PSB-Technik GmbH
Ingenieurbüro für
technische Gebäudeausrüstung

Konzept der Wärmeerzeugung
Staatliche Realschule Abensberg



Auftraggeber: **Landratsamt Kelheim**

Erstellt von: **Lara Stich, Michael Wodarozyk,**
Karl Bergbauer
Ingenieurbüro PSB-Technik GmbH

Erstellt am: **10.06.2026**

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 3
2 Wärmeerzeugung im Bestand - Heizlasten 4
3 Variantenvergleich 6
3.1 Variante 1 – 2x Pelletkessel 7
3.2 Variante 2 – 1x Pelletkessel in Kombination mit 1x Wärmepumpe 9
3.3 Variante 3 – 2x Wärmepumpe Niedertemperatursystem + 2x Wärmepumpe höheres Temperatursystem 11
4 Vor- und Nachteile der Varianten 13
5 Grobkostenschätzung ohne Nebenkosten 15
6 Überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 16
7 Fazit 17

1 Aufgabenstellung

Die staatliche Realschule Abensberg wird in vier Bauabschnitten umfassend saniert und erweitert.
Im ersten Bauabschnitt erfolgt die Aufstockung des Bestandsgebäudes im Innenhof.
Der zweite Bauabschnitt umfasst den Neubau in südlicher und östlicher Richtung. Dabei wird der bestehende Modulbau im Osten um zwei zusätzliche Geschosse überbaut. In diesem Bauabschnitt wird zudem die neue Wärmeversorgung für das gesamte Schulareal errichtet. Erst nach deren Inbetriebnahme kann die alte Heizzentrale teilweise zurückgebaut werden.
Der dritte und vierte Bauabschnitt beinhaltet die Generalsanierung der Innenräume im Bestandsgebäude. Nach Abschluss dieser Arbeiten soll der bestehende südliche Anbau abgebrochen werden.

