

140005 FW Zollikon Dorf

Machbarkeitsstudie "Anschluss Schulanlage Rüterwis"



Auftraggeber

Werke am Zürichsee AG

Adrian Sägesser

Freihofstrasse 30

8700 Küsnacht

Auftraggeber

Schule Zollikon

Marko Sutic

Alte Lanstrasse 76

8702 Zollikon

Verfasser

RMB Engineering AG

Reto Laubscher / Raffael Vlasec

Werftstrasse 3

6005 Luzern

Version 15. November 2023

Revidiert 22. April 2024 / RVL, RLA

Dateiname 140005 BER Anschluss Rüterwis 22.04.24.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Voraussetzungen	3
1.3	Ziele	3
1.4	Grundlagen	3
2	Bedarfsdaten	4
2.1	Wärmebedarf	4
2.2	Technische Parameter	4
3	Konzeptvarianten	5
3.1	Variante 0 Erdsonden gemäss Gemeindeversammlung 15.03.2023	5
3.2	Variante 1 Anschluss Anergienetz	5
3.3	Variante 2 Anschluss Fernwärme	6
3.4	Variante 3 Erdsonden / Biogas	7
4	Kosten	8
4.1	Genauigkeit	8
4.2	Enthaltene Kosten	8
4.2.1	Variante 0 Erdsonden Projektierung gemäss Gemeindeversammlung 15.03.2023	8
4.2.2	Variante 1 Anschluss Anergienetz	8
4.2.3	Variante 2 Anschluss Fernwärmenetz	9
4.2.4	Variante 3 «Erdsonden / Biogas»	9
4.3	Nicht enthaltene Kosten	9
4.4	Kostenzusammensetzung	10
4.5	Investitionskosten inkl. Anschluss- und Leistungsgebühren	11
4.5.1	Vergleich Realisationskosten	11
4.5.2	Energie- / Produktionskosten	12
4.5.3	Lebenszykluskosten	13
5	Fazit	14
5.1	Auswertung	14
5.2	Empfehlung Werke am Zürichsee	14
5.3	Empfehlung RMB: Variante 3 Wärmepumpe mit Erdsonden und Biogas-Spitzelastkessel	15

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Schulanlage Rüterwis soll wie sämtliche Bauten der Gemeinde, mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Das aktuelle Konzept sieht eine Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen vor. Als Quelle dient ein Erdsondenfeld sowie eine Rückkühlanlage. Aufgrund der Preisentwicklung im Projekt, ist ein Anschluss an den Wärmeverbund Zollikon zu prüfen.

1.2 Voraussetzungen

Ein Anschluss der Schulanlage an den Wärmeverbund ist nur wirtschaftlich tragbar, wenn die Erschliessung der Diakonie Neumünster erfolgt. Ein erster Entscheid seitens Diakonie wird im zweiten Quartal 2024 erwartet.

1.3 Ziele

Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, ein Vergleich in Bezug auf die Investitionskosten gegenüber dem aktuellen Konzept zu erhalten.

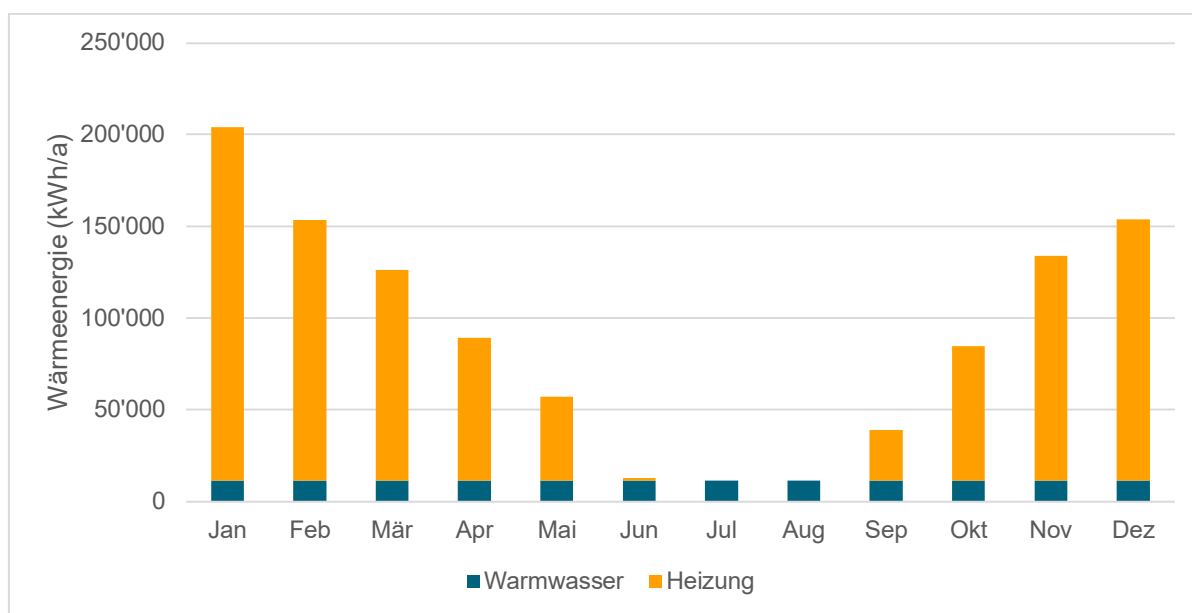
1.4 Grundlagen

Für die Abklärungen standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Bauprojekt Wärmeverbund Zollikon, RMB Engineering AG
- Angebot Erdsondenanlagen
- Kostenschätzung Rüterwis
- Energie- / Leistungsdaten Rüterwis

