

Konzeptstudie

Versorgungskonzept Schulzentrum Längenfeld

Kunde:



Wasserwiesen 37

72336 Balingen

Version: 1.0

Datum: 12.01.2018

Bearbeiter: Michelberger, Hofmann

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen	3
2	Ausgangssituation / Aufgabenstellung	4
3	Energiebedarfssituation	5
3.1	Gesamtenergieverbrauch	5
3.2	Stromverbrauch	5
3.3	Wärmeverbrauch	6
4	Ausrüstung Heizzentrale	7
4.1	Variante I: BHKW-Anlage	7
4.2	Variante II: Holzesselanlage	12
5	Investitionskosten	14
5.1	Investitionskostenaufstellung	14
5.2	Betriebsverhalten und Auslegung	17
6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	19
6.1	Situation EEG-Umlage Eigenstrom	19
6.2	Allgemeines	19
6.3	Ergebnis Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	21
7	Abschlussbetrachtung	23

1 Abkürzungen

Verwendete Abkürzungen haben in der vorliegenden Arbeit folgende Bedeutung:

a	Jahr
AfA	Absetzung für Abnutzung
AP	Arbeitspreis
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesumweltministerium
BMWi	Bundeswirtschaftsministerium
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
EWärmeG	Erneuerbare-Wärme-Gesetz
EZ	Energiezentrale
GZ	Gaszähler
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
kW(el.)	Kilowatt (elektrisch)
kW(th.)	Kilowatt (thermisch)
LP	Leistungspreis
MP	Messpreis
NNE	Netznutzungsentgelt
SW	Stadtwerke
SZ	Stromzähler
Vbh	Vollbenutzungsstunden
WMZ	Wärmemengenzähler

2 Ausgangssituation / Aufgabenstellung

Die Stadtwerke Balingen planen die Energieversorgung für das Schulzentrum Längenfeld, bestehend aus Realschule, Gymnasium, GHS, Turn- und Schwimmhalle, zu modernisieren.

In der Heizzentrale im UG der Realschule wird die Wärme momentan durch zwei Ölkessel, jeweils 800 kW (th.) und einen Gaskessel mit 1.250 kW (th.) bereitgestellt. 2016/2017 wurden altersbedingt zwei Erdgas-BHKW, mit jeweils 200 kW (el.), stillgelegt.

Im Rahmen der Modernisierung sollen die bestehenden BHKW zurückgebaut und ersetzt werden. Zusätzlich soll als Alternative eine Versorgung durch einen Holzheizkessel untersucht werden.

Durch den Umbau in der Heizzentrale müssen die Vorgaben des Gesetzgebers in Bezug auf das EWärmeG eingehalten werden. Dieses fordert einen Deckungsanteil von 15% Erneuerbaren Energien am Wärmebedarf. Alternativ kann der Wärmebedarf auch zu mindestens 50% aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen bereitgestellt werden. Durch beide Varianten, BHKW- oder Holzheizkessel-Anlage, können die Anforderungen des Gesetzgebers erfüllt werden.

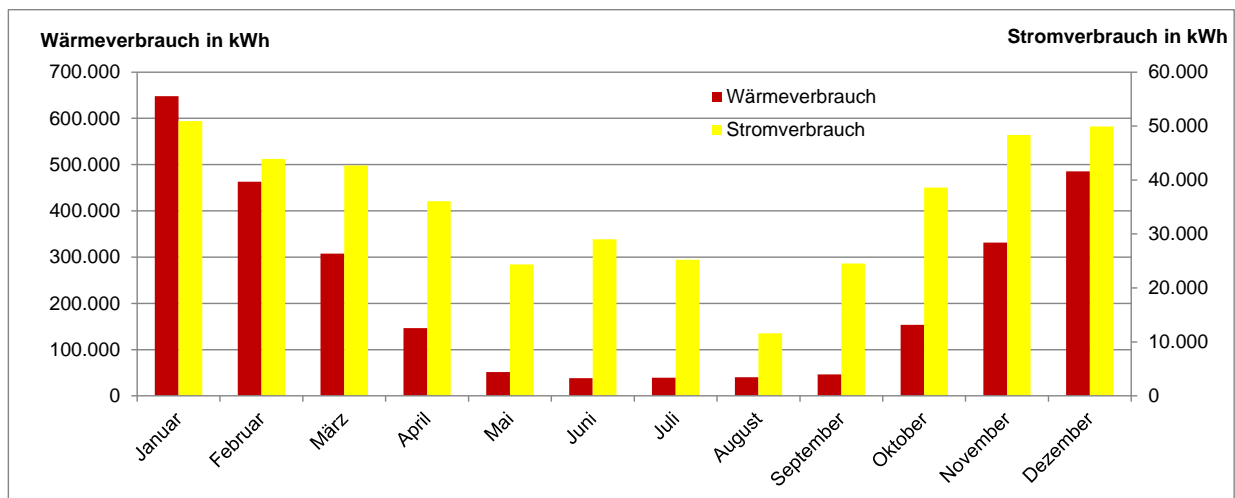
Die bestehende Gas- und Ölkesselanlage soll in beiden Varianten bestehen bleiben, ebenso die Verteilung von der Heizzentrale über ein Wärmenetz zu den Abnehmern.

3 Energiebedarfssituation

In dem nachfolgenden Abschnitt wird die Energiebedarfssituation des Schulzentrum Längenfeld vorgestellt.

3.1 Gesamtenergieverbrauch

Das nachfolgende Diagramm zeigt den monatlichen Gesamtenergieverbrauch für Wärme (linke Ordinate) und Strom (rechte Ordinate) für alle Abnehmer aufsummiert.



Der Wärmeverbrauch im Sommer beruht überwiegend auf der Warmwasserbereitung. Die Ferienzeit und somit verbrauchsarmen Monate lassen sich insbesondere beim Stromverbrauch im August und Mai erkennen.

3.2 Stromverbrauch

Die Aufteilung der Stromverbräuche auf die drei Abnehmer ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Verbräuche aus den vergangenen drei Jahren wurden berücksichtigt.

Tabelle 1: Aufteilung Stromverbräuch auf Abnehmer

Abnehmer	Stromverbrauch
Realschule	117.000 kWh
Gymnasium	101.000 kWh
GH-Schule	177.000 kWh
Eigenverbrauch Heizzentrale	30.000 kWh
Gesamt	425.000 kWh

Für die nachfolgende Jahresbetrachtung sind die vorhandenen Lastgangmessungen hinterlegt.

3.3 Wärmeverbrauch

Der Wärmeverbrauch wurde anhand der Messungen aus den vorgegebenen Daten (2014 – 2016) bestimmt. Die Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs wurde nach VDI 2067 anhand der Gradtagszahlen durchgeführt.

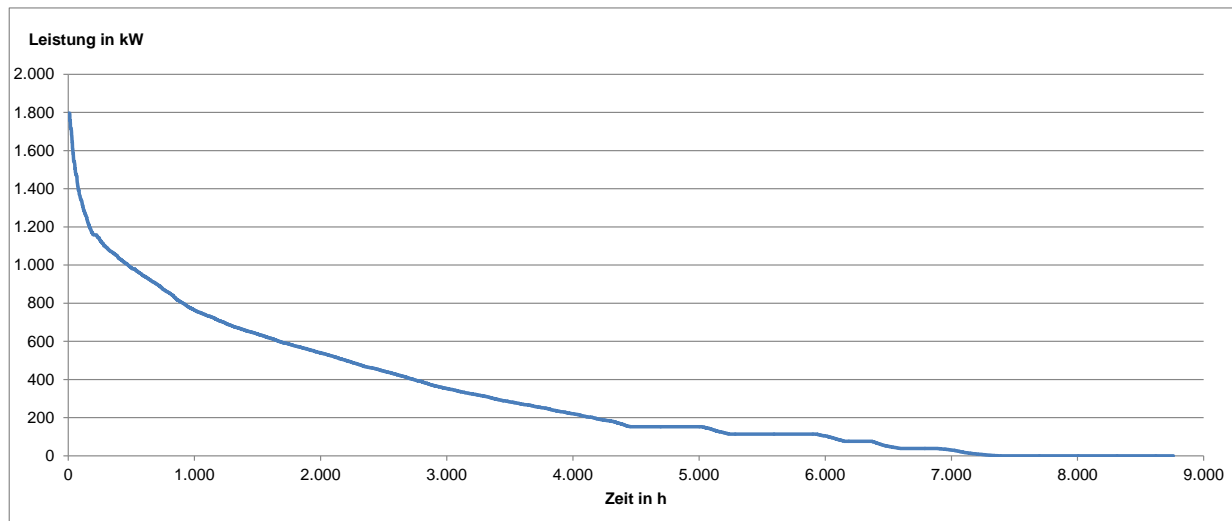


Abbildung 1: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmeverbrauchs

Die Anschlussleistung bzw. Heizlast ist unter dem Ansatz der, nach VDI 2067 Blatt 2, vorgegebenen Vollbenutzungsstunden für Schulen ermittelt. Diese wurden mit den Leistungsmessungen aus den Wärmemengenzählern bei den Abnehmern validiert.

