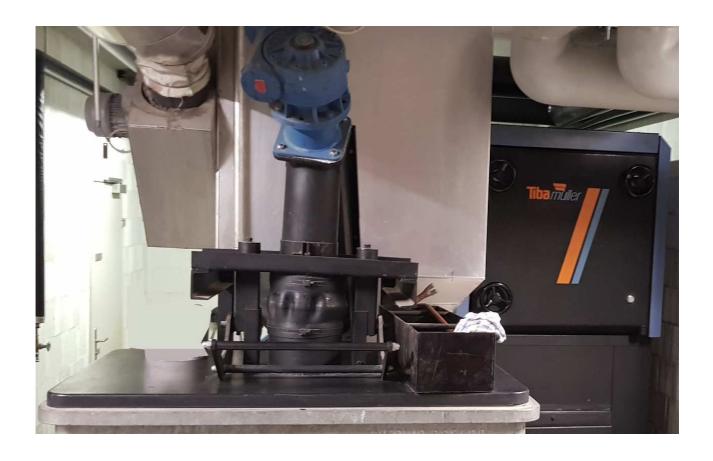


Schlussbericht Sanierung Heizzentrale/Nahwärmeverbund Schafisheim

Vergleich der Investitionskosten und der Energiepreise mit verschiedenen Sanierungsvarianten



Dokumenteneigenschaften

Autor: Ralph Degen Datum: 06.05.2020

Version: 1.0

Pfad: D:\Enerdeg\Projekte\Schafisheim_Einwohnergemeinde\Kostenberechnung\Schlussbericht

Nahwärmeverbund Schafisheim.docx



Inhaltsverzeichnis

Präambel	2
Variantenstudie mit Kostenanalyse	3
Einleitung und Beschrieb der verschiedenen Varianten	3
Variantenvergleich tabellarische Zusammenstellung	4
Erläuterung zur Zusammenstellung	4
Speicherbetrieb	5
Zusammenfassung	5
Anhang A (Kostenzusammenstellungen)	7
Anhang B (Eignungskarten Wärmepumpe)	7
Anhang C (Speicherbetrieb)	7
Anhang D (Filterdisposition)	7
Anhang E (Vorschlag Wärmeliefervertragsanpassung)	7

Präambel

Die Einwohnergemeinde betreibt seit 1998 eine Holzschnitzel-Heizzentrale im Gemeindehaus in Schafisheim. Die monovalent betriebene Schnitzelheizung mit einer thermischen Leistung von 250 kW produziert während der Heizsaison Heizungs- und Warmwasser für fünf Gemeindeliegenschaften und vier private Wärmekunden. Die letzteren sind seit der Netzerweiterung per Ende 2010 angeschlossen. Bis auf das Gemeindehaus sind alle Abnehmer mittels Fernleitungen ab der Heizzentrale versorgt. Es besteht jedoch ausschliesslich bei den privaten Wärmekunden die Möglichkeit einer Energieablesung, jene sind mit Wärmezähler ausgestattet.

Mit den privaten Wärmekunden sind per 23. Dezember 2010 Fernwärmelieferverträge mit einer Laufzeit von ca. 15 Jahren abgeschlossen worden. Der Vertrag verlängert sich stillschweigend um jeweils ein weiteres Jahr, wenn er nicht gekündigt wird. Erstmals könnte dieser per Ende Juni 2025 gekündigt werden.

Gemäss der kantonalen Sanierungsverfügung vom November 2013 muss eine Filternachrüstung bis spätestens 31.12.2021 getätigt werden. Damit die richtige Grösse in die Planung einfliesst, sollte eine allfällige Erweiterung mit neuen Wärmekunden mehr Klarheit im Vorfeld schaffen. Zusätzliche Wärmeleistung kann z.B. durch Sanierung von bestehenden am Wärmeverbund angeschlossenen Liegenschaften frei gegeben werden. Aber auch eine Leistungserweiterung z.B. durch einen grösseren Schnitzelkessel oder mit einem Gasspitzenlastkessel (bivalenter Betrieb). Verschiedene Varianten werden in den folgenden Kapiteln auf die Wirtschaftlichkeit geprüft.

Nach Artikel 11.4 im Fernwärmeliefervertrag, dürfen neu entstandene Kosten, welche nicht im Einflussbereich des Versorgers liegen an die Kunden weitergegeben werden. So auch die erforderliche Nachrüstung der Feinstaubfilteranlage.



Variantenstudie mit Kostenanalyse

Einleitung und Beschrieb der verschiedenen Varianten

Damit die Gemeinde Schafisheim als Betreiberin der Anlage für den künftigen Betrieb des Wärmeverbundes die Weichen richtig stellen kann, werden in der Folge verschiedene Sanierungsvarianten mit den künftig zu erwartenden Energiepreisen (Wärmegestehungskosten) gegenübergestellt.

Es kann jedoch hervorgehoben werden, dass die Infrastruktur wie Schnitzelsilo, Heizungsraum und auch die Kaminanlage in gutem Zustand sind und für eine Ersatzheizung mit Holzschnitzel für viele weitere Jahre ausreicht. Vor kurzem wurde der Rostwagen am Kessel saniert und eine neue Expansion eingebaut.

Damit die Weichen richtiggestellt werden können, muss vorher folgendes geklärt werden: Wie wird sich der Nahwärmeverbund in den nächsten 10 Jahren bezüglich Neuanschliesser entwickeln?

Zur besseren Beurteilung und Entscheidungshilfe werden folgende Varianten kommentiert und einander gegenübergestellt:

Variante 1 sanfte Sanierung mit Filternachrüstung

Für den sicheren Weiterbetrieb in den nächsten 8 bis 10 Jahre werden vorsorgliche Massnahmen am Kessel getroffen wie Brennkammerausmauerung, Gewölbesteine erneuern und kleinere Revisionen. Eine grössere Position betrifft die Filternachrüstung zur Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Luftreinhaltung. Die Grösse des Filters wird auf den maximal möglich Ersatzkessel abgeglichen. Somit wird nach dem Ableben des heutigen Schnitzelkessels kein Flaschenhals für eine allfällige Leistungserhöhung generiert. In der Heizzentrale würde ein Schnitzelkessel mit maximal 360 kW (heute 250 kW) Platz finden. Die Räumlichkeiten lassen aber auch nur ein Filter mit Maximal 400 kW zu.

