 16 erkennen kann, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit durch die Berücksichtigung möglicher Fördergelder durch die KfW-Bank und den optimierten Kostenansatz für die Herstellung des Wärmenetzes. Die Wärmegestehungskosten sinken von 169 €/MWh auf 151 €/MWh. Auf Grundlage dieser Wärmegestehungskosten kann eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob das Wärmenetz als Lösung zur Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften sinnvoll umgesetzt werden kann.

Tabelle 16: Variante 1 mit Pelletheizung, Wirtschaftlichkeit mit Förderung und Optimierung

	Netto	Brutto
Investitionskosten in EUR	101.720 €	121.047 €
Kapitalgebundene Kosten in EUR/a	6.454 €	7.680 €
Bedarfsgebundene Kosten in EUR/a	15.923 €	18.948 €
Betriebsgebundene Kosten in EUR/a	5.953 €	7.084 €
Sonstige Kosten in EUR/a	1.220 €	1.452 €
Stromerlöse in EUR/a	0 €	0 €
Kosten - Erlöse in EUR/a	29.550 €	35.164€
Wärmegestehungskosten in EUR/MWh	**127 €**	**151 €**

Zusammenfassung

Nach der vertieften Untersuchung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, gilt es nun dieses Ergebnis einzuordnen. Die Wärmegestehungskosten von 151 €/MWh erscheinen auf den ersten Blick relativ hoch. Daher ist es sinnvoll diese Kosten in Relation zu alternativen Heizsystemen bzw. zu den bestehenden Heizungsanlagen in den einzelnen Gebäuden zu setzen.
Abbildung 37 zeigt einen Kostenvergleich verschiedener Heizungssysteme bei Bestandsanlagen. Es wird deutlich, dass die Wärmegestehungskosten hier zwischen 110 €/MWh und 133 €/MWh liegen. Daraus kann man schließen, dass die Kosten des geplanten Wärmenetzes etwa ca. 15 % über den Wärmekosten in Bestandsgebäuden liegen.

