



**Umwelt-Campus  
Birkenfeld**

**IfaS** Institut  
für  
angewandtes  
Stoffstrommanagement

# Forschungsbericht: Entwicklung der Gemeinden Schmitt und Gillenbeuren zu Bioenergiedörfern

Im Auftrag des:



**Rheinland-Pfalz**

MINISTERIUM FÜR  
UMWELT, FORSTEN UND  
VERBRAUCHERSCHUTZ

**Birkenfeld, Dezember 2009**

Geschäftsführung:

Prof. Dr. Peter Heck

Projektleitung:

Dipl.-Betriebswirt (FH) Thomas Anton

Erstellt von:

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Daniel Oßwald

In Zusammenarbeit mit:

Bac. Sc. Martin Speicher

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.

## I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis.....	II
II.	Abbildungsverzeichnis.....	III
III.	Tabellenverzeichnis .....	IV
1	Einführung.....	5
1.1	Heizungsstatistik.....	5
1.2	Untersuchungsvarianten .....	8
2	Technisches Konzept .....	9
2.1	Wärmebedarfsermittlung.....	9
2.2	Variante 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl .....	11
2.2.1	Nahwärmenetz .....	11
2.2.2	Heizzentrale .....	13
2.3	Variante 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	15
2.4	Variante 2A: G.beuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl .....	17
2.5	Variante 2B: G.beuren, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	19
2.6	Variante 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl .....	21
2.7	Referenzvariante: Sanierung Ölheizung.....	23
3	Wirtschaftlichkeitsabschätzung.....	24
3.1	Methodik.....	24
3.2	Investitionskosten.....	25
3.3	Wärmeerzeugungskosten (WEK).....	27
3.4	Sensitivitätsanalyse.....	30
4	Fazit.....	31
IV.	Quellenverzeichnis.....	XXXIV
5	Anhang.....	35



## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Art der Heizungsanlagen in Schmitt und Gillenbeuren.....	6
Abbildung 1-2: Altersstruktur Ölkessel .....	7
Abbildung 2-1: Netzplan 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl .....	11
Abbildung 2-2: Jahresdauerlinie 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl .....	13
Abbildung 2-3: Netzplan 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl.....	15
Abbildung 2-4: Jahresdauerlinie 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl.....	16
Abbildung 2-5: Netzplan 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl.....	17
Abbildung 2-6: Jahresdauerlinie 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl.....	18
Abbildung 2-7: Netzplan 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	19
Abbildung 2-8: Jahresdauerlinie 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	20
Abbildung 2-9: Netzplan 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl.....	21
Abbildung 2-10: Jahresdauerlinie 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl .....	22
Abbildung 3-1: Investitionskosten nach Varianten .....	25
Abbildung 3-2: Kostenvergleich Biogasleitung, Nahwärmeleitung.....	26
Abbildung 3-3: Wärmeerzeugungskosten nach Anschlussquote und Varianten .....	29
Abbildung 3-4: Sensitivitätsanalyse.....	30
Abbildung 4-1: Wärmeerzeugungskosten nach Varianten.....	31
Abbildung 4-2: CO <sub>2</sub> -Einsparung nach Varianten .....	32

### III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht Untersuchungsvarianten.....	8
Tabelle 2-1: Technische Daten der Untersuchungsvarianten.....	10
Tabelle 3-1: Kosten nach Varianten .....	28
Tabelle 5-1: Investitionskosten 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl.....	35
Tabelle 5-2: Heizkosten 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl .....	36
Tabelle 5-3: Investitionskosten 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	37
Tabelle 5-4: Heizkosten 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl.....	39
Tabelle 5-5: Investitionskosten 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl	40
Tabelle 5-6: Heizkosten 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl.....	41
Tabelle 5-7: Investitionskosten 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl.....	42
Tabelle 5-8: Heizkosten 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl .....	44
Tabelle 5-9: Investitionskosten 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl .....	45
Tabelle 5-10: Heizkosten 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl.....	46
Tabelle 5-11: Heizkosten Referenz: Sanierung Ölheizung .....	47

## 1 Einführung

Die Ortsbürgermeister der Gemeinden Schmitt und Gillenbeuren, Herr Alfred Steimers und Herr Bernhard Rodenkirch, haben Interesse, die Wärmeversorgung der Gemeinden über ein Nahwärmenetz mit Bioenergie untersuchen zu lassen.

Auf der Gemarkung der Gemeinde Schmitt befindet sich bereits eine Biogasanlage (BGA) der Fa. Hammes, welche in die Untersuchung mit einbezogen werden soll. Außerdem ist ein Holzheizkraftwerk geplant, welches ebenfalls Berücksichtigung findet. Zusätzlich erforderliche Mittel- und Spitzenlasten können über ein Holzheizwerk und Ölkessel abgedeckt werden.

Innerhalb einer Studie soll die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer Nahwärmeversorgung gemäß einem Bioenergiedorfkonzept für beide Gemeinden untersucht werden. Die Machbarkeitsstudie ist jedoch keine technische Fachplanung. Diese sollte separat durch ein entsprechendes Ingenieurbüro ausgeführt werden.

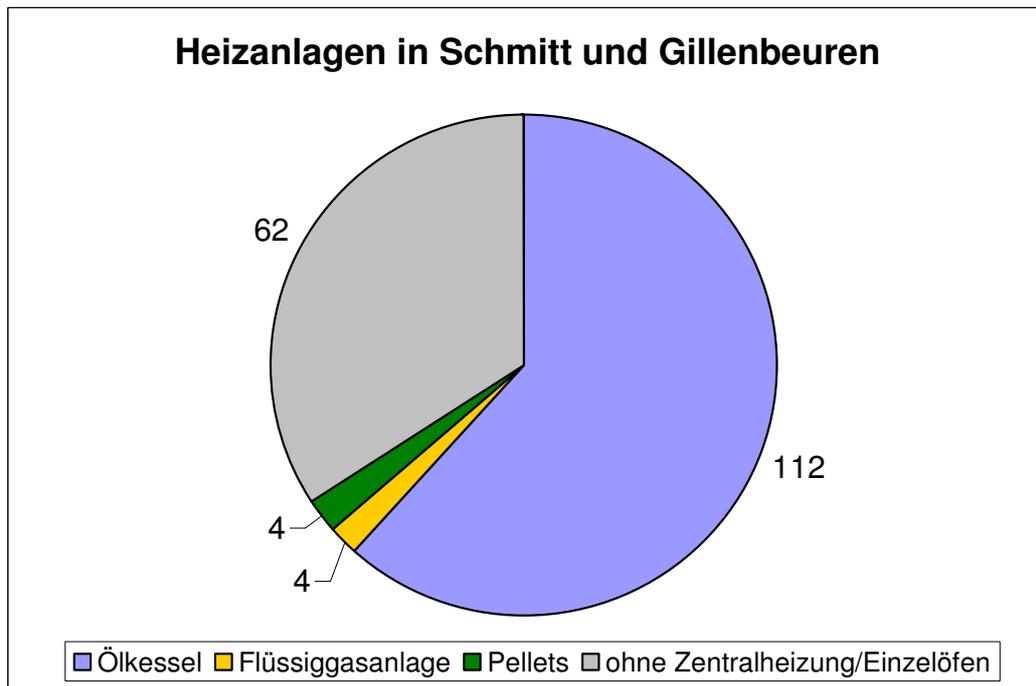
Ziel eines Bioenergiedorfes ist die maximale Deckung des Energiebedarfes (Strom und Wärme) aus Bioenergie. Dies schafft Unabhängigkeit von Energieimporten, vermeidet CO<sub>2</sub>-Emissionen und stärkt die regionale Wertschöpfung.

Die Verbrennung von Biomasse oder Biogas gilt als CO<sub>2</sub>-neutral, da hierbei nur so viel Kohlendioxid frei wird, wie auch beim Wachstum der Pflanzen gebunden wurde und auch beim natürlichen Verrottungsprozess freigesetzt wird. Kann die Bioenergie durch regionale Ressourcen (Forst und Landwirtschaft) und Arbeitsplätze bereitgestellt werden, fließen weniger Geldmittel ab und verbleiben stattdessen im Wirtschaftskreislauf der Region.

### 1.1 Heizungsstatistik

Die Betrachtung der bestehenden Heizungsanlagen von Schmitt und Gillenbeuren erlaubt eine erste Einschätzung, ob der Aufbau eines Nahwärmenetzes bei den Bürgern auf Interesse stoßen könnte. Hier sind insbesondere die Art der Feuerung und das Alter der Heizungsanlage wichtige Indikatoren. Diese Daten wurden in anonymisierter Form vom zuständigen Bezirksschornsteinfeger erworben.

Abbildung 1-1 zeigt die verschiedenen Heizungssysteme nach Ihrer Anzahl.



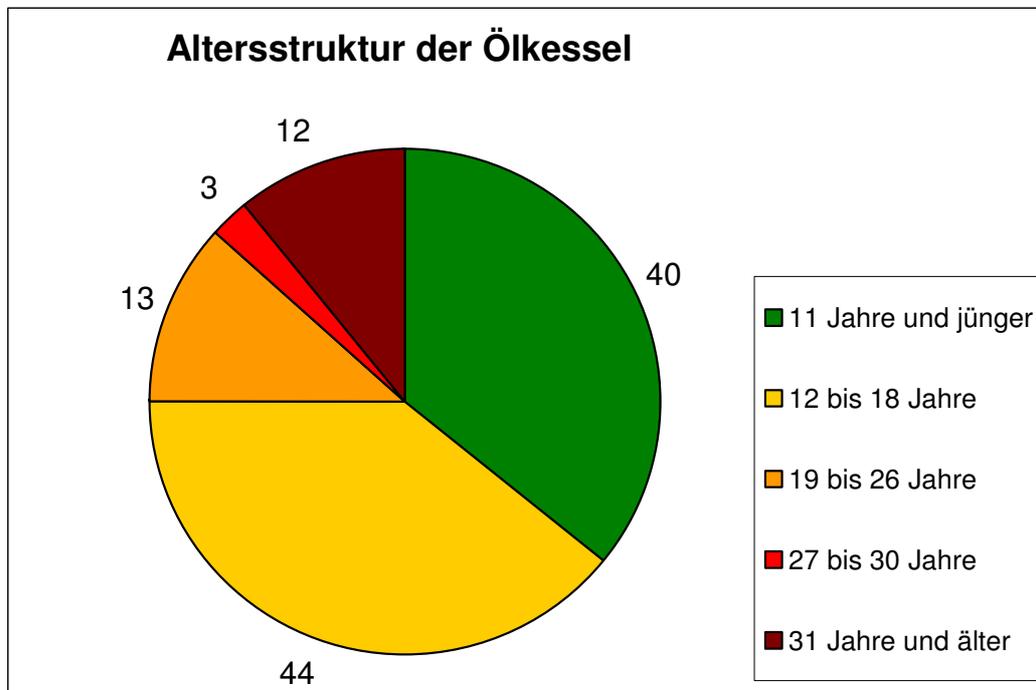
**Abbildung 1-1: Art der Heizungenanlagen in Schmitt und Gillenbeuren**

Die Feuerung mit zentralen Ölkesseln stellt mit über 60% den größten Anteil. Die Feuerung mit Heizöl ist mit starken Preissprüngen und Abhängigkeiten verbunden. Daher ist zu vermuten, dass die Hauseigentümer einer alternativen Wärmeversorgung zumindest offen gegenüberstehen. Ein ebenfalls bedeutender Anteil (34%) der Gebäude wird ohne Zentralheizung versorgt, d. h. es wird mit Zimmeröfen (Öl, Holz, Strom) geheizt. Falls deren Eigentümer mittelfristig eine Heizungssanierung hin zu einer Zentralheizung planen, bietet der Anschluss an ein Nahwärmenetz auch hier eine interessante Möglichkeit. Der Aufbau einer Wärmeverteilung ist ohnehin mit Investitionskosten verbunden, aber durch den Anschluss an die Nahwärmeleitung fallen die Kosten für den Wärmeerzeuger weg. Es wird nur eine Hausübergabestation benötigt, welche hier schon im Wärmepreis berücksichtigt ist und zudem weitaus weniger Platz und Sicherheitsvorkehrungen benötigt als bspw. ein zentraler Öl-Brennwert-Kessel. Wurde bisher mit Öleinzelföfen geheizt kann auch der Platz für den Öltank zukünftig anderweitig genutzt werden.

Problematisch ist es vermutlich die Eigentümer zu überzeugen, welche mit Pelletst oder Flüssiggas heizen, da die Anlagen relativ neu sind und mit einigen Investitions-

kosten verbunden waren. Wegen der geringen Anzahl sind diese aber für den Nahwärmeverbund zu vernachlässigen.

Abbildung 1-2 zeigt das Alter der bestehenden Ölheizungen.



**Abbildung 1-2: Altersstruktur Ölkessel**

Es ist zu erkennen, dass 1/3 der Ölkessel erst max. elf Jahre alt sind. Das heißt wird ein Anschluss an den Nahwärmeverbund vermutlich nur bei steigenden Ölpreisen interessant. Alle anderen Ölkessel sind aber bereits älter als zwölf Jahre. Bei einer rechnerischen Nutzungsdauer ist mittelfristig eine Sanierung erforderlich und unter Berücksichtigung der Zeit bis zur Inbetriebnahme eines Nahwärmenetzes eine Anschlussbereitschaft zu erwarten.

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

## 1.2 Untersuchungsvarianten

Die Machbarkeitsstudie wird in den dargestellten Varianten durchgeführt.

**Tabelle 1-1: Übersicht Untersuchungsvarianten<sup>1</sup>**

Untersuchungsvarianten		Beschreibung
Energieträger	1A - BGA, HKW, HHS, Öl	Beide Orte angebunden an Nahwärmenetz ab Standort BGA
	1B - BGA, HHS, Öl	Beide Orte angebunden an ein Nahwärmenetz ab Ortsanfang Gillenbeuren, Verbindung zu BGA mit Mikrogasleitung
	2A - BGA, HKW, HHS, Öl	Gillenbeuren angebunden an Nahwärmenetz ab Standort BGA
	2B - BGA, HHS, Öl	Gillenbeuren angebunden an Nahwärmenetz ab Ortsanfang, Verbindung zu BGA mit Mikrogasleitung
	3 - HHS, Öl	Schmitt angebunden an Nahwärmenetz ab Ortsanfang
	4 - Referenz Öl (Sanierung)	Sanierung einer durchschnittlichen Ölzentralheizung

Tabelle 1-1 zeigt die untersuchten Varianten nach Versorgungsart und eingesetzten Energieträgern bzw. Techniken.

