



NAHWÄRMEVERSORGUNG MÜNSTERTAL

aufgestellt: tga Planungsgruppe GmbH / Mai 2021

ANALYSE DER
VERSORGUNGSSICHERHEIT
UND
AUFZEIGEN VON
LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN
ZUR ERHÖHUNG DES
BIOMASSEANTEILS

Ewald Zink
Dipl.-Ing. (FH)

Inhaltsverzeichnis

1	Bestandssituation	2
1.1	Versorgungsgebiet.....	2
1.2	Wärmeerzeugung Bestand	2
1.3	Bedarfsermittlung	2
2	Versorgungssituation mit bisheriger Heizzentrale	4
2.1	Leistungsvermögen der bisherige Heizzentrale bei voller Anschlussdichte	4
2.2	Leistungsvermögen der bisherigen Heizzentrale ohne Erweiterungsfläche und Löwenareal	4
2.3	Fazit für eine sichere Wärmeversorgung	4
3	Mögliche Varianten zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Erhöhung des Hackschnitzeinsatzes	5
3.1	Erhöhung der Versorgungssicherheit.....	5
3.1.1	Variante 1: Zubau eines Hackschnitzelkessels mit 150 kW	6
3.1.2	Variante 2: Leistungserhöhung des vorhandenen Kessels von 400 kW auf 600 kW	7
3.2	Vermehrter Hackschnitzeinsatz verbessert den Primärenergiefaktor – Was ist damit gemeint?.....	7
3.2.1	Wozu braucht man den Primärenergiefaktor	8
4	Jahresgesamtkosten der Variante 1 und Variante 2	8
4.1	Vollkostenrechnung Variante 1: Bestehender Hackschnitzelkessel mit 400 kW, ergänzender Hackschnitzelkessel mit 150 kW und Gasspitzenlastkessel mit 800 bis 926 kW	9
4.2	Vollkostenrechnung Variante 2: Bestehender Hackschnitzelkessel auf 600 kW aufgerüstet und Gasspitzenlastkessel mit 800 bis 926 kW	10
4.3	Variantenvergleich	11

1 Bestandssituation

1.1 Versorgungsgebiet

Die Gemeinde Münstertal betreibt seit 2007 ein Nahwärmenetz. Dieses Nahwärmenetz wurde im vergangenen Jahr erweitert. Die Erweiterung des Nahwärmenetzes umfasst den Wärmeverbund des bisher von der Feuerwehr versorgten Gebietes, sowie das neue Baugebiet mit dem Pfllegeheim.

Für die Versorgung des Löwenareals sollen 150 kW Heizleistung und für die Erweiterungs- und Entwicklungsfläche 100 kW berücksichtigt werden.

In der unten dargestellten Grafik sind mit den blau markierten Flächen die Bereiche der bisherigen Versorgungsbereiche, einschließlich des bisher von der Feuerwehr versorgten Gebietes, dargestellt. Hier liegen Verbrauchswerte vor, aus welchen sich die Anschlusswerte gut abschätzen lassen.

Bei den gelb markierten Flächen handelt es sich um das Neubaugebiet, die Erweiterungs- und der Entwicklungsfläche gegenüber dem Neubaugebiet sowie um das Löwenareal.



Abbildung 1 Versorgungsgebiet Nahwärme Münstertal

1.2 Wärmeerzeugung Bestand

Die Wärmeerzeugung erfolgt derzeit über einen 400 kW Hackschnitzelkessel aus dem Jahre 2005 und einen 895 kW Gasspitzenlastkessel ebenfalls aus dem Jahre 2005. Beide Wärmeerzeuger befinden sich beim Standort Schule. Insgesamt sind 1295 kW Wärmeleistung im Nahwärmenetz installiert.

1.3 Bedarfsermittlung

Anhand von aktuellen Verbräuchen bei Bestandsgebäuden (blaue Bereiche) und prognostizierten Verbräuchen bei Neuanschlüssen (gelbe Bereiche) wurde unter Zugrundelegung eines vollständigen Anschlusses eine Bedarfsermittlung durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Anschlussnehmer mit den dazugehörigen Verbräuchen dargestellt.

tga Planungsgruppe GmbH • Karlsruher Straße 3 • 79108 Freiburg
 Beratende Ingenieure • Technische Gebäudeausrüstung • Tel.: 0761/ 611 40-0 • Fax: 0761/ 611 40-11

Projekt: 21.01
 Bezug: Nahwärmeversorgung Münstertal
 Aufgelistet: DH, 31.05.2021

