

Kirchgemeinde St. Anton – Bericht Vorprojekt
Ersatz Wärmeerzeugung

Version 1.0 | Vorprojekt | Stand: 25.10.2021



Impressum

Objekt

Kirchgemeinde St. Anton
Neptunstrasse 70
8032 Zürich

Bauherrschaft

Kirchgemeinde St. Anton
Neptunstrasse 70
8032 Zürich

Kontaktperson Auftraggeber

Marcel Bigler / Tel. +41 44 947 95 37

Planung von Gebäudetechnik- und Energiesystemlösungen

Lemon Consult AG
Sumatrastrasse 10
CH-8006 Zürich
Tel. +41 44 200 77 44

Veasna Thuy, Dipl. Techniker Heizung
Thomas Murer, HF MSc Energy and Environnement /
MAS Energie-Ing. Gebäude

Projektleiter

Projektleiter Stv.

Korreferent

Eugen Fischer

Dokument

23680_BE_Vorprojekt_20211022

Zürich, 25.10.2021

Quelle Titelbild

Eigene Aufnahme Lemon Consult

Inhalt

1. Zusammenfassung	5	9. Anhang	24
2. Ausgangslage	6	9.1. Berechnung Regenerationspflicht	24
2.1. Zielsetzung	6	9.2. Klassifizierung Kältemittel	24
3. Grundlagen	7	9.3. Auszug Wärmenutzungsatlas	25
3.1. Anlagezustand	7		
3.2. Auslegungsgrundlagen	7		
4. Konzept Wärmezeugung	10		
4.1. Grobkonzept	10		
4.2. Variantenübersicht	10		
4.3. Energetischer Vergleich der Varianten	10		
5. Anlagenbeschrieb	14		
5.1. Anlagenbeschrieb Variante 1	14		
5.2. Anlagenbeschrieb Variante 2	16		
5.3. Erdwärmesonden	17		
5.4. Rückbau	18		
5.5. Provisorien	18		
5.6. Materialisierung	18		
5.7. Messkonzept	18		
5.8. Einbringung	19		
5.9. Pfarrhaus	19		
5.10. Fernleitungen	19		
6. Elektro / PV	19		
7. Terminplan	20		
8. Kostenschätzung	21		
8.1. Kostenschätzung Variante 1	21		
8.2. Kostenschätzung Variante 2	22		
8.3. Submissionspakete	23		

Änderungsverzeichnis

Kapitel	Bemerkung	Datum	Kürzel
-	Erstellung Bericht	22.01.21	TMU

1. Zusammenfassung

Im Rahmen des Vorprojekts wurden die Wärmeversorgung sowie die Installation von einer PV-Anlage auf dem Areal der Kirche St. Anton ausgearbeitet. In diesem Bericht ist das Konzept beschrieben und auf den Plänen dargestellt.

Konzept Wärmeversorgung

Die drei Gebäuden auf dem Areal der Kirche St. Anton werden neu über ein bivalentes System mit Wärme versorgt. Eine Erdwärmesonden-Wärmepumpe stellt die Deckung der Grundlast sicher und ein Gasheizkessel wird zur Deckung der Spitzenlasten eingesetzt. Es wurden zwei verschiedene Konzepte untersucht, welche sich durch die Art der Brauchwarmwassererzeugung unterscheiden.

Konzept PV

Die PV-Anlage wird auf dem Dach des Foyers mit aufgeständerten Modulen erstellt. Die gesamte Anlage weist eine voraussichtliche Jahresproduktion von ca. 105'000 kWh auf.

Zeitplanung

Die Umsetzung der Erdwärmesondenbohrungen sowie der PV-Anlage startet im Juni 2022. Über einen Zeitraum von ca. 4 Monaten werden danach sämtliche Umbauarbeiten ausgeführt, so dass die neuen Wärmeerzeugungsanlagen zu Beginn der Heizperiode in Betrieb sind.

Installierte Leistung und Kosten

Die installierte Heizleistung und die Kosten belaufen sich hierbei auf. Die Kosten sind auf eine Genauigkeit von +/- 15% exkl. MwSt geschätzt.

Beschrieb	Variante 1	Variante 2
Planung	CHF 145'300.-	CHF 145'300.-
Wärmeerzeugung inkl. Bau	CHF 952'200.-	CHF 904'700.-
Förderbeiträge Kt. Zürich	CHF -29.600.-	CHF -29.600.-
PV-Anlage	CHF 177'000.-	CHF 177'000.-
Total	CHF 1'067'900.-	CHF 1'020'400.-

Die detaillierte Auflistung der Kosten kann dem Anhang entnommen werden.

Empfehlung Lemon Consult AG

Durch die Variante 2 lässt sich aufgrund den tieferen Temperaturen und dem besseren Wirkungsgrad der Wärmepumpe Energie einsparen. Die diese Variante ebenfalls über die tieferen Investitionskosten verfügt empfiehlt Lemon Consult AG die Variante 2 mit einer dezentralen BWW-Erzeugung zur weiteren Ausarbeitung.

2. Ausgangslage

Die bestehenden Zweistoffheizkessel (Öl/ Gas), sind bereits 33 Jahre alt und müssen ersetzt werden. Die möglichen Ersatzvarianten wurden im Rahmen einer Variantenstudie Wärmeerzeugung durch Lemon Consult AG untersucht. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine bivalente Variante bestehend aus einer Sole/Wasser-Wärmepumpe und einem, mit Biogas beheizten, Gasheizkessel die ökologisch und ökonomisch sinnvollste Variante darstellt. Diese Variante soll im Rahmen des Wärmeerzeugerersatzes ausgeführt werden. In der Abbildung unten ist der Ist-Zustand der Wärmeerzeugung inklusive den angeschlossenen Gebäuden dargestellt.



■	Pfarrhaus
■	Kirche
■	Foyer
—	Fernleitung

2.1. Zielsetzung

Im Rahmen dieses Auftrags übernimmt Lemon Consult AG die Planungsaufgaben der neuen Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdwärmesonden inklusive des neuen Gasheizkessels sowie den baulichen Nebenarbeiten. Im Rahmen der Umbaumaßnahmen wird ebenfalls ein Vorprojekt für die PV-Anlage erarbeitet, welches als Grundlage für die Contracting-Anfragen dient.

3. Grundlagen

3.1. Anlagezustand

Die Wärmeerzeugung ist dem Alter entsprechend in einem guten Zustand. Defekte Komponenten wurde stetig ersetzt. Die Betriebssicherheit ist aktuell gegeben, da die Wärmeerzeugung redundant ausgeführt ist.

Tab. 1: technische Lebensdauer von Anlagen und Komponenten

Anlage/ Komponente/	Alter	Ø Lebens- dauer ¹	Empfehlung
Foyer 2x Öl-/ Gasheiz- kessel 355kW	33	20 - 25	Zeitnaher Ersatz
Pfarrhaus Gasheizkessel 14kW	6	20 - 25	Keine Massnahmen
Kaminanlage	33	40 - 60	Bei Kesslersatz Ersatz gemäss Richtli- nien
Expansionsanlage	33	25 - 30	Ersatz bei Umbau Wärmeerzeugung
Warmwasser (WW)	33	20 - 25	Ersatz bei Defekt
Umwälzpumpen	1-33	15 - 25	Ersatz bei Defekt/Umbau Wärmeerzeu- gung
Rohrleitung	ca. 33	30 - 40	Keine Massnahmen
Rohrleitungsdämmung	33	40-60	Keine Massnahmen
Feldgeräte	k.A.	15 - 20	Ersatz bei Defekt
Steuerung Heizzentrale	k.A.	15 - 20	Keine Massnahmen

¹ Richtwerte stammen aus der SIA 382/1 und IP Bau – Unterhaltskosten

3.2. Auslegungsgrundlagen

3.2.1. Gebäude

Bezeichnung	Wert	Einheit
Standorthöhe	433	m.ü.M

3.2.2. Klima

Bezeichnung	Wert	Einheit
Massgebende Klimastation	Zürich-Kloten	
Norm-Aussentemperatur der Klimastation	-8	°C
Höhe der Klimastation	425	m.ü.M
Temperaturkorrektur	0	K

3.2.3. Energieverbrauchsdaten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas	700'000	kWh

3.2.4. Heizleistung

Die Heizleistung wurde im Rahmen der Variantenstudie durch Messungen vor Ort bestimmt und für die einzelnen Gebäude zusammengefasst. In diesem Kapitel sind lediglich die verwendeten Leistungen dargestellt. Der detaillierte Beschrieb ist im Variantenvergleich im Anhang ersichtlich. Tab. 2 gewählte Heizleistung Foyer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	110	kW
Leistung Warmwasser (400L/Tag)	12	kW
Leistung total	122	kW

Tab. 3 gewählte Heizleistung Kirche

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	180	kW
Leistung Raumheizung ohne Umluftanlage	18	kW

Tab. 4 gewählte Heizleistung Pfarrhaus

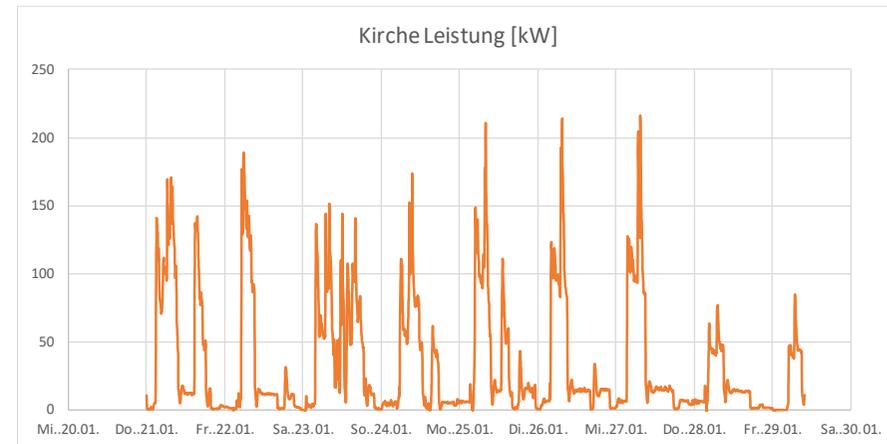
Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	31	kW
Leistung Warmwasser (600L/Tag)	17	kW
Leistung total	48	kW

Abb. 1 gewählte Heizleistung zur weiteren Berechnung

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung Vollast	321	kW
Leistung Warmwasser (1000L/Tag)	29	kW
Leistung total (exkl. Warmwasser)	321	kW

3.2.5. Leistung Kirche

In der untenstehenden Abbildung ist der gemessene Leistungsbedarf der Kirche während einer Woche dargestellt. Die darin ersichtlichen Spitzenlasten resultieren aus dem Betrieb der Umluftanlage.



Mögliche Optimierungen Kirche

Längere Aufheizzeit

Die Lüftungsanlage starte jeweils um 3 Uhr morgens und läuft zwischen 4 – 12 Stunden pro Tag je nach Vorgabe der Steuerung. Eine Möglichkeit die Spitzenleistung zu reduzieren ist es die Lüftungsanlage 2 Stunden früher einzustellen. Wie aus der Tabelle unten ersichtlich, lässt sich dadurch die benötigte Leistung, bei der Annahme des gleichen Tagesenergiebedarfs, rechnerisch um ca. 20 – 25% reduzieren. Dabei ist zu beachten, dass in der Steuerung neben dem Zeitprogramm auch die Luftmenge der Lüftungsanlage angepasst resp. reduziert werden muss.

Der Leistungsbedarf der Lüftungsanlage ist beim Anfahren, das heisst wenn die Kirche noch kalt ist, am grössten. Durch ein Anfahren der Lüftungsanlage mit reduzierter Luftmenge oder eine heizungsseitige Leistungsbegrenzung kann die Spitzenlast reduziert werden. Somit wird die Luftmenge der Lüftungsanlage, in Abhängigkeit der benötigten Heizleistung, variabel gefahren.

Der Energiebedarf verringert sich durch diese Massnahme nicht, er wird eher tendenziell ein wenig höher. Da die Kirche eine längere Zeit beheizt wird und somit einer grösseren Temperaturdifferenz und somit auch Wärmeverlust aufweist. Es besteht jedoch die Möglichkeit die Deckung des Wärmeverbrauchs über die Wärmepumpe zu erhöhen, da die Leistungen reduziert werden und die Wärmepumpen so einen grösseren Anteil abdecken können.

Tab. 5: Leistungsreduktion Kirche

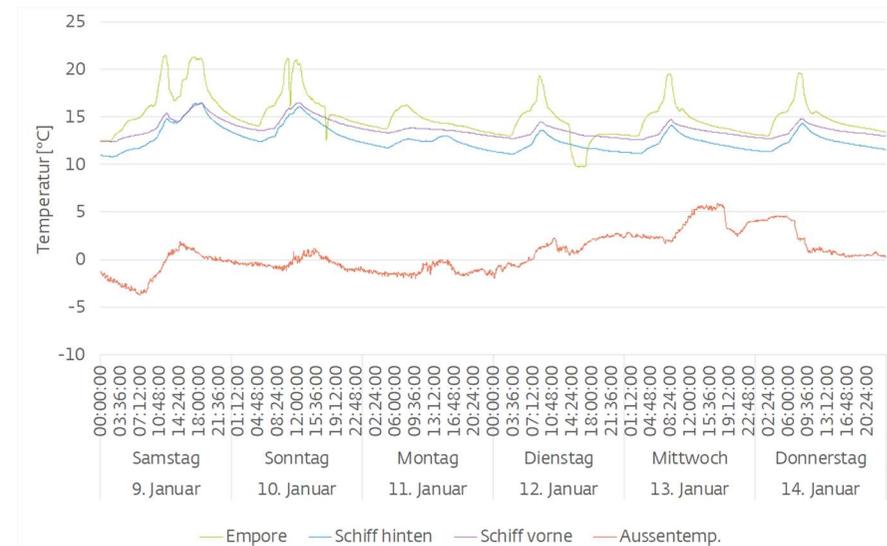
Datum [-]	Tages- energie- bedarf [kWh/d]	Laufzeit Lüftung [h/d]	Mittlere Leistung Lüftung [kW]	korrigierte Laufzeit Lüftung [h/d]	Mittlere Leistung Lüftung korrigiert [kW]
21.01.2021	1'073.6	10.4	103.1	12.4	86.5
22.01.2021	540.1	4.2	129.6	6.2	87.6
23.01.2021	1'018.5	12.9	78.9	14.9	68.3
24.01.2021	622.0	8.4	73.9	10.4	59.7
25.01.2021	721.3	7.5	96.2	9.5	75.9
26.01.2021	583.4	5.2	112.9	7.2	81.4
27.01.2021	663.8	5.8	115.4	7.8	85.6

Tiefere Raumtemperatur Kirche

Als weiteren Parameter besteht die Möglichkeit die Raumtemperatur in der Kirche anzupassen. Im Rahmen der Variantenstudie wurde durch Lemon Consult AG die Raumtemperatur in der Kirche an drei unterschiedlichen Messstellen aufgezeichnet. Daraus ist ersichtlich, dass die Temperatur im oberen Bereich der Kirche am Wochenende bis ca. 22°C ansteigt. Im Bereich des Kirchenschiffs erreicht man maximal eine Temperatur von ca. 16°C. Ebenfalls zeigt sich, dass die Temperatur in der gesamten Kirche ohne die Lüftungsanlage auf ca. 11°C absinkt.

Eine Reduktion der Solltemperatur in der Kirche hat zur Folge, dass das gesamte Luftvolumen in der Kirche weniger aufgeheizt werden muss. Bei gleichbleibender Aufheizzeit (Luftmenge) hat dies keinen Einfluss auf die benötigte Spitzenleistung, jedoch auf die benötigte Energiemenge. Eine Absenkung der Raumlufttemperatur um 1°C ergibt eine tägliche Energieeinsparung von 5 – 8% bezogen auf den gesamten Energiebedarf der Kirche.

Abb. 2: Temperaturverlauf Kirche



Schlussfolgerung

Da es sich bei der Lüftungsanlage der Kirche um den grössten Wärmebezüger handelt ist es sinnvoll die Regulierung dieser Anlage sowie die eingestellten Sollwerte im Betrieb zu überprüfen und zu optimieren. Durch diese Optimierung am neuen System lassen sich der gesamte Energiebedarf reduzieren und der Deckungsgrad der Wärmepumpe erhöhen.

Für die Leistungsdimensionierung der neuen Heizungsanlage empfehlen wir die Messwerte aus der Variantenstudie zu verwenden und den Gasheizkessel entsprechend auf diese Spitzenlast zu dimensionieren. Eine Leistungsreduktion um ca. 20 kW hat auf die Investitionskosten nur einen sehr kleinen Einfluss und schränkt die Bauherrschaft im Betrieb der Anlagen ein.

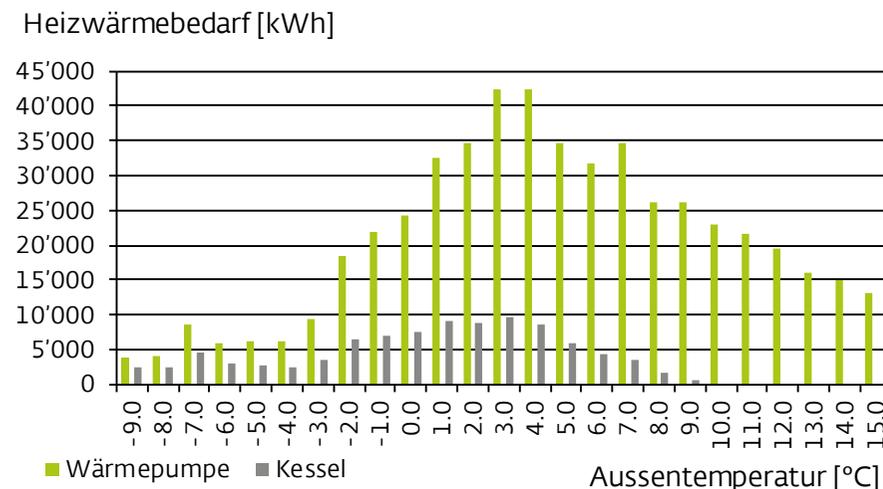
4. Konzept Wärmeerzeugung

4.1. Grobkonzept

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Variantenstudie wurde eine bivalente Lösung mit Erdwärmesonden-Wärmepumpen und einem Gasheizkessel zur weiteren Ausarbeitung definiert. Die durch Lemon Consult AG erarbeitete Variantenstudie ist im Anhang ersichtlich.

Die Wärmeerzeugung erfolgt neu über zwei Erdsonden-Wärmepumpen in Kombination mit einem Gasheizkessel. Dabei wird die Grundlast des Wärmebedarfs über die Wärmepumpen gedeckt und der Gasheizkessel wird lediglich zur Deckung der Spitzenlast eingesetzt. Die Messungen haben gezeigt, dass alleine die Umluftanlage, welche zum Erwärmen der Kirche benutzt wird, ca. 160 kW Leistung benötigt. Diese Anlage läuft nicht konstant, sondern wird anhand eines Terminprogramms nur eingeschaltet, wenn die Kirche genutzt wird. Dadurch ergibt sich trotz der, verglichen zu der Gesamtleistung, relativ kleinen Wärmepumpe ein Deckungsgrad der Wärmeversorgung über die Wärmepumpe von ca. 85%. In der untenstehenden Abbildung ist die Deckung des Heizwärmebedarfs abhängig der Aussenlufttemperatur ersichtlich. Dabei zeigt sich, dass der Gasheizkessel bis zu einer Aussentemperatur von 9°C teilweise zur Unterstützung benötigt wird.

Abb. 3: Deckungsanteil Heizwärmebedarf WP / Gas



4.2. Variantenübersicht

Im Rahmen des Vorprojekts werden zwei Varianten untersucht. Diese Varianten unterscheiden sich durch die Art der Brauchwarmwassererzeugung und sind nachfolgend beschrieben. Der Arealplan mit den Anlagekomponenten sowie die Übersichtsschemas sind auf den nachfolgenden Seiten dargestellt.

4.2.1. Kurzbeschreibung Variante 1

In der Variante 1 erfolgt die gesamte Wärmeerzeugung inklusive Brauchwarmwasser (BWW) zentral über die Erdwärmesonden-Wärmepumpen (EWS-WP) und den Gasheizkessel. Das Brauchwarmwasser wird im Foyer und in dem Pfarrhaus über einen Plattenwärmetauscher erwärmt. Damit das BWW über den Plattenwärmetauscher auf die hygienetechnisch geforderte Temperatur von > 60°C erwärmt werden kann müssen die beiden EWS-WP eine Vorlauftemperatur von 75°C bereitstellen.

4.2.2. Kurzbeschreibung Variante 2

Im Gegensatz zur Variante 1 wird bei der Variante 2 das BWW über zwei dezentrale BWW-Wärmepumpen im Foyer und im Pfarrhaus erzeugt. Dadurch müssen die zentralen EWS-WP nur noch eine Vorlauftemperatur von 60°C bereitstellen.

4.3. Energetischer Vergleich der Varianten

Wärmeverlust Fernleitung

Der Wärmeverlust der Fernleitung halbiert sich bei der Variante 2 aufgrund der tieferen Vorlauftemperaturen. Absolut gesehen auf den gesamten Energiebedarf der Gebäude macht es jedoch bei beiden Varianten weniger als 1% aus.

Tab. 6: Wärmeverlust Fernleitung

	Variante 1	Variante 2
Jährlicher Energieverlust [kWh]	3'810	2'030
Gesamtenergieverbrauch [kWh]	700'000	700'000
Anteil Gesamtenergiebedarf [%]	0.54%	0.29%

Effizienz Wärmepumpen

Die Wärmepumpe bei der Variante 1 weist einen COP von 2.5 auf, rechnet man bei der Variante 2 die COP's beider Wärmepumpen zusammen so erhält man einen COP von 2.51. Dieser Unterschied ist sehr klein und für die energetische Betrachtung nicht relevant.

