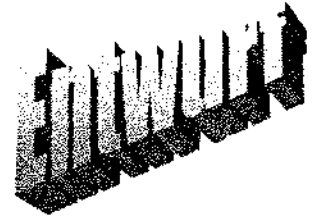




infas
INTEGRATIVE FACHANSTALT FÜR
ENERGIE- UND UMWELTTECHNIKEN



Studie zur Nahwärmeversorgung im Bereich der Grundschule Alpen-Veen

für:



Gemeinde Alpen
Rathausstraße 5
46519 Alpen

Mai 2014

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Förderprojekt

Unterstützt durch;

INTERREG
Deutschland
Niederland



Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Industrie, Mittelstand und Handwerk
des Landes Nordrhein-Westfalen



≡ provincie
Gelderland

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014

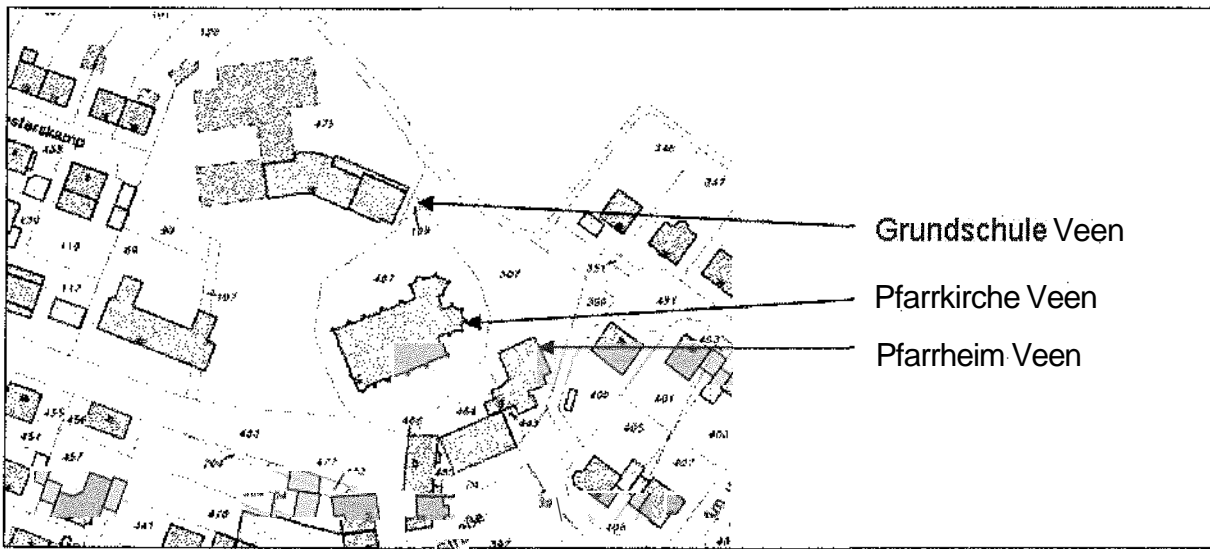
1. Einleitung

Im Ortsteil Veen der Gemeinde Alpen werden die örtliche Grundschule, die Pfarrkirche und das Pfarrheim jeweils über eigene Ölheizungen mit Wärmeenergie versorgt. Aufgrund eines Schadens an der Heizung in der Kirche, ist ein Austausch der Wärmeerzeugungsanlage in der Kirche bis zur nächsten Heizperiode erforderlich.

Es ist zu prüfen, ob ein Wärmeverbund zwischen der Grundschule Veen und den genannten Liegenschaften der Kirchengemeinde wirtschaftlich zu realisieren ist.

Ausgangslage:

Die Gebäude befinden sich im Ortsteil Alpen-Veen an der Kirchstraße in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander.



Die Grundschule und die angrenzende Sporthalle werden über einen Niedertemperatur-Heizölkessel aus dem Jahr 1997 mit Wärme versorgt. Die Warmwasserbereitung für die Sporthalle und die Heizungsverteilung stammen aus demselben Jahr. Bei einer technischen Lebensdauer von Heizkesselanlagen von 18-20 Jahren ist das Ende der Nutzungsdauer der Anlage „in Sicht“.

