

Gemeinde Würenlos

Machbarkeitsstudie Heizung Schulanlage Gemeinde Würenlos

Kurzbericht

Revision 0

8. August 2025

verfasst:

Dario Bischof



QS-Blatt

Auftraggeber: Gemeinde Würenlos
Bauverwaltung
Herr Markus Roth
Schulstrasse 26
5436 Würenlos
T: +41 56 436 87 52

Titel: Machbarkeitsstudie Heizung Schulanlage Gemeinde Würenlos

Dateiname: Gemeinde Würenlos_20250827_Bericht

Verteiler extern: Herr Markus Roth, per Mail
Herr Jürg Markwalder, per Mail

Verteiler intern: Dario Bischof
Niculin Bühler
Othmar Arnold

verfasst

geprüft

Revision 0:	14.07.2025	Dario Bischof Projektleiter	08.08.2025	Niculin Bühler Teamleiter
-------------	------------	--------------------------------	------------	------------------------------

Änderungen bei
letzter Revision:

Urheberrechte: Kein Teil des vorliegenden Dokumentes darf ohne ausdrückliche Genehmigung der Durena AG weiterverarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Urheberrechte an den Inhalten sind Eigentum der Durena AG.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Auslegungsgrundlagen und Randbedingungen	4
3	Ist-Situation	5
4	Variantenvergleich	8
	4.1 Holzsnitzelkessel	10
	4.2 Pelletkessel	13
	4.3 Grundwasser-Wärmepumpe	15
	4.4 Solarthermie auf Mehrzweckhalle	18
	4.5 Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage	18
5	Wirtschaftlichkeit	20
	5.1 Methodik	20
	5.2 Randbedingungen	20
	5.3 Investitionen Holzsnitzelkessel	21
	5.4 Investitionen Pelletkessel	22
	5.5 Investitionen Grundwasser-Wärmepumpe	23
	5.6 Wärmegestehungs- und Investitionskosten	24
	5.7 Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage	26
6	Beurteilung und Empfehlung	26

1 Einleitung

Ausgangslage	<p>Die Wärmeerzeugung der Schulanlage Würenlos erfolgt durch einen Ölkessel. Dieser ist mittlerweile in die Jahre gekommen und es ist auch schon zu Reparaturmassnahmen gekommen. Darum wurde die zukünftige Wärmeversorgung untersucht. Neben der zukünftigen Wärmequelle wurde bei der Heizungsdimensionierung auch die Möglichkeit berücksichtigt zwei weitere Liegenschaften der Gemeinde Würenlos (Betreibungsamt & Kindergarten Pfarrhaus) in den Verbund zu integrieren. Zusätzlich wurde eine Kurzbeurteilung zur zukünftigen Wärmeerzeugung des Feuerwehrdepots und der Zivilschutzanlage durchgeführt.</p> <p>Die Gemeinde Würenlos hat erste Abklärungen getroffen. Im Jahre 2019 wurde durch die Firma poly team eine Variantenstudie der zukünftigen Wärmeversorgung der Verwaltung und Schulanlage durchgeführt. Dabei wurde auch eine Machbarkeitsstudie für Grundwasser- oder Erdwärmenutzung durch die Firma Jäckli Geologie AG erstellt.</p>
Zielsetzung	<p>Das Ziel ist die Klärung der Machbarkeit einer Wärmeerzeugungserneuerung auf Basis Holzschnitzel, Pellets oder Grundwasser-Wärmepumpe und Aufzeigen der Wirtschaftlichkeit der Varianten.</p>

2 Auslegungsgrundlagen und Randbedingungen

Grundlagen	<p>Als Grundlagen dienen:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Besprechung vor Ort vom 31.01.25▪ Begehung vor Ort der Herren Jürg Markwalder, Niculin Bühler und Dario Bischof vom 11.04.25.▪ Besprechung vor Ort der Herren Jürg Markwalder, Niculin Bühler, Markus Roth und Dario Bischof vom 24.06.25.▪ Unterlagen von Jürg Markwalder<ul style="list-style-type: none">▪ Durchschnittlicher Ölverbrauch 2015 – 2024▪ Geschossflächen der Gebäude▪ E-Mail-Korrespondenz mit Jürg Markwalder vom 07.05. & 15.05.25<ul style="list-style-type: none">▪ Stand energetische Sanierung aller Gebäude▪ Anlieferungskonzept Heizöl▪ Unterlagen der Firma poly team<ul style="list-style-type: none">▪ Schulanlage MZH Heizungsschema detailliert 2019.pdf▪ Schulanlage MZH Bericht 2019.pdf▪ Unterlagen der Firma Jäckli Geologie<ul style="list-style-type: none">▪ Angebot für hydrogeologische Felduntersuchungen im Hinblick auf eine Grundwasser- oder Erdwärmenutzung▪ Onlinekarten Kanton Aargau: Agis
------------	--

3 Ist-Situation

Zentrale

Aktuell ist die Heizzentrale im UG1 der alten Turnhalle im Trakt B untergebracht. Die Wärmeversorgung für Heiz- und Brauchwarmwasserzwecke, wird durch einen Ölheizkessel sichergestellt. Als Redundanz steht ein zweiter Ölheizkessel zur Verfügung. Die Kessel wie auch der Brauchwarmwasserspeicher sind hydraulisch von der Heizverteilung durch einen Plattenwärmetauscher getrennt. Die Heizzentrale versorgt ebenfalls die angrenzenden Schulhäuser Ländli 1 und Ländli 2, sowie das Gemeindehaus A + B, die Mehrzweckhalle, das Schulhaus Feld und das alte Schulhaus. Zur Unterstützung der Heizung sind im Schulhaus Ländli 2, Gemeindehaus und im Schulhaus Feld dezentrale Elektroboiler für die Brauchwarmwasserproduktion im Einsatz. Im alten Schulhaus sorgt eine Wärmepumpenboiler für die Versorgung mit Brauchwarmwasser. Aufgrund des hohen Bedarfs an Brauchwarmwasser in der Mehrzweckhalle, die auch eine dreifach Turnhalle umfasst, sind dort zwei 1500-Liter-Speicher installiert.

Das Betriebsamt und der Kindergarten Pfarrhaus haben aktuell je einen eigenen Ölheizkessel im Einsatz. Der Kindergarten Feld wird über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe beheizt.

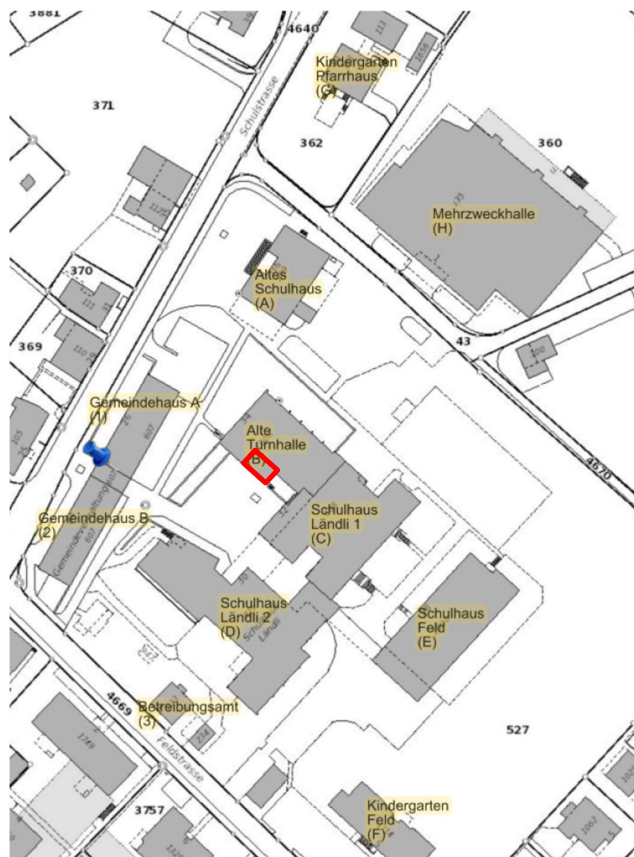


Abbildung 1: Übersichtsplan Schul- und Gemeindegebäude Würenlos mit Heizungsraum (rot)

