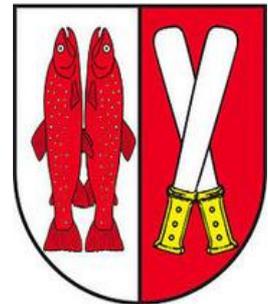


Konzeptentwicklung einer Nahwärmerversorgung für das Deutsche Haus in Osterwieck

Im Auftrag von:

Landkreis Harz
Geschäftsbereich Strategie & Steuerung
Friedrich-Ebert-Straße 42
38820 Halberstadt



Der Bericht wurde erstellt von:

HALBERSTADTWERKE GmbH
Wehrstedter Straße 48
38820 Halberstadt



Halberstadt den 25.08.2015

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Nomenklatur	II
<i>Begriffe</i>	II
<i>Formelzeichen</i>	V
1. Einleitung	1
1.1 <i>Beschreibung der Liegenschaft & Stand der Technik</i>	1
1.2 <i>Verwendete Rechenverfahren</i>	4
1.3 <i>Hinweise</i>	5
2. Grunddaten	5
2.1 <i>Heizzentralen</i>	6
2.2 <i>Heizlastberechnung</i>	6
2.3 <i>Jahreswärmeverbrauch</i>	9
3. Wirtschaftlichkeitsberechnung	13
3.1 <i>Investitions- und Kapitalkosten</i>	14
3.2 <i>Betriebs- und Energiekosten</i>	17
3.3 <i>Ergebnisse</i>	18
4. Energieträgerbewertung	21
4.1 <i>Primärenergie</i>	21
4.2 <i>CO₂-Äquivalent</i>	24
4.3 <i>Kennzahlenvergleich Nahwärme</i>	27
5. Zusammenfassung & Empfehlungen	28
Literaturverzeichnis	31
Abbildungsverzeichnis	32
Tabellenverzeichnis	33
6. Anlagen	34

Nomenklatur

Begriffe

Wichtige Begriffe, die sie im Bericht immer wieder finden, werden an dieser Stelle erläutert. Die weiteren Details folgen an der entsprechenden Stelle im Bericht.

Energiebilanz

Die Energiebilanz stellt den Energiemengen, die ein Gebäude verliert, die Energiemengen gegenüber, die dem Gebäude zugeführt werden. Diese Bilanz umfasst üblicherweise die Energiemengen für die Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung, aber nicht den Haushaltsstrom. Üblicherweise werden die Energiemengen in einer Energiebilanz als kWh (Kilowattstunden) angegeben.

Norm-Heizlast

Unter Heizlast versteht man in der Bautechnik die zum Aufrechterhalt einer bestimmten Raumtemperatur notwendige Wärmezufuhr, sie wird in Watt angegeben. Die Heizlast richtet sich hierbei nach der Lage des Gebäudes, der Bauweise der wärmeübertragenden Gebäudeumfassungsflächen und dem Bestimmungszweck der einzelnen Räume. Nach ihr richtet sich die Notwendigkeit von Wärmeschutzmaßnahmen und die Auslegung der Heizungsanlage. Die Ermittlung der Heizlast ist in der DIN EN 12831 genormt.

Heizgrenze

Die Heizgrenze beschreibt die Außentemperatur, ab welcher die inneren Wärmelasten nicht mehr ausreichen um die gewünschte Raumtemperatur zu halten. Folglich muss durch die Heizung fehlende Wärme zugeführt werden.

Grundverbrauch

Der Grundverbrauch beschreibt den Anteil an Wärmeenergie welcher unabhängig von Witterungseinflüssen ist. In diesem Konzept dient er ausschließlich zur Bereitstellung von Warmwasser.

Energiegewinne und Energieverluste

Zu den Energiegewinnen (Zufuhr), die ein Gebäude neben der eingekauften Energie in Form von Gas, Öl, Fernwärme, Strom usw. hat, zählen die solaren Wärmegevinne über die Fenster und die inneren Wärmegevinne, z.B. aus der Abwärme seiner Bewohner. Zu den Energieverlusten (Abfuhr), die ein Gebäude hat, zählen Wärmeverluste aus Transmission durch die Außenhülle und aus der Lüftung sowie die Technikverluste, z.B. Wärmeverluste der Rohre und Speicher im Keller und des Kessels zum Schonstein hinaus.

Nutzenergie

Als Nutzenergie wird die Energiemenge bezeichnet, die für die Beheizung in den Räumen bereitgestellt wird (Heizwärmebedarf) bzw. die man in Form von Warmwasser aus dem Hahn zapft (Nutzwärme Warmwasser). Die Nutzenergie umfasst keine Technikverluste. Die Nutzenergie wird praktisch nie (exakt) gemessen. Meist sind nur Zähler zu Erfassung der Endenergie vorhanden, welche auch bezahlt werden muss.

Endenergie

Die Endenergie ist die Energiemenge an der Gebäudegrenze, die zur Deckung der Nutzenergie und aller Technikverluste aufgewendet wird. Die Endenergie entspricht der Energie, die der Kunde bezahlt (Gas, Öl, Fernwärme, Strom usw.). Sie ist die Grundlage für Einspar- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Primärenergie

Die Primärenergie ist ein Maß dafür, wie viel Grundenergie unserer Erde entnommen wird, um die Endenergie an der Gebäudegrenze bereitzustellen. Sie berücksichtigt also auch die Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle, die Aufbereitung und den Transport bis zum Gebäude.

CO₂-Äquivalent

Das CO₂-Äquivalent ist ein Maß für die Umweltwirksamkeit des Energiebezugs. Für jede Kilowattstunde eines Energieträgers (Gas, Öl, Fernwärme, Strom usw.) wurde in wissenschaftlichen Studien berechnet, wie viel umweltschädliche Stoffe (CO₂ und andere Stoffe werden gewichtet, daher „Äquivalent“) entstehen, wenn diese Kilowattstunden verbraucht werden.

Gesamtkostenrechnung

Diese Art der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt zum einen Kapitalkosten (Zins und Tilgung für die Investition), die Energiekosten (mit Energiepreissteigerung) und zusätzliche Wartungs- und Unterhaltskosten (z.B. für wartungsintensive Techniken) über einen längeren Zeitraum.

Wärme(leistungs)liniendichte

Wärme(leistungs)liniendichte, beschreibt die pro Meter Trasse angeschlossene Leistung (typisch Heizlast des Gebäudes)

Wärme(abnahme)liniendichte

Wärme(abnahme)liniendichte, beschreibt die pro Meter Trasse abgenommene Wärmemenge

Wärmetrassenverluste

Wärmetrassenverluste beschreiben den Anteil an Wärmemenge, welche pro Meter Rohrtrasse nicht genutzt werden können.

Nomenklatur

Formelzeichen

Formelzeichen	Erläuterung	Einheit
\dot{Q}_{HL}	Wärmeleistung Gebäudeheizlast	kW
H	Steigung (Transmissions- & Lüftungswärmeverluste)	W/K
ϑ_a	Außentemperatur	K
ϑ_i	Innentemperatur	K

1. Einleitung

Das Energiekonzept beinhaltet die Konzeptentwicklung einer Nahwärmeversorgung für das Deutsche Haus in Osterwieck. Es erfolgt eine energetische Betrachtung der Gebäude und Datenaufnahme vor Ort, die Konzeption einer/mehrerer Wärmeversorgungen sowie deren Bewertung auf Basis wirtschaftlicher und ökologischer Kennzahlen.

1.1 Beschreibung der Liegenschaft & Stand der Technik

Die Stadt Osterwieck liegt am Südhang des Großen Fallsteins und am rechten Ufer der Ilse im Landkreis Harz in Sachsen-Anhalt. Am Marktplatz der Stadt Osterwieck befindet sich das Deutsche Haus welches als zukünftiges Rathaus genutzt werden soll. In enger räumlicher Nachbarschaft befindet sich das angrenzende aktuelle Rathaus, das Energieberatungszentrum (ebz), die ÖSA Versicherung mit 3 Wohneinheiten, das Gebäude der Polizei mit 4 Wohneinheiten, Antares Holz mit 4 Wohneinheiten sowie die Grundschule & der Hort Sonnenklee.

Zurzeit wird jedes Gebäude von einer eigenen Heizungsanlage mit Heizwärme versorgt. Die Wärmebereitstellung für die Schule und den Hort erfolgt zentral im Keller der Grundschule. Der Hort ist über eine Nahwärmeleitung mit der Grundschule verbunden. Die Warmwasserbereitung erfolgt in den Nichtwohngebäuden (ebz, Polizei, Rathaus, Grundschule & Hort sowie dem Deutschen Haus) über Elektro-Durchlauferhitzer. In den Wohngebäuden erfolgt die Warmwasserbereitung zentral über die gemeinsame Heizzentrale oder über einzelne Wohnungsthermen.

Einleitung

Die räumliche Nähe der Wärmeverbraucher ermöglicht eine Wärmeversorgung der Gebäude im Verbund. Gegenstand dieses Energiekonzeptes ist daher die Untersuchung und Bewertung folgender Versorgungsvarianten, um die technisch, wirtschaftlich und ökologisch günstigste Variante herauszufinden:

Variante 1: Zentrale Wärmeversorgung mit einem motorbetriebenen BHKW, Brennstoff: Erdgas
Spitzenlastkessel, Brennstoff: Erdgas
Standort Heizzentrale: Am Markt 13, Deutsches Haus, Nebengebäude
Nahwärmeleitung zu den Heizungsverteilungen der übrigen Gebäude

Variante 2: Zentrale Wärmeversorgung mit einem Kessel, Brennstoff: Erdgas
Standort Heizzentrale: Am Markt 13, Deutsches Haus, Nebengebäude
Nahwärmeleitung zu den Heizungsverteilungen der übrigen Gebäude

Variante 3: Zentrale Wärmeversorgung mit einem automatischen Holzkessel
Brennstoff: Pellets
Spitzenlastkessel, Brennstoff: Erdgas
Standort Heizzentrale: Am Markt 13, Deutsches Haus, Nebengebäude
Nahwärmeleitung zu den Heizungsverteilungen der übrigen Gebäude

Einleitung

Variante 4: Zentrale Wärmeversorgung mit einem automatischen Holzessel
Brennstoff: Holzhackschnitzel
Spitzenlastkessel, Brennstoff: Erdgas
Standort Heizzentrale: Am Markt 13, Deutsches Haus, Nebengebäude
Nahwärmeleitung zu den Heizungsverteilungen der übrigen Gebäude

Als Systemgrenze wird jeweils die Hausübergabestation gewählt. Eine technische und wirtschaftliche Bewertung der Übergabe und Verteilung im Gebäude ist nicht Gegenstand dieses Konzeptes.

In der nachfolgenden Abbildung sind die beteiligten Gebäude farbig dargestellt.



Abbildung 1: Versorgungsgebiet Osterwieck

Die Investitionskosten der Versorgungsvarianten sind zu schätzen und werden anhand von Kostenfunktionen, deren Grunddaten jedoch teilweise Angeboten entstammen, ermittelt.

Die ökologischen Auswirkungen der Wärmeversorgungsvarianten sind im Vergleich mit dem Ist-Zustand darzustellen. Hier ist insbesondere die Emission des Treibhausgases CO₂ zu bewerten.

1.2 Verwendete Rechenverfahren

Die Berechnung wird in Anlehnung an bekannte Normen, Richtlinien und allgemeine anerkannte Regeln der Technik durchgeführt. Folgende Rechsätze und Programme kommen zum Einsatz:

1. für die Witterungskorrektur der Verbrauchsdaten:
 - Verfahren der VDI 3807 mit den vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) veröffentlichten Wetterdaten, die auf Datenbasis der Messungen des Deutschen Wetterdienstes beruhen [1]
 - Software: „Witterungskorrektur“ und „Wetterdaten“, Excel-Freeware, Herausgeber IWU und Prof. Dr. K. Jagnow [2]

2. Für die Heizlastberechnung
 - Software: „Witterungskorrektur“, Energieanalyse aus dem Verbrauch von Prof. Dr. D. Wolff und Prof. Dr. K. Jagnow [2]
 - DIN EN 12831 Beiblatt 2: Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Gebäude-Heizlast und der Wärmeerzeugerleistung [3]

3. Für die Wirtschaftlichkeitsbewertung unter Beachtung von Tilgung, Zinsen und Preissteigerungen:
 - Software: „Wirtschaftlichkeit LEG“, Excel-Freeware, Herausgeber IWU + Energieagentur NRW mit Ergänzung von Prof. Dr. K. Jagnow [4]

1.3 Hinweise

Der Bericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Alle in diesem Bericht getätigten Aussagen zur Energieeinsparung beruhen auf Berechnungen und Prognosen, bei denen zu nicht genau bekannten Größen sinnvolle Annahmen getroffen werden. Diese Annahmen wurden mit Sorgfalt getroffen und wurden anhand der bekannten Energieverbrauchswerte des jetzigen Gebäudezustands kritisch geprüft. Dennoch sind die berechneten Energieeinsparungen nur Näherungen.

Die Randdaten der Wirtschaftlichkeit sind ebenfalls gewissenhaft, weder zugunsten noch zuungunsten einer Investition gewählt. Insbesondere bei den Investitionskosten handelt es sich um Schätzungen, wie sie im Rahmen eines Energiekonzeptes üblich sind.

2. Grunddaten

In den nachfolgenden Kapiteln wird der aktuelle Zustand in den Heizzentralen dargestellt. Weiterhin erfolgt die Berechnung der notwendigen Gebäudeheizlast. Der Wärmebedarf (Heizlast) der Gebäude wurde aus Verbrauchsablesungen (14-tägig) der Erdgaszähler und anschließender Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV) sowie anhand von Jahres-Gasabrechnungen nach dem Berechnungsverfahren der DIN EN 12831 Beiblatt 2 bestimmt. Für das Deutsche Haus (neues Rathaus) wurde die Berechnung der Gebäudeheizlast vom Planungsbüro zur Verfügung gestellt.

2.1 Heizzentralen

Der Ist-Zustand der Heizzentralen mit Wärmeerzeugern und sonstigen Komponenten wurde, wenn möglich, durch Begehungen aufgenommen. Dabei wurden technische Daten sowie der allgemeine Zustand der Anlagen erfasst.

Tabelle 1: Heizzentralen der Bestandsgebäude

Bezeichnung	Antares Holz	Polizei	Altes Rathaus	Deutsche Haus	Grundschule & Hort	ebz	ÖSA
Energieträger Heizung	Erdgas	Erdgas/ Strom	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Kesselleistung [kW]	48	60	60	63	160	17	k.A.
Warmwasserbereitung	Zentral	Elektro-Durchlauf erhitzer	Elektro-Durchlaufer hitzer	Elektro-Durchlaufer hitzer	Elektro-Durchlauf erhitzer	Elektro-Durchlauf erhitzer	Dezentral Gaskombi-therme je WE

2.2 Heizlastberechnung

Die Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V) liefert anhand von realen Verbräuchen unterschiedlichste Informationen über das Gebäude und seine Anlagentechnik. Die Analyse erfordert eine regelmäßige, mindestens monatliche, Erfassung der Verbrauchswerte. Für eine aussagkräftige Analyse wird die Datenaufnahme über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr empfohlen.

Optimale Zähler für die EAV sind Wärmemengenzähler, welche im Gebäude hinter dem dortigen Wärmeerzeuger bzw. der Zentrale angeordnet sind. Je nach zugrunde gelegtem Messort bzw. Zähler kann die Auswertung die Wärmeverluste von Erzeugern enthalten (hier: Auswertung von Gaszählern). In diesem Fall sind die Kesselverluste nachträglich herauszurechnen, so dass die verbleibenden Kennwerte ein Bild über den Bedarf der Gebäude liefern.