Die Kirche wird über eine Luftheizung als Direktheizung beheizt. Als Energieträger wird Heizöl genutzt. Die Anlage ist ca. 40 - 50 Jahre alt und hat in der letzten Heizperiode einen irreparablen Schaden erlitten. Ein Ersatz für den Wärmeerzeuger ist kurzfristig erforderlich.

Im Pfarrheim ist ein Tieftemperatur-Ölheizkessel aus dem Jahr 1990 installiert. Die technische Lebensdauer der Anlage ist bereits abgelaufen, so dass auch hier kurzfristig ein Ersatz für den

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Wärmeerzeuger zu beschaffen ist. Eine zentrale Warmwasserbereitung für das Pfarrheim ist nicht vorhanden.

Der Kindergarten (Kirchstraße 22) befindet sich ebenfalls in direkter Nachbarschaft zur Grundschule, allerdings wurde die Wärmeerzeugung im Jahr 2012 bereits vollständig erneuert. Handlungsbedarf besteht nicht.

2. Technische Konzeption

2,1 Wärmebedarf

Für die Ermittlung des Wärmebedarfs wurden die Heizölverbräuche von der Gemeinde Alpen und der Kirchengemeinde Veen für das Jahr 2013 zur Verfügung gestellt.

| | Energieverbrauch | | Energieverbrauch | | Wirkungsgrad [%] | Wärmebedarf | |
|------------------|------------------|--------------|------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------------------|
| | [Liter] | | [kWh] | | | [kWh] | |
| Grundschule Veen | 12.000,00 | Liter Heizöl | 120.000,00 | kWh _{Hi} | 90% | 108.000 | kWh _{Wärme} |
| Kirche Veen | 8.000,00 | Liter Heizöl | 80.000,00 | kWh _{Hi} | 90% | 72.000 | kWh _{Wärme} |
| Pfarrheim Veen | 5.000,00 | Liter Heizöl | 50.000,00 | kWh _{Hi} | 90% | 45.000 | kWh _{Wärme} |
| | Summe: | | 250.000,00 | kWh _{Hi} | | 225.000 | kWh_{Wärme} |

2.2 Erdgas-BHKW

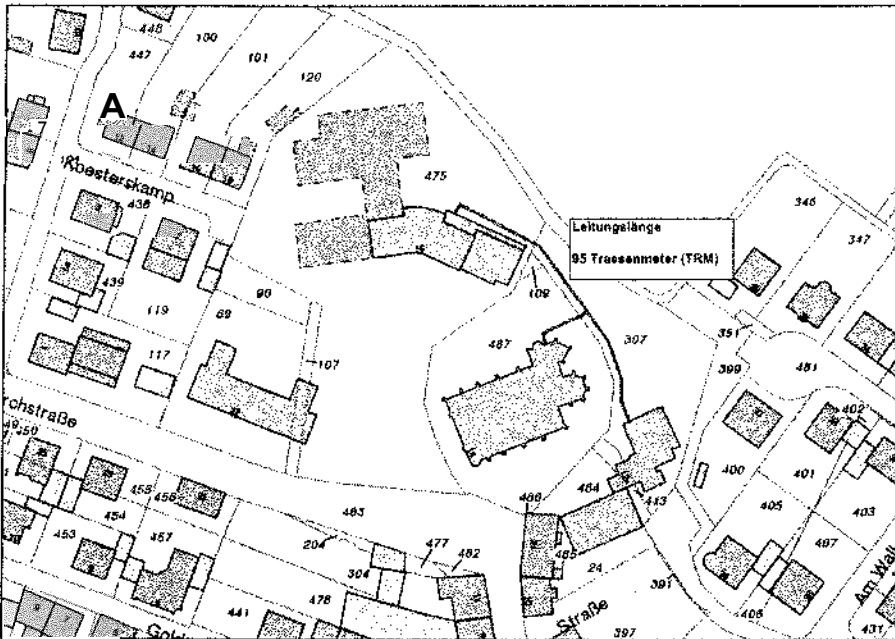
In der ersten Betrachtung soll ein Wärmeverbund der drei Gebäude betrachtet werden, bei dem als Wärmeerzeuger ein Erdgas-BHKW für die Grundlastabdeckung und ein Erdgas-Spitzenkessel für die Spitzenabdeckung eingesetzt wird.