Damit ergeben sich folgende Verbräuche:

Tabelle 2: Wärmeverbrauch und Heizlast der einzelnen Abnehmer

Abnehmer	Wärmeverbrauch	Heizlast
Realschule	689.000 kWh/a	504 kW
Gymnasium	898.000 kWh/a	656 kW
GHS / Turn- und Schwimmhalle	1.115.000 kWh/a	586 kW
Verluste	50.000 kWh/a	6 kW
Gesamtwärmebedarf	2.752.000 kWh/a	1.752 kW

4 Ausrüstung Heizzentrale

Für die Versorgung des Schulzentrums Längenfeld werden zwei unterschiedliche Varianten betrachtet:

- Variante I: Erneuerung BHKW-Anlage mit Eigenstromversorgung
- Variante II: Holzkesselanlage

Für die beiden Varianten wurde bezüglich der Anlagendimensionierung eine Vorauswahl getroffen, um zum einen die gesetzlichen Anforderungen (EWärmeG) einzuhalten und zum anderen eine betriebswirtschaftliche Optimierung zu erreichen.

Mit dem Umbau der Heizzentrale sind diverse Änderungen an den Räumlichkeiten vorgesehen. Der Rückbau umfasst zunächst folgende Punkte:

- BHKW-Anlagen inkl. Peripherie
- Lüftungskanal
- Verteilschrank

4.1 Variante I: BHKW-Anlage

Bei der Dimensionierung der BHKW-Anlage wurden mehrere Faktoren berücksichtigt, die einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Dazu zählt insbesondere der Anteil an elektrischer Energie, der vom BHKW erzeugt und direkt von den Verbrauchern abgenommen wird. Alle netzabhängigen Steuern und Umlagen entfallen durch diesen Eigenstromverbrauch (ausgenommen EEG-Umlage, näheres siehe Kapitel 6.1). Für den Endkunden bleibt der Strompreis konstant.

Ein hoher Eigenstromanteil kann insbesondere durch eine Maschine erreicht werden, die auf möglichst viele Betriebsstunden im Jahr kommt. Der Gesetzgeber fördert im KWKG-Gesetz Maschinen mit einer elektrischen Leistung bis 50 kW (el.) durch eine doppelte so hohe Förderdauer von insgesamt 60.000 Vbh, besonders gut. Gleichzeitig bekommen Maschinen bis zu 100 kW (el.) eine Vergütung auf Eigenstrom. Ein einzelnes 50 kW (el.) BHKW wäre für das Schulzentrum in der Gesamtbetrachtung unterdimensioniert. Damit lässt sich lediglich ein KWKG-Anteil am Wärmeverbrauch von ~20% erreichen (gefordert sind 50% nach EWärmeG).

Ein zweites BHKW soll besonders im Winter den KWKG-Wärmeanteil erhöhen und gleichzeitig als dezentraler Erzeuger in das Verteilnetz einspeisen. Im Hinblick auf die zukünftig immer wichtiger werdenden flexiblen, dezentralen Erzeuger und der gleichzeitig garantierten Einspeisevergütung von Strom durch das KWKG-Gesetz ist für das Schulzentrum Längenfeld ein zusätzliches BHKW mit 400 kW (el.) sinnvoll. Zeitgleich ermöglicht diese Anlagengröße einen

strommarktoptimierten Betrieb. Die SW Balingen können für ihren zukünftigen Geschäftsbe-
reich „Virtuelles Kraftwerk“ die Anlage im Schulzentrum Längenfeld einbeziehen. Ein größeres
BHKW wäre wiederum aufgrund geringerer jährlicher Laufzeiten und einer möglichen Trans-
formatorüberlastung unwirtschaftlich.

Für einen möglichst flexiblen Betrieb der BHKW wird ein Pufferspeicher vorgesehen.

Folgende Komponenten sind für Variante I aus oben genannten wirtschaftlichen und technischen As-
pekten vorgesehen:

Tabelle 3: Komponenten in Variante I

Komponente	el. Leistung	th. Leistung	Volumen
BHKW 1	50 kW	78 kW	-
BHKW 2	400 kW	478 kW	-
Pufferspeicher	-	-	60 m ³

Die Variante führt dazu, dass die Anlage nach **BlmSchG genehmigungspflichtig** ist. Auf-
grund der verhältnismäßig kleinen Anlagengröße wird jedoch lediglich ein vereinfachtes Ver-
fahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung gemäß § 19 BlmSchG gefordert. Die Genehmigung
sowie Betreiberpflichten sind überschaubar, da die bestehende Anlage bereits eine BlmSchG-
Anlage ist und haben keine wesentlichen Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Anlagenbe-
trieb.

Für die Aufstellung des Pufferspeichers kommen zwei Optionen in Frage. Eine Möglichkeit
wäre die Aufstellung außen am Gebäude (Ausführung in Anlehnung an den Pufferspeicher in
der Innenstadt). Der Vorteil eines stehenden Speichers ist ein gutes Betriebsverhalten, da das
Höhen/Breiten-Verhältnis eine gute Speicherschichtung zulässt. Falls die Fläche für die Au-
ßenaufstellung von der Stadt/Schulleitung nicht freigegeben wird, kann alternativ der freige-
räumte Öllageraum genutzt werden. Durch die beschränkte Größe der Einbringöffnung muss
der Speicher vor Ort geschweißt und „liegend“ im Raum aufgestellt werden. Das Betriebsver-
halten ist bei einem liegenden Speicher schlechter, weshalb die Außenaufstellung bevorzugt
wird. Die Investitionskosten sind bei beiden Möglichkeiten in ähnlicher Größenordnung. Im
Folgenden wird die Option Außenaufstellung angesetzt.

Für die Eigenstromversorgung wird ausgehend von der Realschule das Gymnasium und die
GH-Schule versorgt. Das Konzept ist angelehnt an die Eigenstromversorgung der Nahwärme-
versorgung Innenstadt. Ein mögliches Schema der Eigenstromversorgung ist in der nachfol-
genden Abbildung dargestellt.

Legende:

	öffentliches Stromnetz		Zweirichtungszähler (Netzeinspeisung / Reststrombezug)		Einspeisezähler BHKW 1		NH-Sicherungslasttrennschalter
	Bestand		Zweirichtungszähler Eigenstrom HKW		Einspeisezähler BHKW 2		NH mit Wandlermessung
	Messstellenbetreiber		Hausanschluss		Verbrauchszähler HKW		Sicherung
	neu				Generator		

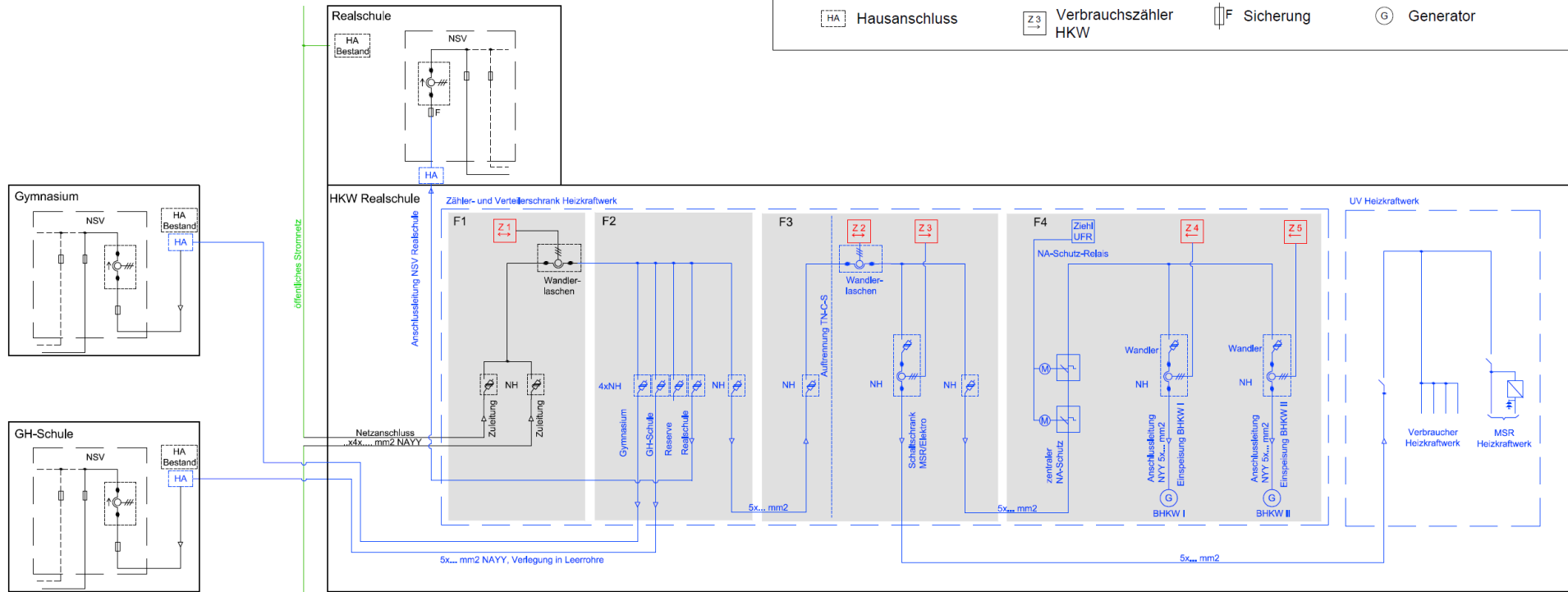


Abbildung 2: Schema Eigenstromversorgung Schulzentrum Längenfeld

Die nachfolgende Abbildung zeigt die mögliche Aufstellung der Aggregate in der Heizzentrale sowie die beiden Aufstelloptionen des Pufferspeichers.

