



Gemeindewerke Nottuln

Erweiterung Wärmeverbund Hummelbach

Entwurfsplanung

Bietigheim-Bissingen, Januar 2012



Entwurfsplanung

Erweiterung Wärmeverbund Hummelbach

Auftraggeber: Gemeindewerke Nottuln

Projektnummer: 09122

Bietigheim-Bissingen, 27.01.2012

Bearbeiter:



M. SC. Jens Greter



Dipl.-Ing. Wolfgang Schuler

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Bestandsaufnahme Heizungsanlagen.....	6
2.1	Wohnheim Haus Markus.....	6
2.2	Astrid-Lindgren-Grundschule.....	7
2.3	Jugendfreizeitheim.....	8
2.4	Gemeindewerke.....	9
2.5	Gemeindeverwaltung Stiftsstraße.....	10
3	Konzeption und Energiebilanz.....	11
3.1	Wärmeverbrauch und Heizlast.....	11
3.1.1	Wärmeverbrauch.....	11
3.1.2	Heizlast.....	12
3.2	Energie- und Brennstoffbilanz.....	14
3.2.1	Jahresdauerline Wärmebedarf Wärmeverbund Bestand.....	14
3.2.2	Jahresdauerline Wärmebedarf Wärmeverbund Bestand mit Erweiterung.....	15
3.2.3	Wärmeerzeugung Wärmeverbund Erweiterung.....	17
4	Technische Realisierung.....	18
4.1	Erweiterung Wärmeverbund.....	18
4.1.1	Rohrsystem Kunststoffrohrleitung.....	18
4.1.2	Tiefbau.....	18
4.1.3	Rohrdimension und Trassenlänge.....	19
4.1.4	Heizungstechnik Nahwärmenetz.....	19
4.1.5	Wärmeübergabestationen.....	20
4.2	Zusatzheizkessel.....	21
5	Investitionskosten.....	23
5.1	Erweiterung Wärmeverbund.....	23
5.2	Förderung.....	24
6	Wirtschaftlichkeit.....	25
6.1	Grundlagen.....	25
6.2	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	26
7	Umweltbilanz.....	30
8	Ausführung.....	32

ANHANG.....	33
1. Lageplan Erweiterung Wärmeverbund.....	33
2. Investitionskosten Erweiterung Wärmeverbund	34
3. Investitionskosten Gebäudeeinbindung.....	38
4. Investitionskosten Zusatzheizkessel.....	40

1 Einleitung

In der vorliegenden Entwurfsplanung wird die Erweiterung des im Frühjahr 2011 fertiggestellten Wärmeverbunds Hummelbach untersucht. Der Wärmeverbund soll von der Geschwister-Scholl-Schule aus entlang des Niederstockumer Wegs bis zum Kastanienplatz in der Innenstadt verlaufen.



Abb. 1: Luftbild Nottuln: Anschluss Liegenschaften Erweiterung Wärmeverbund

Folgende Liegenschaften sollen hierbei angeschlossen werden:

- Wohnheim Haus Markus
- Astrid-Lindgren-Grundschule
- Jugendfreizeitheim
- Gemeindeverwaltung
- Aschebergsche Kurie
- Polizei
- Gemeindewerke
- Alte Amtmannei

Im Einzelnen werden ermittelt:

- Bestandsaufnahme Heizungsanlagen
- Konzeption und Energiebilanz
- technische Realisierung
- Investitionskosten
- Wirtschaftlichkeit
- Energie- und Emissionsbilanz

2 Bestandsaufnahme Heizungsanlagen

Im Folgenden sind die derzeitigen Heizungsanlagen der einzelnen Gebäude dargestellt.

2.1 Wohnheim Haus Markus

Heizungsanlage

Die Beheizung von Wohnheim und Nebengebäude erfolgt durch Heizkörper. Die Warmwasserbereitung wird mittels Plattenwärmetauscher durch ein Speicherladesystem ausgeführt. Die zwei Zirkulationspumpen sind auf Dauerbetrieb (24 h/Tag) geschaltet. Die Brauchwarmwassertemperatur ist auf 60 °C (Legionellenschutz) eingestellt.

Standort Heizzentrale	Wärmeerzeuger	Hersteller	Leistung	Baujahr
Nebengebäude EG	Erdgasheizkessel	Buderus SB 305 U	75 kW	1995

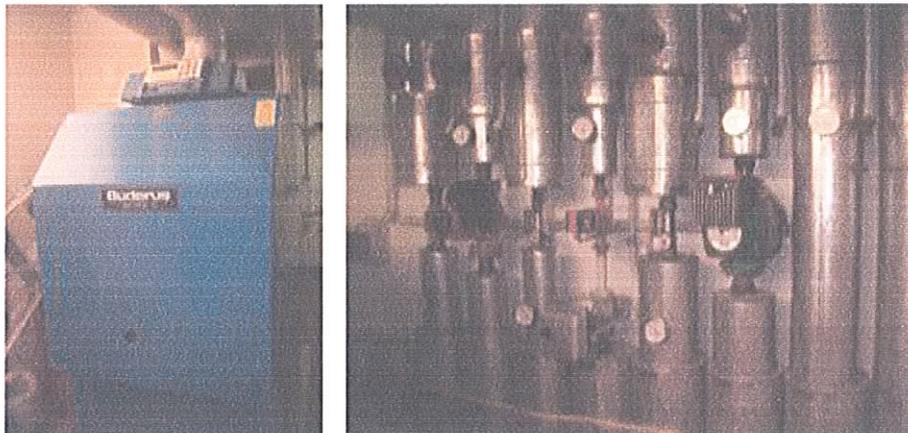


Abb. 2: Heizungsanlage Wohnheim Haus Markus

Heizkreise:

Heizkreis 1: Heizkörper Bauteil A + B, Heizkreispumpe: Wilo Top-E 40/1-10

Heizkreis 2: Heizkörper Bauteil C, Heizkreispumpe: Grundfos UPE 25-45 180,
3-Wege-Mischventil

Heizkreis 3: BWW, Heizkreispumpe: Grundfos UPE 40 -120

Warmwasserspeicher: 500 l Bj. 1995

Speicherladepumpe: Grundfos UP 40-50 BF 250

Zirkulationspumpe 1: Grundfos UP 20 – 15 N 150

Zirkulationspumpe 2: Grundfos UPS 25 – 40 B 180

Druckhaltung: MAG: 140 L, 3 bar max., Bj. 1995

Sicherheitsventil: 3,0 bar

2.2 Astrid-Lindgren-Grundschule

Heizungsanlage

Das Hauptgebäude und die Pavillons werden durch den Erdgasheizkessel im UG Hauptgebäude über Heizkörper beheizt. Die Brauchwarmwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Standort Heizzentrale	Wärmeerzeuger	Hersteller	Leistung	Baujahr
Hauptgebäude UG	Erdgasheizkessel	Viessmann Rondomat	270 kW	1996

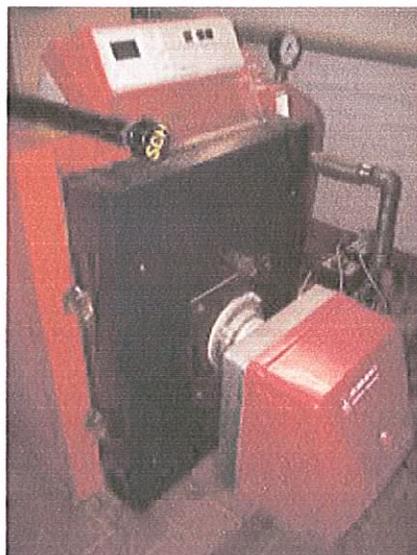


Abb. 3: Heizungsanlage Astrid-Lindgren-Grundschule

Heizkreise

Heizkreis 1: Heizkörper Altbau, Heizkreispumpe: Wilo Top-E 65/1-10

Heizkreis 2: Heizkörper Neubau Klassen, Heizkreispumpe: Wilo Star E 30/1-5

Heizkreis 3: Heizkörper Neubau Mehrzweckraum: Wilo Stratos Pico 25/2-6

Druckhaltung: MAG: 250 L, 6 bar max., Bj. 2000

Sicherheitsventil: 2,5 bar

2.3 Jugendfreizeitheim

Heizungsanlage

Das Jugendfreizeitheim wird durch Heizkörper beheizt. Die Brauchwarmwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Standort Heizzentrale	Wärmeerzeuger	Hersteller	Leistung	Baujahr
UG	Erdgasheizkessel	Buderus Logano	56 kW	1981



Abb. 4: Heizungsanlage Jugendfreizeitheim

Heizkreise

Heizkreis 1: Heizkörper, Heizkreispumpe: Wilo RS 25/60 r

Druckhaltung: MAG: 80 L, 3 bar max., Bj. 1994

Sicherheitsventil: 2,5 bar

2.4 Gemeindewerke

Heizungsanlage

Die Beheizung der Gemeindewerke erfolgt durch Heizkörper. Das Brauchwarmwasser wird elektrisch bereit gestellt.