Abb. 6: Grobkonzept Variante 1

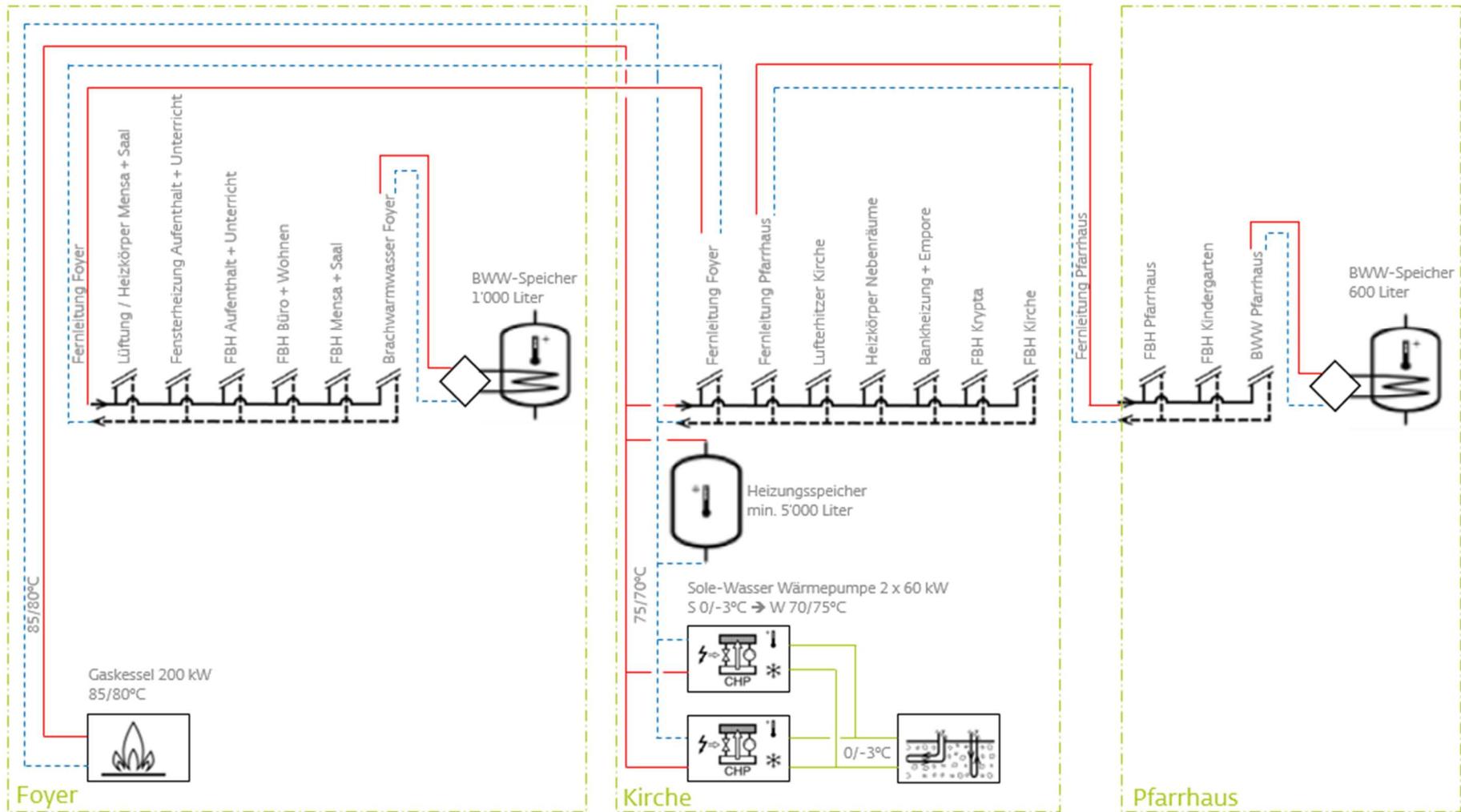
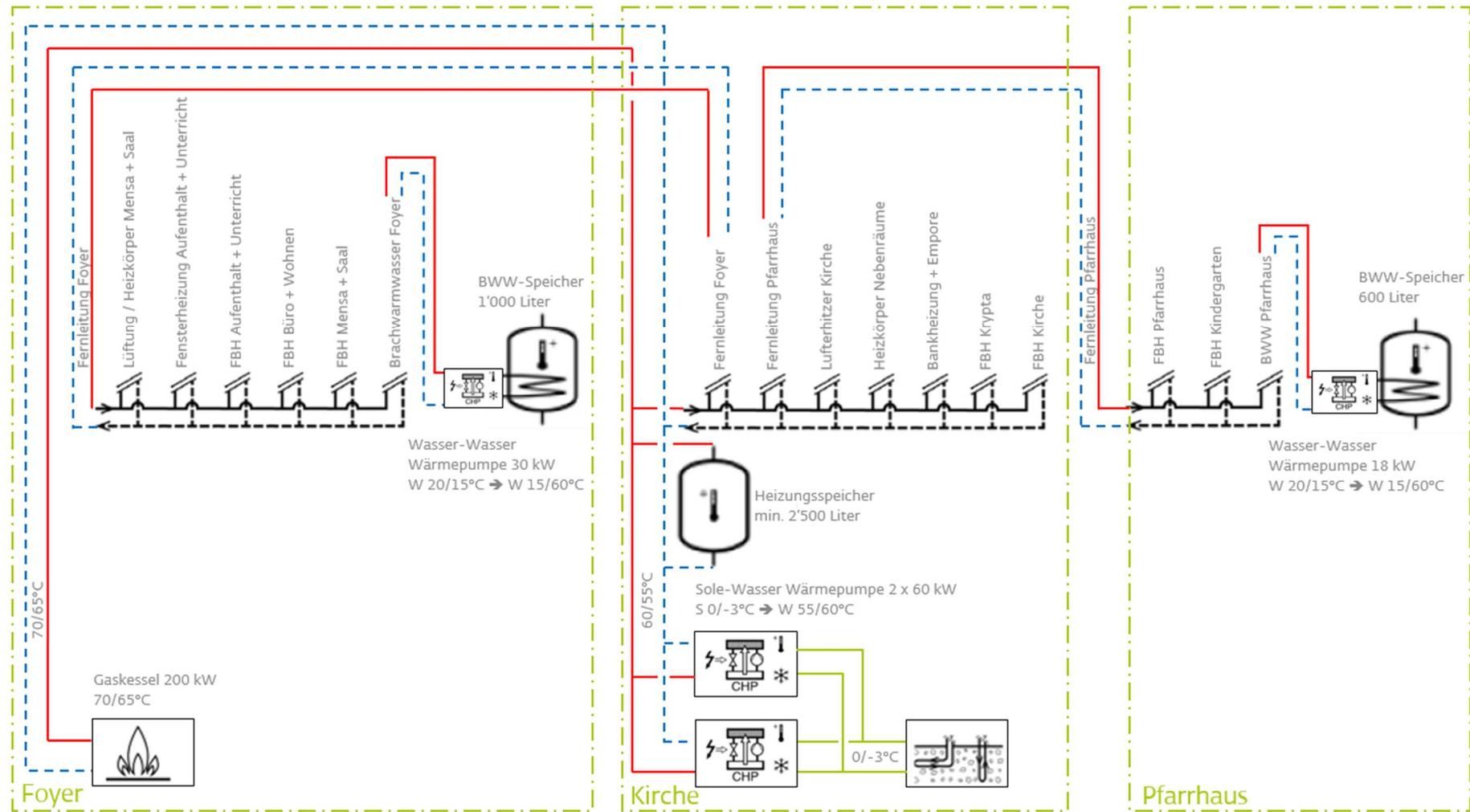


Abb. 7: Grobkonzept Variante 2



5. Anlagenbeschreibung

Der Anlagenbeschreibung der Wärmeerzeugung ist aufgeteilt auf die beiden Wärmeerzeugungsvarianten. Die für beide Varianten analogen Punkte (Erdwärmesonden, Rückbau, Provisorien und Messkonzept) sind gemeinsam beschrieben.

5.1. Anlagenbeschreibung Variante 1

5.1.1. Funktionsbeschreibung

Die beiden EWS-Wärmepumpen bewirtschaften den Heizungsspeicher in der Zentrale der Kirche. Reicht die Leistung der Wärmepumpen nicht aus um den Wärmebedarf zu decken, so unterstützt der Gasheizkessel die beiden Wärmepumpen und stellt die unterbrechungsfreie Wärmeversorgung sicher. Der Gasheizkessel bewirtschaftet direkt den Heizungsspeicher in der Kirche. Die Regulierung der beiden Systeme ist unten beschrieben.

Die Wärmeverteilung erfolgt ab dem Heizungsspeicher in der Kirche auf die einzelnen Heizungsverteiler in den drei Gebäuden. Das Foyer und das Pfarrhaus werden über eine Fernleitung erschlossen. Die Brauchwarmwassererzeugung (BWW) erfolgt im Foyer und im Pfarrhaus direkt über einen Plattenwärmetauscher ab dem Heizungsnetz.

Damit das BWW über den Plattenwärmetauscher auf die hygienetechnisch geforderte Temperatur von > 60°C erwärmt werden kann müssen die beiden EWS-WP eine Vorlauftemperatur von 75°C bereitstellen. Die vorgesehenen Temperaturniveaus sind unten ersichtlich.

Tab. 7: Temperaturniveau Wärmeverteilung Variante 1

Bezeichnung	Wert	Einheit
Sollwert Heizungsspeicher ohne BWW-Bedarf	65	°C
Sollwert Heizungsspeicher mit BWW-Bedarf	75	°C
Vorlauf Unterstation ohne BWW-Bedarf	Min. 60	°C
Vorlauf Unterstation mit BWW-Bedarf	Min. 70	°C
Vorlauf Heizgruppen	50	°C
Vorlauf Plattenwärmetauscher BWW	65	°C
Temperatur BWW-Speicher	62	°C

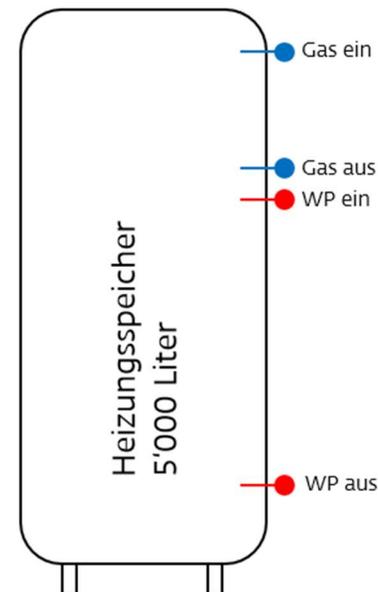
Regulierung

Die Regulierung der Wärmeerzeuger erfolgt auf den 5'000 Liter Heizungsspeicher. Das Konzept sieht so aus, dass die Wärmepumpen den unteren Bereich und der Gasheizkessel den oberen Bereich des Heizungsspeichers bewirtschaften. In der untenstehenden Abbildung sind die entsprechenden Fühlerpositionen im Speicher dargestellt.

Sobald die Temperatur am Fühler «WP ein» unter den Sollwert fällt schaltet die Wärmepumpe ein und lädt den Speicher bis der Fühler «WP aus» die Solltemperatur erreicht und der Speicher somit vollständig geladen ist.

Reicht die Leistung der Wärmepumpen nicht aus um die geforderte Wärmemenge bereitzustellen, so schaltet der Gasheizkessel ein sobald die Temperatur am Fühler «Gas ein» den Sollwert unterschreitet. Der Gasheizkessel lädt den Speicher bis am Fühler «Gas aus» die Solltemperatur wieder erreicht wird.

Abb. 8: Fühlerpositionen Heizungsspeicher



Bereitstellung von BWW

Sobald in einem der beiden Gebäude der BWW-Speicher geladen werden muss wir die Vorlauftemperatur des gesamten Heizungssystems auf 75°C erhöht und das Brauchwarmwasser wird über die Plattenwärmetauscher auf die geforderte Temperatur erwärmt.

5.1.2. Schema / Grundrisse

Das detaillierte Anlagenschema sowie die Grundrisspläne mit den Positionen der Hauptkomponenten kann dem Anhang entnommen werden.

5.1.3. Dimensionierung Anlagen

Die Dimensionierung der Anlagen basiert auf der maximalen Entzugsleistung der Erdwärmesonden auf dem vorhandenen Grundstück. Dies gibt die Grösse der Wärmepumpen. Der Gasheizkessel ist so dimensioniert, dass zusammen mit den Wärmepumpen, die Spitzenlast gemäss den Leistungsmessungen abgedeckt werden kann.

Tab. 8: Anlagenübersicht

Bezeichnung	Leistung	Hersteller	Typ
[-]	[kW]	[-]	[-]
Gasheizkessel	200	Viessmann	Vitocrossal 200, Typ CIB
Wärmepumpe 1	60	Viessmann	Vitocal 350-HT Pro
Wärmepumpe 2	60	Viessmann	Vitocal 350-HT Pro
Speicher	-	-	5'000 Liter Platzgeschweisst

Es wurden bewusst sämtliche Anlagen vom gleichen Hersteller gewählt. Dies ermöglicht eine einfache Kommunikation der Anlagen untereinander über die herstellerspezifischen Steuerungsmodule.

5.1.4. Kältemittel

Die vorgesehene Wärmepumpe verfügt über ein HFO-Kältemittel (R1234ze), welches über ein tiefes GWP verfügt. Anhand der EN 378-1 muss beurteilt werden ob zusätzliche Massnahmen zur Personensicherheit notwendig sind.

Kältemittelmenge:	2 x 36 kg = 72 kg
Raumvolumen:	90 m ³
Max. Konzentration:	0.8 kg/m ³
Zulässige Konzentration: ²	0.061 kg/m ³
⇒ Sturmlüftung und Gasüberwachung notwendig	

Folgende Luftmengen sind für die Lüftung/ Notlüftung gemäss EN 378-3:2016 notwendig

$$\dot{V}_{Zuluft} = 0.014 \cdot (m_{Kältemittel})^{2/3}$$

mit 72 kg Kältemittel → $\dot{V}_{Zuluft} = 873 \text{ m}^3/\text{h}$

Sturmlüftung

Die Sturmlüftung muss nach draussen an einen sicheren Ort geführt werden, und es muss sichergestellt werden, dass die Abluft aus der Zentrale nicht wieder angesaugt wird. Die Zuluft wird direkt über die bestehenden Lichtschächte in der Kirche gefasst. Die Abluft gemeinsam mit der Fernleitung erdverlegt und im Garten des Pfarrhauses über einen Rotlufthut ausgeblasen.

Im Raum befindet sich die Abluffassung direkt über dem Boden damit das ausströmende Gas, welches schwerer ist als die Luft, effektiv gefasst und aus dem Raum abgeführt werden kann.

Die Regulierung der Sturmlüftung erfolgt über eine Gaswarnanlage, welche die Gaskonzentration im Raum überwacht und im Havariefall die Sturmlüftung auslöst.

² Gemäss EN 378-1 / Tab C.3

5.2. Anlagenbeschrieb Variante 2

5.2.1. Funktionsbeschrieb

Die Wärmeerzeugung sowie die Wärmeverteilung für die Heizung erfolgt konzeptionell analog zur Variante 1.

Das Brauchwarmwasser wird in diesem Fall dezentral über kleine BWW-Wärmepumpen erzeugt. Dadurch müssen die Zentralen EWS-WP nur max. 65°C bereitstellen, was einen Einfluss auf den Typ der Wärmepumpe und das verwendete Kältemittel hat. Die BWW-Wärmepumpen sind auf den BWW-Bedarf der einzelnen Gebäude dimensioniert und beziehen die Quellenergie direkt aus dem Heizungsnetz.

Durch die tieferen Systemtemperaturen und die bessere Effizienz der Wärmepumpen weist diese Variante einen tieferen Energiebedarf auf (vgl. Kapitel 4.3).

Tab. 9: Temperaturniveau Wärmeverteilung Variante 1

Bezeichnung	Wert	Einheit
Sollwert Heizungsspeicher mit Heizbetrieb	65	°C
Sollwert Heizungsspeicher ohne Heizbetrieb	35	°C
Vorlauf Unterstation mit Heizbetrieb	Min. 60	°C
Vorlauf Unterstation ohne Heizbetrieb	Min. 70	°C
Vorlauf Heizgruppen	50	°C
Vorlauf BWW-Wärmepumpe sekundär	25	°C
Temperatur BWW-Speicher	62	°C

Regulierung

Die Regulierung der Wärmeerzeuger auf den Heizungsspeicher erfolgt analog zur Variante 1.

Bereitstellung von BWW

Die BWW-Wärmepumpen beziehen die Quellenergie ab dem Heizungsnetz. Im Heizbetrieb (Winter) wird hierfür die Vorlauftemperatur auf 25°C heruntergemischt. Im Sommerbetrieb wird der zentrale Heizungsspeicher, bei BWW-Bedarf, auf eine Temperatur von 35°C erwärmt damit an der BWW-Wärmepumpe das Temperaturniveau von 25°C sichergestellt werden kann.

5.2.2. Schema / Grundrisse

Das detaillierte Anlagenschema sowie die Grundrisspläne mit den Positionen der Hauptkomponenten kann dem Anhang entnommen werden.

5.2.3. Dimensionierung Anlagen

Die Wärmepumpen und der Gasheizkessel sind analog zur Variante 1 dimensioniert. Die beiden dezentralen BWW-Wärmepumpen sind auf den effektiv gemessenen BWW-Bedarf der einzelnen Gebäude dimensioniert.

Tab. 10: Anlagenübersicht

Bezeichnung	Leistung	Hersteller	Typ
[-]	[kW]	[-]	[-]
Gasheizkessel	200	Viessmann	Vitocrossal 200, Typ CIB
Wärmepumpe 1	60	Viessmann	Vitocal 350-G Pro
Wärmepumpe 2	60	Viessmann	Vitocal 350-G Pro
BWW WP Foyer	30	Viessmann	Vitocal 200-G BWC 201.B17
BWW WP Pfarr.	18	Viessmann	Vitocal 200-G BWC 201.B13
Speicher	-	-	5'000 Liter Platzgeschweisst

Es wurden bewusst sämtliche Anlagen vom gleichen Hersteller gewählt. Dies ermöglicht eine einfache Kommunikation der Anlagen untereinander über die herstellerspezifischen Steuerungsmodule.

5.2.4. Kältemittel

Beurteilung Sturmlüftung:

Kältemittelmenge:	2 x 7.5 kg = 15 kg
Raumvolumen:	90 m ³
Max. Konzentration:	0.167 kg/m ³
Zulässige Konzentration: ³	0.21 kg/m ³

⇒ Keine Sturmlüftung erforderlich

³ Gemäss EN 378-1

5.3. Erdwärmesonden

Die Erdwärmesonden werden im Garten des Pfarrhauses gebohrt und von dort in die Heizungszentrale im Untergeschoss der Kirche geführt. Die Anordnung der Erdwärmesonden ist nebenstehend ersichtlich. Die neun Erdwärmesonden mit einer Bohrtiefe von je 300 Meter sind so angeordnet, dass die bestehenden Bäume und die Schächte nicht tangiert werden.

Auf dem Plan ist ebenfalls der Minimalabstand zum SBB-Tunnel (56 Meter) ersichtlich. Da sich die nächste Erdwärmesonde mehr als 30 Meter vom Tunnel entfernt befindet, sind keine Abklärungen oder Genehmigungen der SBB notwendig. Ebenfalls wird der Grenzabstand von 3 Meter bei sämtlichen Sonden eingehalten.⁴

Die Erdwärmesonden werden mit einem mobilen Bohrgerät erstellt.

Abb. 9: Beispielbild mobiles Bohrgerät

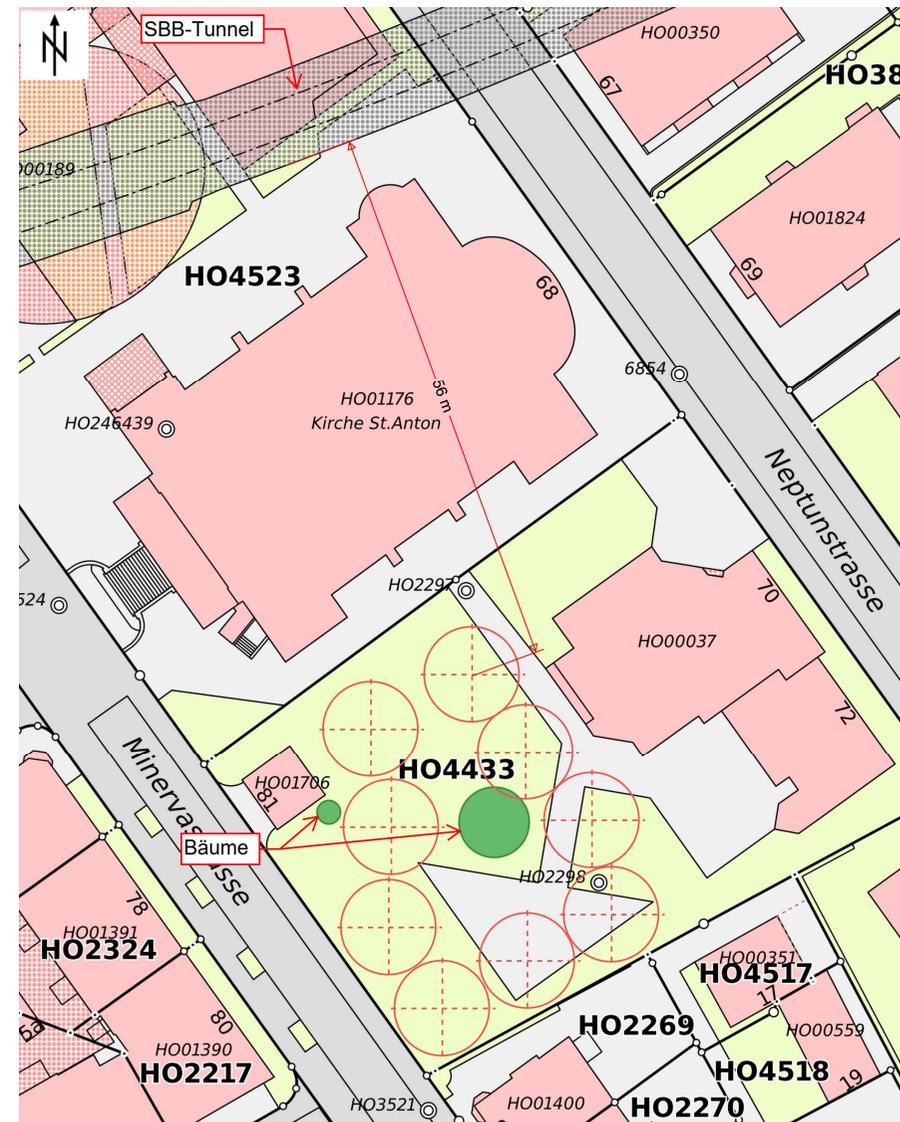


5.3.1. Regenerationspflicht

Gemäss der neuen SIA-Norm 364/6 – Erdwärmesonden ist bei der Planung von Erdwärmesonden eine mögliche Beeinflussung durch Nachbarsonden zu berücksichtigen.

Aus der im Anhang dargestellten Berechnung ist ersichtlich, dass auf diesem Grundstück keine Regenerationspflicht besteht. Somit ist die Mitteltemperatur nach 50 Jahren Betrieb – 1.5°C betragen und es müssen keine weiteren Massnahmen getroffen werden.

Abb. 10: Position Erdwärmesonden



⁴ Vgl. Kantonale Bauvorschrift Kt. ZH

5.4. Rückbau

Im Rahmen der Umbauarbeiten werden mehrere Komponenten ersetzt oder komplett zurückgebaut und fachgerecht entsorgt. In der Tabelle unten ist ersichtlich welche Komponenten betroffen sind.

Tab. 11: Übersicht Rückbauarbeiten

Foyer

Öl- Gasheizkessel 1	Wird nicht mehr benötigt
Öl- Gasheizkessel 2 inkl. Rekuperator	Wird nicht mehr benötigt
BWW Wärmetauscher	Wird ersetzt durch neuen PWT
Defekte Pumpen und Ventile	Nach Bedarf
Verteiler Heizung	Wird ersetzt durch neuen Verteiler

Kirche

Wärmetauscher Fernwärme	Wird nicht mehr benötigt
Defekte Pumpen und Ventile	Nach Bedarf
Verteiler Heizung	Wird ersetzt durch neuen Verteiler

Pfarrhaus

Gastherme für BWW	BWW neu über PWT oder WP
-------------------	--------------------------

5.5. Provisorien

Der Umbau der Wärmeerzeugung erfolgt in den Sommermonaten, wenn keine Heizwärme zur Gebäudeheizung benötigt wird. Trotzdem muss während der Umbauphase die BWW-Versorgung sichergestellt werden.

Im Pfarrhaus wird hierfür die bestehende Gastherme erst nach der Installation der neuen BWW- Erzeugung zurückgebaut und die BWW-Versorgung erfolgt somit über die bestehende Anlage.

Im Foyer erfolgt die BWW-Erwärmung über das Heizsystem. Da dieses während der Umbauphase nicht zur Verfügung steht wird hier eine Mobile Elektroheizung zur BWW-Bereitstellung installiert.

Abb. 11: Beispielbild Mobile Elektroheizung



5.6. Materialisierung

Folgende Materialisierung wird für die einzelnen Komponenten verwendet:

Tab. 12: Übersicht Materialisierung

Komponente	Material
Rohrleitungen Heizung	Stahl schwarz
Dämmung	Mineralwolle
Ummantelung	PVC-Mantel
Rohrleitungen Sole	Stahl rostfrei (V2A)
Dämmung	Synthetischer Kautschuk diffusionsdicht
Ummantelung	Keine
Fernleitungen	PEX
Dämmung	PUR-Schaum
Ummantelung	LLD-PE Mantel

5.7. Messkonzept

Grundsätzlich wird elektroseitig zu jeder Wärmepumpe ein Elektrozähler, zur Messung der elektrischen Energie, installiert. Weiter wird jede Hauptgruppe mit einer Messung versehen, welche die thermische Energie misst. Ebenfalls werden hierfür die bestehenden Neovac-Messungen auf ihre Funktion überprüft und bei Bedarf Instand gesetzt.

Somit ist eine Aussage zur Effizienz der Wärmepumpen jederzeit möglich und die Verbrauchsdaten können auf den einzelnen Verbrauchern zugeordnet werden. Dadurch wird das Anlagenverständnis erhöht und die Anlage kann im laufenden Betrieb optimiert werden.

5.8. Einbringung

5.8.1. Foyer

Die Einbringung der neuen Komponenten erfolgt über die Einstellhalle. Die beiden Parkplätze vor dem Zutritt zur Zentrale können während der Umbauphase nicht genutzt werden. Ebenfalls werden die bestehenden Öl-Gaskessel über die Einstellhalle entsorgt.

Der bestehende Kamin wird für die neue Gasheizung weiterverwendet.

5.8.2. Kirche

Die Einbringung der Komponenten erfolgt über die Wendeltreppe und den Abgang zur Heizzentrale. Aufgrund der beengten Platzverhältnissen werden die Wärmepumpen sowie der Heizungsspeicher teilerlegt eingebracht und vor Ort zusammengebaut resp. zusammengeschweisst. Ebenfalls wird der bestehende Öltank vor Ort zerlegt und auf dem gleichen Weg wie die neuen Komponenten eingebracht werden entsorgt.

5.9. Pfarrhaus

In diesem Gebäude werden nur kleinere Komponenten installiert. Die Einbringung erfolgt über den Hauptzugang und das Treppenhaus direkt in die bestehende Zentrale.

5.10. Fernleitungen

Die bestehenden Fernleitungen zwischen den einzelnen Gebäuden werden ersetzt und die Dimensionen werden an das neue Konzept angepasst.

Hierfür wird zwischen den einzelnen Gebäuden im Bereich der bestehenden Fernleitungen ein Graben gezogen, die alten Leitungen werden entsorgt und die neuen Leitungen werden eingebracht. Zum Abschluss werden die Leitungen überdeckt und die Umgebung wieder instand gestellt.

6. Elektro / PV

Das Elektro- und PV-Konzept ist im Bericht von Wyder Elektroplanung GmbH im Anhang beschrieben.

