



Heizungsanlage Schulstrasse 30 5436 Würenlos

Stand Dezember 2019

A Inhaltsverzeichnis

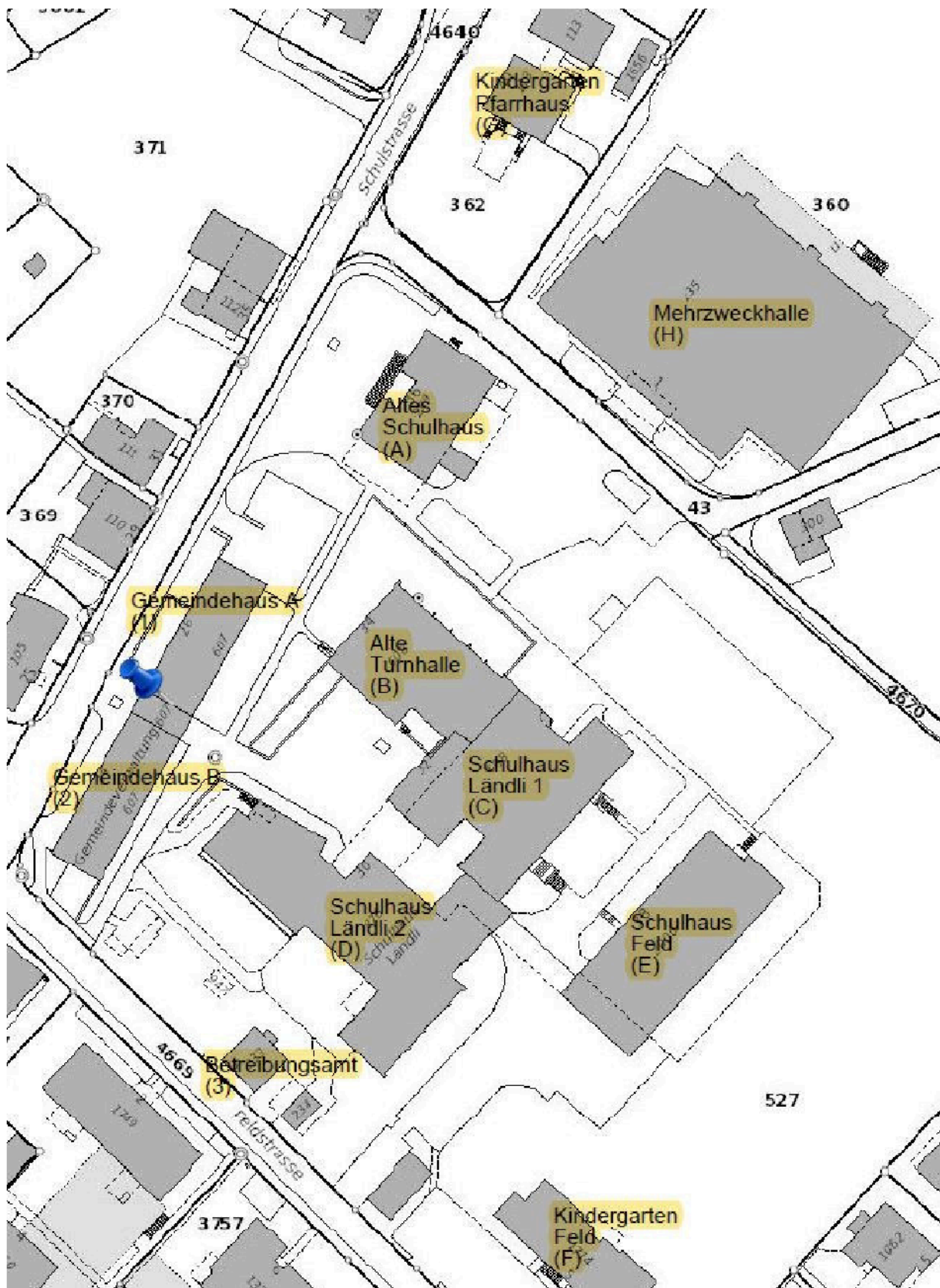
A	INHALTSVERZEICHNIS	A
1	AUSGANGSLAGE	- 1 -
2	VARIANTEN	- 4 -
2.1	Ersatz der Ölheizung durch eine neue Ölheizung	- 5 -
2.2	Erdsondenwärmepumpe.....	- 5 -
2.3	Grundwasserwärmepumpe	- 5 -
2.4	Luft/Wasserwärmepumpe.....	- 6 -
2.5	Schnitzelheizung	- 6 -
2.7	Regulierung, Pumpen Ventile	- 7 -
3	ZUSAMMENFASSUNG / EMPFEHLUNG	- 8 -
4	ANHANG	- 9 -