Übersicht Nahwärmenetz

Klimafaktor:
1,15

Gebäude	Straße	Gebäudetyp	Gebäudezustand	Anschlusswert kW	Heizlast kW	Wärmebedarf kWh	Volllast- stunden	WW-Anteil %	WW-Heizlast kW
Gemeinde									
Schule und Halle		Schule	/	400	255,4	485.300	1.900	3,4	1,88
Kindergarten	Brühlweg	Kindergarten	/	70	52,9	79.350	1.500	3,4	0,31
Ärztelhaus	Wasen 51	Krankenhaus	/	80	56,6	107.525	1.900	19	2,33
Rathaus	Wasen 47	Büro/Rathaus	/	80	57,2	97.175	1.700	4,6	0,51
Post	Wasen 43	Büro/Rathaus	/	25	16,2	27.600	1.700	4,6	0,14
Bestandsgebäude	Wasen 55	MFH	Standard 1969-78	60	40	77.960	1.949	19	1,69
Geplanter Neubau/Anschluss									
Pflegeheim	Eichbodenweg	Alten-/Pflegeheim	/	121	100	190.000	1.900	10	2,17
Einfamilienhaus	Eichbodenweg	EFH	Kfw 55 Standard	14	10	11.140	1.114	44	0,56
Mehrfamilienhäuser, 3x	Eichbodenweg	MFH	Kfw 55 Standard	156	120	146.760	1.223	44	7,37
Mehrfamilienhaus Reserve	Eichbodenweg	MFH	Kfw 55 Standard	14	14	17.122	1.223	44	0,86
Reihenhäuser, 8x	Eichbodenweg	RH	Kfw 55 Standard	80	64	64.576	1.009	44	3,24
Doppelhaushälften, 3x	Eichbodenweg	MFH	Kfw 55 Standard	41	32	39.136	1.223	44	1,97
Privat, 5x	Eichbodenweg	EFH	Kfw 55 Standard	69	50	55.700	1.114	44	2,80
Reserve / Entwicklungsfläche		MFH	Kfw 55 Standard	100	100	122.300	1.223	44	6,14
5 Blöcke	Löwenareal	MFH	Kfw 55 Standard	200	150	183.450	1.223	44	9,21
Privateigentum									
	Wasen 49	MFH	Standard 1969-78	45	23,6	46.000	1.949	19	1,00
	Parkweg 1	MFH	ENEV 2009	38	27,4	35.075	1.279	33	1,32
	Parkweg 2	MFH	ENEV 2009	37	31,0	39.675	1.279	33	1,49
	Parkweg 3	MFH	ENEV 2009	37	30,1	38.525	1.279	33	1,45
	Erwin Pfefferle Weg 6	MFH	Standard 1995-2009	40	46,8	74.750	1.596	12	1,02
	Erwin Pfefferle Weg 8	MFH	Standard 1995-2009	40	49,7	79.350	1.596	12	1,09
	Belchenstraße 24	EFH	Standard 1995-2009	15	19,7	31.050	1.575	12	0,43
	Brühlweg 1	EFH	Standard 1995-2009	20	36,5	57.500	1.575	12	0,79
	Brühlweg 4b	EFH	Standard 1995-2009	10	9,1	14.375	1.575	12	0,20
	Alte Landstraße	MFH	Standard 1995-2009	40	40	63.840	1.596	22	1,60
Wärmeverbund Feuerwehr									
Malteser/Bergwacht		Büro/Rathaus	/	15	13,5	23.000	1.700	4,6	0,12
Feuerwehrgerätehaus		Büro/Rathaus	/	70	63,6	108.100	1.700	4,6	0,57
	Münster 16a	EFH	Standard 1995-2009	11	1,8	2.875	1.575	12	0,04
	Münster 16e	MFH	Standard 1995-2009	50	21,1	33.632	1.596	12	0,46
Netzverluste					30	258.859			
Summe Bestand					892	1.522.657	17		
Summe Neubau + Erweiterung					640	830.184	34		
Summe Gesamt					1.562	2.611.700	51		

Grundlast WW-Bereitung	51
Grundlast Netzverluste	30
Summe Grundlast	81

Wärmebedarf anhand von Heizlast und Volllaststunden
 Wärmebedarf 01/2020 bis 01/2021 anhand Wärmemengenzähler und mit Klimafaktor bereinigt

Abbildung 2 Wärmebedarf der einzelnen Anschlussnehmer

2 Versorgungssituation mit bisheriger Heizzentrale

2.1 Leistungsvermögen der bisherige Heizzentrale bei voller Anschlussdichte

Die bestehende Heizzentrale am Standort Schule hat, wie unter Absatz 1.2 aufgeführt, eine Gesamtheizleistung von 1295 kW.

Der Abbildung 2 ist zu entnehmen, dass das Versorgungsgebiet eine Heizlast von 1562 kW hat. Unter der Annahme von 90 % Gleichzeitigkeit wäre eine Heizleistung von mind. 1405 kW erforderlich. Bei Vollanschluss würde das einer Unterdeckung von ca. 110 kW bis 270 kW bedeuten. Eine vollständige gesicherte Versorgung mit den bisherigen Wärmeerzeugern ist mit der vorhandenen Anlage nicht möglich.

2.2 Leistungsvermögen der bisherigen Heizzentrale ohne Erweiterungsfläche und Löwenareal

Unter der Annahme, dass die Erweiterungsfläche und das Löwenareal kurzfristig nicht angeschlossen werden ergibt sich eine Heizlast von ca. 1312 kW. Damit wäre die bisherige Leistungsfähigkeit der vorhandenen Heizzentrale am Anschlag. Gleichzeitig würde der Gasspitzenlastkessel ca. 30 % der Gesamtjahresarbeit leisten.

Der vermehrte Erdgaseinsatz würde den Primärenergiefaktor des Wärmenetzes deutlich verschlechtern. Die Bedeutung des Primärenergiefaktors wird in Absatz 3.2 näher erläutert.