Da ein BHKW mit der erforderlichen Leistung nicht in die vorhandene Heizzentrale im Keller der Grundschule eingebracht werden kann, ist eine Aufstellung in einem Container außerhalb des Gebäudes vorzusehen. Der Erdgas-Spitzenkessel kann im vorhandenen Heizungsraum im Keller der Grundschule installiert werden.

Die Kirche und das Pfarrheim sind über ein insgesamt ca. 95 m langes Nahwärmenetz an die Heizzentrale anzuschließen. Der folgende Lageplan zeigt den Leitungsverlauf.

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Lageplan Nahwärmenetz Alpen-Veen

Im Heizraum, im Keller des Pfarrheimes, wird der vorhandene Heizkessel gegen eine Kompakt-Wärmeübergabestation ausgetauscht.

In der Kirche ist zunächst die alte Lüftungsanlage zu demontieren und aus dem Heizraum abzutransportieren. Es ist eine neue Lüftungsanlage mit Heizregister einzubauen. Die notwendige Wärmeenergie wird über Wärmetauscher vom Nahwärmenetz an die Lüftungsanlage übergeben. Die neue Lüftungsanlage ist nicht Teil dieser Betrachtung. Diese ist bauseits durch die Kirchengemeinde zu installieren.

Investitionskosten:

| | Investitionskosten | Förderung |
|---------------------------------|--------------------|---------------|
| BHKW 46 kW _{therm} | 53.700,00 € | - 2.850,00 € |
| Erdgas-Spitzenkessel | 47.600,00 € | |
| Pufferspeicher | 25.700,00 € | |
| Wärmenetz | 69.000,00 € | - 9.500,00 € |
| Übergabestation und Einbringung | 47.600,00 € | - 1.000,00 € |
| | 243.600,00 € | - 13.350,00 € |

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Aus den genannten Investitionskosten entstehen die jährlichen Kapitalkosten, zu denen noch die Brennstoffkosten und die Kosten für Wartung und Instandhaltung hinzu gerechnet werden müssen.

Durch die Verbrennung von Erdgas im BHKW werden parallel Strom und Wärme erzeugt. Die erzeugte Wärme wird vollständig zur Beheizung der Gebäude genutzt. Die erzeugte Strommenge ist größer als der Strombedarf in der Grundschule. Der „überschüssige“ Strom wird in das örtliche Stromnetz eingespeist.

Für die Berechnung des Wärmegestehungspreises wird der Anteil des selbst verbrauchten Stromes als vermiedener Strombezug gutgeschrieben. In etwa 20 % des erzeugten Stromes können in der Grundschule selbst verbraucht werden. Die übrigen 80 % des Stromes werden gegen eine relativ geringe Einspeisevergütung ins Stromnetz eingespeist.

Werden alle Kosten und Gutschriften gegenübergestellt, ergibt sich bei einer Wärmeabnahme von 225.000 kWh ein Wärmegestehungspreis von ca. 14 Ct/kWh. Dieser Preis liegt deutlich über dem Vergleichspreis einer konventionellen Einzelwärmeversorgung mit einem Erdgas-Brennwertkessel von ca. 8,5 Ct/kWh.

2.3 Holz-Pellet-Kessel

Für die zweite Variante bleibt das Netz gegenüber der ersten Variante unverändert. Es wird lediglich eine andere Art der Wärmeerzeugung vorgesehen. Anstatt des Blockheizkraftwerkes wird ein Holzpellet-Kessel installiert. Aufgrund der geringeren Abmaße, kann dieser Kessel im bestehenden Heizungskeller der Grundschule installiert werden. Der Raum in dem zurzeit die Heizöltanks lagern, könnte zum Holzpelletlager umgebaut werden. Zusätzlich zum Holzpellet-Kessel wird ein Erdgas-Spitzenkessel zur Abdeckung der Spitzenlasten und als Ausfallreserve der Holzheizung installiert.

Die Brennstoffkosten für Holzpellets liegen derzeit ca. ein Cent pro kWh niedriger als Erdgas. Zudem würden bei dem Einsatz von Holz als regenerativem Brennstoff, die CO₂-Emissionen für die Beheizung der Liegenschaften bis zu 90 % zurückgehen.