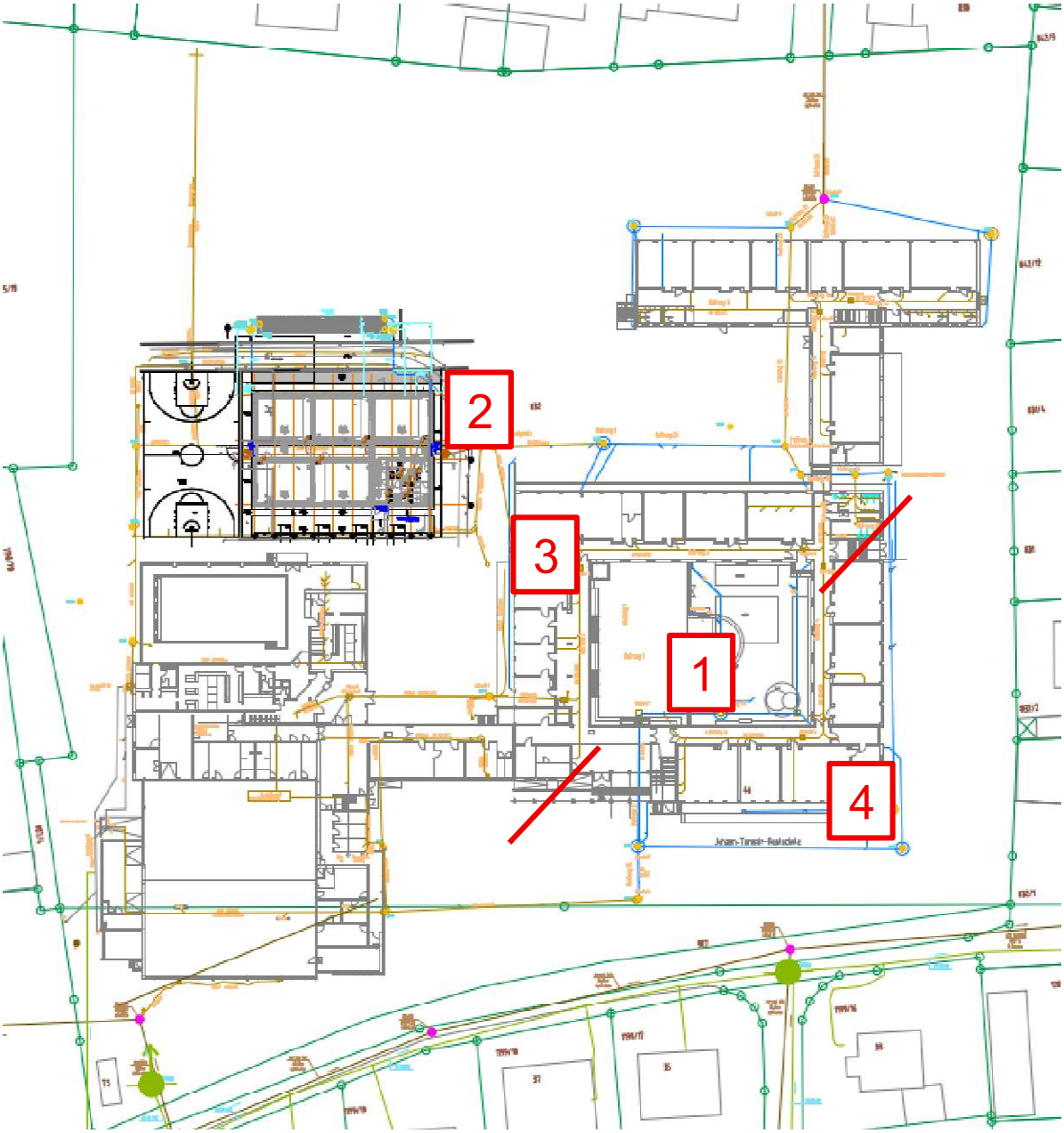


Abbildung 1: Lageplan

2 Wärmeerzeugung im Bestand - Heizlasten

Die Heizzentrale liegt im UG im nordöstlichen Bereich des Bestandsgebäudes. Darin befinden sich zwei Kessel des Herstellers Viessmann mit je 460 kW, ein Niedertemperatur-Heizkessel und ein Gas-Brennwertkessel. Von dort aus werden aktuell alle vorhandenen Gebäudeteile des Areals versorgt. Die Lehrschwimmhalle und die Sporthalle werden über eine separate Zuleitung zwischen dem Heizraum und den beiden Gebäudeteilen mitversorgt.

Es folgt eine Aufstellung der derzeit zu erwartenden Heizlasten der einzelnen Gebäudeteile inklusive der neuen zusätzlichen Bauteile:

Gebäudeteil	VL/RL	Heizlast
	°C	kW
Lehrschwimmhalle	70/50	375
Sporthalle	70/50	90
Staatliche Realschule Modulgebäude EG	40/30	15
Staatliche Realschule BA1 Aula und Klassenzimmer Innenhof	40/30	80
Staatliche Realschule BA2 Erweiterung	40/30	158
Staatliche Realschule BA3+4 Generalsanierung des Bestands	40/30	184
Heizlast Niedertemperatursystem		437
Heizlast höheres Temperatursystem		465
Gesamte Heizlast		**902**

Tabelle 1: Heizlasten der einzelnen Gebäudeteile je nach der Vorlauftemperaturanwendung

Im Rahmen des Neubaus sowie der energetischen Sanierung des Bestandsgebäudes erfolgt aus Effizienzgründen eine Umstellung der Wärmeversorgung auf ein Niedertemperatursystem mit üblicher Vorlauftemperatur für Flächenheizungen (Fußbodenheizung) in allen neuen und generalsanierten Räumlichkeiten. Für die RLT-Anlagen im Bestand, die Lehrschwimmhalle sowie für die Warmwasserbereitung wird das vorhandene höhere Temperaturniveau nicht verändert.