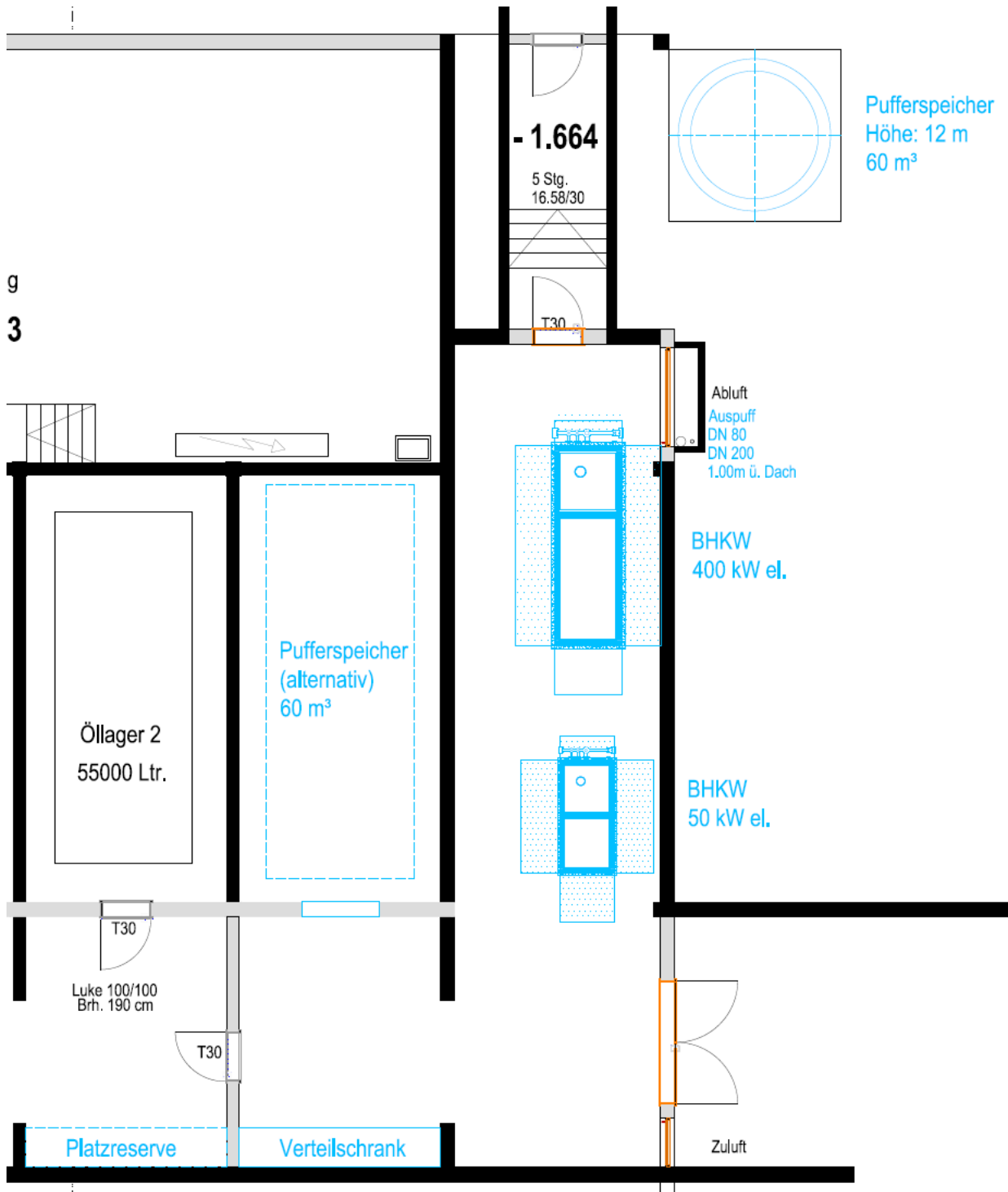


Abbildung 3: Aufstellung Komponenten Variante I

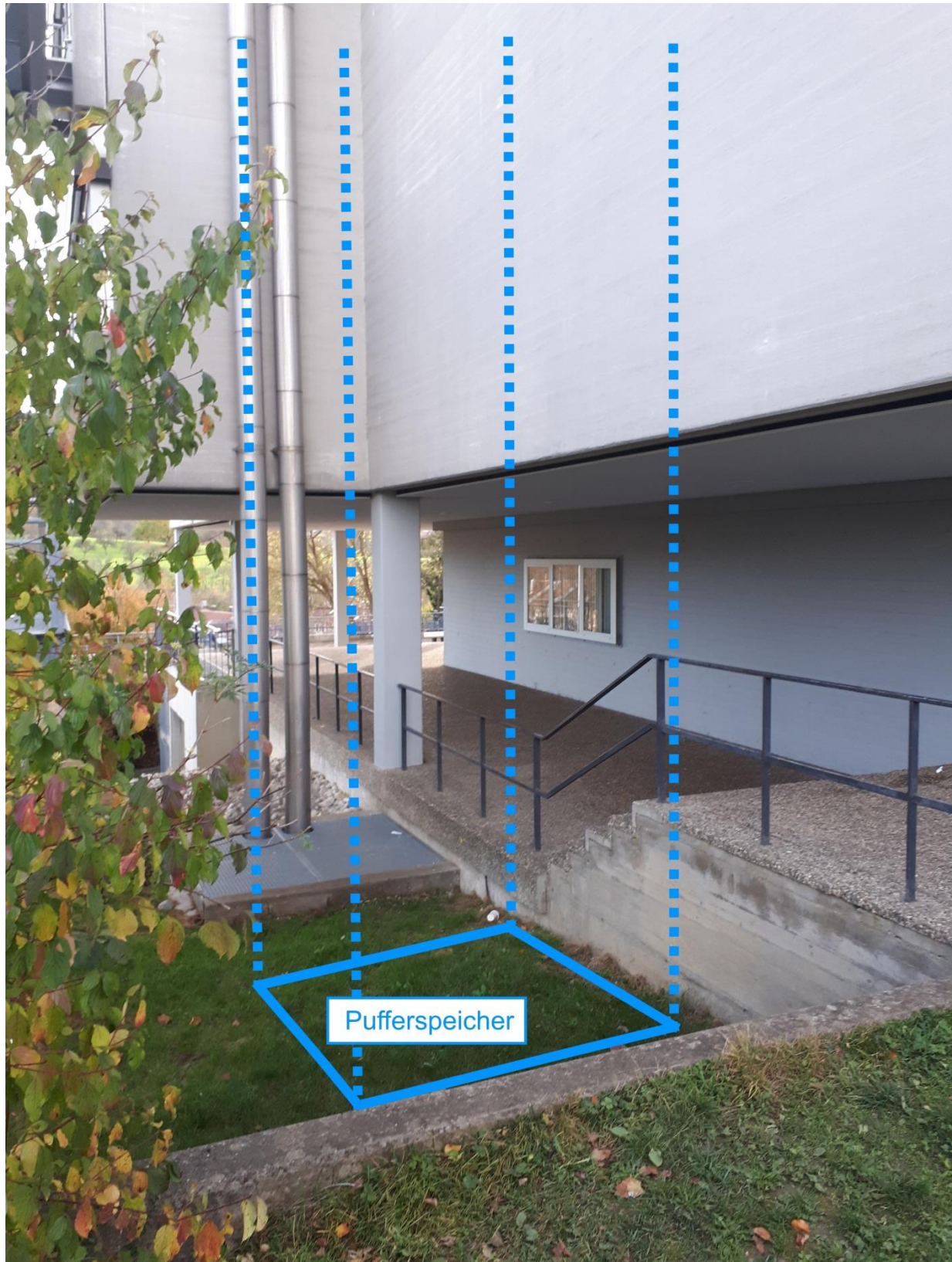


Abbildung 4: Möglicher Aufstellort für den außenstehenden Pufferspeicher

4.2 Variante II: Holzesselanlage

Alternativ zu der BHKW-Variante wird die Wärmeversorgung des Schulzentrums durch einen Holzessel gegenübergestellt.

Für die Brennstoffversorgung des Holzessels werden Lagerflächen benötigt. Die Zufuhr des Brennstoffes erfolgt mittels Förderschnecken und ist verhältnismäßig aufwendig.

Holz hackschnitzel haben eine geringe Dichte bezogen auf den Heizwert und die Rohstoffqualität ist nicht genormt. Um die Lagerflächen und kostenintensive Förderung zum Kessel in einem vertretbaren Maße zu halten und gleichzeitig einen möglichst störungsfreien Betrieb der Anlage zu gewährleisten, wird für das Schulzentrum ein **Pelletkessel** vorgesehen.

Als Grundlage für die Dimensionierung des Pelletkessel wird der geforderte erneuerbare Wärmeanteil aus dem EWärmeG von mindestens 15% berücksichtigt. Die thermische Leistung des gewählten Pelletkessel beträgt 150 kW, womit ~29% des Gesamtwärmeverbrauchs abgedeckt werden kann. Dadurch besteht ausreichend Puffer für eine etwaige Verschärfung des EWärmeG sowie einem möglichen längerfristigen Ausfall des Pelletkessel.