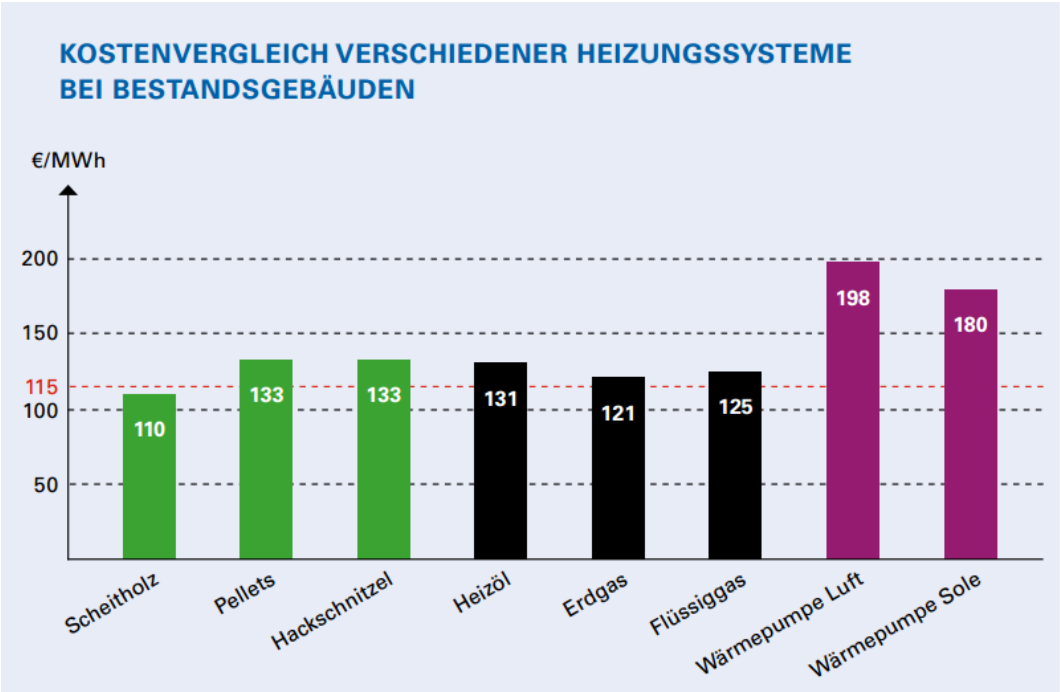


Abbildung 37: Kostenvergleich verschiedener Heizungssysteme in Bestandgebäuden (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V., Leitfaden Wärmenetze in Kommunen)

Betrachtet man jedoch die Gesamtsituation genauer, so ergibt sich die Tatsache, dass mehrere Heizungsanlagen in den kommenden Jahren ersetzt werden müssen. Einzig die beiden Heizungen in der Schule und im Kindergarten können voraussichtlich noch mehrere Jahre einen effizienten Betrieb gewährleisten. Beim Austausch der älteren Heizungsanlagen bzw. dem Einbau einer neuen Heizung im geplanten Mehrfamilienhaus, entstehen neue Kosten.

In Abbildung 38 ist ein Hinweis aus dem Leitfaden für Wärmenetze in Kommunen dargestellt. Darin wird darauf verwiesen, dass sich selbst in Neubaugebäuden mit eigener Wärmeversorgung bei Durchführung einer Vollkostenrechnung nach VDI 2067 in der Regel ein Wärmepreis von über 200 €/MWh ergibt. Dies ergibt sich u.a. aus den Anforderungen der Energieeinsparverordnung, verbunden mit dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz, wonach die Nutzung erneuerbarer Energieträger gefordert ist. Bei einer Heizungskombination aus konventionellen und erneuerbaren Energieträgern steigen daher bspw. die Investitionskosten deutlich.

HINWEIS

- Die Heizkosten für Neubaugebäude liegen bei einer Eigenversorgung in der Regel über 20 Ct/kWh (200 €/MWh). Dies sollten Sie potenziellen Anschlussnehmern in Neubaugebieten verdeutlichen. Beispielsweise liegen die jährlichen Heizkosten für die kostengünstige Variante eines Gas-Brennwertkessels in Kombination mit einer Solarthermieanlage bei knapp 26 Ct/kWh Wärme. Das ergeben Berechnungen des BDEW. (BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2016, Seite 20: Es entstehen jährliche Gesamtkosten von knapp 3.300 €; die jährlich erzeugte Wärmemenge beträgt knapp 12.700 kWh; daraus ergeben sich jährliche Vollkosten von 26 Ct/kWh.)

Abbildung 38: Hinweis zu Heizkosten mit neuen Heizungsanlagen (Quelle: Leitfaden Wärmenetze in Kommunen)

Abschließend kann man festhalten, dass die Wärmegestehungskosten von 151 €/MWh einen insgesamt akzeptablen Wert darstellen, auf dessen Grundlage man über eine Umsetzung des Wärmekonzepts nachdenken kann.
Vor allem unter der Berücksichtigung, dass bei den potenziellen Abnehmern einige Heizungsanlagen in den kommenden Jahren kostenintensiv ersetzt werden müssen. Ebenfalls als positiv zu bewerten sind die entfallenden laufenden Kosten für Wartung, Instandhaltung und Kaminkehrer in jedem einzelnen Gebäude.

