

Gemeinde Starzach-Felldorf

Energiekonzept für
- Bürgerhaus
- Kindergarten
- Feuerwehrgerätehaus

Projekt-Nr. 72181-003

7. November 2016 vb / ls

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen und IST Zustand.....	4
1.1	Allgemeines.....	4
1.2	Bürgerhaus.....	5
1.2.1	Bestandsdarstellung.....	5
1.2.2	Energiebilanz IST.....	7
1.3	Kindergarten.....	8
1.3.1	Bestandsdarstellung.....	8
1.3.2	Energiebilanz	11
1.4	Feuerwehrhaus	12
1.4.1	Bestandsdarstellung.....	12
1.5	Zusammenfassung Bestand	15
2	Dezentrale Kesselanlagen	16
2.1	Technische Umsetzung	16
2.2	Investitionskosten	17
2.3	Energiebilanz.....	18
2.4	Jahreskosten	18
3	Zentrale Pelletanlage.....	19
3.1	Technische Umsetzung	19
3.2	Investitionskosten	20
3.3	Energiebilanz.....	20
3.4	Jahreskosten	20
4	Zentrale BHKW Anlage.....	21
4.1	Technische Umsetzung	21
4.2	Investitionskosten	22
4.3	Energiebilanz.....	22
4.4	Jahreskosten	23
5	Zusammenfassung.....	24
5.1	Umweltbilanz	24
5.2	Wirtschaftlichkeitsvergleich.....	25
5.3	Empfehlung	27

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1-1: Ansicht Bürgerhaus und Rathaus	5
Abbildung 1-2: Kesselanlage Bürgerhaus	6
Abbildung 1-3: Wärmeverteiler	6
Abbildung 1-4: Ansicht Kindergarten	8
Abbildung 1-5: Kessel Kindergarten	9
Abbildung 1-6: WWB Kindergarten	10
Abbildung 1-7: Wärmeverteilung Kiga	10
Abbildung 1-8: Ansicht Feuerwehrhaus mit Wohnungen	12
Abbildung 1-9: Speicherheizkörper FWH	13
Abbildung 1-10: Heizter FWH-Halle	13
Abbildung 3-1: Lageplan Nahwärmenetz mit Pelletanlage	19
Abbildung 4-1: Lageplan Nahwärme BHKW	21
Abbildung 4-2: Geordnete Jahresdauerlinie	21
Abbildung 5-1: Primärenergiebedarf	24
Abbildung 5-2: CO ₂ Emissionen	25
Abbildung 5-3: Energiekosten	26
Abbildung 5-4: Jahreskosten	26
Tabelle 1-1: Energiebilanz Bürgerhaus	7
Tabelle 1-2: Energiebilanz Kindergarten	11
Tabelle 1-3: Energiebilanz FWH	14
Tabelle 1-4: Energie- und Umweltbilanz	15
Tabelle 5-1: Umweltbilanz	24
Tabelle 5-2: Energie- und Umweltbilanz	25

1 Grundlagen und IST Zustand

1.1 Allgemeines

In Starzach-Felldorf sind die Heizungsanlagen

- Bürgerhaus
- Kindergarten
- Feuerwehrgerätehaus mit Wohnung

sanierungsbedürftig.

Nach dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz BaWü (EWärmeG) muss bei der Sanierung der Kesselanlagen ein regenerativer Energieanteil von 15 % berücksichtigt werden. Dieser Anteil kann erreicht werden durch:

- Anlagen unter 50 kW: 10 % durch Bioöl, Rest durch Sonstiges (s.u.)
- Holzpellets
- BHKW
- Solar thermisch
- Solar elektrisch: PV
- Sanierung Gebäude (Sanierungsfahrplan)
- Elektrische Wärmepumpe
- Mix von o.g. Maßnahmen

1.2 Bürgerhaus

1.2.1 Bestandsdarstellung



Abbildung 1-1: Ansicht Bürgerhaus und Rathaus

Kessel

Fabrikat: Viessmann

Typ: Paromat Simplex

Leistung: 105 kW Öl

Baujahr: 1996

Rücklaufanhebung mit Bypasspumpe

MAG: 400 l

Heizzentrale im 1. OG

Öltank 10.000 l

Wärmeverteiler

- Einspeisung: DN 50; mit WMZ
- FBH EG Bürgerhaus: DN 32; Pumpe VPE 32-80; AT-Mischer
- HK Gesangsverein: DN 25; Pumpe UPE 25-60; AT-Mischer
- Lüftung: DN 32; UPE 32-80; Mischer
- HK Rathaus: DN 25; UPE 25-60; AT-Mischer
- FBH Halle; DN 25; UPE 25-60; AT-Mischer



Abbildung 1-2: Kesselanlage Bürgerhaus



Abbildung 1-3: Wärmeverteiler

Zustand

Die Kesselanlage ist 20 Jahre alt. Am Verteiler sind alle Armaturen nicht isoliert. Die Pumpen und die Regelung sind veraltet. Wärmemengenzähler (WMZ) sind veraltet.

