



## Machbarkeitsstudie Wärmeverbund Silvaplana

Für Gemeindepräsident Silvaplana, 7513 Silvaplana  
Daniel Bosshard

Objekt Wärmeverbund Silvaplana, Surlej & Champfèr

Version 1.0 vom Donnerstag, den 30. November 2023

---

Ansprechpartner bei ewz Energielösungen

Fabio Hofmann  
Projektentwickler Energielösungen

Telefon +41 58 319 24 77  
E-Mail [fabio.hofmann@ewz.ch](mailto:fabio.hofmann@ewz.ch)

Standorte: Zürich, Sils (GR), Rolle (VD)



## Management Summary

Im Rahmen der Initiative Energie-Region Lakeside haben St. Moritz Energie und ewz Energielösungen den Auftrag erhalten, gemeinsam eine Machbarkeitsstudie zur Untersuchung einer nachhaltigen Wärme- und Kälteversorgung in den Gemeinden St. Moritz, Silvaplana und Sils/Segl zu erstellen. Diese Studie befasst sich explizit mit einem potenziellen Wärmeverbund für die Gemeinde Silvaplana, der den Silvaplanersee als Wärmequelle nutzt und zu 100% CO<sub>2</sub>-frei Wärme erzeugt.

Der definierte Versorgungssperimeter des Wärmeverbundes weist im Endausbau ein Wärmeabsatz von 35 GWh/a auf. Unter der Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren im Wärmeverbund ergibt sich eine Erzeugerleistung von rund 10 MW, damit können Liegenschaften mit einer Heizlast von bis zu 13 MW mit erneuerbarer Wärme versorgt werden. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch Wärmepumpen, die auf einen Deckungsgrad von 100% ausgelegt sind. Für den äussersten Notfall werden Notstutzen eingeplant, an die ein mobiler Not-Heizkessel auf dem Areal der Energiezentrale angeschlossen werden kann.

Vorläufige Untersuchungen zur technischen Umsetzbarkeit eines Wärmeverbundes wurden durchgeführt, wobei derzeit keine offensichtlichen rechtlichen oder technischen Hindernisse erkennbar sind, die einer Realisierung im Wege stehen. Der berechnete Vollkostenrichtpreis liegt zwischen 20.00 und 22.00 Rp./kWh. Dieser Preis umfasst die Planung, Realisierung, Finanzierung, den Betrieb und Unterhalt sowie die Ersatzinvestitionen während der Vertragslaufzeit. Ausserdem ist die Energiebeschaffung sowie das Ausfallrisiko der gesamten Anlage im Verantwortungsbereich des Energielieferanten.

Einige Aspekte in Bezug auf Schnittstellen, Beteiligungen und Förderungen sind noch mit der Gemeinde und dem Kanton sowie zwischen den Energieversorgern zu klären. Es wurden Massnahmen zur Optimierung des Endkundenpreises identifiziert, die zu einem positiven Realisierungsentscheid beitragen können.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagedaten</b> .....	<b>4</b>
2.1	Wärmebedarf .....	4
2.2	Wärmequelle .....	6
2.3	Versorgungssperimeter .....	7
<b>3</b>	<b>Wärmeversorgungskonzept</b> .....	<b>8</b>
3.1	Primärer Seewasserkreislauf .....	8
3.2	Anergieförderung Zwischenkreislauf .....	9
3.3	Wärmeerzeugung Energiezentrale .....	10
3.4	Wärmeverbund.....	11
<b>4</b>	<b>Vollkostenrichtpreis</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Schnittstellen</b> .....	<b>12</b>
5.1	Zwischen Gemeinde und Energielieferanten.....	12
5.2	Zwischen Kundin und Energielieferanten .....	13
<b>6</b>	<b>Kritische Würdigung</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Nächste Arbeitspakete</b> .....	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>14</b>

## 1 Ausgangslage

Gemeinden haben grosses Potenzial, einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen zu leisten und damit zur Erreichung der Pariser Klimaziele beizutragen. Gerade Graubünden als Bergkanton ist wesentlich von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Daher haben sich die drei Gemeinden St. Moritz, Silvaplana und Sils/Segl im Jahr 2021 entschieden die Energie-Region St. Moritz Lakeside ins Leben zu rufen, um die Zusammenarbeit im Energiebereich zu koordinieren und Synergien besser zu nutzen. (Lakeside 2022)

Im Rahmen dieser Initiative wurden St. Moritz Energie und ewz Energielösungen beauftragt, gemeinsam eine Machbarkeitsstudie zu erstellen. Diese Studie soll die Möglichkeit einer nachhaltigen Wärme- und Kälteversorgung in den Gemeinden St. Moritz, Silvaplana und Sils/Segl prüfen.

