



Gondosolar

Variantenvergleich Energieableitung UW Gabi versus UW Gondo

Technischer Bericht

Version	Grund der Änderung	Geändert durch	Datum
1.0	Basisdokument	Alain Loosli	27.07.2023
1.1	Änderung des Trasse Freileitung UW Gondo	Mustafa Öztürk	19.12.2023

Verfasser des Berichts:
Mustafa Öztürk
Datum: 19.12.2023

Bauherrn:
Gondosolar
Datum:

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Technische Daten Gondosolar.....	3
3. Freileitung nach UW Gondo.....	4
4. Erdverlegung nach UW Gabi via Alpje.....	12
5. Schlussfolgerung	17

1. Einleitung

EVWR AG führte eine Vorstudie für ein Solarfeld oberhalb von Gondo durch (Projekt Gondosolar). Einer der untersuchten Punkte war die Ableitung der Energie vom Solarfeld zu einem nahen gelegenen Unterwerk.

In der Vorstudie wurden folgende Lösungen gewählt:

- Eine gemischte Verbindung (Freileitung und Erdverlegung) bis zum UW Gondo
- Eine Erdverlegung bis UW Gabi

Ziel dieses Berichts ist es, die beiden Varianten zu vergleichen, indem die Studie von Enalpin an die neuen Produktionsdaten angepasst wird und den Faktor der Mehrkosten zwischen den beiden Varianten zu bestimmen.

2. Technische Daten Gondosolar

In der Vorstudie wurde von Gondosolar eine Produktion von 18,73MVA (Peak-Leistung) angenommen. Nach einer Vorstudie von Inn und Ehoch2 für den Solarfeldteil wurde beschlossen, mit einer maximalen Produktionsleistung von 19MVA zu rechnen.

Nachstehend sind die wichtigsten technischen Daten der PV-Anlage zusammengefasst:

Gemeinde:	Zwischbergen
Parzelle:	349
Nutzung des Grundstücks:	Landwirtschaftszone 2. Priorität
Fläche der Paneele:	ca. 80'000 m ²
Art der Anlage:	auf dem Boden
Neigung des Feldes:	Vertikal
Leistung der Module:	ca. 450 Wp
Grösse der Module:	ca. 2'110mm x 1'050mm x 40mm
Anzahl Module:	ca. 35'000
Anzahl Modultische:	ca. 2'205
Installierte Leistung:	ca. 16MW
Peak-Produktionleistung:	ca. 19 MVA

Die 2 Varianten für die Evakuierung der Gondosolar-Produktion wurden mit der neuen Produktionsleistung angepasst und werden im Folgenden dargestellt.

3. Freileitung nach UW Gondo

3.1 Leiter- und Kabeldimensionierung:

3.1.1 *Leiter (Freileitung):*

Die Leiter müssen so dimensioniert sein, dass sie eine Leistung von 19MVA übertragen und die in der Verordnung über elektrische Leitungen (LEV) vorgeschriebenen Abstände einhalten können. Der in der Studie gewählte Leiter ist ein Aluminium-Stahl-Leiter mit einem Querschnitt von 374.3 mm^2 , der für einen Strom von 790A bei 20 °C ausgelegt ist.

3.1.2 *Kabel (Erdleitung) Strecke Schaltstation – Mast 1:*

Um die Leistung von 19 MVA zu übertragen, werden pro Phase für diese Strecke drei Kabel mit einem Querschnitt von 240mm^2 Aluminium erforderlich.

Bemerkung:

Da Kabel mit Aluminiumleitern leichter als Kupferkabel sind, wurden diese für diesen Abschnitt bevorzugt. Der Transport muss per Hubschrauber erfolgen, um den Abschnitt zu verlegen.

3.1.3 *Strecke Mast 10 – UW Gondo 16.5 kV:*

Um die Leistung von 19 MVA zu übertragen, werden pro Phase für diese Strecke zwei Kabel mit einem Querschnitt von 400mm^2 Kupfer erforderlich.

Bemerkung:

Parallel zu dieser Verbindung verlaufen weitere Kabel, die bei der thermischen Dimensionierung berücksichtigt wurden.

3.2 Trasse:

Der direkte Weg von Alpe hinunter nach Gondo führt über ein topografisch sehr schwieriges Gelände und beträgt ca. 2km. Infolge der schwierigen geologischen Beschaffenheit vom Terrain und in Anbetracht der fast senkrechten Felswand im Talgrund ist eine Verkabelung nicht möglich. Die Durchführung einer gesteuerten Bohrung war in Betracht gezogen worden, diese Lösung erwies sich jedoch als technisch nicht durchführbar. Zum Abtransport der produzierten Energie über dieses felsige und sehr steile Terrain zum UW Gondo ist eine Freileitung erforderlich.

