

Amt am Peenestrom



Integriertes Wärmenutzungskonzept



**Hohendorf
Gemeindebüro**

für das

**Amt „Am Peenestrom“
Stadt Wolgast**

Burgstraße 6
17438 Wolgast

durch die Arbeitsgemeinschaft

**Ingenieurbüro für Gebäudetechnik
Dipl.-Ing. Christian Dinse**

Möskenweg 10a
17454 Zinnowitz

IPP ESN Power Engineering GmbH

Rendsburger Landstraße 196 - 198
24113 Kiel

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	3
2	GRUNDLAGEN	4
2.1	WÄRMEBEDARF.....	4
2.2	STRUKTUR DES HEIZWÄRMEBEDARFES	4
2.3	DERZEITIGE CO ₂ -EMISSIONEN	5
3	TECHNISCHES KONZEPT	5
3.1	VERSORGUNGSVARIANTEN	5
3.1.1	VARIANTE BHKW	6
3.1.2	VARIANTE HOLZFEUERUNG	7
3.2	AUSLEGUNG UND BILANZEN	8
4	WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN	9
4.1	INVESTITIONSSCHÄTZUNG	10
4.1.1	<i>Variante BHKW</i>	10
4.1.2	<i>Variante Holzpellets</i>	11
4.1	ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE.....	12
4.2	JÄHRLICHE BETRIEBSKOSTEN.....	13
4.3	ANLEGBARE KOSTEN	14
4.4	VERGLEICH DER VARIANTEN	15
5	SENSITIVITÄTSANALYSEN.....	16
6	ZUSAMMENFASSUNG UND WEITERE VORGEHENSWEISE	19

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Gemeindebüro in Hohendorf wurde als ein Wärmeschwerpunkt unter den kleineren Liegenschaften im Amt am Peenstrom identifiziert. Beispielhaft für Liegenschaften ähnlicher Größe und mit vergleichbarer Nutzung wurde im folgenden Konzept untersucht, ob erneuerbare Energien und/oder Kraft-Wärme-Kopplung als alternative Wärmeversorgung des Gebäudes aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht möglich sind.

Abbildung 1-1: Betrachtete Liegenschaften



2 Grundlagen

2.1 Wärmebedarf

Als Basis für die nachfolgenden Betrachtungen werden die Bestandsauswertungen in Form von DIN 18599 Berechnungen zu Grunde gelegt.

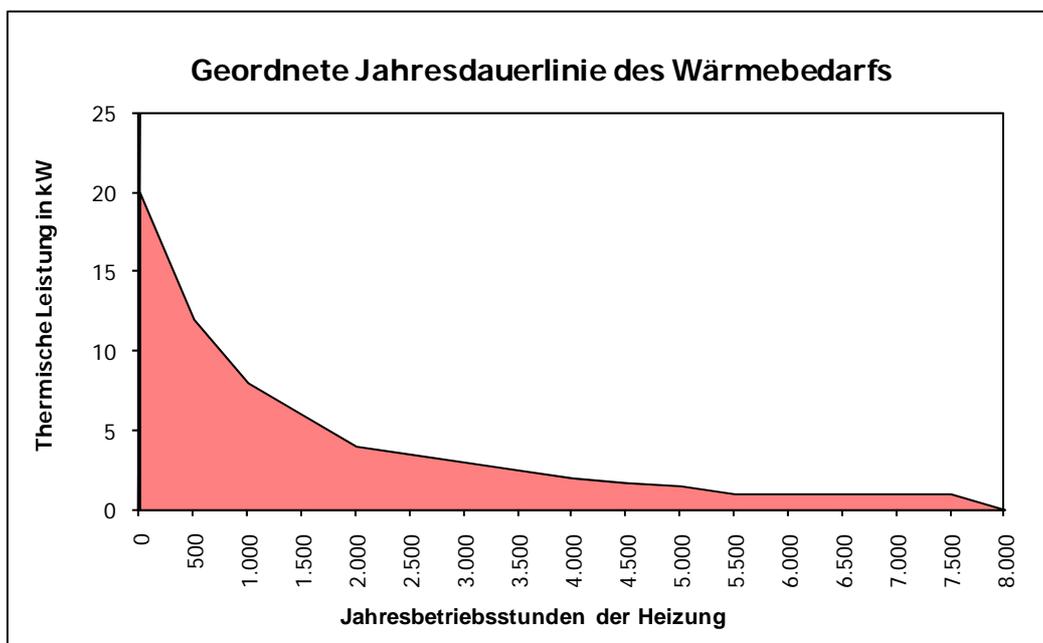
Tabelle 2.1-1: Berechnete Wärmebedarfe

Nutzwärmebedarf: Summe der Einzelanlagen ohne Gleichzeitigkeit	JVBS [h/a]	Wärmebedarf	
		Arbeit [MWh/a]	Leistung [kW]
Gemeindebüro Hohendorf	1.400	33	20

2.2 Struktur des Heizwärmebedarfes

Für alle zentralen Betrachtungen wie z.B. Blockheizkraftwerke, Holzfeuerungen etc., ist die Struktur des Wärmebedarfes ein wichtiges Kriterium. Mit einer so genannten geordneten Jahresdauerlinie wird aufgezeigt wie sich der stündliche Wärmeleistungsbedarf eines Gebietes/Liegenschaft darstellt. Werden alle 8.760 Stundenleistungsbedarfe eines Jahres nach ihrer Größe sortiert so ergeben sich die nachfolgende Grafik.

