

# **Variantenstudie Heizungssanierung Gärtnerei Muster**

Verbesserungsmassnahmen

Vergleich Wärmeerzeugung

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärme-  
verbund



# Impressum

Auftraggeber:           Muster  
                              Gärtnerei  
                              Muster  
                              Muster

                              Tel.

                              E-Mail Adresse

Auftragnehmer:        Gysi + Berglas AG  
                              Zugerstrasse 30  
                              CH – 6340 Baar

                              Tel. 0041 41 768 97 00

Verfasser:               R.Hegglin

Versionen:              Version 1.0: 01.09.2008

Bezeichnung:            Bericht Variantenstudie Heizungssanierung.doc

Verteiler:

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Ausgangslage und Aufgabenstellung .....	4
1.2	Grundlagen.....	5
<b>2</b>	<b>Ersatz Wärmeerzeugung</b> .....	<b>6</b>
2.1	Umweltwärme aus dem Erdreich sowie Abwasser.....	6
2.1.1	Erdsonden – Wärmepumpe.....	7
2.1.2	Abwasser – Wärmepumpe .....	8
2.2	Holzheizung.....	9
<b>3</b>	<b>Varianten – Vergleich</b> .....	<b>10</b>
3.1	Erklärungen zur Abbildung 6 .....	11
3.2	Interpretation des Variantenvergleichs .....	11
<b>4</b>	<b>Wärmeverbund</b> .....	<b>12</b>
4.1	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	13
4.2	Interpretation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	13

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die Gärtnerei Muster betreibt Verkaufsanlagen sowie Produktionshäuser die sie weitsichtig unterhält. Die Glashäuser werden mit ca. 9°C Durchschnittstemperaturen bei -11°C Aussentemperatur betrieben. Zusätzlich wird mit der Heizung ein Nebengebäude bedient.

Die Heizungsanlage besteht aus zwei Ölkessel mit der Leistung 515kW und 250kW die in nächster Zeit ersetzt werden müssen. Die gesamte Anlage benötigt jedoch nur eine Spitzenleistung von ca. 250kW.

Bezüglich künftigen Energieträger wurde eine Vorentscheid getroffen, indem die Variante Feuerung mit Gas nicht untersucht werden soll. Im Vordergrund stehen also im Vergleich Wärmepumpen mit Nutzung der Umwelt- oder Abwasserwärme sowie Holzfeuerungen mit Pellets und Schnitzel. Es stellt sich auch die Frage ob ein kleines Wärmeverbundnetz aufgebaut und wirtschaftlich betrieben werden kann.

Zur Heizungssanierung bzw. zum Umgang mit dem Energieverbrauch gehört auch die Frage nach möglichen Massnahmen zur Verbesserung der bestehenden Steuerung.

## 1.2 Grundlagen

### Heizungsdimensionierung anhand vergangener Verbrauchswerte

Jahresverbrauch Öl:  $V_{\ddot{o}} = 30'000$  Liter

Verbrauchsmittelwert:  $Q_h = 300'000$  kWh

Heizleistung:  $P_h = 250$  kW

### Energiekennzahl Wärme

Energiebezugsfläche aus Plänen:  $A_N = \text{ca. } 2100$  m<sup>2</sup>

Energiekennzahl Wärme:  $E_w = 145$  kWh/m<sup>2</sup>

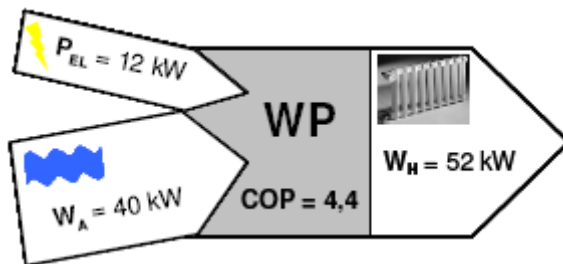
### Beurteilung

Es kann davon ausgegangen werden, dass noch ein Sparpotential vorhanden ist. Mit der Einführung von einer intelligenten Steuerung sollte dieses Potential ausgeschöpft werden können (gemäss Herstellerangaben ca. 5-10%).

## 2 Ersatz Wärmeerzeugung

### 2.1 Umweltwärme aus dem Erdreich sowie Abwasser

Die Wärmepumpe (Abkürzung: WP) ist eine Einrichtung, die einen Wärmestrom bei niedriger Temperatur aufnimmt und mittels Zufuhr hochwertigerer Energie bei höherer Temperatur wieder abgibt. Sie arbeitet nach dem Kreisprozess-Prinzip. Dabei erfolgt der Wärmetransport mit einem Arbeitsmittel, das während des Kreisprozesses seinen Aggregatzustand (flüssig, gasförmig) ändert.