Empfehlung Maßnahmen

- Kesselsanierung
- Armaturen isolieren
- Pumpensanierung
- Regelung erneuern
- ggf. Verteiler und Armaturen erneuern

1.2.2 Energiebilanz IST

	Bürgerhaus	500 m ² Schätzung		
			bereinigt	
	Ölverbrauch l/a	Klimafaktor kWh/a	Ölverbrauch kWh/a	Stromverbrauch kWh/a
2013	5.359	53.587	1,04	51.526
2014	4.259	42.592	0,88	48.400
2015	4.744	47.437	1,02	46.507
Mittel	4.787	47.872	0,98	48.811

Tabelle 1-1: Energiebilanz Bürgerhaus

Strombedarf	10.878 kWh/a
bereinigter durchschnittlicher Ölverbrauch	48.811 kWh/a
Wärmebedarf	40.513 kWh/a
	= 40,5 MWh/a
Primärenergiebedarf	73 MWh/a
CO ₂ Emission Öl + Strom	29 t/a

1.3 Kindergarten

1.3.1 Bestandsdarstellung



Abbildung 1-4: Ansicht Kindergarten

Heizzentrale im DG:

Kessel

Fabrikat: Viessmann

Typ: Vitola biferral

Leistung: 21 kW

Baujahr: 1988

Öltank: 5.000 l

MAG: 30 l

Verteiler Kiga:

- Warmwasser WWB (200 l)
- FBH UPS 25-60; Mischer (Fußbodenheizung)
- Radiator; RS 25/60 r; Mischer



Abbildung 1-5: Kessel Kindergarten



Abbildung 1-6: WWB Kindergarten

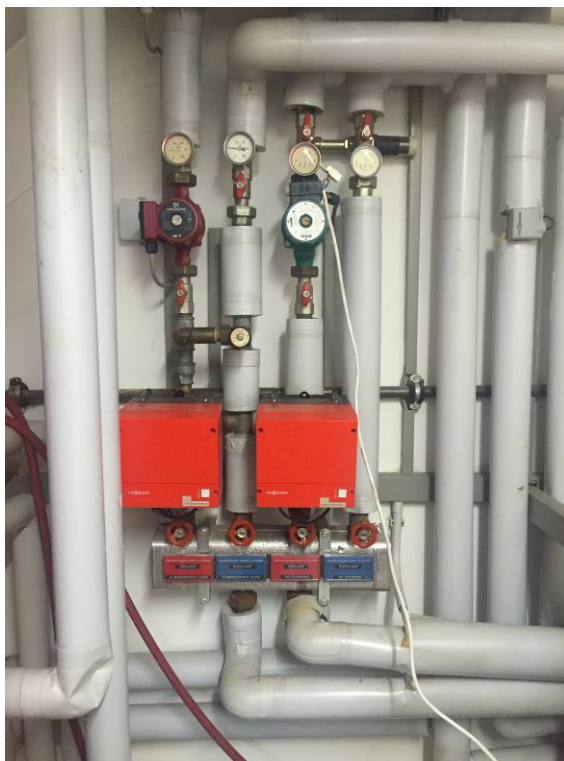


Abbildung 1-7: Wärmeverteilung Kiga

Zustand

Die Kesselanlage ist fast 30 Jahre alt, Pumpe und Regelung sind veraltet. Der WWB ist erneuerungsbedürftig (kurz bis mittelfristig).