Bei etwa gleichen Investitionskosten für die Holzpellet-Heizung im Vergleich zum BHKW ergeben sich Wärmegestehungskosten von ca. 16 Ct/kWh. Der höhere Wärmegestehungspreis erklärt sich durch die etwa gleich hohen Kapital- und Wartungskosten, aber die fehlenden Gutschriften aus der Stromproduktion. Dieser Nachteil kann auch durch die niedrigeren Brennstoffkosten nicht vollständig ausgeglichen werden.

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Zur Einsparung von Investitionskosten kann auf den Erdgas-Spitzenkessel verzichtet werden. Der gesamte Wärmebedarf wird über einen größeren Holzpellet-Kessel erzeugt. Durch diese Variante können die Wärmegestehungskosten auf ca. 13 Ct/kWh gesenkt werden, jedoch geht diese Einsparung zu Lasten der Versorgungssicherheit.

2.4 Erdgas Brennwert-Kessel bzw. Direktheizung

In der dritten Variante wird auf ein Wärmenetz verzichtet. Stattdessen wird jede Liegenschaft mit einer konventionellen Einzelwärmeverversorgung auf Erdgas-Basis mit Brennwerttechnik mit Wärme versorgt. Zur Unterstützung der Warmwasserbereitung in der Grundschule wird eine Solarthermie-Anlage auf dem Dach des Schulgebäudes installiert.

Für diese Variante ergibt sich ein durchschnittlicher Wärmegestehungspreis von ca. 8,5 Ct/kWh. Diese Variante stellt damit die wirtschaftlichste da. Die CO₂-Emissionen gehen aufgrund des Austausches des Brennstoffs, des Einsatzes von Brennwerttechnik und der angepassten Kesselleistungen gegenüber der Ausgangssituation zurück.

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



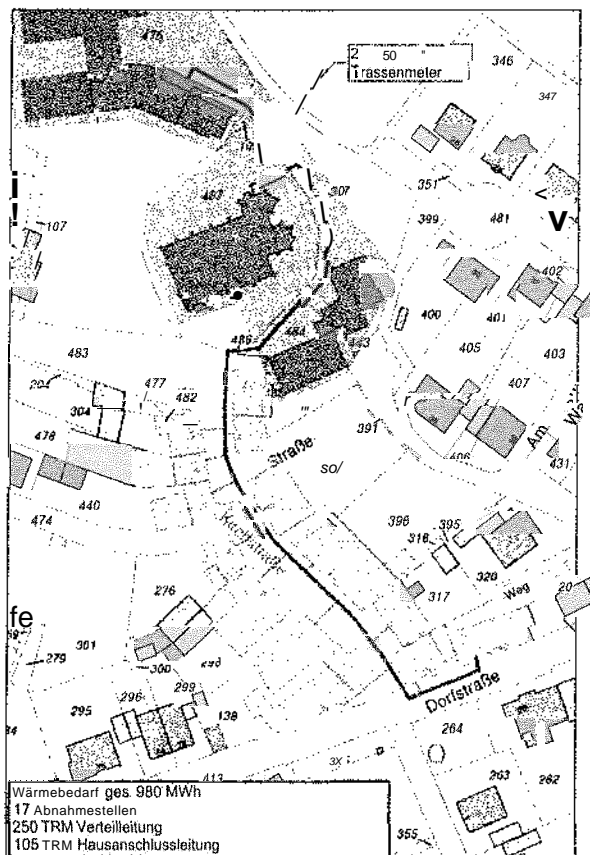
2.5 Erweiterung des Wärmenetzes entlang der Kirchstraße

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes ist eine Erweiterung entlang der Kirchstraße in Richtung Dorfstraße zu prüfen. In diesem Bereich der Kirchstraße befindet sich eine verdichtete Bebauung mit zwei bis dreigeschossigen Ein- und Mehrfamilienhäusern.



Gebäudebestand Kirchstraße

Durch eine Verlängerung des Netzes entlang der Kirchstraße könnten 14 weitere Liegenschaften mit Wärme versorgt werden. Der folgende Lageplan zeigt die Erweiterung.



