Umwelt-Campus Birkenfeld

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Projektleitung:
Prof. Dr. Peter Heck

Erstellt von:
Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Antti Olbrisch

Forschungsbericht:

Machbarkeitsstudie für eine Nahwärmeversorgung mit Holzhackschnitzeln oder Holzpellets für verschiedene öffentliche Einrichtungen in Hillesheim

Birkenfeld im Mai 2007

Verantwortlich i. S. d. P. 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 die Urdaten von Vor-Ort-Erhebungen, gegebenenfalls verwendete Algorithmen und Hintergrundinformationen ohne Quellenangaben nicht prüfen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I
Abbildungsverzeichnis II
Tabellenverzeichnis II
1 Einleitung 1
2 Ist Analyse 2
3 Beschreibung der Untersuchungsszenarien 3
4 Technische Auslegung 4
4.1 Heizkessel im Nahwärmeverbund 4
4.1.1 Grundlastversorgung 5
4.1.2 Spitzenlastversorgung 5
4.2 Heizkessel in der Referenzvariante 5
4.3 Brennstofflagerung 6
4.4 Pufferspeicher 6
4.5 Wärmenetz 6
4.6 Peripherie 8
5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 8
5.1 Investitionskosten 8
5.1.1 Heizkessel 8
5.1.2 Lagerung 9
5.1.3 Pufferspeicher 9
5.1.4 Peripherie 9
5.1.5 Wärmenetz 10
5.1.6 Gesamtinvestitionskosten 10
5.2 Finanzierung und Förderung 11
5.3 Laufende Kosten 12
5.4 Wärmepreis 14
5.5 Sensitivitätsanalyse 14
6 Solarenergie 15
7 Ökologische Betrachtung 16

8 Zusammenfassung und Ausblick 16
Anhang ..... A
Investitionskosten Heizkessel ..... A
Investitionskosten Peripherie ..... B
Jahreskosten und Wärmepreise ..... D

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan Hillesheim 1
Abbildung 2: Luftbild 3
Abbildung 3: Grobe Darstellung der Wärmeleitungswege 7
Abbildung 4: Verlauf der Jahreskosten in den nächsten 20 Jahren 15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiebedarfe der Gebäude 4
Tabelle 2: Benötigte Heizleistungen der Gebäude 5
Tabelle 3: Leitungsdimensionen Variante 1+2 7
Tabelle 4: Leitungsdimensionen Variante 3+4 7
Tabelle 5: Nettoinvestitionskosten für Heizkessel 9
Tabelle 6: Leitungskosten 10
Tabelle 7: Hausanschlusskosten 10
Tabelle 8: Investitionskosten 10
Tabelle 9: Investitionskosten mit Förderung 11
Tabelle 10: Jährliche Kosten 13
Tabelle 11: Wärmepreise 14
Tabelle 12: Preissteigerungsraten zur Sensitivitätsanalyse 14

1 Einleitung

Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) wurde von der Verbandsgemeinde Hillesheim beauftragt eine Untersuchung durchzuführen, in wie weit eine Umstellung der Heizungen in verschiedenen Gebäuden auf Holzhackschnitzel oder Holzpellets technisch machbar und wirtschaftlich darstellbar ist. Die betroffenen Gebäude sind das Rathaus Hillesheim, die katholische Kirche, das Pfarrhaus mit Bücherei sowie der Winkelbau mit Kulturwerkstatt.