Empfehlung

- Kesselsanierung
- Pumpensanierung
- Sanierung der Regelung
- WWB Sanierung

1.3.2 Energiebilanz

	Kiga	200 m ² Schätzung		bereinigt	
	Ölverbrauch l/a	kWh/a	Klimafaktor	Ölverbrauch kWh/a	Stromverbrauch kWh/a
2013	3.628	36.280	1,04	34.885	2.863
2014	3.626	36.260	0,88	41.205	2.946
2015	2.352	23.520	1,02	23.059	2.852
Mittel	3.202	32.020	0,98	33.049	2.887

Tabelle 1-2: Energiebilanz Kindergarten

Strombedarf	2.887 kWh/a
Ölbedarf bereinigt	33.049 kWh/a
Wärmebedarf	27.400 kWh/a
	=27,4 MWh/a
Primärenergiebedarf Heizung + Strom	42 MWh/a
CO ₂ Emission Heizung+Strom	15 t/a

1.4 Feuerwehrhaus

1.4.1 Bestandsdarstellung

Das Feuerwehrhaus mit Wohnungen wird elektrisch beheizt. Die Beheizung erfolgt mit elektrischen Speicherheizkörpern (Tag- und Nachtstrom).



Abbildung 1-8: Ansicht Feuerwehrhaus mit Wohnungen



Abbildung 1-9: Speicherheizkörper FWH



Abbildung 1-10: Heizer FWH-Halle

Die Warmwasser-Bereitung erfolgt mit Durchlauferhitzern.

Empfehlung:

Umstellung von Strom auf neue Heizung. Möglich wäre ein Anschluss an das Bürgerhaus oder eine zentrale Versorgung.

	FWH	Wohnungen		Summe	nur FWH
	100	120	m ² Schätzung	bereinigt	allgemein
	Heizstrom	Heizstrom	Klimafaktor	Heizstrom	Stromverbrauch
	kWh/a	kWh/a		kWh/a	kWh/a
2013	8.300	9.700	1,04	17.308	3.640
2014	7.200	20.540	0,88	31.523	3.070
2015	8.000	20.200	1,02	27.647	4.300
Mittel	7.833	16.813	0,98	25.492	3.670

Tabelle 1-3: Energiebilanz FWH

Strombedarf allgemein	3.670 kWh/a
Strombedarf Heizung	25.492 kWh/a
Wärmebedarf	25.500 kWh/a
	= 25,5 MWh/a
Primärenergiebedarf gesamt	52 MWh/a
CO ₂ Emission gesamt	32 t/a

1.5 Zusammenfassung Bestand

- Bürgerhaus: Sanierungsbedarf Heizung und Regelung
- Kindergarten: Sanierungsbedarf Heizung und Regelung
- Feuerwehrhaus: Umstellung von Strom auf andere Energieträger
- Energie- und Umweltbilanz

	Wärmebedarf MWh/a	Strombedarf MWh/a	Prim.energie MWh/a	CO2 t CO2/a	Kosten Heizung €/a netto	Kosten allg. €/a netto
Bürgerhaus	41	10,9	73	29	2.685	2.067
Kiga	27	2,9	42	15	1.818	549
FWH	25	3,7	52	32	3.773	760
Summen	93	17,4	167	76	8.275	3.370

Tabelle 1-4: Energie- und Umweltbilanz

Spezifische Energiepreise netto:

- Ölpreis: 5,5 ct/kWh
- Ölpreis mit Bioöl 10 %: 6,35 ct/kWh
- Strompreise Kindergarten + Bürgerhaus: 19 ct/kWh
- Strompreis Feuerwehrhaus allgemein: 20,07 ct/kWh
- Feuerwehrhaus Heizstrom: 14,08 ct/kWh
- Flüssiggas: 33ct/l = 5 ct/kWh

In den weiteren Betrachtungen werden folgende Sanierungsvarianten betrachtet:

- **Variante 1: Dezentrale Kesselanlagen**
- **Variante 2: Zentrale Pelletheizung**
- **Variante 3: Zentrale BHKW Anlage**

2 Dezentrale Kesselanlagen

2.1 Technische Umsetzung

Bei der Sanierung der Heizungsanlagen muss das EWärmeG beachtet werden. Aus diesem Grund müssen zu den Kesselerneuerungen regenerative Energiealternativen betrachtet werden. Wärmepumpen scheiden wegen zu hoher Vorlauftemperaturen im Bestand aus. Thermische Solaranlagen scheiden aus, da kaum Warmwasser benötigt wird. Dezentrale Pelletsanlagen machen keinen Sinn, da die Heizzentralen im OG untergebracht sind. Sanierungsvarianten am Gebäude sind teuer. Bioöleinsatz nur im Kindergarten möglich.

