

Forschungsbericht

Machbarkeitsstudie zur Nahwärmeversorgung der Gemeinde Kehlbach auf Basis von Holzhackschnitzeln

Birkenfeld, im April 2010

Fachhochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)
Postfach 1380, 55761 Birkenfeld
Tel.: 06782/17-1221, E-Mail: ifas@umwelt-campus.de

Im Auftrag des:



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
UMWELT, FORSTEN UND
VERBRAUCHERSCHUTZ

Geschäftsführung:

Prof. Dr. Peter Heck

– Geschäftsführender Direktor IfaS –

Projektleitung:

Dipl.-Betriebsw. (FH) Thomas Anton

– Bereichsleiter Energieeffizienz und Erneuerbare Energien –

Bearbeitet von:

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Daniel Oßwald

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einführung.....	1
1.1 Heizungsstatistik.....	1
1.2 Untersuchungsvarianten.....	2
2 Technisches Konzept.....	3
2.1 Wärmebedarfsermittlung	3
2.2 Nahwärmenetz	4
2.3 Heizzentrale.....	6
2.4 Referenzvariante: Sanierung Ölheizung.....	7
2.5 Zusammenfassung	8
3 Wirtschaftlichkeitsabschätzung	9
3.1 Methodik.....	9
3.2 Investitionskosten	9
3.3 Wärmebereitstellungskosten (Wärmepreis).....	10
3.4 Szenarioanalyse	11
4 Fazit.....	13
Quellenverzeichnis.....	VII
Anhang.....	VIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Netzplan Variante 1	4
Abbildung 2-2: Netzplan Variante 2.....	5
Abbildung 2-3: typische geordnete Jahresdauerlinie für Wohngebäude	6
Abbildung 3-1: Investitionskosten nach Varianten	9
Abbildung 3-2: Brennstoffpreisentwicklung 2006 – 2009	12
Abbildung 3-3: Wärmepreise nach Varianten im Szenario	12
Abbildung 4-1: Wärmebereitstellungskosten nach Varianten	13
Abbildung 4-2: CO ₂ -Einsparung nach Varianten	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht Untersuchungsvarianten.....	2
Tabelle 2-1: Variantenvergleich der technischen Daten	8
Tabelle 3-1: Kosten nach Varianten	10
Tabelle 4-1: Investitionskosten Variante 1: HZ DGH	VIII
Tabelle 4-2: Wirtschaftlichkeit Variante 1: HZ DGH.....	IX
Tabelle 4-3: Investitionskosten Variante 2: HZ DPL	X
Tabelle 4-4: Wirtschaftlichkeit Variante 2: HZ DPL.....	XI
Tabelle 4-5: Investitionskosten Variante 1a: nur NW	XII
Tabelle 4-6: Wirtschaftlichkeit Variante 1a: nur NW	XIII
Tabelle 4-7: Investitionskosten Variante 1b: 50 %.....	XIV
Tabelle 4-8: Wirtschaftlichkeit Variante 1b: 50 %	XV
Tabelle 4-9: Wirtschaftlichkeit Referenzvariante: Sanierung Ölkessel	XVI

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
ca.	zirka
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ct	Eurocent
d. h.	das heißt
DGH	Dorfgemeinschaftshaus
DPL	Dorfplatz
€	Euro
h	Stunde
HÜ	Hausübergabestation
HZ	Heizzentrale
i. d. R.	in der Regel
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
inkl.	inklusive
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
KMR	Kunststoffmantelverbundrohre
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
m	Meter
MAP	Marktanreizprogramm
max.	maximal
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
NW	Nahwärme
PMR	Flexibles Kunststoffmediumrohr (polymeres Mediumrohr)
spez.	spezifisch
t	Tonne
UMSICHT	Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik

USt. Umsatzsteuer (auch Mehrwertsteuer)
VDI Verein Deutscher Ingenieure
vgl. vergleiche

1 Einführung

Die Gemeinde Kehlbach gehört zur Verbandsgemeinde Nastätten im Rhein-Lahn-Kreis und hat laut statistischem Landesamt 178 Einwohner. Kehlbach möchte im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung die Wärmeversorgung auf Bioenergie aus regionalen Forsten umstellen. Dies schafft Unabhängigkeit von internationalen Rohstoffmärkten, CO₂-Vermeidung und stärkt die regionale Wertschöpfung.

Seit Dezember 2008 finden umfangreiche Straßensanierungsarbeiten in der Gemeinde statt. Es werden ca. 70 % der Straßenbeläge geöffnet. Dies bietet die Möglichkeit im gleichen Zuge ein Nahwärmeleitungsnetz zu verlegen, um so Kosten bei den Tiefbauarbeiten und der Oberflächenwiederherstellung einzusparen. In der Region ist ausreichend Forst vorhanden, um eine zentrale Wärmeversorgung mittels Holzhackschnitzel-Heizwerk zu realisieren. Die vorliegende Machbarkeitsstudie ist keine Planungsleistung, sie dient vielmehr der Entscheidungsfindung, ob eine Nahwärmeversorgung auf Basis von Holzhackschnitzeln (HHS) in Kehlbach technisch und wirtschaftlich machbar ist.

1.1 Heizungsstatistik

Der Ortsbürgermeister und Mitglieder des Gemeinderates Kehlbach haben eine Eigentümerbefragung durchgeführt, um festzustellen ob Interesse an einem Nahwärmeverbund besteht und auf welche Weise die Gebäudeheizung derzeit erfolgt. Es hat sich herausgestellt, dass 75 % der Befragten eine Nahwärmeversorgung grundsätzlich positiv bewerten. Dies stellt eine hinreichende Grundlage dar, um zu untersuchen, ob ein Nahwärmeverbund auch wirtschaftlich zu realisieren ist.

Die Erhebung ergab außerdem, dass gut 70 % der Gebäude fossil beheizt werden und das Durchschnittsalter der vorhandenen Heizkessel bei 12 Jahren liegt. Es ist daher davon auszugehen, dass der Anschluss an ein Nahwärmenetz auf Basis von HHS für viele Hauseigentümer kurz- und mittelfristig eine sinnvolle Alternative ist. Etliche Gebäude werden zudem ohne Zentralheizung, d. h. mit Öleinzelföfen oder Nachtspeicheröfen beheizt. Im Falle einer Heizungssanierung ist für diese Gebäude eine Nahwärmeversorgung interessant, da nicht (zusätzlich zu den Kosten für Heizkörper und Verteilung) auch noch in einen neuen Wärmeerzeuger investiert werden muss. Der Anschluss an ein Nahwärmenetz ist in der Regel mit deutlich geringeren Kosten verbunden und außerdem muss kein Platz für eine Kesselanlage und ggf. ein Brennstofflager im Gebäude geschaffen werden.

Eine weitere wichtige Erkenntnis für die Machbarkeitsstudie ist, dass in 56 % der Gebäude mit Holzeinzelfeuerstätten oder solar zugeheizt wird. Da diese Wärmemenge vorerst nicht ersetzt werden soll, muss sie für die Berechnung des jährlichen Nahwärmebedarfes subtrahiert werden.

Die Rahmenbedingungen für einen Nahwärmeverbund in Kehlbach sind damit als relativ günstig einzuschätzen. Nach Abschluss der Studie sollten die Bürger der Gemeinde ausführlich informiert und anschließend per Fragebogen das tatsächliche Interesse an einem Nahwärmeverbund ermittelt werden.

1.2 Untersuchungsvarianten

Die Machbarkeitsstudie wird in den folgenden Varianten durchgeführt.

Untersuchungsvarianten	
1: HZ DGH	Heizzentrale am Dorfgemeinschaftshaus
2: HZ DPL	Heizzentrale am Dorfplatz
1a: nur NW	Wärmebedarf wird ausschließlich über Nahwärme gedeckt
1b: 50 %	Die Anschlussquote beträgt lediglich 50 %
Referenz	Sanierung einer typischen Ölzentralheizung

Tabelle 1-1: Übersicht Untersuchungsvarianten

Die Varianten unterscheiden sich grundsätzlich durch den Standort der Heizzentrale. Der Standort 1 befindet sich am Dorfgemeinschaftshaus am westlichen Ortsrand von Kehlbach. Die Heizzentrale kann direkt neben das Dorfgemeinschaftshaus gebaut werden. Durch die Randlage ist mit keinerlei Belästigung der Bürger durch HHS-Lieferungen oder Rauchgasen zu rechnen. Der Nachteil ist, dass das Heizwasser quer durch das Dorf transportiert werden muss, um die östlich gelegenen Straßenzüge zu erreichen.

Der Standort 2 am Dorfplatz hat den Vorteil einer sehr zentralen Lage. Dadurch kann das erzeugte Heißwasser verlustarm und mit relativ geringen Rohrweiten über ein Strahlennetz im Dorf verteilt werden. Nachteilig ist hier das eingeschränkte Platzangebot und die Anlieferung der HHS durch den Westteil des Dorfes zu bewerten. Zudem kann der Dorfplatz als Begegnungsstätte der Bürger an Attraktivität verlieren.