Standort Heizzentrale	Wärmeerzeuger	Hersteller	Leistung	Baujahr
UG	Erdgasheizkessel	Buderus G134 LP	35 kW	1994

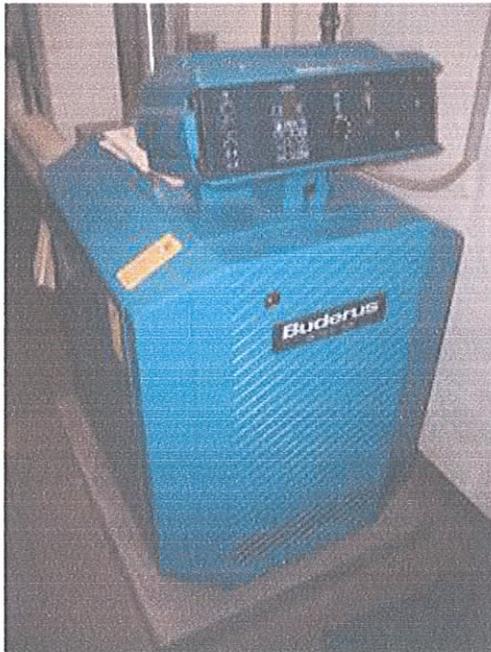


Abb. 5: Heizungsanlage Gemeindewerke

Heizkreise

Heizkreis 1: Heizkörper, Heizkreispumpe: Grundfos UPE 25-60 180

Druckhaltung: MAG100 L, 3,0 bar max., Bj 1994

Sicherheitsventil: 2,5 bar

2.5 Gemeindeverwaltung Stiftsstraße

Heizungsanlage

Die Beheizung der Gebäude Gemeindeverwaltung Stiftsstraße und Domherrengasse sowie die durch ein Nahwärmenetz versorgten Gebäude Aschebergsche Kurie, Polizei und Alte Amtmannei erfolgen durch den Erdgasheizkessel im Dachgeschoss.

Die Bereitstellung des Brauchwarmwassers erfolgt elektrisch.

Das Nahwärmenetz ist altersbedingt stark marode. In jüngster Vergangenheit gab es bereits einen Rohrbruch im Bereich der Gemeindeverwaltung und eine Erneuerung der Leitung im Bereich Alte Amtmannei. Im Zuge der geplanten Erweiterung des Wärmeverbunds soll das Nahwärmenetz im gesamten Bereich zwischen Gemeindeverwaltung und Aschebergsche Kurie erneuert werden.

Standort Heizzentrale	Wärmeerzeuger	Hersteller	Leistung	Baujahr
DG: Gaskessel	Erdgasheizkessel	Buderus	250 kW	1993
UG: Heizungsverteilung		G405		

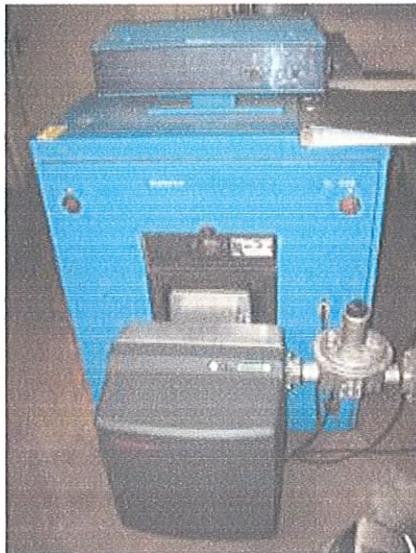


Abb. 6: Heizungsanlage Gemeindeverwaltung

Die Heizungsverteilung in den Gebäuden Gemeindeverwaltung, Aschebergsche Kurie, Polizei und Alte Amtmannei wurde im Jahr 2011 vollständig saniert.

3 Konzeption und Energiebilanz

3.1 Wärmeverbrauch und Heizlast

Im Folgenden sind die Gas- und Wärmeverbräuche sowie die berechneten Heizlasten der Gebäude vom bestehenden Wärmeverbund sowie der geplanten Erweiterung dargestellt.

3.1.1 Wärmeverbrauch

Die Ermittlung des Wärmeverbrauchs für das Hallen- und Freibad erfolgte anhand des Wärmemengenzählers. Hierbei wurde ein Abzug von 10 % bezogen auf den abgelesenen Wärmeverbrauch vorgenommen, um die energetische Gebäudesanierung des Hallenbads zu berücksichtigen. Gleichzeitig wurde ein Abschlag von 10 % auf den Wärmeverbrauch des Freibads vorgenommen, um den diesjährigen Mehrverbrauch auf Grund des schlechten Wetters während der Badesaison 2011 auszugleichen. Die Festlegung der Wärmeverbräuche erfolgte in Abstimmung mit den Gemeindewerken.

Der Wärmeverbrauch des jeweiligen Gebäudes berechnet sich, indem man den heizwertbezogenen Gasverbrauch (Hi) mit dem Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers multipliziert. Der Wärmeverbrauch für die Gebäude Gemeindeverwaltung, Aschebergsche Kurie, Polizei und Alte Amtmannei wurde anteilig über die Gebäudenutzfläche bezogen auf den Gesamtgasverbrauch aller Gebäude ermittelt.

Gebäude Bestand	Gasverbrauch Hi [kWh/a]	Jahresnutzungsgrad	Wärmeverbrauch [kWh/a]	VBZ [h/a]	Heizlast [kW]
Martinus Grundschule	225.000	85%	191.000	1.300	145
Martinus Grundschule-Pavillon	22.000	85%	19.000	1.300	15
Geschwister-Scholl-Hauptschule	305.000	85%	259.000	1.400	185
Musikpavillon	39.000	85%	33.000	1.400	25
Gymnasium Pavillons	618.000	85%	525.000	1.500	350
Gymnasium Mehrzweckhalle	333.000	85%	283.000	1.200	235
Sporthalle R. H. Str.			259.000	1.200	215
Hallenbad			725.000	2.600	280
Freibad			744.000	2.400	310
Sportpark			250.000	1.400	180
Jugendherberge	400.000	85%	340.000	1.800	190
Eltern-Kind-Gruppe	36.000	90%	32.000	1.700	20
Vereinsheim	105.000	85%	89.000	1.600	55
Turnhalle Niederstockumer Weg	73.000	85%	62.000	1.000	60
Summe			3.811.000		2.265
Summe gerundet			3.810.000		2.270

Gebäude Erweiterung Primärnetz	Gasver- brauch Hi [kWh/a]	Jahres- nutzungsgrad	Wärmeverbrauch [kWh/a]	VBZ [h/a]	Heizlast [kW]
Wohnheim Haus Markus	244.000	90%	220.000	2.000	110
Astrid-Lindgren-Grundschule	221.000	85%	188.000	1.300	145
Jugendfreizeitheim	67.000	85%	57.000	1.200	45
Summe			465.000 rd. 460.000		300

Gebäude Erweiterung Sekundärnetz	Gasver- brauch Hi [kWh/a]	Jahres- nutzungsgrad	Wärmeverbrauch [kWh/a]	VBZ [h/a]	Heizlast [kW]
Gemeindeverwaltung			266.000	1.900	140
Aschebergsche Kurie			78.000	1.800	45
Polizei			41.000	1.700	25
Alte Amtmannei			66.000	1.400	45
Gemeindewerke	45.000	85%	38.000	1.600	25
Summe			489.000 rd. 490.000		280

Addiert man die Wärmebräuche der Gebäude Bestand und Erweiterung zu den Wärmeverlusten des Wärmeverbunds, so ergibt sich folgender Gesamtwärmeverbrauch.

Wärmeverbrauch Gebäude Bestand	3.810.000 kWh/a
Wärmeverbrauch Gebäude Erweiterung Primärnetz	460.000 kWh/a
Wärmeverbrauch Gebäude Erweiterung Sekundärnetz	490.000 kWh/a
Wärmeverlust Wärmeverbund Bestand (1.680 Trm)	350.000 kWh/a
Wärmeverlust Wärmeverbund Erweiterung Primärnetz (855 Trm)	160.000 kWh/a
Wärmeverlust Wärmeverbund Erweiterung Sekundärnetz (285 Trm)	30.000 kWh/a
Summe Wärmeverbrauch	5.300.000 kWh/a

3.1.2 Heizlast

Die Heizlast wurde anhand gebäudetypischer Vollbenutzungsstunden (VBZ) ermittelt. Die Heizlast je Gebäude ergibt sich, indem der Wärmeverbrauch des Gebäudes durch die entsprechende Vollbenutzungsstundenanzahl dividiert wird. Da die Wärmeversorgung Erweiterung Sekundärnetz (Gemeindeverwaltung und Stiftsstr.) während der Heizlastspitzen durch einen dezentralen Zusatzheizkessel in der Gemeindeverwaltung erfolgt, werden die Heizlasten Wärmeverbund Bestand mit Erweiterung Primärnetz und die Heizlasten Wärmeverbund Erweiterung Sekundärnetz separat dargestellt.

Heizlast Gebäude Bestand mit Erweiterung Primärnetz

Heizlast Gebäude Bestand	2.270 kW
Heizlast Gebäude Erweiterung Primärnetz	300 kW
Summe Heizlast Gebäude Bestand + Primärnetz	2.570 kW

Da die Heizlast des Freibads nur in den Sommermonaten (Mai bis August) auftritt, wird sie von der Gesamtheizlast subtrahiert.

$$2.570 \text{ kW} - 310 \text{ kW} = 2.260 \text{ kW}$$

Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,75 ergibt sich folgende Gebäudeheizlast.

$$2.260 \text{ kW} \times 0,75 = 1.695 \text{ kW}$$

Addiert man zu der Gebäudeheizlast die Heizlast Wärmeverlust Wärmeverbund, so ergibt sich die benötigte Gesamtheizlast. Die Heizlast der Wärmeverluste ergibt sich, indem man die Wärmeverluste des Wärmeverbunds durch die jährliche Vollbenutzungsstundenanzahl (VBZ) des Wärmeverbunds teilt. Da der Wärmeverbund Bestand auf Grund der Warmwasserbereitung in einzelnen Gebäuden ganzjährig betrieben werden muss, wird eine VBZ von 8.760 h/a zu Grunde gelegt. In den kommunalen Gebäuden erfolgt beim Wärmeverbund Erweiterung die Warmwasserbereitung elektrisch. Eine Wärmeversorgung der Gebäude ist somit nur während der Heizperiode notwendig. Für den Wärmeverbund Erweiterung ergibt sich daraus eine VBZ von 6.000 h/a.