Aus diesen Gründen wird jeweils mit einer PV-Anlage gerechnet. Südflächen sind vorhanden.

- Bürgerhaus:
 - Erneuerung Kesselanlage
 - Sanierung Wärmeverteilung
 - Sanierung Regelungstechnik
 - Einbau einer PV Anlage (Wärmegesetz)
 - PV Anlage nach Wärmegesetz $0,02 \text{ kW}_p/\text{m}^2$ Nutzfläche
 - Damit: ca. 10 kW_p oder Sanierungsfahrplan
- Kindergarten:
 - Erneuerung Kesselanlage mit 10 % Bioöl
 - Erneuerung Wärmeverteilung
 - Erneuerung Regelung
 - PV Anlage 5 % regenerativ: $1,5 \text{ kW}_p$
- Feuerwehrhaus:
 - Ausbau Elektro HK
 - Nahwärmeanschluss an Bürgerhaus
 - Neue Heizkörper und Verteilung
 - PV Anlage (Ergänzung zum Bürgerhaus): 4 kW_p

2.2 Investitionskosten

- Bürgerhaus:		
Demontage		2.000,-
Kesselanlage		12.000,-
Verteilersanierung + Einbindung		8.000,-
PV Anlage 10 kW		18.000,-
<u>Nebenkosten</u>		<u>10.800,-</u>
Investkosten	netto	50.800,-
	brutto	60.400,-
- Kindergarten:		
Demontage		800,-
Kesselsanierung		6.000,-
Verteiler + MSR		3.000,-
PV Anlage		3.300,-
<u>Nebenkosten</u>		<u>3.500,-</u>
Investkosten	netto	16.600,-
	brutto	19.700,-
- Feuerwehrhaus:		
Demontage		1.000,-
Nahwärmeanschluss		9.600,-
Einbindung + HK		6.000,-
PV Ergänzung 4 kW		7.200,-
<u>Nebenkosten</u>		<u>6.400,-</u>
Investkosten	netto	30.200,-
	brutto	35.900,-

Zusammenfassung Investkosten

	<i>netto</i>	<i>brutto</i>
Bürgerhaus	50.800,-	60.400,-
Kindergarten	16.600,-	19.700,-
Feuerwehrhaus	30.200,-	35.900,-
Summe	97.600,-	116.00,-

2.3 Energiebilanz

Wärmebedarf	93 MWh/a
Strombedarf	17,4 MWh/a
Öl Bedarf mit 10 % Bioöl	102 MWh/a
Primärenergiebedarf einschl. Bioanteil + PV Abzug	100 MWh/a
CO ₂ Emission einschl. Bioanteil + PV Abzug	29 t/a
PV Stromerzeugung	13.800 kWh/a

2.4 Jahreskosten

Investkosten netto	97.600 €/a
Kapitalkosten (1,5 %; 20 Jahre)	5.300 €/a
Betriebsgebundene Kosten	1.600 €/a
Ölkosten	6.400 €/a
<u>Stromerlöse PV</u>	<u>- 2.100 €/a</u>
Jahreskosten Wärme	11.200 €/a
<u>Jahreskosten Strom</u>	<u>2.500 €/a</u>
Gesamtkosten netto	13.700 €/a
Spez. Wärmekosten	120 €/MWh

3 Zentrale Pelletanlage

3.1 Technische Umsetzung

Umstellung der Ölheizungen auf Holzpellets. Aufbau einer zentralen Holzpelletheizung neben dem Bürgerhaus. Sanierung der Wärmeverteilung wie bei Kesselsanierung. PV Anlagen können entfallen. Nahwärmeversorgung von Kindergarten und Feuerwehrhaus. Pelletanlage in einem neuen HW (zwischen Bürgerhaus und Altgebäude, s. Skizze).

