



NACHHALTIG EFFIZIENT

Schulanlage Stägenbuck, 8600 Dübendorf

Datum: 13. Juni 2019
Revidiert 27. September 2024
E-Mail: alice.hefti@gup.ch
Direktwahl +41 44 360 16 43

Bericht: 01a Konzeptvarianten Heizung (Überarbeitung)

Verteiler: Cédric Perrenoud Imopr.
Patric Baggi G+P
Alice Hefti G+P

Inhalt:

1. Ausgangslage / Ziel	2
2. Grundlagen	2
3. Energiepolitik	3
4. Energiekennzahlen / bestehende Wärmeversorgung	4
5. Prüfung Energiesysteme	6
6. Variantenprüfung	9
7. Investitions- und Jahreskostenvergleich	13
8. Fläche Heizraum	14
9. Beurteilung und Empfehlung zur Wärmeerzeugung	14

Planer- und
Unternehmerteam

Bauherr
Sekundarschulgemeinde
Dübendorf- Schwerzenbach
und Primarschule Dübendorf
vertreten durch:
Projektgruppe Schulanlage
Stägenbuck
8600 Dübendorf



Beilagen:

- Detaillierter Jahreskostenvergleich

1. Ausgangslage / Ziel

Die Schulanlage Stägenbuck in Dübendorf wird gesamthaft einer Sanierung unterzogen. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gibt einen Überblick über die Eingriffstiefe der Sanierungsmassnahmen, den Erweiterungsbauten und den Aufstockungen bzw. Neubauten. Das bestehende Hallenbad wird zurückgebaut. Seit 2002 ist die Stadt Dübendorf eine Energiestadt, Vorgaben sind im Energierichtplan festgehalten.

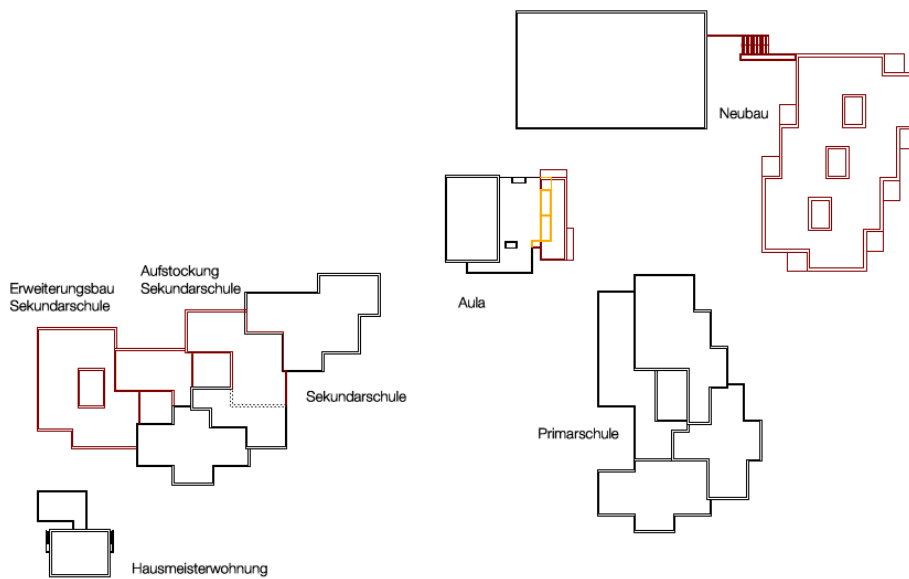
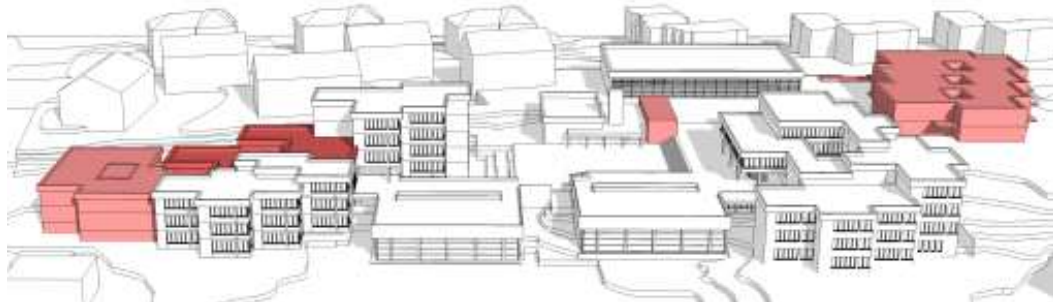