Bei beiden Varianten 1 und 2 ist von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen, aber ohne das Seniorenwohnheim, da dort eine relativ neue Heizungsanlage installiert ist. Außerdem ist berücksichtigt, dass die Nahwärmeversorgung in 56 % der Gebäude auch weiterhin mit Holz(kamin)öfen und Solarthermie unterstützt wird. Dies führt zu einem geringeren jährlichen Wärmeabsatz über das Netz und damit zu einer ungünstigeren Wirtschaftlichkeit. Denn je mehr Wärme bei konstanten Investitionskosten im Jahr verkauft wird, desto geringer ist der spezifische Preis je Kilowattstunde Nutzwärme für den Kunden.

Die Varianten a und b basieren auf dem Standort 1, da dieser nach Aussagen von Gemeindevertretern bevorzugt wird.

Variante 1a berücksichtigt, dass der gesamte Wärmebedarf der Gemeinde ausschließlich über das Nahwärmenetz gedeckt wird. Das heißt, es handelt sich um ein Szenario, bei dem die vorhandenen Holzzimmeröfen deinstalliert werden. Da künftig die Zahl der Selbstwerber aus Altersgründen oder wegen Zeitmangels vermutlich rückläufig ist, liegt der mittelfristige Nahwärmebedarf wahrscheinlich zwischen den Varianten 1 und 1a.

Variante b dient der Beurteilung eines Szenarios, bei dem sich nicht die gewünschte Anzahl an Gebäudeeigentümern an das Nahwärmenetz anschließen. Es wird davon ausgegangen, dass nur jedes zweite Gebäude entlang der Nahwärmetrasse mit Wärme versorgt wird. Dies wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus, da sich die Kosten für das Netz auf weniger Wärmeabnehmer verteilen.

Die vier Varianten werden im Folgenden nach technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten dargestellt und miteinander verglichen.

2 Technisches Konzept

Das technische Konzept beschreibt die Berechnung des Wärmebedarfes, die Rohrnetzauslegung mit den Hausübergabestationen und die Auslegung der Heizzentrale. Im Falle der dezentralen Variante werden der Wärmebedarf und eine neue Ölheizung für ein Referenzgebäude betrachtet.

2.1 Wärmebedarfsermittlung

Die Ermittlung des Wärmebedarfes der Gemeinde Kehlbach erfolgt anhand des Siedlungstypenverfahrens. Dabei werden alle Gebäude der Gemeinde fotografiert und es erfolgt eine Einteilung in bestimmte Gebäudetypen. Diesen liegen empirischen Wärmebedarfsdaten zugrunde, wodurch sich bei Übereinstimmung der Merkmale ein sehr guter Annäherungswert für den Wärmebedarf eines Wohngebäudes ermitteln lässt. Die Gebäudetypen unterscheiden sich insbesondere in Baualtersklassen und Bebauungsdichte (frei stehend, Reihenhaus) sowie in der Größe (Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhaus). Der aus Tabellen abzulesende Kennwert bezeichnet den Heizwärmebedarf eines Gebäudetyps in kWh/m²*a. Unter Berücksichtigung der Grundfläche und Geschossanzahl der Gebäude lässt sich der Heizwärmebedarf in kWh/a abschätzen. Um den gesamten Nutzwärmebedarf zu erhalten werden 12,5 kWh/m²*a für den Warmwasserbedarf addiert.

In der Summe ergibt sich für die 65 berücksichtigten Gebäude von Kehlbach ein Nutzwärmebedarf von rund 2.355 MWh/a. Dies ist anhand des Siedlungstypenverfahrens der Wärmebedarf für die Raumheizung und Warmwasserbereitung und die Grundlage für die Berechnung der Variante 1a. Bei 56 % der Gebäude findet jedoch eine Heizungsunterstützung durch Holz(kamin)öfen oder Solarthermieanlagen statt. Geht man davon aus, dass diese Unterstützung 40 % des Nutzwärmebedarfs beträgt, ergibt sich für die gesamte Gemeinde ein Abzug von 22 %, welcher voraussichtlich nicht durch Nahwärme gedeckt wird. Daher reduziert sich der jährliche Wärmebedarf, welcher über die Nahwärmeleitung an die Abnehmer geliefert wird auf 1.832 MWh. Dieser Wert stellt die Grundlage für die Berechnung der Varianten 1 und 2 dar. Bei der Variante 1b wird nur jedes zweite Gebäude berücksichtigt, weshalb sich der Nutzwärmebedarf (für 33 Gebäude) auf 898 MWh/a reduziert.

Ausgehend vom Nutzwärmebedarf lässt sich unter Berücksichtigung von Verlusten die Wärmeenergie und -leistung berechnen, welche vom zentralen Heizwerk zur Verfügung gestellt werden muss.

2.2 Nahwärmenetz

Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit der Heizzentrale für Variante 1 in Abbildung 2-1 dargestellt.

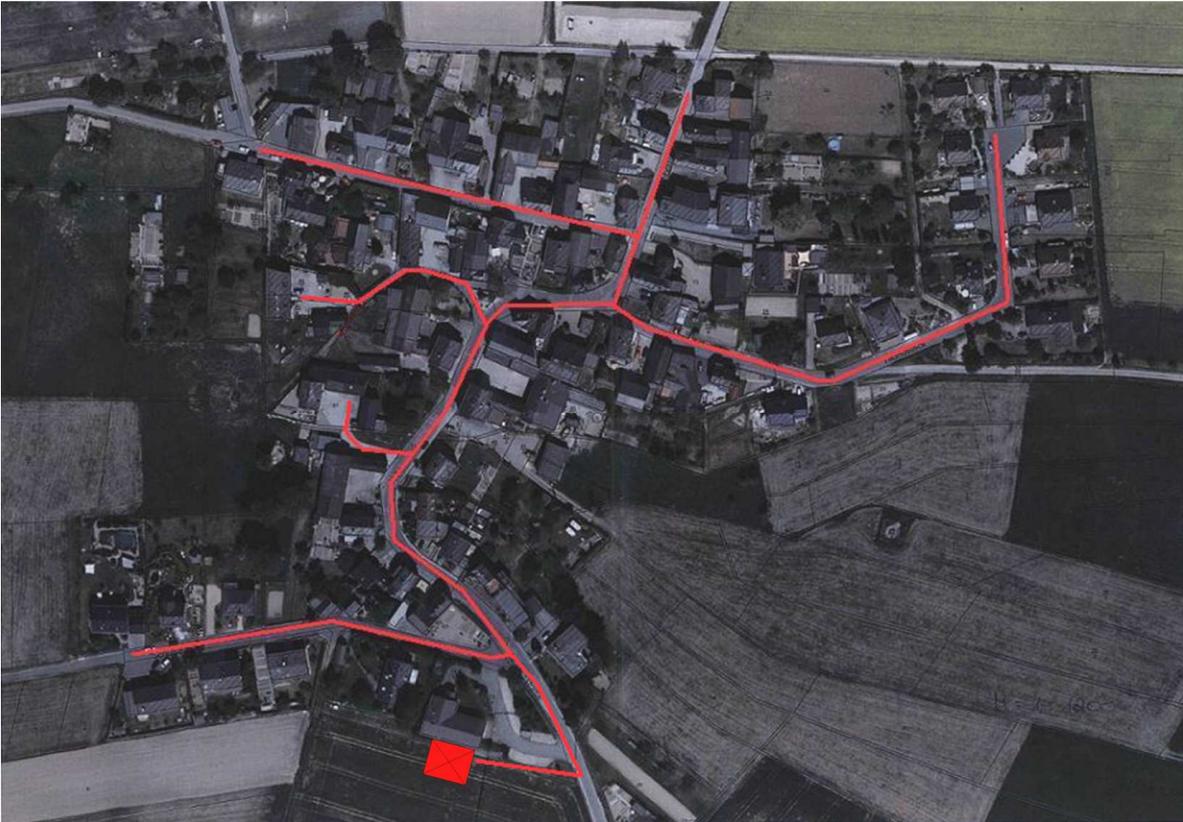


Abbildung 2-1: Netzplan Variante 1

Das Rohrnetz wird ausgehend von der Heizzentrale in sinnvolle Trassenabschnitte untergliedert, deren Einzellängen in einem Lageplan abgemessen werden.

Die Dimensionierung des Nenndurchmessers erfolgt anhand der Leistung, welche abschnittsweise übertragen werden muss. Die Summe der Einzelleistungen, welche ein Abschnitt bereitstellen muss, ergibt die notwendige Leistung für den Rohrabschnitt. Anhand von Tabellen lassen sich anhand der benötigten Leistung die notwendigen Nenndurchmesser ermitteln. Je größer der Durchmesser, desto größer der Massenstrom. Durch einen größeren Massenstrom kann wiederum mehr Leistung übertragen werden. Ausgehend von der Heizzentrale verringert sich die Nennweite abschnittsweise und über die Verästelungen des Trassenverlaufs bis hin zu den Hausanschlussleitungen, welche nur noch die notwendige Wärmeleistung des einzelnen Gebäudes übertragen müssen.

Für die Verteilungsleitung werden Kunststoffverbundmantelrohre (KMR) vorgeschlagen, welche aus einem isolierten Stahlmediumrohr und einem Kunststoffmantelrohr bestehen. Für die Hausanschlussleitungen sind flexible Kunststoffmediumrohre (PMR) vorgesehen, welche zwar etwas weniger robust, aber dafür deutlich preisgünstiger von der Rolle zu verlegen sind.