Der Standort der bestehenden BGA befindet sich ca. 1,3 km von der Ortslage Gillenbeuren entfernt. Daher ist neben einer Nahwärmeleitung alternativ auch eine Biogasleitung zu berücksichtigen. Zudem wird unterschieden, ob ein gemeinsames Netz für beide Gemeinden oder zwei separate Netze zur Wärmeversorgung errichtet werden. Aus diesen beiden Aspekten ergeben sich die oben dargestellten Untersuchungsvarianten. Zudem wird als Referenzvariante die Sanierung der Wärmeversorgung eines durchschnittlichen Wohngebäudes auf Heizölbasis betrachtet.

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

Um abzuschätzen, wie sich die Anschlussdichte auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt, werden zudem alle Varianten mit einem Anschlussgrad von 50% berechnet. D. h. es wird angenommen, dass sich nur jeder zweite private Haushalt an den Nahwärmeverbund anschließt.

<sup>1</sup> BGA – Biogasanlage; HKW – Holz-Heizkraftwerk; HHS – Holzhackschnitzel-Heizwerk

---

## 2 Technisches Konzept

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

### 2.1 Wärmebedarfsermittlung

Die Ermittlung des Wärmebedarfes der Gemeinden Schmitt und Gillenbeuren erfolgt anhand des Siedlungstypenverfahrens. Dabei werden alle Gebäude der Gemeinden fotografiert und es erfolgt eine Einteilung in bestimmte Siedlungstypen. Diesen liegen empirischen Daten zugrunde, wodurch sich bei Übereinstimmung ein sehr guter Annäherungswert für den Wärmebedarf ermitteln lässt. Die Siedlungstypen unterscheiden sich insbesondere in Baujahr und Bebauungsdichte (frei stehend, Reihenhaus) sowie in der Größe (Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhaus). Der aus Tabellen abzulesende Kennwert bezeichnet den Raumwärmebedarf eines Gebäudetyps in kWh/m<sup>2</sup>\*a. Unter Berücksichtigung der Grundfläche und Geschossanzahl der Gebäude lässt sich der Raumwärmebedarf in kWh/a ermitteln. Um den gesamten Nutzwärmebedarf zu erhalten werden 12,5 kWh/m<sup>2</sup>\*a für den Warmwasserbedarf addiert.

In der Summe ergibt sich für die 182 Gebäude beider Gemeinden ein Nutzwärmebedarf von rund 5.000 MWh/a.

Ausgehend vom Bedarf der Haushalte ergeben sich unter Berücksichtigung von Verlusten verschiedene Wärmemengen je nach untersuchter Netzgröße.

Diese sind in Tabelle 2-1 dargestellt.

**Tabelle 2-1: Technische Daten der Untersuchungsvarianten**

Varianten	1A (ein Netz)	1B (ein Netz)	2A (G.beuren)	2B (G.beuren)	3 Schmitt
Energietransport BGA - Gemeinde	Heißwasser	Biogas	Heißwasser	Biogas	-
Heizzentrale bei	BGA	G.beuren	BGA	G.beuren	Schmitt
angeschlossene Gebäude	182	182	122	122	60
Trassenlänge [m]	7.780	6.500	5.210	3.940	2.120
benötigte Wärmeleistung [kW]	3.250	3.170	2.180	2.130	1.040
Wärmebedarf [kWh/a]	6.532.900	6.373.500	4.455.700	4.347.000	2.026.500
Rohrnetzkenzahl [kWh/m*a]	638	763	650	860	745

Zusätzlich zeigt die Tabelle die anzuschließenden Gebäude, die einfache Trassenlänge und die Wärmeleistung, welche an der Heizzentrale erzeugt werden muss. Die Rohrnetzkenzahl gibt Aufschluss über die Effizienz des Netzes, indem berechnet wird, wie viel Wärmeabsatz je Meter Trassenleitung 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.

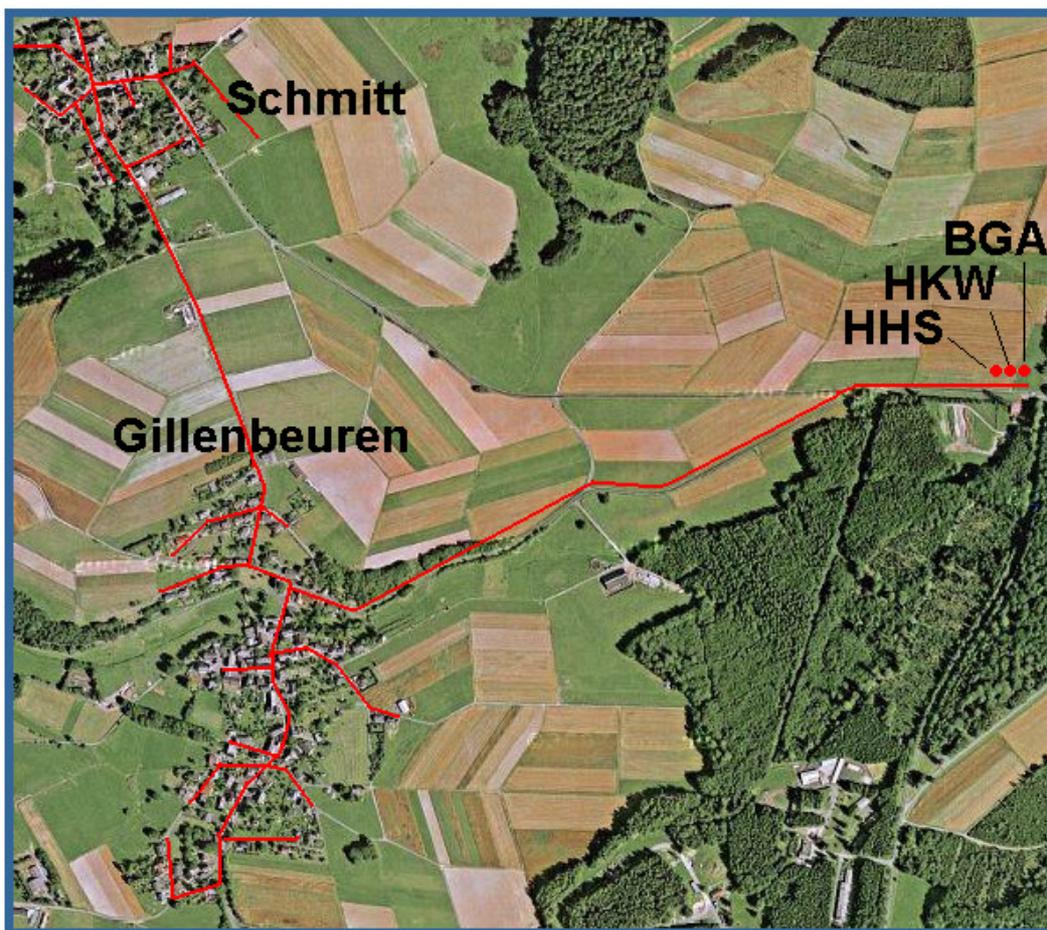
Im Folgenden werden auf Grundlage des Wärmebedarfs die einzelnen Varianten näher erläutert.

## 2.2 Variante 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl

Variante 1A beinhaltet ein großes Netz, welches vom derzeitigen Standort der BGA beide Ortsteile über eine Nahwärmeleitung versorgt.

### 2.2.1 Nahwärmenetz

Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit den drei Haupt-Wärmeerzeugern in Abbildung 2-1 dargestellt.



**Abbildung 2-1: Netzplan 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

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. Anhand von Tabellen lassen sich 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 dieser 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 Metallrohr und einem Kunststoffmantel bestehen. Für die Hausanschlussleitungen sind flexible Kunststoffmediumrohre (PMR) vorgesehen, welche zwar etwas weniger robust, aber dafür deutlich günstiger 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 gemeinsam als ein Verbundrohr und isoliert angeboten.

Die Trassenlänge beträgt insgesamt 5.550 m inkl. Hausanschlussleitungen.

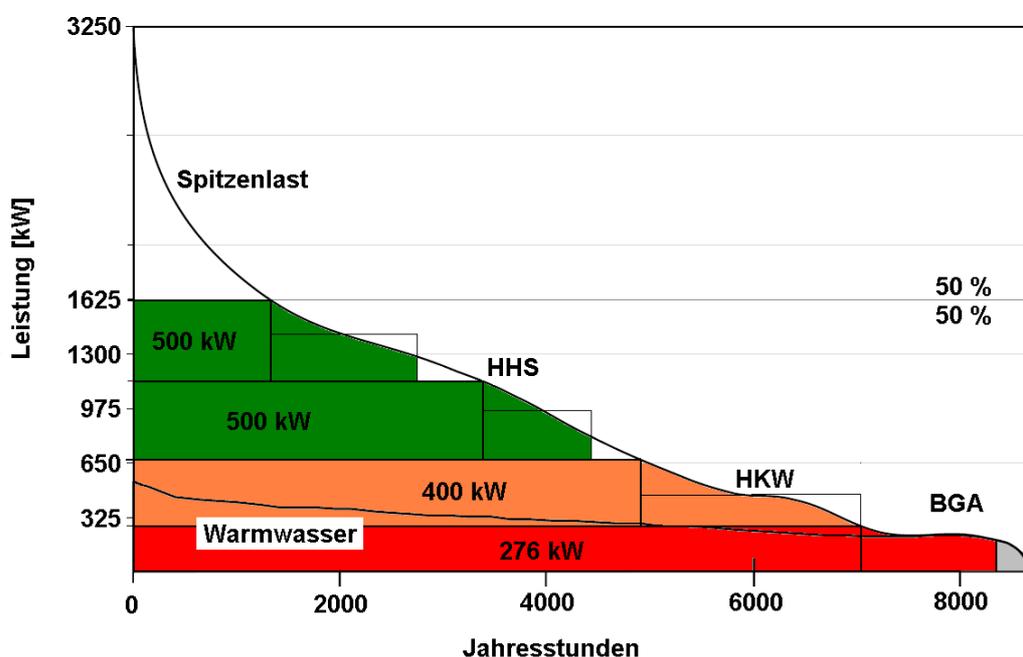
Die Auslegung der Hausübergabestationen richtet sich nach der notwendigen Leistung für die Versorgung des jeweiligen Objekts. Es werden indirekte Hausübergabestationen gewählt, was bedeutet, dass ein Wärmetauscher das Nahwärmenetz von dem internen Heizkreis des Gebäudes hydraulisch trennt. Die Übergabestation wird üblicherweise im Keller an der Wand montiert und besteht im Wesentlichen aus einem Plattenwärmetauscher, Wärmemengenzähler zur Abrechnung sowie Absperrhähnen und Ventilen. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen kleinen Pufferspeicher mit Frischwasserstation. Dadurch wird der Gefahr der Legionellenbildung im erwärmten Trinkwasser vorgebeugt. Der Speicher erlaubt eine regelmäßige Wärmeabnahme aus dem Netz bei gleichzeitig schneller Verfügbarkeit des warmen Trinkwassers.

## 2.2.2 Heizzentrale

Die Heizzentrale besteht im Wesentlichen aus den verschiedenen Wärmeerzeugern. In diesem Fall sind dies das BHKW der bestehenden BGA, das geplante HHS-Heizkraftwerk, zwei HHS-Heizkessel und ein Ölkessel zur Spitzenlastabdeckung.

Um abzuschätzen wie viel Energie und welche Wärmeleistung der verschiedenen Wärmeerzeuger den Bedarf des Netzes abdecken, wird eine für Wohngebäude typische geordnete Jahresdauerlinie verwendet.

Für Variante 1A ist diese in Abbildung 2-2 dargestellt.



**Abbildung 2-2: Jahresdauerlinie 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

In der Abbildung sind der Wärmebedarf als Leistung 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.<sup>2</sup> Man sieht, dass der Warmwasserbedarf über das Jahr eine relativ konstante Heizleistung benötigt. Die maximale Heizlast von 90 - 100% hingegen wird nur in relativ wenigen Stunden im Jahr abgerufen. Die meisten Stunden im Jahr wird die sog. Grundlast benötigt.

<sup>2</sup> Leistung [kW] x Jahresstunden [h/a] = Wärme [kWh/a]

Aus diesen Gründen wird eine Heizzentrale mit Bioenergie i. d. R. so ausgelegt, dass die Grundlast von Biogasanlage oder HHS-Anlagen abgedeckt wird, da diese Energieträger hohe Investitionskosten, aber geringe laufende Kosten (Brennstoffkosten) mit sich bringen. Die Spitzenlast hingegen kann man mit einem in der Anschaffung relativ günstigen fossil befeuerten Kessel abdecken, 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.

Ein BHKW auf Basis erneuerbarer Energien wird im gesamten Jahr mit konstanter Leistung betrieben, um möglichst viel vergüteten Strom in das Netz einzuspeisen. Daher sollte dessen thermische Leistung die absolute Grundlast abdecken, sodass die Abwärme des BHKW auch im Sommer möglichst vollständig genutzt werden kann. Die übrige Leistung bis etwa 50% der Gesamtleistung wird mit HHS abgedeckt und die oberen 50% mit Öl.

Im konkreten Beispiel beträgt die Wärmeleistung der bestehenden BGA 276 kW, wodurch sehr viele Jahresnutzungsstunden erreicht werden. Das geplante HKW auf Basis von Holzhackschnitzeln leistet 400 kW thermisch aus zwei Modulen à 200 kW. Gleichzeitig wird mit 200 (2 \* 100) kW Strom erzeugt, weshalb man hier ebenfalls eine möglichst lange Laufzeit in Kraft-Wärme-Kopplung erreichen will. Die Laufzeit liegt, wie in der Abb. zu sehn, bei 5.000 (beide Module) bis 7.000 h/a (ein Modul). Die übrigen Stunden (Sommer) des Jahres wird nur Strom eingespeist, aber keine Wärme genutzt. Die weitere Leistung bis 50% übernehmen zwei HHS-Kessel mit je 500 kW und die Spitzenlast (50 - 100%) leistet ein Ölkessel.