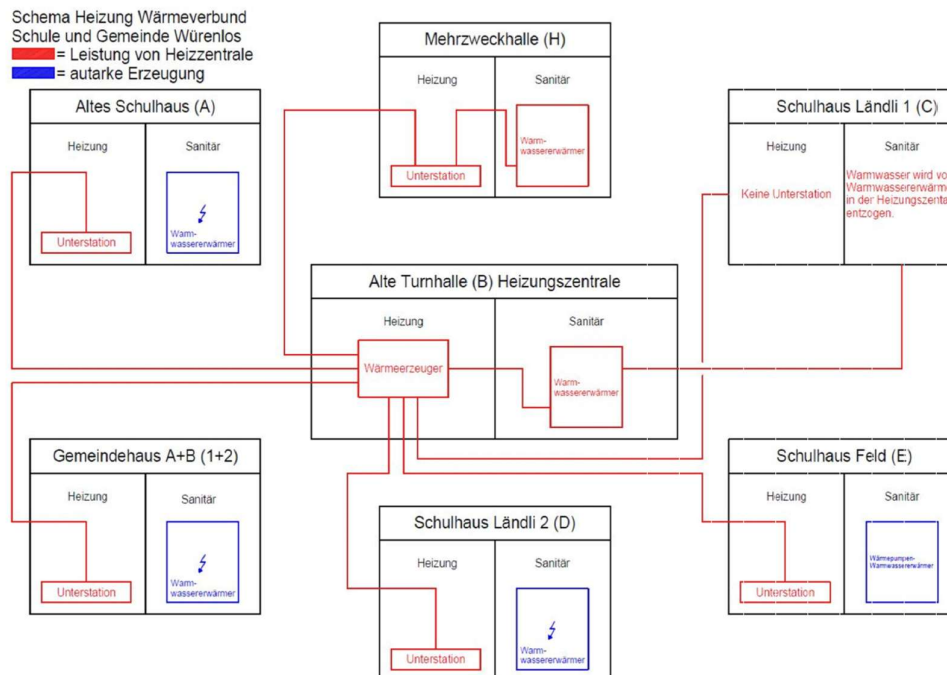


Abbildung 2: Schema Heizung Schul- und Gemeindegebäude Würenlos

Zustandsbeurteilung Heizgruppe	Die bestehenden Heizgruppen sind in die Jahre gekommen und weisen zunehmend Verschleisserscheinungen auf. Um einen zuverlässigen und effizienten Betrieb weiterhin zu gewährleisten werden die Heizgruppen im Rahmen des Wärmeerzeugersersatzes ebenfalls erneuert.
Zustandsbeurteilung Wärmeabgabe	Eine Sanierung der Wärmeabgabe ist nicht vorgesehen.
Zustandsbeurteilung Wärmeverteilung	Die Wärmeverteilung wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt, da im Falle einer Sanierung ohnehin Kosten entstehen, die unabhängig von der gewählten Variante und dem Standort der neuen Wärmeerzeugung anfallen.
Zustandsbeurteilung Fernleitung	Die Fernleitung, welche die Heizzentrale mit der Mehrzweckhalle verbindet, ist rund 40 Jahre alt. Es liegen keine Ausführungspläne vor, aus denen der genau Leitungsverlauf ersichtlich wäre. Laut Aussage von Jürg Markwalder beträgt der Temperaturverlust auf einer Rohrleitungslänge von ca. 55 Metern etwa 20K. Der hohe Temperaturverlust über eine so kurze Strecke entspricht nicht den Erfahrungen welche Durena im Einsatz von Fernwärmeleitungen gesammelt hat. Wir empfehlen den Temperaturverlust während der Heizperiode 25/26 zu prüfen.
Zustandsbeurteilung energetische Hüllen	Das Gemeindehaus A + B wurde im Jahr 2020 umfassend energetisch saniert. Die Mehrzweckhalle wurde 2009 erweitert und im Zuge dessen energetisch modernisiert. Aufgrund von baulichen Schäden erfolgt im Jahr 2025 eine

Erneuerung, wodurch auch die energetischen Standards nochmals verbessert werden. Das Schulhaus Feld ist ein neuer Bau (2013) und befindet sich hinsichtlich der Gebäudehülle in einem adäquaten Zustand. Die Schulhäuser Ländli 1 und Ländli 2 wurden in den letzten fünf Jahre jeweils im Dachbereich energetisch saniert. Beim alten Schulhaus beschränkt sich die bisherige Massnahme auf einen Fensteraustausch. Das Betriebsamt weist derzeit keine Sanierung auf und der Kindergarten Pfarrhaus wurde im Dachbereich optimiert.

Heizölbedarf

Für die Jahre 2015 bis 2024 liegt der durchschnittliche Heizölbedarf bei rund 100'000 Litern jährlich. Die Anlieferung des Heizöls erfolgt durch einen Tanklastwagen, der über den Zugang südöstlich zwischen dem Betriebsamt und dem Kindergarten Feld entlädt. Das Heizöl wird mittels Schlauchs über einen Schacht in den unterirdischen Tank gefüllt. Der Öltank befindet sich im UG1 des Schulhaus Ländli 2. Da sich die Heizzentrale nicht im alten Schulhaus befindet, muss eine Ölleitung vorhanden sein.

Zusätzlich werden etwa 2'300 Liter vom Betriebsamt sowie 3'800 Liter vom Pfarrhaus bezogen. Beide Gebäude verfügen über separate Ölheizkessel und Öltanks.

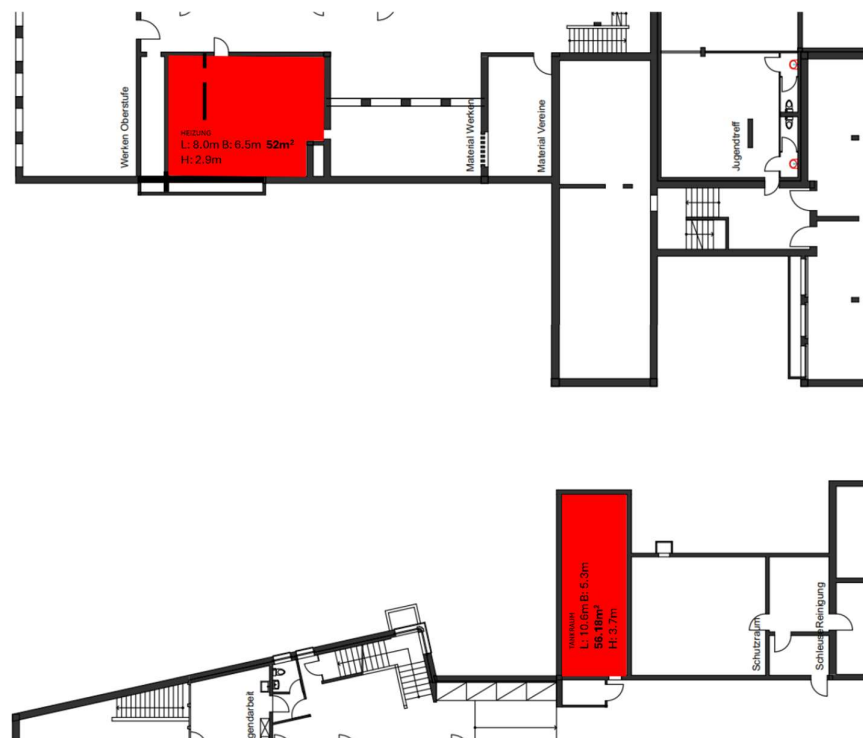


Abbildung 3: Aktueller Heizungsraum und Öltank (rot)

4 Variantenvergleich

Wärmeerzeugung

Die untersuchten Varianten, richten sich nach den Wünschen der Gemeinde und den lokalen Voraussetzungen. Sowohl eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als auch eine Erdsonden-Wärmepumpe wurden ausgeschlossen – erstere aufgrund des hohen Heizleistungsbedarfs, letztere wegen des erheblichen Flächenbedarfs für das notwendige Erdsondenfeld. Weiter ist kein Fernwärmeanschluss, aufgrund des Fehlens eines lokalen Netzes, möglich. Somit wurden folgende Varianten für die Wärmeerzeugung untersucht:

- Holzschnitzelkessel
- Pelletkessel
- Grundwasser-Wärmepumpe

Für die Wärmeerzeugung wurde folgendes untersucht:

- Ermittlung des Energie- und Leistungsbedarf
- Ermittlung des Platzbedarfs der Heizung
- Ermittlung des Anliefer- und Lagerkonzepts von Holschnitzel und Pellets
- Ermittlung der Investitionskosten (Genauigkeit +/- 20%) auf der Basis von Einheitspreisen, Erfahrungswerten und vorliegenden Offerten

Für den Standort der neuen Heizungsanlage wurden folgende Optionen evaluiert:

- Bestehender Heizungsraum im UG1 der alten Turnhalle, nachfolgend Standort 1.
- Neue Heizzentrale auf der nordöstlichen Seite der Mehrzweckhalle, nachfolgend Standort 2.

Standort 1

Der Standort der neuen Heizungsanlage wird im bestehenden Heizungsraum im UG 1 der alten Turnhalle vorgesehen.

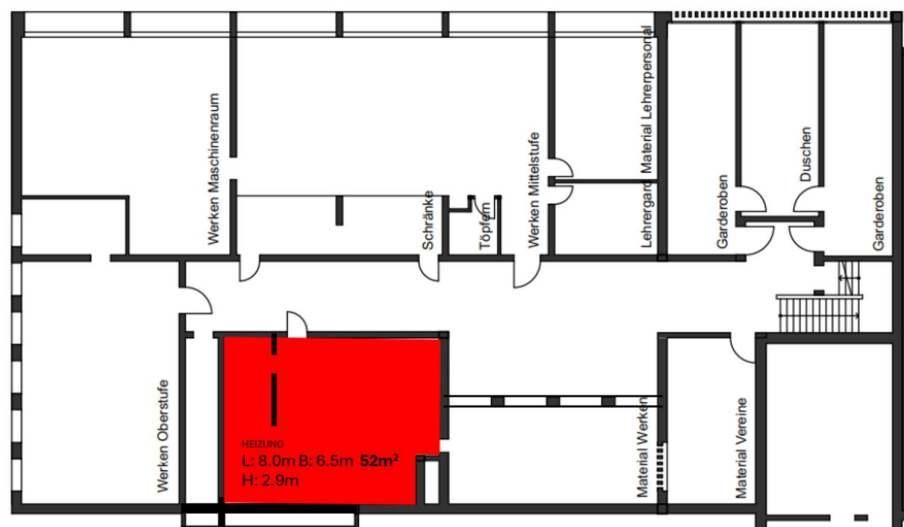


Abbildung 4: Standort aktueller Heizungsraum (rot)

Standort 2

Der Standort der neuen Heizungsanlage wird in einer neu gebauten Heizzentrale auf der nordöstlichen Seite der Mehrzweckhalle in Betracht gezogen.