Beispiel Verhältnis thermische Leistung im Bezug zur elektrische Antriebsleistung.

**Abb. 1**

Falls die Anlage durch eine WP ergänzt wird, muss das Hydraulische System geändert werden.

Die Vorlauftemperaturen bei WP-Anlagen betragen maximal  $50^\circ\text{C}$ , somit wird noch ein guter COP Wert gewährleistet.

### 2.1.1 Erdsonden – Wärmepumpe

Ob gebohrt werden kann und wie die geologischen Vorkommnisse sind muss noch genauer überprüft werden.

Die Abbildung 2 zeigt eine mögliche Anordnung des Sondenfeldes. Eine Sonde kann bis zu 350m tief abgesenkt werden. Im Projekt muss ein Optimum gefunden werden zwischen Anzahl Sonden und Tiefe der Bohrungen. Bei der geforderten Heizleistung ist mit ca. 4000m Sonden zu rechnen.



**Abb. 2** Beispiel Sonden Anordnung

## 2.1.2 Abwasser – Wärmepumpe

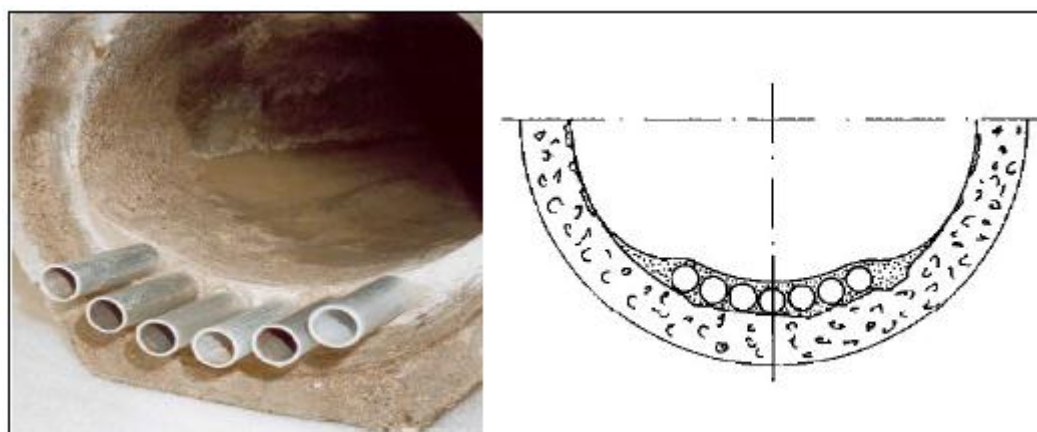
Auf Seiten der Energiequelle sind die beiden massgebenden Parameter für die Festlegung der thermischen Leistung des Wärmetauschers und der Wärmepumpe die zur Verfügung stehende Abwassermenge und die Temperatur des Abwassers.

Falls für eine Dimensionierung keine Tagesganglinien zur Verfügung stehen, muss die massgebende Abwassermenge durch Messung bestimmt werden. Der Einfluss der Abkühlung in der Kanalisation auf den Betrieb einer nachgeschalteten Abwasserreinigungsanlage bei einer Abwasser WP muss mit dem Betreiber der ARA überprüft werden. Aus technischen Gründen kommen für die Abwasserwärmenutzung nur Kanäle mit mindestens 15 l/s Durchfluss und 800mm Durchmesser in Frage.



**Abb. 3 Beispiel Rinnenwärmetauscher für Kanäle mit Kreisprofil**

Der WT wird als Trockenwetterrinne inkl. Vor- und Rücklaufleitungen eingegossen. Einsetzbar ab Kanaldurchmessern von 1 m. Vorteil: Hydraulisch günstig. Nachteil: Relativ grosser Querschnittsverlust.



**Abb. 4 Beispiel Rohrwärmetauscher**

Der WT besteht aus Chromstahlrohren, die mit Spezialmörtel direkt in die Kanalsohle vergossen werden. Vorteil: Nur kleiner Querschnittsverlust. Nachteil: Zusätzlicher Wärmedurchgangswiderstand durch Mörtel, das Abwasser ist nicht direkt mit dem WT in Berührung, was einen schlechteren Wärmedurchgang zur Folge hat.