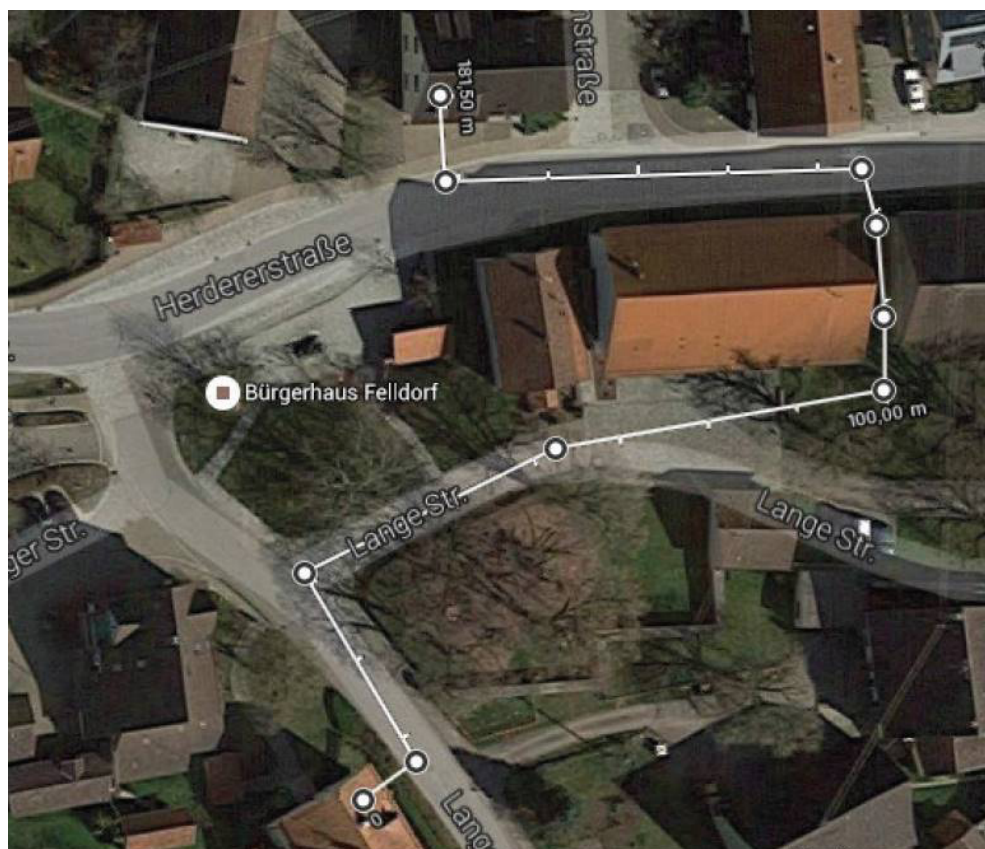


Abbildung 3-1: Lageplan Nahwärmenetz mit Pelletanlage

Nahwärme-Leitung bis Feuerwehrhaus und Kindergarten (ca. 190 m).
Öltanks nur leeren und sonst belassen.

3.2 Investitionskosten

Demontage	3.000,-
Holzfeuerung 80 kW	25.000,-
Zubehör, Siloanbindung	5.000,-
Baukosten Heizraum	25.000,-
Baukosten Silo	15.000,-
Nahwärmeleitung	38.000,-
Einbindung	21.000,-
MSR, Elektro	3.000,-
Pufferspeicher	2.500,-
Kamin	6.000,-
Sonstiges	2.000,-
<u>Nebenkosten</u>	<u>33.500,-</u>
Investkosten netto	179.000,-
brutto	213.000,-

Zuschüsse (Klimaplus o.ä.) nicht berücksichtigt.

3.3 Energiebilanz

Wärmebedarf	93 MWh/a
<u>FW Verlust</u>	<u>12 MWh/a</u>
Wärmebedarf ab HW	105 MWh/a
Holzbedarf	122 MWh/a = 24 t/a
Primärenergiebedarf Heizung + Strom	56 MWh/a
CO ₂ Emission Heizung + Strom	12 t/a

3.4 Jahreskosten

Investkosten netto	179.000 €/a
Kapitalkosten	10.400 €/a
Betriebsgebundene Kosten	4.200 €/a
<u>Pelletkosten + Hilfsenergie</u>	<u>5.800 €/a</u>
Jahreskosten Wärme	20.400 €/a
<u>Stromkosten</u>	<u>3.400 €/a</u>
Jahreskosten gesamt	23.800 €/a
Spez. Wärmekosten	218 €/MWh

4 Zentrale BHKW Anlage

4.1 Technische Umsetzung

Im Heizraum Bürgerhaus wird eine BHKW Anlage und ein neuer Spitzenkessel aufgestellt. Die Gebäude Kindergarten und Feuerwehrhaus werden mit einer Nahwärmeleitung verbunden. Es wird ein Flüssiggasbehälter gemietet (10,- € / Monat netto). Betrieb BHKW und Kessel mit Flüssiggas, PV Anlage nicht notwendig.



