

Trasse für eine Erdverlegung der 380/220-kV-Leitung Mettlen (LU) - Samstagern (ZH)

Erweiterte Machbarkeitsstudie

Zusammenfassender Bericht zur Trassenwahl (Management-Auszug)
6. April 2018



Projektteam

Günther Fässler
Matthias Kruse
Remo Hug
Fabiana Henke

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 3. Mai 2018
Management Auszug.docx

Dokumentengeschichte

Version	Autor	Datum	Korreferent	Bemerkungen
1.0	KRU/FAG/FHE	15.12.2017		Entwurf
1.1	KRU/FAG/FHE	26.02.2018	H. Wahl	Gut zum Druck
1.2	KRU/FAG/FHE	28.03.2018	H. Wahl	Korrekturen
1.3	KRU/FAG/FHE	6.04.2018	H. Wahl	Definitive Abgabe

Zusammenfassung

Am 3. November 2015 wurde EBP Schweiz AG, unterstützt durch die Axpo Power Netze AG, vom Kanton Zug beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für die Erdverlegung der bestehenden 380/220-kV-Freileitung zwischen dem Unterwerk Mettlen (LU) und Unterwerk Samstagern (ZH) zu erarbeiten. Das Ziel der Studie bestand darin, ein Variantenstudium durchzuführen, um für dieses Vorhaben die bestgeeignete Trasse zu bestimmen. Die Trasse soll danach in den Zuger Richtplan eingetragen werden, um sie langfristig zu sichern und freizuhalten.

Die Arbeit wurde durch ein fachliches und politisches Gremium begleitet, das im Rahmen von Workshop-Veranstaltungen in die entscheidenden Projektphasen einbezogen wurde und Gelegenheit hatte, seine Meinung zur Variantenentwicklung, der Auswahl der Grobvarianten, der Definition der Feinvarianten und zur Auswahl der Bestvariante einzubringen.

Am 26. Oktober 2016 fand der 3. und letzte Workshop statt. Die Planer untersuchten und bewerteten im Vorfeld insgesamt fünf Feinvarianten. Im Rahmen des Workshops wurden diese diskutiert und anschliessend drei Varianten bestimmt, welche aufgrund der umfangreichen Bewertung am besten abgeschnitten haben. Die Gemeinden Gisikon und Honau, die nicht im Begleitgremium vertreten waren, wurden am 28. November 2016 über das Ergebnis der Studie orientiert.

Im Rahmen des Mitwirkungsverfahrens wurden die betroffenen Gemeinden und Kantone sowie die involvierten Fachstellen von Bund und Kantonen am 23. Januar 2017 eingeladen, zu den favorisierten drei Varianten Stellung zu nehmen. Aufgrund der Rückmeldungen entschied das Amt für Raumplanung darüber, welche Variante in den Richtplan des Kantons Zug aufgenommen werden soll.

Aufgrund der Stellungnahmen gelangt das Amt zum Schluss, dass die Stollenvariante Süd (F1.S) die besten Voraussetzungen für die Mehrheitsfähigkeit bietet und dass sie darum in den Richtplan für die Erdverlegung der 380/220-kV-Leitung aufzunehmen sei.

Die für den Richtplaneintrag vorgesehene Trasse von UW Samstagern bis UW Mettlen ist im Anhang A6 (Übersichtsplan Erdverlegung Mettlen-Samstagern) dargestellt. Das Längenprofil bzw. die Tiefenlage der Stollenabschnitte kann dem Anhang A7 entnommen werden.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage und Ziele	7
2.	Verweis auf Gesamtdossiers	9
3.	Zusammenfassung des Auswahlverfahrens	9
4.	Trassenvarianten für Feinvariantenvergleich	12
5.	Bewertung und Vergleich der Trassenvarianten	17
6.	Folgerungen und Empfehlungen	25
7.	Mitwirkungsverfahren	27
8.	Gewählte Trasse für den Richtplaneintrag	33
9.	Abzuklärende Themen und Vertiefungen in der nächsten Projektphase	35
10.	Glossar	41

Anhänge

- A1 Fachliches und politisches Begleitgremium
- A2 Korridor Mitte
- A3 Typische Normalprofile
- A4 Layout Muffenschächte bei Grabenvarianten
- A5 Wirkungsbereich der nicht ionisierenden Strahlung
- A6 Übersichtplan Erdverlegung Mettlen-Samstagen
- A7 Längenprofil Erdverlegung Mettlen-Samstagen

Abbildungen

Abbildung 1: Bestehende Freileitung Mettlen – Benken/Grynau im Kanton Zug..	7
Abbildung 2: Projektgebiet, Abschnitte und bevorzugte Korridore (blaue Pfeile)	10
Abbildung 3: Korridor Süd	12
Abbildung 4: Korridor Nord	14
Abbildung 5: Korridor Diagonal	16
Abbildung 6: Vergleich der Investitionskosten	22
Abbildung 7: See-Einführung auf der Ostseite des Zugersees - Planungsstand Feinvariantenvergleich	33
Abbildung 8: Angepasste See-Einführung auf der Ostseite des Zugersees.....	34

Tabellen

Tabelle 1: Ausgewählte Trassenvarianten für den Feinvariantenvergleich	12
Tabelle 2: Hauptkriterien für die Bewertung der Korridorvarianten	17
Tabelle 3: Qualitative Bewertung der Raumentwicklung	18
Tabelle 4: Quantitative Bewertung der Raumentwicklung	18
Tabelle 5: Qualitative Bewertung der (strom-)technischen Aspekte	19
Tabelle 6: Quantitative Bewertung der (strom-)technischen Aspekte	19
Tabelle 7: Qualitative Bewertung der Umweltschonung	20
Tabelle 8: Quantitative Bewertung der Umweltschonung	20
Tabelle 9: Gesamtübersicht zur quantitativen Bewertung nach den drei BFE-Pfeilern	21
Tabelle 10: Akzeptanz in der Öffentlichkeit – Bewertung.....	23
Tabelle 11: Auswirkung der Etappierung an der Kantonsgrenze Zug	24
Tabelle 12: Gesamtfazit.....	26
Tabelle 13: Stellungnahmen der Gemeinden im Kt. Zug	27
Tabelle 14: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Luzern	28
Tabelle 15: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Aargau	28
Tabelle 16: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Zürich	29
Tabelle 17: Stellungnahmen Ämter und Dritte	30

1. Ausgangslage und Ziele

Zwischen Mettlen (LU) und Benken/Grynau (SG) verläuft eine 380/220-kV-Freileitung des schweizerischen und europäischen Übertragungsnetzes. Die Freileitung tangiert das Siedlungsgebiet in verschiedenen Gemeinden empfindlich und auch das Landschaftsbild leidet unter der Hochspannungsleitung.



Abbildung 1: Bestehende Freileitung Mettlen – Benken/Grynau im Kanton Zug
mit Anschluss an die Unterwerke Mettlen, Altgass und Samstagern von li nach re
(Karte: Wikipedia)

Die Leitung hält die geltenden Emissions-Grenzwerte für bestehende Anlagen ein. Sie hat ihre Lebenserwartung noch lange nicht erreicht. Der Zuger Kantonsrat strebt langfristig eine unterirdische Führung der Leitung an.

Am 3. November 2015 wurde EBP Schweiz AG, unterstützt durch die Axpo Power Netze AG, vom Kanton Zug beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für die Erdverlegung der bestehenden 380/220-kV-Freileitung zwischen dem Unterwerk Mettlen (LU) und Unterwerk Samstagern (ZH) zu erarbeiten. Das Ziel der Studie bestand darin, ein Variantenstudium durchzuführen, um für dieses Vorhaben die bestgeeignete Trasse zu bestimmen. Die Trasse soll danach im Zuger Richtplan festgesetzt werden, um sie langfristig zu sichern und freizuhalten. Sie soll auch in die strategischen Netzüberlegungen des Bundesamtes für Energie (BFE) und der Swissgrid AG einfließen.

Für das Studium wurde vorgegeben, folgende Varianten zu prüfen:

- Eine reine Erdverlegung (Kabelblock oder ev. Leitungstunnel) von UW Mettlen bis UW Samstagern.
- Eine reine bergmännische Stollenlösung über den gleichen Abschnitt.
- Für diese beiden Lösungen je eine Untervariante, die nur auf dem Kantonsgebiet liegt, jedoch eine Ausdehnung auf die gesamte Strecke zulässt.
- Wenn möglich, Kombinationsmöglichkeiten von Erdverlegung / Stollenlösung.

— Wenn möglich, sollte die Mehrfachnutzung von Korridoren bestehender Infrastrukturen (z.B. die Autobahn A4) geprüft werden.

Die technische Machbarkeit der vorgeschlagenen Trasse war nachzuweisen, auch im Diskurs mit der Eigentümerin der bestehenden Anlage (Swissgrid AG).

Abklärungen mit potentiell betroffenen Grundeigentümerinnen und -eigentümern sowie alternative Linienführungen als Freileitung waren explizit nicht Bestandteil des Auftrags. Ebenso sollte die Machbarkeitsstudie auf heutigem technologischen Knowhow und absehbaren Rahmenbedingungen beruhen.

Die Trassenfindung erfolgte im Rahmen eines transparenten Prozesses, in welchem die politische und fachliche Begleitgruppe eingebunden war und mitwirken konnte (siehe Anhang 1). Das Gremium kam an drei Workshops zusammen. Die Gemeindevertreter von Hünenberg, Cham und Menzingen wie auch Swissgrid nahmen darüber hinaus Einsitz in das Projektteam.

Am 26. Oktober 2016 fand der 3. und letzte Workshop statt. Die Planer untersuchten und bewerteten im Vorfeld insgesamt fünf Feinvarianten. Im Rahmen des Workshops wurden diese diskutiert und anschliessend drei Varianten bestimmt, welche aufgrund der umfangreichen Bewertung am besten abgeschnitten haben. Die Gemeinden Gisikon und Honau, die nicht im Begleitgremium vertreten waren, wurden am 28. November 2016 über das Ergebnis der Studie orientiert.

Im Rahmen eines Mitwirkungsverfahrens wurden die betroffenen Gemeinden und Kantone sowie die involvierten Fachstellen von Bund und Kantonen am 23. Januar 2017 eingeladen, zu den favorisierten drei Varianten Stellung zu nehmen. Erst auf Grund dieser Rückmeldungen entschied das Amt für Raumplanung darüber, welche Variante in den Richtplan des Kantons Zug aufgenommen werden soll.

Mit diesem Dossier wird dokumentiert, wie der Entscheid für die Stollenvariante Süd (F1.S) zustande gekommen ist und welche Vertiefungen bei einer künftigen Konkretisierung des Vorhabens weiterhin erforderlich sind.

Für das Verständnis sind die wichtigsten Begriffe im Glossar erläutert. Die typischen Normalprofile der Erdverlegungsvarianten «Stollen» und «Graben» können dem Anhang A3 entnommen werden, das Layout eines Muffenschachtes dem Anhang A4.

2. Verweis auf Gesamtdossiers

Der vorliegende Management-Auszug umfasst ausschliesslich den «zusammenfassenden Bericht zur Trassenwahl» inklusive die Anhänge A6 und A7 mit dem Übersichtsplan und dem Längenprofil zur Erdverlegung Mettlen-Samstagern.

Die Studie wird vollumfänglich dokumentiert durch ein Gesamtdossier, das die folgenden Berichte und Planbeilagen umfasst:

- Den «**zusammenfassenden Bericht zur Trassenwahl**» (= vorliegendes Dokument), worin das Auswahlverfahren, die Bewertung und der Vergleich der Trassenvarianten sowie das Ergebnis des Mitwirkungsverfahrens übersichtlich dargelegt werden
- Den «**Grundlagenbericht**», in welchem die Projektgrundlagen und -anforderungen, die technischen Untersuchungen sowie die Entwicklungsstadien vom Grobvariantenstudium zur Feinvariantenauswahl erläutert werden.
- Die Planbeilage A, worin die dem Feinvariantenvergleich zu Grunde liegende deskriptive Bewertung nachvollziehbar dargelegt wird.
- Die Planbeilagen B1-B15, welche die für den Richtplaneintrag gewählte Variante in einem Übersichtsplan und Längenprofil M=1:25'000 und die Detailsituationen im Massstab 1:2'000 aufzeigt.
- Die Planbeilagen B16-B19, welche die untersuchten Varianten des Feinvariantenstudiums im Massstab 1:25'000 darlegt
- Die Planbeilagen B20-B25, die mit Plänen im Massstab 1:25'000 die verschiedenen Entwicklungsstadien des Grobvariantenstudiums dokumentiert.

3. Zusammenfassung des Auswahlverfahrens

Die Machbarkeitsstudie durchlief drei Planungsphasen.

In der **ersten Phase** wurde der Planungssperimeter festgelegt und dieser in fünf charakteristische Teilabschnitte unterteilt.

Die Analyse des Netzzustandes 2025 hat gezeigt, dass für die übergeordnete Stromversorgung der Schweiz die Leitungsverbindung Mettlen-Samstagern-Grynau zwingend erforderlich ist. Sie muss durch den Kanton Zug aufrecht erhalten bleiben, denn ausserhalb vom Kanton bestehen keine alternativen Leitungstrassen. Die Breite des Planungssperimeters wurde aus diesem Grund auf den Kanton Zug beschränkt. Eine nördliche Umgehung des Kantons kam genauso wenig in Frage wie eine südliche. Der zweckmässige Projektperimeter wurde gemäss der gelb markierten Fläche in Abbildung 1 definiert. Auf Grund der geografischen Situation standen nördliche, südliche oder diagonale Korridore im Vordergrund.

Auf Grund der geografischen und politischen Situation des Kantons wurden innerhalb des Planungsperimeters folgende Abschnitte ausgeschieden:

- A. UW Mettlen – Kantonsgrenze LU/ZG
- B. Kantonsgrenze LU/ZG – UW Altgass
- C. UW Altgass – Linie Inwil/Baar/Sihlbrugg
- D. Linie Inwil/Baar/Sihlbrugg – Sihl (Kantonsgrenze ZG/ZH)
- E. Sihl (Kantonsgrenze ZG/ZH) – UW Samstagern

Für jeden einzelnen Teilabschnitt wurden alle denkbaren und sinnvollen Grobvarianten entworfen und studiert.

