

# Vorlage der öffentlichen Sitzung des Gemeinderats



Stadtverwaltung  
WALLDORF

Walldorf, 13.07.2023/Ma

<b>Nummer</b> GR 82/2023	<b>Verfasser</b> Herr Tisch	<b>Az. des Betreffs</b> 022.30	<b>Vorgänge</b> TUPV 11.07.2023 TUPV 09.05.2023
-----------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------

---

**TOP-Nr.: 8.**

**BETREFF**

**Heizungssanierung Waldschule: Baubeschluss**

---

**HAUSHALTSAUSWIRKUNGEN**

Haushaltsmittel sind in Haushalt 2023 vorhanden und im Haushalt 2024 entsprechend bereitzustellen.

---

**HINZUZIEHUNG EXTERNER**

./.

---

**BESCHLUSSVORSCHLAG**

Der Gemeinderat beschließt für die Heizungssanierung an der Waldschule die Ausführung der Variante „Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage mit Außenlager“ mit Kosten von 497.000 € zur Umsetzung.



---

## SACHVERHALT

Die zentrale Wärmeerzeugung der Waldschule erzeugt die Heizwärme für die verschiedenen Bauteile am Campus der Waldschule mit dem Hauptgebäude, den bestehenden Pavillons, dem Werkpavillon und den beiden Sporthallen. Die Wärmebereitstellung der Bestandsgebäude an der Waldschule erfolgt derzeit über zwei Gaskessel im Untergeschoss des Hauptgebäudes. Einer der beiden Gaskessel ist am Ende seiner Nutzungszeit angekommen. Der Kessel ist mittlerweile undicht und muss ersetzt werden. Der zweite Gaskessel ist neueren Datums, sodass er noch nicht ersetzt werden muss, sondern durchaus noch ein paar Jahre betrieben werden kann. Die zentrale Heizungsanlage an der Waldschule ist aufgrund des Zustandes eines der beiden Heizkessel neu aufzustellen. Die Heizungsverteilung in den Pavillons wurde im Zuge der letzten technischen Sanierung 2018 / 2019 erneuert und neu geführt.

Daher wurden Planungsüberlegungen über die Wärmebereitstellung für die Bestandsgebäude der Waldschule angestellt, um baldmöglichst die Wärmezentrale für den Bestand wieder voll funktionsfähig aufzustellen. Diese Überlegungen mit verschiedenen Alternativen wurden im Ausschuss für Technik, Umwelt, Planung und Verkehr vom 09.05.2023 dargestellt und aufgezeigt. In einer weiteren Beratung des Ausschusses am 11.07.2023 konnten ergänzende Informationen zu technischen Fragen zu spezifischen Ansätzen weiter ausgeführt werden. Im Rahmen der Vorlagen sollen nochmals die verschiedenen Aspekte insgesamt genannt und aufgezeigt werden.

### **Bestandssituation:**

Die Heizungsanlage der Waldschule versorgt das Hauptgebäude, die 4 Pavillons, die Sporthallen, sowie den Werkpavillon. Derzeit werden die Gebäude mit Gas zentral aus dem Hauptgebäude beheizt und mittels erdverlegten Leitungen versorgt. Die Gasbrennwertgeräte weisen eine Leistung von 297 kW und 285 kW Leistung für die Wärmeerzeugung auf, sodass eine Gesamtleistung von 582 kW im Regelfall zur Verfügung steht. Die Wärmeleistung aufgrund des Gasverbrauchs liegt bei durchschnittlich 570 kW.

Die derzeitigen maximalen Vorlauftemperaturen belaufen sich bei Außentemperaturen von -12 °C gemäß der Auslegung auf ca. 92 °C. Nach Auswertung der Gebäudeleittechnik (GLT) werden maximalen Vorlauftemperaturen in den letzten 3 Jahren mit ca. 80 °C gefahren. Alle Heizgruppen werden durch die GLT aufgezeichnet. Die Datenbasis zur Bewertung der Anlage der Heizzentrale Waldschule ist daher verlässlich, glaubhaft und belastbar. Bei den Auswertungen zeigt sich, dass bei Temperaturen unter 0 °C Außentemperatur Vorlauftemperaturen (VL) von über 70 °C bis zu 92 °C benötigt werden, um die Beheizung der Räume auf die entsprechenden Raumtemperaturen zu gewährleisten. Von den bestehenden Heizungsgruppen im Gesamtareal können einige Heizungsgruppen mit etwas geringeren Vorlauftemperaturen von ca. 70-75 °C betrieben werden. Diese sind der Werkpavillon, die Pavillons 2 + 4 und die statische Heizung der Sporthalle. Die Deckenstrahlplatten in der Sporthalle können ferner mit einer VL-Temperatur von ca. 60 °C betrieben werden. Das Hauptgebäude und die Pavillon 1 und 3 benötigen jedoch ein deutlich höheres Temperaturniveau im Vorlauf mit bis zu 90 °C. Daher muss für die Gesamtversorgung der

Waldschule mit Wärme beim Ersatz des abgängigen Gaskessels das entsprechende Temperaturniveau erreicht werden. Auf Basis von Vorüberlegungen und dem Vorentwurf vom März 2023 des Büro Engineering Consult, Karlsruhe wurden Varianten zur Wärmeerzeugung der Waldschule dargestellt.

### **Überlegungen Wärmeversorgungsanlagen insgesamt:**

In Vorfeld einer tieferen technischen Betrachtung mit Kostenermittlungen wurden unterschiedliche Konzepte zur Wärmebereitstellung mit dem Ingenieurbüro schon in 2022 untersucht und Überlegungen hierzu angestellt. In Folge soll ein Variantenvergleich der Wärmeerzeuger für die Heizzentrale der Waldschule dargestellt werden. Für die Wärmeversorgung sind untenstehend Vergleiche zwischen vier möglichen Wärmeerzeugern bzw. Kombinationen als hybride Heizsysteme aufgeführt. Wobei die Varianten C und D in einem ersten Schritt vertiefter untersucht worden waren.