Die weiteren Varianten zeigen die Gesamtkosten für einen kompletten Heizungsersatz auf. Damit können Kostenvergleiche der anstehenden Investition und der Energiepreise gemacht werden.

Variante 2 Kesselersatz 1:1 mit Filternachrüstung

Die Heizung wird mit einem 1.1 Ersatz umgebaut. Dabei werden Siloaustragung und Steigfördereinrichtung weiterverwendet. Der Ersatzkessel mit 240 kW thermischer Leistung wird komplett mit Steuerschrank und einer 300 kW Filteranlage nachgerüstet. Damit sollte ein Betrieb für mindestens die nächsten 20 Jahre sichergestellt sein.

Variante 3 Alternative Wärmeerzeugung mit Erdsondenwärmepumpe

Auf dem kantonalen «agis-Portal» kann die Eignung von Grundwasser –bzw. Erdsonden-Wärmepumpen überprüft werden. Eine Grundwasserwärmepumpe kommt aufgrund der geringen Grundwassermächtigkeit nicht in Frage. Der Bau einer Erdsondenwärmepumpe ist laut der Eignungskarte für Erdwärmenutzung nur unter geologischer Begleitung möglich. Dabei muss festgehalten werden, dass eine Vorlauftemperatur von max. 60°C und im Dauerbetrieb nur 55°C zulässig ist. Die Erdsondenleistung beläuft sich bei ca. 190 kW (JAZ=3.8 von 250 kW thermisch). Es bräuchte so ca. 28 Bohrungen à 170 Meter Tiefe. Der Bohrungsabstand beträgt um die 6 Meter. Dazu müsste der ganze Parkplatz vor dem Gemeindehaus flächig mit Bohrungen versehen werden. Weitere Informationen sind im Anhang B «Eignungskarten Erdwärmenutzung» ersichtlich.



Variante 4a kleinerer Schnitzelkesselersatz (180 kW) mit Spitzenlastkessel (80 kW) und Filternachrüstung

Mit dieser Kombination kann ein kleiner Ausbau auf 260 kW thermisch vorgesehen werden. Also ein Ausbaupotential von über 40 kW ist damit möglich. Der Spitzenlastanteil schlägt mit weniger als 3% der Gesamtenergie zu Buche. Der Teillastbetrieb des Schnitzelkessels kann somit verbessert werden und wirkt sich positiv auf den Filterbetrieb aus.

Variante 4b 1:1 Schnitzelkesselersatz (240 kW) mit Spitzenlastkessel (80 kW) und Filternachrüstung

Mit dieser Kombination kann ein Ausbau auf 320 kW thermisch vorgesehen werden. Also ist damit ein Ausbaupotential über 100 kW möglich. Der Anteil beträgt ca. 8-10% der Gesamtenergie.

Variante 4c grösserer Schnitzelkesselersatz (360 kW) mit Spitzenlastkessel (80 kW) und Filternachrüstung

Damit wird ein Ausbau auf 440 kW thermisch ermöglicht. Also stünde eine zusätzliche Kapazität von 220 kW zur Verfügung. So würde der Anteil des Gaskessels ca. 5% der Gesamtenergie entsprechen.

Variantenvergleich tabellarische Zusammenstellung

			jährliche				max. therm.	Leistungsres.	Betrieb bis	durch schn.	jährliche
		Investition	Amortisation	Betrie b	Energie	pro Jahr	Leistung	zu Heute	ca. Jahr	Energiepreis	Nutzenergie
		[sFr]	[sFr]	[sFr]	[sFr]	[sFr]	[kW]	[kW]	[Laufzeit]	[Rp./kWh]	[MWh]
		in №. 7.7	% MWSt								
V1	sanfte Sanierung	124 135	17 150	19 982	26 586	63 718	250 kW	30 kW	2028	15.59	409
	E-Filternachrüstung										
V2	1:1 Kesselersatz	321 011	26 430	20 474	26 586	73 490	240 kW	20 kW	2040	17.98	409
	E-Filternachrüstung										
V3	Erdsondenwärmepumpe	457 725	36 880	14 000	21 860	72 740	250 kW	30 kW	2035	17.79	409
V4a	kl. Kessel & Gaskessel	352 858	28 370	20 676	27 745	76 791	260 kW	40 kW	2040	18.79	409
	E-Filternachrüstung										
V4b	1:1 Kessel & Gaskessel	402 001	31 380	21 474	38 498	91 352	320 kW	100 kW	2040	16.53	553
	E-Filternachrüstung	ohne FL								m	it Erweiterung
V4c	gr. Kessel & Gaskessel	452 674	34 480	24 474	54 906	113 860	440 kW	220 kW	2040	14.81	769
	E-Filternachrüstung	ohne FL								m	it Erweiterung

Sämtliche Preise verstehen sich exkl. MWSt (Ausnahme Investition und Kapitaldienst)

Erläuterung zur Zusammenstellung

Bei den obigen Varianten sind verschiedene Überlegungen hinterlegt und sollten hier kurz interpretiert werden.

In der Variante 1 geht es darum die Investitionskosten im Moment möglichst tief zu halten, jedoch mit der Option zu einem späteren Zeitpunkt den richtigen Schnitzelkesselersatz ohne Einschränkung einzubauen. Das notwendige Filter wird in der Grösse bereits so gewählt, dass ein grösserer Heizkessel wie in Variante 4 betrieben werden kann. Wenn beim Grundsatzentscheid kein Ausbau des Wärmeverbundes angestrebt wird, würden die Investitionen bei der Variante 1 ca. Fr. 17'900.- tiefer ausfallen, da ein kleineres Filter eingesetzt werden könnte.

Ab Variante 2 werden komplette Heizungsersatze mit den entsprechenden Investitionen gegenübergestellt. Die Amortisation wird in gleich grossen Teilen auf die Laufzeit verteilt (Annuitätsmethode).