Die nachstehende Abbildung 1 zeigt die örtlichen Gegebenheiten der Variante UW Gondo.

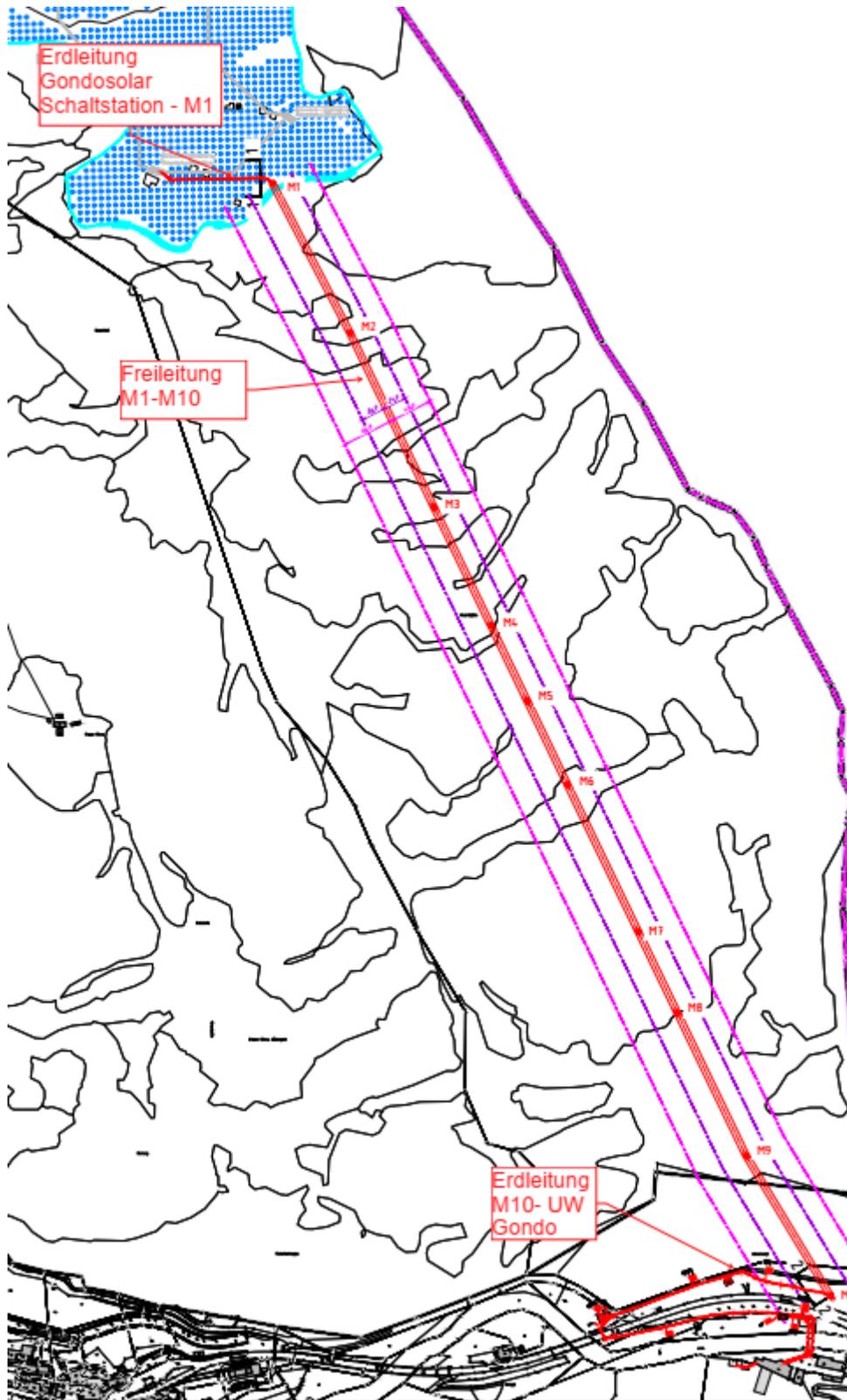


Abbildung 1: Übersichtsplan Variante: MS-Leitung nach UW Gondo

Die Verbindungen zwischen der Schaltstation und Mast 1 sowie zwischen Mast 10 und UW Gondo werden unterirdisch verlegt.