Abbildung 2.2-1: Struktur des Wärmebedarfes



2.3 Derzeitige CO₂-Emissionen

Nachfolgend sind die CO₂-Emissionen aufgeführt, welche sich auf Basis der derzeitigen dezentralen Wärmeversorgung mit Erdgaskesseln ergeben.

Tabelle 2.3-1: CO₂-Emissionen

Derzeitige CO ₂ -Emissionen	Wärme- bedarf Arbeit [MWh/a]	Brennstoff- bedarf [MWh _{HU} /a]	Primär- energieträger	Emissions- faktor g CO ₂ /kWh	CO ₂ - Emissionen t CO ₂ /a
Gemeindebüro Hohendorf	33	37	Erdgas E	247	9

3 Technisches Konzept

3.1 Versorgungsvarianten

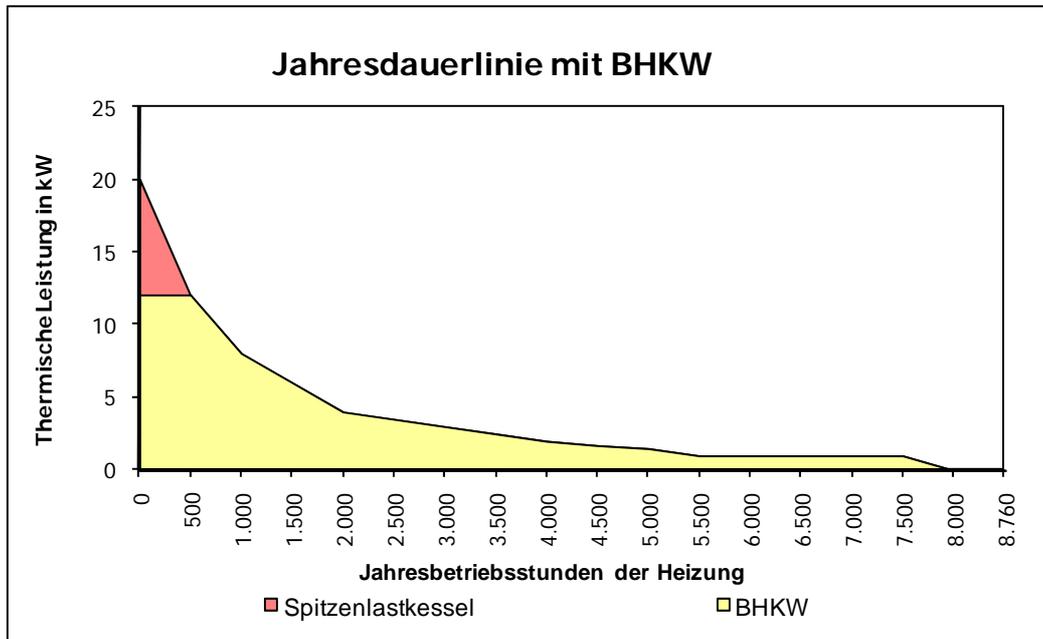
Es werden drei Varianten betrachtet:

- 1) Versorgung durch ein Erdgas-BHKW und einem Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung
- 2) Versorgung durch ein Bioerdgas-BHKW und einem Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung
- 3) Versorgung durch einen Holzpelletkessel (ohne Spitzenlastkessel)

3.1.1 Variante BHKW

In dieser Modellrechnung wird eine modulare Wärmeversorgung durch ein BHKW-Modul in Verbindung mit einem Spitzenlastkessel vorgesehen. Es kann in diesem Gebäude ein BHKW mit einer thermischen Leistung von ca. 12,5 kW installiert werden.

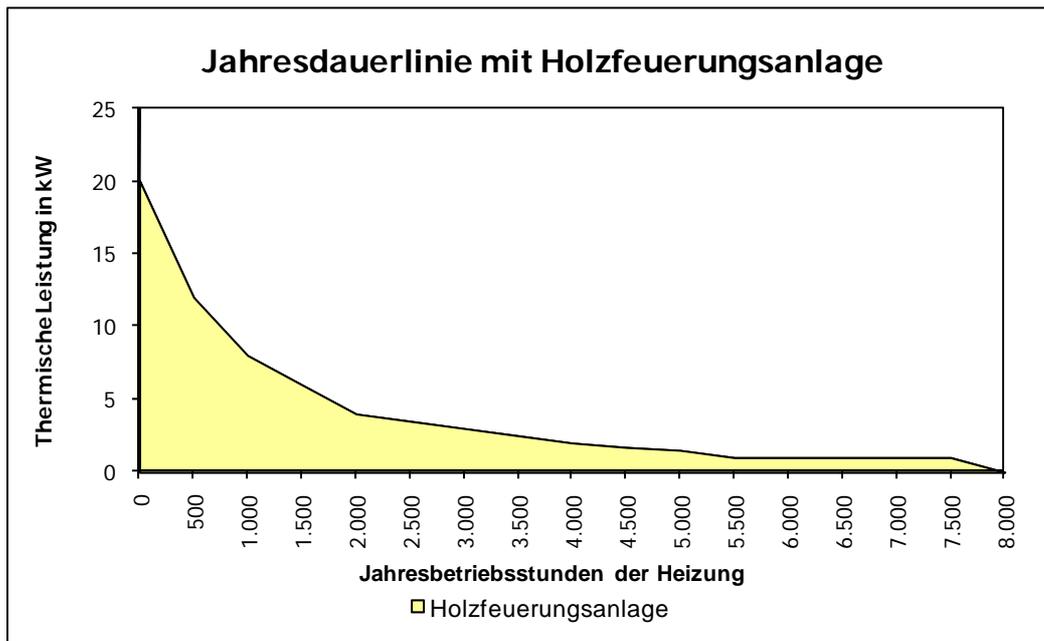
Abbildung 3.1-1: Struktur des Wärmebedarfes mit BHKW



3.1.2 Variante Holzfeuerung

In der Versorgungsvariante mit einer Holzfeuerung (Pellets) ist ein Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von 20 kW im Einsatz.