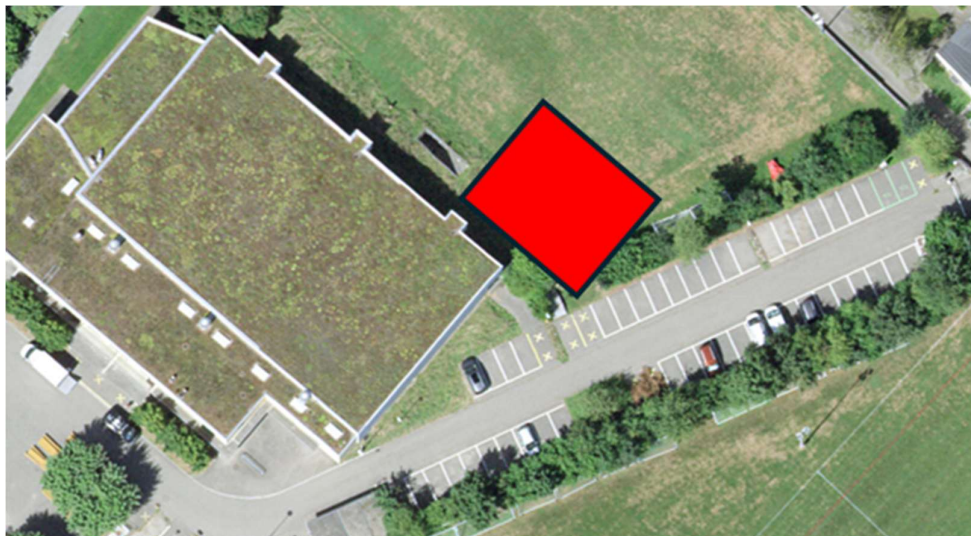


Abbildung 5: Standort neue Heizzentrale (rot)

Energie- und Wärmeleistungsbedarf

Der Energie- und Wärmeleistungsbedarf wurde aufgrund der aus den zur Verfügung stehenden Heizölbedarfsdaten aus den Jahren 2015 – 2024 und der Gebäudeflächen abgeschätzt. Die resultierenden Werte wurden mit der SIA 380/1:2009 plausibilisiert. Auch der zusätzliche Anschluss der derzeit nicht angeschlossenen Gebäude – Kindergarten Pfarrhaus, Betriebsamt und Kindergarten Feld – ist berücksichtigt. Ebenfalls enthalten sind die jeweiligen Anteile zur Erwärmung des Brauchwarmwassers.

Die Heizung wird auf eine Wärmeleistung von 625 kW ausgelegt.

Einbringung Standort 1

Für die Einbringung aller Wärmeerzeugersysteme sind bauliche Massnahmen im Bereich der Einbringungstür erforderlich. Dabei muss die bestehende Vertiefung im Einbringungsbereich entsprechend vergrössert und tiefer ausgeführt werden.



Abbildung 6: Einbringung am Standort 1

Einbringung Standort 2 Die Einbringung erfolgt per Stapler über die Zufahrt der Heizzentrale.

4.1 Holzschnittelkessel

Schnittzelsilo Für die Erstellung des Holzschnittzelsilos sind Tiefbauarbeiten notwendig. Erforderlich ist ein unterirdischer Baukörper mit einer Grundfläche von 48 m² und einer Tiefe von 4 m. Die Holzschnittel werden über einen Abwurfschacht mit den Massen 2.4 x 3.4 m direkt in das Silo (Fläche: 8 x 6 m) gekippt. Eine Blasbefüllung für Holzschnittel ist nicht möglich – die Anlieferung muss zwingend per Kipp- oder Schubbodenfahrzeug erfolgen. Das geplante Silovolumen von 90 m³ reicht im Winterbetrieb bei Vollast für 5 Tage. Da ein Kippfahrzeug rund 40 m³ fasst, wären regelmässige Anlieferungen im Zwei- bis Drei-Tages-Rhythmus erforderlich.

Um eine gleichmässige Verteilung der Schnittel im Silo zu gewährleisten und einen Schüttkegel, der beim Kippen entsteht zu verhindern, wird ein an der Decke des Silos installiertes Schnittelverteilsystem vorgesehen. Am Boden wird ein 30 m² grosser Schubboden installiert, der die Holzschnittel kontrolliert in Richtung zur Fördereinrichtung transportiert. Über diese Fördereinrichtung werden die Holzschnittel bis zum Kessel im Heizungsraum verbracht.

Schnittelanlieferung Standort 1 Der mögliche Anlieferungs- und Lagerstandort der Holzschnittel befindet sich unmittelbar angrenzend an den Heizungsraum (siehe Abbildung 7). Die Anlieferung müsste rückwärts über den Schulhof zwischen der alten Turnhalle und dem Schulhaus Ländli 2 aus südwestlicher Richtung ab der Feldstrasse erfolgen. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse erscheint eine Nutzung dieses Zufahrtswegs ohne Verbreiterungsmassnahmen nur eingeschränkt möglich (siehe Abbildung 8). Solche Massnahmen werden in dieser Machbarkeitsstudie nicht berücksichtigt. Die bisherige Zufahrt, über die aktuell das Heizöl zwischen Betriebsamt und Kindergarten Feld angeliefert wird kann aus Platz- und Zugänglichkeitsgründen nicht genutzt werden. Für die Zufahrt und das Rangieren des Kippfahrzeugs auf dem Schulhof müssen Brunnen, Tischtennistisch und Baum umplatziert werden.

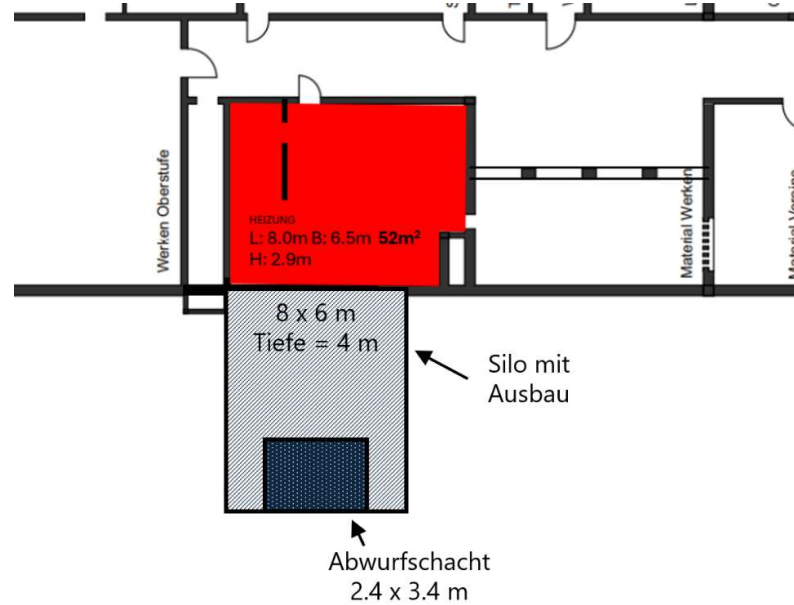


Abbildung 7: Situation Schnitzelsilo und Heizungsraum am Standort 1

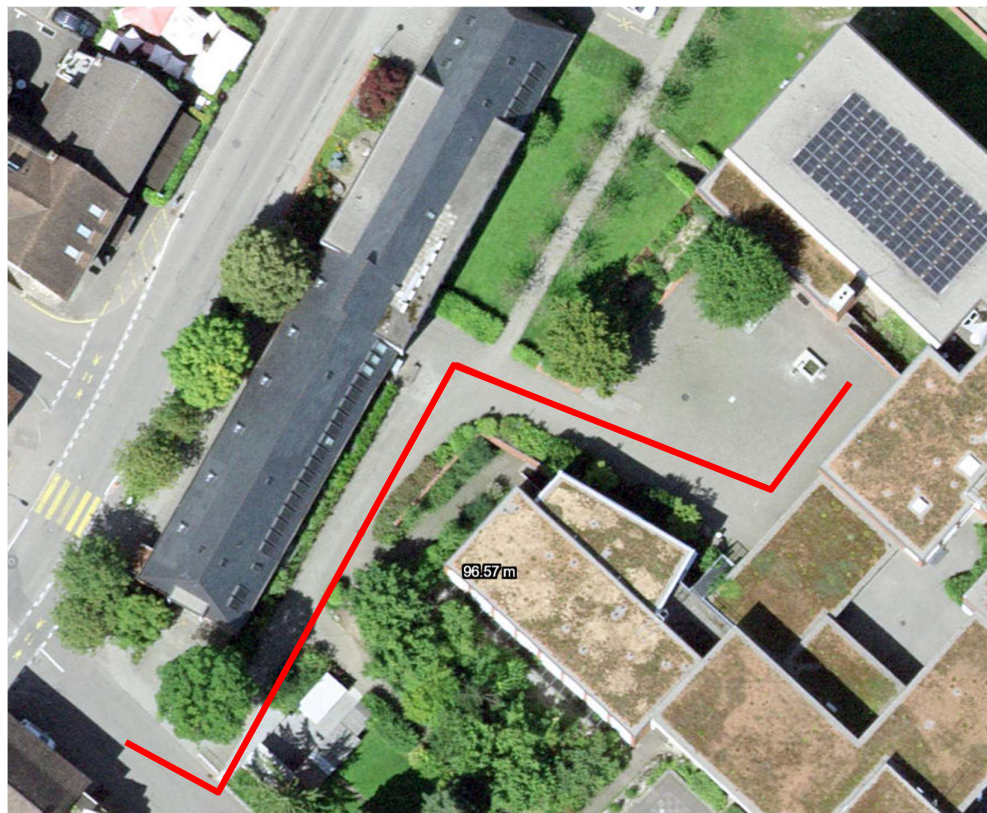


Abbildung 8: Beengte Platzverhältnisse für die Anlieferung über Feldstrasse

Schnitzelanlieferung Standort 2

Der mögliche Anlieferungs- und Lagerstandort der Holzschnitzel befindet sich unmittelbar angrenzend an die Heizzentrale (siehe Abbildung 9). Die Anlieferung erfolgt über die Gipfstrasse aus nordöstlicher Richtung. Für die Zufahrt und das Rangieren des Kippfahrzeugs muss eine allfällige Umnutzung von Parkplätzen in Betracht gezogen werden.