8. Kostenschätzung

8.1. Kostenschätzung Variante 1

Kostenschätzung ± 15%

Objekt **Kirche St. Anton**
 Projekt **23680**
 Stand **Vorprojekt**
 Datum **22.10.2021**

BKP	Kosten exkl. MWSt. [CHF]
Gesamtkosten exkl. Förderbeiträge	1'097'500.00
Förderbeiträge Kt. Zürich	-29'600.00
Gesamtkosten inkl. Förderbeiträge	1'067'900.00
Total Honorarkosten	145'300.00
29 Honorar	145'300.00
Fachplanung gem. HO-Offerte Lemon Consult	130'344.00
Honorar Spezialisten (z.B. Tiefbauingenieru, Statiker, etc.)	15'000.00
Total Baukosten	952'200.00
113 Demontage	26'000.00
Öl-/ Gasheizkessel inkl. Verrohrung 100...500 kW	18'000.00
Öltank 20'000...100'000 ltr	8'000.00
211 Baumeister	31'000.00
Grabarbeiten Fernleitung	16'000.00
Hauseinführungen Fernleitungen + EWS	10'000.00
Raum Unterstation PV	5'000.00
23 Elektro	207'000.00
Anpassungen Elektroverteilung (gem. Beschrieb Wyder)	30'000.00
PV-Anlage (gem. Beschrieb Wyder)	177'000.00

237 Gebäudeautomation	35'000.00
Übergeordnetes Gebäudeleitsystem (nur Heizsystem ohne Lüftung etc.)	35'000.00
241 Energieträger	192'000.00
Erdwärmesonden 2'400 Meter	192'000.00
242 Wärmeerzeugung	315'200.00
Wärmepumpe Kirche	175'000.00
Gaskessel Foyer inkl. Abgasanlage	30'000.00
Speicher	28'300.00
Heizgruppe inkl. Dämmung Feldgeräte, Pumpe DN 65...100	46'200.00
Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN65...100	6'720.00
Fernleitungen	24'000.00
Allgemein: Expansion, Entgaser, Filter	5'000.00
243 Wärmeverteilung Foyer	29'500.00
Ersatz Heizgruppe DN 65...100 inkl. Feldgeräte, Pumpe	18'200.00
Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN125...150	3'300.00
Plattenwärmetauscher BWW inkl. BWW Ladung	8'000.00
243 Wärmeverteilung Kirche	30'100.00
Ersatz Heizgruppe DN 65...100 inkl. Feldgeräte, Pumpe	27'300.00
Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN65...100	2'800.00
243 Wärmeverteilung Pfarrhaus	17'800.00
Ersatz Heizgruppe DN 10...50 inkl. Feldgeräte, Pumpe	9'800.00
Plattenwärmetauscher BWW inkl. BWW Ladung	8'000.00

244	Sturmlüftung Wärmepumpen	33'600.00
	Ventilatoren	10'000.00
	Lüftungskanal < 0.5 m2 gedämmt inkl. Einbauten, alles montiert [CHF/m]	4'080.00
	Lüftungskanal Erdverlegt	12'500.00
	Lüftungsklappen dicht schliessend	2'000.00
	Regenhut	5'000.00
25	Sanitär	10'000.00
	Budgetposition Anpassungen	10'000.00
421	Gartenarbeiten	25'000.00
	Wiederherstellung Garten Pfarrhaus + Fernleitungsgräben	25'000.00

8.2. Kostenschätzung Variante 2

Kostenschätzung ± 15%

Objekt **Kirche St. Anton**
 Projekt **23680**
 Stand **Vorprojekt**
 Datum **22.10.2021**

BKP		Kosten exkl. MWSt. [CHF]
	Gesamtkosten	1'050'000.00
	Förderbeiträge Kt. Zürich	-29'600.00
	Gesamtkosten inkl. Förderbeiträge	1'020'400.00
	Total Honorarkosten	145'300.00
29	Honorar	145'300.00
	Fachplanung gem. HO-Offerte Lemon Consult	130'344.00
	Honorar Spezialisten (z.B. Tiefbauingenieru, Statiker, etc.)	15'000.00
	Total Baukosten	904'700.00
113	Demontage	26'000.00
	Öl-/ Gasheizkessel inkl. Verrohrung 100...500 kW	18'000.00
	Öltank 20'000...100'000 ltr	8'000.00
211	Baumeister	31'000.00
	Grabarbeiten Fernleitung	16'000.00
	Hauseinführungen Fernleitungen + EWS	10'000.00
	Raum Unterstation PV	5'000.00
23	Elektro	207'000.00
	Anpassungen Elektroverteilung (gem. Beschrieb Wyder)	30'000.00
	PV-Anlage (gem. Beschrieb Wyder)	177'000.00
237	Gebäudeautomation	35'000.00
	Übergeordnetes Gebäudeleitsystem	35'000.00

241	Energieträger	192'000.00
	Erdwärmesonden 2'400 Meter	192'000.00
242	Wärmeerzeugung	272'200.00
	Wärmepumpe Kirche	122'000.00
	Gaskessel Foyer inkl. Abgasanlage	40'000.00
	Speicher	28'300.00
	Heizgruppe inkl. Dämmung Feldgeräte, Pumpe DN 65...100	46'200.00
	Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN65...100	6'720.00
	Fernleitungen	24'000.00
	Allgemein: Expansion, Entgaser, Filter	5'000.00
243	Wärmeverteilung Foyer	46'500.00
		0.00
	Ersatz Heizgruppe DN 65...100 inkl. Feldgeräte, Pumpe	18'200.00
		0.00
	Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN125...150	3'300.00
	BWW Wärmepumpe inkl. BWW Ladung	25'000.00
243	Wärmeverteilung Kirche	30'100.00
	Ersatz Heizgruppe DN 65...100 inkl. Feldgeräte, Pumpe	27'300.00
	Rohrleitung inkl. Dämmung, Bögen, Montage DN65...100	2'800.00
243	Wärmeverteilung Pfarrhaus	29'800.00
	Ersatz Heizgruppe DN 10...50 inkl. Feldgeräte, Pumpe	9'800.00
	BWW Wärmepumpe inkl. BWW Ladung	20'000.00
25	Sanitär	10'000.00
	Budgetposition Anpassungen Verteilung	10'000.00
421	Gartenarbeiten	25'000.00
	Wiederherstellung Garten Pfarrhaus + Fernleitungsgräben	25'000.00

8.3. Submissionspakete

Gemäss der Submissionsverordnung ist eine öffentliche Ausschreibung für die BKP 24 (Heizung) zwingend, da der Betrag auf mehr als 250'000 Sfr. beläuft. Bei den restlichen Gewerken ist keine öffentliche Ausschreibung notwendig.

9. Anhang

9.1. Berechnung Regenerationspflicht

Der grundstückbezogene Wärmeentzug wird wie folgt berechnet:

$$P_{GSF} = (Q_{H,li} + Q_W) \cdot \frac{A_E}{GSF_{eff}} \cdot \frac{COP - 1}{COP} \cdot f_{ZB} \text{ in kWh/m}^2$$

$$Q_{H,li} = 39.69 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_W = 21 \text{ kWh/m}^2$$

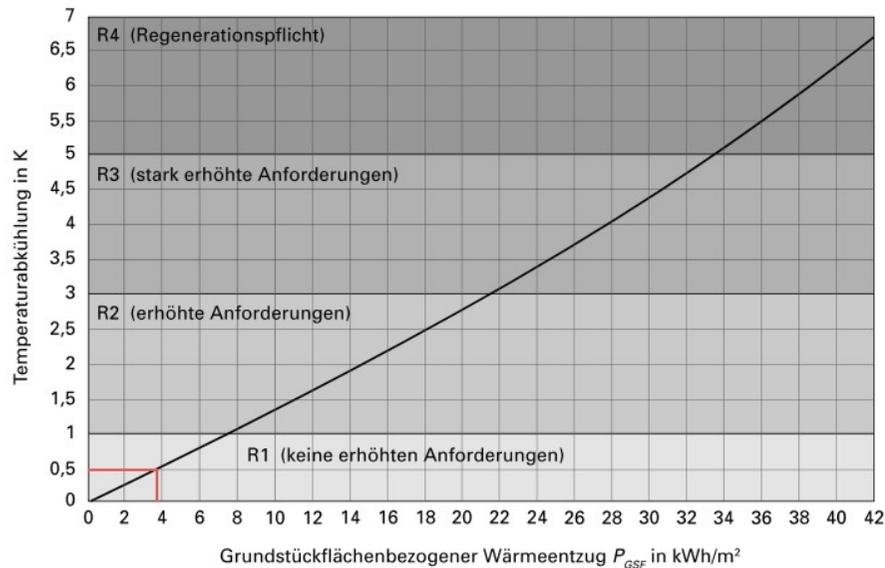
$$A_E = 4'150 \text{ m}^2$$

$$GSF_{eff} = 9700 \text{ m}^2$$

$$COP = 4$$

$$f_{ZB} = 20\%$$

$$\Rightarrow P_{GSF} = 3.9 \text{ kWh/m}^2$$



9.2. Klassifizierung Kältemittel

Abb. 13: Kategorie Zugangsbereich

Abb. 42: Auszug EN 378-1:2016 – Kategorien Zugangsbereich

Tabelle 4 — Kategorien der Zugangsbereiche

Kategorien	Allgemeine Eigenschaften	Beispiele *
Allgemeiner Zugangsbereich a	Räume, Gebäudeteile und Gebäude, in denen — Schlafeinrichtungen vorhanden sind — Personen in ihrer Bewegung eingeschränkt sind — sich eine unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält — jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein	Krankenhäuser, Gerichtsgebäude oder Gefängnisse, Theater, Supermärkte, Schulen, Vortragsräume, Bahnhöfe, Hotels, Wohnungen, Restaurants
Überwachter Zugangsbereich b	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, in denen sich nur eine begrenzte Anzahl von Personen aufhalten darf, von denen einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sein müssen	Büro- oder Geschäftsräume, Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikations- und Arbeitszwecke
Zugangsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben c	Räume, Gebäudeteile, Gebäude, zu denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sind, und in denen Materialien oder Güter hergestellt, verarbeitet oder gelagert werden	Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Getränke, Industrie- und Speiseeis, Raffinerien, Kühlhallen, Molkereien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche in Supermärkten

* Die Liste der Beispiele ist nicht vollständig.

Abb. 14: Kategorie Aufstellungsort

Abb. 43: Auszug EN 378-1:2016 – Klassifikation Aufstellungsort

- a) **Klasse IV — Belüftetes Gehäuse**
Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem belüfteten Gehäuse befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse IV. Das belüftete Gehäuse muss die Anforderungen nach EN 378-2 und EN 378-3 erfüllen.
- b) **Klasse III — Maschinenraum oder im Freien**
Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse III. Der Maschinenraum muss die Anforderungen nach EN 378-3 erfüllen.
- c) **Klasse II — Verdichter im Maschinenraum oder im Freien**
Sofern sich alle Verdichter und Druckbehälter im Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse II, außer die Anlage entspricht den Anforderungen der Klasse III. Rohrschlangen und Rohrleitungen mit Ventilen können sich in einem Personen-Aufenthaltsbereich befinden.
- d) **Klasse I — Mechanische Geräte im Personen-Aufenthaltsbereich**
Sofern die Kälteanlage oder die kältemittelführenden Teile sich im Personen-Aufenthaltsbereich befindet/befinden, gilt Klasse I, außer sie entspricht den Anforderungen der Klasse II.

Abb. 15: Grundlagen Toxizität

Abb. 44: Auszug EN 378-1:2016 – Tabelle C.1 Grundlage Toxizität

Tabelle C.1 – Anforderungen an die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge für Kälteanlagen auf Grundlage der Toxizität

Toxizitätsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs	Aufstellungsort-Klassifikation				
		I	II	III	IV	
A	a	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3		Keine Begrenzung der Füllmenge ^a	Die auf der Toxizität beruhenden Anforderungen an die Füllmenge sind in Abhängigkeit vom Ort des belüfteten Gebäudes nach dem Aufstellungsort I, II oder III zu beurteilen	
	b	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3			Keine Begrenzung der Füllmenge ^a
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a			
	c	Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen oder siehe C.3			Keine Begrenzung der Füllmenge ^a
		Andere	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a			
	B	a	Für dauerhaft geschlossene Sorptionsanlagen: Toxizitätsgrenze × Raumvolumen und nicht mehr als 2,5 kg; alle weiteren Anlagen. Toxizitätsgrenze × Raumvolumen			Keine Begrenzung der Füllmenge ^a
b		Obere Geschosse ohne Notausgänge oder Kellergeschosse	Toxizitätsgrenze × Raumvolumen	Füllmenge nicht mehr als 25 kg ^a		
		Personendichte < 1 Person je 10 m ³	Füllmenge nicht mehr als 10 kg ^a	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a		
c		Personendichte < 1 Person je 10 m ³	Füllmenge nicht mehr als 50 kg ^a und Notausgänge sind vorhanden	Keine Begrenzung der Füllmenge ^a		
		Andere	Füllmenge nicht mehr als 10 kg ^a	Füllmenge nicht mehr als 25 kg ^a		

^a für die Aufstellung im Freien gilt EN 378-3:2016, 4.2. und für Maschinenräume gilt EN 378-3:2016, 4.3.

Abb. 16: Grundlagen Brennbarkeit R1234ze

Abb. 45: Auszug EN 378-1:2016 – Tabelle C.2 Grundlage Brennbarkeit

Tabelle C.2 – Anforderungen an die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge für Kälteanlagen auf Grundlage der Brennbarkeit

Brennbarkeitsklasse	Kategorie des Zugangsbereichs	Aufstellungsort-Klassifikation				
		I	II	III	IV	
2L	a	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^a \times 1,5$		Keine Begrenzung der Füllmenge ^c	Füllmenge des Kältemittels nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$
		Andere Anwendungen	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
	b	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
		Andere Anwendungen	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 25 kg ^c oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$		
	c	Menschlicher Komfort	Nach C.2 und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$			
		Andere Anwendungen	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als $m_2^a \times 1,5$ oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 25 kg ^c oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$		
< 1 Person je 10 m ³		20 % × LFL × Raumvolumen und nicht mehr als 50 kg ^a oder nach C.3 und nicht mehr als $m_3^b \times 1,5$	Keine Begrenzung der Füllmenge ^c			

^a $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$
^b $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$
^c für die Aufstellung im Freien gilt EN 378-3:2016, 4.2. und für Maschinenräume gilt EN 378-3:2016, 4.3.

9.3. Auszug Wärmenutzungsatlas

Abb. 17: Auszug GIS ZH - Wärmenutzungsatlas



Bohrtiefenbegrenzung an dieser Stelle: 317 Meter.

Erläuterungen siehe Bericht 'Tiefenbeschränkung'.

Grundstücksgrenzen

BFSNr	261
Nummer	HO4433
EGRIS_EGRID	CH319152997809
Vollständigkeit	Vollständig
Fläche	2671
Markieren	

Grundstücksgrenzen

Bohrtiefenbegrenzung

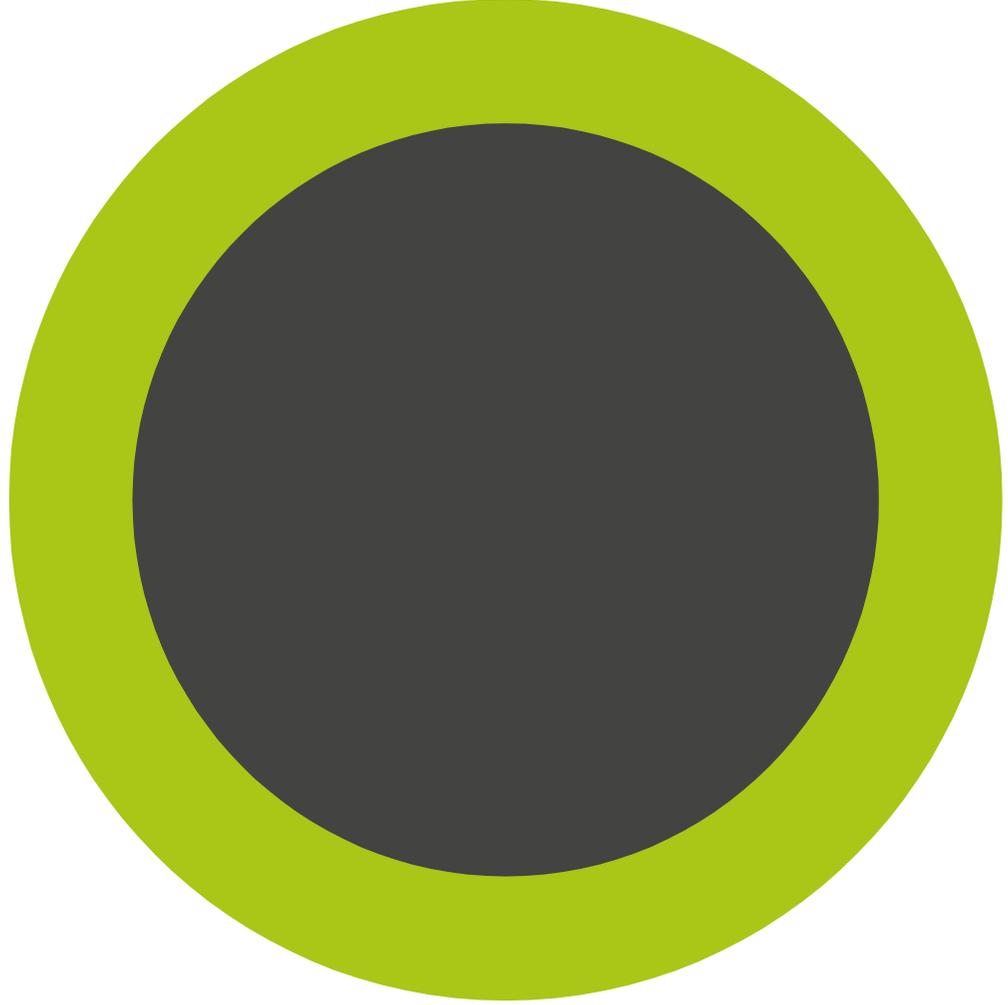
Auflagen für Erdwärmesonden

Auskunft erteilt: Max Hebling, Tel. 043 259 31 42 / Helene von Vogelsang, Tel. 043 259 32 72 (→ Gebietsenteilung)

- Spezielle Auflagen für Erdwärmesonden
- Erdwärmesonden aus speziellen hydrogeologischen Gründen nicht zulässig (z.B. artesisch gespannte Grundwasservorkommen, Mineralwasserquellen)

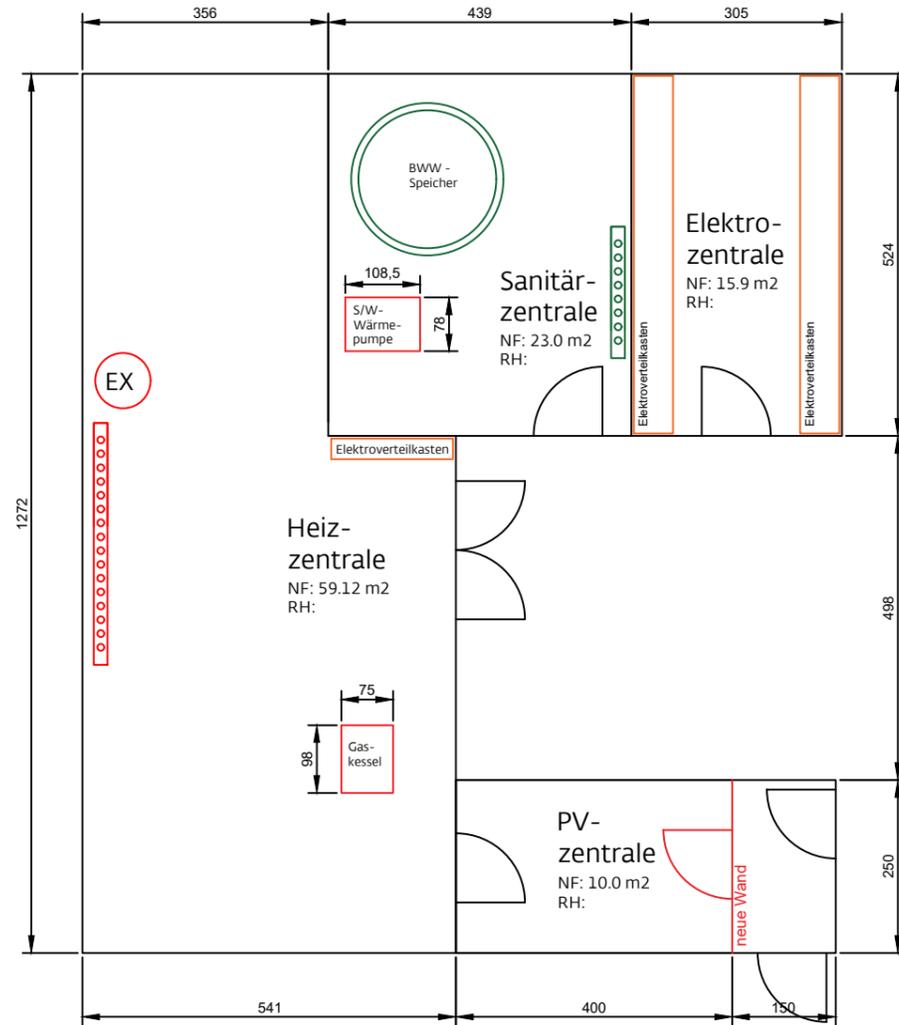
Zone D (Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung)

Zulässigkeiten Zone D:	
Erdwärmesonden	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten.
Thermoaktive Elemente (Energiepfähle, Bodenplatten usw.)	Grundsätzlich zulässig; Die Unterkante der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW liegen.
Erdregister, Energiekörbe mit flüssigen Wärmeträgern	Grundsätzlich zulässig; Die Unterkante der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW liegen.
Erdregister, Energiekörbe mit Luft betriebenen Grundwasser-Wärmenutzung	Grundsätzlich zulässig.
Grundwasser-Wärmenutzung	Grundsätzlich zulässig; Minimale Anlagegrösse: Kälteleistung 50 kW.