3.2.1 Freileitung (M1-M10)

Länge der Freileitungsstrecke: ~1500m

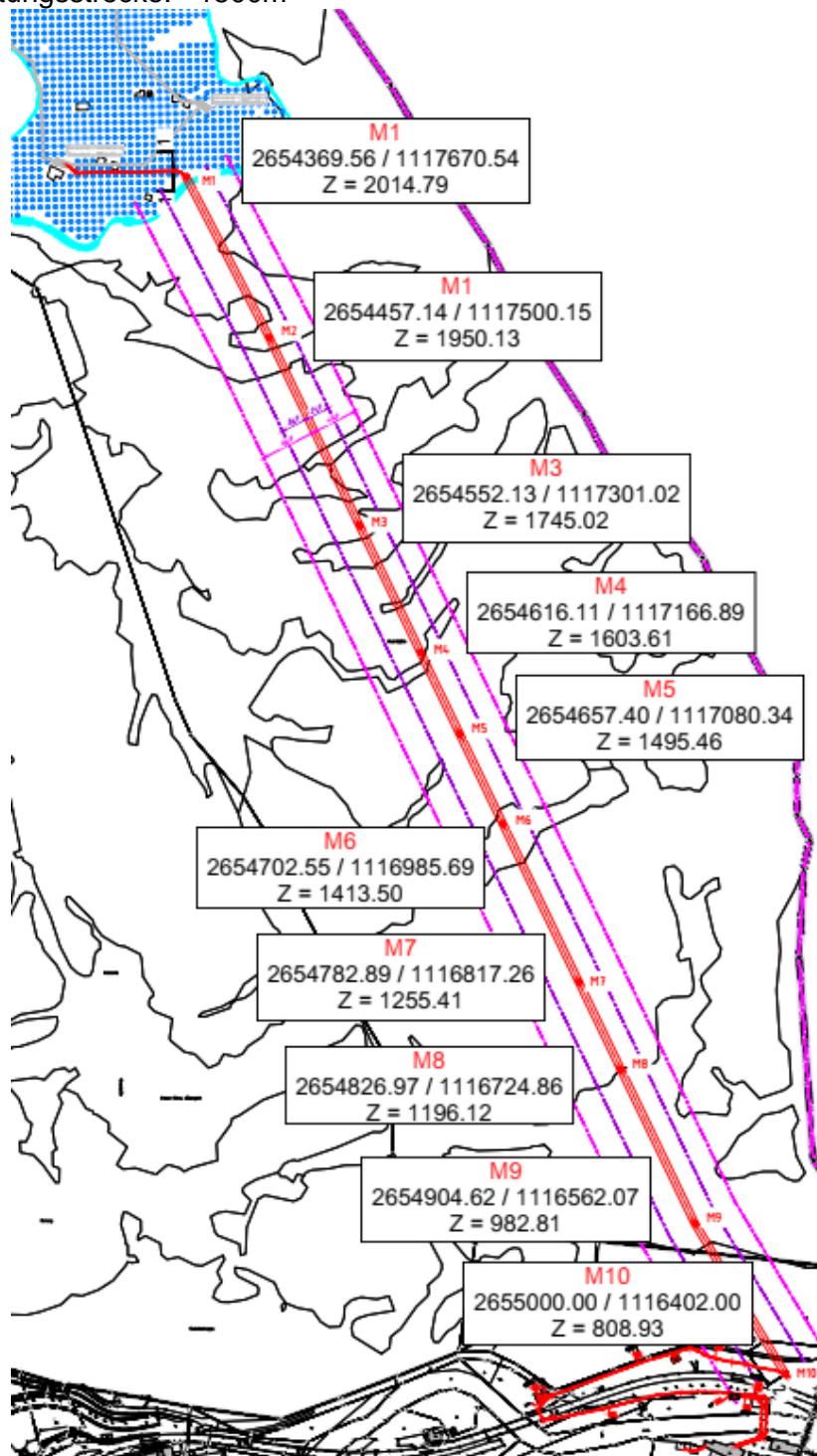


Abbildung 2: Übersichtsplan Freileitungstrecke M1-M10

Die IED ENGINEERING untersuchte die Machbarkeit einer solchen Freileitung in diesem unzugänglichen Terrain.