In der Tabelle werden auch die Leistungsreserven zum heutigen Ausbaustand in der Zentrale aufgezeigt. Auch gut zu wissen, dass das Potential an der Fernleitung ab dem Anschluss Zuber (heutiges Ende der Fernleitung) noch eine Kapazitätsreserve von **mindestens 170 kW** hat.



Damit die Kostenrechnung aufgeht, sollte bei einer Fernleitungserweiterung der Investitionsaufwand für Fernleitungs- und Grabarbeiten mit den einmaligen Anschlusspauschalen für Neuanschliesser gedeckt werden.

Bei den Variante 4a-c ist ein kleiner Gas-Spitzenlastkessel (80 kW) vorgesehen. Diese verhältnismässig geringen Zusatzkosten ermöglichen eine mind. 25%-ige Leistungserweiterung und einen deutlich besseren Betrieb des Schnitzelkessel in den Übergangszeiten. Die Filterstandzeit wird damit auch verbessert und nicht zuletzt besteht eine kleine Redundanz. Der Anteil von nicht erneuerbarer Energie liegt je nach Verbundgrösse zwischen 3% und 7%.

Die Variante 4a zeigt die schlechteste Wirtschaftlichkeit und kommt eigentlich nur in Frage, wenn der komplette Heizungsersatz im 2021 erfolgen würde.

Speicherbetrieb

Mit der vorhandenen Steuerung der Firma Ernel GmbH wird die Kesselleistung anhand des Speicherladezustands gemanagt. Diese Betriebsweise verhindert ein Takten des Kessels, da somit eine lange Phase mit möglichst tiefer Leistung gefahren wird. Der Kessel kann nur im Bereich von 30-100% ideal geregelt werden.

Bei einem längeren Unterbruch in den Übergangsphasen Frühling/Herbst, stellt der Kessel komplett ab und wird mit der automatischen Zündung bei Bedarf gestartet. Für den späteren Filterbetrieb ist es umso wichtiger, dass der Kessel möglichst lange Laufphasen aufzeigt. Die hydraulische Einbindung der Speicher ist suboptimal. Bei den Verbindungen zwischen den Speichern lag der Fokus eher auf kurze Rohrleitung als auf gute Schichteigenschaften der Speicher. Da für die Regelung nur der Mittelwert aller Temperaturmessstellen genommen wird, fällt dies nicht so stark ins Gewicht, kann aber Temperaturschwankungen im Netz auslösen. Eine Optimierung der Speicherregelung wäre jedoch nur möglich, wenn die Speicher hydraulisch richtig eingebunden würden.

Zusammenfassung

Bei einer Erweiterung des Nahwärmeverbunds wird deutlich; je mehr Wärmekunden angeschlossen werden, desto tiefer wird der durchschnittliche Energiepreis. Aufgrund der Platzverhältnisse ist ein Schnitzelkessel mit maximal 360 kW (400 kW E-Filter) möglich.

Eine im Moment vorteilige Lösung bietet die Variante 1 «sanfte Sanierung». Damit sollte der Wärmeverbund die nächsten 8 Jahre mit den LRV- Anforderungen betrieben werden können. Bei einer kurzfristigen Erweiterung des Nahwärmeverbunds könnte heute schon der Gas-Spitzenlastkessel nachgerüstet werden.

Gegen die Variante 3 «Wärmepumpe» spricht die hohe Fernleitungs-Vorlauftemperatur von 80°C bei -10°C Aussentemperatur. Bei dieser Ausführung müsste sichergestellt werden, dass die Wärmeabnehmer mit einer Vorlauftemperatur von max. 55°C auskommen würden. Je nach Wärmeabgabesystem oder bei Brauchwarmwasseraufbereitung ab Fernwärme ist dies nicht ohne weiteres umsetzbar.

Ralph Degen 06.05.2020 Seite **5** von **7**



Fazit:

Mit der Umsetzung von Variante 1 «sanfte Sanierung», also bestehendem Kessel mit Steuerungsanpassung und der Nachrüstung des 400 kW E-Filters, lässt sich die Gemeinde sehr viele Optionen offen. Die geringen Mehrkosten von Fr. 17'900.- für das grössere Filter lassen in ferner Zukunft, sowohl die Variante 2, 4b und 4c, ohne Einschränkung zu.

Vertragsanpassung Wärmekunden:

Die Kosten für die Filternachrüstung (400 kW E-Filter) bei der sanften Sanierung belaufen sich auf sFr. 97'200.-. Diese Zusatzkosten dürfen anteilmässig an die Wärmekunden (Anpassung Wärmeliefervertrag) weitergegeben werden.

Da die Gemeinde seit 2010 jährlich über Fr. 10'000.- an die Kosten der Privatanschliesser getragen hat, empfiehlt es sich eine Teilkorrektur des Missstandes vorzunehmen.

Ein Vorschlag für die Vertragsanpassung ist in Anhang E angehängt. Mit der empfohlenen Anpassung, wird die Gemeinde mit ca. Fr. 5'000.- pro Jahr also der Hälfte entlastet. Nach Vertragsablauf im Jahr 2025, jedoch spätestens bei der Gesamtsanierung, sollte der Vertrag mit einem neuen Kostenmodell (analog der Kostenzusammenstellungen im Anhang) neu aufgesetzt werden.

Bemerkung:

Sämtliche Kostenangaben mit Ausnahme der Investitionskosten resp. Kapitaldienste sind immer exklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer ausgewiesen.



