

Faktenblatt swisselectric betreffend Erdverlegung von Höchstspannungsleitungen

Seilerstrasse 3
Postfach 7950
3001 Bern

T +41 31 381 64 00
F +41 31 381 64 01

info@swisselectric.ch
www.swisselectric.ch

MWST-Nr. 546156

Bei Höchstspannungsleitungen ist die Erdverlegung keine gangbare Variante. 380/220 kV-Leitungen müssen weiterhin als Freileitungen errichtet werden, um der technisch-betrieblichen Problematik und den ökologischen Aspekten Rechnung zu tragen, die Versorgungssicherheit nicht unnötig zu gefährden und eine wirtschaftliche Versorgung der Industrie und Wohnbevölkerung mit Strom sicherzustellen.

1 Fakten

Fakt 1

Die grösste **Umweltbeeinträchtigung** einer Freileitung ist ihre Sichtbarkeit. Die Erdverlegung von Höchstspannungskabeln von grosser Leistung belastet die Umwelt durch:

Tiefbau: Für die Aufnahme von Kabeln sind umfangreiche unterirdische Bauten erforderlich. Bei der Erstellung wird die Bodenstruktur gestört. Trassen von Kabelanlagen dürfen nicht mit tiefwurzelndem Gewächs bepflanzt werden und der Zugang muss jederzeit gewährleistet sein. [Bildquelle: Flughafen Madrid] Die bis zu 30m breiten Trassen bleiben je nach Vegetation markant sichtbar und führen bei Waldgebieten zu gut einsehbaren Schneisen.



Abbildung 33, nach 10 Jahren, Trassenbreite 30 m + 1x3,5 m (Quelle: Vatterfall)

Es wird viel Land für **Infrastrukturen** verbaut^A:

- Kabelanlage
- Kompensationsanlagen bzw. Übergangsbauwerke Kabel-Freileitung (35x70m)
- Lüftungsanlagen inkl. Strassenzugang alle 3 km
- Muffenkammern
- Bei Freileitungen sind je nach Topographie lediglich alle 200-500m Mastfundamente erforderlich



Lüftungsanlage Flughafen Madrid

Übergang Leitung - Kabel Flughafen Madrid

Die **Entfernung** einer obsolet gewordenen Freileitung ist einfach, rasch und ohne grössere Eingriffe in die Natur möglich. Bei Kabelanlagen sind umfangreiche Rückbaumassnahmen mit ähnlichen Eingriffen in die Natur wie beim Bau erforderlich.

Fakt 2

Die **Versorgungssicherheit** / Verfügbarkeit kann mit Freileitungen besser gewährleistet werden als mit erdverlegten Kabeln. Freileitungen sind sehr zuverlässig.



Interventions- und Reparaturzeiten sind kurz, längere Ausfälle selten^B.

Die Verlegung der Leitungen im Boden erschwert die Überbauung des betroffenen Grundstückes, die Zugänglichkeit im Störfall muss gewährleistet sein. Der Eingriff in die **Eigentumsrechte** der Grundeigentümer ist grösser als bei Freileitungen. Das birgt zusätzliches Konfliktpotential, was wiederum zu Verzögerungen führt.

Fakt 3

Freileitungen weisen eine deutlich bessere Gesamtwirtschaftlichkeit nach als erdverlegte Leitungen:

- i) Freileitungen haben eine **kürzere Bauzeit**.
- ii) Kabelleitungen verursachen bis zu mehr als 10-mal höhere **Investitionskosten**.
- iii) Die **Lebensdauer** von Freileitungen ist rund doppelt so gross, wie jene von Kabeln.

Fakt 4

Bündelung der Infrastruktur: Die SBB kann aus technischen Gründen nur noch sehr beschränkt verkabeln. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden, wo immer möglich, Bahnleitungen auf den Tragwerken der Höchstspannungsleitungen mitgeführt. Eine Verkabelung von Höchstspannungsleitungen erschwert diese Bündelung der Infrastruktur.

Fakt 5

Gleichstromübertragungen sind im eng vermaschten Schweizer Höchstspannungsnetz keine Lösung. Die Kopfstationen sind extrem teuer (typische Kosten für eine Doppelleitung 380 KV belaufen sich auf CHF 1 – 1.5 Mia. alleine für die erforderliche Kopfstation. Gleichstromverbindungen sind als Punkt-Punkt Verbindungen für Distanzen ab mehreren Hundert bis mehrere Tausend Kilometer sinnvoll. Gleichstromverbindungen können sowohl mit Kabel als auch mit Freileitungen erstellt werden.

