Erläuterungsbericht

Grundschule Remagen Kripp

Sanierung der Wärmeerzeugung

Variantenvergleich der neuen Wärmeerzeugung

Variante A: Monovalent Gasbrennwert

Variante B: Bivalent Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwert

Variante C: Bivalent Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwert

Variante D: Bivalent Holzpellets mit Gasbrennwert

Erstellt von

Sebastian Bleser

WiTec Rolf Wilbert

Technische Dienstleistung

Technische Gebäudeausrüstung

Dümmelsweg 1

56299 Ochtendung

Tel.: 02625 957290

Fax: 02625 957292

Mail: r.wilbert@witec-koblenz.de

www.witec-koblenz.de

1. Allgemeine Informationen

Die bestehende Wärmeerzeugungsanlage der Grundschule in Remagen Kripp soll erneuert werden. Derzeit wird das Gebäude über einen Gaskessel von 1986 beheizt. Dieser muss aufgrund seines Alters und seines derzeitigen Zustandes gegen eine neue Anlage ausgetauscht werden.

Im folgendem werden vier verschiede Systemlösungen miteinander verglichen. Untersucht werden die Wärmeerzeugung über:

- **Variante A:** Monovalent Gasbrennwert
- **Variante B:** Bivalent Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwert
- **Variante C:** Bivalent Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwert
- **Variante D:** Bivalent Holzpellets mit Gasbrennwert

Die Auswahl der neuen Wärmeversorgung beruht auf einer aktuell durchgeführten Heizlastberechnung sowie der Kontrolle und dem Erhalt der derzeitigen Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes.

1.1 Umfang der auszuführenden Arbeiten

Damit eine neue Anlage errichtet werden kann, müssen zunächst einige Vorarbeiten abgeschlossen werden.

Im ersten Arbeitsschritt steht der Rückbau der Bestandsanlage innerhalb des Aufstellraumes. Hierzu zählen Kessel, die Zuleitungen zum Verteiler, der Verteiler mit den Verteilleitungen, die Gasleitung sowie alle elektrischen Steuer und Anschlussleitungen.

Im nächsten Schritt erfolgt die Einbringung der neuen Wärmeerzeugung und Verteilung. Während sich die Anlagenkomponenten bei der Erzeugung je Variante deutlich ändern, bleiben die Arbeiten für den neuen Heizkreisverteiler und die Verteilleitungen gleich. Die neue Wärmeverteilung wird in weiten Teilen ähnlich der alten aufgebaut. Der neue Verteiler wird als Vor- und Rücklaufsammler mit zwei Heizkreisen und einem Anschluss für den Kesselkreis ausgeführt. Die Abgehenden Verteilleitungen werden an den Raumgrenzen an das bestehende Rohrnetz angebunden.

Die neue Heizanlage wird entgegen der alten immer aus zwei Erzeugern bestehen, um eine bessere Modulier- und Anpassbarkeit zu erreichen sowie eine kurzzeitige Notversorgung bei Ausfällen gewährleisten zu können. Somit wird verhindert, dass das Gebäude zu schnell auskühlt.

Mit der Installation neuster Verbrennungstechnik erfolgt gleichzeitig auch eine Sanierung der bestehenden Abgasabführung bzw. der Verbrennungsluftversorgung.

Ebenfalls erneuert wird die in die Jahre gekommene Steuer- und Regelungstechnik. Hier wird über eine Witterungsgeführte-Vorlauftemperaturregelung immer genau die Wärme bereitgestellt, welche gerade gebraucht wird. Das zentrale Bedienmodul wird am Eingang zum Raum untergebracht und wird zusätzlich eine externe Schnittstelle zu Fernüberwachung und Parametrierung bekommen.

Damit die neue Wärmeerzeugung auch bedarfsgerecht arbeiten kann, muss im Zuge der Sanierungsarbeiten ein hydraulischer Abgleich des Gesamtsystems durchgeführt werden.

1.2 Instandhaltungs- und Wartungsaufgaben

In diesem Kapitel soll Aufschluss über die jährlich zu erbringenden Leistungen für Inspektion und Wartung gegeben werden.