Anhang A (Kostenzusammenstellungen)

Kostenzusammenstellung Variante 1

Kostenzusammenstellung Variante 2

Kostenzusammenstellung Variante 3

Kostenzusammenstellung Variante 4a

Kostenzusammenstellung Variante 4b

Kostenzusammenstellung Variante 4c

Anhang B (Eignungskarten Wärmepumpe)

Eignungskarte für Grundwasser und Erdsondenwärmepumpe

Anhang C (Speicherbetrieb)

Speicherbetrieb Leistungskurve

Anhang D (Filterdisposition)

Platzbedarf Filternachrüstung (Bsp. 300 kW)

Anhang E (Vorschlag Wärmeliefervertragsanpassung)

Anpassung für Wärmeliefervertrag Grundpreis und Arbeitspreis

V1 sanfte Sanierung und Filternachrüstung (mit 400 kW Filter)

Schnitzelkessel 250 kW bestehend

sis	Bezugsleistung Anschliesser (Berechnung nach individuellen Vollbeztriebsstunden) 220) kW	
	bezogene Nutzenergiemenge (gemäss z.T. WZ-Auslesung) 408 78) kW	vorgesehens E-Filter 1 400 kW

		i	Investitionen	Abschreibungsdauer	Zinssatz	Kapitalkosten	Annuität
st	Bestand Baukörper Heizgebäude	(restliche Amortisationsdauer)	87 616.10	17.00	3.25%	6 789.34	7.75%
% Kapitaldienst	Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	lation, Elektroinstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
alc	Sanierungsmassnahmen erhalt Kesselanlage bis ca	a. 2028	20 463.00	8.00	2.00%	2 793.40	13.65%
» pit	Nachrüstung Filteranlage (KB), Revision Rauchgas	ventilator Bauchgasleitung	73 569.87	20.00	2.00%	4 499.29	6.12%
(a	(Kosten wenn klein	eres 300 kW-Filter eingesetzt würde)	(55 637.82)				
	Elektroinstallation E-Filter & Anpassung Steuerung	Ernel	7 485.15	20.00	2.00%	457.77	6.12%
L	Zuluftkanalanpassung / Rohrventilator (Vorsorge zu	hoher Heizraumtemperatur)	6 462.00	20.00	2.00%	395.19	6.12%
Investition und	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen		16 155.00	8.00	2.00%	2 205.32	13.65%
ļ <u>i</u>							
est		(Total Neuinvestition	124 135.02				
≤ ا		(davon E-Filter	97 210.02)			
_ =	Total Netto Investition		538 793.96			17 140.31	
	<u> </u>						
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kW
<u></u>	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •						
ste	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					17 150.00	78.00
8	Jahreskosten Instandhaltung					6 682.00	
lu	Jahreskosten Betrieb und Wartung					13 300.00	
Grundkosten	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					19 982.00	91.00
_	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kWh
te	Brennstoffkosten inkl Aschenentsorgung 0.2 Rp/kWh	Nutroporaio k/Mb/o	400 700			21 002 00	E 00
SO	Brennstoffkosten Gaskessel	Nutzenergie kWh/a Nutzenergie kWh/a	408 780 0			21 993.00 0.00	5.38
ek	Verluste	8.75% kWh/a	35 768			1 925.00	5.38
Energieksoten	Elektrische Energie (3%, 20 Rp/kWh)					2 668.00	
Ene	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					26 586.00	6.50
	1						
ng	Total jährlicher Kapitaldienst GP1					17 150.00	
su							
Fas	Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2					19 982.00	
Zusammenfassun	Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP					26 586.00	
Ĕ	Total Jahreskosten					63 718.00	
<u>۳</u>							
nSS	Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	l einem Energieumsatz von	408 780	kWh Nutzenergie		15.59	
<u>ا</u> ر							

V2 Kesselersatz (240 kW) 1:1 mit Filternachrüstung ohne Spitzenlastkessel

is	Bezugsleistung Anschliesser (Berechnung nach individuellen Vollbeztriebsstunden)	220	kW	Reserve 20 kW
S	Bedarf Nutzenergiemenge	408 780	kWh	vorgesehens E-Filter 300 kW

Ř	bedari Nutzeriergierrierige			406 760	KVVII	300 KI	r V
			Investitionen	Abschreibungsdauer	Zinssatz	Kapitalkosten	Annuität
ـــ ا	Destand Devikson and Leisenskister		nkl. 7.7% MWS		0.050/	inkl. 7.7% MWSt	7.750/
SC	Bestand Baukörper Heizgebäude	(restliche Amortisationsdauer)	87 616.10	17.00	3.25%	6 789.34	7.75%
<u>.</u>	Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	lation, Elektroinstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
<u>p</u>							
ta	Ersatzkesselanlage ink. Rauchgasventilator, Heizur	ngsinstallation	207 214.80	20.00	2.00%	12 672.58	6.12%
<u>i</u>	Filteranlage, Rauchgasleitung inkl. Isol. und Konso	le RGV und Montage kompl.	52 406.82	20.00	2.00%	3 205.03	6.12%
l &			00.400.00	00.00	0.000/	1 051 15	0.400/
ح ا	Elektroinstallation Kessel & Filter (inkl. Rückbau)		20 463.00	20.00	2.00%	1 251.45	6.12%
und Kapitaldienst	Zuluftkanalanpassung / Rohrventilator (Vorsorge zu	hoher Heizraumtemperatur)	6 462.00	20.00	2.00%	395.19	6.12%
	D		7.500.00	00.00	0.000/	404.00	0.4004
<u>.</u>	Rückbau und Entsorgung		7 539.00	20.00	2.00%	461.06	6.12%
l∺	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen		26 925.00	20.00	2.00%	1 646.64	6.12%
Investition		(7-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1					
≥		(Total Neuinvestition	321 010.62)			
=	Total Netto Investition		555 896.72			26 421.30	
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kW
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						FI./KVV
Grundkosten	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					26 430.00	121.00
SS1							
≱	Jahreskosten Instandhaltung					7 174.00	
1 2	Jahreskosten Betrieb und Wartung					13 300.00	
1 2							
9	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					20 474.00	94.00
_ ⊆	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kWh
Energieksoten	Brennstoffkosten inkl Aschenentsorgung 0.2 Rp/kWh	Nutzenergie kWh/a	408 780			21 993.00	5.38
SS	Brennstoffkosten Gaskessel	Nutzenergie kWh/a	0			0.00	3.30
ě	Verluste	8.75% kWh/a	35 768			1 925.00	5.38
<u>.</u>	Elektrische Energie (3%, 20 Rp/kWh)					2 668.00	
ē	Elektrisone Energie (070, 20 rip/kvvii)					2 000.00	
	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					26 586.00	6.50
]]	Total jährlicher Kapitaldienst GP1					26 430.00	
ISS							
Zusammenfassun	Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2					20 474.00	
e	Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP					26 586.00	
3							
Ε	Total Jahreskosten					73 490.00	
Sa							
Zu	Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	einem Energieumsatz von	408 780	kWh Nutzenergie		17.98	
'`							-