2 Bedarfsdaten

2.1 Wärmebedarf



2.2 Technische Parameter

Vorlauf Fernwärme	70°C
Rücklauf Fernwärme	50°C
Systemtemperaturen Rüterwis	65/50°C
Wärmeleistung Bestand	460 kW
Wärmeleistung geplanter Neubau	66 kW
Anschlussleistung	530 kW
Wärmeenergiebedarf Bestand	962'400 kWh/a
Wärmeenergiebedarf Neubau	106'080 kWh/a
Wärmeenergiebedarf pro Jahr	1'068'480 kWh/a
Anergiebedarf	712'320 kWh/a
Wärmeverluste Fernwärmenetz ca.15%	160'272 kWh/a

3 Konzeptvarianten

Zur Wärmeversorgung der Schulanlage Rüterwis sind vier Konzepte denkbar.

- Wärmepumpe mit Erdsonden und Rückkühlung
- Versorgung mittels Anergie ab der Diakonie Neumünster
- Versorgung mittels Fernwärmenetz ab der Diakonie Neumünster
- Wärmepumpe mit Erdsonden und Biogas-Spitzenlastkessel

3.1 Variante 0 Erdsonden gemäss Gemeindeversammlung 15.03.2023

Die Variante 0 beschreibt die Projektierung auf Basis des Konzeptes von Evoplan. Dabei werden 38 Erdsonden als Quelle verwendet und mithilfe von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gehoben. Aufgrund der begrenzten Kapazität des Erdsondenfeldes und der notwendigen Wärmeleistung kühlt das Erdreich zu stark ab. Der Auskühlung kann mittels einer aktiven Regeneration durch eine Rückkühlanlage entgegengewirkt werden. Diese ist auf der Dachfläche des bestehenden Neubaus vorgesehen.

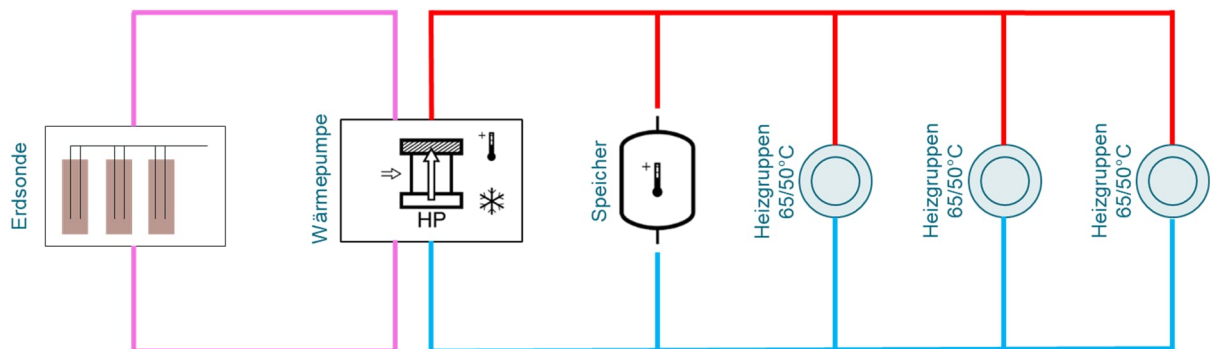


Bild 1: Visualisierung Variante 0

3.2 Variante 1 Anschluss Anergienetz

Das Konzept sieht eine Erschliessung mittels einer Anergieleitung ab der Diakonie Zollikerberg vor. Der Leitungsbau erfolgt mittels einer Spülbohrung von der Diakonie bis auf das Schulgelände. Dadurch werden nur gering die Strassen oder weitere Infrastrukturen beeinträchtigt. Die Anergie mit einer Vorlauftemperatur zwischen 4 bis 10°C, dient als Quelle für die Wärmepumpe. Weiter kann mittels der Anergie auch eine Kühlung der Gebäude realisiert werden. Durch die Werke am Zürichsee erfolgt der Bau der Anergieleitung sowie die Systemtrennung im Gebäude. Die Gemeinde realisiert im Anschluss die sekundären Installationen für die weitere Wärmeerzeugung. Dies beinhaltet die Wärmepumpen, Speicher, Heizgruppen, Leitungsnetz usw. Das Preismodell mit den Wärmelieferanten ist in einem weiteren Schritt zu diskutieren. Die Schnittstellen sind im nachfolgenden Diagramm ersichtlich.