Abbildung: Gesamtübersicht + Flächenschemata (NUSUS)

Ziel ist es, Konzeptvarianten für die Wärmeerzeugung zu erarbeiten, die in erster Linie die Anforderungen der Stadt Dübendorf erfüllen aber auch das revidierte Energiegesetz des Kantons Zürich einhalten.

2. Grundlagen

- | | | |
|-----------------------|---|------------------|
| • Flächenschemata | Überarbeitung / Vorstudie Projektstand Mai 2019 | NUSUS AG |
| • Grundriss Vorstudie | Variante 3.0 / 07.05.2019 | NUSUS AG |
| • Energiebilanz | SA Stägenbuck Primarschultrakt | BWS Bauphysik AG |

3. Energiepolitik

3.1 Energiegesetz Kanton Zürich

Zürcher Energiegesetz seit September 2022

Kern der Gesetzesvorlage ist eine 5-Prozent-Mehrkosten-Klausel, die beim Heizungsersatz greifen soll. Konkret sieht die Klausel vor, dass fossile Heizsysteme beim Heizungsersatz nur noch dann eingebaut werden dürfen, wenn sich bei einer Lebenszyklusbetrachtung zeigt, dass eine klimaneutrale Alternative mehr als 5 Prozent teurer wäre. Trifft dies nicht zu, beziehungsweise wird die 5-Prozent-Regel trotz Förderung überschritten, dann greifen nach dem neuen Gesetz die Standardregeln der Mustervorschriften der Kantone (MuKE n 2014). Oder präziser: Wird eine fossile Heizung durch eine fossile Heizung ersetzt, dann müssen 10 Prozent erneuerbare Energien eingesetzt werden. Der 1:1-Ersatz einer fossilen Heizung ist nur noch im Ausnahmefall möglich.

3.2 Energierichtplan Dübendorf

Das Schulareal Stägenbuck (Teilgebiet 4) fällt unter *Gebiete mit besonderen Energievorgaben: Öffentliches Eigentum".

Für das Teilgebiet 4 ist folgender Zielwert einzuhalten:

- Maximal 50% fossile Energie (Gas)

Auszug "Bericht zum Energieplan" von Suter von Känel Wild AG- 27.11.2017:

8.7 Gebiete mit besonderen Energievorgaben: Öffentliches Eigentum

Gebietsfestlegung	<p>Die Stadt verhält sich bei den eigenen Gebäuden vorbildlich. Der Energieträger Gas wird nicht priorisiert. Es werden areal-bezogene Versorgungslösungen auf Basis von erneuerbaren Energieträgern angestrebt.</p> <p>Im Sinne der Selbstbindung soll der Absenkpfad für die öffentlichen Liegenschaften (stadteigene Gebäude und Zonen für öffentliche Bauten) strenger sein als bei übrigen Gebieten.</p>
Massnahme	<p>Im Rahmen von Sanierungen und Neubauten sind folgende Zielwerte anzustreben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximal 30% fossile Energie (Gas) bei Neuüberbauungen und Umstrukturierung bereits überbauter Areale • Maximal 50% fossile Energie (Gas) bei Sanierungen bereits überbauter Areale <p>Es sind keine neuen Ölheizungen zulässig. Im Gegensatz zu Teilgebiet 1 (vgl. Kap. 8.6) kann das Beimischen von Biogas als erneuerbarer Energieträger berücksichtigt werden, da die Kontrolle bei öffentlichen Liegenschaften gewährleistet ist.</p>

4. Energiekennzahlen / bestehende Wärmeversorgung

4.1 Approximative Heizlast und Warmwasserbedarf

Zur Leistungsabschätzung wurden folgende Kennwerte für die Heizlast verwendet:

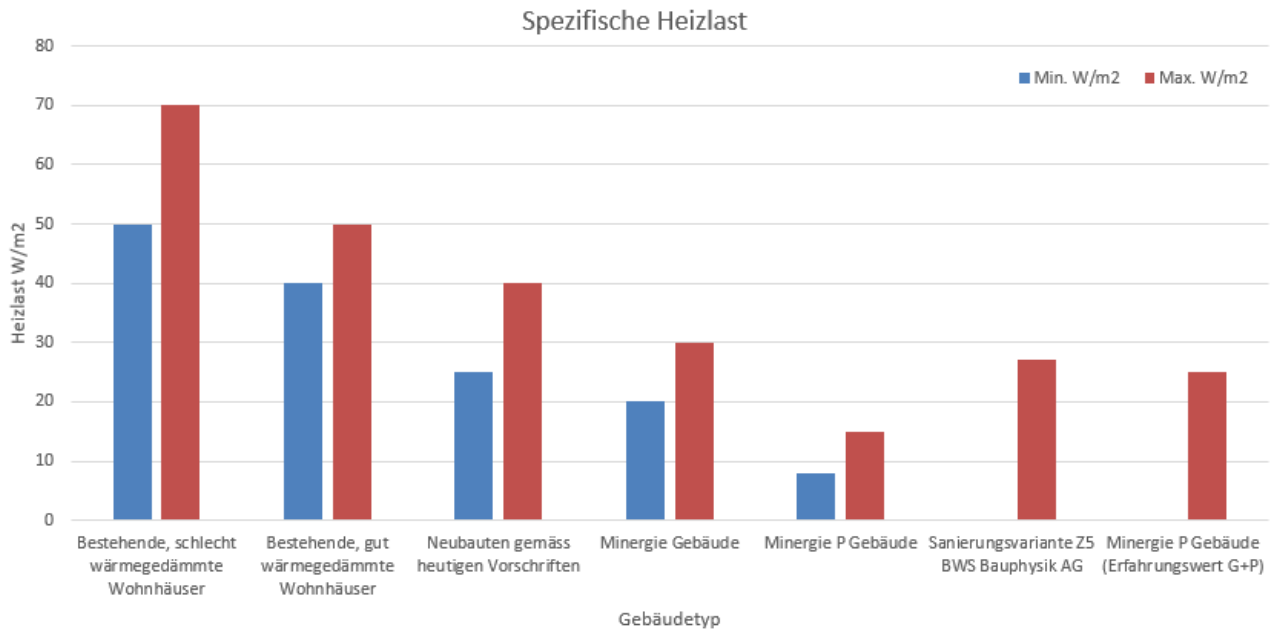


Abb. 1 Kennwerte Spezifische Heizlast (Leistungsgarantie Haustechnik)

Für die approximative Berechnung der Heizlast wurde für die bestehenden Gebäude der Wert aus der Sanierungsvariante Z5 und für die Neubauten den Minergie P Erfahrungswert G+P verwendet.

Tab. 1 Approximative Heizlast exkl. WW

Gebäude	Leistung (kW)
Erweiterungsbau Sekundarschule (neu)	40
Aufstockung Sekundarschule (neu)	12
Sekundarschule (bestehend)	133
Primarschule (bestehend)	125
Aula (bestehend)	11
Hausmeisterwohnung (bestehend)	7
Neubau (bestehend + neu)	107
Total inkl. Fernleitungsverluste (10%)	500*

* gerundet auf nächsten 100er

Tab. 2 Approximativer Warmwasserbedarf

Gebäude	Warmwasserbedarf (60°C l/d)
Sekundarschule	4'000
Primarschule	2'500
Aula	300
Hausmeisterwohnung	300
Neubau	4'000
Total Warmwasserbedarf	11'000*

* gerundet auf nächsten 1'000er

4.2 Bestehende Wärmeversorgung

Die heutige Heizzentrale befindet sich im Untergeschoss der Aula. Die aktuelle Wärmeerzeugung besteht aus einer zentralen Zweistoffkesselanlage mit Gas und Öl als Energieträger. Die Anlage wird fast ausschliesslich mit Gas betrieben. Mittels Fernleitungen wird die Wärme zu den jeweiligen Gebäuden geführt. Dieses Konzept soll weiterhin erhalten bleiben. Die Fernleitungen haben ihre Nutzungsdauer überschritten. Es wird empfohlen die Fernleitungen zu ersetzen.