Da in den einzelnen Gemeinden unterschiedliche Anforderungen an den Energiebedarf und die Energiequellen vorliegen, werden die Machbarkeitsstudien individuell auf die jeweiligen Gemeinden abgestimmt und sind voneinander unabhängig.

Die vorliegende Machbarkeitsstudie konzentriert sich auf die nachhaltige Wärmeversorgung für die Gemeinde Silvaplana. Innerhalb dieser Gemeinde wurde eine Lösung für die Fraktionen Silvaplana, Champfèr und Surlej erarbeitet.

## 2 Grundlagedaten

Als Grundlage für die vorliegende Machbarkeitsstudie flossen die bisherigen Erkenntnisse von ewz Energielösungen in Sils-Maria, öffentlich zugängliche GIS-Daten und Daten aus dem GIS Oberengadin (MapEdit) in die Studien ein.

### 2.1 Wärmebedarf

Es wurden mehrere Iterationen der Daten durchgeführt, um die Genauigkeit zu erhöhen. Dabei wurden Vergleiche der Daten aus den Umfrageergebnissen Fernwärme Sils-Maria angestellt und anschliessend mit den öffentlichen Gebäudeinformationen plausibilisiert. Der individuelle Gebäudewärmebedarf wurde somit ermittelt und mit einer Anschlusswahrscheinlichkeit von 80% eingerechnet, um die erforderlichen Dimensionen (Wärmeerzeugung in der Energiezentrale und Dimensionierung des Fernwärmenetzes) zu berechnen. Diese Daten wurden anhand von Erfahrungswerten und Heizgradtagen korrigiert. Zudem flossen Informationen zu Kollektivheizungen von Herr Guido Giovannini (Bauamtsleiter Silvaplana und Mitglied der Geschäftsleitung) mit ein.

Bei der Kalkulation werden folgende Annahmen für den Endausbau des Wärmeverbundes berücksichtigt:

- Gebäude, die über den Wärmeverbund versorgt werden, reduzieren ihren Wärmebedarf im Laufe der Vertrags- oder Versorgungsdauer aufgrund energetischer Sanierungsmassnahmen.
- Potenzielle Kundinnen, die in der Berechnung der Anschlusswahrscheinlichkeit nicht berücksichtigt sind, zeigen möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, sich ebenfalls dem Wärmeverbund Silvaplana anzuschliessen, basierend auf Faktoren wie sich ändernden Präferenzen, steigendem Bewusstsein für die Vorteile des Wärmeverbundes oder verfügbaren Anreizen.
- Neubauprojekte, gemäss dem Planungs- und Mitwirkungsbericht (erstellt von STW AG für Raumplanung am 3. August 2023), die zukünftig mit Wärme vom Wärmeverbund beliefert werden.

Basierend auf den oben genannten Erläuterungen wurde das Potenzial des Endausbaus des Wärmeverbundes ermittelt. Die nachstehende Abbildung zeigt den Gesamtwärmebedarf der Kundinnen:

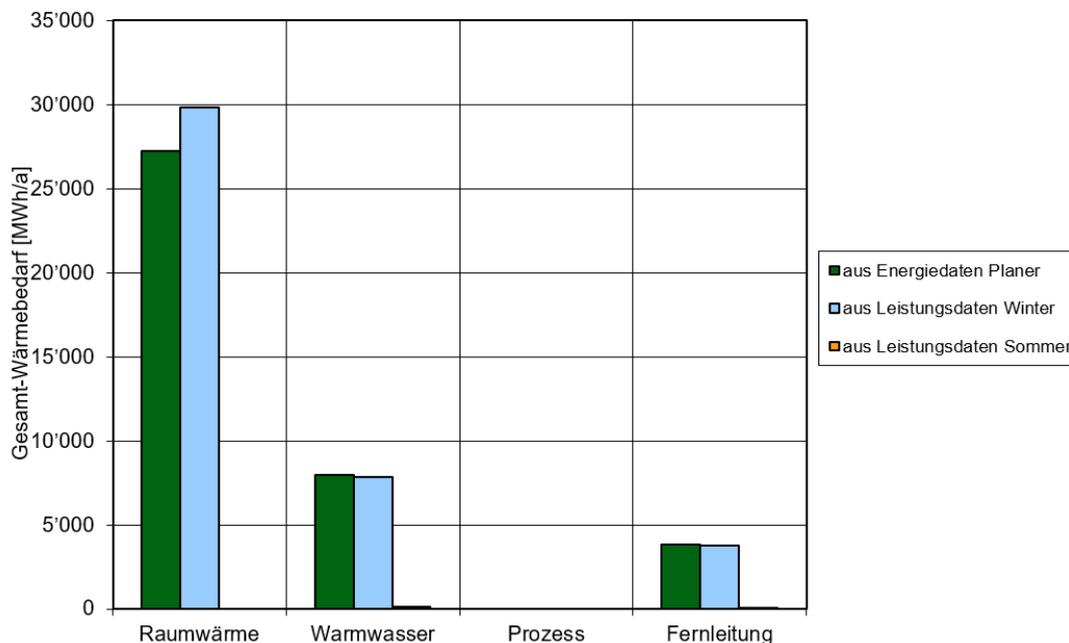


Abbildung 1: Die grünen Balken stellen den Wärmebedarf gemäss den Iterationen dar. Die blauen Balken stellen das Potenzial der zu produzierenden Wärme gemäss Auslegeordnung.

Im Endausbau des Wärmeverbundes wird von einem Wärmeabsatz von rund 35 GWh/a ausgegangen. Dieser Wärmeabsatz wurde verwendet, um die Heizleistung der Gebäude und der Wärmeerzeuger in der Energiezentrale festzulegen. Hierfür wurden die ermittelten Datensätze den jeweiligen Gebäudetypen zugeordnet, um spezifische Heizkurven definieren zu können. Zusätzlich flossen die Messdaten der lokalen Wetterstation mit ein, um iterativ die Heizleistungen bestimmen zu können. Mit diesem Verfahren ist es möglich, die benötigten Heizleistungen genauer zu bestimmen.

Nachstehende Tabelle bildet die Datengrundlage für vorliegende Machbarkeitsstudie:

Bezeichnung	Hotel	Altbau	Neubau
Wärme zum Heizen [in MWh/a]	4'608	20'298	2'295
Wärme für Warmwasser [in MWh/a]	2'024	5'442	506
Vollbetriebsstunden [in h]	2'785	2'913	2'161
Anschlussleistung [in kW]	2'384	9'101	1'302

Tabelle 1: Die Tabelle weist die Wärme zum Heizen sowie für die Warmwasseraufbereitung, die Vollbetriebsstunden und die benötigte Heizleistung aufgeteilt auf die Gebäudetypen.

Im Endausbau des Wärmeverbundes wird von einer Anschlussleistung von rund 12.8 MW ausgegangen.

## 2.2 Wärmequelle

Für das Wärmeversorgungskonzept in der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde die ausschliessliche Nutzung von Seewasser als Wärmequelle berücksichtigt. Andere erneuerbare Wärmequellen zur zentralen Wärmeerzeugung wurden aufgrund vorheriger Studien ausgeschlossen.

Es fanden Vorabklärungen mit verschiedenen Ämtern statt. Sowohl das Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden (ANU) als auch das Tiefbauamt des Kantons Graubünden haben bestätigt, dass das angedachte Versorgungskonzept im Rahmen der rechtlichen Machbarkeit liegt. Zudem wurden Gespräche mit der Eawag (dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs) geführt, um Möglichkeiten zur optimalen Gestaltung der Seewasserentnahme und -rückgabe zu erörtern. Auch hier wurde die Machbarkeit bestätigt.

Die Bestätigungen basieren auf mündlichen oder telefonischen Absprachen sowie auf elektronischer Korrespondenz. Alle Vorabklärungen unterliegen einem Vorbehalt der Bewilligungspflicht bzw. Bewilligungsfähigkeit während der Umsetzungsphase.

## 2.3 Versorgungspereimeter

Der Versorgungspereimeter des Wärmeverbundes wird durch die Anschlussdichte bzw. Energiedichte sowie die Topografie definiert.