3.2.2 Erdleitung Gondosolar Schaltstation – M1

Länge der Kabelstrecke Gondosolar Schaltstation - Mast 1 : ~140m

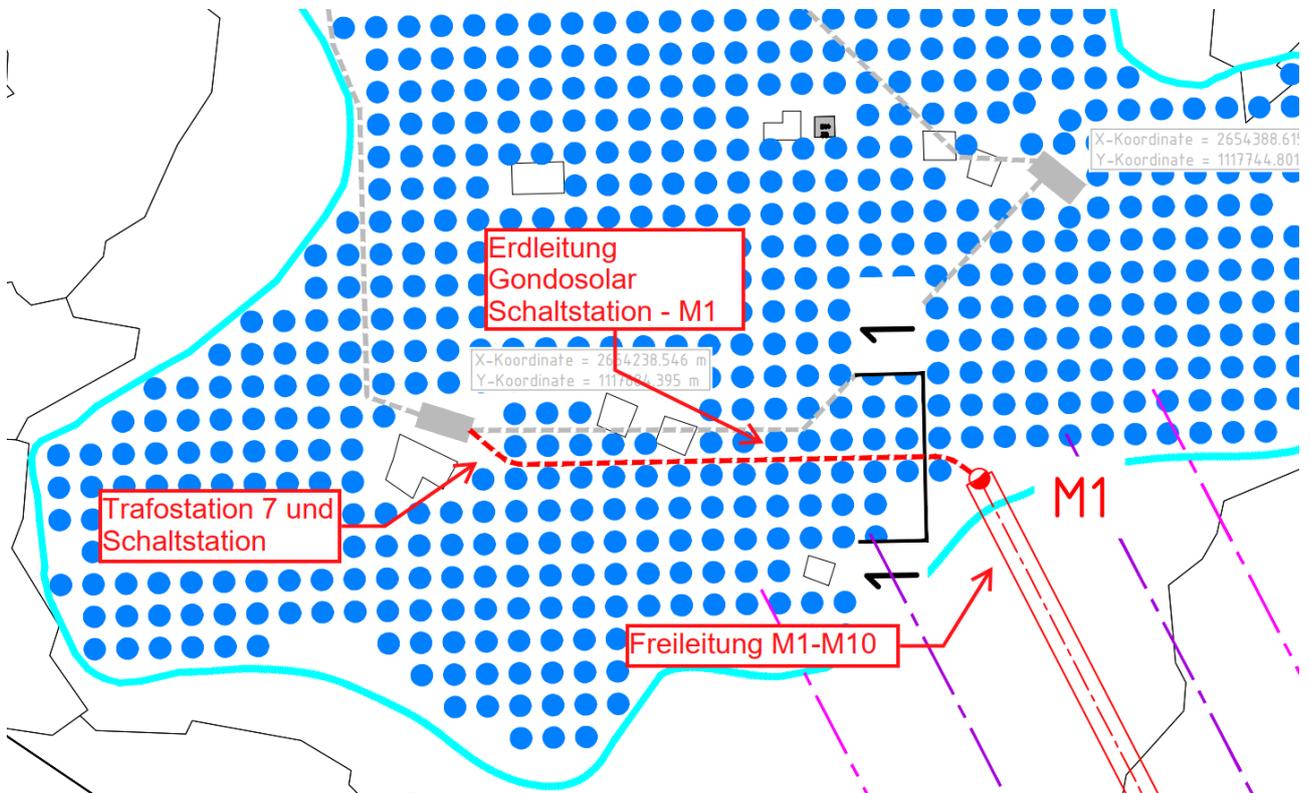


Abbildung 3: Übersichtsplan Erdleitung Gondosolar Schaltstation – M1

Der Rohrblock wird 4 Rohre enthalten: 3 Rohr \varnothing 150 mm für die Mittelspannungskabel (3x3x1x 240Alu) und 1 Rohr \varnothing 100 mm für die Glasfaser und den Erdleiter.