Bei einer Analyse aus Verbrauchsdaten werden die mittleren Wärmeleistungen in dem erfassten Zeitraum über die jeweils zugeordnete mittlere Außentemperatur aufgetragen. Nachfolgende Abbildung zeigt die E-A-V des Alten Rathauses. Die Analysen der weiteren Gebäude befinden sich im Anhang.

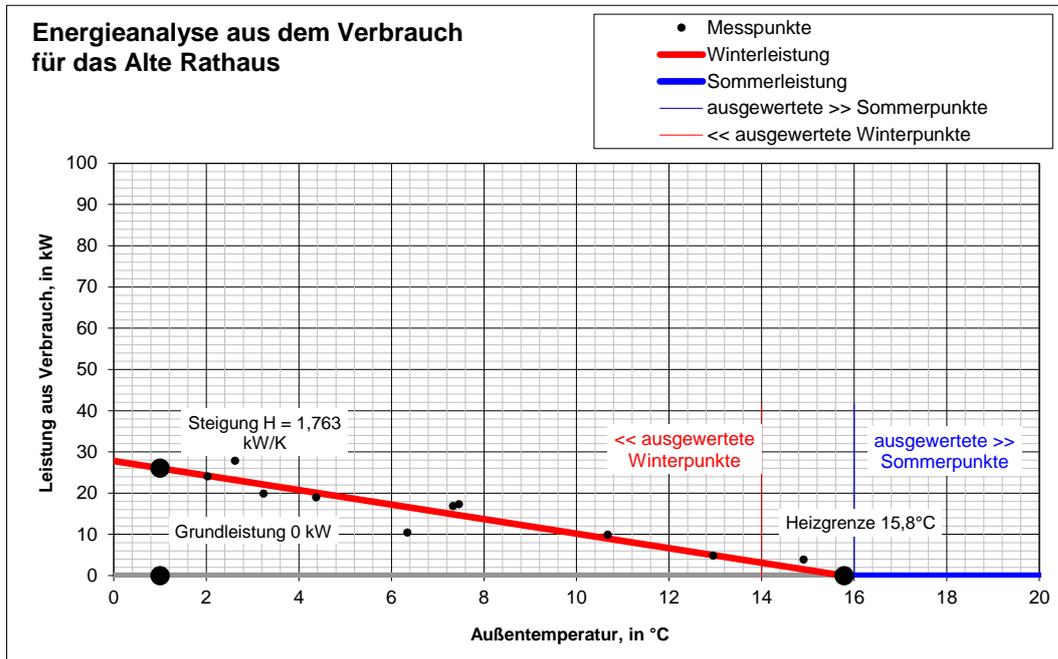


Abbildung 2: Energieanalyse aus dem Verbrauch altes Rathaus

Die Auswertung der EAV liefert Kenntnisse über:

- die Heizgrenze
- den witterungsunabhängigen Grundverbrauch (Leistungssockel), welcher auch in eine jährliche Energiemenge und damit Jahresanteil zurückgerechnet werden kann
- den daraus ermittelten witterungsabhängigen Heizungsanteil am Verbrauch (Gesamtverbrauch minus Grundsockel)
- die Steigung des Heizverbrauchs mit sinkender Außentemperatur, welche zur näherungsweisen Abschätzung der maximalen Heizlast herangezogen werden kann

Die Ermittlung der Gebäude-Heizlast zur Dimensionierung des Wärmeerzeugers oder des Nahwärmeanschlusses erfolgt nach der DIN 12831 Beiblatt 2. Für den Standort Magdeburg ist der Referenzwert der Norm-Außentemperatur -14°C , die Norm-Innentemperatur beträgt 20°C .

$$\dot{Q}_{HL} = H * (\vartheta_i - \vartheta_a)$$

Grunddaten

Somit beträgt die Heizlast des Gebäudes 60 kW bzw. 58 W/m².

Nachfolgende Tabelle zeigt die Anschlussleistungen sowie die Über- und Unterdimensionierung der derzeitigen Wärmeerzeuger in den Gebäuden.

Tabelle 2: Über - oder Unterdimensionierung der Wärmeerzeuger

Objekt	Aktuelle Kesselleistung	E-A-V	Über- oder Unterdimensionierung
[-]	[kW]	[kW]	[-]
Antares Holz	48	20	2,4
Polizeigebäude (nur Wohneinheiten berücksichtigt)	60	22	2,7
Altes Rathaus	60	60	1,0
Deutsche Haus	Sanierung/Heizlast: 62		k.A.
Schule & Hort	160	60	2,7
ebz	17	9	1,9
ÖSA	k.A.	15	k.A.

Für Gebäude mit ausreichend genauer und regelmäßiger Verbrauchserfassung wurde die Gebäudeheizlast nach der Energieanalyse aus dem Verbrauch ermittelt. In den anderen Fällen erfolgte die Berechnung mit Hilfe der Jahres-Gasabrechnungen nach dem Jahresverfahren der DIN EN 12831 Beiblatt 2. In Summe ergeben die Berechnungen eine Heizlast von 245 kW für die Gebäude.

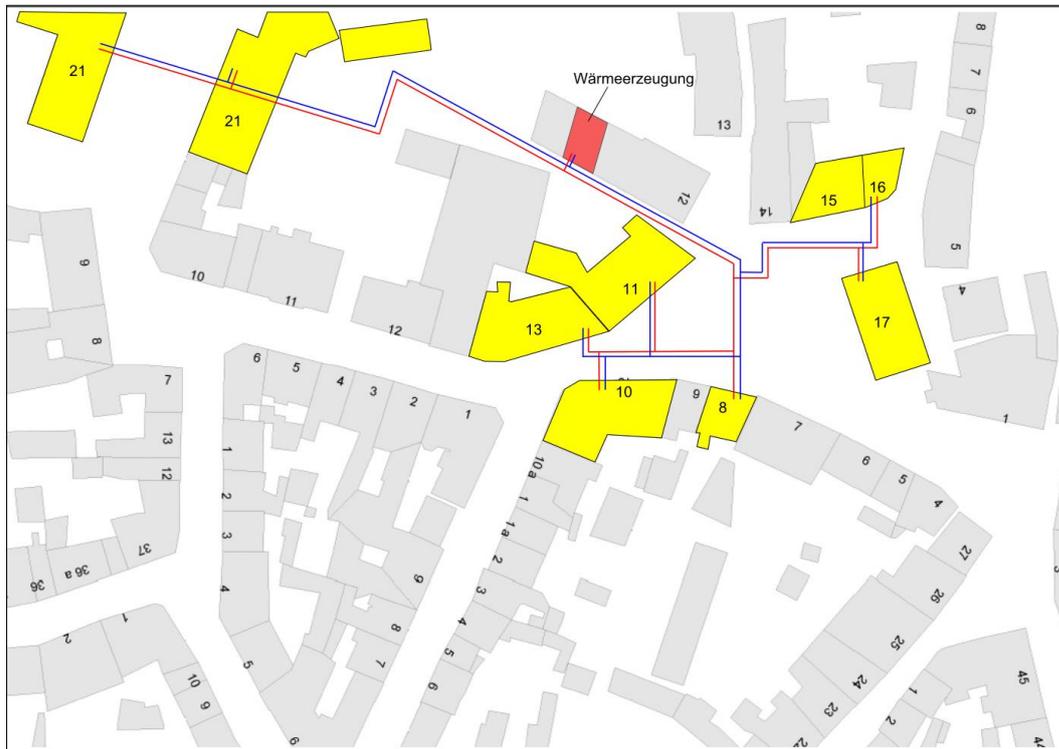


Abbildung 3: Mögliche Trassenführung und Heizzentrale

2.3 Jahreswärmeverbrauch

Im Rahmen der Gebäudebewertung wurden die Jahresgasverbräuche einer Witterungskorrektur unterzogen. Hierfür wurden Jahresgasabrechnungen der letzten Jahre zur Verfügung gestellt. Diese Korrektur gleicht zum einen unterschiedliche Außentemperaturen, zum anderen unterschiedlich lange Messintervalle aus. Das Nutzerverhalten wird dabei nicht korrigiert. Anhand der Postleitzahl wird die Referenzklimastation Magdeburg und deren Temperatur laut Deutschem Wetterdienst gewählt. Jedoch wird nur ein Teil des Zählerwertes einer Witterungskorrektur unterzogen. Der Teil, der mit der Warmwasserbereitung zusammenhängt, wird nicht bereinigt. In der nachfolgenden Abbildung ist eine typische Bereinigung für das Referenzgebäude des Alten Rathauses dargestellt:

Grunddaten

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							Wetterdaten berechnen
Jahr bzw. Messperiode	2014						
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg	Zeitraum von	01.05.2014					
	Zeitraum bis	31.12.2014					
Wetterdaten	- im Verbrauchszeitraum	19,1 kWh/a					
Heizgradtage G15	- Standardwerte	58,0 kWh/a	58,0 kWh/a	58,0 kWh/a	58,0 kWh/a	Magdeburg	
	Verhältnis	3,04				Magdeburg	
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten	1. m ³ Erdgas Halberstadtwerke	4585 m ³				8,89 kWh/m ³	
	2. << >>					kWh/	
	3. << >>					kWh/	
	Gesamtverbrauch	40769 kWh					
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 1040 m ² Wohnfläche <input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen <input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z.B. nach Energiebilanz)					
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung	vor Korrektur	40.769 kWh					
	nach Korrektur	123.742 kWh/a	kWh	kWh	kWh	kWh	
	Anteil (vom korrigierten Verbrauch)	100%					
Trinkwarmwasser	vor Korrektur	kWh	kWh	kWh	kWh		
	nach Korrektur	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a		
	Anteil (vom korrigierten Verbrauch)						
Summe	korrigierter Gesamtverbrauch	123.742 kWh/a					
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiode(n) bzw. 245 Tagen beträgt:						123.700 kWh/a	
Der Wert enthält keine Energie für Warmwasser.						119,0 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Abbildung 4: Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur-Altes Rathaus

Aus dem Messwert 40.769 kWh laut Jahresgasabrechnung im Zeitraum von 01.05.2014 bis 31.12.2014, wird ein korrigierter Verbrauch von 123.700 kWh/a für ein Standardjahr mit mittlerer Witterung und 365 Tagen Länge ermittelt. Die Berechnung wurde analog für alle weiteren Gebäude durchgeführt.

Das Deutsche Haus wird derzeit saniert und somit liegen keine ansetzbaren Verbrauchswerte der letzten Jahre vor. Es erfolgt daher eine Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs, welcher sich aus der Nutzenergie sowie den technischen Verlusten der Raumheizung im Gebäude zusammensetzt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahresendenergieverbräuche sowie die sich daraus ergeben Jahreswärmeenergieverbräuche der einzelnen Gebäude dargestellt. Sämtliche Angaben beziehen sich auf den Brennwert des Gases.

Grunddaten

Tabelle 3: Bereinigte Jahresendenergie und Jahreswärmebedarf der Gebäude

Bezeichnung	Antares Holz	Polizei	Altes Rathaus	Deutsches Haus	Grundschule & Hort	ebz	ÖSA
Brennstoffverbrauch (bereinigt) [kWh _{HS} /a]	77.478	36.630	137.307	k.A.	127.428	20.091	30.192
Jahresnutzungsgrad [% _{HS}]	79	83	79	k.A.	83	83	79
Wärmeverbrauch [kWh/a]	61.208	30.403	108.473	96.949	105.765	16.676	23.852
Fläche [m ²]	457	326	1.040	1.329	1.965	119	258
Wärmeverbrauch Netto [kWh/a]	443.326						
Trassenwärmeverluste [kWh/a]	63.250						
Wärmeverbrauch Brutto [kWh/a]	506.576						

Die Kesselnutzungsgrade wurden anhand des Alters und des technischen Zustandes der Heizkessel geschätzt bzw. den Vorgaben aus der DIN EN 12831 entnommen.

Trassenwärmeverluste werden häufig pauschal und konstant angesetzt (typisch 10 %). Innerhalb einer Nah- und Fernwärmestudie vom Institut für energieoptimierte Systeme [5] wird darauf hingewiesen, dass eine derartige Bewertung – insbesondere für den heutigen Bau- oder Modernisierungszustand – nicht zielführend ist.

Für neue Verteilnetze wurden innerhalb der Studie ein Wert von 250 kWh/(m*a) an Trassenwärmeverlusten ermittelt. Mit einer Länge von ca. 253 m, ergaben sich somit Trassenwärmeverluste in Höhe von 63.250 kWh/a.

Um den Gebäudeeigentümern eine kompakte Übersicht der zuvor ermittelten Verbrauchswerte ihrer Gebäude (Erdgas, Wärme, Strom) geben zu können, wurde für jedes Gebäude ein sogenannter Gebäudesteckbrief erstellt. Hierzu wurden neben allgemeinen Daten wie Baujahr, Fläche, Anzahl der Wohn- und Gewerbeinheiten auch sämtliche Verbrauchswerte ausgewertet. Nachfolgende Abbildung zeigt einen beispielhaften Gebäudesteckbrief für das Alte Rathaus. Die weiteren Steckbriefe sind im Anhang dargestellt.

Grunddaten



Adresse: Am Markt 11
38835 Osterwieck
Altes Rathaus

Baujahr: Keine Angabe

Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Nichtwohngebäude

Nutzfläche [m²]: 1.040 m²

Mittlere Personenzahl: Keine Angabe

Gebäudeanzahl: 1

Messstellen	Messzeitraum
<input checked="" type="checkbox"/> Gaszähler	Gas: 12.11.2014 - 10.06.2015
<input checked="" type="checkbox"/> Stromzähler	Strom: 12.11.2014 - 10.06.2015
<input type="checkbox"/> WMZ TWW	WMZ TWW:
<input type="checkbox"/> WMZ RH	WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel Fernwärme

Typ: Buderus G224 LP **Typ:**

Baujahr: **Baujahr:**

Brennstoff: Erdgas **Leistung:**

Leistung: 60 kW **Leistung:**

Jahres-Nutzungsgrad: 79%

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer

Elektro-Durchlauferhitzer

Frischwasserstation

Kennzahlen TWW

%-Anteil TWW

kWh/(m²*a)

kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)				
Erdgas (Hs)	137.307 kWh/a	132 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Erdgas (Hi)	123.700 kWh/a	119 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Wärme	108.473 kWh/a	104 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Strom	19.268 kWh/a	19 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)

Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte	
flächenbezogene Steigung h	1,69 W/(m²K)
Wärmeverlustkoeffizient H	1,76 kW/K
Grundleistung	0,00 kW
Heizlast	60 kW
spez. Heizlast	58 W/m²
Heizgrenze	15,8 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch für das Alte Rathaus

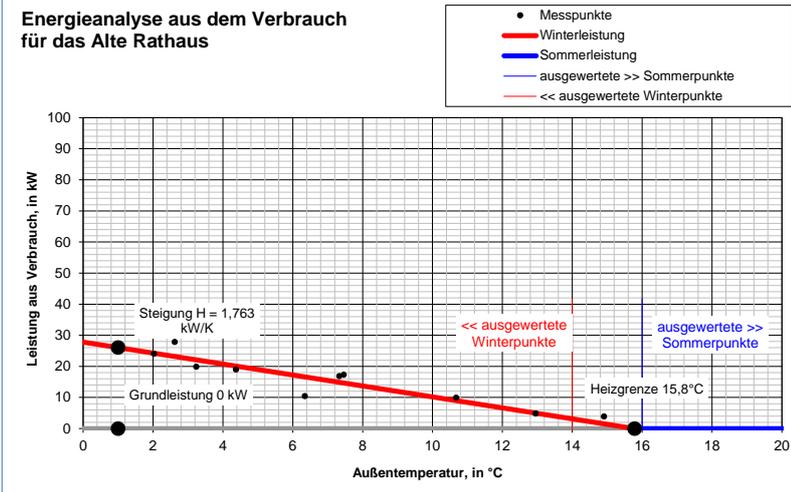


Abbildung 5: Gebäudesteckbrief - Altes Rathaus

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Neben den bereinigten Verbrauchswerten der Bestandsanlagen sowie den Netzverlusten außerhalb der Gebäude werden Annahmen für die Effizienz der unterschiedlichen Erzeuger in den Variantenberechnungen benötigt. Die Kenndaten der neuen Erzeuger werden in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 4: Jahres-Nutzungsgrade der Wärmeerzeuger

Erzeuger	Nutzungsgrad (brennwertbezogen)
Erdgas-BHKW	82 %
Brennwert-Erdgaskessel	88 %
Holzessel	70 %

Für das BHKW wird zusätzlich die Angabe einer Stromkennzahl benötigt. Für das ausgewählte BHKW mit einer elektrischen Leistung von 19 kW sowie einer thermischen Leistung von 32 kW ergibt sich eine Stromkennzahl von 0,60.

Die thermische Leistung ergibt sich aus der ermittelten Grundlast (Sockelleistung EAV) und einem 10%igen Zuschlag für die Raumheizung. Die Grundlast ergibt sich im Wesentlichen aus dem Warmwassernutzbedarf, den Verteilverlusten in den Gebäuden sowie den Netzverlusten der Nahwärmeleitung.

Weiterhin müssen Randbedingungen zur Bewertung der Biomasseanlagen festgelegt werden. Biomasse ist ein nachwachsender Rohstoff d.h. ein regenerativer Energieträger und wird daher mit einem geringen Primärenergiebedarf berücksichtigt (Primärenergiefaktor 0,2) [6]. Langfristig gesehen ist Biomasse jedoch ein knappes Gut. Innerhalb einer Studie vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) [7] wurde das gesamte Endenergie-Biomassebudget auf $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Nutz.}} \cdot \text{a})$ begrenzt. Dieser Ansatz wird auch innerhalb dieses Energiekonzeptes berücksichtigt.

3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Neben der Bewertung von CO₂-Emissionen und des Endenergieverbrauchs für die Raumheizung- und Trinkwarmwasserbereitung spielt die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme eine wesentliche Rolle. Für den Endverbraucher sind die Angaben der einmaligen Investitionskosten sowie der monatlichen Energiekosten

für die Entscheidungsfindung der Beheizungsart ihres Gebäudes ausschlaggebend. In den nachfolgenden Kapiteln werden die monatlichen Kosten für eine zentrale- und dezentrale Wärmeerzeugung gegenübergestellt. Für einen wirtschaftlichen Vergleich sind im Wesentlichen die Investitions-, Energie- und Wartungskosten zu berücksichtigen. Die Berechnung erfolgt nach dem Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung (LEG). Die Berechnungen werden mit den Strom- und Gasstarifen der **HALBERSTADTWERKE** durchgeführt.

3.1 Investitions- und Kapitalkosten

Die überschlägigen Investitionskosten aller Varianten wurden für alle Hauptkomponenten wie z.B. BHKW, Kessel, Holzkessel, Übergabestation mit Hilfe von Kostenfunktionen [5] ermittelt. Eine Zusammenfassung der wesentlichen Funktionen ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Berücksichtigt werden die folgenden Kostenpositionen für:

- Wärmeerzeuger einschließlich Abgassystem
- sämtliches Montagezubehör
- Anschluss an das vorhandene Wärmeverteilnetz einschließlich peripherer Komponenten, wie Armaturen und Ausdehnungsgefäße
- Demontage des alten Wärmeerzeugers einschließlich peripherer Komponenten
- Anbindung an die Gasleitung bei Gaskesseln
- Lager- und Fördereinrichtung bei Pellet- und Hackschnitzelkesseln innerhalb vorhandener Räume

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Tabelle 5: Kostenfunktionen der Investitionskosten

Komponente	Formel	Geltungsbereich
Erzeuger		
Gasbrennwertkessel komplett mit Pumpen, Verrohrung usw.	$1.464 \text{ €} * [\dot{Q}_{H/TWW}]^{-0,411} * Q_{H/TWW}$	10 ... 2.500 kW
Hackschnitzelkessel komplett mit Pumpen, Verrohrung usw.	$3.854 \text{ €} * [\dot{Q}_{H/TWW}]^{-0,4472} * Q_{H/TWW}$	20... 2.500 kW
Pelletkessel komplett mit Pumpen, Verrohrung usw.	$6.786 \text{ €} * [\dot{Q}_{H/TWW}]^{-0,6305} * Q_{H/TWW}$	10... 100 kW
Gas-BHKW komplett mit Pumpen, Verrohrung usw.	$16.486 \text{ €} * [Q_{H/TWW} \text{ in kW}]^{-0,5177}$	10 ... 650 kW thermisch
Brennstoffzufuhr und Lager		
Umbau von Räumen zu Holzlagern	$495 \text{ €} * [A_{\text{Grund}} \text{ in m}^2]^{-0,2309}$	10 ... 200 m ²
Neubau eines Heiz/Lagerraumes, auch für Öltankaufstellung, komplett als Rohbau	$2.982 \text{ €} * [A_{\text{Grund}} \text{ in m}^2]^{-0,4448}$	10 ... 200 m ²
Übergabestationen		
Nahwärmeanschluss ohne Warmwasserbereitung	$1.165 \text{ €} * [Q_H \text{ in kW}]^{-0,6212}$	20 ... 2.000 kW
Nahwärmeanschluss mit Warmwasserbereitung (ohne Speicher)	$1.961 \text{ €} * [Q_{H/TWW} \text{ in kW}]^{-0,6781}$	20 ... 2.000 kW
Netze		
Nahwärmeleitungen im bebauten Gelände aus Kunststoffmantelrohr	$L * [DN * 3,7 \text{ €} / (DN * m) + 509\text{€}/m]$	DN 25 ... DN 80
Weitere Komponenten		
Schornsteinneubau, komplett	$30,2 \text{ €/kW} * Q_{H/TWW} + 2.216 \text{ €}$	20 ... 2.500 kW
Abgasrohr einziehen in vorhanden Schornstein, Edelstahl	$15,1 \text{ €/kW} * Q_{H/TWW} + 1.108 \text{ €}$	20 ... 2.500 kW

Im Folgenden wird exemplarisch die Kostenzusammenstellung der Anlagenvariante 1 (BHKW und Gasbrennwertkessel für die Spitzenlast) dargestellt:

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Tabelle 6: Gesamtkosten Variante 1

Bezeichnung	Menge	Einheit	Kosten [€]
BHKW ($Q_{\text{thermisch}}$)	32,00	kW	87.710,00
Abgassystem BHKW	32,00	kW	3.182,40
Spitzenlastkessel	208,00	kW	28.913,90
Abgassystem Kessel	208,00	kW	8.497,60
Nahwärmeleitung	1,00	Stück	89.247,50
Hausanschluss & Station	1,00	Stück	122.394,97
Gesamtsumme			339.946,38

Der kalkulatorische Zinssatz wird auf 0,05 % (aktueller KfW-Kredit 201 für Kommunen, Laufzeit 30 Jahre, Zinsbindung 10 Jahre) festgelegt [9].

Weiterhin wird für die wirtschaftliche Betrachtung ein Zeitraum von 30 Jahren zugrunde gelegt. Für die einzelnen Komponenten werden die folgenden Lebensdauern angesetzt [10]:

- Netze, Speicher, Nahwärmeanschlüsse, Abgasanlagen: 30 Jahre
- Gas-Brennwertkessel: 20 Jahre
- Holzkessel: 15 Jahre
- BHKW: 15 Jahre
- Regelung und Pumpen: 10 Jahre

Sofern die Komponenten kürzere Lebensdauern haben als 30 Jahre, wurden ihre Investitionskosten entsprechend anteilig mehrfach angesetzt. Für den aktuellen Zustand innerhalb der Gebäude wird davon ausgegangen, dass die jetzigen Erzeuger einmal innerhalb des Betrachtungszeitraumes (30 Jahre) ausgetauscht werden müssen.

3.2 Betriebs- und Energiekosten

Für die Energiekosten und deren Preissteigerungen werden die Gas- und Strompreise der **HALBERSTADTWERKE** zugrunde gelegt [8]. Die Preise für Holzhackschnitzel und –pellets sind der Internetseite des Vereins Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N. e.V.) entnommen [11].

Tabelle 7: Festlegungen zu Energieträgerpreisen

Bezeichnung	Preis	Brennwert	Preis Menge	Preissteigerung
Erdgas (brennwertbezogen)	0,071 €/kWh	9,8 kWh/m ³	0,699 €/m ³	5,00 %/a
Holzhackschnitzel (brennwertbezogen)	0,031 €/kWh	4,3 kWh/kg	97,39 €/t	8,00 %/a
Holzpellet (brennwertbezogen)	0,054 €/kWh	5,2 kWh/kg	264,46 €/t	5,00 %/a
Strom (Hilfsenergie)	0,294 €/kWh			7,00 %/a
BHKW-Einspeisevergütung	KWK-Zuschlag: 5,410 ct/kWh _{el} (KWK-Gesetz) Stromeinspeisung: 2,835 ct/kWh _{el} (KWK-Index; Quartal II 2015)			

Die Betriebskosten umfassen die Wartungs- und Unterhaltskosten. Die angenommenen Instandhaltungsansätze betragen bezogen auf die Investitionssumme [10]:

- 3,5 %/a für Erdgas-Brennwertkessel
- 4,5 %/a für Holzkessel
- 6,0 %/a für BHKW
- 0,5 %/a für Netze, Speicher, Lagerräume, Tanks, Anschlüsse usw.

3.3 Ergebnisse

Nach Ermittlung der Investitionskosten für den heutigen Zeitpunkt wurden die jährlichen Kosten über die vorher genannten Randbedingungen berechnet. Die Berechnung ergab das keine der Anlagenvarianten im Berechnungszeitraum kostengünstiger ist als die derzeitige dezentrale Wärmeerzeugung (Bestand). Der Kapitalwert dieser Investition ist die Summe der Barwerte aller durch diese Investition verursachten Zahlungen.

	Variante 0 Gebäude im Bestand [€]	Variante 1 BHKW + Spitzenlastkessel [€]	Variante 2 Erdgas- Kesselanlage [€]	Variante 3 Holzpelletkessel + Spitzenlastkessel [€]	Variante 4 Holzhackschnitzel- kessel + Spitzenlastkessel [€]
Investitionsbedarf heute	123.453	261.103	259.205	300.036	307.589
heutige Preis					
Kapitalkosten	4.442	10.816	10.720	12.568	13.141
Energiekosten	41.169	52.855	43.410	43.392	39.474
Wartung und Unterhalt	4.321	3.017	2.942	4.331	4.595
Summe	49.931	66.688	57.073	60.292	57.210
30-Jahresmitt					
Kapitalkosten	4.442	10.816	10.720	12.568	13.141
Energiekosten	91.324	118.387	96.296	96.618	96.027
Wartung und Unterhalt	5.787	4.040	3.941	5.800	6.154
Summe	101.553	133.244	110.957	114.987	115.322
Kapitalwert über 30 Jahre	3.046.579	3.997.310	3.328.698	3.449.611	3.459.662

Abbildung 6: Wirtschaftlichkeit Anlagenvarianten

Wirtschaftlichkeitsberechnung

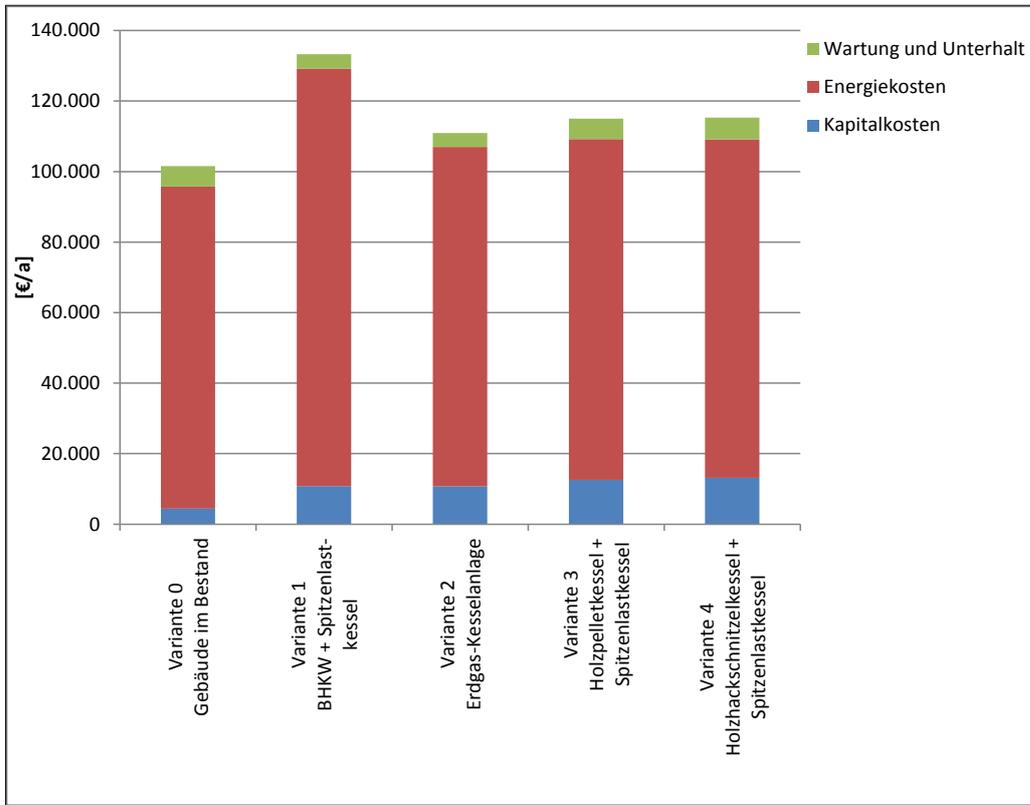


Abbildung 7: Jährliche Kosten für den Nutzungszeitraum von 30 a

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Das nachstehende Diagramm zeigt grafisch die Abweichung der Bestandsanlage zur Kostenseitig nächstgünstigsten Variante 2 mit Gasbrennwertkessel auf. Hier ist deutlich zu erkennen, dass nach Ablauf von 30 Jahren die Neuanlage um ca. 282.119 € teurer ist als der Bestand.

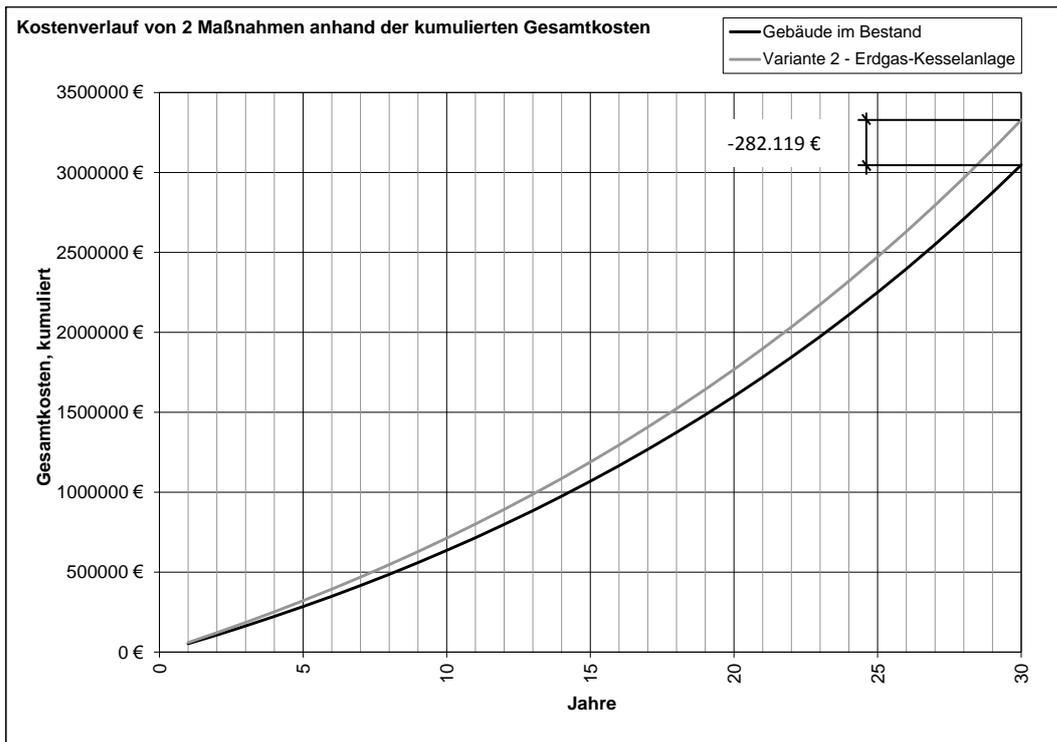


Abbildung 8: Kostenverlauf Bestandsanlage mit Variante 2 Gasbrennwertkessel

4. Energieträgerbewertung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Primärenergie und die CO₂-Äquivalente der einzelnen Varianten berechnet und miteinander verglichen. Es erfolgt ein Vergleich des heutigen Zustandes mit einer langfristigen Prognose. Weiterhin werden die zu erwartenden Kennzahlen des Nahwärmenetzes den der Nah- und Fernwärmestudie vom Institut für energieoptimierte Systeme gegenübergestellt.

4.1 Primärenergie

Für Primärenergie wird, wie dies in den aktuellen Bilanzierungsverfahren üblich ist, die Energieträger an der Gebäudegrenze (Endenergie) mit dem jeweiligen Primärenergiefaktor des Energieträgers bewertet. Für die Primärenergiefaktoren gelten die Angaben aus der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV).

Zusätzlich werden die zukünftig zu erwartenden Primärenergiefaktoren nach dem Leitszenario [12] der Bundesregierung gegenübergestellt. Hierbei wird berücksichtigt, dass bei allen Energieträgern ein gewisser regenerativer Anteil vorhanden ist.

Tabelle 8: Faktoren für den Primärenergieverbrauch

Art des Energieträgers	heute	langfristig
Erdgas	1,1	0,6
Holz	0,2	0,2
Strom	2,4	0,6

Hinsichtlich der Primärenergieeinsparung erreichen die Maßnahmen eine Einsparung bis maximal 24 % bezogen auf den heutigen Zustand. Am besten schneidet die Variante 3 und 4 mit Einsatz eines Heizkessels für Holzhackschnittel und -pellets ab. Im Vergleich zum Bestand verschlechtert die Variante 1 (Gasbrennwertkessel + BHKW) um ca. 8 %, die Variante 2 (Gasbrennwertkessel) um 5 % den Primärenergiebedarf. Ursache hierfür sind die unterschiedlichen Primärenergiefaktoren. Holz wird nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) mit einem Primärenergiefaktor von 0,2; Erdgas mit

Energieträgerbewertung

einem Primärenergiefaktor von 1,1 bewertet. Der Primärenergiefaktor beschreibt, wie viel Energie der Umwelt zusätzlich entzogen werden muss, um die Endenergie (Gebäudegrenze) zu decken.

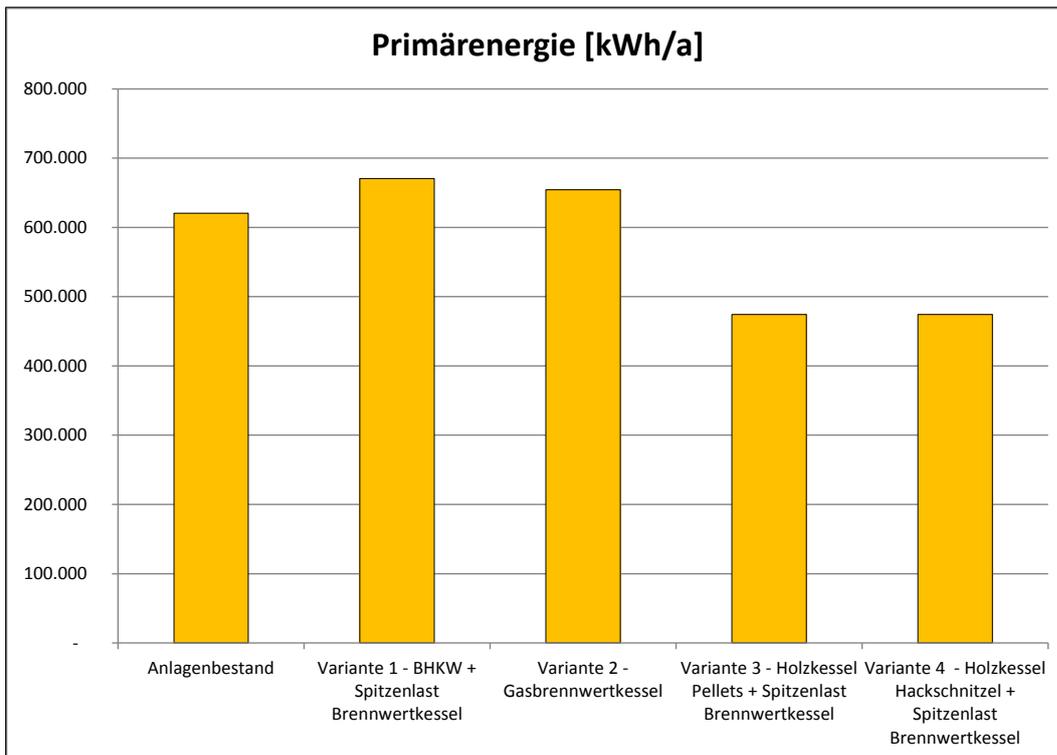


Abbildung 9: Primärenergiebedarf aktuell

Energieträgerbewertung

Auf lange Sicht wird sich der gesamte Primärenergiebedarf deutlich reduzieren, jedoch benötigen die Varianten 1 und 2 weiterhin mehr Primärenergie als der Bestand. Die Varianten 3 und 4 sparen ca. 21 % Primärenergie ein.

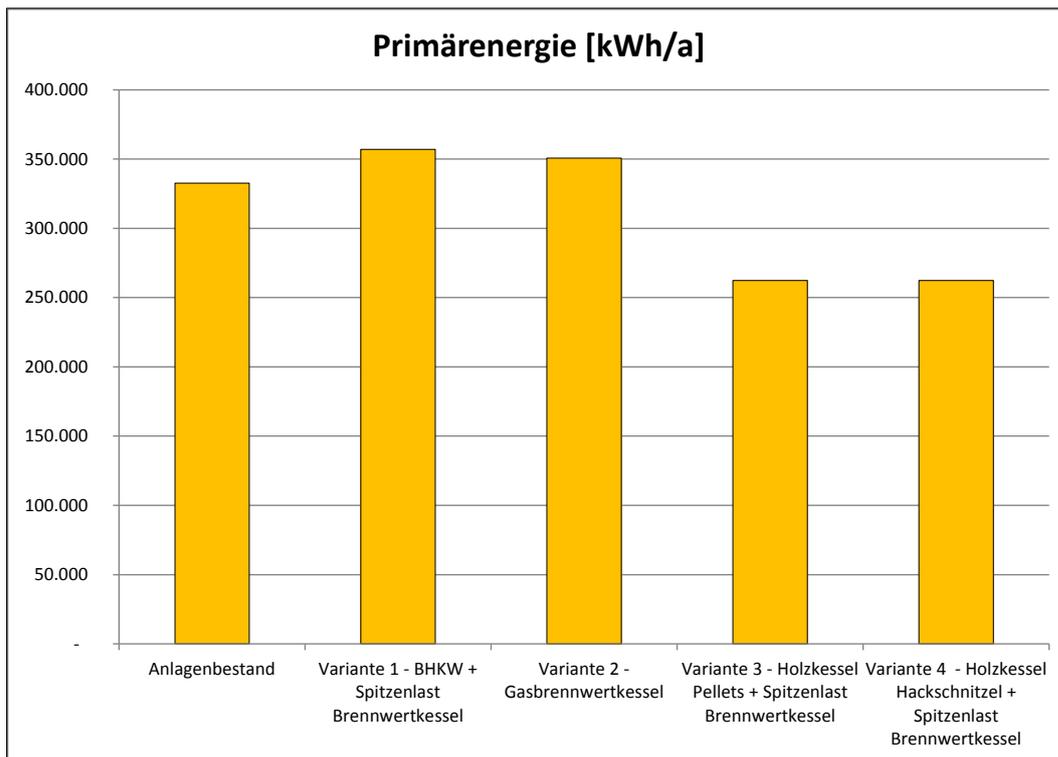


Abbildung 10: Primärenergiebedarf langfristig

4.2 CO₂-Äquivalent

Die Umweltrelevanz der Maßnahmen kann z.B. mit Hilfe der äquivalenten CO₂-Emissionen dargestellt werden. Diese umfasst gewichtet nach Klimaschädlichkeit alle Stoffe, die bei der Gewinnung, beim Transport und der Verbrennung von Energieträgern frei werden.

Ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Primärenergiebewertung werden auch die CO₂-Äquivalente heute und zukünftig betrachtet.

Tabelle 9: Bewertungsfaktoren für die CO₂-Emissionen

Art des Energieträgers	Heute	langfristig	Einheit (brennwertbezogen)
Erdgas	0,217	0,117	kg/kWh
Holzpellets	0,016	0,016	kg/kWh
Holzhackschnitzel	0,013	0,013	kg/kWh
Strom-Mix	0,617	0,154	kg/kWh
Strom-Verdrängungsmix	0,720	0,400	kg/kWh

Die heutigen CO₂-Äquivalente wurden 2014 vom IWU veröffentlicht und mit der GEMIS Version 4.93 berechnet [12] (Global Emissions-Model integrierter Systeme). Es wird die vorgelagerte Kette für die Endenergie bis zur Übergabe im Gebäude inkl. Materialaufwand für Wärme- und Stromerzeugung aber ohne Hilfsenergie im Haus berücksichtigt. Die künftigen Faktoren wurden in Anlehnung an das Leitszenario der Bundesregierung daraus abgeschätzt [13].

Energieträgerbewertung

Zum aktuellen Zeitpunkt hat den niedrigsten CO₂-Ausstoß die Variante 1 (BHKW + Gasbrennwert Spitzenlastkessel). Für die Bewertung des BHKW wurde die derzeit gültige Berechnungsmethode mittels Verdrängungsstrommix nach AGFW gewählt.

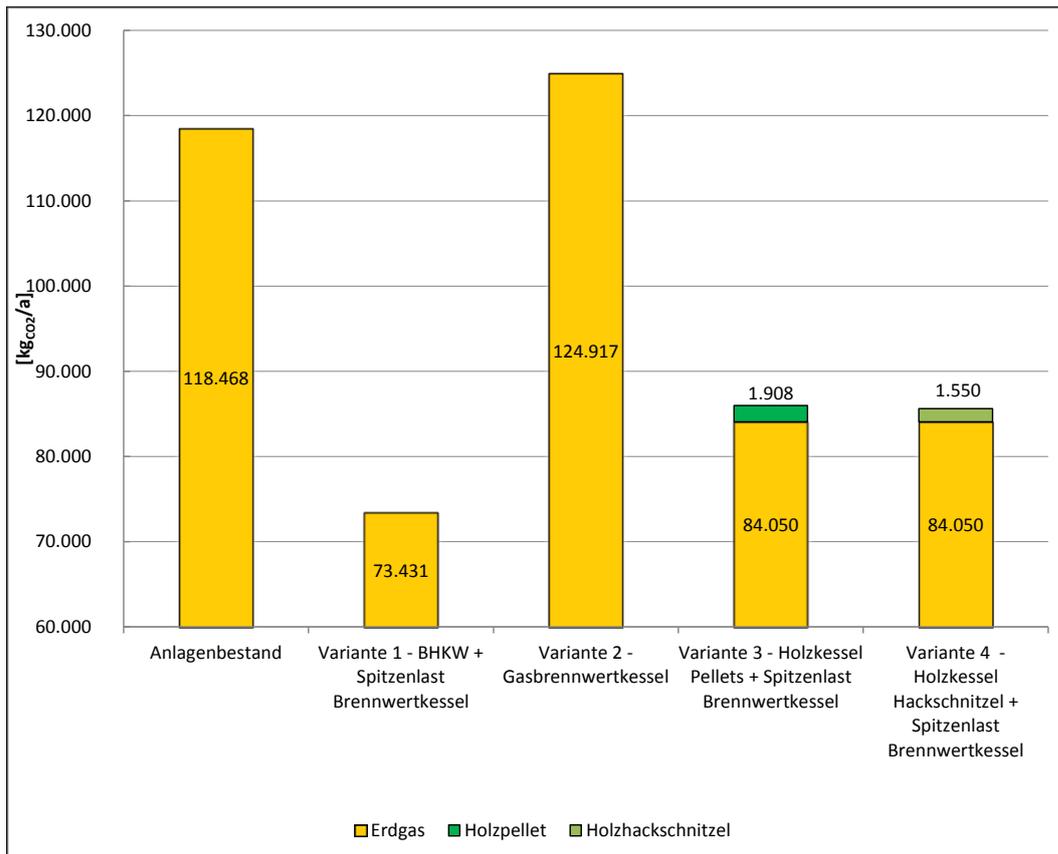


Abbildung 11: CO₂-Emissionen aktuell

Energieträgerbewertung

Langfristig gesehen ist die Variante 1 (BHKW + Gasbrennwert Spitzenlastkessel) ebenfalls die mit den geringsten Emissionen. Die Einsparung erhöht sich nun auf ca. 40 % gegenüber dem Anlagenbestand.

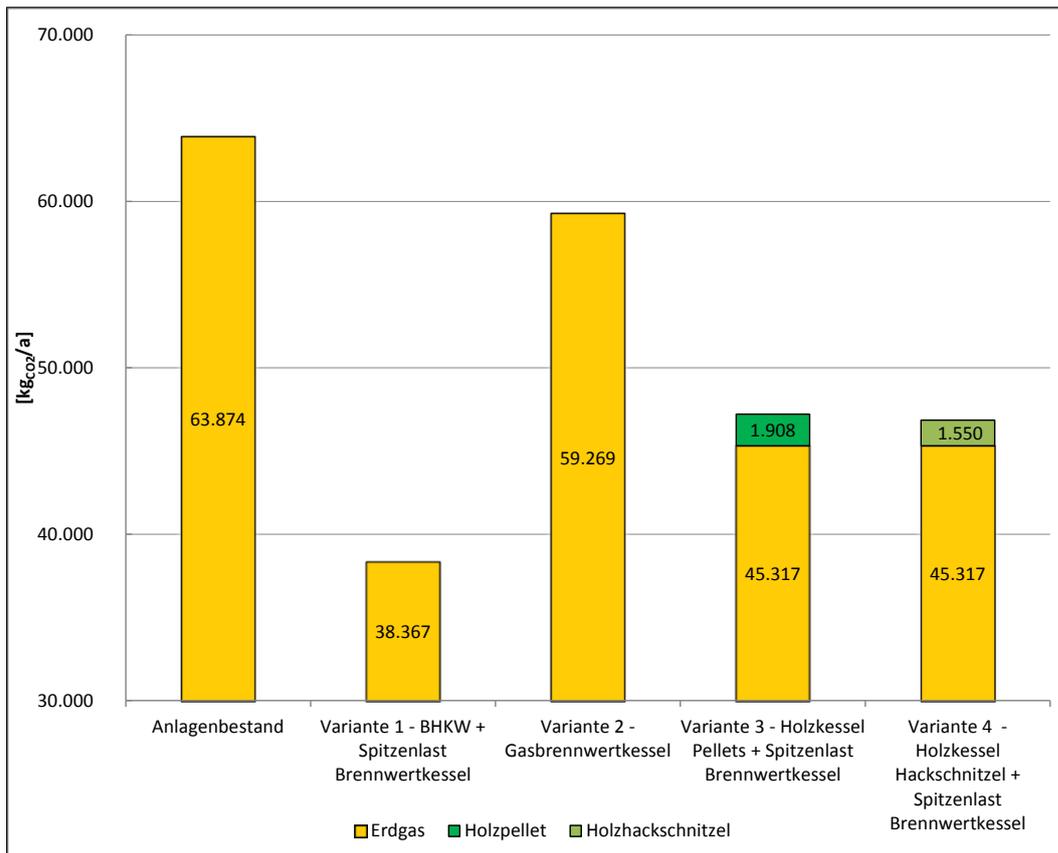


Abbildung 12: CO₂-Emissionen langfristig

4.3 Kennzahlenvergleich Nahwärme

In diesem Kapitel werden für den Vergleich mit anderen Nahwärmetrassen energetische und wirtschaftliche Kennzahlen dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Kennzahlen des Nahwärmenetzes in Osterwieck auf zum Teil prognostizierte Daten beziehen. Ein reeller Vergleich kann erst nach einer mindestens 1 jährigen Laufzeit und entsprechender Datenaufnahme durchgeführt werden.

Um die Kennzahlen vergleichen zu können, wird die Fern- und Nahwärmestudie des Instituts für energieoptimierte Systeme herangezogen. Innerhalb der Studie wurden verschiedene Netze von unterschiedlichen Standorten auf energetische und wirtschaftliche Parameter untersucht. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurden Kennwerte gebildet, die Empfehlungen hinsichtlich ihrer einzuhaltenden Größenordnung darstellen. Die Empfehlungen beruhen hauptsächlich auf wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Weiterhin wurden Aspekte des Ressourcenverbrauchs berücksichtigt. Von besonderem Interesse sind dabei die Angaben von Kennwerten.

		Nahwärmestudie EOS	Nahwärmekonzept Osterwieck
Wärme(leistungs)liniendichte	[MW/km]	1,50	0,968
Wärme(abnahme)liniendichte	[kWh/[m*a]	1.800 - 3.000	1.752
Wärmetrassenverluste	[kWh/[m*a]	250 ... 500	250

Abbildung 13: Kenndaten Nahwärmenetz

Die Erklärung sowie Bewertung der Kennwerte erfolgt im nachfolgenden Kapitel.

5. Zusammenfassung & Empfehlungen

Aufgabe dieses Energiekonzeptes ist die Untersuchung zur Integration einer Nahwärmeversorgung im Zentrum der Kleinstadt Osterwieck in Sachsen-Anhalt. Um dieses Konzept realitätsnah zu erstellen, wurden im Vorfeld die Eigentümer und Nutzer der Objekte im nahen Umfeld zum Ausgangspunkt (Deutsches Haus) angefragt, ob das Interesse an einer gemeinsamen Wärmeerzeugung besteht. Es konnten für den Markt, Am Sonnenklee sowie der Schützenstraße insgesamt 9 Objekte einbezogen werden. 5 Objekte sind in öffentlicher und 4 Objekte in privater Hand.

Zusammenfassend haben die Berechnungen folgendes ergeben:

1. ein Wärmeverbund mit verschiedenen Erzeugungsvarianten ist technisch realisierbar, jedoch nicht wirtschaftlich darstellbar
2. die CO₂-Emissionen können gesenkt werden
3. der Primärenergiebedarf heute und langfristig kann nur unter Einsatz von erneuerbaren Energien (z.B. Holz) reduziert werden
4. die Anforderungen von Institut für energieoptimierte Systeme an Nahwärmenetze werden nicht eingehalten

Der gesamte Wärmebedarf des Nahwärmenetzes beträgt 506.576 kWh, wovon ca. 12,5 % Netzverluste sind.

Alle genannten Investitionskosten sind hinsichtlich ihrer Betrachtungsgrenzen und Bearbeitungstiefe identisch und somit vergleichbar. Die Preise wurden anhand von Kostenfunktionen ermittelt. Eine Optimierung der Investitionen ist nach einer genauen Auslegung möglich.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt für die Variante 2 die geringsten Kosten der Anlagenvarianten auf. Dennoch liegt diese höher als die derzeitige Bestandsvariante.

Positive Auswirkungen auf den Primärenergiebedarf haben nur die Varianten, die mit Holzbrennstoffen betrieben werden. Hier lassen sich langfristig gesehen

Zusammenfassung & Empfehlungen

jährlich ca. 70.200 kWh einsparen. Bei Einsatz von Erdgas verschlechtert sich der Bedarf an Primärenergie. Grund ist der zusätzliche Energiebedarf für Wärmeverluste der Rohrtrasse.

Die Auswertung der Kennzahlen für das Nahwärmesystem ergab folgendes Ergebnis:

Wärme(leistungs)liniendichte

Die Wärme(leistungs)liniendichte ist das Kriterium für die Wirtschaftlichkeit von Nahwärmenetzen und sollte mindestens 1,5 MW/km Trassenlänge betragen. Für das zu betrachtende Nahwärmenetz beträgt die Wärme(leistungs)liniendichte 0,968 MW/km. Der vorgegebene Grenzwert von 1,5 MW/km wird um 35,5 % unterschritten.

Wärme(abnahme)liniendichte

Der wirtschaftliche Grenzwert für die Wärme(abnahme)liniendichte liegt zwischen 1.800 bis 3.000 kWh/(m*a). Mit einem Wert von 1.752 kWh/(m*a) liegt das neue Netz knapp unter dieser Grenze.

Wärmetrassenverluste

In der als Referenz herangezogenen Fernwärmestudie wurden vier Fernwärmenetze hypothetisch betrachtet. Die Auswertung ergab dass der Netzwärmeverlust je m Trassenlänge zwischen 250 ... 500 kWh/(m*a) liegt. Für das neue Netz wird aufgrund einer effizienten Isolierung der Mantelfläche der untere Wert mit 250 kWh/(m*a) verwendet. Daraus ergibt sich für eine Trassenlänge von 253 m ein Nahwärmeverlust von 63.250 kWh/a.

Zur Umsetzung eines Projekts ist letztendlich die Wirtschaftlichkeit maßgebend, welche bei keiner der betrachteten Anlagenvarianten gegeben ist. Durch die zum Teil zentrale Trinkwarmwasserbereitung in den Gebäuden, muss das gesamte Netz auch in den Sommermonaten betrieben werden. Ein effizienter und wirtschaftlicher Betrieb ist besonders in diesen Monaten nicht gegeben.

Zusammenfassung & Empfehlungen

Wie in den vorher aufgeführten Kennzahlen beschrieben, liegt das betrachtete Netz immer unterhalb der Wirtschaftlichkeitsgrenze. Der Grund ist die zu geringe Teilnahme an potentiellen Objekten für eine Wärmeversorgung, welche die Kosten für Erzeugung und das Rohrnetz, sowie die Verluste deutlich erhöht.

Literaturverzeichnis

- [1] Wetterdatenzusammenstellung, „Institut Wohnen und Umwelt GmbH,“ 2007-2014. [Online]. Available: <http://www.iwu.de>. [Zugriff am Mai 2015].
- [2] E-A-V, *Energieanalyse aus dem Verbrauch*, www.delta-q.de: Prof. Dr. Dieter Wolff und Dr. Kati Jagnow, 2014.
- [3] DIN EN 12831 Beiblatt 2, *Heizungsanlagen in Gebäuden-Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast-Beiblatt 2: Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Gebäude-Heizlast und der Wärmeenergieerzeugung*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012.
- [4] delta q, *Gesamtwirtschaftlichkeitsverfahren-LEG*, Wolfenbüttel: IWU + Energieagentur NRW mit Ergänzung von K. Jagnow, 2015.
- [5] Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff; Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow, „Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung,“ Institut für energieoptimierte Systeme, Wolfenbüttel, 15. Mai 2011.
- [6] *Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung*, Bonn, 18. November 2013.
- [7] N. Diefenbach, „Bewertung der Wärmeenergieerzeugung in KWK-Anlagen und Biomasse-Heizsystemen,“ Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt, 2002.
- [8] Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), *IKU-Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen*, Frankfurt, 2015.
- [9] Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen VDI 2067*, Düsseldorf, 2012.
- [10] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), *Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes*.
- [11] C. A.-R. M.-. u. E.-N. e.V., „<http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes>,“ [Online].
- [12] „Langfristzenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Leitstudie 2010),“ DLR; Fraunhofer; IfnE, Dezember 2010.

- [13] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger- und versorgungen,“ IWU, Marc Großklos, Darmstadt, 17.12.2014.
- [14] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011,“ Berlin, Oktober 2011.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Versorgungsgebiet Osterwieck.....	3
Abbildung 2: Energieanalyse aus dem Verbrauch altes Rathaus	7
Abbildung 3: Mögliche Trassenführung und Heizzentrale	9
Abbildung 4: Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur-Altes Rathaus	10
Abbildung 5: Gebäudesteckbrief - Altes Rathaus.....	12
Abbildung 9: Wirtschaftlichkeit Anlagenvarianten.....	18
Abbildung 10: Jährliche Kosten für den Nutzungszeitraum von 30 a.....	19
Abbildung 11: Kostenverlauf Bestandsanlage mit Variante 2 Gasbrennwertkessel	20
Abbildung 12: Primärenergiebedarf aktuell	22
Abbildung 13: Primärenergiebedarf langfristig	23
Abbildung 14: CO ₂ -Emissionen aktuell.....	25
Abbildung 15: CO ₂ -Emssionen langfristig.....	26
Abbildung 16: Kenndaten Nahwärmenetz.....	27
Abbildung 17: Lageplan Nennweite Rohrtrasse	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Heizzentralen der Bestandsgebäude	6
Tabelle 2: Über - oder Unterdimensionierung der Wärmeerzeuger	8
Tabelle 3: Bereinigte Jahresendenergie und Jahreswärmebedarf der Gebäude	11
Tabelle 4: Jahres-Nutzungsgrade der Wärmeerzeuger	13
Tabelle 5: Kostenfunktionen der Investitionskosten	15
Tabelle 6: Gesamtkosten Variante 1	16
Tabelle 7: Festlegungen zu Energieträgerpreisen	17
Tabelle 8: Faktoren für den Primärenergieverbrauch	21
Tabelle 9: Bewertungsfaktoren für die CO ₂ -Emissionen.....	24

6. Anlagen

Anlage 1: Gebäudesteckbrief - Am Markt 15-16 - Antares Holz & Wohnungen	35
Anlage 2: Gebäudesteckbrief – Am Markt 17 – Polizei & Wohnungen	36
Anlage 3: Gebäudesteckbrief – Am Markt 11 - Altes Rathaus.....	37
Anlage 4: Gebäudesteckbrief – Sonnenklee 21 - Grundschule & Hort	38
Anlage 5: Gebäudesteckbrief – Am Markt 10 – Energieberatungszentrum	39
Anlage 6: Gebäudesteckbrief – Am Markt 8 - ÖSA & Wohnungen.....	40
Anlage 7: Witterungskorrektur - Am Markt 15-16 - Antares Holz & Wohnungen.....	41
Anlage 8: Witterungskorrektur – Am Markt 17 – Polizei & Wohnungen.....	42
Anlage 9: Witterungskorrektur – Am Markt 11 - Altes Rathaus.....	43
Anlage 10: Witterungskorrektur – Sonnenklee 21 - Grundschule & Hort	44
Anlage 11: Witterungskorrektur Gebäudesteckbrief – Am Markt 10 - Energieberatungszentrum.....	45
Anlage 12: Witterungskorrektur – Am Markt 8 - ÖSA & Wohnungen.....	46
Anlage 13: Energiebedarf Anlagenvarianten	48
Anlage 14: Kosten Bestandsgebäude	49
Anlage 15: Kosten Anlagenvariante 1	50
Anlage 16: Kosten Anlagenvariante 2	51
Anlage 17: Kosten Anlagenvariante 3	52
Anlage 18: Kosten Anlagenvariante 4	53
Anlage 19: Wirtschaftlichkeit	54

Anlagen

Anlage 1: Gebäudesteckbrief - Am Markt 15-16 - Antares Holz & Wohnungen



Adresse: Am Markt 15-16
38835 Osterwieck
Büro & Wohnungen

Baujahr: Keine Angabe
Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Wohn- & Nichtwohngebäude

Nutzfläche Gewerbe [m²]: 67
Nutzfläche Wohnen [m²]: 389
Mittlere Personenzahl: 11 (38 m²_{Wohn}/Pers.)
Gebäudeanzahl: 2

Messstellen

Gaszähler
 Stromzähler
 WMZ TWW
 WMZ RH

Messzeitraum

Gas: 11.11.2014 - 15.06.2015
Strom: 11.11.2014 - 15.06.2015
WMZ TWW: 25.11.2014 - 15.06.2015
WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel Fernwärme

Typ: Vaillant VKW 48 E
Baujahr: Keine Angabe
Brennstoff: Erdgas
Leistung: 42-48 kW

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer
 Elektro-Durchlauferhitzer
 Wohnungstherme

Kennzahlen TWW in WE

24% %-Anteil TWW
23,5 kWh/(m²*a)
- kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)

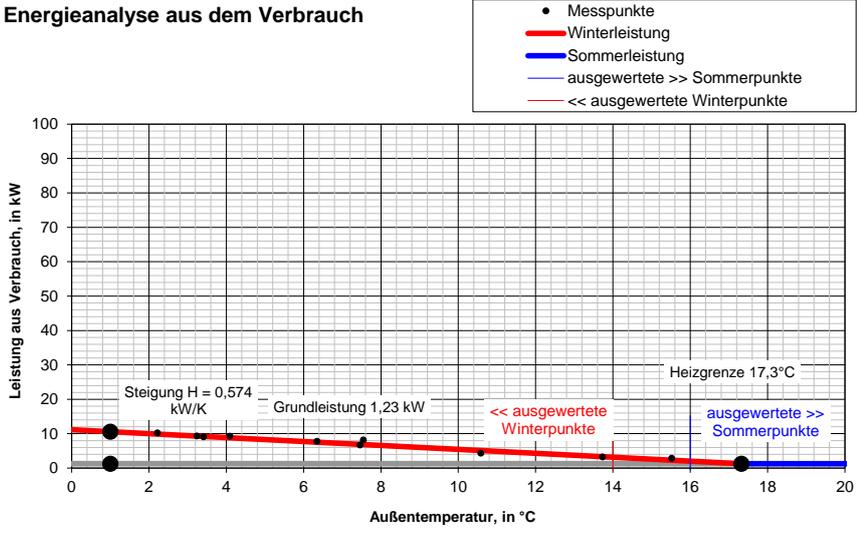
Erdgas (Hs)	77.478 kWh/a	170 kWh/(m²*a)	6.891 kWh/(Pers.*a)
Erdgas (Hi)	69.800 kWh/a	153 kWh/(m²*a)	6.208 kWh/(Pers.*a)
Wärme	61.208 kWh/a	134 kWh/(m²*a)	5.444 kWh/(Pers.*a)
Strom Wohnungen	5.739 kWh/a	15 kWh/(m²*a)	560 kWh/(Pers.*a)
Strom Büro	1.678 kWh/a	25 kWh/(m²*a)	839 kWh/(Pers.*a)

Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte

flächenbezogene Steigung h 1,26 W/(m²*K)
Wärmeverlustkoeffizient H 0,574 kW/K
Grundleistung 1,2 kW
Heizlast 20 kW
spez. Heizlast 44 W/m²
Heizgrenze 17,3 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch



- Messpunkte
- Winterleistung
- Sommerleistung
- ausgewertete >> Sommerpunkte
- << ausgewertete Winterpunkte

Anlagen

Anlage 2: Gebäudesteckbrief – Am Markt 17 – Polizei & Wohnungen



Adresse: Am Markt 17
38835 Osterwieck
Büro & Wohnungen

Baujahr: Keine Angabe

Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Wohn- & Nichtwohngebäude

Nutzfläche Polizei [m²]: 186

Nutzfläche Wohnen [m²]: 326

Mittlere Personenzahl Whg.: 9 (38 m²_W/Pers.)

Gebäudeanzahl: 1

Messstellen

Gaszähler

Stromzähler

WMZ TWW

WMZ RH

Messzeitraum

Gas: 11.11.2014 - 16.06.2015

Strom: 11.11.2014 - 16.06.2015

WMZ TWW:

WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel

Typ: Viessmann Vitodens

Baujahr: -

Brennstoff: Erdgas

Leistung: 60

Nachtspeicherofen

Typ: -

Baujahr: -

Energieträger: Strom

Leistung: -

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer

Elektro-Durchlauferhitzer

Wohnungstherme

Kennzahlen TWW in WE

- %-Anteil TWW

- kWh/(m²*a)

- kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)

Erdgas (Hs) Whg.	36.630 kWh/a	112 kWh/(m²*a)	4.070 kWh/(Pers.*a)	
Erdgas (Hi) Whg.	33.000 kWh/a	101 kWh/(m²*a)	3.667 kWh/(Pers.*a)	
Wärme	30.403 kWh/a	93 kWh/(m²*a)	3.378 kWh/(Pers.*a)	
Strom Wohnungen	17.660 kWh/a	54 kWh/(m²*a)	2.061 kWh/(Pers.*a)	
Strom Polizei	35.559 kWh/a	191 kWh/(m²*a)	17.780 kWh/(Pers.*a)	

Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte

flächenbezogene Steigung h 1,38 W/(m²K)

Wärmeverlustkoeffizient H 0,450 kW/K

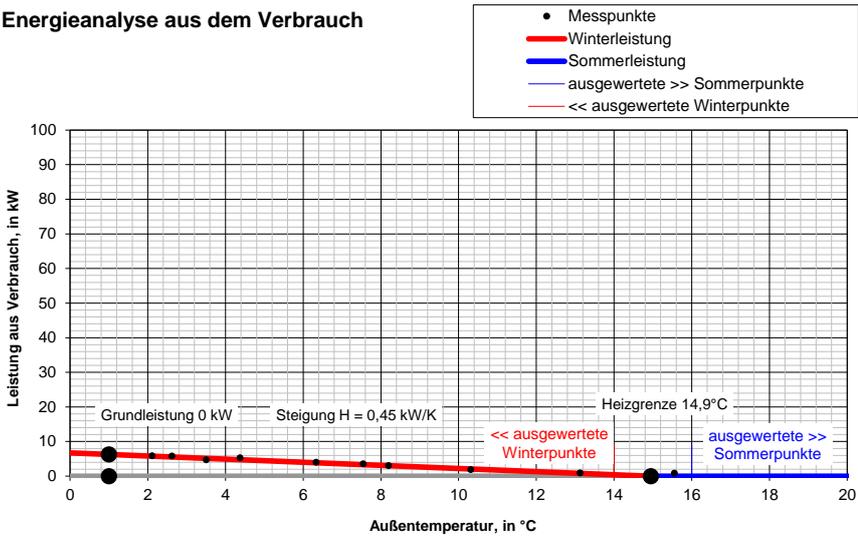
Grundleistung 0,0 kW

Heizlast 15 kW

spez. Heizlast W/m²

Heizgrenze 14,9 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch



- Messpunkte
- Winterleistung
- Sommerleistung
- ausgewertete >> Sommerpunkte
- << ausgewertete Winterpunkte

Anlagen

Anlage 3: Gebäudesteckbrief – Am Markt 11 - Altes Rathaus



Adresse: Am Markt 11
38835 Osterwieck
Altes Rathaus

Baujahr: Keine Angabe

Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Nichtwohngebäude

Nutzfläche [m²]: 1.040 m²

Mittlere Personenzahl: Keine Angabe

Gebäudeanzahl: 1

Messstellen

Gaszähler

Stromzähler

WMZ TWW

WMZ RH

Messzeitraum

Gas: 12.11.2014 - 10.06.2015

Strom: 12.11.2014 - 10.06.2015

WMZ TWW:

WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel Fernwärme

Typ: Buderus G224 LP **Typ:**

Baujahr: **Baujahr:**

Brennstoff: Erdgas **Leistung:**

Leistung: 60 kW **Leistung:**

Jahres-Nutzungsgrad: 79%

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer

Elektro-Durchlauferhitzer

Frischwasserstation

Kennzahlen TWW

%-Anteil TWW

kWh/(m²*a)

kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)

Erdgas (Hs)	137.307	kWh/a	132	kWh/(m²*a)	- kWh/(Pers.*a)
Erdgas (Hi)	123.700	kWh/a	119	kWh/(m²*a)	- kWh/(Pers.*a)
Wärme	108.473	kWh/a	104	kWh/(m²*a)	- kWh/(Pers.*a)
Strom	19.268	kWh/a	19	kWh/(m²*a)	- kWh/(Pers.*a)

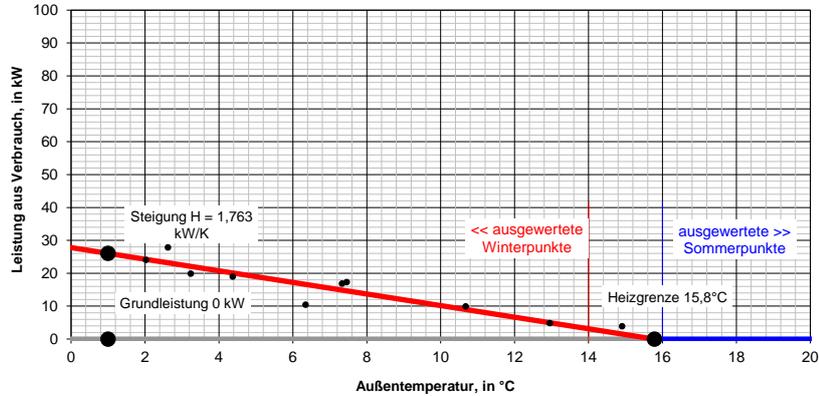
Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte

flächenbezogene Steigung h	1,69 W/(m²K)
Wärmeverlustkoeffizient H	1,76 kW/K
Grundleistung	0,00 kW
Heizlast	60 kW
spez. Heizlast	58 W/m²
Heizgrenze	15,8 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch für das Alte Rathaus

- Messpunkte
- Winterleistung
- Sommerleistung
- ausgewertete >> Sommerpunkte
- << ausgewertete Winterpunkte



Anlagen

Anlage 4: Gebäudesteckbrief – Sonnenklee 21 - Grundschule & Hort



Adresse: Sonnenklee 21
38835 Osterwieck
Grundschule & Hort

Baujahr: Keine Angabe

Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Nichtwohngebäude

Nutzfläche [m²]: 1.965 m²

Mittlere Personenzahl: Keine Angabe

Gebäudeanzahl: 1

Messstellen

Gaszähler

Stromzähler

WMZ TWW

WMZ RH

Messzeitraum

Gas: 12.11.2014 - 10.06.2015

Strom: 12.11.2014 - 10.06.2015

WMZ TWW:

WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel Fernwärme

Typ: Buderus GB312 - 160 **Typ:**

Baujahr: **Baujahr:**

Brennstoff: Erdgas **Leistung:**

Leistung: 160 kW **Leistung:**

Jahres-Nutzungsgrad: 83%

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer

Elektro-Durchlauferhitzer

Frischwasserstation

Kennzahlen TWW

- %-Anteil TWW

- kWh/(m²*a)

- kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)

Erdgas (Hs)	127.428 kWh/a	65 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Erdgas (Hi)	114.800 kWh/a	58 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Wärme	105.765 kWh/a	54 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)
Strom	20.521 kWh/a	10 kWh/(m²*a)	-	kWh/(Pers.*a)

Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte

flächenbezogene Steigung h 0,90 W/(m²K)

Wärmeverlustkoeffizient H 1,77 kW/K

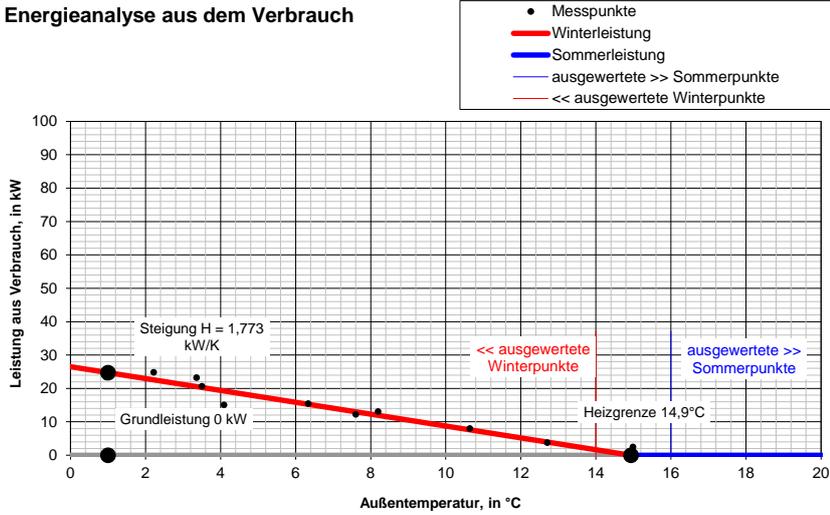
Grundleistung 0,00 kW

Heizlast 60 kW

spez. Heizlast 31 W/m²

Heizgrenze 14,9 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch



The graph plots 'Leistung aus Verbrauch, in kW' (Power from consumption, in kW) on the y-axis (0 to 100) against 'Außentemperatur, in °C' (Outdoor temperature, in °C) on the x-axis (0 to 20). A red line represents the winter performance, showing a downward trend from approximately 25 kW at 0°C to 0 kW at 14.9°C. A blue line represents the summer performance, which is constant at 0 kW. Data points are marked with black dots. A vertical line at 14.9°C indicates the heating limit. Text annotations include 'Steigung H = 1,773 kW/K', 'Grundleistung 0 kW', '<< ausgewertete Winterpunkte', and 'ausgewertete >> Sommerpunkte'.

- Messpunkte
- Winterleistung
- Sommerleistung
- ausgewertete >> Sommerpunkte
- << ausgewertete Winterpunkte

Anlagen

Anlage 5: Gebäudesteckbrief – Am Markt 10 – Energieberatungszentrum

	Adresse: Am Markt 10 38835 Osterwieck Energieberatungszentrum Baujahr: Keine Angabe Modernisierungsjahr: Keine Angabe Nutzung: Nichtwohngebäude Nutzfläche [m²]: 119 m² Mittlere Personenzahl: Keine Angabe Gebäudeanzahl: 1																										
	Messstellen <input checked="" type="checkbox"/> Gaszähler <input checked="" type="checkbox"/> Stromzähler <input type="checkbox"/> WMZ TWW <input type="checkbox"/> WMZ RH	Messzeitraum Gas: 18.08.2014 - 24.06.2015 Strom: 18.08.2014 - 24.06.2015 WMZ TWW: WMZ RH: 12.11.2014 - 16.06.2015																									
Wärmeerzeuger <input checked="" type="checkbox"/> Kessel <input type="checkbox"/> Fernwärme Typ: Buderus GB 172/14 Logamax Plus Typ: Baujahr: Baujahr: Brennstoff: Erdgas Leistung: Leistung: 14 kW Wirkungsgrad-Schornsteinfeger: Jahres-Nutzungsgrad: 83%																											
Warmwasserbereitung <input type="checkbox"/> Speicherwassererwärmer <input checked="" type="checkbox"/> Elektro-Durchlauferhitzer <input type="checkbox"/> Frischwasserstation	Kennzahlen TWW - %-Anteil TWW - kWh/(m²*a) - kWh/(Pers.*a)	Bemerkungen																									
Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2013</th> <th>2014</th> <th>Einheit</th> <th>Einheit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erdgas (Hs)</td> <td>20.091</td> <td>169</td> <td>kWh/a</td> <td>kWh/(m²*a)</td> </tr> <tr> <td>Erdgas (Hi)</td> <td>18.100</td> <td>152</td> <td>kWh/a</td> <td>kWh/(m²*a)</td> </tr> <tr> <td>Wärme</td> <td>16.676</td> <td>140</td> <td>kWh/a</td> <td>kWh/(m²*a)</td> </tr> <tr> <td>Strom</td> <td>3.068</td> <td>26</td> <td>kWh/a</td> <td>kWh/(Pers.*a)</td> </tr> </tbody> </table>				2013	2014	Einheit	Einheit	Erdgas (Hs)	20.091	169	kWh/a	kWh/(m²*a)	Erdgas (Hi)	18.100	152	kWh/a	kWh/(m²*a)	Wärme	16.676	140	kWh/a	kWh/(m²*a)	Strom	3.068	26	kWh/a	kWh/(Pers.*a)
	2013	2014	Einheit	Einheit																							
Erdgas (Hs)	20.091	169	kWh/a	kWh/(m²*a)																							
Erdgas (Hi)	18.100	152	kWh/a	kWh/(m²*a)																							
Wärme	16.676	140	kWh/a	kWh/(m²*a)																							
Strom	3.068	26	kWh/a	kWh/(Pers.*a)																							
Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)																											
EAV-Kennwerte <table border="1"> <tbody> <tr> <td>flächenbezogene Steigung h</td> <td>-</td> <td>W/(m²*K)</td> </tr> <tr> <td>Wärmeverlustkoeffizient H</td> <td>-</td> <td>kW/K</td> </tr> <tr> <td>Grundleistung</td> <td>-</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Heizlast</td> <td>-</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>spez. Heizlast</td> <td>-</td> <td>W/m²</td> </tr> <tr> <td>Heizgrenze</td> <td>-</td> <td>°C</td> </tr> </tbody> </table>			flächenbezogene Steigung h	-	W/(m²*K)	Wärmeverlustkoeffizient H	-	kW/K	Grundleistung	-	kW	Heizlast	-	kW	spez. Heizlast	-	W/m²	Heizgrenze	-	°C							
flächenbezogene Steigung h	-	W/(m²*K)																									
Wärmeverlustkoeffizient H	-	kW/K																									
Grundleistung	-	kW																									
Heizlast	-	kW																									
spez. Heizlast	-	W/m²																									
Heizgrenze	-	°C																									
EAV -Bemerkung: Keine ausreichenden Messwerte vorhanden.																											

Anlagen

Anlage 6:Gebäudesteckbrief – Am Markt 8 - ÖSA & Wohnungen



Adresse: Am Markt 8
38835 Osterwieck
Versicherung & Wohnungen

Baujahr: Keine Angabe

Modernisierungsjahr: Keine Angabe

Nutzung: Wohn- & Nichtwohngebäude

Nutzfläche Gewerbe [m²]: 64

Nutzfläche Wohnen [m²]: 194

Mittlere Personenzahl Whg.: 7 (38 m²_{Wohn}/Pers.)

Gebäudeanzahl: 1

Messstellen

Gaszähler

Stromzähler

WMZ TWW

WMZ RH

Messzeitraum

Gas: 11.11.2014 - 16.06.2015

Strom: 11.01.2014 - 16.06.2015

WMZ TWW:

WMZ RH:

Wärmeerzeuger

Kessel Fernwärme

Typ: Therme-Junkers **Typ:**

Baujahr: Keine Angabe **Baujahr:**

Brennstoff: Erdgas **Leistung:**

Leistung: Versicherung 11 kW;

Warmwasserbereitung

Speicherwassererwärmer

Elektro-Durchlauferhitzer

Wohnungstherme

Kennzahlen TWW in WE

- %-Anteil TWW
- kWh/(m²*a)
- kWh/(Pers.*a)

Bemerkungen

3 WE mit separaten Wohnungsthermen

Versicherung mit eigener Therme

Verbrauchsdaten aus 2013/2014 (witterungsbereinigt)

	kWh/a	kWh/(m²*a)	kWh/(Pers.*a)
Erdgas (Hs)	30.192	117	4.256
Erdgas (Hi)	27.200	106	3.834
Wärme	23.852	93	3.362
Strom Wohnungen	8.923	46	1.751
Strom Versicherung	2.186	34	1.093

Energieanalyse aus dem Verbrauch (E-A-V)

EAV-Kennwerte

flächenbezogene Steigung h 1,67 W/(m²K)

Wärmeverlustkoeffizient H 0,43 kW/K

Grundleistung 0,69 kW

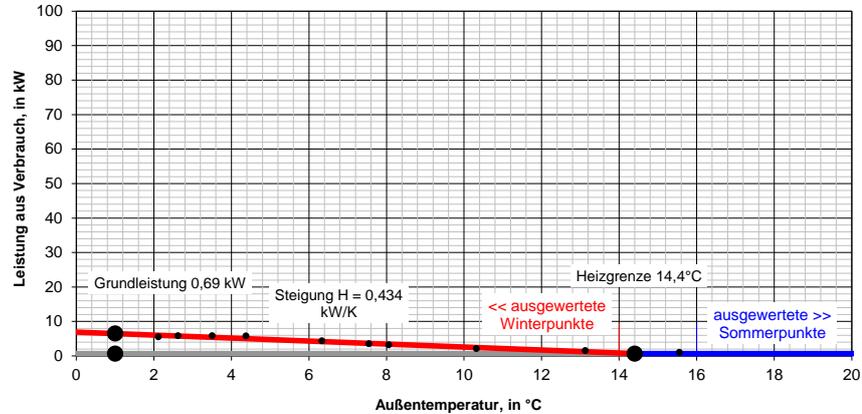
Heizlast 15 kW

spez. Heizlast 58 W/m²

Heizgrenze 14,4 °C

Energieanalyse aus dem Verbrauch

- Messpunkte
- Winterleistung
- Sommerleistung
- ausgewertete >> Sommerpunkte
- << ausgewertete Winterpunkte



Anlagen

Anlage 7: Witterungskorrektur - Am Markt 15-16 - Antares Holz & Wohnungen

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							
Jahr bzw. Messperiode		2014/2015					
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg	Zeitraum	von 04.01.2014 bis 01.01.2015					Wetterdaten berechnen
Wetterdaten Heizgradtage G15	- im Verbrauchszeitraum	42,9 kKh/a					Magdeburg
	- Standardwerte	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a		Magdeburg
	Verhältnis	1,35					
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten	1.	m ³ Erdgas Halberstadtwerke	6228,92 m ³				8,89 kWh/m ³
	2.	<< >>					kWh/
	3.	<< >>					kWh/
	Gesamtverbrauch		55387 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 456,75 m ² Wohnfläche <input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen <input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z. B. nach Energiebilanz)					Hinweis
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung	vor Korrektur	40.891 kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur	55.228 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)		79%					
Trinkwarmwasser	vor Korrektur	14.496 kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur	14.616 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)		21%					
Summe korrigierter Gesamtverbrauch		69.844 kWh/a					
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiod(en) bzw. 363 Tagen beträgt:						69.800 kWh/a	
Der Wert enthält auch Anteile für Warmwasser.						152,9 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Anlagen

Anlage 8: Witterungskorrektur – Am Markt 17 – Polizei & Wohnungen

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							Wetterdaten berechnen
Jahr bzw. Messperiode		2014					
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg		Zeitraum von	01.01.2014	bis	01.12.2014		
Wetterdaten Heizgradtage G15		- im Verbrauchszeitraum	35,0 kKh/a		58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	Magdeburg
		- Standardwerte	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	Magdeburg
		Verhältnis	1,65				
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten		1. m ³ Erdgas Halberstadtwerke	2242,68 m ³				8,89 kWh/m ³
		2. << >>					kWh/
		3. << >>					kWh/
		Gesamtverbrauch	19942 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 325,63 m ² Wohnfläche		<input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen		<input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z. B. nach Energiebilanz)	
						Hinweis	
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung		vor Korrektur	19.942 kWh	kWh	kWh	kWh	
		nach Korrektur	32.993 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch)	100%				
Trinkwarmwasser		vor Korrektur	kWh	kWh	kWh	kWh	
		nach Korrektur	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch)					
Summe		korrigierter Gesamtverbrauch	32.993 kWh/a				
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiod(en) bzw. 335 Tagen beträgt:						33.000 kWh/a	
Der Wert enthält keine Energie für Warmwasser.						101,3 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Anlagen

Anlage 9: Witterungskorrektur – Am Markt 11 - Altes Rathaus

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							Wetterdaten berechnen
Jahr bzw. Messperiode		2014					
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg		Zeitraum von	01.05.2014	bis	31.12.2014		
Wetterdaten Heizgradtage G15		- im Verbrauchszeitraum	19,1 kKh/a		58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	Magdeburg
		- Standardwerte	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	Magdeburg
		Verhältnis	3,04				
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten		1. m ³ Erdgas Halberstadtwerke	4585 m ³				8,89 kWh/m ³
		2. << >>					kWh/
		3. << >>					kWh/
		Gesamtverbrauch	40769 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 1040 m ² Wohnfläche		<input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen		<input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z. B. nach Energiebilanz)	
						Hinweis	
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung		vor Korrektur	40.769 kWh	kWh	kWh	kWh	
		nach Korrektur	123.742 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch)	100%				
Trinkwarmwasser		vor Korrektur	kWh	kWh	kWh	kWh	
		nach Korrektur	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch)					
Summe		korrigierter Gesamtverbrauch	123.742 kWh/a				
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiod(en) bzw. 245 Tagen beträgt:							123.700 kWh/a
Der Wert enthält keine Energie für Warmwasser.							119,0 kWh/(m ² a) Wohnfläche

Anlagen

Anlage 10: Witterungskorrektur – Sonnenklee 21 - Grundschule & Hort

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							
Jahr bzw. Messperiode		2012/2013	2013/2014				
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg		Zeitraum von 18.09.2012 bis 13.08.2013	Zeitraum von 14.08.2013 bis 21.08.2014				Wetterdaten berechnen
Wetterdaten Heizgradtage G15		- im Verbrauchszeitraum 59,4 kKh/a	- im Verbrauchszeitraum 45,3 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	Magdeburg	
		- Standardwerte 58,0 kKh/a	- Standardwerte 58,0 kKh/a			Magdeburg	
		Verhältnis 0,98	Verhältnis 1,28				
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten		1. m ³ Erdgas Halberstadtwerke	14212 m ³	9293 m ³			8,91 kWh/m ³
		2. << >>					kWh/
		3. << >>					kWh/
Gesamtverbrauch		126628 kWh	82800 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 1965 m ² Wohnfläche <input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen <input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z. B. nach Energiebilanz)					Hinweis
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung		vor Korrektur 126.628 kWh	82.800 kWh	kWh	kWh		
		nach Korrektur 123.544 kWh/a	106.051 kWh/a	kWh/a	kWh/a		
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch) 100%	100%				
Trinkwarmwasser		vor Korrektur kWh	kWh	kWh	kWh		
		nach Korrektur kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a		
		Anteil (vom korrigierten Verbrauch)					
Summe korrigierter Gesamtverbrauch		123.544 kWh/a	106.051 kWh/a				
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 2 Messperiod(en) bzw. 703 Tagen beträgt:						114.800 kWh/a	
Der Wert enthält keine Energie für Warmwasser.						58,4 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Anlagen

Anlage 11: Witterungskorrektur Gebäudesteckbrief – Am Markt 10 - Energieberatungszentrum

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							
Jahr bzw. Messperiode		2013/2014					
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg	Zeitraum von bis	07.08.2013 06.08.2014					Wetterdaten berechnen
Wetterdaten Heizgradtage G15	- im Verbrauchszeitraum	45,2 kKh/a					Magdeburg
	- Standardwerte	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a		Magdeburg
	Verhältnis	1,28					
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten	1.	m ³ Erdgas Halberstadtwerke	1581,658 m ³				8,91 kWh/m ³
	2.	<< >>					kWh/
	3.	<< >>					kWh/
	Gesamtverbrauch		14092 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 119 m ² Wohnfläche <input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen <input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z.B. nach Energiebilanz)					Hinweis
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung	vor Korrektur	14.092 kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur	18.080 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)		100%					
Trinkwarmwasser	vor Korrektur	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)							
Summe korrigierter Gesamtverbrauch		18.080 kWh/a					
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiod(en) bzw. 365 Tagen beträgt:						18.100 kWh/a	
Der Wert enthält keine Energie für Warmwasser.						151,9 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Anlagen

Anlage 12: Witterungskorrektur – Am Markt 8 - ÖSA & Wohnungen

Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur - Energieberatung / Individueller Standort							Blatt LEEREN
Allgemeine Daten							
Jahr bzw. Messperiode		2014/2015					
normiert auf Langzeitklima der Station Magdeburg	Zeitraum von bis	11.11.2014 16.06.2015					Wetterdaten berechnen
Wetterdaten Heizgradtage G15	- im Verbrauchszeitraum	43,1 kKh/a					Magdeburg
	- Standardwerte	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a	58,0 kKh/a		Magdeburg
	Verhältnis	1,34					
Verbrauchsdaten und Anteil für Warmwasser							Heizwert:
Verbrauchsdaten	1.	m ³ Erdgas Halberstadtwerke	2136,34 m ³				8,91 kWh/m ³
	2.	<< >>					kWh/
	3.	<< >>					kWh/
Gesamtverbrauch			19035 kWh				
Enthält der Verbrauchswert Warmwasser?		Abschätzung des Warmwasseranteils					
<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein		<input checked="" type="radio"/> Standardansatz der Heizkostenverordnung 32 kWh/(m ² a) für 257,7 m ² Wohnfläche <input type="radio"/> mit Nutzwärme 600 kWh/(P a) und 50 % Anlagennutzungsgrad im Wohnbau für Personen <input type="radio"/> eigene Vorgabe für Warmwasseranteil (z. B. nach Energiebilanz)					Hinweis
Witterungs- und Zeitkorrektur (für die Energieberatung)							
Heizung	vor Korrektur		14.132 kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur		19.003 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)			70%				
Trinkwarmwasser	vor Korrektur		4.903 kWh	kWh	kWh	kWh	
	nach Korrektur		8.246 kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Anteil (vom korrigierten Verbrauch)			30%				
Summe korrigierter Gesamtverbrauch			27.249 kWh/a				
Witterungskorrigierte Endenergie am Standort							
Der witterungskorrigierte Verbrauch (Endenergie) aus Messwerten von 1 Messperiod(en) bzw. 218 Tagen beträgt:						27.200 kWh/a	
Der Wert enthält auch Anteile für Warmwasser.						105,7 kWh/(m ² a) Wohnfläche	

Anlagen

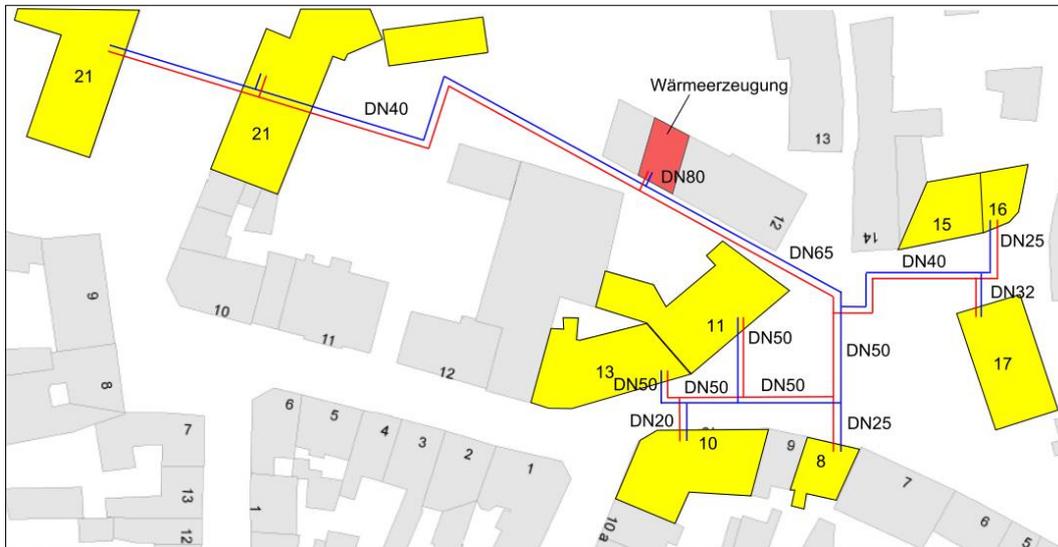


Abbildung 14: Lageplan Nennweite Rohrtrasse

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Anlage 13: Energiebedarf Anlagenvarianten

Energiebedarf aus Energiebilanz		
0 <<Gebäude im Bestand>>		
		Endenergien laden aus
Erdgas	545934	kWh/a
Holzhackschnitzel		kWh/a
Holzpellet		kWh/a
Hilfsstrom	8189	kWh/a
		kWh/a
		kWh/a
1 <<BHKW + Spitzenlastkessel>>		
		Endenergien laden aus
Erdgas	682930	kWh/a
Holzhackschnitzel		kWh/a
Holzpellet		kWh/a
Hilfsstrom	14853	kWh/a
		kWh/a
		kWh/a
2 <<Variante 2 - Erdgas-Kesselanlage>>		
		Endenergien laden aus
Erdgas	575655	kWh/a
Holzhackschnitzel		kWh/a
Holzpellet		kWh/a
Hilfsstrom	8635	kWh/a
		kWh/a
		kWh/a
3 <<Holzpelletkessel + Spitzenlastkessel>>		
		Endenergien laden aus
Erdgas	440147	kWh/a
Holzhackschnitzel		kWh/a
Holzpellet	170353	kWh/a
Hilfsstrom	10009	kWh/a
		kWh/a
		kWh/a
4 <<Holzhackschnitzelkessel + Spitzenlastkessel>>		
		Endenergien laden aus
Erdgas	440147	kWh/a
Holzhackschnitzel	170353	kWh/a
Holzpellet		kWh/a
Hilfsstrom	10009	kWh/a
		kWh/a
		kWh/a

Anlage 14: Kosten Bestandsgebäude

Kostendaten														
0 <<Gebäude im Bestand>>														
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge	Investition - heutige Preise	Zuordnung Rubrik	Lebensdauer	Faktor für Ersatzbeschaffung	Investition incl. Ersatzbeschaffung	Wartungsanteil	Wartungs- jährliche Wartungskosten - heutige Preise				
1	Gasbrennwertgeräte Objekte	123.453	1	123453 €	Bestandsh Heizung	30 a	1.000	123453 €	3.5 %	4321 €/a				
2				0 €										
3				0 €										
4				0 €										
5				0 €										
6				0 €										
7				0 €										
8				0 €										
9				0 €										
10				0 €										
11				0 €										
12				0 €										
13				0 €										
14				0 €										
	Allgemeine Wartung			0 €	Wartung allgemein	30 a								
	Summe:			123453 €				123453 €		4321 €/a				4321 €/a

Anlagen

Anlage 15: Kosten Anlagenvariante 1

1 <<BHKW + Spitzenlastkessel>>		Investition - heutige Preise		Zuordnung Rubrik		Lebensdauer		Investition incl. Ersatzbeschaffung		Wartungs- jährliche Wartungskosten - anteil heutige Preise	
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge					Faktor für Ersatzbeschaffung	Ersatzbeschaffung	Wartungs- anteil	Wartungskosten - heutige Preise
1	BHKW	2.090 €	1	2090 €	Blodheizkraftwerk 100...500 kW (elektrisch)	15 a	2.000	4180 €	6,0 %	125 €/a	
2	Abgassystem BHKW	3.182 €	1	3182 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1.000	3182 €	1,5 %	48 €/a	
3	Gasbrennwert Spitzenlast	28.914 €	1	28914 €	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 a	1.549	44798 €	3,5 %	1012 €/a	
4	Abgassystem Gasbrennwert	8.498 €	1	8498 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1.000	8498 €	1,5 %	127 €/a	
5	Nahwärmeleitung	89.248 €	1	89248 €	Speicher, Verteilnetze für Heiz- und Warmwasser	25 a	1.241	110794 €	0,5 %	446 €/a	
6	Hausanschluss & FW-Station	122.395 €	1	122395 €	Fernwärmeübergabestation	30 a	1.000	122395 €	1,0 %	1224 €/a	
7	Heizraum	6.777 €	1	6777 €	Heizzentralen (Bau)	30 a	1.000	6777 €	0,5 %	34 €/a	
8		0 €		0 €							
9		0 €		0 €							
10		0 €		0 €							
11		0 €		0 €							
12		0 €		0 €							
13		0 €		0 €							
14		0 €		0 €							
15		0 €		0 €							
16		0 €		0 €							
17		0 €		0 €							
18		0 €		0 €							
19		0 €		0 €							
20		0 €		0 €							
21		0 €		0 €							
22		0 €		0 €							
23		0 €		0 €							
24		0 €		0 €							
25	Allgemeine Wartung	0 €		0 €	Wartung allgemein	30 a					
		Summe:		261103 €				300624 €		3017 €/a	

Anlagen

Anlage 16: Kosten Anlagenvariante 2

2 <<Variante 2 - Erdgas-Kesselanlage>>										
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge	Investition - heutige Preise	Zuordnung Rubrik	Lebens- dauer	Faktor für Ersatz- beschaffung	Investition incl. Ersatz- beschaffung	Wartungs- jährliche Wartungskosten - anteil	heutige Preise
1	Gasbrennwertkessel	31.321	1	31321 €	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 a	1,549	48528 €	3,5 %	1096 €/a
2	Abgassystem	9.464	1	9464 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1,000	9464 €	1,5 %	142 €/a
3	Nahwärmeleitung	89.248	1	89248 €	Speicher, Verteilnetze für Heiz- und Warmwasser	25 a	1,241	110794 €	0,5 %	446 €/a
4	Hausanschluss & FIV-Station	122.395	1	122395 €	Fernwärmeübergabestation	30 a	1,000	122395 €	1,0 %	1224 €/a
5	Heizraum	6.777	1	6777 €	Heizzentralen (Bau)	30 a	1,000	6777 €	0,5 %	34 €/a
6				0 €						
7				0 €						
8				0 €						
9				0 €						
10				0 €						
11				0 €						
12				0 €						
13				0 €						
14				0 €						
15				0 €						
16				0 €						
17				0 €						
18				0 €						
19				0 €						
20				0 €						
21				0 €						
22				0 €						
23				0 €						
24				0 €						
25				0 €						
	Allgemeine Wartung				Wartung allgemein	30 a				
	Summe:			259205 €				297958 €		2942 €/a

Anlagen

Anlage 17: Kosten Anlagenvariante 3

3 <-Holzpelletkessel + Spitzenlastkessel->										
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge	Investition - heutige Preise	Zuordnung Rubrik	Lebensdauer	Faktor für Ersatzbeschaffung	Investition incl. Ersatzbeschaffung	Wartungsanteil	jährliche Wartungskosten - heutige Preise
1	Holzpellet Kessel	30.061	1	30061 €	Kessel, Brenner (Biomasse) bis 300 kW	20 a	1,549	46575 €	4,5 %	1353 €/a
2	Abgassystem Pellet	3.912	1	3912 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1,000	3912 €	1,5 %	59 €/a
3	Gasbrennwertkessel	29.986	1	29986 €	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 a	1,549	46459 €	3,5 %	1050 €/a
4	Abgassystem Gasbrennwert	7.768	1	7768 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1,000	7768 €	1,5 %	117 €/a
5	Nahwärmeleitung	89.248	1	89248 €	Speicher, Verteilnetze für Heiz- und Warmwasser	25 a	1,241	110794 €	0,5 %	446 €/a
6	Hausanschluss & FW-Station	122.395	1	122395 €	Fernwärmeübergabestation	30 a	1,000	122395 €	1,0 %	1224 €/a
7	Heizraum	6.777	1	6777 €	Heizzentralen (Bau)	50 a	0,227	1537 €	0,5 %	34 €/a
8	Holzpellet Pellet	9.889	1	9889 €	Heizzentralen (Bau)	30 a	1,000	9889 €	0,5 %	49 €/a
9				0 €						
10				0 €						
11				0 €						
12				0 €						
13				0 €						
14				0 €						
15				0 €						
16				0 €						
17				0 €						
18				0 €						
19				0 €						
20				0 €						
21				0 €						
22				0 €						
23				0 €						
24				0 €						
25				0 €						
	Allgemeine Wartung			300036 €	Wartung allgemein	30 a				
				Summe:				349330 €		4331 €/a

Anlagen

Anlage 18: Kosten Anlagenvariante 4

4 << Holz hackschmitze Kessel + Spitzenskiessel >>										
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge	Investition - heutige Preise	Zuordnung Rubrik	Lebensdauer	Faktor für Ersatzbeschaffung	Investition incl. Ersatzbeschaffung	Wartungs- jährliche Wartungskosten - Anteil	Wartungs- jährliche Wartungskosten - heutige Preise
1	Holz-kessel Hackschmitzel	35.724	1	35724 €	Kessel, Brenner (Biomasse) bis 300 kW	20 a	1,549	55349 €	4,5 %	1608 €/a
2	Abgassystem Hackschmitzel	3.912	1	3912 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1,000	3912 €	1,5 %	59 €/a
3	Gasbrennwertkessel	29.986	1	29986 €	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 a	1,549	46459 €	3,5 %	1050 €/a
4	Abgassystem Gasbrennwert	7.768	1	7768 €	sonstige technische Anlagen	30 a	1,000	7768 €	1,5 %	117 €/a
5	Nahwärmeleitung	89.248	1	89248 €	Speicher, Verteilnetze für Heiz- und Warmwasser	25 a	1,241	110794 €	0,5 %	446 €/a
6	Hausanschluss & FVW-Station	122.395	1	122395 €	Fernwärmeübergabestation	30 a	1,000	122395 €	1,0 %	1224 €/a
7	Heizraum	6.777	1	6777 €	Heizzentralen (Bau)	30 a	1,000	6777 €	0,5 %	34 €/a
8	Holzläger Pellet	11.779	1	11779 €	Heizzentralen (Bau)	30 a	1,000	11779 €	0,5 %	59 €/a
9				0 €						
10				0 €						
11				0 €						
12				0 €						
13				0 €						
14				0 €						
15				0 €						
16				0 €						
17				0 €						
18				0 €						
19				0 €						
20				0 €						
21				0 €						
22				0 €						
23				0 €						
24				0 €						
25	Allgemeine Wartung			0 €	Wartung allgemein	30 a				
				Summe:				Summe:		4595 €/a
				307589 €				365234 €		

Anlagen

Anlage 19: Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit						
Kapitalwert sowie heutige und künftige mittlere Jahreskosten						
Gesamtsummen absolut						
	Variante 0 Gebäude im Bestand	Variante 1 BHKW + Spitzenlastkes- sel	Variante 2 Variante 2 - Erdgas- Kesselanlage	Variante 3 Holzpelletkess- el + Spitzenlastkes- sel	Variante 4 Holzhackschnit- zelkessel + Spitzenlastkes- sel	Variante 5 Variante 6
Investitionsbedarf heute	123453 €	261103 €	259205 €	300036 €	307589 €	0 €
heutige Preise	4442 €/a	10816 €/a	10720 €/a	12568 €/a	13141 €/a	0 €/a
Energiekosten	41169 €/a	52855 €/a	43410 €/a	43392 €/a	39474 €/a	0 €/a
Wartung und Unterhalt	4321 €/a	3017 €/a	2942 €/a	4331 €/a	4595 €/a	0 €/a
Summe	49931 €/a	66688 €/a	57073 €/a	60292 €/a	57210 €/a	0 €/a
30-Jahresmittel	4442 €/a	10816 €/a	10720 €/a	12568 €/a	13141 €/a	0 €/a
Energiekosten	91324 €/a	118387 €/a	96296 €/a	96618 €/a	96027 €/a	0 €/a
Wartung und Unterhalt	5787 €/a	4040 €/a	3941 €/a	5800 €/a	6154 €/a	0 €/a
Summe	101553 €/a	133244 €/a	110957 €/a	114987 €/a	115322 €/a	0 €/a
Kapitalwert über 30 Jahre	3046579 €	3997310 €	3328698 €	3449611 €	3459662 €	0 €
Varianten bezogen auf den Zustand <<0>>						
heutige Preise	Variante 1 BHKW + Spitzenlastkes- sel	Variante 2 Variante 2 - Erdgas- Kesselanlage	Variante 3 Holzpelletkess- el + Spitzenlastkes- sel	Variante 4 Holzhackschnit- zelkessel + Spitzenlastkes- sel	Variante 5 Variante 6	Variante 6
Kapitalkosten	6374 €/a	6279 €/a	8127 €/a	8699 €/a		
Energiekosten	11686 €/a	2241 €/a	2223 €/a	-1695 €/a		
Wartung und Unterhalt	-1304 €/a	-1379 €/a	10 €/a	274 €/a		
Summe	16756 €/a	7141 €/a	10360 €/a	7279 €/a		
Wirtschaftlich?	nein	nein	nein	nein		
30-Jahresmittel	6374 €/a	6279 €/a	8127 €/a	8699 €/a		
Kapitalkosten	27063 €/a	4972 €/a	5294 €/a	4703 €/a		
Energiekosten	-1747 €/a	-1846 €/a	14 €/a	368 €/a		
Wartung und Unterhalt	31691 €/a	9404 €/a	13434 €/a	13769 €/a		
Summe	nein	nein	nein	nein		
Wirtschaftlich?	nein	nein	nein	nein		

Anlagen

Amortisation für zwei Maßnahmen im Vergleich

Erste Maßnahme:

Zweite Maßnahme:

INFO: Für weitere Vergleiche bitte dieses Blatt einfach kopieren.

Dieses Blatt gibt an, nach wieviel Jahren die "Einnahmen" (= vermiedene Ausgaben) die Investition incl. aller ihrer Kapitalkostenleistungskosten erwirtschaftet hat. Dies ist die dynamische Amortisation.

Jahr	Gebäude im Bestand		BHKW + Spitzenlastkessel		Differenzkosten	
	Energie Einzelkosten	Wartung Einzelkosten	Energie Einzelkosten	Wartung Einzelkosten	Kapitalkosten	Amortisation
heute	39761 €/a	4321 €/a	48488 €/a	3017 €/a	191233 €	
1	43275 €/a	4407 €/a	55685 €/a	3077 €/a		nein
2	45469 €/a	4494 €/a	58429 €/a	3138 €/a		nein
3	47752 €/a	4583 €/a	61392 €/a	3198 €/a		nein
4	50130 €/a	4671 €/a	64479 €/a	3261 €/a		nein
5	52604 €/a	4761 €/a	67694 €/a	3324 €/a		nein
6	55180 €/a	4852 €/a	71043 €/a	3387 €/a		nein
7	57862 €/a	4943 €/a	74531 €/a	3451 €/a		nein
8	60652 €/a	5036 €/a	78163 €/a	3516 €/a		nein
9	63557 €/a	5129 €/a	81947 €/a	3581 €/a		nein
10	66579 €/a	5223 €/a	85887 €/a	3647 €/a		nein
11	69724 €/a	5318 €/a	89980 €/a	3713 €/a		nein
12	72997 €/a	5414 €/a	94262 €/a	3780 €/a		nein
13	76403 €/a	5510 €/a	98711 €/a	3847 €/a		nein
14	79947 €/a	5608 €/a	103344 €/a	3915 €/a		nein
15	83634 €/a	5706 €/a	108167 €/a	3984 €/a		nein
16	87471 €/a	5805 €/a	113190 €/a	4053 €/a		nein
17	91462 €/a	5905 €/a	118419 €/a	4123 €/a		nein
18	95614 €/a	6006 €/a	123864 €/a	4193 €/a		nein
19	99934 €/a	6107 €/a	129532 €/a	4264 €/a		nein
20	104428 €/a	6210 €/a	135434 €/a	4336 €/a		nein
21	109103 €/a	6313 €/a	141578 €/a	4408 €/a		nein
22	113966 €/a	6417 €/a	147975 €/a	4480 €/a		nein
23	119024 €/a	6522 €/a	154635 €/a	4554 €/a		nein
24	124286 €/a	6628 €/a	161569 €/a	4628 €/a		nein
25	129760 €/a	6735 €/a	168787 €/a	4702 €/a		nein
26	135453 €/a	6842 €/a	176301 €/a	4777 €/a		nein
27	141375 €/a	6950 €/a	184124 €/a	4853 €/a		nein
28	147534 €/a	7060 €/a	192268 €/a	4929 €/a		nein
29	153941 €/a	7169 €/a	200747 €/a	5005 €/a		nein
30	160604 €/a	7280 €/a	209574 €/a	5083 €/a		nein