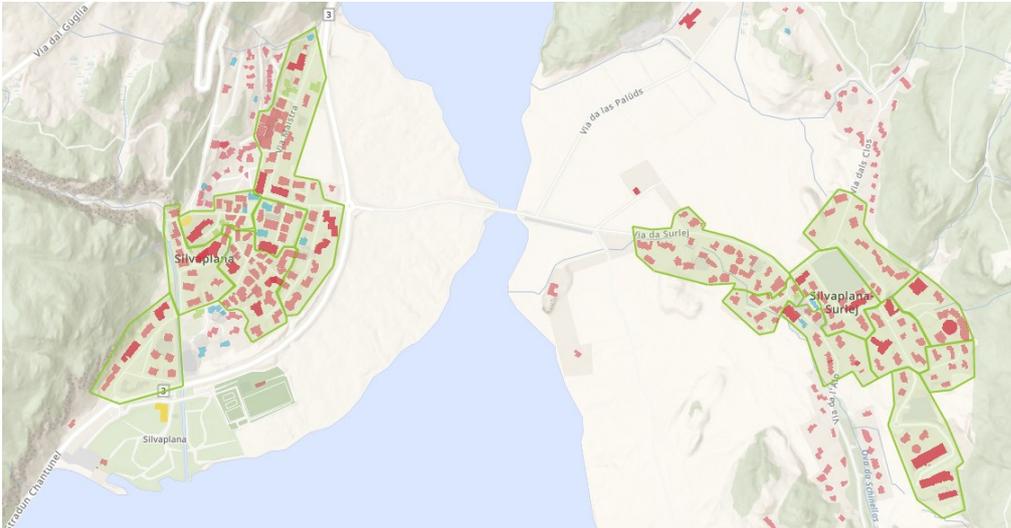


Abbildung 2: Versorgungspereimeter der Fraktionen Silvaplana und Surlej. Die roten Flächen weisen auf den Wärmebedarf der einzelnen Gebäude hin. Die grünen Eingrenzungen stehen für die jeweiligen potenziellen Etappierung sowie für den Versorgungspereimeter als Ganzes mit der höchsten Energiedichte.

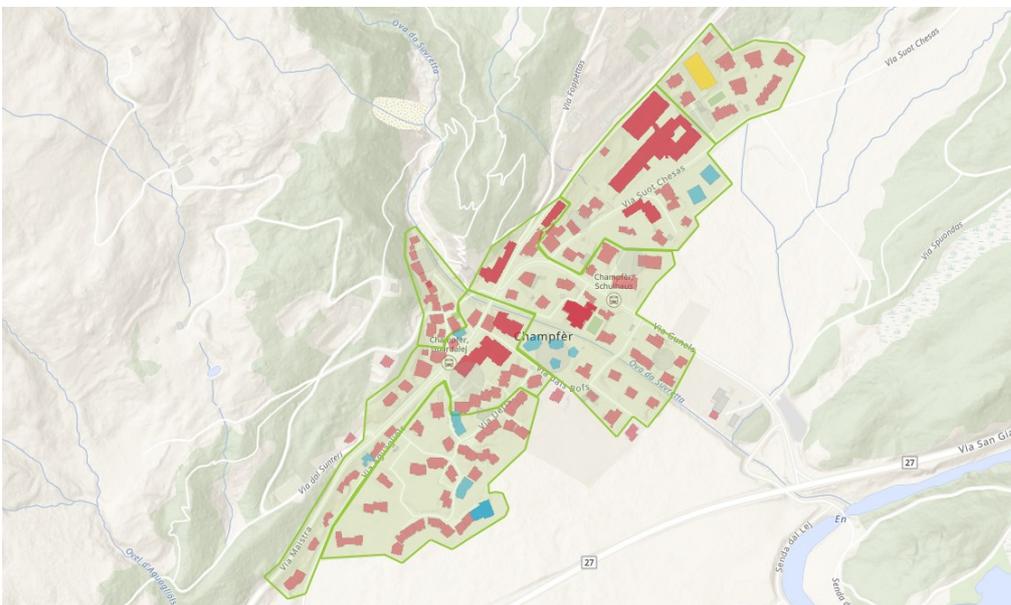


Abbildung 3: Versorgungspereimeter der Fraktion Champfèr. Die roten Flächen weisen auf den Wärmebedarf der einzelnen Gebäude hin. Die grünen Eingrenzungen stehen für die jeweiligen potenziellen Etappierung sowie für den Versorgungspereimeter als Ganzes mit der höchsten Energiedichte.