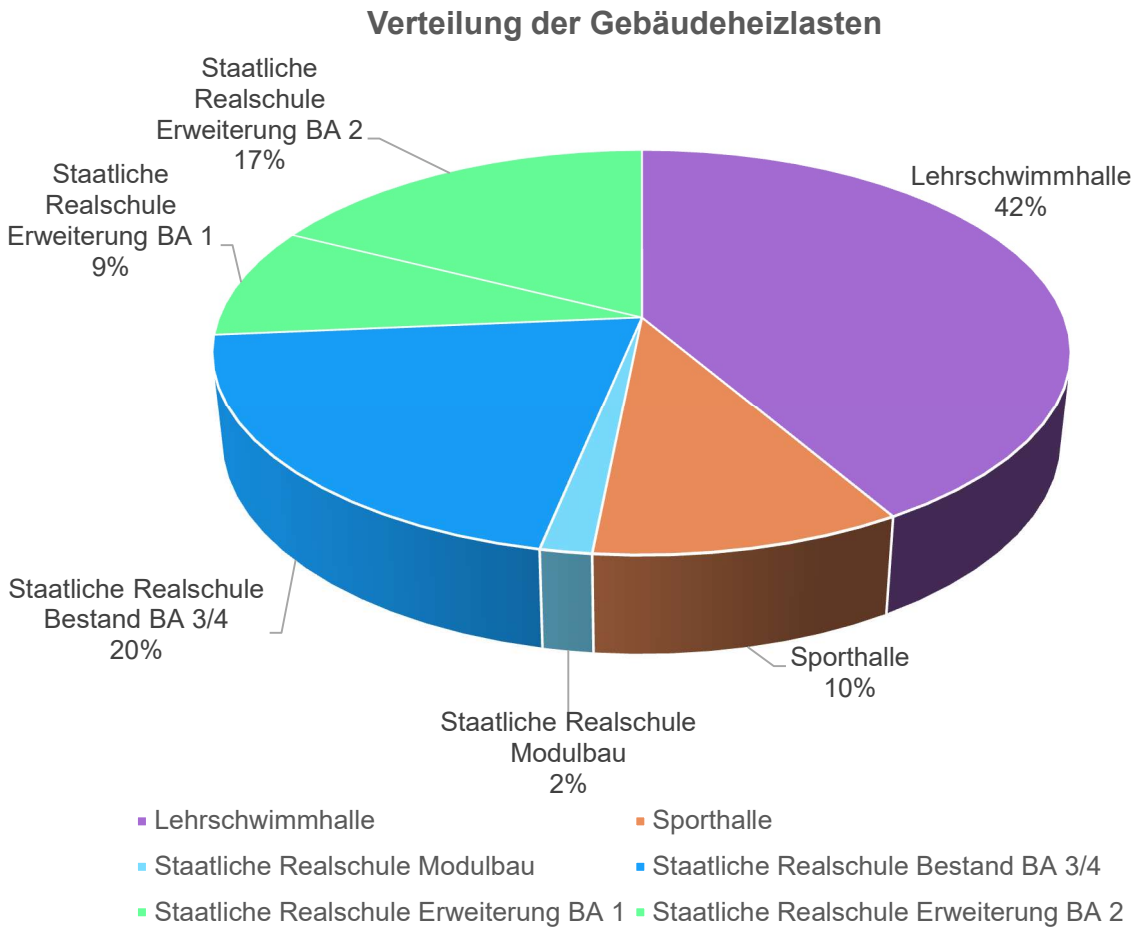


Abbildung 2: Verteilung der Gebäudeheizlasten

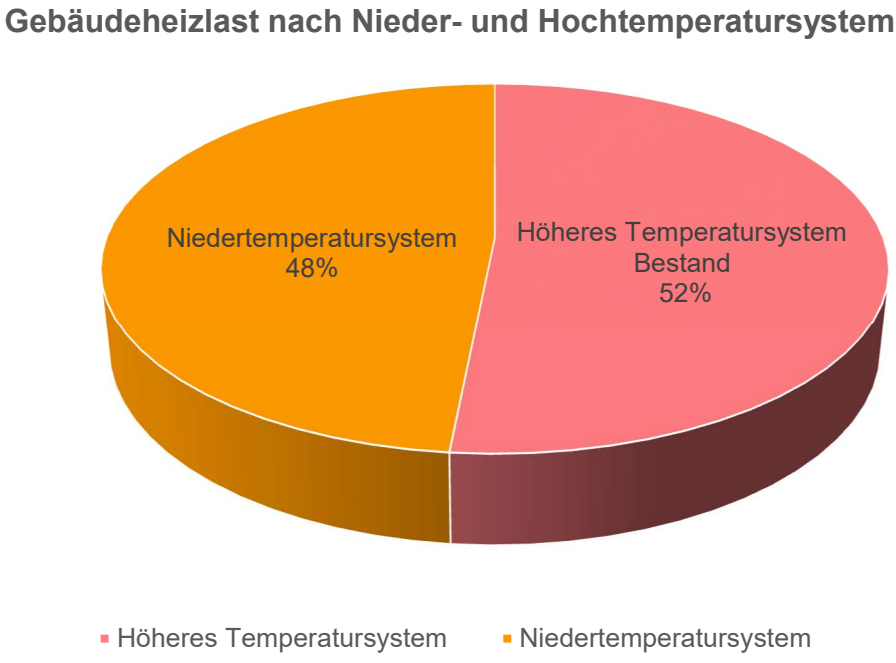


Abbildung 3: Gebäudeheizlast nach Nieder- und höherem Temperatursystem

3 Variantenvergleich

Für die Bewertung der möglichen Wärmeversorgungssysteme wurde ein Variantenvergleich durchgeführt. Hierzu wurden drei Versorgungsvarianten anhand technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Kriterien systematisch analysiert. Ziel des Variantenvergleichs ist die Ermittlung einer unter den gegebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich vertretbaren und nachhaltigen Lösung für die Wärmeversorgung.

Eine Wärmeerzeugung mit Hackschnitzel weist hier mehrere Einschränkungen auf. Die Anlieferung und Lagerbewirtschaftung der Holzhackschnitzel gestalten sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten vergleichsweise aufwendig und schwierig. Die geringe Rangier- und Bewegungsfläche zwischen der zukünftigen Heizzentrale und der Grundstücksgrenze sowie der vorhandene Baumbestand erschweren die Zufahrt und das Manövrieren von Lieferfahrzeugen. Dadurch sind sowohl die regelmäßige Brennstoffanlieferung als auch das Abkippen und Verteilen der Hackschnitzel im Lager eingeschränkt. Außerdem wäre im Betrieb mit einer erhöhten Lärmbelastung zu rechnen. Im Vergleich zur Pelletanlage entsteht ein deutlich höheres Geräuschniveau sowohl bei der Brennstofflogistik als auch im Anlagenbetrieb. Dies betrifft insbesondere die Austragung der Hackschnitzel über Schubboden- oder Fördersysteme sowie die Einbringung des Brennstoffs in das Lager. Hackschnitzel werden in der Regel lose angeliefert und müssen vor Ort mittels Radlader oder ähnlicher Geräte verteilt werden.
Die Förder- und Austragungssysteme der Hackschnitzelheizung müssen regelmäßig kontrolliert und gewartet werden, da es je nach Brennstoffqualität zu Störungen wie Blockaden durch Steine, Brückenbildung oder ungleichmäßiger Zuführung kommen kann. Die Anlagen reagieren empfindlich auf Schwankungen in Feuchte und Korngröße des Brennstoffs, was den Regelungs- und Überwachungsaufwand erhöht. Es fallen tägliche Reinigungs- und Wartungsarbeiten an, insbesondere im Bereich des Brennraumes und der Fördereinrichtungen. Insgesamt ergibt sich dadurch ein höherer Bedien- und Instandhaltungsaufwand im Vergleich zu automatisierten Pelletanlagen. Daher wurde eine Holzhackschnitzelanlage für diesen Standort nicht weiterverfolgt.

3.1 Variante 1 – 2x Pelletkessel



Abbildung 4: Variante 1 – Darstellung 2x Pelletkessel

Bei Variante 1 wurde in Abstimmung mit dem Bauherrn und der Architektur in Verlängerung an den Neubau Richtung Osten die neue Heizzentrale mit Brennstofflager vorgesehen. Diese umfasst zwei Pelletkessel mit insgesamt ca. 950 kW, zwei Pufferspeicher mit je ca. 15 m³ Wasserinhalt und das Pelletlager selbst.