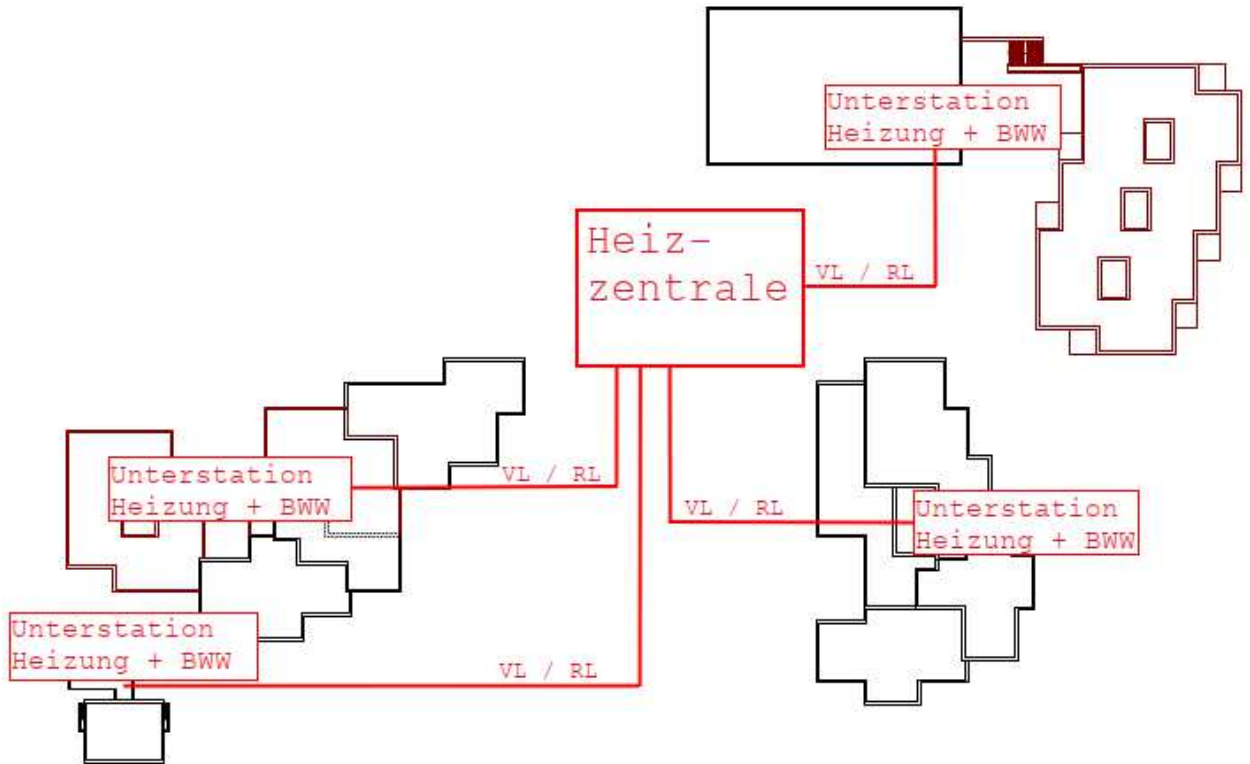


Abbildung: bestehende Wärmeversorgung Schulareal

5. Prüfung Energiesysteme

5.1 Energiequellen

mögliche Energieträger / Energiesysteme:

Erdwärme



Wärmeerzeugung über Erdwärmennutzung

Beurteilung / Empfehlung **Weiter verfolgen**

Gründe:

Erneuerbares Heizsystem.
Erdwärmesonden grundsätzlich zulässig,

Luft



Nutzung von Umgebungswärme (Luft) für den Betrieb einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

Beurteilung / Empfehlung **Weiter verfolgen**

Gründe:

Erneuerbares Heizsystem.

Erdgas



Erdgas als Brennstoff für die Wärmeerzeugung.