6 ORGANISATION UND FÖRDERUNG

6.1 Organisation

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Organisation hinsichtlich der Umsetzung und des Betriebs einer zentralen Fernwärmeversorgung.
Vor allem, wenn eine Lösung ausschließlich mit kommunalen Liegenschaften angedacht ist, liegt es nahe, dass die Gemeinde den Betrieb der Anlage sowie die Betreuung des Netzes übernimmt. Erweitert sich das Netz beispielsweise um gewerblich tätige Teilnehmer, so ist es zudem möglich mit diesen hinsichtlich Investition und Betrieb zu kooperieren.
Bei einem umfassenden Wärmenetz mit Beteiligung kommunaler, gewerblicher und privater Gebäude stellt die Gründung einer Energiegenossenschaft eine Option dar. Hierdurch können die Betroffenen vor Ort direkt am Projekt beteiligt werden, was zu einer Steigerung der Akzeptanz führt.
Wenn man möglichst keinen direkten Aufwand für die Gemeinde selbst generieren möchte, bietet sich als weitere Alternative die Umsetzung mit einer Contrating-Firma an. Dabei gibt es die Möglichkeit des Energieliefercontracting, Einsparcontracting, Finanzierungscontracting und des reinen technischen Anlagenmanagements. Die Vorteile dieser Betriebsweise bestehen aus dem Wegfall des Investitionsrisikos, wodurch verfügbare Investitionsmittel sinnvoll für andere Projekte genutzt werden können. Durch die stetige Betreuung wird ein effizienter Betrieb der Anlage mit dem Einsatz von Fachpersonal gewährleistet.
Abschließend ist festzuhalten, dass man sich, je nach Entscheidung für eine Umsetzung darüber klar werden muss, wie sich die Gemeinde beteiligen möchte. Anschließend ist vor der Durchführung der Maßnahme stets eine rechtliche Beratung hinsichtlich der Betriebsform notwendig.

Einen sehr guten Überblick zur weiteren Vorgehensweise bzgl. der Organisationsform bietet eine Broschüre der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe mit dem Thema „Geschäftsmodelle für Bioenergieprojekte – Rechtsformen, Vertrags- und Steuerfragen“.
http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/g/e/geschaeftsmodelle_2013.pdf

6.2 Informationen zur Vertragsgestaltung

Auch wenn im vorliegenden Fall mit der Gemeinde Lohkirchen und der Pfarrei grundsätzlich nur zwei Akteure beteiligte sind, ist es unabdinglich die Rahmenbedingungen zur Wärmeversorgung vertraglich festzuhalten. Es wird vor Umsetzung der Maßnahme stets eine rechtliche Beratung nach Beschluss zum genauen Umfang des Wärmenetzes empfohlen.

Wie bereits erwähnt gibt es mehrere Möglichkeiten für Betreibermodelle und deren Rechtsformen.
Hierbei kommen voraussichtlich folgende Optionen in Frage:
- Alleiniger Betrieb durch Gemeinde Lohkirchen bzw. VG Oberbergkirchen
- Gemeinschaftsmodell zwischen Gemeinde und Pfarrei
- Externe Planung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb durch Contracting

Grundsätzlich sind zur Gründung eines Wärmenetzes folgende Verträge zu schließen:
- Wärmelieferverträge mit einzelnen Teilnehmern
- Lieferverträge für Brennstoffe
- Kredit- und Darlehensverträge (inkl. Förderung über KfW)
- Je nach Gesellschaftsform: Gesellschaftsvertrag, Satzung, etc.

Typische Inhalte sind dabei:
- Vertragslaufzeit
- Rechte und Pflichten der Beteiligten
- Preisentwicklung und -kalkulation

Wärmeliefervertrag

Die Grundlage für die vertragliche Bindung der potenziellen Wärmeabnehmer ist ein Wärmeliefervertrag. Dieser sollte die folgenden Punkte unbedingt beinhalten.

Einmalige Kosten:

Baukostenzuschuss:	Kostenzuschuss abhängig von bereitgestellter Wärmeanschlussleistung
Anschlusskosten:	Herstellungskosten des Hausanschlusses

Laufende Kosten:

Leistungspreis:	Kosten für vereinbarte bzw. bestellte Wärmeanschlussleistung
Arbeitspreis:	Kosten für gelieferte Wärmemenge
Messpreis:	Kosten für Messung, Ablesung und Abrechnung

Jährlich Anpassung über Preisgleitklauseln.