Abbildung 4-1: Lageplan Nahwärme BHKW

BHKW Anlage mit Brennwertbetrieb: $7,5 \text{ kW}_{el}$

Kessel mit Brennwert 100 kW

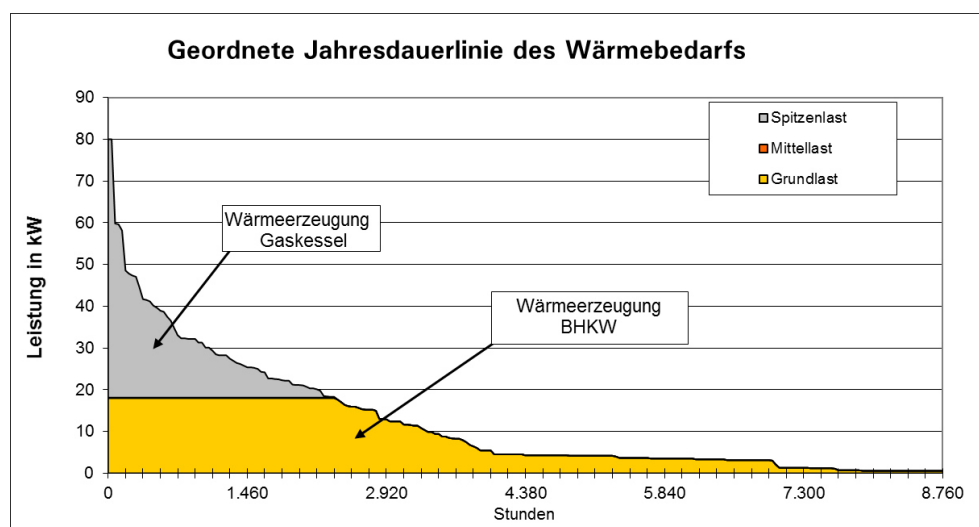


Abbildung 4-2: Geordnete Jahresdauerlinie

4.2 Investitionskosten

Demontage		3.000,-
BHKW Anlage		32.000,-
Gastank Tiefbau		6.000,-
Nahwärmeleitung		24.000,-
Einbindung Gebäude		17.000,-
MSR, Elektro		5.000,-
Kesselanlage		15.000,-
Pufferspeicher		2.000,-
Kamin		2.000,-
Sonstiges		1.000,-
Nebenkosten		<u>27.500,-</u>
Investkosten	netto	137.500,-
	brutto	163.600,-

4.3 Energiebilanz

Wärmebedarf	93 MWh/a
<u>FW Verlust</u>	<u>8 MWh/a</u>
Wärmebedarf ab HW	101 MWh/a
 BHKW Laufzeit:	 4.300 h/a
Wärmelieferung BHKW	77 MWh/a = 76 %
Stromerzeugung	32 MWh/a
Eigennutzung	12 MWh/a
Verkauf Strom	20 MWh/a
Restbezug Strom	5 MWh/a
Gasbedarf BHKW und Kessel	139 MWh/a = 21.200 l/a
Primärenergiebedarf Heizung + Strom	63 MWh/a
CO ₂ Emission	17 t/a

4.4 Jahreskosten

Investkosten netto	141.300,-
Kapitalkosten	8.600,-
Betriebsgebundene Kosten	2.000,-
Gaskosten	7.000,-
<u>Stromerlöse</u>	<u>- 2.800,-</u>
Jahreskosten Wärme	14.800,-
<u>Stromkosten</u>	<u>1.100,-</u>
Jahreskosten netto	15.900,-
Spez. Wärmekosten	158,- €/MWh

5 Zusammenfassung

5.1 Umweltbilanz

	IST	dez. Kessel	Pellet	BHKW
Primärenergiebedarf MWh/a	167	100	56	63
Minderung zu IST in %		-40	-67	-63
CO2 Emissionen t/a	76	29	12	17
Minderung zu IST in %		-62	-85	-78