Tabelle 4: Komponenten in Variante II

Komponente	th. Leistung	Volumen
Pelletkessel	150 kW	-
Pufferspeicher	-	10 m ³

Es werden zwei stehende Pufferspeicher mit je 5 m³ vorgesehen. Für die Speicher und den Pelletkessel werden die bestehenden Fundamente vergrößert.

Für die Lagerung der Pellets wird der leerstehende Öllagerraum genutzt. Der Lagerraum für die Holzpellets fasst demnach ~30 m³. Dadurch können ca. 20 t Pellets gelagert werden. Bei einem Dauerbetrieb des Pelletkessel reicht der Vorrat ~25 Tage. Das Lager muss im Jahr 9-mal befüllt werden.

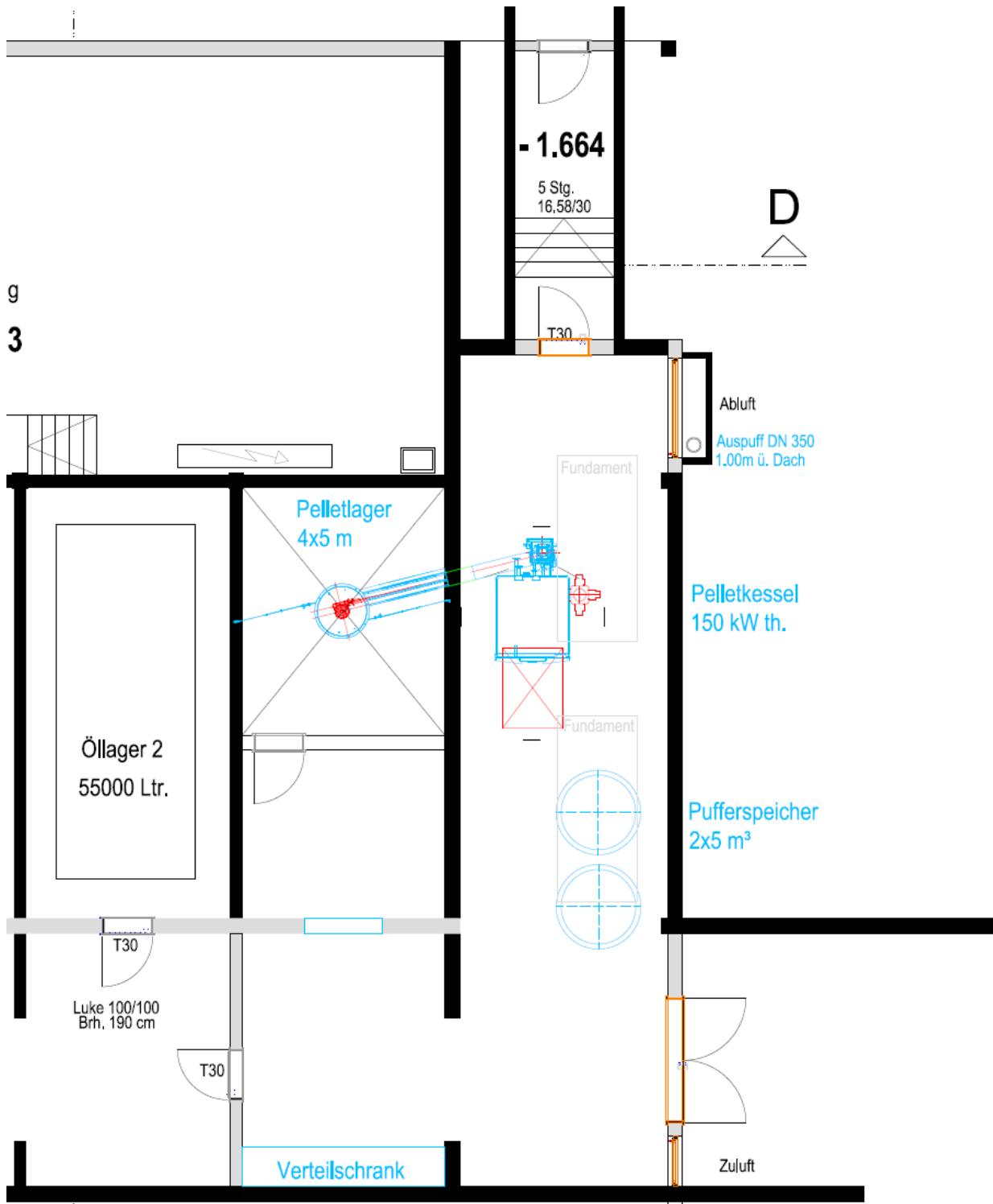


Abbildung 5: Aufstellung Komponenten Variante II

5 Investitionskosten

In Kapitel 4 wurde auf zwei mögliche Varianten zur Modernisierung der Energieversorgung eingegangen. Anhand der Investitionskostenaufstellung und anschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden beide Varianten gegenübergestellt.

Alle genannten Investitions- und Betriebskosten in dieser Ausarbeitung sind **netto**, ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer.

5.1 Investitionskostenaufstellung

In nachfolgender Tabelle 5 sind die geschätzten Investitionskosten von Variante I dargestellt.

Tabelle 5: Investitionskostenaufstellung Variante I (BHKW-Anlage)

Nr.	Kapitalkosten Variante I	Investition	jährl. Kosten
1	KG Herrichten: Σ Abbruch/Rückbau	19.000 €	1.488 €/a
2	KG Bauwerk: Σ Heizkraftwerk	15.000 €	917 €/a
3	KG techn. Anlagen: Σ Elektrotechnik	121.000 €	9.202 €/a
4	KG techn. Anlagen: Σ Anlagenbau	133.000 €	8.827 €/a
5	KG techn. Anlagen: Σ BHKW-Modul	356.000 €	38.164 €/a
6	KG Baukonstruktion: Σ Gebäudearbeiten	5.000 €	264 €/a
7	KG Baunebenkosten: Σ Planung & Sonst.	162.000 €	9.914 €/a
8	à Zuschuss & Förderung	-15.000 €	-917 €/a
	Σ Gesamtinvestition, netto	796.000 €	67.858 €

Um eine Verklammerung der BHKW-Module nach KWKG und damit eine Reduktion der Förderdauer und –Sätze zu vermeiden, muss zwischen Inbetriebnahme des großen BHKW und des kleinen BHKW 1 Jahr liegen. Die Umsetzung von Variante I muss deshalb über 2 Jahre erfolgen. Um das EWärmeG zu erfüllen, soll 2018 die große Maschine und 2019 die kleine Maschine in Betrieb genommen werden.

Tabelle 6: Investitionskosten Variante I für das Jahr 2018/2019

	Investition
2018	703.000 €
2019	93.000 €

Demgegenüber stehen die Investitionskosten von Variante II, die komplett 2018 anfallen.

Tabelle 7: Investitionskostenaufstellung Variante II (Pelletkessel)

Nr.	Kapitalkosten Variante II	Investition	jährl. Kosten
1	KG Herrichten: Σ Abbruch/Rückbau	19.000 €	1.488 €/a
2	KG Bauwerk: Σ Heizkraftwerk	5.000 €	250 €/a
3	KG techn. Anlagen: Σ Elektrotechnik	51.000 €	3.907 €/a
4	KG techn. Anlagen: Σ Anlagenbau	68.000 €	4.771 €/a
5	KG techn. Anlagen: Σ Holzkesselanlage	62.000 €	5.625 €/a
6	KG Baukonstruktion: Σ Gebäudearbeiten	6.000 €	339 €/a
7	KG Baunebenkosten: Σ Planung & Sonst.	61.000 €	3.731 €/a
8	à Zuschuss & Förderung	-3.000 €	-153 €/a
	Σ Gesamtinvestition, netto	269.000 €	19.957 €

Eine detaillierte Aufstellung der angesetzten Investitionskosten nach DIN 276 ist dem Anhang dieser Ausarbeitung zu entnehmen.

Nachfolgend zusammenfassende Informationen zu den wichtigsten Kostengruppen beider Varianten:

- die bestehende Wärmeverteilung des Schulzentrums bleibt bestehen
- die vorhandene Öl- und Gaskesselanlage bleibt für die Spitzenlastabdeckung und Ausfall-Redundanz in Betrieb
- es wird eine übergeordnete Anlagensteuerung vorgesehen um das Zusammenspiel zwischen den Erzeugern zu optimieren
- ein Teil der Anlagenperipherie wird ersetzt und auf die neuen Aggregate angepasst
- es wurde ein Zuschlag von 5% auf die Investitionskosten für Unvorhergesehenes berücksichtigt.
- als Zuschuss/Förderung ist von dem BAFA ein Investitionskostenzuschuss von 250€/m³ auf das Volumen des Pufferspeichers angesetzt

Spezifische Informationen zu Variante I:

- fehlende Messwerterfassung wie WMZ, GZ sowie SZ werden nachgerüstet, um zum einen die Zuschüsse aus dem KWKG zu erhalten und zum anderen ein Monitoring und eine Effizienzbetrachtung der Anlage zu ermöglichen
- die vorhandene Kaminanlage soll weitestgehend weiter genutzt und um einen Kaminzug für das kleinere BHKW (50 kW el.) ergänzt werden.