Lageplan Nahwärmenetz mit Erweiterung Kirchstraße

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Da für die gelb markierten Gebäude keine Energieverbrauchswerte vorliegen, ist es notwendig den Wärmebedarf anhand der Größe, des Baualters und der überwiegenden Nutzung grob abzuschätzen. Unter Berücksichtigung der vor genannten Annahmen ergibt sich ein zusätzlicher Wärmebedarf von ca. 760 MWh pro Jahr. Insgesamt entsteht ein Wärmeverbund mit 17 Abnahmestellen, einem Wärmebedarf von ca. 980 MWh/a und einer Leitungslänge von ca. 350 TRM (inkl. der Hausanschlussleitungen). Für die Wärmeerzeugung werden zwei Varianten geprüft.

2.5.1 Einsatz eines Erdgas-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 50 kW

Durch den deutlich erhöhten Wärmebedarf kann ein leistungsstärkeres BHKW als unter 2.2 eingesetzt werden. Zur Abdeckung der Grundlast wird ein Aggregat mit einer elektrischen Leistung von 50 kW und einer thermischen Leistung von 95 kW eingesetzt. Zur Abdeckung der Spitzenlast ist zusätzlich ein Erdgaskessel mit 400 kW thermischer Leistung erforderlich.

Die Investitionskosten für diese Variante steigen aufgrund der größeren Leitungslängen, der größeren Anzahl an Übergabestationen und der leistungsstärkeren Wärmeerzeuger deutlich an. Eine Übersicht zeigt die folgende Tabelle:

| | Investitionskosten | Förderung |
|---------------------------------|--------------------|---------------|
| BHKW 95 kW _{therm} | 99.000,00 € | - 16.150 € |
| Erdgas-Spitzenkessel | 85.800,00 € | |
| Pufferspeicher | 25.700,00 € | - 3.000 € |
| Wärmenetz | 82.500,00 € | - 21.200,00 € |
| Übergabestation und Einbringung | 80.000,00 € | - 16.000,00 € |
| | 376,000 € | - 56.350,00 € |

Unter Berücksichtigung aller entstehenden Kosten, der möglichen Fördermittel und der Gutschriften bzw. Einspeisevergütungen für Stromproduktion ergibt sich ein Wärmegestehungspreis von ca. 10,0 Ct/kWh (inkl. MW St). Es zeigt sich, dass durch die Vergrößerung des Wärmeverbundes die Kosten je produzierter Kilowattstunde Wärme, deutlich sinken. Mit 10,0 Ct/kWh liegt der Wärmepreis in etwa auf dem Niveau einer konventionellen Einzelwärmeversorgung mit Heizöl. Gegenüber einer Erdgaswärmeversorgung sind die Kosten erhöht. Durch eine weitere Ausdehnung des Wärmeverbundes ist keine

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Verbesserung der Kostensituation zu erwarten, da weitere angrenzende Straßenzüge weniger dicht bebaut sind, und sich damit das Verhältnis von Leitungslänge zu Wärmebedarf verschlechtert.

2.5.2 Einsatz eines Holzpelletkessels mit einer Leistung von 300 kW

In dieser Variante wird als Wärmeerzeuger eine Kombination aus Holzpellet- und Erdgaskessel eingesetzt. Der Holzpelletkessel mit einer Leistung von 300 kW deckt die Grund- und Mittellast ab (ca. 65 % des Gesamtwärmebedarfs), mit dem Erdgaskessel werden die Verbrauchsspitzen, sowie sehr verbrauchsarme Zeiten abgedeckt.

Wie die folgende Tabelle zeigt sind die Investitionskosten vergleichbar mit der BHKW-Variante.