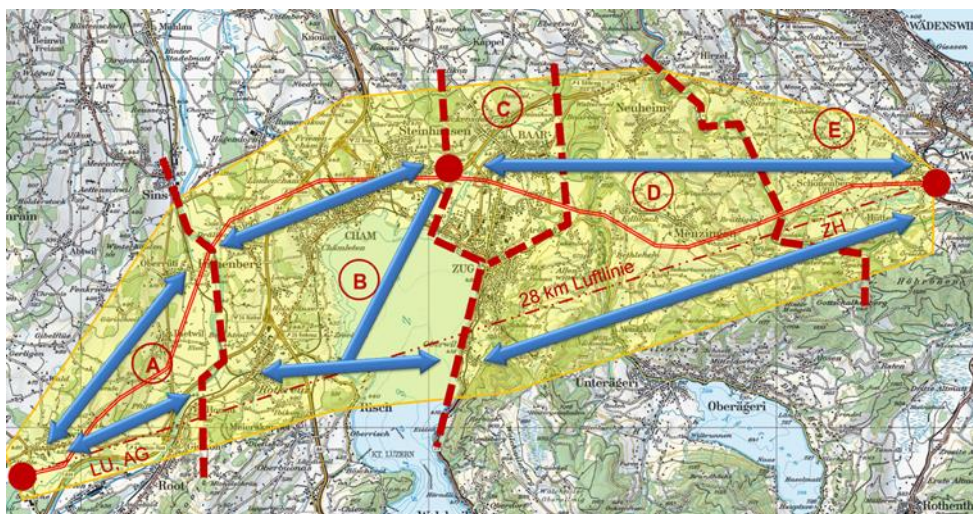


Abbildung 2: Projektgebiet, Abschnitte und bevorzugte Korridore (blaue Pfeile)
im Hinblick auf das Grobvariantenstudium:

Mittels einer Negativplanung wurden vorgängig die absoluten Ausschlussflächen (sogenannte No-Go-Zonen) identifiziert, in denen keine Kabelanlagen gebaut werden dürfen. Dies betraf vor allem Moorlandschaften, Hoch- und Flachmoore, Auen, Trockenwiesen- und -weiden, die Grundwasserschutzzonen S1 und S2 sowie die kantonalen Naturschutzzonen (Zone A). Im Weiteren wurden auch konfliktträchtige Gebiete berücksichtigt, in welchen nur unter Auflagen gebaut werden dürfte.

In der **zweiten Phase** wurden die Grobvarianten, die noch keine exakte Linienführung, sondern erst einen denkbaren Korridor darstellten, bezüglich der technischen und bewilligungsrechtlichen Machbarkeit überprüft. Aufgrund dieser Überprüfung wurden einzelne Grobvarianten vorzeitig ausgeschieden oder angepasst. Die verbliebenen wurden einem Grobvariantenvergleich unterzogen und nach den folgenden Kriterien beurteilt:

- Linienführung: Beanspruchung von Strassenraum, bauliche Engpässe
- Bautechnischer Aufwand: Grundwasserschutz, Komplexität Stollen- und Grabenbau
- Raumentwicklung: Ortsbild, Denkmalschutz, Archäologie, Naherholung, eigentumsrechtliche Eingriffe, Behinderung Entwicklungsmöglichkeiten
- Technische Aspekte: Machbarkeit, Naturgefahren, Zugänglichkeit

- Umweltschonung: Nicht ionisierende Strahlung (NIS), kommunaler Naturschutz, Walderhaltung, Landschaftsschutz, Geotope, Bodenschutz, Grundwasser, Oberflächengewässer

Methodisch wurden die Varianten so beurteilt, dass einzelne Vorbehalte zu den obigen Kriterien aufgelistet und arithmetisch zusammengezählt wurden. Die Vorbehalte bedingen a priori noch keinen Ausschluss einer Variante. Die Summe aus vielen Vorbehalten mindert jedoch die Realisierungschancen einer Variante, so dass letztlich jene bevorzugt werden sollten, welche die wenigsten Vorbehalte aufweisen. Es wurde dabei unterschieden zwischen erheblichen und leichten Vorbehalten. Dieser vereinfachte Variantenvergleich erfolgte mittels gewichteter Aufsummierung der Vorbehalte (erhebliche Vorbehalte mit 100 % Gewicht, leichte Vorbehalte mit 50 % Gewicht). Neben den bereits vorgängig aufgrund von Ausschlusskriterien (Verletzung von nationalen und kantonalen Schutzzonen) ausgeschiedenen Varianten wurden auf diese Weise nochmals drei Grobvarianten resp. partielle Abschnitte ausgeschieden, weil ihnen bessere Alternativen gegenüberstanden.

Aus den verbliebenen Grobvarianten der fünf Teilabschnitte wurden anschliessend zusammenhängende Feinvarianten resp. Planungskorridore gebildet, die vom Unterwerk Samstagern bis zum Unterwerk Mettlen reichen. Dabei galt es, die Grobvarianten so zu kombinieren, dass sie unter Berücksichtigung der räumlichen Verknüpfbarkeit gesamthaft möglichst wenige Vorbehalte bzw. Nachteile aufweisen. Aus diesem Prozess resultierten folgende vier Planungskorridore:

- Süd
- Diagonal
- Nord
- Mitte

Jeder Planungskorridor beinhaltet eine Variante «Graben» (G), wo die Trasse mehrheitlich im Kabelrohrblock verläuft, und eine Variante «Stollen» (S), wo die Trasse mehrheitlich in unterirdischen Stollen geführt wird. Daraus ergaben sich insgesamt acht mögliche Feinvarianten. Für die **dritte Phase**, das Feinvariantenstudium, wurden dann letztlich fünf Varianten für die detailliertere Prüfung und Bewertung ausgewählt, siehe nachfolgendes Kapitel.

4. Trassenvarianten für Feinvariantenvergleich

Das Begleitgremium hat anlässlich des 2. Workshops vom 6. Juni 2016 beschlossen, die fünf in der Tabelle 1 mit «Ja» bezeichneten Korridorvarianten weiter zu verfolgen. Damit wurden, abgesehen vom Korridor Mitte, alle Korridore mit mindestens einer Variante berücksichtigt.

Korridor	Stollen-variante	Graben-variante	Begründung
«Süd»	Ja	Ja	wenige Vorbehalte
«Diagonal»	Ja	Nein	Alternative mit 2-seitiger Einspeisung ins UW Altgass (Redundanz)
«Nord»	Ja	Ja	wenige Vorbehalte
«Mitte»	Nein	Nein	viele Vorbehalte, geringe Realisierungschancen

Tabelle 1: Ausgewählte Trassenvarianten für den Feinvariantenvergleich

Die Linienführung der Korridore und Trassenvarianten werden nachfolgend beschrieben. Optimierungen an der Linienführung, welche zwischen dem 2. und 3. Workshop vorgenommen wurden, sind in diesem Planungsstand bereits berücksichtigt. Das Layout des nicht weiter verfolgten Korridors Mitte kann dem Anhang A2 entnommen werden.

4.1 Korridor Süd

Der südliche Korridor verbindet die Unterwerke (UW) Mettlen und Samstagern auf dem direktesten Weg durch den verhältnismässig dünn besiedelten Kantons- teil. Dabei wird der Zugersee zwischen Oberwil b. Zug und Buonas mit einem Seekabel durchquert (siehe Abbildung 3).

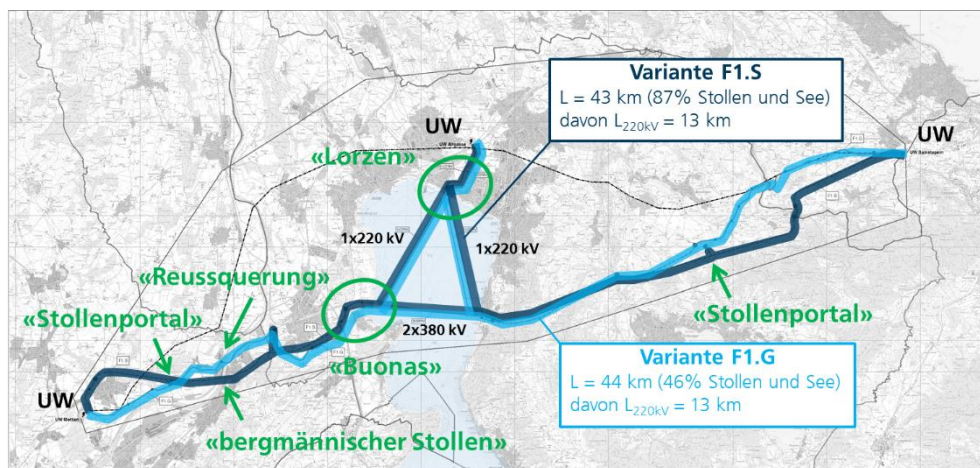


Abbildung 3: Korridor Süd

Auf die durchgehenden 380 kV-Leitungen bezogen, beträgt die Streckenlänge 32 km resp. 33 km. Die kürzere Strecke gilt für die Stollenvariante F1.S, die längere für die Grabenvarianten F1.G. Die 220 kV-Leitung wird rund 10 km länger, da sie zusätzlich über das UW Altgass geführt werden muss. Weil das Unter-

werk nicht am Korridor liegt, sind ab Oberwil und Buonas abzweigende Seekabel zu verlegen, die im Bereich Lorzen zusammentreffen und von dort als Schlaufe zum UW Altgass führen. Insgesamt resultiert im Korridor Süd eine Trassenlänge von 44 km (F1.S) resp. 45 km (F1.G).

Stollenvariante F1.S

Bei dieser Variante verlaufen 87 % der Trasse im Stollen oder durch den See. Sie ist so trassiert, dass sie hauptsächlich durch den bautechnisch günstigen Molassefels gebohrt werden kann. Im Osten werden auf diese Weise die Glaziallandschaft, die Ausläufer der Höhronen und der Zugerberg unterfahren; im Westen der Sijentalwald, der Honauerwald, Gisikon, die Reuss mitsamt der linksufrigen Ebene und der Eibelerwald. Einzig die letzten Kilometer vor dem UW Mettlen und UW Samstagern sowie die Sihlquerung bei Finsterseebrugg werden in einem Graben (Kabelrohrblock) erstellt. Weitere Grabenabschnitte ergeben sich am Rand des Zugersees im Bereich Buonas und Oberwil sowie zum UW Altgass. Die schützenswerten Uferbereiche werden im sogenannten Spülbohrverfahren unterquert. In Erscheinung tritt die Leitungstrasse einzig bei den Stollenportalen, Fensterstollen und Vertikalschächten. Die Fensterstollen und Vertikalschächte werden für den Bau des Stollens und die Belüftung im Betriebszustand benötigt. Im Osten ist dies beim Gehöft Seeli nördlich des Hüttnersees, bei Finsterseebrugg, Gschwänd, Neuägeri und beim Fuchsloch in Oberwil b. Zug der Fall. Im Westen bei Gibel an der Strasse Buonas-Holzhäusern, bei Haldenhof westlich Rotkreuz, bei Oberpaffwil an der Strasse Gisikon-Inwil und in Lindehof bei Inwil.

Grabenvariante F1.G

Bei dieser Variante verlaufen 46 % der gesamten Länge im Stollen oder durch den See. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass 54 % im Kabelrohrblock trassiert werden. Durch den Zugerberg und bei der Seequerung ist die Trasse identisch mit jener der Stollenvariante. Bei Gschwänd südlich von Menzingen tritt sie an die Oberfläche und fällt in mehreren Steilstufen bis nach Wilen und Hintercher hinunter. Dort befinden sich das östliche Ende der Verkabelungsstrecke und das Übergangsbauwerk auf die bestehende Freileitung, sollte die Erdverlegung nur den Kanton Zug umfassen. Bei einer durchgehenden Lösung fällt die Trasse in einer Waldschneise weiter zur Sihl hinunter, unterquert diese in offener Bauweise beim Kraftwerk Waldhalde und steigt am gegenüberliegenden Hang einem Waldweg folgend wieder an. Auf dem Plateau der Glaziallandschaft folgt sie mehr oder weniger dem bisherigen Verlauf der bestehenden Freileitung bis nach Samstagern. Im Westen trennt sich die Trasse von der Stollenvariante bei Gibel an der Strasse Buonas-Holzhäusern. In einem Bogen wird Rotkreuz und der Sijentalwald auf der südlichen Seite umfahren, bevor die Trasse nach Norden in Richtung Haldenhof abschwengt und dabei die Kantonsstrasse und die Bahnlinie Rotkreuz-Luzern unterquert. Beim Flurname Haldenhof befinden sich im Falle einer Etappierung das westliche Ende der Verkabelung und das Übergangsbauwerk auf die bestehende Freileitung. Bei einer durchgehenden Lösung führt die Trasse der Bahnlinie entlang bis zum Ortseingang Gisikon weiter. Die Reuss lässt sich anschliessend wiederum im Spülbohrverfahren unterqueren. Seitlich der Gärtnerei auftauchend führt die Trasse im Kabelblock weiter. Das Gewässerschutzaral wird dabei nördlich umgangen und eine Transitgasleitung gequert. Teilweise der Strasse Gisikon-Inwil folgend, wird Inwil süd-

lich umgangen und das UW Mettlen am Anschlusspunkt der bestehenden Freileitung erreicht.

4.2 Korridor Nord

Der nördliche Korridor umfährt die dichten Siedlungsgebiete von Rotkreuz, Cham, Steinhausen, Zug und Baar in einem nach Norden ausholenden Bogen, wie dies in der Abbildung 4 zu sehen ist. Die nördlichen Aussenquartiere von Hünenberg werden im Stollen unterquert. Beim nördlichen Korridor lässt sich das Unterwerk Altgass direkt in die Streckenführung einbinden. Die Trassenlänge der Stollenvariante F3.S* beträgt für alle Leitungen 37 km und ist damit rund 5 km länger als diejenige des Südkorridors.

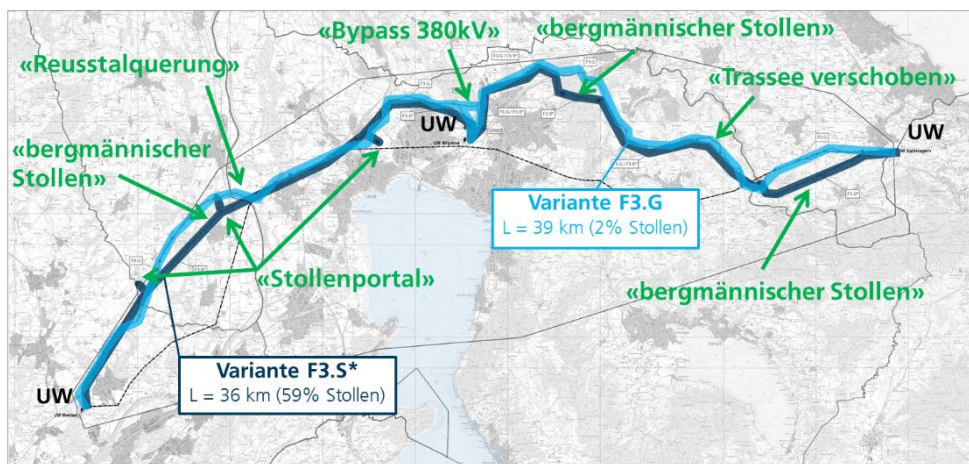


Abbildung 4: Korridor Nord

Stollenvariante F3.S*

Bei dieser Variante verlaufen 59 % der gesamten Länge im Stollen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass 41 % im Kabelblock trassiert werden. Die Stollenabschnitte befinden sich dabei hauptsächlich auf dem westlichen Teilstück zwischen den Unterwerken Mettlen und Altgass (Anteil 93 %). Im östlichen Teil sind die geologischen Verhältnisse um einiges ungünstiger, so dass hier nur 28 % der Trasse im Stollen verlaufen. Der Grund liegt im tiefgehenden Lockergesteinstrog, der sich unter der Glaziallandschaft in west-östlicher Richtung ausbreitet und einen Stollenbau aus bautechnischer Sicht und auch aus Grundwasserschutzgründen verunmöglicht. Einzig zwischen dem UW Samstagern und dem Kraftwerk Waldhalde sowie bei der Durchquerung der Baarburg ist bautechnisch günstiger Molassefels zu erwarten. Im erst genannten Fall fällt die Stollentrasse zu einem grossen Teil mit jenem der Variante F1.S zusammen. Die Sihlquerung und die Leitungsführung bis Hintercher sind wiederum identisch mit jener der Grabenvariante F1.G. Die nachfolgende Trassierung durch die Glaziallandschaft bis zum Stollenportal bei Baarburg (mit Durchquerung des Geotops Schwanden/Wilen) erfolgt unter dem Gesichtspunkt, so gut wie möglich den bestehenden Wegen zu folgen, den Drumlins und verlandeten Senken auszuweichen, nur wenige tangential Hanganschnitte zuzulassen sowie grössere Höhendifferenzen in der Falllinie zu überwinden. Die Linienführung der Stollenvariante F3.S* ersetzt die ursprünglich diskutierte Variante F3.S, die den Lockergesteinstrog auf der Zürcher Seite der Sihl durchquert und dabei die Moorlandschaft Hirzel in der Landschaftsschutzzone tangieren würde.