2 Behauptungen und Gegenargumente

Behauptung: Es gehe auch um den Schutz der Bevölkerung vor **nichtionisierender Strahlung**.

Zutreffend ist: Den möglichen Gefahren wird in der Schweiz durch im öffentlichen Bereich eine der **strengsten Gesetzgebungen weltweit** Rechnung getragen. Dabei wird nach dem Vorsorgeprinzip gearbeitet. Diese weitreichenden Schutznormen gelten auch für Hochspannungsleitungen, die somit gefahrlos betreiben werden können. Überdies reduziert die Erdverlegung die magnetischen Felder nicht.

Behauptung: Eine Erdverlegung sei nicht oder unwesentlich **teurer** als Freileitungen.

Bei Höchstspannungsleitungen betragen die Kosten ein Mehrfaches als jene einer Freileitung. Je nach Situation und zu übertragender Leistung kann eine Erdverlegung ohne weiteres mehr als 10-mal teurer sein.

Behauptung: Die Erdverlegung erhöht die **Betriebssicherheit** der Leitungen.

Höchstspannungsfreileitungen heutiger Bauart sind **sehr zuverlässig**. Fehler treten selten auf und die Interventions- und Reparaturzeiten sind kurz. Periodische Inspektionen und regelmässige Wartungsarbeiten ermöglichen diesen hohen Standard. Demgegenüber besteht bei erdverlegten Leitungen die Gefahr, dass Isolationsfehler zu gravierenden Schäden führen. Fehler bei Kabeln führen zu Zerstörungen, die nur durch Austausch des Kabels behoben werden können. Die Ausfallzeiten bei Freileitungen betragen Stunden bis Tage bei Kabeln Wochen bis Monate.

Behauptung: Freileitungen gefährden die öffentliche Gesundheit durch ihr elektromagnetisches Feld.

Bei beiden Verlegungsarten sind die Grenzwerte für die magnetische Feldstärke von der NIS-Verordnung (eine der weltweit strengsten Vorschriften) gemäss dem Vorsorgeprinzip^C geregelt. Niederfrequente magnetische Felder haben keinen nachweislichen Einfluss auf die Gesundheit von Menschen, trotzdem werden in der Schweiz diese strengen Grenzwerte angewendet.

Behauptung: Erdverlegte Leitungen können wegen geringerem Widerstand in der Bevölkerung rasch gebaut werden.

Zutreffend ist: die massiven Eingriffe in die Natur und das Eigentum Privater führen zu **Widerstand** und Einsparungen. So dürfte der Zeitbedarf für die Genehmigung von erdverlegten Leitungen und Freileitungen entsprechend ähnlich sein.

Behauptung: Die Stromwirtschaft hat kein Interesse an erdverlegten Leitungen, weil die höheren Kosten ihre **Gewinne** schmälern würden.

Das StromVG sieht vor, dass Kapital- und Betriebskosten eines effizient betriebenen Netzes die Basis für die Festlegung des Netznutzungsentgeltes ist. Deshalb hat die Realisierungsart von Netzanlagen keinen direkten Einfluss auf den Gewinn von Netzeigentümern, ausser der erwähnte effiziente Betrieb des Netzes ist nicht mehr gewährleistet. In diesem Fall werden die gesetzlichen Vorgaben nicht mehr erfüllt.

Der Vorteil der Erdverlegung liegt einzig im Bereich Sichtbarkeit. Ansonsten hat sie nur Nachteile. Die **Verhältnismässigkeit** ist zu wahren^D. Die wesentlich höheren Kosten müssen klar begründbar sein. Die Gesetzgebung (StromVG) fordert eine wirtschaftliche Versorgung mit elektrischer Energie.

Vergleich mit einigen realisierten Kabelprojekten im Höchstspannungsbereich

Die wenigen weltweit bereits realisierten Kabelsysteme besitzen deutlich geringere Leistungen, als die meisten in der Schweiz notwendigen Netzausbauten, deren die Verkabelung zur Diskussion steht. Chamoson-Chippis weist z.B. durch die Bündelung von 6 Leitungen eine Gesamtleistung von 4000MW auf. Ein solches Leitungssystem lässt sich nur mit massiven baulichen Konsequenzen verkabeln.

