



EINGEGANGEN

23. NOV. 2016

RegioBV Westamt

RegioBV Westamt

Herr Thomas Schuler

Vorgasse 1 / Postfach 98

3665 Wattenwil

Frutigen, 17. November 2016

Schule Seftigen

Sehr geehrter Herr Schuler

In der Beilage erhalten Sie die Machbarkeitsstudie Wärmeezeugung für Schulhaus Seftigen.
Für Fragen zum Inhalt stehen wir Ihnen zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Ingenieurbüro Brügger GmbH

Martin Wüthrich



Machbarkeit Studie



Schulanlage Seftigen
3662 Seftigen



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	3
2.	Grundlagen	4
2.1.	Dokumentarische und Systemgrundlagen	4
3.	Verbrauchswerte	5
3.1.	Holzsnitzelverbrauch heutige Anlage	5
3.2.	Energieverbrauch Neubau Alters- und Pflegeheim	5
4.	Erweiterte Grundlagen	6
4.1.	Neubau KITA	6
4.2.	Anschluss an bestehende Fernheizung	6
5.	Möglichkeiten für Energielieferanten	7
5.1.	Energieträgerliste	7
5.2.	Ölheizung Kondensierend	8
5.3.	Gasheizung	8
5.4.	Thermische Solaranlage	9
5.5.	Photovoltaik	9
5.6.	Erdsonden Wärmepumpe	10
5.7.	Grundwasser Wärmepumpe	10
5.8.	Luftwärmepumpe	11
5.9.	Pellet Feuerung	11
5.10.	Holzsnitzel Feuerung	12
5.11.	Fernwärme / Zusammenschluss	12
6.	Konzepte	13
6.1.	Variante 1 Ersatz Wärmeerzeugung	13
6.2.	Variante 2 Vergrößerung Wärmeerzeugung	13
6.3.	Variante 3 Vergrößerung Wärmeerzeugung mit Betriebssicherheit	13
6.4.	Variante 4 Fernwärmeanbieter	13
7.	Kosten der Varianten	14
7.1.	Rechnerische Grundlagen	14
7.2.	Wirtschaftlichkeit	15
8.	Fazit	17



1. Einleitung

Die Heizungsanlage in der Schulanlage Seftigen wurde im September 2002 in Betrieb genommen. Die Anlage läuft seit über 14 Jahren zufriedenstellend.

Aufgrund der neuen Luftreinhalteverordnung sollte bis 2020 die Anlage mit einem Elektrofilter nachgerüstet werden. Die Kesselanlage würde dann 18 Jahre im Betrieb sein.

Die Bauherrschaft Neubau Alters- und Pflegeheim "Sunneguet" hat die Gemeinde angefragt, ob ein Wärmeverbund für sie in Frage käme.

Eine Machbarkeitsstudie soll aufzeigen ob ein Verbund mit einer gleichzeitigen Sanierung und Nachrüstung machbar und sinnvoll sei.

Im Weiteren sollen folgende Fragen beantwortet werden, ob die vorhandene Infrastruktur ausreicht um den Ersatzbau des Kindergartens zu beheizen, und ob ein Anschluss an die bestehende Fernwärme Jossi möglich sei.



2. Grundlagen

Für die Erstellung dieser Machbarkeitsstudie standen uns folgende Grundlagen zur Verfügung.

2.1. Dokumentarische und Systemgrundlagen

Besichtigung

Es fand verschiedene Besichtigungen vor Ort statt.

Unterlagen

- Verbrauch Holzschnittel und Energiemengen 2010 – 2016
- Evaluation Wärmeerzeugung von energieatelier ag vom 11.08.2016

Grunddaten

Standort Schulstrasse 13
 3662 Seftigen



3. Verbrauchswerte

3.1. Holzschnittelverbrauch heutige Anlage

Der bisherige Holzschnittelverbrauch über den Zeitraum von 2010 bis Sommer 2016 wurde ermittelt. An Hand dieser Holzschnittelmenge kann ein Leistungsbedarf ermittelt werden.