Gleichzeitig steigen die Kosten des Brennstoffbezuges durch das ungünstige Verhältnis zwischen Hackschnitzeleinsatz und Erdgaseinsatz deutlich an.

Auch die CO₂ Abgabe, welche auf fossile Brennstoffe erhoben wird und sich in Zukunft stetig erhöhen wird, spricht gegen eine weitere Erhöhung des Erdgaseinsatzes.

2.3 Fazit für eine sichere Wärmeversorgung

Wie die vorhergehenden Erläuterungen zeigen, ist die vorhandene Heizzentrale an der Leistungsgrenze angekommen. Unsere Berechnungen decken sich mit den Erfahrungen des Betreibers. Im vergangenen Jahr kam es zu Ausfall der Hackschnitzelheizung, sodass nur die 895 kW Heizleistung aus dem Gasspitzenlastkessel zur Verfügung standen. Die damals herrschenden Außentemperaturen bewegten sich um den Gefrierpunkt. Das Pflegeheim war mit seiner Bauheizung schon am Netz angeschlossen. Bei diesem Betriebspunkt war der Gasspitzenlastkessel mit 895 kW an seiner Leistungsgrenze angekommen.

Unsere nachfolgenden Berechnungen zeigen, dass beim Zubau von 150 kW bis 200 kW Hackschnitzelkesselleistung sich der Erdgaseinsatz auf 8 % bis 15 % begrenzen lässt. Das wirkt sich sowohl positiv auf den Primärenergiefaktor als auch auf die Energiebezugskosten aus.

Auch der Zubau eines weiteren neuen Gasbrennwertkessels mit ca. 800 kW wäre aus Sicht der Versorgungssicherheit dringend zu empfehlen. Derzeit wäre beim Ausfall des bestehenden Hackschnitzelkessels die Versorgungssicherheit nicht mehr gewährleistet.

3 Mögliche Varianten zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Erhöhung des Hackschnitzeleinsatzes

3.1 Erhöhung der Versorgungssicherheit

Als kurzfristig umsetzbare Maßnahme lässt sich der Zubau einer 800 kW Gasbrennwertkesselanlage realisieren. Im vorhandenen Heizraum gibt es dafür allerdings keine Platzreserven, sodass ein neuer Standort gefunden werden muss.

Ein möglicher Standort in räumlicher Nähe zum Heizraum wäre ein Teil vom Stuhllager. Dieser Raum müsste als Aufstellraum vom übrigen Stuhllager abgetrennt werden. Die Abgasführung wäre dann an der Giebelwand der Sporthalle zu realisieren. Der ganze Umbau müsste als Nutzungsänderung mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden.

Der Zubau dieses Gasbrennwertkessels würde ausschließlich die Versorgungssicherheit erhöhen. Die Einbausituation ist in nachfolgender Skizze dargestellt.

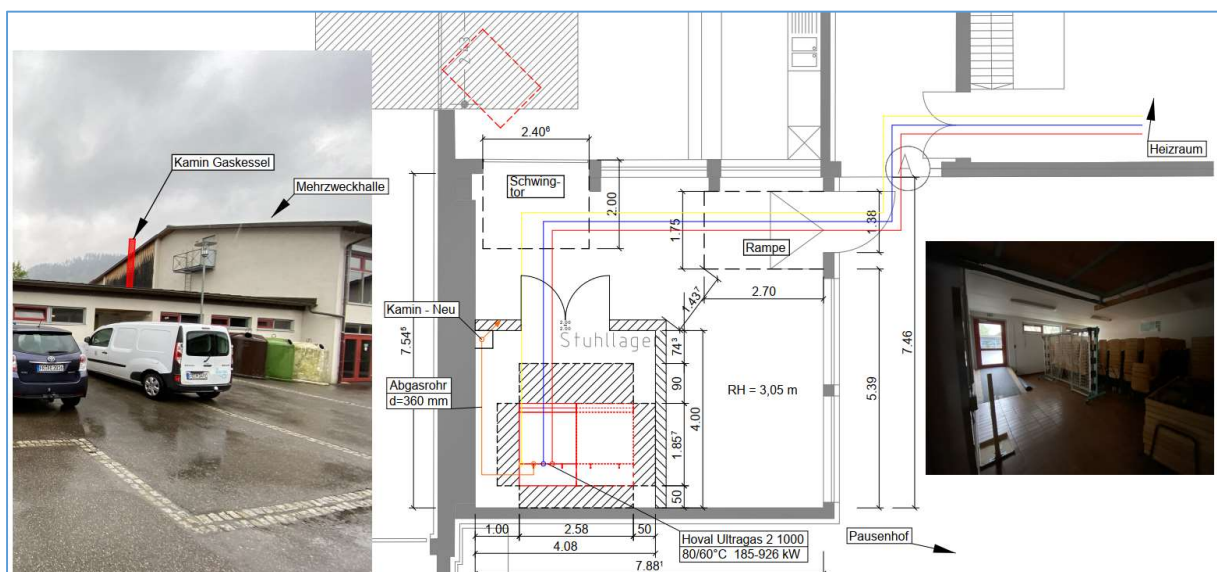


Abbildung 3 Spitzenlastkessel 800 kW - 926 kW im abgetrennten Aufstellraum im Stuhllager