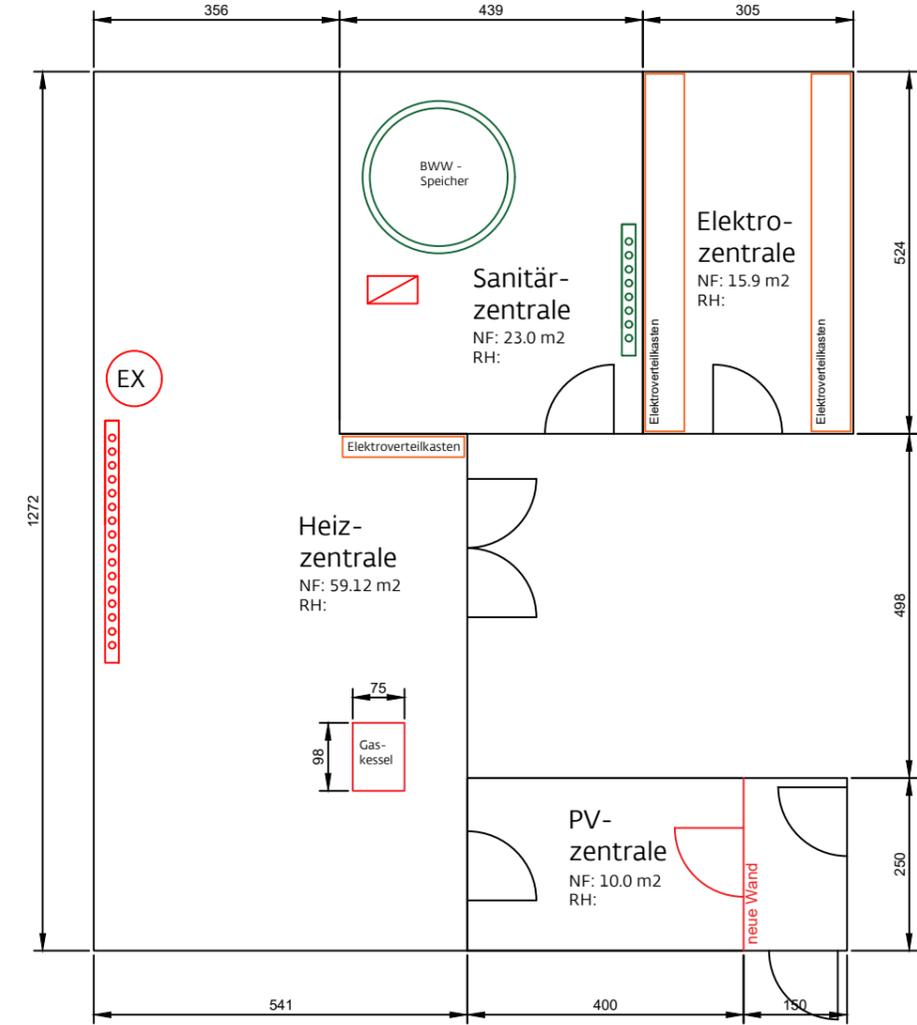
Wärmeerzeugersersatz Variante 2

Unterstation Foyer UG

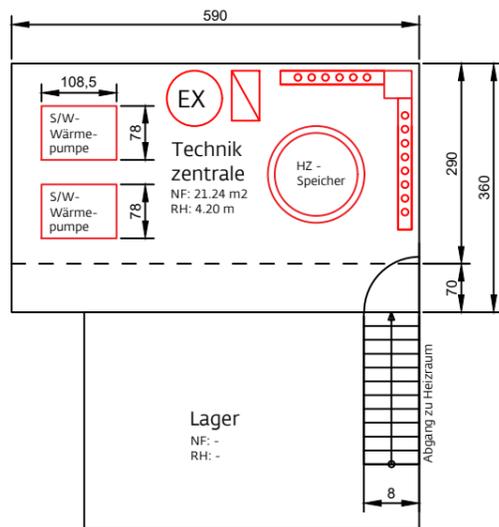


Wärmeerzeugersersatz Variante 1

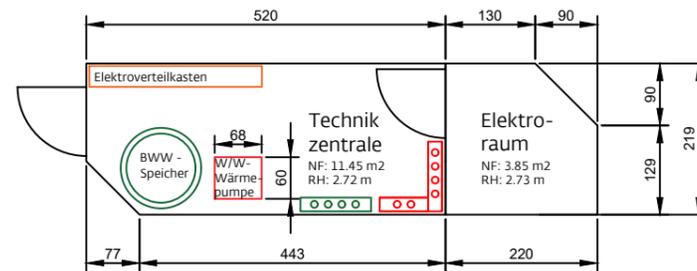
Unterstation Foyer UG



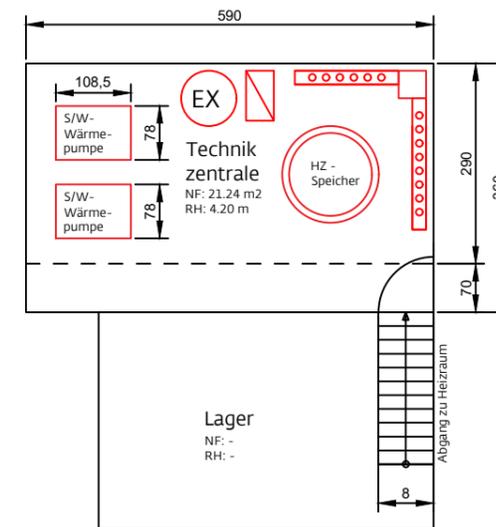
Zentrale Kirche St. Anton UG



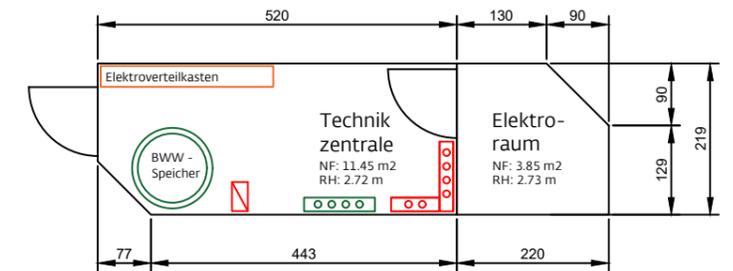
Unterstation Pfarrhaus UG



Zentrale Kirche St. Anton UG



Unterstation Pfarrhaus UG



Lemon Consult AG
Energy Efficiency Engineering
Sumatrastrasse 10, 8006 Zürich, Schweiz
T +41 44 200 77 44, F -33
www.lemonconsult.ch

Planinhalt
Variantenvergleich
Wärmeerzeugersersatz Kirche St. Anton

Bauherr
Kath. Pfarramt St. Anton Zürich

Projekt
Wärmeerzeugersersatz Kirche St. Anton

Projekt-Nr.
23680

Format
A3

Erstellung	Visum	Prüfung	Visum
25.10.2021	VTH	--	--

Revision	Visum	Prüfung	Visum
--	--	--	--

Änderungsverzeichnis

Index	Bemerkung / Änderung	Datum	gez.
A	Erstellung Hydraulikschema	25.10.21	VTH
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Umhüllung/Materialisierung

Umhüllung	Materialisierung
H_Gr_1_VL/RL	PVC-Folie
H_Gr_2_VL/RL	PVC-Folie
H_Gr_3_VL/RL	PVC-Folie
H_Gr_4_VL/RL	PVC-Folie
H_Gr_5_VL/RL	PVC-Folie
H_Gr_6_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_1_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_2_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_3_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_4_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_5_VL/RL	PVC-Folie
K_Gr_6_VL/RL	PVC-Folie

Dämmung Heizungsleitungen

DN	Dämmungsmaterial	Durchbruchmaterial
25	50mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
32	50mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
40	60mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
50	60mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
65	80mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
80	80mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
100	100mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
125	100mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
150	100mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
175	120mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
200	120mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen
250	120mm PIR-Schalen	32mm PIR-Schalen

Legende Layer

H_Gr_1_VL	H_Gr_1_VL
H_Gr_1_RL	H_Gr_1_RL
H_Gr_2_VL	H_Gr_2_VL
H_Gr_2_RL	H_Gr_2_RL
H_Gr_3_VL	H_Gr_3_VL
H_Gr_3_RL	H_Gr_3_RL
H_Gr_4_VL	H_Gr_4_VL
H_Gr_4_RL	H_Gr_4_RL
H_Gr_5_VL	H_Gr_5_VL
H_Gr_5_RL	H_Gr_5_RL
H_Gr_6_VL	H_Gr_6_VL
H_Gr_6_RL	H_Gr_6_RL
K_Gr_1_VL	K_Gr_1_VL
K_Gr_1_RL	K_Gr_1_RL
K_Gr_2_VL	K_Gr_2_VL
K_Gr_2_RL	K_Gr_2_RL
K_Gr_3_VL	K_Gr_3_VL
K_Gr_3_RL	K_Gr_3_RL
K_Gr_4_VL	K_Gr_4_VL
K_Gr_4_RL	K_Gr_4_RL
K_Gr_5_VL	K_Gr_5_VL
K_Gr_5_RL	K_Gr_5_RL
K_Gr_6_VL	K_Gr_6_VL
K_Gr_6_RL	K_Gr_6_RL

Legende Symbole

- 2-Weg Regelventil
- 3-Weg Regelventil
- Frequenzumformer
- Motorantrieb
- Absperarmatur
- Strangregelventil
- Rückschlagventil
- Sicherheitsventil
- Entleerhahnen
- Expansionsventil Kälte
- Differenzdruckregler
- Wärmemessung
- Direktanzeige Temperatur
- Direktanzeige Druck
- Sicherheitsthermostat
- Messfühler Temperatur
- Messfühler Druck
- Messfühler Durchfluss
- Messfühler Feuchtigkeit
- Aussenfühler
- Schwingungsdämpfer
- Umwälzpumpe
- Kompressor
- Ventilator
- Brandschutzklappe
- Lüftungsklappe
- Detektor Kältemittel
- Messfühler Temperatur
- Steuerungsgerät
- Durchflussanzeige

Hinweise zur Ausführung Heizung

Befestigungen:
Sämtliche Befestigungen sind mit Gummieinlagen zu versehen. Es dürfen keine Aufhängungen mit Rohrband verwendet werden. Bei Leuchtstagen mit drei oder mehr Leitungen müssen Isolationschienen verwendet werden.

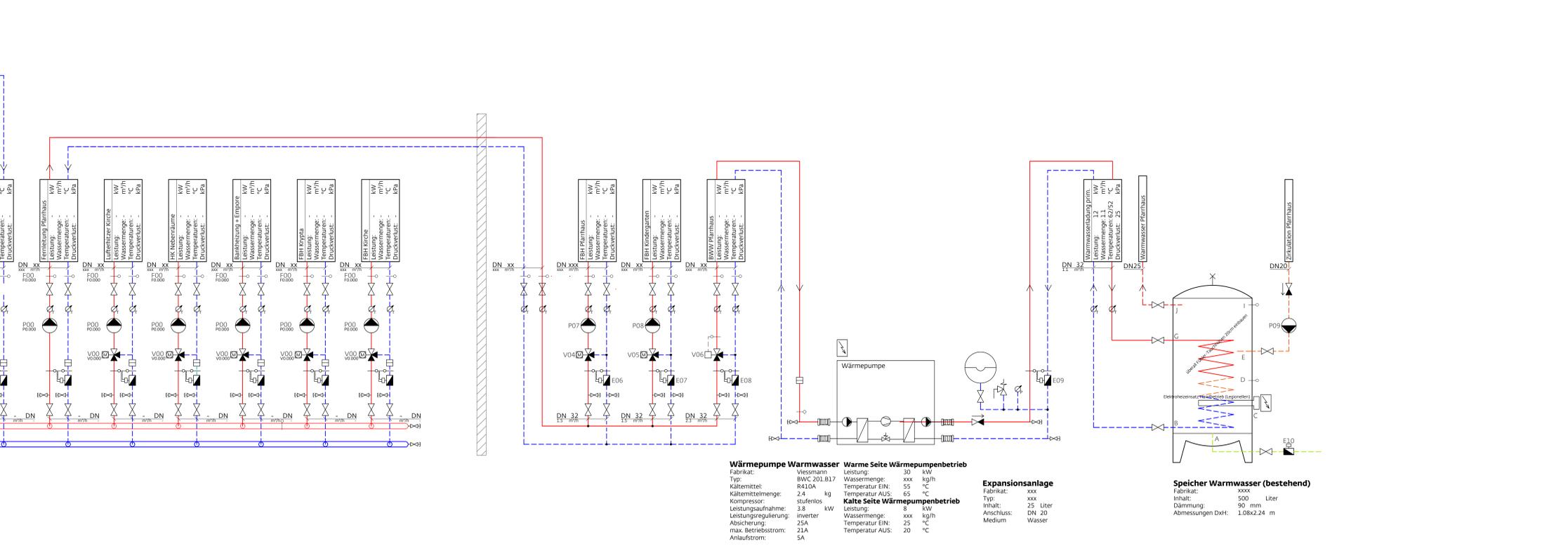
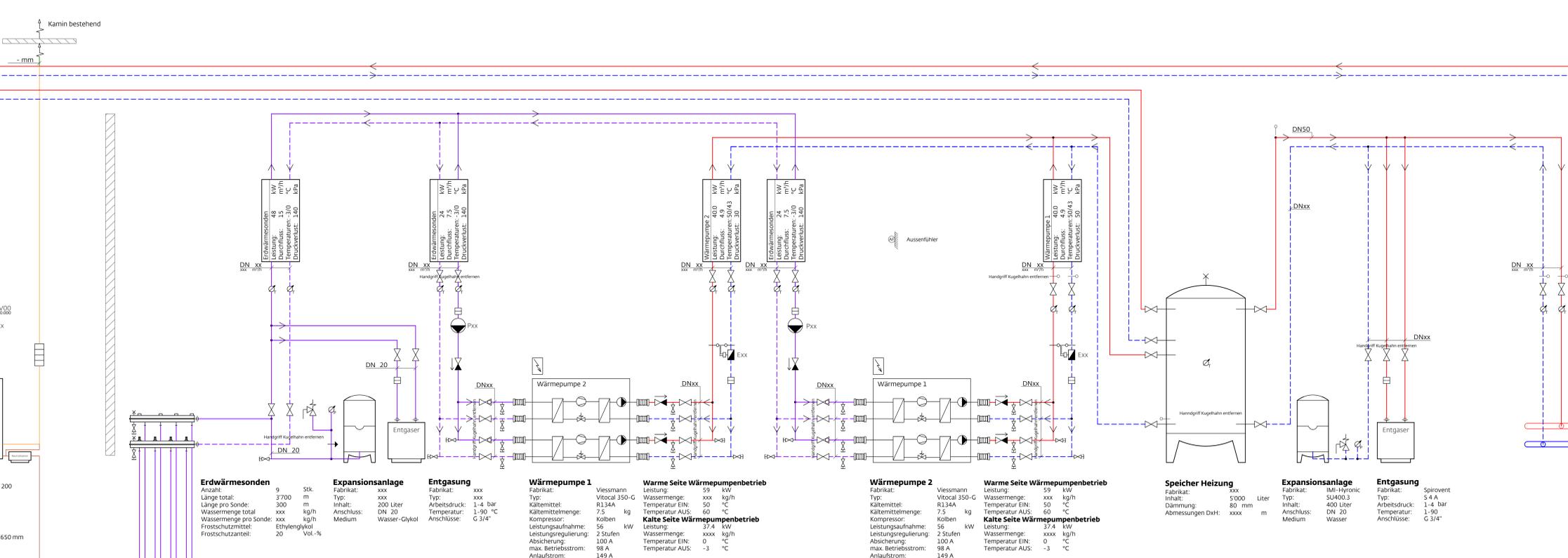
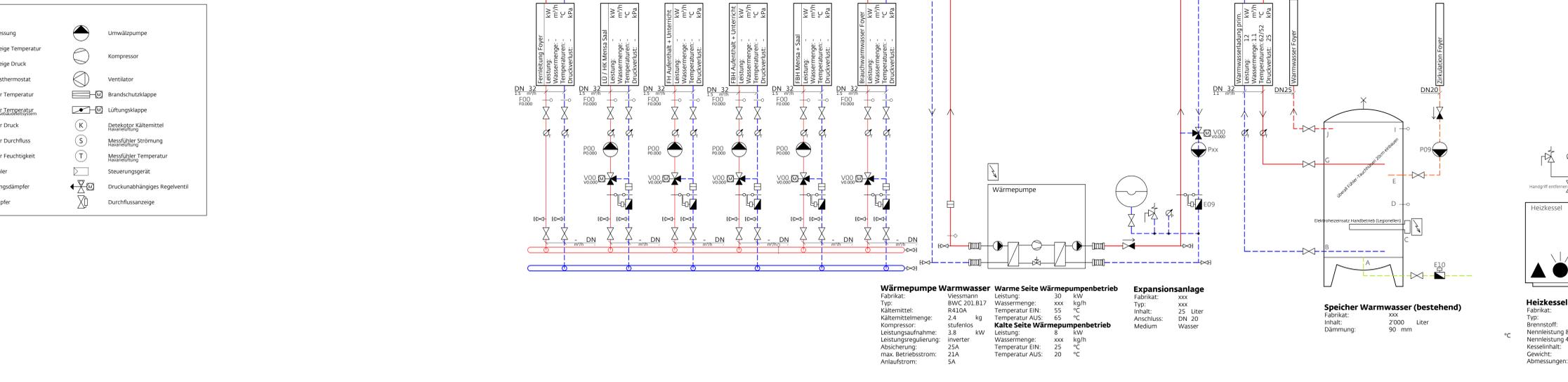
Umsetzungskontrolle:
Alle Masse sind auf der Baustelle zu prüfen. Alle Masse sind, wenn nicht anders angegeben Rohbaumasse.
Umschreibungen sind der Baustellung zu melden. Abweichungen von dieser Zeichnung sind der Baustellung zu melden.

Wasserqualität:
Das Heizungswasser hat der Richtlinie SWKI BT 102-01 zu entsprechen.

Materialisierung:
Heizung: Edelstahl 1.4301/L4401/L4521 oder Mappres C-Stahl 1.0037
Kälte: Edelstahl 1.4521
Materialisierung immer in Absprache mit Planer.

Dämmungen:
Heizung: Gemäss Energiegesetz mit PVC-Folie oder gemäss Angaben Planer.
Kälte: Synthetischer Kautschuk gemäss Angaben Planer.
Durchbrüche: Synthetischer Kautschuk (Brandschutz) oder gemäss Angaben Planer.

Abspermatoren:
Bis und mit DN60 sind Kugelhähnen mit Schraubverbindung einzusetzen.
Ab DN65 sind Absperklappen mit Flanschverbindung einzusetzen.



Objekt: Kirche St. Anton



Bauherrschaft: Kath. Kirchgemeinde St. Anton

Vorprojekt

BKP 231

Elektroinstallationen

Projektleiter: Reto Hegetschweiler
Datum: 25. Oktober 2021

Wyder Elektroplanung GmbH
Asylstrasse 74
8032 Zürich

044 383 71 71
rhegetschweiler@wyder.com

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemein	3
1.1	Voraussetzungen	3
2	Beschrieb	4
2.1	BKP 231 Starkstromapparate	4
2.2	BKP 232 Starkstrominstallationen	4
2.3	BKP 238 Provisorien	4
2.4	BKP 239 Übriges	4
3	Kostenschätzung	5
3.1	Kalkulationsgrundlagen	5

1 Allgemein

1.1 Voraussetzungen

Für die Planung bez. Ausführung der elektrotechnischen Installationen werden im Wesentlichen folgende Vorschriften, Bedingungen und Richtlinien beachtet:

- STEG Sicherheit von technischen Einrichtungen
- Stv Eidgenössische Starkstromverordnung
- NIV Niederspannungs-Installations-Verordnung
- NIN Niederspannungs-Installationsnorm 2020
- Leitsätze SEV 4113:2008 Erdung
- Vorschriften des energieliefernden Elektrizitätswerkes
- Licht und Beleuchtung nach EN 12464-1 und EN 12193
- Raumstandards Betreuungsstätten
- Stadt Zürich; Bauliche Anforderungen an eine Pflegewohngruppe

2 Beschrieb

2.1 BKP 231 Starkstromapparate

Anpassungen der Bestehenden Verteilungen. Einbau der benötigten Abgänge.

2.2 BKP 232 Starkstrominstallationen

Verbindungsleitungen zwischen den Gebäuden. Erschliessung der neuen Heizungsanlagen.

2.3 BKP 238 Provisorien

Erstellen eines Handwerkerprovisoriums ab der bestehenden Hauptverteilung.

2.4 BKP 239 Übriges

Mithilfe bei den Inbetriebsetzungen, erstellen des Sicherheitsnachweises

3 Kostenschätzung

3.1 Kalkulationsgrundlagen

- Offerten
- Tarif VSEI/Steiger: 2021 / K 0.4
- Genauigkeit: +/-15%

BKP		
231	Starkstromapparate	7'500.00
232	Starkstrominstallationen	12'600.00
238	Provisorien	1'000.00
239	Übriges	5'000.00
230	Elektroinstallationen	26'100.00
	MWST 7.7%	2'009.70
	Elektroinstallationen inkl MWST	28'109.70

Objekt: Kirche St. Anton



Bauherrschaft: Kath. Kirchgemeinde St. Anton

Vorprojekt

BKP 231

PV Anlage

Projektleiter: Reto Hegetschweiler
Datum: 21. Oktober 2021

Wyder Elektroplanung GmbH
Asylstrasse 74
8032 Zürich

044 383 71 71
rhegetschweiler@wyder.com

INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung	3
2	Dachflächenbelegung	3
3	Kennzahlen	3
4	Module	4
5	Montage und Anordnung	4
6	Leitungsführung UG-Dach	5
7	Wechselrichter	6
8	Eigenverbrauchslösung EWZ	6
9	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)	6
10	Kostenschätzung	7
10.1	Kalkulationsgrundlagen	7
11	Kostenschätzung	8
11.1	Kalkulationsgrundlagen	8

1 Aufgabenstellung

Vorprojekt einer Photovoltaik-Anlage. Belegung gemäss Besprechung am 4. Oktober.

2 Dachflächenbelegung



3 Kennzahlen

Anzahl Module:	296
Angenommene Anlageleistung:	115 kWp
Jahresproduktion:	105'000 kWh

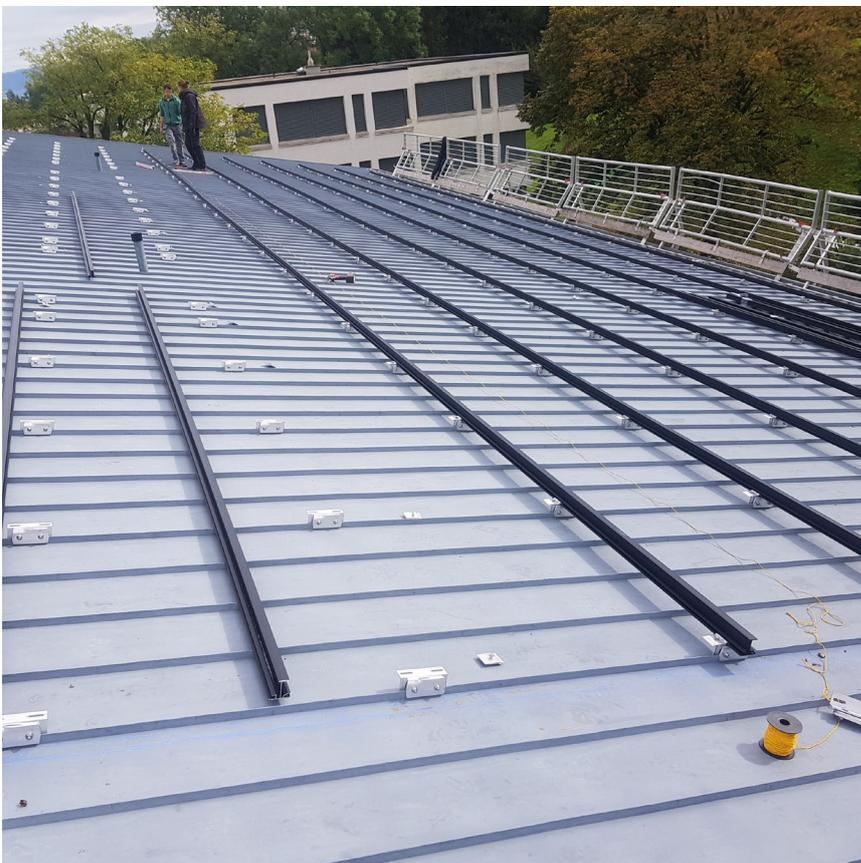
4 Module

Die aktuell im Handel erhältlichen Standard-Module weisen folgende Eigenschaften auf:
Länge 1.60-1.80m und eine Breite von 1-1.2m. Die Leistungen bewegen sich zwischen 330-410 Wp



5 Montage und Anordnung

Die Anordnung ist gemäss Bild in Kapitel 2, je nach grösser der Panels kann es noch leichte abweichungen geben. Bei der Offerteingabe der Unternehmen müssen Sie ein Sinnvolles Layout miteinreichen. Bei der Montage sind spezielle Befestigungsklemmen vorgesehen, die auf die Falze kommen





6 Leitungsführung UG-Dach

Die Erschliessung mit von den DC-Leitungen erfolgen an den Fassaden mit Aufputz-Rohren. Eine Steigzone ist nicht vorhanden



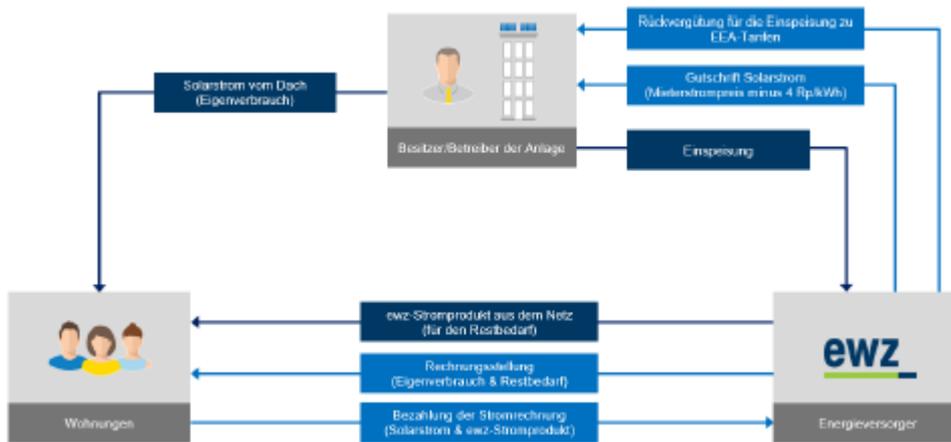
7 Wechselrichter

In der Hauptverteilung hat es keinen Platz für den Wechselrichter. Dies sollte in einem Vorraum montiert werden.

8 Eigenverbrauchslösung EWZ

Im Netzgebiet von ewz kann mit ewz.solarsplit eine sehr einfache Eigenverbrauchslösung realisiert werden. Dank der Smart-Meter-Technologie erfolgt die Zuteilung des Solarstroms an alle Wohnparteien dynamisch und in Echtzeit und ohne Aufwand für Verwaltung oder Wohnparteien.

Alle Mieter erhalten weiterhin die Stromrechnung von ewz. Neben dem individuellen Stromprodukt wird dann auch der Solarstrom verrechnet. Die Eigentümerin erhält danach quartalsweise eine Gutschrift von ewz über den Solarstrom, der in den Liegenschaften direkt genutzt wurde und über den Strom, der ins Netz zurückspeist wurde. Den Preis des Solarstroms kann die Eigentümerin selbst festlegen. Auf diesen Preis addiert ewz eine Dienstleistungspauschale von 4 Rp./kWh. Die Eigentümerin definiert den Preis am besten so, dass der Solarstrom gleich viel kostet wie der Strom aus dem Netz. So profitieren alle gleich. Das wären momentan 23 Rp./kWh für die Mieter, wovon 19 Rp./kWh Eigenverbrauch der Eigentümerin gutgeschrieben werden



9 Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)

Es ist auch möglich die Anschlüsse zu einem ZEV zusammenzuführen.