Abbildung 3.1-2: Struktur des Wärmebedarfes mit Holzfeuerungsanlage



3.2 Auslegung und Bilanzen

Auf Basis der zuvor aufgezeigten Bedarfsstrukturen und der ermittelten Bedarfe erfolgte die Bilanzierung (Brennstoffbedarf, Wärme- und Stromerzeugung) für jede ausgewählte Versorgungstechnik.

Tabelle 3.2-1: Auslegung und Energiebilanzen

		Variante 1:	Variante 2:	Variante 3:	Einheit
Auslegungsdaten		Erdgas-BHKW	Bioerdgas-BHKW	Holzpellets	
Gesamter Nutzwärmebedarf	ca.	33	33	33	MWh _{Nutz} /a
Spitzenleistung gesamt	ca.	20	20	20	kW
<u>BHKW:</u>					
Thermische Leistung	ca.	12,5	12,5	-	kW _{th}
Elektrische Leistung	ca.	5,5	5,5	-	kW _{el}
Brennstoffleistung bezogen auf H _u	ca.	19	19	-	kW _{Hu}
Jahresvollbenutzungsstunden	ca.	2.350	2.350	-	h/a
Erzeugte thermische Arbeit	ca.	29	29	-	MWh _{th} /a
Erzeugte elektrische Arbeit	ca.	13	13	-	MWh _{el} /a
Gesamter Brennstoffeinsatz bez. auf H _u	ca.	45	45	-	MWh _{Hu} /a
<u>Holzfeuerungsanlage:</u>					
Thermische Leistung	ca.	-	-	20	kW _{th}
Brennstoffleistung bezogen auf H _u	ca.	-	-	23	kW _{Hu}
Jahresvollbenutzungsstunden	ca.	-	-	1.500	h/a
Erzeugte thermische Arbeit	ca.	-	-	30	MWh _{th} /a
Gesamter Brennstoffeinsatz bez. auf H _u	ca.	-	-	35	MWh _{Hu} /a
<u>Erdgas-Spitzenlastkessel</u>					
Thermische Leistung	ca.	20	20	-	kW _{th}
Erzeugte thermische Arbeit	ca.	4	4	-	MWh _{th} /a
Eta Kesselanlage	ca.	90%	90%	-	
Gesamter Brennstoffeinsatz bez. auf H _u	ca.	4	4	-	MWh _{Hu} /a

4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

In diesem Abschnitt soll untersucht und dargestellt werden, welche Investitionen zur Einbindung und zum Betrieb dieser Anlagen erforderlich sind, und mit welchen Kosten gerechnet werden muss.

Alle Betrachtungen werden auf Basis einer Vollkostenbetrachtung, das heißt unter Berücksichtigung aller Kosten wie z.B für

- Kapital,
- Wartung, Reparatur, Instandsetzung,
- Betriebsmittel,
- Primärenergie (Erdgas),
- Stromgutschrift,
- Wärmegutschrift,
- Personal,
- Steuern, Versicherung, etc.

durchgeführt.

4.1 Investitionsschätzung

In den nachfolgenden Tabellen werden die in Ansatz gebrachten Investitionen aufgezeigt. Als erste Abschätzung wurden bei der IPP ESN vorliegende Erfahrungswerte, spezifische Ansätze, Listenpreise und im Haus der IPP ESN vorliegende Richtpreisangebote von Hersteller verwendet.

4.1.1 Variante BHKW

		Variante BHKW
Investitionen		
Unvorhergesehenes	10%	
Planung, Gutachten etc.	10%	
Investitionen BHKW		
BHKW-Modul	ca.	17.000 €
Wärmespeicher-Größe (ca. 1Std Laufzeit)	ca.	1 m ³
Wärmespeicher Kosten	ca.	1.000 €
Elektrische Anbindung, Trafo, etc.	ca.	3.000 €
Unvorhergesehenes	ca.	2.100 €
Zwischensumme	ca.	23.100 €
Planung, Gutachten etc.	ca.	2.300 €
Gesamte Investitionen BHKW	ca.	25.400 €
Investitionen Kesselanlagen und Peripherie		
Benötigte Kesselleistung	ca.	20 kW
Investition Kessel	ca.	8.000 €
Schornsteinanlage, inkl. Anbindung, Fundament etc.	ca.	4.000 €
Zwischensumme	ca.	12.000 €
Unvorhergesehenes	ca.	1.200 €
Zwischensumme	ca.	13.200 €
Planung, Gutachten etc.	ca.	1.300 €
Gesamte Investitionen Kessel	ca.	14.500 €
Gesamte Investitionen	ca.	39.900 €

4.1.2 Variante Holzpellets

		Variante Pellets
Investitionen		
Unvorhergesehenes	10%	
Planung, Gutachten etc.	10%	
Investitionen Pelletkessel		
Invest Pelletkessel	ca.	12.000 €
Wärmespeicher-Größe	ca.	1 m ³
Wärmespeicher kosten	ca.	1.000 €
Benötigter Pelletbunker (2x füllen/Monat)		3 m ³
Kosten Pelletbunker	ca.	4.000 €
Unvorhergesehenes	ca.	1.700 €
Zwischensumme	ca.	18.700 €
Planung, Gutachten etc.	ca.	1.870 €
Gesamte Investitionen Pelletkessel	ca.	20.570 €
Gesamte Investitionen		
	ca.	20.570 €

4.1 Energiewirtschaftliche Ansätze

Zur Durchführung der energiewirtschaftlichen Betrachtungen sind eine Vielzahl von Eingabewerten erforderlich. Die in Ansatz gebrachten Werte zeigen die folgenden Tabellen.