Tabelle 5-1: Umweltbilanz

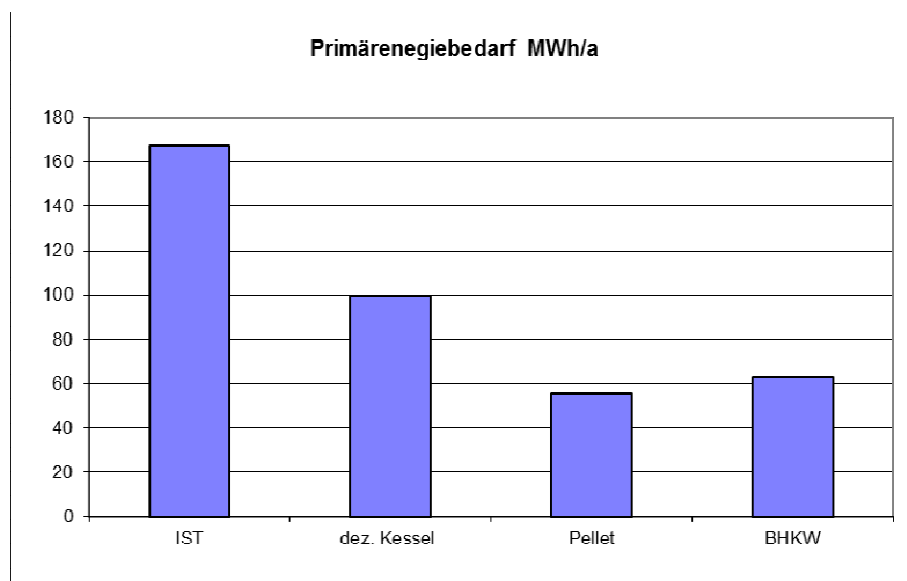
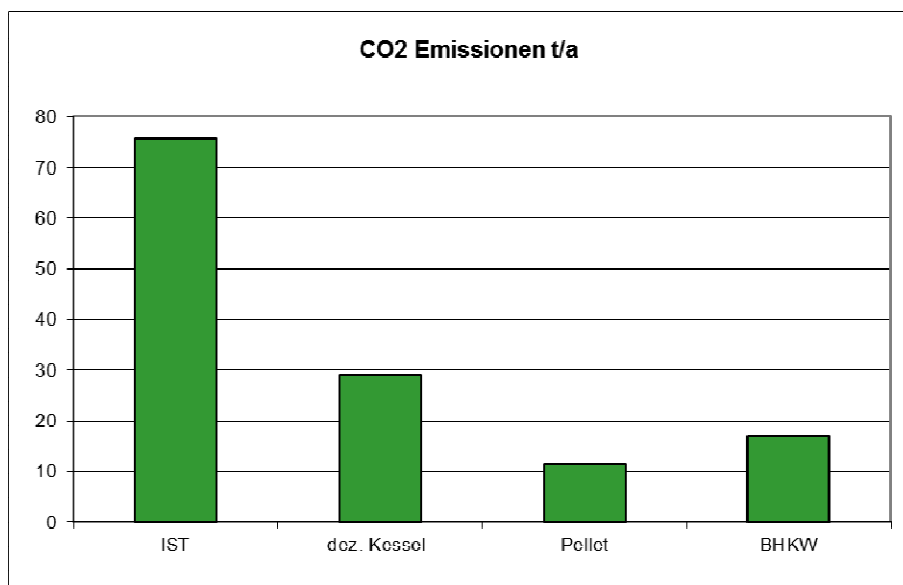


Abbildung 5-1: Primärenergiebedarf

Abbildung 5-2: CO₂ Emissionen

Mit allen vorgeschlagenen Maßnahmen wird die Primärenergie- und CO₂ Bilanz verbessert. Die besten Ergebnisse erreichen die Pellet- und BHKW Anlagen. Hier können gegenüber dem IST Zustand Primärenergieeinsparungen von über 60 % und CO₂ Einsparungen von ca. 80 % erreicht werden.

5.2 Wirtschaftlichkeitsvergleich

	IST	dez. Kessel	Pellet	BHKW
Investitionskosten in € netto	0	97.600	179.000	137.500
Kapitalkosten	0	5.310	10.430	8.600
betriebsgeb Kosten	900	1.630	4.190	1.960
Energiekosten Öl/LPG	8.275	6.400		7.000
Energiekosten Pellets			5.800	
Stromerlöse		-2.100		-2.800
Stromkosten	3.370	2.480	3.370	1.100
Jahreskosten in €/a netto	12.545	13.720	23.790	15.860
spez. Wärmekosten €/MWh	89	120	219	158