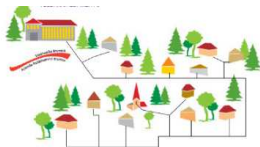
Beurteilung / Empfehlung **(Weiter verfolgen)**

Gründe:

Allenfalls als Spitzenabdeckung, Beachtung Energierichtplan Dübendorf / Energiegesetz Kanton Zürich.

zu späterem Zeitpunkt nochmals prüfen:

Fernwärme/Wärmeverbund



Anschluss an einen Wärmeverbund/Fernwärme.

Beurteilung / Empfehlung **Später nochmals prüfen**

Gründe:

Es befindet sich ein Fernwärmenetz in Prüfung. Bei Entscheid für Fernwärme kann die Liegenschaft frühestens ab 2028 angeschlossen werden¹. Keine weiteren Anbieter von Fernwärme wie z.B. Energie 360°.

¹ Machbarkeit Fernwärme in Bearbeitung, Fertigstellung auf Ende 2024, (Fernwärme über Schnitzelheizung/Spitzendeckung Gas) Telefonische Auskunft Glatzwerke Herr Thoma, 20.09.2024

ausgeschiedene Energieträger / Energiesysteme:

Grundwasser



Wärmeerzeugung über Grundwasser

Beurteilung / Empfehlung **Nicht weiter verfolgen**

Gründe: Grundwassernutzung aus hydrogeologischen Gründen i.d.R. nicht möglich (gemäss GIS+AWEL).

Holzpellets/Schnitzel



Holz als Brennstoff für die Wärmeerzeugung

Beurteilung / Empfehlung **Nicht weiter verfolgen**

Gründe: Feinstaubemissionen. Verknappung Energieholz, siehe auch Positionspapier Kt. Zürich (Anhang 1)

Biogas



Biogas als Brennstoff für die Wärmeerzeugung.

Beurteilung / Empfehlung **Nicht weiter verfolgen**

Gründe: Der Gasversorger Glattwerke bietet kein Gas mit mind. 80% Biogas an.

Erdöl



Erdöl als Brennstoff für die Wärmeerzeugung.

Beurteilung / Empfehlung **Nicht weiter verfolgen**

Gründe: Fossiler Energieträger. Beachtung Energierichtplan/Energiegesetz.

Thermische Solaranlage



Nutzung von Sonnenenergie für die Warmwasseraufbereitung.

Beurteilung / Empfehlung **Nicht weiter verfolgen**

Gründe: Weiterhin Grundlasterzeuger notwendig, Bei Dachnutzung: Nutzung Fläche für Stromerzeugung.

5.2 Variantendefinition

Nachfolgend wird festgehalten welche Varianten im Detail untersucht und verglichen werden sollen.

- Variante 1: Erdsonden Wärmepumpe
- Variante 2: Erdsonden Wärmepumpe + Gas
- Variante 3: Luft- Wasser Wärmepumpe