3.1.1 Variante 1: Zubau eines Hackschnitzelkessels mit 150 kW

Der Zubau eines neuen kleineren Hackschnitzelkessels mit ca. 150 kW wäre im Raum zwischen Pufferspeicher und Treppenhaus möglich. Die Abgasführung erfolgt dabei über alle Geschosse bis über das Dach. Das neue Hackschnitzellager ist in Verlängerung des bestehenden Hackschnitzellagers mit einem Volumen von 60 bis 70 m³ möglich. Die räumliche Situation ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

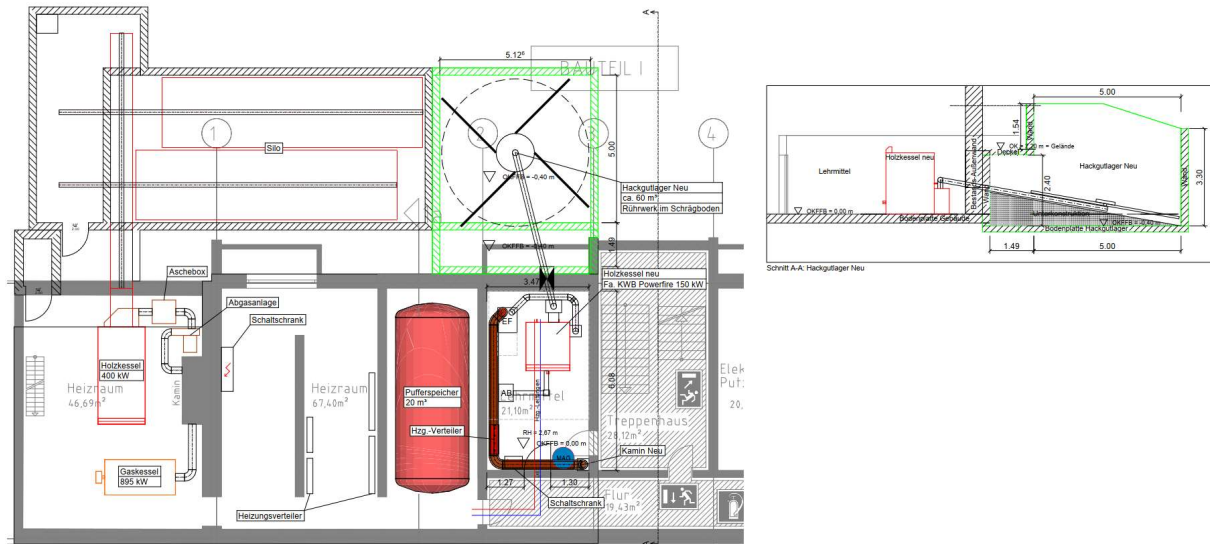


Abbildung 4 Zubau eines 150 kW Hackschnitzelkessels und eines Hackschnitzellagers in Verlängerung des bestehenden Lagers

In den beiden folgenden Diagrammen ist für diese Betriebsweise die ungeordnete und geordnete Jahresdauerlinie dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass der kleinere Hackschnitzelkessel (150 kW) in den Sommermonaten den kompletten Wärmebedarf deckt und in den Wintermonaten den bisherigen größeren Hackschnitzelkessel (400 kW) unterstützt.

Durch den Zubau eines 150 kW Holz hackschnitzelkessels lässt sich der jährliche Erdgaseinsatz von ca. 30 % auf 8 % reduzieren. Der Primärenergiefaktor für das Wärmenetz beträgt dabei ca. 0,34.