Heizlast Gebäude Bestand und Erweiterung Primärnetz	1.695 kW
Heizlast Wärmeverlust Wärmeverbund Bestand (1.680 Trm)	40 kW
Heizlast Wärmeverlust Wärmeverbund Erweiterung Primärnetz (855 Trm)	25 kW
Summe Gesamtheizlast	1.760 kW

Heizlast Gebäude Erweiterung Sekundärnetz

Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,95 ergibt sich folgende Gebäudeheizlast.

$$280 \text{ kW} \times 0,95 = \text{rd. } 265 \text{ kW}$$

Heizlast Gebäude Erweiterung Sekundärnetz	265 kW
Heizlast Wärmeverlust Wärmeverbund Erweiterung Sekundärnetz (285 Trm)	5 kW
Summe Gesamtheizlast	270 kW

Gesamtheizlast Wärmeverbund Bestand mit Erweiterung (Primär- + Sekundärnetz)

$$1.760 \text{ kW} + 270 \text{ kW} = 2.030 \text{ kW}$$

3.2 Energie- und Brennstoffbilanz

Im Folgenden sind die Energie- und Brennstoffbilanzen für den Wärmeverbund Bestand und den Wärmeverbund Bestand mit geplanter Erweiterung dargestellt.

3.2.1 Jahresdauerline Wärmebedarf Wärmeverbund Bestand

Heizleistung Wärmeerzeuger Bestand

Holzheizkessel	800 kW
BHKW 1	110 kW
BHKW 2	110 kW
Erdgasheizkessel	750 kW
Summe	1.770 kW

Die folgende Jahresdauerline zeigt den Wärmebedarf des Wärmeverbunds Bestand mit den Deckungsanteilen BHKW, Holzessel und Erdgaskessel an der Wärmeerzeugung.

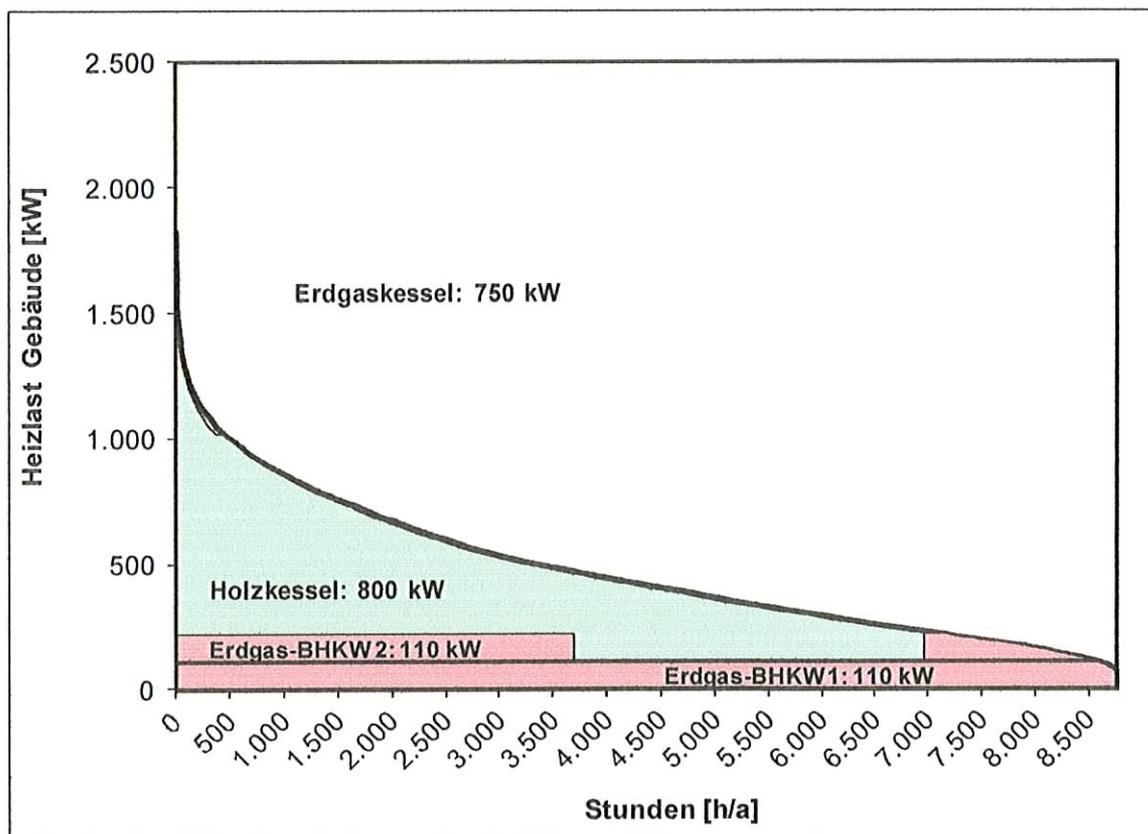


Abb. 7: Jahresdauerline des Wärmebedarfs der Liegenschaften Bestand inkl. Wärmeverluste des Nahwärmenetzes mit Deckungsanteilen der Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeugung

Holzheizkessel	2.600.000 kWh/a	bzw.	63 % Deckungsanteil
BHKW 1 + 2	1.470.000 kWh/a	bzw.	35 % Deckungsanteil
Erdgasheizkessel	90.000 kWh/a	bzw.	2 % Deckungsanteil
Summe	4.160.000 kWh/a	bzw.	100 % Deckungsanteil

Brennstoffbilanz

Brennstoffverbrauch

Holzheizkessel	2.600.000 kWh/a	:	80 %	=	3.250.000 kWh/a
	3.250.000 kWh/a	:	700 kWh/srm	=	rd. 4.640 srm/a
					bzw.
					rd. 1.485 t/a

Erdgasverbrauch

BHKW 1 + 2	1.470.000 kWh/a	:	220 kW	=	6.682 h/a
	6.682 h/a	x	376 kW Hs	=	2.512.000 kWh/a Hs
Erdgasheizkessel	90.000 kWh/a	:	88 %	=	102.000 kWh/a
	102.000 kWh/a	x	1,1 Hs/Hi	=	112.000 kWh/a Hs

3.2.2 Jahresdauerline Wärmebedarf Wärmeverbund Bestand mit Erweiterung

Heizleistung Wärmeerzeuger Bestand + Erweiterung

Holzessel	800 kW
BHKW 1	110 kW
BHKW 2	110 kW
Erdgasheizkessel	750 kW
<u>Erdgasheizkessel (Erweiterung)</u>	<u>300 kW</u>
Summe	2.070 kW

Die folgende Jahresdauerline zeigt den Wärmebedarf des Wärmeverbunds Bestand mit geplanter Erweiterung sowie die Deckungsanteile BHKW, Holzessel und Erdgasheizkessel an der Wärmeerzeugung.

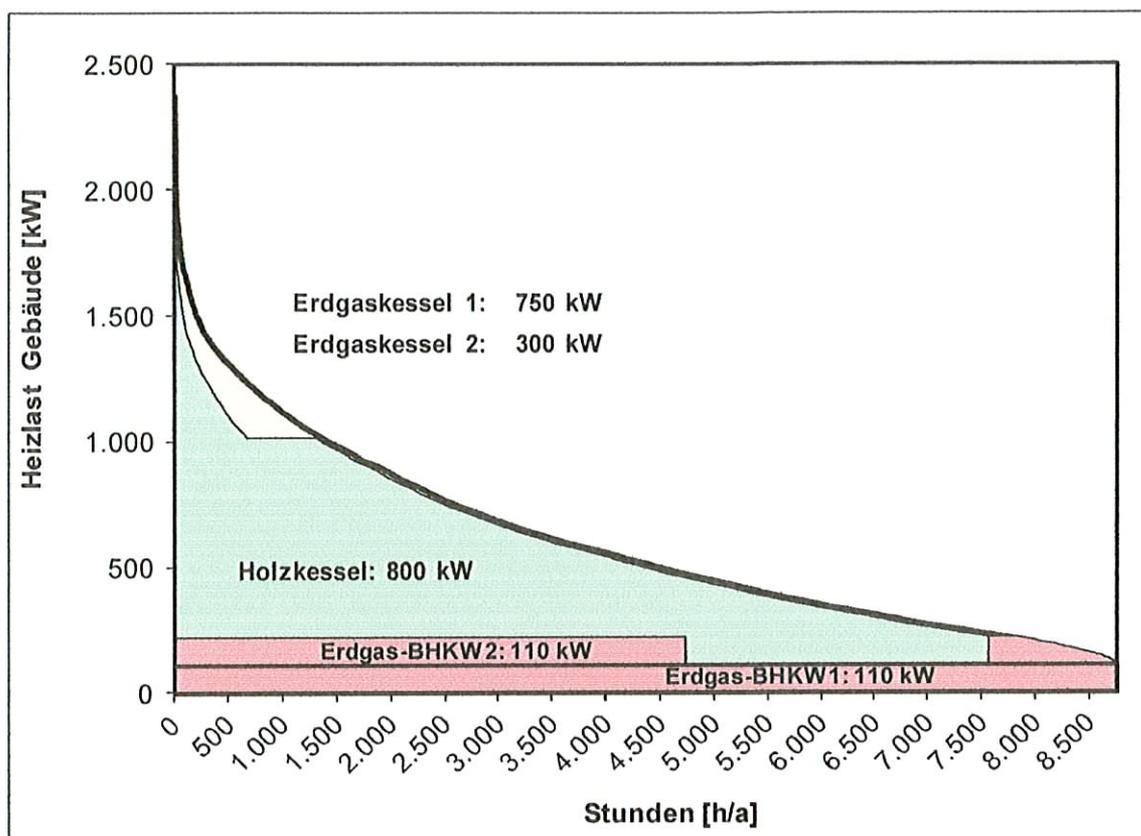


Abb. 8: Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs der Liegenschaften Bestand und Erweiterung inkl. Wärmeverluste des Nahwärmenetzes mit Deckungsanteilen der Wärmeerzeuger.