1 Ausgangslage

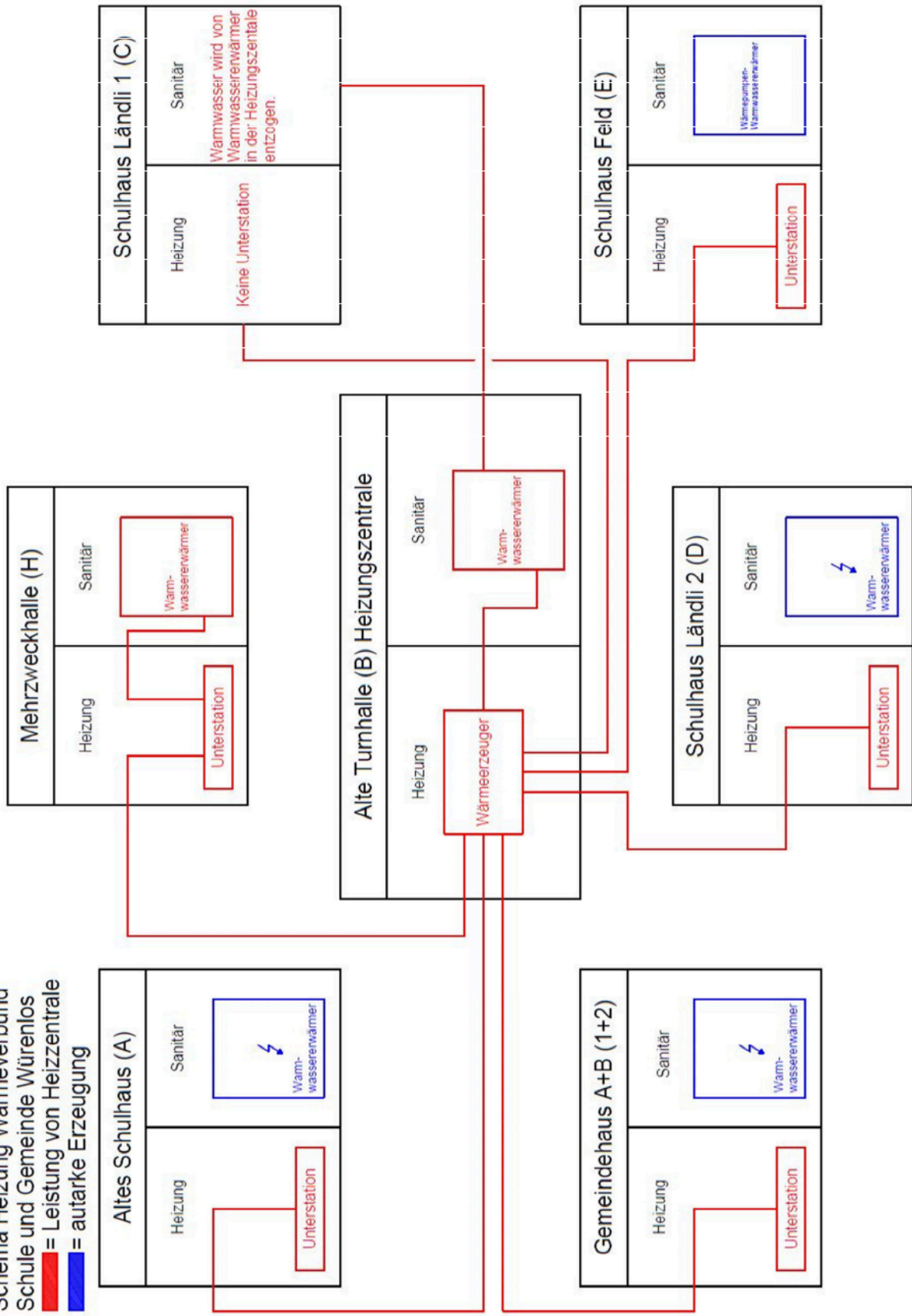
Die bestehende Ölheizung hat die Lebensdauer erreicht und muss ersetzt werden. Der durchschnittliche Ölverbrauch liegt bei ca. 103'000 Liter. Das entspricht einer Leistung zwischen 450-500kW. Die Regulierung hat ebenfalls die Lebensdauer erreicht und muss ersetzt werden.