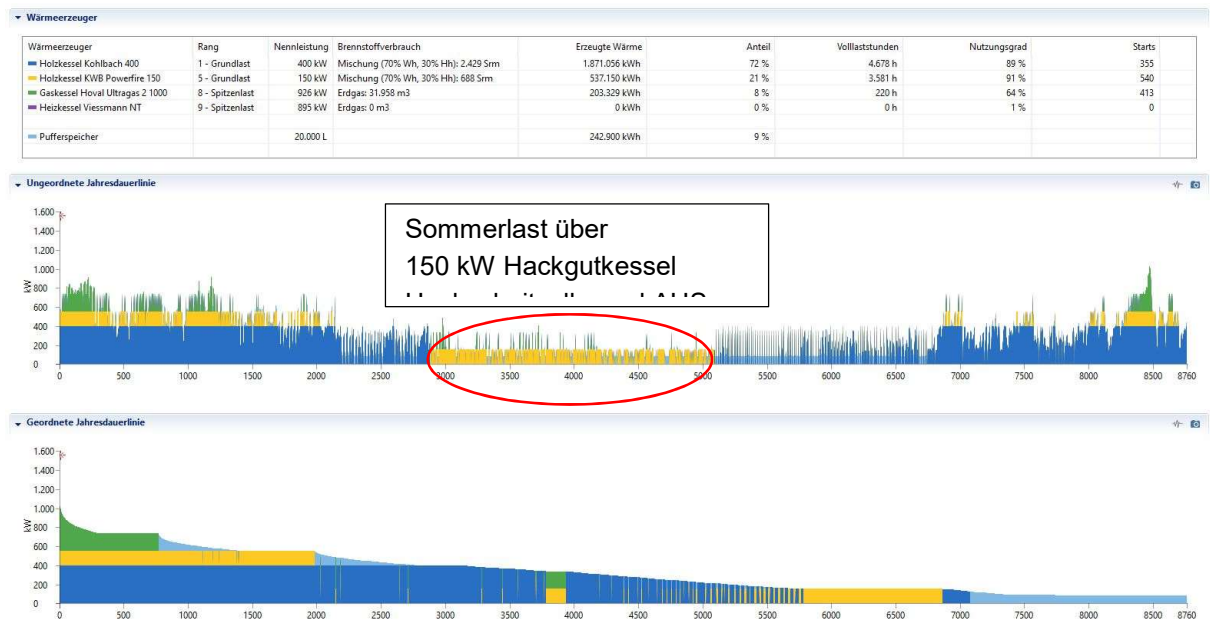


Abbildung 5 Jahresdauerlinie 400 kW + 150 kW Hackgutkessel, 800 - 926 kW Gasspitzenlastkessel

3.1.2 Variante 2: Leistungserhöhung des vorhandenen Kessels von 400 kW auf 600 kW

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Wärme aus Biomasse wäre die Umrüstung des vorhandenen 400 kW Hackschnitzelkessels auf eine Leistung von 600 kW.

Die Fa. Kohlbach hat sich die Situation vor Ort angeschaut und ein Richtkostenangebot vorgelegt. Der Umbau würde den Tausch des oberen Kesselkörpers, der Kesselrohrabreinigung, der thermischen Ablaufsicherung, des Fliehkraftstaubabscheiders und des Rauchgasventilators beinhalten. Durch diesen Umbau liegt die minimale Leistungsabgabe bei ca. 180 kW. Der Hersteller stellt in Aussicht, dass bei guter Hackschnitzelqualität auch eine Minimalleistung von 120 kW erreicht werden kann. Die derzeitige Minimallast wird im Sommer aus Warmwasserbereitung und Netzverlusten gemäß Abbildung 2 mit ca. 80 kW erreicht. Wir gehen deshalb davon aus, dass es bei einer Erhöhung der Kesselleistung auf 600 kW wieder zu einem Abschalten des Holzhackschnitzelkessels im Sommer kommen wird. Die Sommerlast muss dann über den Gasspitzenlastkessel gedeckt werden.

In den beiden folgenden Diagrammen ist für diese Betriebsweise die ungeordnete und geordnete Jahresdauerlinie dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass der Hackschnitzelkessel in den Sommermonaten außer Betrieb sein wird. Der Einsatz von Erdgaswärme steigt somit auf 14 % der jährlich benötigten Wärmemenge. Der Primärenergiefaktor für das Wärmenetz beträgt dabei ca. 0,41.

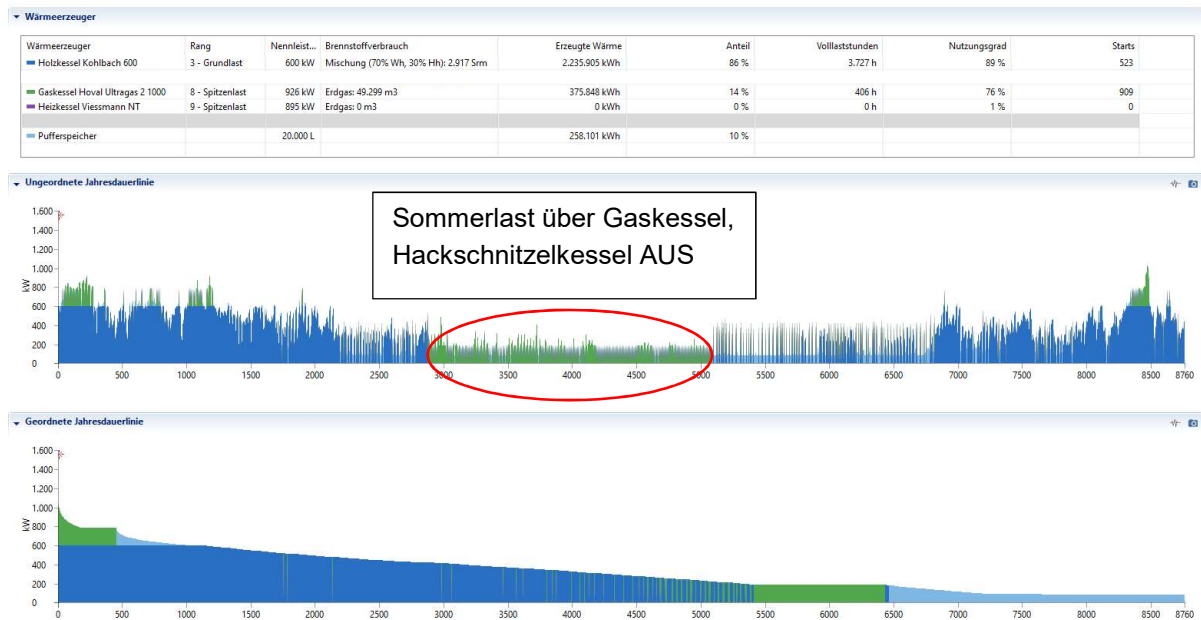


Abbildung 6 Jahresdauerlinie 600 kW Hackgutkessel mit 800 - 926 kW Gasspitzenlastkessel