3.2.3 Erdleitung M10 – UW Gondo

Länge der Kabelstrecke Mast 10 – UW Gondo 16kV: 500m

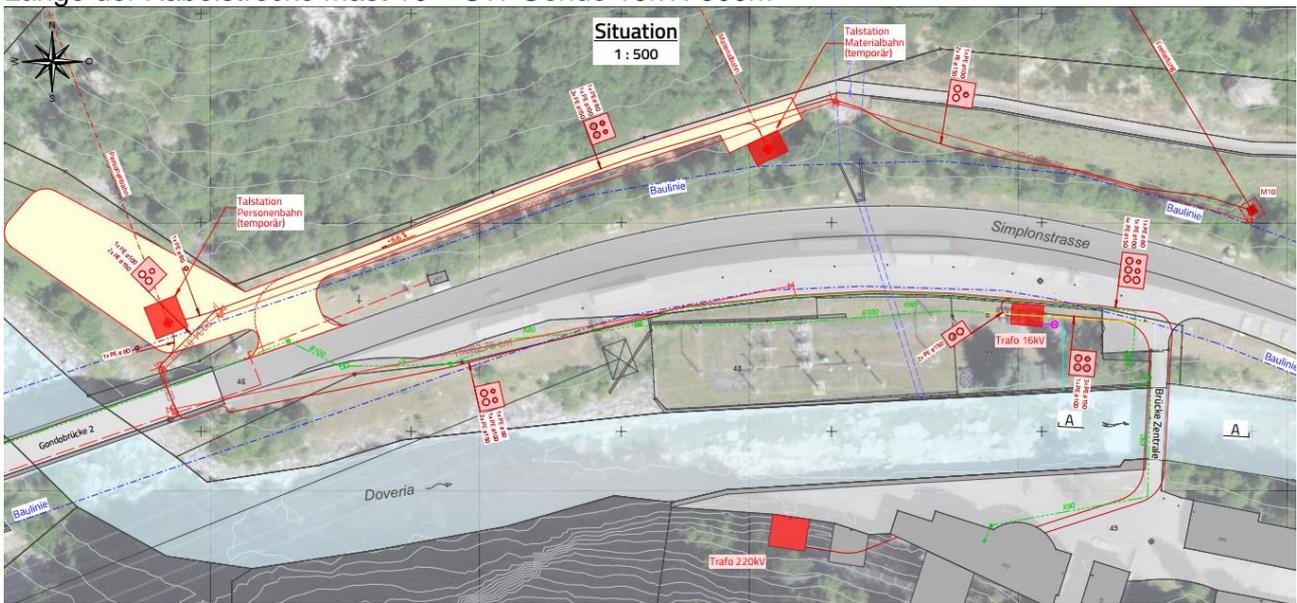


Abbildung 3: Übersichtsplan Erdleitung M10 – UW Gondo

Der Rohrblock wird 3 Rohre enthalten: 2 Rohr \varnothing 150 mm für die Mittelspannungskabel (2x3x1x 400 Cu) und 1 Rohr \varnothing 100 mm für die Glasfaser und den Erdleiter.

3.3 Technische Daten Freileitung

Allgemeine Daten:

Betriebsspannung: 16kV
Frequenz : 50Hz

Leiterseildaten:

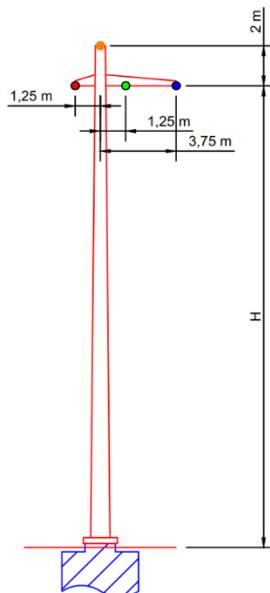
Seiltyp: Aluminium/Stahl (Al/St)
Querschnitt: 374.3 mm².
Diameter : 25.15 mm
Maximaler HS-Strom: 790A @ 20°C

Erdseildaten:

Seiltyp: Aldrey (Ad)
Glasfasern : 48
Querschnitt: 308 mm².
Diameter : 22.8 mm

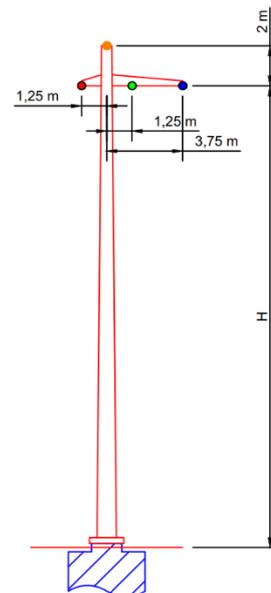
Tragwerksart:

Material: Stahl
Typ: Achteckig
Höhe h/Boden: zwischen 15 und 45 m.
Funktion: Abspannmast oder Endmast



Mastbild Typ 1 (Endmast)

H = 26m (M1)
H = 20m (M10)



Mastbild Typ 2 (Abspannmast)

H = 26m (M2)
H = 36m (M3, M6)
H = 40m (M4, M5)
H = 30m (M7, M8, M9)

Abbildung 4: Mastbild Typ 1 und 2

3.3.1 Technische Daten MS-Kabel Gondosolar Schaltstation – M1

Spannung	12/20kV
Kabeltyp	XKDT
Isolation	XLPE
Leiterquerschnitt	3x (3x1x240mm ²) Aluminium
Nennstrom	686A

3.3.2 Technische Daten MS-Kabel M10 – UW Gondo 16.5 kV

Spannung	12/20kV
Kabeltyp	XKDT
Isolation	XLPE
Leiterquerschnitt	2x (3x1x400mm ² Kupfer)
Nennstrom	686A

3.4 Kosten

MS Leitung Schaltstation Gondosolar - UW Gondo	
Total MS-Leitung: Schalstation Gondosolar - Mast 1	CHF 65'210
Total Freileitung: Mast 1 Alpjerung - Mast 10 Gondo	CHF 1'750'000
Total MS-Leitung: Mast 10 - UW Gondo	CHF 303'360
Total Projektierung und Bauleitung	CHF 211'857
Total Unvorhergesehenes & Gebühren	CHF 211'857
Total div. Kleinmaterial	CHF 211'857
Total für MS-Leitungen	CHF 2'754'141