Zeitraum	Schnittelverbrauch geschätzt	Entstandene Wärme gemessen
Periode 2010	635 m ³	534`820 kWh
Periode 2011	642 m ³	445`530 kWh
Periode 2012	575 m ³	503`900 kWh
Periode 2013	620 m ³	460`480 kWh
Periode 2014	718 m ³	514`000 kWh
Periode 2015	801 m ³	477`830 kWh
	----- 3`989 m ³ =====	----- 2`936`560 kWh =====
Mittelwert aus den Jahren	~ 665 m ³	~ 489`430 kWh

3.2. Energieverbrauch Neubau Alters- und Pflegeheim

Diese Energiemengen sind aus der Evaluation Wärmeerzeugung von energieatelier ag, Thun übernommen worden. Sie beinhalten nebst dem Altes- und Pflegeheim auch die Mehrfamilienhäuser "Sunneguet"

Heizleistung 310 kW
Energiemenge 500`000 kWh pro Jahr

Diese Werte werden für die Dimensionierung der gemeinsamen Anlage eingesetzt.



4. Erweiterte Grundlagen

4.1. Neubau KITA

Ein Neubau benötigt seitens der Gebäudehülle weniger Heizenergie als ein bestehendes Gebäude. Neue Gebäude benötigen dagegen zusätzliche Heizenergie gegenüber bestehende Gebäude für Lüftungsanlagen.

Die Erfahrungen bei ähnlichen Ersatzbauten haben aufgezeigt, dass ein Ersatzbau nicht mehr Energie benötigt, als ein bestehendes Gebäude. Auch Grobberechnungen für den geplanten Neubau bestätigen diese Aussage. Entsprechend ist ein Anschluss des Neubaus an die bestehende Heizungsanlage von der Heizleistung her möglich.

4.2. Anschluss an bestehende Fernheizung

Einen Anschluss an den Wärmeverbund Jossi wurde mit Herrn Bieri Firma Allotherm besprochen. Es wurde festgestellt, dass die Heizung heute bis zur Turnhalle, Feuerwehrmagazin installiert ist. Mit dem installierten Rohrquerschnitt, sowie wegen der grossen Distanz, ist ein Anschluss für einen Vollausbau im Moment nicht wirtschaftlich. Kosten 500'000.--



5. Möglichkeiten für Energielieferanten

Für die Energielieferung stehen verschiedene Energieträger zur Verfügung. Diese sind auf den nachfolgenden Seiten ersichtlich. Es werden nicht alle näher erläutert.

5.1. Energieträgerliste

Wärmeproduktion

Heizöl	Anwendbar, Infrastruktur noch nicht vorhanden
Gas	Keine Gasleitung oder Gastank in der Nähe vorhanden.
Solarenergie	Als Unterstützung der primären Wärmeerzeugung anwendbar
Photovoltaik	Anwendbar zur Energiebilanzverbesserung
Erdsonden Wärmepumpe	Anwendbar
Grundwasser Wärmepumpe	Nicht möglich, kein Grundwasser
Luft Wärmepumpe	Möglich, jedoch Leistung nach oben begrenzt
Pellet Feuerung	Anwendbar
Schnitzelfeuerung	Anwendbar
Fernwärmeanschluss	Anwendbar



5.2. Ölheizung Kondensierend

Für die Ölversorgung werden neue Heizöltanks installiert. Als Heizkessel wird ein moderner 3-Zug Stahlkessel mit einem 2 Stufen Ölbrenner eingebaut. Der Heizkessel nutzt bei tiefen Rücklauftemperaturen des Heizungssystems die Kondensationswärme der Abgase aus. Das Rauchrohr sowie die Abgasanlage werden an die Kesselleistung angepasst. Die Heizungsanlage wird mit entsprechenden Sicherheits- und Regeleinrichtungen ausgestattet.



Vorteile:

- Geringe Investitionskosten
- Geringer Platzbedarf
- Nutzung Kondensationswärme

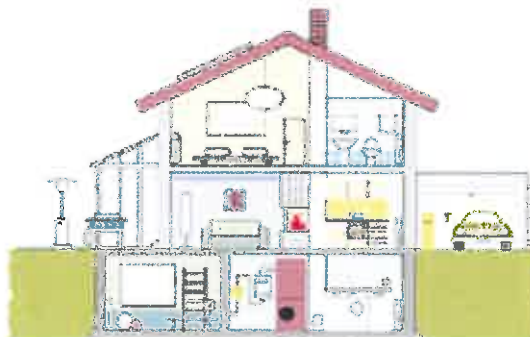
Nachteile:

- Hoher Schadstoffausstoss
- Fossiler Brennstoff (begrenzt vorhanden)
- Neue Tankanlage
- Schwefelarmer Brennstoff benötigt

5.3. Gasheizung

Heute werden modulierende Gaskessel mit automatischer Leistungsregelung von ca. 15-100% eingebaut. Der Heizkessel nutzt bei tiefen Rücklauftemperaturen des Heizungssystems die Kondensationswärme der Abgase aus.