Entsprechend der farbig gekennzeichneten Flächenanteile unter der Kurve verteilt sich die jährliche Wärmebereitstellung auf die verschiedenen Wärmeerzeuger (weiß: Heizöl).

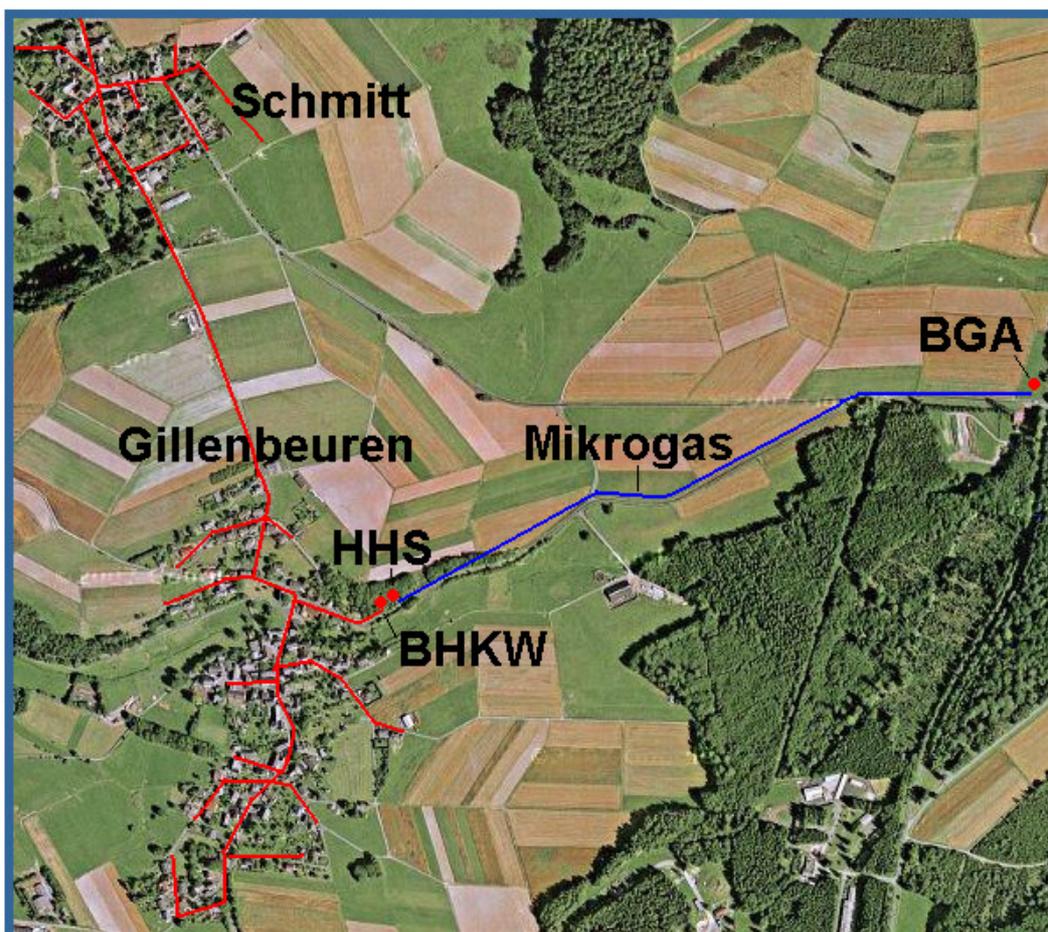
Eine Tabelle mit den Wärmeanteilen am Gesamtwärmebedarf für alle Varianten befindet sich im Anhang.

## 2.3 Variante 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl

Variante 1B beinhaltet ein großes Netz, welches vom Ortsrand von Gillenbeuren beide Ortsteile über eine Nahwärmeleitung versorgt. Die Heizzentrale wird über eine Biogasleitung von der BGA versorgt.

Die prinzipielle Berechnung der Parameter erfolgt analog zur Variante 1A, weswegen hier nur kurz die Ergebnisse erläutert werden.

Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit den drei Hauptwärmeerzeugern in Abbildung 2-3 dargestellt.



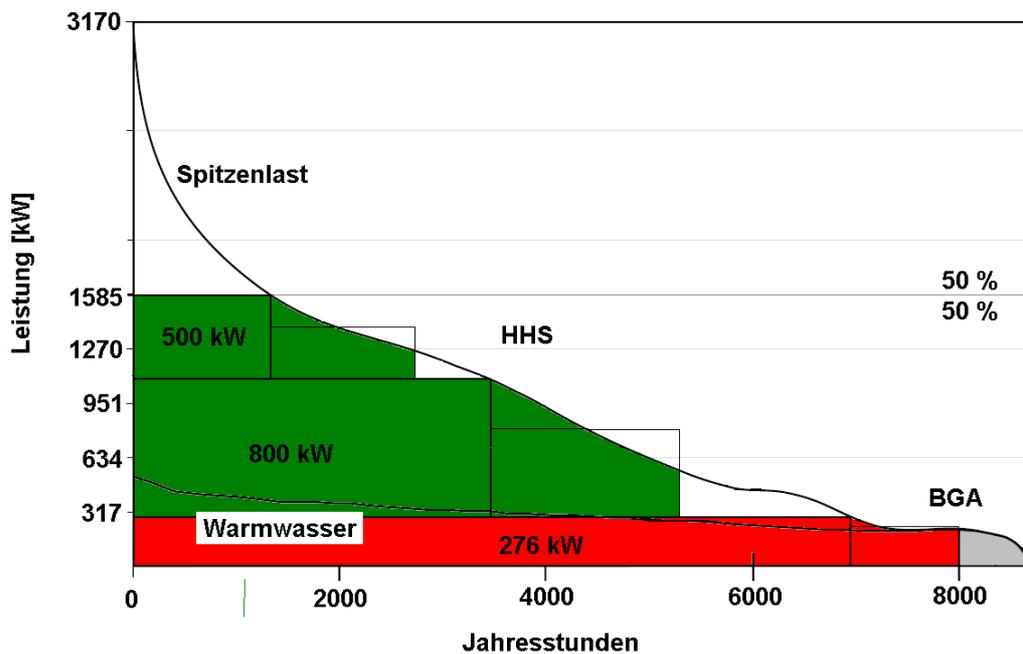
**Abbildung 2-3: Netzplan 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl**

In blau ist hier zusätzlich die Biogasleitung dargestellt, welche das BHKW am Ortsrand von Gillenbeuren (Standort Heizzentrale) versorgt. Die übrige Leitungsführung ist analog zu Variante 1A. Die Biogasleitung hat den Vorteil, dass sie nicht isoliert werden muss und dass kein Rücklauf erforderlich ist. Allerdings muss ein Gasverdichter installiert werden, der das Gas durch die Leitung transportiert. Es wird angenom-

men, dass das bestehende BHKW an die Heizzentrale versetzt wird und stattdessen ein neuer Wärmeerzeuger zur Fermenterheizung an der BGA errichtet wird.

Das geplante HKW ist in dieser Variante nicht berücksichtigt. Um es in diese Variante zu integrieren, müsste es ebenfalls an den Ortsrand von Gillenbeuren platziert werden, was bis dato nicht im Gespräch war. Stattdessen sind zwei HHS-Heizkessel vorgesehen sowie ein Ölkessel für die Spitzenlast.

Die Aufteilung der Wärmeerzeuger anhand der Jahresdauerlinie zeigt Abbildung 2-4.



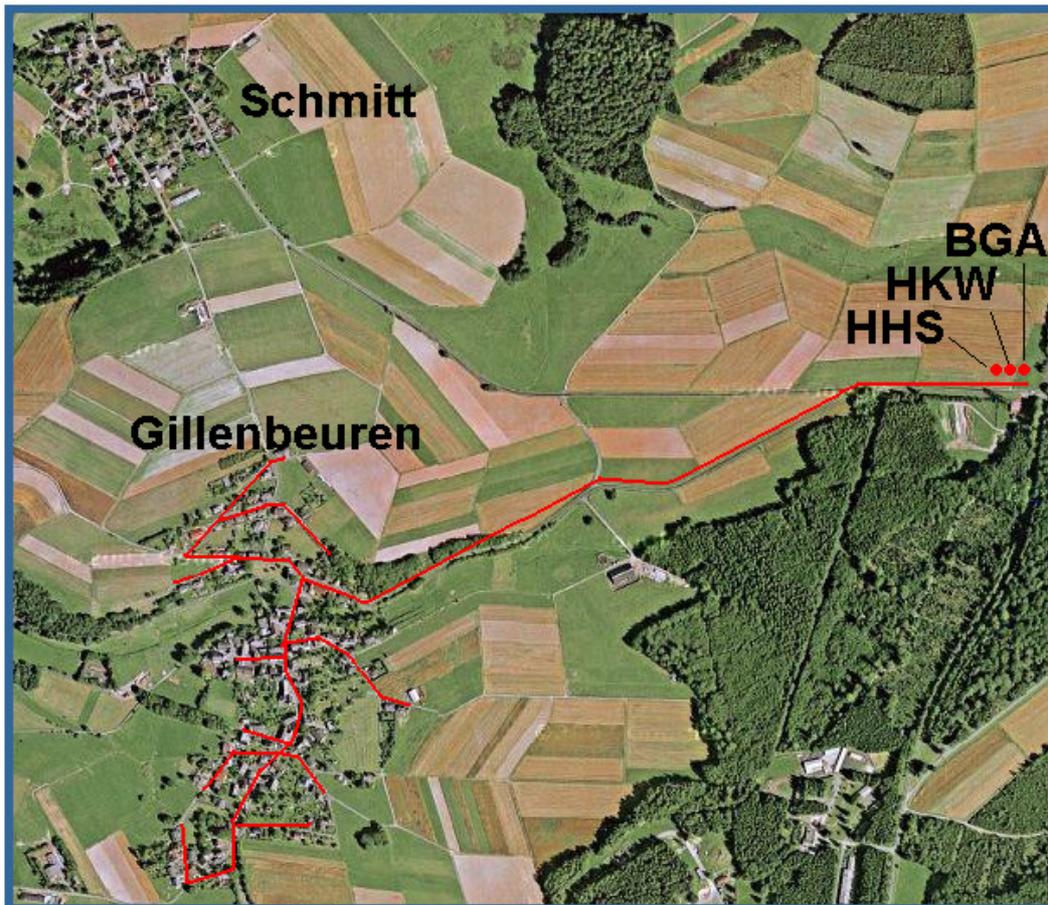
**Abbildung 2-4: Jahresdauerlinie 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Die Wärmeleistung des BHKW beträgt 276 kW. Als weitere Grundlasthersteller sind ein HHS-Kessel mit 800 kW und ein weiterer mit 500 kW vorgesehen. 50% Spitzenlast werden von einem Ölkessel abgedeckt. Die Gesamtheizlast fällt etwas geringer als bei Variante 1A aus, da die Biogasleitung weniger Verluste verursacht.

## 2.4 Variante 2A: G.beuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl

Variante 1A beinhaltet ein großes Netz, welches vom derzeitigen Standort der BGA ausschließlich die Gemeinde Gillenbeuren über eine Nahwärmeleitung versorgt.

Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit den drei Haupt-Wärmeerzeugern in Abbildung 2-5 dargestellt.

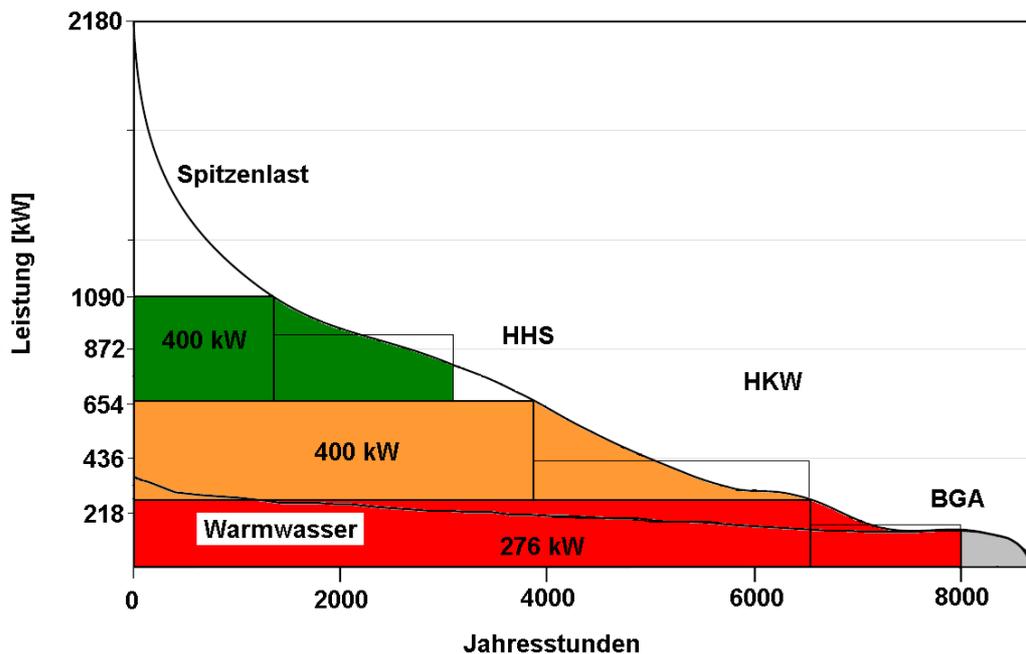


**Abbildung 2-5: Netzplan 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Die Leitungsführung ist zunächst analog zu Variante 1A, mit dem Unterschied dass das Nahwärmenetz am nördlichen Ortsrand endet.

Die Wärmeerzeuger sind

Die Aufteilung der Wärmeerzeuger anhand der Jahresdauerlinie zeigt Abbildung 2-6.