Die nachfolgend aufgeführten Varianten werden in Folge dargestellt. Die Varianten C und D sind hinsichtlich der Lagervarianten differenziert.

- A. Wärmepumpe
- B. Gasbrennwertgerät und Wärmepumpe
- C.1 Holzpelletsheizungen mit Außenlager
- C.1 Holzpelletsheizungen mit Innenlager
- D.1 Gasbrennwertgerät und Holzpelletanlage mit Außenlager
- D.2 Gasbrennwertgerät und Holzpelletanlage mit Innenlager

Die genannten Varianten für die Wärmebereitstellung in der Heizzentrale des Bestandes werden in Folge zunächst an der Vorlage der Mai-Sitzung des TUPV beschrieben, wobei die Varianten A und B eher nachrichtlich aufgeführt wurden. Die möglichen Optionen zur Wärmebereitstellung sind durchaus begrenzt.

### **A. Wärmepumpen:**

Der Einsatz von Wärmepumpen als Wärmeerzeuger wurde zunächst eher nachrichtlich untersucht und aufgeführt, da die Technik für die Versorgung des Heizsystems des Bestands nicht geeignet ist. Grundsätzlich wären Luft/Wasser Wärmepumpen als Wärmequellen theoretisch denkbar. Eine Aufteilung auf mehrere Wärmepumpen wäre dabei denkbar. Wobei für die Aufstellung von mehreren Wärmeerzeugern im Außenbereich ein deutlicher Platzbedarf entsteht. Mit den Wärmepumpen können jedoch lediglich Heiztemperaturen bis zu ca. 60°C erreicht werden. Das Heizungssystem der Bestandsbauten benötigt allerdings ein höheres Temperaturniveau. Für die Bestandsgebäude mit ihrem energetischen Niveau und ihren bestehenden Heizflächen ist das Temperaturniveau der Variante mit Wärmepumpen nicht geeignet. Wenn Wärmepumpen hohe Temperaturen erzeugen müssen sinkt auch ihr Wirkungsgrad, was dann bei tiefen Temperaturen einer Erzeugung von Wärme direkt aus Strom aus dem Netz bedeutet. Daher ist eine solche Lösung für eine solch große Heizungsanlage mit dem entsprechenden Heizwärmebedarf weder ökologisch noch wirtschaftlich sinnvoll. Daher stellt diese Variante, die gut für Gebäude mit entsprechend aktuellem Energiestandard eingesetzt werden kann, keine sinnvolle Lösung für die

Wärmebereitstellung für die Bestandsgebäude an der Waldschule dar. Daher ist der Einsatz von Wärmepumpen auch in einer Auslegung mit mehreren Geräten allein für die Bereitstellung der für den Bestandsbereich benötigten Heiztemperaturen nicht geeignet.

### **B. Gasbrennwert u. Wärmepumpe:**

Bei dieser Variante kämen zwei Gas-Brennwertkessel und mehrere Wärmepumpen zum Einsatz. Dies würde bei dieser Variante kein Brennstofflager erforderlich machen, da eine Gasanschluss-Leitung vorhanden ist, ein entsprechender Stromanschluss ist bereitzustellen. Die erforderliche Heizleistung würde auf 2 Gas-Kessel aufgeteilt. Über das System kann durch den Gas-Einsatz die erforderlichen Heiztemperaturen bis 80°C bereitgestellt werden. Um allerdings das Temperaturniveau zu erreichen, muss mindestens einer der Gaskessel die ganze Zeit laufen. Die Wärmepumpe kann dabei immer nur einen unterstützenden Teil beisteuern. Die Gasheizung ist bei diesem System die führende Systemtechnik. Grundsätzlich ist dieses System für bestehende Heizflächen geeignet, da die hohen notwendigen Systemtemperaturen möglich sind. Es entsteht auch ein erhöhter Platzbedarf im Außenbereich nördlich des Hauptgebäudes, da mehrere Wärmepumpen im Außenbereich aufzustellen wären. Als Basis- und Spitzenlastversorgung werden zwei Gas-Brenn-Wertkessel benötigt. Dies wäre ein Ersatz 1:1, was nach den geltenden Vorgaben nicht möglich ist. Das System könnte auch ohne den Beitrag der Wärmepumpen die Wärmebereitstellung über die Wärmeleistung der Gas-Kessel ermöglichen. Die zusätzlichen Wärmepumpen sind hier nur bedingt sinnvoll eingesetzt. Ein nachzuweisender regenerativer Anteil in Bezug auf den Energieeinsatz kann mit einem solchen System wahrscheinlich nicht ausreichend nachgewiesen werden. Für diese Variante wurden sehr überschlägig Kosten von 317.000 € geschätzt, was jedoch nicht mit einer tieferen Planung hinterlegt war und sicherlich zu überprüfen wäre. Da die Grundversorgung mit Wärme über die Gaskessel fossil und nicht regenerativ erfolgt und die Wärmepumpen nicht sinnvoll eingesetzt werden, wurde diese Kombination nicht priorisiert und es war nicht vorgesehen, diesen Ansatz wirklich weiterzuverfolgen.

Bei den weiteren Varianten werden Holzpelletkesselanlagen eingebunden. Da bei solchen Lösungen die Frage der Unterbringung der Lagerungskapazitäten eine Rolle spielt, wurden hier jeweils verschiedene Varianten untersucht.

### **Variante C: Holzpelletheizungen mit zwei Kesseln**

Bei dieser Variante kommen zwei Holzpelletkessel zum Einsatz. Dazu werden die beiden vorhandenen Gasbrennwertkessel ausgebaut, um nach dem Umbau kein Gas mehr zur Wärmeerzeugung einzusetzen. Die Gaskessel werden in Gänze ersetzt und der Gasanschluss wird rückgebaut. Dabei wird über den Einsatz von Holzpellets regenerative Energie zur Wärmeerzeugung eingesetzt.