Das Rauchrohr sowie die Abgasanlage sind an die Kesselleistung angepasst. Die Heizungsanlage wird mit entsprechenden Sicherheits- und Regeleinrichtungen ausgestattet.



Vorteile:

- Geringer Platzbedarf
- Weniger Schadstoffausstoss gegenüber Öl
- Nutzung Kondensationswärme

Nachteile:

- Schadstoffausstoss
- Fossiler Brennstoff (begrenzt vorhanden)
- Gasanschluss notwendig
- Abhängig vom Gasversorger

Kann wegen fehlender Gasversorgung nicht realisiert werden.



5.4. Thermische Solaranlage

Eine thermische Solaranlage für Unterstützung der Brauchwarmwassererzeugung und wenn gewünscht der Raumheizung. Die Solaranlage erzeugt Warmwasser mit Sonnenenergie. Bei grossen Leistungsspitzen und bei kaltem und schlechtem Wetter sind die Warmwassererzeugung, sowie die Raumheizung, auf einen anderen zusätzlichen Energielieferanten angewiesen.



Vorteile:

- Umweltenergie
- Einsparung andere Energien

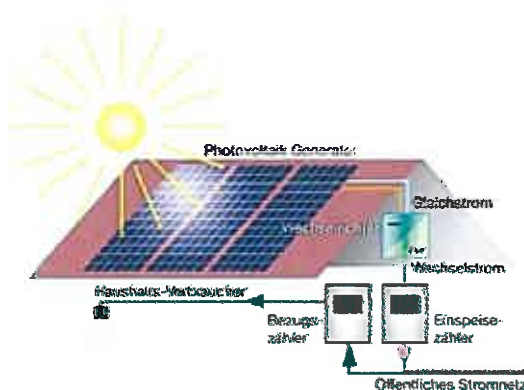
Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Platzbedarf in Zentrale
- Separate Wärmeerzeugung immer noch notwendig
- Keine Spitzenlastabdeckung möglich

Ist schon vorhanden.

5.5. Photovoltaik

Heute werden immer mehr Photovoltaikanlagen auf die Dächer der Gebäude installiert. Diese Anlage produziert aus Sonnenstrahlen elektrische Energie. Diese wird entsprechend aufbereitet und kann für Eigengebrauch verwendet werden. Überschüssige Energie wird an das Elektrizitätswerk verkauft.



Vorteile:

- Produktion von eigenem Strom
- Nutzung Sonnenenergie

Nachteile:

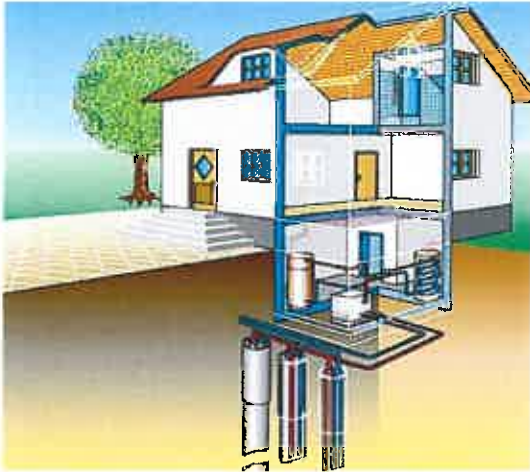
- Hohe Investitionskosten
- Hoher Platzbedarf auf Dach
- Witterungsabhängig

Ist schon vorhanden.



5.6. Erdsonden Wärmepumpe

Die Erdsonden Wärmepumpe verwendet die Umweltenergie im Boden als Energielieferquelle. Dazu werden mehrere Sonden in den Boden gebohrt oder Kollektoren Felder im Erdreich erstellt.



Vorteile:

- Nutzung von Alternativenergie
- Kein örtlicher Ausstoss von Emissionen
- Keine Abgasleitung mehr nötig

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Energiespeicher wegen Stromunterbrüche nötig
- Für hohe Systemtemperaturen über 60°C normalerweise nicht geeignet

Wird wegen vorhandenen Infrastruktur für Schnitzelheizung und hohen Systemtemperaturen nicht weiterverfolgt.

5.7. Grundwasser Wärmepumpe

Die Grundwasserwärmepumpe funktioniert ähnlich wie die Erdsonden Wärmepumpe. Anstelle der Erdsonden wird Grundwasser gefasst, durch die Wärmepumpe geleitet und wieder abgegeben.