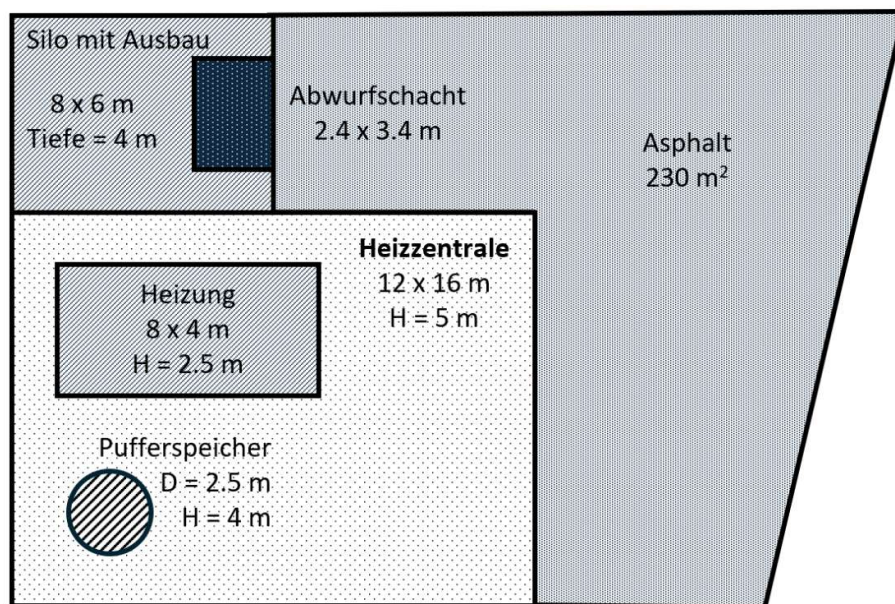


Abbildung 9: Situation Schnitzelsilo und Heizzentrale am Standort 2

Heizungsplatzierung Standort 1

Die Raumhöhe des Heizungsraums beträgt 2,9 m. Die Heizung, beispielsweise das Modell HERZ BioFire 600 kW M50/P45S, hat eine Bauhöhe von 2,2 m. Der reine Flächenbedarf der Heizung beläuft sich auf ca. $5 \times 2,5 \text{ m}^2$. Rechnet man jedoch die notwendigen Freiflächen für Bedienung und Wartung mit ein, ergibt sich ein gesamter Platzbedarf von rund 32 m^2 .

Zusätzlich ist eine Rauchgasentstaubungsanlage erforderlich, für die ebenfalls etwas Platz vorgesehen werden muss. Insgesamt übersteigt der Platzbedarf somit die verfügbare Masse des derzeitigen Heizungsraums, wodurch dieser für eine Holzschnitzelheizung nicht ausreichend dimensioniert ist.

Heizungsplatzierung Standort 2

Die Heizzentrale (ca. $12 \times 16 \text{ m}$) wird so bemessen, dass die Heizungsanlage vollständig und normgerecht installiert werden kann.

Holzverfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Holzschnitzel wurde im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie nicht weiter abgeklärt. Es ist anzustreben, dass Holz aus dem gemeindeeigenen Forst zur Schnitzelproduktion verwendet werden kann. Gegebenenfalls sind Lieferverträge mit den Forstbetrieben der Nachbargemeinden abzuschliessen, um längere Lieferwege zu verhindern.

Holzschnitzelqualität

Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass die Holzschnitzel folgende Qualität aufweisen:

- Massenanteil: 50% Fichte / 50% Buche
- Wassergehalt: $M_{\text{Fichte}} = 40\%$ / $M_{\text{Buche}} = 45\%$

Pufferspeicher	Um häufige Ein- und Ausschaltzyklen zu vermeiden, wird ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 15 m^3 vorgesehen. Die Auslegung basiert auf einer Ladezeit von 4 Stunden und einem geplanten Temperaturhub von 50°C auf 105°C . Der Pufferspeicher weist einen Durchmesser von ca. 2.5 m und eine Höhe von 4 m auf.
Entaschung	Die Entaschung des Kessels soll vollautomatisch erfolgen. Die dazu benötigte Querförderschnecke, welche am Kessel angebaut ist, befindet sich im Lieferumfang des Kessellieferanten. Ebenfalls gehört dazu eine entsprechende Aschentonnenne. Die Entleerung dieser, liegt im Arbeitsumfang des Anlagenbetreibers.
Kamin	Um die Mindesthöhe von Kaminen einzuhalten, muss der Kamin alle sich im Einwirkungsbereich befindlichen Flachdächer (Radius 40 m) um mindestens 4 m überragen.

4.2 Pelletkessel

Pelletsilo	Für das Pelletsilo ist ein Gesamtvolumen von 24 m^3 vorgesehen, aufgeteilt auf zwei Silos mit jeweils 12 m^3 . Die Abmessungen eines Silos betragen jeweils 2,9 m in der Breite, 2,9 m in der Tiefe und 2,4 m in der Höhe. Die Pellets werden per Saugförderung über eine maximale Entfernung von 25 m zur Heizung transportiert. Das Gesamtvolumen der Silos reicht im Winterbetrieb bei Volllast für etwa 5 Tage. Die Anlieferung der Pellets erfolgt per Tanklastwagen. Je nach eingesetztem Fahrzeug – 2-, 3- oder 4-Achser – variiert die mögliche Liefermenge zwischen 8 und 18 Tonnen. Entsprechend beeinflusst dies die Anlieferfrequenz: Bei Einsatz eines 2-Achсers wäre eine Belieferung alle zwei bis drei Tage notwendig, bei einem 4-Achser etwa alle fünf Tage. Die Silos werden per Blasleitung (max. 30 m) ab Tanklastwagen befüllt. Die Lieferung mit dem 2-Achser dauert ca. 0.5-0.75 Stunden mit dem 4-Achser 1.5 Stunden. Eine präzise Quantifizierung der Geräuschemissionen ist schwierig. Laut Angaben eines Pelletlieferanten sollte jedoch ein geregelter Schulbetrieb grundsätzlich möglich sein. Mit gewissen Lärmemissionen ist dennoch zu rechnen. Alternativ kann die Anlieferung zu Randzeiten oder an Samstagen erfolgen, um Störungen zu minimieren.
Pelletanlieferung Standort 1	Der mögliche Standort für Anlieferung und Lagerung der Pellets kann unmittelbar südöstlich des Heizungsraums vorgesehen werden (siehe Abbildung 10). Die bestehende Vertiefung wird dafür umgenutzt und mit einem Betonfundament ausgestattet, auf dem zwei Pelletsilos installiert werden. Welches Fahrzeug eingesetzt werden kann, hängt wiederum von den beengten Platzverhältnissen der Zufahrt auf den Schulhof aus südwestlicher Richtung ab der Feldstrasse ab. Für die erforderliche Zufahrt und das Rangieren des Fahrzeugs muss allenfalls der Brunnen umplatziert werden.

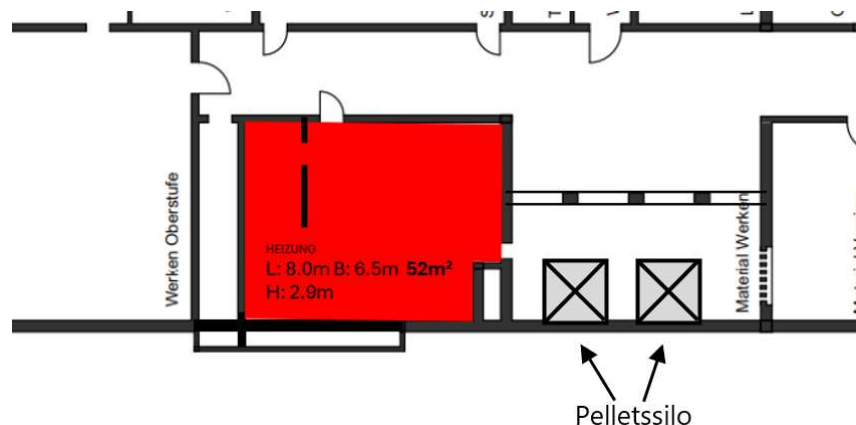


Abbildung 10: Situation Pellettsilo und Heizungsraum am Standort 1

Pelletanlieferung
Standort 2

Der mögliche Standort für Lagerung der Pellets kann innerhalb der neuen Heizzentrale vorgesehen werden (siehe Abbildung 11). Die Anlieferung erfolgt über die Gipfstrasse aus nordöstlicher Richtung. Für die Zufahrt und das Rangieren muss eine allfällige Umnutzung von wenigen Parkplätzen in Betracht gezogen werden.