V3 Erdsonden-Wärmepumpe (250 kW)

Sis	Bezugsleistung Anschliesser (Berechnung nach individuellen Vollbeztriebsstunden)	220	kW	Reserve 30 kW
-	bezogene Nutzenergiemenge (gemäss z.T. WZ-Auslesung)	408 780	kWh	

	•						
			Investitionen	Abschreibungsdauer	7inssatz	Kapitalkosten	Annuität
			inkl. 7.7% MWS		ZIIIOOUIZ	inkl. 7.7% MWSt	runana
st	Bestand Baukörper Heizgebäude	(restliche Amortisationsdauer)	87 616.10		3.25%	6 789.34	7.75%
ens	Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	llation, Elektroinstallation	50 600.00	getilgt		0.00	
aldi	Rückbau/Entsorgung		16 155.00	15.00	2.00%	1 257.27	7.78%
pit	Erdsonden Wärmepumpe		150 780.00	15.00	2.00%	11 734.52	7.78%
Ka	Bohrungen & Gesuch & Geologische Begleitung		166 935.00	30.00	2.00%	7 453.63	4.46%
nuc	Heizungsinstallation, Elektroinstallation		32 310.00	15.00	2.00%	2 514.54	7.78%
on	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen		48 465.00	15.00	2.00%	3 771.81	7.78%
Investition und Kapitaldienst	Reserve, Diverses & Unvorhergesehenes		43 080.00	15.00	2.00%	3 352.72	7.78%
ves		(Neuinvestiti	on 457 725.00)			
ے	Total Netto Investition		595 941.10			36 873.85	
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kV
en	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					36 880.00	168.0
ost							108.0
dka	Jahreskosten Instandhaltung					8 000.00	
Grundkosten	Jahreskosten Betrieb und Wartung					6 000.00	
Ð.	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					14 000.00	64.00
en	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kW
sot	Nutzenergie	Nutzenergie kWh	/a 408 780				
<u>ě</u>	Verluste	8.75% kWh	/a 35 768				
Energieksoten	Elektrokosten Stromverbrauch / 1% Allgemein	kWh	/a 118 156	COP 3.8	18.50	21 860.00	
En	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					21 860.00	5.3
nng	Total jährlicher Kapitaldienst GP1					36 880.00	
assı	Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2					14 000.00	
enf	Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP					21 860.00	
Zusammenfassung	Total Jahreskosten					72 740.00	
san	Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	einem Energieumsstz von	40g 700	kWh Nutzenergie		17.79	
	Pourchachillulicher Energiebreis dro kwiti iri KD. Del	emem EnergieumSalz von	400 / 80	INVVII INULZERIERGIE	1	17.79	

V4a Kesselersatz Variante kleinerer Kessel (180 kW) & Spitzenlastkessel (80 kW) mit Filternachrüstung

S	Bezugsleistung Anschliesser (Berechnung nach individuellen Vollbeztriebsstunden)	220	kW	Reserve 40 kW
S	Bedarf Nutzenergiemenge	408 780	kWh	vorgesehens E-Filter 200 kW

			Investitionen	Abschreibungsdauer	Zinssatz	Kapitalkosten	Annuität
		ir	nkl. 7.7% MWS	rt .		inkl. 7.7% MWSt	
St	Bestand Baukörper Heizgebäude	(restliche Amortisationsdauer)	87 616.10	17.00	3.25%	6 789.34	7.75%
Kapitaldienst	Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	lation, Elektroinstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
<u> </u>							
Ę	Ersatzkesselanlage ink. Rauchgasventilator, Heizur	ngsinstallation	201 043.59	20.00	2.00%	12 295.17	6.12%
l :	Spitzenlastkessel Gas, Kaminanlage, Heizungsvern	phrupa	46 526.40	20.00	2.00%	2 845.40	6.12%
a	Opitzerilastkessei Gas, Kariiriarilage, Heizurigsveri	Siliding	40 320.40	20.00	2.00 /6	2 043.40	0.12/6
	Filteranlage, Rauchgasleitung inkl. Isol. und Konso	le RGV und Montage kompl	47 129.52	20.00	2.00%	2 882.29	6.12%
О	interacting of the design of the state of th	o rear and montago temps		20.00	2.0070	2 002.20	0.1270
⊑	Elektroinstallation Kessel & Filter (inkl. Rückbau)		19 386.00	20.00	2.00%	1 185.58	6.12%
_							
	Zuluftkanalanpassung / Rohrventilator (Vorsorge zu	hoher Heizraumtemperatur)	4 308.00	20.00	2.00%	263.46	6.12%
Ę							
÷	Rückbau und Entsorgung		7 539.00	20.00	2.00%	461.06	6.12%
Investition und	Planung / Paulaitung / Inganasudaiatungan		26 005 00	20.00	2.000/	1 646 64	6 100/
<u>ĕ</u>	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen	(Total Neuinvestition	26 925.00 352 857.51	20.00	2.00%	1 646.64	6.12%
<u> </u>	Total Netto Investition	(เ งเสเ เพียนกางยริปเบิกา	587 743.61	1	+	28 368.95	
I	Total Hotel Hive Stitler		50. 745.01			20 300.93	
							<u> </u>
			1				1
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kW
_	beredifficing der druffdpreise (dr. 1 d. dr. 2)						11./1000
ē	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					28 370.00	129.00
st	ounics restain dranapiers 1 (dr 1)					20 07 0.00	123.00
Q	Jahreskosten Instandhaltung					7 376.00	
一六	J						
<u> </u>	Jahreskosten Betrieb und Wartung					13 300.00	
ر ا	-						
Grundkosten	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					20 676.00	94.00
					,		
_ ا							5 ""
<u>ا</u>	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kWh
l ž	Propostoffication in Id. Assessment C. O. D. II. III.	Nutzonorgio k/Mh/a	206 517			21 222 00	E 20
SC	Brennstoffkosten inkl Aschenentsorgung 0.2 Rp/kWh Brennstoffkosten Gaskessel 3% Jahresdeckung	Nutzenergie kWh/a Nutzenergie kWh/a	396 517 12 263		1	21 333.00 1 893.00	5.38 15.00
l Ž	Verluste	8.75% kWh/a	35 768		 	1 925.00	5.38
jë.		2070	33 7 30		1	. 320.00	0.00
_ <u></u>	Elektrische Energie (3%, 20 Rp/kWh)					2 594.00	
Energieksoten				-		-	
	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					27 745.00	6.79
⊑	T				1	00.5==	
SL	Total jährlicher Kapitaldienst GP1				1	28 370.00	
3S.	Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2				1	20 676.00	
Τξ	rotar jamilione bethebs- und Unternatiskosten GP2				1	20 0/0.00	
er	Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP				 	27 745.00	
Zusammenfassu					1	2	
	Total Jahreskosten					76 791.00	
E L							
SS							
Zu	Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	einem Energieumsatz von	408 780	kWh Nutzenergie		18.79	
_ ' `							
							