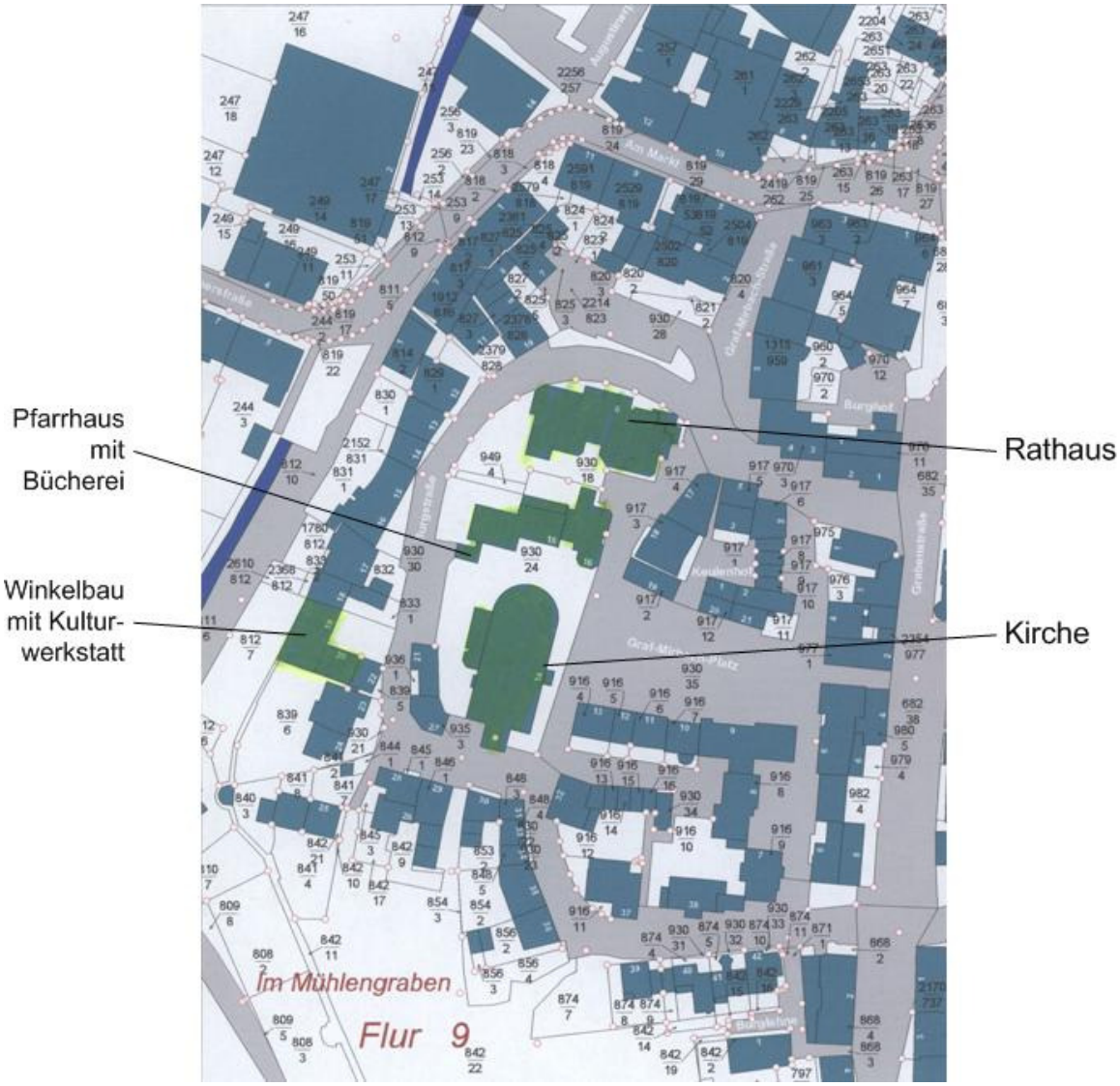

Abbildung 1: Lageplan Hillesheim

Die Errichtung eines Nahwärmenetzes und somit die technische und wirtschaftliche Prüfung einer zentralen Versorgung dieser Gebäude ist das Ziel dieser Untersuchung. Zu diesem Zweck werden die Anlagen unter den gegebenen örtlichen Bedingungen technisch ausgelegt. Hierzu werden anschließend die anfallenden Investitionskosten ermittelt. Aus den Investitionskosten sowie den Verbrauchs- und Betriebskosten dieser Anlage wird schließlich ein Wärmepreis ermittelt, um die verschiedenen Anlagenvarianten und den Bestand zu vergleichen. Weiterhin wird die Errichtung von Photovoltaik- beziehungsweise Solarthermieanlagen auf den Dachflächen untersucht.

Diese Studie ersetzt nicht die konkrete Planung einer Heizanlage. Sie soll dazu dienen, vorab Entscheidungen bezüglich der Wahl des Energieträgers sowie der Errichtung eines Nahwärmenetzes zu vereinfachen.

2 Ist Analyse

Die hier zu betrachtenden Gebäude (Rathaus Hillesheim, die katholische Kirche, das Pfarrhaus mit Bücherei und der Winkelbau mit Kulturwerkstatt) liegen vergleichsweise nah beieinander (Abbildung 2). So sind kurze Leitungswege zur Wärmeverteilung von einer zentralen Heizung aus möglich.

Im Rathaus der Verbandgemeinde Hillesheim ist zur Zeit eine Gasheizung mit einer Leistung von 115 kW installiert. Das Baujahr des Kessels ist 1991. Das Pfarrhaus mit Bücherei wird ebenfalls mit einem Gaskessel beheizt. Dieser Kessel, mit einer Leistung von 105 kW, stammt aus dem Jahr 1998. Die Gasheizung in der katholischen Kirche wurde im Jahr 1994 installiert und hat eine Leistung von 115 KW. Die Kulturwerkstatt wird mit einer Erdgastherme mit einer Leistung von 10 kW beheizt und im Museum werden drei neuen Erdgas-Wandthermen mit einer geschätzten Leistung von jeweils 3 kW betrieben.

Abbildung 2: Luftbild

3 Beschreibung der Untersuchungsszenarien

Der Wärmeenergiebedarf wurde für alle Gebäude anhand der Verbrauchsdaten ermittelt. Es ergab sich ein Endenergiebedarf von 473.006 KWh/a.

Zunächst wurden die folgenden Varianten in Betracht gezogen:

- **Referenzvariante**: Die Heizanlagen im Rathaus, im Pfarrhaus und in der Kirche werden durch Gasheizungen ersetzt.
- **Variante 1**: Versorgung aller Gebäude über eine Heizzentrale mit Hackschnitzelversorgung
- **Variante 2**: Versorgung aller Gebäude über eine Heizanlage mit Pelletversorgung
- **Variante 3**: Versorgung von Rathaus, Kirche und Pfarrhaus mit Bücherei über eine zentrale Heizzentrale mit Hackschnitzelversorgung (wie Variante 1, nur ohne Winkelbau)
- **Variante 4:** Versorgung von Rathaus, Kirche und Pfarrhaus mit Bücherei über eine zentrale Heizzentrale mit Pelletversorgung (Wie Variante 2, nur ohne Winkelbau)

Die Varianten 1 und 3 wurden nach einer ersten Untersuchung nicht weiter betrachtet, da der Platzbedarf für die Lagerung und Anlieferung der Holzhackschnitzel zu groß ist. Im zu beplanenden Bereich besteht nicht die Möglichkeit ein weiteres Lager hierfür zu errichten.
Daher wurden lediglich die Varianten 2 und 4 wirtschaftlich mit einer Referenzvariante verglichen, bei der weiterhin alle Gebäude dezentral mit den vorhandenen, aber sanierten Heizanlagen versorgt werden.

4 Technische Auslegung

4.1 Heizkessel im Nahwärmeverbund

Der Energiebedarf wurde anhand der vorliegenden Abrechnungen ermittelt. Für die einzelnen Gebäude stellt er sich wie in Tabelle 1 dar.

Endenergiebedarf	
Rathaus	Bestand
	Gas
	219.116 kWh
Pfarrhaus	Bestand
	Gas
	109.536 kWh
Kirche	Bestand
	Gas
	179.363 kWh
Winkelbau	Bestand
	Gas
	14.440 kWh

Tabelle 1: Energiebedarfe der Gebäude

Aus diesen Verbrauchswerten wurde mit Hilfe von Kennzahlen für Vollbenutzungsstunden die benötigten Heizleistungen für die Gebäude berechnet (Tabelle 2).