Die einzelnen Gebäude sind teilweise über Fernleitungen erschlossen oder haben eine autarke Energieerzeugung.



Schema Heizung Wärmeverbund
 Schule und Gemeinde Würenlos
 ■ = Leistung von Heizzentrale
 ■ = autarke Erzeugung



Auf dem vereinfachten Schema ist ersichtlich, dass das Warmwasser dezentral mit Elektroboilern erzeugt wird. Die alte Turnhalle (B) und die Mehrzweckhalle (H) erzeugen das Warmwasser in der Zentrale (B) und über die Fernleitung in der Zentrale (H). Es besteht die Möglichkeit den Energieverbrauch zu senken indem das Warmwasser mit einer Luft Wasserwärmepumpe erzeugt wird. Die Fernleitung zwischen alte Turnhalle und Mehrzweckhalle müsste im Sommer nicht betrieben werden, was zu einer Energieeinsparung führt.

2 Varianten

2.1 Ersatz der Ölheizung durch eine neue Ölheizung

Die bestehende Ölheizung wird durch eine neue Ölheizung ersetzt.

Machbarkeit: Ist ohne Probleme auszuführen. Die alte Ölheizung wird durch eine neue kondensierende Ölheizung ersetzt.
Das Warmwasser der alten Turnhalle und Mehrzweckhalle kann je optional mit einer Luft-Wasserwärmepumpe erzeugt werden.
Diese Variante kann schon mit der bestehenden Ölheizung realisiert werden.

Grobkosten: Ersatz Ölheizung Fr 185'000.- exkl. MwSt
exkl. Elektroarbeiten
Brennstoffkosten Fr. 90'000.- pro Jahr

2.2 Erdsondenwärmepumpe

Die bestehende Ölheizung wird durch eine Erdsondenwärmepumpe ersetzt.

Machbarkeit: Die Realisierung einer Erdsondenwärmepumpe ist nicht empfehlenswert. (siehe Anhang Bericht Jäckli)

Grobkosten: Ersatz durch Erdsondenwärmepumpe Fr 985'000.- exkl. MwSt
inkl. Erdsonden
exkl. Elektroarbeiten
Stromkosten Fr 60'000.- pro Jahr

2.3 Grundwasserwärmepumpe

Die bestehende Ölheizung wird durch eine Grundwasserwärmepumpe ersetzt.

Machbarkeit: Die Realisierung einer Grundwasserwärmepumpe ist nicht empfehlenswert. (siehe Anhang Bericht Jäckli)

Grobkosten: Ersatz durch Grundwasserwärmepumpe Fr 885'000.- exkl. MwSt
inkl. Erdsonden
exkl. Elektroarbeiten
Stromkosten Fr 55'000.- pro Jahr

2.4 Luft/Wasserwärmepumpe

Die bestehende Ölheizung wird durch eine Luft/Wasserwärmepumpe ersetzt.

Machbarkeit: Es wird ein Leistungsbereich von ca. 450-500 kW benötigt.
Dies ist mit einer Luft/Wasser Wärmepumpe nicht zu realisieren.

2.5 Schnitzelheizung

Die bestehende Ölheizung wird durch eine Schnitzelheizung ersetzt.

Machbarkeit: Es ist möglich den Wärmebedarf mit einer Holzschnitzelanlage abzudecken. Der Platzbedarf für Heizkessel und Pufferspeicheranlage ist nicht ausreichend. Da die Anlage über 70kW Leistung hat müssen Elektrofilter verbaut werden um die Feinstaubemissionen zu reduzieren. Es müssen neue Kaminzüge erstellt werden. Es empfiehlt sich eine Schnitzelanlage in der Grösse als Doppelanlage mit 2 Kesseln auszulegen. Es muss ein zweiter Kaminzug erstellt werden. Im Tiefbauverfahren muss ein Schnitzelbunker erstellt werden, welcher sich nahe dem Heizraum befinden muss.