Wärmeerzeugung

Holzheizkessel	3.450.000 kWh/a	bzw.	65 % Deckungsanteil
BHKW 1 + 2	1.570.000 kWh/a	bzw.	30 % Deckungsanteil
Erdgasheizkessel: 750 kW	130.000 kWh/a	bzw.	2 % Deckungsanteil
Erdgasheizkessel: 300 kW	150.000 kWh/a	bzw.	3 % Deckungsanteil
Summe	5.300.000 kWh/a	bzw.	100 % Deckungsanteil

Brennstoffbilanz

Brennstoffverbrauch

Holzheizkessel	3.450.000 kWh/a	:	80 %	=	4.313.000 kWh/a
	4.313.000 kWh/a	:	700 kWh/srm	=	rd. 6.160 srm/a
					bzw.
					rd. 1.970 t/a

Erdgasverbrauch

BHKW 1 + 2	1.570.000 kWh/a	:	220 kW	=	7.136 h/a
	7.136 h/a	x	376 kW Hs	=	2.683.000 kWh/a Hs

Erdgasheizkessel:

750 kW	130.000 kWh/a	:	88 %	=	148.000 kWh/a
	148.000 kWh/a	x	1,1 Hs/Hi	=	163.000 kWh/a Hs

Erdgasheizkessel:

300 kW	150.000 kWh/a	:	95 %	=	158.000 kWh/a
	158.000 kWh/a	x	1,1 Hs/Hi	=	174.000 kWh/a Hs

3.2.3 Wärmeerzeugung Wärmeverbund Erweiterung

Subtrahiert man den Deckungsanteil der jeweiligen Wärmeerzeuger Wärmeverbund Bestand vom Wärmeverbund Bestand mit Erweiterung, so erhält man die Menge an Wärmeenergie, die vom jeweiligen Wärmeerzeuger für die Wärmeversorgung Wärmeverbund Erweiterung erbracht werden muss.

Wärmeerzeugung

Holzheizkessel	850.000 kWh/a	bzw.	75 % Deckungsanteil
BHKW 1 + 2	100.000 kWh/a	bzw.	9 % Deckungsanteil
Erdgasheizkessel: 750 kW	40.000 kWh/a	bzw.	3 % Deckungsanteil
Erdgasheizkessel: 300 kW	150.000 kWh/a	bzw.	13 % Deckungsanteil
Summe	1.140.000 kWh/a	bzw.	100 % Deckungsanteil

Der Anteil der Wärmeerzeugung bei BHKW, Holzheizung und Gasheizung kann während der Übergangszeit und im Sommer je nach Betriebsweise der Anlage und unter Berücksichtigung technischer sowie wirtschaftlicher Aspekte, von der hier gezeigten Berechnung abweichen. Die Darstellung berücksichtigt keine wirtschaftlichen Gesichtspunkte, sondern zeigt ausschließlich den technisch möglichen Deckungsanteil der einzelnen Wärmeerzeuger.

Sollte man sich aus wirtschaftlichen Gründen für einen durchgängigen Betrieb der zwei BHKW entscheiden, so reduziert sich der Deckungsanteil der Holzheizung. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Kap.6) wird die Wärmeerzeugung BHKW nicht berücksichtigt. Der Deckungsanteil Wärmeerzeugung BHKW (100.000 kWh/a) wird hierbei jeweils zur Hälfte der Wärmeerzeugung Holzheizung und dem Erdgasheizkessel Hallenbad (750 kW) angerechnet.

4 Technische Realisierung

4.1 Erweiterung Wärmeverbund

Die Verlegung der Wärmeleitung erfolgt als Kunststoffeinzelrohr- sowie Kunststoffdoppelrohrleitung (PEX) durch die Gemeindewerke in Eigenregie. Die Abzweige werden als Stahlrohrleitung (KMR) ausgeführt. Die Verlegung der Rohrleitungen erfolgt sowohl in offener Grabenbauweise als auch im Spülbohrverfahren. Die Gesamtlänge der Wärmeverbunderweiterung beträgt 1.140 Trm. Die Trassenführung ist dem Lageplan im Anhang 1 zu entnehmen. Das Wärmenetz unterteilt sich in ein Primär- und Sekundärnetz. Das Primärnetz erstreckt sich von der Geschwister-Scholl-Schule bis zur Gemeindeverwaltung. Die hierbei angeschlossenen Gebäude (Haus Markus, Astrid-Lindgren-Schule, Jugendfreizeitheim und die Gemeindeverwaltung Stiftsplatz) werden indirekt über einen Plattenwärmetauscher mittels Wärmeübergabestation mit Wärme versorgt. Primär- und Sekundärnetz sind durch den Plattenwärmetauscher der Wärmeübergabestation Gemeindeverwaltung getrennt. Das Sekundärnetz versorgt die Liegenschaften Aschebergsche Kurie, Polizei, Gemeindewerke und Alte Amtmannei. Die Wärmeversorgung der Gebäude erfolgt direkt ohne Plattenwärmetauscher. In allen Gebäuden wird ein Wärmemengenzähler zur genauen Abrechnung installiert. Eine Auslesung der erfassten Wärmemengen ist über die Visualisierung möglich.

4.1.1 Rohrsystem Kunststoffrohrleitung

Beim vorgefertigten PEX-Rohr (Poly-Ethylen-kreuzvernetzt (X)) besteht das Mediumrohr und der umgebende Mantel aus Kunststoff. Zwischen Mediumrohr und Mantel befindet sich die Wärmedämmung. Die Verbindung einzelner PEX-Rohre miteinander erfolgt in der Regel über pressbare Verbindungs- und Anschlussstücke. Das Kunststoffrohr ist auf Grund seiner Materialeigenschaften flexibel und biegsam. Der Biegeradius des einzelnen Rohres ist von der Rohrdimension abhängig und den Herstellerangaben zu entnehmen.

Maximal zulässige Betriebsparameter PEX-Rohr

Max. zul. Betriebstemperatur :	95 °C
Max. zul. Dauerbetriebstemperatur:	80 °C
Max. zul. Betriebsdruck*:	6 bar

*Der maximal zulässige Betriebsdruck ist abhängig von der Betriebsdauer und der Dauerbetriebstemperatur.

4.1.2 Tiefbau

Offene Grabenbauweise

Die Rohre werden auf einem ca. 10 cm dicken Sandbett verlegt. Die Grabenbreite ist von der Rohrdimension abhängig und den Angaben des Rohrleitungsherstellers zu entnehmen. Bei PEX-Rohrleitungen muss eine Mindestüberdeckung von 50 cm ausgehend von der Rohrscheitelkante eingehalten werden. Seitlich neben der Wärmeleitung wird eine Steuerleitung für die Regelungstechnik mit eingezogen. Die Verfüllung bis 10 cm oberhalb der Rohrscheitelkante erfolgt mit Sand. Oberhalb des Sandbettes wird ein Trassenwarnband verlegt. Anschließend wird der Graben mit Erde aufgefüllt und verdichtet.

Spülbohrverfahren

Die Wärmeleitungen werden an das Bohrkopfgestänge angehängt und mittels Spülbohrverfahren durch das Erdreich gezogen. Das Spülbohrverfahren ist in den Abschnittsbereichen Geschwister-Scholl-Schule – Turnhalle Niederstockumer Weg sowie zwischen Jugendfreizeitheim Niederstockumer Weg und Kreuzung Daruper Str. Schlaunstr vorgesehen (siehe Anhang 1 Lageplan).

4.1.3 Rohrdimension und Trassenlänge

Trassenlänge Hauptleitung	815 Trm
<u>Trassenlänge Hausanschlussleitung</u>	<u>325 Trm</u>
Summe Gesamtrassenlänge	1.140 Trm

Im Folgenden sind die Leitungslängen und die dazugehörigen Rohrdimensionen je Trassenabschnitt dargestellt.

Trassenabschnitt Wärmeleitung	Rohrtyp	Trassenlänge [Trm]
Abzweig Hauptschule - Haus Markus	PEX 63 duo	150
Abzweig Hauptschule - Abzweig Grundschule	2 x PEX 90	300
Abzweig Grundschule - Grundschule	PEX 63 duo	90
Abzweig Grundschule - Abzweig Jugendfreizeitheim	2 x PEX 90	70
Abzweig Jugendfreizeitheim - Jugendfreizeitheim	2 x PEX 40	25
Abzweig Jugendfreizeitheim - Gemeindeverwaltung	2 x PEX 90	220
Gemeindeverwaltung - Aschebergsche Kurie	PEX 63 duo	110
Aschebergsche Kurie - Polizei	PEX 32 duo	10
Aschebergsche Kurie - Abzweig Gemeindewerke	PEX 50 duo	65
Abzweig Gemeindewerke - Gemeindewerke	PEX 32 duo	50
Abzweig Gemeindewerke - Alte Amtmannei	PEX 40 duo	50
Summe		1.140

4.1.4 Heizungstechnik Nahwärmenetz

Nahwärmenetzpumpen

Die bestehenden Nassläufer Nahwärmenetzpumpen im Hallenbad müssen auf Grund der Wärmeverbunderweiterung durch stärkere Trockenläuferpumpen ersetzt werden. Die bestehenden Pumpen können jedoch als Nahwärmenetzpumpen im Sekundärnetz (Gemeindeverwaltung) eingesetzt werden. Die Regelung der Nahwärmenetzpumpen im Primärnetz erfolgt durch einen Differenzdrucksensor. Die Pumpen werden auf die übergeordnete Regelung der Holzheizung aufgeschaltet.