Benötigte Heizleistung in den Gebäuden	
Rathaus	122 kW
Pfarrhaus	115 kW
Kirche	100 kW
Winkelbau	14 kW
Gesamt	**351 kW**

Tabelle 2: Benötigte Heizleistungen der Gebäude

4.1.1 Grundlastversorgung

Für die Bereitstellung der Wärmegrundlast wird in allen Varianten ein Pelletkessel mit einer Leistung von 150 kW installiert.

4.1.2 Spitzenlastversorgung

Die Spitzenlasten werden mit einem neu installierten Gaskessel im Rathaus bereitgestellt. Dieser hat eine Leistung von 200 kW.

4.2 Heizkessel in der Referenzvariante

In der Referenzvariante wird angenommen, dass die vorhandenen Heizkessel ausgetauscht werden. Hierbei sind die Baujahre zu beachten. Üblicherweise geht man von einer Lebensdauer von 20 Jahren für Heizkessel aus. Die Baujahre der Kessel sind 1991 (Rathaus), 1994 (Kirche) und 1998 (Pfarrhaus). Es entsteht also kein akuter Handlungsbedarf. Da es sich hier aber auch um eine zukünftige Entscheidung handelt wird davon ausgegangen, dass alle Kessel zeitgleich ausgetauscht werden.

4.3 Brennstofflagerung

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde die Betrachtung der Varianten mit einer Holzhackschnitzelheizung nicht fortgeführt, da aufgrund der zentralen Lage der Gebäude kein ausreichender Platz für die Heizzentrale und insbesondere keine ausreichende Lagerfläche zur Verfügung steht.

Die Lagerung der Pellets wird im Anbau mit eingeplant, der am südwestlichen Teil des Rathauses errichtet werden soll. Es wird davon ausgegangen, dass ein Raum mit einem Volumen von 30 m³ ausschließlich zur Pelletlagerung genutzt wird. Hiervon sind 2/3, also 20 m³ tatsächlich nutzbar. Eine komplette Füllung würde bei Volllastbetrieb der Heizung fast drei Wochen vorhalten. Insgesamt sind bei dieser Lagergröße etwa 11 Füllungen im Jahr notwendig. Bei einer konkreten Planung sollte die Lagergröße mit dem Anlagenhersteller und potentiellen Lieferanten für die Holzpellets abgesprochen werden.

4.4 Pufferspeicher

Gewählt wurde in jeder Variante eine Pufferspeichergröße von 6000 Litern (2 * 3000 l). Diese gewährt den Volllastbetrieb des Holzkessels für mindestens eine Stunde. Bei einer Reduzierung des Wärmebedarfes auf eine geringere Abnahme, ist eine Beheizung über mehrere Stunden aus dem Pufferspeicher möglich.

4.5 Wärmenetz

Das Wärmenetz wird beginnend von der Heizzentrale zu den vorhandenen Heizräumen hin verlegt.

Abbildung 3: Grobe Darstellung der Wärmeleitungswege

Die benötigten Leitungsdimensionen ergeben sich aus den Anschlusswerten für die Gebäude. Sie sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt.

Varianten 1+2: alle Gebäude	
Leitungsdimension (Flexible Kunststoff-mediumrohre)	benötigte Länge [m]
DN 25	25
DN 50	66
DN 65	39

Tabelle 3: Leitungsdimensionen Variante 1+2

Varianten 3+4: ohne Winkelbau	
Leitungsdimension (Flexible Kunststoffme-diumrohre)	benötigte Länge [m]
DN 50	70
DN 65	52

Tabelle 4: Leitungsdimensionen Variante 3+4

An den Gebäuden ist jeweils eine Hausübergabestation für die Wärmelieferung erforderlich. Diese werden anhand der benötigten Gebäudeanschlussleistung dimensioniert.

4.6 Peripherie

Unter dem Begriff Peripherie sind weitere Teile zusammengefasst, welche für die Anlagenerrichtung notwendig sind. Hierzu zählen unter anderem eine Abgasanlage und weitere Kleinteile, wie Schieber, Ausdehnungsgefäße, Mischer, Verteiler, usw.

5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Um die verschiedenen Varianten vergleichbar zu machen, wurden für sie die jeweiligen Wärmepreise, also die Preise für jeweils eine kWh Wärme, berechnet. Der Wärmepreis berechnet sich über alle Kosten, die bei einer Laufzeit von 20 Jahren entstehen. Mit Hilfe der Annuitätenmethode werden die Investitionskosten auf eben diese Laufzeit umgelegt. Weitere Kosten sind die laufenden Kosten, wie Betriebs-, Wartungs- und Brennstoffkosten.

Weiterhin wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, welche prognostizierte Brennstoffpreise für die nächsten zwanzig Jahre beinhaltet.

5.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten werden im Folgenden kurz erläutert und dargestellt. Eine genauere Aufstellung der Kosten befindet sich im Anhang.

5.1.1 Heizkessel

Die Kosten für die Holzpelletkessel beruhen auf Angaben der Firma KÖB & Schäfer. Für die Gaskessel wurden Katalogpreise der Firma Buderus verwendet. Die Kosten, die sich für die verschiedenen Varianten ergeben sind in Tabelle 5 dargestellt.

Kosten für Heizkessel				
	Beschreibung	**Kosten für Gaskessel**	**Kosten für Holzkessel**	**Gesamtkosten**
Referenzvariante	Alle Gebäude mit sanierter Heizungsanlage	40.394,40 €		40.394,40 €
Variante 2	Alle Gebäude	13.705,00 €	50.098,75 €	63.803,75 €
Variante 4	Ohne Winkelbau	13.705,00 €	50.098,75 €	63.803,75 €

Tabelle 5: Nettoinvestitionskosten für Heizkessel

5.1.2 Lagerung

Die Pellets werden in einem Raum im geplanten Anbau gelagert. Für diesen Lagerraum wird eine Kostenpauschale von 350 €/m³ angenommen. Hier wird von einem Raumvolumen von 30 m³ ausgegangen, woraus sich Kosten in Höhe von 10.500 € ergeben.