Die Anlieferung der Schnitzel auf dem Schulgelände birgt ein gewisses Risiko da sich Schüler auf dem Areal befinden und mit grossen Fahrzeugen Schnitzel angeliefert werden.
Das Warmwasser der alten Turnhalle und Mehrzweckhalle kann mit einer Luft-Wasserwärmepumpe erzeugt werden.

Grobkosten: Ersatz durch Schnitzelheizung Fr 480'000.- exkl. MwSt
ohne Schnitzelbunker
exkl. Elektroarbeiten
Brennstoffkosten Fr 57'000.- pro Jahr für 1200m³ Schnitzel

2.7 Regulierung, Pumpen Ventile



Bei einer Heizungssanierung sollten Pumpen Ventile und Regulierung ersetzt.

Machbarkeit: Ist ohne Probleme auszuführen. Die zum Teil sehr alten Umwälzpumpen haben einen vergleichbar hohen Stromverbrauch. Um Störungen zu vermeiden sollten alle alten Pumpen ersetzt werden. Alle Pumpen werden neu mit 230 V anstelle von 3x400V betrieben. Die Regulierung ist somit wieder auf dem neusten Stand der Technik. Die neuen Umwälzpumpen haben einen Stromverbrauch welcher um 50-70% niedriger ist. Diese Massnahme kann auch unabhängig von der Heizungssanierung realisiert werden.

Grobkosten: Ersatz Regulierung und Umwälzpumpen Fr 85'000.- exkl. MwSt exkl. Elektroarbeiten

3 Zusammenfassung / Empfehlung

Aus ökologischer Sicht ist die Variante Schnitzelheizung zu empfehlen. Der Investitionsbedarf ist einmalig hoch. Der Platzbedarf für die Realisierung und die baulichen Massnahmen sind vertieft abzuklären.

Die Variante Ersatz Ölheizung ist am kosteneffizientesten. Aus Ökologischer Sicht jedoch nicht zukunftsweisend. Der Brennstoff Öl wird sich in naher Zukunft verteuern.

Die beiden Varianten sind vertieft zu verfolgen und als Entscheidungsgrundlage ist eine projektbezogene Kostenschätzung auszuarbeiten.

Bei beiden Varianten empfiehlt sich die Warmwassererzeugung der Turn- und Mehrzweckhalle über eine Luft-Wasserwärmepumpe zu realisieren. Somit muss die Fernleitung im Sommer nicht betrieben werden. Für den Ersatz der kleineren Elektroboiler sind Wärmepumpenboiler in Betracht zu ziehen. Die Massnahme Warmwasser kann auch unabhängig von der Heizungssanierung realisiert werden.

Stefan Hartmann



4 Anhang

Poly Team AG
Herr Stefan Hartmann
Wildschachenstrasse 36
5200 Brugg

Sachbearbeiter: Roland Felber
MSc ETH, Geologe
Telefon: 056 203 60 36
E-Mail: felber@jaeckli.ch

Baden, 9. Dezember 2019
191691 Brief 1_JAG.docx FR/Lü

Schulhaus, Schulstrasse, Parzelle 527, Würenlos / AG
Machbarkeitsstudie im Hinblick auf eine Grundwasser- oder Erdwärmenutzung

Sehr geehrter Herr Hartmann

Wir nehmen Bezug auf Ihr E-Mail vom 23.10.2019, mit welchem Sie uns im Namen der Gemeinde Würenlos beauftragt haben, das obgenannten Projekt hydrogeologisch zu beurteilen. Nach Durchsicht und Studium der vorhandenen Aktenunterlagen und des öffentlich zugänglichen Kartenmaterials können wir Ihnen folgende Angaben machen:

1 Ausgangslage

Das Schulhaus an der Schulstrasse auf Parzelle Kat.-Nr. 527 in Würenlos soll nach Möglichkeit mittels einer Wärmepumpe am Grundwasser oder mittels Erdsonden beheizt werden. Gemäss Ihren Angaben per E-Mail vom 21.10.2019 wird eine Heizleistung von rund 480 kW benötigt.