Eine Trasse besteht jeweils aus zwei Rohren für Vor- und Rücklauf, vergleichbar mit einer Heizverteilung im Wohngebäude. Bei Kunststoffleitungen werden Vor- und Rücklauf regelmäßig auch als ein gemeinsam isoliertes Verbundrohr angeboten. Es wird eine Temperaturspannung zwischen Vor- und Rücklauf von 40 Kelvin vorausgesetzt. Denkbar wären bspw. eine Vorlauftemperatur von 90 °C und eine Rücklauftemperatur von 50 °C.

Die Trassenlänge beträgt bei Variante 1 und 1a insgesamt 1.890 m inkl. Hausanschlussleitungen. Bei Variante 1b verringert sich die Trassenlänge aufgrund der geringeren Anschlussdichte um die Hausanschlussleitungen, welche weniger erforderlich sind. Die gesamte Trassenlänge beträgt daher bei Variante 1b 1.570 m.

Die Trassenführung und den Standort der Heizzentrale für Variante 2 zeigt Abbildung 2-2.



Abbildung 2-2: Netzplan Variante 2

Die Abbildung zeigt den zentralen Standort der Heizzentrale, die Leitungsführung gleicht ansonsten der Variante 1. Die Gesamtleitungslänge ist aufgrund des zentralen Heizwerkes etwas kürzer und beträgt 1.770 m.

Die Auslegung der Hausübergabestationen richtet sich nach der notwendigen Leistung für die Versorgung des jeweiligen Gebäudes. Es werden indirekte Hausübergabestationen gewählt, was bedeutet, dass ein Wärmetauscher das Nahwärmenetz hydraulisch von dem internen Heizkreis des Gebäudes trennt. Die Übergabestation wird üblicherweise im Keller an der Wand montiert und besteht im Wesentlichen aus einem Plattenwärmetauscher, Wärmemengenzähler zur Abrechnung sowie Absperrhähnen und Ventilen.

2.3 Heizzentrale

Die Heizzentrale besteht aus einem Grundlast- und einem Spitzenlastkessel. Der Grundlastkessel wird mit HHS befeuert und der Spitzenlastkessel mit Heizöl. Hinzu kommen ein HHS-Lager und ein Öltank.

Um abzuschätzen wie viel Energie und welche Wärmeleistung der verschiedenen Wärmeerzeuger den Bedarf des Netzes abdecken, wird eine für Wohngebäude typische geordnete Jahresdauerlinie verwendet, wie sie in Abbildung 2-3 dargestellt ist

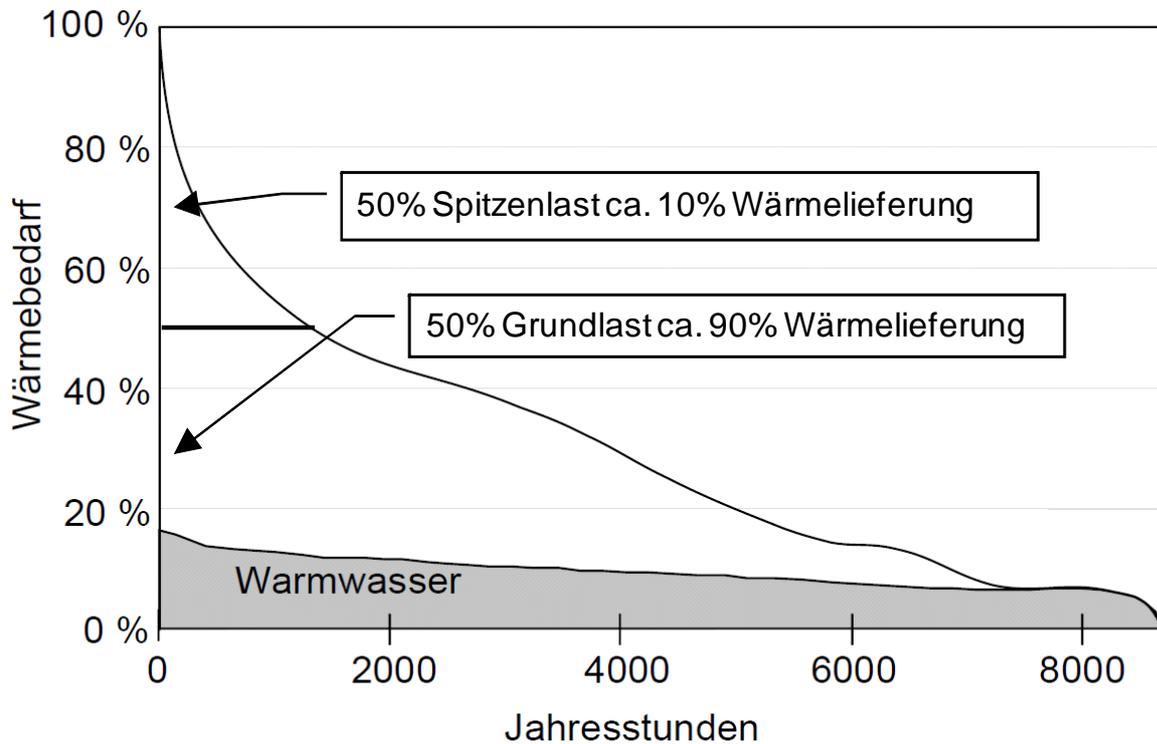


Abbildung 2-3: typische geordnete Jahresdauerlinie für Wohngebäude

In der Abbildung sind der Wärmebedarf als Leistungsprozente und die Jahresstunden aufgetragen. Die Kurve beschreibt, wie viele Stunden im Jahr welcher Anteil an der Gesamtleistung benötigt wird. Die Fläche unter der Kurve entspricht der Wärmeenergie, welche im Jahr verbraucht wird. Man sieht, dass der Warmwasserbedarf über das Jahr eine relativ konstante Heizleistung von 10 - 15 % benötigt. Die maximale Spitzenlast von 50 - 100 % hingegen wird nur in relativ wenigen Stunden im Jahr abgerufen. Die meisten Stunden im Jahr wird die so genannte Grundlast (0 - 50 %) benötigt.

Aus diesen Gründen wird eine Heizzentrale mit Bioenergie i. d. R. so ausgelegt, dass die Grundlast mit biogenen Brennstoffen abgedeckt wird, da diese Energieträger hohe Investitionskosten, aber geringe laufende Kosten (Brennstoffkosten) mit sich bringen. Die Spitzenlast hingegen kann mit einem in der Anschaffung relativ günstigen fossil befeuerten Kessel abgedeckt werden, da dieser nur einen geringen Wärmeanteil mit hohen Brennstoffkosten erzeugt. Es ergeben sich somit Einsparungen in den Investitionskosten bei gleichzeitig immer

noch sehr geringem fossilem Wärmeanteil. Zudem hat man eine gewisse Redundanz, wenn der Holzkessel gewartet oder gereinigt wird.

Im Falle Kehlbach beträgt die Gesamtleistung für die Versorgung aller Gebäude (Variante 1, 2, und 1a) 1.180 kW. Die Grundlast von 50 % wird mit einem HHS-Kessel von 590 kW erzeugt. Dadurch werden nach Abbildung 2-3 ca. 90 % der benötigten Wärmeenergie aus regenerativen HHS erzeugt.

Die Spitzenlast von ebenfalls 590 kW wird mit einem Heizölkessel erzeugt, wodurch ca. 10 % der jährlichen Wärmeproduktion aus Heizöl erfolgen.

Im Falle der kleinen Variante, in der nur 50 % der Gebäude angeschlossen werden, ist auch eine entsprechend geringere Leistung von 580 kW ausreichend. Daher werden hier ein HHS-Kessel und ein Ölspitzenlastkessel von je 290 kW in der Heizzentrale aufgestellt. Bei einem etwaigen Netzausbau kann die Heizleistung modular erweitert werden.

2.4 Referenzvariante: Sanierung Ölheizung

Da nicht für jedes einzelne Gebäude der Gemeinde individuelle dezentrale Lösungen gerechnet werden können, wird ein durchschnittliches Referenzgebäude betrachtet. Zur Berechnung des Wärmebedarfs wurde der Mittelwert der Wärmebedarfe aller Wohngebäude herangezogen. Der so ermittelte Nutzwärmebedarf für Heizung und Warmwasser beträgt rund 35.000 kWh/a (entspricht 3.500 Liter Öl pro Jahr). Für die Mehrheit der Wohngebäude gilt jedoch ein geringerer Wärmebedarf, weshalb ein Verbrauch von 3.000 l Heizöl angesetzt wird. Die Heizlast wird entsprechend mit 15 kW angesetzt. Auf dieser Basis wurde die Neuinstallation einer Ölheizung und deren Verbrauch betrachtet.

In Kehlbach wird überwiegend mit Ölheizungen geheizt. Diese haben eine rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren und stehen bei vielen Hauseigentümern kurz- und mittelfristig zum Austausch an. Des Weiteren gibt es Gebäude mit elektrischen Nachtspeicherheizungen. Diese müssen aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen mittelfristig ebenfalls ausgetauscht werden. Hier steht im Regelfall die Umrüstung auf eine Zentralheizung an. Der Hauseigentümer steht dann vor der Entscheidung, ob er als Wärmeerzeuger bspw. einen Ölkessel installiert oder sich an das Nahwärmenetz anschließt.