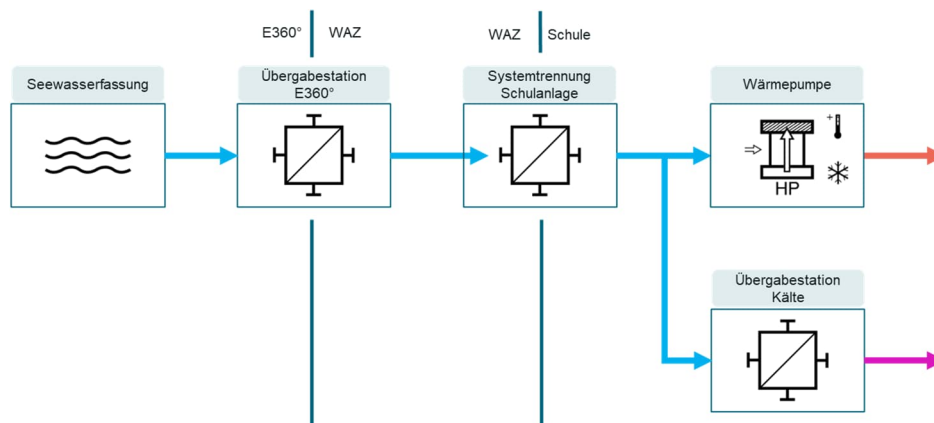


Bild 2: Visualisierung Variante 1



Bild 3: Übersicht Anschluss Anergie

3.3 Variante 2 Anschluss Fernwärme

Je nach Projektverlauf wird bei der Diakonie Neumünster eine Energiezentrale realisiert. Ab dieser Energiezentrale könnte die Schulanlage mittels Wärme versorgt werden. Die gesamte Aufbereitung der Wärme erfolgt anschliessend durch den Wärmelieferanten. Im Schulhaus würde einzig eine Übergabestation platziert werden. Eine Erweiterung der Energiezentrale wäre in diesem Sinne nicht mehr notwendig. Durch die Werke am Zürichsee wird der Leitungsbau bis und mit Übergabestation realisiert. Die Verbindungsleitungen ab der Übergabestation mit den bestehenden Heizgruppen erfolgt anschliessend durch die Gemeinde. Das Preismodell ist entsprechend mit dem Wärmelieferanten zu definieren. Als Grundlage kann das bestehende Modell des Wärmeverbundes dienen. Eine Kühlung ist mit dem Konzept nicht möglich. Eine dezentrale Anlage ist entsprechend zu berücksichtigen.

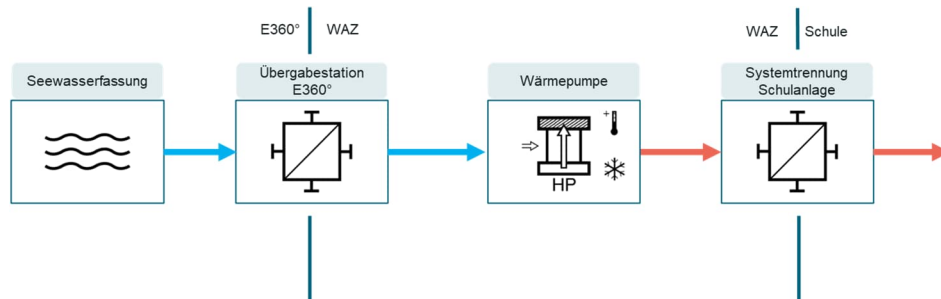


Bild 4: Visualisierung Variante 2

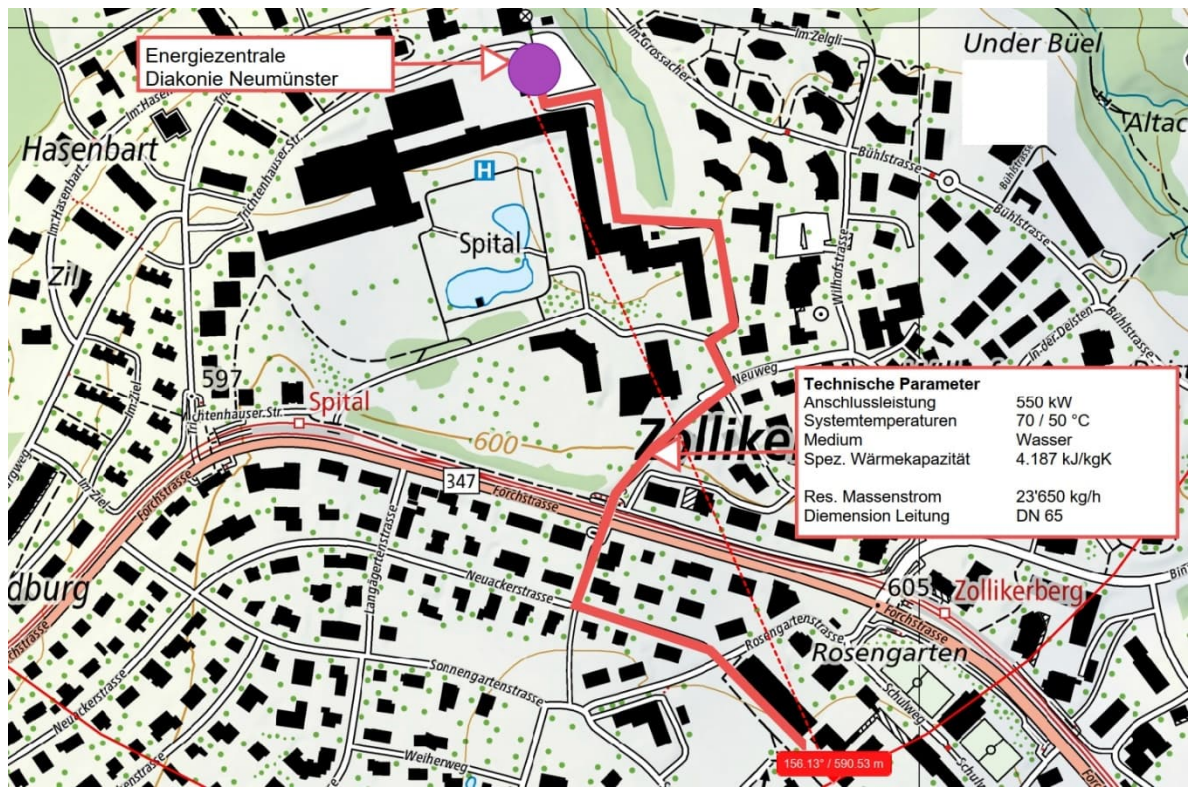


Bild 5: Übersicht Anschluss Fernwärme

3.4 Variante 3 Erdsonden / Biogas

Die Variante zielt auf eine bivalente Anlage hin. Die Grundlast wird mittels dem geplanten Erdsondenfeld abgedeckt. Jedoch wird die Leistung der Wärmepumpe reduziert und somit auch das Erdsondenfeld redimensioniert. Für die Spitzenlastabdeckung wird ein Biogaskessel seriell miteingebunden. Beide Erzeuger weisen eine Leistung von jeweils 50% auf. Das Konzept sieht eine Abdeckung mit $\pm 80\%$ der Wärmeenergie mittels des Erdsondenfeldes vor. Die weiteren 20% werden mittels Biogases abgedeckt.