Heizlast Niedertemperatursystem	< 45 °C	437	2x Pelletkessel
Heizlast höheres Temperatursystem	> 45 °C	465	

Tabelle 2: Variante 1 - Gesamtheizlast der Verbraucher nach Temperaturniveau

An der Fassade Richtung Süden wird zudem ein Sektionaltor für die Einbringung der technischen Anlagen eingeplant. Die lichte Höhe der Heizzentrale muss mindestens ca. 6,25 m aufweisen. Darüber kann die RLT-Zentrale zur Versorgung des Neubaus errichtet werden. Von der neuen Heizzentrale soll eine Nahwärmeleitung Richtung Nord-Westen zum Bestandsgebäude führen. Die Systemtrennung in Nieder- und höhere Temperatur erfolgt in der bestehenden Heizzentrale nach der Demontage der bestehenden Heizkessel. Von der bestehenden Heizzentrale aus erfolgt die gesamte Wärmeverteilung zu den jeweiligen Verbrauchern. Die bestehende Wärmeverteilung zur Lehrschwimmhalle kann weiter genutzt werden und die höhere Temperatur bereitstellen. Das niedrigere Temperaturniveau wird in der bestehenden Heizzentrale reguliert und versorgt die Verbraucher mit Niedertemperatur in allen neuen und sanierten Gebäudeteilen. Der bestehende Modulbau wird ebenfalls weiterhin aus der Unterverteilung der Lehrschwimmhalle mit Wärme versorgt.
Eine Temperierung in den Sommermonaten ist in dieser Variante nicht möglich.

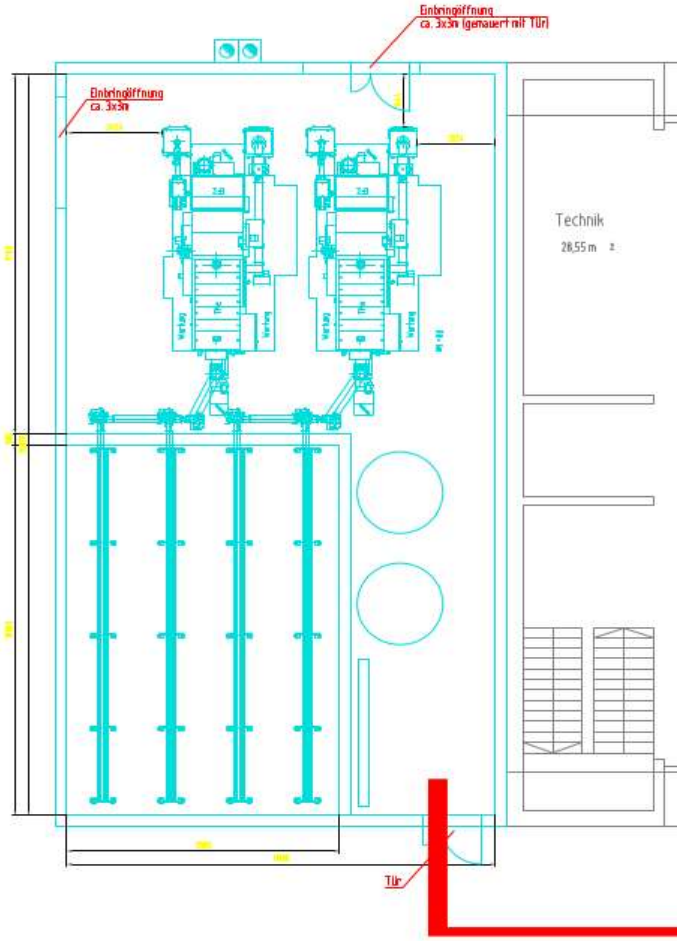


Abbildung 5: Variante 1 – 2x Pelletkessel

3.2 Variante 2 – 1x Pelletkessel in Kombination mit 1x Wärmepumpe



Abbildung 6: Variante 2 – Darstellung 1x Pelletkessel in Kombination mit 1x Wärmepumpe

Bei Variante 2 wird die Heizzentrale ebenso in Verlängerung des Neubaus Richtung Osten erbaut. In dieser Variante fällt die Heizzentrale etwas kleiner aus, da nur ein Pelletkessel und ein Pufferspeicher darin installiert werden. Der Gebäudeteil wird ebenso für die Raumlufttechnik im oberen Geschoss genutzt. Durch die bereits erläuterte Systemtrennung in einen Niedertemperatur- und einen höheren Temperaturverbund ergibt sich ein zweistufiger Wärmeerzeugungsbetrieb. Das Niedertemperatursystem umfasst dabei sämtliche Wärmeverbraucher, die mit üblichen Vorlauftemperaturen < 45°C für Flächenheizungen betrieben werden können, während das höhere Temperatursystem Verbraucher mit erhöhten Vorlauftemperaturen (Lehrschwimmhalle mit Sporthalle) versorgt.