1.2.1 Wärmeerzeugung

Die alljährliche Instandhaltung (Inspektion und Wartung) von Heizungsanlagen besteht aus mehreren Teilen, welche in brennstoffun- bzw. -abhängig untergliedert werden können.

Zu den brennstoffunabhängigen Arbeiten zählen:

- Sichtprüfung der Gerätekomponenten auf Beschädigung, Verschmutzung u.a.
- Dichtheitsprüfung
- Funktionsprüfung der Hydraulikkomponenten
- Reinigen von Verbrennungs- bzw. Anlagenkomponenten
- Kontrolle und ggf. Austausch von Verschleißteilen
- Einstellen der Betriebsbetriebszustände (Volllast, Teillast)
- Prüfung von Sicherheitskomponenten (Sicherheitsventil, Ausdehnungsgefäß usw.)
- Auslesen der Betriebsdaten inklusive Fehlerspeicher
- Prüfung der elektrischen Sicherheit durch eine Elektrofachkraft

Zu den brennstoffabhängigen Arbeiten zählen:

- Bei Festbrennstoff und Gas:
    - Reinigen von Wärmetauschern
    - Überprüfung der Abgaszusammensetzung
    - Überprüfung der Brennstoffzufuhr
- Bei Wärmepumpen:
    - Reinigen von Luftfiltern (Luft-Wärmepumpe)
    - Kontrolle der eingesetzten Sole und der Kältedämmung

An dieser Stelle sei aber nochmals darauf hingewiesen, dass trotz gemeinsamer Punkte die Durchführung einer solchen Instandhaltung unterschiedlich viel Zeit in Anspruch nehmen kann. Insbesondere Festbrennstoffkessel, Holzpellets, benötigen viel Vorlauf- und Bearbeitungszeit.

Zusätzlich zu den höheren Instandhaltungsarbeiten benötigt ein solcher Kessel auch während seiner Betriebszeit in regelmäßigen Abständen Betreuung. Darunter fällt besonders das Entleeren des Aschebehälters sowie die Reinigung des Staubabscheiders. Außerdem sind Biomasse-Kessel anfälliger für Betriebsausfälle oder Störungen.

1.2.2 Heizungswasser

Kontrolle des herrschen Anlagendrucks, des bestehenden Vordrucks im Membranausdehnungsgefäß, des Zustands der Entsalzungspatrone sowie der Heizwasserzusammensetzung.

1.2.3 Wärmeverteilung

Ferner werden die Bauteile und Komponenten der Wärmeverteilung auf ihre Funktion hin überprüft. Hierzu zählen insbesondere mechanische Komponenten wie Mischer, Pumpen oder Absperreinrichtungen.