Vergleich mit einigen realisierten Kabelprojekten im Höchstspannungsbereich

	Schweiz (Chamoson- Chippis/ Yverdon-Galmiz)	Dänemark (Ar- hus-Aalborg)	Wien	Berlin	London
Verlegung		Erdverlegung ohne Kühlung	Tunnel und Erd- verlegung mit Kühlung	Tunnel und Rohrverlegung mit Kühlung	Tunnel
Kabel- Systeme	(Chamoson- Chippis: 2 x 380 KV, 1 x 220 KV 1x65 KV, 2 x 132 KV) Yverdon-Galmiz: 2 x 380 kV, 2 x 220 kV, 1 x 132 kV)	Doppelkabel 2x380kV + 1x110	2x380kV	2x380kV	1x 400kV
Leistung der Verbin- dung	Chamoson- Chippis: 4000MW Yverdon-Galmiz: 4000MW	1400 MW (600+600+200)	1200 MW unge- kühlt 2100 MW gek.	2200 MW gekühlt	600MW
Trassenlänge	30km	14km	5,2km	12km	20km

Endnoten:

- A
- i) Die Maximale **Transportlänge** von Höchstspannungskabeln bei Strassen- oder Bahntransport beträgt ca. 600-800 m (maximale Grösse der Bobine). D.h. alle 600-800 m müssen die Kabelstücke mittels einer Muffe verbunden werden. Im Bereich der Höchstspannung sind die Muffen sehr gross und sie bedingen entsprechende Bauwerke. Die Standorte der Muffen müssen während der gesamten Lebensdauer der Kabelstrecke zugänglich bleiben, damit ein Ersatz eines fehlerhaften Kabelstücks möglich ist.
 - ii) die **Verlustwärme** von Hochleistungs-Kabelverbindungen ist abzuführen. Bei einer Lösung mit begehbaren Kabelkanälen erfolgt dies über Zwangsbelüftung mit entsprechenden Lüftungsbauwerken, die alle 3 km gebaut werden müssen. Bei Erdverlegung muss die Wärme über den Boden abfließen, was zur Austrocknung des Bodens und unter Umständen zu Störungen der Grundwasserströme führen kann.
 - iii) Die elektrische **Kapazität** von Kabelstrecken muss bei einer Wechselstromlösung mittels Kompensationsanlagen reduziert werden. Bei einer Gleichstromlösung sind Umrichter (35x70m) an beiden Enden und an allen Stellen, wo Energie ein- respektive ausgeleitet wird, erforderlich.
- B **Fehler** bei Freileitungen sind in den meisten Fällen "selbstheilend". D.h. ein durch Überspannungen gezündeter Lichtbogen löscht bei kurzer (automatischer) Abschaltung der Leitung selbsttätig. Die Schutzeinrichtungen der Leitung stellen eine sehr rasche Abschaltung sicher, so dass in der Regel keine Beschädigung entsteht. Die Leitung kann anschliessend wieder in Betrieb genommen werden. Gibt es trotzdem eine Beschädigung, ist die Reparatur einfach. Inspektionen und auch Reparaturen können bei Bedarf mittels Helikopter aus der Luft erfolgen. Damit sind die Ausfallzeiten bei Fehlern im Bereich Sekunden bis Tage. Bei einem Kabel führt ein Fehler immer zu einer **bleibenden Beschädigung**, die nur durch Auswechseln des fehlerhaften Kabelstückes (von Muffe zu Muffe) repariert werden kann. Damit sind die Ausfallzeiten im Bereich Wochen bis Monate.
- C Das **Vorsorgeprinzip** ist ein wesentlicher Grundsatz der aktuellen Umweltpolitik und Gesundheitspolitik in Europa, nach dem Belastungen bzw. Schäden für die Umwelt bzw. die menschliche Gesundheit im Voraus (trotz unzureichender Wissensbasis) vermieden oder weitestgehend verringert werden sollen.
- D Die technische Machbarkeit der Erdverlegung von Kabelanlagen ist heute weitgehend gegeben. Die **Verhältnismässigkeit** muss aber gewahrt bleiben. Je nach Spannung und Leistung kostet eine Erdverlegung ein Vielfaches einer Freileitung (bei Übertragungsleistungen von 4000 MVA) sicher Faktor 10 oder mehr. Getroffene Massnahmen müssen auch in Relation stehen zu Massnahmen, die in anderen Bereichen der Infrastrukturen getroffen werden. Beispielsweise werden Autobahnen auch nur dann untertunnelt, wenn die Auswirkungen auf die Bevölkerung entsprechend gross sind. Freileitungen haben neben der Tatsache, dass sie sichtbar sind und allfälligen Entladungsgeräusche verursachen, keine nachgewiesenen negativen Auswirkungen auf die Anwohner.