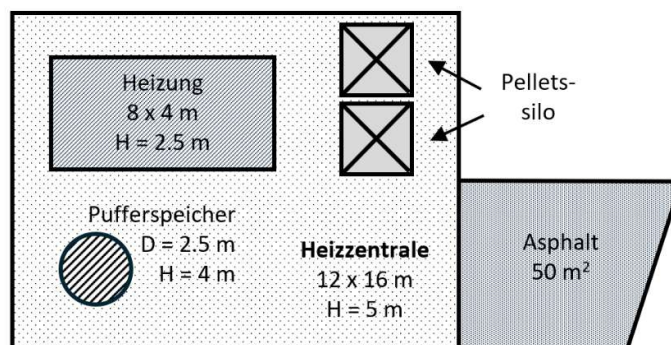


Abbildung 11: Situation Pellettsilo und Heizzentrale am Standort 2

Heizungsplatzierung	Analog zu 4.1 Holzschnitzelkessel
Pufferspeicher	Analog zu 4.1 Holzschnitzelkessel
Entaschung	Analog zu 4.1 Holzschnitzelkessel
Kamin	Analog zu 4.1 Holzschnitzelkessel

4.3 Grundwasser-Wärmepumpe

Verfügbarkeit Grundwasser /	<p>Gemäss der Untersuchung, welche im Rahmen der Untersuchungen durch die Firma poly team vorgenommen wurden, sowie eigener Rücksprache mit der Firma Jäckli Geologie AG ist eine ausreichende Mächtigkeit des Grundwasserträges im Bereich des Schulareal nicht gesichert nachgewiesen.</p> <p>Seit der Untersuchung von 2019 wurden allerdings mehrere Grundwasserbrunnen für Wärmepumpen im Umfeld des Schulareal realisiert. Weshalb der Bericht von poly team in diesem Punkt vermutlich etwas pessimistischer daherkommt als notwendig. Es bleibt aber dabei, ohne kostenintensive Sondierbohrungen kann keine abschliessende Aussage getroffen werden.</p>
Risiko Geologie	<p>Die Grobkostenberechnung der Firma Jäckli Geologie AG beläuft sich für die Sondierbohrungen inkl. Umbau zum Grundwasserbrunnen auf ca. 120'000 CHF exkl. MWSt. Dieser Betrag müsste bei ungünstigen geologischen Verhältnissen vollständig abgeschrieben werden.</p>
Nachhaltigkeit	<p>Der Betrieb einer Wärmepumpe zur Erzeugung von Heizwärme wird in der Energieperspektive 2050+ des BFE dem Verbrennen von Holz vorgezogen. Die Verbrennung von Holz ermöglicht das Erreichen von Temperaturniveaus, welche deutlich über den im vorliegenden Fall benötigten Vorlauftemperaturen von ca. 75°C liegen.</p> <p>Aus Sicht der Nachhaltigkeit sollte deshalb für die Beheizung von Gebäuden möglichste keine Biomasse, sondern Wärmepumpen verwendet werden. Diese erzeugen mit Hilfe von möglichst CO₂-frei erzeugtem Strom aus Abwärme oder Umweltwärme effiziente und nachhaltige Heizenergie.</p>
Grundwasserkreislauf Standort 1	<p>Die möglichen Standorte der Entnahme- und Rückgabebrunnen sind aus der nachfolgenden schematischen Abbildung ersichtlich. Die Standorte lassen sich abhängig von den örtlichen Gegebenheiten noch optimieren. Für die Entnahme sind zwei, für die Rückgabe ebenfalls zwei Filterbrunnen vorgesehen. Das Grundwasser fliesst in südwestlicher bis westlicher Richtung.</p>



Abbildung 12: Situation Grundwasserfassung und Heizungsraum am Standort 1

Grundwasserkreislauf Standort 2

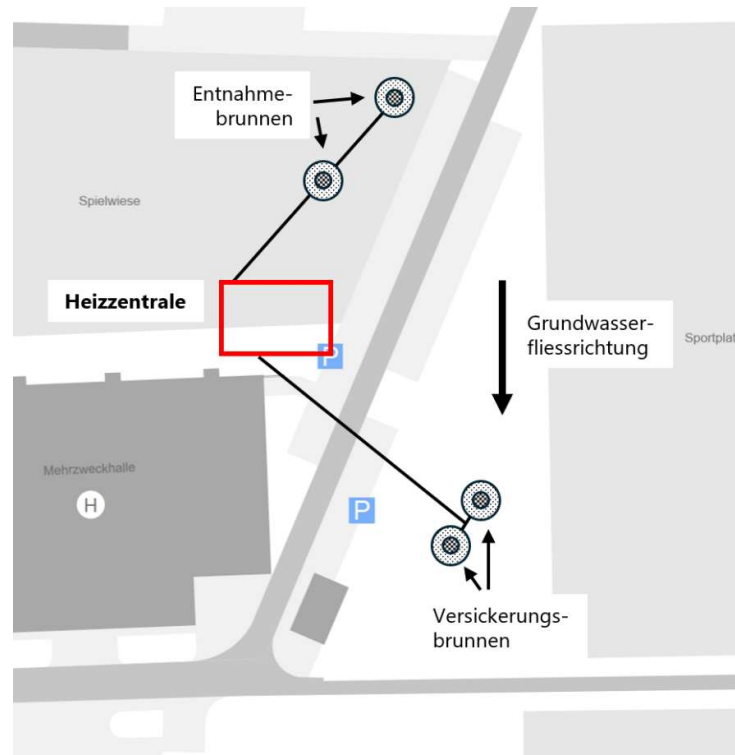


Abbildung 13: Situation Grundwasserfassung und Heizzentrale am Standort 2

Wärmepumpe	<p>Gemäss Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ist die Verwendung von synthetischen Kältemitteln für Anlagen mit einer Wärmeleistung grösser 400 kW nicht zulässig. Für den vorliegenden Anwendungsfall ist Ammoniak (NH₃), als natürliches Kältemittel die beste Wahl.</p> <p>Kenndaten der Wärmepumpe:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Kältemittel Ammoniak (NH₃)▪ Wärmeleistung 625 kW▪ COP 3.5▪ Versorgungsspannung 400 V, 50 Hz
Vorlauftemperatur	<p>Eine Wärmepumpe arbeitet am effizientesten, wenn sie möglichst geringe Temperaturdifferenzen zwischen der Wärmequelle (z. B. Grundwasser mit ca. 8-12°C) und der Heizkreistemperatur (Vorlauf) überwinden muss. Im Gegensatz zu einem Verbrennungskessel (Heizöl, Biomasse o.ä.), der problemlos Vorlauftemperaturen von 105°C erreichen kann, wird die Effizienz einer Wärmepumpe bei solchen Temperaturen stark beeinträchtigt. Daher wurde für die Variante mit Wärmepumpe eine maximale Vorlauftemperatur von 75°C angenommen. Diese liegt zwar im oberen Bereich und wird in der Fachliteratur nicht uneingeschränkt empfohlen, ist jedoch aufgrund der Wärmeverluste erforderlich. Um diese Verluste möglichst gering zu halten, wird dringend empfohlen, sämtliche Leitungen ausreichend zu dämmen.</p>
Grundwasserhub	<p>Da das Grundwasser aus einer Tiefe von ca. 65 Metern gefördert werden muss, entfällt ein erheblicher Anteil des Gesamtstromverbrauchs der Wärmepumpenanlage auf diese Hebearbeit. Konkret beträgt der Energieaufwand für das Fördern des Wassers fast 20% des gesamten Strombedarfs für die Wärmeerzeugung, was einen erheblichen Anteil darstellt.</p> <p>Für die Berechnung wurde eine Dichte des Wassers von 1000 kg/m³, eine spezifische Wärmekapazität von 4,18 kJ/kg·K sowie eine maximale Abkühlung des Grundwassers um 3°C zugrunde gelegt.</p>
Trafostation	<p>Die Verfügbarkeit eines ausreichend grossen Stromanschlusses für den Betrieb der Wärmepumpe wurde nicht im Detail abgeklärt, es ist aber davon auszugehen, dass an beiden Standorten ein ausreichend dimensionierter Stromanschluss erstellt werden muss. Die Nachrüstung einer Trafostation wurde nicht berücksichtigt, da stark abhängig von den unbekanntenen Gegebenheiten am Aufstellungsort und den einzusetzenden Fabrikaten.</p>
Heizungsplatzierung Standort 1	<p>Die geplante Wärmepumpe als Kompaktanlage weist Abmessungen von ca. 4 x 1 x 2,2 m auf und würde grundsätzlich in den vorhandenen Heizungsraum passen. Zusätzlich ist ein Schaltschrank (SGK) mit den Massen ca. 3,3 x 0,6 x 2,1 Meter vorgesehen.</p>

Heizungsplatzierung Standort 2

Die Heizzentrale (ca. 9 x 12 m) wird so bemessen, dass die Heizungsanlage vollständig und normgerecht installiert werden kann (siehe Abbildung 14).