Betriebsweise Nahwärmenetz

Um eine witterungsgeführte Betriebsweise des Nahwärmenetzes mit möglichst geringen Netzverlusten zu ermöglichen, wird in der Heizungsverteilung Abgang Nahwärmenetz ein Mischventil installiert. Dieses regelt über einen Außentemperaturfühler die Vorlauftemperatur im Nahwärmenetz.

Regelungstechnik

Die Regelung der Netzpumpen sowie des Mischventils werden auf die übergeordnete Regelung des Holzheizkessels mit aufgeschaltet, d. h. eine Erfassung und Veränderung der Betriebsparameter mittels Fernwartung über die Visualisierung ist möglich. Das Pumpenmanagement regelt über den Differenzdrucksensor den Volumenstrom und die Förderhöhe der Netzpumpen. Je nach Last wird entweder eine oder beide Pumpen modulierend betrieben. Eine automatische Störschaltung sowie ein Führungspumpenwechsel sind ebenfalls hinterlegt.

4.1.5 Wärmeübergabestationen

In den Gebäuden Haus Markus, Astrid-Lindgren-Schule, Jugendfreizeitheim und Gemeindeverwaltung Stiftsplatz werden Wärmeübergabestationen mit Plattenwärmetauschern installiert. Die Vorlauftemperaturregelung auf der Sekundärseite erfolgt witterungsgeführt durch ein Regelventil auf der Primärseite. Die Regelung ist in der Wärmeübergabestation integriert und muss vor Ort manuell eingestellt werden. Jede Station ist mit einem Ultraschall-Wärmemengenzähler ausgerüstet. Über ein M-Bus-Modul werden die gemessenen Werte digitalisiert und zur Leitzentrale auf die übergeordnete Regelung der Holzheizung übertragen.



Abb. 9: Wärmeübergabestation

4.2 Zusatzheizkessel

Für die Wärmeversorgung des Sekundärnetzes (Gemeindeverwaltung bis Alte Amtmannei) wird ein dezentraler Spitzenlast- und Reservekessel in der Heizzentrale Gemeindeverwaltung (Stiftsplatz 7) installiert. Dieser schaltet sich automatisch ein, sobald die Wärmeversorgung von der Heizzentrale Hallenbad nicht mehr ausreicht und die Vorlauftemperatur auf der Sekundärseite der Wärmeübergabestation unter den errechneten Sollwert absinkt.

Aufstellungsort, Demontage und Einbringung Gaskessel

Aufstellungsort für den Zusatzheizkessel ist die Heizzentrale im Dachgeschoss der Gemeindeverwaltung (Stiftsplatz 7).



Abb. 10: Aufstellungsort dezentraler Zusatzheizkessel Gemeindeverwaltung

Der bestehende Gasniedertemperaturkessel wird altersbedingt (Baujahr: 1993) durch einen Gasbrennwertkessel mit einer Nennwärmeleistung von 300 kW ersetzt. Die Demontage und Entsorgung des bestehenden Gaskessels sowie die Einbringung des neuen Gaskessels kann über eine Einbringöffnung im Dachstuhlboden erfolgen. Hierzu muss jedoch eine geeignete Hebevorrichtung mit Seilzug bereit gestellt werden. Die zu überwindende Höhe beträgt ca. 8 m.



Abb. 11 Einbringöffnung im Dachstuhlboden

Schornsteinsanierung

Der bestehende Schornsteinschacht ist marode und nicht für die feuchte Betriebsweise eines Gasbrennwertkessels zugelassen. Da der Schornsteinschacht nicht senkrecht verläuft, sondern einen Versatz aufweist, kann nachträglich kein feuchteunempfindlicher Edelstahlschornsteinzug ohne größere bauliche Maßnahmen eingezogen werden. Der neue Schornstein wird deshalb als doppelwandiger Edelstahlschornsteinzug (DN 300 mm, DA 350 mm) in Stecksystembauweise an der Außenwand des Schornsteins befestigt und durch den Dachstuhl ins Freie geführt. Hierzu muss eine Aussparung im Dachbereich hergestellt werden durch den der Schornstein geführt wird. Aus Denkmalschutzgründen kann der Edelstahlschornstein im sichtbaren Außenbereich mit einer Kupferverwahrung verkleidet werden.



Abb. 12 Schornstein Dachstuhlbereich Gemeindeverwaltung

Hydraulische Einbindung

Die hydraulische Einbindung des Zusatzheizkessels erfolgt in Reihe nach dem Wärmetauscher der Wärmeübergabestation auf der Sekundärseite in den Heizungsvorlauf.

Regelungstechnik

Der dezentrale Heizkessel wird bei Bedarf durch die übergeordnete Regelung der Holzheizung freigegeben. Das Einschalten des Kessels erfolgt in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur auf der Sekundärseite der Wärmeübergabestation und einer zeitlichen Hysterese. Sinkt die Vorlauftemperatur für einen definierten Zeitraum unter die errechnete Sollwerttemperatur ab, so wird der Heizkessel freigegeben und eingeschaltet. Wird die errechnete Vorlauftemperatur wieder erreicht und für die Dauer eines vorgegeben Zeitraums beibehalten, so wird die Freigabe aufgehoben und der Heizkessel ausgeschaltet.

5 Investitionskosten

5.1 Erweiterung Wärmeverbund

Die Investitionskosten verstehen sich als **Netto-Kosten** (ohne Mehrwertsteuer). Eine detaillierte Aufstellung der Investitionskosten mit Einzelpositionen ist dem Anhang 2 zu entnehmen. Die Investitionskosten für die Tiefbaumaßnahme wurde von den Gemeindewerken ermittelt.

Anlagenkomponenten	Netto-Investitionskosten
Zusatzheizkessel Heizzentrale Gemeindeverwaltung	
Demontage, Einbringung, Montage Gaskessel	6.000,-- €
Gasbrennwertkessel (300 kW)	21.000,-- €
Heizungstechnik (Pumpen, Armaturen, Rohrleitung)	8.000,-- €
Schornsteinsanierung	9.000,-- €
Summe	44.000,-- €
Erweiterung Wärmeverbund	
Wärmeleitung (1.140 Trm)	160.000,-- €
Tiefbau (1.140 Trm)	180.000,-- €
Summe	340.000,-- €
Einbindung Gebäude Wärmeverbund	
Haus Markus (Wärmeübergabestation)	9.000,-- €
Astrid-Lindgren-Schule (Wärmeübergabestation)	10.000,-- €
Jugendfreizeitheim (Wärmeübergabestation)	7.000,-- €
Gemeindeverwaltung Stiftsplatz (Wärmeübergabestation)	13.000,-- €
Aschebergsche Kurie (direkte Wärmübergabe)	5.000,-- €
Polizei (direkte Wärmeübergabe)	4.000,-- €
Gemeindewerke (direkte Wärmeübergabe)	4.000,-- €
Alte Amtmannei (direkte Wärmeübergabe)	4.000,-- €
Summe	56.000,-- €
Elektro- und Regelungstechnik	
Elektroarbeiten	8.000,-- €
Erweiterung übergeordnete Regelung	17.000,-- €
Summe	25.000,-- €
Summe Netto-Investitionskosten	465.000,-- €
Nebenkosten	
Heizung	43.000,-- €
Tiefbau	22.000,-- €
Summe	65.000,-- €
Netto-Gesamtinvestitionskosten inkl. Nebenkosten	530.000,-- €

Betrachtet man die Investitionskosten für den Trassenabschnitt Jugendfreizeitheim bis Alte Amtmannei separat (Trassenlänge: 505 Trm), so beträgt der Anteil bei der Wärmeleitung 59.000 € bzw. 37 % (siehe Anhang 2.1) und für den Tiefbau 82.000 € bzw. 46 % bezogen auf die jeweiligen Gesamtsummen.

5.2 Förderung

Für die geplante Holzheizung mit Wärmeverbund wird ein Förderantrag bei der KfW-Bank gestellt.

KfW-Förderprogramm für Erneuerbare Energien

Nach den Förderrichtlinien des Förderprogramms „Erneuerbare Energien“ der KfW-Bank ergeben sich folgende Fördersummen für die einzelnen Anlagen.

Wärmeverbund	60 €/Trm	x	1.140 Trm	=	68.000,-- €
Wärmeübergabestation	1.800 €/St.	x	8 Stk.	=	14.000,-- €
Summe					82.000,-- €

Investitionskosten Erweiterung Wärmeverbund abzüglich KfW-Förderung

Netto-Gesamtinvestitionskosten	530.000,-- €
abzüglich Förderung	- 82.000,-- €
Summe	448.000,-- €

6 Wirtschaftlichkeit

6.1 Grundlagen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 durchgeführt. Die aufgeführten Kosten verstehen sich als Netto-Kosten ohne MwSt.

Die Aufwendungen von Wärmeerzeugungsanlagen setzen sich aus

- Kapitalkosten,
- Betriebskosten,
- Brennstoffkosten

zusammen.

● Kapitalkosten

Aus dem Zinssatz und der Nutzungszeit errechnet sich der Annuitätsfaktor, mit dem aus den Investitionskosten die jährlich anfallenden Kapitalkosten berechnet werden.