Nach einer individuellen Prüfung können auch Gebäude, die derzeit ausserhalb des Versorgungspereimeters liegen, in den Wärmeverbund integriert werden. Dabei werden sowohl die technische Machbarkeit als auch die Wirtschaftlichkeit sorgfältig geprüft.

### 3 Wärmeversorgungskonzept

Als Lösung für eine erneuerbare Wärmeversorgung in der Gemeinde Silvaplana wird ein Wärmeverbund mit Wärmepumpen vorgeschlagen, der die Wärme des Silvaplanersees als Energiequelle nutzt.

#### 3.1 Primärer Seewasserkreislauf

Als Quelle für die Wärmeerzeugung dient der Silvaplanersee. Es ist vorgesehen, eine Pumpstation auf dem Grundstück Kat.-Nr. 210 zu errichten, angrenzend an den bestehenden unterirdischen Baukörper (Abwasserpumpstation).



Abbildung 4: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem map.geo.admin.ch, welcher für diverse Notizen und Vermessungen verwendet wurde. Die dunkelblaue Linie zeigt eine mögliche Führung der Seewasserrückgabe. Die grüne Linie zeigt eine mögliche Führung der Seewasserrückgabe. Die blaue Fläche weist auf die unterirdische Pumpstation hin.

Die Seewasserentnahme befindet sich im Hypolimnion des Silvaplanersees bei rund einer Tiefe von 40m. Die Seewasserrückgabe soll ebenfalls im Hypolimnion des Silvaplanersees vorgesehen werden, um eine negative Beeinflussung der Eisbildung im Winter zu verhindern. Wie die Seewasserrückgabe explizit gestaltet werden soll, ist in der Planungsphase zu definieren.

Die Pumpstation soll unterirdisch realisiert werden und eine Fläche von ca. 110 m<sup>2</sup> bei einer Raumhöhe von 5 m haben. Ein Betriebszugang soll in das bestehende unterirdische Bauwerk (Abwasserpumpstation) integriert werden, um den Zugang auch im Winter zu gewährleisten.

Im Endausbau des Wärmeverbundes wird im Spitzenlastbetrieb ein Seewasservolumenstrom von ca. 37'700 l/min angenommen.

### 3.2 Annergieförderung Zwischenkreislauf

Die Annergieförderung bezeichnet die Wärme bzw. Energie mit einem tiefen Temperaturniveau, die nicht direkt genutzt werden kann. Dieser Zwischenkreislauf wird benötigt, um eine hydraulische Trennung sicherzustellen. Dadurch zirkuliert das Seewasser ausschliesslich zwischen See und Pumpstation. Zwischen der Pumpstation und der Energiezentrale wird die Annergie in entmineralisiertem Wasser gefördert.



Abbildung 5: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem map.geo.admin.ch, welcher für diverse Notizen und Vermessungen verwendet wurde. Die blaue Linie von der Pumpstation bis hoch zur Energiezentrale zeigt die Führung der Annergieleitung auf.

Die Annergieleitung misst für die aktuelle Projektierung eine Länge von 350 m.

### 3.3 Wärmeerzeugung Energiezentrale

Es ist vorgesehen, die Wärmeerzeugung in einer unterirdischen Energiezentrale zu realisieren, die sich innerhalb des Hanges vom Sportplatz Mulets befindet. Zur Erzeugung der Wärme sollen Wärmepumpen mit dem natürlichen Kältemittel Ammoniak eingesetzt werden. Um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten, sind drei ähnlich grosse Wärmepumpen vorgesehen, um bei möglichen Ausfällen kurzfristig eine Grundlast abdecken zu können.

Das Ziel besteht darin, die Wärmeerzeugung zu 100% CO<sub>2</sub>-frei zu gestalten. Aufgrund der Versorgungssicherheit und des damit verbundenen Risikos seitens des Energielieferanten soll ein Notkessel vorgesehen werden. Ein mobiler Notkessel kann auf dem Vorplatz der Energiezentrale platziert werden. Für einen stationären dezentralen Notkessel müssen Standortabklärungen in der Verhandlungsphase mit potenziellen Endkundinnen und in der detaillierten Projektplanung durchgeführt werden.