Die neuen Pelletkessel stellen die Gesamtheizleistung von ca. 580 kW entsprechend bereit. Dabei wird die Heizleistung auf zwei Kessel verteilt. Eine relativ gute Ausfallsicherheit ist gegeben, da beide Kessel mit unabhängigen Fördersystemen ausgestattet werden, sodass im Falle einer

Störung der zweite Kessel redundant arbeiten kann. Das System kann das benötigte entsprechende Temperaturniveau anbieten und die erforderlichen Systemtemperaturen bis 80°C bereitstellen. Das Temperaturniveau ist für bestehende Heizflächen in den Gebäuden geeignet. Die Unterbringung der Pelletskessel als Feuerstätten sind im bestehenden Heizungskeller des Hauptgebäudes zulässig.

#### **Variante C.1 Holzpelletheizungen mit Außenlager:**

Bei der Variante C.1 wird das Pelletlager unterirdisch im Außenbereich nördlich des Hauptgebäudes eingesetzt. Die Pelletlagerstätte ist als Erdspeicher geplant. Dabei sind zwei Pelletslager im Erdreich mit vorgefertigten Betonschächten mit je 60m<sup>3</sup> Lagervolumen eingeplant, sodass insgesamt ein Lagervolumen von 120m<sup>3</sup> zur Verfügung steht. Dies entspricht dem ½ jährlichem Verbrauch an Brennstoff der eingelagert werden kann, sodass Lkw-Anlieferungen nur zweimal im Jahr erforderlich werden. Um die Erdspeicher einbauen zu können, wird die Deckschicht und das Erdreich abgetragen und das Volumen ausgehoben. Nach Einbau des Erdspeichers Pellets wird der Zwischenraum wieder verfüllt, verdichtet und die befahrbare Deckschicht wiederhergestellt. In der Heizzentrale werden zusätzlich zwei Pufferspeicher mit 2x 9.000l eingebaut. Der Bau des Außenlagers erhöht jedoch die Gesamtkosten für die Heizzentrale. Die Kosten für die Variante mit zwei Pelletkesseln und dem Außenlager liegen bei 877.000 €.

#### **Variante C.2 Holzpelletheizungen mit Innenlager:**

Bei der Variante C.2 würde anders als bei der vorgenannten Variante das Pelletlager im Untergeschoss des Hauptgebäudes untergebracht. Die bestehenden Flächen sind jedoch derzeit insbesondere als Lagerflächen für Vereine anderweitig genutzt. Theoretisch wäre eine Nutzung der dieser Kellerflächen denkbar, was zu geringeren Kosten gegenüber der Lagerung im Außenbereich führt. Es dürfte jedoch auch sehr schwierig sein, Ersatzflächen für die derzeitigen Nutzungen zu finden, sodass die Flächen für die Lagerung der Pellets nur bedingt zur Verfügung stehen. Daneben sollten für weitere technische Anlagen, wie die zu sanierende Lüftungsanlage der Aula eine zusätzliche Flächenvorhaltung vorgenommen werden.

Die Pelletlagerstätten wird im bestehenden Kellerraum durch eine Abtrennung eines Lagerraumes im Hauptgebäude und einem entsprechenden Ausbau mit schiefen Ebenen erstellt. Aus diesem Raum werden die beiden Kessel mit separaten Förderschnecken angedient. Das Pelletslager für zwei Förderanlagen benötigt eine Grundfläche von ca. 35m<sup>2</sup>, dies ermöglicht einem Volumen von 140m<sup>3</sup>. Dabei würde in diesem Lagerbereich ein Pelletslagervolumen ca. 90m<sup>3</sup> entstehen, was in etwa 1/3 des Jahresvorrates entspricht, sodass dreimal im Jahr Brennstoff angeliefert werden muss. In der Heizzentrale werden zusätzlich zwei Pufferspeicher mit 2x 9.000 l eingebaut. Die Kosten für die Variante mit zwei Pelletkesseln und dem Innenlager liegen bei 567.000 €.

#### **D. Gasbrennwert u. Holzpellets**

Bei dieser Variante werden ein neuer Holzpelletkessel und der bestehende vorhandene Gasbrennwertkessel eingesetzt. Dabei wird über den Einsatz von Holzpellets regenerative Energie zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Da der vorhandenen Gas-Heizkessel noch funktionsfähig ist, soll dieser bei dieser Variante weiter betrieben werden und zusammen mit einem neuen Pelletkessel

die Gesamtheizleistung bereitstellen. Dabei ist eine relativ gute Ausfallsicherheit gegeben, da beide Kessel ein entsprechendes Temperaturniveau anbieten können. Über das System können die erforderlichen Systemtemperaturen bis 80°C bereitgestellt werden. Das Temperaturniveau ist für bestehende Heizflächen in den Bestandsgebäuden geeignet. Für den Pelletkessel erfolgt die Anlieferung des Materials mit Lkw über die Zufahrt nördlich des Hauptgebäudes. Für die Anlage ist eine Abgasanlage notwendig. In dieser Grundvariante würde ein Gasbrennwertgerät gegen eine neue Holzpelletheizung getauscht. Der Grundgedanke bei der Variante basiert darauf, dass man einen der Gas-Kessel noch ca. 10 Jahre weiterbetreiben kann. Diese Variante wäre auch in Bezug auf eine Verringerung der erforderlichen Lagerfläche vorteilhaft. Eine Jahresbevorratung für zwei Kessel bräuchte ein Volumen von ca. 277m<sup>3</sup> Pelletvolumen. Beim Einsatz eines Kessels würde der Platzbedarf auf ein Volumen von ca. 138 m<sup>3</sup> halbiert. Die Brennstoffversorgung der neuen Holzpelletheizung erfolgt über Förderschnecken. Zusätzlich wird ein Pufferspeicher aufgestellt, um einen konstanten Betrieb zu unterstützen und zu gewährleisten.