Beratung • Konzeptentwicklung • Planung • Projektsteuerung • Bauleitung

- die Kosten für Planung, Gutachten und Bauüberwachung sind in Anlehnung an die HOAI mit 20% der Investitionskosten enthalten.
- nach 10 Jahren Laufzeit ist eine Generalüberholung für die BHKW-Anlage und Teile der Anlagenperipherie vorgesehen
- Wartungskosten für die BHKW-Anlage (Vollwartungsvertrag) sowie Anlagenperipherie wurden berücksichtigt. Diese beinhalten u.a. 100 h pro Jahr an Betreuungsaufwand
- das Gymnasium und die GH-Schule erhalten durch die Eigenstromversorgung einen neuen Hausanschluss. Die NSV sowie das Messkonzept bleiben bestehen. Das Konzept ist an das Bauvorhaben Innenstadt angelehnt.

Spezifische Informationen zu Variante II:

- für den Pelletkessel wurde keine Reinvestition berücksichtigt
- Wartungskosten für den Pelletkessel sowie Anlagenperipherie wurden berücksichtigt. Diese beinhalten u.a. 270 h pro Jahr an Betreuungsaufwand
- der vorhandene Kaminzug von den BHKW kann für den Pelletkessel nicht genutzt werden. Laut Hersteller wird ein Kamin DN 350 benötigt.
- die Kosten für Planung, Gutachten und Bauüberwachung sind in Anlehnung an die HOAI mit 24% der Investitionskosten enthalten.
- der Zuschuss für Pelletkessel durch das BAFA (Marktanreizprogramm) obliegt einer thermischen Leistungsbegrenzung von 100 kW und wird deshalb nicht berücksichtigt

5.2 Betriebsverhalten und Auslegung

Die Ergebnisse der Jahressimulation basieren darauf, dass die **Energieverbräuche** für Wärme und Strom in naher Zukunft auf einem **vergleichbaren Niveau bleiben**.

Für den späteren wirtschaftlichen Vergleich wird angenommen, dass die benötigte Restwärme durch den Gaskessel erzeugt wird. Die thermische Leistung des Gaskessels wird einfaches halber auf 2.850 kW (th.) gelegt, dies entspricht der Leistung des vorhandenen Gaskessels plus der beiden Ölkessel.

Tabelle 8: Auswertung Variante I (Jahresbetrachtung)

Auswertung	Einheit	BHKW 1	BHKW 2	Gas- und Ölkessel
Thermische Leistung	[kW]	78	478	2.850
Betriebsstunden	[h]	7.710	3.490	-
Vollbenutzungsstunden	[Vbh]	7.710	3.490	170
Erzeugte el. Energie	[kWh]	386.000	1.398.000	-
Erzeugte th. Energie	[kWh]	601.000	1.670.000	480.000
Anzahl Startvorgänge	[-]	86	181	63
Eigenstromanteil	[%]	89%		-
Wärmeanteil	[%]	83%		17%
Gasverbrauch (gesamt, Heizwert)	[kWh]	1.118.000	3.651.000	534.000
Reststrombezug (gesamt)	[kWh]	46.000		
Netzeinspeisung Strom	[kWh]	81.000	1.323.000	-
Primärenergiefaktor	[-]	0,23		
Thermischer Speicher	[m³]	60		

Die Auswertung von Variante I zeigt, dass die Kombination aus einem kleinen BHKW, welches als Dauerläufer fungiert, gekoppelt mit einem großen BHKW, einen KWK-Anteil an der Wärmeversorgung von 83% ermöglicht. Durch den vorhandenen Pufferspeicher können die Anzahl der Startvorgänge und dadurch auch der Verschleiß sehr gering gehalten werden. Lediglich 11% des Stromverbrauchs des Schulzentrums muss aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. Der Gaskessel erzeugt die Spitzenlasten im Winter, die durch die BHKW nicht vollumfänglich abgedeckt werden können.

Die Berechnung des Primärenergiefaktors erfolgte anhand AGFW Blatt FW 309-1 „Gekoppelte Wärmeerzeugung“ - Basisplanerdaten.

Tabelle 9: Auswertung Variante II (Jahresbetrachtung)

Auswertung	Einheit	Pelletkessel	Gas- und Ölkessel
Thermische Leistung	[kW]	150	2.850
Betriebsstunden	[h]	5.240	-
Vollbenutzungsstunden	[Vbh]	5.240	690
Erzeugte th. Energie	[kWh]	786.000	1.965.000
Wärmeanteil	[%]	29%	71%
Brennstoffverbrauch (gesamt, Brennwert)	[kWh]	983.000	2.184.000
Anzahl Startvorgänge	[-]	313	307
Primärenergiefaktor	[-]	0,97	
Thermischer Speicher	[m ³]	10	

In der Variante II deckt der Pelletkessel die Grundlast des Schulzentrums ab. Dadurch werden die Betriebsstunden des Gaskessels (sowie eines Ölkessels) deutlich erhöht.

Aufgrund des trägen Betriebsverhaltens des Pelletkessel liegt die Anzahl der Startvorgänge bei ~1x pro Tag.

Die Berechnung des Primärenergiefaktors erfolgte anhand AGFW Blatt FW 309-1 „Ungekoppelte Wärmeerzeugung“.

6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgeführt. Aufgrund der aktuellen Gesetzeslage wird zuerst auf die Situation der abzuführenden EEG-Umlage auf Eigenstrom hingewiesen.

6.1 Situation EEG-Umlage Eigenstrom

Die Sonderregelungen hinsichtlich der EEG-Umlage-Erhebung auf den selbst genutzten Eigenstrom müssen von der EU-Kommission beihilferechtlich genehmigt werden. Die beihilferechtliche Genehmigung der in § 61 EEG zusammengefassten Sonderregelungen war bis zum 31.12.2017 befristet. Hierzu gehört auch die Privilegierung der Eigenstromerzeugung aus KWK-Anlagen gemäß § 61b Nr. 2 EEG.

Da die EU-Kommission in bestimmten Fällen von industriellen Großanlagen über 1 MW elektrischer Leistung mit hohen Eigenverbrauchsquoten eine deutliche Überförderung gesehen hat, wurde die entsprechende Regelung nicht mehr genehmigt.

Aufgrund der ausbleibenden EU-beihilferechtlichen Genehmigung besteht ab dem 1. Januar 2018 ein Vollzugsverbot. Daher muss für den KWK-Strom, der selbst genutzt wird und für den **bisher eine EEG-Umlage in Höhe von 40% anfiel, ab dem 1. Januar 2018 die vollständige EEG-Umlage in Höhe von 6,79 Cent/kWh** an den Stromnetzbetreiber abgeführt werden.

Das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) hat angekündigt, in die Verhandlungen mit der EU-Kommission gehen zu wollen, um ein Ausbremsen des KWK-Ausbaus zu vermeiden. Es ist davon auszugehen, dass im Laufe des Jahres 2018 eine Einigung mit der EU-Kommission erzielt wird und für Anlagen unter 1 MW el. weiterhin eine reduzierte EEG-Umlage abgeführt werden muss.

Für das Schulzentrum Längenfeld wird wegen der aktuellen Situation mit der vollständigen Abfuhr der EEG-Umlage gerechnet. Die Auswirkungen zwischen der verminderten EEG-Umlage (40%) und der vollen EEG-Umlage werden in Kapitel 6.3 dargestellt.

6.2 Allgemeines

Nachfolgend sind die beiden in Kap. 4 vorgestellten Varianten, auf eine Betrachtungszeit von 20 Jahren, abgebildet. Folgende Annahmen und Randbedingungen liegen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugrunde:

- Investitionskosten werden mit einem **Zinssatz von 2%** abgeschrieben (Nutzungsdauer nach AfA, siehe Anhang)

- Gas- und Strombezugskosten sind entsprechend den Verbrauchsrechnungen angesetzt und unterliegen einer jährlichen Steigerung von 1%.
- Die **EEG-Umlage auf Eigenstrom** ist mit **100% berücksichtigt**.
- Als Netzanschluss wird ein Niederspannungsanschluss nach VDE-AR-N 4105 angesetzt.
- Die **Rückerstattung der Stromsteuer** wurde für die eingespeisten und eigengenutzten Strommengen **nicht berücksichtigt**.
- Die Rückerstattung der Energiesteuer wurde aufgrund der Änderungen im Energiesteuergesetz nur mit dem verminderten Satz angesetzt.
- Vermiedene Netznutzungsentgelte bei Netzeinspeisung werden ausschließlich mit einem Arbeitspreis von 0,80 Ct/kWh gutgeschrieben.
- Die überschüssige Netzeinspeisung wird entsprechend dem Stromeinkaufspreis der SW Balingen mit 2,82 Ct/kWh angesetzt.
- Die Vergütung des KWK-Zuschlages ist nach dem KWKG 2017 berücksichtigt.
- Es ist eine Generalüberholung der BHKW-Anlage nach 10 Jahren vorgesehen. Eine erneute Förderung nach dem KWKG ist aufgrund des Auslaufens des Gesetzes im Jahr 2022 nicht angesetzt.
- Die Pelletbezugskosten sind mit 210€/t (Quelle C.A.R.M.E.N. e.V.) angesetzt und unterliegen einer jährlichen Steigerung von 1%.