Abbildung 6: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem map.geo.admin.ch, welcher für diverse Notizen und Vermessungen verwendet wurde. Das rote Rechteck stellt die unterirdische Energiezentrale dar.

Die vorgesehene Fläche für die Energiezentrale beträgt rund 550 m<sup>2</sup> bei einer Raumhöhe von ca. 5 m.

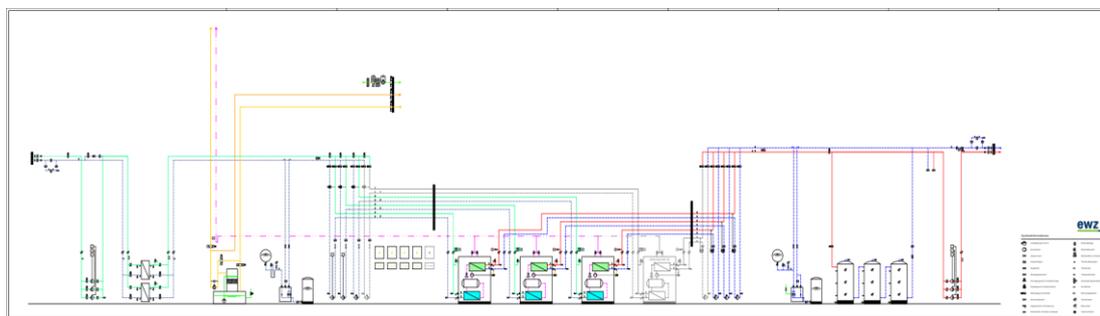


Abbildung 7: Prinzipschema zur möglichen Ausführung der Wärmeerzeugung mit (von links nach rechts) Pumpen und hydraulische Trennung (Wärmetauscher) Zwischenkreislauf, Notsystem NH<sub>3</sub> Leckage, Expansion, Förderpumpen, Schaltschränke und Wärmepumpen, Förderpumpen, Expansion, technische Wärmespeicher und Fernwärmepumpen.

Die Anlagen in der Energiezentrale werden auf eine Erzeugerleistung von rund 10 MW ausgelegt. Die Auslegeordnung berücksichtigt die Gleichzeitigkeit des Wärmeverbundes und das technische Speichervolumen, um kurzzeitige Leistungsspitzen auszugleichen.

### 3.4 Wärmeverbund

Nachstehende Abbildung zeigt eine potenzielle Führung der Hauptleitung. Durchleitungsrechte der betroffenen Grundstückseigentümer sind im Rahmen der Akquisition zu verhandeln.