Es entsteht auch ein Platzbedarf für die Pelletlagerung. Bei der Variante C.1 wird das Pelletlager unterirdisch im Außenbereich nördlich des Hauptgebäudes eingesetzt. Bei der Variante C.2 würde das Pelletlager im Untergeschoss des Hauptgebäudes untergebracht. Für die bestehenden Flächen in die durch das Lager eingegriffen wird, gelten die gleichen Aspekte wie bei der Variante C.1. Es dürfte schwierig sein, Ersatzflächen für die derzeitigen Nutzungen, wie auch notwendige Vorhalteflächen für weitere technische Anlagen zu finden, sodass die Flächen für die Lagerung der Pellets nicht wirklich zur Verfügung stehen.

#### **Variante D.1: Holzpelletheizung und Gaskessel Bestand- Außenliegende Pelletlagerung:**

Bei der Variante D.1 wird das Pelletlager für den einen Pelletkessel unterirdisch im Außenbereich nördlich des Hauptgebäudes platziert. Dabei ist eine Pelletlagerstätte als Erdspeicher geplant. Es ist ein Pelleteslager im Erdreich mit vorgefertigten Betonschächten mit je 60m<sup>3</sup> Lagervolumen eingeplant. Dies entspricht dem ½ jährlichem Verbrauch an Brennstoff des Pelletkessels, sodass Lkw-Anlieferungen nur zweimal im Jahr erforderlich werden. In der Heizzentrale wird zusätzlich ein Pufferspeicher mit 9.000 l eingebaut. Der Weiterbetrieb des Gaskessels in der Heizzentrale reduziert die Kosten der Variante. Der Bau des Außenlagers erhöht jedoch diese wiederum etwas. Die Kosten für die Variante mit einem Pelletkessel mit dem Außenlager unter Nutzung des bestehenden Gas-Heizkessels liegt bei 497.000 €.

#### **Variante D.2: Holzpelletsheizung und Gaskessel Bestand- Innenliegende Pelletlagerung**

Bei der Variante C.2 würde anders als bei der vorgenannten Variante das Pelletlager im Untergeschoss des Hauptgebäudes untergebracht. Eine Nutzung dieser Kellerflächen würde zu etwas geringeren Kosten gegenüber der Lagerung im Außenbereich führen. Aufgrund der Nutzungen stehen die Flächen jedoch nur bedingt zur Verfügung stehen. Die Pelletlagerstätte wird im bestehenden Kellerraum durch eine Abtrennung eines Lagerraumes im Hauptgebäude und einem entsprechenden Ausbau mit schiefen Ebenen erstellt. Aus diesem Raum wird der Pelletkessel mit Förderschnecken angedient. Das Pelleteslager benötigt eine Grundfläche von ca. 25m<sup>2</sup>, dies entspricht einem Volumen von 100 m<sup>3</sup>. Dabei würde in diesem Lagerbereich ein Pelleteslagervolumen ca. 70m<sup>3</sup> entstehen, was in etwa 1/2 des Jahresvorrates entspricht, sodass

zweimal im Jahr Brennstoff angeliefert werden muss. In der Heizzentrale wird zusätzlich ein Pufferspeicher mit 9.000 l eingebaut. Der Bau des Innenlagers ist in den die Gesamtkosten für die Heizzentrale berücksichtigt. Die Kosten für die Variante mit einem Pelletkessel, dem Innenlager und der Einbindung des bestehenden Gaskessels liegen bei 352.000 €.

### **Kosten:**

Zur besseren Übersicht werden die in der Untersuchung aufgeführten ermittelten Kosten als Übersicht aufgeführt.

A. Wärmepumpe	(nicht geeignet, daher ohne Kostenansatz)
B. Gasbrennwertgerät und Wärmepumpen	(nicht geeignet, 317.000 € überschlägig genannt)
C.1. Holzpelletanlage mit zwei Kesseln- Außenlager	877.000 €
C.2. Holzpelletanlage mit zwei Kesseln- Innenlager	567.000 €
D.1. Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage- Außenlager	497.000 €
D.2. Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage- Innenlager	352.000 €

Die Kosten für die Varianten C. und D basieren auf einer entsprechenden Kostenermittlung über die jeweiligen Planungen für die Varianten. Dabei war die Variante D.1 zur Umsetzung vorgeschlagen worden, auch unter der Kenntnis, dass ein Weiterbetrieb des bestehenden Gaskessels noch ca. 10 – 12 Jahre in Aussicht steht. Bei dieser Varianten wird nicht in Flächen im Untergeschoss des Hauptgebäudes eingegriffen.

Der Ausschuss vom Mai hatte sich dafür ausgesprochen, die Variante B unter dem Einsatz von Wärmepumpen näher zu prüfen und zu untersuchen. Für die Sitzung waren diese Ansätze nicht empfohlen worden. Lösungen mit Wärmepumpen waren aufgrund der technischen Voraussetzungen nicht in Tiefe beleuchtet worden. Im TUPV im Juli konnten hierzu ergänzende Informationen, wie untenstehend aufgezeigt werden. Das Büro Engineering Consult hatte hierzu insbesondere die Thematik Wärmepumpe zusätzlich untersucht und vorgestellt.

### **Funktionsweise von Wärmepumpen:**

Wärmepumpen beziehen einen möglichst hohen Anteil der Energie aus Umweltwärme, sprich aus Wasser, Erdreich oder Luft. Die Antriebsenergie hierzu ist elektrische Energie und damit Strom. Die Wärmepumpe überträgt dabei Energie von einem niedrigen Temperaturniveau aus der Umweltwärme (Wärmequelle) auf ein höheres Temperaturniveau für ein Heizungssystem (Wärmesenke). Je geringer sich das Delta zwischen den beiden Temperaturniveaus darstellt, desto effizienter kann eine Wärmepumpe arbeiten. Dabei wird die Effizienz der Wärmepumpe mittels der Leistungszahl, dem sogenannten COP-Wert beschrieben. Bei effizienten Wärmepumpenprozessen sind typische Leistungszahlen von 4 - 5 zu erwarten und anzustreben. Das bedeutet, dass das Vier- bis Fünffache der eingesetzten Leistung über elektrische Energie als nutzbare Wärmeleistung zur Verfügung steht. Diese Leistungszahlen werden üblicherweise bei Wärmepumpen mit einer Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke von 25 bis 30 °C erreicht. Eine hohe Wärmequellen- Temperatur wird beim Einsatz von Wärmepumpen mit Wärmequelle Erdsonden oder Grundwasser erreicht, sodass es hier ein relativ geringes