2 Ergebnis des Variantenvergleichs

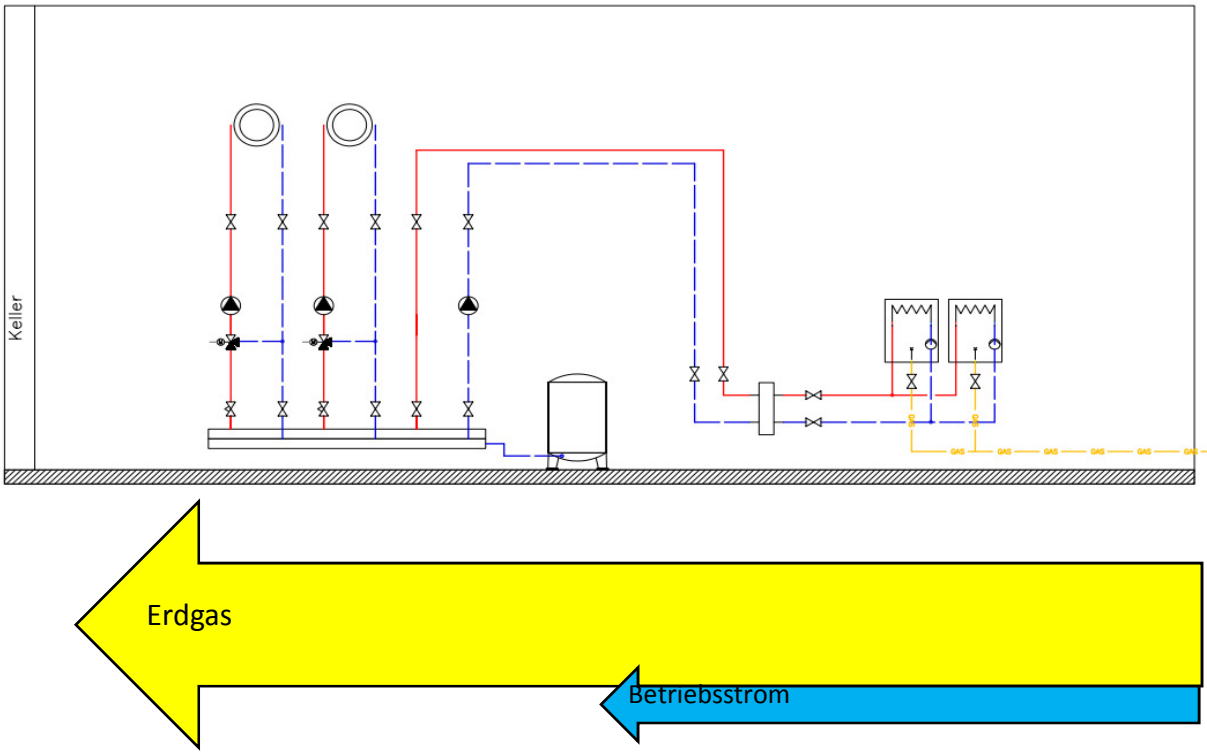
Kostenzusammenstellung

		Monovalent Gas-Brennwert	Bivalent Luft-Wasser-Wärmepumpe	Bivalent Sole-Wasser-Wärmepumpe	Bivalent Holzpellets mit Gas-Brennwert
Investitionskosten heute		115.366,16 €	187.768,32 €	202.711,02 €	234.700,95 €
Investitionskosten 20 Jahre inklusive Reinvestition		131.351,60 €	205.409,00 €	241.939,60 €	256.090,00 €
Jährliche Kosten (ohne Preissteigerung)	Investitionskosten	6.567,58 €	10.270,45 €	12.096,98 €	12.804,50 €
	Energiekosten	9.536,00 €	8.567,00 €	7.810,00 €	8.544,00 €
	Wartung und Unterhalt	1.597,23 €	3.742,15 €	3.509,21 €	7.054,05 €
	Summe	17.700,81 €	22.579,60 €	23.416,19 €	28.402,55 €
20-Jahresmittel (mit Preisteigerungen)	Investitionskosten	6.567,58 €	10.270,45 €	12.096,98 €	12.804,50 €
	Energiekosten	16.598,04 €	15.534,13 €	14.121,29 €	14.897,92 €
	Wartung und Unterhalt	1.979,23 €	4.637,14 €	4.348,49 €	8.741,14 €
	Summe	25.144,85 €	30.441,72 €	30.566,76 €	36.443,55 €
Kapitalwert über 20 Jahre (gesamt)		502.897,01 €	608.834,38 €	611.335,17 €	728.871,06 €

3. Variantenvergleich

3.1 Variante A: Monovalent mit Gas-Brennwert-Kessel

3.1.1 Bilder und Anlagenschema



3.1.2 Anlagenkurzbeschreibung

Bei dieser Variante soll die neue Wärmeversorgung über zwei Gas-Brennwert-Kessel in Kaskadenschaltung erfolgen. Diese Kombination aus zwei Wärmeerzeugern wird aus Gründen der Redundanz gewählt. Somit kann auch bei Ausfällen immer eine Grundversorgung sichergestellt werden. Zusätzlich können unerwartete Bedarfsspitzen, außerhalb der jährlichen Regel, abgedeckt werden.