Die Heizlasten der beiden Temperaturbereiche stellen sich wie folgt dar:

Heizlast Niedertemperatursystem	< 45 °C	437	1x Luft/Wasser-Wärmepumpe
Heizlast höheres Temperatursystem	> 45 °C	465	1x Pelletkessel

Tabelle 3: Variante 2 - Gesamtheizlast der Verbraucher nach Temperaturniveau

<u>Wärmeerzeugung Niedertemperatursystem (< 45 °C)</u>

Die Niedertemperatur-Wärmepumpen werden als Luft/Wasser-Wärmepumpen ausgeführt und im Außenbereich installiert. Sie nutzen die Umgebungsluft als regenerative Wärmequelle und erzeugen ein mittleres Temperaturniveau, das im Bereich der Vorlauftemperaturen der Fußbodenheizung liegt. Die Ausführung der Wärmepumpe für die Verbraucher mit einer Vorlauftemperatur < 45 °C erfolgt als Luft/Wasser-Wärmepumpe in Außenaufstellung. Um eine Redundanz zu erreichen, wird die Heizlast des Niedertemperaturbereichs, also 437 kW, auf zwei Wärmepumpen aufgeteilt. Nach dem aktuellem Planungsstand sollen diese Aggregate außen unmittelbar an die neue Heizzentrale angrenzend (laut Schallschutzgutachten) positioniert werden. Die hierfür erforderliche elektrische Einspeiseleistung beträgt für die von uns gewählte Wärmepumpenbauart im Auslegungsbetriebspunkt etwa 190 kW, bei einer maximalen Anlauf-

Stromaufnahme der Wärmepumpe von etwa 630 A. Hierfür ist der Ausbau der bestehenden Trafostation erforderlich.

Hydraulisch werden die Wärmepumpen entsprechend ihrem Temperaturniveau im unteren Bereich eines Pufferspeichers eingebunden. Die Versorgung der Niedertemperaturverbraucher erfolgt dann aus diesem unteren Speichersegment, wodurch eine effiziente Anpassung der Vorlauftemperaturen an das jeweilige Anforderungsniveau gewährleistet wird. Die Wärmeverteilung zu den angeschlossenen Verbrauchern erfolgt über ein neu zu errichtendes Verteilersystem, das auf getrennten Temperaturniveaus abgestimmt ausgeführt wird.

Für die geforderte Wärmeleistung von 465 kW ist wegen der Anforderungen an die Betriebs- und Regelstabilität ein Pufferspeichervolumen von 20 m³ vorzusehen.

Der neue Pufferspeicher sollte folgende Mindestgröße besitzen:

Anteil Puffervolumen für den Pelletkessel	15	m³
Anteil Luft/Wasser-Wärmepumpe	5	m³

Tabelle 4: Variante 2 - Schichtenspeicher

Aus Effizienz- und Regelungsgesichtspunkten sind beide Wärmeerzeugersysteme hydraulisch getrennt zu betreiben. Zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit ist im weiteren Planungsverlauf eine wechselseitige Notverbundmöglichkeit (Notspeisung) vorzusehen, die im Störfall den Betrieb des verbleibenden Wärmeerzeugers für das gesamte Heizungsnetz gewährleistet und somit ein Auskühlen der Räumlichkeiten verhindert.

Eine Temperierung in den Sommermonaten ist in dieser Variante möglich und zudem besteht die verbesserte Möglichkeit der Eigenstromnutzung der PV-Anlage.

3.3 Variante 3 – 2x Wärmepumpe Niedertemperatursystem + 2x Wärmepumpe höheres Temperatursystem



Abbildung 7: Variante 3 – Darstellung 2x Wärmepumpe Niedertemperatursystem + 2x Wärmepumpe höheres Temperatursystem

Die Variante 3 sieht ein reines Wärmepumpensystem für die Gebäudebeheizung vor. Die Luft/Wasser-Wärmepumpen (Außenaufstellung gemäß Schallschutzgutachten) werden aus Effizienzgründen mit Wasser/ Wasser-Wärmepumpen (Innenaufstellung) kombiniert. Die Fläche der Heizzentrale könnte in dieser Variante deutlich reduziert werden. Dabei wird ein zweistufiges Temperaturniveau realisiert. Das Gesamtsystem gliedert sich wie folgt:

Heizlast Niedertemperatursystem	< 45 °C	437	2x Luft/Wasser-Wärmepumpe
Heizlast höheres Temperatursystem	> 45 °C	465	2x Wasser/Wasser-Wärmepumpe

Tabelle 5: Variante 3 - Gesamtheizlast der Verbraucher nach Temperaturniveau

<u>Wärmeerzeugung Niedertemperatursystem (< 45 °C)</u>

Die Niedertemperatur-Wärmepumpen werden als Luft/Wasser-Wärmepumpen ausgeführt und im Außenbereich installiert. Sie nutzen die Umgebungsluft als regenerative Wärmequelle und erzeugen ein mittleres Temperaturniveau, das im Bereich der Vorlauftemperaturen der Fußbodenheizung liegt. Die erforderliche Erzeugungsleistung der 1. Wärmepumpenstufe beträgt ca. 780 kW. Beide Luft/Wasser-Wärmepumpen speisen in einen gemeinsamen Pufferspeicher ein, der gleichzeitig als hydraulische Weiche fungiert.

Von dort werden:

- die Heizkreise des Niedertemperatursystems direkt versorgt.
- die erforderlichen Wärmemengen für die Wärmepumpe mit höherem Temperaturniveau bereitgestellt.