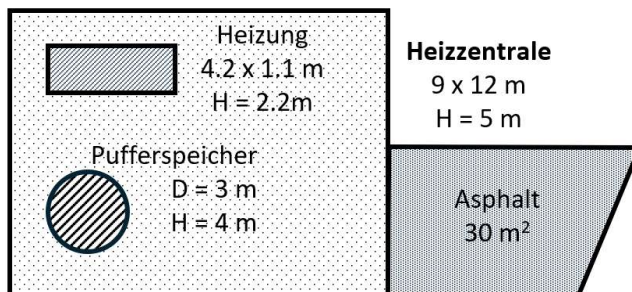


Abbildung 14: Situation Heizzentrale am Standort 2

Pufferspeicher

Um häufige Ein- und Ausschaltzyklen zu vermeiden, wird ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 20 m³ vorgesehen. Die Auslegung basiert auf einer Ladezeit von 4 Stunden und einem geplanten Temperaturhub von 50 °C auf 75 °C. Der Pufferspeicher weist einen Durchmesser von ca. 3 m und eine Höhe von 4 m auf.

Belüftung Heizungsraum

Zur Gefahrenabwehr im Leckagefall ist eine automatische Sturmlüftung vorzusehen, um austretendes Ammoniakgas schnell aus dem Heizungsraum/ der Heizzentrale zu entfernen und gefährliche Konzentrationen zu vermeiden. Ammoniak ist ein natürliches Gas, das nicht klimaschädlich, jedoch ab einer gewissen Konzentration giftig ist. Ammoniak aber im Bereich von Kunsteisbahnen und für Anlagen mit grossem Kühlbedarf seit Jahren verwendet und kann bei fachgerechter Planung und Ausführung auch im schulischen Umfeld / öffentlichen Gebäuden bedenkenlos eingesetzt werden.

4.4 Solarthermie auf Mehrzweckhalle

Brauchwarmwasser

Ergänzend besteht die Möglichkeit, eine Solarthermieanlage zur Erwärmung des Brauchwarmwassers auf dem Dach der Mehrzweckhalle zu installieren. Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass das Hauptheizsystem während der Sommermonate nicht benötigt wird. Diese Option wird an dieser Stelle lediglich erwähnt und findet im weiteren Verlauf des Berichts keine Berücksichtigung.

4.5 Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

Wärmeerzeugung FW&ZS

Für das nahegelegene Feuerwehrdepot und die Zivilschutzanlage besteht ebenfalls Bedarf an einer neuen Heizungsanlage. In diesem Zusammenhang wurden zwei Konzepte hinsichtlich ihrer Machbarkeit geprüft:

- Beheizung per Luft/Wasser-Wärmepumpe am Standort Feuerwehr & Zivilschutzanlage.
- Beheizung per Fernwärmeleitung ab Heizzentrale Standort 2.

Grobkonzept L/W-
WP

Auf der nordöstlichen Seite des Feuerwehrdepots soll eine separate Luft/Wasser-Wärmepumpe installiert werden. Der geschätzte Heizleistungsbedarf liegt bei rund 175 kW, genaue Flächen und Temperaturverhältnisse im Zivilschutzanlage und Feuerwehrlokal sind dem Verfasser nicht bekannt. Die Bewertung der Machbarkeit erfolgte bislang nur grob und ohne eine Begehung vor Ort. Ziel ist es vor allem, eine erste Einschätzung zur Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer separaten Fernwärmeleitung von der Heizzentrale am Standort 2 vorliegen zu haben.



Abbildung 15: Situation Luft/Wasser-Wärmepumpe am Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

Fernwärmeleitung

Ein zweites Konzept sieht vor, das Feuerwehrdepot sowie die Zivilschutzanlage per Fernwärme von der Heizzentrale am Standort 2 zu versorgen. Dabei wurde mit einem DN40-Rohr gerechnet, und die Leitungsführung beträgt, wie unten ersichtlich, rund 370 Trassenmeter. Um die erforderliche Leistung für das Feuerwehrdepot und die Zivilschutzanlage abzudecken, wurde für die Heizzentrale mit einer Heizleistung von 800 kW angenommen.



Abbildung 16: Situation Fernwärmeleitung für den Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

5 Wirtschaftlichkeit

Alle Preis- und Kostenangaben (Investitionen, Betriebskosten, Energiepreise etc.) verstehen sich jeweils exkl. MwSt. Die Kostengenauigkeit beträgt +/-20%.

5.1 Methodik

Annuitätenmethode	Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit, der in diesem Bericht untersuchten Varianten der Wärmeversorgung wird die Annuitätenmethode angewandt.
Statische Annuität	Die statische Annuitätenrechnung wandelt nur den Investitionsbetrag in durchschnittliche Kapitalkosten um und setzt bei den Energie-, betriebsgebundenen und sonstigen Kosten die Kosten des ersten Jahres ein, es werden also keine Teuerungen (z.B. auf Energiepreisen) oder Bedarfsveränderungen im Laufe der Zeit berücksichtigt.

In diesem Kapitel werden die jährlichen Kosten der verschiedenen Varianten für einen Basisfall gemäss folgender Unterteilung ermittelt und verglichen:

- Kapitalgebundene Kosten (Anschaffungskosten für die verschiedenen Anlagekomponenten)
- Brennstoff- bzw. Energiekosten
- Betriebsgebundene Kosten (Bedienung, Reinigung, Wartung)
- Sonstige Kosten (Versicherung, Verwaltungskosten)

5.2 Randbedingungen

Für die Investitionen und die Wirtschaftlichkeit werden folgende Randbedingungen zugrunde gelegt:

- Kostengenauigkeit Machbarkeitsstudie +/- 20%
- Kostenstand Mai 2025
- exkl. MwSt.
- Liefer- und Leistungsumfang gemäss vorstehender Beschreibung
- Die Investitionen beruhen auf Lieferantentofferten und Erfahrungszahlen aus bereits durch die Durena AG erstellten Projekte.
- Kapitalzinssatz 5 % p.a.

Nicht enthalten sind:

- Werksinstallationen und Anschlussgebühren für Kanalisation, Trinkwasser, Elektroanschluss, sonstige Gebühren, Bauherrenhaftpflichtversicherung, etc.
- Sämtliche Miet- und Nutzungsgebühren für die Liegenschaften (Standort Heizzentrale, Wärmeübergabestationen, Hausstationen, etc.).
- Kosten für die Erteilung der erforderlichen Bewilligungen (Bau, Brandschutz, Ölfeuerung, Kamine).

- Reparatur- und Unterhaltsarbeiten für bestehende Komponenten und Anlagenteile wie zum Beispiel Heizgruppe, Wärmeverteilung oder -abgabe.
- Sanitärinstallationen in den Anschlussobjekten.
- Sämtliche Demontage- und Stilllegungsarbeiten in der bestehenden Infrastruktur für Heiz-, Warmwasser-, Elektro- und Öltankanlagen in den Liegenschaften.

Kapitalkosten

Die Berechnung der Kapitalkosten basiert auf folgenden Grundlagen.

Wirtschaftlichkeit		Bemerkungen
Abschreibungsdauer Zentrale/Hochbau	Jahre	35
Abschreibungsdauer Wärmeerzeugung	Jahre	20
Kapitalzinssatz	%	5%
Kostengenauigkeit Investitionen	%	+/- 20% exkl. MWSt.
Methode Wirtschaftlichkeitsberechnungen:		Statische Annuitätenmethode ohne Preissteigerung

Abbildung 17: Grundlagen für Kapitalkostenberechnung

Energiepreis

Die Energiepreise sind wie folgt.

Energiepreise		Bemerkungen
Holzsnitzel	CHF/MWh	71 gemessen ausgangs Kessel
Pellets	CHF/MWh	92 entspricht 440 CHF/t
Strom Variante Grundwasser-WP	CHF/MWh	300 elcon Tarif C4
Strom Variante Schnitzel/Pellets	CHF/MWh	304 elcon Tarif C3

Abbildung 18: Energiepreis der untersuchten Energieträger

5.3 Investitionen Holzsnitzelkessel

Standort 1

Die Investitionen für die Variante Holzsnitzelkessel am Standort 1 belaufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale			Bemerkungen
Holzsnitzelheizung 625 kW	CHF	121'000	inkl. Grobabscheidung, Abgasventilator
Abgas-/Kaminanlage	CHF	121'000	inkl. Rauchgasleitung, Elektrofilter
Brennstofflagerung/-transport	CHF	100'000	inkl. Schubboden, Förderanlagen
Installationen HLKS	CHF	105'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	110'000	inkl. Steuerungen, Leitsystem
Lieferung/Montage/IBN	CHF	50'000	
Bau/Gebäude	CHF	112'640	inkl. Abwurfschacht
Planung/Nebenkosten	CHF	140'000	
UVG / Reserve	CHF	90'000	10%
Total	CHF	949'640	

Abbildung 19: Investitionen Holzsnitzelkessel am Standort 1

Standort 2

Die Investition für die Variante Holzsnitzelkessel am Standort 2 belaufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale			Bemerkungen
Holzschneitzelheizung 625 kW	CHF	121'000	inkl. Grobabscheidung, Abgasventilator
Abgas-/Kaminanlage	CHF	121'000	inkl. Rauchgasleitung, Elektrofilter
Brennstofflagerung/-transport	CHF	100'000	inkl. Schubboden, Förderanlagen
Installationen HLKS	CHF	105'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	110'000	inkl. Steuerungen, Leitsystem
Lieferung/Montage/IBN	CHF	50'000	
Bau/Gebäude	CHF	444'000	inkl. Abwurfschacht, Heizzentrale
Planung/Nebenkosten	CHF	210'000	
UVG / Reserve	CHF	130'000	10%
Total	CHF	1'391'000	