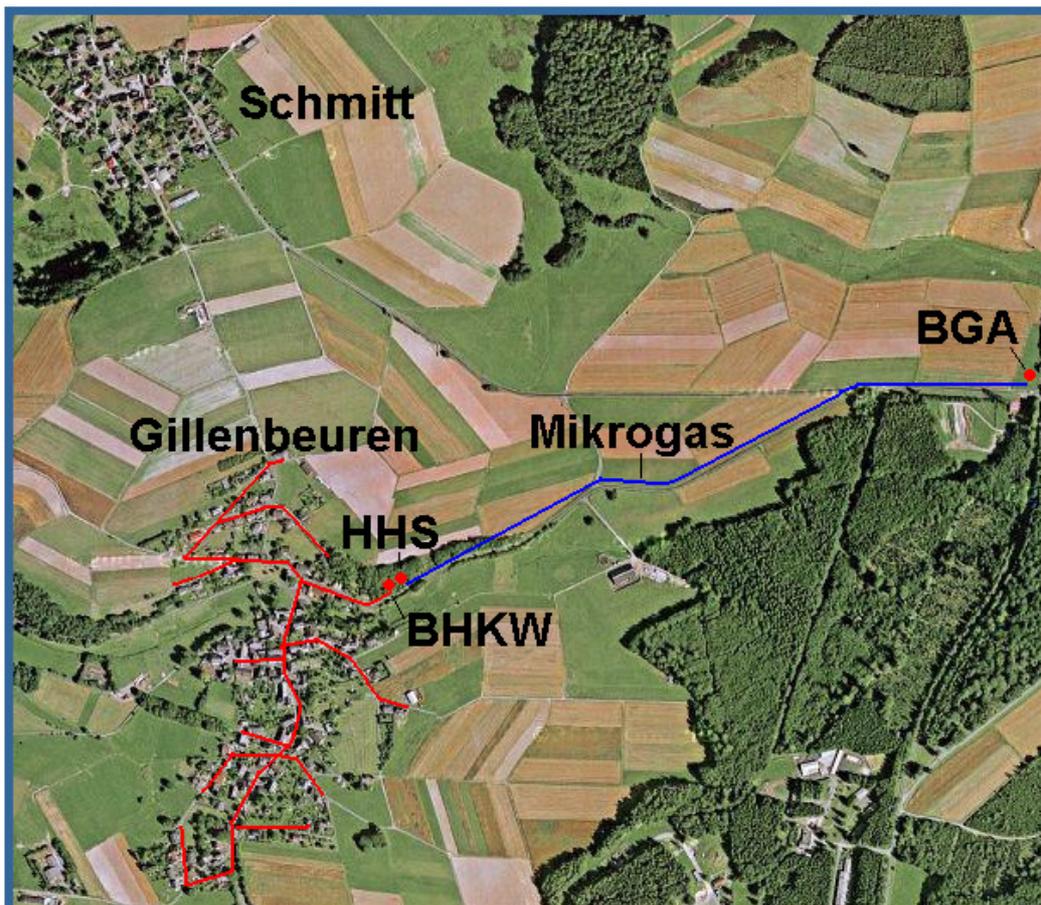
**Abbildung 2-6: Jahresdauerlinie 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Hier ist neben den Grundlasterzeuger BGA und HKW ein HHS-Kessel mit einer Leistung von 400 kW vorgesehen. 50% Spitzenlast werden von einem Ölkessel abgedeckt. Die Gesamtheizlast beträgt für die Versorgung von Gillenbeuren 2.180 kW.

## 2.5 Variante 2B: G.beuren, Biogas, BGA, HHS, Öl

Variante 2B beinhaltet die ausschließliche Versorgung von Gillenbeuren vom Ortsrand über eine Nahwärmeleitung. Das BHKW wird dorthin versetzt und über eine Biogasleitung von der BGA gespeist.

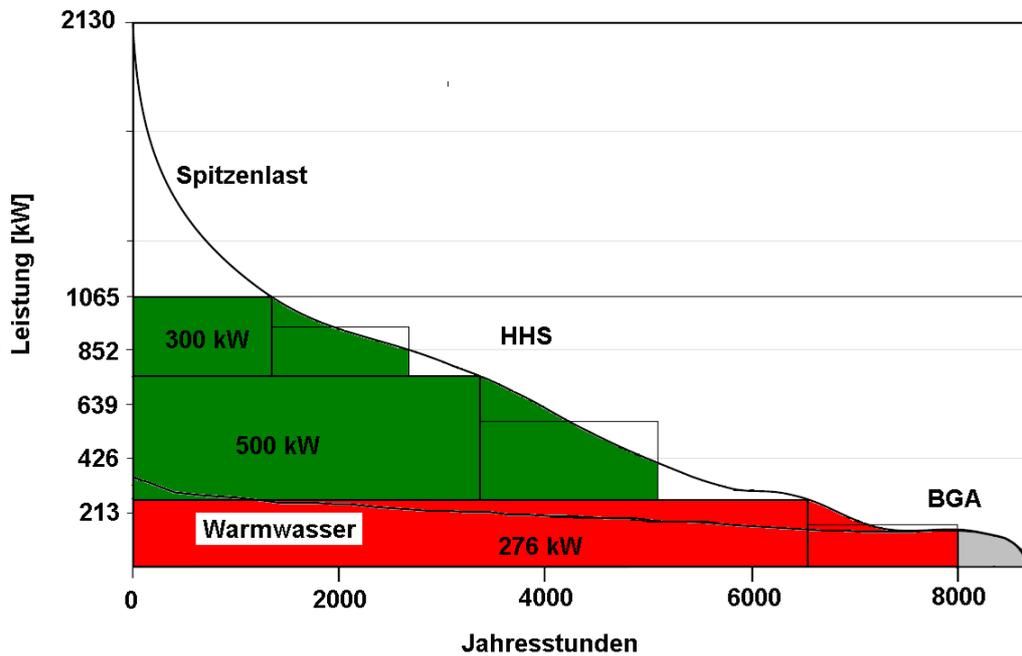
Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit den drei Haupt-Wärmeerzeugern in Abbildung 2-7 dargestellt.



**Abbildung 2-7: Netzplan 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Die Biogasleitung ist in blau dargestellt, die Nahwärmeleitung auf Basis von Heißwasser zur Wärmeverteilung im Ort in rot.

Die Aufteilung der Wärmeerzeuger anhand der Jahresdauerlinie zeigt Abbildung 2-8.



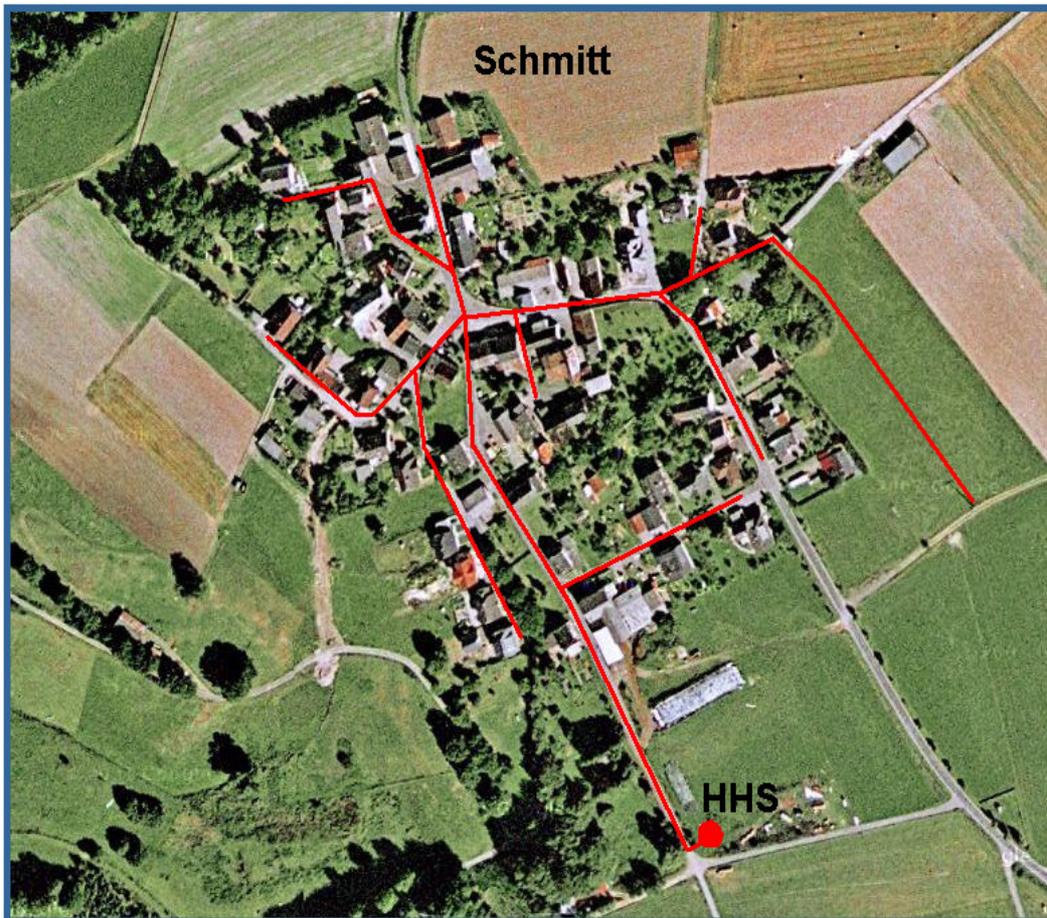
**Abbildung 2-8: Jahresdauerlinie 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Neben dem BHKW ( $275 \text{ kW}_{\text{th}}$ ) dienen als Grundlastherzeuger zwei HHS-Kessel mit  $500$  und  $300 \text{ kW}_{\text{th}}$ . 50% Spitzenlast werden von einem Ölkessel abgedeckt. Die Gesamtheizlast fällt mit  $2.130 \text{ kW}$  etwas geringer als die vorangegangene aus, da die Biogasleitung weniger Verluste mit sich bringt als eine Heißwasserleitung.

## 2.6 Variante 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl

Variante 2 versorgt ausschließlich die Gemeinde Schmitt über ein Nahwärmenetz auf Basis von HHS- und Ölspitzenlastkessel.

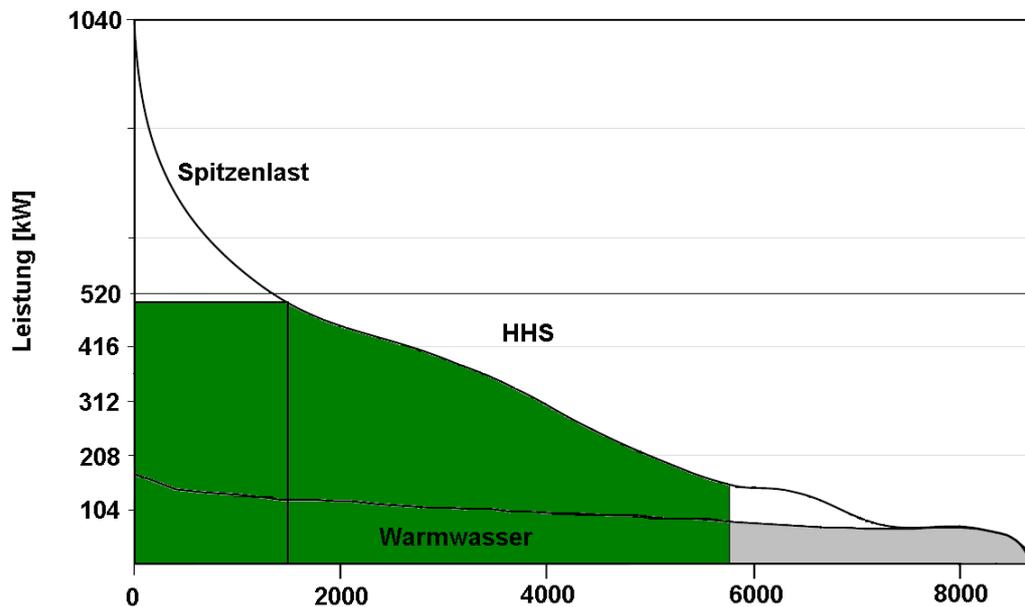
Die Leitungsführung des Nahwärmeverbundes ist zusammen mit der Heizzentrale in Abbildung 2-9 dargestellt.



**Abbildung 2-9: Netzplan 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl**

Diese Variante ist als Kombination mit 2A oder 2B zu verstehen, das heißt wenn die Gemeinde Gillenbeuren ebenfalls mit einem separaten Netz versorgt wird.

Die Aufteilung der Wärmeerzeuger anhand der Jahresdauerlinie zeigt Abbildung 2-4.



**Abbildung 2-10: Jahresdauerlinie 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl**

Hier spielt das bestehende BHKW keine Rolle, da es bereits zur Versorgung von Gillenbeuren konzeptioniert ist. Die Grundlast übernimmt in dieser Variante ein 500 kW HHS-Kessel, die Spitzenlast ein Ölkessel. Die Gesamtleistung ist mit 1.040 kW aufgrund der Gebäudeanzahl geringer als bei der Versorgung von Gillenbeuren.

## 2.7 Referenzvariante: Sanierung Ölheizung

Da nicht für jedes einzelne Gebäude der beiden Gemeinden 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 26.500 kWh (entspricht 2.650 Liter Öl pro Jahr), die Heizlast wird entsprechend mit 18 kW angesetzt. Auf dieser Basis wurde die Neuinstallation einer Ölheizung und deren Verbrauch betrachtet.

In den Gemeinden Schmitt und Gillenbeuren wird überwiegend über 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 etliche 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 daher auch vor der Entscheidung, ob er als Wärmeerzeuger bspw. einen Ölkes- sel installiert oder sich an ein Nahwärmenetz anschließt.

Bei der Referenzvariante wird daher angesetzt, dass ein bestehender Wärmeerzeuger durch einen neuen Brennwertkessel ersetzt wird, die Sanierung der Abgasanlage, ein neuer Warmwasserspeicher sowie Kleinteile und Rohrleitung im Heizungskeller. Diese Komponenten führen zu Investitionskosten für den Hauseigentümer, welche im Variantenvergleich berücksichtigt sind.