<u>Wärmeerzeugung höheres Temperatursystem (< 75 °C)</u>

Für die Bereitstellung der höheren Vorlauftemperaturen wird das von den Luft/Wasser-Niedertemperatur-Wärmepumpen (COP <3,7) bereitgestellte Temperaturniveau genutzt und mit sehr effizienten Wasser/Wasser-Wärmepumpen (COP >4,5) weiter angehoben. Die

Wasser/Wasser-Wärmepumpen werden im Innenbereich installiert, wodurch keine besonderen Frostschutzanforderungen bestehen.

Im Betrieb der Wärmepumpen mit höherem Temperatursystem gelten:

- 1. Stufe: Es wird eine Heizleistung von mindestens ca. 180 kW bereitgestellt, bei einer maximalen Heizvorlauftemperatur von 45°C.
- 2. Stufe: Die erzeugte Heizwärme wird auf eine Vorlauftemperatur von 70 °C angehoben.
- Durch einen zusätzlichen Energieeinsatz von 50 kW erhöht sich die nutzbare Heizwärme der Wärmepumpe mit höherem Temperatursystem bei 70 °C entsprechend.

<u>Gesamtes Wärmepumpensystem</u>

Die jeweils erforderliche elektrische Einspeiseleistung beträgt:

1. Wärmepumpenstufe – 2 Luft/Wasser-Wärmepumpen für Außenaufstellung
   (1) Elektrische Nennleistungsaufnahmeleistung je Wärmepumpe: 262 kW, bei einer maximalen Stromaufnahme von 550 A.
   (2) Leistungsaufnahme im Betriebspunkt: ca. 146 kW
2. Wärmepumpenstufe – 2 Wasser/Wasser-Wärmepumpen für Innenaufstellung
   (3) Elektrische Nennleistungsaufnahmeleistung je Wärmepumpe: 75 kW, bei einer maximalen Stromaufnahme von 258 A.
   (4) Leistungsaufnahme im Betriebspunkt: ca. 50 kW

Für den Betrieb ist der Ausbau der bestehenden Trafostation notwendig.

Es folgt eine schematische Darstellung der Funktionsweise:

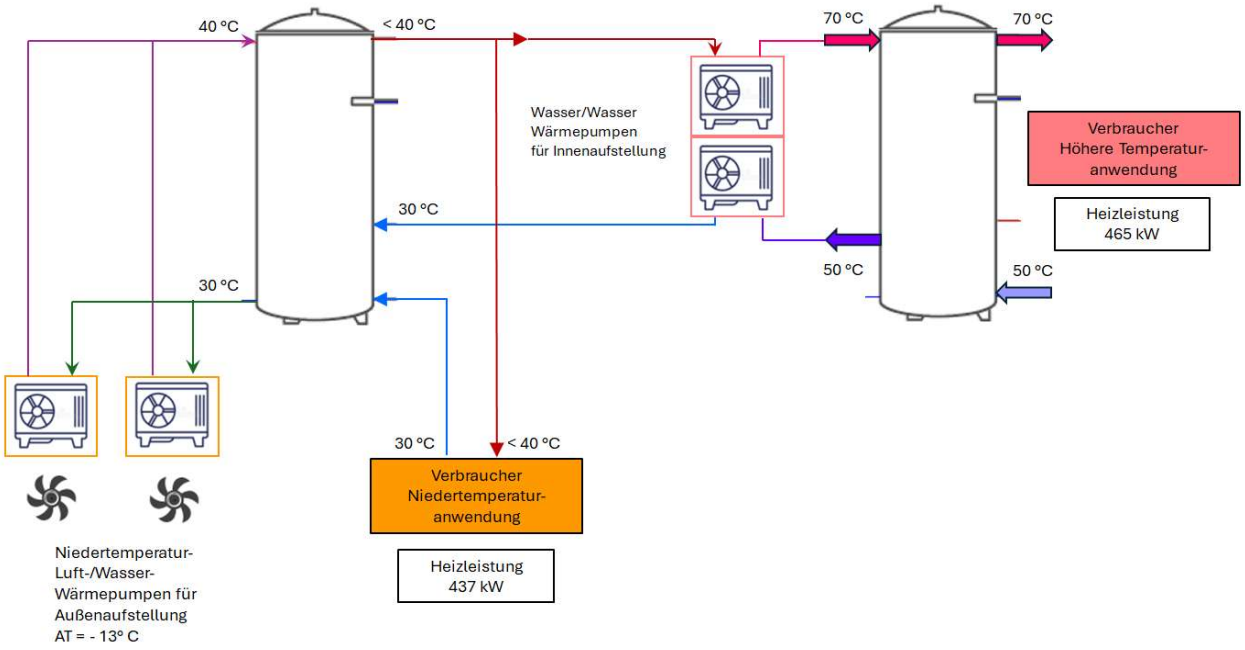


Abbildung 8: Variante 3 – Schematische Darstellung der Wärmepumpenlösung

Eine Temperierung in den Sommermonaten ist in dieser Variante möglich und zudem besteht die verbesserte Möglichkeit der Eigenstromnutzung der PV-Anlage.