Für die Regeneration wird kein Rückkühler eingesetzt. Die Regeneration soll über die Fussbodenheizung der geplanten Erweiterung sowie den bestehenden Fussbodenheizungen erfolgen. Das Erdsondenfeld wird dabei neu mit 25 anstelle von 38 Erdsonden geplant. Eine Erweiterung der Energiezentrale ist weiterhin notwendig.

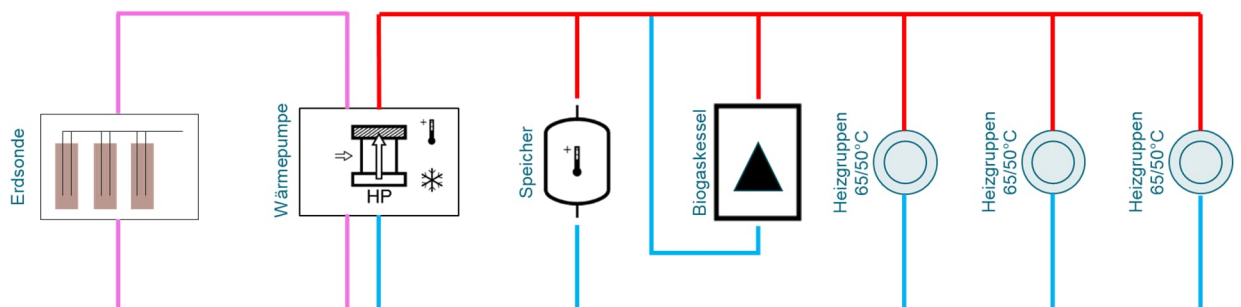


Bild 6: Visualisierung Variante 3

4 Kosten

4.1 Genauigkeit

Kostenstand	April 2024
Kosten	Die Kosten verstehen sich als brutto, inkl. MwSt.
Kostengenauigkeit	± 25 % über das Gesamttotal, die einzelnen Positionen können variieren

4.2 Enthaltene Kosten

4.2.1 Variante 0 Erdsonden Projektierung gemäss Gemeindeversammlung 15.03.2023

Für die Kosten wurden die Angaben aus dem bestehenden Projekt, sowie der Ausschreibung «Erdsondenanlage» übernommen.

Quelle

- Erdsondenanlage
- Sanierung Pausenplatz
- Rückkühlanlage
- Mehrkosten Baumeister

Energiezentrale

- Demontage Haustechnik
- Wärmepumpen inkl. Pumpen, Ventile, Armaturen
- Sturmlüftung
- Speicher
- Expansionsanlagen
- Rohrmaterial inkl. Dämmung
- Umwälzpumpen
- MSRL
- Elektroinstallationen

Sekundäre Erschliessung

- Anpassungen Leitungsnetz
- Verteileraufbauten
- Warmwassererzeugung
- Apparate, Ventile, Armaturen

4.2.2 Variante 1 Anschluss Anergienetz

Anergieleitung

- Rohrmaterialen
- Grabenarbeiten
- Kommunikationsleitung
- Systemtrennung
- Systemtrennung
- Anschlussleitungen im Gebäude

Energiezentrale

Dito Variante 0

Sekundäre Erschliessung

Dito Variante 0

4.2.3 Variante 2 Anschluss Fernwärmenetz

Fernwärmeleitung

- Rohrmaterialien
- Grabenarbeiten
- Kommunikationsleitung
- Übergabestation inkl. Aufschaltung WaZ
- Rohrleitungen Übergabestation bis best. Verteilergruppe

Wärmezentralen

- Demontagen
- Elektroanlagen
- Baumeisterarbeiten

Sekundäre Erschliessung

Dito Variante 0

4.2.4 Variante 3 «Erdsonden / Biogas»

Quelle

- Erdsondenanlage
- Sanierung Pausenplatz
- Anschluss Biogas
- Mehrkosten Baumeister

Energiezentrale

- Demontage Haustechnik
- Wärmepumpen inkl. Pumpen, Ventile, Armaturen
- Biogasheizkessel
- Sturmlüftung
- Speicher
- Expansionsanlagen
- Rohrmaterial inkl. Dämmung
- Umwälzpumpen
- MSRL
- Elektroinstallationen

Sekundäre Erschliessung

- Anpassungen Leitungsnetz
- Verteileraufbauten
- Warmwassererzeugung
- Apparate, Ventile, Armaturen

4.3 Nicht enthaltene Kosten

- Bauliche Massnahmen und Ausbauten an den bestehenden Gebäuden / Infrastrukturen
- Honorare Spezialisten
- Geologische Abklärungen
- Simulationen
- Bewilligungen / Anschlussgebühren
- Statische Massnahmen
- Dienstleistungen WaZ
- Energiekosten
- Wartungs- und Unterhaltungskosten
- Sanierung / Anpassungen Gaszuleitung

4.4 Kostenzusammensetzung

Bei einem Variantenvergleich sind die Investitionskosten allein nicht aussagekräftig. Für eine fundierte Betrachtung sind die Gesamtkosten respektive Jahreskosten zu eruiieren. Dies umfasst die folgenden Kostenparameter.