Im Falle einer *Wärmepumpe am Grundwasser* wird ein Wärmebedarf aus dem Grundwasser von rund 360 kW benötigt, was bei einer Abkühlung des Grundwassers um 3°C einer Wassermenge von rund 1'750 l/min entspräche. Das Wasser müsste in einem Entnahmehrunnen gefördert und in einem Rückgabehrunnen wieder in den Grundwasserleiter rückversickert werden.

Im Falle einer *Erdwärmenutzung* müsste die benötigte Heizleistung mittels mehreren Erdsonden gedeckt werden.

2 Hydrogeologische Übersicht

Geologische Verhältnisse

Die Projektparzelle liegt wenig südöstlich des Dorfzentrums von Würenlos in der Ebene des Furttales auf rund 422 m ü.M.

Die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sind aufgrund von früher abgeteufte Bohrungen in der weiteren Umgebung in groben Zügen bekannt. Es ist folgender Schichtaufbau zu erwarten:

- Direkt unter der Terrainoberfläche sind geringmächtige Oberflächenschichten vorhanden.
- Darunter folgen mächtige, feinkörnige, sandig-kiesige Moränenablagerungen.
- In grösserer Tiefe steht der mehrheitlich sandig-kiesige Furttal-Schotter an.
- In Kernbohrungen in der Talmitte (200–400 m nördlich und westlich der Projektparzelle) wurden unter dem Schotter auf rund 351–353 m ü.M. (Ø 352 m ü.M.) resp. in rund 70 m Tiefe erneut Moränenablagerungen angetroffen.
- In Erdsondenbohrungen südöstlich des Projektareals wurde der Fels auf ca. 340–350 m ü.M. resp. in rund 72-82 m Tiefe erreicht. Westlich der Projektparzelle wurde der Fels in keiner uns bekannten Bohrung angetroffen. Die Felsoberfläche fällt jedoch generell gegen Westen zur Talmitte hin ab.

Grundwasserverhältnisse

Das Projektareal liegt im südöstlichen Randbereich des Furttal-Grundwasservorkommens. Als Grundwasserleiter wirkt der mässig bis gut durchlässige Furttal-Schotter. Die darunter liegenden Moränenablagerungen resp. der Fels sind dagegen mehrheitlich schlecht durchlässig und stellen daher für das Schottergrundwasser den Stauer dar.

Das Grundwasser strömt im Bereich des Projektareals mit einem Gefälle von gut 1‰ generell parallel zur Talachse in südwestlicher bis westlicher Richtung. Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Aargau (GIS-Browser Kt. AG, Stand Dezember 2019) liegt der Grundwasserspiegel bei Mittelwasser (MW) im Bereich des Projektareals auf knapp 362 m ü.M. resp. in rund 60 m Tiefe. Da die Felsoberfläche und damit die grundwasserstauende Schicht gegen Westen generell abfallen, nimmt die Grundwassermächtigkeit von weniger als 2 m im Südostteil des Areals auf bis zu 10 m im Nordwestteil zu. Mangels tieferreichender Sondierungen im Bereich der Projektparzelle ist diese Prognose allerdings mit Unsicherheiten behaftet.

Gemäss der langjährigen Messreihe (Periode 1987-2018) in der nächstgelegenen Grundwasserfassung Bettlen der Gemeinde Würenlos sind die Grundwasserspiegelschwankungen relativ gering. Unter der Annahme, dass das Schwankungsverhalten im Projektgebiet ähnlich ist, dürfte der Grundwasserspiegel am Projektstandort zwischen rund 361 m ü.M. (Niedrigwasser, NW) und 363 m ü.M. (Hochwasser, HW) schwanken.

Das Projektareal wird in der Gewässerschutzkarte des Kantons Aargau (GIS-Browser Kt. AG, Stand Dezember 2019) dem Gewässerschutzbereich A_J zugeordnet.