4 Vor- und Nachteile der Varianten

	Variante 1 2x Pelletkessel	Variante 2 1x Pelletkessel in Kombination mit Wärmepumpe	Variante 3 Wärmepumpenlösung
Investitionskosten	niedrig zwei Kessel	mittel zwei unterschiedliche Systeme	hoch natürliche Kältemittel, Größe, Schallschutz
Energiekosten Zusatznutzen:	mittel abhängig von Pelletpreisen	niedrig bis mittel abhängig von Strom- und Pelletpreisen Eigenstromerzeugung durch PV-Anlage (Wärmepumpen)	niedrig bis mittel abhängig von Strompreisen Eigenstromerzeugung durch PV-Anlage (Wärmepumpen)
Schallemission	mittel nur bei Brennstofflieferung	hoch Schalldämmmaß-nahmen notw.	hoch Schalldämmmaß-nahmen notw.
Wartungsaufwand	hoch zwei Kessel	mittel zwei Systeme	niedrig
Bedienaufwand	hoch Ascheentleerung, Reinigung, Anlieferung Brennstoff	hoch zwei Systeme, Ascheentleerung, Reinigung, Anlieferung Brennstoff	niedrig
Technik	Keine Temperierung Keine Trafostation	Temperierung möglich Trafostation notwendig	Temperierung möglich Trafostation notwendig

Tabelle 6: Vor- und Nachteile der Varianten

Für die Bewertung der drei untersuchten Wärmeversorgungsvarianten wurden die Investitionskosten, die Energiekosten, die Schallemissionen, der Wartungs- und Bedienaufwand sowie die Technik betrachtet.

Die Varianten weisen im Bereich der Energiekosten insgesamt ähnliche Niveaus auf, wobei diese natürlich von den jeweiligen Energiepreisentwicklungen abhängig sind. Während bei den Biomassevarianten der Pelletpreis entscheidend ist, werden die Kosten der Wärmepumpenlösungen durch den Strompreis, bzw. auch durch die Eigenerzeugung von Photovoltaikstrom, bestimmt.
Die Investitionskosten unterscheiden sich hingegen deutlich. Eine wirtschaftliche Angleichung der Varianten ist mittelfristig möglich, wenn sich das Verhältnis zwischen Strom- und Pelletpreisen zugunsten des Stroms verändert.
Ein wesentlicher Vorteil der Varianten 2 und 3 (Einsatz von Wärmepumpen) liegt in der Nutzung des Eigenstroms aus der PV-Anlage auf dem Dach der staatlichen Realschule. Die

Wärmepumpen können damit im Zeitraum von etwa Mitte Februar bis Ende Oktober weitgehend mit selbst erzeugtem Solarstrom betrieben werden. Für die Lehrschwimmhalle, die bis Mitte Mai in Betrieb ist, ergibt sich zusätzlich der Vorteil, dass das erforderliche höhere Temperaturniveau bis auf den Zeitraum von Mitte Februar bis Mitte Mai ebenfalls teilweise durch Eigenstrom abgedeckt werden kann. Dadurch kann der Netzstrombezug entsprechend reduziert werden.

In Bezug auf die Redundanz bieten alle Varianten ähnliche Versorgungssicherheiten. Es sind jeweils zwei parallele Systeme einzuplanen.

Bei den Schallemissionen zeigt Variante 1 überwiegend geringe Auswirkungen im Betrieb, wobei Geräusche hauptsächlich bei der Brennstoffanlieferung auftreten. Varianten 2 und 3 können hingegen höhere Geräuschkulissen aufweisen, wobei im ungünstigen Fall Immissionswerte im Bereich von über 35 dB(A) nachts erreicht werden können die mit zusätzlichen Schallschutz-maßnahmen (gemäß Schallschutzgutachten) reduziert werden müssen.

Der Wartungsaufwand ist bei Variante 1 aufgrund der zwei Kesselanlagen am höchsten. Variante 2 liegt im mittleren Bereich, da zwei unterschiedliche Systeme betrieben werden müssen. Variante 3 weist den geringsten Wartungsaufwand auf, da sie auf ein System mit wenigen Verschleißteilen beschränkt ist.

Variante 1 erfordert hohen Bedienaufwand. Dazu zählen die regelmäßige Ascheentleerung, Unterhalt der Kessel und des Pelletlagers, die Kaminreinigung sowie die Brennstoffanlieferung. Variante 2 ist durch den parallelen Betrieb zweier Systeme besonders aufwendig. Variante 3 ist im Vergleich deutlich einfacher im Betrieb, da keine Brennstofflogistik erforderlich ist und die Anlagen automatisch laufen.

5 Grobkostenschätzung ohne Nebenkosten

Die Kosten beziehen sich ausschließlich auf die Wärmeerzeugung.

Variante 1	**2x Pelletkessel**	Ges. brutto
	2x Pelletkessel	380.800 €
	Pelletlager	35.700 €
	Pufferspeicher	29.750 €
	Kaminanlage	95.200 €
	Heizzentrale	274.890 €
	Gesamt	**816.340 €**

Tabelle 7: Grobkosten Variante 1 – 2x Pelletkessel

Variante 2	**1x Pelletkessel in Kombination mit Wärmepumpe**	Ges. brutto
	1x Pelletkessel	190.400 €
	Pelletlager	32.130 €
	Pufferspeicher	29.750 €
	Kaminanlage	47.600 €
	Heizzentrale	247.401 €
	1x Luft/Wasser-Wärmepumpe Niedertemperatur < 45 °C	371.875 €
	Fundament für Schalleinhausung	16.065 €
	Schalleinhausung	135.660 €
	Trafostation	148.750 €
	Verkabelung zwischen Trafo und Wärmepumpen	41.650 €
	Baukostenzuschuss für größeren Hausanschluss	
	Gesamt	**1.261.281 €**