Wärmedelta zu überbrücken ist. Bei dieser Technik handelt es sich um Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden oder Wasser/Wasser- Wärmepumpen mit dem Grundwasser als Wärmequelle. Hierbei sind Wärmequelltemperaturen zwischen 5- 10 °C zu erwarten. Daher fällt bei dieser Wärmequelle die Spreizung der Temperaturen ganzjährig deutlich geringer aus als bei Luft-/Wasser-Wärmepumpen. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen mit der Wärmequelle Außenluft sind in Walldorf für die Auslegung der Anlage mit der Leistungsspitze im Winter mit Wärmequelltemperaturen von -10 °C der Außenluft zu rechnen. Daher ist hier die Temperaturspreizung zwischen Wärmequelle und Wärmesenke deutlich größer.

### **Einsatzmöglichkeiten von Wärmepumpen:**

-Wasser/ Wasser-Wärmepumpe oder Sole/Wasser-Wärmepumpe:

Die Wasser/ Wasser-Wärmepumpe oder Sole/Wasser-Wärmepumpe benötigt Bohrungen ins Erdreich mit entsprechenden Erdsonden. Hierzu sind jedoch die wasserrechtlichen Gegebenheiten und Vorgaben zu beachten. In Walldorf liegt mit vielen Flächen der Gemarkung in Wasserschutzgebieten, sodass nicht überall Erdsonden möglich sind. Das Areal der Waldschule Walldorf liegt im Wasserschutzgebiet IIIA. Die ist auch den Karten des LU-BW Daten und Kartendienst zu entnehmen. Für den Standort der Waldschule sind, gemäß der „Verordnung des Landratsamtes Rhein-Neckar-Kreis als untere Wasserbehörde zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage Schwetzinger Hardt des Zweckverbandes Wasserversorgung Kurpfalz (WSG-Nr.-Amt: 226.026)“, die Erschließung von Grundwasser oder Oberflächenwasser zur Wärme- oder Kältegewinnung, Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren verboten. Daher darf eine Wasser/-Wasser-Wärmepumpe oder Sole/Wasser-Wärmepumpe am Standort Waldschule nicht umgesetzt oder geplant werden. Der Einsatz dieser Technik kann für die Heizung der Waldschule daher nicht zum Einsatz kommen.

-Luft/ Wasser-Wärmepumpen:

Durch die hohe Heizungswasservorlauftemperatur von ca. 80 °C bis zu 90 °C für die Versorgung des Bestandes im Auslegungsfall sind Standard Luft/Wasser-Wärmepumpe nicht einsetzbar. Die Einsatzgrenzen von Standard Luft/Wasser-Wärmepumpen liegen bei fast allen Produkten bei einer maximalen Vorlauftemperatur von 60 °C. Beispielhaft sei hier die relativ große Wärmepumpe genannt, welche im Kinderhaus Gewann Hof eingesetzt wurde. Das Produkt Fa. Dimplex LA 60S-TUR weist im Datenblatt eine maximale Vorlauftemperatur von 60 °C und versorgt ein Gebäude mit bis zu 60 kW Gebäudeheizlast.

Bei diesen Wärmepumpen ist auch zu beachten, dass die Leistungszahl (COP-Wert) mit steigendem Delta zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, d.h. bei tieferen Außentemperaturen, drastisch sinkt. Bei genanntem Produkt liegt der COP-Wert beispielhaft bei Außentemperatur mit 7 °C und einer Heizungsvorlauftemperatur von 35 °C bei 4,5 und somit im angestrebten Bereich. Bei einer Außentemperatur von -7 °C und einer Heizungsvorlauftemperatur von 35 °C liegt der COP-Wert bei 3,2 und damit schon deutlich niedriger. COP-Werte für die Wärmepumpen für die Maximaltemperatur mit bis zu 60 °C sind nach der Norm für die Geräte nicht aufzuführen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei einer Außentemperatur von -7 °C und der möglichen Maximaltemperatur der Wärmepumpe mit 60 °C der COP-Wert nicht höher als 1,5 liegen wird.

Daher liegt die Effizienz für den Winterfall der Wärmepumpen bei den benötigten Temperaturen in einem sehr schlechten Bereich.

Durch die drastisch sinkende Leistungszahl sinkt zum einen die Effizienz, zum anderen aber auch die eigentliche Leistung der Wärmepumpe, sodass die Wärmepumpe deutlich überdimensioniert werden muss. Würde die Vorlauftemperatur von 60 °C für das Bauvorhaben reichen, müssten ca. 15 Wärmepumpen eingesetzt werden, um auf die benötigte Leistung von 250 kW bei Erhalt eines Gaskessels zu kommen. Selbst wenn das Temperaturniveau ausreichen würde, ist die Aufstellung und Unterbringung von 15 solcher Geräte mit jeweils 1,9 x 1,0 m Grundfläche und einer Höhe von 2,3 m auf der Nordseite der Waldschule sehr schwierig bis nicht wirklich möglich. Daher kommt der Einsatz solcher großen Luft/ Wasser-Wärmepumpen zur Wärmeversorgung für die Bestandsgebäude der Waldschule aufgrund des mangelnden Temperaturniveaus und auch des Platzbedarfes nicht in Betracht.