Abbildung 20: Investitionen Holzschneitzelkessel und Heizzentrale am Standort 2

5.4 Investitionen Pelletkessel

Standort 1

Die Investitionen für die Variante Pelletkessel am Standort 1 belaufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale			Bemerkungen
Pelletheizung 625 kW	CHF	121'000	inkl. Grobabscheidung, Abgasventilator
Abgas-/Kaminanlage	CHF	121'000	inkl. Rauchgasleitung, Elektrofilter
Brennstofflagerung/-transport	CHF	40'000	
Installationen HLKS	CHF	105'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	110'000	inkl. Steuerungen, Leitsystem
Lieferung/Montage/IBN	CHF	40'000	
Bau/Gebäude	CHF	42'000	
Planung/Nebenkosten	CHF	110'000	
UVG / Reserve	CHF	70'000	10%
Total	CHF	759'000	

Abbildung 21: Investitionen Pelletkessel am Standort 1

Standort 2

Die Investitionen für die Variante Pelletkessel am Standort 2 belaufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale			Bemerkungen
Pelletheizung 625 kW	CHF	121'000	inkl. Grobabscheidung, Abgasventilator
Abgas-/Kaminanlage	CHF	121'000	inkl. Rauchgasleitung
Brennstofflagerung/-transport	CHF	40'000	
Installationen HLKS	CHF	105'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	110'000	inkl. Steuerungen, Leitsystem
Lieferung/Montage/IBN	CHF	40'000	
Bau/Gebäude	CHF	320'000	inkl. Heizzentrale
Planung/Nebenkosten	CHF	160'000	
UVG / Reserve	CHF	100'000	10%
Total	CHF	1'117'000	

Abbildung 22: Investitionen Pelletkessel und Heizzentrale am Standort 2

5.5 Investitionen Grundwasser-Wärmepumpe

Standort 1

Die Investitionen für die Variante Grundwasser-Wärmepumpe am Standort 1 be-
laufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale		Bemerkungen	
NH ₃ -Wärmepumpe 625 kW	CHF	480'000	inkl. NH ₃ -Sicherheit
Grundwasserbrunnen	CHF	120'000	inkl. Probebohrung, excl. Sickerbrunnen
Installationen HLKS	CHF	270'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	150'000	inkl. Steuerungen, LS, excl. Trafoanalge
Lieferung/Montage/IBN	CHF	30'000	
Bau/Gebäude	CHF	31'000	inkl. Tiefbauarbeiten
Planung/Nebenkosten	CHF	210'000	
UVG / Reserve	CHF	130'000	10%
Total	CHF	1'421'000	

Abbildung 23: Investitionen Grundwasser-Wärmepumpe am Standort 1

Standort 2

Die Investitionen für die Variante Grundwasser-Wärmepumpe am Standort 2 be-
laufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale		Bemerkungen	
NH ₃ -Wärmepumpe 625 kW	CHF	480'000	inkl. NH ₃ -Sicherheit
Grundwasserbrunnen	CHF	120'000	inkl. Probebohrung, excl. Sickerbrunnen
Installationen HLKS	CHF	250'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	150'000	inkl. Steuerungen, LS, excl. Trafoanalge
Lieferung/Montage/IBN	CHF	30'000	
Bau/Gebäude	CHF	194'000	inkl. Heizzentrale
Planung/Nebenkosten	CHF	230'000	
UVG / Reserve	CHF	150'000	10%
Total	CHF	1'604'000	

Abbildung 24: Investitionen Grundwasser-Wärmepumpe und Heizzentrale am Standort 2

5.6 Wärmegestehungs- und Investitionskosten

Standort 1

Die Wärmegestehungskosten für die Varianten am Standort 1 belaufen sich wie folgt.

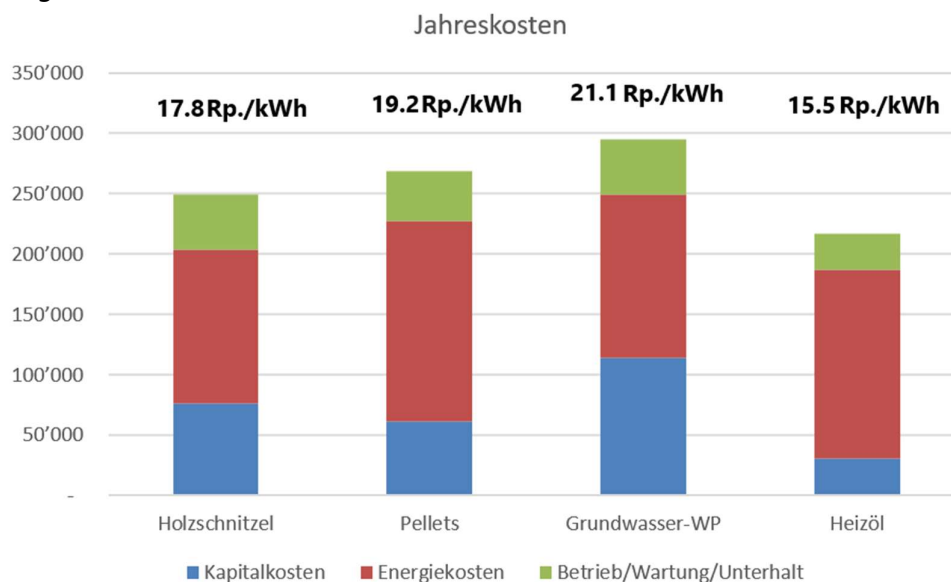


Abbildung 25: Wärmegestehungskosten der Varianten am Standort 1

Die entsprechenden Investitionskosten für die Varianten am Standort 1 belaufen sich wie folgt.

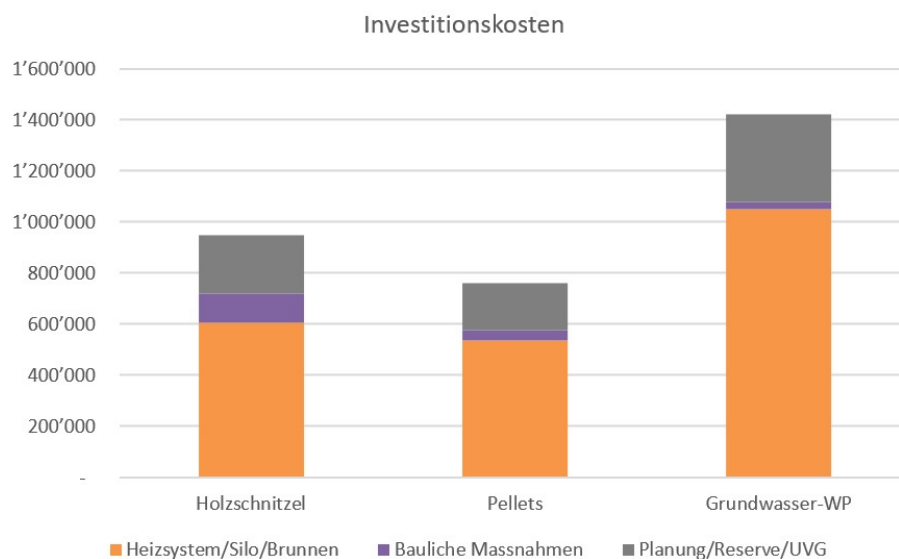


Abbildung 26: Investitionskosten der Varianten am Standort 1

Standort 2

Die Wärmegestehungskosten für die Varianten am Standort 2 belaufen sich wie folgt.

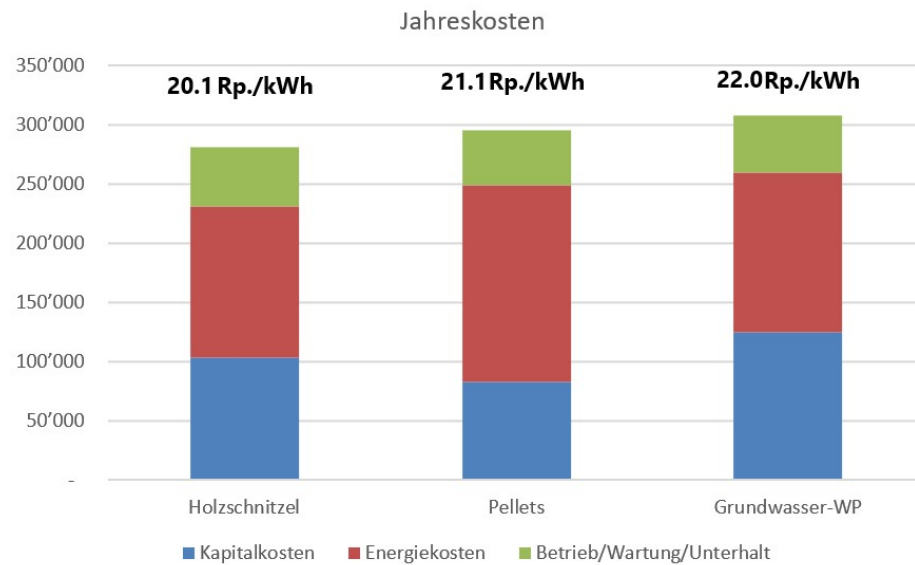


Abbildung 27: Wärmegestehungskosten der Varianten am Standort 2

Die entsprechenden Investitionskosten für die Varianten am Standort 2 belaufen sich wie folgt.