3.5 MKF-Berechnung

	<u>Erdleitung oder Teilverkabelung:</u>	
	<u>Anteil Erdleitung:</u>	<u>Anteil Freileitung:</u>
a. Planungskosten	36'857 CHF	175'000 CHF
b. Kosten für den Grunderwerb und die Einräumung von Rechten und Dienstbarkeiten	4'561 CHF	10'103 CHF
c. Kosten für Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen	0 CHF	50'000 CHF
d. Kosten für Material	223'884 CHF	1'050'000 CHF
e. Bau- und Montagekosten	218'400 CHF	1'050'000 CHF
f. Kosten für den Rückbau von bestehenden Leitungen	0 CHF	0 CHF
g. Kosten für Instandhaltung und Reparatur	567 CHF	74'223 CHF
h. Kosten für den Ersatz einzelner Komponenten	302'484 CHF	343'200 CHF
i. Kosten der Energieverluste	7'964 CHF	107'367 CHF
Gesamtkosten	794'717 CHF	2'859'893 CHF
	3'654'609 CHF	

4. Erdverlegung nach UW Gabi via Alpje

Bei dieser Variante erfolgt der Energieabtransport über ein Mittelspannungskabel.

4.1 Kabeldimensionierung

Um die Leistung von 19MVA zu übertragen, werden pro Phase zwei Kabel mit einem Querschnitt von 300mm² Kupfer erforderlich.

Die Kabel wurden so dimensioniert, dass sie die Leistung von 19 MVA übertragen können, aber auch unter Berücksichtigung der Transportbeschränkungen (einige Abschnitte mit dem Hubschrauber) und um den Spannungsabfall auf ~4-5% zu begrenzen.

4.2 Trasse



Abbildung 5 : Übersichtsplan Variante: MS-Leitung UW Gabi via Alpje

Bei dieser Variante kann die Trasse in die nachstehenden Abschnitte unterteilt werden:

- Wanderweg: Alpjerung – Alpje
- Stollen: Alpie – Wasserschloss Spitzenstein
- Wasserschloss Spitzenstein – UW Gabi

4.2.1 Wanderweg: Alpjerung – Alpje

In diesem Abschnitt wird im bestehenden Wanderweg ein Kabelrohrblock verlegt:

Die Mittelspannungskabel werden anschliessend als Einzelleiter in die verlegten Kabelschutzrohre eingezogen. In diesem Abschnitt müssen die Kabelrollen per Helikopter transportiert werden, da keine Zufahrtsmöglichkeiten vorhanden sind. Die Kabelzüge erfolgen mit einem gebremsten Abrollbock.

Länge der Kabelstrecke Wanderweg: Alpjerung – Alpje: ~4250m

Die nachstehende Abbildung zeigt der Abschnitt Alpjerung – Alpje.

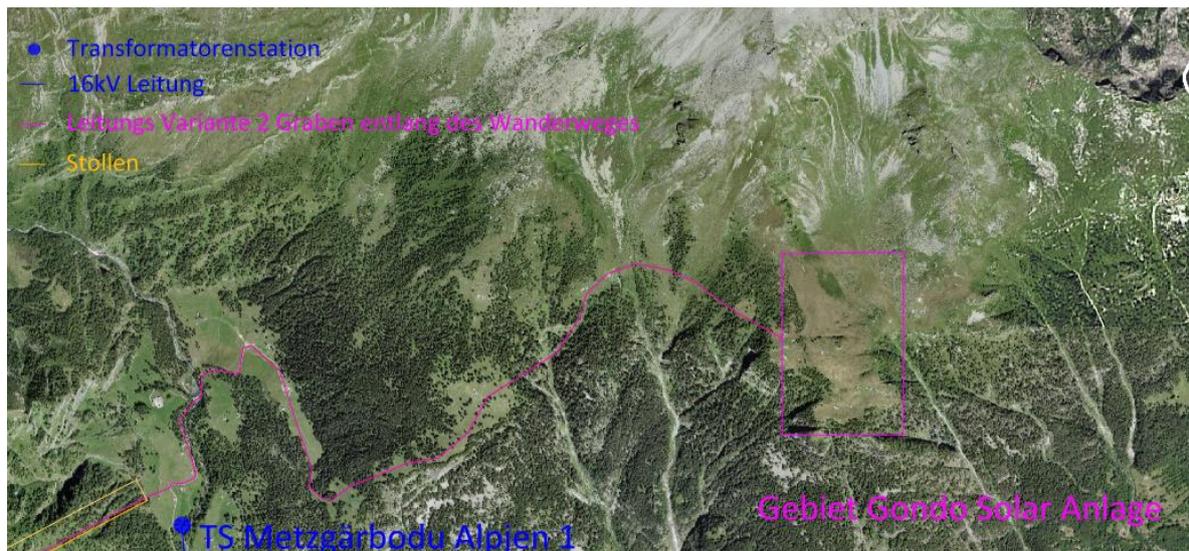


Abbildung 6: Übersichtsplan Variante MS-Leitung: Abschnitt Wanderweg Alpjerung – Alpje