Beispiele für die Gestaltung von Wärmelieferverträgen sind unter folgenden Links zu finden:

Muster-Wärmeliefervertrag der Nahwärme Gössenheim eG
http://www.nahwärme-gössenheim-eg.de/files/Waermeliefervertrag-Stand-01.06.2015-Muster.pdf

Muster-Wärmeliefervertrag der Gemeindewerke Oberhaching
http://www.gemeindewerke-oberhaching.de/fileadmin/media-gwo/Vertragsunterlagen_Waerme/170515_W%C3%A4rmeliefervertrag_GWO.pdf

Preisgestaltung

Wie bereits beschrieben setzen sich die jährlichen Wärmekosten aus mehreren Faktoren zusammen.
Zur Veranschaulichung ist in der folgenden Abbildung 39 eine Preisliste für das Jahr 2017 dargestellt. Der Arbeitspreis gibt die Kosten je verbrauchter MWh im Jahr an. Mit dem Bereitstellungs- oder Leistungspreis sind die jährlichen Kosten je nach bezogener Leistung bzw. Wärmeabnahme zusammengefasst. Im Messpreis sind die Kosten für die jährliche Ablesung enthalten. Zusätzlich gibt es einen einmaligen Kostenbeitrag für die Inbetriebsetzung der Wärmeübergabestation.

		Aktuelle Preise	
	Ausgangswert (netto)	**Netto**	**inkl. 19,00% MwSt**
Arbeitspreis (AP)			
Arbeitspreis	91,50 €/MWh	**76,54 €/MWh**	**91,08 €/MWh**
Bereitstellungspreis (BP)			
bei einer jährl. Wärmeabnahme < 20 MWh	284,28 €_a	**292,81 €_a**	**348,44 €_a**
bei einer jährl. Wärmeabnahme > 20 MWh	142,14 €_a	**146,40 €_a**	**174,22 €_a**
Messpreis (MP)			
Messpreis	66,00 €_a	**66,00 €_a**	**78,54 €_a**
Sonstige Preise (P)			
Inbetriebsetzung	250,00 €	**259,38 €**	**308,66 €**
Einstellung/Wiederaufnahme der Wärmeversorg	250,00 €	**259,38 €**	**308,66 €**
Zwischenabrechnung	66,00 €	**68,48 €**	**81,49 €**
Zahlungsverzug	10,00 €	**10,38 €**	**12,35 €**

Parameter	**Ausgangswert**	**Aktueller Wert**	**Verhältnis Akt. Wert/Ausgangswert**
Ascha_Nahwärme_Std.Lohn_FS_16 R 4.3 EnV (L)	109,30	113,40	1,0375
Holz - Plättchen oder Schnitzel 12/3/12 (HO)	107,60	95,00	0,8829
Holz - Sägespäne und Formen 12/3/12 (SP)	127,60	107,40	0,8417
HEL 12/3/12 Rheinschiene 40-50 hl/Auftrag (HEL)	66,99	39,60	0,5911
Index 1/1/3 Erzeugnisse der Investitionsgüterproduzenten (I)	103,70	105,00	1,0125

Preisänderungsformel
P = Po * L / Lo
BP = BPo * 1,03
AP = APo * (0,4 * SP / SPo + 0,2 * HO / HOo + 0,2 * HEL / HELo + 0,1 * I / Io + 0,1 * L / Lo)
MP = MPo

Abbildung 39: Beispiel für eine Preisliste eines Nahwärmenetzes (Quelle: Nahwärme Ascha)

6.3 Fördermittel

Dieser Abschnitt dient dazu, einen kompakten Überblick zu aktuellen Förderbedingungen zu geben. Im Zuge einer Detailplanung zur Umsetzung muss stets die Aktualität derzeit gültiger Förderprogramme geprüft werden. Neben der technischen Planung kann in diesem Fall auch eine Rechtsberatung sinnvoll sein.
Für das in dieser Studie untersuchte Konzept kommen vor allem die Fördermöglichkeiten der KfW-Bank in Betracht. Zusätzlich besteht in Bayern die Möglichkeit eine Förderung der CO_2-Minderung durch Biomasseanlage (BioKlima) in Anspruch zu nehmen. Außerdem können Biomasse-KWK-Anlagen über das EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) gefördert werden. Die Förderung der BAFA bezieht sich aktuell nur auf Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, die in diesem Fall eines kleinen Fernwärmenetzes jedoch keine Option darstellt. Daher werden die Fördermodalitäten hier außen vor gelassen.
Für die geplante Maßnahme sind zunächst ausschließlich die Förderbedingungen der KfW maßgebend.