**-Einbindung Standard Luft/Wasser-Wärmepumpe:**

Damit die Wärmepumpen keine so hohen Vorlauftemperaturen erzeugen müssen, wäre es auch denkbar diese als Rücklaufanhebung in die zentrale Heizungsanlage einzubinden. Der Heizungsrücklauf würde dabei durch die Wärmepumpe um einige Grad angehoben, erreicht jedoch nicht die absolute benötigte Vorlauftemperatur. Die fehlende Leistung bzw. Temperaturerhöhung müsste dann Kessel mit höheren Temperaturniveau, z.B. einen weiteren Gaskessel geleistet werden. Um diese technische Möglichkeit einsetzen zu können, sind zwingend niedrige Rücklauftemperaturen aus dem Heizungsnetz erforderlich. In der bestehenden Anlage zur Beheizung des Gebäudebestandes liegen im Auslegungsfall Rücklauftemperaturen von ca. 53 °C vor. Die Wärmepumpe könnte somit lediglich eine maximale Erhöhung auf 60°C bewirken. Dabei würde die Wärmepumpe, die eigentlich auf eine Regeltemperatur von ca. 40°C ausgelegt ist, in einem absoluten ungünstigen Betriebsmodus laufen. Solche Wärmepumpen sind für einen solchen Dauerbetrieb nicht ausgelegt. Ferner kann die benötigte Leistung von etwa 250 kW über diese Variante nicht abgefahren werden. Daher kann auch ein entsprechender regenerativer Anteil nicht erreicht werden. Die eigentliche wesentliche Bereitstellung der Heizwärme auf das notwendige Temperaturniveau müsste über ergänzenden Heiztechnik mit höheren Temperaturen, über einen neuen zusätzlichen Gas-Kessel bereitgestellt werden. Der Einsatz von Standard-Wärmepumpen ist daher aus den genannten Aspekten heraus für den Einsatz zur Wärmebereitstellung für die Bestandsgebäude an der Waldschule nicht sinnvoll.

**Einsatz von industriellen Großwärmepumpe Luft/Wasser:**

Als Großwärmepumpe wird eine Wärmepumpe im Industriemaßstab bezeichnet. Diese Wärmepumpen zeichnen sich unter anderem durch höhere erreichbare Vorlauftemperaturen wie auch höhere Leistungen aus. Als ein Beispiel einer industriellen Großwärmepumpe wurde ein Produkt Albatros der Fa. Ochsner beispielhaft genannt. In den technischen Daten zum Produkt wird dargestellt, dass bei einer Außentemperatur von -10 °C eine Vorlauftemperatur von ca. 75 °C erreicht wird. Bei einer Außentemperatur von -5 °C kann eine Vorlauftemperatur von 82 °C erreicht werden. Im Zustand A2/W82 zur Erreichung der 82 °C liegt die Leistungszahl (COP) bei 1,9. Dieser COP-Wert liegt jedoch sehr weit weg, von den im Regelfall anstrebenswerten Werten mit 4

- 5 für Wärmepumpen. In diesen Betriebsfällen im Winter wird die Wärme letztlich direkt aus Strom erzeugt. Die Einbindung der industriellen Wärmepumpe an das Heizsystem der Waldschule erfordert, umfangreichen hydraulischen Maßnahmen für Rohrleitungsverbindungen in der Heizzentrale.

Diese Art der Wärmepumpe hat eine Größe von ca. 9 x 3 x 3 m, bei einem Gewicht von ca. 9 Tonnen. Für die Anlage insgesamt wird ein Platzbedarf von etwa 12 x 5 m benötigt. Eine funktionierende Aufstellfläche nördlich des Hauptgebäudes der Waldschule zu finden ist dabei schwierig. Der für den Betrieb notwendige Strombedarf beläuft sich auf ca. 350 A, bei einer Wärmeleistung von ca. 400 kW. De Facto würde hier eine eigene zusätzliche Trafostation nur für die Versorgung der Wärmepumpe mit ihrem enormen Strombedarf benötigt.

Diese Geräte für den industriellen Betrieb sind bestimmt für einen Einsatz in Industrie- oder Gewerbegebieten, in welchen höhere Schallemissionen zulässig sind. Bei entsprechender Leistungsabnahme sind hier Schallemissionen von über 90 dB(A) zu erwarten. Daher wäre die Schallausbreitung einer solchen Wärmepumpe in Abhängigkeit des Standorts zu untersuchen. Problematisch an einem Aufstellort an der Waldschule ist die direkte Nähe zum Schulhauptgebäude mit schulischer Nutzung. Durch die direkte Nähe zum Schulgebäude ist wahrscheinlich, dass der zulässige Schalldruckpegel am Schulgebäude nicht eingehalten werden kann. Bei einer Verschiebung nach Westen der Anlage dürfte der Lärm auch zur nordwestlich angrenzenden Wohnbebauungen gelangen. Für die Wohnbebauung und Wohngebiete, wie auch für Schulen, besteht ein hohes Schutzbedürfnis. Die Einhaltung der Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete mit tags 55 Dezibel und nachts 40 Dezibel, dürfte beim Einsatz dieser industriellen Wärmepumpen schwierig werden. Die Größe, das Gewicht, die Schallentwicklung und der hohe Strombedarf beschränken den Einsatz von industriellen Großwärmepumpen deutlich.

Der Einbau einer Großwärmepumpe wäre auch deutlich teurer als die unter Variante B genannten Kosten und auch teurer als die Varianten der derzeitigen Wärmeerzeugungen. Dies liegt vor allem an den Hauptkomponenten der Großwärmepumpe, ferner aber auch an umfangreichen hydraulischen Maßnahmen für Rohrleitungsverbindungen, sowie den zugehörigen elektrotechnischen Aufwendungen zur Herstellung des Stromanschlusses. Daher lässt sich diese Technik nicht wirklich in der räumlichen und technischen Situation an der Waldschule wirklich sinnvoll einsetzen.

#### **Fazit Wärmepumpen:**

Die Haustechnikplaner empfehlen, die Variante „Einsatz einer Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung“ in der Waldschule Walldorf nicht weiter zu verfolgen.

-Der Einsatz von Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen sind aufgrund des Aufstellortes hinsichtlich Wasserschutzgebiet nicht möglich.