Der Rohrblock wird 7 Rohre enthalten: 6 Rohre \varnothing 120 mm für die Mittelspannungskabel und 1 Rohr \varnothing 100 mm für die Glasfaser und den Erdleiter.

4.2.2 Stollen: Alpje – Wasserschloss Spitzenstein

In diesem Teil wird die MS-Leitung in einem bestehenden ca. 2.6km langen Wasserstollen verlegt. Die nachstehende Abbildung Nr. 7 zeigt den Zustand vom Wasserstollen.



Abbildung 7: Situationsplan Wasserstollen

Die Kabelschutzrohre (Insgesamt 7 Rohre => 6 Rohre \varnothing 120 mm für die Mittelspannungskabel und 1 Rohr \varnothing 100 mm für die Glasfaser und den Erdleiter) werden über eine Metallkonstruktion an der Seitenwand montiert. Anschliessend werden die Mittelspannungskabel in die Rohre eingezogen. Die nachstehende Abbildung Nr. 8 zeigt ein Querprofil des Wasserstollen mit der Metallkonstruktion.

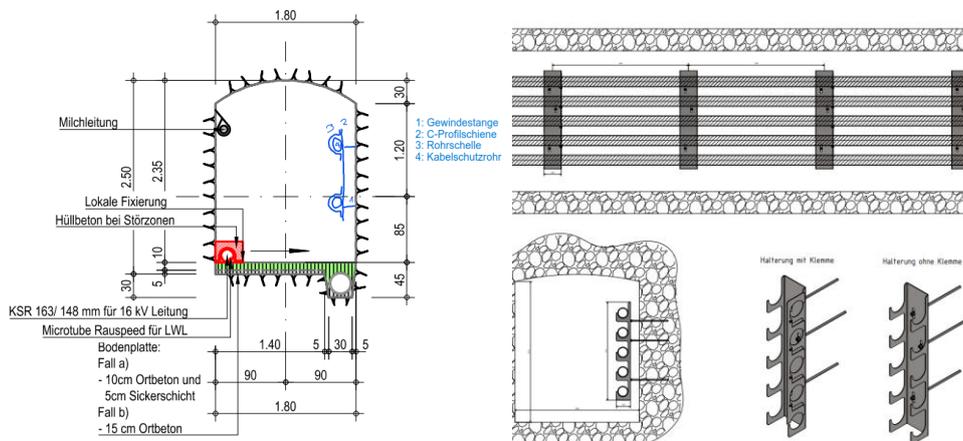


Abbildung 8: Metallkonstruktion Kabelschutzrohraufhängung Wasserstollen

Wenn möglich erfolgt der Transport der Kabelrollen nach Alpje über die asphaltierte Strasse. Zum Einlass der Mittelspannungskabel in den Wasserstollen muss eine Baupiste für das Verlegfahrzeug errichtet werden. Ist der Transport nicht möglich, erfolgt er per Helikopter.

4.2.3 Wasserschloss Spitzenstein - UW Gabi

In diesem Bereich muss vom Wasserschloss Spitzenstein bis zum unteren Anschluss des Druckschachtes ein neuer Kabelgraben (L = ca. 900m) erstellt werden.

Die Mittelspannungskabel werden anschliessend als Einzelleiter in die verlegten Kabelschutzrohre eingezogen.

Der Rohrblock wird 7 Rohre enthalten. (6 Rohre \varnothing 120 mm für die Mittelspannungskabel und 1 Rohr \varnothing 100 mm für die Glasfaser und den Erdleiter).

Die nachstehende Abbildung zeigt den Situationsplan.



Abbildung 9: Situationsplan Wasserschloss Spitzenstein – UW Gabi

Um zum UW Gabi zu gelangen, muss die nördlich liegende Schlucht vor dem UW Gabi überquert werden. Hierfür wird beidseitig der Schlucht einen Mast aufgestellt. Anschliesslich wird die Schlucht per Freileitung überquert und über einen Kabelgraben zum UW Gabi geführt.