11 Kostenschätzung

11.1 Kalkulationsgrundlagen

- Offerten
- Tarif VSEI/Steiger: 2021 / K 0.4
- Genauigkeit: +/-15%

Kirchgemeinde St. Anton – Variantenvergleich Wärmeerzeugung Planung von Gebäudetechnik und Energiesystemlösungen

Version 1.0 | Vorstudie | Stand: 01.03.2021



Impressum

Objekt

Kirchgemeinde St. Anton
Neptunstrasse 70
8032 Zürich

Auftraggeber

Verband der römisch-katholischen Kirchgemeinden der Stadt Zürich
Werdgaässchen 26
8036 Zürich
Tel. +41 44 297 70 00

Planung von Gebäudetechnik- und Energiesystemlösungen

Lemon Consult AG
Sumatrastrasse 10
CH-8006 Zürich
Tel. +41 44 200 77 44

Thomas Murer, MSc Energy and Environment /
MAS Energie-Ing. Gebäude
Eugen Fischer, Dipl. Techniker Heizung HF

Projektleiter
Fachingenieur

Korreferent

Thomas Murer

Dokument

23680_BE_Variantestudie_StAnton_20210226

Zürich, 01.03.2021

Quelle Titelbild

Eigene Aufnahme Lemon Consult

Inhalt

1. Zusammenfassung / Empfehlung	5
2. Ausgangslage	6
2.1. Projektbeschreibung	6
2.2. Zielsetzung	6
3. Grundlagen	7
3.1. Anlagezustand	7
3.2. Auslegungsgrundlagen	7
3.3. Plausibilisierung Heizleistung	8
3.4. Messungen Heizleistung	8
3.5. Messungen Warmwasser	10
3.6. Definierung Heizleistung Bericht	11
3.7. Ist-Übersicht der Anlage	12
4. Variantenvergleich	13
4.1. Grundlagen Variantenvergleich	13
4.2. Abgrenzungen	13
4.3. Definition Varianten	15
4.4. Variante 1: 100% Erdgas	16
4.5. Variante 2: 100% Biogas	17
4.6. Variante 3: Erdsonden + Biogas	18
4.7. Variante 4: Erdsonden + Pellets	19
4.8. Variante 5: 100% Pellets	20
5. Variantenvergleich	21
5.1. Wirtschaftlichkeit	21
5.2. Barwert-Methode	22
6. Anhang	23
6.1. Kosten	23
6.2. Pläne	28
6.3. Energieträger / Weitere Varianten	29

Änderungsverzeichnis

<u>Kapitel</u>	<u>Bemerkung</u>	<u>Datum</u>	<u>Kürzel</u>
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

1. Zusammenfassung / Empfehlung

Es wurden verschiedene Möglichkeiten der Wärmeerzeugung ausgearbeitet hinsichtlich Energieeinsparung wie auch der Ökologie und Wirtschaftlichkeit.

Folgende Wärmeerzeugungsvarianten wurden untersucht:

- Variante 1:** 100% Erdgas
- Variante 2:** 100% Biogas
- Variante 3:** Erdwärmesonden & Biogas
- Variante 4:** Erdwärmesonden & Pellet
- Variante 5:** 100% Pellet

Die Abklärungen haben ergeben, dass einige Varianten mit erneuerbaren Energien umgesetzt werden können.

Empfohlen wird Variante 4, die Kombination einer Pelletheizung mit Erdsondenwärmepumpen.

Das System bietet eine hohe Effizienz und steht wirtschaftlich sowie ökologisch an oberster Stelle. Durch die Beheizung der Kirche und des Foyers entsteht eine sehr hohe Ausnutzung der Wärmepumpen. Die Installationen in Foyer, Kirche und Pfarrhaus sind aufwendiger, bieten aber den Vorteil einer flexiblen Wärmeverteilung sowie Betriebssicherheit.

Um die Effizienz der Anlage zu steigern wird empfohlen die Systemtemperaturen zu senken, insbesondere bei den Lüftungsanlagen. Dies kann durch Neuauslegung von Wärmetauschern erreicht werden.

2. Ausgangslage

2.1. Projektbeschreibung

Der Standort der Kirchgemeinde St. Anton besteht aus den folgenden drei Gebäuden:

Kirche: Kirchsaal, Krypta, Nebenräume

Foyer: Aufenthalts-, Unterrichtsräume, Büros, Wohnungen, Saal, Mensa

Pfarrhaus: Büros, Kindergarten, Wohnungen

Alle Gebäude werden über zwei Öl/Gasheizkessel im Foyer-Gebäude, mittels Fernleitungen mit Energie versorgt. Der Öltank befindet sich in der Kirche, wobei dieser als reine Notversorgung funktioniert. Im Pfarrhaus besteht ein zusätzlicher Gasheizkessel aus dem Jahr 2014, welcher für die Warmwasser-Aufbereitung zuständig ist.

Abb. 1: Gebäudeübersicht und Verlauf Fernleitung



	Pfarrhaus
	Kirche
	Foyer
	Fernleitung

2.2. Zielsetzung

Für den Ersatz der Wärmeerzeugung sollen alle Energieträger auf die örtliche Machbarkeit geprüft werden. Die örtlich verfügbaren Energieträger sollen ökonomisch und ökologisch anhand eines Variantenvergleichs verglichen werden. Für den Variantenvergleich werden auch die Unterstationen inklusiv Warmwasser betrachtet, um ein ganzheitliches Energiekonzept zu erstellen. Nicht Bestandteil der Untersuchung ist die Wärmeverteilung und Wärmeabgabe.

3. Grundlagen

3.1. Anlagezustand

Die Wärmeerzeugung ist dem Alter entsprechend in einem guten Zustand. Defekte Komponenten wurde stetig ersetzt. Die Betriebssicherheit ist aktuell gegeben, da die Wärmeerzeugung redundant ausgeführt ist.

Tab. 1: technische Lebensdauer von Anlagen und Komponenten

Anlage/ Komponente/	Alter	Ø Lebens- dauer ¹	Empfehlung
Foyer 2x Öl-/ Gasheiz- kessel 355kW	33	20 - 25	Zeitnaher Ersatz
Pfarrhaus Gasheizkessel 14kW	6	20 - 25	Keine Massnahmen
Kaminanlage	33	40 - 60	Bei Kesslersatz Ersatz gemäss Richtli- nien
Expansionsanlage	33	25 - 30	Ersatz bei Umbau Wärmeerzeugung
Warmwasser (WW)	33	20 - 25	Ersatz bei Defekt
Umwälzpumpen	1-33	15 - 25	Ersatz bei Defekt/Umbau Wärmeerzeu- gung
Rohrleitung	ca. 33	30 - 40	Keine Massnahmen
Rohrleitungsdämmung	33	40-60	Keine Massnahmen
Feldgeräte	k.A.	15 - 20	Ersatz bei Defekt
Steuerung Heizzentrale	k.A.	15 - 20	Keine Massnahmen

¹ Richtwerte stammen aus der SIA 382/1 und IP Bau – Unterhaltskosten

3.2. Auslegungsgrundlagen

3.2.1. Gebäude

Bezeichnung	Wert	Einheit
Standorthöhe	433	m.ü.M

3.2.2. Klima

Bezeichnung	Wert	Einheit
Massgebende Klimastation	Zürich-Kloten	
Norm-Aussentemperatur der Klimastation	-8	°C
Höhe der Klimastation	425	m.ü.M
Temperaturkorrektur	0	K

3.2.3. Energieverbrauchsdaten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch Gas	700'000	kWh

3.3. Plausibilisierung Heizleistung

Zur Plausibilisierung der Heizleistung wurden folgende vier Verfahren angewendet:

Verfahren 1: Hottinger Formel

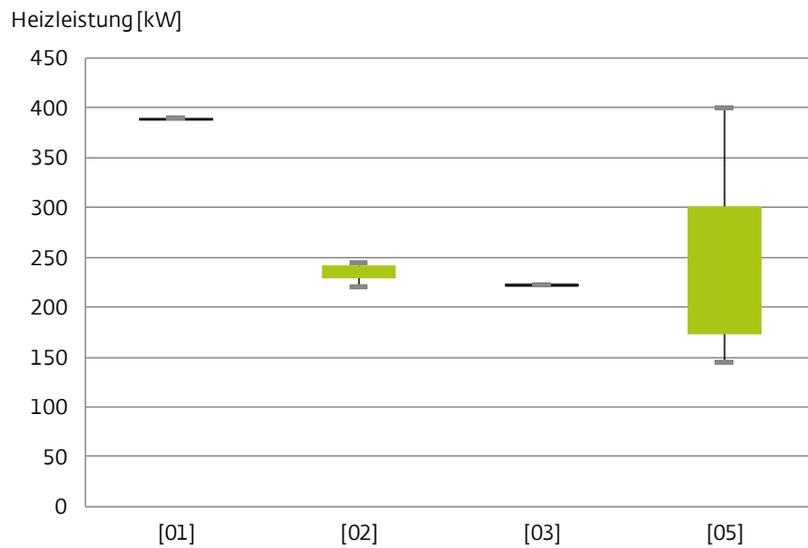
Verfahren 2: SIA 384/1 (spez. Wärmebedarf / Vollaststunden)

Verfahren 3: SIA 384/3 (Summenhäufigkeit)

Verfahren 4: SIA 2024 (Standardwerte)

Gemäss Abb. 2 ist ersichtlich, dass die heute installierte Heizleistung von 710kW stark überdimensioniert ist. Gemäss den theoretischen Berechnungswegen resultiert eine Heizleistung von rund 230-400 kW gemäss Tab. 2.

Abb. 2 Plausibilisierung Heizleistung



3.3.1. Leistung Wärmeerzeugung aufgrund Plausibilisierung

Tab. 2 gewählte totale Heizleistung aufgrund Plausibilisierung

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Wärmeerzeugung total, inkl. BWW	230-400	kW

3.4. Messungen Heizleistung

Zur exakten Definierung der benötigten Heizleistung der Raumheizung wurden, nebst der Plausibilisierung gem. Abb. 2, verschiedene Messungen durchgeführt. Nachfolgende Abbildungen zeigen die Messresultate der einzelnen Messungen für Foyer, Kirche und Pfarrhaus bei verschiedenen Betriebszuständen.

Abb. 3 Heizleistung Foyer – Lüftung in Betrieb

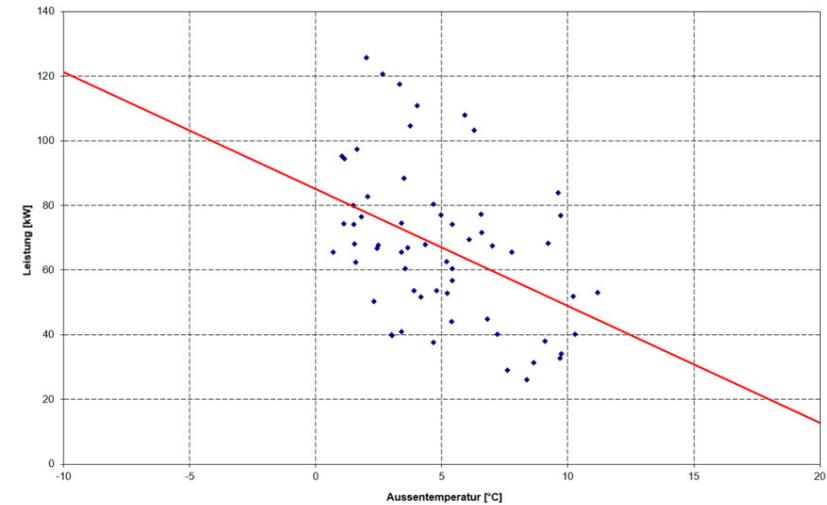


Abb. 4 Heizleistung Foyer – Lüftung ausser Betrieb

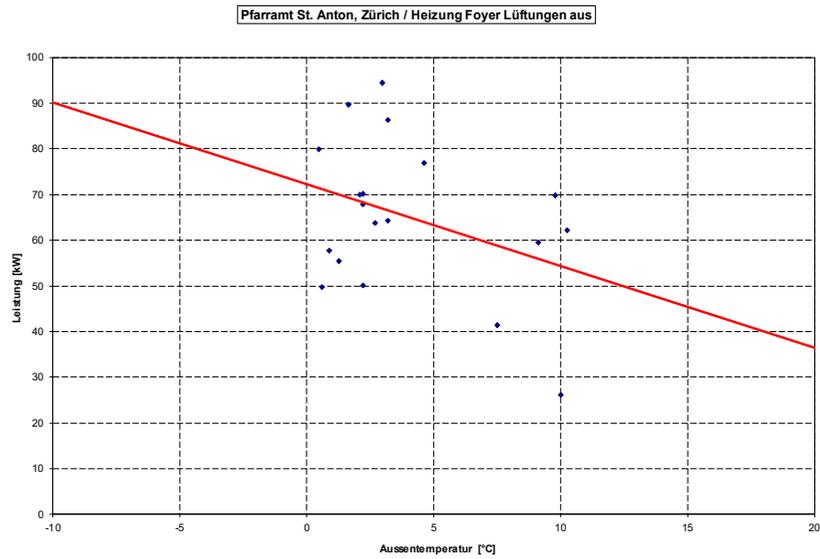


Abb. 6 Heizleistung Kirche – Umluftanlage in Betrieb

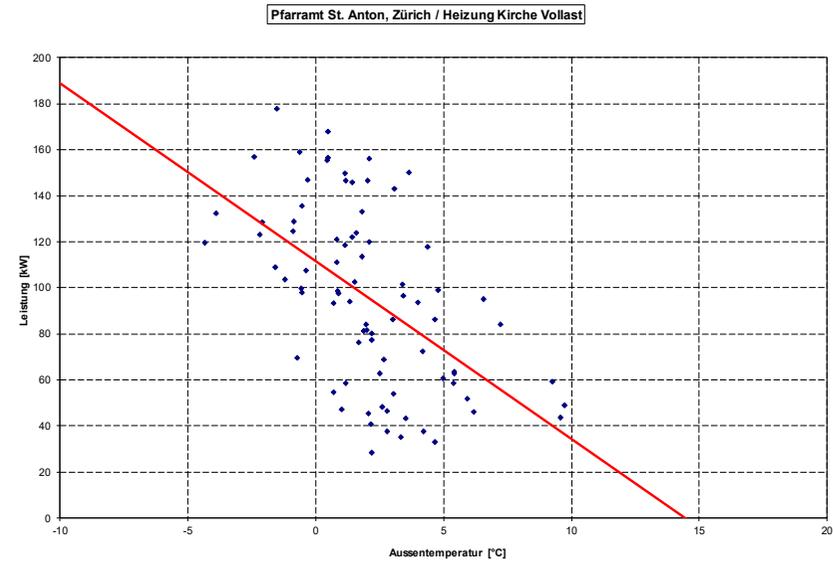


Abb. 5 Heizleistung Kirche – Umluftanlage ausser Betrieb

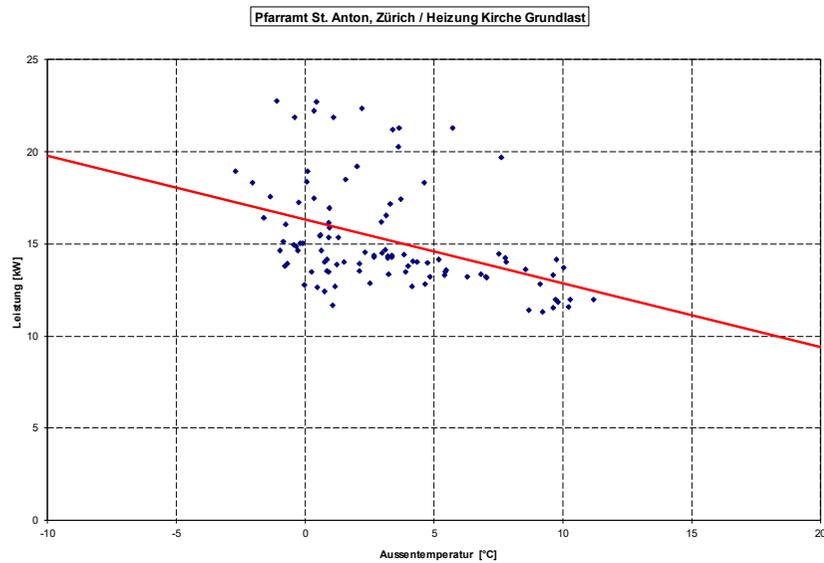


Abb. 7 Heizleistung Pfarrhaus

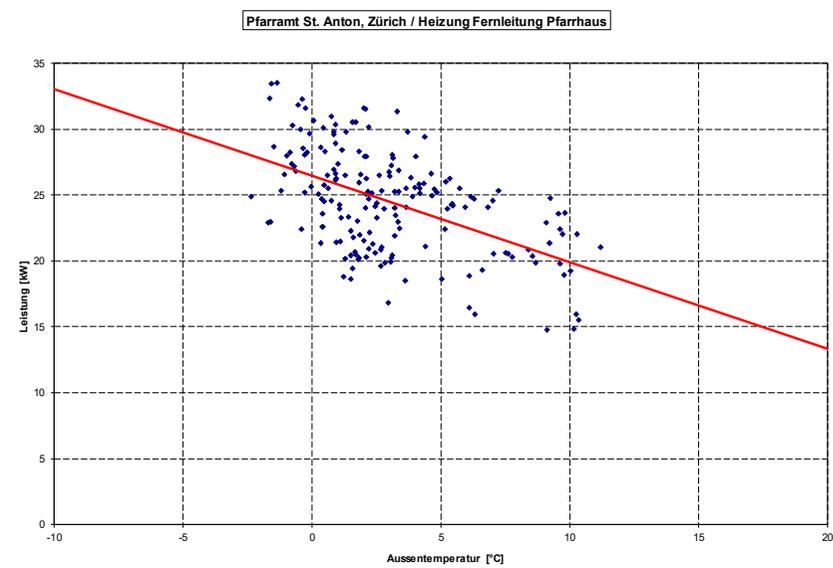
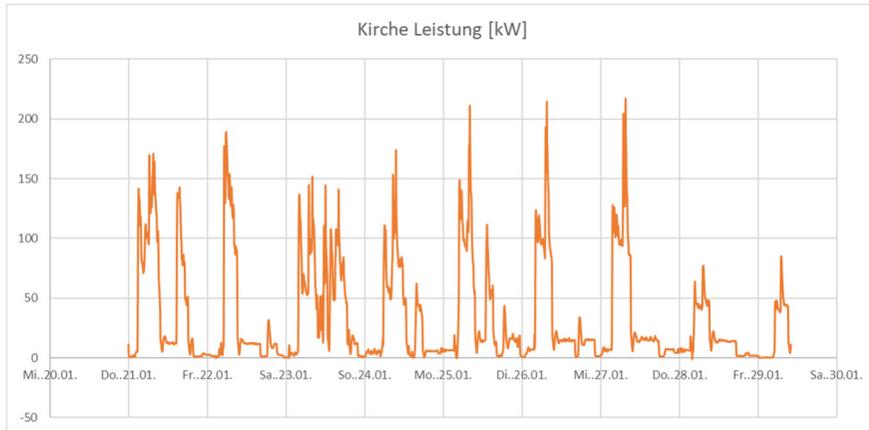


Abb. 8 Heizleistung Kirche – Grundlast/Volllast



3.5. Messungen Warmwasser

Zur Ermittlung des Warmwasserverbrauchs, sowie der dazu benötigten Heizleistungen, wurden die Warmwasserverbräuche der einzelnen Gebäude gemessen.

Abb. 9 Warmwasserverbrauch Foyer

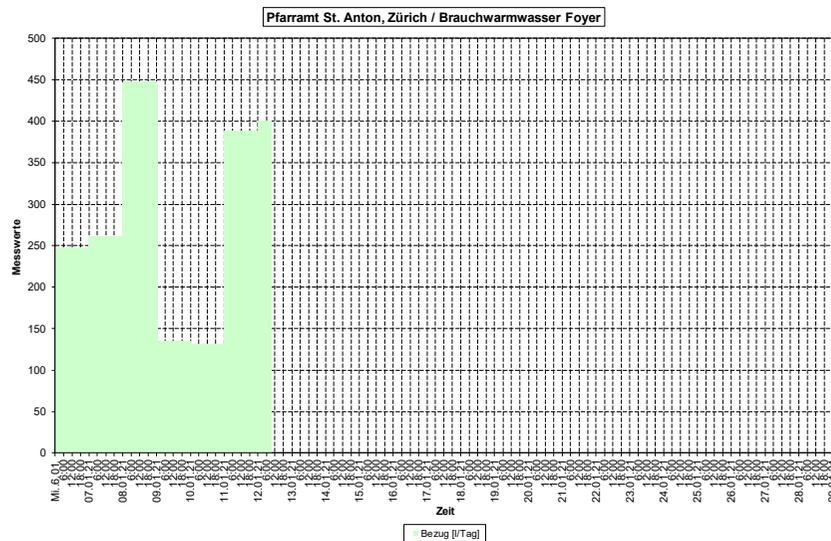
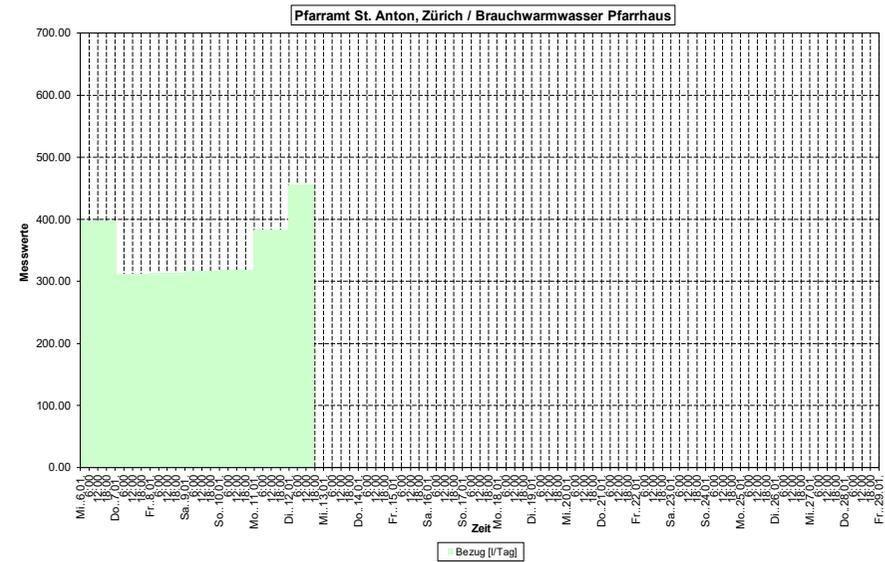


Abb. 10 Warmwasserverbrauch Pfarrhaus



3.6. Definierung Heizleistung Bericht

Die Nachfolgenden Unterkapitel beinhalten die Definierung der Heizleistungen der verschiedenen Gebäude welche auf dem Areal vorhanden sind. Während der Messdauer wurde von Hand ein Lüftungsprogramm geschaltet um die Heizleistung mit und ohne Lüftungsbetrieb abzubilden.

3.6.1. Leistung Wärmeerzeugung Foyer

Die Messung gemäss Abb. 4 zeigt dass die Heizleistung bei Auslegungstemperatur (-8°C), bei ausgeschalteter Lüftungsanlage, bei zirka 90 kW liegt. Ist die Lüftung in Betrieb, resultiert eine Leistung von zirka 110 kW, welche im Bericht verwendet wird. Der Warmwasserbedarf pro Tag von rund 400 Liter benötigt eine Heizleistung von rund 12 kW, welche ausserhalb des Heizbetriebs der Umluftanlage benötigt wird und somit nicht auf die totale Heizleistung aufgeschlagen wird.

Tab. 3 gewählte Heizleistung Foyer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	110	kW
Leistung Warmwasser (400L/Tag)	12	kW
Leistung total	122	kW

3.6.2. Leistung Wärmeerzeugung Kirche

Die Abb. 6 zeigt die Heizleistung der Kirche bei laufender Umluftanlage. Ist die Umluftanlage ausgeschaltet werden lediglich noch zirka 18 kW benötigt wie in Abb. 5- ersichtlich ist. Die Kirche verfügt über keine Warmwasser-Aufbereitung.

Tab. 4 gewählte Heizleistung Kirche

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	180	kW
Leistung total	180	kW

Die Abb. 8 zeigt den zeitlichen Verlauf der Messung mit dem Zu- und Wegschalten der Umluftanlage.

3.6.3. Leistung Wärmeerzeugung Pfarrhaus

Das Pfarrhaus verfügt über einen Gasheizkessel welcher die Warmwasserversorgung sicherstellt. Diese Leistung fällt ausserhalb der Betriebszeit der Umluftanlage der Kirche statt und ist in der totalen Heizleistung nicht inbegriffen. Die Heizleistung vom Pfarrhaus ist in Abb. 7 ersichtlich.