3 Hydrogeologische Beurteilung

Wärmepumpe am Grundwasser

In der Grundwasserkarte des Kantons Aargau (GIS-Browser Kt. AG, Stand Dezember 2019) wird für das Projektareal eine Grundwassermächtigkeit zwischen rund 2 m und 10 m postuliert. Diese Prognose ist aber mangels tiefreichender Sondierungen und hydrogeologischen Versuchen im Bereich der Projektparzelle relativ unsicher. Ob die benötigte Wassermenge von rund 1'750 l/min gefördert werden kann, hängt stark davon ab, wie gross die in einem allfälligen Entnahmebrunnen erschlossene Grundwassermächtigkeit und die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters sind. Rechnerische Abschätzungen zeigen, dass bei einer Grundwassermächtigkeit von rund 10 m ein Durchlässigkeitsbeiwert k von rund 5×10^{-3} m/s erreicht werden müsste, damit die angestrebte Grundwassermenge aus einem Entnahmebrunnen mit leistungsfähigen 10"-Edelstahl-Wickeldrahtfilterrohren gefördert werden könnte. Da beide Annahmen sehr optimistisch sind, erachten wir die Chance der Realisierung einer Grundwasserwärmeeinnahme im geplanten Umfang mit einem Förderbrunnen als sehr gering. Alternativ dazu könnten allenfalls zwei Förderbrunnen erstellt werden, damit die angestrebte Grundwassermenge entnommen werden könnte. Wir gehen aber davon aus, dass auch diese Variante aus Kostengründen (ca. CHF 80'000.- pro Brunnen) nicht in Betracht gezogen wird, da das Risiko besteht, dass die erforderliche Wassermenge nicht generiert werden kann.

Das in der Wärmepumpe abgekühlte Grundwasser müsste in den Untergrund rückversickert werden. Aufgrund der mächtigen, schlecht durchlässigen Moränenablagerungen müsste dafür zusätzlich mindestens ein Schluckbrunnen erstellt werden.

In jedem Fall könnte eine definitive Beurteilung erst nach dem Abteufen einer ersten Sondierbohrung, dem Durchführen eines Pumpversuches und der Ermittlung der relevanten hydrogeologischen Parameter vorgenommen werden.

Erdwärmesonden

Gemäss der aktuellen Eignungskarte Erdwärmeeinnahme des Kantons Aargau (GIS-Browser Kt. AG, Stand Dezember 2019) sind lediglich im Südostteil der Projektparzelle Erdwärmesonden gestattet. Um die angestrebte Heizleistung mittels Erdwärme zu decken, wären vermutlich rund 50–100 Erdsonden à 150–300 m Tiefe notwendig. Die dazu vorhandene Fläche im Südostteil von ca. 6'500 m² ist gemäss einer ersten groben Abschätzung zu klein, dass eine derart grosse Anzahl an Erdsonden erstellt werden könnten.

Auf der gesamten Projektparzelle mit einer Fläche von rund 23'000 m² könnte voraussichtlich ein derart grosses Erdsondenfeld realisiert werden. Jedoch sind Erdsonden im Nordwestteil der Projektparzelle nicht zulässig, da ein nutzbares Grundwasservorkommen vermutet wird. Um diese Einschätzung zu ändern, müsste im Nordwestteil der Projektparzelle mit mehreren Bohrungen nachgewiesen werden, dass eine Grundwassermächtigkeit von max. 2 m und damit kein nutzbares Grundwasser vorliegt. Dieses Vorgehen ist jedoch mit einigen Unsicherheiten behaftet und müsste vorgängig mit der kantonalen Bewilligungsbehörde diskutiert werden. Zudem wären für diese Abklärungen grosse finanzielle Aufwendungen notwendig.

4 Zusammenfassende Beurteilung

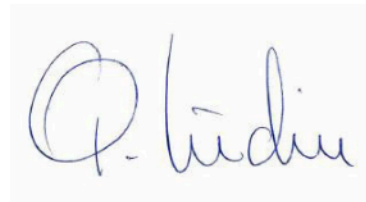
Die Projektparzelle liegt unglücklicherweise im Randbereich eines Grundwasservorkommens. Deshalb sind die Aussichten für die Beheizung des Schulhauses sowohl mittels Grundwasser als auch Erdwärme nicht sehr günstig und in beiden Fällen mit zahlreichen Unsicherheiten behaftet. Die Variante mit den besten Aussichten wäre grundsätzlich, wenn beide Wärmequellen kombiniert genutzt werden könnten, was aber kaum wirtschaftlich umzusetzen ist.

* * *

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Erläuterungen zu dienen. Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Dr. Heinrich Jäckli AG

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Jäckli', is displayed within a light gray rectangular box.