5.1.3 Pufferspeicher

Der Pufferspeicher wurde, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, für alle Varianten mit der gleichen Größe angegeben. Die Kosten für den Pufferspeicher sind also in allen Varianten gleich. Sie betragen inkl. Isolierung 6.588 €.

5.1.4 Peripherie

Zum Betrieb des Nahwärmenetzes sind zusätzliche Einrichtungen in der Heizzentrale notwendig. Diese sind unter anderem Pumpen, Druckhalteanlage, Ausdehnungsgefäße, Rohre und weitere Kleinteile. Als Kosten für diese Einrichtungen werden inklusive Montage 30.037,74 € angesetzt.

5.1.5 Wärmenetz

Die Kosten für die Leitungsverlegung ergeben sich wie folgt:

Leitungskosten		
	Beschreibung	Kosten
Variante 2	Alle Gebäude	32.656,18 €
Variante 4	Ohne Winkelbau	30.001,92 €

Tabelle 6: Leitungskosten

An den Gebäuden sind noch Hausanschlüsse für die Wärmeleitung notwendig. Die Kosten für die Anschlüsse mit Hausübergabestationen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Hausanschlusskosten		
	Beschreibung	Kosten
Variante 2	Alle Gebäude	19.275 €
Variante 4	Ohne Winkelbau	17.142 €

Tabelle 7: Hausanschlusskosten

5.1.6 Gesamtinvestitionskosten

Aus den in den vorigen Kapiteln genannten Kosten ergeben sich die Gesamtinvestitionskosten für die verschiedenen Varianten.

Investitionskosten		
	Beschreibung	Kosten
Referenz	Alle Gebäude mit sanierter Heizungsanlage	44.433,84 €
Variante 2	Alle Gebäude	181.497,02 €
Variante 4	Ohne Winkelbau	177.143,22 €

Tabelle 8: Investitionskosten

5.2 Finanzierung und Förderung

Es wird angenommen, dass die Finanzierung der Anlagen mit einem Förderprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)[1] durchgeführt wird. Es wird ein Zinssatz von 4 % zugrunde gelegt. Die aktuellen Konditionen der Förderprogramme sind zum entsprechenden Zeitpunkt von der KfW einzuholen, da diese sich stetig ändern. Dieses Programm impliziert Fördermittel durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Diese betragen für die Biomasseheizung 24 € je kW installierter Nennwärmeleistung und für die Wärmeleitungen 100 € je Meter Trassenlänge. Daraus ergeben sich die in dargestellten Förderbeträge und reduzierten Investitionskosten.

	Referenzvariante	Variante 2: alle Gebäude Pellets	Variante 4: ohne Winkelbau Pellets
Summe	**44.433,84 €**	**181.497,02 €**	**177.143,22 €**
Förderung:			
24 € je kW installierter Leistung		8.427 €	8.081 €
100 € je m Trassenlänge		13.500 €	11.200 €
Summe Förderung		**21.927 €**	**19.281 €**
Investitionskosten	**44.433,84 €**	**159.569,72 €**	**157.862,49 €**

Tabelle 9: Investitionskosten mit Förderung

[1] KfW-Programm Erneuerbare Energien; Programm - Nr. 128

5.3 Laufende Kosten

Die laufenden Kosten werden hier unterteilt in Brennstoff-, Betriebs-, Wartungs- und sonstige Kosten. Weiterhin werden Verwaltungskosten angesetzt und ein kalkulatorischer Zuschlag für unvorhergesehenes mit einbezogen. Die Investitionskosten werden, zur weiteren Betrachtung, mit Hilfe der Annuitätenmethode, als laufende Kosten auf 20 Jahre Laufzeit umgelegt. Das beinhaltet auch eine Verzinsung der Investitionskosten, da angenommen wird, dass diese zu 100% aus Fremdkapital bezogen werden.

Im Einzelnen beinhalten die laufenden Kosten:

- Investitionskosten nach der Annuitätenmethode
- Brennstoffkosten
    - Kosten für Gas → 0,0439 €/kWh
    - Kosten für Biomasse → 0,0415 €/kWh
    - Grundpreis für die Gasbereitstellung:
        - 150 € für die ersten 10 kW und
        - 6 € für alle weiteren kW
- Betriebskosten
    - Betriebsstromkosten
        - Holzkessel → 1,25 €/MWh
        - Gaskessel → 0,75 €/MWh
        - Netzpumpen → 0,58 €/MWh
    - Ascheentsorgung → 0,35 €/MWh
    - Kaminfeger → 250 € pauschal

- Wartungskosten
  - Holz- und Hilfskessel → 2,50 % bezogen auf die Investitionskosten der Kessel
  - Wärmenetz → 0,88 % bezogen auf die Investitionskosten des Wärmenetzes
  - Hausanschlüsse → 1,30 % bezogen auf die Investitionskosten
- Sonstige Kosten
  - Versicherung → 0,70 % bezogen auf die Gesamtinvestition
  - Verwaltungskosten → 5,00 % bezogen auf die jährlichen Kosten
  - Kalkulatorischer Zuschlag → 3,00 % bezogen auf die jährlichen Kosten

Die jährlichen Kosten für die verschiedenen Varianten ergeben sich, wie in Tabelle 10 dargestellt. Zusätzlich wird der Bestand als Referenzvariante betrachtet. Diese beinhaltet die Kosten für alle Gebäude, inklusive einer Heizungserneuerung.