Investitionen						
Fernwärmetrasse				400 € / m		
Hausanschlussstationen (Durchschnitt)				5.000 € / Station		
Kapitalgebundene Kosten						
Zinssatz			ca.	5		%/Jahr
<u>Kapitaldienstfaktoren (Annuitätische Betrachtung):</u>						
	Betrachtungszeitraum:					
BHKW	15	Jahre	==>	9,63%		/ Jahr
Pellet- / Hackschnitzelanlagen	20	Jahre	==>	8,02%		/ Jahr
Erdgas-Kesselanlagen	20	Jahre	==>	8,02%		/ Jahr
Fernwärmenetz	30	Jahre	==>	6,51%		/ Jahr
Wartung/Reparatur/Versicherung/Betrieb						
BHKW (Vollwartung)			ca.	3,2		Ct/kWh _{el}
Kesselanlagen			ca.	3,5%		je Jahr v. d. Inv.
Wärmenetz			ca.	0,5%		je Jahr v. d. Inv.
Steuern/Versicherung			ca.	1,0%		je Jahr v. d. Inv.
Personalkosten (Ansatz)						
Durschnittl. Stundensatz	40	€/Stunde				
<u>Personalaufwand</u>						
BHKW	1	Stunde pro Woche		2.080		€/ Jahr
Pelletkessel	3	Stunden pro Woche		6.240		€/ Jahr
Hackschnitzelkessel	5	Stunden pro Woche		10.400		€/ Jahr
Energie- und Hilfsstoffkosten						
<u>Brennstoffpreise:</u>						
<u>Bioerdgas</u>						
Arbeitspreis inkl. aller Nebenkosten				8,50		Ct/kWh _{Ho}
bei 1,10 Ho/Hu			==>	9,35		Ct/kWh _{Hu}
<u>Erdgas</u>						
Arbeitspreis inkl. aller Nebenkosten				3,70		Ct/kWh _{Ho}
bei 1,10 Ho/Hu			==>	4,07		Ct/kWh _{Hu}
<u>Holzpellets</u>						
Heizwert	5,0	kWh / kg		228		€/ Tonne
Volumen pro Tonne	1,53	Sm ³ / t	==>	4,56		Ct / kWh
	0,31	Sm ³ / MWh				
<u>Holz hackschnitzel</u>						
Heizwert	3,39	kWh / kg		88		€/ Tonne
Volumen pro Tonne	4,00	Sm ³ / t		2,60		Ct / kWh
	1,18	Sm ³ / MWh	==>			
Stromgutschrift						
<u>Einspeisevergütung gemäß KWKG:</u>						
Elektrische Leistung	KWK-Bonus	Vergütung EVU	vermeidene Netznutzung	vermiedener Strombezug		
bis : 50 kW _{el}	5,11	4,10	0,68	19,80		Ct/kWh _{el}
bis : 2.000 kW _{el}	2,10	4,10	0,68	19,80		Ct/kWh _{el}
<u>Strombedarfsdeckung durch BHKW:</u>						
				ca.		50%
			--> eingespeister Anteil des BHKW-Strom	ca.		50%
<u>Einspeisevergütung gemäß EEG bei Inbetriebnahme 2011:</u>						
Elektrische Leistung	Basis-Vergütung	KWK Bonus	NawaRo-Bonus	Gülle-Bonus	Summe	
bis : 150 kW _{el}	11,44	2,94	6,86	3,92	25,16	Ct/kWh _{el}
bis : 500 kW _{el}	9,00	2,94	6,86	0,98	19,78	Ct/kWh _{el}
Sonstiges						
Erdgassteuerrückerstattung (BHKW-Betrieb)				0,55		Ct/kWh _{Ho}
Erdgassteuerrückerstattung (Kesselanlage)				0,22		Ct/kWh _{Ho}
Emissionsfaktor Holz hackschnitzel				0		g CO ₂ /kWh _{Hu}
Emissionsfaktor Bioerdgas				0		g CO ₂ /kWh _{Hu}
Emissionsfaktor bezogen auf Stromeinspeisung BHKW				590		g CO ₂ /kWh _{Hu}
Emissionsfaktor Erdgas				247		g CO ₂ /kWh _{Hu}
Emissionsfaktor Heizöl				311		g CO ₂ /kWh _{Hu}
Alle Preise und Ansätze sind ohne MwSt						

4.2 Jährliche Betriebskosten

Nachfolgend werden die jährlichen Kosten bestimmt und dargestellt.