Zinssatz: 5,0%

	Nutzungsdauer	Annuität
Heizungstechnik	20 Jahre	8,02 %
Wärmeverbund	40 Jahre	5,83 %
Wärmeübergabestation	20 Jahre	8,02 %

● Brennstoffkosten

Die Brennstoffkosten ergeben sich aus den Brennstoffpreisen und dem Brennstoffeinsatz für

Erdgas

Erdgastarif Gemeinde

Erdgastarif Gelsenwasser AG: Erdgas Big (gültig ab 01.09.2011)

Grundpreis Erdgas: 110,48 €/Monat x 12 Monate = 1.325,76 €/Jahr

Arbeitspreis Erdgas: 5,25 ct/kWh

Erdgastarif Gemeindewerke

Erdgastarif Stadtwerke Münster (gültig bis: 1.10.2012)

Arbeitspreis Erdgas: 3,21 ct/kWh

Der Jahresleistungspreis für Erdgas am Standort Heizzentrale Hallenbad wird bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht berücksichtigt, da die Berechnung nur die Mehrkosten

für die Wärmeversorgung Erweiterung Wärmeverbund zeigt und diese sich in einem höheren Erdgasverbrauch bei gleichbleibendem Leistungsbezug darstellen.

Holzschnitzel

Wärmepreis: 2,55 ct/kWh

Brennstoffpreis: $2,55 \text{ ct/kWh} \times 80 \% \times 700 \text{ kWh/sm}^3 = 14,28 \text{ €/sm}^3$

- **Betriebskosten**

Die Wartungs- und Instandhaltungskosten der einzelnen Varianten sind in Anlehnung an VDI-Richtlinie 2067 berücksichtigt.

Weitere Betriebskosten sind Schornsteinfegerkosten und die Kosten für Betriebsstrom sowie Anlagenbetreuung.

- **Stromkosten**

Die Stromkosten ergeben sich aus dem Stromverbrauch und den geltenden Strombezugspreisen:

angesetzter durchschnittlicher Strombezugspreis: 15,0 ct/kWh

6.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

In der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnung werden ausschließlich die Mehrkosten, die für die Errichtung, die Wärmeversorgung und den Anlagenbetrieb der Erweiterung Wärmeverbund anfallen, berücksichtigt. Die Jahreskosten (Brennstoffkosten, Betriebskosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten) und Jahreseinnahmen (Stromerlöse), die durch den Betrieb der Blockheizkraftwerke entstehen, werden nicht berücksichtigt. Der Deckungsanteil Wärmeerzeugung BHKW (100.000 kWh/a) wird deshalb jeweils zur Hälfte der Wärmeerzeugung Holzheizung und Erdgasheizkessel Hallenbad (750 kW) angerechnet.

Kapital-, Wartungs- und Instandhaltungskosten

Anlagenkomponenten	Kapitalkosten, Zins: 5,0%			Wartung u. Instandhaltung	
	Nutzung in Jahre	Annuität [%]	Kosten [€/a]	[€/a]	[%]
Zusatzheizkessel Heizzentrale Gemeindeverwaltung					
Demontage, Einbringung, Montage Gaskessel	20	8,02	481	0	0,0
Gasbrennwertkessel (300 kW)	20	8,02	1.685	315	1,5
Heizungstechnik (Pumpen, Armaturen, Rohrleitung)	20	8,02	642	120	1,5
Schornsteinsanierung	20	8,02	722	90	1,0
Summe	20	8,02	3.530	525	
Erweiterung Wärmeverbund					
Wärmeleitung (1.140 Trm)	40	5,83	9.325	800	0,5
Tiefbau (1.140 Trm)	40	5,83	10.490	900	0,5
Summe			19.815	1.700	
Einbindung Gebäude Wärmeverbund					
Haus Markus (Wärmeübergabestation)	20	8,02	722	135	1,5
Astrid-Lindgren-Schule (Wärmeübergabestation)	20	8,02	802	150	1,5
Jugendfreizeitheim (Wärmeübergabestation)	20	8,02	562	105	1,5
Gemeindeverwaltung Stiftsplatz (Wärmeübergabestation)	20	8,02	1.043	195	1,5
Aschebergsche Kurie (direkte Wärmübergabe)	20	8,02	401	75	1,5
Polizei (direkte Wärmeübergabe)	20	8,02	321	60	1,5
Gemeindewerke (direkte Wärmeübergabe)	20	8,02	321	60	1,5
Alte Amtmannei (direkte Wärmeübergabe)	20	8,02	321	60	1,5
Summe			4.493	840	
Elektro- und Regelungstechnik					
Elektroarbeiten	20	8,02	642	120	1,5
Erweiterung übergeordnete Regelung	20	8,02	1.364	255	1,5
Summe			2.006	375	
Summe Netto-Kapitalkosten			29.844	3.440	
Nebenkosten					
Heizung	20	8,02	3.450		
Tiefbau	20	8,02	1.765		
Summe			5.215		
Netto-Gesamtkapitalkosten inkl. Nebenkosten			35.059	3.440	

Brennstoff- und Betriebskosten

Technische Parameter	Nennleistung	Jahresnutzungsgrad
Holzheizung	800 kW	80%
Gasheizkessel (Hz Hallenbad)	750 kW	88%
Gasbrennwertkessel (Hz Gemeindeverwaltung)	300 kW	95%
Summe	1.850 kW	

Wärmeverbrauch Erweiterung	
Wärmeverbrauch Gebäude Erweiterung	950.000 kWh/a
Netzverluste Wärmeverbund Erweiterung	190.000 kWh/a
Summe	1.140.000 kWh/a

Wärmeerzeugung		Deckungsanteil
Holzheizkessel	900.000 kWh/a	79%
Gasheizkessel (Hz Hallenbad)	90.000 kWh/a	8%
Gasbrennwertkessel (Hz Gemeindeverwaltung)	150.000 kWh/a	13%
Summe	1.140.000 kWh/a	100%

Brennstoffkosten	Brennstoffver- brauch	Brennstoff- preis	Wärmepreis	[€/a]
Holzsplitzel (Heizwert: 700 kWh/sm ³)	1.610 sm ³ /a	14,28 €/sm ³	2,55 ct/kWh	22.950
Erdgas Arbeitspreis (Hz Hallenbad)	113.000 kWh/a (Hs)	3,21 ct/kWh	4,03 ct/kWh	3.627
Erdgas Arbeitspreis (Hz Gemeindeverwaltung)	174.000 kWh/a (Hs)	5,25 ct/kWh	6,09 ct/kWh	9.135
Erdgas Grundpreis (Hz. Gemeindeverwaltung)			[€/Monat] 110,50	1.326
Summe				37.038

Betriebskosten				[€/a]
Anlagenbetreuung	[h/a] 50	[€/h] 44		2.200
Versicherung		Satz	Basis [€]	
Heizungsanlage		0,2%	465.000	930
Verwaltung		0,5%	465.000	2.325
Austausch und Eichung Wärmemengenzähler (alle 5 Jahre)	Anzahl 8	[€/Stk] 150	alle 5 Jahre 1.200	240
Eigenstromverbrauch	[kWh/a]	[€/kWh]		
Holzheizung	9.000	0,15		1.350
Gasheizung	2.500	0,15		375
Elektrofilter	5.000	0,15		750
Pumpenstrom	24.000	0,15		3.600
Abgasmessung und Kaminreinigung				150
Summe				11.920

Übersicht Investitions- und Jahreskosten

Gesamtinvestitionskosten inkl. Nebenkosten		530.000 €
Jahreskosten	Kapitalkosten	35.059 €/a
	Brennstoffkosten	37.038 €/a
	Betriebskosten inkl. Wartung	15.360 €/a
		87.457 €/a
Abzüglich vermiedene Kapitalkosten	Förderung Wärmeverbund	-3.963 €/a
	Förderung Wärmeübergabestation	-1.123 €/a
		82.371 €/a
Wärmeverbrauch Gebäude Erweiterung		950.000 kWh/a
Wärmegestehungspreis netto		8,7 ct/kWh

7 Umweltbilanz

Holzheizung

Durch den Einsatz von Holzhackschnitzeln werden die fossilen Brennstoffe Heizöl oder Erdgas substituiert und somit die endlichen Ressourcen geschont:

- 1 Kubikmeter Holzhackschnitzel (W50) ersetzt ca. 70 Liter Heizöl.