## 2.2 Holzheizung

Holz ist nicht einfach Holz. Gesetzgeber und Behörden haben das Energieholz aufgrund seiner Herkunft in vier Kategorien eingeteilt:

- Naturbelassenes Holz aus dem Wald und aus Sägereien
- Restholz aus Schreinereien und von Baustellen
- Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Verpackungen und Möbeln
- Problematische Holzabfälle

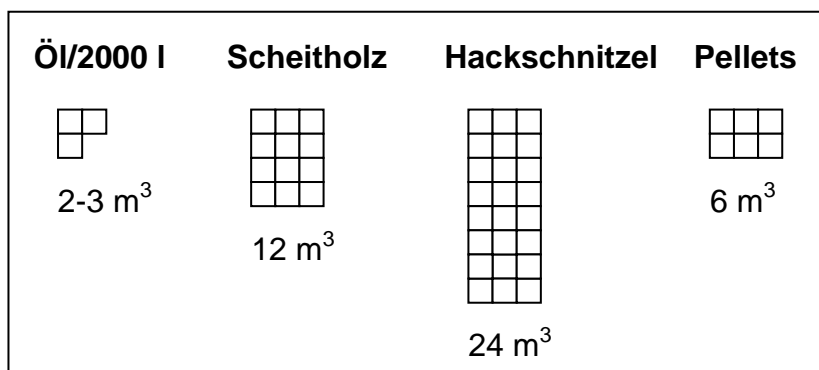
Für alle vier Kategorien gelten sowohl bezüglich der Verbrennung als auch der Ascheentsorgung Vorschriften.

Möglich ist der Einsatz von Schnitzelheizung sowie Pelletheizung als Zentralheizung und können automatisch betrieben werden.

Pellets sind ein aus Sägemehl und/oder Holzspänen hergestellter natürlicher Holzbrennstoff. Sie lassen sich, ähnlich wie Erdöl, sehr gut und auf kleinem Raum lagern. Am meisten Platz benötigen Schnitzel. Entscheidend ist auch, welcher Brennstoff in der Region überhaupt verfügbar ist.

Die Platzverhältnisse müssen überprüft werden, ob der Platzbedarf für den gewählten Energieträger überhaupt vorhanden ist.

### Lagerbedarf im Vergleich



**Abb. 5** Benötigtes Raumvolumen für 20'000 kWh gelagerte Energie

### 3 Varianten – Vergleich

<b>Energie</b>		<b>Öl</b>	<b>WP Fäkal</b>	<b>WP Sole</b>	<b>Schnitzel</b>	<b>Pellets</b>
Energiebedarf $Q_w$	kWh/a	300'000	300'000	300'000	300'000	300'000
Energieverbrauch						
Energieinhalt Öl Hu	kWh/kg	10				
Ausnutzung Öl %	%	94				
<b>Ölmenge</b>	<b>Liter/a</b>	<b>31'915</b>				
Jahresarbeitszahl WP	-		3.3	3.1		
<b>Elektrizität für WP</b>	<b>kWh/a</b>		<b>90'909</b>	<b>96'774</b>		
Energieinhalt Holz Hu	kWh/t				3'500	5'000
Ausnutzung Holz	%				85	85
<b>Holzmenge</b>	<b>t/a</b>				<b>101</b>	<b>71</b>
<b>Kosten</b>						
<b>Investition</b>	Laufzeit (a)					
Ölkessel, ohne Kaminsan. ohne Tanksan.	18 €	33'000				
Sonden	30 €			185'000		
Kanal. Wärmetauscher	30 €		140'000			
WP-Anlage, inkl. Speicher	18 €		152'400	152'400		
Holzessel, inkl. Speicher inkl. Kaminsan.	18 €				102'700	93'700
Pellets-, Schnitzelsilo	30 €				62'000	55'500
Planung, Montage	€	5'000	49'400	43'200	37'000	37'000
Provisorium, Diverses	€		51'000	12'400	9'300	9'300
Förderungsbeiträge	€		-1'000	-1'400		
<b>Total Investition</b>	<b>€</b>	<b>38'000</b>	<b>391'800</b>	<b>391'600</b>	<b>211'000</b>	<b>195'500</b>
<b>Jahreskosten</b>						
Kapitalkosten	€	2'598	25'159	24'496	13'412	12'376
Energiekosten	€	27'139	10'916	11'620	9'685	11'197
Unterhaltskosten	€	2'429	1'900	1'900	2'972	3'002
<b>Total Jahreskosten</b>	<b>€</b>	<b>32'166</b>	<b>37'975</b>	<b>38'016</b>	<b>26'069</b>	<b>26'575</b>
<b>Grundlagen</b>						
Energiepreise	Cent/kWh	8	12	12	3	3
Kapitalzinssatz	%	4	4	4	4	4
Wärmetauscherfläche	m <sup>2</sup>		82			
Sondenlänge Total	m			4'000		
Platzbedarf ca.	m <sup>2</sup>	45	30	30	60	55
Vorlauftemperatur max.	°C	90	50	50	90	90