V4b Kesselersatz (240 kW) 1:1 mit Filternachrüstung & Spitzenlastkessel (80 kW) mit Neuanschliesser

is	Bezugsleistung Anschliesser bisher & 90 kW Neuanschliesser	300	kW	Reserve 20 kW
S	Bedarf Nutzenergiemenge	552 780	kWh	vorgesehens E-Filter 300 kW

<u> </u>							·
			Investitionen	Abschreibungsdauer	7insestz	Kapitalkosten	Annuität
		:.	nkl. 7.7% MWS		LIIIOSAIZ	inkl. 7.7% MWSt	Amulat
ب	Destand Deukämen Heiner-häud-				0.050/		7 750/
Investition und Kapitaldienst	Bestand Baukörper Heizgebäude	(restliche Amortisationsdauer)	87 616.10	17.00	3.25%	6 789.34	7.75%
<u> </u>	Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	lation Elektroinstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
l∺	Destand Technik Warneerzeugung, Heizungsinstal	lation, Liektromstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
≅	Ersatzkesselanlage ink. Rauchgasventilator, Heizur	l nasinstallation	207 214.80	20.00	2.00%	12 672.58	6.12%
ţ	Eroatzikoooolarilago irik. Haaorigaovortilator, Holzar	Igon bianation	207 21 1.00	20.00	2.0070	12 07 2.00	0.1270
<u>.</u>	Filteranlage, Rauchgasleitung inkl. Isol. und Konso	le BGV und Montage kompl	52 406.82	20.00	2.00%	3 205.03	6.12%
, G	interacting of Fladorigaeteriang minimisem and Frence	le rrait and memage nomp.	02 100.02	20.00	2.0070	0 200.00	0270
	Spitzenlastkessel Gas, Kaminanlage, Heizungsverr	ohrung	46 526.40	20.00	2.00%	2 845.40	6.12%
p	<u> </u>						
⊑	Elektroinstallation 2 Kessel & Filter (inkl. Rückbau)		22 617.00	20.00	2.00%	1 383.18	6.12%
	,						
	Zuluftkanalanpassung / Rohrventilator (Vorsorge zu	hoher Heizraumtemperatur)	6 462.00	20.00	2.00%	395.19	6.12%
.∷							
≓	Rückbau und Entsorgung		7 539.00	20.00	2.00%	461.06	6.12%
S							
Je J	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen		59 235.00	20.00	2.00%	3 622.62	6.12%
		(Total Neuinvestition	402 001.02)			
_ =	Total Netto Investition		636 887.12			31 374.41	
	Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kW
_	berechnung der Grundpreise (GFT & GF2)						II./KVV
Grundkosten	Johnson Committee (OD4)					04 000 00	105.00
Į,	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					31 380.00	105.00
lõ	laboration to the standing library					0.474.00	
Š	Jahreskosten Instandhaltung					8 174.00	
ם ו	Jahreskosten Betrieb und Wartung					13 300.00	
⊢	Janreskosten Betheb und Wartung					13 300.00	
	Libertonia O control o (ODO)					04 474 00	72.00
Ð	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					21 474.00	72.00
_	Dawashawa Autoitamusia (AD)						D //-\\//-
-	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kWh
Ę	Donate Historia i III a la companya i III a la	NIt 1.34/l- /-	EOE 1.11			00.050.00	F 00
O C	Brennstoffkosten inkl Aschenentsorgung 0.2 Rp/kWh	Nutzenergie kWh/a	525 141			28 253.00	5.38
<u>\$</u>	Brennstoffkosten Gaskessel 5% Jahresdeckung	Nutzenergie kWh/a	27 639			4 200.00	15.00
O.	Verluste	8.75% kWh/a	48 368			2 603.00	5.38
. <u>m</u>	51.1.1.1.5.1.60(,00.B./(14/1))					0.440.00	
<u> </u>	Elektrische Energie (3%, 20 Rp/kWh)					3 442.00	
Energieksoten						20.400.00	
ш	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					38 498.00	6.96
							-
_ ⊆							
วเ	Total jährlicher Kapitaldienst GP1					31 380.00	
Š							
fa	Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2					21 474.00	
Zusammenfassu	Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP					38 498.00	
_ ∠							
3	Total Jahreskosten					91 352.00	
a							
1S							
7	Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	einem Energieumsatz von	552 780	kWh Nutzenergie		16.53	
' '							

V4c Kesselersatz (360 kW) für Erweiterung mit Filternachrüstung & Gasspitzenlastkessel (80 kW)