- Kapitalkosten: Investitionskosten bezogen auf das Jahr unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Anlagen sowie dem Kapitalzinssatz.
- Betriebskosten: Kosten für Strom, Gas, Wasser usw. welche für den Betrieb aufgewendet werden.
- Wartungs- / Unterhaltskosten: Kosten für die Wartung und Unterhalt der entsprechenden Anlagen.



4.5 Investitionskosten inkl. Anschluss- und Leistungsgebühren

Die Kostenberechnung zeigt eine vereinfachte Betrachtung welche einzig auf die Investitionskosten reduziert wird. Dies ist eine theoretische Betrachtung unter der Berücksichtigung der Anschluss- und Leistungsgebühren als einmalige Investition. Die Berechnung dient als Investitionstransparents und soll als vereinfachte Vergleichsbasis dienen.

4.5.1 Vergleich Realisationskosten

In der Tabelle 7 ist ein Kostenvergleich der vier verschiedenen Konzeptvariante dargestellt. Dabei sind die Realisationskosten aufgeführt. Der Vergleich zeigt erst einen Teil, da für die Produktions- respektive Lebenszykluskosten die Energiekosten genauso relevant sind. Dies ist in Kapitel 4.5.2 ersichtlich

Tabelle 7: Vergleich Realisationskosten

Stand 02.04.24	Variante 0		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	Erdsonden Projektierung GV 15.03.23	Erdsonden Projektierung Prognose nach GV	Anschluss Anergienetz	Anschluss Fernwärme	Erdsonden / Biogas	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.
BKP Bezeichnung	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.	CHF inkl. MwSt.
Energiequelle	1'040'000.-	2'070'000.-	1'780'000.-	3'210'000.-	1'375'000.-			
Erdsondenanlage	1'040'000.-	1'850'000.-	-	-	1'375'000.-			
Sanierung Pausenplatz	540'000.-	700'000.-	-	-	750'000.-			
Erdsondenbohrungen	500'000.-	1'150'000.-	-	-	625'000.-			
Rückkühlanlage		220'000.-	-	-	-			
Anergienetz WAZ		-	1'780'000.-	-	-			
Spülbohrung 2 x DN 125		-	1'440'000.-	-	-			
Installationen Gebäude		-	55'000.-	-	-			
Systemtrennung		-	55'000.-	-	-			
Honorare 15%		-	230'000.-	-	-			
Fernwärmeleitung WAZ		-	-	3'210'000.-	-			
Fernleitung DN65		-	-	1'100'000.-	-			
Unterstation		-	-	110'000.-	-			
Installation Gebäude		-	-	45'000.-	-			
Honorare 15%		-	-	185'000.-	-			
Einmalige Anschlussgebühr		-	-	70'000.-	-			
Leistungsgebühr (40 Jahre)		-	-	1'700'000.-	-			
Energiezentrale	1'140'000.-	1'420'000.-	1'405'000.-	95'000.-	1'365'000.-			
Rohbau 1 und 2	500'000.-	700'000.-	700'000.-	30'000.-	700'000.-			
Elektroanlagen / MSRL	160'000.-	180'000.-	180'000.-	25'000.-	180'000.-			
Elektroanlagen	80'000.-	100'000.-	100'000.-	22'000.-	100'000.-			
MSRL	80'000.-	80'000.-	80'000.-	3'000.-	80'000.-			
Heizungsanlage	440'000.-	490'000.-	490'000.-	40'000.-	455'000.-			
Demontagen	40'000.-	40'000.-	40'000.-	40'000.-	40'000.-			
Heizungsanlage	400'000.-	450'000.-	450'000.-	-	415'000.-			
Sturm Lüftung	40'000.-	50'000.-	35'000.-	-	30'000.-			
Unterstationen SH A/B/C/E	240'000.-	320'000.-	230'000.-	210'000.-	210'000.-			
Elektroanlagen / MSRL	40'000.-	80'000.-	80'000.-	60'000.-	60'000.-			
Heizungsanlagen	160'000.-	200'000.-	110'000.-	110'000.-	110'000.-			
Brauchwarmwasseraufbereitung	40'000.-	40'000.-	40'000.-	40'000.-	40'000.-			
Total Investition (inkl. MwSt.)	2'420'000.-	3'810'000.-	3'415'000.-	3'515'000.-	2'950'000.-			
Honorare (inkl. MwSt.)	400'000.-	565'000.-	475'000.-	215'000.-	565'000.-			
GP-Leitung	-	50'000.-	50'000.-	50'000.-	50'000.-			
Architektur	40'000.-	70'000.-	55'000.-	-	70'000.-			
Bauingenieur Tiefbau	95'000.-	95'000.-	40'000.-	40'000.-	95'000.-			
Bauingenieur Hochbau	40'000.-	95'000.-	95'000.-	10'000.-	95'000.-			
Elektroingenieur	20'000.-	20'000.-	20'000.-	20'000.-	20'000.-			
HLKS-Ingenieur	205'000.-	195'000.-	195'000.-	75'000.-	195'000.-			
Geologe	-	40'000.-	20'000.-	20'000.-	40'000.-			
Reserven (gesamt Projekt)	140'000.-	380'000.-	340'000.-	350'000.-	350'000.-			
Reserve in % auf Projektkosten	5.8%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%			
Total Realisationskosten (inkl. MwSt. 8.1%)	2'960'000.-	4'755'000.-	4'230'000.-	4'080'000.-	3'865'000.-			

4.5.2 Energie- / Produktionskosten

Die Energieproduktionskosten oder auch Gestehungskosten genannt, beschreiben die Kosten, welche für die Produktion der Energie anfallen. Dabei werden aus den Realisationskosten mit dem Zinssatz und der Abschreibung die jährlichen Kapitalkosten berechnet. Diese werden mit den jährlichen Energie- und Betriebskosten addiert und durch die Energiemenge geteilt. Diese Kosten sind unten in Rappen pro Kilowattstunde dargestellt. Diese Kosten sind für den Vergleich ausschlaggebend und damit können die Lebenszykluskosten berechnet werden.