In Tabelle 17 wird ein zusammenfassender Überblick zu derzeit verfügbaren Fördermitteln gegeben.

Tabelle 17: Übersicht zu möglichen Fördermitteln (Zusammenstellung auf Basis von REHAU)

Beschreibung	Voraussetzungen
KfW - Nahwärmenetze	
• Wärmenetze, die zu mind. 50 % - bei Wärmenetzen zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 % - mit Wärme aus erneuerbaren Energien gespeist werden • Mindestwärmeabsatz 500 kWh je Jahr & Meter Trasse im Mittel über gesamtes Netz	• 60 € je Meter Trasse, höchstens 1 Mio. € bzw. 1,5 Mio. €, wenn Wärme aus Tiefengeothermieanlagen kommt • 1.800 € je Hausübergabestation, falls verbindlicher Anschlussvertrag und kein Anschlusszwang • Zusatzförderung von 10 % für kleine und mittlere Unternehmen (KMU-Bonus) • Zusatzförderung von zus. 20 % zum KMU- Bonus aus dem Anreizprogramm Energieeffizienz bei Austausch ineffizienter fossiler Wärmeerzeuger
KfW - Große Wärmespeicher	
• Speicherkapazität von mind. 10 m³ • Speisung überwiegend aus erneuerbaren Energien	• 250 € je m³ Speichervolumen • Max. 30 % der Nettoinvestitionskosten • Max. 1 Mio. € je Wärmespeicher
KfW - Biomasseanlagen zur Verbrennung	
• Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung	• Bis zu 20 € je kW installierter Nennwärmeleistung • Max. 50.000 € je Einzelanlage • Zusätzlich 20 € je kW Nennwärmeleistung bei Anlagen mit besonders niedrigen Emissionswerten (max. 15 mg/m³) möglich • Zusätzlich 10 € je kW Nennwärmeleistung für Pufferspeicher mit min. 30l / kW Volumen • Max. 100.000 € je Fördervorhaben (inkl. Boni)

7 HANDLUNGSEMPFEHLUNG

7.1 Zusammenfassende Stellungnahme

Diese Machbarkeitsstudie dient zur Untersuchung der Durchführbarkeit eines Wärmeverbundsystems in Lohkirchen. Dabei sollen sowohl Gebäude im kommunalen, als auch im kirchlichen Besitz integriert werden.

Um mehrere Betrachtungsweisen und Möglichkeiten in die Studie für ein Wärmenetz im Ortskern von Lohkirchen einfließen zu lassen, wurden mehrere Varianten zur Umsetzung entwickelt. Diese wurden zunächst technisch ausgearbeitet und anschließend wirtschaftlich und ökologisch bewertet.

Nach Zusammenfassung aller Rahmenbedingungen und einer vertieften Betrachtung der Wirtschaftlichkeit ist die Durchführbarkeit des Aufbaus eines Wärmenetzes insgesamt als machbar zu bewerten. Durch die relativ kompakte Lage der Gebäude in unmittelbarer Umgebung ergibt sich eine vergleichsweise hohe Wärmebelegungsdichte von 1,2 MWh/m. Aufgrund der technischen und topografischen Gegebenheiten ergeben sich jedoch trotz kompakter Lage einige Hindernisse zur Umsetzung. Dabei handelt es sich einerseits um die Anbindung der Heiztechnik einzelner Gebäude, andererseits um die Trassenführung im befestigten Straßenbereich sowie die Nutzung von benachbarten Grundstücken. Trotz kurzer Leitungslängen ergeben sich daher hohe Kosten für die Verlegung der Rohrleitungen.
Zusätzlich ergeben sich vor der Detailplanung noch Unwägbarkeiten bei der Anordnung der Heizzentrale im Obergeschoss des zu sanierenden Raiffeisengebäudes. Hier sind seitens des Bauherrn die Rahmenbedingungen zum Brandschutz zu klären.