Bei der Referenzvariante wird daher der Ersatz des bestehenden Wärmeerzeugers durch einen neuen Öl-Brennwertkessel, die Sanierung der Abgasanlage, ein neuer Warmwasserspeicher sowie Kleinteile und Rohrleitung im Heizungskeller angesetzt. Diese Komponenten führen zu Investitionskosten für den Hauseigentümer, welche im Variantenvergleich berücksichtigt sind.

2.5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der technischen Konzeptionierung sind in Tabelle 2-1 zusammenfassend dargestellt.

Technische Daten Nahwärme Kehlbach						
Variante	Referenz Ölheizung	1: HZ DGH	2: HZ DPL	1a: nur NW	1b: 50%	Einheit
Gebäudeanzahl	1	65	65	65	33	Stück
Nutzenergiebedarf	27	1.832	1.832	2.355	898	MWh/a
Länge Nahwärmeleitung	-	1.891	1.769	1.891	1.571	m
Rohrnetzkenzahl	-	969	1.036	1.246	572	kWh/m*a
Rohrnenndurchmesser DN	-	100	100	100	80	mm
Wärmeleistung	15	1.180	1.180	1.180	580	kW
Endenergiebedarf	30	2.767	2.767	3.557	1.356	MWh/a
HHS-Bedarf	-	809	809	1.040	397	t/a
Heizölbedarf	3.000	27.450	27.450	35.290	13.450	l/a
CO ₂ -Einsparung	-	536	536	514	262	t/a

Tabelle 2-1: Variantenvergleich der technischen Daten

Die Varianten 1, 2 und 1a beinhalten die Versorgung von 65 Gebäuden in Kehlbach. Bei Variante 1b werden nur jedes zweite, also 33 Gebäude an das Netz angeschlossen. Die Varianten 1, 2 und 1b gehen von einem Nutzwärmebedarf aus Nahwärme aus, welcher eine Zuheizung aus Zimmerholzöfen oder Solarthermie von insgesamt 22 % berücksichtigt. Bei Variante 1a wird von einer Vollversorgung aus Nahwärme ausgegangen, weshalb der Nutzenergiebedarf höher ausfällt. Die Länge der Nahwärmeleitung bewegt sich je nach Variante zwischen 1.570 und 1.890 m inkl. der Hausanschlussleitungen. Die Rohrnetzkenzahl gibt Aufschluss über die Effizienz des Netzes, indem berechnet wird, wie viel Wärmeabsatz je Meter Trassenlänge im Jahr erreicht wird. Die KfW fördert im Rahmen des Marktanzreizprogramms Nahwärmenetze mit einer Rohrnetzkenzahl von mindestens 500 kWh/m*a, weswegen sie auch für die spätere Wirtschaftlichkeitsabschätzung relevant ist. Der Mindestabsatz wird bei allen Nahwärmevarianten erreicht. Die Leistung der Heizzentrale orientiert sich bei allen Varianten am maximalen Wärmebedarf im Winter. D. h. dass die Heizlast der Gebäude auch ohne Unterstützung aus Kaminöfen oder Solarthermie über Nahwärme bereitgestellt werden kann. Die Nennweite der Rohrleitung beträgt bis zu 100 mm, bei Variante 1b bis zu 80 mm. Im Endenergiebedarf sind sämtliche Verluste berücksichtigt. Er gibt an, welchen Energiegehalt der eingesetzte Brennstoff haben muss. Der Endenergiebedarf ist zusätzlich je nach Variante in Tonnen HHS und Liter Heizöl angegeben. Die CO₂-Einsparung errechnet sich aus den direkten CO₂-Emissionen der substituierten Heizölmenge. Bei einer Vermeidung von einem Liter Heizöl, werden 2,68 kg weniger CO₂ freigesetzt. Holzhackschnitzel gelten als CO₂-neutral, da nur so viel freigesetzt wird, wie vorher beim Holzwachstum gebunden wurde. Bei einer nachhaltigen Forstwirtschaft bleibt daher die gebundene CO₂-Menge konstant.

3 Wirtschaftlichkeitsabschätzung

3.1 Methodik

Die Wirtschaftlichkeitsabschätzung beruht auf Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten, die im Rahmen der Wärmebereitstellung auftreten. Methodisch erfolgen die Berechnungen in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 nach der Annuitätenmethode. Dabei werden die für die jeweilige Variante erforderlichen Investitionskosten unter Berücksichtigung von Zinssatz und rechnerischer Nutzungsdauer in durchschnittliche Jahresannuitäten umgerechnet. Dies erlaubt es, sie mit den laufenden Kosten zu Jahresheizgesamtkosten zu summieren. Diese werden durch die zu liefernde Menge an Nutzwärme dividiert, wodurch sich spezifische Wärmebereitstellungskosten in Euro je Kilowattstunde ergeben. Dieser so genannte Wärmepreis kann unter den Varianten verglichen werden, unabhängig wie viel Gebäude gemeinsam versorgt werden. Er stellt den theoretischen Preis dar, welcher von den Wärmekunden gezahlt werden muss um die Wärmebereitstellungskosten zu decken. Da sämtliche Kosten zur Bereitstellung der Nutzwärme berücksichtigt sind, spricht man auch von einer Vollkostenrechnung im Gegensatz zu einer Teilkostenrechnung, bei der etwa nur die Verbrauchskosten eines Ölkessels (jährliche Heizölkosten) betrachtet werden.

3.2 Investitionskosten

Die Investitionskosten der verschiedenen Versorgungsvarianten zeigt Abbildung 3-1.

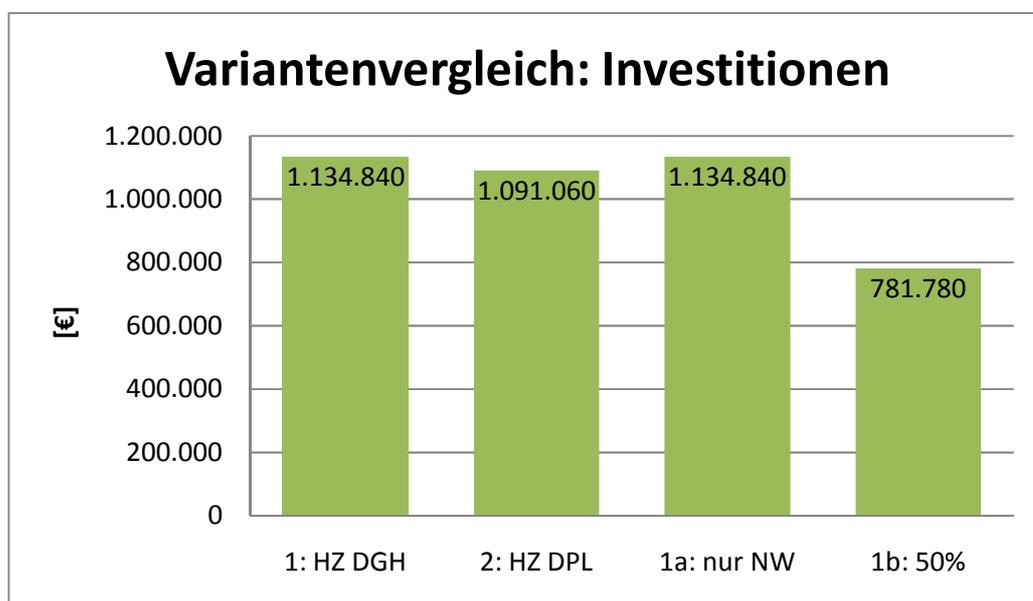


Abbildung 3-1: Investitionskosten nach Varianten

Die Investitionskosten der Variante 2 sind wegen der etwas kürzeren Leitung entsprechend geringer. Deutlich geringer sind die Investitionskosten für die Variante 1b wegen der kleineren Heizzentrale und 32 weniger Hausanschlüssen.

Bei den Kosten für die Rohrnetzverlegung sind die Kosten für die Oberflächenwiederherstellung bei den Straßen, welche ohnehin saniert werden, nicht berücksichtigt. Die Kostenein-

sparungen, welche sich bei den Tiefbauarbeiten ergeben können, sind nicht berücksichtigt, da sie sich aus jetziger Sicht nicht exakt beziffern lassen.

Eine positionsgenaue Auflistung der jeweiligen Investitionskosten befindet sich im Anhang dieser Dokumentation.

3.3 Wärmebereitstellungskosten (Wärmepreis)

Eine tatsächliche Vergleichbarkeit der Varianten ist erst durch die Berechnung der Wärmebereitstellungskosten gegeben. Die reinen Investitionskosten für die Technik sagen nur etwas darüber aus, wie viel Geld für die Errichtung einer neuen Wärmeversorgung aufgebracht werden muss. Die spezifischen Wärmebereitstellungskosten hingegen geben Auskunft über die gesamte Wirtschaftlichkeit einer Variante, betrachtet über die gesamte Nutzungsdauer.

Um die laufenden Verbrauchs- und Betriebskosten abzuschätzen werden folgende, im Jahr 2009/2010 erhobene, Marktpreise (inkl. USt.) zugrunde gelegt.