6. Variantenprüfung

6.1 Variante 1 Erdsonden Wärmepumpe

Zweck	Erschließung Geothermie über Erdwärmesonden (EWS) Erdwärme als Energiequelle																		
Konzept	Die EWS werden ausserhalb des Gebäudes installiert. Über Verbindungsleitungen werden die EWS an den EWS-Sammelverteiler geführt. Die EWS-Sammelverteiler werden im Bereich der Heizungszentrale platziert. Die Erdsonden werden über eine Luftregenerieranlage auf dem Dach regeneriert.																		
Gesetzliche Auflagen	Die Schulanlage liegt vorwiegend im Bereich der Zone F (Ausserhalb nutzbarer Grundwasservorkommen). Ein Teil der Schulanlage kommt über der Zone D zu liegen (Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung). Grundsätzlich sind Erdsonden zulässig. Spezielle Auflagen sind zu beachten. Die Bohrtiefenbegrenzung liegt zwischen 280 m bis ca. 300 m.																		
Technische Daten	<table border="0"> <tr> <td>Leistung Wärmepumpen:</td> <td>500</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>ca. Anzahl Erdwärmesonden:</td> <td>36- 40</td> <td>Stk.</td> </tr> <tr> <td>Bohrtiefe einzelne Sonde:</td> <td>280</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Totale Bohrtiefe:</td> <td>10'800 -11'200</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Sperrzeiten:</td> <td>keine</td> <td>(max. 1 h ist nur Lastabhängig)</td> </tr> <tr> <td>Pufferspeicher:</td> <td>15</td> <td>m³</td> </tr> </table>	Leistung Wärmepumpen:	500	kW	ca. Anzahl Erdwärmesonden:	36- 40	Stk.	Bohrtiefe einzelne Sonde:	280	m	Totale Bohrtiefe:	10'800 -11'200	m	Sperrzeiten:	keine	(max. 1 h ist nur Lastabhängig)	Pufferspeicher:	15	m ³
Leistung Wärmepumpen:	500	kW																	
ca. Anzahl Erdwärmesonden:	36- 40	Stk.																	
Bohrtiefe einzelne Sonde:	280	m																	
Totale Bohrtiefe:	10'800 -11'200	m																	
Sperrzeiten:	keine	(max. 1 h ist nur Lastabhängig)																	
Pufferspeicher:	15	m ³																	
Wasserbehandlung	Frostschutzfüllung für Erdsondenfeld																		
Leistungsumfang	Bohrung EWS, Verbindungsleitungen, Bohrschlammentsorgung, Umgebungsarbeiten, Füllen und entlüften der Anlage, Erdwärmesondenverteiler, Dämmungen, Wärmepumpe, Rückkühlung, Expansionsanlage, Entgasung, Magnetflussfilter, Rohrleitungen, Speicher, Umwälzpumpen, Armaturen und Instrumente, Transport, Montage, Dämmungen, Inbetriebnahmen.																		



Mögliche Positionierung Erdsonden:

Der verfügbare Platz für Erdsondenbohrungen ist auf dem Schulareal begrenzt. Die rot umrandeten Flächen weisen eine Fläche von ca. 14'000 m² aus. In der monovalenten Lösung sind nach ersten Abschätzungen ca. 36- 40 Erdsonden notwendig.



Abbildung: Mögliche Flächen für Erdsondenbohrungen

Mögliche Spielräume, um die Ergiebigkeit der Erdsonden zu optimieren sind:

- Simulation der Erdsonden für Festlegung optimale Anordnung
- Sondenlängen variieren, mittige Sonden länger ausführen

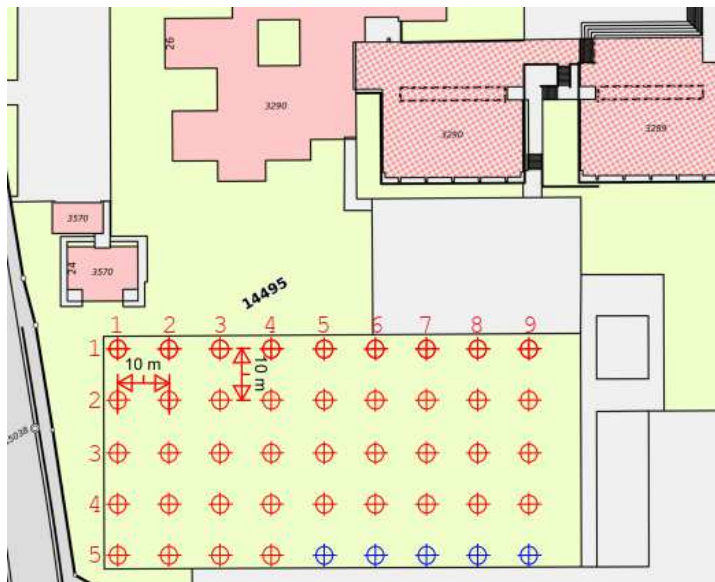


Abbildung: Erdsondenfeld (Monovalente Erdsonden Wärmepumpe)

Die Abbildung 5 stellt eine mögliche Disposition der Erdsonden für die Variante 1 dar, die ca. 36- 40 Bohrungen benötigt.

Mit einem Sondenabstand von 10m können bis zu 45 Sonden auf dem Sportplatz realisiert werden (rot=Bedarf, blau=Reserve).