4.3 Technische Daten MS-Kabel

Spannung	12/20kV
Kabeltyp	XDMZ oder XDAIuT
Isolation	XLPE
Leiterquerschnitt	2x3x1x300 mm ² Kupfer
Nennstrom	686A

4.4 Kosten

MS Leitung Schaltstation Gondosolar - UW Gabi	
Total MS-Leitung: Wanderweg: Alpjerung – Alpje	CHF 2'811'520
Total MS-Leitung: Stollen: Alpje – Wasserschloss Spitzenstein	CHF 1'713'800
Total MS-Leitung: Wasserschloss Spitzenstein - UW Gabi	CHF 1'163'900
Total Projektierung und Bauleitung	CHF 568'922
Total Unvorhergesehenes & Gebühren	CHF 568'922
Total div. Kleinmaterial	CHF 568'922
Total für MS-Leitungen	CHF 7'395'986

4.5 MKF-Berechnung

	<i>Erdleitung oder Teilverkabelung:</i>	
	<i>Anteil Erdleitung:</i>	<i>Anteil Freileitung:</i>
a. Planungskosten	568'922 CHF	0 CHF
b. Kosten für den Grunderwerb und die Einräumung von Rechten und Dienstbarkeiten	64'100 CHF	0 CHF
c. Kosten für Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen	0 CHF	0 CHF
d. Kosten für Material	2'285'424 CHF	0 CHF
e. Bau- und Montagekosten	4'541'640 CHF	0 CHF
f. Kosten für den Rückbau von bestehenden Leitungen	0 CHF	0 CHF
g. Kosten für Instandhaltung und Reparatur	7'969 CHF	0 CHF
h. Kosten für den Ersatz einzelner Komponenten	2'957'506 CHF	0 CHF
i. Kosten der Energieverluste	141'845 CHF	0 CHF
Gesamtkosten	10'567'406 CHF	0 CHF
	10'567'406 CHF	

5. Schlussfolgerung

Die Realisierung einer gemischten Verbindung (ober- und unterirdisch) für die Ableitung der von Gonsosolar erzeugten Energie über UW Gondo ist finanziell eindeutig vorteilhafter als eine unterirdische Verbindung über UW Gabi. Der Mehrkostenfaktor beträgt 2.9, was weit über dem Faktor 2 liegt, der in Artikel 11b der OLEI angegeben ist.

Zum anderen ist ein von Pronat verfasster Zusatzbericht zum Vergleich der Umweltauswirkungen der beiden Varianten beigefügt.

Daraus ergeben sich für die 2 Varianten folgende Vor- und Nachteile:

UW Gondo	UW Gabi
+ Kleinerer Eingriff	- IVS national mit Substanz
+ Kürzere Strecke = weniger Energieverlust	- Geschützte Vegetation
- Freileitung ist sichtbar	- Grösserer Eingriff
+ Rückbau Freileitung Casermatta - Alpje	+ Nach Abschluss Bauarbeiten nicht mehr sichtbar (bis Alpje)
+ Weniger als halbe Kosten	- Freileitung Casermatta – Alpje kann nicht rückgebaut werden

Darüber hinaus ist die Anschlussvariante in Gondo auch für Swissgrid eine bessere Lösung.

Swissgrid und EES haben den Netzanschluss von Gondosolar seit Beginn der Projektidee gemeinsam diskutiert und optimiert. Die Netztopologie im Simplongebiet ist auf Ebene Verteilnetz und Übertragungsnetz aufgrund der Gegebenheiten und Historie speziell. Gemeinsame Überlegungen zu verschiedenen Varianten haben ergeben, dass das Unterwerk (UW) Gondo der Anschlusspunkt ist, bei dem die Realisierbarkeit am höchsten erscheint und volkswirtschaftlich (PV-Anlage, Verteilnetz, Übertragungsnetz) die geringsten Kosten zu erwarten sind. Die Varianten mit Anschlusspunkt im UW Gabi wurden aus folgenden Gründen zurückgestellt: Kein Platz für einen weiteren Transformator oder Tausch des gerade erst beschafften Transformators (EES), Anlagentopologie im UW Gabi auf Verteilnetzebene nicht geeignet und hohe Kosten für Umbau (EES), kein Platz für eine vollwertige Anlage mit mehreren Feldern (Swissgrid). Gabi ist als Dreibein an die Leitung Mörel-Serra angeschlossen und hat eine leicht schlechtere Verfügbarkeit als Gondo (Swissgrid). Für eine Realisierung des Anschlusses im UW Gabi wären aus Sicht Swissgrid deutlich höhere volkswirtschaftliche Kosten zu erwarten gewesen. Aus diesen Gründen steht Swissgrid hinter dem Entscheid der EES, den Anschluss von Gondosolar im UW Gondo zu realisieren.