3.2 Vermehrter Hackschnitzeinsatz verbessert den Primärenergiefaktor – Was ist damit gemeint?

Der Begriff Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem unmittelbar messbaren (End-) Energiebedarf eines Energieträgers wie Strom, Erdgas oder eben Fernwärme auch die vorgelagerten Prozessketten, die zu seiner Förderung, Aufbereitung, Umwandlung und Verteilung aufgewendet werden müssen. Das Verhältnis von Primär- zu Endenergie wird Primärenergiefaktor genannt.

In Deutschland wird über die Energieeinsparverordnung EnEV die zulässige Jahresmenge des Primärenergieverbrauches von Gebäuden begrenzt. Dieser Primärenergieverbrauch wird aus den gewählten Energieträgern und ihren jeweiligen Primärenergiefaktoren mit dem in der Planung berechneten Energiebedarf ermittelt. Die Norm listet die Energieträger mit ihrem Primärenergiefaktor f_p insgesamt sowie für den nicht-erneuerbaren Anteil auf. Beispielsweise hat Erdgas einen

Primärenergiefaktor von 1,1. Holz hingegen wird mit einem Primärenergiefaktor von 0,2 bewertet. Damit wird ein Anteil von 20 %, bezogen auf den Energieinhalt des Brennstoffes Holz, als fossiler Energieaufwand von der Motorsäge, über die Zerkleinerung bis zum Transport zur Feuerung angesetzt.

3.2.1 Wozu braucht man den Primärenergiefaktor

Werden Gebäude über Fernwärme beheizt, so ist zur Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs im Rahmen der Baugenehmigung der Primärenergiefaktor der Fernwärme erforderlich. Dieser ist zusammen mit der Berechnung des Wärmebedarfes zur Beheizung, Warmwasserbereitung und zur Deckung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle zur Nachweisführung nach Energieeinsparverordnung (EnEV) erforderlich. **Ein guter, d. h. niedriger Primärenergiefaktor ist ein Vermarktungsargument für den Fernwärmenetzbetreiber**, da er den Errichtern und Betreibern von Gebäuden, also z. B. Bauträgern und Wohnungsbaugesellschaften **die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben erleichtert**. Durch einen niedrigeren Primärenergiefaktor verringern sich die Anforderungen an die Gebäudehülle, so dass **bei Neubau und Sanierung Geld gespart werden kann und zudem die Inanspruchnahme von Fördermöglichkeiten z.B. der KfW erleichtert wird**.

Die Primärenergiefaktoren für Fernwärmenetze müssen aufgrund der individuellen Zusammensetzung der Wärmeerzeugung z.B. Anteil Gas und Anteil Holz und sonstiger spezifischer Rahmenbedingungen berechnet werden. Die Berechnung von Primärenergiefaktoren zur energetischen Bewertung von Fernwärmenetzen erfolgt nach dem Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1 „Energetische Bewertung von Fernwärme – Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme“. Die Bescheinigung über die energetische Bewertung der Fernwärme nach AGFW FW 309-1 darf nur von einem „fp-Gutachter FW 609“ ausgestellt werden.

Die in diesem Bericht genannten fp-Faktoren wurden im Rahmen einer nicht zertifizierten Berechnung ermittelt und dienen der qualitativen Abschätzung der Varianten.

4 Jahresgesamtkosten der Variante 1 und Variante 2

Die Variante 1 und Variante 2 wurden einer Vollkostenrechnung unterworfen. Bei beiden Varianten wurde ein Gasspitzenlastkessel, welcher die Versorgungssicherheit erhöht berücksichtigt. Die Kapitalkosten der bestehenden Hackschnitzelheizung bleiben bei der Betrachtung unberücksichtigt da diese in der Höhe bei beiden Varianten gleich sind.

Der Zinssatz wurde mit 2 % angenommen. Die Nutzungsdauer für die neuen technischen Anlagenteile wurde mit 20 Jahren angesetzt. Bei baulichen Anlagenteilen wie dem Hackschnitzelbunker gehen wir von einer Nutzungsdauer von 40 Jahren aus.

Die jährlichen Vollkosten teilen sich in die Kostenblöcke

- Kapitalgebundene Kosten in €/a,
- Wartung und Instandhaltung €/a,
- und Brennstoffkosten €/a

auf. In den nachfolgenden Tabellen sind diese Werte in den letzten drei Spalten abzulesen.