Jährliche Kosten		
	Beschreibung	Kosten[2]
Referenz	Alle Gebäude mit sanierter Heizungsanlage	32.745,58 €
Variante 2	Alle Gebäude	37.031,07 €
Variante 4	Ohne Winkelbau	37.745,81 €

Tabelle 10: Jährliche Kosten

[2] Nettopreise

5.4 Wärmepreis

Der Wärmepreis ist der Preis, der für eine Kilowattstunde genutzte Wärme entsteht. Er ist das Verhältnis aus den berechneten Jahreskosten zum Nutzenergiebedarf. Die Wärmepreise der Varianten sind:

Wärmepreise		
Variante	Beschreibung	Wärmepreis
Referenz	Alle Gebäude mit sanierter Heizungsanlage	0,0692 €
2	Alle Gebäude	0,0783 €
4	Ohne Winkelbau	0,0821 €

Tabelle 11: Wärmepreise

5.5 Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse wurden die Jahreskosten für die nächsten 20 Jahre mit unterschiedlichen Energiepreissteigerungen berechnet. Die Preisänderungen lauten wie folgt:

Preissteigerungsraten	
Holz:	5,00% pro Jahr
Inflation:	2,00% pro Jahr
Gas:	9,00% pro Jahr

Tabelle 12: Preissteigerungsraten zur Sensitivitätsanalyse

Die Preissteigerungsraten für Gas und die Inflation sind dem Energiebericht Rheinland Pfalz entnommen. Sie sind aus der Preisentwicklung der letzten zehn Jahre berechnet. Diese Werte sind also Durchschnittswerte, die sich zukünftig durchaus anders darstellen können. Die Preissteigerungsrate von 5 % für Holz als Brennstoff ist eine Annahme aus verschiedenen Quellen und Erfahrungswerten.

Es wird jedoch deutlich, dass die Varianten mit der größten Abhängigkeit von Gas als Brennstoff die größte Kostensteigerung zu erwarten haben. Der mit diesen Werten zu erwartende Verlauf stellt sich wie folgt dar:

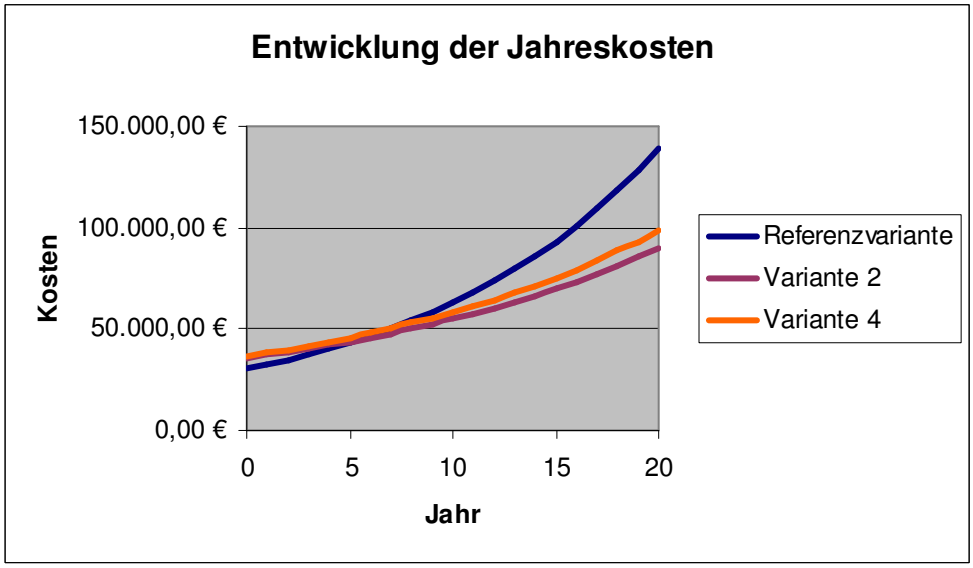

Abbildung 4: Verlauf der Jahreskosten in den nächsten 20 Jahren

Die zur Zeit günstigste Variante ist die Erneuerung der bestehenden Gaskessel. Bereits in etwa sieben Jahren ist diese jedoch unter den angenommenen Preissteigerungen die kostenintensivste Variante.

6 Solarenergie

Wesentliche Voraussetzungen für die Errichtung Photovoltaische und solarthermischer Anlagen sind große, Verschattungsfreie und südlich ausgerichtete Flächen. Die Dächer der Gebäude sind aufgrund ihrer Ausrichtung, Fläche und Verschattung für eine Nutzung mit Solarenergie ungeeignet.

Von der Fläche her wäre das Pfarrhaus als einziges für eine Nutzung mit Solaranlagen geeignet, dieses befindet sich jedoch direkt hinter der Kirche, so dass es die meiste Zeit verschattet ist.

Die Dachfläche des Rathauses ist zu verschachtelt, um eine Anlage zu errichten.

7 Ökologische Betrachtung

Mit der Einsparung fossiler Brennstoffe ist immer auch eine Reduktion des Ausstoßes von CO_2 verbunden. Durch die Installation einer Nahwärmeversorgung auf Biomassebasis wird der Gasverbrauch der vorhandenen Heizanlagen teilweise vermieden. Bei der Erzeugung einer Megawattstunde Wärme aus Erdgas werden etwa 200 kg CO_2 freigesetzt. Die Wärmeversorgung der Objekte in Hillesheim führt zu einer Einsparung der fossilen Brennstoffe um bis zu 523 MWh jährlich. Das entspricht einer Menge von mehr als 100 t CO_2-Emissionen, die im Jahr vermieden werden können.