Insgesamt wird die Umsetzung der untersuchten Maßnahme als sinnvoll bewertet. Es ist jedoch weiterhin zu berücksichtigen, dass im Schulgebäude und vor allem im Gebäude des Kindergartens relativ neue Heizungsanlagen verbaut sind. Die Grundfrage, ob diese Anlagen bereits vor Ende der geplanten Nutzungsdauer stillgelegt werden sollen, ist vorab zu klären.

Nun gilt es die dargestellten Ergebnisse für eine Entscheidung zur weiteren Vorgehensweise zu nutzen und über eine sinnvolle, nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung, vor allem für die kommunalen Gebäude, zu entscheiden.

7.2 Maßnahmen- und Zeitplan

Abschließend werden die weiteren Schritte dargestellt, die hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise zu beachten sind.

1. Entscheidungsfindung **Bis Mitte 2018**

Zunächst sollen die Ergebnisse im Gemeinderat präsentiert werden. Dabei gilt es für die Mitglieder des Gemeinderats sich grundsätzlich für oder gegen eine Umsetzung der Maßnahme zu entscheiden und ggf. eine bevorzugte Variante zu wählen. Die beschriebenen Vor- und Nachteile sind hierbei zu berücksichtigen und abzuwägen.

2. Akteursbeteiligung, Vorverträge zur Wärmeabnahme **Mitte 2018**

Bei einem positiven Beschluss zur Umsetzung sind alle Beteiligten über die Maßnahme in Kenntnis zu setzen. Dies dient als Grundlage für die weitere Detailplanung.
Nach der Abstimmung mit den potenziellen Wärmeabnehmern sowie möglicher weiterer Projektbeteiligter, ist es wichtig bereits vor dem Beginn der Detailplanungen alle Beteiligten vertraglich zu binden. Damit wird sowohl eine technische, als auch eine wirtschaftliche Planungssicherheit geschaffen.

3. Detailplanung **bis Ende 2018**

Nach der Klärung aller notwendigen Rahmenbedingungen können die detaillierten Planungen zur Umsetzung des gewählten Wärmeverbundsystems beginnen. Dies soll in enger Verbindung mit den Planungen zur Sanierung des ehemaligen Raiffeisengebäudes stattfinden. Je nach Dauer der vorherigen Schritte und der Größe des Wärmenetzes ist anschließend eine Umsetzung im Jahr 2019 möglich