Tabelle 5-2: Energie- und Umweltbilanz

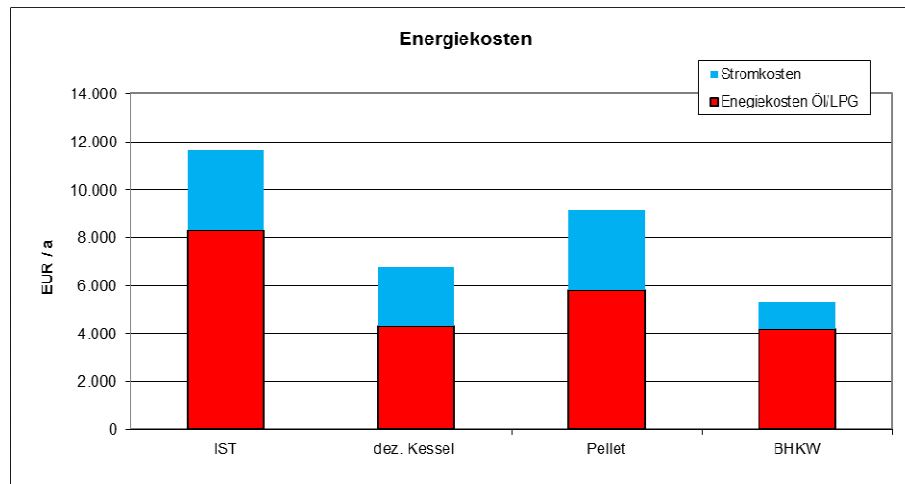


Abbildung 5-3: Energiekosten

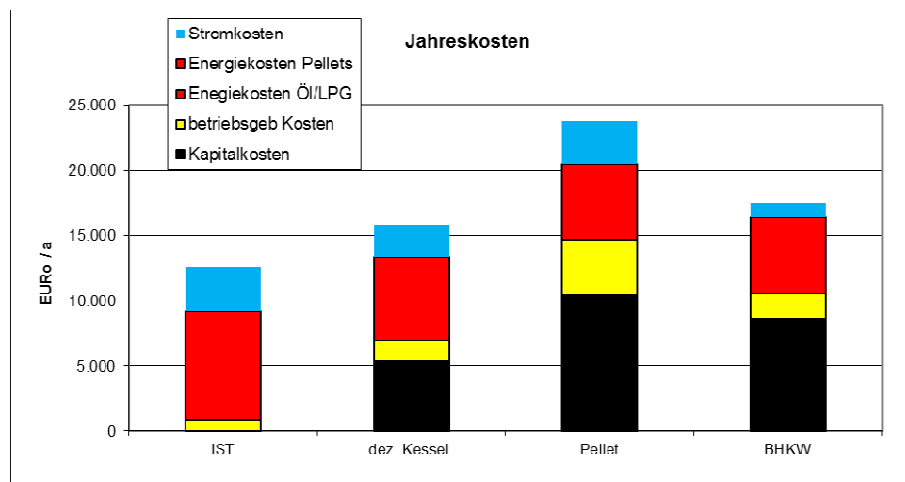


Abbildung 5-4: Jahreskosten

Die geringsten Investitionskosten entstehen bei der dezentralen Versorgung. Die höchsten Jahreskosten verursacht die Pelletheizung. Grund sind die hohen Investitionskosten: Nahwärmenetz, Gebäude Heizzentrale, Holzpelletsilo. Die geringsten Energiekosten (Gas und Strom) entstehen bei der BHKW Variante.

5.3 Empfehlung

Die Pelletvariante hat eine gute Umweltbilanz, ist aber zu unwirtschaftlich. Aus Umweltsicht wäre die BHKW Variante eine gute Alternative zur dezentralen Versorgung. Die laufenden Energiekosten sind die niedrigsten. Allerdings ist diese Variante bei den Jahreskosten ca. 2.000,- €/a teurer als die dezentrale Lösung. Die BHKW Lösung hätte den Vorteil, dass nur noch eine Heizzentrale zu betreuen ist.

Wir empfehlen die BHKW Variante zu realisieren. Mit den geringen Zusatzjahreskosten kann die Umwelt deutlich besser entlastet werden.

- Primärenergieeinsparung 104 MWh/a = 10.000 l Öl /a = 63 %
gegenüber IST

- CO₂ Einsparung 59 t/a = 78 %
gegenüber IST

Aufgestellt:

Ort: Weilheim an der Teck

Datum: 07.11.2016

Dr.-Ing. Georg Berndt



Dipl.-Ing. Verena Berndt