Tab. 5 gewählte Heizleistung Pfarrhaus

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung	31	kW
Leistung Warmwasser (600L/Tag)	17	kW
Leistung total	48	kW

3.6.4. Gewählte Heizleistung zur Berechnung im Bericht

Abb. 11 gewählte Heizleistung zur weiteren Berechnung

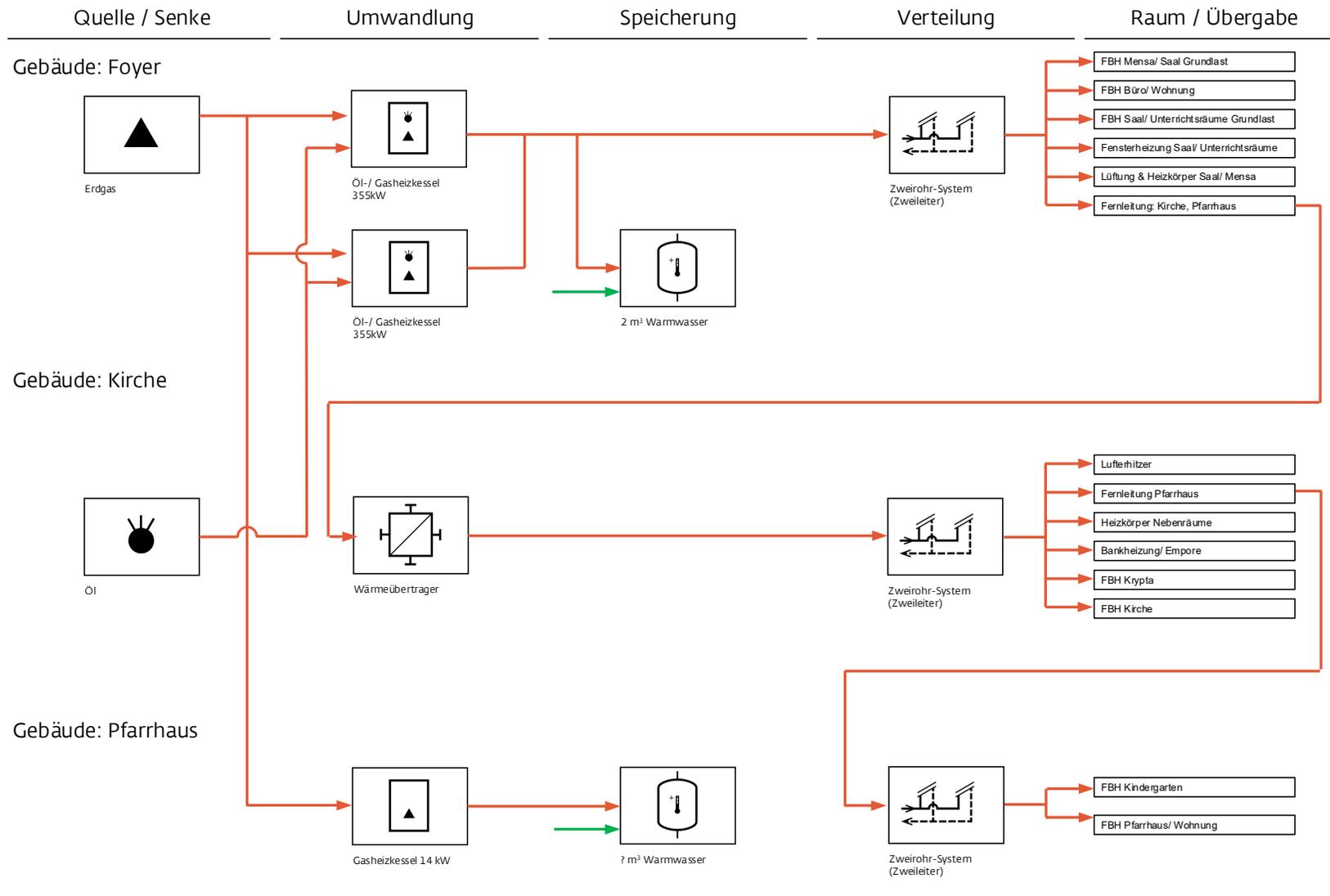
Bezeichnung	Wert	Einheit
Leistung Raumheizung Volllast	321	kW
Leistung Warmwasser (1000L/Tag)	29	kW
Leistung total (exkl. Warmwasser)	320	kW

Aufgrund der Auswertung der Heizleistungen und Warmwasserbedarf, sowie der Plausibilisierung verschiedener Berechnungswegen, kann von einer Heizleistung zwischen 230 kW bis 340 kW ausgegangen werden. In diesem Bericht wird von einer Heizleistung von 320 kW ausgegangen, welche auch für die Wirtschaftlichkeits- und Kostenberechnungen gewählt wird. Diese Heizleistung kann durch eine Reduktion der Luftmenge in der Kirche weiter gesenkt werden.

3.7. Ist-Übersicht der Anlage

Abb. 12 Schema IST-Zustand

Schema Energieverlauf



4. Variantenvergleich

4.1. Grundlagen Variantenvergleich²

Nachfolgende Tab. 6 zeigt alle eingesetzten Werte welche für die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Relevanz sind. Diese Werte basieren auf Abklärungen mit Bauherrschaft, Energieversorger und Erfahrungswerten.

Tab. 6 Kennzahlen Wirtschaftlichkeit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Kapitalzins	3.00	%
Jährliche Teuerung	2	%
Betrachtungsdauer	15	Jahre
Investitionsjahr	2021	-
Elektrizität HT (erneuerbar)	19.5	Rp/kWh
Elektrizität NT (erneuerbar)	11.8	Rp/kWh
Erdgas inkl. CO ₂ -Abgabe	6.5	Rp/kWh
Biogas	11.3	Rp/kWh
Jahresnutzungsgrad Heizkessel Gas	95.00	%
Pellets	7.6	Rp/kWh
Jahresnutzungsgrad Heizkessel Pellet	90.00%	%
COP Wärmepumpe Erdsonden	4.0	-

4.2. Abgrenzungen

4.2.1. Wärmeerzeugung Pfarrhaus

In jeder Variante wird die Gasheizung im Pfarrhaus zurückgebaut und über das System der entsprechenden Variante beheizt.

4.2.2. Kostenschätzungen

Die Kosten entsprechen einer Genauigkeit von +/-20% und dienen lediglich der Systemwahl. Kosten für Kreditbeantragungen oder Gespräche mit einer Bank erfordern genauere Kostenklärungen.

4.2.3. Energiepreis

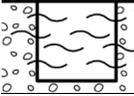
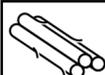
Als Grundlage für Erdgas, Biogas und Elektrizität, werden die öffentlich deklarierten Energiepreise der Energielieferanten WEZ und E360 eingesetzt.

4.2.4. Energievorschriften - MuKen

Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, welche anfangs 2015 durch die Energiedirektorenkonferenz abgesegnet worden sind, sind aktuell im Kanton Zürich in der parlamentarischen Phase und somit noch nicht definitiv. Die Vorschriften sehen vor, beim Ersatz einer fossil betriebenen Anlage, einen Anteil von 10% durch erneuerbare Energie zu erzeugen.

² Alle Kosten exkl. MwSt

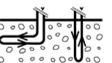
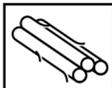
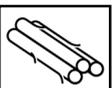
Tab. 7: Machbarkeitsanalyse der Energieträger

Energieträger	Symbol	Vorteil	Nachteil	Empfehlung/ Verfügbarkeit	Wunsch Bauherr
Heizöl		<ul style="list-style-type: none"> – Gute Verfügbarkeit – Tiefe Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe CO₂-Emissionen – Steigende CO₂-Abgabe – Abhängigkeit Ausland 	<p>Wird nicht empfohlen da nicht bestehend und keine alternative Energieerzeugung.</p>	✗
Erdgas		<ul style="list-style-type: none"> – Mittlere Investitionskosten – Gute Verfügbarkeit – Tiefe Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe CO₂-Emissionen – Steigende CO₂-Abgabe – Abhängigkeit Ausland 	<p>Bereits bestehend und dient als Basisvariante zum Vergleich für einen 1:1 Ersatz</p>	✓
Biogas		<ul style="list-style-type: none"> – Neutrale CO₂-Emissionen – Anteil Biogas wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> – Steigende Gaspreise, weil Nachfrage steigt 	<p>Möglichkeit bei einem 1:1-Ersatz CO₂ einzusparen</p>	✓
Grundwasser		<ul style="list-style-type: none"> – Tiefe CO₂-Emissionen – Tiefe Energiekosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Angaben über die Ergiebigkeit – Hohe Investitionskosten 	<p>Grundsätzlich zulässig, jedoch wegen den Platzverhältnissen schwierig realisierbar</p>	✗
Erdsonden		<ul style="list-style-type: none"> – Tiefe CO₂-Emissionen – Tiefe Energiekosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten – Eingriff in Hinterhof – Abstand 3m zu Grundstück 	<p>Zulässig und umsetzbar Maximale Bohrtiefe ca. 300m</p>	✓
Aussenluft		<ul style="list-style-type: none"> – Tiefe CO₂-Emissionen – Tiefe Energiekosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Baulicher Aufwand – Schall 	<p>Grundsätzlich möglich. Problematik Schall.</p>	✓
Sonnenkollektoren (thermisch)		<ul style="list-style-type: none"> – CO₂-neutral Wärmeproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten 	<p>Nicht möglich da, PV-Kollektoren installiert werden</p>	✗
Photovoltaik		<ul style="list-style-type: none"> – CO₂-neutral Stromproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten 	<p>Bereits vorhanden</p>	✗
Fernwärme		<ul style="list-style-type: none"> – Neutrale CO₂-Emissionen – Keine Wartung an Energieerzeugung – tiefe Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> – hohe Betriebskosten 	<p>Nicht möglich, da kein Fernwärmegebiet</p>	✗
Holzpellets		<ul style="list-style-type: none"> – Neutrale CO₂-Emissionen – Einheimischer Brennstoff 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten – Wartungsaufwand – Anlieferung / Platzbedarf Silo 	<p>Grundsätzlich möglich. Der Platzbedarf für das Brennstofflager muss zur Verfügung gestellt werden.</p>	✓
Holzsplitzel		<ul style="list-style-type: none"> – Neutrale CO₂-Emissionen – Einheimischer Brennstoff 	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten – Wartungsaufwand – Anlieferung / Platzbedarf Silo 	<p>Nicht möglich Aufgrund der Platzverhältnisse.</p>	✗

4.3. Definition Varianten

Nach einer persönlichen Besprechung vom 28.07.2020 mit der Bauherrschaft, werden die in der Tab. 8 zusammengestellten Varianten geprüft.

Tab. 8: zu prüfende Varianten

Variante	Bezeichnung
1	1:1 Ersatz Gasheizkessel Erdgas 
2	1:1 Ersatz Gasheizkessel 100 % Biogas 
3	Erdwärmesonden-Wärmepumpe + Gasheizkessel mit 100% Biogas  + 
4	Erdwärmesonden-Wärmepumpe + Pelletheizung  + 
5	Pelletheizung 

4.4. Variante 1: 100% Erdgas

Diese Variante wird nicht in Betracht gezogen und dient lediglich als Vergleich zum Bestand.

Enthalten ist der Ersatz des bestehenden Gasheizkessels mit den nötigen Anlagenteilen.

Zusätzlich würde aber, auf Grund Vergleichbarkeit, die Warmwasseraufbereitung im Pfarrhaus ebenfalls durch die Gasheizung im Foyer übernommen. Der bestehende Gasheizkessel im Pfarrhaus würde zurückgebaut werden.

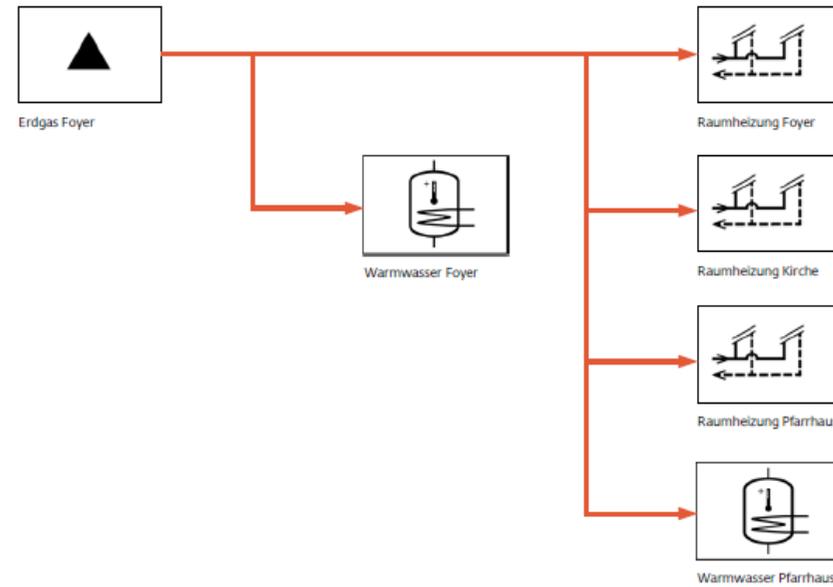
Die Fernleitungen zur Kirche und Pfarrhaus bleiben bestehend.

Die Hydraulik und Regeltechnik sind in dieser Variante einfach gestaltet.

Tab. 9 Energiefluss Variante 1

Bezeichnung	Wert	Einheit
Gasheizkessel Erdgas	320	kW
Leistung total	320	kW

Abb. 13 Energiefluss Variante 1



4.5. Variante 2: 100% Biogas

In dieser Variante werden die beiden Heizkessel im Foyer durch eine mit Biogas betriebene Wärmeerzeugung ersetzt.

Die Fernleitungen zur Kirche sowie zum Pfarrhaus bleiben bestehend.

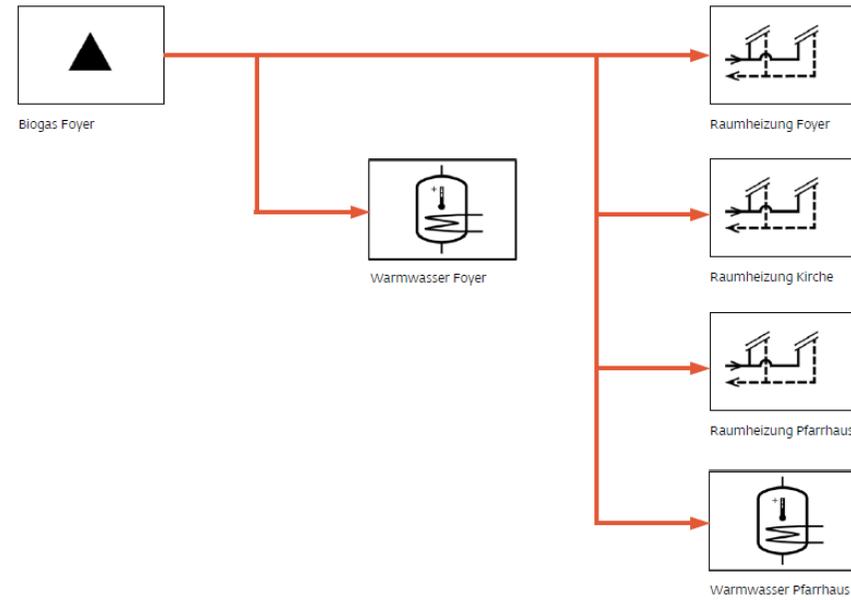
Der Gasheizkessel im Pfarrhaus würde, aufgrund Vergleichbarkeit, zurückgebaut werden. Die Warmwasseraufbereitung wird in dieser Variante von der zentralen Wärmeerzeugung im Foyer übernommen (dito Variante 1).

Die Hydraulik und Regeltechnik sind in dieser Variante einfach gestaltet.

Tab. 10 Energiefluss Variante 2

Bezeichnung	Wert	Einheit
Gasheizkessel Biogas	320	kW
Leistung total	320	kW

Abb. 14 Energiefluss Variante 2



4.7. Variante 4: Erdsonden + Pellets

In dieser Variante wird die Wärmeerzeugung mittels Erdsonden-Wärmepumpen in Kombination eines Pellet-Heizkessels ausgeführt. Aufgrund dem einzigen möglichen Standort der Erdsonden, würden die Wärmepumpen (2 Stück) im Untergeschoss des Pfarrhauses untergebracht. Hierbei müsste der, an die Heizzentrale anschliessende Materialraum, als Erweiterung zur Heizzentrale dienen.

Im Untergeschoss des Foyers, im bestehenden Heizungsraum, wird neu ein Pellet-Heizkessel installiert. Der Pellet-Heizkessel bedingt ein Brennstofflager welches sich nahe am Heizkessel befinden muss. Damit der Jahresbedarf an Pellets im Gebäude gelagert werden kann, wird ein Lagervolumen von ca. 50-55m³ benötigt. Da aufgrund der Einbauten und Fördereinrichtungen nur ca. 2/3 des Raums effektiv nutzbar ist, muss der Raum ein Volumen von ca. 75 m³ aufweisen. Das heisst, dass in der Tiefgarage ca. 4 Parkplätze für das Lager aufgegeben werden müssen. Da ab einem Lagervolumen grösser als 50m³ verschärfte Brandschutzrichtlinien eingehalten werden müssen (z.B. Freier Zugang von aussen) wird von einem Lagervolumen von ca. 50m³ ausgegangen.

Weiter wird für diese Variante ein 5'000 Liter-Heizungsspeicher in der Zentrale im Foyer-Gebäude benötigt. Als Standort bieten sich gemäss Abb. 27 verschiedene Varianten

Die Variante bedingt ebenfalls ein Heizungsspeicher im Technikraum der Kirche, da diese vom Foyer wie vom Pfarrhaus mit Wärme versorgt werden muss.

Auch muss in dieser Variante die Fernleitung zwischen Pfarrhaus und Kirche vergrössert werden. Die Fernleitung zwischen Foyer und Kirche wird in ihrem Zustand belassen.

Der bestehende Gasheizkessel im Pfarrhaus wird zurückgebaut und dessen Warmwassererwärmung über die Wärmepumpen sichergestellt.

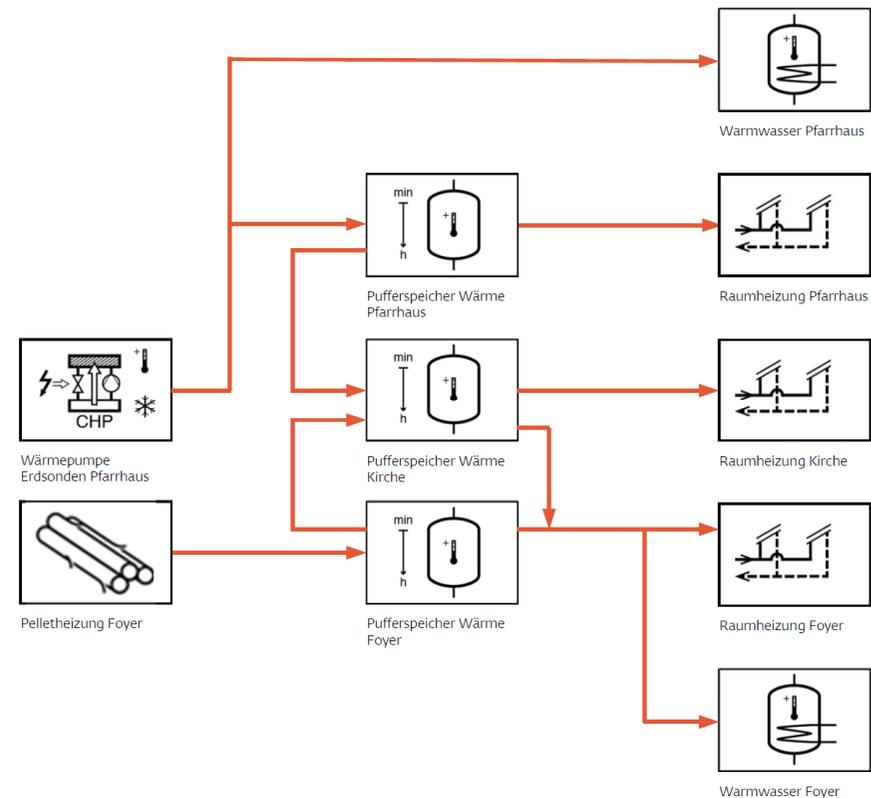
Ausserhalb Warmwasseraufbereitung und Umluftbetrieb in der Kirche, versorgen die beiden Wärmepumpen die Kirche zu 100% sowie bis zu 60% der Raumheizung des Foyers.

Die Hydraulik und Regeltechnik erfordern aufgrund eines Bivalentensystems ein aufwendigeres Konzept.

Tab. 12 Wärmeerzeugung Variante 4

Bezeichnung	Wert	Einheit
Pellet-Heizkessel	200	kW
Wärmepumpe 1	60	kW
Wärmepumpe 2	60	kW
Leistung total	320	kW

Abb. 16 Energiefluss Variante 4



4.8. Variante 5: 100% Pellets

In dieser Variante wird das gesamte Areal durch zwei Pellet-Heizkessel beheizt.

Im Untergeschoss des Foyers, im bestehenden Heizungsraum, wird neu ein Pellet-Heizkessel installiert. Der Pellet-Heizkessel bedingt ein Brennstofflager welches sich nahe am Heizkessel befinden muss. Da ab einem Lagervolumen grösser als 50m³ verschärfte Brandschutzrichtlinien eingehalten werden müssen (z.B. Freier Zugang von aussen) wird auch in diesem Fall von einem Lager-volumen von ca. 50m³ ausgegangen. Da aufgrund der Einbauten und Förder-einrichtungen nur ca. 2/3 des Raums effektiv nutzbar ist, muss der Raum ein Volumen von ca. 75 m³ aufweisen. Das heisst, dass in der Tiefgarage ca. 4 Park-plätze für das Lager aufgegeben werden müssen. Bei einem jährlichen Pellet-Bedarf von ca. 250 m³ werden in diesem Fall ca. 5 Füllungen pro Jahr benötigt.

Weiter wird für diese Variante ein 8'000 Liter-Heizungsspeicher in der Technik-zentrale im Foyer-Gebäude benötigt. Als Standort bieten sich gemäss Abb. 27 verschiedene Varianten.

Der bestehende Gasheizkessel im Pfarrhaus wird zurückgebaut und dessen Warmwassererwärmung über die Pellet-Heizzentrale sichergestellt.

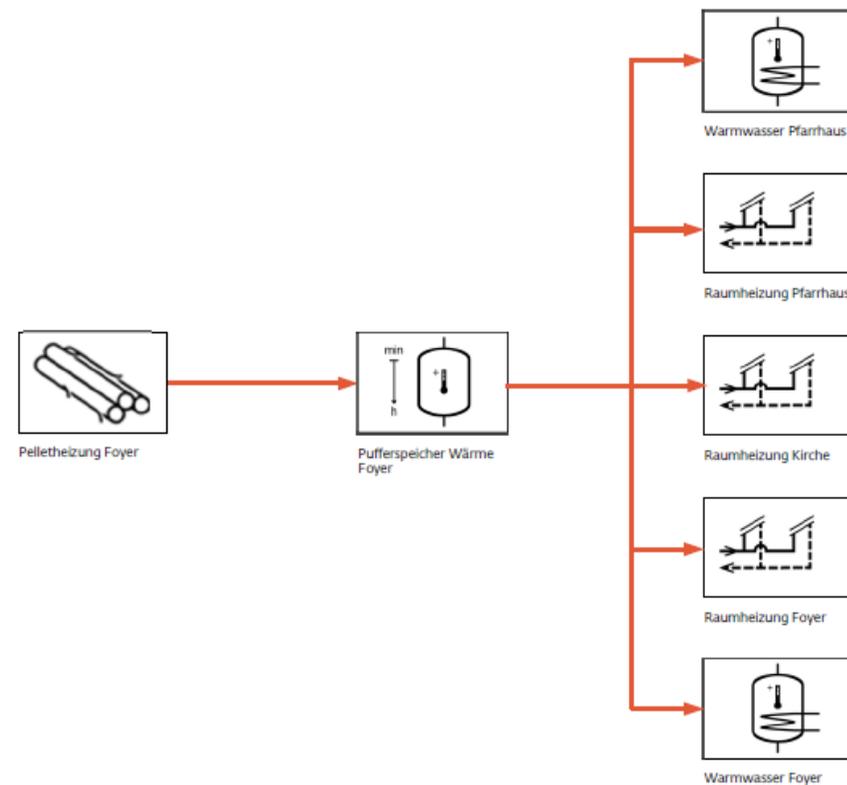
Die Fernleitungen zur Kirche und Pfarrhaus bleiben bestehend.

Die Hydraulik und Regeltechnik sind in dieser Variante einfach gestaltet.