Die beiden Kessel werden als wandhängende Geräte ausgeführt. Durch die Kaskadierung ergibt sich ein breiterer Modulationsbereich mit dem alle erforderlichen Bedürfnisse über das Jahr hinweg ohne Warmwasservorhaltung bedient werden können. Die Kessel werden über eine hydraulische Weiche auf den neuen Heizkreisverteiler aufgeschaltet.

Die bestehende Gasleitung wird im Bereich des Aufstellraumes in Teilen zurückgebaut und anschließend mit allen notwendigen Sicherungseinrichtungen an die Position der neuen Mehrkesselanlage geführt. Im Hausanschlussraum erfolgt eine Anpassung der Gaszählereinheit auf die neue geänderte Wärmebelastung.

Für die Abgasabführung bzw. Verbrennungsluftversorgung der beiden Kessel wird ein gemeinsames LAS-System (Luft/Abgas-System) in einem der vorhandenen Kaminzüge eingerichtet.

Kostenzusammenstellung

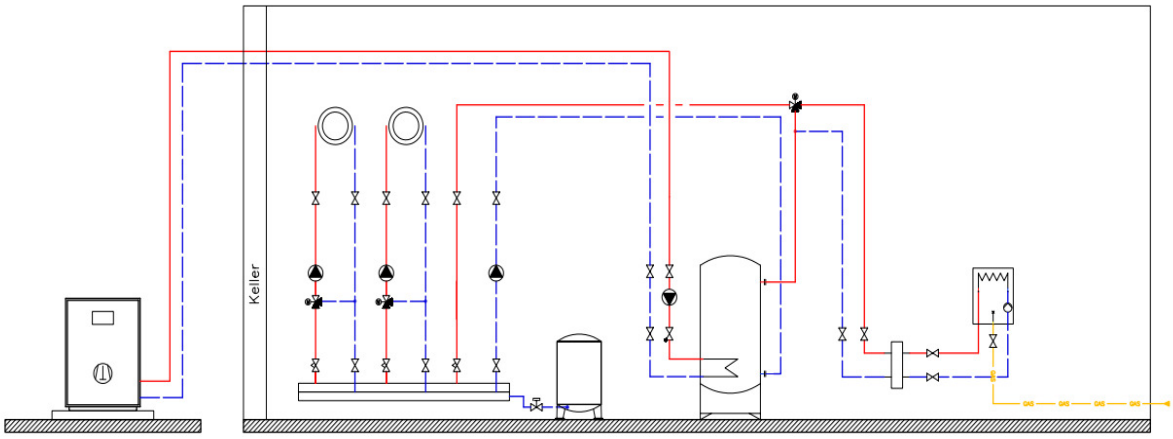
Monovalent Gas-Brennwert

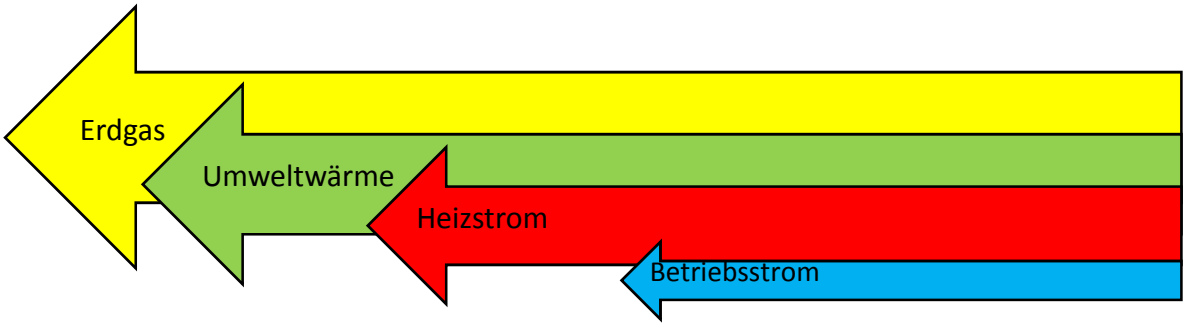
Investitionskosten Anlage			115.366,16 €
Investitionskosten Anlage inklusive Reinvestition			131.351,60 €
Jährliche Kosten (ohne Preissteigerung)	Kapitalkosten		6.567,58 €
	Energiekosten		9.536,00 €
	Wartung und Unterhalt		1.597,23 €
	Summe		17.700,81 €
20-Jahresmittel (mit Preisteigerungen)	Kapitalkosten		6.567,58 €
	Energiekosten		16.598,04 €
	Wartung und Unterhalt		1.979,23 €
	Summe		25.144,85 €
Kapitalwert über 20 Jahre (gesamt)			502.897,01 €

Die jährlichen Energiekosten setzen sich aus den Kosten für den Erdgasverbrauch und dem notwendigen Hilfsstrom für die Anlagenkomponenten zusammen.

3.2 Variante B: Bivalenter Betrieb Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwert-Kessel

3.2.1 Bilder und Anlagenschema





3.2.2 Anlagenbeschreibung

In der zweiten Variante erfolgt die Wärmegewinnung über eine Kombination von Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwert-Kessel.

Die Wärmepumpe wird als außenstehende Einheit am Treppenaufgang vor dem Aufstellraum ausgeführt. Über zwei Erdverlegte Verbindungsleitungen erfolgt der Anschluss in das Gebäude und von dort zu einem 1500 Liter Pufferspeicher. Das erwärmte Heizungswasser wird in die Vorlaufleitung zum Verteiler eingespeist. Bedingt durch die hohen Vorlauftemperaturen zur Versorgung der bestehenden Heizkörper, erfüllt die Luft/Wasser-Wärmepumpe die Deckung der Grundlast.

Als zweite Wärmequelle wird ein wandhängender Gas-Brennwert-Kessel eingesetzt. Der Kessel wird über eine Hydraulische-Weiche an die Anschlussleitung zum Verteiler angebunden. Der Rücklauf wird aus dem warmen Pufferwasser gespeist. Dadurch verringert sich die erforderliche Energiemenge zur Erwärmung des Heizwassers, wodurch Kosten eingespart werden. Der Gasbrennwert-Kessel übernimmt dadurch die Aufgabe des Spitzenlastkessels in Zeiten hohen Wärmebedarfs.

Die bestehende Gasleitung wird im Bereich des Aufstellraumes in Teilen zurückgebaut und anschließend mit allen notwendigen Sicherungseinrichtungen an die Position des neuen Kessels geführt. Im Hausanschlussraum erfolgt eine Anpassung der Gaszählereinheit sowie der Einbau eines geeigneten Gasströmungswächters.

Für die Abgasabführung bzw. Verbrennungsluftversorgung wird ein LAS-System (Luft/Abgas-System) in einem der vorhandenen Kaminzüge eingerichtet.

Kostenzusammenstellung

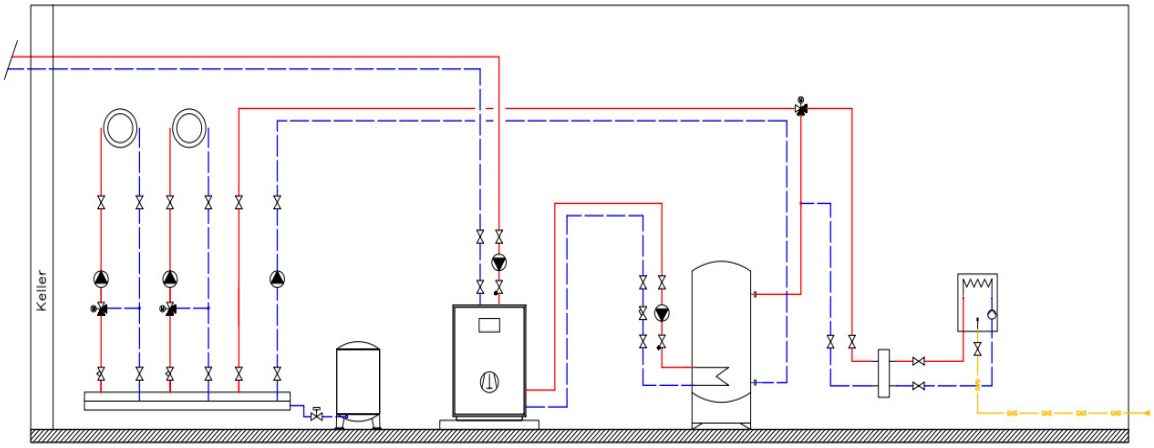
Bivalent Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwert

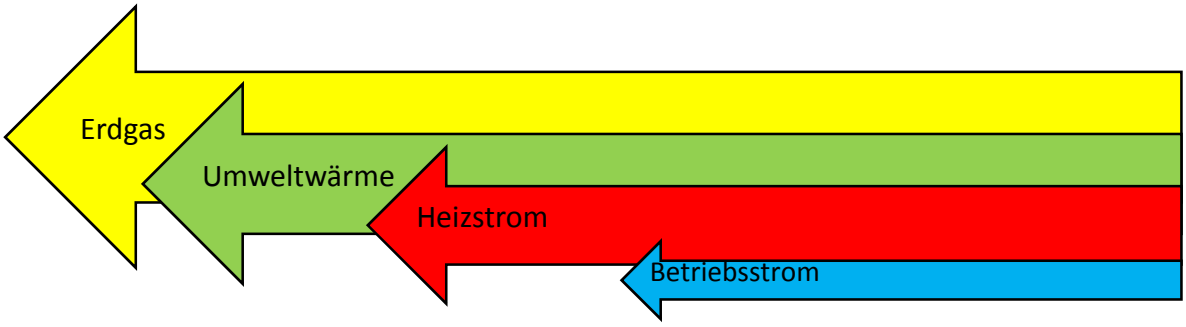
Investitionsbedarf Anlage			187.768,32 €
Investitionskosten Anlage inklusive Reinvestition			205.409,00 €
heutige Preise	Kapitalkosten		10.270,45 €
	Energiekosten		8.567,00 €
	Wartung und Unterhalt		3.742,15 €
	Summe		22.579,60 €
20-Jahresmittel	Kapitalkosten		10.270,45 €
	Energiekosten		15.534,13 €
	Wartung und Unterhalt		4.637,14 €
	Summe		30.441,72 €
Kapitalwert über 20 Jahre (gesamt)			608.834,38 €

Die jährlichen Energiekosten dieser gemischten Wärmeerzeugung beinhalten die Kosten für den Erdgasverbrauch, den Hilfsstrom der Anlagenkomponenten, sowie einen großen Anteil an Strom zum Betrieb der Wärmepumpe.

3.3 Variante C: Bivalenter Betrieb Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwert

3.3.1 Bilder und Anlagenschema





3.3.2 Anlagenbeschreibung

In der dritten Variante erfolgt die Wärmegewinnung über eine Kombination von Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwert-Kessel.

Die Sole/Wasser-Wärmepumpe wird innerhalb des Aufstellraumes aufgestellt. Die erforderlichen Tiefenbohrungen mit Soleverteiler werden auf dem derzeitigen Schotterparkplatz vor dem Schulgebäude ausgeführt. Geplant sind 5 Bohrungen mit je 99 m Tiefe. Wie schon zuvor bei der Luft/Wasser-Wärmepumpe erfüllt auch diese Variante die Deckung der Grundlast.

Als zweite Wärmequelle wird ein wandhängender Gas-Brennwert-Kessel eingesetzt. Der Kessel wird über eine Hydraulische-Weiche an die Anschlussleitung zum Verteiler angebunden. Der Rücklauf wird aus dem warmen Pufferwasser gespeist. Dadurch verringert sich die erforderliche Energiemenge zur Erwärmung des Heizwassers, wodurch Kosten eingespart werden. Der Gasbrennwert-Kessel übernimmt dadurch die Aufgabe des Spitzenlastkessels in Zeiten hohen Wärmebedarfs.

Die bestehende Gasleitung wird im Bereich des Aufstellraumes in Teilen zurückgebaut und anschließend mit allen notwendigen Sicherungseinrichtungen an die Position des neuen Kessels geführt. Im Hausanschlussraum erfolgt eine Anpassung der Gaszählereinheit sowie der Einbau eines geeigneten Gasströmungswächters.

Für die Abgasabführung bzw. Verbrennungsluftversorgung wird ein LAS-System (Luft/Abgas-System) in einem der vorhandenen Kaminzüge eingerichtet.

Kostenzusammenstellung

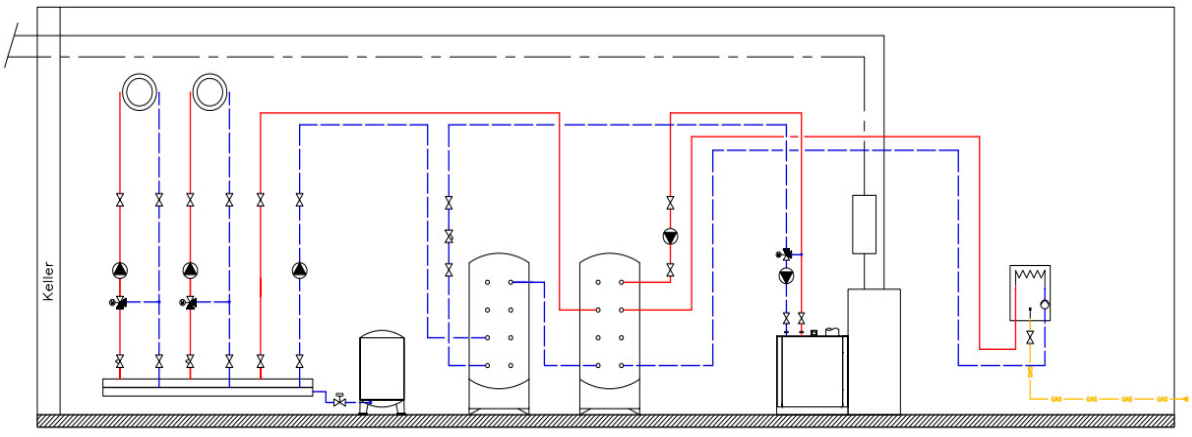
Bivalent Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Gas-Brennwert

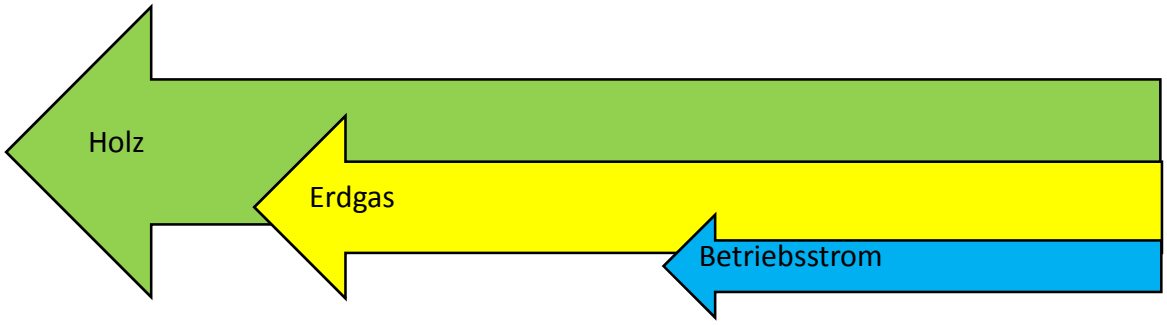
Investitionsbedarf heute			202.711,02 €
Investitionskosten Anlage inklusive Reinvestition			241.939,60 €
heutige Preise	Kapitalkosten		12.096,98 €
	Energiekosten		7.810,00 €
	Wartung und Unterhalt		3.509,21 €
	Summe		23.416,19 €
20-Jahresmittel	Kapitalkosten		12.096,98 €
	Energiekosten		14.121,29 €
	Wartung und Unterhalt		4.348,49 €
	Summe		30.566,76 €
Kapitalwert über 20 Jahre (gesamt)			611.335,17 €

Die jährlichen Energiekosten dieser gemischten Wärmeerzeugung beinhalten die Kosten für den Erdgasverbrauch, den Hilfsstrom der Anlagenkomponenten, sowie einen großen Anteil an Strom zum Betrieb der Wärmepumpe.

3.4 Variante D: Bivalent Holzpellets mit Gasbrennwert

3.4.1 Bilder und Anlagenschema





3.4.2 Anlagenbeschreibung

In der letzten Variante wird eine Wärmeversorgung über einen Holzpellet-Kessel mit Unterstützung eines Gas-Brennwert-Kessels behandelt. Diese Kombination aus zwei Wärmeerzeugern wird aus Gründen der Redundanz gewählt.

In dieser Variante kommt ein vollautomatischer Holzpellet-Kessel zum Einsatz. Der Biomassekessel wird innerhalb des Aufstellraumes vor dem vorhandenen Schornstein positioniert. Die Einbindung ins System erfolgt über zwei 2000 l Pufferspeicher.

Aufgrund von mangelndem Platz für die Errichtung eines innenliegenden Lagerraumes wird ein 22 m^3 Erdtank im Bereich des Schotterparkplatzes vorgesehen. Zur Versorgung der Kesselanlage wird ein Sauggebläse mit „Maulwurf“ verwendet. Die angesaugten Holzpellets gelangen hierdurch in einen seitlich am Kessel angebrachten Vorratsbehälter und anschließend über eine Schneckenaustragung in die Brennkammer. Die bei der Ansaugung mitgeführte Luft wird im Anschluss über einen Entstauber in das Außenlager zurückgeführt. Der Entstauber verhindert einen erhöhten Eintrag von Staub, der aus dem Abrieb der Holz-Pellets entsteht, im externen Lagerraum.

Neben der neuen Festbrennstoff-Wärmeerzeugung wird ein zusätzlicher Gas-Brennwert-Kessel vorgesehen. Das Wand-Gerät wird unmittelbar neben dem Biomassekessel installiert.

Die bestehende Gasleitung wird im Bereich des Aufstellraumes in Teilen zurückgebaut und anschließend mit allen notwendigen Sicherungseinrichtungen an die Position des neuen Kessels geführt. Im Hausanschlussraum erfolgt eine Anpassung der Gaszählereinheit sowie der Einbau eines geeigneten Gasströmungswächters.

Während der Gas-Brennwert-Kessel, wie bereits in den anderen Varianten beschrieben, über ein LAS (Luft-Abgas-) System raumluftunabhängig betrieben wird, erfolgt für den Pellet-Kessel eine raumluftabhängige Versorgung über zusätzliche Öffnungen in der Außenwand. Die entstehenden heißen Abgase aus der Biomasseverbrennung werden anschließend durch den sanierten Schornstein nach außen geführt.

Kostenzusammenstellung

Bivalent Holzpellets mit Gas-Brennwert

Investitionsbedarf heute			234.700,95 €
Investitionskosten Anlage inklusive Reinvestition			256.090,00 €
heutige Preise	Kapitalkosten		12.804,50 €
	Energiekosten		8.544,00 €
	Wartung und Unterhalt		7.054,05 €
	Summe		28.402,55 €
20-Jahresmittel	Kapitalkosten		12.804,50 €
	Energiekosten		14.897,92 €
	Wartung und Unterhalt		8.741,14 €
	Summe		36.443,55 €
Kapitalwert über 20 Jahre (gesamt)			728.871,06 €

Die jährlichen Energiekosten der bivalenten Holzpellet-Anlage setzen sich überwiegend aus den Kosten für die Brennstoffe Holzpellets und Erdgas zusammen. Bedingt durch die höhere Komplexität der Anlage ist jedoch zusätzlich auch ein höherer Hilfsstrom-Anteil zum Betrieb der Anlage notwendig.