Vorteile:

- Nutzung von Alternativenergie
- Kein örtlicher Ausstoss von Emissionen
- Keine Abgasleitung mehr nötig

Nachteile:

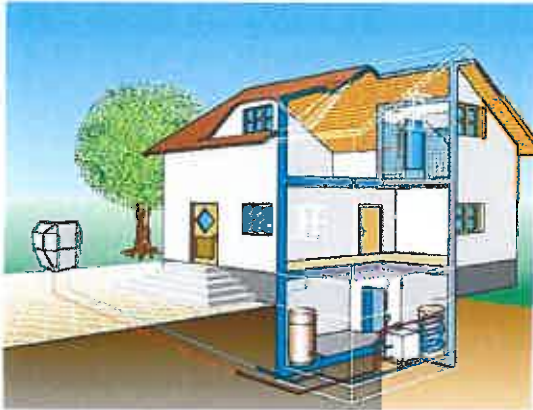
- Hohe Investitionskosten
- Energiespeicher wegen Stromunterbrüche nötig
- Für hohe Systemtemperaturen über 60°C normalerweise nicht geeignet
- Verschlämmung der Wasserfassung möglich

Da im Gebiet kein Grundwasser vorhanden ist, kann diese Art Wärmeerzeugung nicht erstellt werden.



5.8. Luftwärmepumpe

Diese Art der Wärmeerzeugung ist wegen den grossen benötigten Luftmengen in der Heizleistung nach oben bei Standardgeräten eingeschränkt. Diese holt sich die Energie nicht aus dem Erdreich oder Grundwasser, sondern aus der Umgebungsluft.



Vorteile:

- Nutzung von Alternativenergie
- Kein örtlicher Ausstoss von Emissionen
- Keine Abgasleitung mehr nötig

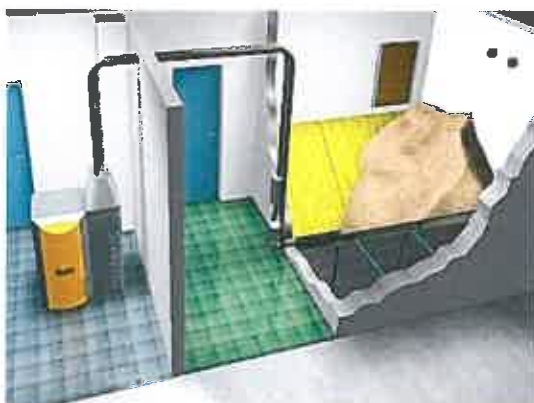
Nachteile:

- Höhere Investitionskosten
- Energiespeicher nötig
- Normalerweise nur bis 60°C Vorlauftemperatur einsetzbar
- Im tiefen Winter schlechter Wirkungsgrad
- Betriebsgeräusche

Von der Heizleistung und von den Kosten her, ist diese Wärmeerzeugung keine Alternative.

5.9. Pellet Feuerung

Die bestehende Infrastruktur der Holzschnitzelfeuerung kann durch Anpassungen für eine Pelletfeuerung genutzt werden. Heutige Pellet Feuerungen haben eine Kesselleistungsregelung von 30-100%. Das Feuer wird automatisch bei Bedarf entfacht und erlischt wieder bei Nichtgebrauch. Das Rauchrohr sowie die Abgasanlage sind an die Kesselleistung angepasst. Die Heizungsanlage wird mit entsprechenden Sicherheits- und Regeleinrichtungen sowie einer Speicheranlage für Optimierung der Brenndauer und Spitzenabdeckung ausgestattet.



Vorteile:

- Nutzung von Alternativenergie
- CO₂ Neutraler Brennstoff
- Hohe Systemtemperaturen möglich
- Tiefe Brennstoffkosten

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Hoher Platzbedarf wegen Lagerraum, Speicher, Heizkessel

In der geplanten Leistungsgrösse werden oft auch Schnitzelfeuerung installiert.



5.10. Holzsnitzel Feuerung

Die bestehende Infrastruktur der Holzsnitzelfeuerung kann durch Anpassungen weiterverwendet werden. Heutige Holzsnitzelfeuerungen haben eine Kesselleistungsregelung von 30-100%. Das Feuer wird automatisch bei Bedarf entfacht und erlischt wieder bei Nichtgebrauch. Das Rauchrohr sowie die Abgasanlage sind an die Kesselleistung angepasst. Die Heizungsanlage wird mit entsprechenden Sicherheits- und Regeleinrichtungen sowie einer Speicheranlage für Optimierung der Brenndauer und Spitzenabdeckung ausgestattet.