8 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Machbarkeitsstudie wurde die Möglichkeit einer zentralen Wärmeversorgung des Rathauses, des Pfarrhauses, der Kirche sowie des Winkelbaus (Kulturwerkstatt) auf Biomassebasis mit der dezentralen Beheizung durch Erdgas verglichen. Die Heizzentrale wird sich im vorhandenen Heizraum im Rathaus befinden, von wo aus Wärmeleitungen zu den anderen Objekten verlegt werden. Aufgrund der Platzverhältnisse, wurde eine Variante mit Holzhackschnitzeln nicht weiter verfolgt. Es wurde lediglich eine Beheizung mit Pellets betrachtet und mit der Sanierung der bestehenden Anlagen als Referenzvarianten verglichen. Weiterhin wurde geprüft, ob der Anschluss des Winkelbaus wirtschaftlich rentabel erscheint. Die Investitionskosten liegen bei dieser Variante (~159.500 €) nur geringfügig über denen der Variante ohne den Winkelbau (~157.800 €). Die Investitionskosten der Referenzvariante betragen etwa 44.400 €.

Die Umstellung der Heizanlage auf eine Holzpelletheizung scheint zum jetzigen Zeitpunkt wirtschaftlich ungünstiger als die Fortführung einer Beheizung der Gebäude mit Gas. Allerdings liegen die jährlichen Kosten nah beieinander. Gerade die Brennstoffkosten sind daher eingehender zu prüfen. Der Gaspreis der hier angenommen ist kann sich deutlich unter dem realen Gaspreis in einiger Zeit bewegen. Ebenso sind die Kosten für Pellets mit potentiellen Lieferanten abzusprechen. Bereits jetzt kann sich die Wirtschaftlichkeit zugunsten der Pelletheizung verschieben. Die jährlichen

Kosten einer Wärmeversorgung mit Pellets liegen nach unserer Berechnung bei etwa 37.000 €, die jährlichen Kosten der Gasversorgung bei etwa 32.000 € mit einem Gaspreis von 4,39 Cent pro kWh. Erhöht man den Preis auf 6 Cent pro kWh, so belaufen sich die jährlichen Kosten bereits auf etwa 42.000 € netto. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Kosten im Wesentlichen von den Brennstoffkosten abhängen. Steigen die Kosten des regenerativen Energieträgers also nicht so stark wie die des Erdgases, dann sind die Nahwärmevarianten auch innerhalb kurzer Zeit günstiger als die bestehende Anlage.

Mit der Nutzung regenerativer Energieträger ist immer eine Steigerung des regionalen Mehrwertes verbunden. Zunächst können bei den notwendigen Bauarbeiten ortsansässige Firmen beauftragt werden. Weiterhin wird der Brennstoff ebenfalls aus der Region genutzt. Beides führt dazu, dass Geld, welches bei der Nutzung fossiler Brennstoffe größtenteils in Erdgas exportierende Länder gelangt, in der Region bleibt. Dieses erhöht somit die Kaufkraft in der Region und stärkt dadurch die Wirtschaft. Ebenfalls werden Arbeitsplätze gesichert, die zur Bereitstellung des Brennstoffes notwendig werden.

Langfristig gesehen lohnt sich aus unserer Sicht die Nutzung regenerativer Energieträger. Aus den bereits genannten Gründen birgt sie zunächst, gegenüber der Nutung fossiler Energieträger, ein wirtschaftliches Potential für die Region. Weiterhin nimmt die Gemeinde eine Vorreiter- und Vorbildfunktion ein. Bei jährlichen Kosten, die zur Zeit nur knapp über denen liegen, die durch die Weiternutzung der vorhandenen Heizungen stehen, sollten diese Faktoren beachtet werden.

Anhang

Investitionskosten Heizkessel

Pelletheizanlage/Holzhackschnitzel 150 kW	Menge	Einheit	Preis	MwSt	inkl. MwSt
Gelenkarmaustragung D = 5,5 m			6.395,00 €	1.215,05 €	7.610,05 €
Absperrschieber	1	Stück	1.125,00 €	213,75 €	1.338,75 €
Kessel 150 kW Nennleistung			20.166,75 €	3.831,68 €	23.998,43 €
Rotationsfeuerung					
incl. Einschubeinheit, automatischer Zündung					
Vorschubrost mit Entaschung in Aschelade					
Abgasrezirkulation, Abgasventilator					
thermische Ablaufsicherung	1	Stück	106,00 €	20,14 €	126,14 €
Entaschung in außenstehenden 240 l Behälter	1	Stück	5.501,00 €	1.045,19 €	6.546,19 €
zusätzliche Aschetonne 240 l	1	Stück	401,00 €	76,19 €	6.672,33 €
pneum. Wärmetauscherreinigung incl. Kompressor	12	Stück	5.177,00 €	983,63 €	6.160,63 €
Steuerung mit Lambda- und mod. Leistungsregelung	1	Stück	5.110,00 €	970,90 €	6.080,90 €
incl. Ansteuerung Rücklaufanhebung					
Steuermodul Speichermanagement 3 Fühler			500,00 €	95,00 €	595,00 €
Flansche NW 50 statt 1 1/2"			75,00 €	14,25 €	89,25 €
Fracht			1.242,00 €	235,98 €	1.477,98 €
Montage mit 2 Köb Monteuren			3.000,00 €	570,00 €	3.570,00 €
Inbetriebnahme			800,00 €	152,00 €	952,00 €
Nachkontrolle			500,00 €	95,00 €	595,00 €
Summe			**50.098,75 €**	**9.518,76 €**	**65.812,65 €**