Primärenergie-Bilanz

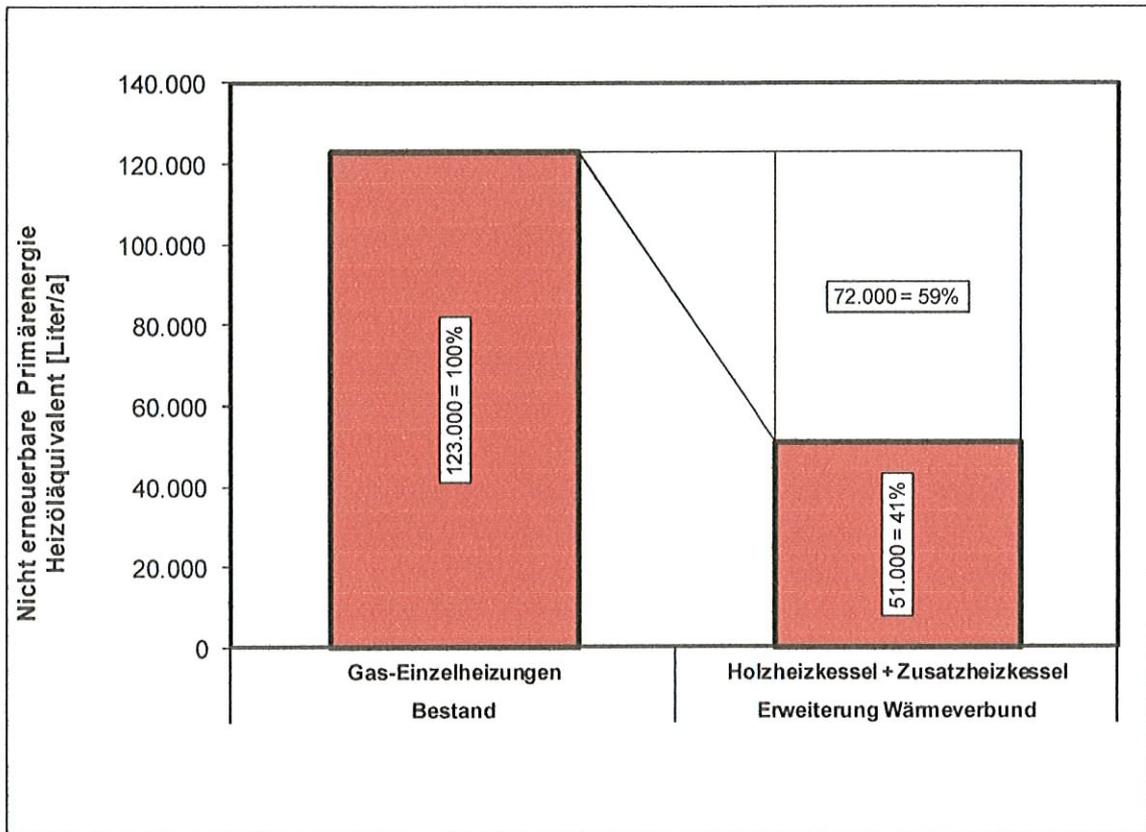


Abb. 13: Primärenergie-Bilanz

CO₂-Emissionen

Jedem Energiesystem kann ein spezifischer CO₂-Emissionfaktor zugeordnet werden. Darin sind neben den direkten Emissionen aus der Verbrennung auch die Emissionen der vorgelagerten Prozesskette wie Transport etc. berücksichtigt. Holz ist als erneuerbarer Energieträger zwar CO₂-neutral (Nullemission), trotzdem ergibt sich ein geringer Rest-Emissionsfaktor, der sich aus der Prozesskette zur Gewinnung und Aufbereitung der Energiehölzer sowie der benötigten Hilfsenergien (Strom) ableitet.

	Emissionsfaktor CO ₂ [kg/kWh]
Erdgas	0,251
Holzhackschnitzel	0,022

(Werte gemäß Förderprogramm Klimaschutz-Plus 2011)

CO₂- Emissionsbilanz

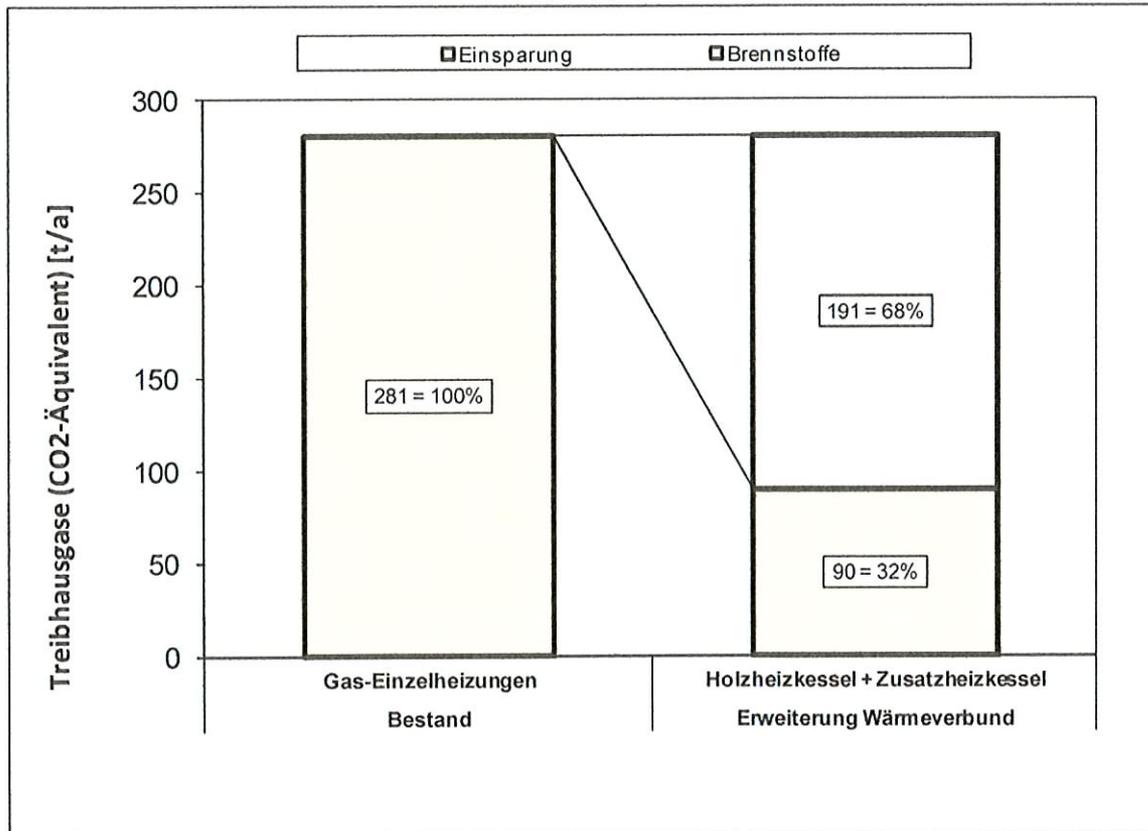


Abb. 14: CO₂-Emissionsbilanz

8 Ausführung

Sollte die geplante Maßnahme zur Ausführung kommen, so ist mit der Umsetzung ab Frühjahr 2012 zu beginnen. Die Verlegung der Wärmeleitungen werden in Eigenregie von den Gemeindewerken durchgeführt. Die Installation der Zusatzheizung sowie die Einbindung der Wärmeübergabestationen in den Gebäuden erfolgt durch eine Heizungsbaufirma.

Für folgende Gewerke ist eine Ausschreibung zu erstellen

Heizung

- Zusatzheizkessel (Gasbrennwertheizkessel)
- Schornstein
- Heizungstechnik
- Isolierarbeiten
- Elektro- und Regelungstechnik

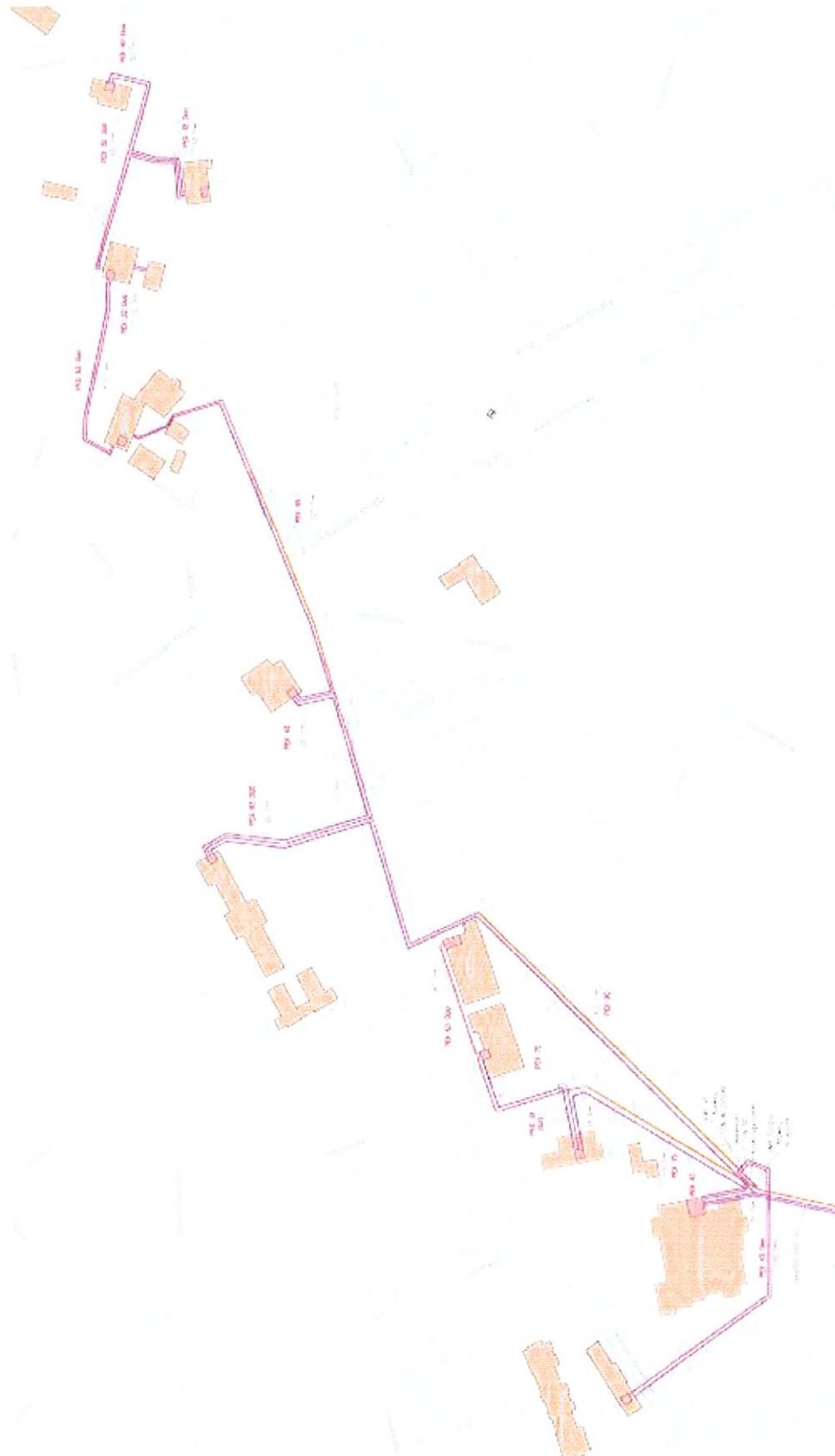
Wärmeübergabestationen

Nahwärmeleitung

Tiefbau

ANHANG

1. Lageplan Erweiterung Wärmeverbund



2. Investitionskosten Erweiterung Wärmeverbund

2.1 Erweiterung Wärmeverbund (Primär- und Sekundärnetz)

Wärmeleitungen	Dimension [DA]	Länge [m]	Kosten [€/m]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	1.180	59,00	69.620
PEX Duo	63	350	67,00	23.450
PEX Duo	50	65	48,00	3.120
PEX Duo	40	50	35,00	1.750
PEX	40	50	26,00	1.300
PEX Duo	32	60	30,00	1.800
Summe		1.755		101.040