Tabelle 8: Vergleich Energie- und Produktionskosten

BKP	Bezeichnung	Variante 0	Variante 0	Variante 1	Variante 2	Variante 3
		Erdsonden Projektierung GV 15.03.23	Erdsonden Projektierung Prognose nach GV	Anschluss Anergienetz	Anschluss Fernwärme	Erdsonden / Biogas
		CHF exkl. MwSt.	CHF exkl. MwSt.	CHF exkl. MwSt.	CHF exkl. MwSt.	CHF exkl. MwSt.
Kapitalwert						
Kapital	20 Jahre		1'517'114.-	1'179'463.-	578'168.-	1'133'210.-
	40 Jahre		2'358'927.-	2'294'172.-	2'997'225.-	1'919'519.-
Zinssatz	%		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Wärmebedarf [1]	[kWh/a]		1'068'480	1'068'480	1'228'752	1'068'480
Abonnierte Wärmeleistung	[kW]		550	550	550	550
Anergiebedarf	[kWh/a]		0	712'320	0	0
Energiebedarf						
Rückkühler (el)	[kWh/a]		15'643	-	-	-
Wärmepumpe (el)	[kWh/a]		356'160	356'160	-	284'928
Erdsonden (el)	[kWh/a]		12'500	-	-	12'500
Gasheizkessel	[kWh/a]		-	-	-	213'696
Wärme	[kWh/a]		-	-	1'228'752	-
Anergie	[kWh/a]		-	712'320	-	-
Energiepreise (Annahme Preise im Jahr 2026), exkl. MwSt.						
Stromkosten	[Rp./kWh]		25.00	25.00	25.00	25.00
Wärme	[Rp./kWh]		0.00	0.00	20.00	20.00
Anergie	[Rp./kWh]		0.00	10.00	0.00	0.00
Biogas	[Rp./kWh]					14.98
Biogas Grundpreis	[CHF/kW]					2.67
Energiekosten exkl. MwSt.						
Strom			96'076.-	160'272.-	245'750.-	107'067.-
Wärme			96'076.-	89'040.-	-	74'357.-
Anergie			-	71'232.-	-	-
Biogas			-	-	-	32'710.-
Kapitalkosten exkl. MwSt.						
20 Jahre			179'014.-	155'997.-	144'925.-	139'472.-
40 Jahre			92'782.-	72'132.-	35'359.-	69'303.-
			86'232.-	83'865.-	109'566.-	70'169.-
Wartung / Unterhalt exkl. MwSt.						
			44'500.-	38'950.-	34'050.-	33'700.-
Gesamtkosten pro Jahr						
	[CHF/a]		319'590.-	355'219.-	424'725.-	280'239.-
MwSt. 8.10%	[%]		25'887.-	28'773.-	34'403.-	22'699.-
Gesamtkosten pro Jahr	[CHF/a]		345'476.-	383'992.-	459'128.-	302'939.-
Energie - Produktionskosten						
	[Rp./kWh]		29.91.-	33.25.-	39.75.-	26.23.-

[1] Wärmebedarf bei der Variante 2 «Anschluss Fernwärme» inkl. den Wärmeverlusten auf dem Netz von ca. 15%.

4.5.3 Lebenszykluskosten

Bild 9 zeigt die aufsummierten Kosten zu verschiedenen Zeitpunkten. Dabei ist ersichtlich, dass nach 15 Jahren die Variante 3 mit Erdsonden und Biogas im Vergleich besser abschneidet und sich die Differenz nach 20 und 25 Jahren erhöht. Am Ende der Lebensdauer der Wärmepumpe schneidet Variante 3 klar am besten ab