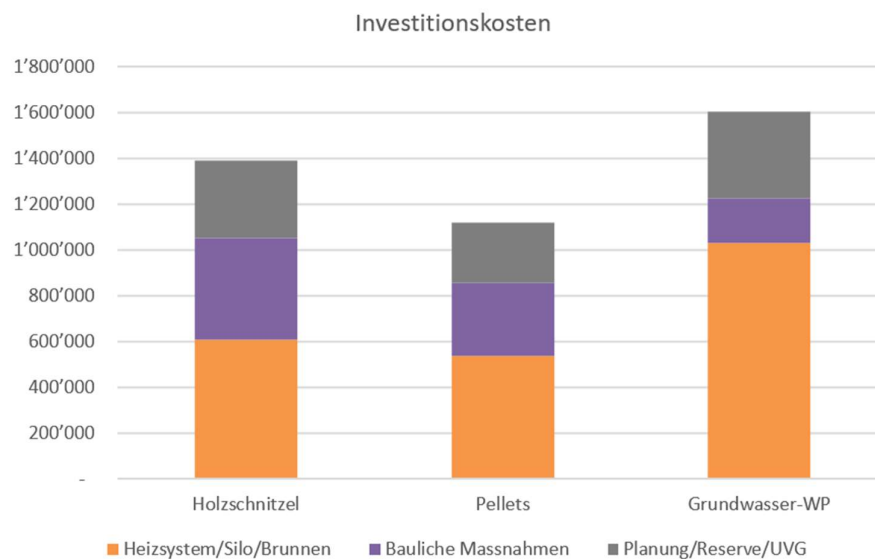


Abbildung 28: Investitionskosten der Varianten am Standort 2

5.7 Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

Konzept
Luft/Wasser-Wärmepumpe

Die Investitionen für die Luft/Wasser-Wärmepumpe am Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage belaufen sich wie folgt.

Investitionen Heizzentrale			Bemerkungen
Wärmepumpe 175 kW	CHF	155'000	
Installationen HLKS	CHF	27'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installationen EMSRL	CHF	32'000	inkl. Steuerungen, LS, exkl. Trafoanlage
Lieferung/Montage/IBN	CHF	-	
Bau/Gebäude	CHF	14'000	inkl. Sockel
Planung/Nebenkosten	CHF	40'000	
UVG / Reserve	CHF	30'000	10%
Total	CHF	298'000	

Abbildung 29: Investitionen Konzept Luft/Wasser-Wärmepumpe am Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

Konzept Fernwärmeleitung

Die Investitionen für die Fernwärmeleitung ab Standort 2 belaufen sich wie folgt.

Investitionen Fernwärmeleitung			Bemerkungen
Fernwärmeleitung	CHF	388'500	370 Tm à 1050 CHF/Tm, DN40
Installation HLKS	CHF	27'000	inkl. Speicher, Pumpen, Rohrbau, etc.
Installation EMSRL	CHF	32'000	inkl. Steuerungen, LS, exkl. Trafoanlage
Lieferung/Montage/IBN	CHF	-	inkl.
Bau	CHF	-	inkl. Rohr- & Tiefbau
Planung/Nebenkosten	CHF	-	inkl.
UVG / Reserve	CHF	40'000	10%
Total	CHF	487'500	

Abbildung 30: Investitionen Konzept Fernwärmeleitung ab Standort 2

6 Beurteilung und Empfehlung

Beurteilung
Standort 1

Folgende Punkte werden beurteilt:

- Technische Machbarkeit: Die Variante mit dem Holzschnitzelkessel erfordert aufwändige bauliche Massnahmen für die Errichtung des Schnitzelbunkers. Die Varianten mit dem Pelletkessel und der Grundwasser-Wärmepumpe mit lassen sich mit geringerem baulichem Aufwand umsetzen.
- Platzverhältnis Standort 1: Die Varianten mit Holzschnitzel- und Pelletkessel erfordern mehr Platz, als am Standort 1 zur Verfügung steht. Die Grundwasser-Wärmepumpe könnte grundsätzlich am Standort 1 realisiert werden, allerdings müssten auch hier zusätzliche Räume für den Pufferspeicher umgenutzt werden.
- Wirtschaftlichkeit: Trotz der aufwändigen baulichen Massnahmen für den Schnitzelbunkers bietet die Variante mit dem Holzschnitzelkessel die niedrigsten Wärmegestehungskosten. Die Grundwasser-Wärmepumpe hingegen verursacht sowohl höhere Investitions- als auch Wärmegestehungskosten.

- **Versorgungssicherheit:** Die Versorgung mit Holzschnitzeln ist derzeit nicht geklärt. Im Vergleich dazu ist die Versorgungssituation bei den Varianten mit Pellets und der Grundwasser-Wärmepumpe weniger kritisch. Holzpellets können, wie Heizöl, beim Energielieferanten bestellt werden, der Ausfall der Stromversorgung beträgt statistisch betrachtet nur einige Minuten pro Jahr.
- **Feinstaub:** Durch die Verbrennung von Holzschnitzeln oder Pellets kann es lokal zur Feinstaubbelastung kommen (deutlich unterhalb der Grenzwerte im Normalbetrieb, Spitzen treten beim An- und Abfahren des Kessels auf). Bei der Grundwasser-Wärmepumpe entfällt diese Problematik vollständig.
- **Verkehr:** Die Anlieferung von Holzschnitzeln oder Pellets führt zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen auf dem Schulgelände, was potenziell eine Gefahr für die Schüler darstellt. Insbesondere am Standort 1 ist mit signifikantem Einfluss auf den Schulbetrieb zu rechnen. Dies weil sich, Aufgrund des begrenzten Platzangebots, das Rangieren der Lieferfahrzeuge als schwierig erweist. Insbesondere im Winter, wenn die Anlieferungen häufiger erfolgen, verschärft sich diese Problematik deutlich. Bei der Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe entfällt diese Verkehrsthematik vollständig.
- **Nachhaltigkeit:** Wie bereits thematisiert, zieht die Energieperspektive 2050+ des BFE den Betrieb von Wärmepumpen zur Erzeugung von Heizwärme dem Verbrennen von Holz vor.

Beurteilungsmatrix	Schnitzel	Pellets	GW-WP
Technische Machbarkeit	-	0	0
Platzverhältnis Standort 1	-	-	-
Wirtschaftlichkeit*	0	0	0
Versorgungssicherheit	0	+	+
Lokale Emissionen (Feinstaub)	-	-	+
Verkehr	-	-	+
Nachhaltigkeit	0	0	+

Abbildung 31: Beurteilungsmatrix der Varianten am Standort 1

*Aufgrund nur kleiner Differenzen der Wärmegestehungskosten und grosser Toleranzen keine Aussage möglich.

Beurteilung
Standort 2

Folgende Punkte werden beurteilt:

- **Technische Machbarkeit:** Durch die Errichtung einer Heizzentrale gehen alle Varianten mit erhöhten baulichen Massnahmen einher.

- Platzverhältnis Standort 2: Die Heizzentrale kann am Standort 2 so bemessen werden, dass die Heizungsanlage vollständig und normgerecht installiert werden kann.
- Wirtschaftlichkeit: Die Errichtung einer neuen Heizzentrale mit variierenden Investitionskosten je nach Variante führt dazu, dass die Wärmegestehungskosten der betrachteten Varianten näher zusammenliegen. Die Holzschnitzelvariante weist die tiefsten Kosten aus.
- Versorgungssicherheit: Die Versorgungssicherheit ist standortunabhängig.
- Emissionen (Feinstaub): Durch die Verbrennung von Holzschnitzeln oder Pellets kann es lokal zur Feinstaubbelastung kommen (kritisch während An- und Abfahren). Bei der Grundwasser-Wärmepumpe entfällt diese Problematik vollständig.
- Verkehr: Die Anlieferung von Holzschnitzeln oder Pellets am Standort 2 stellt kein Problem dar. Bei der Grundwasser-Wärmepumpe entfällt die Thematik vollständig.
- Nachhaltigkeit: Wie bereits thematisiert, zieht die Energieperspektive 2050+ des BFE den Betrieb von Wärmepumpen zur Erzeugung von Heizwärme dem Verbrennen von Holz vor.

Beurteilungsmatrix	Schnitzel	Pellets	GW-WP
Technische Machbarkeit	0	0	0
Platzverhältnis Standort	+	+	+
Wirtschaftlichkeit*	0	0	0
Versorgungssicherheit	0	+	+
Lokale Emissionen (Feinstaub)	-	-	+
Verkehr	0	0	+
Nachhaltigkeit	0	0	+

Abbildung 32: Beurteilungsmatrix der Varianten am Standort 2

*Aufgrund nur kleiner Differenzen der Wärmegestehungskosten und grosser Toleranzen keine Aussage möglich.

Beurteilung Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage

Durch die deutlich höheren Investitionskosten einer Fernwärmeleitung ab Heizzentrale am Standort 2 bis zum Standort Feuerwehrdepot & Zivilschutzanlage wird empfohlen eine dezentrale Lösung z. Bsp. auf Basis einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zu verfolgen.

- Empfehlung Aufgrund der vorliegenden Beurteilung wird empfohlen, den Standort 1 nicht weiter zu verfolgen. Stattdessen sollte der Bau einer neuen Heizzentrale am Standort 2 in Betracht gezogen werden, da dieser in Bezug auf Platzverhältnisse, baulichem Umbauaufwand, sowie verkehrstechnische Rahmenbedingungen deutlich vorteilhafter erscheint.
- Weiteres Vorgehen Nach Abschluss der Machbarkeitsstudie soll ein Vorprojekt in Betracht gezogen werden.