Vorteile:

- Nutzung von Alternativenergie
- CO₂ Neutraler Brennstoff
- Hohe Systemtemperaturen möglich
- Tiefe Brennstoffkosten

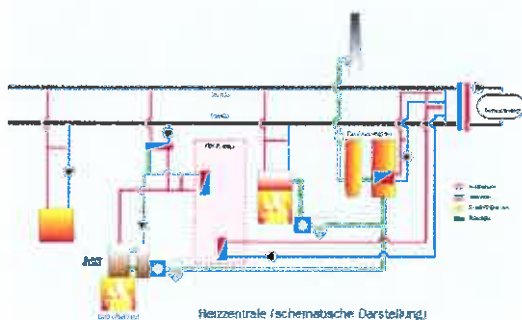
Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Hoher Platzbedarf wegen Lagerraum, Speicher, Heizkessel

Diese Erzeugungsart ist heute schon vorhanden und wird entsprechend weiter untersucht.

5.11. Fernwärme / Zusammenschluss

Bei mehreren Objekten oder Liegenschaften besteht die Möglichkeit eines gemeinsamen Zusammenschlusses der Heizzentralen. Durch den Zusammenschluss wird nur noch eine grössere Heizzentrale für alle Gebäude verwendet. In den anderen Liegenschaften gibt es nur noch Unterstationen für die Energieversorgung.



Vorteile:

- Nur eine Heizzentrale
- Weniger Unterhaltskosten

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten der Verbindungsleitungen
- Hoher Platzbedarf wegen Austragung, Heizkessel
- Anhängig vom Betreiber

Da Interesse von einem Anschluss vorhanden ist, wird auch dieser Teil weiter untersucht.



6. Konzepte

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie die jeweiligen Konzepte für die Bereitstellung der Energie aussehen könnten. Die Varianten wurden in einer ersten Selektion durch verschiedene Kriterien vorbeurteilt und selektioniert.

6.1. Variante 1 Ersatz Wärmeerzeugung

Den bestehenden Holzsnitzelkessel durch einen neuen Holzsnitzelkessel gleicher Leistung mit Elektrofilter ersetzen. Versorgung der bestehenden Abnehmer ohne Erweiterung "Sunneguet"

6.2. Variante 2 Vergrösserung Wärmeerzeugung

Der bestehende Holzsnitzelkessel wird durch einen Holzsnitzelkessel mit grösserer Leistung und einem Elektrofilter ersetzt. Die bestehenden Abnehmer und das "Sunneguet" werden durch diese Zentrale mit Energie versorgt.

6.3. Variante 3 Vergrösserung Wärmeerzeugung mit Betriebssicherheit

Wie Variante 2, jedoch mit einem Heizölkessel für Betriebssicherheit mit Übernahme von ca. 5% des Jahresenergiebedarfes.

6.4. Variante 4 Fernwärmeanbieter

Wie Variante 3, jedoch mit Fernleitung bis Hauptzentrale "Sunneguet" mit einer Übergabestation (Tauscher und Wärmezähler ohne Heizgruppen).



7. Kosten der Varianten

In diesem Kapitel sind die zu erwartenden Kosten für die definierten Varianten abgeschätzt.

7.1. Rechnerische Grundlagen

Investitionskosten

Investitionskosten der einzelnen Varianten
(Zusätzlich bauliche Kosten eingerechnet)

Mittlere Jahreskosten

Die Investition berücksichtigt die effektiven Energiekosten in Bezug auf Primärenergie, Wartung und Unterhalt, Amortisation nicht. Daher ist eine Betrachtung der Wärmegestehungskosten sinnvoll. Diese setzen sich aus Investition, sowie Energie und Unterhaltskosten zusammen. Betrachtet wird hier auf 20 Jahre.

Nutzungspreis

Daraus ergibt es sich ein durchschnittlicher Nutzenergiepreis auf 20 Jahre betrachtet.

Berechnungsgrundlagen

Die Kosten für Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden an Hand folgender Faktoren ermittelt.