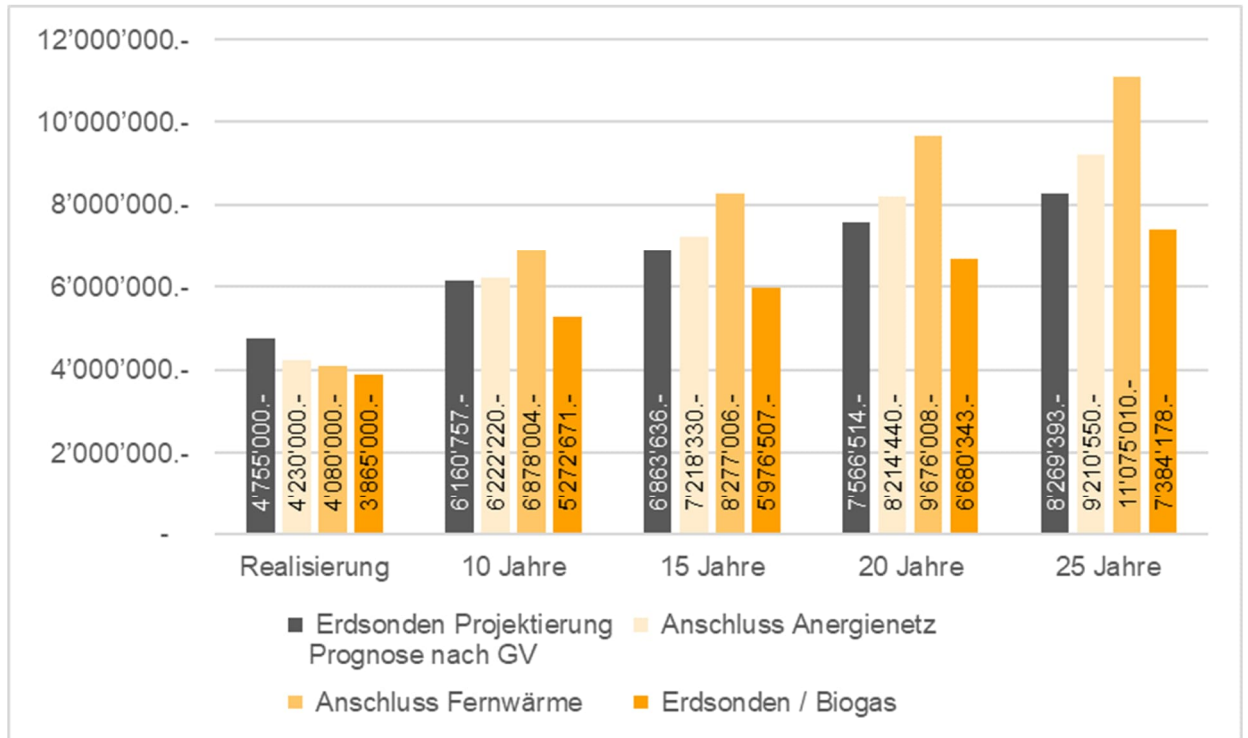


Bild 9: Lebenszykluskosten mit Pauschalgebühren

5 Fazit

5.1 Auswertung

Ein Anschluss an den Energieverbund ist «warm wie auch kalt» technisch machbar. Jedoch nur unter der Bedingung, dass ein Anschluss der Diakonie Neumünster erfolgt. Ein erster Entscheid seitens der Diakonie wird im zweiten Quartal 2024 erwartet, jedoch ist eine Zusage noch keine garantierte Realisierung. Die Zusage umfasst lediglich eine Beteiligung der Diakonie für die weitere Planung. Ohne jenen Anschluss ist eine Erschliessung wirtschaftlich nicht tragbar. Weiter ist eine Wärmelieferung frühestens im Jahr 2027 / 28 realistisch. Bis zu diesem Zeitpunkt müsste die Versorgung mit den bestehenden Anlagen gewährleistet werden.

Ein Anschluss an das Anergienetz ist eine weitere denkbare Lösung. Die Werke am Zürichsee, als Fernwärmebetreiber würde die Anergie mittels eines Wärmetauschers zur Verfügung stellen. Dabei könnte in Zukunft auch Komfortkälte bereitgestellt werden. Die Aufbereitung der Wärme erfolgt anschliessend über Wärmepumpen. Diese sind durch die Gemeinde zu realisieren. Im Vergleich der Realisationskosten ist der Anschluss kostengünstiger als das geplante Erdsondenfeld in Kombination des Rückkühlers, zur Regeneration. Jedoch müsste trotzdem die Wärmepumpenanlage samt Speicher realisiert und die Zentrale erweitert werden. In Bezug auf die Jahreskosten ist die Variante Anergie teurer als die Variante 0 mit Erdsonden. Weiter sind die Varianten 1 und 2 mit der Spülbohrung unter den bestehenden Gebäuden technisch herausfordernd.

Ein Anschluss mittels Fernwärme ist gegenüber dem aktuellen Projektverlauf der Schulanlage bezogen auf die Investitionen kostengünstiger. Jedoch ist bei dieser Variante die Kapazitätsfrage ein offener Punkt. Aktuell ist im Perimeter der Diakonie keine Energiezentrale mit dieser Kapazitätsreserven geplant. Somit ist diese Variante eher unwahrscheinlich zu realisieren. Weiter könnte mit dieser Variante keine Komfortkälte für zukünftige Bauten bereitgestellt werden. Bei einer Wärmeversorgung ab der Energiezentrale Diakonie ist nicht ausgeschlossen, dass Erdgas für die Spitzenlastabdeckung eingesetzt wird. Aufgrund dieser Thematik weist diese Variante einen erneuerbaren Anteil von 80 – 90% auf.

Die Versorgung der Schulanlage mit einer bivalenten Anlage ist möglich. Als Grundlastabdeckung dient die Erdsondenanlage. Für die Spitzenlastabdeckung bei kalten Temperaturen wird der Gaskessel zugeschaltet. Mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit wird Biogas anstelle von Erdgas eingesetzt. Die Investitionskosten sind gegenüber der Variante 2 Fernwärme tiefer, des Weiteren sind die Betriebs-, Wartungs- und Unterhaltskosten deutlich geringer. Die Lösung mit Erdsonden / Biogas ist nach rund 15 Jahren kostengünstiger als alle weiteren Varianten. Zusätzlich ist diese Lösung unabhängig von dem Entscheid der Diakonie und losgelöst vom Wärmeverbund. Eine Realisierung ist innert den nächsten zwei Jahren realistisch.