- Öl Referenz (3.000 l/a): 06,06 ct/kWh = 60,6 ct/l
- Öl Nahwärme (15.000 l/a): 05,98 ct/kWh = 59,8 ct/l
- Holzhackschnitzel: 02,43 ct/kWh = 70,77 €/t
- Strom: 21,40 ct/kWh

Als Fördermittel sind Investitionszuschüsse und vergünstigte Zinssätze aus dem Anfang 2010 gültigen Marktanzreizprogramm der Bundesregierung berücksichtigt. Die Kapitalverzinsung der Investitionskosten ist mit 4 % angesetzt, die zugrunde liegenden rechnerischen Nutzungsdauern stammen aus der VDI-Richtlinie 2067.

Tabelle 3-1 zeigt eine Auflistung der Kostenarten eingeteilt nach den untersuchten Varianten.

Wirtschaftlichkeit Nahwärme Kehlbach						
Variante	Referenz Ölheizung	1: HZ DGH	2: HZ DPL	1a: nur NW	1b: 50%	Einheit
Investitionskosten	12.000	1.134.840	1.091.060	1.134.840	781.780	€
Enthaltene Förderung	-	-280.080	-270.320	-280.080	-190.880	€
Kapitalkosten	963	70.917	68.646	70.917	47.803	€/a
Verbrauchskosten	1.551	79.527	79.527	102.249	38.981	€/a
Betriebskosten	482	39.900	39.390	39.900	28.063	€/a
Sonstige Kosten	13	36.495	35.772	39.904	22.700	€/a
Heizgesamtkosten	3.009	226.839	223.335	252.969	137.547	€/a
Wärmepreis netto	11,1	12,4	12,2	10,7	15,3	ct/kWh
Wärmepreis brutto	13,2	14,7	14,5	12,8	18,2	ct/kWh

Tabelle 3-1: Kosten nach Varianten

Eine ausführliche Auflistung aller Investitions-, Verbrauchs- und Betriebskosten befindet sich im Anhang dieses Berichts.

Die Kapitalkosten spiegeln die mittlere jährliche Belastung für Zins und Tilgung wieder. Es ist angenommen, dass die gesamte Investitionssumme über die KfW fremdfinanziert ist. Die Verbrauchskosten fallen insbesondere für den Brennstoff, aber auch für Hilfsenergie an. Die Betriebskosten entstehen für Wartung und Instandhaltung sowie für die Bedienung der technischen Einrichtungen. Zusammen mit den sonstigen Kosten für Versicherung und Unvorhergesehenes ergeben sich die Jahresheizgesamtkosten für die jeweilige Untersuchungsvariante. Um die Varianten kostenmäßig miteinander vergleichen zu können, werden die Heizgesamtkosten durch die bereitgestellte Nutzenergiemenge dividiert, wodurch sich ein spezifischer Wärmepreis je Kilowattstunde Wärme errechnet. Dieser Wärmepreis muss von den Verbrauchern mindestens gezahlt werden, um die Kosten für die Wärmebereitstellung zu decken.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kosten für Variante 1 und 2 mit rund 14,5 ct/kWh etwa gleich hoch und gut einen Eurocent teurer als die Referenzvariante sind. Würde man den gesamten Wärmebedarf mit Nahwärme decken ergäben sich etwas günstigere spezifische Kosten von knapp 13 ct/kWh. Bei einer Anschlussquote von 50 % ist der Wärmepreis mit gut 18 ct/kWh deutlich teurer als der Referenzpreis bei neuer Ölheizung. Daraus lässt sich schließen, dass jedenfalls ein Anschlussgrad von deutlich über 50 % erreicht werden muss, um eine weitere Umsetzung des Projektes voranzutreiben.

3.4 Szenarioanalyse

Um zu berücksichtigen, dass mittelfristig starke Verschiebungen im Bereich der Energieträgerpreise zu erwarten sind, wurde eine Szenarioanalyse durchgeführt.

Das Szenario betrachtet die Auswirkungen auf die Wärmebereitstellungskosten, falls sich die Brennstoffpreise auf den Stand vom Juli 2008 entwickeln. Damals war der Heizölpreis auf einem Höchststand von 95 ct/l brutto, den er mittelfristig sicherlich wieder erreichen wird.

Den Verlauf der Brennstoffpreise über die vergangenen sieben Jahre zeigt Abbildung 3-2.

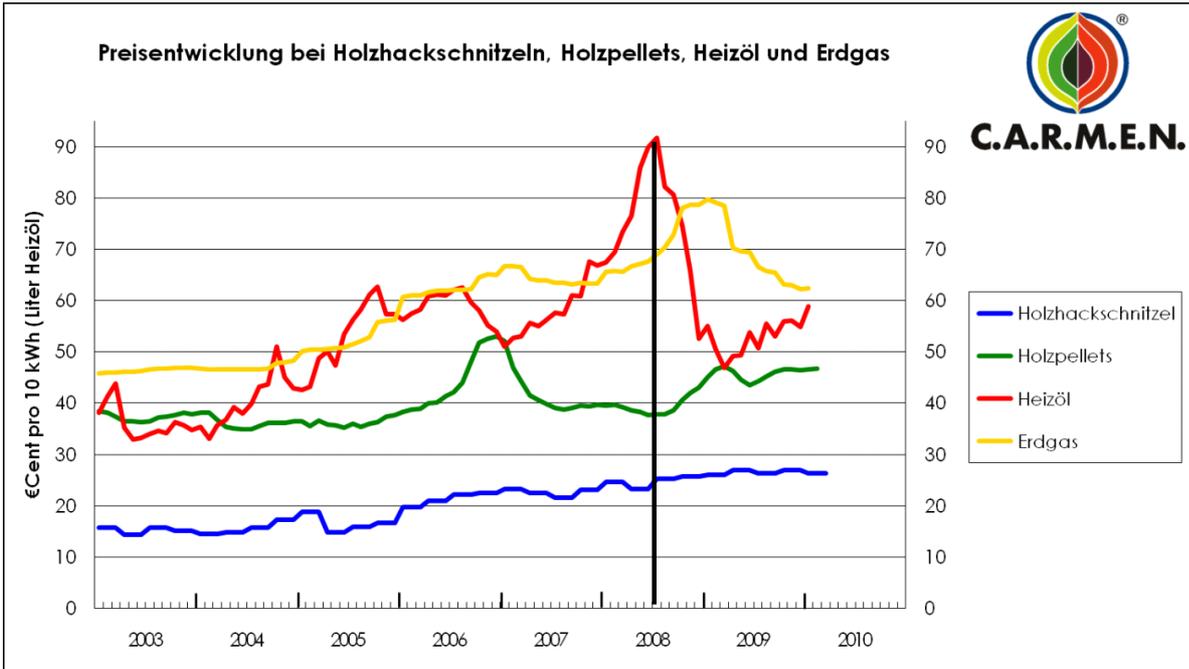


Abbildung 3-2: Brennstoffpreisentwicklung 2003 – 2010

Die Grafik zeigt den moderaten Anstieg des HHS-Preises im Vergleich zum sprunghaften, unberechenbaren Anstieg des Heizölpreises.

Verändert man die Kostenparameter auf das Niveau von 2008 ergeben sich Wärmepreise wie in der folgenden Abbildung 3-3 dargestellt.

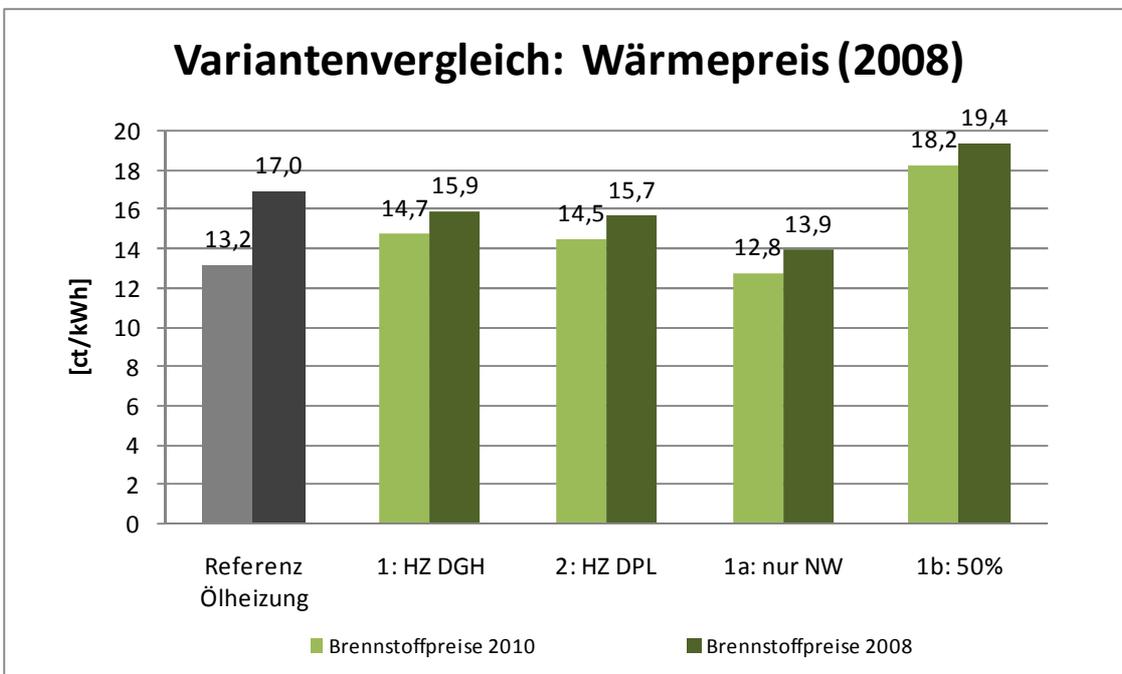


Abbildung 3-3: Wärmepreise nach Varianten im Szenario

Dadurch, dass der Öpreis sich sehr stark auf die Referenzvariante auswirkt, ist diese im Szenario gut einen Eurocent teurer als die Nahwärmevarianten. Einzig die Anschlussquote

von 50 % führt zu einem teureren Wärmepreis. Dies bedeutet, dass die Nahwärmevarianten umso wirtschaftlicher werden, je mehr der Ölpreis wieder ansteigt. Zudem bieten die Nahwärmevarianten eine deutlich höhere Preisstabilität, da der Nahwärmepreis von verschiedenen Faktoren und zu einem Großteil von den relativ gut vorhersehbaren Kapitalkosten beeinflusst wird. Selbst wenn der Holzackschnitzelpreis stark ansteigen sollte, wird der Nahwärmepreis um einen deutlich geringeren Prozentsatz ansteigen, da die Verbrauchskosten nur ca. 35 % der Gesamtkosten ausmachen. Im Falle einer Ölheizung liegt der Anteil für den Heizöleinkauf hingegen bei über 50 % mit wachsender Tendenz.