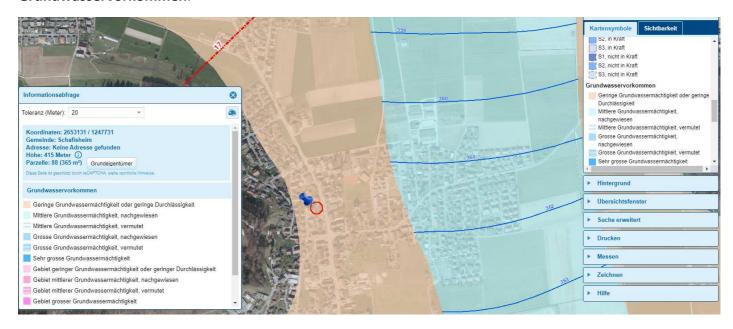
				Reserve
	Bezugsleistung Anschliesser bisher & 200 kW Neuanschliesser	420	kW	20 kW
Si				vorgesehens E-Filter
Ва	Bedarf Nutzenergiemenge	768 780	kWh	400 kW

Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstallation, Elektroinstallation 147 270.00 gelligt 0.00								
Bestand Baukörper Heizgebäude (restliche Amortisationsdauer) 87 616.10 17.00 3.25% 6.789.34 7.759			,					Annuität
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	taldienst	Bestand Baukörper Heizgebäude						7.75%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)		Bestand Technik Wärmeerzeugung, Heizungsinstal	lation, Elektroinstallation	147 270.00	getilgt		0.00	
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)		Ersatzkesselanlage ink. Rauchgasventilator, Heizur	l ngsinstallation	220 031.10	20.00	2.00%	13 456.38	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	api	Filteranlage, Rauchgasleitung inkl. Isol. und Konso	le RGV und Montage kompl.	71 954.37	20.00	2.00%	4 400.49	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	¥	Spitzenlastkessel Gas, Kaminanlage, Heizungsverr	l ohrung	46 526.40	20.00	2.00%	2 845.40	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	n n	Elektroinstallation 2 Kessel & Filter (inkl. Rückbau)		24 771.00	20.00	2.00%	1 514.91	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	ion	Zuluftkanalanpassung / Rohrventilator (Vorsorge zu	hoher Heizraumtemperatur)	6 462.00	20.00	2.00%	395.19	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)	stit	Rückbau und Entsorgung		7 539.00	20.00	2.00%	461.06	6.12%
Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)) Ve	Planung / Bauleitung / Ingeneurleistungen	(Total Neuinvestition		20.00	2.00%	4 610.60	6.12%
Same		Total Netto Investition	(Total Neumvestition)				34 473.39	
Same								
Berechnung Arbeitspreis (AP)		Berechnung der Grundpreise (GP1 & GP2)						Fr./kW
Berechnung Arbeitspreis (AP)	ten	Jahreskosten Grundpreis 1 (GP1)					34 480.00	83.00
Berechnung Arbeitspreis (AP)	808	Jahreskosten Instandhaltung					9 174.00	
Berechnung Arbeitspreis (AP)	pur	Jahreskosten Betrieb und Wartung					15 300.00	
	Gru	Jahreskosten Grundpreis 2 (GP2)					24 474.00	59.00
	L	Berechnung Arbeitspreis (AP)						Rp./kWh
	ote							5.38
	eks	· ·	Ÿ					15.00 5.38
	rgi	Elektrische Energie (3%, 20 Rp/kWh)					4 694.00	
Total jährlicher Kapitaldienst GP1 Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2 Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total Jahreskosten Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von 768 780 kWh Nutzenergie 14.81	Ene	Jahreskosten Energiebeschaffung (AP)					54 906.00	7.14
Total jährlicher Kapitaldienst GP1 Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2 Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total Jahreskosten Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von Total jährlicher Kapitaldienst GP1 34 480.00 24 474.00 54 906.00 113 860.00 113 860.00								
Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2 Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total Jahreskosten Total Jahreskosten Total Jahreskosten Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von Total Jahreskosten 113 860.00 14.81	sammenfassun	Total jährlicher Kapitaldienst GP1					34 480.00	
Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP Total Jahreskosten Total Jahreskosten 113 860.00 Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von 768 780 kWh Nutzenergie 14.81		Total jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten GP2					24 474.00	
Total Jahreskosten 113 860.00 Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von 768 780 kWh Nutzenergie 14.81		Total jährliche Energiebeschaffungskosten AP					54 906.00	
Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von 768 780 kWh Nutzenergie 14.81		Total Jahreskosten					113 860.00	
Durchschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei einem Energieumsatz von 768 780 kWh Nutzenergie 14.81								
	٦٢	Durcnschnittlicher Energiepreis pro kWh in Rp. bei	einem Energieumsatz von	/68 780	kwh Nutzenergie		14.81	

Anhang B

Schafisheim

Grundwasservorkommen:



Fazit: Grundwasserwärmepumpe nicht geeignet

Schafisheim

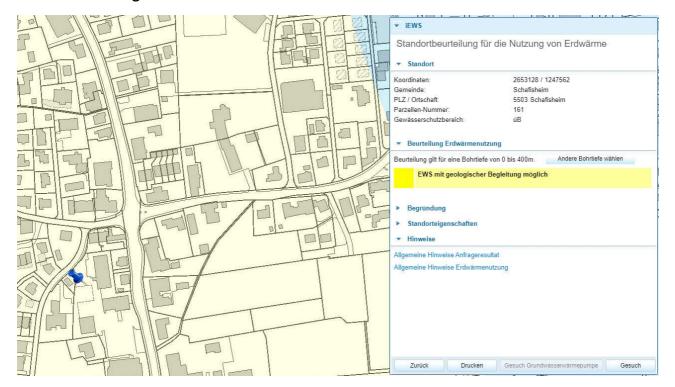
Eignung gemäss Erdwärmekataster:



blaue Fläche	Nutzung durch Grundwasser In diesem Gebiet sind Grundwasserwärmepumpen möglich, jedoch keine Erdwärmesonden. Die Gesuche für Sondierbohrungen und Pumpversuch können ohne vorherige Anfrage der Abteilung für Umwelt eingereicht werden.
gelbe Fläche	Nutzung durch Erdwärmesonden In diesem Gebiet sind Erdwärmesonden möglich. Die erlaubte Bohrtiefe und Bedingungen sind aus der Beurteilung Erdwärmenutzung zu entnehmen. Die Standorteigenschaften sowie die Hinweise erläutern die Bedingungen. Gesuche für die Erdwärmesonden können im Web-Tool iEWS erstellt werden und im Doppel an die Gemeindeverwaltung eingereicht werden.
rote Fläche	Erdwärmenutzung nicht möglich Keine Erdwärmenutzung möglich (Grundwasserschutzzonen, Grundwasserschutzareale, Salzvorkommen, Thermalquellen, geologische Risiken,)