Vom westlichen Stollenportal Baarburg führt die Trasse im Kabelrohrblock durch den Lorze-Talboden nach Norden und umgeht die nördlichen Aussenquartiere von Baar und Blickensdorf. Die Autobahn A4a und die Bahnlinie werden bei der Autobahn-Hochbrücke unterquert. Bei der Querung des engen Bachtalen-Bachtobels ist es nötig, auf der östlichen Bachseite eine Schneise im Schutzwald zu roden. Im westlichen Teilstück kann die Stollentrasse durchgehend in gutem Molassefels trassiert werden. Die Trasse verläuft vom Portal beim Unterwerk Altgass zuerst nach Norden und biegt bei Bibersee nach Westen ab und umgeht dabei das Siedlungsgebiet von Steinhausen. Sie unterquert nacheinander in rund 20-100 m Tiefe den Städtler Wald, das Lorzetal, die Autobahn A4 und die Aussenquartiere von Hünenberg und die Reuss mitsamt der rechtsufrigen Ebene. Die Ausläufer des Lindenbergs werden nördlich von Oberrüti erreicht. Diesem Hügelzug folgend führt die Stollentrasse weiter bis nordwestlich von Inwil, wo sich das westliche Stollenportal befindet. Der letzte Kilometer wird im Kabelrohrblock bis zum UW Mettlen trassiert. In Erscheinung tritt die Leitung zusätzlich bei den Fensterstollen und Vertikalschächten bei Birch (östlich des Städtler Walds), Höfen (westlich der Reuss) und bei Gibelflüh (Kanton LU).

Grabenvariante F3.G

Bei dieser Variante verlaufen 92 % der gesamten Länge im Kabelrohrblock. Östlich des UW Altgass fällt die Trasse auf einem grossen Teil der Strecke mit der Variante F3.S* zusammen. Einzig die Baarburg wird entlang der Autobahn A4a und über Walterswil im Kabelrohrblock umgangen. Dazu verläuft die Trasse ab Hintercher auf der Trasse der Variante F1.G. Falls die Erdverlegung in einer ersten Etappe nur im Kanton Zug realisiert würde, befinden sich analog zur Grabenvariante F1.G in Hintercher das östliche Ende der Verkabelung und das Übergangsbauwerk auf die bestehende Freileitung. Westlich des UW Altgass verläuft die Trasse mehr oder weniger im gleichen Korridor wie die Stollenvariante F3.S*. An der Oberfläche muss sie dabei verschiedene Hindernisse wie den Städtler Wald, die Lorze und zweimal die Autobahn A4 / A4a queren. Der einzige Stollenabschnitt ist die Unterquerung der nördlichen Aussenquartiere von Hünenberg. Im Falle einer Etappierung innerhalb des Kantons Zug ist das westliche Ende der Verkabelung und das Übergangsbauwerk auf die bestehende Freileitung im Bereich Giessen vorgesehen. Bei einer durchgehenden erdverlegten Lösung führt die Trasse durch die Ebene des Reusstals nach Nordwesten weiter. Die genaue Linienführung wäre mit der künftigen Renaturierung der Reuss zu koordinieren (auf oder neben dem geplanten Reussdamm). Die Reuss kann anschliessend wiederum im Spülbohrverfahren unterquert werden. Ab Oberrüti bis Inwil lässt sich die Trasse durch mehrheitlich offenes Gelände um Dörfer, Gehöfte und Wälder führen.

4.3 Korridor Diagonal

Der diagonale Korridor wird aus einer Kombination der beiden oben erwähnten Korridore gebildet. Im westlichen Teil entspricht er dem Korridor Süd, im östlichen Teil dem Korridor Nord. Damit lässt sich das Unterwerk Altgass ebenfalls direkt in die Streckenführung einbinden. Die Trassenlänge der Stollenvariante F2.S* beträgt für alle Leitungen 36 km und ist damit um 4 km länger als diejenige des Südkorridors (siehe Abbildung 5).

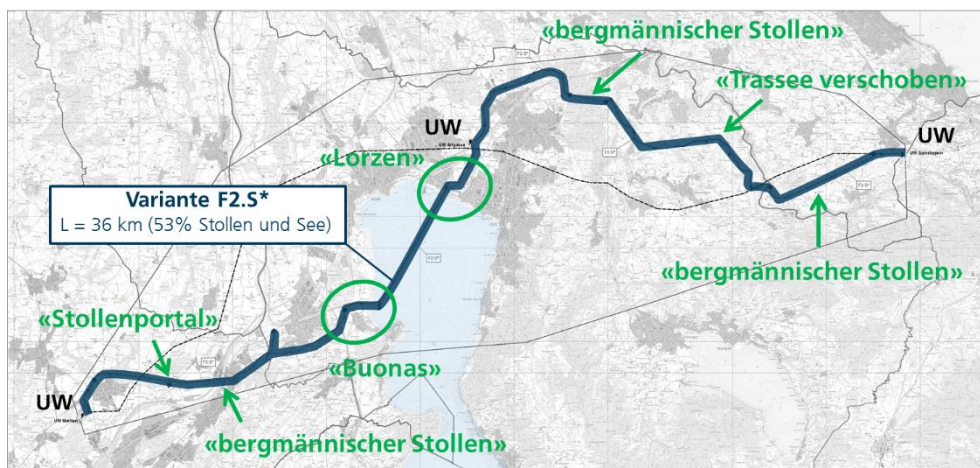


Abbildung 5: Korridor Diagonal

5. Bewertung und Vergleich der Trassenvarianten

Die fünf ausgewählten Korridorvarianten wurden nach den folgenden Hauptkriterien geprüft, bewertet und miteinander verglichen:

1. Bewertung nach dem Bewertungsschema «Übertragungsleitungen» des Bundesamts für Energie
2. Finanzielle Umsetzbarkeit
3. Verfahrensrechtliche Umsetzbarkeit
4. Etappierbarkeit

Tabelle 2: Hauptkriterien für die Bewertung der Korridorvarianten

Die Bewertungen der Trassenvarianten werden nachfolgend kurz zusammengefasst und kommentiert.

5.1 Bewertungsschema BFE für Übertragungsleitungen

5.1.1 Anwendung des Schemas

Das «Bewertungsschema Übertragungsleitungen» ist grundsätzlich dazu vorgesehen, Korridorvarianten im **Sachplanverfahren** zu bewerten, die sowohl für Freileitungen als auch für unterirdisch verlegte kunststoffisolierte Kabelleitungen ab 220 kV (50 Hz) und 132 kV (16,7 Hz) festgesetzt werden sollen. Diese vom Bundesamt für Energie (BFE) in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) sowie dem Fachsekretariat der Eidgenössischen Elektrizitätskommission (EiCom) erarbeitete Methodik wurde im Wesentlichen, mit Ausklammerung einzelner nicht stufengerechten Kriterien, für den hier durchzuführenden Vergleich übernommen.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Erdverlegungs-Varianten wurden durch eine Punktevergabe bewertet und schematisch dargestellt. Die Anwendung umfasst die drei Pfeiler Raumentwicklung, Technische Aspekte und Umweltschonung. Es waren insgesamt 33 Kriterien zu prüfen. Die Gewichtung der Kriterien wurde aus dem Bewertungsschema BFE unverändert übernommen. Die Bewertungs-Skala reicht von +2 bis -2 mit ganzzahligen Abstufungen. Zur Dämpfung von lokalen Effekten auf 30-40 km Gesamtlänge wurden vereinzelt auch Abstufungen von 0.5 Punkten eingeführt.

Für die Bewertung der Varianten wurde nur der Endzustand betrachtet. Die Auswirkungen des temporären Eingriffs (sprich des Bauzustands) sowie die bautechnische Komplexität wurden hingegen nicht beurteilt. Diese Einflüsse manifestieren sich indirekt in der Höhe der Investitionskosten, die separat unter dem Pfeiler Wirtschaftlichkeit beurteilt wurden.

Die bestehende Freileitung wurde in den Vergleich nicht einbezogen und somit nicht bewertet. Ihr Rückbau wurde aber - obwohl nicht variantenentscheidend - in der Gesamtbewertung der einzelnen Erdverlegungs-Varianten berücksichtigt. Dadurch wurden nicht nur die Auswirkungen der Verkabelung, sondern auch die positiven Effekte durch den Wegfall der Freileitung in der Bewertung der einzelnen Varianten erfasst.

5.1.2 Pfeiler Raumentwicklung

In der Tabelle 3: ist das Ergebnis der Bewertung zur Raumentwicklung in einer vereinfachten und übersichtlichen Form dargestellt. Dieser Tabelle können alle Kriterien entnommen werden, welche beurteilt wurden.

Ein «+» bedeutet, dass sich das entsprechende Kriterium mit Punkten zwischen 0 und +2 bewertet wurde, ein «-» zwischen 0 und -2 Punkten. Bei einer «0» fiel die Bewertung des Kriteriums neutral aus.

In diesem vereinfachten Vergleich wird der Leitungsrückbau nicht berücksichtigt, um die Unterschiede zwischen den Varianten besser zu verdeutlichen. In der Tabelle 4 ist dasselbe Ergebnis unter Berücksichtigung der Punktzahlen und der Gewichtung auf Stufe der drei übergeordneten Kriteriengruppen zu ersehen. Hier sind, soweit dies nach BFE-Schema möglich war, auch die (Plus-)Punkte aus dem Leitungsrückbau eingeflossen.

Kriterien Raumentwicklung		Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Ressourcen schonen	Bündelung der elektrischen Leitungen untereinander	0	0	+	+	+
	Bündelung mit anderen linearen Infrastrukturen	0	+	+	+	+
	Landbeanspruchung oder -beeinträchtigung	0	-	0	0	-
Siedlungsraum schützen	Auswirkungen auf Siedlungsgebiet / erschlossene Bauzone	-	-	-	0	0
	Auswirkungen auf Wohnqualität	-	-	-	-	-
	Konflikte mit Naherholungsgebieten	-	-	-	-	-
	Konflikte mit Ortsbildschutz / Denkmalpflege	-	-	0	0	-
	Konflikte mit archäologisch interessanten Objekte sowie IVS	-	-	-	-	-
	Auswirkungen auf touristische Attraktivität	0	0	0	0	0
Planungsziele der räumlichen Entwicklung berücksichtigen	Übereinstimmung mit überörtlichen Planungen	0	0	0	0	0
	Übereinstimmung mit Planungen des Bundes	0	0	0	0	0
	Übereinstimmung mit kommunalen Nutzungsplänen/Entwicklungskonzepten	0	0	0	0	0

Tabelle 3: Qualitative Bewertung der Raumentwicklung
 (ohne Berücksichtigung der (Plus-)Punkte aus dem Leitungsrückbau)

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung				
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe				
	Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Pfeiler Raumentwicklung	28	28.5	31.5	32.5	30
Ressourcen schonen	12	12.5	14.5	14.5	13.5
Siedlungsraum schützen	12	12	13	14	12.5
Planungsziele der räumlichen Entwicklung berücksichtigen	4	4	4	4	4

Tabelle 4: Quantitative Bewertung der Raumentwicklung
 unter Anwendung des BFE-Bewertungsschemas

Beide Tabellen zeigen, dass beim Pfeiler Raumentwicklung die Bewertungen der Varianten recht nahe zusammenliegen, auch punktemässig. Leichte Vorteile

sind jedoch für die Stollenvarianten Nord F3.S* und die Diagonale F2.S* zu erkennen, insbesondere wegen des Bündelungspotentials auf einzelnen Teilabschnitten.

5.1.3 Pfeiler Technische Aspekte

In der Tabelle 5 und Tabelle 6 sind analog zu oben die Ergebnisse zu den (strom-)technischen Aspekten sowohl in qualitativer wie in quantitativer Form dargestellt. Auf die Durchführung einer Ökobilanzierung wurde bei dieser Fragestellung verzichtet. Auch der Einfluss auf die Netzdynamik (transiente Vorgänge und Resonanzen) wurde aus Gründen der Stufengerechtigkeit ausgeklammert.

Kriterien Technische Aspekte		Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Netzbetrieb	Erhöhung der n-1 Sicherheit	0	0	0	0	0
	Lokale Blindleistungskompensation	+	+	+	+	+
	Einfluss auf die Netzdynamik (transiente Vorgänge und Resonanzen)					
Zuverlässigkeit und Sicherheit	Nichtverfügbarkeit	-	-	-	0	0
	Gefährdung durch Naturgefahren / Witterungseinflüsse	0	-	-	-	-
	Gefährdung durch Dritte	0	-	-	-	-
Lebenszyklus	Energieverluste	-	-	-	-	-
	Ökobilanzierung					

Tabelle 5: Qualitative Bewertung der (strom-)technischen Aspekte
 (ohne Berücksichtigung der Punkte aus dem Leitungsrückbau)

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung				
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe				
	Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Pfeiler Technische Aspekte	-0.5	-2	-3	-1.5	-5
Netzbetrieb	1	1	1	1	1
Zuverlässigkeit und Sicherheit	1.5	0	-1	0.5	0
Lebenszyklus	-3	-3	-3	-3	-6

Tabelle 6: Quantitative Bewertung der (strom-)technischen Aspekte
 unter Anwendung des BFE-Bewertungsschemas

Die Tabellen zeigen, dass die Varianten hinsichtlich (strom-)technischen Aspekte tendenziell negativ abschneiden, was u.a. auch mit dem Raster des Bewertungsschemas zu tun hat (mehrheitlich Kriterien zu Gefährdungen und Nichtverfügbarkeiten, weniger zu Vorteilen). Bei den Varianten F1.S / F1.G und F2.S fällt ins Gewicht, dass die (sehr seltene) Intervention und Auswechslung der Seekabel einen allenfalls grösseren Zeitbedarf erfordert als im Graben/Stollen. Umgekehrt sind bei der F1.S die Gefährdungen durch Naturgefahren / Witterungseinflüsse und Dritte geringer. Als Konvention werden bei der Bewertung die Energieverluste gegenüber einer durchschnittlichen Übertragungsleitung im schweizerischen Übertragungsnetz verglichen, was bei allen Varianten u.a. auf Grund der Systemanforderungen schlechter ausfällt. Daraus sollte aber nicht geschlossen werden, dass die Energieverluste der Erdverlegung à priori höher sind. Dies

hängt in hohem Masse auch von der Auslastung des einzelnen Leitungsstranges ab. Gewichtige Nachteile ergeben sich primär für die Grabenlösung Nord F3.G infolge von höheren Energieverlusten, bedingt durch die längere Trassenlänge und den hohen Kabelrohrblockanteil. Diesbezüglich ist die Stollenlösung Süd F1.S zu bevorzugen.