Tab. 13 Wärmeerzeugung Variante 5

Bezeichnung	Wert	Einheit
Pellet-Heizkessel 1	120	kW
Pellet-Heizkessel 2	200	kW
Leistung total	320	kW

Abb. 17 Energiefluss Variante 5

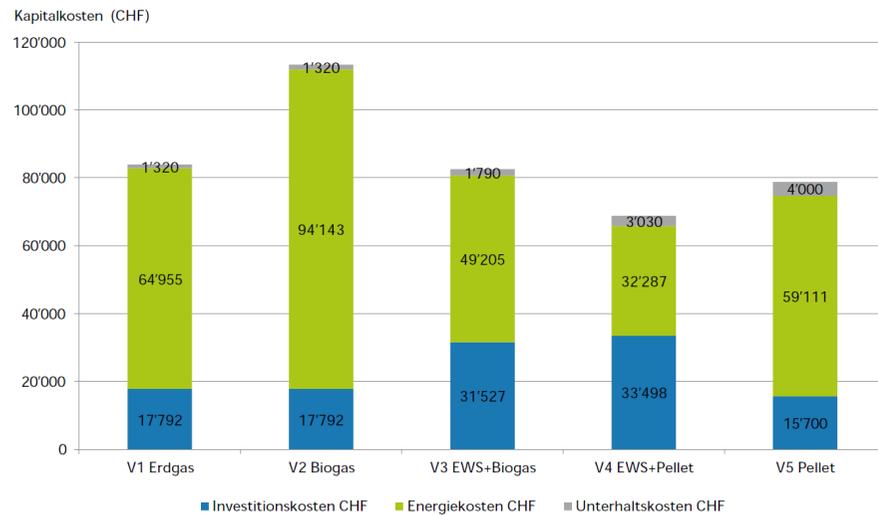


5. Variantenvergleich

5.1. Wirtschaftlichkeit

In der Regel sind die ökologisch besten Heizsysteme am kostenintensivsten, was sich auch hier in der Variante 4 zeigt. Die Erdsondenbohrungen sowie der Pellet-Heizkessel tragen bei den Investitionen massgeblich dazu bei. Diese Variante profitiert in wirtschaftlicher Hinsicht von der Effizienz der Wärmepumpen bezüglich der elektrischen Energie. Die Variante 3 liegt in bei den Investitionen, aufgrund Wegfall des Brennstofflagers sowie einer günstigeren Wärmeerzeugung, minim unter der Variante 4. Wobei bei Variante 3, durch den höheren Energiepreis beim Biogas, die Wirtschaftlichkeit gesenkt wird. Variante 1 und 2 unterscheiden sich lediglich im Energiepreis. Variante 5 liegt aufgrund tieferem Energiepreis unter Variante 1 und 2. Aufgrund vollständiger Versorgung mit Pellets liegt die Variante 5 über den beiden Varianten 3 und 4, welche aus wirtschaftlicher Sicht von den Wärmepumpen profitieren. Wärmepumpen benötigen in etwa einen Viertel der Heizleistung in Form elektrischer Energie.

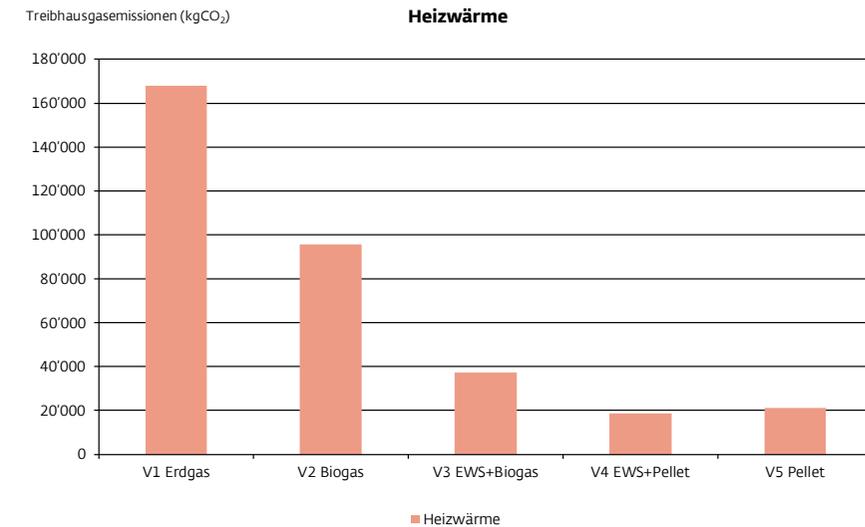
Abb. 18 Wirtschaftlichkeit



Ökologie

Die CO₂-Emissionen werden grundsätzlich durch den entsprechenden CO₂-Äquivalenten bestimmt. Die Abstufungen von Variante 1 bis zur Variante 5 entstehen vorwiegend davon. Die CO₂-Minderung von Variante 1 Erdgas zu Variante 2 Biogas entsteht durch die Herstellung aus Abfallprodukten beim Biogas. Trotz der energieaufwendigen Herstellung beim Biogas, reduziert sich der Anteil an CO₂ um knapp 50%. Grundsätzlich kann mit Variante 4 den grössten Anteil an CO₂-Emissionen eingespart werden, wobei hier die elektrische Energie nicht zu 100% CO₂-Neutral ist. Der minime Unterschied bei den Varianten 4 und 5- entsteht wiederum durch die Nutzung von Wärmepumpen sowie den verschiedenen CO₂-Äquivalenten.

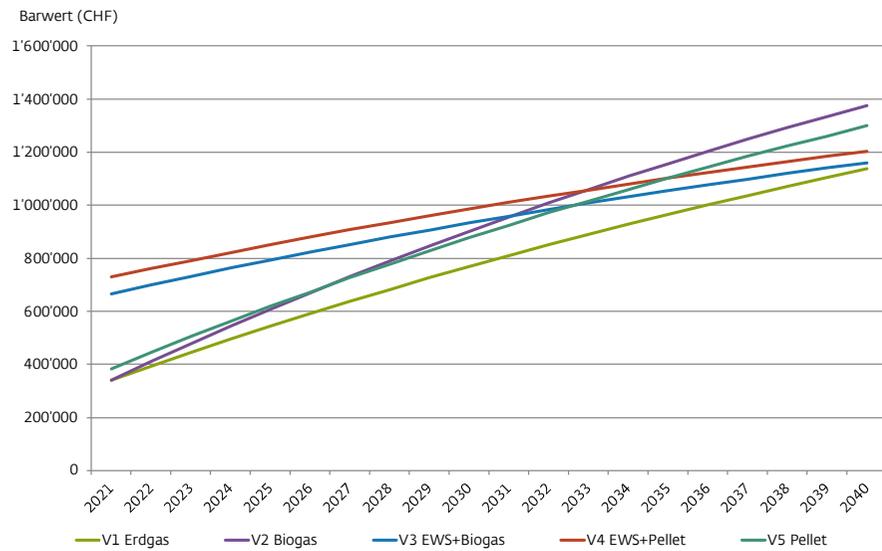
Abb. 19 Ökologie



5.2. Barwert-Methode

Anhand der Betrachtung über die Barwert-Methode ist der Kostenverlauf bis 2040 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Varianten 3 und 4 die höchsten Investitionskosten aufweisen, diese jedoch aufgrund der tieferen Energiekosten bereits nach 9 Jahren beim Biogas, und nach ca.15 Jahren bei der Pellet-Lösung gedeckt sind. In der Betrachtungsdauer über 20 Jahre ist ersichtlich, dass die Variante 4 die tiefsten Gesamtkosten aufweist.

Abb. 20 Investitionen



6. Anhang

6.1. Kosten

Nachträglich sind die geschätzten Kosten mit einer Genauigkeit von $\pm 20\%$ exklusive Mehrwertsteuer aufgeführt.

6.1.1. Variante 1: 100% Erdgas

Tab. 14 Kostenschätzung Variante 1

Position	System / Arbeitsgattung	Bezugseinheit	Einheitsmenge	Einheitspreis	Investitionsjahr	Förderbeiträge/KEV	Investitionskosten	Nutzungsdauer	Unterhaltskosten
-	-	-	-	CHF/Bezugseinheit	-	CHF	CHF	a	CHF/a
Heizung	Demontagearbeiten Foyer Heizung / Elektro	1		20'000	2021		20'000	0	
Heizung	Demontagearbeiten Pfarrhaus Heizung/Elektro	1		7'000	2021		7'000	0	
Heizung	Rückbau und Abmeldung Heizöl-Tank	1		9'000	2021		9'000	0	
Heizung	Gasheizkessel Foyer	1		40'000	2021		40'000	15	800
Heizung	Abgasanlagen Foyer	1		12'000	2021		12'000	40	240
Heizung	Einbindung Heizkessel Foyer	1		6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Heizverteiler (6 Heizgruppen) Foyer	6		7'000	2021		42'000	15	70
Heizung	Brauchwassererwärmung Foyer	1		6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Foyer	1		15'000	2021		15'000	15	
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Pfarrhaus	1		3'000	2021		3'000	15	30
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Pfarrhaus	1		1'000	2021		1'000	15	
Heizung	Heizverteiler (8 Heizgruppen) Kirche	8		8'000	2021		64'000	15	80
Heizung	Netztrennung Foyer-Kirche komplett installiert	1		10'000	2021		10'000	15	100
Elektro	Foyer	1		17'000	2021		17'000	25	
Elektro	Kirche	1		8'000	2021		8'000	25	
Bau	Bauliche Arbeiten	1		4'000	2021		4'000	40	
Planung	Bewilligungsverfahren	1		1'000	2021		1'000	0	
Planung	Honorare	1		75'000	2021		75'000	0	
TOTAL						0	340'000		1'320

6.1.2. Variante 2: 100% Biogas**Tab. 15 Kostenschätzung Variante 2:**

Position	System / Arbeitsgattung	Bezugseinheit	Einheitsmenge	Einheitspreis	Investitionsjahr	Förderbeiträge/KEV	Investitionskosten	Nutzungsdauer	Unterhaltskosten
-	-	-	-	CHF/Bezugseinheit	-	CHF	CHF	a	CHF/a
Heizung	Demontagearbeiten Foyer Heizung / Elektro		1	20'000	2021		20'000	0	
Heizung	Demontagearbeiten Pfarrhaus Heizung/Elektro		1	7'000	2021		7'000	0	
Heizung	Rückbau und Abmeldung Heizöl-Tank		1	9'000	2021		9'000	0	
Heizung	Gasheizkessel Foyer		1	40'000	2021		40'000	15	800
Heizung	Abgasanlagen Foyer		1	12'000	2021		12'000	40	240
Heizung	Einbindung Heizkessel Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Heizverteiler (6 Heizgruppen) Foyer		6	7'000	2021		42'000	15	70
Heizung	Brauchwassererwärmung Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Foyer		1	15'000	2021		15'000	15	
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	30
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Pfarrhaus		1	1'000	2021		1'000	15	
Heizung	Heizverteiler (8 Heizgruppen) Kirche		8	8'000	2021		64'000	15	80
Heizung	Netztrennung Foyer-Kirche komplett installiert		1	10'000	2021		10'000	15	100
Elektro	Foyer		1	17'000	2021		17'000	25	
Elektro	Kirche		1	8'000	2021		8'000	25	
Bau	Bauliche Arbeiten		1	4'000	2021		4'000	40	
Planung	Bewilligungsverfahren		1	1'000	2021		1'000	0	
Planung	Honorare		1	75'000	2021		75'000	0	
TOTAL						0	340'000		1320

6.1.3. Variante 3: Erdsonden + Biogas

Tab. 16 Kostenschätzung Variante 3

Position	System / Arbeitsgattung	Bezugseinheit	Einheitsmenge	Einheitspreis	Investitionsjahr	Förderbeiträge/KEV	Investitionskosten	Nutzungsdauer	Unterhaltskosten
-	-	-	-	CHF/Bezugseinheit	-	CHF	CHF	a	CHF/a
Heizung	Demontagearbeiten Foyer Heizung / Elektro		1	20'000	2021		20'000	0	
Heizung	Demontagearbeiten Pfarrhaus Heizung/Elektro		1	7'000	2021		7'000	0	
Heizung	Rückbau und Abmeldung Heizöl-Tank		1	9'000	2021		9'000	0	
Heizung	Gasheizkessel Foyer		1	26'000	2021		26'000	15	520
Heizung	Abgasanlagen Foyer		1	12'000	2021		12'000	40	240
Heizung	Einbindung Heizkessel Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Heizverteiler (6 Heizgruppen) Foyer		6	7'000	2021		42'000	15	70
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Foyer		1	15'000	2021		15'000	15	
Heizung	Regulierung Foyer		1	10'000	2021		10'000	15	
Heizung	Wärmepumpe 1 Pfarrhaus		1	33'000	2021	18'800	14'200	15	330
Heizung	Wärmepumpe 2 Pfarrhaus		1	33'000	2021	18'800	14'200	15	330
Heizung	Einbindung Wärmepumpe 1 Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Einbindung Wärmepumpe 2 Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Speicher Heizung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	40	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Wärmepumpen Kälte Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Wärmepumpen Heizung Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	15	
Heizung	Speicher Warmwasser inkl. Einbindung Pfarrhaus		1	6'000	2021		6'000	40	60
Heizung	Rohrleitungsdämmung Warmwasser Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	15	
Heizung	Heizverteilung (3 Heizgruppen) Pfarrhaus		3	7'000,0	2021		21'000	15	70
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Heizverteilung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Regulierung Pfarrhaus		1	5'000	2021		5'000	15	
Heizung	Fernleitung Pfarrhaus-Kirche komplett		1	15'000	2021		15'000	25	
Heizung	Erdsonden inkl. Zusammenschluss		1'900	88	2021		167'200	50	
Heizung	Heizverteiler (8 Heizgruppen) Kirche		8	7'000	2021		56'000	15	70
Heizung	Netztrennung Foyer-Kirche komplett installiert Kirche		1	10'000	2021		10'000	15	100
Heizung	Heizungsspeicher inkl. Einbindung Kirche		1	15'000	2021		15'000	40	
Heizung	Rohrleitungsdämmung Heizverteilung Kirche		1	10'000	2021		10'000	15	
Elektro	Foyer		1	17'000	2021		17'000	25	
Elektro	Kirche		1	8'000	2021		8'000	25	
Elektro	Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	25	
Planung	Bewilligungsverfahren		1	3'000	2021		3'000	0	
Planung	Honorare		1	130'000	2021		130'000	0	
TOTAL						37'600	665'600		1'790

6.1.4. Variante 4: Erdsonden + Pellets**Tab. 17 Kostenschätzung Variante 4**

Position	System / Arbeitsgattung	Bezugseinheit	Einheitsmenge	Einheitspreis	Investitionsjahr	Förderbeiträge/KEV	Investitionskosten	Nutzungsdauer	Unterhaltskosten
-	-	-	-	CHF/Bezugseinheit	-	CHF	CHF	a	CHF/a
Heizung	Demontagearbeiten Foyer Heizung / Elektro		1	20'000	2021		20'000	0	
Heizung	Demontagearbeiten Pfarrhaus Heizung/Elektro		1	7'000	2021		7'000	0	
Heizung	Rückbau und Abmeldung Heizöl-Tank		1	9'000	2021		9'000	0	
Heizung	Pelletkessel inkl. Brennstoffförderung Foyer		1	85'000	2021	72'000	13'000	15	1700
Heizung	Abgasanlagen Foyer		1	15'000	2021		15'000	40	300
Heizung	Speicher Heizung Foyer		1	20'000	2021		20'000	40	
Heizung	Einbindung Heizkessel Foyer		1	7'000	2021		7'000	15	
Heizung	Heizverteiler (6 Heizgruppen) Foyer		6	7'000	2021		42'000	15	70
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Foyer		1	18'000	2021		18'000	15	
Heizung	Regulierung Foyer		1	10'000	2021		10'000	15	
Heizung	Wärmepumpe 1 Pfarrhaus		1	33'000	2021	18'800	14'200	15	330
Heizung	Wärmepumpe 2 Pfarrhaus		1	33'000	2021	18'800	14'200	15	330
Heizung	Einbindung Wärmepumpe 1 Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Einbindung Wärmepumpe 2 Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Speicher Heizung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	40	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Wärmepumpen Kälte Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Wärmepumpen Heizung Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	15	
Heizung	Speicher Warmwasser inkl. Einbindung Pfarrhaus		1	6'000	2021		6'000	40	60
Heizung	Rohrleitungsdämmung Warmwasser Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	15	
Heizung	Heizverteilung (3 Heizgruppen) Pfarrhaus		3	7'000,0	2021		21'000	15	70
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Heizverteilung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	
Heizung	Regulierung Pfarrhaus		1	5'000	2021		5'000	15	
Heizung	Fernleitung Pfarrhaus-Kirche komplett		1	15'000	2021		15'000	25	
Heizung	Erdsonden inkl. Zusammenschluss		1'900	88	2021		167'200	50	
Heizung	Heizverteiler (8 Heizgruppen) Kirche		8	7'000	2021		56'000	15	70
Heizung	Netztrennung Foyer-Kirche komplett installiert Kirche		1	10'000	2021		10'000	15	100
Heizung	Heizungsspeicher inkl. Einbindung Kirche		1	15'000	2021		15'000	40	
Heizung	Rohrleitungsdämmung Heizverteilung Kirche		1	10'000	2021		10'000	15	
Elektro	Foyer		1	17'000	2021		17'000	25	
Elektro	Kirche		1	8'000	2021		8'000	25	
Elektro	Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	25	
Bau	Brennstofflager/bauliches Foyer		1	40'000	2021		40'000	40	
Planung	Bewilligungsverfahren		1	3'000	2021		3'000	0	
Planung	Honorare		1	140'000	2021		140'000	0	
TOTAL						109'600	729'600		3'030

6.1.5. Variante 5: 100% Pellets**Tab. 18 Kostenschätzung Variante 5**

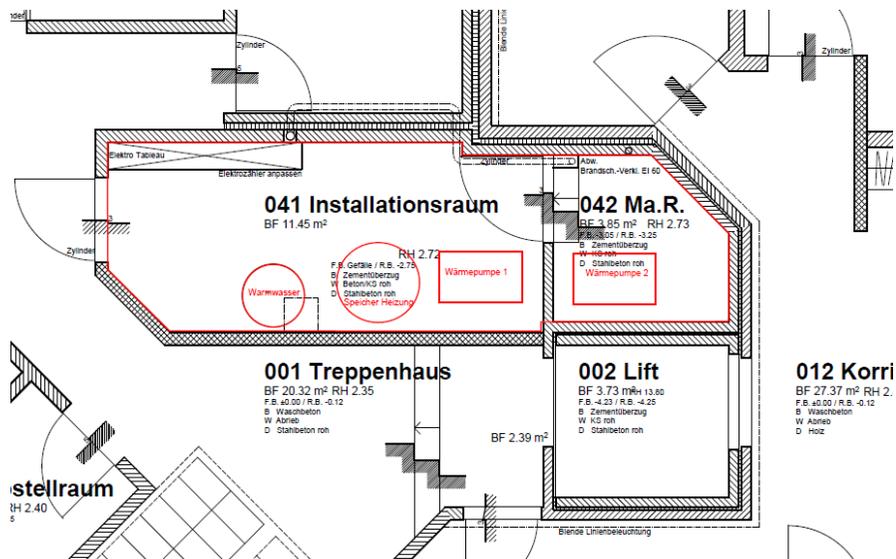
Position	System / Arbeitsgattung	Bezugseinheit	Einheitsmenge	Einheitspreis	Investitionsjahr	Förderbeiträge/KEV	Investitionskosten	Nutzungsdauer	Unterhaltskosten
-	-	-	-	CHF/Bezugseinheit	-	CHF	CHF	a	CHF/a
Heizung	Demontagearbeiten Foyer Heizung / Elektro		1	20'000	2021		20'000	0	
Heizung	Demontagearbeiten Pfarrhaus Heizung/Elektro		1	7'000	2021		7'000	0	
Heizung	Rückbau und Abmeldung Heizöl-Tank		1	9'000	2021		9'000	0	
Heizung	Pelletkessel inkl. Brennstoffförderung Foyer		1	100'000	2021	115'200	-15'200	15	2'000
Heizung	Pelletkessel inkl. Brennstoffförderung Foyer		1	80'000	2021		80'000	25	1'600
Heizung	Abgasanlagen Foyer		1	15'000	2021		15'000	25	300
Heizung	Speicher Heizung Foyer		1	20'000	2021		20'000	40	
Heizung	Einbindung Heizkessel Foyer		1	9'000	2021		9'000	15	
Heizung	Heizverteiler (6 Heizgruppen) Foyer		6	7'000	2021		42'000	15	70
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Foyer		1	6'000	2021		6'000	15	
Heizung	Rohrleitungsdämmungen Foyer		1	20'000	2021		20'000	15	
Heizung	Einbindung Brauchwassererwärmung Pfarrhaus		1	3'000	2021		3'000	15	30
Elektro	Foyer		1	17'000	2021		17'000	25	
Elektro	Kirche		1	8'000	2021		8'000	25	
Elektro	Pfarrhaus		1	2'000	2021		2'000	25	
Bau	Brennstofflager/bauliches Foyer		1	40'000	2021		40'000	40	
Planung	Bewilligungsverfahren		1	2'000	2021		2'000	0	
Planung	Honorare		1	90'000	2021		90'000	0	
TOTAL						115'200	382'800		4'000

6.2. Pläne

6.2.1. Technikraum Pfarrhaus

Der Installationsraum im Untergeschoss vom Pfarrhaus bietet Platz für eine Wärmepumpenzentrale, wenn der angrenzende Materialraum ebenfalls als Technikraum genutzt wird. Es muss der Platzbedarf für zwei Wärmepumpen sowie für einen Speicher geschaffen werden.

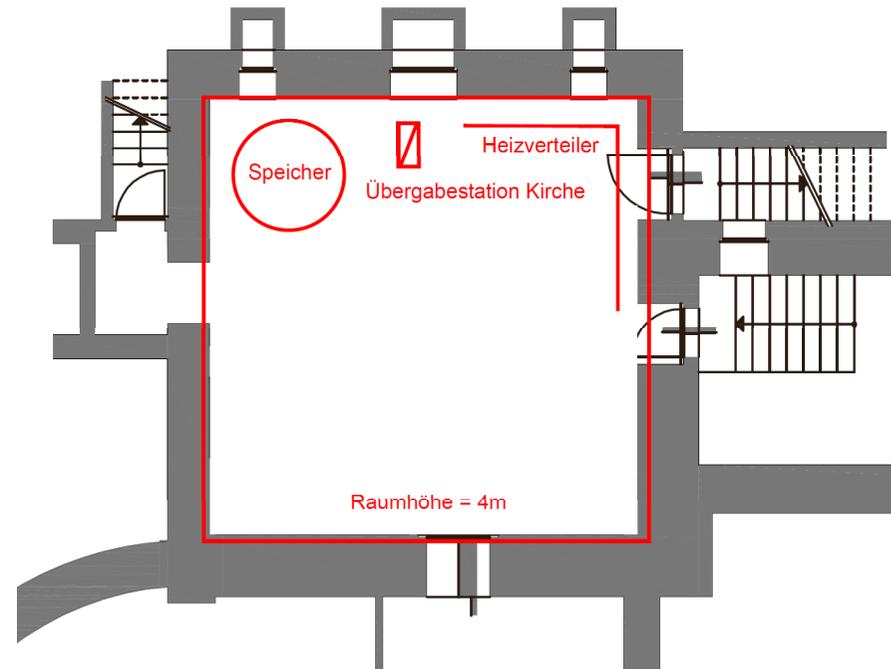
Abb. 21 Technikraum Pfarrhaus Variante 3/4



6.2.2. Technikraum Kirche

In der Technikzentrale der Kirche müsste, im Falle der Varianten 3 und 4, ein Heizungsspeicher platziert werden. Die Speichermontage ist möglich und der Platzbedarf ist grundsätzlich vorhanden.

Abb. 22 Technikraum Kirche Variante 3/4



6.3. Energieträger / Weitere Varianten

6.3.1. Erdwärmesonden

Die zur Verfügung stehende Fläche auf der Parzelle beim Pfarrhaus bietet ausreichend Platz für 12 Erdwärmesonden. Die Begrenzung der Bohrtiefe liegt bei dieser Parzelle bei 317 m. Berücksichtigen muss man hierbei auch das auf der Parzelle Bäume stehen welche ein weites Wurzelwerk besitzen.

Abb. 23 Auszug GIS - Wärmenutzungsatlas



Abb. 24 Informationen gemäss GIS ZH

Bohrtiefenbegrenzung an dieser Stelle:
317 Meter.
Erläuterungen siehe Bericht 'Tiefenbeschränkung'.