4 Fazit

Bei dem zugrunde gelegten Ölpreis von 60 ct/l als Referenz ist eine Nahwärmeversorgung aus Bioenergie derzeit noch gut einen Cent teurer.

Abbildung 4-1 zeigt die berechneten Wärmepreise grafisch und im Variantenvergleich.

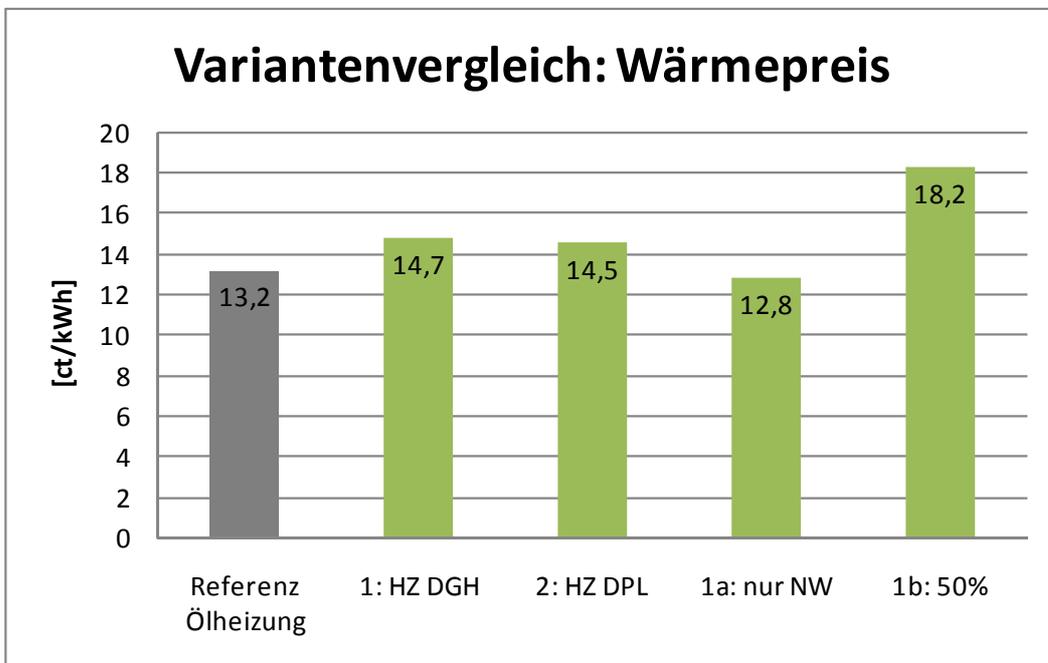


Abbildung 4-1: Wärmebereitstellungskosten nach Varianten

Würde der Wärmebedarf der Gemeinde in Gänze über Nahwärme versorgt, wäre diese Variante sogar einen ct/kWh günstiger.

Bei einem Ölpreisanstieg auf das Niveau von 2008 ist mit einem Nahwärmepreis zu rechnen, welcher gut einen ct/kWh günstiger als bei der Sanierung einer Ölheizung ausfällt.

Lassen die Vorplanungen jedoch eine Anschlussquote nahe 50 % erwarten, ist bei ansonsten gleichen Randbedingungen mit einer wirtschaftlichen Realisierung des Nahwärmeverbundes nicht zu rechnen. Anders verhält es sich, wenn die 50 % in einem zusammenhängenden Gebiet liegen (bspw. im Ortskern oder im Westteil). Dies würde sich nicht negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

Mit den Nahwärmevarianten könnten die angeschlossenen Gebäude in Kehlbach zu 90% mit heimischen Holzhackschnitzeln versorgt werden. Die Auswirkungen der Varianten auf die Reduktion des Kohlendioxidausstoßes zeigt Abbildung 4-2.

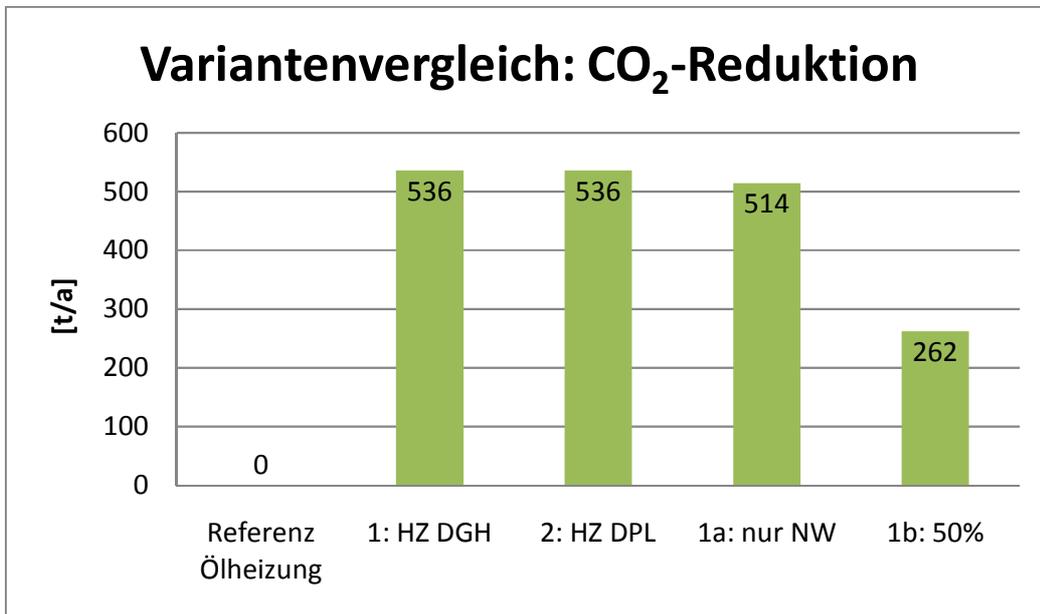


Abbildung 4-2: CO₂-Einsparung nach Varianten

Je nach Variante können zwischen ca. 260 und 536 t Kohlendioxid im Jahr weniger emittiert werden als heute. Die Berechnung beruht auf dem direkten CO₂-Ausstoß, welcher durch die Verbrennung von Heizöl verursacht wird.

Durch die Entwicklung eines Biowärmedorfes wird die regionale Wertschöpfung erhöht. Die Aufbereitung und Lieferung der Holzhackschnitzel aus regionalen Forsten ist mit Kosten verbunden, welche nicht wie für den Öleinkauf ins Ausland abfließen. Zudem müssen die technischen Anlagen betrieben und gewartet werden, was ebenfalls von regionalen Unternehmen geleistet werden kann.

Die Bürger von Kehlbach machen sich durch die Entwicklung eines Biowärmedorfes unabhängig von fossilen Ressourcen aus dem Ausland. Die OPEC-Förderabsprachen und die teilweise politische Instabilität der Erdöl- und Erdgas exportierenden Länder verursachen eine unberechenbare Situation für importierende Staaten wie Deutschland. Eine dörfliche Wärmeversorgung mit heimischen Holzhackschnitzeln kann sich dem durch gemeinschaftliche Umstellung auf erneuerbare Energien entziehen. Um die spezifischen Wärmekosten auf einem attraktiven Niveau zu halten, muss jedoch eine Anschlussquote von deutlich über 50% erreicht werden.

Die Nahwärmeversorgung von Kehlbach ist wegen der dünnen Siedlungsstruktur mit relativ hohen Investitionskosten verbunden, welche sich auf den kostendeckenden Wärmepreis auswirken. Können diese durch Einsparungen, Eigenkapital oder Investitionszuschüsse reduziert werden, verringert sich der Kapitaldienst und die Wärme kann deutlich günstiger angeboten werden. Berücksichtigt man zudem die Entwicklung des Heizölpreises, ist ein Nahwärmenetz spätestens mittelfristig wirtschaftlich eine interessante Alternative.