Tabelle 4.3-1: Jährliche Betriebskosten

Grundlagen:		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Einheit
		Erdgas-BHKW	Bioerdgas-BHKW	Holzpellets	
Nutzwärmebedarf	ca.	33	33	33	MWh _{th} /a
Leistungsbedarf	ca.	20	20	20	kW
Wärmeerzeugung:					
BHKW	ca.	29	29	-	MWh _{th} /a
Holzfeuerung	ca.	-	-	30	MWh _{th} /a
Stromerzeugung:					
Stromerzeugung im BHKW	ca.	13	13	-	MWh _{el} /a
Brennstoffbedarf:					
Brennstoffeinsatz BHKW	ca.	45	45	-	MWh _{H_{th}} /a
Brennstoffeinsatz Holzfeuerung	ca.	-	-	35	MWh _{H_{th}} /a
Brennstoffeinsatz Spitzenlastkessel	ca.	4	4	-	MWh _{H_{th}} /a
Investitionen		39.900	39.900	20.600	€
BHKW inkl. Peripherie	ca.	25.400	25.400	-	€
Holzfeuerungsanlage inkl. Peripherie	ca.	-	-	20.570	€
Spitzenlastkessel	ca.	14.500	14.500	-	€
Jahreskosten:	ca.	9.000	11.300	5.240	€/a
Kapitalkosten (gesamt)	ca.	3.600	3.600	1.700	€/a
BHKW inkl. Peripherie	ca.	2.447	2.447	-	€/a
Holzfeuerungsanlage inkl. Peripherie	ca.	-	-	1.651	€/a
Spitzenlastkessel	ca.	1.164	1.164	-	€/a
Wartung, Reparatur, Instandsetzung (gesamt)	ca.	900	900	700	€/a
BHKW inkl. Peripherie	ca.	414	414	-	€/a
Holzfeuerungsanlage inkl. Peripherie	ca.	-	-	720	€/a
Spitzenlastkessel	ca.	508	508	-	€/a
Steuern/Versicherung	ca.	400	400	200	€/a
Personalkosten	ca.	2.100	2.100	1.040	€/a
Brennstoffkosten (gesamt)	ca.	2.000	4.300	1.600	€/a
BHKW	ca.	1.817	4.175	-	€/a
Holzfeuerungsanlage	ca.	-	-	1.573	€/a
Spitzenlastkessel	ca.	164	164	-	€/a
Gutschriften:		2.480	3.310	-	€/a
Stromgutschrift gemäß EEG	ca.	-	3.300	-	€/a
Stromgutschrift gemäß KWKG-Gesetz	ca.	600	-	-	€/a
Selbstgenutzter Strom (vermiedene Kosten + KWKG-Bonus)	ca.	1.600	-	-	€/a
Energiesteuerrückerstattung BHKW-Betrieb	ca.	270	-	-	€/a
Energiesteuerrückerstattung Erdgaskessel	ca.	10	10	-	€/a
Summe Wärmegestehungskosten (netto)	ca.	6.520	7.990	5.240	€/a
Wärmegestehungskosten spezifisch (netto)	ca.	197,60	242,10	158,80	€/MWh_{th}

4.3 Anlegbare Kosten

Als Referenzvariante werden die **derzeitigen Vollkosten** für eine dezentrale Wärmeversorgung mittels Erdgaskessel betrachtet. Beim Vergleich der spezifischen Wärmegestehungskosten und der CO₂-Emissionen der verschiedenen Varianten kann die Referenzvariante als Basiswert herangezogen werden (sog. anlegbare Kosten). Die gewählten Ansätze und die resultierenden Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

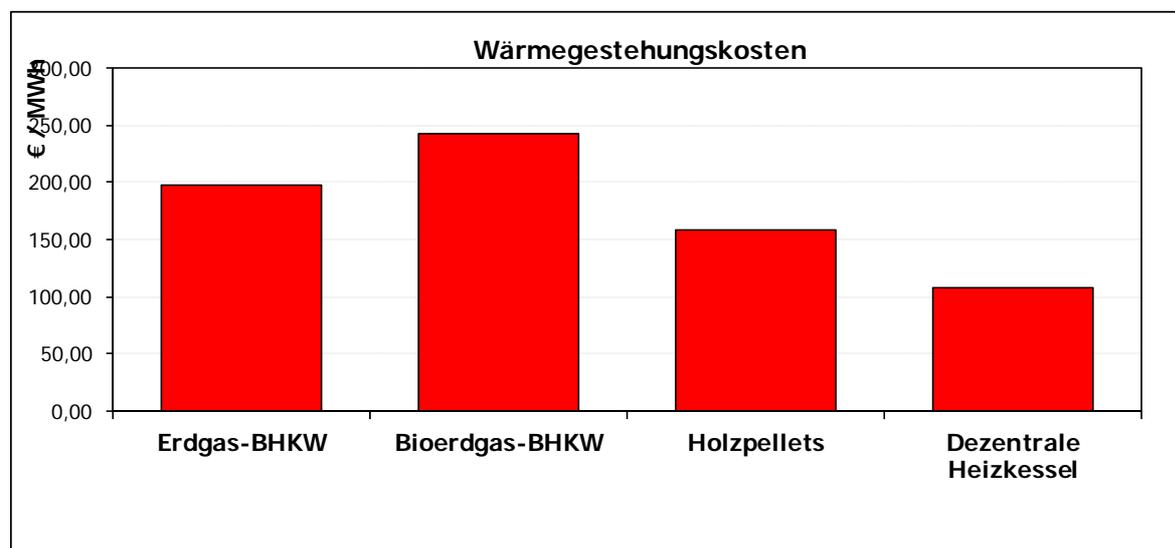
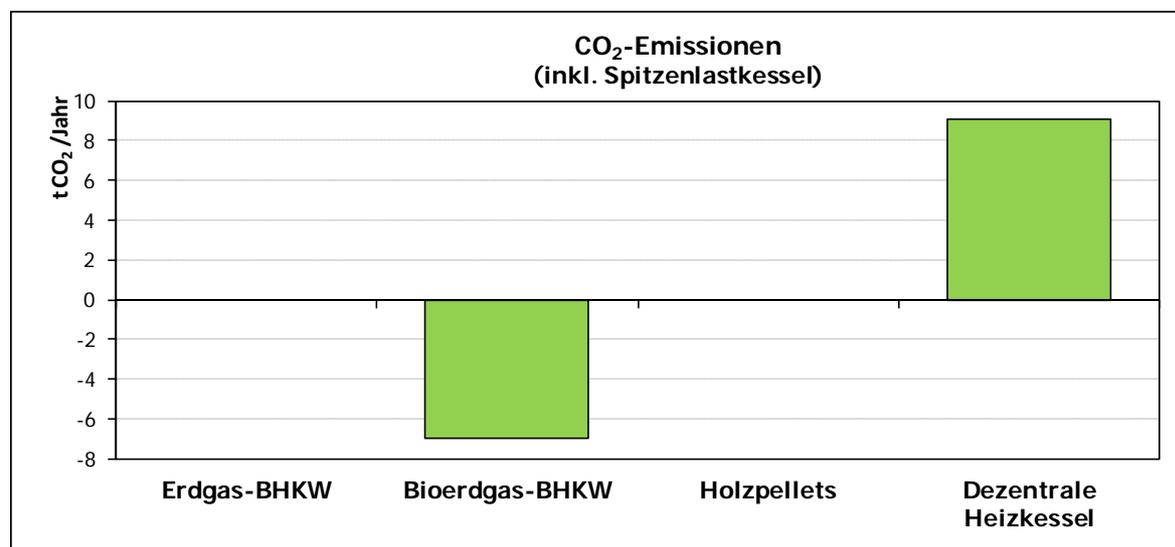
Tabelle 4.4-1: Anlegbare Kosten