4.1 Vollkostenrechnung Variante 1: Bestehender Hackschnitzelkessel mit 400 kW, ergänzender Hackschnitzelkessel mit 150 kW und Gasspitzenlastkessel mit 800 bis 926 kW

tga Planungsgruppe • Karlsruher Straße 3 • 79108 Freiburg							
Beratende Ingenieure • Technische Gebäudeausrüstung • Tel.: 0761/ 611 40- 0 • Fax: 0761/ 611 40-11							
Projekt:	21.01 Wärmeversorgung Münstertal						
Bauherr:	Gemeinde Münstertal						
Gewerk:	Hackschnitzelkessel 400 kW + 150kW + Gasspitze 926kW						
	Kapitaldienst, Wartungs- und Instandhaltungskosten:						
Datum:	28.05.2021						
Zinssatz:	2	%	1,02				
Erzeugte Wärme ab Kessel	2.611.535	kWh/a					
Hackschnitzelkessel 1 400 kW	1.871.056	kWh/a					
Hackschnitzelkessel 2 150 kW	537.150	kWh/a					
Gaskessel 1 895 kW	0	kWh/a					
Gaskessel 2 926 kW	203.329	kWh/a					
Brennstoff	Hackschnitzel						
Brennstoffbedarf	3.117	Srm	(Mischung 70%Wh, 30% Hh)				
Brennstoffpreis	19,26	€/Srm					
Jahresbrennstoffkosten	60.033	€/a					
Brennstoff	Erdgas						
Brennstoffbedarf	319.580	kWh/a					
Brennstoffpreis	0,0467	€/kWh					
Brennstoffkosten Gas	14.909	€/a					
CO2 Steuer ca. 0,6 cent/kWh	1.917	€/a	ab 01.01.2021 mit 25 €/to (... steigt bis 2025 auf 55€/to)				
Jahresbrennstoffkosten	16.827	€/a					
Bezeichnung	Investition Kosten (€ brutto)	Nutzungsdauer in Jahren (a)	Wartung Instandhaltung (%)	Annuität	kapitalgebundene Kosten (€/a)	Wartung Instandhaltung Kosten (€/a)	Brennstoff Kosten (€/a)
Gasbrennwertkessel 800 kW	82.000,00	20,00	3,00	0,06116	5.014,85	2.460,00	
Hackschnitzelkessel 150 kW	90.000,00	20,00	4,00	0,06116	5.504,10	3.600,00	
Abgasanlage	17.000,00	20,00	1,00	0,06116	1.039,66	170,00	
Heizraumzuluft	2.000,00	20,00	1,00	0,06116	122,31	20,00	
Druckhaltung	4.000,00	20,00	1,00	0,06116	244,63	40,00	
Heizungswasseraufbereitung	4.000,00	20,00	1,00	0,06116	244,63	40,00	
Wärmeverteilnetz / Pumpen	25.000,00	20,00	1,00	0,06116	1.528,92	250,00	
Dämmung	8.000,00	20,00	1,00	0,06116	489,25	80,00	
Gasversorgung	5.000,00	20,00	1,00	0,06116	305,78	50,00	
Wasser / Abwasser	4.000,00	20,00	1,00	0,06116	244,63	40,00	
Regelungstechnik	25.000,00	20,00	3,00	0,06116	1.528,92	750,00	
Elektroinstallationen	15.000,00	20,00	1,00	0,06116	917,35	150,00	
Allgemeine Bauarbeiten	130.000,00	40,00	0,50	0,03656	4.752,25	650,00	
Nebenkosten, Allgemein (20%)	82.200,00	20,00		0,06116	5.027,08	0,00	
Wartung und Instandhaltung bestehender Hackschnitzelkessel						5.000,00	
Personaleinsatz (200x40€)						8.000,00	
Brennstoff Erdgas							16.826,77
Brennstoff Hackschnitzel							60.033,42
Summen	493.200,00				26.964,37	21.300,00	76.860,19
jährliche Kosten:					125.124,56	(Kapital + W/I + Brennstoff)	

Abbildung 7 Vollkostenrechnung Variante 1

4.2 Vollkostenrechnung Variante 2: Bestehender Hackschnitzelkessel auf 600 kW aufgerüstet und Gasspitzenlastkessel mit 800 bis 926 kW