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Projektumgriff in Lohkirchen (Quelle: Eigene Darstellung, Geodaten) 2
Abbildung 2: Gemeindekanzlei und Pfarrheim 4
Abbildung 3: Heizungsanlagen in den beiden Gebäuden (links: Pfarrheim, rechts: Gemeindekanzlei) 5
Abbildung 4: Grundriss Erdgeschoss Gemeindekanzlei (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 6
Abbildung 5: Grundriss Erdgeschoss Pfarrheim (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 6
Abbildung 6: Kirche Mariä Himmelfahrt, Ansicht von der Hauptstraße mit Pfarrheim 7
Abbildung 7: Ansichten zur Heizung in der Kirche Mariä Himmelfahrt 7
Abbildung 8: Grundschule in Lohkirchen 8
Abbildung 9: Heizung in der Grundschule Lohkirchen 8
Abbildung 10: Grundriss Erdgeschoss Schule mit Lage des Heizraums im KG (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 9
Abbildung 11: Zugang zum Heizraum von der Treppe 9
Abbildung 12: Kindertagesstätte in Lohkirchen (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 10
Abbildung 13: Heizung in der Kindertagesstätte Lohkirchen 10
Abbildung 14: Grundriss Kellergeschoss Kindertagesstätte (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 11
Abbildung 15: Bestehendes Raiffeisengebäude (links: An der Hauptstraße, rechts: Am Innenhof) 13
Abbildung 16: Bemaßter Lageplan des Raiffeisengebäudes (Quelle: VG Oberbergkirchen) 14
Abbildung 17: Grundriss Obergeschoss (Quelle: Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer) 14
Abbildung 18: Schnitt durch das Raiffeisengebäude (Quelle: Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer) 15
Abbildung 19: Vorschlag zur Anbindung aller Gebäude an das Fernwärmenetz (Quelle: Gemeinde Lohkirchen) 16
Abbildung 20: Raumprogramm im Obergeschoss (Quelle: Vorplanung Architektur- und Ingenieurbüro Maierhofer) 19
Abbildung 21: Datenblatt für mögliche Pellet- oder Hackschnitzelheizung (Quelle: Viessmann) 19
Abbildung 22: Darstellung von Variante 1 20
Abbildung 23: Geordnete Jahresdauerlinie für Variante 1 22
Abbildung 24: Variante 1: Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher 22
Abbildung 25: Variante 1: Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher 23
Abbildung 26: Variante 1: Variante Ölheizung mit Pufferspeicher 23
Abbildung 27: Darstellung von Variante 2 25
Abbildung 28: Geordnete Jahresdauerlinie für Variante 2 26
Abbildung 29: Variante 2: Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher 27
Abbildung 30: Variante 2: Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher 27
Abbildung 31: Variante 2: Variante Ölheizung mit Pufferspeicher 28

Abbildung 32: Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 29
Abbildung 33: Preisentwicklung verschiedener Brennstoff seit 2009 (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.) 30
Abbildung 34: Vergleich der Wärmeerzeuger für Variante 1 32
Abbildung 35: Vergleich der Wärmeerzeuger für Variante 2 34
Abbildung 36: Vergleich der Treibhausgasemissionen 35
Abbildung 37: Kostenvergleich verschiedener Heizungssysteme in Bestandgebäuden (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V., Leitfaden Wärmenetze in Kommunen) 37
Abbildung 38: Hinweis zu Heizkosten mit neuen Heizungsanlagen (Quelle: Leitfaden Wärmenetze in Kommunen) 38
Abbildung 39: Beispiel für eine Preisliste eines Nahwärmenetzes (Quelle: Nahwärme Ascha) 42

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ermittlung des Wärmebedarfs 12
Tabelle 2: Heizlast und Wärmebedarf für Variante 1 21
Tabelle 3: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher 22
Tabelle 4: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher 23
Tabelle 5: Variante 1: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Ölheizung mit Pufferspeicher 24
Tabelle 6: Heizlast und Wärmebedarf für Variante 2 26
Tabelle 7: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Pelletheizung mit Pufferspeicher 27
Tabelle 8: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Hackschnitzelheizung mit Pufferspeicher 28
Tabelle 9: Variante 2: Daten zur Wärmeerzeugung für die Variante Ölheizung mit Pufferspeicher 28
Tabelle 10: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Pelletheizung, ohne Förderung 31
Tabelle 11: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Hackschnitzelheizung, ohne Förderung 31
Tabelle 12: Variante 1: Wirtschaftlichkeit mit Ölheizung 31
Tabelle 13: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Pelletheizung, ohne Förderung 33
Tabelle 14: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Hackschnitzelheizung, ohne Förderung 33
Tabelle 15: Variante 2: Wirtschaftlichkeit mit Ölheizung 33
Tabelle 16: Variante 1 mit Pelletheizung, Wirtschaftlichkeit mit Förderung und Optimierung 36
Tabelle 17: Übersicht zu möglichen Fördermitteln (Zusammenstellung auf Basis von REHAU) 44