6.3 Ergebnis Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Um einen wirtschaftlichen Vergleich zu ermöglichen, werden die Grenzkosten für den Wärmepreis der beiden Varianten einer reinen Versorgung durch die vorhandene Kesselanlage gegenübergestellt.

In Tabelle 10 und Tabelle 12 werden jeweils der Mittelwert über den Betrachtungszeitraum sowie das erste und letzte Betrachtungsjahr abgebildet.

Tabelle 10: Ergebnis Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante I (100% EEG-Umlage Eigenstrom)

	Einheit	Mittelwert	1. Jahr	20. Jahr
Kapitalgebundene Kosten	[€]	55.000	68.000	36.000
Betriebsgebundene Kosten	[€]	11.000	10.000	11.000
Verbrauchsgebundene Kosten	[€]	257.000	239.000	275.000
Erlöse	[€]	-161.000	-204.000	-129.000
Differenz	[€]	161.000	114.000	193.000
Grenzwärmepreis	[ct/kWh]	5,97	4,21	7,14
Grenzwärmepreis (Erzeugung 100% Gaskessel)	[ct/kWh]	5,71	5,33	6,10

Für Variante I mit BHKW Betrieb zeigt sich, dass insbesondere in den ersten Jahren die Anlage, trotz der hohen Investitionskosten, einen deutlich geringeren Grenzwärmepreis als eine reine Versorgung mit der bestehenden Anlage aufweist. Dies hängt insbesondere mit dem KWK-Zuschlag zusammen, der für die Anlage nach ca. 9 Jahren ausläuft.

Tabelle 11: Ergebnis Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante I (40% EEG-Umlage Eigenstrom)

	Einheit	Mittelwert	1. Jahr	20. Jahr
Kapitalgebundene Kosten	[€]	55.000	68.000	36.000
Betriebsgebundene Kosten	[€]	11.000	10.000	11.000
Verbrauchsgebundene Kosten	[€]	257.000	239.000	275.000
Erlöse	[€]	-177.000	-219.000	-145.000
Differenz	[€]	146.000	98.000	177.000
Grenzwärmepreis	[ct/kWh]	5,40	3,64	6,56
Grenzwärmepreis (Erzeugung 100% Gaskessel)	[ct/kWh]	5,71	5,33	6,10

Mit der reduzierten EEG-Umlage, die bisher auf Eigenstrom bezahlt werden musste (siehe Kapitel 6.1), verbessert sich die Wirtschaftlichkeit deutlich, mit Mehreinnahmen von 16 T€ pro Jahr.

Eine Berücksichtigung der Rückerstattung der Stromsteuer, die aktuell unter Vorbehalt der EU-rechtlichen Genehmigung gewährt wird, würde die Wirtschaftlichkeit zusätzlich verbessern und Mehreinnahmen von ~7,5 T€ pro Jahr generieren.

In Variante II werden keine zusätzlichen Erlöse erzielt, weshalb der Grenzwärmepreis für die Versorgung durch einen Pelletkessel deutlich höher liegt.

Tabelle 12: Ergebnis Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Variante II

	Einheit	Mittelwert	1. Jahr	20. Jahr
Kapitalgebundene Kosten	[€]	16.000	20.000	8.000
Betriebsgebundene Kosten	[€]	23.000	21.000	24.000
Verbrauchsgebundene Kosten	[€]	159.000	147.000	172.000
Erlöse	[€]	0	0	0
Summe	[€]	197.000	188.000	204.000
Grenzwärmepreis	[ct/kWh]	7,31	6,97	7,53
Grenzwärmepreis (Erzeugung 100% Gaskessel)	[ct/kWh]	5,71	5,33	6,10

Besonders die niedrigen Gasbezugskosten der SW Balingen im Vergleich zu den Pelletbezugskosten machen diese Variante unattraktiv.

7 Abschlussbetrachtung

Die bestehende Gas- und Ölkesselanlage mit Baujahr 1992 wird kurz- oder mittelfristig modernisiert werden müssen.

Durch den Austausch eines Wärmeerzeugers tritt das EWärmeG in Kraft. Dieses kann sowohl durch Variante I mit einer BHKW-Anlage als auch durch Variante II mit einem Pelletkessel vollumfänglich erfüllt werden.

Die aktuelle Fördersituation ermöglicht in Variante I trotz hoher Investitionen in eine neue Anlagentechnik den gleichen Grenzkostenpreis für den Wärmeverkauf, wie für den Weiterbetrieb der Anlage in der momentanen Situation (**mögliche Investitionen für die Modernisierung der Gas- und Ölkesselanlage sind in dem Grenzkostenpreis für die reine Heizkesselversorgung nicht berücksichtigt**).

In Variante I wird 83% der Wärme durch die neue Anlagentechnik bereitgestellt. Lediglich eine geringe Restmenge muss durch den Anlagenbestand erzeugt werden.

Für Variante II wird der Pelletkessel als Grundlastherzeuger eingesetzt, um möglichst lange Laufzeiten zu erreichen und die Investitionskosten niedrig zu halten. Die Bezugskosten des Rohstoffs Holzpellets liegen bezogen auf die Kilowattstunde ~30% über den Bezugskosten von Erdgas. Dadurch steigt der Grenzkostenpreis für den Wärmeverkauf an und macht diese Variante im Vergleich zu einer Versorgung mit BHKW unwirtschaftlich. Der Personalaufwand für die Betreuung der Anlage wurde mit ~1h pro Tag berücksichtigt. Da die SW Balingen momentan keine Erfahrungen und Mitarbeiter für Holzverbrennungsanlagen besitzen, muss ggf. zusätzliches Personal eingestellt werden.

Anhang A Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Tabelle 13: Wirtschaftliche Betrachtung Variante I

Kapitalkosten (Nutzungsdauer gem. AfA-Tabelle)		Investition	jährl. Kosten
1	KG Herrichten: Σ Abbruch/Rückbau	19.000 €	1.488 €/a
2	KG Bauwerk: Σ Heizkraftwerk	15.000 €	917 €/a
3	KG techn. Anlagen: Σ Elektrotechnik	121.000 €	9.202 €/a
4	KG techn. Anlagen: Σ Anlagenbau	133.000 €	8.827 €/a
5	KG techn. Anlagen: Σ BHKW-Modul	356.000 €	38.164 €/a
6	KG Baukonstruktion: Σ Gebäudearbeiten	4.620 €	264 €/a
7	KG Baunebenkosten: Σ Planung & Sonst.	162.100 €	9.914 €/a
8	à Zuschuss & Förderung	-15.000 €	-917 €/a
Summe kapitalgebundene Kosten (A)		795.700 €	67.900 €/a Jahr 1 54.900 €/a Ø 20 Jahre

Betriebskosten		Ansatz	jährl. Kosten
	Personalbedarf Anlagenbetreuung	94 h/a	5.170 €/a
	Grundpreis Gas	3.757 €/a	3.757 €/a
	Wartung und Instandhaltung Holzkessel	0 €/a	0 €/a
	Versicherung & Verwaltung Raum, Anlage	1.388 €/a	1.388 €/a
Summe betriebsgebundene Kosten (B)			10.300 €/a Jahr 1 10.800 €/a Ø 20 Jahre

Verbrauchskosten		Ansatz	jährl. Kosten
	Reststrombezug Heizzentrale	20,44 ct/kWh	613 €/a
	Gaskessel Leistungspreis	15,72 €/kW	20.599 €/a
	Gaskessel Arbeitspreis	3,26 ct/kWh	17.389 €/a
	BHKW 1 Leistungspreis	15,72 €/kW	2.279 €/a
	BHKW 1 Arbeitspreis	3,26 ct/kWh	36.420 €/a
	BHKW 2 Leistungspreis	15,72 €/kW	16.427 €/a
	BHKW 2 Arbeitspreis	3,26 ct/kWh	118.948 €/a
	Verbrauchsabhängige Wartung	unterschiedlich	26.745 €/a
Summe verbrauchsgebundene Kosten (C)			239.400 €/a Jahr 1 256.900 €/a Ø 20 Jahre

Erlöse		Ansatz	jährl. Erlöse
	EnergieSt-Rückerstattung (Gasbezug BHKW)	0,442 ct/kWh	23.399 €/a
	StromsSt-Rückerstattung	2,05 ct/kWh	0 €/a
	KWK-Zuschlag (gem. KWKG 2016)	gestaffelt	88.426 €/a
	verm. NNE AP (Netzeinspeisung)	0,80 ct/kWh	11.229 €/a
	Vergütung Netzeinspeisung (SW Balingen)	2,82 ct/kWh	39.581 €/a
	Vergütung Stromverkauf an Schulen	unterschiedlich	67.095 €/a
	EEG-Umlage 100%	6,79 ct/kWh	-25.770 €/a
Summe Erlöse (D)			204.000 €/a Jahr 1 161.200 €/a Ø 20 Jahre

Summe Jahresaufwendungen (A + B + C - D)		113.600 €/a Jahr 1	
		161.400 €/a Ø 20 Jahre	