tga Planungsgruppe • Karlsruher Straße 3 • 79108 Freiburg							
Beratende Ingenieure • Technische Gebäudeausrüstung • Tel.: 0761/ 611 40-0 • Fax: 0761/ 611 40-11							
Projekt:	21.01 Wärmeversorgung Münstertal						
Bauherr:	Gemeinde Münstertal						
Gewerk:	Jahresgesamtkosten brutto			Hackgutkessel 600 kW + Gasspitze 926kW			
	Kapitaldienst, Wartungs- und Instandhaltungskosten:						
Datum:	28.05.2021						
Zinssatz:	2	%	1,02				
Erzeugte Wärme ab Kessel	2.611.753	kWh/a					
Hackschnitzelkessel 1 600 kW	2.235.905	kWh/a					
Hackschnitzelkessel 2	0	kWh/a					
Gaskessel 1 895 kW	0	kWh/a					
Gaskessel 2 926 kW	375.848	kWh/a					
Brennstoff	Hackschnitzel						
Brennstoffbedarf	2.917	Srm	(Mischung 70%Wh, 30% Hh)				
Brennstoffpreis	19,26	€/Srm					
Jahresbrennstoffkosten	56.181	€/a					
Brennstoff	Erdgas						
Brennstoffbedarf	492.990	kWh/a					
Brennstoffpreis	0,0467	€/kWh					
Brennstoffkosten Gas	22.999	€/a					
CO2 Steuer ca. 0,6 cent/kWh	2.958	€/a	ab 01.01.2021 mit 25 €/to (... steigt bis 2025 auf 55€/to)				
Jahresbrennstoffkosten	25.957	€/a					
Bezeichnung	Investition Kosten (€ brutto)	Nutzungsdauer in Jahren (a)	Wartung Instandhaltung (%)	Annuität	kapitalgebundene Kosten (€/a)	Wartung Instandhaltung Kosten (€/a)	Brennstoff Kosten (€/a)
Gasbrennwertkessel 800 kW	82.000,00	20,00	3,00	0,06116	5.014,85	2.460,00	
Hackschnitzelkessel 600 kW	170.000,00	20,00	4,00	0,06116	10.396,64	6.800,00	
Abgasanlage	10.000,00	20,00	1,00	0,06116	611,57	100,00	
Heizraumzuluft	1.000,00	20,00	1,00	0,06116	61,16	10,00	
Druckhaltung	3.000,00	20,00	1,00	0,06116	183,47	30,00	
Heizungswasseraufbereitung	4.000,00	20,00	1,00	0,06116	244,63	40,00	
Wärmeverteilnetz / Pumpen	15.000,00	20,00	1,00	0,06116	917,35	150,00	
Dämmung	6.000,00	20,00	1,00	0,06116	366,94	60,00	
Gasversorgung	5.000,00	20,00	1,00	0,06116	305,78	50,00	
Wasser / Abwasser	4.000,00	20,00	1,00	0,06116	244,63	40,00	
Regelungstechnik	25.000,00	20,00	3,00	0,06116	1.528,92	750,00	
Elektroinstallationen	10.000,00	20,00	1,00	0,06116	611,57	100,00	
Allgemeine Bauarbeiten	0,00	40,00	0,50	0,03656	0,00	0,00	
Nebenkosten, Allgemein (20%)	67.000,00	20,00		0,06116	4.097,50	0,00	
Wartung und Instandhaltung bestehender Hackschnitzelkessel							
Personaleinsatz (200hx40€)						8.000,00	
Brennstoff Erdgas							25.957,28
Brennstoff Hackschnitzel							56.181,42
Summen	402.000,00				24.585,00	18.590,00	82.138,70
				jährliche Kosten:	125.313,70	(Kapital + W/I + Brennstoff)	

Abbildung 8 Vollkostenrechnung Variante 2

4.3 Variantenvergleich

Variante 1:

Bestehender Holzhackschnitzelkessel und Gasspitzenlastkessel bleiben unverändert. Zur Erhöhung des Biomasseanteils wird im benachbarten Raum ein ergänzender Holzhackschnitzelkessel mit 150 kW installiert. In Verlängerung des bestehenden Hackschnitzellagers wird ein neues Hackschnitzellager gebaut. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wird ein zusätzlicher Gasbrennwertkessel mit 800 - 1000 kW installiert.

Variante 2:

Der bestehende Hackschnitzelkessel aus dem Jahre 2005 wird wasserseitig und abgasseitig neu aufgebaut. Dadurch wird die Leistung von 400 kW auf 600 kW erhöht. Ein Sommerbetrieb in Schwachlastzeiten ist bei einer angenommen Minimalleistung von 30 % der Kesselleistung nicht möglich. In den Sommermonaten wird der Gasspitzenlastkessel weiterhin die Last übernehmen müssen. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wird ein zusätzlicher Gasbrennwertkessel mit 800 - 1000 kW installiert.

Der Zubau des oben erwähnten Gasbrennwertkessel mit ca. 800 kW wäre aus Sicht der Versorgungssicherheit dringend zu empfehlen. Derzeit wäre beim Ausfall des Hackschnitzelkessels die Versorgungssicherheit nicht mehr gewährleistet. Sollte der Zubau in Frage gestellt werden, wäre zumindest die Anschlussmöglichkeit einer mobilen Heizzentrale vorzubereiten.

tga Planungsgruppe • Karlsruher Straße 3 • 79108 Freiburg								
Beratende Ingenieure • Technische Gebäudeausrüstung • Tel.: 0761/ 611 40- 0 • Fax: 0761/ 611 40-11								
Projekt:	21.01 Wärmeversorgung Münstertal							
Bauherr:	Gemeinde Münstertal		Variantenvergleich					
	Jahresgesamtkosten brutto							
	Kapitaldienst, Wartungs- und Instandhaltungskosten							
Datum:	28.05.2021							
Bezeichnung	Investition Kosten (€ brutto)	Primärenergie- faktor Wärmenetz fp	Brennstoff- anteil in (%)	kapitalgebundene Kosten (%)	Wartung Instandhaltung (€/a)	Brennstoff Kosten (€/a)	Gesamt Kosten (€/a)	
Variante 1	493.200,00	0,34	Holz 92 % Gas 8 %	26.964 €	21.300 €	60.033 € 16.827 €	125.124,56	
Variante 2	402.000,00	0,41	Holz 86 % Gas 14 %	24.585 €	18.590 €	56.181 € 25.957 €	125.313,70	

Abbildung 9 Variantenvergleich



aufgestellt am 28.05.2021:

Dipl.- Ing. (FH) Ewald Zink

tga Planungsgruppe GmbH