6.2 Variante 2 Erdsonden Wärmepumpe + Gas

Zweck	Erschliessung Geothermie über Erdwärmesonden (EWS) Erdwärme als Energiequelle Gas überbrückt Spitzen																					
Konzept	Die EWS werden ausserhalb des Gebäudes installiert. Über Verbindungsleitungen werden die EWS an den EWS-Sammelverteiler geführt. Die EWS-Sammelverteiler werden im Bereich der Heizungszentrale platziert. Vorhandener Gasanschluss wird weiterverwendet.																					
Technische Daten	<table border="0"> <tr> <td>Leistung Wärmepumpe:</td> <td>350</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Leistung Gaskessel:</td> <td>500</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>ca. Anzahl Erdwärmesonden:</td> <td>25- 27</td> <td>Stk.</td> </tr> <tr> <td>Bohrtiefe einzelne Sonde:</td> <td>280</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Totale Bohrtiefe:</td> <td>7'000 -7'500</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Sperrzeiten:</td> <td>keine</td> <td>(max.1 h ist nur Lastabhängig)</td> </tr> <tr> <td>Pufferspeicher:</td> <td>11</td> <td>m³</td> </tr> </table>	Leistung Wärmepumpe:	350	kW	Leistung Gaskessel:	500	kW	ca. Anzahl Erdwärmesonden:	25- 27	Stk.	Bohrtiefe einzelne Sonde:	280	m	Totale Bohrtiefe:	7'000 -7'500	m	Sperrzeiten:	keine	(max.1 h ist nur Lastabhängig)	Pufferspeicher:	11	m ³
Leistung Wärmepumpe:	350	kW																				
Leistung Gaskessel:	500	kW																				
ca. Anzahl Erdwärmesonden:	25- 27	Stk.																				
Bohrtiefe einzelne Sonde:	280	m																				
Totale Bohrtiefe:	7'000 -7'500	m																				
Sperrzeiten:	keine	(max.1 h ist nur Lastabhängig)																				
Pufferspeicher:	11	m ³																				
Wasserbehandlung	Frostschutzfüllung für Erdsondenfeld																					
Leistungsumfang	Bohrung EWS, Verbindungsleitungen, Bohrschlamm Entsorgung, Umgebungsarbeiten, Füllen und entlüften der Anlage, Erdwärmesondenverteiler, Dämmungen, Wärmepumpe, Rückkühlung, Gaskessel, Abgasrohr, Expansionsanlage, Entgasung, Magnetflussfilter, Rohrleitungen, Speicher, Umwälzpumpen, Armaturen und Instrumente, Transport, Montage, Dämmungen, Inbetriebnahmen.																					

6.3 Variante 3 Luft- Wasser- Wärmepumpe

Zweck

Luft als Energiequelle

Konzept

Die drei Luft- Wasser- Wärmepumpen werden als Kompaktanlage auf dem Dach der Sporthalle installiert. Über Verbindungsleitungen wird die Wärme in die Heizzentrale geführt.

**Standort
Wärmepumpe**



Abbildung: Gebäudeaufnahmen Schulanlage Stägenbuck mit möglichem Wärmepumpen Standort auf Sporthalldach

Technische Daten

Leistung Wärmepumpen:	500	kW
3 Kompaktgeräte / Masse:	3- mal	9.0 x 2.3 x 2.0 m
Betriebsgewicht:	3- mal	3'200 kg
Sperrzeiten:	keine	(max. 1 h ist nur Lastabhängig)
Pufferspeicher:	15	m ³

Leistungsumfang

Wärmepumpe, Verdampfer, Expansionsanlage, Entgasung, Magnetflussfilter, Rohrleitungen, Speicher, Umwälzpumpen, Armaturen und Instrumente, Transport, Montage, Dämmungen, Inbetriebnahmen.

7. Investitions- und Jahreskostenvergleich

Die Wirtschaftlichkeit ist ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der Wärmeerzeugung. In der folgenden Tabelle werden die Investitionskosten und die Jahreskosten (Summe aus Kapitalkosten + Wartung/Unterhalt + Energiekosten) der Varianten einander gegenübergestellt.