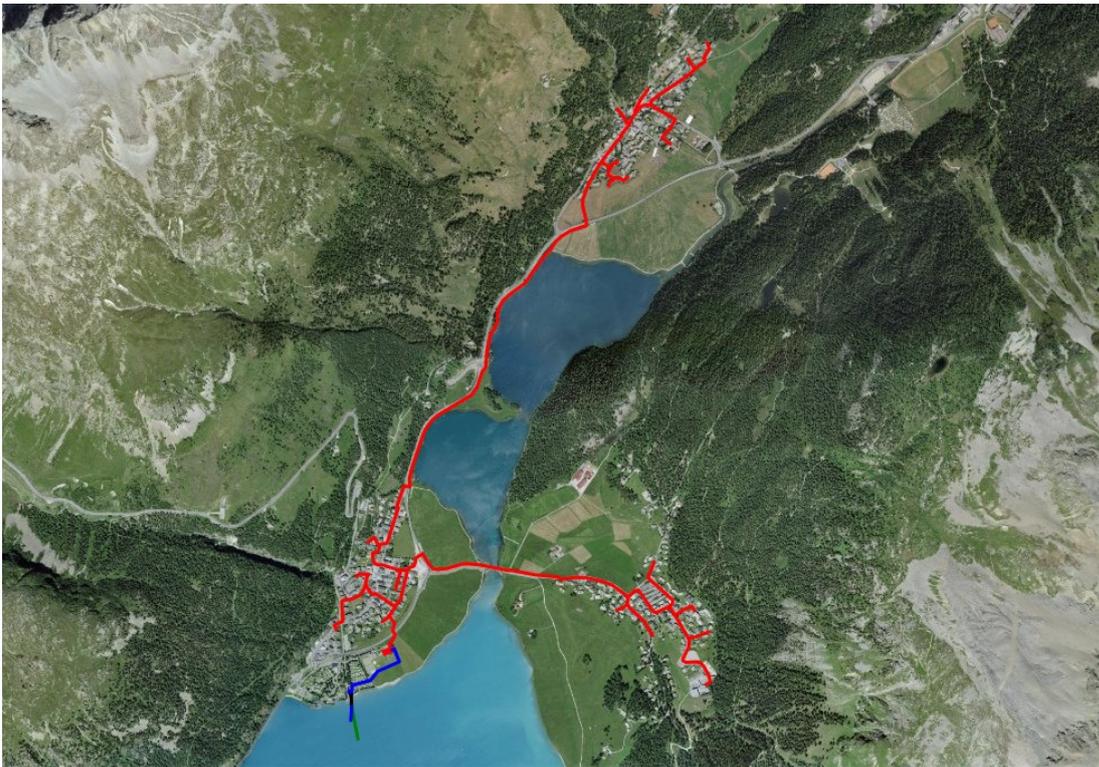


Abbildung 8: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem map.geo.admin.ch, welcher für diverse Notizen und Vermessungen verwendet wurde. Die rote Linie stellt die Fernwärmeleitungen dar.

Aufgrund der längeren Transportleitung nach Surlej und Champfèr sind in der detaillierten Leitungsplanung dezentrale Förderpumpstationen oder grössere Dimensionierungen der Fernleitungen zu prüfen, um den Druckverlust auszugleichen. Des Weiteren ist auch eine Verlegung der Fernwärmeleitung im See zu prüfen. Die Fernwärmeleitungen haben eine Gesamtlänge von knapp 7.7 km.

## 4 Vollkostenrichtpreis

Bei der Berechnung des Vollkostenrichtpreises wurden vorwiegend Kosten von bereits realisierten Anlagen verwendet. Für einzelne Kostenstellen wurden Preise angefragt. Der Vollkostenrichtpreis unterliegt einer Preisunsicherheit von  $\pm 10\%$  und wird als Bandbreite eines möglichen Vollkostenrichtpreises angegeben. Die nachfolgend aufgeführte Bandbreite des Vollkostenrichtpreises versteht sich exklusive Mehrwertsteuer und wird über die Vertragsdauer von 40 Jahren entsprechend indexiert.

### Bandbreite des Vollkostenrichtpreises

Preis unter dem Vorbehalt möglicher Optimierungen	20.00 Rp./kWh
Preis auf Basis der zuvor beschriebenen Grundlagen	22.00 Rp./kWh

Der Preis kann durch die Ausarbeitung der Bauetappen (welche einen direkten Zusammenhang mit den Fördergeldern aufweisen), die Kantonalen Steuern, die Schnittstellenausarbeitung zwischen der Gemeinde und dem Energielieferanten und die Nutzung von Synergien in der Realisierung beeinflusst werden.

Der Vollkostenrichtpreis umfasst die Finanzierung, Realisierung, Betrieb und Unterhalt, Ersatzinvestitionen, Energiebeschaffung sowie das Risiko der gesamten Anlage.

## 5 Schnittstellen

### 5.1 Zwischen Gemeinde und Energielieferanten

Die genauen Schnittstellen zwischen der Gemeinde und dem Energielieferanten müssen in den nächsten Arbeitspaketen weiter verfeinert und definiert werden. Durch verschiedene Möglichkeiten kann der Endkundenpreis optimiert und die Gemeinde am Wärmeverbund wirtschaftlich beteiligt werden.

Ein Beispiel dafür ist die Finanzierung der Energiezentrale und der Pumpstation durch die Gemeinde mittels einer Kapitaleinlage. In diesem Fall zahlt der Energielieferant der Gemeinde eine Miete für die Nutzung der Räumlichkeiten. Dadurch wird der Gemeinde ein positiver "Return on Investment" bei minimalem Risiko ermöglicht.