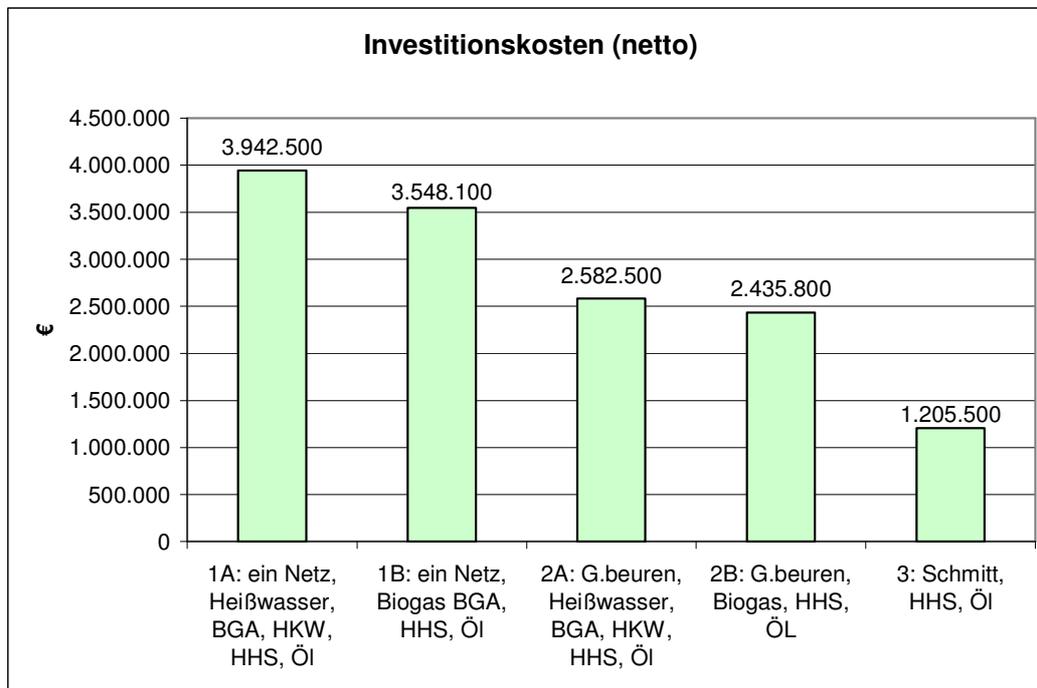
## **3 Wirtschaftlichkeitsabschätzung**

### **3.1 Methodik**

Die Wirtschaftlichkeitsabschätzung beruht auf Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten sowie etwaigen Erlösen, 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 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 Wärmeerzeugungskosten (WEK) in Euro je Kilowattstunde ergeben. Dieser sog. Wärmepreis kann nun unter den Varianten miteinander verglichen werden, unabhängig wie viel Gebäude gemeinsam versorgt werden. 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 betrachtet werden.

## 3.2 Investitionskosten

Die Investitionskosten der verschiedenen Versorgungsvarianten zeigt Abbildung 3-1.

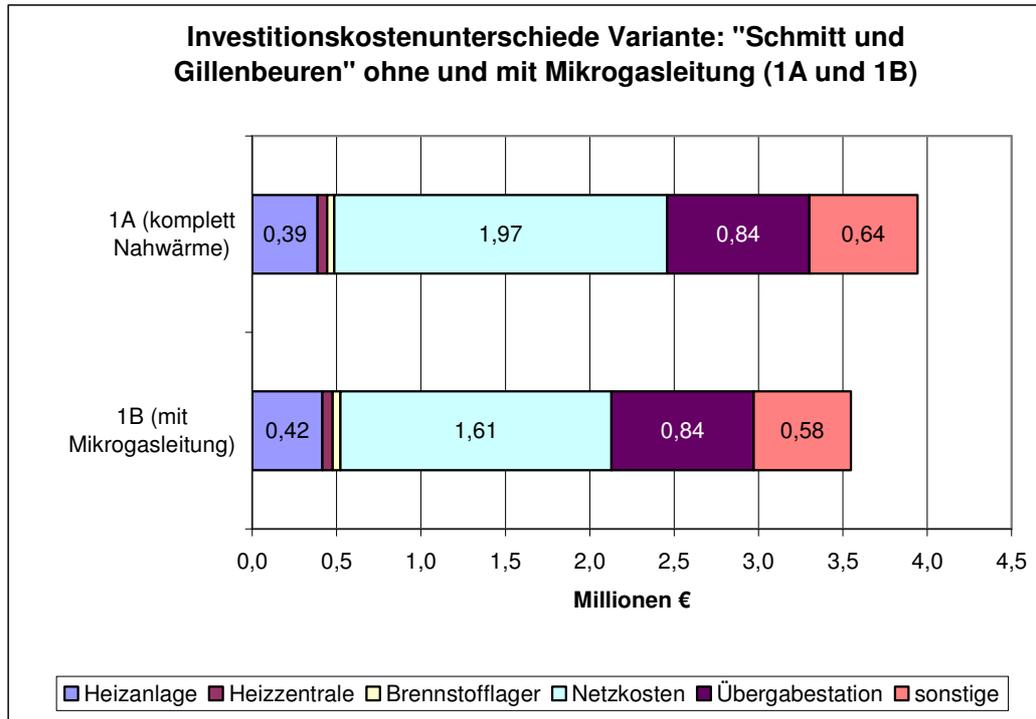


**Abbildung 3-1: Investitionskosten nach Varianten**

Bei den Investitionskosten ist festzuhalten, dass bei den ersten beiden Varianten eine Versorgung beider Gemeinden über ein Netz die Kosten hierfür entsprechend höher sind. Rechnet man zu den Varianten 2a/2b die Variante 3 hinzu, erhält man eine vergleichbare Größenordnung.

Des Weiteren zeigt sich im Vergleich zwischen den Varianten A und B, dass die Installation einer Biogasleitung für die Entfernung vom jetzigen BGA-Standort zur Ortslage günstiger ist als eine Heißwasserleitung.

Diesen Unterschied verdeutlicht Abbildung 3-2, in welcher die Investitionskosten nach Positionen aufgezeigt sind.



**Abbildung 3-2: Kostenvergleich Biogasleitung, Nahwärmeleitung**

Die Position Netzkosten ist als reine Nahwärmeleitung mit höheren Kosten verbunden als wenn die Entfernung von BGA zu Heizzentrale mit einer Biogasleitung realisiert wird. Es steigen bei 1B die Kosten für die Heizanlage an, da hier das geplante Holz-HKW nicht berücksichtigt ist. Es muss eine größere HHS-Anlage angeschafft werden und zudem ist ein zusätzlicher Wärmeerzeuger für die Beheizung des Fermenters notwendig.

Die Investitionskosten für die Referenzvariante belaufen sich auf 11.440 € für die Sanierung einer typischen Heizungsanlage mit 18 kW Leistung. Eine Listung der einzelnen Positionen befindet sich im Anhang.

### 3.3 Wärmeerzeugungskosten (WEK)

Eine tatsächliche Vergleichbarkeit der Varianten ist erst durch die Berechnung der Wärmeerzeugungskosten 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 Wärmeerzeugungskosten 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 erhobene, Marktpreise (inkl. USt.) angesetzt.

- Öl Referenz (3.000 l): 05,6 ct/kWh → 56 ct/l
- Öl Nahwärme (20.000 l): 05,5 ct/kWh → 55 ct/l
- Holzhackschnitzel: 02,8 ct/kWh → 22,50 €/Srm
- Wärme aus BGA: 03,0 ct/kWh
- Wärme aus HKW: 03,0 ct/kWh

Als Fördermittel wurden Investitionszuschüsse und vergünstigte Zinssätze aus dem im September 2009 gültigen Marktanreizprogramm<sup>3</sup> der Bundesregierung berücksichtigt. Die Kapitalverzinsung der Investitionskosten ist mit 4% angesetzt, die zugrunde liegende rechnerische Nutzungsdauer beträgt 20 Jahre.

---

<sup>3</sup> Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt

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

**Tabelle 3-1: Kosten nach Varianten**

Kosten	1A: ein Netz, Heißwasser	1B: ein Netz, Biogas	2A: G.beuren, Heißwasser	2B: G.beuren, Biogas	3: Schmitt	Referenz: Sanierung Öl
Investitionskosten [€]	3.942.518	3.548.088	2.582.483	2.435.844	1.205.505	11.440
Kapitalkosten [€/a]	291.746	262.559	191.104	180.252	89.207	847
Verbrauchsdaten [€/a]	220.870	221.008	150.074	150.411	69.330	1.535
Betriebskosten [€/a]	61.052	56.811	44.059	42.853	27.875	252
sonstige Kosten [€/a]	73.491	68.067	48.896	46.932	23.352	17
Heizgesamtkosten netto [€/a]	647.159	608.444	434.133	420.450	209.764	2.651
Heizgesamtkosten brutto [€/a]	762.193	710.350	513.900	492.398	243.297	3.154
Wärmeabsatz [kWh/a]	4.964.979	4.964.979	3.386.297	3.386.297	1.578.682	26.702
Wärmeerzeugungskosten brutto [ct/kWh]	15,4	14,3	15,2	14,5	15,4	11,8

Eine ausführliche Auflistung aller Investitions-, Verbrauchs- und Betriebskosten befindet sich im Anhang dieser Dokumentation.

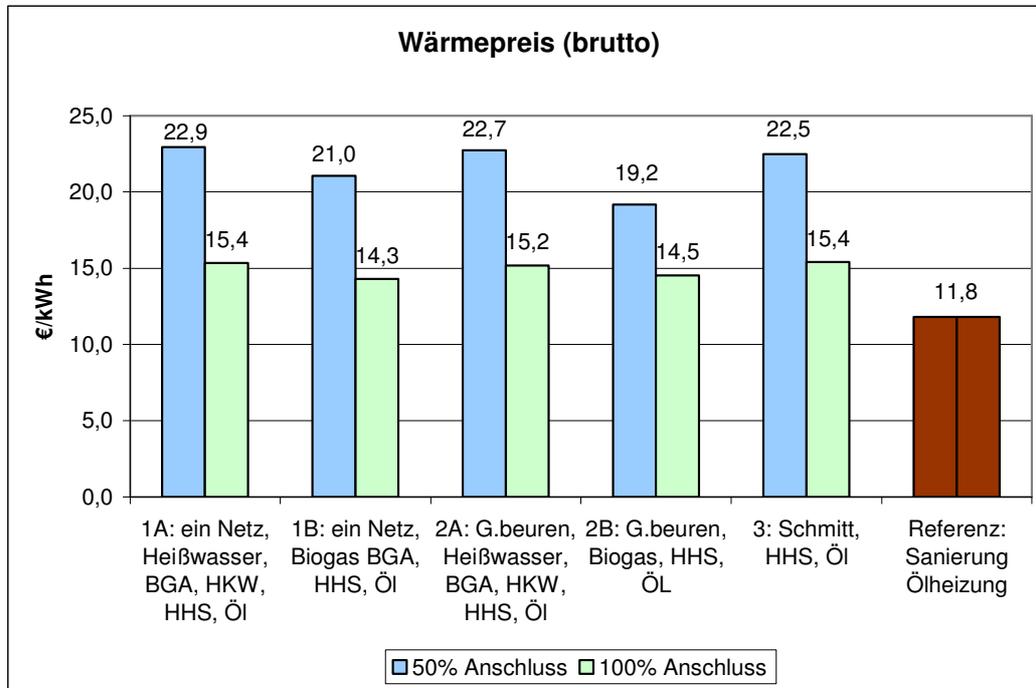
Derzeit sind in der Wärmeerzeugung alle Nahwärme-Varianten teurer als die Referenzvariante. Die Referenzvariante ist hier nur über den Wärmepreis mit den anderen Varianten vergleichbar, da sie sich nur auf ein einzelnes Gebäude bezieht.

Die relativ hohen Wärmeerzeugungskosten über 14 ct/kWh bei den Bioenergie-Varianten sind in erster Linie durch die sehr hohen Investitionskosten verursacht, welche über die Nutzungsdauer von vielen kleinen Wärmeabnehmern finanziert werden müssen. Die ländliche Besiedlungsstruktur bedingt, dass relativ viel Leitung verlegt werden muss, damit die Wärmeabnehmer erreicht werden können. Je lichter die Bebauung und je weniger Wärmeabnahme am Objekt, desto höher sind die spezifischen Investitionskosten bezogen auf die Wärmeabnahme.

Die Unterschiede innerhalb der Nahwärme-Varianten spiegeln die Situation der Investitionskosten wieder. Die Kosten, die man durch eine Biogasleitung vom Anlagenstandort zur Heizzentrale einspart, wirken sich auch positiv auf die Wärmeerzeugungskosten aus.

Die oben dargestellten Ergebnisse setzen eine Anschlussquote der Netzanlieger von 100% voraus. Solch eine Anschlussquote ist jedoch in der Praxis nicht realistisch.

Insbesondere in einer ersten Ausbaustufe eines Nahwärmenetzes wird sich nur ein Teil der Gebäudeeigentümer anschließen, was sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt. Um diesen Umstand zu berücksichtigen zeigt Abbildung 3-3 die spezifischen Wärmeerzeugungskosten für eine Anschlussquote von 50%.



**Abbildung 3-3: Wärmeerzeugungskosten nach Anschlussquote und Varianten**

Die Wärmeerzeugungskosten erhöhen sich deutlich durch eine Halbierung der Netzteilnehmer. Dies liegt daran, dass die Investitionskosten für das Rohrnetz lediglich von der Hälfte der Hauseigentümer finanziert werden können. In der Kalkulation ist jedoch berücksichtigt, dass das Netz sämtliche Anlieger versorgen kann. Lediglich die Kosten für die Hausanschlussleitungen und die Wärmeerzeuger fallen der halbierten Anschlussquote entsprechend geringer aus.

Die Betrachtung zeigt, dass für eine Realisierung des Nahwärmenetzes eine Anschlussquote deutlich über 50% unbedingt erforderlich ist.

### 3.4 Sensitivitätsanalyse

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

Geht man davon aus, dass die Entwicklung eines Bioenergiedorfes ausgehend von dieser ersten Machbarkeitsstudie noch zwei Jahre bis Baubeginn in Anspruch nehmen wird, sollten verschiedene Möglichkeiten der Preisentwicklung bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Insbesondere der Ölpreis ist hier die entscheidende Größe, welche sich bereits kurzfristig nach oben verschoben wird.