Grundstücksgrenzen

BFSNr	261
Nummer	HO4433
EGRIS_EGRID	CH319152997809
Vollstaendigkeit	Vollstaendig
Fläche	2671
Markieren	

Grundstücksgrenzen

Bohrtiefenbegrenzung

Auflagen für Erdwärmesonden

Auskunft erteilt: Max Helbling, Tel. 043 259 31 42 / Helene von Vogelsang, Tel. 043 259 32 72 (→ [Gebietseinteilung](#))

- Spezielle Auflagen für Erdwärmesonden
- Erdwärmesonden aus speziellen hydrogeologischen Gründen nicht zulässig (z.B. artesisch gespannte Grundwasservorkommen, Mineralwasserquellen)

Zone D (Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung)

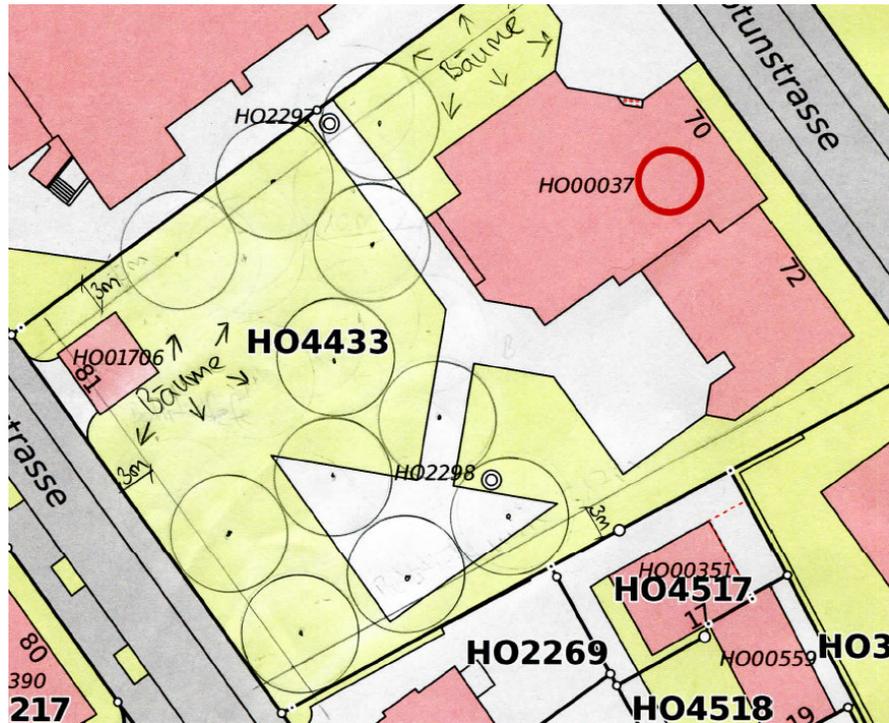
Zulässigkeiten Zone D:	
Erdwärmesonden	Grundsätzlich zulässig. Spezielle Auflagen für EWS beachten.
Thermoaktive Elemente (Energiepfähle, Bodenplatten usw.)	Grundsätzlich zulässig; Die Unterkante der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW liegen.
Erdregister, Energiekörbe mit flüssigen Wärmeträgern	Grundsätzlich zulässig; Die Unterkante der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW liegen.
Erdregister, Energiekörbe mit Luft betrieben	Grundsätzlich zulässig.
Grundwasser-Wärmenutzung	Grundsätzlich zulässig; Minimale Anlagegrösse: Kälteleistung 50 kW.

Tab. 19 gewählte Heizleistung Erdsonden-Wärmepumpen

Bezeichnung	Wert	Einheit
Erdsondenfeld mit 11 Erdwärmesonden	120	kW
Gewählte Leistung im Bericht	120	kW

Aufgrund Platzbedarf in der Technikzentrale im Untergeschoss des Pfarrhauses wird mit einer Leistung von 120kW gerechnet. Diese Leistung kann mit zwei handelsüblichen Wärmepumpen abgedeckt werden. Nachfolgende Abbildung Abb. 25 zeigt die Möglichkeiten der Platzierung der Erdsonden. Es wird in diesem Bericht mit 11 Erdsonden gerechnet mit einer Bohrtiefe von maximal 300m.

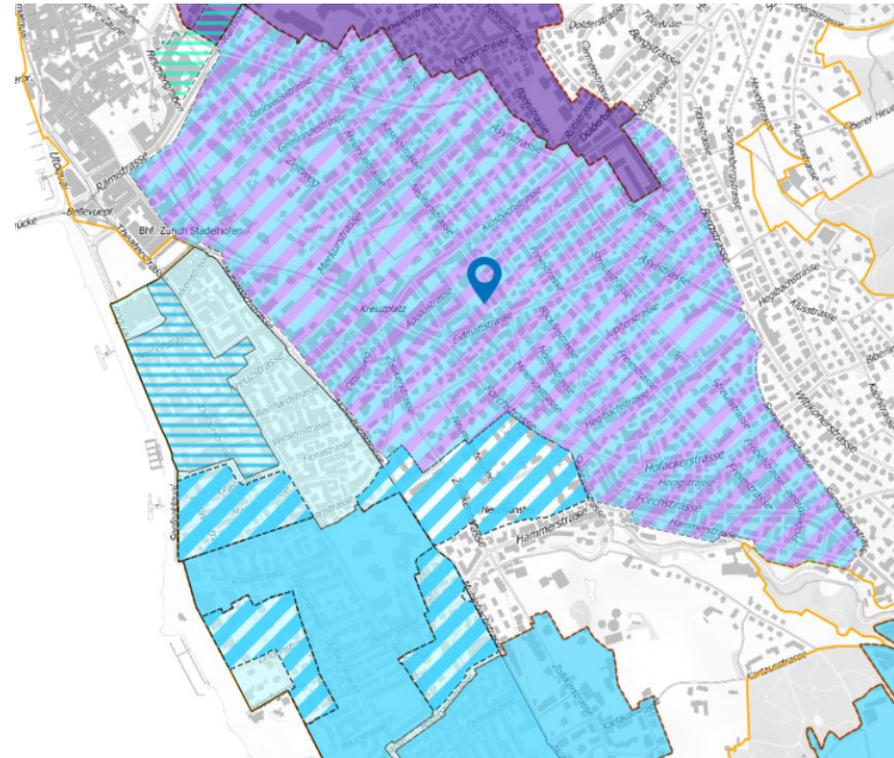
Abb. 25 Erdsondenfeld Pfarrhaus 11 Erdsonden



6.3.2. Fernwärme

Die Kirche St. Anton liegt heute im Prüfgebiet für Fernwärme. Ein Entscheid, ob das Gebiet mit Fernwärme versorgt werden soll, ist im Jahr 2022 zu erwarten. Aufgrund dessen bestehen auch noch keine Angaben bezüglich Energiepreisen seitens Fernwärmebetreiber. Daher wird in diesem Bericht auf diese Variante verzichtet.

Abb. 26 Ausschnitt Fernwärmegebiete Zürich



6.3.3. Luft/Wasser-Wärmepumpen

Die Vorlauftemperaturen zeigen gemäss den Messungen, bereits um 0°C Aus-sentemperatur, hohe Werte. Dies trifft auf alle drei Gebäude zu. Die Effizienz der Anlage wird aus dieser Sicht zu stark beeinträchtigt. Aus diesem Grund wird auf eine Variante mit Luft/Wasser-Wärmepumpen verzichtet.

6.3.4. Brennstofflager Pelletheizung

Die Grösse vom Pelletlager wird durch die jährliche Anzahl von Befüllungen definiert. Nachfolgend wurde überschlagsmässig das Volumen bei dreimaliger und viermaliger Befüllung pro Jahr gerechnet.

Variante 4: Pellet/Erdsonden:

195'000kWh = 36'000kg Pellets = 50-55m³ (bei 650kg/Sm³)

Hu Pellet= 19'000kj/kg (5.3kWh/kg)

Brennstofflager-Grösse:

einmalige Befüllung im Jahr = ca. 55m³

Es kann davon ausgegangen werden das 50m³ Lagervolumen für eine einmalige Befüllung ausreichen. Aufgrund den Gegebenheiten vor Ort und den VKF-Richtlinien muss von einem Lagervolumen von 50m³ ausgegangen werden.

Variante 5: Pellet 100%:

780'000kWh = 145'000kg Pellets = 225-250m³ (bei 650kg/Sm³)

Hu Pellet= 19'000kj/kg (5.3kWh/kg)

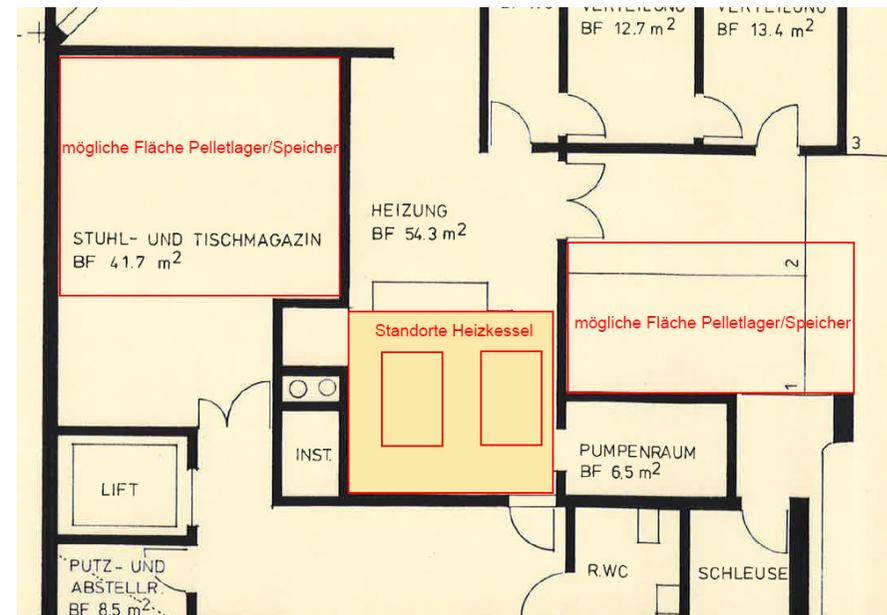
Brennstofflager-Grösse:

fünfmalige Befüllung im Jahr = ca. 50m³

Eine ganzjährige Versorgung mittels einer Befüllung ist nicht möglich.

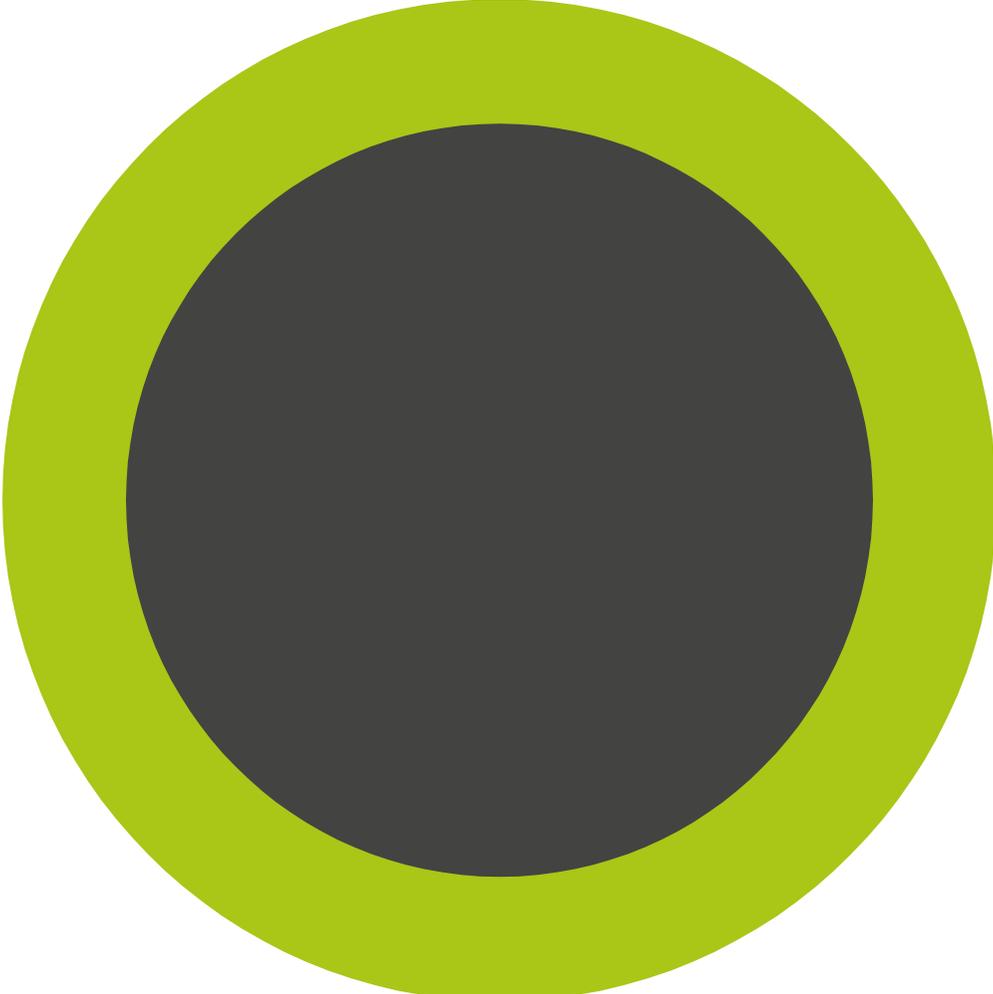
Auch in dieser Variante gelten die verschärften VKF-Vorschriften, bei Lagervolumen über 50m³, welche aufgrund den Gegebenheiten vor Ort nicht einzuhalten sind.

Abb. 27 mögliche nutzbare Flächen Variante 4/5



Obenstehende Abb. 27 zeigt die möglichen Flächen welche für Heizungsspeicher und Pelletlager zur Verfügung stehen. Es werden aufgrund Platzbedarf beide Flächen benötigt.

Der Standort der Heizkessel ist bei Variante 4 und 5, aufgrund Zugänglichkeit und Revisionsarbeiten. sowie Erschliessung der Installationen. zwingend.



<p>Auftraggeber:</p> <p>Lemon Consult AG Energy Efficiency AG Sumatrastrasse 10 CH-8006 Zürich</p>	<p>Objekt:</p> <p>Kirchgemeinde St. Anton Liegenschaft; PV-Anlage auf Steildach Neptunstrasse 60 CH-8032 Zürich</p>
 <p>EAG Eichenberger AG Bauingenieure und Planer</p> <p>Sumatrastrasse 22 8021 Zürich Tel: 043 244 82 82 Fax: 043 244 82 83</p>	<p>Datum: 07. Oktober 2020</p>

Einladung	Protokoll	Akten- / Telefonnotiz	<u>Kurzbericht</u>	Instruktion
-----------	-----------	-----------------------	---------------------------	-------------

<p>Verteiler:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herr Mario Roost, Lemon Consult AG, 2-fach - EAG 	<p>Neuinstallation für eine PV-Anlage auf Steildach (Stahlbeton/ Holz) im Bereich des Foyers</p> <p>Statische Überprüfung</p> <p>Inhaltsverzeichnis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Veranlassung und Aufgabenstellung 2. Grundlagen 3. Objektbeschreibung 4. Ortsbesichtigung 5. Nachrechnung 6. Feststellungen und Beurteilung
--	---

Versand: 07.10.2020
Dokumenten-Nr.: 71004.001 – 601, Kurzbericht

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Es soll überprüft werden, ob ein Teil der Dachkonstruktion aus Stahlbeton- und Holzbautragsgliedern mit einer zu installierenden PV-Anlage ausgestattet werden kann.

2. Grundlagen

Plangrundlagen:

- Diverse Planunterlagen, Rudolf Mathys Architekt, Zürich, 1984/86

Normen:

- SIA 260 Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (Ausgabe 2013)
- SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke (2013)
- SIA 269 Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken (2011)
- SIA 269/1 Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen (2011)
- SIA 269/2 Erhaltung von Tragwerken – Betonbau (2011)
- SIA 269/3 Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau (2011)
- SIA 269/8 Erhaltung von Tragwerken – Erdbeben (2017)
- SIA 462 Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke (1994)

3. Objektbeschreibung

Das vorhandene Gebäude an der Klosbach- und Neptunstrasse ist in zwei Gebäudekomplexe eingeteilt und wurden in den späten 1980er Jahren errichtet. Beide Gebäudetrakte bestehen aus 2 Untergeschossen, jeweils einem Erd- und zwei Obergeschossen. Die vorhandene Dachkonstruktionen sind zum einen als Stahlbetondeckplatte (Eck-Gebäudeteil Anlagentechnik/ Lüftungszentrale) und in Holzbauweise (Sparren-Pfettendach) ausgebildet. Die bestehenden Bauwerke haben folgende oberirdische Abmessungen:

- Länge x Breite x Höhe = ca. 49.50 x 22.50 x 10.00 m (Gebäudeteil Neptunstrasse)
- Länge x Breite x Höhe = ca. 49.50 x 22.50 x 11.00 m (Gebäudeteil Klosbachstrasse)

Die weiteren Parameter bzgl. Materialien, Bauhöhe, Details, Geländer etc. sind in den unter Kapitel 2 beschriebenen Plangrundlagen ersichtlich.

4. Ortsbesichtigung

Am 21.09.2020 erfolgte eine Ortsbesichtigung durch Herrn D. Franklyn, Eichenberger AG, im Beisein von Herrn M. Roost, Lemon Consult AG. Dabei wurden einzelne Bereiche der Dachkonstruktionen in den beiden Gebäudeteilen Klosbach- und Neptunstrasse und der Bereich der Anlagentechnik/ Lüftungszentrale im 2. Obergeschoss visuell untersucht.

5. Nachrechnung

Die Rekonstruktion der aus Kapitel 2 beschriebenen Grundlagen basieren auf folgende Belastungsparameter:

Geplante PV-Anlage (laut Angaben Auftraggeber): $q_{k,PV-Anlage} = 0.30 \text{ kN/m}^2$

Höhere Flächenlasten infolge Modulpaletten der geplanten PV-Anlage (laut Angaben Auftraggeber): $p_{k,PV-Anlage} = 6.00 \text{ kN/m}^2$

Rekonstruktion der Dachflächen über den Räumen der Anlagentechnik/ Lüftungszentrale:
Eigen- und Ausbaulasten der massiven Dachplatten, $g_{k,el} = 6.65 \text{ kN/m}^2$

Rekonstruktion der hölzernen Dachkonstruktion der Gebäudeteile Klosbach- und Neptunstrasse:
Eigenlast- und Ausbaulasten der hölzernen Dachkonstruktion, $g_{k,el} = 0.95 \text{ kN/m}^2$

$q_{k,Schnee} = 0.50 \text{ kN/m}^2$ (Schneelast, äquivalenter Nennwert gemäss SIA 261, Abschn. 5)

Die hier mögliche Reduktion der Lasteinwirkungen infolge Last-/ Reduktionsbeiwerte gemäss SIA 269 und 269/1, wird für diesen Fall, in diesem Bericht zu untersuchenen Sachverhalt nicht berücksichtigt.

Es wurden Handrechnungen für einzelne Gebäudeteile durchgeführt, um die Rekonstruktion infolge der Einwirkungen aus ständigen und veränderlichen Lasten für die einzelnen Dachkonstruktionsteile zu erfassen.

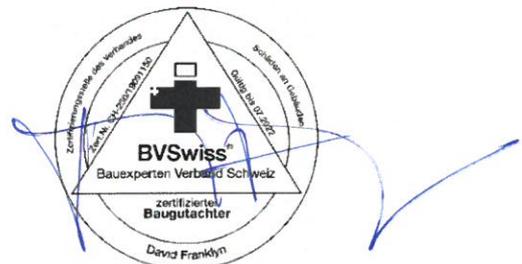
6. Feststellungen und Beurteilung

Die geplante Installation einer Photovoltaikanlage auf den Dachflächen der beiden Gebäudetrakte Klosbach- und Neptunstrasse ist realisierbar. Die bestehenden Dachhaupttragglieder in Stahlbeton- und Holzbauweise haben infolge der vorgegebenen Lasteinwirkung von $p_k = 0.30 \text{ kN/m}^2$ (Photovoltaikanlage) noch vereinzelt Tragreserven.

Infolge der höheren Flächenlasten durch die Modulpaletten (siehe Angaben in Kapitel 5) sind einzelne temporäre Abstützungen (Riegel, Stützensystem aus Gerüstmaterial oder Holzbau) auf die Decke über 1.Obergeschoss oder auf die massiven bestehenden Wand- Stützenkonstruktionen im 1.Obergeschoss notwendig.

Zürich, 07. Oktober 2020

EICHENBERGER AG
BAUINGENIEURE UND PLANER



David Franklyn

Anhang:

Fotographische Aufnahmen der beiden Gebäudetrakte (Klosbach- und Neptunstrasse) während der Ortsbesichtigung

Fotografische Aufnahmen der beiden Gebäudetrakte (Klosbach- und Neptunstrasse) während der Ortsbesichtigung



Abbildung 1: Blick Richtung Südwest (Dachflächen), Gebäudeteil Klosbachstrasse



Abbildung 2: Blick Richtung Nordost, (Dachflächen), Gebäudeteil Neptunstrasse



Abbildung 3: Blickrichtung 2. Obergeschoss, Dachkonstruktionsteile beim Gebäudeteil Neptunstrasse



Abbildung 4: Blickrichtung 2. Obergeschoss, Dachkonstruktionsteile beim Eck-Gebäudeteil Anlagentechnik/ Lüftungszentrale

Lemon Consult AG
Herr Mario Roost
Sumatrastrasse 10
8006 Zürich

Datum: 09.10.2020
Unsere Ref.: Sondierung Stehfalzdach

Betreff: 10244 Neptunstr. 60 + Klosbachstr.36 (Foyer), 8032 Zürich

Sehr geehrter Herr Roost

Die Sondier Öffnung im Stehfalzdach wurde am 28.09.2020 durchgeführt. Dabei konnten wir folgendes festhalten:

Dachaufbau:

- Blechbahnen, Fälze maschinell
- Bituminöse Trennlage
- Holzschalung 27mm
- Hohlraum 17cm
- Isolation 100mm Steinwolle
- Betondecke

Die Blechscharen sind mit 3 Haften pro lfm befestigt. Der Abstand zwischen den Haften beträgt 30-35cm. Nägel 25mm. Hälfte der Haften ist mit 3 Nägel befestigt. Die andere Hälfte mit 2 Nägel. Jedoch sind die Nägel 5mm in der bituminösen Trennlage. Somit nur 20mm in der Holzschalung.

staudacher

**Bedachungen
Bauspenglerei
Kaminfegerei**

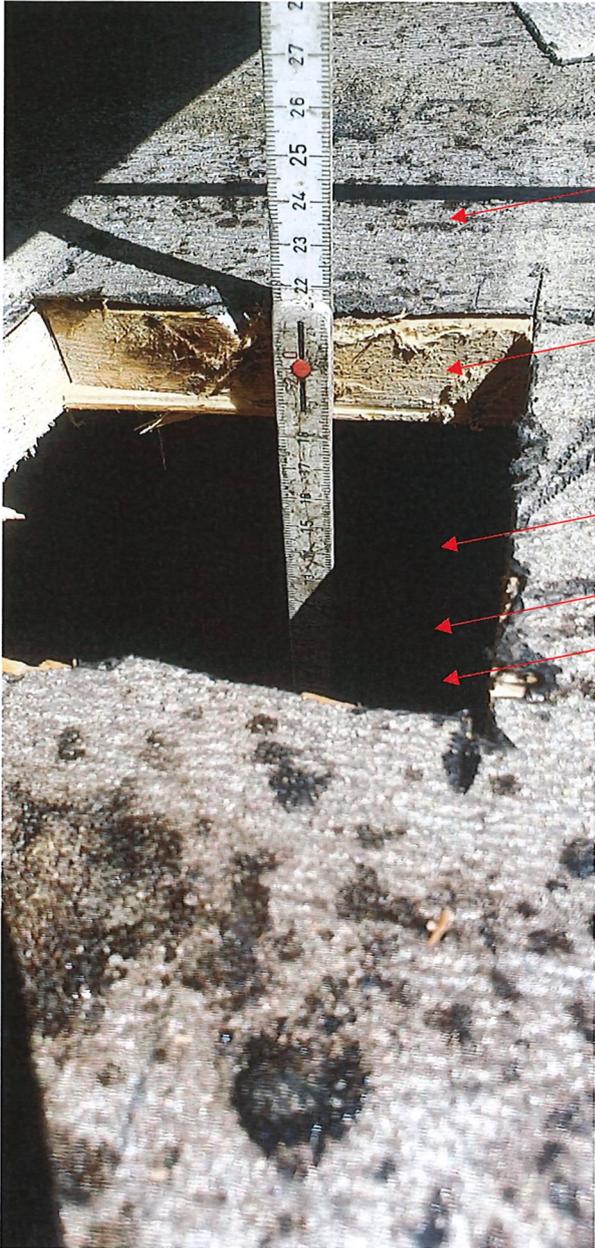
Staudacher + Söhne AG
Binzstrasse 12
8045 Zürich

Tel. 044 421 20 10
Fax 044 421 20 11

CHE-105.970.449 MWST

Dachdeckerarbeiten
Flachdachsaniierungen
Bauspenglerei
Blitzschutzanlagen
Umbauten/Sanierungen
Isofloc-Fachpartner
Velux-Dachfenster
Lüftungsreinigung
Kaminsanierungen
Dachservice im Abo

info@staudacher-soehne.ch
www.staudacher-soehne.ch



Bituminöse Trennlage

27mm Holzschalung

17cm Hohlraum

100mm Steinwolle

Betondecke



Fälze Maschinell

Fix- und Schiebehaften im Abstand von 30-35 cm.

50% mit 3 Nägel befestigt
50% mit 2 Nägel befestigt

Nägel 25mm (davon 5mm in bituminöser Trennlage)

Freundliche Grüsse
Staudacher + Söhne AG



Kim-David Zimmermann
Leiter Service/Unterhalt