-Eine Standard-Luft/Wasser-Wärmepumpe ist aufgrund der Einsatzgrenzen von 60 °C max. Vorlauftemperatur und aufgrund der Größenskalierung nicht einsetzbar.

-Der Einsatz einer Großwärmepumpe Luft/Wasser wäre zwar technisch möglich und hydraulisch in das Gesamtsystem einzubinden, aufgrund der hohen Stromaufnahme und der schlechten Effizienz bei den benötigten hohen Vorlauftemperaturen, jedoch wirtschaftlich nicht sinnvoll einsetzbar. Ergänzend lässt der zulässige Schalldruckpegel am Schulgebäude und in der Umgebung durch die Emission der Wärmepumpe, den Einsatz nicht wirklich zu.

### **Vorgeschlagene Lösung:**

Für die Beheizung der Bestandsgebäude der Waldschule ist jedoch wichtig eine zeitnahe Lösung zu finden, da es vorteilhaft wäre, die Sanierung der Wärmezentrale vor dem Beginn der zentralen Baumaßnahmen zur Erweiterung der Waldschule wenigstens zu beginnen.

Es wird weiterhin die Empfehlung die Wärmeversorgung der Waldschule mittels einer Holzpelletheizung in Kombination mit der Bestandsgaskesselanlage auszuführen, durch die Planer ausgesprochen. Nachdem der Einsatz von Wärmepumpen sich nicht wirklich schlüssig umsetzen lässt, erscheint es in der Gesamtbetrachtung weiterhin sinnvoll, den bestehenden funktionierenden Gas-Brennwertkessel zu behalten und weiter zu nutzen. Der Ausschuss für Technik, Umwelt, Planung und Verkehr hatte sich bei seinen Beratungen im Mai 2023 auch dafür ausgesprochen, die Variante mit der ergänzenden Pelletanlage als weitere Option beizubehalten. Nach der Untersuchung und ergänzenden Information zur Wärmepumpe sollte nun auf diese Option „Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage“ zurückgegriffen werden. Solche Pelletskessel haben über die Verbrennung der Gase, weniger Emissionen als alte Holzfeuerungen. Es ist auch vorgesehen, einen elektrostatischen Staubabscheider einzubauen, der ergänzend das emittieren von Staub reduziert.

Der Ausschuss für Technik, Umwelt, Planung und Verkehr hatte sich in seiner Sitzung im Juli dafür ausgesprochen, die Variante D.1 dem Gemeinderat zur Umsetzung zu empfehlen.

Um entsprechend zeitnah die Thematik lösen zu können und auch die vorhandenen Ressourcen nutzen zu können, wurde vorgeschlagen, die Variante „D.1. Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage mit Außenlager“ in die Umsetzung zu bringen und die Planung zur Realisierung weiter zu bearbeiten. Bei dieser Variante werden ein neuer Holzpelletkessel und der bestehende vorhandene Gasbrennwertkessel eingesetzt. Dabei wird über den Einsatz von Holzpellets regenerative Energie zur Wärmeerzeugung eingesetzt und so auch die Einhaltung der derzeitigen Vorgaben gewährleistet. Da der vorhandenen Gas-Heizkessel noch funktionsfähig ist, soll dieser bei dieser Variante weiter betrieben werden und zusammen mit einem neuen Pelletkessel die Gesamtheizleistung bereitstellen. Der defekte Gasbrennwertgerät würde gegen eine neue Holzpelletheizung getauscht. Dabei wird die Heizleistung auf zwei Kessel mit unterschiedlichen Brennstoffen Holz und Gas verteilt. Damit ist eine relativ gute Ausfallsicherheit gegeben, da beide Kessel ein entsprechendes Temperaturniveau anbieten können. Auch außerhalb der Spitzenlastzeiten mit sehr tiefen Außentemperaturen aufgrund der Redundanz eine

Ausfallsicherheit gesorgt ist. Wobei der Pelletskessel die Grundlast abdecken würde und der Gaskessel nur als Spitzenlastkessel zugeschaltet, sodass mindestens 70% der Heizenergie über die Pelletanlage regenerativ bereitgestellt wird.

Über das System können die erforderlichen Systemtemperaturen bis 80 °C bereitgestellt werden. Das Temperaturniveau ist für bestehende Heizflächen in den Bestandsgebäuden geeignet. Für die Anlage ist eine Abgasanlage notwendig. Für den Pelletkessel erfolgt die Anlieferung des Materials mit Lkw über die Zufahrt nördlich des Hauptgebäudes. Bei der Variante D.1 wird das Pelletlager für den einen Pelletkessel unterirdisch im Außenbereich nördlich des Hauptgebäudes platziert. Im Zuge der Beratungen sollten auch ergänzende Aspekte wie Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Ausstoss ergänzend aufgezeigt werden.

### **Bewirtschaftungskosten:**

Durch das Büro Engineering Consult wurden ergänzende Informationen zu den Bewirtschaftungskosten erstellt. Bei der Beheizung mit Gas in den letzten Jahren lagen die Kosten für den Brennstoff im Schnitt bei 78.143 € im Jahr. Wobei die Entwicklung der Gaspreise sich durchaus auch weiterentwickeln dürfte. Daher sind für eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit auch Annahmen für die künftige Entwicklung der Kosten für die Brennstoffe angenommen. Brennstoffkosten unterliegen in letzter Zeit starken Schwankungen. Holzpellets waren bis Oktober 2021 für etwa 220 €/Tonne zu bekommen. Im September 2022 wurde ein Höchststand mit ca. 800 €/Tonne Pellets erreicht. Derzeit pendelt sich der Preis bei ca. 400 €/Tonne (brutto) ein.

Bei Gas ist die Entwicklung ähnlich volatil. Die Gaspreise entwickelten sich in der Waldschule wie folgt:

#### Übersicht Gaspreise Walldorf Waldschule

01.01.2020 – 31.12.2020	7,18 Cent/kWh
01.01.2021 – 31.10.2022	8,13 Cent/kWh
ab 01.11.2022	17,48 Cent/kWh
ab 01.02.2023	21,35 Cent/kWh
ab 01.07.2023	17,34 Cent/kWh

Preise sind Endpreise inkl. aller Steuern inkl. Grundpreis und Messstellenbetrieb.