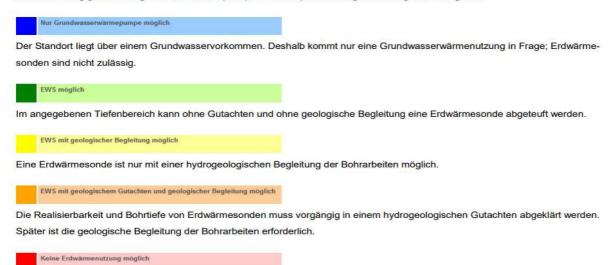
Schafisheim

Erdwärmenutzung mit Erdsonde



4. Legende: Beurteilung Erdwärmenutzung

Die Beurteilung gilt für eine gewisse Bohrtiefe (Beispiel: 0-100m) und ist aufgeteilt in folgende Kategorien.



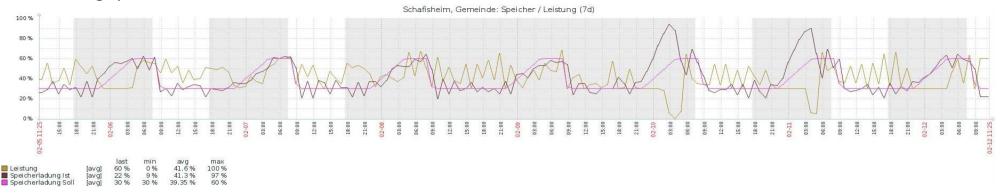
Keine Erdwärmenutzung möglich (Grundwasserschutzzonen, Grundwasserschutzareale, Salzvorkommen, Thermalquellen, geologische Risiken, ...)

Fazit: Erdwärmesonden-Wärmepumpen nur mit geologischer Begleitung machbar.

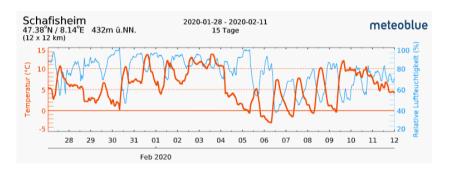
Anhang C

Speicherbetrieb, Leistungskurve Schafisheim

Aufzeichnung Speicherbetrieb zwischen dem 5. und 12. Februar 2020



Aussentemperatur zwischen dem 28. Januar und 12. Februar 2020

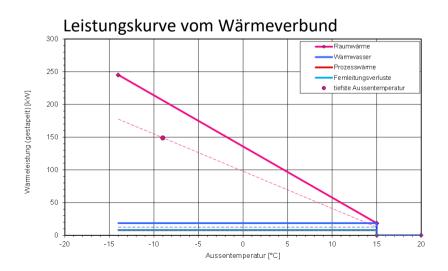


Bemerkung: Die Kesselleistung liegt im Durchschnitt bei ca. 41% (ca. 102 kW), jedoch lag die Aussentemperatur auch im geschätzten Mittel von +5°C.

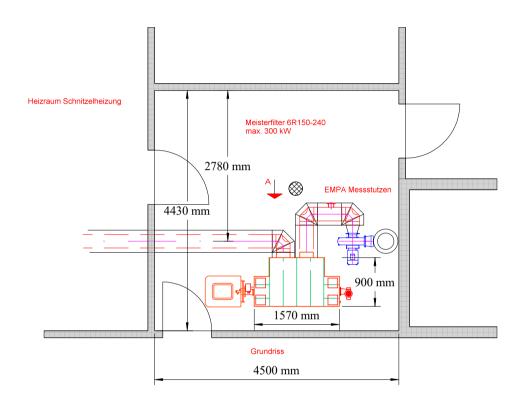
In der Nacht zum 6. Februar sank das Thermometer unter Null und zur gleichen Zeit lief der Kessel zwischen 55% und 60% (ca. 145kW).

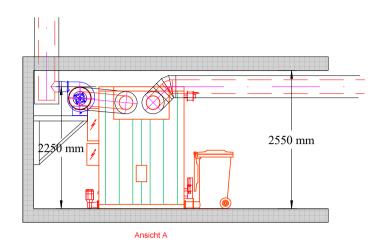
Bemerkung: Gemäss der Leistungskurve vom Wärmeverbund dürfte bei +5°C ein Leistungsbedarf von ca. 100 kW nötig sein. Bei -5°C ca. 175 kW und bei Auslegetemperatur von -9°C ca. 210 kW.

Somit steht auch fest, dass der heutige Kessel >15 % Leistungsreserve hat!



Anhang D





Schnitzelheizung	Masstab		gezeichnet	rd	11.02.2020
5503 Schafisheim		-	geprüft		
	Zeichnungs-Nr	20-01101	geändert		
Filtordisposition	Format	A4Q	geändert		
Filterdisposition			geändert		

ENERDEG Energietechnik Degen

Akazienstrasse 8 CH-4416 Bubendorf r.degen@enerdeg.ch Tel. 079 826 65 59



Anhang E

Vorschlag Anpassung für Wärmeliefervertrag Grundpreis und Arbeitspreis

mit Teilkorrektur Vertragsfehler

Total Filternachrüstung inkl. Ingenieurleistung, Bauleitung	Investition CHF 97 210	Jahreszusatzkosten CHF 7 801	Korrektur 35.50	Fr./kW
Total höhere Betriebs- & Wartungskosten E-Filter (& Korrektur Ver	CHF 6 132	1.5	Rp./kWh	
Vertragsbasis vom 23. Dezember 2010	LIK Basis Dez. 2005=100 [Apr_2010 104.7]			
	Grundpreis pro Kilowatt Anschlussleistung ab Juli 2021	GP GP neu	50.00 85.50	Fr./kW Fr./kW
	Arbeitspreis pro Kilowattstunde Energiebezug ab Juli 2021	AP AP neu	6.60 8.10	Rp./kWh Rp./kWh