**Abb. 6** Jahreskostenvergleich von fünf Varianten

### **3.1 Erklärungen zur Abbildung 6**

- Im oberen Bereich "Energie" sind die Bedarfswahlen und die zu kaufenden Energiemengen zusammengetragen (EW oder Öl-/Holzlieferant).
- Die Kosten sind gruppiert nach Laufzeiten, in denen sie abgeschrieben werden (Bsp. Erdsonden können in 30 Jahren abgeschrieben werden).
- Bei den Förderbeiträgen sind nur jene von der Landesförderung Vorarlberger aufgeführt. Zusätzliche steuerliche Erträge oder vergünstigte Hypotheken müssen geprüft werden.
- Die Energiekosten sind anhand der aktuellen Energiepreise berechnet.

### **3.2 Interpretation des Variantenvergleichs**

Die Schnitzelanlage schneidet bezüglich Jahreskosten am besten ab, wobei sich die Varianten Pellets und Schnitzel kaum unterscheiden.

Die WP Varianten haben einen Vorteil bei den Energiekosten. Unter Berücksichtigung der Kapitalkosten verschiebt sich der Vorteil zugunsten der WP klar zur Ölheizung oder Holzheizung mit Energieträger wie Pellets und Schnitzel.

## 4 Wärmeverbund

Das zu bedienende Gelände ist sehr gross und besitzt eine gute, ungestörte Verkehrsanbindung. Ebenso liegt es auf einem mittleren Höhengniveau. Die grössten Wärmeabnehmer würden in unmittelbarer Umgebung des Heizwerkes liegen, was die Netzkosten reduzieren und den Betrieb vereinfachen sollte. Das Gelände an sich ist nicht im Besitz des Betreibers was zu komplizierten Baueingaben und Grundstückskosten im Baurecht führen kann.

Der erste Schritt bei der Planung eines Wärmeverbundes stellt die Auswahl der Abnehmer dar. Diese sollten anhand ihres Energiebedarfs, des Abnahmeverhaltens und ihrer Entfernung zum Standort ausgewählt werden. Dabei sollte die Wahl in erster Linie auf Industriebetriebe, öffentliche Gebäude, grosse Wohnhäuser und mittelständische Betriebe ausgerichtet sein, da hier höhere Energieverbräuche zu erwarten sind.



Abb. 7 Umgebung Gärtnerei Muster

## 4.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Anhand einer Jahresannuität wird ein Kilowattstundenpreis ermittelt, zu dem der Verbraucher seine Wärmemenge beziehen kann. Dieser Preis beruht auf den Kapitalkosten, Energiekosten, Unterhaltskosten sowie allfällige Baurechtliche Abgaben. Eventuelle erzielbare Gewinne aus dem Verkauf der Wärme werden nicht berücksichtigt. Der errechnete Preis gibt also an, zu welchem Preis die Kilowattstunde mindestens verkauft werden muss, um keine Verluste einzufahren.

<b>Energie</b>		<b>Schnitzel</b>
<b>Energiebedarf <math>Q_w</math> Wärmeverbund</b>	<b>kWh/a</b>	<b>500'000</b>
<b>Energieverbrauch</b>		
Energieinhalt Holz Hu	kWh/t	3'500
Ausnutzung Holz	%	85
Holzmenge	t/a	168
<b>Kosten</b>		
<b>Investition</b>	Laufzeit (a)	
Heizungsanlage für Wärmeverbund z.B. Schnitzelfeuerung		
	18	€ 300'000
Leitungsnetz bei 300m Länge		
	30	€ 480'000
<b>Total Investition</b>		<b>€ 780'000</b>
<b>Jahreskosten</b>		
Kapitalkosten	€	51'456
Energiekosten	€	16'141
Unterhaltskosten	€	3'200
Baurechtskosten	€	7'200
<b>Total Jahreskosten</b>	<b>€</b>	<b>77'997</b>
<b>Fernwärme</b>		
<b>Arbeitspreis</b>	<b>Cent/kWh</b>	<b>16</b>
<b>Grundlagen</b>		
Energiepreise	Cent/kWh	3
Kapitalzinssatz	%	4

**Abb. 8** Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärmeverbund. Als Beispiel Wärmeezeugung mittels Schnitzelfeuerung.

## 4.2 Interpretation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Der Energiebedarf von 500'000 kWh/a entspricht in etwa den Bezug von 5-10 Abnehmern. Um die Jahreskosten decken zu können muss der Arbeitspreis mindestens 16 Cent/kWh betragen.

Einen Konkurrenzfähigen Arbeitspreis sollte bei der gelieferten Wärmemenge bei 5 Cent/kWh liegen (z.B. Fernwärme Tarifblatt Stadtwerke Hall in Tirol GmbH).