200 kW			Preis	MwSt	Preis inkl. MwSt
Logano GE315 mit Gas-Gebläsebrenner WG Standard	1	Stück	8.845 €	1.681 €	10.526 €
Zubehör					
Vorschweißflansch			ohne Berechnung		
Kessel-Sicherheits-Amaturengruppe	1	Stück	733 €	139 €	872 €
Maximal-Druckbegrenzer	1	Stück	212,16 €	40,31 €	252,47 €
Minimal-Druckbegrenzer	1	Stück	149,76 €	28,45 €	249,61 €
Minimal-Druckwächter	1	Stück	60 €	11 €	71 €
Ringdrosselklappe mit Stellmotor DN 65	1	Stück	547,78 €	104,08 €	651,86 €
Abgassschalldämpfer	1	Stück	290 €	55 €	345 €
Abgasrohr-Abdichtungsmanschette	1	Stück	36,00 €	6,84 €	42,84 €
Brennerschalldämpferhaube	1	Stück	1.265,00 €	240,35 €	1.505,35 €
Körperschalldämpfender Unterbau	1	Stück	264,00 €	50,16 €	314,16 €
Brennerplattenbohrung	1	Stück	109,00 €	20,71 €	129,71 €
Reinigungssetgeräte-Set	1	Stück	83,80 €	15,92 €	99,72 €
Regelgerät Logomatic 4212			458,00 €	87,02 €	545,02 €
Zubehör					
Zusatzmodul ZM426			70,00 €	13,30 €	83,30 €
Kesselbetriebsmodul ZM427			298,00 €	56,62 €	354,62 €
Digitale Temperaturanzeige			103,00 €	19,57 €	122,57 €
Abgastemperaturfühler			111,00 €	21,09 €	132,09 €
Fühlerset			32,00 €	608,00 €	640,00 €
Betriebsstundenzähler			28,00 €	532,00 €	560,00 €
Tauchhülse			9,30 €	1,77 €	11,07 €
Summe			**13.705 €**	**3.733 €**	**17.437 €**

Referenzvariante			
			Preis
Gas-Gebläsebrenner WG 105kW			5.605 €
Zubehör			
Vorschweißflansch			ohne Berechnung
Kessel-Sicherheits-Amaturengruppe	1	Stück	733 €
Maximal-Druckbegrenzer	1	Stück	212,16 €
Minimal-Druckbegrenzer	1	Stück	149,76 €
Minimal-Druckwächter	1	Stück	60 €
Ringdrosselklappe mit Stellmotor DN 65	1	Stück	547,78 €
Abgassschalldämpfer	1	Stück	290 €
Abgasrohr-Abdichtungsmanschette	1	Stück	36,00 €
Brennerschalldämpferhaube	1	Stück	1.265,00 €
Körperschalldämpfender Unterbau	1	Stück	264,00 €
Brennerplattenbohrung	1	Stück	109,00 €
Reinigungssetgeräte-Set	1	Stück	83,80 €
Regelgerät Logomatic 4212			458,00 €
Zubehör			
Zusatzmodul ZM426			70,00 €
Kesselbetriebsmodul ZM427			298,00 €
Digitale Temperaturanzeige			103,00 €
Abgastemperaturfühler			111,00 €
Fühlerset			32,00 €
Betriebsstundenzähler			28,00 €
Tauchhülse			9,30 €
Montage	geschätzt		3.000,00 €
Summe			**13.465 €**

Investitionskosten Peripherie

Abgasanlage 400 mm					
Sockelelement	1	Stück	372,00 €	70,68 €	442,68 €
Bodenplatte mit Kondensatablauf	1	Stück	115,00 €	21,85 €	136,85 €
Prüföffnung	1	Stück	281,00 €	53,39 €	334,39 €
Feuerungsanschluss	1	Stück	407,00 €	77,33 €	484,33 €
Längenelement 1080 mm	15	m	1.575,00 €	299,25 €	1.874,25 €
Längenelement 540 mm	5	m	295,00 €	56,05 €	351,05 €
Regenhaube	1	Stück	276,40 €	52,52 €	328,92 €
Wandkonsole	5	Stück	139,00 €	26,41 €	165,41 €
Wandkonsolenverlängerung	5	Stück	81,00 €	15,39 €	96,39 €
Bogen 45°	4	Stück	380,40 €	72,28 €	452,68 €
Blitzschutzklemme	1	Stück	23,50 €	4,47 €	27,97 €
Rußtopf	1	Stück	90,20 €	17,14 €	107,34 €
Stemmarbeiten Kernbohrungen	1	Stück	500,00 €	95,00 €	595,00 €
Montage	1	Stück	1.500,00 €	285,00 €	1.785,00 €
		Summe	**6.035,50 €**	**1.146,75 €**	**7.182,25 €**

Nebenarbeiten	Menge	Einheit			
Demontage der Altanlage	1	Stück	1.000,00 €	190,00 €	1.190,00 €
Demontage des Pufferspeichers	1	Stück	5.000,00 €	950,00 €	5.950,00 €
Bauliche Änderungen (Duchbrüche, Sockel usw.)	1	Stück	500,00 €	95,00 €	595,00 €
Mauerarbeiten für Pelletlager	28	m²	1.246,00 €	236,74 €	8.982,74 €
Schrägbodenerstellung, Schneckeneinbau			1.000,00 €	190,00 €	1.190,00 €
		Summe	**8.746,00 €**	**1.661,74 €**	**17.907,74 €**

Peripherie	Anzahl	Einheit			
Pufferspeicher 3000l	2	Stück	5.210 €	989,92 €	6.200,00 €
Isolierung	2	Stück	1.378 €	261,85 €	1.640,01 €
Pumpen	4	Stück	2.768,00 €	525,92 €	3.293,92 €
Absperrschieber	8	Stück	500,00 €	95,00 €	595,00 €
Verrohrung in der Heizzentrale	20	m	1.600,00 €	304,00 €	1.904,00 €
Montage, hydraulische Einbindung	5	Tage/2Mann	2.800,00 €	532,00 €	3.332,00 €
Kleinteile	1	Stück	1.000,00 €	190,00 €	1.190,00 €
		Summe	**15.256,24 €**	**2.898,69 €**	**18.154,93 €**