Quellenverzeichnis

- BMU (2010):** Internetseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Direkte CO₂-Emissionsfaktoren für Energieträger im Bereich von Haushalten/Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (2005)“, http://www.bmu.de/klimaschutzinitiative/nationale_klimaschutzinitiative/foerderprogramm_kommunen_soziale_kulturelle_einrichtungen/doc/41802.php, Zugriff am 05.01.2010.
- Destatis (2009):** Internetseite des statistischen Bundesamtes Deutschland, „Daten zur Energiepreisentwicklung“, https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_sfgsuchergebnis.csp&action=newsearch&op_EVASNr=startwith&search_EVASNr=619, Zugriff am 02.11.09.
- FastEnergy (2009):** Internetseite der FastEnergy GmbH, <http://www.fastenergy.de/heizoelpreise/heizoelpreise-2-MOS.htm>, Zugriff am 25.01.2010.
- KfW (2009):** Internetseite der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Konditionenübersicht für Endkreditnehmer, <https://www.kfw-formularsammlung.de/Konditionenanzeiger/Net/KonditionenAnzeiger?Bankengruppe=1392435951&Programmgruppe=-765188334&ProgrammNameNr=270%20271%20272%20281%20282> Zugriff am 14.01.10.
- MAP (2009):** Internetseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ (Marktanreizprogramm – MAP), vom 20. Februar 2009, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/foerderrichtlinie_waerme_09.pdf , Zugriff am 13.10.2009.
- NW Forum (2009):** Internetseite des Informationsportals Nahwärme-Forum, http://www.nahwaerme-forum.de/leitfaden/leitfaden_waermeverteilung3.html, Zugriff am 11.01.2010.
- UMSICHT (1998):** Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Christian Dötsch, Jan Taschenberger, Ingo Schönberg, „Leitfaden Nahwärme“, UMSICHT-Schriftenreihe, Band 6, Oberhausen: Fraunhofer IRB-Verlag, 1998.
- VDI (2000):** Verein Deutscher Ingenieure VDI e. V., Richtlinie 2067 Blatt 1, „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen: Grundlagen und Kostenberechnung“, Berlin: Beuth Verlag, 2000.

Anhang

Variante 1: Heizzentrale Dorfgemeinschaftshaus:

Investitionskosten				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	590	kW	322	189.700
Holzessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	590	kW	423	249.700
Rauchgasreinigungsanlage	590	kW	103	60.900
Ölkessel, Tank, Kamin	590	kW	97	57.100
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	1.180	kW	20	23.600
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	1.171	m	309	361.680
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	720	m	217	156.260
Hausübergabestationen	65	Stück	3.825	248.600
Unvorhergesehene Kosten	1.347.540	€	5%	67.377
Summe Investitionskosten				1.414.917

Zuschussförderung aus MAP				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Tilgungszuschuss Holzessel	590	kW	20	-11.800
Tilgungszuschuss Nahwärmenetz, max. 1.000.000 €	1.891	m	80	-151.280
Tilgungszuschuss Hausübergabestation	65	Haus	1.800	-117.000
Investitionskosten inkl. Förderung				1.134.837

Tabelle 4-1: Investitionskosten Variante 1: HZ DGH

Kapitalkosten				
Zinssatz	4,00%			
Bezeichnung	Investitions- kosten [€]	Nutzungs- dauer [a]	Annuitäten- faktor	Kapitalkosten [€/a]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	189.700	40	0,0505	9.584
Holzessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	237.900	20	0,0736	17.505
Rauchgasreinigungsanlage	60.900	20	0,0736	4.481
Ölkessel, Tank, Kamin	57.100	20	0,0736	4.202
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	23.600	10	0,1233	2.910
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	210.400	40	0,0505	10.630
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	156.260	30	0,0578	9.037
Hausübergabestationen	131.600	30	0,0578	7.610
Unvorhergesehene Kosten	67.377	20	0,0736	4.958
Summe der Investitionskosten	1.134.837		Summe der Kapitalkosten	70.917

Verbrauchskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Endenergiebedarf	2.766.635	kWh		
Endenergiebedarf HHS (90%), inkl. Ascheents.	2.489.971	kWh	0,02	57.269
Holzackschnitzel (3 kWh/kg)	809	t	70,77	
Endenergiebedarf Heizöl (10%)	276.663	kWh		
Heizöl	27.447	Liter	0,50	13.792
Hilfsenergie, Strom (2% der Wärmeproduktion)	47.033	kWh	0,18	8.466
Summe der Verbrauchskosten				79.527

Betriebskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Wartung & Instandsetzung Gebäude	189.700	€	2,0%	3.794
Wartung & Instandsetzung Wärmeerzeuger	367.700	€	4,5%	16.547
Wartung & Instandsetzung Netzpumpen	23.600	€	2,0%	472
Wartung & Instandsetzung Netz	517.940	€	1,0%	5.179
Wartung & Instandsetzung Hausübergabe	248.600	€	3,0%	7.458
Bedienung	170	h	35	5.950
Kaminfeger			Pauschal	500
Summe der Betriebskosten				39.900

sonstige Kosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	1.134.837	€	0,7%	7.944
Verwaltung	190.344	€	5%	9.517
Gewinnrücklage	190.344	€	10%	19.034
Summe der sonstigen Kosten				36.495

Jahreskosten				226.839
---------------------	--	--	--	----------------

Ergebnis				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Gesamtkosten netto				226.839
spez. Wärmepreis netto	1.831.927	kWh	0,124	
spez. Wärmepreis brutto	1.831.927	kWh	0,147	

CO ₂ -Einsparung				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	kg CO ₂ /Einheit	Betrag [t/a]
CO₂-Einsparung	199.727	l Öl	2,68	536

Tabelle 4-2: Wirtschaftlichkeit Variante 1: HZ DGH

Variante 2: Heizzentrale Dorfplatz:

Investitionskosten				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	590	kW	322	189.700
Holzkessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	590	kW	423	249.700
Rauchgasreinigungsanlage	590	kW	103	60.900
Ölkessel, Tank, Kamin	590	kW	97	57.100
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	1.180	kW	20	23.600
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	1.049	m	296	310.690
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	720	m	217	156.260
Hausübergabestationen	65	Stück	3.825	248.600
Unvorhergesehene Kosten	1.296.550	€	5%	64.828
Summe Investitionskosten				1.361.378

Zuschussförderung aus MAP				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Tilgungszuschuss Holzkessel	590	kW	20	-11.800
Tilgungszuschuss Nahwärmenetz, max. 1.000.000 €	1.769	m	80	-141.520
Tilgungszuschuss Hausübergabestation	65	Haus	1.800	-117.000
Investitionskosten inkl. Förderung				1.091.058

Tabelle 4-3: Investitionskosten Variante 2: HZ DPL

Kapitalkosten				
Zinssatz	4,00%			
Bezeichnung	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Annuitätenfaktor	Kapitalkosten [€/a]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	189.700	40	0,0505	9.584
Holzessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	237.900	20	0,0736	17.505
Rauchgasreinigungsanlage	60.900	20	0,0736	4.481
Ölkessel, Tank, Kamin	57.100	20	0,0736	4.202
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	23.600	10	0,1233	2.910
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	169.170	40	0,0505	8.547
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	156.260	30	0,0578	9.037
Hausübergabestationen	131.600	30	0,0578	7.610
Unvorhergesehene Kosten	64.828	20	0,0736	4.770
Summe der Investitionskosten	1.091.058		Summe der Kapitalkosten	68.646

Verbrauchskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Endenergiebedarf	2.766.635	kWh		
Endenergiebedarf HHS (90%), inkl. Ascheents.	2.489.971	kWh	0,02	57.269
Holzhackschnittel (3 kWh/kg)	809	t	70,77	
Endenergiebedarf Heizöl (10%)	276.663	kWh		
Heizöl	27.447	Liter	0,50	13.792
Hilfsenergie, Strom (2% der Wärmeproduktion)	47.033	kWh	0,18	8.466
Summe der Verbrauchskosten				79.527

Betriebskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Wartung & Instandsetzung Gebäude	189.700	€	2,0%	3.794
Wartung & Instandsetzung Wärmeerzeuger	367.700	€	4,5%	16.547
Wartung & Instandsetzung Netzpumpen	23.600	€	2,0%	472
Wartung & Instandsetzung Netz	466.950	€	1,0%	4.670
Wartung & Instandsetzung Hausübergabe	248.600	€	3,0%	7.458
Bedienung	170	h	35	5.950
Kaminfeger			Pauschal	500
Summe der Betriebskosten				39.390

sonstige Kosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	1.091.058	€	0,7%	7.637
Verwaltung	187.563	€	5%	9.378
Gewinnrücklage	187.563	€	10%	18.756
Summe der sonstigen Kosten				35.772

Jahreskosten				223.335
---------------------	--	--	--	----------------

Ergebnis				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Gesamtkosten netto				223.335
spez. Wärmepreis netto	1.831.927	kWh	0,122	
spez. Wärmepreis brutto	1.831.927	kWh	0,145	

CO ₂ -Einsparung				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	kg CO ₂ /Einheit	Betrag [t/a]
CO₂-Einsparung	199.727	l Öl	2,68	536

Tabelle 4-4: Wirtschaftlichkeit Variante 2: HZ DPL

Variante 1a: ausschließlich Nahwärmeversorgung:

Investitionskosten 1a: nur Nahwärmeversorgung				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	590	kW	322	189.700
Holzessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	590	kW	423	249.700
Rauchgasreinigungsanlage	590	kW	103	60.900
Ölkessel, Tank, Kamin	590	kW	97	57.100
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	1.180	kW	20	23.600
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	1.171	m	309	361.680
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	720	m	217	156.260
Hausübergabestationen	65	Stück	3.825	248.600
Unvorhergesehene Kosten	1.347.540	€	5%	67.377
Summe Investitionskosten				1.414.917

Zuschussförderung aus MAP				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Tilgungszuschuss Holzessel	590	kW	20	-11.800
Tilgungszuschuss Nahwärmenetz, max. 1.000.000 €	1.891	m	80	-151.280
Tilgungszuschuss Hausübergabestation	65	Haus	1.800	-117.000
Investitionskosten inkl. Förderung				1.134.837

Tabelle 4-5: Investitionskosten Variante 1a: nur NW

Kapitalkosten				
Zinssatz	4,00%			
Bezeichnung	Investitions-kosten [€]	Nutzungs-dauer [a]	Annuitäten-faktor	Kapitalkosten [€/a]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	189.700	40	0,0505	9.584
Holzkessel, Brennstofftransport, hydraul. und	237.900	20	0,0736	17.505
Rauchgasreinigungsanlage	60.900	20	0,0736	4.481
Ölkessel, Tank, Kamin	57.100	20	0,0736	4.202
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	23.600	10	0,1233	2.910
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	210.400	40	0,0505	10.630
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR),	156.260	30	0,0578	9.037
Hausübergabestationen	131.600	30	0,0578	7.610
Unvorhergesehene Kosten	67.377	20	0,0736	4.958
Summe der Investitionskosten	1.134.837		Summe der Kapitalkosten	70.917

Verbrauchskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Endenergiebedarf	3.557.102	kWh		
Endenergiebedarf HHS (90%), inkl. Ascheents.	3.201.391	kWh	0,02	73.632
Holz hackschnitzel (3 kWh/kg)	1.040	t	70,77	
Endenergiebedarf Heizöl (10%)	355.710	kWh		
Heizöl	35.289	Liter	0,50	17.733
Hilfsenergie, Strom (2% der Wärmeproduktion)	60.471	kWh	0,18	10.885
Summe der Verbrauchskosten				102.249

Betriebskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Wartung & Instandsetzung Gebäude	189.700	€	2,0%	3.794
Wartung & Instandsetzung Wärmeerzeuger	367.700	€	4,5%	16.547
Wartung & Instandsetzung Netzpumpen	23.600	€	2,0%	472
Wartung & Instandsetzung Netz	517.940	€	1,0%	5.179
Wartung & Instandsetzung Hausübergabe	248.600	€	3,0%	7.458
Bedienung	170	h	35	5.950
Kaminfeger			Pauschal	500
Summe der Betriebskosten				39.900

sonstige Kosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	1.134.837	€	0,7%	7.944
Verwaltung	213.066	€	5%	10.653
Gewinnrücklage	213.066	€	10%	21.307
Summe der sonstigen Kosten				39.904

Jahreskosten				252.969
---------------------	--	--	--	----------------

Ergebnis				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Gesamtkosten netto				252.969
spez. Wärmepreis netto	2.355.335	kWh	0,11	
spez. Wärmepreis brutto	2.355.335	kWh	0,13	

CO ₂ -Einsparung				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	kg CO ₂ /Einheit	Betrag [t/a]
CO₂-Einsparung	191.885	l Öl	2,68	514

Tabelle 4-6: Wirtschaftlichkeit Variante 1a: nur NW

Variante 1b: 50 % Anschlussquote:

Investitionskosten				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	290	kW	483	140.100
Holzkessel, Brennstofftransport, hydraul. und elektr. Einbindung, Planung	290	kW	554	160.800
Rauchgasreinigungsanlage	290	kW	139	40.300
Ölkessel, Tank, Kamin	290	kW	125	36.300
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	580	kW	20	11.600
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	1.171	m	285	333.790
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR), Planung	400	m	193	77.250
Hausübergabestationen	33	Stück	3.824	126.200
Unvorhergesehene Kosten	926.340	€	5%	46.317
Summe Investitionskosten				972.657

Zuschussförderung aus MAP				
Position	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Tilgungszuschuss Holzkessel	290	kW	20	-5.800
Tilgungszuschuss Nahwärmenetz, max. 1.000.000 €	1.571	m	80	-125.680
Tilgungszuschuss Hausübergabestation	33	Haus	1.800	-59.400
Investitionskosten inkl. Förderung				781.777

Tabelle 4-7: Investitionskosten Variante 1b: 50 %

Kapitalkosten				
Zinssatz	4,00%			
Bezeichnung	Investitionskosten [€]	Nutzungsdauer [a]	Annuitätenfaktor	Kapitalkosten [€/a]
Heizraum, Brennstoffbunker, Kamin, Planung	140.100	40	0,0505	7.078
Holzkessel, Brennstofftransport, hydraul. und	155.000	20	0,0736	11.405
Rauchgasreinigungsanlage	40.300	20	0,0736	2.965
Ölkessel, Tank, Kamin	36.300	20	0,0736	2.671
Netzpumpen, Druckhaltung etc.	11.600	10	0,1233	1.430
Hauptleitung Kunststoffmantelverbundrohr (KMR), Planung	208.110	40	0,0505	10.514
Anschlussleitung Kunststoffmediumrohr (PMR),	77.250	30	0,0578	4.467
Hausübergabestationen	66.800	30	0,0578	3.863
Unvorhergesehene Kosten	46.317	20	0,0736	3.408
Summe der Investitionskosten	781.777		Summe der Kapitalkosten	47.803

Verbrauchskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Endenergiebedarf	1.356.093	kWh		
Endenergiebedarf HHS (90%), inkl. Ascheents.	1.220.484	kWh	0,02	28.071
Holz hackschnitzel (3 kWh/kg)	397	t	70,77	
Endenergiebedarf Heizöl (10%)	135.609	kWh		
Heizöl	13.453	Liter	0,50	6.760
Hilfsenergie, Strom (2% der Wärmeproduktion)	23.054	kWh	0,18	4.150
Summe der Verbrauchskosten				38.981

Betriebskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Wartung & Instandsetzung Gebäude	140.100	€	2,0%	2.802
Wartung & Instandsetzung Wärmeerzeuger	237.400	€	4,5%	10.683
Wartung & Instandsetzung Netzpumpen	11.600	€	2,0%	232
Wartung & Instandsetzung Netz	411.040	€	1,0%	4.110
Wartung & Instandsetzung Hausübergabe	126.200	€	3,0%	3.786
Bedienung	170	h	35	5.950
Kaminfeger			Pauschal	500
Summe der Betriebskosten				28.063

sonstige Kosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	781.777	€	0,7%	5.472
Verwaltung	114.847	€	5%	5.742
Gewinnrücklage	114.847	€	10%	11.485
Summe der sonstigen Kosten				22.700

Jahreskosten				137.547
---------------------	--	--	--	----------------

Ergebnis				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Gesamtkosten netto				137.547
spez. Wärmepreis netto	897.937	kWh	0,153	
spez. Wärmepreis brutto	897.937	kWh	0,182	

CO ₂ -Einsparung				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	kg	Betrag [t/a]
CO₂-Einsparung	97.898	l Öl	2,68	262

Tabelle 4-8: Wirtschaftlichkeit Variante 1b: 50 %

Referenzvariante: Sanierung einer typischen Ölzentralheizung

Kapitalkosten				
Zinssatz	5,00%			
Bezeichnung	Investitions- kosten [€]	Nutzungs- dauer [a]	Annuitäten- faktor	Kapitalkosten [€/a]
Sanierung Öl-Zentralheizung (15 KW)	12.000	20	0,0802	963
Summe der Investitionskosten	12.000		Summe der Kapitalkosten	963

Verbrauchskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	27.216	kWh		
Endenergiebedarf	30.240	kWh		
Heizöl	3.000	Liter	0,51	1.527
Hilfsenergie, Strom (0,5% der Wärmeproduktion)	136	kWh	0,18	24
Summe der Verbrauchskosten				1.551

Betriebskosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Wartung & Instandsetzung	8.400	€	3,0%	252
Bedienung	10	h	20	200
Kaminfeger			Pauschal	30
Summe der Betriebskosten				482

sonstige Kosten				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	8.400	€	0,15%	13
Summe der sonstigen Kosten				13

Heizgesamtkosten netto				3.009
Heizgesamtkosten brutto				3.581

Ergebnis				
Bezeichnung	Menge	Einheit/a	Preis/Einheit	Betrag [€/a]
Gesamtkosten netto				3.009
spez. Wärmepreis netto	27.216	kWh	0,11	
spez. Wärmepreis brutto	27.216	kWh	0,13	

Tabelle 4-9: Wirtschaftlichkeit Referenzvariante: Sanierung Ölkessel

Verantwortlich im Sinne des Pressegesetzes für den Inhalt sind die Autoren. Aus der Benutzung der Studie können gegenüber der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz keine Schadensersatzansprüche geltend gemacht werden. Die Forschungsanstalt ist bemüht, die Studien auf Wahrheit, Inhalte und Herkunft zu prüfen. Sie kann jedoch beispielsweise die Urdaten von Vor-Ort-Erhebungen, gegebenenfalls verwendete Algorithmen und Hintergrundinformationen nicht prüfen.