

**Kita Spielhaus  
Heizungserneuerung**

**VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung**

---

Vorhabenbezeichnung:	<b>Kita Spielhaus Heizungserneuerung</b>
Standort:	Tornower Straße 62 16225 Eberswalde
Bearbeitungsphase:	<b>LP 2 Vorplanung</b>
Auftraggeber:	<b>Stadt Eberswalde</b> Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft Breite Straße 41 – 44 16225 Eberswalde
Planungsbüro:	<b>Projektbüro Dörner + Partner GmbH</b> Bahnhofstraße 7 16227 Eberswalde Tel.: (0 33 34) 30 38 -0, Fax: (0 33 34) 35 40 10 E-Mail: info@doerner-partner.de
Bearbeitungsstand:	14.04.2021

Kita Spielhaus  
Heizungserneuerung

VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 2

---

INHALTSVERZEICHNIS

1. Titelblatt	Blatt 1
2. Inhaltsverzeichnis	Blatt 2
3. Allgemeines	Blatt 3 – 6
4. Allgemeine Arbeiten	Blatt 7
4. Variantenbeschreibung	Blatt 7 – 10
5. Wirtschaftlichkeitsberechnung	Blatt 11 – 16
6. Fazit	Blatt 17
Anhang	Blatt 18 – 24
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 1 – Vergleich der Varianten	Blatt 18
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 2 – Kostenvergleich	Blatt 19
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 3 – Betriebskosten	Blatt 20
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 4 – Energiekosten	Blatt 21
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 5 – Zusammenfassung	Blatt 22
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 6 – Förderung	Blatt 23
Wirtschaftlichkeitsberechnung Blatt 7 – CO2 Ausstoß	Blatt 24

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

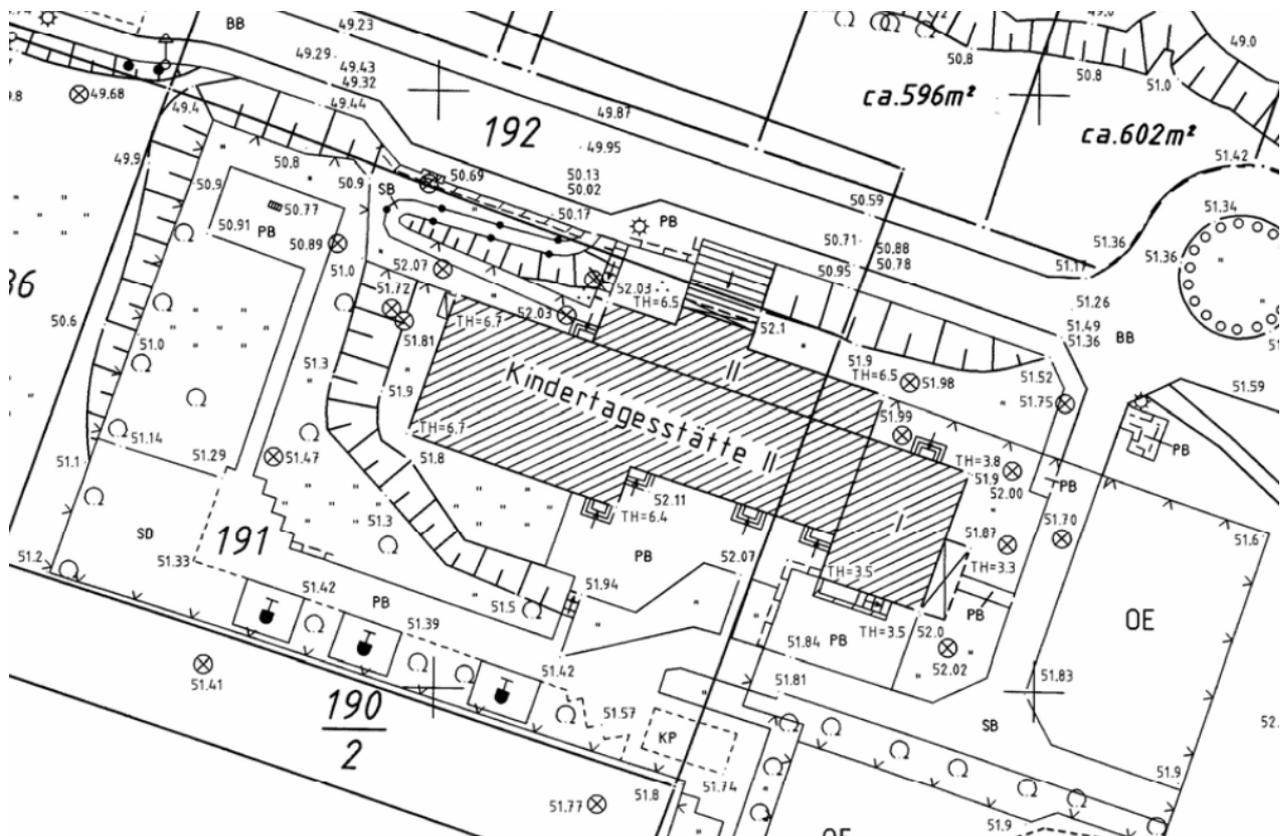
### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 3

#### ALLGEMEINES

Auf dem Grundstück der Tornower Straße 62 in 16225 Eberswalde plant die Stadt Eberswalde die Sanierung der bestehenden Heizungsanlage der Kita Spielhaus. Ziel der Heizungserneuerung ist es, die kürzlich errichtete Erweiterung der Kita, welche momentan über einen eigenen Wärmeerzeuger in Form einer Gas-Brennwerttherme verfügt, anlagentechnisch mit dem Bestandsgebäude zu verbinden.

Weiterhin soll durch diese Maßnahme die Forderungen des EEWärmeG für die Erweiterung sowie das Bestreben der Stadt Eberswalde für eine ökologische Energiepolitik der Stadt erfüllt werden.



Diese bauliche Maßnahme soll mit Fördermittel und städtischen Mitteln finanziert werden.

Die Fördermaßnahmen sind an Zuwendungsbestimmungen gebunden, die die bundes- und landesrechtlichen Regelungen in der jeweiligen Fassung wie die baurechtlichen Bestimmungen der Bauordnung für das Land Brandenburg einbeziehen.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 4

#### Vorhandener Heizwärmeerzeuger

Im Bestand ist ein Gas-Brennwertkessel des Fabrikats Klöckner Wärmetechnik KL-MTZ 19.1.4 mit 140 kW Nennleistung mit Errichtungsjahr 1997 verbaut. Abbildung 1 zeigt den aktuellen Kessel.



Abbildung 1 – Bestands-Wärmeerzeuger

Teile der Anlagentechnik, wie z. B. das der Heizung zugehörige Membranausdehnungsgefäß sind nicht mit dem Heizungsnetz verbunden und erfüllen daher keine Funktion mehr. Der im Bestand vorhandene Verteileraufbau weist Abgänge für die außerbetrieb genommene Lüftungsanlage auf.

#### Lage, Größe, Zuschnitt des Heizungsaufstellraumes

Der Heizungsaufstellraum befindet sich im Kellergeschoss des an die Bestands-Kita angebauten Heizhauses. Der Zugang zum Heizungsraum erfolgt ebenerdig von außen. Es ist erkennbar, dass die Tür nachträglich verkleinert wurde. Über die Eingangstür kommt man zum Montagessteg als Metallkonstruktion mit angebaute Treppe über welchen der tiefer gelegenen Aufstellbereich betreten wird. Einen großen Teil des Raumes nimmt der gemauerte Schornstein ein.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 5



*Abbildung 2 - Fensterband Spielzeuglager*

Direkt an den Heizraum angegliedert befindet sich der ehemalige Kohlebunker des Heizhauses, welcher von der Kita als Spielzeuglager genutzt wird. Die beiden Räume sind getrennt durch einen gemauerten Sockel mit einer aufgesetzten Trockenbauwand, welche hohl ist und somit keine Ertüchtigung des Feuerwiderstandes aufweist. Der Zugang zum Spielzeuglager erfolgt von außen über eine Treppe. Innenhofseitig verfügt der Heizraum und das Spielzeuglager ein Oberlichtband, welches aus mehreren Fensterelementen besteht. Das Oberlichtband ist in Abbildung 2 dargestellt. Ein Fensteranschluss ist nicht ausgebildet. Die Trockenbauwand endet vor dem Glaselement, wodurch der Heizraum und das Spielzeuglager, welches brennbare Stoffe wie Toilettenpapier und Holzspielzeuge lagert, im direkten Raumlufverbund stehen. Gemäß der Beschreibung geht hervor, dass der Heizraum nicht den gängigen Vorgaben der Brandenburgischen Feuerungsverordnung (BbgFeuV) entspricht.

Der Heizraum hat eine Fläche von 18,48 m<sup>2</sup>, das Spielzeuglager hat eine Fläche von 26,44 m<sup>2</sup>. Beide Räume haben eine Raumhöhe von 4,71 m.

#### **Eigentümer**

Eigentümer des Grundstücks ist die Stadt Eberswalde, Breite Straße 41-44 in 16225 Eberswalde.

#### **Nutzer**

Der Nutzer des Grundstücks ist die Kita Spielhaus.

#### **Gegenwärtige Nutzung**

Das Grundstück ist gegenwärtig mit einem zweigeschossigen und unterkellerten Gebäude bebaut. Die Unterkellerung ist als Kriechkeller ausgebildet. An das Kitagebäude ist ein eingeschossiges Heizhaus mit tiefer

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 6

gelegenen Technikflächen angegliedert. Weiterhin befindet sich eine kürzlich errichtete Erweiterung in Modulbauweise auf dem Grundstück  
Alle Gebäudeteile außer dem Heizhaus werden als Kitagebäude genutzt.

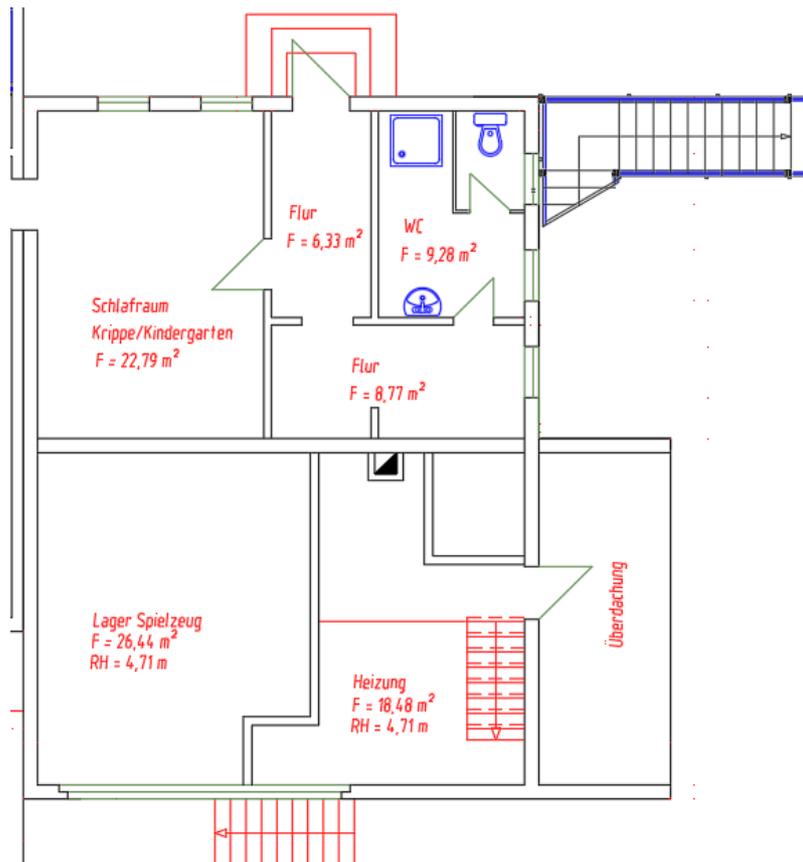


Abbildung 3 - Ausschnitt Grundriss Heizhaus

#### Heizleistungsbedarf

Im Bestand sind im Heizhaus aktuell ein Kessel mit 140 kW und eine Therme mit 30 kW Heizleistung für die Erweiterung verbaut. Gemäß der Bestandsunterlagen wird für die Beheizung der Bestands Kita und des Heizhauses eine Heizleistung von 82,2 kW benötigt. Zuzüglich der Erweiterung wird daher eine Heizleistung von 112 kW benötigt. Die Warmwasserbereitung soll im Vorrangbetrieb erfolgen, wodurch die Heizleistung sich nicht weiter erhöht. Die in den Bestandsunterlagen mit 44 kW angegebenen Lüftungsanlage ist nach Aussage des Auftraggebers nicht mehr im Betrieb und wird daher nicht berücksichtigt.

Durch den Auftraggeber wurden die Gasverbräuche der letzten Jahre für den Altbau und die Erweiterung übermittelt. Der kombinierte mittlere Gasverbrauch beträgt 214 MWh p.a., woraus sich über typische Wirkungsgrade von 85% für den Gasbrennwertkessel und 95% für die Gasbrennwerttherme ein Wärmebedarf von etwa 185 MWh p.a. ergeben. Hiervon fallen mit 1.300 Jahresvollnutzungsstunden ~145,6 MWh für die Raumheizung sowie ~39,4 MWh für die Warmwasserbereitung an.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 7

#### ALLGEMEINE ARBEITEN

Für den Zusammenschluss der Erweiterung und des Altbaus werden Heizungsleitungen durch den Kriechkeller bis zur Erweiterung geführt. Die Leitungsführung erfolgt teilweise im Erdreich mittels eines Nahwärmerohres. Die Hauseinführung Altbau und Erweiterungsgebäude werden mit einer entsprechenden Abdichtung versehen. Für den Leitungsverlauf vom Heizhaus in den Kriechkeller der Kita müssen Trockenbauabkofferungen aufgenommen und nach erfolgter Installation der Leitungen wieder geschlossen werden.

Im Zuge der Arbeiten wird für den neuen Wärmeerzeuger ein neuer Verteiler mit 4 Abgängen vorgesehen. Das MAG wird durch ein für die Gesamtanlage ausgelegtes ersetzt. Der Trinkwarmwasserspeicher des Altbaus wird zurückgebaut und durch einen gleichwertigen ersetzt. Für die Heizungsanlage wird im Heizungsraum eine neue Elektro-Unterverteilung errichtet. Um die notwendigen Arbeiten für Heizung, Sanitär und Elektro zu ermöglichen, werden die technischen Einbauten der Heizungszentrale komplett demontiert. Die elektrischen Komponenten des Spielzeuglagers werden teilweise zurückgebaut und entsprechend der aktuellen Normung wiederhergestellt.

Der vorhandene gemauerte Schornstein wird komplett zurückgebaut und die entstehende Dachöffnung verschlossen und abgedichtet. Je nach Variante werden im Bereich des ehemaligen Schornsteins die Durchführung für den oder die neuen Abgasrohre realisiert. Der metallene Laufsteg wird zurückgebaut und die zugehörige Treppe so angepasst, dass das Einbringen von größerer Anlagentechnik möglich ist. Zu diesem Zweck wird die Tür zum Heizungsraum wieder auf die ursprüngliche Breite erweitert.

Der Sockel und die darauf stehende Trockenbauwand werden zurückgebaut und mit Anpassungen der Raumgeometrie, welche der Notwendigkeit der jeweiligen Heizungsanlage entspricht, wieder errichtet, sodass diese eine feuerbeständige Qualität gem. BbgFeuV aufweist. Zu diesem Zweck wird ein Fensterelement des Oberlichtbandes demontiert und verschlossen, um den fachgerechten Raumabschluss herzustellen.

#### VARIANTENBESCHREIBUNG

Entsprechend den Vorgaben des Bauherrn werden 3 Varianten der Wärmeerzeugung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit untersucht, um die Forderungen des EEWärmeG für der kürzlich errichteten Erweiterung, sowie das Bestreben der Stadt Eberswalde für eine ökologische Energiepolitik der Stadt zu erfüllen.

Nach Auswertung der örtlichen Gegebenheiten werden folgende Varianten untersucht:

- Variante 1 – Pelletkessel
- Variante 2 – Wärmepumpe mit Gasbrennwert-Spitzenlastkessel
- Variante 3 – Gasbrennwertkessel mit Biogas

Im Folgenden werden die untersuchten Varianten der Wärmeerzeugung und die notwendigen Arbeiten, welche zusätzlich zu den allgemeinen Arbeiten erfolgen beschrieben.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 8

#### Variante 1 – Pelletkessel

Gemäß EEWärmeG wird dieses erfüllt, wenn nach §5 Absatz 3 der Wärmebedarf zu mindestens 50% aus flüssiger oder fester Biomasse nach Maßgabe Nummer II.2 bzw. Nummer II.3 gedeckt werden. Durch den Einsatz von Pelletkesseln wird das EEWärmeG erfüllt. Da der Wärmebedarf zu 100% aus fester Biomasse gedeckt wird, ergibt sich ein Erfüllungsgrad von 200%, zuzüglich eventueller Anrechnungen aus der Gebäudehülle.

Um die benötigte Heizleistung zu decken, werden 2 Pelletkessel mit jeweils 60 kW Nennleistung als Kaskade in Kombination mit einem 2.200 l Pufferspeicher verwendet. Die Aufstellung der Kessel erfolgt im Heizungsraum. Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt raumluftabhängig über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnung in der Außenwand. Die Abgasabfuhr erfolgt mit 2 Zügen über die bei der Demontage des Schornsteins zu schließende Öffnung im Dachbereich.

Als Lagerraum für die Pellets wird hierfür das Spielzeuglager verwendet. Hierzu müssen zusätzlich zur allgemeinen Demontage der Elektroinstallation auch sämtliche andere Elektroinstallation demontiert werden, da sämtliche elektrische Anlagen im Pellet-Lager entsprechend BbgFeuV §11 Absatz 5 und §14 des Geräte- und Produktsicherheitsgesetz für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen ausgeführt werden müssen. Die Pelletausfuhr erfolgt über eine sich auf den Pellets bewegendes Absaugvorrichtung. Die Flächennutzung des Pellet-Lagers wird durch den Einsatz von Pellet-Maulwürfen optimiert, wodurch der Einsatz von Rampen in der Schüttung nicht notwendig wird und so weniger Raumvolumen verloren geht. Die durch den Maulwurf geförderten Pellet werden über ein Schlauchsystem unter der Decke in die Stoker-Vorrichtung der Pelletkessel zugeführt. Um unabhängig von eventuell unbekannt Feuchtelasten des Bauwerks zu sein, wird ein Lager innerhalb des Raumes konstruiert, sodass dieses hinterlüftet ist und keine Feuchte in die gelagerten Pellets eindringen kann. Die Lagerkonstruktion wird in zwei kleinere Lager unterteilt, wodurch die Befüllung und Absaugung für jeden Pelletkessel unabhängig ist und eine höhere Ausfallsicherheit sowie ein größerer Modulationsbereich der Heizungsanlage erreicht wird.

Das anfallende Abgas wird über Edelstahlschornsteine einzeln je Anlage über Dach geführt.

Die Befüllung der Pellet-Lager erfolgt über Einblasöffnungen im Innenhof. Das Lieferfahrzeug kann die bereits bestehende Einfahrt nutzen.

#### Vorteile

- Versorgung mittels nachwachsender Rohstoffe
- Verringerter CO<sub>2</sub>-Ausstoß
- Förderung möglich
- Geringe Energiekosten
- Keine Anpassung der Außenanlagen

#### Nachteile

- Hoher Platzbedarf – Spielzeuglager entfällt für Pelletlager
- Hohe Anschaffungskosten
- Hoher Wartungsaufwand: Reinigung von Staub und Asche
- Qualitätsschwankungen: Starke Abhängigkeit von Qualität der Pellets

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 9

#### Variante 2 – Wärmepumpe mit Gasbrennwert-Spitzenlastkessel

Gemäß EEWärmeG wird dieses erfüllt, wenn nach §5 Absatz 4 der Wärmebedarf zu mindestens 50% aus Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme nach Maßgabe Nummer III gedeckt werden.

Für die Auslegung der Nennwärmeleistungen wird von 25 kW für eine Luft-Wasser Wärmepumpe und 90 kW für den Gasbrennwertkessel ausgegangen. In Summe ergibt sich so ein Gesamtleistung von 115 kW, wodurch der Gesamtleistungsbedarf des Objekts von 112 kW erfüllt wird. Da die Wärmepumpe etwa 22% der Gesamt-Erzeugerleistung bereitstellt, kann gem. DIN V 4701-10 Tabelle 5.3-4 der Deckungsanteil des Grundlast-Wärmeerzeugers für den bivalent-parallelen Betrieb ermittelt werden. Durch lineare Interpolation ergibt sich ein Deckungsanteil von ~67% des Wärmebedarfes bei einer rechnerischen Bivalenz Temperatur von 4,3 °C.

Durch den Einsatz der Wärmepumpe wird das EEWärmeG erfüllt. Da der Wärmebedarf zu 67% aus Umweltwärme gedeckt wird, ergibt sich ein Erfüllungsgrad von 134%, zuzüglich eventueller Anrechnungen aus der Gebäudehülle.

Der Wärmeerzeuger wird kombiniert mit einem 850 l Pufferspeicher. Der Spitzenlastkessel in Form eines Gasbrennwertkessels wird im Heizungsraum aufgebaut. Die Aufstellung der Wärmepumpe erfolgt im Außenbereich im Bereich vor der Überdachung des Eingangs zum Heizraum. Somit kann der Anbindeweg im Erdreich geringgehalten werden sowie ein direkter Anschluss einer Kondensatleitung zum Schmutzwasserschacht hergestellt werden.



Abbildung 4 - Möglicher Aufstellort der Wärmepumpe

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 10

Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt raumluftabhängig über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnung in der Außenwand. Die Abgasabfuhr wird über die bei der Demontage des Schornsteins zu schließende Öffnung im Dachbereich realisiert.

#### Vorteile

- Nutzung von Umweltwärme
- Geringer Platzbedarf – Nutzung des Spielzeuglagers weiterhin möglich
- Förderung möglich
- Geringe Investitionskosten

#### Nachteile

- Hohe Energiekosten
- Anpassung der Außenanlagen
- Hoher CO<sub>2</sub> Ausstoß im Vergleich zu Variante 1

#### Variante 3 – Gasbrennwertkessel mit Biogas

Gemäß EEWärmeG wird dieses erfüllt, wenn nach §5 Absatz 2 der Wärmebedarf zu mindestens 30% aus Nutzung von gasförmiger Biomasse nach Maßgabe Nummer II.1 gedeckt werden. Der Deckungsanteil zur Erfüllung des EEWärmeG kann für diese Variante nicht ermittelt werden, da dieser stark abhängig ist vom beigemischten Biogasanteil des Versorgers. Für den Zweck der Betrachtung wird davon ausgegangen, dass durch den Auftraggeber ein Gasversorgungsvertrag mit einem Mindestanteil von 30% Biogasanteil über einen Zeitraum von 10 Jahren abschließt.

Um die benötigte Heizleistung zu decken, werden 2 Gasbrennwertkessel mit jeweils 70 kW Nennleistung als Kaskade in Kombination mit einem 850 l Pufferspeicher mit Biogas betrieben. Durch den Einsatz von 2 Kesseln wird eine bessere Modulierbarkeit erreicht und es ist bei Ausfall eines Wärmeerzeugers weiterhin ein Betrieb durch den 2. Wärmeerzeuger möglich. Die Aufstellung der Kessel erfolgt im Heizungsraum. Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt raumluftabhängig über die im Bestand für den Gas-Brennwertkessel vorhandenen Öffnung in der Außenwand. Die Abgasabfuhr erfolgt als Kaskade mit 1 Zug über die bei der Demontage des Schornsteins zu schließende Öffnung im Dachbereich.

#### Vorteile

- Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen
- Geringer Platzbedarf – Nutzung des Spielzeuglagers weiterhin möglich
- Geringe Investitionskosten
- Keine Anpassung der Außenanlagen

#### Nachteile

- Hohe Energiekosten
- Hoher CO<sub>2</sub> Ausstoß im Vergleich zu Variante 1

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 11

#### WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

##### Kapitalgebundene Kosten – Investitionskosten

Die Investitionskosten für die der dargestellten Varianten setzen sich zusammen aus den Kosten der Wärmeerzeugungsanlagen, Warmwasserbereitung und des zugehörigen Trinkwassernetzes sowie den Kosten für Heizkreisverteiler mit Pumpengruppen und Verrohrung der Heizungszentrale. Weiterhin kommen die Kosten für die allgemeinen Kosten hinzu, welche bei der baulichen Herrichtung und Demontagearbeiten in den Räumen anfallen. Diese sind unter „Sonstige Arbeiten“ zusammengefasst.

Die kapitalgebundenen Kosten der einzelnen Varianten setzen sich wie folgt zusammen:

<b>Variante 1 – Pelletkessel</b>	<b>252.266 €</b>
2x Pelletkessel 60 kW	133.096 €
Pelletlager, bauliche Herrichtung	20.760 €
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwassernetz	3.014 €
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, Elektro UV	45.459 €
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €
<b>Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert</b>	<b>181.331 €</b>
Wärmepumpe 25 kW, Anschlussarbeiten	31.680 €
Gasbrennwertkessel 90 kW	51.240 €
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwassernetz	3.014 €
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, Elektro UV	45.459 €
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €
<b>Variante 3 – Biogas</b>	<b>170.235 €</b>
2x Gasbrennwertkessel 70 kW	71.824 €
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwassernetz	3.014 €
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, Elektro UV	45.459 €
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €

*Tabelle 1 - Investitionskosten*

Die angegebenen Preise sind die zusammengefassten Kosten der Anlagentechnik inklusive deren Zubehör und Regelung. Der Übersichtlichkeit sind die angegebenen Preise auf ganze Euro gerundet.

Eventuelle Unterschiede zur Kostenberechnung ergeben sich aus der Zuordnung der Kostengruppen und der daraus resultierenden Kostenverschiebungen. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt auf eine Nutzungsdauer von 15 Jahren. Die Nutzungsdauer der Anlagenteile ist an die VDI 2067 angelehnt und kann der Berechnung entnommen werden. Die jährliche Abschreibung von Anlagen wird in den betriebsgebundenen Kosten berücksichtigt.

Für alle drei Varianten wurde von einer Preissteigerungsrate von 3% p.a. ausgegangen. Alle Preise sind als Brutto-Preis angegeben.

Durch den öffentlichen Bauträger wird kein Investitionszins angenommen, die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung entspricht hierdurch einer statischen Berechnung.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 12

#### Betriebsgebundene Kosten – Wartung, Instandhaltung, Bedienung

Für die Wartung und Instandhaltung wurden entsprechend in Anlehnung an die VDI 2067 die Kosten anteilig an den Anschaffungskosten der jeweiligen Varianten berechnet. Als Preissteigerungsrate wurden 3% p.a. festgelegt.

Die Stundenanzahl für die Bedienung der Anlagentechnik wird in Anlehnung an der VDI 2067 angenommen. Als Stundensatz des Monteurs, inklusive An- und Abfahrt, werden 60 €/h angenommen.

Die Berechnung der jährlichen Abschreibung wurde linear auf Basis der Nutzungsdauer in Anlehnung an die VDI 2067-1 ermittelt.

Von der genauen Aufschlüsselung der Betriebsgebundenen Kosten der einzelnen Anlagenteile wird an dieser Stelle abgesehen. Stattdessen wird auf die beiliegende Berechnung verwiesen, in der die Faktoren detailliert dargestellt sind.

Jährliche Kosten	V1 - Pelletkessel	V2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert	V3 - Biogas
Abschreibung	12.173 €/a	7.030 €/a	6.476 €/a
Instandsetzung	4.957 €/a	1.586 €/a	1.475 €/a
Wartung	4.709 €/a	1.338 €/a	1.227 €/a
Bedienung	900 €/a	2.400 €/a	1.200 €/a
<b>Gesamt</b>	<b>22.739 €/a</b>	<b>12.354 €/a</b>	<b>10.377 €/a</b>

Tabelle 2 - Betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr

#### Bedarfsgebundene Kosten – Energie-, und Brennstoffkosten

Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Brennstoffkosten zur Wärmeerzeugung durch den Betrieb der Anlage verglichen. Für alle Varianten und alle Energieträger wurde eine Preissteigerungsrate von 3% p.a. angenommen.

Als Gaspreis wurde aus den von der Stadt Eberswalde übermittelten Gasverbrauch für das Jahr 2018 ein Bruttopreis von 4,42 ct/kWh ermittelt. Der Pelletpreis wird mit 4,5 ct/kWh angesetzt. Für den Biogaspreis wird ein Preis von 6,15 ct/kWh angenommen, welcher über ein Vergleichsportal für Biogastarife ermittelt worden ist.

Der Wärmebedarf wird auf Basis des Gasverbrauchs der letzten Jahre mit 185.000 kWh angenommen, welcher durch die Stadt Eberswalde zur Verfügung gestellt wurde.

Der Deckungsanteil der Wärmepumpe an der Wärmeerzeugung ergibt sich aus der Berechnung mittels Bivalenzpunkt. Für Verbrennungsanlagen wurde ein mittlerer Wirkungsgrad von 95% angenommen. Für die Wärmepumpe wird ein COP von 3,5 angenommen.

Variante	Anlage	Erzeugte Wärmeenergie	Energiekosten Gebäudeheizung
Variante 1	2x Pelletkessel 60 kW	185.000 kWh	8.730 €/a
Variante 2	Wärmepumpe 25 kW	124.252 kWh	8.169 €/a
	Gasbrennwertkessel 90 kW	124.252 kWh	2.826 €/a
Variante 3	2x Gasbrennwertkessel 70 kW	185.000 kWh	11.976 €/a

Tabelle 3 - Energiekosten Wärmeerzeugung im ersten Jahr

In den Energiekosten sind bereits die Kosten der Warmwasserbereitung mitberücksichtigt worden. Die detaillierte Berechnung und die Ergebnisse des Energiebedarfes können der Wirtschaftlichkeitsberechnung entnommen werden.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 13

Die sonstigen Stromkosten werden für den Vergleich der Variante nicht berücksichtigt, da keine Eigenstromproduktion erfolgt. Die zusätzlichen Stromkosten für den Betrieb der Wärmepumpe sind als Energiekosten ausgewiesen.

#### Zusammenfassung jährliche Kosten

Tabelle 4 vergleicht die Investitionskosten, betriebsgebundenen und bedarfsgebunden (Wärme, Strom) Kosten der jeweiligen Varianten zum Errichtungszeitpunkt. Hieraus ist ersichtlich, dass Variante 3 die höchsten Investitionskosten aufweist. Die niedrigsten Investitionskosten weist Variante 2 auf. Im Gegensatz dazu stehen die jährlichen Kosten, welche bei Variante 3 am niedrigsten sind und bei Variante 1 am höchsten.

	V1 Pelletkessel	V2 Wärmepumpe + Gasbrennwert	V3 Biogas
Investitionskosten	252.266 €	181.331 €	170.235 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr	22.739 €/a	12.354 €/a	10.377 €/a
Bedarfsgebundene Kosten pro Jahr	8.730 €/a	10.995 €/a	11.976 €/a
Gesamtkosten pro Jahr	31.469 €/a	23.349 €/a	22.354 €/a

Tabelle 4 – Kostenvergleich

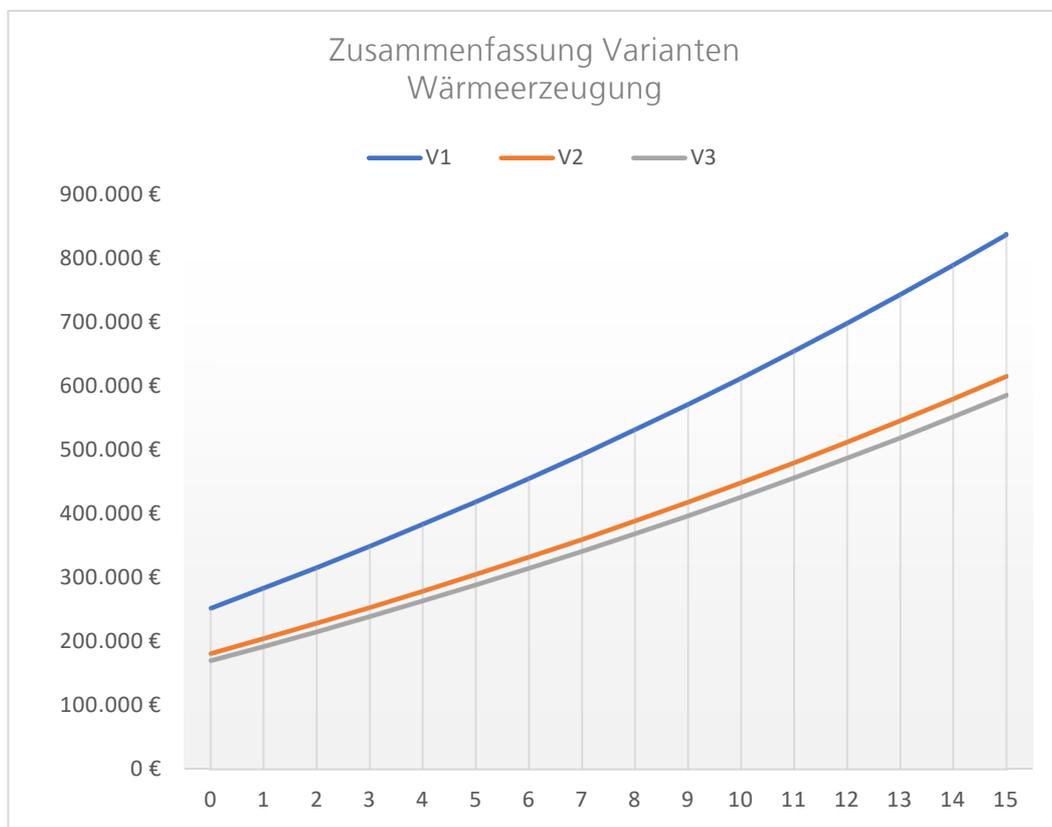


Abbildung 5 - kumulierte Auszahlungen

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 14

In Abbildung 5 werden die aufsummierten Auszahlungen der einzelnen Varianten miteinander verglichen. Hieraus ist ersichtlich, dass die Variante 1 – Pelletkessel am Ende des Betrachtungszeitraumes von 15 Jahren die höchsten kumulierten Kosten hat und somit am unwirtschaftlichsten ist. Am Ende des Betrachtungszeitraumes ist Variante 3 – Biogas am wirtschaftlichsten.

In Summe werden am Ende des Betrachtungszeitraumes von 15 Jahren Auszahlungen in folgender Höhe berechnet:

Variante 1 – Pelletkessel	837.550 €
Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert	615.595 €
Variante 3 – Biogas	585.987 €

#### Fördermöglichkeiten

Für die bauliche Herrichtung und Errichtung der Wärmeerzeugeranlagen können teilweise Fördermittel in Anspruch genommen werden.

Abbildung 6 stellt die kumulierten Auszahlungen der einzelnen Varianten mit Inanspruchnahme von Fördermitteln dar.

Für die Betrachtung der Fördermittel wurde die „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Sanierung Nichtwohngebäude – Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)“ angewandt. Hierbei können Gebietskörperschaften Fördermittel beanspruchen, welche nicht nur die Anschaffung der Anlagentechnik umfassen, sondern auch die bauliche Herrichtung und Ertüchtigung der begleitenden Maßnahmen.

Biomasseheizungen wie z.B. Pelletkessel werden mit 35% gefördert. Wärmepumpen und Gasbrennwertkessel können zusammen als Erneuerbare Energie-Hybridheizung (EE-Hybride) mit 35% der Investitionskosten gefördert werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Anforderung an die Jahresarbeitszahl von 3,5 für Gesamtförderung eingehalten werden muss. Die Betriebsweise der Wärmepumpe sollte bei der Entscheidung für die Variante 2 hierzu näher betrachtet werden, um den Anspruch auf Fördermittel sicherzustellen.

Die mit Biogas betriebene Gasbrennwertkaskade ist nicht förderfähig, wodurch das Ergebnis der kumulierten Ausgaben sich hier nicht ändert.

Für die Ermittlung der kumulierten Auszahlungen bleiben die jährlichen Kosten gleich, da diese Abhängig sind von den Investitionskosten. Die Betrachtung der Fördermittel führt so lediglich zu einer Verschiebung der Kurve nach unten.

Bei Annahme von 35% Bundesförderung auf die Gesamtmaßnahme ergeben sich für die Varianten folgende Kostenanteile des Bauherrn:

Variante 1 – Pelletkessel	163.973 €
Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert	117.865 €
Variante 3 – Biogas	170.235 €

Bei Inanspruchnahme von Fördermitteln in dargestellter Höhe ergeben sich am Ende des Betrachtungszeitraumes von 15 Jahren Auszahlungen in folgender Höhe:

Variante 1 – Pelletkessel	749.257 €
Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert	552.129 €
Variante 3 – Biogas	585.987 €

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 15

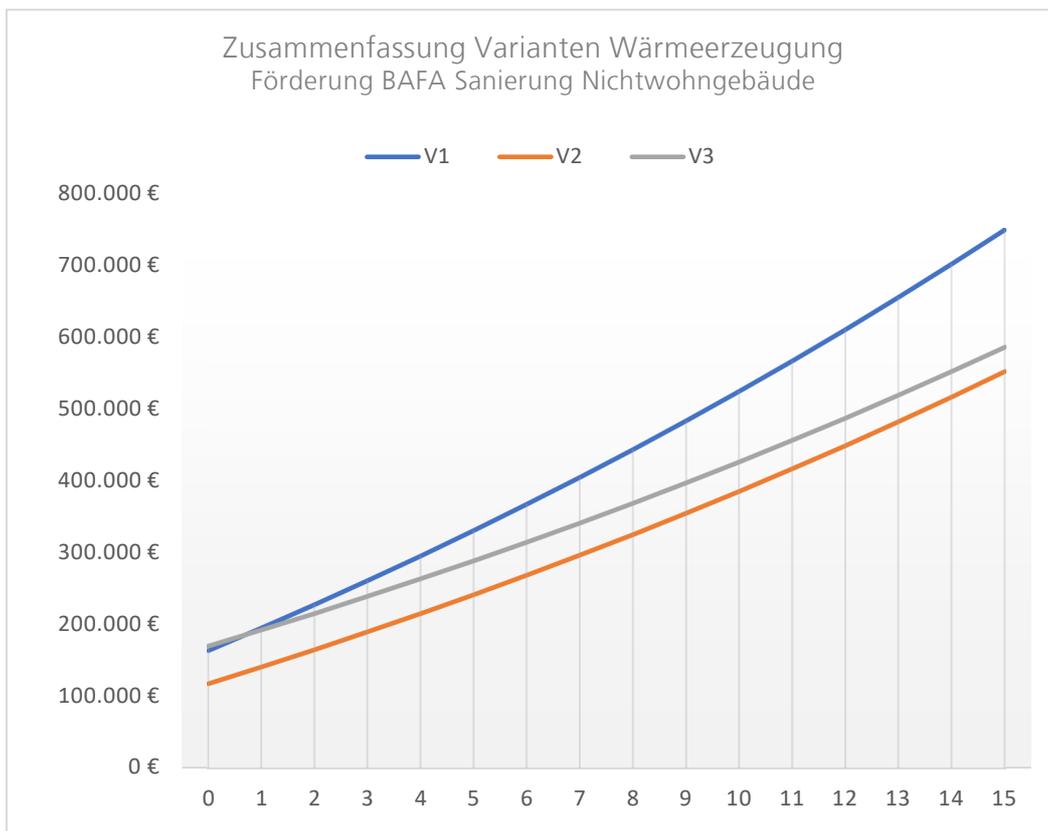


Abbildung 6 - kumulierte Auszahlungen mit BAFA Förderung

#### CO<sub>2</sub> Ausstoß

Durch die BAFA werden regelmäßig CO<sub>2</sub>-Faktoren für unterschiedliche Energieträger veröffentlicht. Zur Ermittlung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes werden die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren von Dezember 2020 verwendet.

Für den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strom liegt das Ökostromzertifikat der Stadtwerke Cottbus vor, bei welcher die Stadt Eberswalde Strom aus 100% Wasserkraft bezieht. Hier wird angegeben, dass die Stadt im Zeitraum von Januar 2020 bis Dezember 2023 mit 9.407.920 kWh Ökostrom beliefert werden wird, welcher 3.960 t CO<sub>2</sub> gegenüber dem allgemeinen Strommix vermeiden wird. Unter Verwendung des von den Stadtwerken ausgewiesenen aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 0,480 t CO<sub>2</sub>/MWh und der erwarteten Einsparung ergibt sich ein rechnerischer CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für den aus Wasserkraft erzeugten Strom von 0,059 t CO<sub>2</sub>/MWh, welcher für die Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes weiterverwendet wird.

Für die Ermittlung des eingesetzten Energieträgers wird wie zuvor für Verbrennungsanlagen ein mittlerer Wirkungsgrad von 95% angesetzt. Für die Wärmepumpe wird ein COP von 3,5 angesetzt.

Für den mit Biogas betriebenen Gasbrennwertkessel wird der Mindestanteil von 30% für Biogas und die verbleibenden 70% mit fossilem Erdgas angesetzt. Für die Variante 2 wird gem. der aktuellen Versorgerauskunft für Erdgas ein Anteil von 20% aus Biomasse und 80% aus fossilen Brennstoffen verwendet. Der Anteil der Wärmepumpe an der Gesamtwärmeerzeugung ist wie zuvor beschrieben 68% gem. Bivalenzpunktberechnung.

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 16

Der dargestellte CO<sub>2</sub> Ausstoß entspricht dem für die Wärmeerzeugung nach Fertigstellung der Heizungsanlage ausgestoßenen CO<sub>2</sub>. Die Emission für Transport, Herstellung und Montage werden nicht ausgewiesen. Die Emissionen für die jeweiligen Varianten der Wärmeerzeugung sind wie folgt:

Variante 1 – Pelletkessel	7,0 t CO <sub>2</sub> /a
Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwert	14,0 t CO <sub>2</sub> /a
Variante 3 – Biogas	36,3 t CO <sub>2</sub> /a

Für Variante 3 – Biogas ist zu beachten, dass der CO<sub>2</sub> Ausstoß stark abhängig vom Biogasanteil im Netz ist. Bei einem Biogasanteil von 100% ergibt sich der CO<sub>2</sub> Ausstoß von minimal 29,6 t.

#### FAZIT

In der vorliegenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde auf Grundlagen der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten drei Varianten der Wärmeerzeugung im Hinblick auf die örtlichen Gegebenheiten sowie ökonomischen und ökologischen Aspekten untersucht. Weiterhin wurden die betrachteten Varianten auf ihre Förderfähigkeit untersucht. Konkret wurde das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Sanierung Nichtwohngebäude – Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)“ auf die vorliegenden Varianten der Wärmeerzeugung angewandt bzw. diese auf ihre Förderfähigkeit geprüft.

Des Weiteren wurde der Bestandszustand vor Ort aufgenommen und so Mängel aufgezeigt, welche bei den notwendigen Arbeiten zum Heizungsaustausch parallel ausgeführt werden sollten.

Mit allen untersuchten Varianten werden die Vorgaben des EEWärmeG erfüllt, wodurch die Anforderungen für den Erweiterungsbau eingehalten werden. Hierfür sind bei den Varianten 2 (Wärmepumpe + Gasbrennwert) und 3 (Biogas) jedoch weitere Randbedingungen zu beachten.

Für Variante 2 ist zu beachten, dass der Deckungsanteil der erzeugten Wärmeenergie zu 50% durch die Wärmepumpe als Grundlasterzeuger zu erfolgen hat. Weiterhin ist auf die Jahresarbeitszahl zu achten, sollten Fördermittel des Bundes in Anspruch genommen werden. Diese Besonderheiten können aber im weiteren Verlauf der Planung und eine geeignete Betriebsweise der Wärmepumpe ohne weitere Einschränkungen eingehalten werden.

Für Variante 3 ist auf einen ausreichenden Biogasanteil von 30% und einen längerfristigen Vertragsabschluss zu achten.

Für Variante 1 sind keine Besonderheiten zur Einhaltung des EEWärmeG zu beachten, da die erzeugte Wärmeenergie zu 100% aus Biomasse erzeugt wird. Für Fördermittel des Bundes kann einer der Kessel aus der Liste der förderfähigen Anlagen ausgewählt werden.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat gezeigt, dass Variante 1 zwar den geringsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß aufweist, jedoch auch die höchsten Errichtungskosten sowie jährlichen bedarfsgebundene und Betriebskosten hat. Aufgrund dessen sind auch die Gesamtkosten nach 15 Jahren mit Abstand die höchsten. Durch die Inanspruchnahme von Fördermitteln nähert sich die Variante 1 – Pelletkessel denen der anderen Varianten an, jedoch wirkt sich dies nicht weiter auf die jährlich laufenden Kosten aus, wodurch diese Variante nach 15 Jahren weiterhin die ungünstigste bleibt. Aus diesem Grund wird der Einbau einer Pelletanlage als Ersatz der Bestandsheizung nicht empfohlen.

Variante 2 und 3 weisen Errichtungskosten sowie betriebs- und bedarfsgebundene Kosten in ähnlicher Höhe auf, wodurch sich auch die kumulierten Kosten nach 15 Jahren nicht stark unterscheiden. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Variante 2 und 3 unterscheidet sich jedoch stark voneinander. Die Variante 2 weist etwa 39% des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Variante 3 aufweist.

Da Gas-Brennwertanlagen mit der Einführung des GEG im November 2020 als Mindeststandard angesehen werden können, da Öl-Kessel nur noch in Einzelfällen verbaut werden dürfen, sind diese ohne weiteren Einsatz

## Kita Spielhaus Heizungserneuerung

### VORPLANUNG – Erläuterungsbericht zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 17

---

von erneuerbaren Energien, ausschließend Biogas, nicht förderfähig. Im Gegensatz dazu ist der Einbau eines Gasbrennwertkessels in Kombination mit einer Wärmepumpe als EE-Hybridanlage förderfähig.

Ohne Nutzung von Fördermitteln ergibt sich die Variante 3 – Biogas nach 15 Jahren als die wirtschaftlichste Wärmeerzeugungsanlage.

Mit Nutzung von Fördermitteln ergibt sich die Variante 2 – Wärmepumpe + Gasbrennwertkessel nach 15 Jahren als die wirtschaftlichste Variante.

Da die Nutzung von Fördermitteln als sinnvoll erachtet wird, empfehlen wir daher die Variante 2 und somit den Einsatz einer Wärmepumpe als Grundlasterzeuger in Kombination mit einem Gasbrennwertkessel als Spitzenlasterzeuger.

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 1 / Vergleich der Varianten

Projekt: **Kita Spielhaus - Heizungserneuerung**  
 Straße: **Tornower Straße 62**  
 Ort: **D - 16225 Eberswalde**  
 Haustyp: **Kitagebäude**

Bauherr: **Stadt Eberswalde**  
 Straße: **Breite Straße 41-44**  
 Ort: **D - 16255 Eberswalde**  
 Telefon: **-**

Vergleichspunkte	Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	Pelletkessel	+ / -	Wärmepumpe +Gasbrennwert	+ / -	Biogas	+ / -
Platzbedarf Heizzentrale	hoher Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	-	geringer Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	++	geringer Platzbedarf (Pufferspeicher etc.)	++
Platzbedarf Brennstoffbevorratung	hoher Platzbedarf	--	nicht erforderlich	+	nicht erforderlich	+
Platzbedarf Außenanlagen	nicht erforderlich	+	Außenaufstellung Wärmepumpe	-	nicht erforderlich	+
Anlagenverfügbarkeit (Betriebssicherheit)	System ist bewehrt und betriebssicher durch Kaskadenlösung	+	System ist bewehrt und betriebssicher	++	System ist bewehrt und betriebssicher	++
Erschließung	Straßenanbindung für Anlieferung vorhanden, keine Erschließungskosten	+	Hausanschluss Gas vorhanden, keine Erschließungskosten	+	Hausanschluss Gas vorhanden, keine Erschließungskosten	+
Reputation nach Ökoaspekten	100% regenerativer Anteil	++	regenerativer Anteil gem. EEWärmeG	+	regenerativer Anteil gem. EEWärmeG	+
Schornsteinanlage	Schonstein muss erneuert werden	-	Schonstein muss erneuert werden	-	Schonstein muss erneuert werden	-
Wartung durch Betreiber	regelmäßige Anlagenkontrolle und Ascheentsorgung	--	geringer Wartungsaufwand	++	geringer Wartungsaufwand	++
Wartung durch Installateur	mittlerer Wartungsaufwand	-	geringer Wartungsaufwand	+	geringer Wartungsaufwand	+
Betriebskosten (Energiekosten)	geringe Energiekosten	+	mittlere Energiekosten	-	geringe Energiekosten	+
Investitionskosten	hohe Investitionskosten	--	geringe Investitionskosten	+	geringe Investitionskosten	++
<b>Auswertung Vergleich</b>	<b>Vorteile + Nachteile -</b>	<b>6 9</b>	<b>Vorteile + Nachteile -</b>	<b>11 3</b>	<b>Vorteile + Nachteile -</b>	<b>14 1</b>

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 2 / Kostenvergleich

Projekt: **Kita Spielhaus - Heizungserneuerung**  
 Straße: **Tornower Straße 62**  
 Ort: **D - 16225 Eberswalde**  
 Haustyp: **Kitagebäude**

Bauherr: **Stadt Eberswalde**  
 Straße: **Breite Straße 41-44**  
 Ort: **D - 16255 Eberswalde**  
 Telefon: **-**

Kostenanteile	Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	Pelletkessel		Wärmepumpe + Gasbrennwert		Biogas	
überschlägige Heizlast	112 kW		112 kW		112 kW	
jährlicher Wärmebedarf ca.	182.000 kWh/a		182.000 kWh/a		182.000 kWh/a	
Arbeitspreis	Pellets	0,0450 €/kWh	Gas	0,0442 €/kWh	Biogas	0,0615 €/kWh
			Strom	0,2301 €/kWh		
Grundpreis	0 €/a		244 €/a		200 €/a	
Wartung & Instandhaltung ca. (exklusive Abschreibung)	10.566 €/a		5.324 €/a		3.902 €/a	
Energiekosten	8.730 €/a		10.995 €/a		11.976 €/a	
<b>Jahreskosten (Wartung, Instandsetzung, Wärme)</b>	<b>19.296 €/a</b>		<b>16.562 €/a</b>		<b>16.078 €/a</b>	
Baukostenzuschuss, Hausanschlusskosten, etc.	0 €		0 €		0 €	
jährliche Abschreibung für Hausanschluss (20 Jahre)	0 €		0 €		0 €	
überschlägige Errichtungskosten Wärmeerzeugung	252.266 €		181.331 €		167.222 €	
überschlägige Errichtungskosten Außenanlagen	0 €		0 €		0 €	
jährliche Abschreibung für Wärmeerzeugung (Blatt 3)	12.173 €		7.030 €		6.476 €	
<b>Errichtungskosten gesamt</b>	<b>252.266 €</b>		<b>181.331 €</b>		<b>167.222 €</b>	
<b>Abschreibungskosten gesamt</b>	<b>12.173 €</b>		<b>7.030 €</b>		<b>6.476 €</b>	
<b>Gesamtjahreskosten (Wartung, Instandsetzung, Wärme, Strom)</b>	<b>31.469 €</b>		<b>23.349 €</b>		<b>22.354 €</b>	

**Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 3 / Betriebskosten**

Projekt: **Kita Spielhaus - Heizungserneuerung**  
 Straße: **Tornower Straße 62**  
 Ort: **D - 16225 Eberswalde**  
 Haustyp: **Kitagebäude**

Bauherr: **Stadt Eberswalde**  
 Straße: **Breite Straße 41-44**  
 Ort: **D - 16255 Eberswalde**  
 Telefon: **-**

**Ermittlung jährlicher Betriebskosten**

Verrechnungssatz Bedienpersonal (Annahme): **60 €/h**

	Errichtungs- kosten	Nutzungs- dauer in Jahre	Jährliche Abschreibung	Aufwand Instand- setzung in %	Jähliche Instandset- zungskosten	Aufwand Wartung & Inspektion in %	Jährliche Wartungs- kosten	Aufwand für Bedienung	Bedienungs- kosten	Gesamt- Jahreskosten
<b>V1 - Pelletkessel</b>	<b>252.266 €</b>		<b>12.173 €</b>		<b>4.957 €</b>		<b>4.709 €</b>		<b>900 €</b>	<b>22.739 €</b>
2x Pelletkessel 60 kW, Pelletaustragung, Elektro,	133.096 €	15	8.873 €	3	3.993 €	3	3.993 €	15 h/a	900 €	
Pelletlager, bauliche Herrichtung	20.760 €	50	415 €	1	208 €	1	208 €	0 h/a	0 €	
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwasserr	3.014 €	25	121 €	1	30 €	0,3	9 €	0 h/a	0 €	
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, UV	45.459 €	30	1.515 €	0,5	227 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €	40	1.248 €	1	499 €	1	499 €	0 h/a	0 €	
<b>V2 - Wärmepumpe + Gasbrennwert</b>	<b>181.331 €</b>		<b>7.030 €</b>		<b>1.586 €</b>		<b>1.338 €</b>		<b>2.400 €</b>	<b>12.354 €</b>
Wärmepumpe 25 kW, Anschlussarbeiten	31.680 €	20	1.584 €	1	317 €	1	317 €	20 h/a	1.200 €	
Gasbrennwertkessel 90 kW	51.240 €	20	2.562 €	1	512 €	1	512 €	20 h/a	1.200 €	
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwasserr	3.014 €	25	121 €	1	30 €	0,3	9 €	0 h/a	0 €	
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, UV	45.459 €	30	1.515 €	0,5	227 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €	40	1.248 €	1	499 €	1	499 €	0 h/a	0 €	
<b>V3 - Biogas</b>	<b>170.235 €</b>		<b>6.476 €</b>		<b>1.475 €</b>		<b>1.227 €</b>		<b>1.200 €</b>	<b>10.377 €</b>
2x Gasbrennwertkessel 70 kW	71.824 €	20	3.591 €	1	718 €	1	718 €	20 h/a	1.200 €	
Warmwassererzeugung, Anpassung Trinkwasserr	3.014 €	25	121 €	1	30 €	0,3	9 €	0 h/a	0 €	
Verteiler, Pumpengruppen, Rohrleitungen, UV	45.459 €	30	1.515 €	0,5	227 €	0	0 €	0 h/a	0 €	
Sonstige Arbeiten (Dachdecker, Trockenbau, ...)	49.939 €	40	1.248 €	1	499 €	1	499 €	0 h/a	0 €	

Die gegebenen Parameter zur Nutzungsdauer sowie Aufwand Instandsetzung, Wartung und Bedienung sind nach VDI 2067/1 (Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen) bestimmt worden.

**Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 4 / Energiebedarf Wärme und Energiekosten pro Jahr**

Projekt:	<b>Kita Spielhaus - Heizungserneuerung</b>	Bauherr:	<b>Stadt Eberswalde</b>
Straße:	<b>Tornower Straße 62</b>	Straße:	<b>Breite Straße 41-44</b>
Ort:	<b>D - 16225 Eberswalde</b>	Ort:	<b>D - 16255 Eberswalde</b>
Haustyp:	<b>Kitagebäude</b>	Telefon:	<b>-</b>

**Ermittlung jährlicher Energiebedarf (Wärme)**

**Kenndaten:**

Gebäudeheizlast	<b>112 kW</b>	
Vollbenutzungsstunden	<b>1300 h/a</b>	(gem. VDI 2067 Blatt 2: Schule, mehrschichtiger Betrieb)
Heizwärmebedarf	<b>145.600 kWh/a</b>	
Deckungsanteil Wärmepumpe	<b>67%</b>	(gem. Bivalenzpunktberechnung nach DIN V 4701-10)
Gaspreis	<b>0,0442 €/kWh</b>	
Biogaspreis	<b>0,0615 €/kWh</b>	
Pelletpreis	<b>0,0450 €/kWh</b>	
Strompreis	<b>0,2301 €/kWh</b>	
jährlicher Energiebedarf Warmwasser	<b>39.400 kWh/a</b>	(gem. Gasrechnung AG)

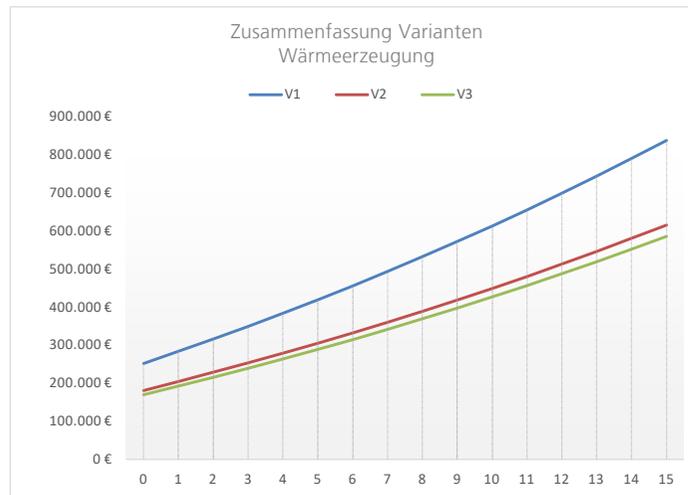
**Ermittlung jährlicher Energiekosten**

Varianten	Erzeugte Wärmeenergie	JAZ	Energiekosten Gebäudeheizung	Energiekosten WW- Bereitung über Wärmeerzeuger	Gesamtkosten
<b>V1 - Pelletkessel</b>	185.000 kWh	0,95	<b>6.897 €/a</b>	<b>1.833 €/a</b>	<b>8.730 €/a</b>
<b>V2 - Wärmepumpe + Gasbrennwert</b>			<b>8.653 €/a</b>	<b>2.342 €/a</b>	<b>10.995 €/a</b>
Wärmepumpe 25 kW	124.252 kWh	3,50	6.429 €/a	1.740 €/a	8.169 €/a
Gasbrennwertkessel 90 kW	60.748 kWh	0,95	2.224 €/a	602 €/a	2.826 €/a
<b>V3 - Biogas</b>	185.000 kWh/a	0,95	<b>9.426 €/a</b>	<b>2.551 €/a</b>	<b>11.976 €/a</b>

Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 5 / Zusammenfassung

Projekt:	<b>Kita Spielhaus - Heizungserneuerung</b>	Bauherr:	<b>Stadt Eberswalde</b>
Straße:	<b>Tornower Straße 62</b>	Straße:	<b>Breite Straße 41-44</b>
Ort:	<b>D - 16225 Eberswalde</b>	Ort:	<b>D - 16255 Eberswalde</b>
Haustyp:	<b>Kitagebäude</b>	Telefon:	<b>-</b>

	V1 Pelletkessel	V2 Wärmepumpe + Gasbrennwert	V3 Biogas
<b>Errichtungskosten (siehe Blatt 2)</b>	<b>252.266 €</b>	<b>181.331 €</b>	<b>170.235 €</b>
Betriebskosten (Wartung, Instandsetzung, Bedienung, Abschreibung) (siehe Blatt 3)	22.739 €/a	12.354 €/a	10.377 €/a
Bedarfsgebundene Kosten Heizung (siehe Blatt 4)	8.730 €/a	10.995 €/a	11.976 €/a
<b>Jährliche Kosten Gesamt</b>	<b>31.469 €/a</b>	<b>23.349 €/a</b>	<b>22.354 €/a</b>
<b>Kumulierte Kosten nach 15 Jahren</b>	<b>837.550 €</b>	<b>615.595 €</b>	<b>585.987 €</b>

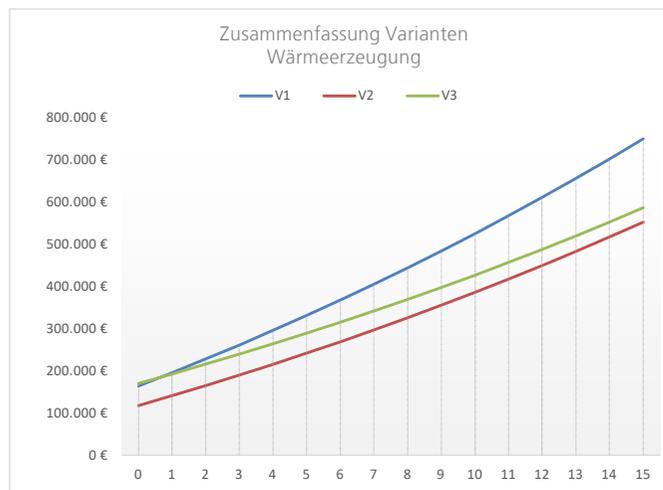


Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 6 / Förderung

Projekt:	Kita Spielhaus - Heizungserneuerung	Bauherr:	Stadt Eberswalde
Straße:	Tornower Straße 62	Straße:	Breite Straße 41-44
Ort:	D - 16225 Eberswalde	Ort:	D - 16255 Eberswalde
Haustyp:	Kitagebäude	Telefon:	-

	V1 Pelletkessel	V2 Wärmepumpe + Gasbrennwert	V3 Biogas
Errichtungskosten (siehe Blatt 2)	252.266 €	181.331 €	170.235 €
Jährliche Kosten Gesamt	31.469 €/a	23.349 €/a	22.354 €/a
Bundesförderung für effiziente Gebäude	35%	35% *)	-
Max. mögliche Förderung	88.293,27 €	63.465,81 €	0,00 €
Kostenanteil Bauherr	163.973,22 €	117.865,07 €	170.235,32 €
<b>Kumulierte Kosten nach 15 Jahren</b>	<b>749.257 €</b>	<b>552.129 €</b>	<b>585.987 €</b>

\*) Wärmepumpen werden mit 35% gefördert sofern eine mindest JAZ von 3,5 erreicht wird. Es wird für die Wirtschaftlichkeitsberechnung eine JAZ von 3,5 angenommen. Im Zuge der weiteren Planung sollte bei Entscheidung für V2 die JAZ mittels spezieller Software näher untersucht werden.



**Variantenuntersuchung Wärmeversorgung - Blatt 7 / CO2 Ausstoß**

Projekt:	<b>Kita Spielhaus - Heizungserneuerung</b>	Bauherr:	<b>Stadt Eberswalde</b>
Straße:	<b>Tornower Straße 62</b>	Straße:	<b>Breite Straße 41-44</b>
Ort:	<b>D - 16225 Eberswalde</b>	Ort:	<b>D - 16255 Eberswalde</b>
Haustyp:	<b>Kitagebäude</b>	Telefon:	-

**Spezifische CO2-Emissionsfaktoren**

Quelle: BAFA 2020, Merkblatt zu den CO2-Faktoren

Energieträger	CO2-Faktor	Einheit
Strom-Inland	0,427	t CO2/MWh
Nah-Fernwärme	0,280*	t CO2/MWh
Heizöl leicht	0,266	t CO2/MWh
Heizöl schwer	0,288	t CO2/MWh
Flüssiggas	0,239	t CO2/MWh
Erdgas	0,201	t CO2/MWh
Steinkohle	0,335	t CO2/MWh
Braunkohle	0,383	t CO2/MWh
Rohbenzin	0,264	t CO2/MWh
Diesel	0,266	t CO2/MWh
Biomasse Holz	0,027	t CO2/MWh
Pellets	0,036	t CO2/MWh
Biodiesel	0,070	t CO2/MWh
Biogas	0,152	t CO2/MWh
Klärschlamm	0,010	t CO2/MWh

**rechnerischer CO2-Emissionsfaktor Stadtwerke Cottbus**

Strom Wasserkraft	0,059	t CO2/MWh
-------------------	-------	-----------

**Projektspezifische Daten Kita Spielhaus**

Variante	Pelletheizung	Wärmepumpe + Gasbrennwert			Biogas	
		Wärmepumpe	Gasbrennwert		Gasbrennwertkessel	
Jahreswärmebedarf	185,0 MWh	185,0 MWh			185,0 MWh	
Wärmeerzeuger	Pelletheizung	Wärmepumpe	Gasbrennwert		Gasbrennwertkessel	
JAZ	0,95	3,5	0,95		0,95	
Anteil Wärmeerzeugung	100%	68%	6%	26%	30%	70%
erzeugte Wärme	185,0 MWh	125,8 MWh	11,8 MWh	47,4 MWh	55,5 MWh	129,5 MWh
Energieträger	Pellets	Strom	20% Biogas	80% Erdgas	Biogas	Erdgas
Energiegehalt Brennstoff	194,7 MWh	35,9 MWh	12,5 MWh	49,9 MWh	58,4 MWh	136,3 MWh
CO2-Faktor Brennstoff	0,036 t CO2/MWh	0,059 t CO2/MWh	0,152 t CO2/MWh	0,201 t CO2/MWh	0,152 t CO2/MWh	0,201 t CO2/MWh
Freigesetztes CO2	7,0 t CO2	2,1 t CO2	1,9 t CO2	10,0 t CO2	8,9 t CO2	27,4 t CO2
<b>Summe Varianten</b>	7,0 t CO2	14,0 t CO2			36,3 t CO2	