Im Gaspreis jeweils enthalten sind CO<sub>2</sub>-Abgaben für CO<sub>2</sub>-Zertifikate, derzeit hat das CO<sub>2</sub>-Zertifikat ein Anteil von etwa 0,75 Cent/kwh, im Jahr 2026 wird dieser Anteil auf etwa 1,5 Cent/kwh ansteigen. In Anbetracht der großen Preissprünge der Preise ist derzeit jedoch eher die weltpolitische Lage, als der CO<sub>2</sub>-Zertifikate Anteil für die Preise ausschlaggebend. Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wird daher mit folgenden Preisen als Annahme gerechnet:  
Holzpellets: 500 €/Tonne                      Gas: 0,19 Cent/kwh

### **Betriebskosten Brennstoff:**

Hier werden die Betriebsstoffkosten bei einem variierenden Anteil des Pelletseinsatzes dargestellt.

0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
139.433	133.134	126.835	120.536	114.237	107.938	101.639	95.340	89.041	82.742	76.443

€ € € € € € € € € € €

Die Darstellung auf der linken Seite mit 0% sind dabei reiner Gasbetrieb, 100% der reine Pelletsbetrieb. Die beispielhafte Berechnung zeigt, dass mit steigendem Holzpelletsanteil die Betriebskosten der Brennstoffe sinken. Bei der derzeit geplanten Variante mit einer Leistungsaufteilung von ca. 50% Holz (ca. 280kW) und 50% Gas (ca. 280kW), werden etwa 70% der Gesamtenergie durch den Pelletskessel in der Grundlast erzeugt. Es sind somit mit ca. 95.000€ Betriebskosten zu rechnen.

### CO2-Abdruck:

Es war auch gewünscht die Thematik des CO2-Abdrucks eine überschlägige Einordnung zu bekommen. Daher wurden durch das planende Büro hierzu entsprechende Werte ermittelt. Für Holz-Pellets werden in der Literatur mit 0,022 kg/kwh CO2- Äquivalent angegeben; Erdgas wird mit 0,247 kg/kwh CO2- Äquivalent bewertet (Quelle hierzu KEA-BW (Datenbank GEMIS5.0)). Daraus lässt sich ersehen, dass mit steigendem Holzanteil der CO2-Abdruck der Wärmeerzeugung spürbar sinkt.

Die untenstehende Tabelle sind die CO2-Äquivalent in Tonnen CO2 bei Durchschnitts-Verbrauch wie in den letzten 6 Jahre (733.856kwh) bei einem variierenden Anteil des Pelletseinsatzes dargestellt.

CO2 Äquivalente in Tonnen:

0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
181,3	164,8	148,2	131,7	115,2	98,7	82,2	65,7	49,2	32,7	16,1

Die Darstellung auf der linken Seite mit 0% sind dabei reiner Gasbetrieb, 100% der reine Pelletsbetrieb. Die beispielhafte Berechnung zeigt, dass mit steigendem Holzpelletsanteil der CO2-Abdruck sinkt. Bei der geplanten Variante D.1 mit einer Leistungsaufteilung von ca. 50% Holz und 50% Gas werden etwa 70% der Gesamtenergie durch den Pelletskessel in der Grundlast erzeugt. Es sind mit ca. 65,7 to CO2-Äquivalente zu rechnen. Daher schneidet die geplante Variante durchaus positiv ab.

### Ergänzende Überlegung:

Im Sinne der Betriebskosten wie auch des CO2-Abdrucks zeigt sich, dass ein größere Pelletanteil vorteilhaft sein kann. Daher wurden ergänzend Überlegungen seitens der Planer angestellt, wie es relativ einfach möglich wäre, diesen Anteil auf Basis der Variante D.1 zu erhöhen. Einer Steigerung der Leistungsaufteilung zugunsten von Holz wäre durch einen etwas größer dimensionierten neuen Holzkessel mit ca. 350- 400 kW Leistung erreichen, der die zwingend benötigte notwendige Leistung etwas übersteigt. Dabei ließe sich der Wärme-Erzeugungsanteil durch Pellets nochmal auf ca. 90% steigern. Für die Leistungserhöhung des Holzkessels sind Mehrkosten gegenüber der Variante D.1 im Invest von ca. 60.000 € brutto zu erwarten, sodass insgesamt für eine solche ergänzende Lösung Kosten von 557.000 € entstünden. Damit wäre dieser Lösungsansatz auch deutlich günstiger als der Einbau von zwei Pelletkesseln und hatte dennoch eine relativ hohen

Pelletsanteil im Heizbetrieb. Der bestehende Gaskessel würde auch hier als Spitzenlastkessel geführt und weiter genutzt und auch im Falle einer Störung redundant nutzbar. Bei dieser Variante „D.1-plus“ wäre mit Betriebskosten in Höhe von ca. 83.000 € zu rechnen. Mit diesem Ansatz kann somit noch eine ergänzende Variante dargestellt werden. Daher wäre diese ergänzende Option durchaus eine ergänzende Möglichkeit, um den in den Beratungen genannten Aspekten nachzukommen.

Des Ausschusses für Technik, Umwelt, Planung und Verkehr hat in seiner Sitzung vom 11.07.2023 die Empfehlung an den Gemeinderat ausgesprochen, die Variante „D.1.Gaskessel Bestand und Holzpelletanlage mit Außenlager“ mit Kosten von 497.000 € umzusetzen.

Daher wird die Umsetzung dieser Variante der Heizungssanierung vorgeschlagen. Mit der Erneuerung der Heizungszentrale für den Bestand der Waldschule soll die Wärmebereitstellung und Beheizung der Schulgebäude mittelfristig gesichert werden.

Matthias Renschler  
Bürgermeister