Tabelle 8: Grobkosten Variante 2 – 1x Pelletkessel in Kombination mit Wärmepumpe

Variante 3	**Wärmepumpenlösung**	Ges. brutto
	2x Luft/Wasser-Wärmepumpe Niedertemperatur < 45 °C	743.750 €
	2x Wasser/Wasser-Wärmepumpe höheres Temperaturniveau bis 70 °C	267.750 €
	Fundament für Schalleinhausung	23.800 €
	Schalleinhausung	202.300 €
	Trafostation	297.500 €
	Verkabelung zwischen Trafo und Wärmepumpen	83.300 €
	Baukostenzuschuss für größeren Hausanschluss	
	Gesamt	**1.618.400 €**

Tabelle 9: Grobkosten Variante 3 – Wärmepumpenlösung

6 Überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für den Vergleich der Varianten 1 bis 3 wurde eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. Als Basis der Berechnungen wurden folgende Parameter in Abstimmung mit dem Landkreis Kelheim zu Grunde gelegt:

- Energiekosten Strom pro kWh: ca. 0,2699 € /kWh brutto
- Energiekosten Pellet pro kWh: ca. 0,0730 € /kWh brutto
- Zinssatz: 3 %
- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- Energiekostensteigerung: 3%

Nach Vorgabe vom Architekturbüro Raith wurden folgende Förderbeträge hinterlegt:

- Variante 1: 200.000 € brutto
- Variante 2: 1.100.000 € brutto
- Variante 3: 1.100.000 € brutto

Annuität der Jahresgesamtzahlungen

KB	Bezeichnung	Kapital	Betrieb	Bedarf	Sonstige	Ausgaben	Erlöse	Gesamt	Differenz	
		[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[%]
1	Pelletkessel ohne Wärmepumpe	39702,08	69638,81	152132,97	0,00	261473,85	0,00	-261473,85	-87574	26
2	Pelletkessel mit Wärmepumpe	6196,31	72334,75	169105,18	0,00	247636,22	0,00	-247636,22	-101412	30
3	Wärmepumpenanlage	34557,07	88000,51	226490,01	0,00	349047,58	0,00	-349047,58	0	0

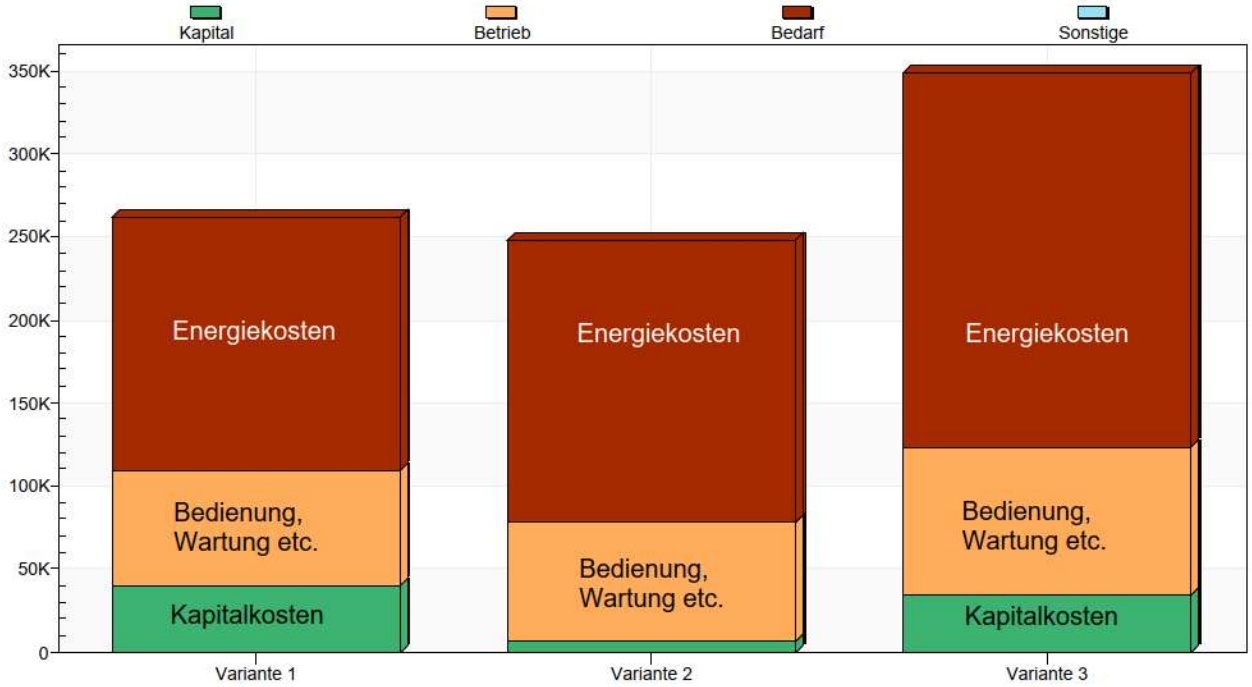


Abbildung 9: Überschlägige Wirtschaftlichkeit

7 Fazit

Eine fundierte Bewertung der Varianten kann nur im Rahmen eines detaillierten Energiekonzepts mit integraler Betrachtung von Erzeugung, Verbrauch, Eigenstromnutzung, sowie einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung geschaffen werden. Auf Grund der überschlägigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die Variante 2 voraussichtlich die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Variante.