Tab. 3 Jahreskostenvergleich Wärmeerzeugung

	Erdsonden Wärmepumpe (Variante 1)	Erdsonden Wärmepumpen + Gas (Variante 2)	Luft- Wasser Wärmepumpe (Variante 3)
Investitionskosten (CHF)	3'137'000.-	2'935'000.-	2'603'000.-
Kapitalkosten (CHF/a)	188'900.-	185'400.-	180'600.-
Wartung / Unterhalt (CHF/a)	31'400.-	49'900.-	46'900.-
Energiekosten (CHF/a)	110'000.-	101'800.-	132'000.-
Jahreskosten total (CHF/a)	330'000.-	337'000.-	360'000.-
Spez. Wärmepreis (CHF/kWh)	0.300.-	0.306.-	0.327.-

Mit dem Jahreskostenvergleich und weiteren Kriterien soll eine Gesamtbeurteilung der Varianten vollzogen werden.

Tab. 4 Beurteilung der Varianten

	Erdsonden (Variante 1)	Erdsonden + Gas (Variante 2)	Luft- Wasser (Variante 3)
Gestalterische Beurteilung	+	+	-
Bauliche Aufwendungen	-	-	+
Schallemissionen	+	+	-
Jahreskosten	+	+	-
Unterhalt	+	-	+
Fossiler Anteil	+	-	+
Energiepolitik	+	-	+
Ranking Gesamthaft	Platz 1	Platz 3	Platz 2

Die Variante 1 der Erdsonden Wärmepumpe schneidet trotz hohen Investitionskosten in der Gesamtbeurteilung am besten ab.

Die detaillierte Kostenzusammenstellung ist im Anhang vorzufinden.

8. Fläche Heizraum

Es wird davon ausgegangen, dass das UG der Aula weiterhin als Hauptzentrale für die Wärmeerzeugung verwendet wird. Diese Fläche (ca. 220 m²) ist ausreichend für alle Varianten der Wärmeerzeugung. Zusätzlich ist für die Variante der Luft- Wasser Wärmepumpe im Aussenbereich Platz notwendig, die Dachfläche auf der Sporthalle bietet sich dafür zum Beispiel an. Zu klären sind die Statik des Dachs, die akustische Beurteilung sowie der Dachzustieg für die Installation/Wartung.

9. Beurteilung und Empfehlung zur Wärmeerzeugung

Folgende Gründe sprechen für die Umsetzung einer Erdsonden Wärmepumpe:

- Gute Wirtschaftlichkeit
- Wartungsarme Anlage
- Keine äusseren Merkmale ersichtlich
- Einhaltung Vorgaben Energiepolitik
- Keine Schallemissionen
- Sanfte Kühlung in Bereichen mit Bodenheizung über Free- Cooling der Sonden

Die Ergebnisse der Machbarkeit aus der Wärmeverbundstudie von den Glattwerken sollten Ende 2024 vorliegen. Es wird empfohlen diese abzuwarten und in die Entscheidung miteinzubeziehen.

Gruenberg + Partner AG

Alice Hefti

Anhang 1 Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich

Auszug Positionspapier "AWEL, Fachstelle Energie Energiebeauftragte Stadt Zürich" 21.02.2023

Energiebeauftragte Stadt Zürich, AWEL Fachstelle Energie |
Potenzial Energieholz Kanton & Stadt Zürich
Bericht



Der Vergleich mit den in den beiden vorgängigen Kapiteln 5.8.1 und 5.8.2 ausgewiesenen CO₂-Mengen zeigt, dass die Transportemissionen vergleichsweise marginal ausfallen (Grössenordnung von 1 Prozent zu den anderen Effekten).

Marginale Transportemissionen

6 Fazit

Die Resultate der Untersuchung zum verfügbaren Energieholzpotenzial zeigen, dass sich der Kanton Zürich schon heute nicht mehr mit «eigenem» Energieholz versorgen kann und auf Importe aus anderen Kantonen und dem Ausland angewiesen ist. Diesem Umstand ist für zukünftige Projekte (politisch) Rechnung zu tragen.

Kanton ZH schon heute auf Importe angewiesen