## 5.2 Zwischen Kundin und Energielieferanten

Es ist vorgesehen die Wärme zum Heizen und für die Warmwasseraufbereitung gemäss folgender Schnittstelle bereitzustellen:

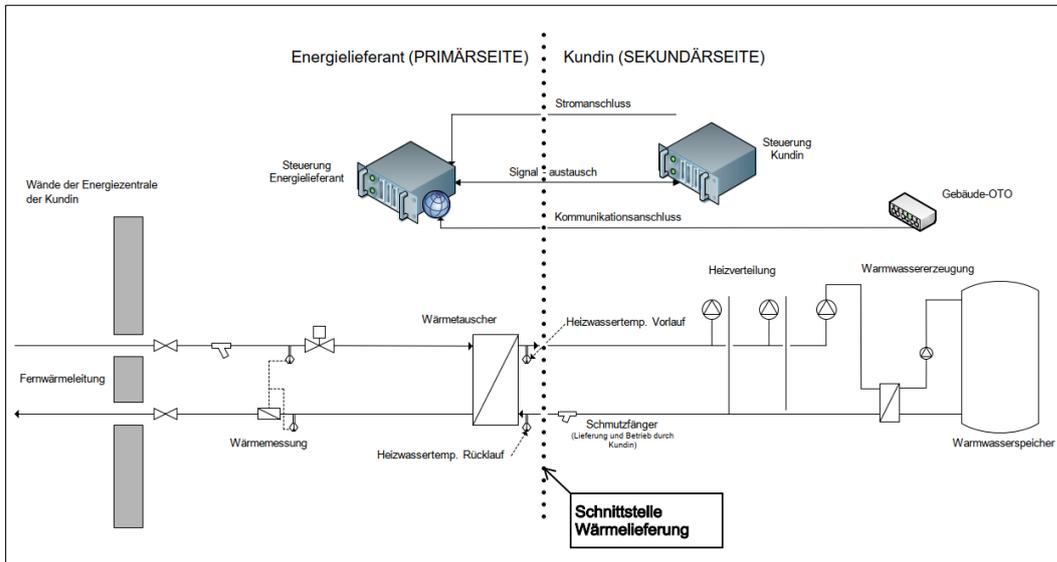


Abbildung 9: Schematische Schnittstelle die den Übergabepunkt von Wärme zwischen Kundin und Energielieferanten verdeutlicht. Der Energielieferant ist Eigentümer der Anlagen bis zur vereinbarten Schnittstelle.

Der Energielieferant liefert die Wärme am Ausgang des Wärmetauschers, sekundäre Anbindung auf Seiten der Kundin, zu 65°C.

## 6 Kritische Würdigung

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurden vorläufige Untersuchungen zur technischen Umsetzbarkeit eines Wärmeverbundes durchgeführt, und es gibt derzeit keine direkt ersichtlichen rechtliche oder technische Hindernisse, die gegen eine Realisierung sprechen.

Der ausgewiesene Vollkostenrichtpreis kann durch verschiedene Massnahmen optimiert werden. Folgende Punkte könnten zur Optimierung beitragen:

- Finanzierung der Räumlichkeiten für die Anlagen des Energielieferanten durch die Gemeinde, wobei der Energielieferant der Gemeinde einen entsprechenden Mietzins zahlt.
- Nutzung von Synergien im Tiefbau, insbesondere in Bezug auf bevorstehende Bauetappen, wobei Werkleitungen Dritter saniert werden müssen.



## 7 Nächste Arbeitspakete

- Erste Verkaufsgespräche / Infoveranstaltung mit ausgewählten Schlüsselkunden führen und dabei den Richtpreis unterbreiten.
- Die Schnittstellen zwischen der Gemeinde und dem Energielieferanten definieren. Darunter verstehen sich:
  - In welcher Form die Gemeinde sich beteiligen möchte bzw. kann.
  - Welche Synergien genutzt werden können.
- Die optimale Gestaltung der Bauetappen mit dem Kanton abgleichen, um den höchstmöglichen Förderbetrag zu erzielen (unter Betrachtung der Gesamtwirtschaftlichkeit).
- Preisgenauigkeit in Zusammenarbeit mit Tiefbau- und Fachplanern zu erhöhen, um einen endgültigen Preis zur Akquisition zu erstellen.

## 8 Literaturverzeichnis

Lakeside, E.-R. S. (2022). *Energie-Region St. Moritz Lakeside*. Abgerufen am 2023 von <https://www.energieregion-lakeside.ch/>