- Preisstand	November 2016
- Preisgenauigkeit	± 15%
- Transporte	franko Verwendungsort
- Mehrwertsteuer	8%
- Bauliche Kosten	
- Kalkulationszinssatz	2.5%
- Wartungs-, Bedienungs- und Kostensteigerung	0.5%
<u>Energiepreise</u>	
- Energiepreis Holzschnitzel	6.0 Rp/kWh + 1.5 Rp/kWh Umwelt
- Reale Kostensteigerung	0.5%
- Energiepreis Heizöl	6.5 Rp/kWh + 4.5 Rp/kWh Umwelt
- Reale Kostensteigerung	1.5%



7.2. Wirtschaftlichkeit

Die wirtschaftliche Berechnung zeigt den Vergleich der verschiedenen Varianten in Bezug auf Investition und Energiekosten auf.

Die Kosten wurden für Ersatz der Wärmeerzeugung und für die Erneuerung des Heizverteilers gerechnet. Keine Kosten für Wärmeverteilung, Lüftungsanlagen usw.

Ausgangslage aktuelles Gebäude nach dem Jahresverbrauch von 490'000kWh, respektive 990'000 kWh in Jahr.

Investitionskosten

Kostenart	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	Schnitzkessel 240kW	Schnitzkessel 550kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW + Fernleitung
Demontage	5'000.--	5'000.--	5'000.--	5'000.--
Baumeister	2'000.--	50'000.--	54'000.--	54'000.--
Elektroinstallationen	13'000.--	16'000.--	21'000.--	21'000.--
Energielieferung	30'000.--	30'000.--	57'000.--	57'000.--
Fernleitung inkl. Übergabe	0.--	0.--	0.--	95'000.--
Wärmeerzeugung	231'000.--	307'000.--	334'000.--	334'000.--
Kaminanlage	13'000.--	15'000.--	27'000.--	27'000.--
Dämmungen	5'000.--	6'000.--	10'000.--	10'000.--
Unvorhergesehenes	15'000.--	21'000.--	25'000.--	30'000.--
Honorar	35'000.--	50'000.--	59'000.--	70'000.--
Invest.kosten	349'000.--	500'000.--	592'000.--	703'000.--

Mittlere Jahreskosten

Mittelwert über 20 Jahre mit Kostensteigerung.

Mittl. Jahreskosten	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	Schnitzkessel 240kW	Schnitzkessel 550kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW + Fernleitung
Wartungskosten	7'360.--	9'440.--	11'070.--	12'560.--
Energiekosten	33'190.--	67'060.--	66'900.--	69'130.--
Kapitalkosten	22'350.--	31'250.--	37'090.--	41'470.--
Umweltkosten	7'900.--	15'970.--	17'570.--	18'160.--
Jahreskosten	70'800.--	123'720.--	132'630.--	141'320.--



Nutzenergiepreis

Kostenart	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	Schnitzkessel 240kW	Schnitzkessel 550kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW + Fernleitung
Nutzpreis Wärme	14.4 Rp/kWh	12.5 Rp/kWh	13.4 Rp/kWh	14.3 Rp/kWh

CO₂ Ausstoss ohne Berücksichtigung Photovoltaik

Variante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
	Schnitzkessel 240kW	Schnitzkessel 550kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW	Schnitzkessel 550kW + Ölkessel 500kW + Fernleitung
CO₂ Ausstoss	33`700 kg/a	68`130 kg/a	81`600 kg/a	84`330 kg/a



8. Fazit

Ein Anschluss der geplanten Überbauung "Sunneguet" an eine gemeinsamen Heizzentrale ist möglich. Die Wirtschaftlichkeit hat sogar aufgezeigt, dass es wirtschaftlicher ist zusammenzuschliessen als nur eine eigene neue Wärmeerzeugung für die Schulanlage.

Für einen Zusammenschluss sind drei Varianten berechnet worden. Die kleinste Variante ist eine Anlage mit nur einem Holzsnitzelkessel. Bei einer technischen Störung am Heizkessel, fällt die gesamte Wärmeerzeugung aus. Damit die Betriebssicherheit besser gewährleistet werden kann, wurde bei der mittleren Variante ein zusätzlicher Ölheizkessel eingerechnet. Die letzte Variante wurde so ausgelegt, dass die Gemeinde als Energieversorger auftritt und die entsprechende Wärme bis in die Hauptheizzentrale "Sunneguet" liefert.

Zur Sanierungsumsetzung der Wärmeerzeugung schlagen wir die Variante 3 vor. Eine gemeinsame Wärmeerzeugung für Schulanlage Seftigen und "Sunneguet" mit einem Holzsnitzelkessel und ein Ölheizkessel für die Betriebssicherheit.

Martin Wüthrich
Frutigen 17.11.2016