Jahreskosten und Wärmepreise

Referenzvariante: alle Heizungen werden erneuert - berechneter Gaspreis			
Investitionskosten			
Investitionskosten	44.433,84	€	
realer Zinssatz	6,50%		
Betrachtungsdauer	20,00	Jahre	
Annuitätenfaktor	0,0908		
Jahreskosten			**2.888,20 €**
Brennstoffkosten			
Endenergie	522.489	kWh/a	
Nutzenergie	473.006	kWh/a	
Endenergiebedarf Gasheizung	522.489	kWh/a	
spezifische Kosten Gas	0,0439	€/kWh	
Jahreskosten Gas			22.946,78 €
Gas leistungspreis			2.160,00 €
Jahreskosten			**25.106,78 €**
Betriebskosten			
Betriebsstromkosten Heizkessel	1,25	€/MWh	653,11 €
Kaminfeger			250,00 €
Betriebskosten gesamt			**903,11 €**
Wartungskosten			
Wartung und Instandhaltung Heizkessel	2,50%	bezogen auf die Investitionskosten der Kessel	1.110,85 €
Wartungskosten gesamt			**1.110,85 €**
sonstige Kosten			
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	311,04 €
sonstige Kosten gesamt			**311,04 €**
Zwischensumme			**30.319,98 €**
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	1.516,00 €
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	909,60 €
Gesamtsumme netto			**32.745,58 €**
Mehrwertsteuer			**6.221,66 €**
Gesamtsumme brutto			**38.967,23 €**
Wärmepreis netto			**0,0692 €**
Wärmepreis brutto			**0,0824 €**

Variante 2: alle Gebäude mit Pelletheizung			
Investitionskosten			
Investitionskosten	159.569,72	€	
realer Zinssatz	4,00%		
Betrachtungsdauer	20,00	Jahre	
Annuitätenfaktor	0,07		
Jahreskosten			**6.382,79 €**
Brennstoffkosten			
Endenergie	522.489	kWh/a	
Nutzenergie	473.006	kWh/a	
Endenergiebedarf Holzpellets	417.991	kWh/a	
Endenergiebedarf Gasheizung	104.498	kWh/a	
spezifische Kosten Holzpellets	0,0415	€/kWh	
Jahreskosten Holzpellets			17.346,63 €
spezifische Kosten Gas	0,0439	€/kWh	
Jahreskosten Gas			4.589,36 €
Gas leistungspreis			1.290,00 €
			23.225,99 €
Betriebskosten			
Betriebsstromkosten Holz- und Hilfskesselkessel	1,25	€/MWh	653,11 €
Ascheentsorung	0,35	€/MWh	146,30 €
Stromkosten Netzpumpen	0,58	€/MWh	303,04 €
Kaminfeger			250,00 €
Betriebskosten gesamt			**1.352,45 €**
Wartungskosten			
Wartung und Instandhaltung Holz- und Hilfskessel	2,50%	bezogen auf die Investitionskosten der Kessel	1.595,09 €
Wartung und Instandhaltung des Wärmenetzes	0,88%	bezogen auf die Investitionskosten des Wärmenetzes	364,15 €
Wartung und Instandhaltung der Hausanschlüsse	1,30%	bezogen auf die Investitionskosten der Hausanschlüsse	250,58 €
Wartungskosten gesamt			**2.209,82 €**
sonstige Kosten			
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	1.116,99 €
sonstige Kosten gesamt			**1.116,99 €**
Zwischensumme			**34.288,03 €**
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	1.714,40 €
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	1.028,64 €
Gesamtsumme netto			**37.031,07 €**
Mehrwertsteuer			7.035,90 €
Gesamtsumme brutto			**44.066,98 €**
Wärmepreis netto			**0,0783 €**
Wärmepreis brutto			**0,0932 €**

Variante 4: ohne Winkelbau mit Pelletheizung			
Investitionskosten			
Investitionskosten	157.862,49	€	
realer Zinssatz	4,00%		
Betrachtungsdauer	20,00	Jahre	
Annuitätenfaktor	0,07		
Jahreskosten			**6.314,50 €**
Brennstoffkosten			
Endenergie	508.049	kWh/a	
Nutzenergie	459.934	kWh/a	
Endenergiebedarf Holzpellets	406.439	kWh/a	
Endenergiebedarf Gasheizung	101.610	kWh/a	
spezifische Kosten Holzpellets	0,0450	€/kWh	
Jahreskosten Holzpellets			18.289,76 €
spezifische Kosten Gas	0,0439	€/kWh	
Jahreskosten Gas			4.462,52 €
Gas leistungspreis			1.290,00 €
			24.042,28 €
Betriebskosten			
Betriebsstromkosten Holz- und Hilfskesselkessel	1,25	€/MWh	635,06 €
Ascheentsorung	0,35	€/MWh	142,25 €
Stromkosten Netzpumpen	0,58	€/MWh	294,67 €
Kaminfeger			250,00 €
Betriebskosten gesamt			**1.321,98 €**
Wartungskosten			
Wartung und Instandhaltung Holz- und Hilfskessel	2,50%	bezogen auf die Investitionskosten der Kessel	1.595,09 €
Wartung und Instandhaltung des Wärmenetzes	0,88%	bezogen auf die Investitionskosten des Wärmenetzes	348,09 €
Wartung und Instandhaltung der Hausanschlüsse	1,30%	bezogen auf die Investitionskosten der Hausanschlüsse	222,85 €
Wartungskosten gesamt			**2.166,03 €**
sonstige Kosten			
Versicherung	0,70%	bezogen auf die Gesamtinvestition	1.105,04 €
sonstige Kosten gesamt			**1.105,04 €**
Zwischensumme			**34.949,82 €**
Verwaltungskosten	5,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	1.747,49 €
kalkulatorischer Zuschlag	3,00%	bezogen auf die jährlichen Kosten	1.048,49 €
Gesamtsumme netto			**37.745,81 €**
Mehrwertsteuer			**7.171,70 €**
Gesamtsumme brutto			**44.917,52 €**
Wärmepreis netto			**0,0821 €**
Wärmepreis brutto			**0,0977 €**