Ansätze		
Wärmeerzeuger / Bilanzen	Heizkessel Erdgas	Dimension
Nutzwärmebedarf Arbeit	33	MWh/a
Jahresnutzungsgrad Erzeuger	90%	
Leistungsbedarf	20	kW
Umrechnung Ho/Hu	1,10	
Brennstoffbedarf Arbeit	40	MWh _{Ho} /a
Betriebswirtschaftliche Ansätze		
Investitionen		
Wärmeerzeuger (inkl. Schornsteinanlage, Montage etc.)	12.000	€
Sonstiges (Planung, Unvorhergesehenes etc.)	2.500	€
Brennstoffpreis		
Erdgas (Arbeitspreis inkl. Nebenkosten)	4,7	Ct/kWh _{Ho}
<i>bei 1,10 Ho/Hu =></i>	5,2	Ct/kWh _{Hu}
Heizöl	-	€/Liter
<i>bei 10 kWh/Liter =></i>	-	Ct/kWh _{Hu}
Wärmegestehungskosten dezentrale Heizkessel		
Vollkostenvergleich	Heizkessel Erdgas	Dimension
Gesamte Investitionen (Incl. Sonstiges, Nebenkosten etc.)	14.500	€
Jährliche Ausgaben		
Kapitalkosten (Annuitätisch)	1.200	€ /a
Brennstoffkosten		
Arbeit	1.710	€ /a
Wartung / Reparatur / Instandsetzung	500	€ /a
Steuern/Versicherung	145	€ /a
Jährliche Wärmekosten	3.555	€/a
Spezifische Wärmekosten ca.	107,73	€ /MWh

4.4 Vergleich der Varianten

Die nachfolgenden Tabellen zeigen den Vergleich der betrachteten Wärmeversorgungsvarianten in Bezug auf Wärmegestehungskosten und CO₂-Emissionen.

	Variante 1 Erdgas-BHKW	Variante 2 Bioerdgas-BHKW	Variante 3 Holzpellets	Anlegbare Kosten Dezentrale Heizkessel	Dimension
spezifische Wärmegestehungskosten	197,60	242,10	158,80	107,73	€/ MWh
CO ₂ -Emissionen (inkl. Spitzenlastkessel)	0	-7	0	9	t CO ₂ /a
eingesparte CO ₂ -Emissionen	9	16	9	-	t CO ₂ /a
Kosten je eingesparte Tonne CO ₂	720	498	579	-	€/ t CO ₂ a



5 Sensitivitätsanalysen

Zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit sind Ansätze für Investitionen und Bezugskosten für Brennstoffe gewählt bzw. in Ansatz gebracht worden.

Damit die Auswirkungen (Chancen/Risiken) wesentlicher Veränderungen dieser Ansätze abgeschätzt werden können, wurde eine Sensitivitätsanalyse dieser Parameter durchgeführt. Variiert wurde der Basiswert (100 %) im Bereich von +/- 50 % in 10 % Schritten.

Die Kurven stellen die Variation/Auswirkung einer Veränderung der Ansätze dar.

Je steiler eine Linie verläuft, desto größer ist auch die Auswirkung einer Veränderung (Variation).

Beispiel:

- 1 Die in Ansatz gebrachten Brennstoffkosten (Basis 60 €/MWh) steigen um 30% gegenüber dem Basiswert. In diesem Fall legt man eine senkrechte Linie bei 130% an und geht diese bis zum Schnittpunkt mit der geneigten Linie entlang.
- 2 Im Schnittpunkt der 130%-Linie mit der geneigten Linie der betrachteten Variante legt man eine waagerechte Linie an. Geht man diese waagerechte Linie entlang zur y-Achse des Diagramms, kann man dort die „neuen“ Wärmegestehungskosten ablesen. Die Wärmegestehungskosten würden in diesem Beispiel auf 80 €/MWh steigen.