5.1.4 Pfeiler Umweltschonung

In der Tabelle 7 und Tabelle 8 sind die Ergebnisse zur Umweltschonung in qualitativer wie in quantitativer Form dargestellt.

Kriterien Umweltschonung		Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Immissionsschutz	Nichtionisierende Strahlung	-	-	-	-	-
	Lärm	-	-	-	-	0
Landschaftsschutz	Moorlandschaften (ML)	0	0	0	0	0
	BLN (inkl. Ersatzmassnahmen)	-	0	-	-	-
	Allgemeine Pflicht zur Schonung der Landschaft	0	0	-	-	-
Wald und Biotope	Wald	-	-	-	-	-
	Moorbiotope von nationaler Bedeutung	0	0	0	0	0
	Auen von nationaler Bedeutung	0	0	0	0	0
	Trockenwiesen und -weiden	0	0	0	0	0
	Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler Bedeutung	0	0	0	0	0
	Biotope	0	0	0	0	0
Grundwasser und Boden	Grundwasserschutzzone S1, S2 und S3	0	-	0	0	0
	Gewässerschutzbereich Au	-	-	-	-	-
	Boden Gewässerraum	-	-	-	-	-
	Gewässerraum	0	0	0	0	0

Tabelle 7: Qualitative Bewertung der Umweltschonung
(ohne Leitungsrückbau)

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung				
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe				
	Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Pfeiler Umweltschonung	13	12	9	9.5	7.5
Immissionsschutz	5	5	5	5	7
Landschaftsschutz	6.5	8	5.5	5.5	4.5
Wald und Biotope	1	1	-1	-1	-1
Grundwasser und Boden	0.5	-2	-0.5	0	-3

Tabelle 8: Quantitative Bewertung der Umweltschonung
unter Anwendung des BFE-Bewertungsschemas

Es lässt sich feststellen, dass der Südkorridor betreffend Umweltschonung vorteilhafter ist als der Nordkorridor oder der Diagonal-Korridor. Insbesondere die Stollenlösung Süd F1.S schneidet in der qualitativen Bewertung am besten ab. Gewichtige Nachteile weist dagegen die Grabenlösung Nord F3.G auf.

Einen anschaulichen Vergleich zum Wirkungsbereich der nicht ionisierenden Strahlung bei Freileitung, Kabelrohrblock und Stollen zeigt der Anhang A5. Dargestellt wird der Abstand, ab welchem der zulässige Anlagengrenzwert von 1 μ T (Mikrotesla) unterschritten wird.

5.1.5 Gesamtübersicht über die Bewertung nach den drei BFE-Pfeilern

Alle Kriterien und Pfeiler mit ihren entsprechenden Gewichtungen ergeben das nachstehende Gesamtbild. Mit Ausnahme der Grabenvariante Nord F3.G liegen alle Varianten in der Gesamtbewertung recht nahe zusammen. Die Stollenvarianten Süd F1.S und Nord F3.S* schneiden am besten ab und sind hinsichtlich Vor- und Nachteilen vergleichbar.

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung				
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe				
Kriteriengruppe	Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Pfeiler Raumentwicklung	28	28.5	31.5	32.5	30
Pfeiler Technische Aspekte	-0.5	-2	-3	-1.5	-5
Pfeiler Umweltschonung	13	12	9	9.5	7.5
Summe Bewertung Pfeiler Raumentwicklung, Technische Aspekte, Umweltschonung	40.5	38.5	37.5	40.5	32.5

Tabelle 9: Gesamtübersicht zur quantitativen Bewertung nach den drei BFE-Pfeilern

5.2 Finanzielle Umsetzbarkeit

Die finanzielle Umsetzbarkeit ist mit dem Pfeiler Wirtschaftlichkeit im «Bewertungsschema Übertragungsleitungen» gleichzusetzen. Die nachstehende Abbildung 6 zeigt die ermittelten Investitionskosten für die fünf untersuchten Feinvarianten.

Die beiden Stollenvarianten Süd F1.S und Nord F3.S* verursachen mit 481 resp. 496 Mio. CHF erwartungsgemäss die höchsten Investitionskosten. Damit betragen die Mehrkosten gegenüber den jeweiligen Grabenvarianten 85 Mio. CHF (im Südkorridor) und 109 Mio. CHF (im Nordkorridor) oder prozentual 22 % bzw. 28 %. Dass die Mehrkosten nicht höher ausfallen, ist hauptsächlich auf den bautechnisch günstigen Molassefels zurückzuführen. Bei den Grabenlösungen sind auf der anderen Seite Konflikte mit Werkleitungen und das «Bauen unter Betrieb» ebenfalls kostentreibende Faktoren, welche diese Varianten verteuern. Die geringsten Investitionskosten ergeben sich für die Grabenlösung Nord F3.G, die höchsten für die Stollenlösung Nord F3.S*.

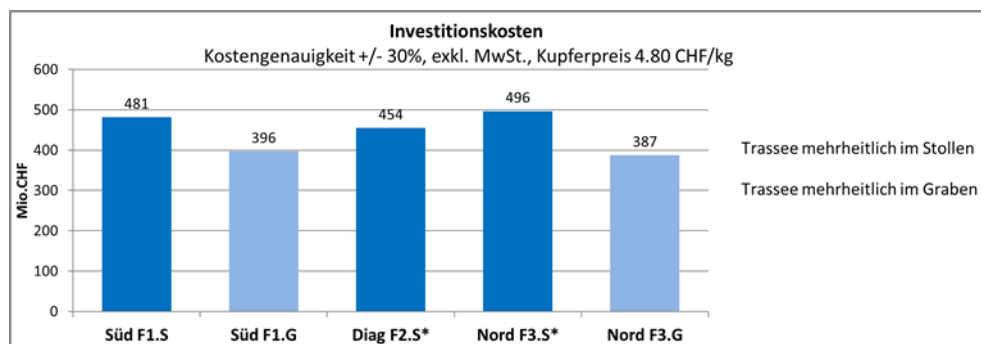


Abbildung 6: Vergleich der Investitionskosten

Es lässt sich somit feststellen, dass die Stollenlösungen rund 20-30 % teurer zu stehen kommen als die Grabenlösungen. Die Kostenunterschiede sind aber nicht so deutlich, dass die Stollenlösungen per se unrealistisch wären.

Wer die Kosten einst zu tragen hat, lässt sich langfristig noch nicht abschätzen, da zukünftig verschiedene gesellschaftliche und gesetzliche Veränderungen zu erwarten sind. Dem Pfeiler Wirtschaftlichkeit sollte daher momentan nicht das höchste Gewicht beigemessen werden. Der Kanton Zug geht davon aus, dass die Kosten grundsätzlich von Swissgrid übernommen werden. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass zum gegebenen Zeitpunkt ein ordentliches Sachplanverfahren durchzuführen ist, bei welchem auch die Wirtschaftlichkeit ein wesentlicher Entscheidungsfaktor sein wird.

5.3 Verfahrensrechtliche Umsetzbarkeit

Die Akzeptanz in der Öffentlichkeit wurde nach vier Kriterien beurteilt, und zwar aus Sicht der Nachbarkantone, der Gemeinden, der NGOs / Natur- und Heimatschutzkommission sowie aus Sicht der betroffenen Grundstückseigentümer.

Der Nutzen aus dem Rückbau der heutigen Freileitung wird bei dieser Frage ausgeklammert, da es sich um einen Vergleich zwischen den Verkabelungsvarianten handelt. Solange es vorteilhaftere Varianten gibt, wird es gegen unliebsamere Varianten Opposition geben, ungeachtet des grundlegenden Vorteils.

Bei der Bewertung der öffentlichen Akzeptanz ist mit folgenden Strömungen bzw. Haltungen zu rechnen:

- Stollenvarianten stossen generell auf eine grössere Zustimmung als Grabenvarianten.
- Es wird generell eine zustimmende Haltung bei den Nachbarkantonen und Gemeinden und eine neutrale bis ablehnende Haltung bei den NGOs bzw. bei der Natur- und Heimatschutzkommission und den Grundstückseigentümern erwartet.
- Die Akzeptanz bei den Gemeinden ist davon abhängig, ob sie heute schon von Freileitungen betroffen sind oder bisher in einem leitungsfreien Gebiet liegen.
- Die NGOs bzw. die Natur- und Heimatschutzkommission dürften sich eher gegen die nördlichen Graben- und Stollenlösungen aussprechen, da sie mit grösseren baulichen Eingriffen in die Glaziallandschaft zwischen Lorzentobel und Sihl verbunden sind.
- Das Einsprachen-Risiko ist allgemein höher, je mehr Grundstückseigentümer betroffen sind.

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung				
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe				
	Süd F1.S	Süd F1.G	Diag F2.S*	Nord F3.S*	Nord F3.G
Akzeptanz Öffentlichkeit	3	0.5	1.5	1.5	-1
Akzeptanz der Nachbarkantone	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0
Akzeptanz der Gemeinden	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0
Akzeptanz der NGO / Natur- und Heimatschutzkommission	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0
Akzeptanz der betroffenen Grundstückseigentümer	-0.5	-1.5	-1.0	-1.0	-2.0

Tabelle 10: Akzeptanz in der Öffentlichkeit – Bewertung

Im Quervergleich ist die grösste Zustimmung voraussichtlich für die Stollenlösung Süd F1.S und die grösste Ablehnung für die Grabenlösung Nord F3.G zu erwarten.

5.4 Etappierbarkeit

Für den Fall, dass die Erdverlegung vorerst nur auf Zuger Boden realisiert würde, zeigt die Tabelle 11 die Auswirkungen der Etappierung auf die Gesamtbewertung. Die Etappierung ist für die Grabenlösungen einfacher und ohne provisorische Anbindungen möglich, weshalb nur sie in den Vergleich miteinbezogen wurden. Für den Wechsel vom erdverlegten Kabel zur bestehenden Freileitung braucht es immer ein Übergangsbauwerk und allenfalls eine kurze Verbindungsleitung in Form einer Freileitung. Die Übergangsbauwerke sind vor dem Kanton Zürich im Bereich Hintercher (beide Korridore) und Haldenhof/Rotkreuz (Korridor Süd) und vor dem Kanton Luzern im Bereich Giessen/ Hünenberg (Korridor Nord) vorgesehen. In der Tabelle werden die Bewertungen sowohl für die nicht etappierten wie für die etappierten Lösungen (mit Index «E») aufgezeigt.

Bewertungskriterien	Ergebnis Bewertung			
	Gewichtung x Bewertung ; Summe pro Kriteriengruppe			
	Süd F1.G	Süd F1.G.E	Nord F3.G	Nord F3.G.E
Summe Bewertung Pfeiler Rammentwicklung, Technische Aspekte, Umweltschonung	38.5	32	32.5	29.5
Pfeiler Wirtschaftlichkeit: Investitionskosten	396	421	387	408
Akzeptanz Öffentlichkeit	0.5	-1	-1	-2

Tabelle 11: Auswirkung der Etappierung an der Kantonsgrenze Zug

Es lässt sich daraus ableiten, dass

- der Nutzen bei einem etappierten Vorgehen mit provisorischen Übergangsbauwerken und Verbindungs-/Freileitungen geringer ausfällt;
- die Mehrkosten für die provisorischen Übergangsbauwerke und die Verbindungs-/ Freileitung ca. 21 – 25 Mio. Fr. betragen;
- die verfahrensrechtliche Umsetzbarkeit resp. die Akzeptanz in der Öffentlichkeit bei einer Etappierung eher geringer ausfallen dürfte (Standorte in teils landschaftlich empfindlichen Gebieten).

Es ist aus diesen Gründen zweckmässiger, die Verkabelung von Unterwerk zu Unterwerk zu führen und nicht nur auf den Kanton Zug zu beschränken.

6. Folgerungen und Empfehlungen

6.1 Zwischenfazit zu Bewertung und Wirtschaftlichkeit

Gestützt auf die Beurteilungen und Bewertungen gemäss Kapitel 5 lassen sich die folgenden Folgerungen ziehen:

- In der Gesamtbewertung (Pfeiler R/T/U) liegen alle Varianten recht nahe zusammen – mit Ausnahme der Grabenvariante F3.G.
- die Stollenvarianten schneiden in der Gesamtbewertung (Pfeiler R/T/U) etwas besser ab als die Grabenvarianten.
- Die Bevorzugung hängt letztlich vom Fokus auf die Hauptkriterien ab:

— Raumentwicklung:	Nord Stollenvariante F3.S*
— Technik:	Süd Stollenvariante F1.S
— Umweltschonung	Süd Stollenvariante F1.S
— Investitionskosten	Grabenvarianten F1.G oder F3.G

Gesamthaft - aber ohne Berücksichtigung des Kostenkriteriums – schneiden die Stollenvarianten Süd F1.S und Nord F3.S* am besten ab.

6.2 Fazit Akzeptanz in der Öffentlichkeit

Aus der Sicht des Planers sind folgende Tendenzen in der Bevorzugung der Varianten zu erwarten:

— Nachbarkantone:	Stollenvarianten F1.S, F2.S*, F3.S*
— Gemeinden mehrheitlich:	Stollenvarianten F1.S, F2.S*, F3.S*
— NGO / Natur-/Heimatschutz	Südkorridor F1.S und F1.G
— Grundstückseigentümer	Stollenvariante F1.S

Mögliche Widerstände sind auf der anderen Seite wie folgt denkbar:

— Gemeinden: unterschiedlich; davon abhängig, ob von Freileitung heute betroffen oder bisher in leitungsfreiem Gebiet
— Natur-/Heimatschutz: zu F2.S/F3.S*/F3.G durch Hofsiedlungslandschaft und Glazialkomplex Wilen/Schwanden
— Einsprachen-Risiko höher, je mehr Grundstückseigentümer betroffen

6.3 Gesamtfazit

Das Gesamtfazit, das am Workshop vom 26. Oktober 2016 vom Planer vorgestellt und im Plenum diskutiert wurde, fasst die Tabelle 12 zusammen.

Es hat sich keine Variante eindeutig als Bestvariante in den Vordergrund gedrängt. Objektiv gesehen, lassen sich drei der fünf untersuchten als geeignete Trassen beurteilen.