5.2 Empfehlung Werke am Zürichsee

In Absprache mit den Werken am Zürichsee sind ein Anschluss und Erweiterung des Perimeters nicht sinnvoll. Mit den geplanten Anschlüssen im Wärmeverbund sind aktuell keine Reserven mehr vorhanden. Mit einem Anschluss der Schulanlage ist eine weitere Leistungserhöhung bei der Energie 360° zu beantragen, welche zusätzliche Kosten seitens Wärmeverbund Zollikon zufolge hätte. Der Zeitstrahl in Abbildung 8 zeigt, dass die beiden Projekte unterschiedliche Zeitverläufe aufweisen. Eine eigenständige Lösung ist weiterhin zu empfehlen. Für das Objekt ist seitens der Wirtschaftlichkeit die Variante mit einer Erdsondenanlage und einem Biogas-Spitzenlastkessel zu empfehlen.

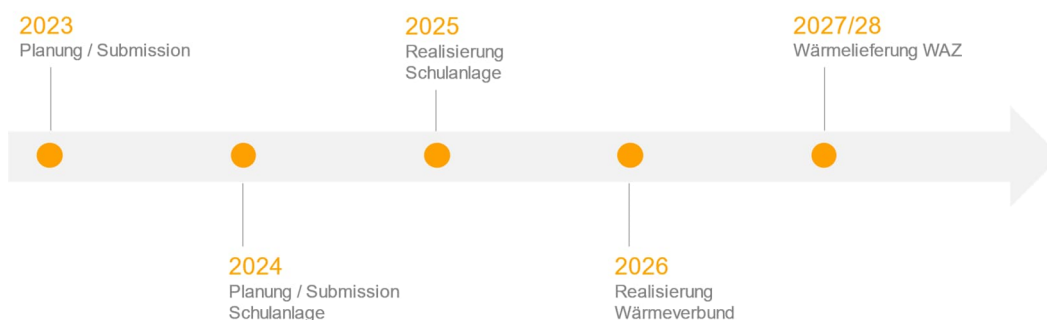


Bild 10: Zeitstrahl

5.3 Empfehlung RMB: Variante 3 Wärmepumpe mit Erdsonden und Biogas-Spitzelastkessel

Die Variante 0 Erdsonden ist mit den vorhandenen Gegebenheiten nicht die ideale Lösung. Aufgrund der schlechten Gebäudehülle ist eine hohe Wärmeleistung und damit eine grosse Anzahl Erdsonden notwendig. Die dafür notwendige Erdsondenbohrungen können nur mit einer erheblichen Kostenerhöhung auf dem Grundstück der Schulanlage realisiert werden. Zusätzlich wird eine Rückkühlanlage benötigt, welche ebenfalls zur Erhöhung der Projektkosten beiträgt.

Die Varianten mit dem Anschluss an den Energieverbund Zollikon ist auf den ersten Blick eine vertretbare Alternative. Detailliert betrachtet weist diese jedoch entscheidende Mängel auf. Denn die Abhängigkeit von der Diakonie Neumünster ist erheblich. Zum aktuellen Zeitpunkt ist der Fahrplan der Energieversorgung auf dem Areal der Diakonie nicht definiert und eine Lösung in den nächsten paar Monaten nicht zu erwarten. Ohne den Anschluss der Diakonie ist eine Versorgung der Schulanlage durch den Wärmeverbund finanziell nicht vertretbar. Ein weiteres Risiko ist die Querung der Bahnlinie der Forchbahn. Diese Querungen sind mit starken Auflagen und mit hohen Kosten verbunden.

In Anbetracht des zeitlichen Horizontes sowie den finanziellen und ökologischen Aspekten wird die Variante 3 «Erdsonden / Biogas» der Bauherrschaft empfohlen. Die Variante 3 «Erdsonden / Biogas» weist eine gute Bilanz zwischen Realisations- und Energiekosten auf und erfüllt die Anforderungen der Gemeinde in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Werden die einzelnen Konzepte hinsichtlich Lebenszykluskosten verglichen, ist die Variante 3 am preiswertesten. Weiter besteht eine höhere Versorgungssicherheit durch zwei unabhängige Energiequellen. Mit einer möglichen Sanierung respektive Erneuerungen der Schulanlage kann der Bedarf für die Heizleistung reduziert werden. In diesem Falle ist eine 100% Abdeckung mit der Erdsondenanlage ein realistisches Szenario.

In Anbetracht der beschriebenen Vorteilen, dem realistischen Risiko durch einen verzögerten Anschluss der Diakonie Neumünster sowie der weiteren Quartierentwicklung rund um die Diakonie wird die Variante 3 als ideale Lösung angesehen. Weiter wird ein Verfahrensabbruch bei der bestehenden Submission Erdsonden empfohlen. Das vorliegende Angebot wird als nicht marktüblich betrachtet und als zu hoch eingestuft. Ein marktüblicher Preis liegt bei 60 – 100 CHF / Bohrmeter und nicht wie angeboten bei 121 CHF / Bohrmeter.




	0	1	2	3
	Projektierung	Anschluss Anergienetz	Anschluss Wärmenetz	Erdsonden / Biogas
 Realisationsjahr 2027	✓	✗	✗	✓
 Erneuerbarer Anteil	●●●●●	●●●●●	●●●●○	●●●●●
 Versorgungssicherheit	●●●●○	●●●●○	●●●●○	●●●●●
 Gesamtkosten pro Jahr	345'476 CHF/a	383'992 CHF/a	459'128 CHF/a	302'939 CHF/a
 Realisierungskosten	4'755'000.-	4'230'000.-	4'080'000.-	3'865'000.-

Bild 11: Qualitativer Vergleich