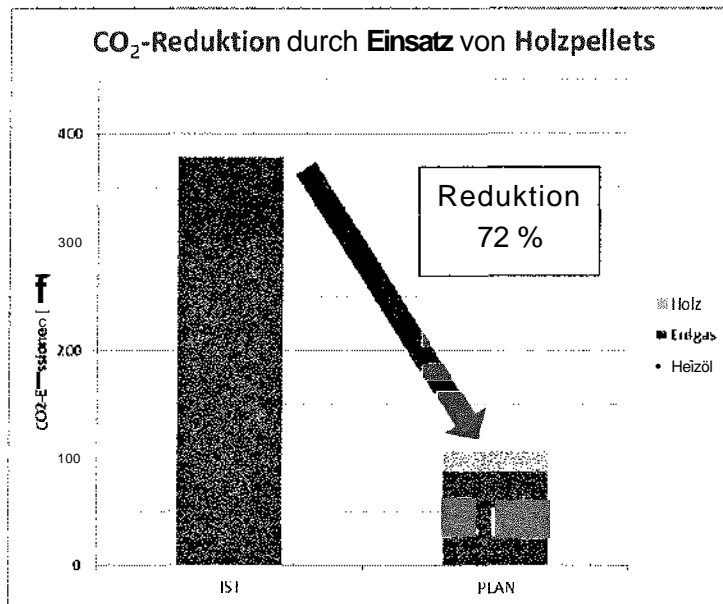
| | Investitionskosten | | Förderung |
|------------------------------------|--------------------|---|-------------|
| Holzpelletkessel 300 kW | 105.000,00 € | - | 12.000 € |
| Erdgas- Spitzenkessel | 80.300,00 € | | |
| Pufferspeicher | 21.600,00 € | - | 3.000 € |
| Wärmenetz | 82.500,00 € | - | 21.200,00 € |
| Übergabestation und Einbringung | 80.000,00 € | - | 16.000,00 € |
| | 369,400 € | - | 52.200,00 € |

Unter Berücksichtigung aller maßgebenden Faktoren ergibt sich ein Wärmegestehungspreis für die Beheizung mit Holzpellets von ca. 10,7 Ct/kWh. Dieser Preis liegt knapp über dem Wärmereis eines Erdgas-BHKWs jedoch geht mit der überwiegend regenerativen Wärmeerzeugung eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen einher.

Wie die folgende Grafik zeigt, können die CO₂-Emissionen um ca. 72%, gegenüber den derzeit vorherrschenden Ölheizungen, gesenkt werden.

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014

Reduktion der CO₂-Emissionen durch Einsatz von Holzpellets

Der Aufbau eines überwiegend regenerativ betriebenen Nahwärmenetzes stellt damit einen starken Beitrag zum Klimaschutz da.

3. Zusammenfassung

Für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Nahwärmenetzes (kleine Lösung, ohne Kirchstraße), mit einem Erdgas-BHKW als Hauptwärmeerzeuger, ist die anzunehmende Eigenstromnutzung, in diesem Fall mit ca. 20 %, zu niedrig. Der überschüssige Strom wird gegen eine geringe Einspeisevergütung in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Da in dieser Konstellation insgesamt nur niedrige Stromgutschriften zu erzielen sind, ergibt sich ein Wärmegestehungspreis deutlich oberhalb einer konventionellen Einzelwärmeversorgung.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich bei der Variante „kleines“ Netz mit Holzpellet-Heizung.

Zu den hohen Investitionskosten für die Wärmeerzeuger, die Leitungsverlegung, und der Einbindung der Gebäude kommen noch relativ hohe Kosten für Wartung und Instandhaltung für den Festbrennstoffkessel hinzu. Dem gegenüber stehen nur relativ geringe Wärmeabnahmen in der Kirche und im Pfarrheim, sodass sich auch für diese Variante Wärmegestehungskosten zwischen 13 und 16 Ct/kWh ergeben.

Empfänger: Gemeinde Alpen

Datum: 05.05..2014



Durch die Erweiterung des Wärmenetzes entlang der Kirchstraße verbessert sich die Wirtschaftlichkeit des Nahwärmenetzes erheblich. Sowohl mit einem Erdgas-BHKW als auch mit einer Holz-Pelletheizung können Wärmegestehungspreise im Bereich von 10,0 (BHKW) bis 10,7 Ct/kWh_{Wärme} (Holzpellet) realisiert werden.

Als wirtschaftlichste Variante stellt sich derzeit die Einzelwärmeversorgung mit Erdgas und Brennwerttechnik da. Jedoch kann mit der Errichtung und dem Betrieb eines regenerativen Nahwärmenetzes (große Lösung, inklusive Kirchstraße) ein guter Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Aufgrund der ansteigenden Energiepreise, insbesondere für die fossilen Energieträger, wird sich die Wirtschaftlichkeit des Nahwärmnetzes stetig verbessern. Mittel- bis langfristig stellt diese Lösung eine klimafreundliche und kostengünstige Wärmeversorgung für die öffentlichen, kirchlichen und privaten Liegenschaften da.

infas enermetric Consulting GmbH
Mai 2014