Tabelle 14: Wirtschaftliche Betrachtung Variante II

Kapitalkosten (Nutzungsdauer gem. AfA-Tabelle)		Investition	jährl. Kosten
1	KG Herrichten: Σ Abbruch/Rückbau	19.000 €	1.488 €/a
2	KG Bauwerk: Σ Heizkraftwerk	4.500 €	250 €/a
3	KG techn. Anlagen: Σ Elektrotechnik	50.500 €	3.907 €/a
4	KG techn. Anlagen: Σ Anlagenbau	68.000 €	4.771 €/a
5	KG techn. Anlagen: Σ Holzkesseanlage	62.000 €	5.625 €/a
6	KG Baukonstruktion: Σ Gebäudearbeiten	6.300 €	339 €/a
7	KG Baunebenkosten: Σ Planung & Sonst.	61.000 €	3.731 €/a
8	å Zuschuss & Förderung	-2.500 €	-153 €/a
Summe kapitalgebundene Kosten (A)		268.800 €	20.000 €/a Jahr 1 15.800 €/a Ø 20 Jahre

Betriebskosten		Ansatz	jährl. Kosten
	Personalbedarf Anlagenbetreuung	272 h/a	14.960 €/a
	Grundpreis Gas	3.757 €/a	3.757 €/a
	Wartung und Instandhaltung Holzessel	1.240 €/a	1.240 €/a
	Versicherung & Verwaltung Raum, Anlage	1.415 €/a	1.415 €/a
Summe betriebsgebundene Kosten (B)			21.400 €/a Jahr 1 22.800 €/a Ø 20 Jahre

Verbrauchskosten		Ansatz	jährl. Kosten
	Strombezug Heizzentrale	20,44 Ct./kWh	6.730 €/a
	Gaskessel Leistungspreis	15,72 Ct./kW	27.695 €/a
	Gaskessel Arbeitspreis	3,26 Ct./kWh	71.145 €/a
	Pelletkessel	4,20 Ct./kWh	41.273 €/a
Summe verbrauchsgebundene Kosten (C)			146.800 €/a Jahr 1 158.800 €/a Ø 20 Jahre

Erlöse	Ansatz	jährl. Erlöse
Summe Erlöse (D)		€/a

Summe Jahresaufwendungen (A + B + C - D)	188.200 €/a Jahr 1 197.500 €/a Ø 20 Jahre
---	---

Anhang B Investitionskostenaufstellung

Nachfolgende Tabellen zeigen die detaillierten Investitionskosten für die beiden Varianten.

Tabelle 15: Investitionskosten Variante I

DIN 276	Baugruppe/ Komponente	Menge	Einheit	EP	Ges.P	AfA (n)	K/a
213	Rückbau bestehender BHKW	2	Stck.	2.500 €	5.000 €	10 a	557 €/a
213	Rückbau Abgasanlage bis Kamin	1	psch.	1.500 €	1.500 €	20 a	92 €/a
213	Demontage Schaltanlage und Elektroinstallation	1	psch.	4.500 €	4.500 €	15 a	350 €/a
213	Demontage Anlagenteile	2.000	kg	4 €/kg	8.000 €	20 a	489 €/a
KG Herrichten: Σ Abbruch/Rückbau					19.000 €		1.488 €/a
211	Baustelleneinrichtung	1	psch.	2.000 €/m³	2.000 €	20 a	122 €/a
310	Erschließung Gelände (Tiefbauarbeiten Pufferspeicher)	25	m³	100 €/m³	2.500 €	20 a	153 €/a
320	Erstellung Fundament Pufferspeicher	1	psch.	7.500 €	7.500 €	20 a	459 €/a
330	Kernlochbohrungen	2	Stck.	250 €	500 €	20 a	31 €/a
330	Herrichten Fläche für Heizkraftwerk (Innenumbau)	1	psch.	2.500 €	2.500 €	20 a	153 €/a
KG Bauwerk: Σ Heizkraftwerk					15.000 €		917 €/a
440	Elektroinstallation EZ (Material & Verlegung)	1	psch.	12.500 €	12.500 €	15 a	973 €/a
440	Anschlussleitung Gymnasium	150	m	75 €/m	11.250 €	15 a	876 €/a
440	Anschlussleitung GHS	210	m	75 €/m	15.750 €	15 a	1.226 €/a
440	Zählerschrank HV & BHKW (Norm-Zählerfelder)	1	psch.	12.000 €	12.000 €	15 a	934 €/a
440	Zählerschrank Stromlieferung an GHS und Gymnasium	1	psch.	10.000 €	10.000 €	15 a	778 €/a
440	NSV EZ (Anschluss BHKW, Verteilung EZ)	1	psch.	10.000 €	10.000 €	15 a	778 €/a
440	Netzanschluss nach VDE 4105 (NA-Schutz)	1	psch.	5.500 €	5.500 €	15 a	428 €/a
490	Not-Aus-Gruppe	1	Stck.	600 €	600 €	15 a	47 €/a
490	Gaswarnanlage	1	Stck.	2.500 €	2.500 €	20 a	153 €/a
490	Brandmeldeanlage	1	Stck.	1.400 €	1.400 €	20 a	86 €/a
480	übergeord. Anlagenregelung EZ (Hardware)	1	Stck.	15.000 €	15.000 €	15 a	1.167 €/a
480	übergeord. Anlagenregelung EZ (Software)	1	Stck.	8.000 €	8.000 €	15 a	623 €/a
480	übergeord. Leittechnik (Aufschaltung)	1	Stck.	7.500 €	7.500 €	15 a	584 €/a
440	Tiefbauarbeiten für Eigenstromversorgung	120	m	75 €/m	9.000 €	20 a	550 €/a
KG techn. Anlagen: Σ Elektrotechnik					121.000 €		9.202 €/a
420	Messeinrichtung WMZ Gesamtanlage	1	Stck.	1.600 €	1.600 €	15 a	125 €/a
420	Messeinrichtung Temperatur	1	psch.	1.500 €	1.500 €	15 a	117 €/a
420	Messeinrichtung Druck	1	psch.	1.000 €	1.000 €	15 a	78 €/a
420	Messeinrichtung Gaszähler Gesamtanlage	0	Stck.	3.000 €	- €	15 a	0 €/a
420	Messeinrichtung Stromzähler Gesamtanlage	1	Stck.	1.500 €	1.500 €	15 a	117 €/a
410	Nachspeisung & Wasseraufbereitung Erz.kreis	1	Stck.	3.500 €	3.500 €	15 a	272 €/a
410	Erstbefüllung nach VDI 2035 Blatt 2 (VE-Wasser)	1	psch.	4.500 €	4.500 €	15 a	350 €/a
410	Verrohrung Kondensat & Neutralisationsanlage	1	psch.	1.600 €	1.600 €	20 a	98 €/a
420	Systemtrennung	1	psch.	15.000 €	15.000 €	15 a	1.167 €/a
420	Druckhaltestation (pumpenregelte Station)	1	Stck.	15.000 €	15.000 €	20 a	917 €/a
420	Klappen / Schmutzfänger / Entlüftung	1	psch.	5.000 €	5.000 €	15 a	389 €/a
420	Pumpen und Ventile	1	psch.	8.000 €	8.000 €	15 a	623 €/a
420	Ausdehngefäße / Sicherheitseinrichtungen	1	psch.	1.800 €	1.800 €	15 a	140 €/a
420	Pufferspeicher (Außenaufstellung)	60	m³	1000 €/m³	60.000 €	20 a	3.669 €/a
420	Rohrleitungsbau Wärmeschiene, Pufferspeicher	1	psch.	5.000 €	5.000 €	20 a	306 €/a
410	Gasleitung, Anschluss Gesamtanlage	0	psch.	3.000 €	- €	15 a	0 €/a
410	Gasdruckregelstation	0	psch.	10.000 €	- €	20 a	0 €/a
420	Wärmeisolierung	1	psch.	7.500 €	7.500 €	20 a	459 €/a
KG techn. Anlagen: Σ Anlagenbau					133.000 €		8.827 €/a

DIN 276	Baugruppe/ Komponente	Menge	Einheit	EP	Ges.P	AfA (n)	K/a
420	BHKW-Modul	2	Stck.	-	307.081 €	10 a	34.186 €/a
420	Brennwertwärmetauscher	2	Stck.	-	9.000 €	10 a	1.002 €/a
420	Messeinrichtung WMZ	2	Stck.	-	2.200 €	15 a	171 €/a
420	Messeinrichtung Gaszähler	0	Stck.	-	- €	15 a	0 €/a
420	Messeinrichtung Stromzähler	2	Stck.	800 €	1.600 €	15 a	125 €/a
430	Ab- und Umluftinstallation	2	Stck.	2.500 €	5.000 €	10 a	557 €/a
410	Anbindung Gasleitung	2	Stck.	-	- €	15 a	0 €/a
420	hydraul. Einbindung (mit Sicherheitseinricht.)	2	Stck.	-	4.000 €	20 a	245 €/a
420	Kaminanlage mit Schalldämpfer , z.T. geschweißt	2	Stck.	-	20.000 €	20 a	1.223 €/a
420	IB, Abschlussparametrierung und Probetrieb	1	psch.	4.000 €	4.000 €	10 a	445 €/a
450	Fernzugriff & Schnittstellen	1	psch.	2.700 €	2.700 €	15 a	210 €/a
KG techn. Anlagen: ∑ BHKW-Modul					356.000 €		38.164 €/a
320	Fundament BHKW-Anlage, Anpassung	4	m2	280 €/m2	1.120 €	30 a	50 €/a
430	Schalldämmkulissen Zu-/Abluft	2	Stck.	750 €	1.500 €	20 a	92 €/a
370	Erstellung Brandschotts	1	psch.	2.000 €	2.000 €	20 a	122 €/a
KG Baukonstruktion: ∑ Gebäudearbeiten					4.620 €		264 €/a
730	Planung, Gutachten, Genehmigung	20	%	6.485 €	129.700 €	20 a	7.932 €/a
-	Unvorhergesehenes	5	%	6.480 €	32.400 €	20 a	1.981 €/a
KG Baunebenkosten: ∑ Planung & Sonst.					162.100 €		9.914 €/a
-	BAFA Wärme-/ Kältespeicher	60	m³	250 €	-15.000 €	20 a	-917 €/a
à Zuschuss & Förderung					- 15.000 €		-917 €/a