Abzweige mit Presskupplung	Dimension [DN] bzw. [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
KMR T-Abzweig 45°	DN 80/50/80	4	530	2.120
KMR T-Abzweig 45°	DN 80/32/80	2	500	1.000
Parallel Abzweig KMR	DN 80/65/80	2	600	1.200
KMR Hosenrohr	DN 50	2	920	1.840
PEX T-Stück-Kupplung	Da 63/32/50	2	110	220
Summe				6.380

Pressverbindungskupplung	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	6	190	1.140
PEX	63	8	70	560
Summe				1.700

Pressanschluss mit Gewinde bzw. Schweißende	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	2	130	260
PEX	63	8	70	560
PEX	50	2	40	80
PEX	40	4	35	140
PEX	32	6	30	180
Summe				1.220

Verbindungs-Muffen	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Schrumpfmuffe PEX	90	26	70	1.820
Schrumpfmuffe PEX	75	2	65	130
Schrumpfmuffe PEX	63	4	65	260
Schrumpfmuffe PEX Duo	63	6	77	462
Schrumpfmuffe PEX	40	2	54	108
GFK-Montage-Muffe	50/32/40	2	250	500
Summe				3.280

Endmuffen Gebäude	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX Simplex	90	2	100	200
PEX Duplex	63	4	100	400
PEX Duplex	50	1	100	100
PEX Duplex	40	1	70	70
PEX Simplex	40	2	34	68
PEX Duplex	32	3	63	189
Summe				1.027

Absperrarmaturen	Dimension [DN]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Absperrklappe	80	2	110	220
Kugelhahn	50	8	45	360
Kugelhahn	40	2	35	70
Kugelhahn	32	4	30	120
Kugelhahn	25	6	25	150
Summe				920

Zubehör	Dimension [DN]	Anzahl [Stk. bzw m]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Pressdichtungsring Gebäudeeinführung	80-50	6	250	1.500
Pressdichtungsring Gebäudeeinführung	50 -32	7	200	1.400
Trassenwarnband		1.200	0,15	180
Steuerkabel		1.360	3,0	4.080
Schweißarbeiten Rohrleitung externe Firma		1	7.000	7.000
Summe				14.160

Gesamtsumme 1.140,00 Trm 129.167

rund 129.000

Teuerungszuschlag 5% 6.450

Summe 135.450

rund rd. 135.000

	Anzahl Tage (8 h/Tag)	Anzahl Personen	Lohnkosten [€/h]	
Lohnkosten Verlegung	21,0	2	44,0	15.000

Heizungstechnik Nahwärmenetz	Dimension [DN]	Anzahl [Stk. bzw m]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Netzpumpen		2	2.300	4.600
Mischventil		1	1.500	1.500
Rohrleitung		8	100	800
Wärmedämmung		8	100	800
Demontage + Montage				2.300
Summe				10.000

Gesamtsumme **160.000**

2.2 Erweiterung Wärmeverbund Abschnitt Jugendfreizeithaus bis Alte Amtmannei

Wärmeleitungen	Dimension [DA]	Länge [m]	Kosten [€/m]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	440	59,00	25.960
PEX Duo	63	110	67,00	7.370
PEX Duo	50	65	48,00	3.120
PEX Duo	40	50	35,00	1.750
PEX Duo	32	40	30,00	1.200
Summe		705		39.400

Abzweige mit Presskupplung	Dimension [DN] bzw. [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
KMR T-Abzweig 45°	DN 80/32/80	2	500	1.000
PEX T-Stück-Kupplung	Da 63/32/50	2	110	220
Summe				1.220

Pressverbindungskupplung	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	2	190	380
PEX	63	2	70	140
Summe				520

Pressanschluss mit Gewinde bzw. Schweißende	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX	90	2	130	260
PEX	63	4	70	280
PEX	50	2	53	106
PEX	40	2	35	70
PEX	32	6	30	180
Summe				896

Verbindungs-Muffen	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Schrumpfmuffe PEX	90	8	70	560
Schrumpfmuffe PEX Duo	63	1	77	77
GFK-Montage-Muffe	50/32/40	2	250	500
Summe				1.137
Endmuffen Gebäude	Dimension [DA]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
PEX Simplex	90	2	100	200
PEX Duplex	63	2	100	200
PEX Duplex	50	1	100	100
PEX Duplex	40	1	70	70
PEX Duplex	32	3	63	189
Summe				759
Absperrarmaturen	Dimension [DN]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Absperrklappe	80	2	110	220
Kugelhahn	50	4	45	180
Kugelhahn	40	2	35	70
Kugelhahn	32	2	30	60
Kugelhahn	25	6	25	150
Summe				680
Zubehör	Dimension [DN]	Anzahl [Stk. bzw m]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Pressdichtungsring Gebäudeeinführung	80-50	2	250	500
Pressdichtungsring Gebäudeeinführung	50 -32	7	200	1.400
Trassenwarnband		530	0,15	80
Steuerkabel		600	3,0	1.800
Summe				3.780
Gesamtsumme		490,00	Trm	48.252
rund				48.000
Teuerungszuschlag			5%	2.400
Summe				50.400
rund			rd.	50.000

	Anzahl Tage (8 h/Tag)	Anzahl Personen	Lohnkosten [€/h]	
Lohnkosten Verlegung	12,0	2	44,0	8.500
Gesamtsumme				58.500
			rd.	59.000

3. Investitionskosten Gebäudeeinbindung

		Kosten [€]
<u>Haus Markus</u>		
Wärmeübergabestation mit Regelung	120 kW	5.200
Heizungstechnische Einbindung		2.600
Elektrische Einbindung		1.200
Summe		9.000

		Kosten [€]
<u>Astrid-Lindgren Schule</u>		
Wärmeübergabestation mit Regelung	150 kW	6.000
Heizungstechnische Einbindung		3.000
Elektrische Einbindung		1.000
Summe		10.000

		Kosten [€]
<u>Jugendfreizeitheim</u>		
Wärmeübergabestation mit Regelung	50 kW	3.800
Heizungstechnische Einbindung		2.200
Elektrische Einbindung		1.000
Summe		7.000

		Kosten [€]
<u>Gemeindeverwaltung</u>		
Wärmeübergabestation mit Regelung	350 kW	7.200
Heizungstechnische Einbindung		
Rohrleitung u. Armaturen		1.700
Wärmemengenzähler Nahwärmenetz		1.200
Mischventil Nahwärmenetz		1.500
Elektrische Einbindung		1.400
Summe		13.000

Kosten

<u>Polizei</u>	[€]
Heizungstechnische Einbindung	
Rohrleitung u. Armaturen	2.500
Wärmemengenzähler	700
Elektrische Einbindung	800
<hr/>	
Summe	4.000

Kosten

<u>Aschebergsche Kurie</u>	[€]
Heizungstechnische Einbindung	
Rohrleitung u. Armaturen	3.300
Wärmemengenzähler	900
Elektrische Einbindung	800
<hr/>	
Summe	5.000

Kosten

<u>Gemeindewerke</u>	[€]
Heizungstechnische Einbindung	
Rohrleitung u. Armaturen	2.300
Wärmemengenzähler	700
Elektrische Einbindung	1.000
<hr/>	
Summe	4.000

Kosten

<u>Alte Amtmannei</u>	[€]
Heizungstechnische Einbindung	
Rohrleitung u. Armaturen	2.300
Wärmemengenzähler	900
Elektrische Einbindung	800
<hr/>	
Summe	4.000

Gesamtsumme **56.000**

4. Investitionskosten Zusatzheizkessel

Gaskessel	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Demontage und Montage	1	6.000	6.000
Gasbrennwertkessel 300 kW	1	19.000	19.000
Zubehör Gaskessel	1	1.500	1.500
Inbetriebnahme	1	500	500
Summe			27.000

Heizungstechnik	Dimension [DN]	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Kesselkreispumpe		1	1.100	1.100
Sicherheitsventil		1	240	240
Sicherheitstemperaturbegrenzer		2	120	240
Schnellentlüfter		2	75	150
Wassermangelsicherung		1	150	150
Maximaldruckbegrenzung		2	350	700
Zeigerthermometer		4	40	160
Manometer		3	60	180
Absperrungen	80	4	100	400
Rohrleitung	80	20	55	1.100
Ausdehnungsgefäß		1	200	200
Wärmedämmung Leitung	80	20	45	900
Wärmedämmung Armaturen		4	60	240
Gasanschlussleitung	80	5	80	400
Füllen, Entlüften, Inbetriebnahme		1	400	400
Zubehör Heizungstechnik		1	1.440	1.440
Summe				8.000

Schornsteinsanierung	Anzahl [Stk.]	Kosten [€/Stk.]	Gesamtkosten [€]
Demontage alte Abgasleitung	1	1.000	1.000
Montage und Anschluss Abgasleitung	1	8.000	8.000
			9.000

Gesamtsumme **44.000**