Bewertungskriterien	Südkorridor (F1)		Diagonale (F2)	Nordkorridor (F3)	
	Stollen F1.S	Graben F1.G	Stollen F2.S*	Stollen F3.S*	Graben F3.G
1. Bewertung nach Bewertungsschema BFE für Übertragungsleitungen					
2. Verfahrensrechtliche Umsetzbarkeit					
3. Finanzielle Umsetzbarkeit					
4. Etappierbarkeit					
Gesamtfazit			×		×

Tabelle 12: Gesamtfazit

7. Mitwirkungsverfahren

7.1 Einladung zur Vorvernehmlassung

Bevor sich das Amt für Raumplanung (ARP) entschied, welche der drei Trassenvarianten in den Zuger Richtplan aufgenommen werden soll, lud es die betroffenen Gemeinden und Kantone sowie die involvierten Fachstellen von Bund und Kantonen zur Vorvernehmlassung ein. Die Einladung erfolgte am 23. Januar 2017. Die Frist dauerte bis 31. März 2017. Die Nachbefragungen und die Auswertungen erfolgten im Sommer 2017.

7.2 Eingegangene Stellungnahmen

Im Mitwirkungsverfahren haben sich 1 Verein, 15 Gemeinden, die 3 betroffenen Nachbarkantone, 10 Ämter/Werke des Kantons Zug sowie weitere Akteure zu den drei vorgelegten Varianten geäußert. Die involvierten Fachstellen des Bundes haben auf eine Stellungnahme verzichtet, da sie sich erst in einem künftigen Sachplanverfahren positionieren werden. Die eingegangenen Stellungnahmen werden nachfolgend in konzentrierter Form wiedergegeben¹. Die Präferenzen liegen eindeutig beim südlichen Korridor und innerhalb diesem bei der Stollen-Variante, wie dies die nachfolgenden Tabellen zeigen.

Gemeinden des Kt. Zug	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Baar	X			
Cham	X	X		
Hünenberg	X			
Inwil	(X)	X		
Neuheim	X			
Steinhausen	X			
Stadt Zug	(X)	X		
Anzahl Nennungen	7	3	0	

Tabelle 13: Stellungnahmen der Gemeinden im Kt. Zug

1 Die detaillierte Auswertung kann beim ARP bezogen werden.

Kanton / Gemeinden Luzern	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Kanton LU				Kantonale Ämter äussern sich positiv zum Vorhaben
Ballwil				Stimmen Vorhaben ohne Präferenzen zu
Eschenbach				Stimmen Vorhaben ohne Präferenzen zu
Gisikon	X			
Honau	X			
Anzahl Nennungen	2	0	0	

Tabelle 14: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Luzern

Kanton / Gemeinden Aargau	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Kanton AG				Keine Präferenz
Dietwil / Repla Oberes Freiamt	X	(X)		
Oberrüti	X	X		
Sins		X		Aus finanziellen Gründen
Anzahl Nennungen	2	3	0	

Tabelle 15: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Aargau

Kanton / Gemeinden Zürich	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Kanton ZH	X		X	Der Kt. ZH kann sich die Variante F3.S vorstellen, da sie im Bereich der bestehenden 380-/220-kV-Leitung liegt. Er unterstützt aber auch - nach der Ausräumung von Missverständnissen - die Stollenvariante Süd.
Hirzel				Verzicht, da nicht betroffen
Anzahl Nennungen	1	0	1	

Tabelle 16: Stellungnahmen Kanton / Gemeinden Kt. Zürich

Ämter und Dritte	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Verein zur Förderung der Wohnqualität entlang der Hochspannungsleitung Sils-Benken-Mettlen (VFW)	X	X		
Amt für Umwelt (AFU)	X			
Amt für Wald und Wild (AFW)	X			
Tiefbauamt (TBA)	X			
Natur- und Landschaftsschutzkommission (NLK)	X			
Abteilung Natur und Landschaft (NALA)	X			
Amt für Denkmalpflege und Archäologie (ADA)	X			
Wasserwerke Zug (WWZ)			X	WWZ favorisierte F3.S aufgrund Kreuzungskonflikt im Zugersee (ist zwischenzeitlich ausgeräumt).
Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK)	X			

Ämter und Dritte	Präferenzen			Bemerkungen
	Stollen Süd F1.S	Graben Süd F1.G	Stollen Nord F3.S	
Gewässerschutzverband GRVZ	X			
Bundesämter / Swissgrid				Aktuell keine Stellungnahmen möglich (s. einleitenden Text zum Kap. 7.2)
Anzahl Nennungen	8	1	1	

Tabelle 17: Stellungnahmen Ämter und Dritte

Entscheidende Punkte, die in der vorliegenden Machbarkeitsstudie noch fehlten und detaillierter abgeklärt werden müssten, wurden keine genannt, auch keine No-Gos. Einzelne Punkte, auf die hingewiesen wurde, fallen in die Kategorie «vertiefende Abklärungen und Nachweise», wenn das Vorhaben einst weitergezogen wird (siehe auch Kapitel 9).

Die Vorvernehmlassung deckte jedoch drei Konfliktpunkte mit anderen Planungsvorhaben oder Bauwerken auf. Es galt, diese im Hinblick auf den Richtplaneintrag nochmals mit den betroffenen Ämtern/Werken zu prüfen und im Wesentlichen zu bereinigen. Es handelte sich um die folgenden Vorhaben und Bauwerke:

1. Wasserleitungsprojekt der Wasserwerke Zug (WWZ) «Seeleitung Oberwil – Buonas/Risch», welche die Trasse F1.S/F1.G im See kreuzen würde.
2. Fernwärmeleitungsprojekt der WWZ, mit welchem es im Gebiet Perlen, Giskon, Honau und Rotkreuz zu Berührungen bzw. Kreuzungen mit der Trasse F1.G käme.
3. Trinkwasserstollen der Stadt Zürich, der 2012 erstellt wurde und sich im Bereich der Baarburg neben dem Stollenportal der Trasse F3.S befindet.

Im ersten Fall resultierte daraus eine Umplanung der Linienführung in Oberwil, die im Kapitel 8.2 beschrieben wird. In den anderen beiden Fällen wurden keine Anpassungen mehr vorgenommen. Es sind Merkpunkte, die beachtet werden müssten, falls die entsprechenden Varianten weiterverfolgt würden, was aus heutiger Sicht jedoch nicht beabsichtigt ist (siehe Kapitel 7.3 und 8). Dabei ist davon auszugehen, dass die Fernwärmeleitung dannzumal bereits realisiert wäre, wenn die Erdverlegung der Hochspannungsleitung geplant würde. Das Anstreben von Synergie-Effekten, d.h. die Bündelung von allen heutigen und zukünftigen Leitungen² in diesem Gebiet, wird mit den WWZ nicht vereinbart. Einerseits, weil die Grabenvariante für die Richtplanaufnahme nicht favorisiert wird. Andererseits, weil ein solcher Korridor unter Beachtung der nötigen Sicherheitsabstände sehr viel Raum beanspruchen würde. Raum, der hierfür schon heute gar nicht zur Verfügung steht.

Von WWZ kam zudem der Hinweis, dass der Hangbereich unterhalb von Honau rutscht. Für die Variante F1.G, die dieses Gebiet zwischen der Kantonsgrenze

2 Heute führt schon eine Gasleitung durchs gleiche Gebiet

ZG/LU und der Reussquerung tangiert, müssten allenfalls Sicherungsmassnahmen getroffen werden (die parallel verlaufende SBB-Linie Rotkreuz – Luzern ist vom Phänomen ebenfalls betroffen). Falls diese Variante also weiterverfolgt würde, müsste dem Stabilitätsaspekt besondere Rechnung getragen werden.

Der Prozess, der zur Auswahl der drei finalen Varianten geführt hat, wurde im Rahmen der Vernehmlassung durchwegs als transparent und nachvollziehbar beurteilt. Die Wahl und Bewertung der drei Feinvarianten konnte nachvollzogen werden. Es wird empfohlen, die Resultate so sicherzustellen, dass die aktuellen Abklärungen und Stellungnahmen im Falle eines künftigen Sachplanverfahrens berücksichtigt werden können, was mit diesem Dossier umgesetzt wird.

Potentiell lokale Schwierigkeiten auf dem Gemeinde-/Kantonsgebiet resp. im jeweiligen Fach-/Interessensgebiet wurden von den Mitwirkenden mehrfach genannt und für die gewählte Trasse aufgenommen (siehe Kapitel 9).

7.3 Wertung der Vorvernehmlassung

Die Quantität und Qualität der Stellungnahmen liessen sich als sehr zufriedenstellend beurteilen. Der Grundtenor zum Vorhaben ist sehr positiv und die zusätzlichen Äusserungen erwiesen sich als sachdienlich. Von den 20 eingeladenen Gemeinden haben sich nur fünf der Stellungnahme enthalten, drei davon im Kanton ZH, die sich nicht direkt betroffen zeigten.

Aufgrund der eingegangenen Stellungnahmen kommt das ARP zur Überzeugung, dass die Stollenvariante Süd (F1.S) die besten Voraussetzungen für die Mehrheitsfähigkeit bietet und dass sie darum in den Richtplan aufzunehmen sei. Von der Möglichkeit, beide Varianten – d.h. sowohl die Graben- wie die Stollenvariante - in den Richtplan aufzunehmen, sieht es aus den folgenden Gründen ab:

- In der Vernehmlassung sprachen sich die allermeisten für die Stollenlösung Süd aus.
- Bei der Stollenvariante muss weit weniger Platz zur Raumfreihaltung reserviert werden, da keine Muffenschächte und deren Erschliessungen notwendig sind und der für die Bauarbeiten notwendige Korridor nicht freigehalten werden muss. Weniger Raumfreihaltung heisst auch, dass andere Projekte tendenziell weniger verhindert/beeinträchtigt werden.
- Im Sinne der Raumfreihaltung ist es einfacher, wenn nur eine Variante eingetragen ist, sonst besteht die Gefahr, dass an beiden Varianten im Rahmen von anderen Projekten Kompromisse eingegangen werden (da ja noch eine andere Variante möglich ist) und am Schluss beide Linienführungen nicht mehr funktionieren.
- Die Stollenvariante ist mit weniger Problemen/Unsicherheiten verbunden: weniger betroffene Grundeigentümer, Archäologie, Grundwasser, Fruchtfolgeflächen, belastete Standorte, Querungen (Gewässer, Tobel, Bahn, Strassen, Gas-, Wasser-, Abwasserleitungen), keine einzuhaltenden Abstände zum Graben, keine eingeschränkte Nutzung über dem Graben etc.). Damit ist sie weniger anfällig für Verzögerungen und unvorhergesehene Mehrkosten.

- Der Stollenbau ist – abgesehen von den Portalzonen - flexibler bei neuen Erkenntnissen (Geologie). Die genaue Linienführung im Untergrund kann noch angepasst werden.
- Der Kanton Luzern spricht sich auch dafür aus, nur eine Variante in den Richtplan aufzunehmen.
- Die Linienführung lässt sich im Richtplan verbindlich "festsetzen". Wenn mehrere Varianten in den Richtplan aufgenommen werden sollten, so ist dies nur als «Zwischenergebnis» oder «Vororientierung» möglich. Dies würde heissen, dass die beiden Varianten in Zukunft nochmals genauer überprüft und gegeneinander abgewogen werden müssten, wie dies in dieser Studie bereits ausführlich gemacht wurde.
- Die Grabenlösung durch das Hangrutschgebiet von Honau lässt vertiefende Abklärungen und zusätzliche Kosten erwarten.

Der Richtplan ist ein kantonsinternes Planungsinstrument, welches der Bund genehmigt. Projektierung, Finanzierung, Bau und Betrieb einer Hochspannungsleitung sind jedoch in der Kompetenz des Bundes (BFE, Swissgrid, EICom). Der Kanton kann deshalb nur die Raumfreihaltung für eine mögliche Trasse für die Erdverlegung in den Richtplan aufnehmen; eine verbindliche Erdverlegungstrasse würde nicht genehmigt. Bei der Notwendigkeit einer Anpassung der bestehenden Leitung ist ein Sachplanverfahren (SÜL-Verfahren³) notwendig. Dabei steht es dem Bund frei, nochmals eine Variantenbetrachtung durchzuführen. Nach Aussagen von Swissgrid liegt der Vorteil der vom Kanton geleisteten Arbeit jedoch darin, dass auf der vorhandenen Basis das Verfahren in vereinfachter Form stattfinden kann.

Die wenigen Stimmen, welche in der Vorvernehmlassung die Grabenvariante bevorzugten, machten finanzielle Gründe geltend. Minderkosten von 85 Mio. CHF gegenüber der Stollenvariante im Rahmen von rund 500 Mio. CHF Investitionskosten sind durchaus nicht als vernachlässigbare Grösse zu werten. Zu relativieren ist jedoch die Kostendifferenz in Anbetracht der Kostengenauigkeit, die auf Stufe Machbarkeitsstudie mit +/-30 % noch eine grosse Unschärfe aufweist. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich im Zuge einer detaillierteren Projektierung die Kosten dahingehend entwickeln, dass die Stollenlösung gleich teuer oder sogar günstiger wird als die Grabenvariante, in einem anderen Szenario aber auch teurer. Beim Stollenbau sind es die geologischen Risiken, die Verzögerungen und Mehrkosten nicht ausschliessen, bei der Grabenvariante sind es die komplexen Querungen und Werkleitungskoordinationen sowie der Landerwerb.

8. Gewählte Trasse für den Richtplaneintrag

8.1 Stollenvariante F1.S

Die für den Richtplaneintrag vorgesehene Trasse der Erdverlegung der 380/220-kV-Leitung von UW Samstagen bis UW Mettlen ist im Anhang A6 (Übersichtspland der Erdverlegung Mettlen-Samstagen) dargestellt. Das Längenprofil bzw. die Tiefenlage der Stollenabschnitte kann dem Anhang A7 entnommen werden. Die gewählte Trasse verläuft von Unterwerk zu Unterwerk, da dies die zweckmässigste Lösung wäre zu realisieren.

8.2 Punktuelle Anpassungen an der Trasse

Der Konflikt mit dem Wasserleitungsprojekt der WWZ «Seeleitung Oberwil – Buonas/Risch» hatte zur Folge, dass auf der Ostseite des Zugersees die See-Einführung der Hochspannungsleitung nochmals angepasst wurde. Die Abbildung 8 zeigt die vorgenommene Linienführungsänderung gegenüber dem Feinvariantenvergleich in Abbildung 6.

Mit der Entflechtung der Trassen wird der Konflikt beseitigt, dass sich eine der Leitungen bei Reparaturarbeiten nicht an die Oberfläche heben lässt, weil sie im Kreuzungspunkt von der anderen behindert wird. Mit der Verschiebung der See-Einführung nach Norden wird zugleich das mächtige und bedeutende Grundwasservorkommen von Oberwil nur noch am Rande tangiert (siehe auch Kapitel 9.1.1). Es bleibt die Erschwernis, dass eine 300 m vor dem Ufer verlaufende uferparallele Wasserleitung zu queren ist. Bei einer See-Einführung mittels Spülbohrung könnte sie bohrtechnisch unterquert werden. Bei einer konventionellen Verlegung der Hochspannungskabel müsste sie an derselben Stelle neu verlegt werden.

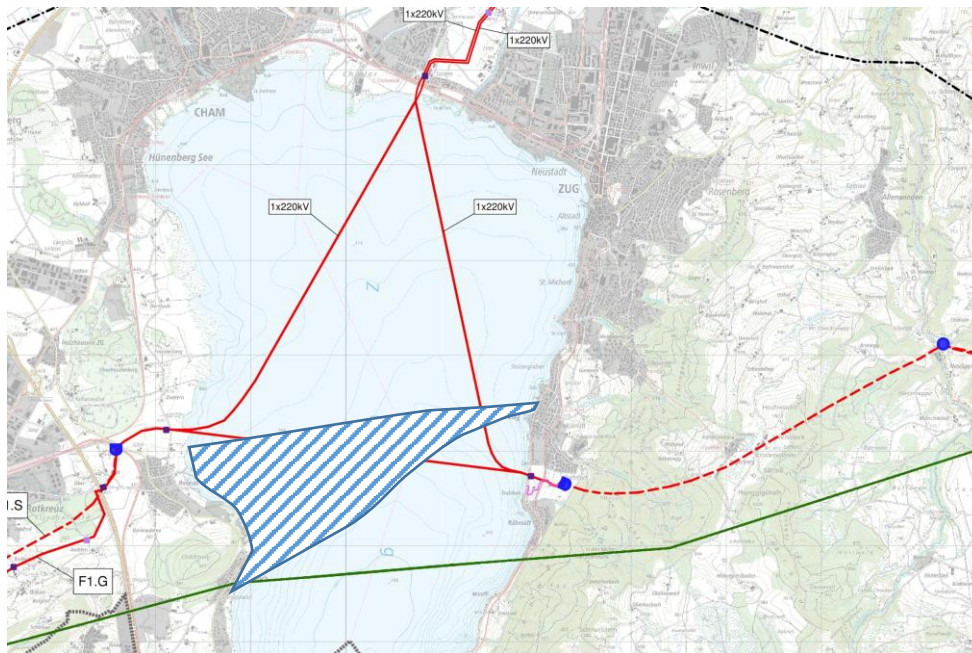


Abbildung 7: See-Einführung auf der Ostseite des Zugersees - Planungsstand Feinvariantenvergleich
Blau schraffiert: Planungszone der geplanten WWZ-Wasserleitung

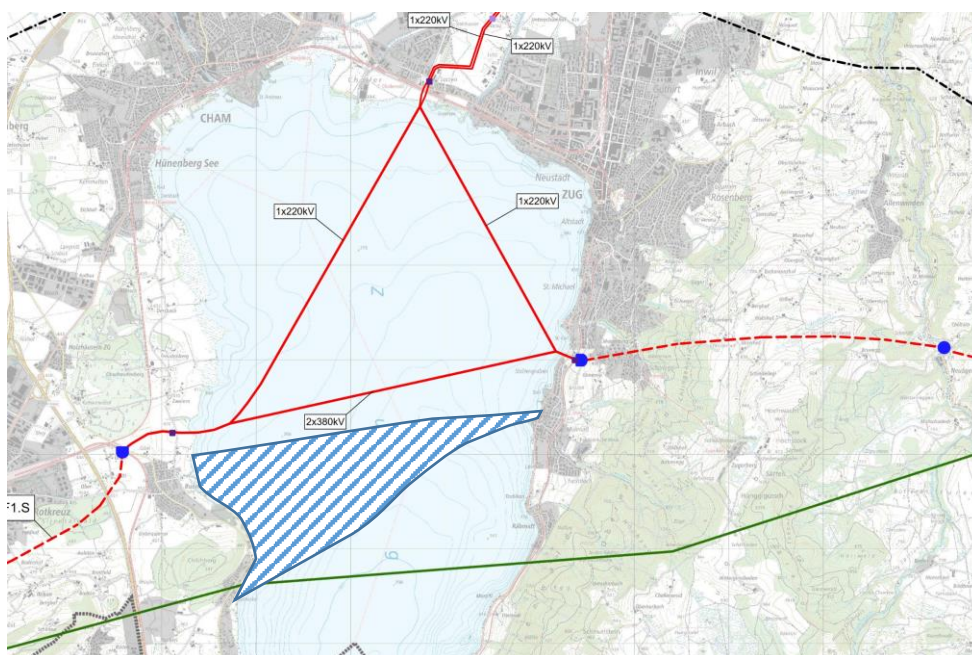


Abbildung 8: Angepasste See-Einführung auf der Ostseite des Zugersees
Neue Linienführung mit Stollenportal in Gimenen / St. Karl
Blau schraffiert: Planungszone der geplanten WWZ-Wasserleitung

Nachteilig wirkt sich die neue Trassenführung auf die Bauausführung aus. Die geologischen Schwierigkeiten sind auf dieser Trasse höher einzuschätzen als bei der ursprünglich vorgesehenen, da nördlich von Oberwil die Höhronen-Überschiebung zu queren ist. Diese birgt für den Stollenbau etwas höhere Risiken und erfordert entsprechende bautechnische Massnahmen (starke Zerklüftung, Standfestigkeitsprobleme des Felsens, Wassereintritte, Erdgas). Das Durchfahren dieser geologischen Störzone ist aber machbar.

Zugleich kommt das Stollenportal in einen landschaftlich sensiblen Hang zu liegen, der weitherum einsehbar ist und dessen Lage / Gestaltung sorgfältig geplant werden muss. Einklemmt zwischen der Bahnlinie und dem Bröchliweg, der Teil des kantonalen Radstreckennetzes ist und eine wichtige Freizeitroute für Fussgänger und Radfahrer darstellt, ist die Erschliessung an diesem Standort komplex. Auf den Baumbestand ist grösstmöglich Rücksicht zu nehmen. Kleinere Bäume müssten wahrscheinlich aber weichen und wieder neu angepflanzt werden.

8.3 Kostenanpassungen

Mit den Anpassungen an der Trasse erhöhen sich die geschätzten Investitionskosten für die F1.S um 18 Mio. CHF auf rund 500 Mio. CHF. Darin berücksichtigt sind zum einen die Längenveränderungen, welche die einzelnen Abschnitte zwischen Neuägeri, Lorzen und Buonas erfahren haben, zum anderen die spezifisch höheren Kosten für den Stollenbau bei der Durchquerung der Höhronen-Überschiebung.

Auch bei den anderen Varianten dürften aufgrund von Feinabstimmungen noch zusätzliche Kosten anfallen. Weil aber aufgrund der Wahl zur Bestvariante nur noch die F1.S weiter optimiert wurde, werden die anderen Kosten nicht mehr aktualisiert.

9. Abzuklärende Themen und Vertiefungen in der nächsten Projektphase

9.1 Vertiefende Abklärungen und Nachweise

Im Rahmen des Auswahlprozesses wurden die Aspekte Raumentwicklung und Umweltschonung gebührend berücksichtigt, um die beste Variante zu evaluieren. Ein rechtlich verbindlicher Nachweis der Umweltverträglichkeit liegt aber noch nicht vor.

Wird in Zukunft das Verkabelungsvorhaben der 380-/220-kV-Leitung weiterverfolgt und die gewählte Trasse im SÜL-Verfahren bestätigt, sind die raum- und umweltrelevanten und technischen Fragestellungen über mehrere Projektstufen hinweg in zunehmend vertiefenden Masse und parzellenscharf zu untersuchen und zu koordinieren. Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens ist letztlich mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung nachzuweisen, dass das Bauvorhaben das Umweltrecht einhält. Namentlich die nachfolgend potentiellen Umweltauswirkungen⁴ sind für die gewählte Trasse als relevant einzuschätzen und müssen noch näher abgeklärt werden.

9.1.1 Grundwasser und Oberflächengewässer

Hinsichtlich dieser Schutzgüter ist nachzuweisen, dass keine negativen Einflüsse auf das Schottergrundwasser und auf private Quellen im Einflussbereich des Stollens auftreten können. Die Gewässerräume der öffentlichen Gewässer sind von Bauwerken freizuhalten. Wasserbautechnisch werden in der gewählten Trasse die folgenden anspruchsvollen Abschnitte tangiert:

a) **Reusstalquerung und Grundwasservorkommen des Reusstals**

Das Reusstal ist mit einem bis zu 30 m mächtigen, grundwasserführenden Lockergesteinstrog gefüllt. Die obersten 10-15 m bestehen aus durchlässigem Reusstalschotter, die den Grundwasserstrom bilden. Eine Querung der Reussebene mittels Bauwerken, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen, wäre aufgrund der potentiellen Beeinträchtigung des Grundwasserstromes bzw. aus grundwasserschutzrechtlichen Gründen nicht machbar.

Mit der bergmännischen, durchgehend im Molassefels verlaufenden Durchquerung der Reussebene sind potentielle Beeinträchtigungen des Grundwasserstromes jedoch ausgeschlossen, weshalb dieser Abschnitt aus gewässerschutzrechtlicher Sicht keine Risiken birgt. Mit der gewählten Lösung gibt es auch keine Bauten, die den Gewässerraum der Reuss tangieren würden.

b) **Grundwasservorkommen von Oberwil b. Zug**

Dieses Grundwasservorkommen wird durch Delta- und Seeablagerungen vom Zugersee getrennt. Die undurchlässigen Schichten verhindern ein Auslaufen des Grundwassers in den Zugersee und schaffen das mächtige und bedeutende Grundwasservorkommen von Oberwil, das durch das Grundwasserpumpwerk Reiffimmatt genutzt wird.

Mit der neuen Trassenführung und dem Stollenportal bei Gimenen/St. Karl nördlich von Oberwil wird die Grundwasserproblematik gegenüber der ursprünglich

4 Bezeichnungen gemäss der Umweltberichterstattung bei UVP-Verfahren

geplanten südlichen Variante im Gebiet Fuchsloch deutlich verringert. Die Leitung verläuft an dieser Stelle nicht im direkten Zuflussbereich des Grundwassers zum Horizontalfilterbrunnen Reiffilmatt und die Ausdehnung des Grundwasservorkommens ist erheblich geringer. Dennoch ist in den nächsten Projektphasen aufzuzeigen, wie die Querung dieses Vorkommens ohne Gefährdung des Grundwassers sichergestellt werden kann (Stabilität, Minimierung der Wasserwegsamkeit entlang der eingelegten Rohre, Gewährleistung Durchfluss und natürliche Dynamik des Grundwassers, Erwärmung des Grundwasserträgers).

Um die Risiken zu minimieren, lässt sich prüfen, ob mit der Spülbohrung unter dem Grundwasserträger hindurch gebohrt werden kann. Alternativ könnte die Leitung oberflächennah als Kabelblock bis zum See geführt werden, um so dem Grundwasserträger auszuweichen. In letzterem Fall ist zusätzlich dem Schutz der Ufervegetation Rechnung zu tragen. Um die geologische Verhältnisse an diesem Ort zuverlässiger beurteilen zu können, müssten vertikale Sondierbohrungen vorgenommen werden.

c) **"Wasserschloss" bei Menzingen, Neuheim, Edlibach, Finstersee**

Dieses Grund- und Trinkwasservorkommen zeichnet sich dadurch aus, dass es geschichtet vorliegt. Es existieren übereinandergestapelt durchlässige und undurchlässige Schichten, welche im Lorzentobel zu Tage treten und zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Ein Durchbohren dieser Schichten wäre mit grossen Risiken behaftet, da dies die Grundwasservorkommen qualitativ und quantitativ beeinträchtigen könnte. Es könnte zu einer Vermischung des Wassers der verschiedenen Stockwerke kommen. Im schlimmsten Fall wäre eine Zerstörung einzelner Vorkommen denkbar.

Mit der durchgehend im Molassefels verlaufenden Stollen unter der Höhronekette wird das «Wasserschloss» weiträumig umgangen und dadurch gemieden.

d) **Seequerung mit See-Einführung**

Die Gewässerschutzverordnung vom 25. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201) verlangt, dass Kühlwassernutzungen und der Wärmeentzug aus Seen die natürlichen Temperaturverhältnisse nicht nachteilig verändern (Anhang 2 Ziffer 13 Abs. 3 Bst. a. GSchV). Die im Jahr 2014 von der EAWAG für den Energieverbund Zug erstellte Machbarkeitsstudie bezeichnet aufgrund von Modellierungen einen Wärmeeintrag durch Kühlwassernutzung von etwa 200 GWh während des ganzen Jahres mit maximalen Leistungen um 50 MW (= 50'000 KW) in den Sommermonaten als ohne negative Auswirkungen für aquatische Lebensgemeinschaften. Zum heutigen Zeitpunkt sind Anlagen mit einer gesamten Kälteleistung von 35.4 MW und einer gesamten jährlichen Wärmezufuhr von rund 75 GWh/Jahr bereits bewilligt.

Über die gesamte Seekabellänge der Hochspannungsleitung wird mit einer Wärmeenergiezufuhr von 1.5 GWh in den Zugersee gerechnet, was gemäss der ergänzenden Stellungnahme des Amtes für Umweltschutz vom 27.9.2017 einer mittelgrossen Kühlanlage mit Seewasser entspricht. Es folgert, dass aus heutiger Sicht dieser Wärmeeintrag der 380/220-kV-Leitung zu keinen negativen Auswirkungen für die Lebensgemeinschaften im Zugersee führt und nimmt ihn im Sinne einer 'Vorreservation' in die Bilanz der bereits bewilligten Nutzung auf. In der nächsten Projektphase ist dies zu verifizieren.

Die naturnahen Bestände der Ufervegetation, namentlich am Westufer des Zugersees gilt es bei der See-Einführung der Kabel vor Schädigungen zu schützen.

zen. Dazu ist die Kabel-Verlegetechnik im See festzulegen. In der nächsten Projektphase ist aufzuzeigen, mit welchen verfahrenstechnischen Methoden und welchen Massnahmen dies geschehen soll. Eine wirksame Methode, um die Ufervegetation zu schonen, ist gewiss das Spülbohrverfahren, womit sich das Seeufer grabenlos unterqueren liesse. Auch mit dem Einspülen der Kabel in den Seeboden bzw. Seebodenschlick lägen die Kabel nicht offen auf dem Seegrund, sondern wären erdüberdeckt. Welche Methoden letztlich angewendet werden sollen, wird gesamtheitlich unter Beachtung aller Umweltauswirkungen (z.B. archäologische Stätten) abgewogen werden müssen.

9.1.2 Wald, Flora, Fauna, Lebensräume

Für die gewählte Trasse sind keine grossflächigen Rodungen erforderlich. Einzig bei der Sihlquerung in Finsterseebrugg sind temporäre Rodungen an den Ufern der Sihl nicht ausgeschlossen. In der nächsten Projektphase ist aufzuzeigen, inwiefern ökologisch wertvolle Strukturen durch das Erstellen der Stollenportale und Kabelblockabschnitte tangiert werden und Ersatzmassnahmen nötig werden.

9.1.3 Landschaft

Dank dem hohen Stollenanteil erzeugt die gewählte Trasse die geringst möglichen Eingriffe in die Landschaft und sie kommt mit den geringst möglichen oberirdischen Bauten und Erschliessungsflächen aus. Im Vergleich zur bestehenden Freileitung, die das BLN-Objekt Nr. 1307 über eine Länge von nahezu 11 km quert und es dadurch linear beeinträchtigt, stellt die gewählte Trasse zweifellos eine Verbesserung bezüglich der Auswirkungen auf die Bundesinventare nach Art. 5 NHG dar.

Dennoch ist in der nächsten Projektphase aufzuzeigen, wie die an der Oberfläche in Erscheinung tretenden Portale der Kabel-, Fensterstollen und Vertikal-schächte aus Sicht der landschaftlichen Einbettung platziert, gestaltet und in ihre Umgebung eingefügt werden, namentlich in den BLN-Objekten Nr. 1307 und 1309, Zugersee (Gebiet Buonas). Mit der neuen Trassenführung mit dem Stollenportal bei Gimenen/St. Karl nördlich von Oberwil kommt das Stollenportal in ein landschaftlich sensibles Gebiet zu liegen. Die Geländenase unterhalb der Frauenklinik «Am Meissenberg» ist weitherum einsehbar. Die Gestaltung des Stollenportals muss sehr sorgfältig geplant werden. Dazu ist auf den Baumbestand grösstmöglich Rücksicht zu nehmen.

9.1.4 Boden

Dank dem hohen Stollenanteil sind Auswirkungen der gewählten Trasse auf den Boden als gering einzustufen. Sie sind einzig an jenen Orten relevant, wo die Leitungsführung im Kabelblock erfolgt: d.h. an den Endpunkten zwischen den Stollenportalen und den Unterwerken, am Seeufer des Zugersees, bei der Anbindung des UW Altgass und bei einer etappierten Erdverlegung die rund 3 km lange Kabelblockstrecke bis zum Übergangsbauwerk Hintercher. Für diese Abschnitte ist in der nächsten Projektphase ein Bodenschutzkonzept unter Beizug einer bodenkundlichen Baubegleitung zu verfassen. Dazu gehört auch der Rückbau der bestehenden Freileitung (Entsorgung des schadstoffbelasteten Bodens um die jeweiligen Maststandorte).

Durch den Stollenbau fällt andererseits rund 250'000 m³ Ausbruchmaterial an. Für die Entsorgung des Ausbruchmaterials ist im Ausführungsfall ein Entsor-

gungskonzept zu erstellen, wobei auch eine Verwertung des mehrheitlich aus Molassefels bestehenden Materials so weit wie möglich zu prüfen ist

9.1.5 Nichtionisierende Strahlung

Neue Anlagen müssen im massgebenden Betriebszustand an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) den Anlagegrenzwert (AGW) von 1 μ T einhalten. Ist dies nicht an allen OMEN möglich, dann bewilligt die Plangenehmigungsbehörde auf Gesuch des Anlageinhabers eine Ausnahme, wenn dieser die Nachweise erbringt, dass alle Massnahmen zur Begrenzung der Strahlung ausgeschöpft werden, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind.

Dank den meist tiefliegenden Stollenabschnitten sind auf der gewählten Trasse kaum empfindliche Nutzungen betroffen. Dennoch ist in der nächsten Projektphase der Nachweis zu erbringen, dass der Anlagengrenzwert durchgängig eingehalten wird. Wo dies nicht möglich wäre, sind weitergehende Abschirmungen zu prüfen. Von Relevanz sind hauptsächlich die Orte, wo die Leitungsführung im Kabelblock erfolgt (siehe auch Kapitel 9.1.4). Als anspruchsvollster Abschnitt ist dabei die Streckenführung der 220-kV-Leitung im Gebiet Lorzen zur Anbindung des UW Altgass zu betrachten.

9.1.6 Ortsbild, Kulturdenkmäler, archäologische Stätten

Konflikte mit Ortsbildschutz / Denkmalpflege

In der nächsten Projektphase ist aufzuzeigen, wie die an der Oberfläche in Erscheinung tretenden Portale der Kabel-, Fensterstollen und Vertikalschächte aus denkmalpflegerischer Sicht platziert, gestaltet und in ihre Umgebung eingefügt werden sollen. Dies ist vor allem dort bedeutend, wo sie in der Nähe der Bau- und Kulturdenkmäler und der Ortsbildschutzzonen bzw. der Ortsbilder von nationaler Bedeutung (ISOS-Gebiete) zu liegen kommen. Bei Kabelblockabschnitten sind es die Zugänge zu den Muffenschächten, deren Gestaltung es aufzuzeigen gilt. Für die gewählte Trassenvariante sind es die folgenden Bauwerke:

- Stollenportale und Muffenschächte bei der Ufersiedlungslandschaft Risch/Buonas, einem Ortsbild von nationaler Bedeutung;
- Muffenschächte für die See-Einführung der 220-kV-Schleife in Zug / Gebiet Lorzen (schützenswerte Wohn-, Brenn- und Waschhäuser an der Kreuzung Steinhauserstrasse / Chamerstrasse);
- Zugang zum Schachtbauwerk in der Nähe der Ortsbildschutzzone in Neuägeri mit den geschützten und schützenswerten Spinnereigebäuden;
- Muffenschächte in der Hofsiedlungslandschaft Brettigen / Schwand, einem Ortsbild von nationaler Bedeutung.

Konflikte mit archäologisch interessanten Objekten sowie IVS⁵

Bei Trassierungen in Stollen ist die Gefahr zwar klein, dass archäologische Fundstellen oder historische Verkehrswege zerstört werden. Dennoch ist in der nächsten Projektphase aufzuzeigen, wo solche zerstört oder beeinträchtigt werden könnten. Für die gewählte Trassenvariante sind es die See-Einführungen und die anschliessenden Kabelrohrblöcke im westlichen und nördlichen Seeuferbereich, die eine potentielle Gefahr für archäologische Fundstellen darstellen:

- Fundstellen um Risch-Buonas im Westen;
- Fundstellen um Zug-Choller, Zug-Brüggli und Zug-Riedmatt.

Bei diesen Fundstellen handelt es sich um Seeufersiedlungen der Stein- und Bronzezeit.

Dazu sind historische Verkehrswege an den Seeufern des Zugersees zu beachten, wie bei Gimenen/St. Karl und Buonas.

Mit dem Spülbohrverfahren, mit welchem sich das Seeufer grabenlos unterqueren lässt, können die archäologischen Fundstellen in Seeufernähe je nach Tiefe und Lage weitestgehend geschont werden. Welche Baumethode bei der See-Einführung jedoch zur Anwendung gelangen wird, wird gesamtheitlich unter Beachtung aller Umweltauswirkungen (z.B. Grundwasser) abgewogen werden müssen.

Auch im östlichen Seeuferbereich können archäologische Fundstellen von der Trassenführung betroffen sein. So sind aus Zug-Oberwil Spuren einer Seeufersiedlung bekannt. Mit der neuen Trassenführung mit dem Stollenportal und der See-Einführung nördlich von Oberwil bei Gimenen/St. Karl dürfte diese Gefahr jedoch geringer geworden sein. Das Ufer wurde mit der Kantonsstrasse und Ufermauer bereits stark verbaut.

9.1.7 Vertiefung bautechnischer Aspekte

In der nächsten Projektphase sind u.a. zu koordinieren:

a) **Unterquerungen von Strassen und Bahnlinien**

Oberflächennahe Unterquerung von Hauptstrassen bei Neuägeri, bei St. Karl und Samstagern, dazu die Autobahnen A4 bei Buonas und A14 bei Gisikan im Stollen (in unterschiedlicher Tiefe) und diverse Erschliessungstrassen.

Die SBB-Bahnlinien Zug - Arth-Goldau in Gimmenen / St.Karl (heute 1-Spur) und Rotkreuz - Arth-Goldau bei Buonas (Doppelspur), erstere mittels Spülbohrung oder Microtunnelling, letztere mittels Stollen ohne grosse Überdeckung.

b) **Kreuzung von diversen Werkleitungen**

namentlich die Abwasser-Hauptleitung der GVRZ an vier Orten (Neuägeri, Lorzen, Buonas, St. Karl).

Die Querungen sind so zu planen, dass eine solche Querung bei einem allfälligen Ersatz zu keiner Einschränkung führt. Eine Unterquerung der Verbandsleitungen wird seitens GVRZ bevorzugt. Da die Abwasserleitungen auch als Risikobereich anzusehen sind, welche bei einer Havarie zündfähige Chemikalien mit sich führen können, sind bauliche Massnahmen zur Minimierung des entsprechenden Risikos vorzusehen.

c) **Querung der uferparallelen Wasserleitung vor Gimmenen / St. Karl**

Weiter sind in der nächsten Projektphase potentiell lokale Schwierigkeiten zu vertiefen, wie:

- die Durchörterung der Höhronen-Überschiebung;
- die optimale Lage und optimale Erschliessung des Stollenportals bei Gimmenen / St. Karl;

10. Glossar

Grabenvariante / Grabenlösung	Variante der Erdverlegung, bei welcher die Kabel in einem vom Terrain aus ausgehoben, rund 1.8 bis 2.0 m unter der Oberfläche liegenden Kabelrohrblock verlegt werden, welcher anschliessend wieder zugeschüttet wird. Querschnitt siehe Anhang A3.
Stollenvariante / Stollenlösung	Variante der Erdverlegung, bei welcher mehrheitlich die Kabel in einem bergmännisch erstellten Stollen verlegt werden, welcher in unterschiedlicher Tiefe das darüberliegende Terrain unterquert. Querschnitt siehe Anhang A3.
Muffenschacht	Unter dem Terrain liegendes Bauwerk, wo bei einer Grabenvariante die in Längen von 600 – 1'000 m angelieferten Kabel miteinander verbunden werden. Grössenordnungen, siehe Anhang A4. Es gibt Muffenschächte, bei welchen die Kabel geliefert und eingezogen und solche, wo sie nur gezogen werden. Bei ersteren ist die Erschliessung der Muffenschächte mit Schwerlasttransporten zu gewährleisten.
Stollenportal	Ort, an dem der Stollen endet und die Leitungstrasse in einen Graben übergeht bzw. Ort, wo aus bau- und betrieblichen Gründen ein Zwischenangriff für den Stollenbau nötig ist. Diese Orte müssen für Schwerlasttransporte erschlossen werden. Für die Stollenbelüftung sind zudem Ventilatorenstationen nötig.
Übergangsbauwerke	Portale, bestehend aus Abspannmasten und Kabelendverschlüssen, wo das Freileitungssystem auf die verkabelte Trasse übergeht. Minimal benötigte Fläche von 30 m x 55 m.
Unterwerk (UW)	Im Unterwerk wird der Strom vom nationalen Übertragungsnetz ins überregionale Verteilnetz transformiert.

Projektteam

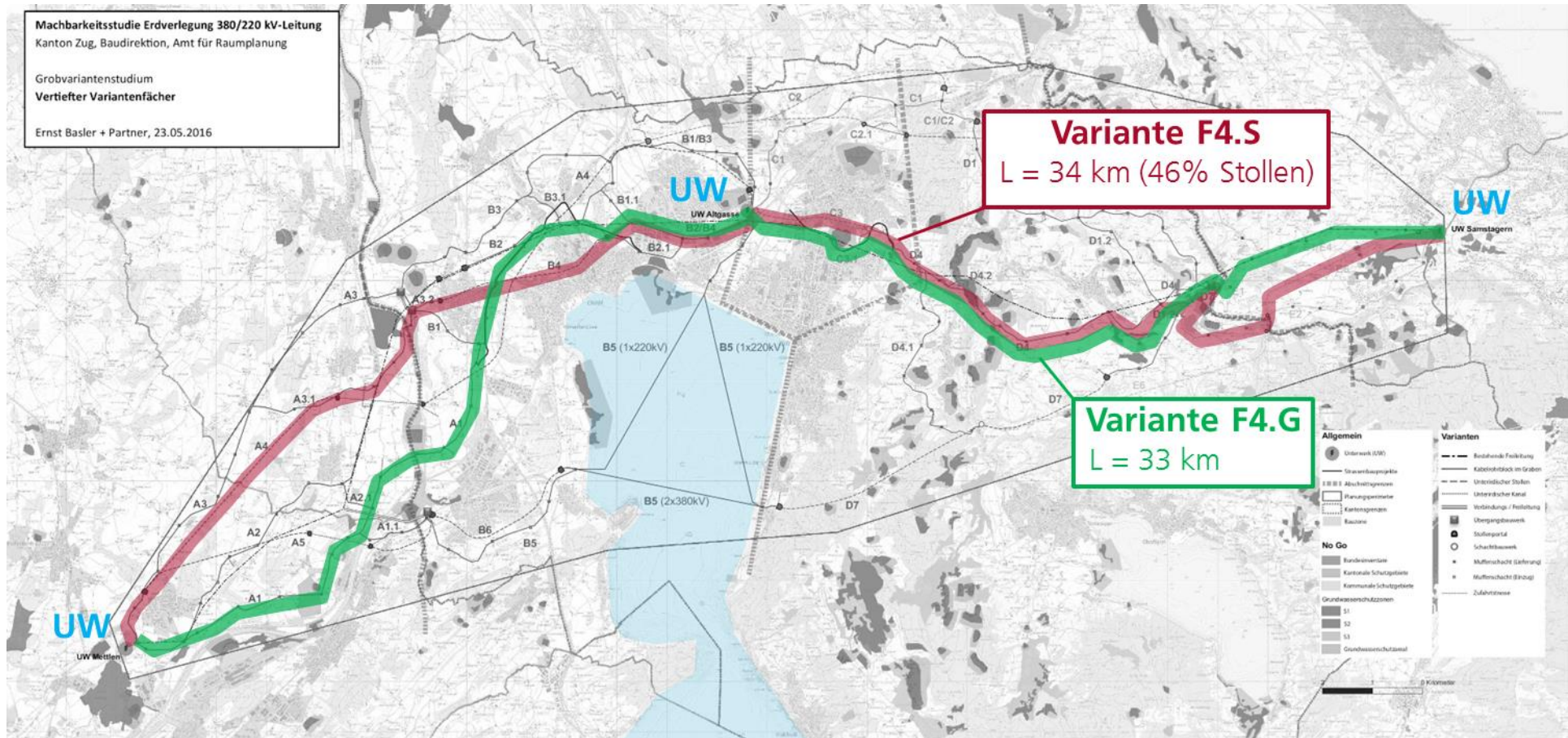
Kantonsplaner (Co-PL)	Herr	Hutter	René	Amt für Raumplanung Kt. ZG (Co-PL)
Abteilungsleiter (Co-PL)	Herr	Wahl	Hannes	Amt für Raumplanung Kt. ZG (Co-PL)
Leiter Spezialprojekte & Bewilligungsverfahren	Herr	Meuli	Philippe	Swissgrid AG
Vertreter Gemeinde	Herr	Kölliker	Richard	Gemeinde Cham
Vertreter Gemeinde	Herr	Kempf	Martin	Gemeinde Menzingen
Vertreter Gemeinde	Herr	Barmet	Dominik	Gemeinde Hünenberg
Projektleiter	Herr	Fässler	Günther	EBP (Beauftragte)
Projektleiter Stv	Herr	Kruse	Matthias	EBP (Beauftragte)
	Herr	Hug	Remo	EBP (Beauftragte)
	Frau	Henke	Fabiana	EBP (Beauftragte)
	Herr	Wunderlin	Toni	Axpo Power Netze AG (Beauftragte)

Politische und fachliche Begleitgruppe

Kanton Zug				
Baudirektor	Herr	Tännler	Heinz	Baudirektion Kt. ZG (bis Februar 2016)
Baudirektor	Herr	Hürlimann	Urs	Baudirektion Kt. ZG (ab März 2016)
Gemeinden				
Gemeinderat	Herr	Knüsel	Ruedi	Gemeinde Risch
Gemeinderat	Herr	Langenegger	Paul	Gemeinde Baar
Gemeindepräsident	Herr	Helfenstein	Georges	Gemeinde Cham
Gemeindeammann	Herr	Wiss	Pius	Gemeinde Dietwil
Gemeinderat	Herr	Germann	Hansjörg	Gemeinde Richterswil
Gemeindepräsident	Herr	Mattmann	Josef	Gemeinde Inwil
Gemeinderat	Herr	Hofstetter	Pius	Gemeinde Oberrüti
Gemeindepräsidentin	Frau	Hofstetter	Barbara	Gemeinde Steinhausen
Gemeindepräsidentin	Frau	Hürlimann	Regula	Gemeinde Hünenberg
Stv. Stadtplaner	Herr	Frommenwiler	Remy	Vertreter Stadt Zug
Gemeinderat	Herr	Buchmann	Eugen	Gemeinde Hirzel
Gemeinderat	Herr	Ulrich	Hans	Gemeinde Hütten
Gemeinderätin	Frau	Kuhn-Grimmer	Brigitta	Gemeinde Dietwil
Gemeinderat	Herr	Schillig	Daniel	Gemeinde Neuheim

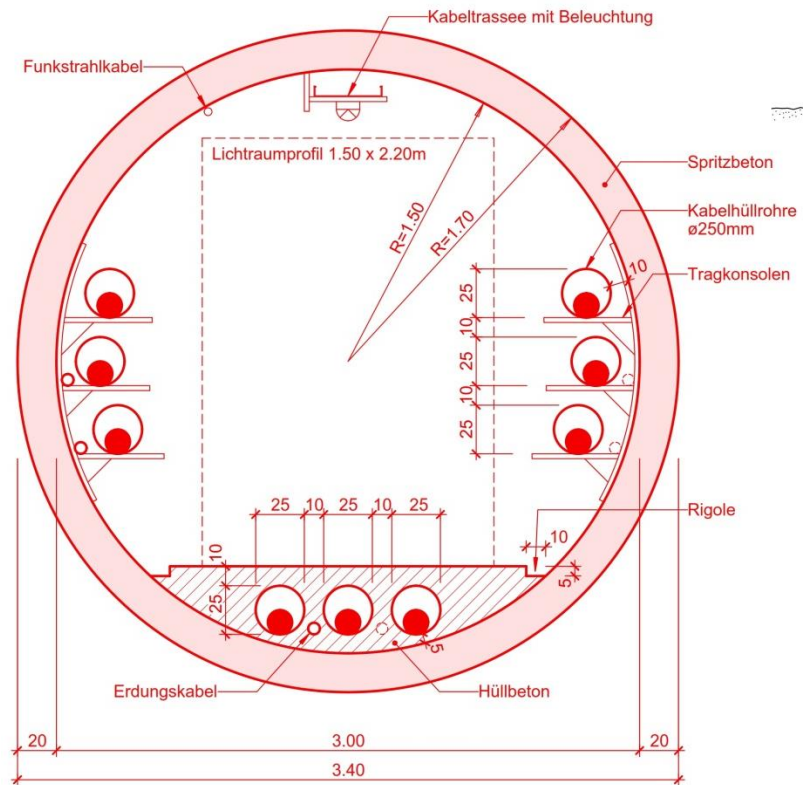
Bereichsleiter Tiefbau	Herr	Abächerli	Devid	Kanton Aargau, Vertreter Gemeinde Sins
<i>Fachstellen Bund</i>				
Wissenschaftliche Mitarbeiterin	Frau	Suter	Elisabeth	BAFU, Sektion UVP und Raumordnung
Sektion Bundesplanungen	Herr	Zwiauier	Leonhard	ARE
Fachspezialist	Herr	Gander	Werner	BFE, Sektion EW
Fachspezialist	Herr	Michel	Martin	BFE, Sektion Netze
Fachspezialist	Herr	Kohli	Andreas	BFE
<i>Fachstellen Kanton ZG</i>				
Projektleiterin	Frau	Bernasconi	Petra	AFU, Abteilung Luft
Sachbearbeiter	Herr	Arnold	Guido	LWA (Landwirtschaftsamt)
Kantonsförster	Herr	Winkler	Martin	AFW
<i>Fachstellen Nachbarkantone</i>				
Gebietsbetreuer	Herr	Rudin	Antonio	ARE ZH, Abt. Raumplanung, Fachstelle Landschaft
Planer	Herr	Frei	Thomas	Abt. Raumentwicklung AG
Bereichsleiter	Herr	Inan	Cüneyd	Dienststelle Raum und Arbeit Luzern (rawi)
	Herr	Schmidhauser	Albin	Verkehr und Infrastruktur-LU/Naturgefahren (Reussprojekt)
<i>Fachstellen Gemeinden</i>				
Fachperson Energie, Energiebeauftragte	Frau	Halter	Mirjam	Gemeinde Baar
Projektleiter	Herr	Zwyssig	Hugo	Gemeinde Steinhausen
<i>Interessengruppen</i>				
Präsident VFW	Herr	Kündig	Martin	VFW Verein zur Förderung der Wohnqualität entlang der Hochspannungsleitung (Hünenberg)

Nicht weiter verfolgter Korridor Mitte

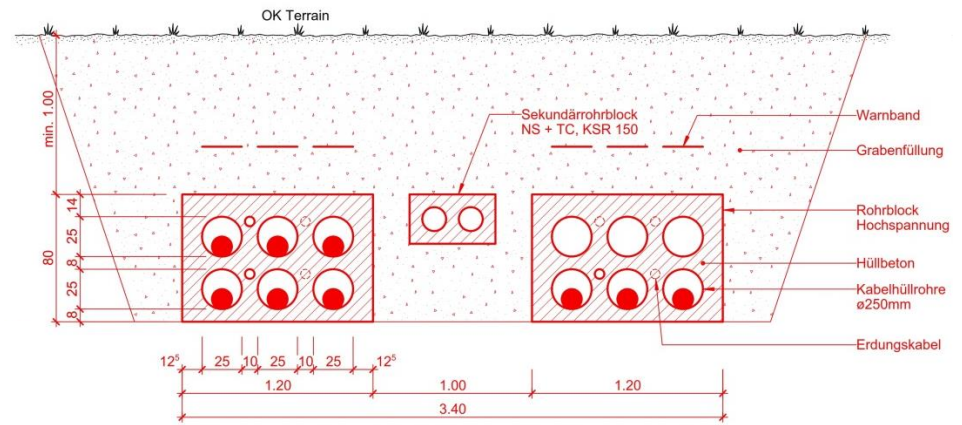


Typische Normalprofile

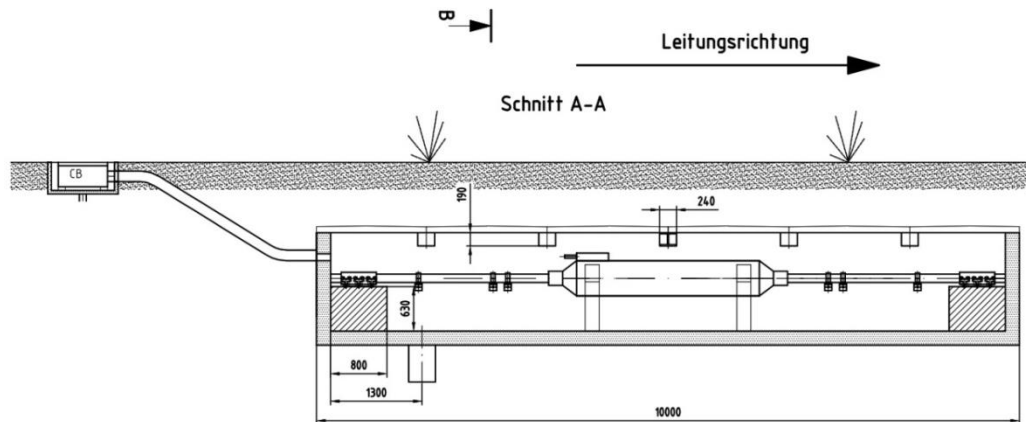
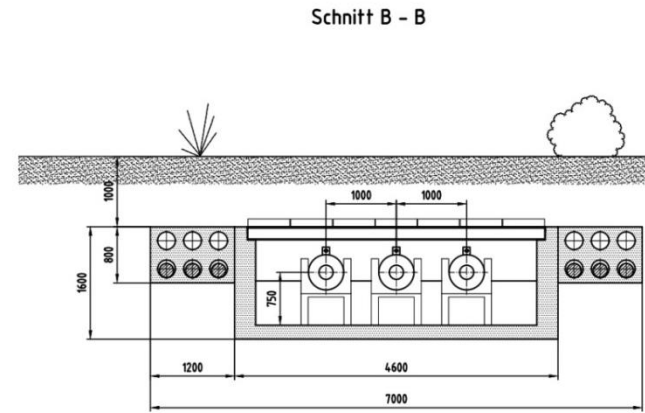
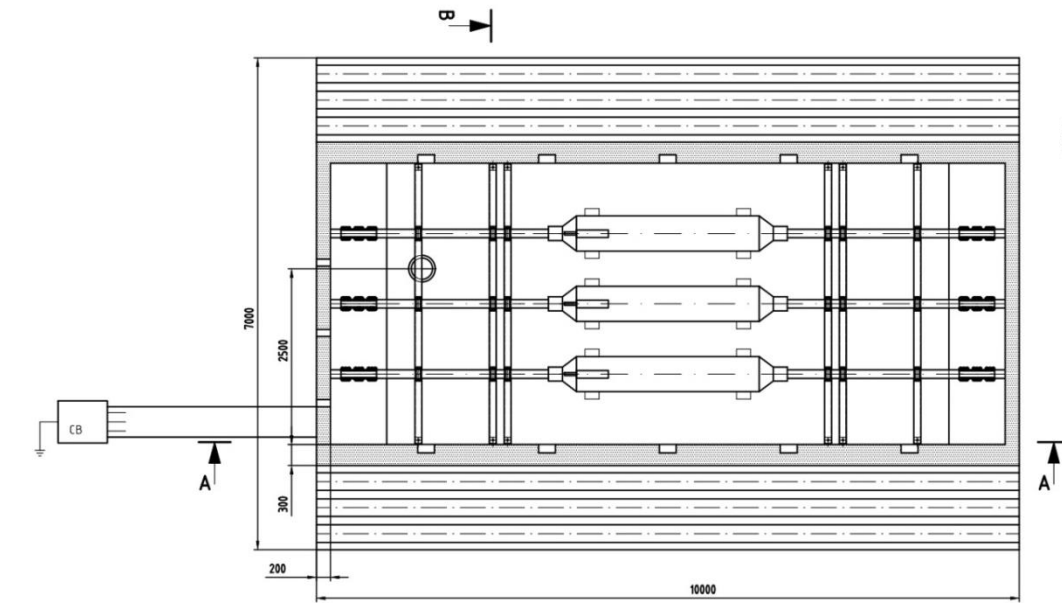
Normalprofil Stollen



Kabelrohrblock

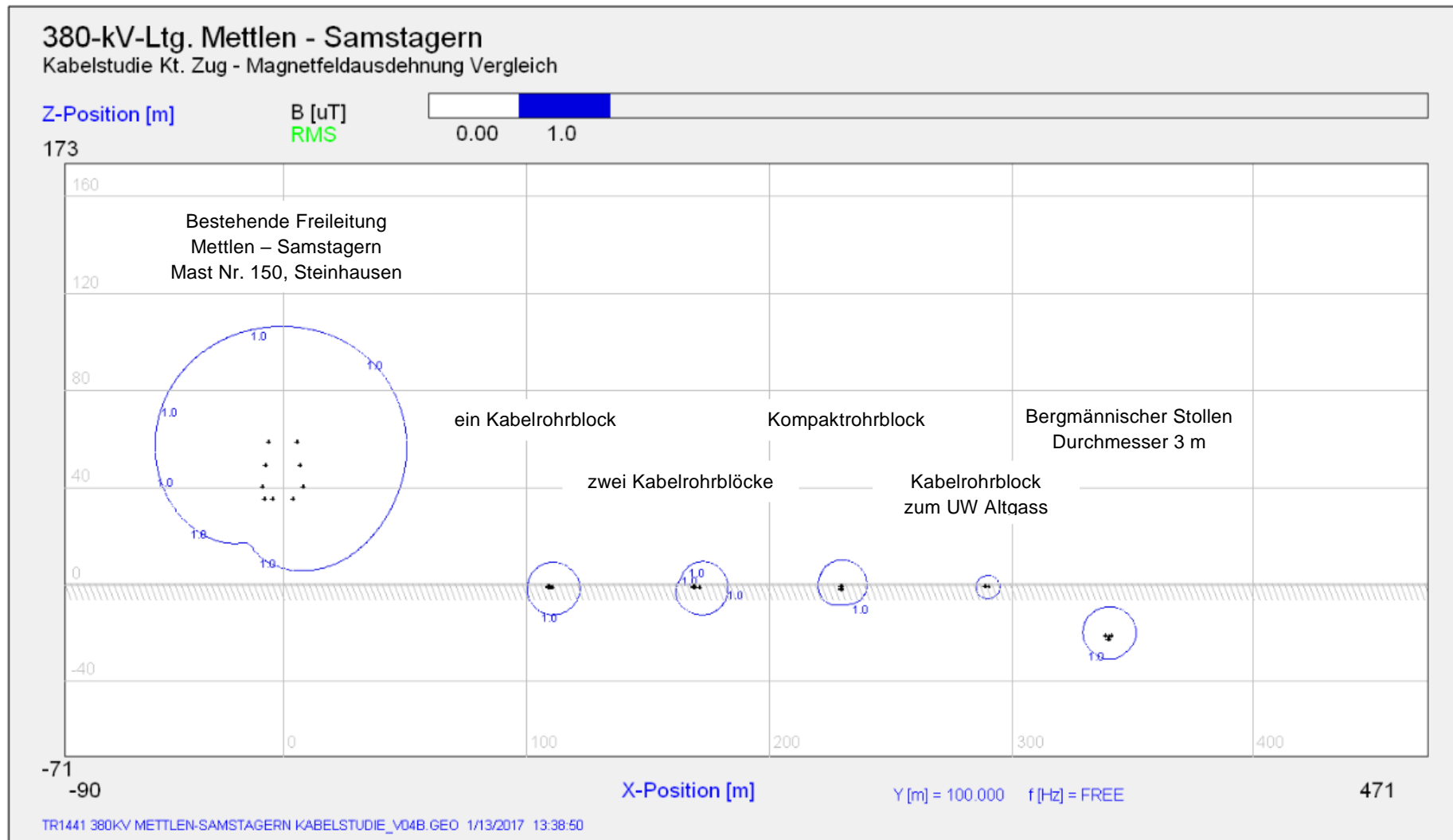


Layout Muffenschächte bei Grabenvarianten



- Vorteil:
- minimaler Eingriff in die Natur (Aushubvolumen klein)
 - CB-Box ist zugänglich für Messungen

Wirkungsbereich der nicht ionisierenden Strahlung



Blaue Linie = zulässiger Anlagengrenzwert 1 μ T (Mikrotesla) Masseinheit in Meter