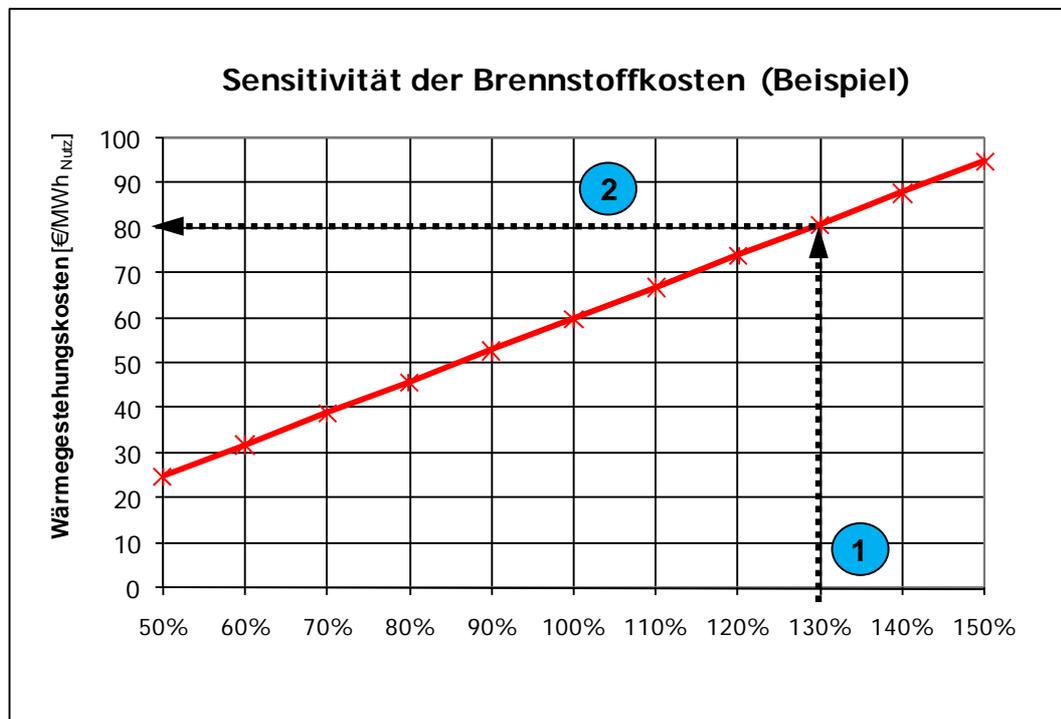
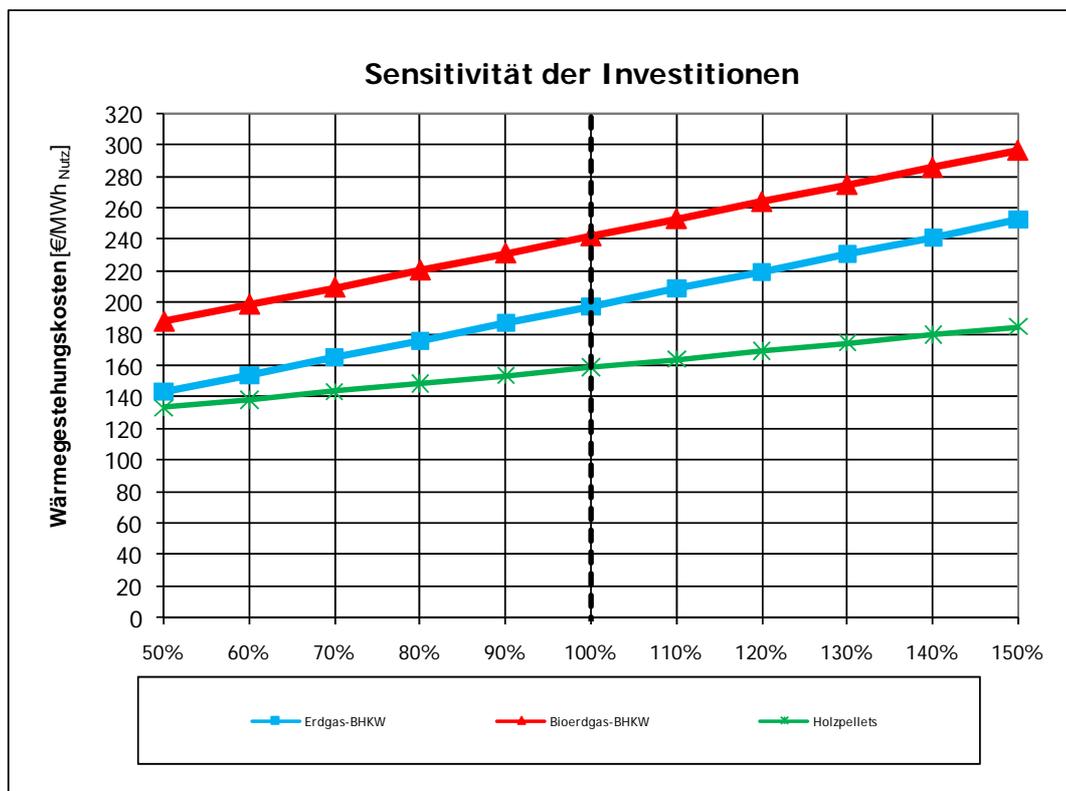
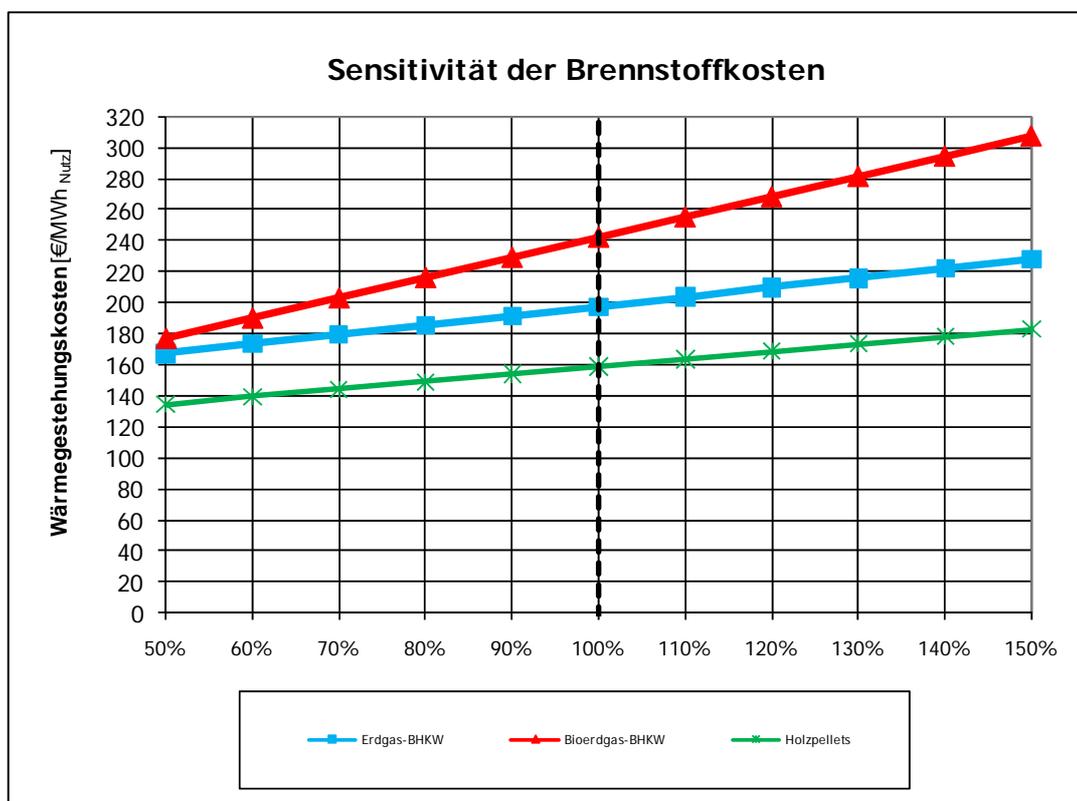