Tabelle 16: Investitionskosten Variante II

DIN 276	Baugruppe/ Komponente	Menge	Einheit	EP	Ges.P	AfA (n)	K/a
213	Rückbau bestehender BHKW	2	Stck.	2.500 €	5.000 €	10 a	557 €/a
213	Rückbau Abgasanlage bis Kamin	1	psch.	1.500 €	1.500 €	20 a	92 €/a
213	Demontage Schaltanlage und Elektroinstallation	1	psch.	4.500 €	4.500 €	15 a	350 €/a
213	Demontage Anlagenteile	2.000	kg	4 €/kg	8.000 €	20 a	489 €/a
KG Herrichten: ∑ Abbruch/Rückbau					19.000 €		1.488 €/a
211	Baustelleneinrichtung	1	psch.	2.000 €/m³	2.000 €	20 a	122 €/a
330	Herrichten Fläche für Heizkraftwerk (Innenumbau)	1	psch.	2.500 €	2.500 €	25 a	128 €/a
KG Bauwerk: ∑ Heizkraftwerk					4.500 €		250 €/a
440	Elektroinstallation EZ (Material & Verlegung)	1	psch.	8.000 €	8.000 €	15 a	623 €/a
440	NSV EZ (Anschluss Pelletkessel, Verteilung EZ)	1	psch.	10.000 €	10.000 €	15 a	778 €/a
490	Not-Aus-Gruppe	1	Stck.	600 €	600 €	15 a	47 €/a
490	Brandmeldeanlage	1	Stck.	1.400 €	1.400 €	20 a	86 €/a
480	übergeord. Anlagenregelung EZ (Hardware)	1	Stck.	15.000 €	15.000 €	15 a	1.167 €/a
480	übergeord. Anlagenregelung EZ (Software)	1	Stck.	8.000 €	8.000 €	15 a	623 €/a
480	übergeord. Leittechnik (Aufschaltung)	1	Stck.	7.500 €	7.500 €	15 a	584 €/a
KG techn. Anlagen: ∑ Elektrotechnik					50.500 €	0 a	3.907 €/a
420	Messeinrichtung WMZ Gesamtanlage	1	Stck.	1.600 €	1.600 €	15 a	125 €/a
420	Messeinrichtung Temperatur	1	psch.	1.500 €	1.500 €	15 a	117 €/a
410	Nachspeisung & Wasseraufbereitung Erz.kreis	1	Stck.	2.500 €	2.500 €	15 a	195 €/a
410	Erstbefüllung nach VDI 2035 Blatt 2 (VE-Wasser)	1	psch.	1.500 €	1.500 €	15 a	117 €/a
410	Verrohrung Kondensat & Neutralisationsanlage	1	psch.	1.600 €	1.600 €	20 a	98 €/a
420	Systemtrennung	1	psch.	15.000 €	15.000 €	15 a	1.167 €/a
420	Druckhaltestation (pumpenregelte Station)	1	Stck.	7.500 €	7.500 €	20 a	459 €/a
420	Klappen / Schmutzfänger / Entlüftung	1	psch.	5.000 €	5.000 €	15 a	389 €/a
420	Pumpen und Ventile	1	psch.	8.000 €	8.000 €	15 a	623 €/a
420	Ausdehngefäße / Sicherheitseinrichtungen	1	psch.	1.000 €	1.000 €	15 a	78 €/a
420	Pufferspeicher (Außenaufstellung)	10	m³	1320 €/m³	13.200 €	20 a	807 €/a
420	Rohrleitungsbau Wärmeschiene, Pufferspeicher	1	psch.	3.500 €	3.500 €	20 a	214 €/a
420	Wärmeisolierung	1	psch.	5.000 €	5.000 €	20 a	306 €/a
KG techn. Anlagen: ∑ Anlagenbau					68.000 €		4.771 €/a
420	Pelletkessel	1	Stck.	22.750 €	22.750 €	10 a	2.533 €/a
420	Förderschnecke, Kanal und Rührwerk	1	Stck.	5.000 €	5.000 €	10 a	557 €/a
420	Ascheaustragung	1	Stck.	3.000 €	3.000 €	10 a	334 €/a
420	Lageraum mit Zubehör	1	Stck.	5.000 €	5.000 €	15 a	389 €/a
420	Messeinrichtung WMZ	1	Stck.	1.100 €	1.100 €	15 a	86 €/a
420	Rücklaufanhebung	1	Stck.	2.500 €	2.500 €	10 a	278 €/a
420	hydraul. Einbindung (mit Sicherheitseinricht.)	1	psch.	5.000 €	5.000 €	20 a	306 €/a
420	Kaminanlage mit Abgasventilator und Regelung	1	psch.	12.000 €	12.000 €	20 a	734 €/a
450	Schnittstellen	1	psch.	1.000 €	1.000 €	15 a	78 €/a
420	Montage und Inbetriebnahme	1	Stck.	4.250 €	4.250 €	15 a	331 €/a
KG techn. Anlagen: ∑ Holzkesselanlage					62.000 €		5.625 €/a
320	Fundament Holzkessel, einschl. Schallentkopplung	10	m²	280 €/m²	2.800 €	30 a	125 €/a
430	Schalldämmkulissen Zu-/Abluft	2	Stck.	750 €	1.500 €	20 a	92 €/a
370	Erstellung Brandschotts	1	psch.	2.000 €	2.000 €	20 a	122 €/a
KG Baukonstruktion: ∑ Gebäudearbeiten					6.300 €		339 €/a
730	Planung, Gutachten, Genehmigung	24	%	2.104 €	50.500 €	20 a	3.088 €/a
-	Unvorhergesehenes	5	%	2.100 €	10.500 €	20 a	642 €/a
KG Baunebenkosten: ∑ Planung & Sonst.					61.000 €		3.731 €/a
-	BAFA Wärme-/ Kältespeicher	10	m³	250 €	-2.500 €	20 a	-153 €/a
à Zuschuss & Förderung					- 2.500 €		-153 €/a

Anhang C Hinweis zur Berechnungsgrundlage

Für die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Informationen wurden Anfragen an Hersteller, Angaben vom Auftraggeber und Erfahrungswerte verwendet. Die Daten wurden sorgfältig ausgewählt und geprüft. Die daraus resultierenden Schlüsse zeigen trotz sorgfältiger Prüfung und Auswahl der Daten ein Ergebnis, welches durch Änderungen/Anpassungen verschiedener Parameter zu einem deutlich anderen Resultat führen kann.

Der Auftraggeber dieser Studie verpflichtet sich daher die dieser Studie zugrunde gelegten Parameter, Annahmen und Ergebnisse zu prüfen und auf Plausibilität zu kontrollieren.

Eine Haftung des Ingenieurbüros Ganssloser für Schäden, insbesondere finanzieller Art, welche durch Entscheidungen aufgrund dieser Studie entstehen, kann nicht übernommen werden und ist ausgeschlossen.

Anhang D Hinweis zur Rechtsberatung

Aufgrund der komplizierten Thematik und der weitreichenden Konsequenzen dürfen nach dem Rechtsberatungsgesetz konkrete Rechtsfragen in erster Linie nur von zugelassenen und somit versicherten Anwälten beantwortet werden. Dies gilt insbesondere auch für solche Rechtsfragen, die durch Bundesrecht oder Recht der Europäischen Gemeinschaften geregelte Steuern und Vergütungen betreffen.

Das Ingenieurbüro Ganssloser erarbeitet daher im Auftrag nur Grundlagen und Zusammenhänge zu Gesetzen und Steuern. Die in diesem Zusammenhang angestellten Interpretationen und Auslegungen sind eine Sichtweise des Ingenieurbüros Ganssloser und stellen in diesem Sinne keine Rechtsberatungen dar.

Anhang E Hinweis zur Steuerberatung

Da sich insbesondere im Bereich des Steuerrechts komplizierte Zusammenhänge ergeben, können diese nur durch einen Steuerberater ermittelt und zu belastbaren Aussagen zusammen gefasst werden. Das Ingenieurbüro Ganssloser erarbeitet daher im Auftrag nur Grundlagen und Zusammenhänge zu Gesetzen und Steuern. Die in diesem Zusammenhang angestellten Interpretationen und Auslegungen sind eine Sichtweise des Ingenieurbüros Ganssloser und stellen in diesem Sinne keine Steuerberatungen dar.