Abbildung 3-4 zeigt, wie sich die prozentuale Veränderung des Ölpreises auf die WEK der untersuchten Variante auswirkt.

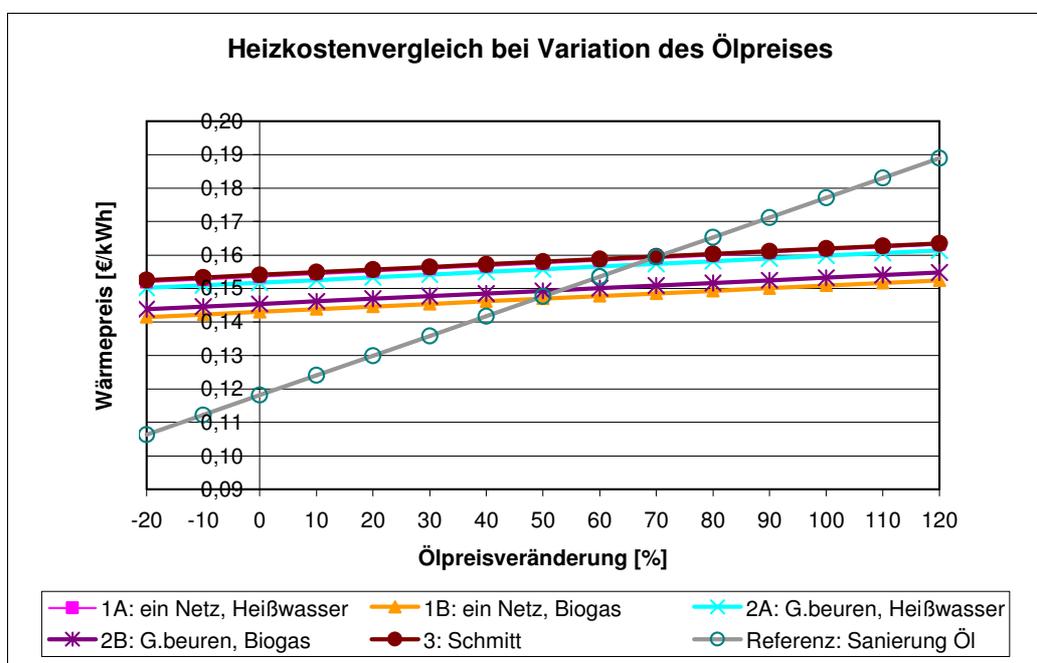


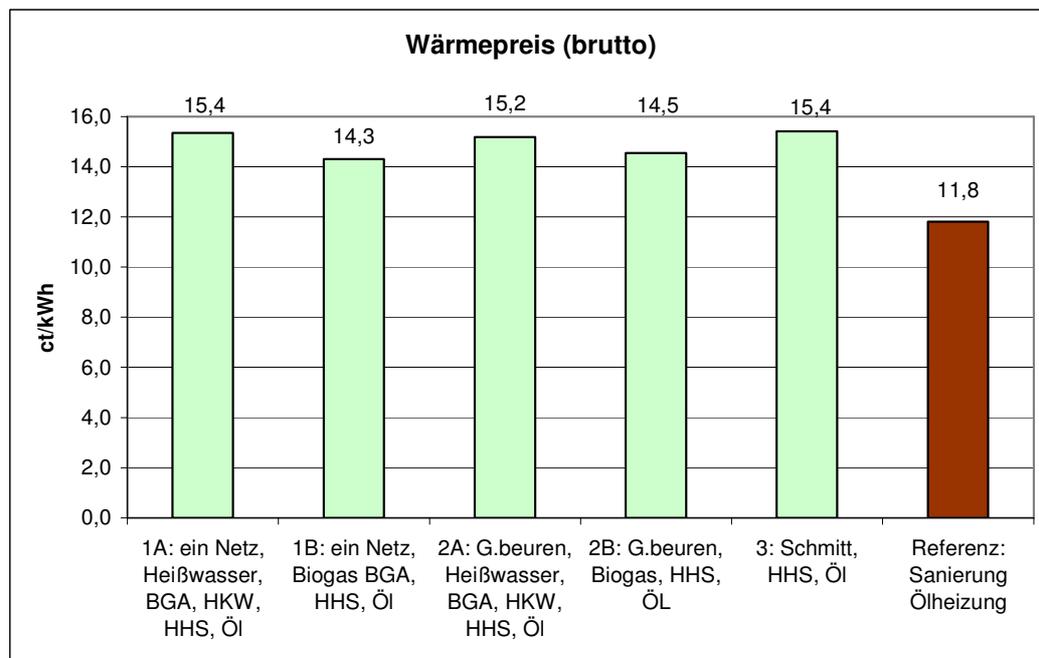
Abbildung 3-4: Sensitivitätsanalyse

Die Grafik zeigt, dass bei einem Ölpreisanstieg um 50% die Variante mit einem großen Nahwärmenetz und einer Biogasleitung günstiger als die Einzelversorgung mittels einer neuen Ölheizung ist. Eine Steigerung um 50% entspricht einem Ölpreis von 84 ct/l. Im Sommer 2008 war der durchschnittliche Heizölpreis in Deutschland bereits über diesem Niveau mit einem Maximum von 95 ct/l. Es ist absehbar, dass er auch wieder dieses Niveau erreichen und überschreiten wird.

## 4 Fazit

Bei dem zugrunde gelegten Ölpreis von 56 ct/l als Referenz ist eine Nahwärmeversorgung aus Bioenergie derzeit noch nicht konkurrenzfähig.

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



**Abbildung 4-1: Wärmeerzeugungskosten nach Varianten**

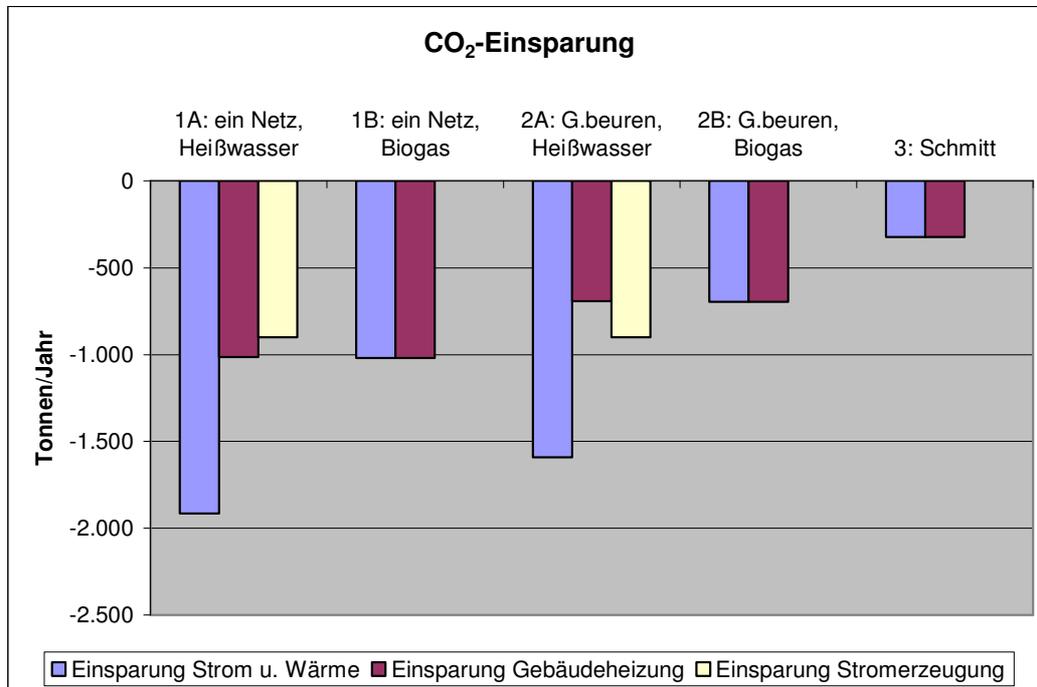
Allerdings ist bei einer Ölpreisssteigerung von 50% mit einem Wärmepreis zu rechnen, welcher auf dem gleichen Niveau wie die Sanierung einer Ölheizung liegt. Dieser kritische Heizölpreis ist bereits überschritten, wenn das durchschnittliche Niveau von 2008 erreicht wird.

Innerhalb der untersuchten Nahwärme-Varianten stellt sich unter den gegebenen Rahmenbedingungen die Versorgung über ein gemeinsames Nahwärmenetz für beide Gemeinden und die Energieversorgung aus der bestehenden Biogasanlage über eine Gasleitung (1B) als günstigste Variante dar.

Mit dieser Variante könnte der Wärmebedarf der Gemeinden Schmitt und Gillenbeuren zu 90% aus heimischer Bioenergie erzeugt werden. Die bestehende Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 200 kW erzeugt heute schon ca. 1.500.000 kWh Biostrom aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Strombedarf der beiden Gemeinden liegt bei ca. 700.000 kWh/a, wenn man von 3.500 kWh je Wohngebäude ausgeht.

Somit liegt der erzeugte Anteil an Biostrom bereits doppelt so hoch als der geschätzt Verbrauch der Gemeinden.

Die Auswirkungen der Varianten auf den Kohlendioxidausstoß zeigt Abbildung 4-2.



**Abbildung 4-2: CO<sub>2</sub>-Einsparung nach Varianten**

Je nach Variante können zwischen ca. 300 und 1.900 t CO<sub>2</sub> im Jahr weniger emittiert werden als heute. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Stromerzeugung kommt nur bei den Varianten zum Tragen, welche die Errichtung des Holz-Heizkraftwerkes beinhalten. Der jetzt schon erzeugte Biostrom aus der BGA ist nicht nicht berücksichtigt.

Die Berechnung beruht auf dem direkten CO<sub>2</sub>-Ausstoß, welcher durch die Verbrennung von Öl und die Erzeugung von Strom im deutschen Kraftwerksmix verursacht wird.

Durch die Entwicklung eines Bioenergiedorfs 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 Unternehmungen geleistet werden kann.

Die Bürger von Schmitt und Gillenbeuren machen sich durch die Entwicklung eines Bioenergiedorfes unabhängig von fossilen Ressourcen aus dem Ausland. Die OPEC-Förderabsprachen und die teilweise politische Instabilität der Erdöl- und Erdgas ex-

portierenden Länder verursacht eine unberechenbare Situation für importierende Staaten wie Deutschland. Ein Bioenergiedorf 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 Entwicklung der Bioenergiedörfer Schmitt und Gillenbeuren ist wegen der dünnen Siedlungsstruktur mit relativ hohen Investitionskosten verbunden, welche sich auch auf den kostendeckenden Wärmepreis auswirken. Können diese durch Einsparungen oder Investitionszuschüsse reduziert werden, verringert sich der Kapitaldienst und der Wärmepreis kann deutlich niedriger angeboten werden. Berücksichtigt man zudem die Entwicklung des Heizölpreises ist ein Bioenergiedorf mittelfristig auch wirtschaftlich eine interessante Alternative.

## IV. Quellenverzeichnis

**DESTATIS:** Internetseite des statistischen Bundesamtes Deutschland, Daten zur Energiepreisentwicklung, <http://www.destatis.de>.

**EEG:** Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften“, vom 25. Oktober 2008, BGBl. I S. 2074.

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.):** „Leitfaden Bioenergie: Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen“, 4., unveränderte Auflage, Gülzow, 2007.

**Holzabsatzfonds (Hrsg.):** „Holzenergie für Kommunen: Ein Leitfaden für Anwender“, 3., überarbeitete Auflage, Bonn, 2006.

**KfW:** Internetseite der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Förderprogramme nach MAP, <http://www.kfw-foerderbank.de>.

**Kubessa, Michael (Hrsg.):** „Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb“, Potsdam: Brandenburgische Energiespar-Agentur (BEA), 1998.

**MAP:** Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm MAP), BMU, Berlin, 20.02.2009.

**UMSICHT:** Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (Hrsg.), Christian Dötsch, Jan Taschenberger, Ingo Schönberg, „Leitfaden Nahwärme“, UMSICHT-Schriftenreihe, Band 6, Oberhausen: Fraunhofer IRB-Verlag, 1998.

**VDI:** Verein Deutscher Ingenieure VDI e. V., Richtlinie 2067 Blatt 1, „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen: Grundlagen und Kostenberechnung“, Berlin: Beuth Verlag, 2000.

## 5 Anhang

**Tabelle 5-1: Investitionskosten 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Investitionskosten Heizanlage mit 2 x 0,5 MW HHS und 1,75 MW Spitzenlast Öl				
Artikel			Preis/Einheit	Betrag [€]
Silouustragung			16.412	32.824
Brennstoff-Transportsysteme			32.680	65.360
Feuerung, Kessel, Abgasreinigung 400			78.770	157.540
Entaschung, Reinigung			6.205	12.410
Regelsystem			20.870	41.740
zusätzliche Anlagenteile			2.500	5.000
Transport, Montage Inbetriebnahme			20.590	41.180
Netzpumpen				5.000
Druckhaltestation				2.733
Buderus Logano SE735-1750				28.920
Buderus Regelgerät Logamatic 4212				568
80.000 Liter Öltank (inkl. Transport)				14.900
<b>Gesamtkosten Heizanlage</b>				<b>408.175</b>
Kosten Heizzentrale				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Haltec Leichtbauhalle (5 x 10 x 4)	1		14.900	14.200
Montage				4.640
Verrohrung, Anbindung	35	m		10.300
Edelstahl-Elementkamin DN 300	3	Stück	6.660	19.980
Armaturen, Ventile, Anschlüsse				8.000
<b>Gesamtkosten Heizzentrale</b>				<b>57.120</b>
Kosten Brennstofflager				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Brennstoffbunker HHS		m³		22.324
Montage	10	%		2.232
Schiebedeckel	32	m²	500	16.000
<b>Gesamtkosten Brennstofflager</b>				<b>40.557</b>
Kosten Nahwärmenetz (inkl. Oberflächenwiederherstellung)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
<b>KMR Rohre DN 150</b>	1.419	m	428/560	626.368
<b>KMR Rohre DN 125</b>	182	m	512	93.148
<b>KMR Rohre DN 100</b>	1.060	m	458/343	427.766
<b>KMR Rohre DN 80</b>	30	m	401	12.030
<b>KMR Rohre DN 65</b>	262	m	372	97.548
<b>KMR Rohre DN 50</b>	1.205	m	346	417.472
<b>KMR Rohre DN 40</b>	626	m	238/332	190.818
<b>KMR Rohre DN 32</b>	776	m	330	256.207
<b>KMR Rohre DN 25</b>	126	m	329	41.456
PMR Rohre DN 63	10	m	301	3.007
PMR Rohre DN 50	10	m	277	2.767
PMR Rohre DN 40	10	m	246	2.463
PMR Rohre DN 32	573	m	146/218	118.670
PMR Rohre DN 28	978	m	208	203.385
PMR Rohre DN 22	512	m	200	102.149
<b>Gesamtkosten Nahwärmenetz</b>				<b>2.595.256</b>
Kosten Hausübergabestationen (inkl. Speicher und Frischwasserstation)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
bis 20 kW	159	Stück	3.800	604.200
30 kW	17	Stück	3.850	65.450
50 kW	3	Stück	3.900	11.700
60 kW	1	Stück	4.500	4.500
120 kW	1	Stück	6.220	6.220
150 kW	1	Stück	6.420	6.420
Gesamt: Speicher und Frischwasser	182	Stück		472.060
<b>Gesamtkosten Hausübergabestation</b>				<b>1.170.550</b>
sonstige Kosten				
Zwischensumme				4.271.658
Unvorhergesehenes	5	%		213.583
Planungskosten	10	%		427.166
<b>Gesamtinvestition</b>				<b>4.912.406</b>
KfW Förderung für Biomasseanlagen	1.000	kW	-20	-20.000
KfW Förderung für Wärmenetze	7.779	m	-80	-622.288
KfW Förderung für HÜ	182	Stück	-1.800	-327.600
<b>Gesamtinvestition mit Förderung</b>				<b>3.942.518</b>

**Tabelle 5-2: Heizkosten 1A: ein Netz, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	3.942.518	€	
Zinssatz (KfW)	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			291.746
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	4.964.979	kWh/a	
Endenergiebedarf	6.859.510	kWh/a	
Bedarf BGA	1.731.210	kWh/a	
spez. Kosten BGA	0,030	€/kWh	
Bedarf HKW	1.861.867	kWh/a	
spez. Kosten HKW	0,030	€/kWh	
Brennstoffbedarf Öl	725.874	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,046	€/kWh	
Brennstoffbedarf HHS	2.540.559	kWh/a	
spez. Kosten HHS	0,026	€/kWh	
Jahreskosten Öl		€/a	33.535
Jahreskosten HHS		€/a	66.055
Jahreskosten Bezug von BGA		€/a	51.936
Jahreskosten Bezug von HKW		€/a	55.856
Betriebsstromkosten Biomassekessel	1,25	€/MWh	3.176
Ascheentsorgung	0,35	€/MWh	889
Betriebsstromkosten Gaskessel	0,75	€/MWh	5.444
Stromkosten Netzpumpen	0,58	€/MWh	3.979
Summe Verbrauchskosten			220.870
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,68	%(von Invest)	6.857
Instandhaltung Wärmenetz	1,00	%(von Invest)	25.953
Instandhaltung Hausanschlüsse	1,30	%(von Invest)	15.217
Anlagenbetreuung	35	€/h	
	365	h/a	12.775
Kaminfeger			250
Summe Betriebskosten			61.052
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,7	%(von Invest)	27.598
Verwaltung	5,0	%(jährl. Kosten)	28.683
kalkulat.. Zuschlag	3,0	%(jährl. Kosten)	17.210
Summe sonstige Kosten			73.491
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			647.159
Umsatzsteuer (ohne Kosten HHS)	19	%	110.410
Umsatzsteuer (für Kosten HHS)	7	%	4.624
Jahreskosten inkl. USt.			762.193
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,130
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,154

**Tabelle 5-3: Investitionskosten 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Investitionskosten Heizanlage mit 0,8 und 0,5 MW HHS; 1,575 MW Spitzenlast Öl und KWK				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Siloaustragung				16.412
Brennstoff-Transportsysteme				32.680
Feuerung, Kessel, Abgasreinigung 500 kW				78.770
Entaschung, Reinigung				6.205
Regelsystem				20.870
zusätzliche Anlagenteile				2.500
Transport, Montage Inbetriebnahme				20.590
Transportanlage				11.300
Kessel, Feuerung				55.200
autom. Kammerentaschung				5.800
Rauchgasreinigung (Zyklon)				15.600
Elektr. Steuerung				19.797
Transport, Montage Inbetriebnahme				9.850
Brenner Fermenterheizung				8.973
Pufferspeicher (Versorgung BGA) 750 l	3	Stück	900	2.700
Gasaufbereitung für Mikrogasnetz				59.406
Aktivkohleeinheit AKF 750-2				5.750
Fundament AKF				796
Heizung für AKF				1.386
Gasleitungskomponenten (Überdruck)				1.199
Planung (mit Leitungsverlegung)	10	%		14.519
Netzpumpen				5.000
Druckhaltestation				2.733
Buderus Logano SK735-1575				21.405
Buderus Regelgerät Logamatic 4212				568
80.000 Liter Öltank (inkl. Transport)				14.900
<b>Gesamtkosten Heizanlage</b>				<b>434.909</b>
Kosten Heizzentrale				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Haltec Leichtbauhalle (7 x 12 x 5)	1		14.900	12.200
Montage				3.920
Verrohrung, Anbindung	20	m		6.475
Edelstahl-Elementkamin DN 300	4	Stück	6.660	26.640
Armaturen, Ventile, Anschlüsse				10.000
<b>Gesamtkosten Heizzentrale</b>				<b>59.235</b>
Kosten Brennstofflager				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Brennstoffbunker HHS		m <sup>3</sup>		27.585
Montage	10	%		2.759
Schiebedeckel	34	m <sup>2</sup>	500	17.000
<b>Gesamtkosten Brennstofflager</b>				<b>47.344</b>

Kosten Nahwärmenetz (inkl. Oberflächenwiederherstellung)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Mikrogasleitung	1.275	m	60	76.653
<b>KMR Rohre DN 150</b>	144	m	560	80.664
<b>KMR Rohre DN 125</b>	182	m	512	93.148
<b>KMR Rohre DN 100</b>	906	m	458/343	427.766
<b>KMR Rohre DN 80</b>	30	m	401	12.030
<b>KMR Rohre DN 65</b>	262	m	372	97.548
<b>KMR Rohre DN 50</b>	1.205	m	346	417.474
<b>KMR Rohre DN 40</b>	626	m	238/332	190.818
<b>KMR Rohre DN 32</b>	776	m	330	256.207
<b>KMR Rohre DN 25</b>	126	m	329	41.456
PMR Rohre DN 63	10	m	301	3.007
PMR Rohre DN 50	10	m	277	2.767
PMR Rohre DN 40	10	m	246	2.463
PMR Rohre DN 32	573	m	146/218	118.670
PMR Rohre DN 28	978	m	208	203.380
PMR Rohre DN 22	512	m	200	102.149
<b>Gesamtkosten Nahwärmenetz</b>				<b>2.126.202</b>
Kosten Hausübergabestationen (inkl. Speicher und Frischwasserstation)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
bis 20 kW	159	Stück	3.800	604.200
30 kW	17	Stück	3.850	65.450
50 kW	3	Stück	3.900	11.700
60 kW	1	Stück	4.500	4.500
120 kW	1	Stück	6.220	6.220
150 kW	1	Stück	6.420	6.420
<b>Gesamt: Speicher und Frischwasser</b>	<b>182</b>	<b>Stück</b>		<b>472.060</b>
<b>Gesamtkosten Hausübergabestation</b>				<b>1.170.550</b>
sonstige Kosten				
<b>Summe</b>				<b>3.838.240</b>
Unvorhergesehenes	5	%		191.912
Planungskosten	10	%		383.824
<b>Gesamtinvestition</b>				<b>4.413.976</b>
KfW Förderung für Biomasseanlagen	900	kW	-20	-18.000
KfW Förderung für Wärmenetze	6.504	€/m	-80	-520.288
KfW Förderung für HÜ	182	Stück	-1.800	-327.600
<b>Gesamtinvestition mit Förderung</b>				<b>3.548.088</b>

**Tabelle 5-4: Heizkosten 1B: ein Netz, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	3.548.088	€	
Zinssatz (KfW)	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			262.559
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	4.964.979	kWh/a	
Endenergiebedarf	6.883.411	kWh/a	
Bedarf BGA	1.784.588	kWh/a	
spez. Kosten BGA	0,030	€/kWh	
Brennstoffbedarf Öl	708.170	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,046	€/kWh	
Brennstoffbedarf HHS	4.390.653	kWh/a	
spez. Kosten HHS	0,026	€/kWh	
Jahreskosten Öl		€/a	32.717
Jahreskosten HHS		€/a	114.157
Jahreskosten Bezug von BGA		€/a	53.538
Jahreskosten Bezug von HKW			0
Betriebsstromkosten Biomassekessel	1,25	€/MWh	5.488
Ascheentsorgung	0,35	€/MWh	1.537
Betriebsstromkosten Gaskessel	0,75	€/MWh	5.311
Stromkosten Netzpumpen/Gasverdichter	1,20	€/MWh	8.260
Summe Verbrauchskosten			221.008
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,68	%(von Invest)	7.306
Instandhaltung Wärmenetz	1,00	%(von Invest)	21.262
Instandhaltung Hausanschlüsse	1,30	%(von Invest)	15.217
Anlagenbetreuung	35	€/h	
	365	h/a	12.775
Kaminfeger			250
Summe Betriebskosten			56.811
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,7	%(von Invest)	24.837
Verwaltung	5,0	%(jährl. Kosten)	27.019
kalkulat. Zuschlag	3,0	%(jährl. Kosten)	16.211
Summe sonstige Kosten			68.067
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			608.444
Umsatzsteuer (ohne Kosten HHS)	19	%	93.915
Umsatzsteuer (für Kosten HHS)	7	%	7.991
Jahreskosten inkl. Ust.			710.350
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,123
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,143

**Tabelle 5-5: Investitionskosten 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Investitionskosten Heizanlage mit 0,4 MW HHS; 1,110 MW Spitzenlast Öl				
Artikel				Betrag [€]
Silouausrüstung				16.412
Brennstoff-Transportsysteme				32.680
Feuerung, Kessel, Abgasreinigung 400 kW				64.174
Entaschung, Reinigung				6.205
Regelsystem				20.870
zusätzliche Anlagenteile				2.500
Transport, Montage Inbetriebnahme				20.590
Buderus Logano GE615-1110, lose				24.155
Buderus Regelgerät Logamatic 4212				568
Netzpumpen				5.000
Druckhaltestation				2.733
50.000 Liter Öltank (inkl. Transport)				9.310
Gesamtkosten Heizanlage				205.197
Kosten Heizzentrale				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Haltec Leichtbauhalle (5 x 10 x 4)	1			14.200
Montage				4.640
Verrohrung, Anbindung	30	m		8.490
Edelstahl-Elementkamin DN 300	2	Stück	6.660	13.320
Armaturen, Ventile, Anschlüsse				8.000
Gesamtkosten Heizcontainer				48.650
Kosten Brennstofflager				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Brennstoffbunker HHS		m <sup>3</sup>		10.764
Montage	10	%		1.076
Schiebedeckel	34	m <sup>2</sup>	500	17.000
Gesamtkosten Brennstofflager				28.841
Kosten Nahwärmenetz (inkl. Oberflächenwiederherstellung)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
<b>KMR Rohre DN 125</b>	1.541	m	385/512	628.061
<b>KMR Rohre DN 100</b>	192	m	458	88.007
<b>KMR Rohre DN 80</b>	184	m	401	73.785
<b>KMR Rohre DN 65</b>	332	m	372	123.610
<b>KMR Rohre DN 50</b>	885	m	346	306.608
<b>KMR Rohre DN 40</b>	138	m	332	45.792
<b>KMR Rohre DN 32</b>	496	m	330	163.714
<b>KMR Rohre DN 25</b>	86	m	329	28.295
PMR Rohre DN 50	10	m	277	2.767
PMR Rohre DN 40	10	m	246	2.463
PMR Rohre DN 32	373	m	218	81.186
PMR Rohre DN 28	618	m	208	128.519
PMR Rohre DN 22	348	m	130/199	66.799
Gesamtkosten Nahwärmenetz				1.739.609
Kosten Hausübergabestationen (inkl. Speicher und Frischwasserstation)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
bis 20 kW	106	Stück	3.800	402.800
30 kW	11	Stück	3.850	42.350
50 kW	3	Stück	3.900	11.700
60 kW	1	Stück	4.500	4.500
120 kW	1	Stück	6.220	6.220
Gesamt: Speicher und Frischwasser	122	Stück		316.300
Gesamtkosten Hausübergabestation				783.870
sonstige Kosten				
Summe				2.806.166
Unvorhergesehenes	5	%		140.308
Planungskosten	10	%		280.617
Gesamtinvestition				3.227.091
KfW Förderung für Biomasseanlagen	400	kW	-20	-8.000
KfW Förderung für Wärmenetze	5.212,60	€/m	-80	-417.008
KfW Förderung für HÜ	122	Stück	-1.800	-219.600
Gesamtinvestition mit Förderung				2.582.483

**Tabelle 5-6: Heizkosten 2A: Gillenbeuren, Heißwasser, BGA, HKW, HHS, Öl**

Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	2.582.483	€	
Zinssatz (KfW)	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			191.104
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	3.386.297	kWh/a	
Endenergiebedarf	4.592.294	kWh/a	
Bedarf BGA	1.639.681	kWh/a	
spez. Kosten BGA	0,030	€/kWh	
Bedarf HKW	1.586.213	kWh/a	
spez. Kosten HKW	0,030	€/kWh	
Brennstoffbedarf Öl	495.073	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,046	€/kWh	
Brennstoffbedarf HHS	871.328	kWh/a	
spez. Kosten HHS	0,026	€/kWh	
Jahreskosten Öl		€/a	22.872
Jahreskosten HHS		€/a	22.655
Jahreskosten Bezug von BGA		€/a	49.190
Jahreskosten Bezug von HKW		€/a	47.586
Betriebsstromkosten Biomassekessel	1,25	€/MWh	1.089
Ascheentsorgung	0,35	€/MWh	305
Betriebsstromkosten Gaskessel	0,75	€/MWh	3.713
Stromkosten Netzpumpen	0,58	€/MWh	2.664
Summe Verbrauchskosten			150.074
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,68	%(von Invest)	3.447
Instandhaltung Wärmenetz	1,00	%(von Invest)	17.396
Instandhaltung Hausanschlüsse	1,30	%(von Invest)	10.190
Anlagenbetreuung	35	€/h	
	365	h/a	12.775
Kaminfeger			250
Summe Betriebskosten			44.059
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,7	%(von Invest)	18.077
Verwaltung	5,0	%(jährl. Kosten)	19.262
kalkulat. Zuschlag	3,0	%(jährl. Kosten)	11.557
Summe sonstige Kosten			48.896
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			434.133
Umsatzsteuer (ohne Kosten HHS)	19	%	78.181
Umsatzsteuer (für Kosten HHS)	7	%	1.586
Jahreskosten inkl. Ust.			513.900
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,128
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,152

**Tabelle 5-7: Investitionskosten 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Investitionskosten Heizanlage mit 0,5 MW und 0,3 MW HHS, 1,11 MW Spitzenlast Öl				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Siloustragung				16.412
Brennstoff-Transportsysteme				32.680
HHS-Feuerung 500 kW, Abgasreinigung				78.770
Entaschung, Reinigung				6.205
Regelsystem				20.870
zusätzliche Anlagenteile				2.500
Transport, Montage Inbetriebnahme				20.590
HHS-Feuerung 300 kW				34.180
Steuerung, Abgasreinigung				14.750
Entaschung, Reinigung				8.830
Fördereinheit				9.865
Montage Inbetriebnahme				7.800
Brenner Fermenterheizung				8.973
Pufferspeicher (Versorgung BGA) 750 l	3	Stück	900	2.700
Gasaufbereitung für Mikrogasnetz				59.406
Aktivkohleeinheit AKF 750-2				5.750
Fundament AKF				796
Heizung für AKF				1.386
Gasleitungskomponenten (Überdruck)				1.199
Planung (mit Leitungsverlegung)	10	%		14.519
Buderus Logano GE615-1110, lose				24.155
Buderus Regelgerät Logamatic 4212				568
Netzpumpen				5.000
Druckhaltestation				2.733
50.000 Liter Öltank (inkl. Transport)				9.310
<b>Gesamtkosten Heizanlage</b>				<b>380.637</b>
<b>Kosten Heizzentrale</b>				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Haltec Leichtbauhalle (7 x 15 x 4)				27.000
Montage				5.680
Verrohrung, Anbindung	30	m	DN100, DN65	5.900
Edelstahl-Elementkamin DN 300	4	Stück	6660	26.640
Armaturen, Ventile, Anschlüsse				10.000
<b>Gesamtkosten Heizzentrale</b>				<b>75.220</b>
<b>Kosten Brennstofflager</b>				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Brennstoffbunker HHS		m <sup>3</sup>		18.951
Montage	10	%		1.895
Schiebedeckel	24	m <sup>2</sup>	500	12.000
<b>Gesamtkosten Brennstofflager</b>				<b>32.846</b>

Kosten Nahwärmenetz (inkl. Oberflächenwiederherstellung)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Mikrogasleitung	1.275	m	60,12	76.653
<b>KMR Rohre DN 125</b>	266	m	512	136.140
<b>KMR Rohre DN 100</b>	192	m	458	88.008
<b>KMR Rohre DN 80</b>	184	m	401	73.785
<b>KMR Rohre DN 65</b>	332	m	372	123.610
<b>KMR Rohre DN 50</b>	885	m	346	306.609
<b>KMR Rohre DN 40</b>	138	m	332	45.792
<b>KMR Rohre DN 32</b>	496	m	330	163.714
<b>KMR Rohre DN 25</b>	86	m	329	28.295
PMR Rohre DN 50	10	m	277	2.767
PMR Rohre DN 40	10	m	246	2.463
PMR Rohre DN 32	373	m	218	81.186
PMR Rohre DN 28	618	m	208	128.519
PMR Rohre DN 22	348	m	130/199	66.799
<b>Gesamtkosten Nahwärmenetz</b>				<b>1.324.342</b>
Kosten Hausübergabestationen (inkl. Speicher und Frischwasserstation)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
bis 20 kW	106	Stück	3.800	402.800
30 kW	11	Stück	3.850	42.350
50 kW	3	Stück	3.900	11.700
60 kW	1	Stück	4.500	4.500
120 kW	1	Stück	6.220	6.220
<b>Gesamt: Speicher und Frischwasser</b>	122	Stück		<b>316.300</b>
<b>Gesamtkosten Hausübergabestation</b>				<b>783.870</b>
sonstige Kosten				
<b>Summe</b>				<b>2.596.915</b>
Unvorhergesehenes	5	%		129.846
Planungskosten	10	%		259.691
<b>Gesamtinvestition</b>				<b>2.986.452</b>
KfW Förderung für Biomasseanlagen	800	kW	-20	-16.000
KfW Förderung für Wärmenetze	3.938	€/m	-80	-315.008
KfW Förderung für HÜ	122	Stück	-1.800	-219.600
<b>Gesamtinvestition mit Förderung</b>				<b>2.435.844</b>

**Tabelle 5-8: Heizkosten 2B: Gillenbeuren, Biogas, BGA, HHS, Öl**

Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	2.435.844	€	
Zinssatz (KfW)	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			180.252
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	3.386.297	kWh/a	
Endenergiebedarf	4.649.674	kWh/a	
Bedarf BGA	1.622.727	kWh/a	
spez. Kosten BGA	0,030	€/kWh	
Brennstoffbedarf Öl	482.998	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,046	€/kWh	
Brennstoffbedarf HHS	2.543.949	kWh/a	
spez. Kosten HHS	0,026	€/kWh	
Jahreskosten Öl		€/a	22.314
Jahreskosten HHS		€/a	66.143
Jahreskosten Bezug von BGA		€/a	48.682
Jahreskosten Bezug von HKW			0
Betriebsstromkosten Biomassekessel	1,25	€/MWh	3.180
Ascheentsorgung	0,35	€/MWh	890
Betriebsstromkosten Gaskessel	0,75	€/MWh	3.622
Stromkosten Netzpumpen/Gasverdichter	1,20	€/MWh	5.580
Summe Verbrauchskosten			150.411
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,68	%(von Invest)	6.395
Instandhaltung Wärmenetz	1,00	%(von Invest)	13.243
Instandhaltung Hausanschlüsse	1,30	%(von Invest)	10.190
Anlagenbetreuung	35	€/h	
	365	h/a	12.775
Kaminfeger			250
Summe Betriebskosten			42.853
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,7	%(von Invest)	17.051
Verwaltung	5,0	%(jährl. Kosten)	18.676
kalkulat. Zuschlag	3,0	%(jährl. Kosten)	11.206
Summe sonstige Kosten			46.932
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			420.450
Umsatzsteuer (ohne Kosten HHS)	19	%	67.318
Umsatzsteuer (für Kosten HHS)	7	%	4.630
Jahreskosten inkl. Ust.			492.398
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,124
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,145

**Tabelle 5-9: Investitionskosten 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl**

Investitionskosten Heizanlage mit 0,5 MW HHS; 0,555 MW Spitzenlast Öl				
Artikel			Preis/Einheit	Betrag [€]
Siloustragung				16.412
Brennstoff-Transportsysteme				32.680
Feuerung, Kessel, Abgasreinigung 500 kW				78.770
Entaschung, Reinigung				6.205
Regelsystem				20.870
zusätzliche Anlagenteile				2.500
Transport, Montage Inbetriebnahme				20.590
Netzpumpen				5.000
Druckhaltestation				2.733
Buderus Logano SK635-555				10.265
Buderus Regelgerät Logamatic 4212				568
25.000 Liter Öltank (inkl. Transport)				6.140
<b>Gesamtkosten Biomasseheizanlage</b>				<b>202.733</b>
Kosten Heizzentrale				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Haltec Leichtbauhalle (10 x 5 x 5,10)	1		14900	14.900
Montage				5.500
Verrohrung, Anbindung	30	m		2.950
Edelstahl-Elementkamin DN 300	2	Stück	6660	13.320
Armaturen, Ventile, Anschlüsse				6.000
<b>Gesamtkosten Heizzentrale</b>				<b>42.670</b>
Kosten Brennstofflager				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
Brennstoffbunker HHS		m <sup>3</sup>		11.514
Montage	10	%		1.151
Schiebedeckel	20	m <sup>2</sup>	500,00	10.000
<b>Gesamtkosten Brennstofflager</b>				<b>22.665</b>
Kosten Nahwärmenetz (inkl. Oberflächenwiederherstellung)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
<b>KMR Rohre DN 100</b>	248	m	458	113.677
<b>KMR Rohre DN 65</b>	120	m	372	44.679
<b>KMR Rohre DN 50</b>	330	m	346	114.329
<b>KMR Rohre DN 40</b>	398	m	238/332	115.161
<b>KMR Rohre DN 32</b>	294	m	330	97.118
<b>KMR Rohre DN 25</b>	40	m	329	13.161
PMR Rohre DN 63	10	m	301	3.007
PMR Rohre DN 32	126	m	218	27.425
PMR Rohre DN 28	360	m	208	74.864
PMR Rohre DN 22	192	m	200	38.306
<b>Gesamtkosten Nahwärmenetz</b>				<b>641.726</b>
Kosten Hausübergabestationen (inkl. Speicher und Frischwasserstation)				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
bis 20 kW	53	Stück	3.800	201.400
30 kW	6	Stück	3.850	23.100
150 kW	1	Stück	6.420	6.420
Gesamt: Speicher und Frischwasser	60	Stück		155.760
<b>Gesamtkosten Hausübergabestation</b>				<b>386.680</b>
sonstige Kosten				
Artikel	Menge	Einheit	Preis/Einheit	Betrag [€]
<b>Summe</b>				<b>1.296.474</b>
Unvorhergesehenes	5	%		64.824
Planungskosten	10	%		129.647
<b>Gesamtinvestition</b>				<b>1.490.945</b>
KfW Förderung für Biomasseanlagen	400	kW	-20	-8.000
KfW Förderung für Wärmenetze	2.118	€/m	-80	-169.440
KfW Förderung für HÜ	60	Stück	-1.800	-108.000
<b>Gesamtinvestition mit Förderung</b>				<b>1.205.505</b>

**Tabelle 5-10: Heizkosten 3: Schmitt, Heißwasser, HHS, Öl**

Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	1.205.505	€	
Zinssatz (KfW)	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			89.207
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Nutzenergiebedarf	1.578.682	kWh/a	
Endenergiebedarf	2.251.721	kWh/a	
Brennstoffbedarf Öl	225.172	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,0462	€/kWh	
Brennstoffbedarf HHS	2.026.549	kWh/a	
spez. Kosten HHS	0,026	€/kWh	
Jahreskosten Öl		€/a	10.403
Jahreskosten HHS		€/a	52.690
Betriebsstromkosten Biomassekessel	1,25	€/MWh	2.533
Ascheentsorgung	0,35	€/MWh	709
Betriebsstromkosten Gaskessel	0,75	€/MWh	1.689
Stromkosten Netzpumpen	0,58	€/MWh	1.306
Summe Verbrauchskosten			69.330
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,68	%(von Invest)	3.406
Instandhaltung Wärmenetz	1,00	%(von Invest)	6.417
Instandhaltung Hausanschlüsse	1,30	%(von Invest)	5.027
Anlagenbetreuung	35	€/h	
	365	h/a	12.775
Kaminfeger			250
Summe Betriebskosten			27.875
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,7	%(von Invest)	8.439
Verwaltung	5,0	%(jährl. Kosten)	9.321
kalkulat. Zuschlag	3,0	%(jährl. Kosten)	5.592
Summe sonstige Kosten			23.352
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			209.764
Umsatzsteuer (ohne Kosten HHS)	19	%	29.844
Umsatzsteuer (für Kosten HHS)	7	%	3.688
Jahreskosten inkl. Ust.			243.297
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,133
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,154

**Tabelle 5-11: Heizkosten Referenz: Sanierung Ölheizung**

Investitionskosten Heizanlage			
Artikel			Betrag [€]
Buderus Logano plus GB125-18, BE, RC35			4.860
Sanierung Abgasleitung			1.500
Speicher Comfort PSR + Trinkwassermodul			2.580
Sanierung Anschlüsse, Verrohrung, Ventile			1.000
Montage			1.500
Gesamtkosten Erneuerung			11.440
Kapitalgebundene Kosten für die Investition			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Investitionskosten	11.440	€	
Zinssatz	4	%	
Betrachtungsdauer	20	a	
Annuitätenfaktor	0,074		
Summe Kapitalgebundene Kosten			847
Verbrauchsgebundene Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
durchschnittlicher Nutzenergiebedarf	26.702	kWh/a	
durchschnittlicher Endenergiebedarf	28.107	kWh/a	
spez. Ölkosten	0,0471	€/kWh	1.324
Betriebsstromkosten Kessel	0,75	€/MWh	211
Summe Verbrauchskosten			1.535
Betriebskosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Instandhaltung Heizanlage	1,10	%(von Invest)	126
Vollwartung	0,80	%(von Invest)	92
Kaminfeger			35
Summe Betriebskosten			252
sonstige Kosten			
Bezeichnung	Vorgabe	Einheit	Betrag [€/a]
Versicherung	0,15	%(von Invest)	17
Summe sonstige Kosten			17
Heizgesamtkosten			
Summe Jahreskosten ohne USt.			2.651
Umsatzsteuer	19	%	504
Jahreskosten inkl. USt:			3.154
Wärmeerzeugungskosten (netto)		€/kWh	0,099
Wärmeerzeugungskosten (brutto)		€/kWh	0,118