Abbildung 5-1: Sensitivität der Investitionen



In Abbildung 5-1 ist die Änderung der Wärmegestehungskosten in Abhängigkeit der Investitionen dargestellt. Eine Änderung der Investitionen wirkt sich relativ gering auf die Wärmegestehungskosten aus, eine Änderung von 30% der nötigen Investitionen bewegt die Wärmegestehungskosten nur um ca. 10% in dieselbe Richtung.

Abbildung 5-2: Sensitivität der Brennstoffkosten



In Abbildung 5-2 ist die Änderung der Wärmegestehungskosten in Abhängigkeit der Brennstoffkosten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Wärmegestehungskosten der Variante „Bioerdgas-BHKW“ bei steigenden Brennstoffkosten steiler ansteigen als bei der Variante „Erdgas-BHKW“, d.h. auf Grund des hohen Anteils der Brennstoffkosten für Bioerdgas an den gesamten Jahreskosten dieser Variante haben die Bezugskonditionen für Bioerdgas relativ starken Einfluss auf die Höhe der Wärmegestehungskosten. Ein günstiges Angebot für Bioerdgas würde die Wärmegestehungskosten entsprechend reduzieren können.

Bei einem Bezug von Holzpellets aus eigenen Ressourcen ist davon auszugehen dass die Brennstoffkosten niedriger sind als die hier angenommenen Bezugskonditionen. Für diesen Fall können die sich ergebenden Wärmegestehungskosten ebenfalls in Abbildung 5-2 abgelesen werden. Können die Brennstoffkosten durch eigene Produktion von Holzpellets z.B. um 30% reduziert werden, so würden sich Wärmegestehungskosten in einer Größenordnung von ca. 140 €/MWh ergeben.

6 Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise

Im vorliegenden integrierten Wärmenutzungskonzept für das Gemeindebüro in Hohendorf wurde untersucht, ob erneuerbare Energien und/oder Kraft-Wärme-Kopplung aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht Vorteile gegenüber der derzeitigen Wärmeversorgung bieten.

Hierzu wurden folgende Varianten betrachtet:

- Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)
 - mit Erdgas
 - mit Bioerdgas
- Regenerative Energieträger
 - Holzpellets

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung mit Bioerdgas eine Emissionsminderung von ca. 16 t CO₂ pro Jahr möglich wäre. Mit einem Erdgas-BHKW oder einer Holzfeuerungsanlage könnten jährlich ca. 9 t CO₂-Emissionen vermieden werden.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind die untersuchten Alternativen zur derzeitigen Wärmeversorgung jedoch nicht darstellbar, da die berechneten Wärmegestehungskosten ca. 50 bis 135 €/MWh über den anlegbaren Kosten von ca. 108 €/MWh liegen.

Auf Grund des relativ geringen thermischen Leistungsbedarfs stellt sich die Wärmebedarfsstruktur des untersuchten Gebäudes nicht optimal für Grundlasttechnologien wie Blockheizkraftwerke und Holzfeuerungsanlagen dar. Deren thermische Leistung ist im Allgemeinen auf größere Objekte ausgelegt, so dass bei kleinen Objekte wie in diesem Fall auch ein großer Teil der Mittel- und Spitzenlast abgedeckt wird, was sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt.