

Technologien im Höchstspannungsnetz der Schweiz

Freileitung und Erdverkabelung





Ausbau und Modernisierung des Übertragungsnetzes

Das Schweizer Übertragungsnetz

Mit einer Länge von insgesamt über 6700 Kilometer und 146 Schaltanlagen bildet das Schweizer Übertragungsnetz das Rückgrat für die sichere Stromversorgung der Schweiz. Die Aufgabe dieses sogenannten Höchstspannungsnetzes ist es, die von den Kraftwerken produzierte Energie mit einer Spannung von 380 oder 220 Kilovolt in die regionalen und lokalen Verteilnetze zu transportieren, von wo aus sie zu den Verbrauchern gelangt.

Ausbau und Modernisierung

Das Schweizer Übertragungsnetz gehört heute zu den sichersten und stabilsten der Welt. Die Anforderungen an das Netz haben sich jedoch aufgrund der Marktliberalisierung und der Zunahme von Produktion aus erneuerbaren Energiequellen gewandelt. Bereits heute bestehen im Schweizer Übertragungsnetz strukturelle Engpässe. Um diese zu beheben und das Netz für die zukünftigen Herausforderungen wie die Energiewende zu rüsten, unterhält und modernisiert Swissgrid die Infrastruktur laufend und sichert so der Schweiz eine nachhaltige Energiezukunft.



6700 km

Swissgrid unterhält schweizweit mehr als 6700 Kilometer Hochspannungsleitungen und 12000 Masten.



42 km

Der Anteil Erdkabel im Übertragungsnetz von Swissgrid ist kleiner als 1%.



40 Tonnen

Das Gewicht einer Kabelrolle kann bis zu 40 Tonnen betragen, was 40 Personenwagen entspricht.



15 cm

Der Durchmesser eines 380-Kilovolt-Höchstspannungskabels entspricht etwa dem Durchmesser eines Tischtennisschlägers.

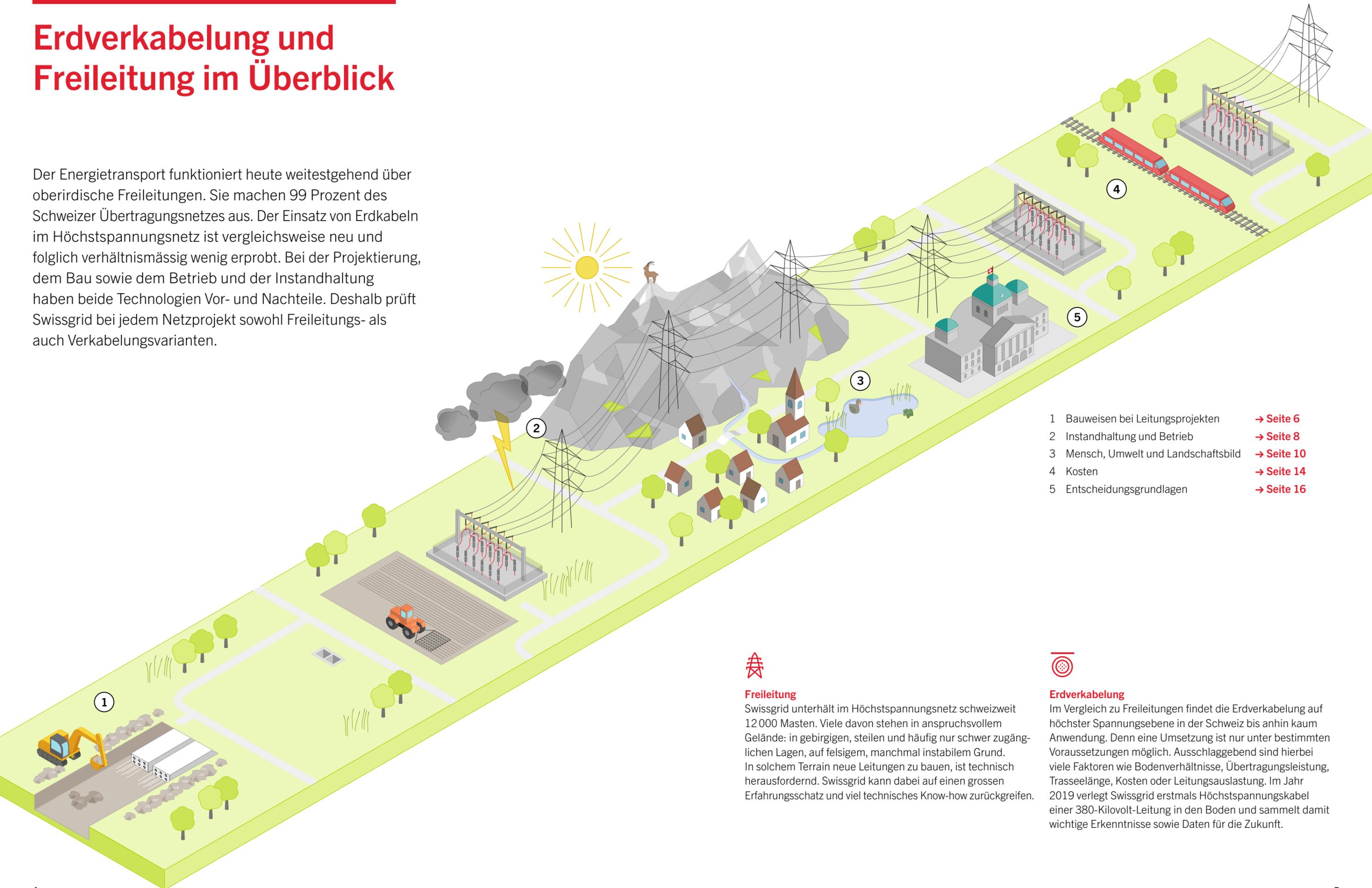


15 Jahre

Grosse Infrastrukturprojekte brauchen viel Zeit. Langjährige Bewilligungsverfahren, häufige Einsprachen und Gerichtsurteile führen dazu, dass vom Projektstart bis zur Inbetriebnahme im Durchschnitt 15 Jahre und mehr vergehen.

Erdverkabelung und Freileitung im Überblick

Der Energietransport funktioniert heute weitestgehend über oberirdische Freileitungen. Sie machen 99 Prozent des Schweizer Übertragungsnetzes aus. Der Einsatz von Erdkabeln im Höchstspannungsnetz ist vergleichsweise neu und folglich verhältnismässig wenig erprobt. Bei der Projektierung, dem Bau sowie dem Betrieb und der Instandhaltung haben beide Technologien Vor- und Nachteile. Deshalb prüft Swissgrid bei jedem Netzprojekt sowohl Freileitungs- als auch Verkabelungsvarianten.



- 1 Bauweisen bei Leitungsprojekten → Seite 6
- 2 Instandhaltung und Betrieb → Seite 8
- 3 Mensch, Umwelt und Landschaftsbild → Seite 10
- 4 Kosten → Seite 14
- 5 Entscheidungsgrundlagen → Seite 16



Freileitung

Swissgrid unterhält im Höchstspannungsnetz schweizweit 12 000 Masten. Viele davon stehen in anspruchsvollem Gelände: in gebirgigen, steilen und häufig nur schwer zugänglichen Lagen, auf felsigem, manchmal instabilem Grund. In solchem Terrain neue Leitungen zu bauen, ist technisch herausfordernd. Swissgrid kann dabei auf einen grossen Erfahrungsschatz und viel technisches Know-how zurückgreifen.



Erdverkabelung

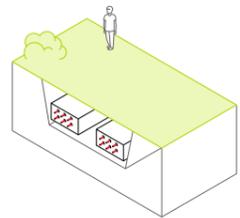
Im Vergleich zu Freileitungen findet die Erdverkabelung auf höchster Spannungsebene in der Schweiz bis anhin kaum Anwendung. Denn eine Umsetzung ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Ausschlaggebend sind hierbei viele Faktoren wie Bodenverhältnisse, Übertragungsleistung, Trasseelänge, Kosten oder Leitungsauslastung. Im Jahr 2019 verlegt Swissgrid erstmals Höchstspannungskabel einer 380-Kilovolt-Leitung in den Boden und sammelt damit wichtige Erkenntnisse sowie Daten für die Zukunft.

Bauweisen bei Leitungsprojekten



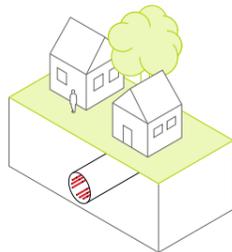
Trasseebau: So kommt das Kabel in den Boden

Bevor über die Linienführung und Bauweise des Trassees entschieden wird, sind detaillierte Abklärungen notwendig. Analysiert werden beispielsweise die geologische Bodenbeschaffenheit, bestehende Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen ebenso wie Gewässer und Grundwasservorkommen und potenzielle Bauvorhaben.



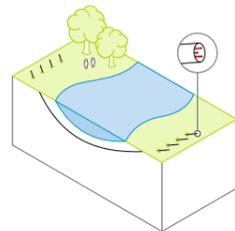
Rohrblockverfahren

Die einfachste und kostengünstigste Bauvariante. Dazu wird in offener Bauweise ein Kabelgraben ausgehoben. In den Graben werden Kabelschutzrohre gelegt, einbetoniert und wieder mit Erde bedeckt. Danach werden die Kabel in die Kabelschutzrohre eingezogen.



Tunnelbau

Dieses Verfahren wird in felsigem, gebirgigem Gelände oder zum Unterqueren von Hindernissen wie zum Beispiel Siedlungen oder Eisenbahngleisen gewählt. Die Tunnel werden im Stollenbau oder Pressvortrieb gebaut, die Kabel an speziellen Kabelträgern geführt.

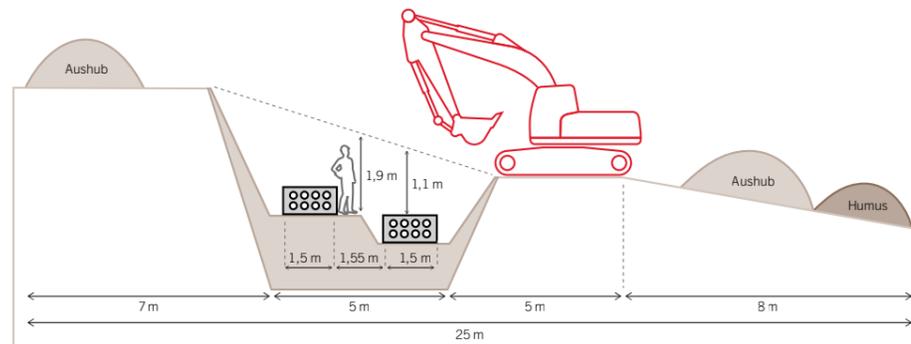


Gesteuerte Bohrung

Ein richtungsgesteuerter Bohrkopf gräbt sich unter Hindernissen wie etwa Gewässern oder Strassen durch. Hinter den Bohrkopf wird stabilisierende Flüssigkeit gepumpt. Danach werden Leerrohre für die Kabel eingezogen.

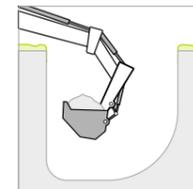
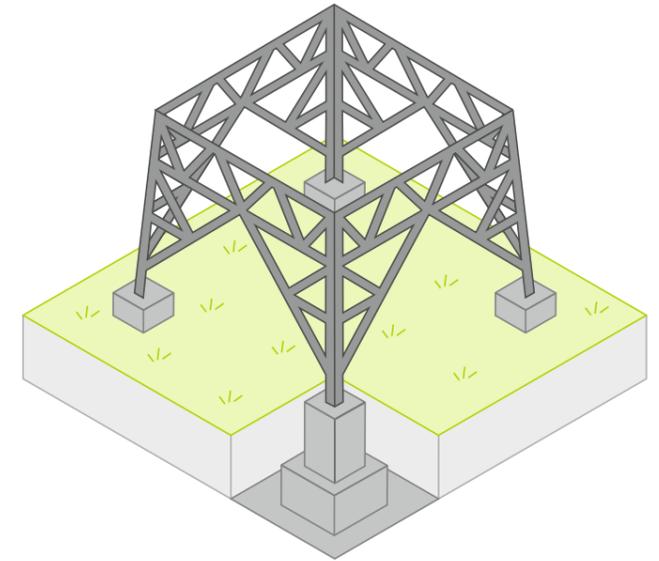
Häufigste Bauweise

Die Verlegung von Erdkabeln erfolgt grösstenteils mittels Verfahren im offenen Bau. Zuerst wird ein 25 Meter breites Trasse angelegt und in dessen Mitte der rund 5 Meter breite Kabelgraben ausgehoben. In diesen Graben werden mithilfe von Schablonen Kabelschutzrohre verlegt – in zwei Strängen zu je sechs oder acht Stück. Sie werden anschliessend zu zwei Kabelrohrblöcken betoniert und der ganze Graben wird wieder mit Erde aufgefüllt. Am Schluss werden die Stromkabel in die Kabelschutzrohre eingezogen.

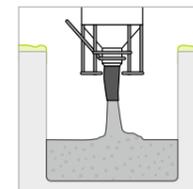


Freileitungsbau: auf stabilem Fundament

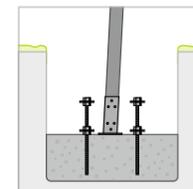
Der Mast einer Hochspannungsleitung benötigt eine Fläche von maximal 15 x 15 Metern. Sein aus vier Sockeln bestehendes Fundament wird sehr stabil gebaut: Es muss nicht nur den Mast tragen, sondern auch sicherstellen, dass dieser bei starkem Wind nicht umkippt. Je nach Masthöhe und Terrain – vor allem in den Bergen stehen Masten häufig in steilem oder instabilem Gelände – sind zusätzliche Sicherungsmassnahmen nötig. Spezielle Messinstrumente überwachen bis in 25 Meter Tiefe feinste Bewegungen des Untergrunds. Bauliche Massnahmen wie Metallnetze oder Betonverstärkungen schützen die Masten vor Lawinen, Steinschlägen oder Murgängen.



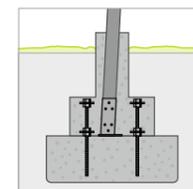
Am künftigen Maststandort wird ein Schacht ausgehoben – je nach Gelände mittels Bagger, Presslufthammer oder bergmännisch.



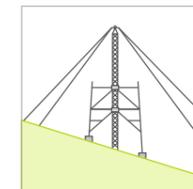
Die Schachtwände werden gesichert und armiert. Danach wird am Schachtboden der Fuss des Sockels betoniert. Er misst bis zu 4 x 4 Meter.



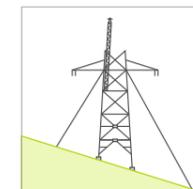
Die untersten Stahlelemente der Masten werden im Beton verankert. Zusätzlich tragen ins Fundament eingelassene metallene Pfähle zur Verstärkung und Stabilität bei.



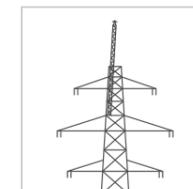
Die Stahlelemente werden mit mehreren armierten Betonschichten überzogen. Der Sockel verjüngt sich zur Erdoberfläche hin in mehreren Stufen.



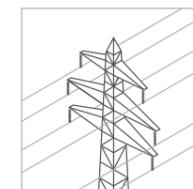
Sind die Fundamente fertig betoniert, kann der Mast mit einem Pneukran, Helikopter oder – wie die Illustration zeigt – mit einem Montageturm in die Höhe gebaut werden.



Helikopter oder Lastwagen schaffen die Mastelemente herbei. Mit dem Montageturm werden sie Stück für Stück emporgehoben.



Der Mast wächst kontinuierlich in die Höhe. In steilem Gelände werden einzelne Mastelemente per Helikopter direkt aus der Luft befestigt.



Ist der Mast fertig gebaut, werden die Stromkabel – die sogenannten Leiterseile – mittels Flaschenzügen an den Isolatoren eingehängt.

Instandhaltung und Betrieb

Freileitungen und Erdkabel haben Vor- und Nachteile beim Betrieb des Netzes und dessen Instandhaltung. Im Höchstspannungsbereich gibt es weltweit nur wenig Erfahrung beim Betrieb von Kabelleitungen. Die technischen Herausforderungen wie zum Beispiel die Spannungshaltung nehmen zu, je mehr Leitungsabschnitte des Übertragungsnetzes in den Boden verlegt werden. Denn beide Technologien besitzen unterschiedliche elektrische Eigenschaften, die Auswirkungen auf die Stabilität und Verfügbarkeit des Übertragungsnetzes haben.

Unterhalt und Lebensdauer

Freileitungen

Damit das Übertragungsnetz jederzeit verfügbar ist, werden die Freileitungen und Masten regelmässig inspiziert und instand gehalten. Die Lebensdauer einer Freileitung beträgt rund 80 Jahre.

Erdkabel

Zu einem Erdkabeltrasse gehören Übergangsbauwerke, die Kabel selbst und Muffenschächte. Nach heutigen Einschätzungen beträgt die Lebensdauer für Erdkabel etwa 40 Jahre.

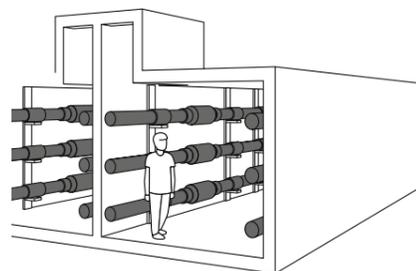
Störungen

Freileitungen

Den Launen der Natur sind Freileitungen nahezu schutzlos ausgesetzt. Sie sind deshalb häufiger von Störungen und Unterbrüchen betroffen als die im Boden gut geschützten Erdkabel. Diese können aber bei Freileitungen in aller Regel innerhalb von wenigen Minuten oder Stunden behoben werden.

Erdkabel

Störungen kommen bei Erdkabeln nur selten vor. Dafür dauert ihre Behebung viel länger als bei einer Freileitung, weil Erdkabel bei einer Störung meist Schaden nehmen und ausgetauscht werden müssen. Dies kann mehrere Wochen bis Monate in Anspruch nehmen, denn Kabel werden für jedes Projekt auf Mass dimensioniert und produziert. Auch das Entfernen des beschädigten und das Einziehen des neuen Kabels sind wegen des hohen Gewichts von Erdkabeln sehr aufwendig.



Muffenschächte

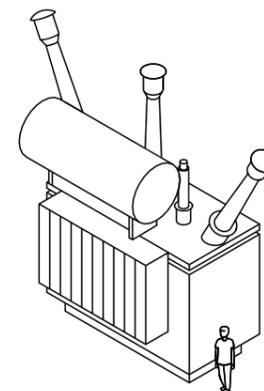
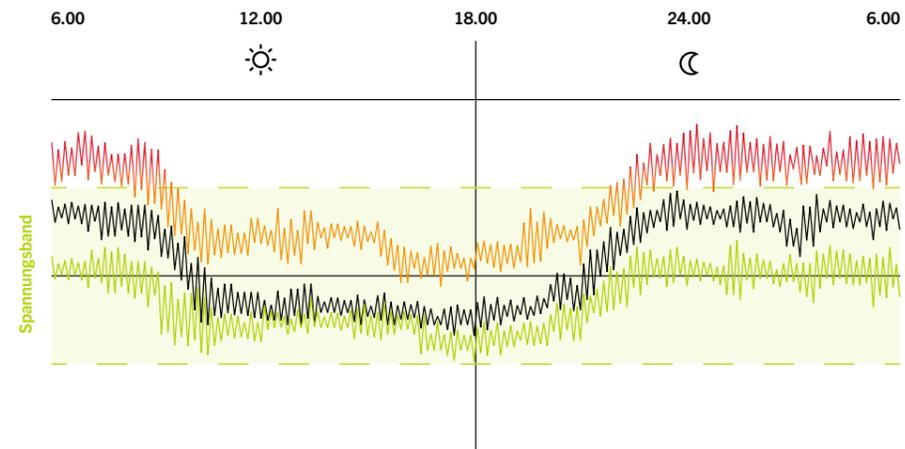
Muffenschächte werden für die Verbindung der jeweils circa einen Kilometer langen Kabelabschnitte gebaut und bleiben in der Regel während der gesamten Betriebsphase zugänglich. Die Muffen verbinden die einzelnen Kabelstücke und gehören neben den Kabelendverschlüssen zu den komplexesten Bauteilen.

Spannung

Die Spannung im Übertragungsnetz ändert sich laufend, von Sekunde zu Sekunde. Sie hängt einerseits von der Strommenge im Netz ab. Fliesst wenig Strom – zum Beispiel in der Nacht –, so ist die Spannung hoch. Andererseits spielt die Anzahl Kabelkilometer im Übertragungsnetz eine Rolle. Denn Erdkabel erhöhen die Spannung aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften stärker als Freileitungen. Bei der Projektierung einer Hochspannungsleitung bezieht Swissgrid deshalb nicht nur die jeweilige Leitung in die Überlegungen ein. Sie muss die Auswirkungen auf die Stabilität und Verfügbarkeit des gesamten Übertragungsnetzes im Auge behalten.

Auf die Kabelquote kommt es an

Die Netzleitstelle von Swissgrid muss darauf achten, dass sich die Spannung innerhalb eines bestimmten Bandes bewegt, da sonst Schäden an den elektrischen Anlagen drohen. Sie kann Gegensteuer geben, indem sie beispielsweise Kraftwerke anweist, die Spannung zu senken oder zu erhöhen. Steigt der Anteil der Erdkabel im Übertragungsnetz, reicht dies ab einem bestimmten Punkt nicht mehr aus. Es braucht weitere Massnahmen zur Senkung der Spannung – zum Beispiel sogenannte Kompensationsanlagen. Diese benötigen allerdings viel Platz, sind kostenintensiv und verursachen Lärm. Zudem erhöhen zusätzliche technische Komponenten die Komplexität und damit auch die Fehleranfälligkeit des Übertragungsnetzes.



Kompensationsanlagen

Swissgrid muss dafür sorgen, dass die Spannung im gesamten Übertragungsnetz nie zu hoch wird. Dazu kann sie Kraftwerke anweisen, die Spannung zu senken, oder sogenannte Kompensationsanlagen bauen, welche die Spannung reduzieren. Der Nachteil dieser Anlagen besteht darin, dass die elektrischen

Verluste zunehmen. Ab einer Kabellänge von circa 20 Kilometern sind sie aber zwingend erforderlich. Die je nach Leistung etwa lastwagengrossen Kompensationsanlagen werden, wenn möglich, beim Übergangsbauwerk oder bei einem Unterwerk, unter Umständen aber auch im freien Gelände platziert.

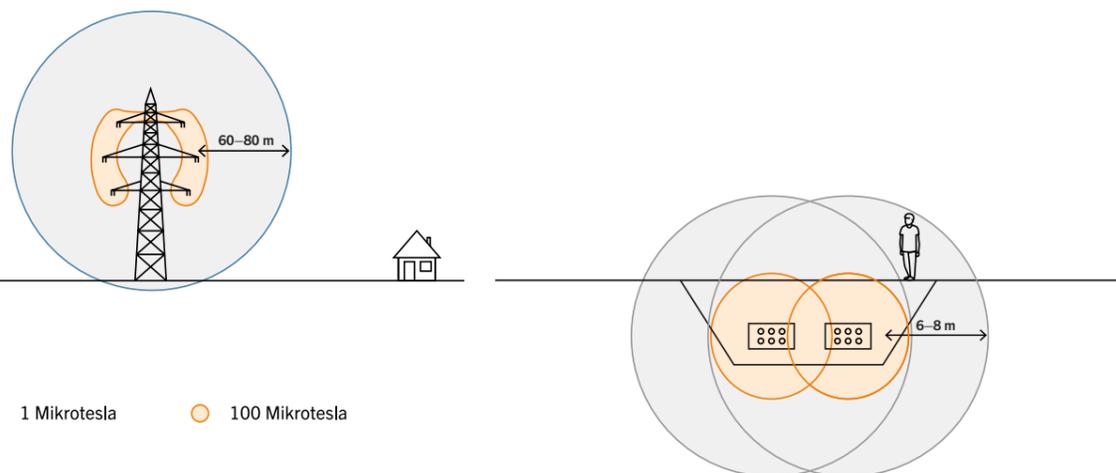
Mensch, Umwelt und Landschaftsbild

Der Schutz des Landschaftsbilds ist ein Pluspunkt der Erdverkabelung. Denn im Gegensatz zu den Masten der Freileitungen steckt hier der grosse Teil der Infrastruktur unsichtbar im Boden. Doch auch Erdkabel hinterlassen Spuren. Übergangsbauwerke verbinden die Kabel- mit den Freileitungsabschnitten. Spezielle Schachtbauten dienen der Kontrolle und Reparatur der Kabelverbindungen. Zufahrtsstrassen und Waldschneisen sind ebenfalls sichtbare Zeichen beider Technologien. Ausserdem erzeugen beide Technologien elektrische und magnetische Felder sowie Geräusche, die akustisch wahrgenommen werden.

Elektrische und magnetische Felder

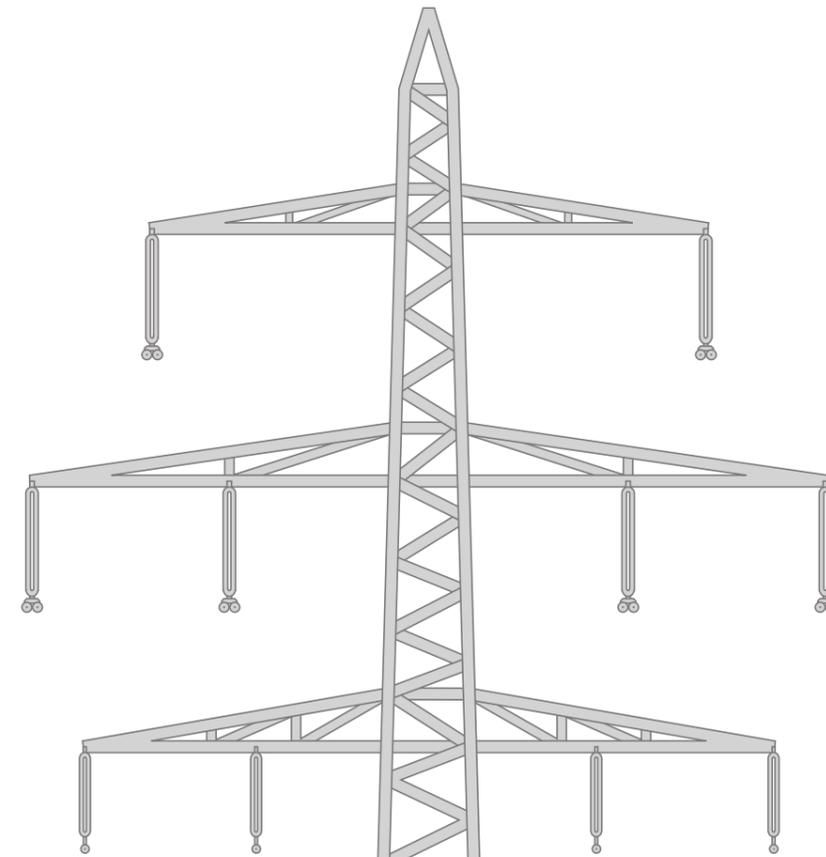
Magnetische Felder können ab einer bestimmten Stärke die Gesundheit des Menschen gefährden. Um dies zu verhindern, gelten in der Schweiz zwei Grenzwerte: der Anlagegrenzwert von 1 Mikrottesla für Orte mit empfindlicher Nutzung wie beispielsweise Schulen oder Spielplätze und der Immissionsgrenzwert von 100 Mikrottesla für alle Orte, an denen sich Menschen aufhalten könnten. Er schützt vor allen wissenschaftlich bekannten Gesundheitsgefahren.

Das magnetische Feld ist direkt unter einer Freileitung kleiner als direkt über einem Erdkabel. Dafür weisen Erdkabel eine geringere Ausdehnung des Magnetfelds auf, weil sich durch die Anordnung der Kabel deren Felder teilweise kompensieren. Der Anlagegrenzwert von Erdkabeln wird bei einem seitlichen Abstand zwischen sechs und acht Metern eingehalten. Bei einer Freileitung braucht es dazu 60 bis 80 Meter.



Geräuschkulisse

Bei Freileitungen kommt es laufend zu kleinen elektrischen Entladungen in die Luft. Dieser als «Koronaentladungen» bezeichnete physikalische Effekt erzeugt Geräusche, die das menschliche Ohr als Knistern oder Brummen wahrnimmt. Enthält die Luft viel Feuchtigkeit – bei Regen, Raureif, Nassschnee oder nach einem Gewitter –, verstärkt sich der Koronaeffekt und das Knistern wird lauter. Erdkabel selbst verursachen keine Geräusche, wohl aber mit ihnen verbundene Infrastrukturen wie Übergangsbauwerke oder Kompensationsanlagen.

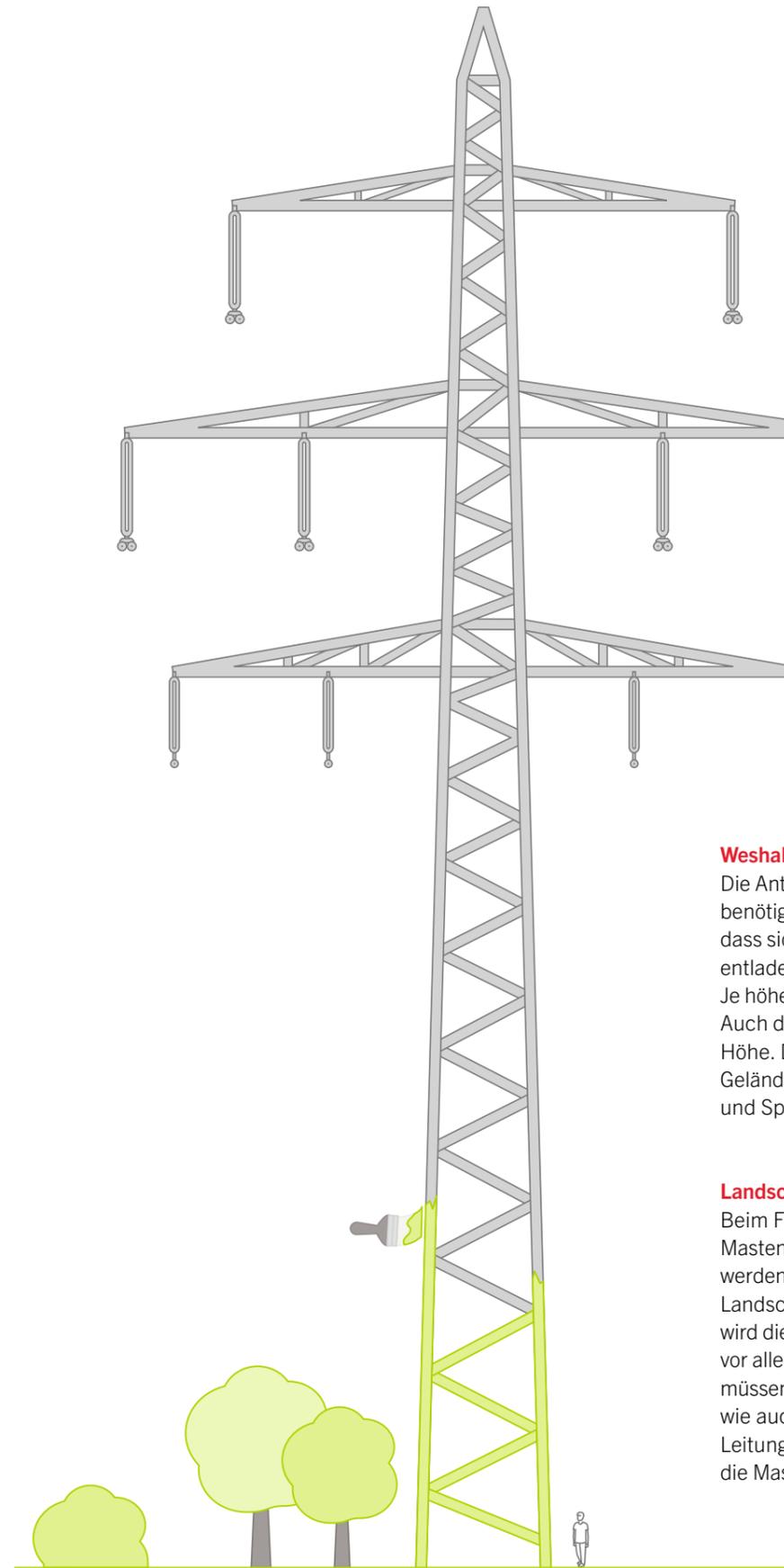


Weshalb die Strommasten so hoch sind

Die Antwort liefert in erster Linie die Physik. Die Stromleitungen benötigen eine ausreichende Höhe, um zu vermeiden, dass sich die Spannung über die Luft auf Objekte am Boden entladen kann (sogenannter elektrischer Überschlag). Je höher die Spannung einer Leitung, desto höher ihr Mast. Auch die Abstände zwischen den Masten beeinflussen deren Höhe. Das sorgt für Flexibilität beim Leitungsbau: Je nach Gelände, Landschaftsbild oder Siedlungsdichte können Höhe und Spannweite der Masten angepasst werden.

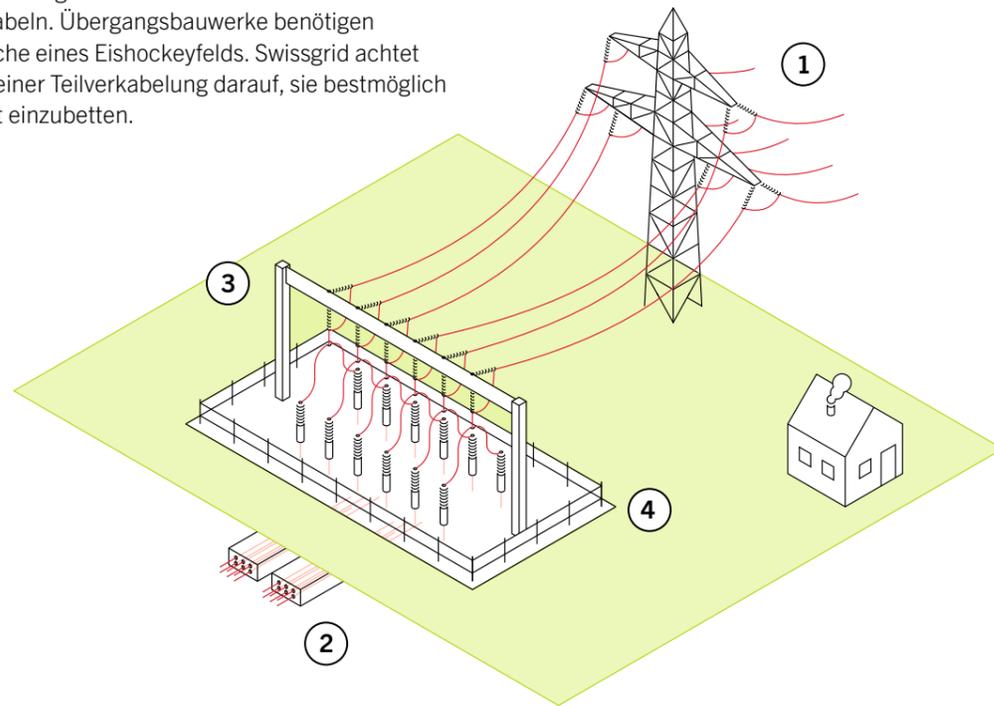
Landschaftsbild und Trassewahl

Beim Festlegen der Leitungstrassees ist die Sichtbarkeit der Masten und Leitungen ein zentrales Kriterium. Die Masten werden so platziert und ihre Höhe wird so gewählt, dass sie das Landschaftsbild möglichst wenig stören. In Bergregionen wird die Trassewahl – neben Aspekten des Landschaftsbilds – vor allem durch das Gelände beeinflusst. Denn die Masten müssen auf stabilem Grund stehen und vor Murgängen wie auch Lawinen geschützt sein. Um die Sichtbarkeit der Leitungen an exponierten Lagen zu reduzieren, erhalten die Masten einen grünen Schutzanstrich.

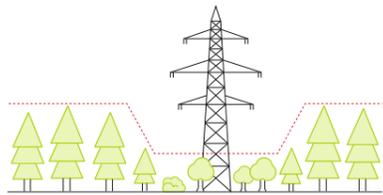


Übergangsbauwerke

Um Erdkabel mit Freileitungen zu verbinden, braucht es Übergangsbauwerke. Deren markantestes Merkmal sind die Abspanngerüste, die rund 25 Meter in den Himmel ragen. Sie nehmen die Leitungen vom letzten Mast auf und verbinden sie mit den Erdkabeln. Übergangsbauwerke benötigen ungefähr die Fläche eines Eishockeyfelds. Swissgrid achtet bei der Planung einer Teilverkabelung darauf, sie bestmöglich in die Landschaft einzubetten.

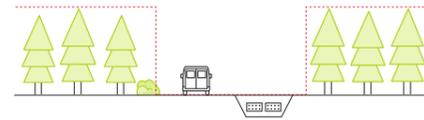


- 1 Freileitungsmast
- 2 Kabelrohrblock
- 3 Abspanngerüst
- 4 Bodenplatte



Ausholungen und Schneisen bei Freileitungen

Der Bau von Freileitungen in Waldgebieten erfordert Ausholungen, zum Beispiel für Zufahrtsstrassen, Depots oder den Bau der Mastfundamente. Ein Teil dieser Flächen kann nach Abschluss der Bauarbeiten wieder aufgeforstet werden. Direkt unter den Freileitungen dürfen nur niedrigstämmige Bäume gepflanzt werden.



Ausholungen und Schneisen bei Erdkabeln

Durchqueren Erdkabel Waldgebiete, sind Ausholungen nötig, um Platz für den Bau des Kabelgrabens zu schaffen. Ein Teil dieser Flächen kann nach Abschluss der Bauarbeiten wieder aufgeforstet werden. Da Wurzeln Schäden verursachen könnten, muss über den Kabelrohrblöcken aber dauerhaft eine Schneise frei gelassen werden (sogenannte Freihaltezone). Werden Übergangsbauwerke im Wald gebaut, sind dazu ebenfalls dauerhafte Ausholungen nötig.



Kosten

Die Baukosten einer Hochspannungsleitung können sich von Fall zu Fall stark unterscheiden. Entscheidend ist erstens, ob es sich beim Projekt um einen Neubau oder um einen Umbau einer bereits bestehenden Leitung handelt. Zweitens spielt die Technologie – Freileitung oder Erdkabel – eine massgebliche Rolle. Drittens hängen die Baukosten vom Raum ab, der durchquert wird. Ins Gewicht fallen Topografie und Baugrund, aber auch potenzielle Naturgefahren sowie «Umwege», die eine Leitung nehmen muss, weil ihr Mensch und Natur Hindernisse in den Weg legen. Als Faustregel gilt, dass eine Erdverkabelung in günstigen Fällen ungefähr doppelt so teuer ist wie eine Freileitung. In ungünstigen Fällen kann es zehnmal mehr sein. Die Kosten für jedes Netzprojekt werden auf die Stromrechnung der Konsumenten überwältigt.



Freileitung

Neubau	Länge	Baukosten total	Baukosten pro Kilometer
① Mörel – Ulrichen	30 km	100 Mio. CHF	3,3 Mio. CHF
② Chamoson – Chippis	30 km	100 Mio. CHF	3 Mio. CHF
③ Airolo – Lavorgo	23 km	67 Mio. CHF	2,9 Mio. CHF
④ Beznau – Birr: Freileitungsabschnitte	5,2 km	14 Mio. CHF	2,7 Mio. CHF
⑤ Chippis – Mörel	44 km	120 Mio. CHF	2,7 Mio. CHF

Spannungserhöhung bestehende Freileitungen	Länge	Baukosten total	Baukosten pro Kilometer
⑥ Pradella – La Punt	50 km	34 Mio. CHF	0,68 Mio. CHF
⑦ Bickigen – Chippis	106 km	51 Mio. CHF	0,48 Mio. CHF
⑧ Bassecourt – Mühleberg	45 km	5 Mio. CHF	0,1 Mio. CHF

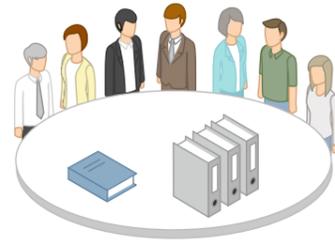


Erdverkabelung

Teilverkabelung	Länge	Baukosten total	Baukosten pro Kilometer
④ Beznau – Birr: Kabelabschnitt Gäbihübel	1,3 km	20 Mio. CHF	15,4 Mio. CHF

Entscheidungsgrundlagen

Der Entscheid für ein Erdkabel oder eine Freileitung wird im Sachplanverfahren durch den Bundesrat gefällt. Er ist das Ergebnis einer umfassenden Interessenabwägung. Eine wichtige Rolle spielt dabei seit einigen Jahren eine vom Bundesamt für Energie für jedes Projekt zusammengestellte Begleitgruppe. Sie hat die Aufgabe, die Diskussion zu versachlichen und objektiv nachvollziehbare Entscheide zu ermöglichen. Als Werkzeug steht der Begleitgruppe ein spezielles Bewertungsschema zur Verfügung.



Wer sitzt in der Begleitgruppe?

In der Begleitgruppe haben abhängig vom Projekt Vertreter/-innen mehrerer Bundesämter (zum Beispiel Raumentwicklung, Umwelt, Verkehr) Einsitz, dazu das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI), die Eidgenössische Elektrizitätskommission (EiCom), Vertreter/-innen der betroffenen Kantone, eine Umweltschutzorganisation sowie Swissgrid. Jede Partei hat eine Stimme.

Welche Aufgabe hat die Begleitgruppe?

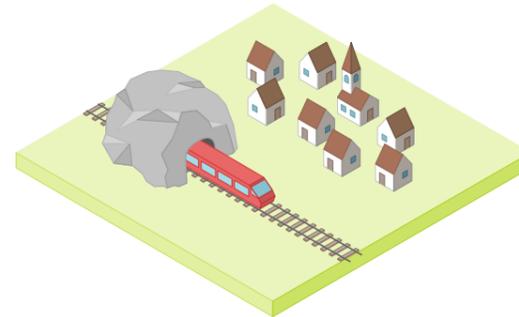
Sie gibt dem Bundesrat bei der Definition von Planungsgebiet und Planungskorridor sowie beim Technologieentscheid (Freileitung oder Erdkabel) Empfehlungen ab. Dazu diskutiert und bewertet sie die von Swissgrid erarbeiteten Varianten. Um die bestmögliche Lösung zu finden, haben verschiedene Bundesämter vor einigen Jahren mit dem «Bewertungsschema für Übertragungsleitungen» eine spezielle Methodik eingeführt. Sie erlaubt es, die Stärken und Schwächen der Varianten objektiv, umfassend und systematisch abzuwägen.

Wie funktioniert dieses Bewertungsschema?

Kern des Schemas bilden die vier Pfeiler Raumentwicklung, technische Aspekte, Umweltschonung und Wirtschaftlichkeit. Jeder dieser Pfeiler umfasst drei bis vier Kriteriengruppen mit jeweils zwei bis sieben Unterkriterien, die alle unterschiedlich gewichtet sind. Die Begleitgruppe vergibt den Kriterien Punkte und multipliziert diese mit der jeweiligen Gewichtung. Davon ausgenommen ist der Pfeiler Wirtschaftlichkeit, bei dem die realen Kosten Massstab sind. Der Vergleich der erhaltenen Werte schafft eine Entscheidungsgrundlage, ersetzt aber nicht die spezifische Interessenabwägung durch die Mitglieder der Begleitgruppe.

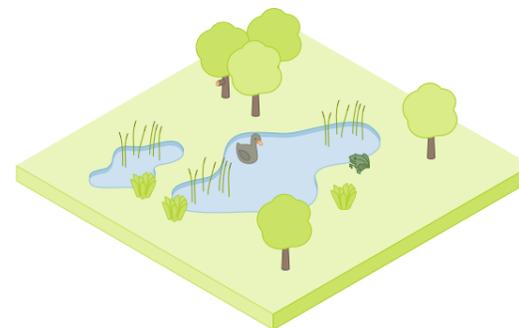


Bewertungsschema für Übertragungsleitungen



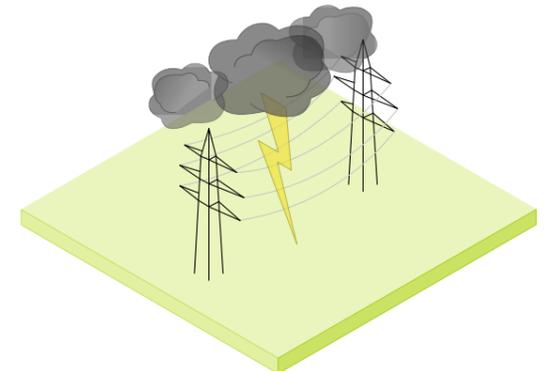
Raumentwicklung

- **Ressourcen schonen**
Die gewählte Variante soll den Raum möglichst haushälterisch nutzen und nach Möglichkeit immer mit anderen Infrastrukturen gebündelt werden.
- **Siedlungsraum schützen**
Siedlungsräume und Naherholungsgebiete sollen geschont werden.
- **Planungsziele**
Übergeordnete Planungen, Projekte und Konzepte müssen im Auge behalten werden.



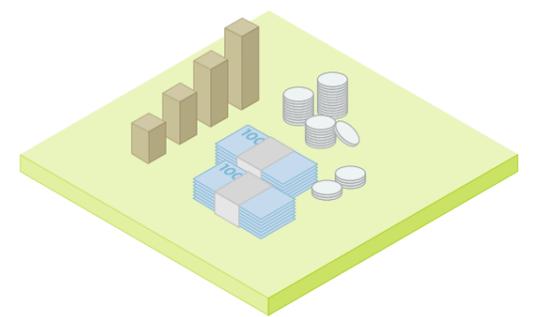
Umwelt

- **Immissionsschutz**
Beim Schutz vor einer Belastung durch elektromagnetische Strahlung und Lärm gibt es Grenzwerte, die eingehalten werden müssen.
- **Landschaftsschutz**
Beim Landschaftsschutz gilt die Vorgabe «grösstmögliche Schonung». Jeder Landschaftsabschnitt muss neu beurteilt werden. Naturschutzgebiete von nationaler Bedeutung dürfen nur tangiert werden, wenn es keine Alternativen gibt. Zudem sind Biotope, Zugvogelreservate und Gewässerräume zu berücksichtigen.



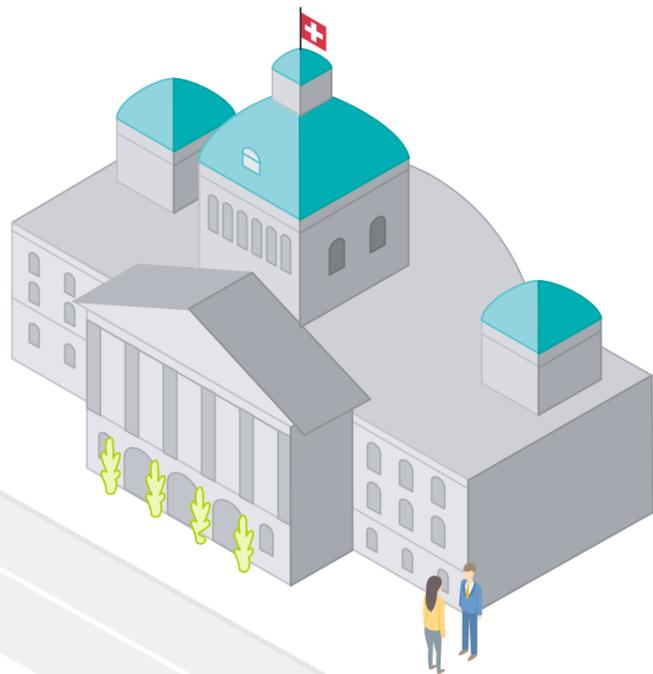
Technische Aspekte

- **Netzbetrieb**
Die Varianten müssen technische Mindestanforderungen erfüllen – zum Beispiel in Bezug auf ihre Belastbarkeit, Störanfälligkeit oder Reparaturdauer.
- **Zuverlässigkeit und Sicherheit**
Die Gefährdung durch Naturgefahren oder Witterungseinflüsse wird bewertet.
- **Lebenszyklus**
Energieverluste und Ökobilanz werden über den gesamten Lebenszyklus der Varianten berechnet.



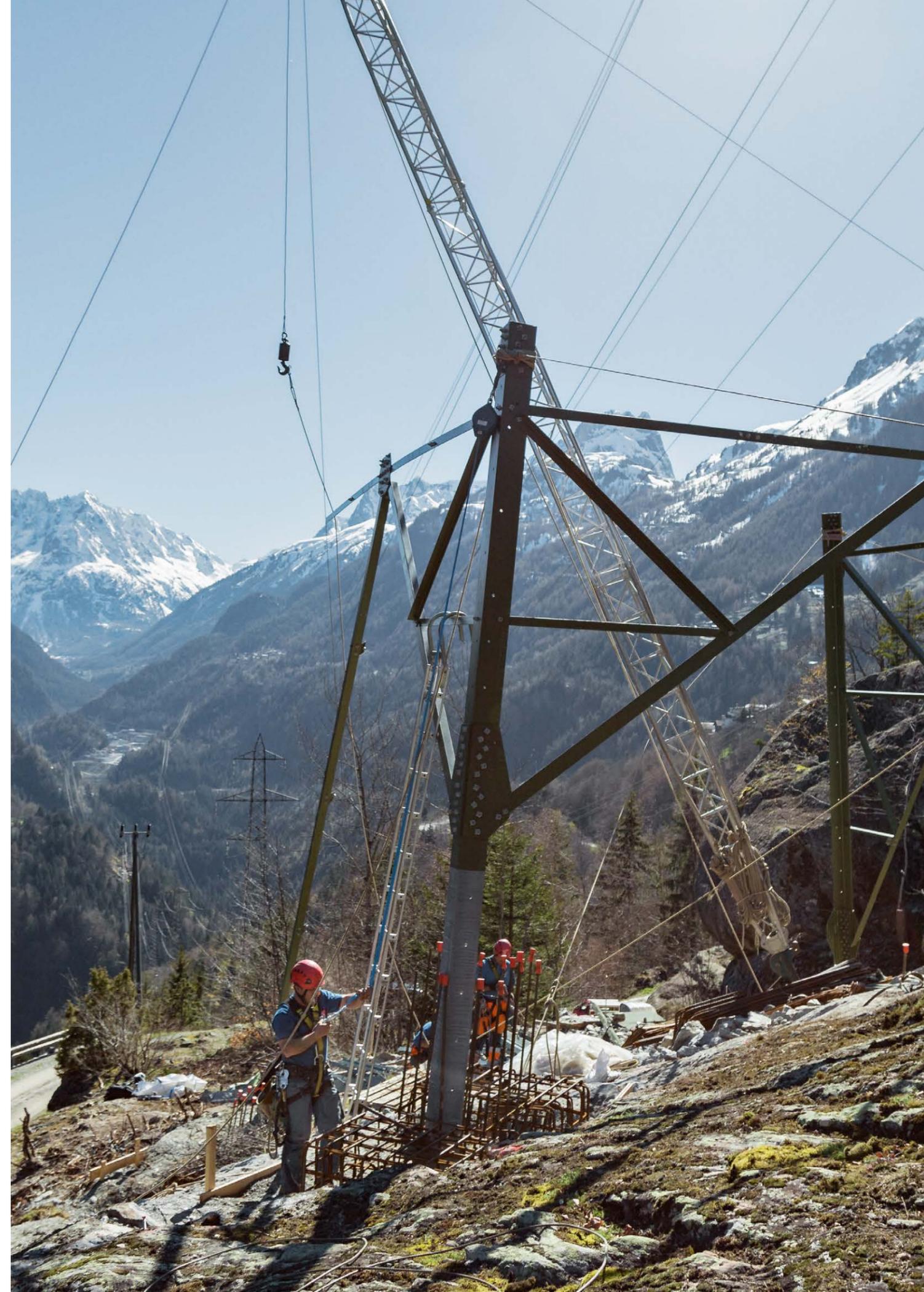
Wirtschaftliche Aspekte

- **Investitions- und Betriebskosten sowie Erträge**
Bei diesem Pfeiler werden Kosten abgeschätzt – effektiv oder normiert (Kosten pro Kilometer). Dazu gehören einerseits die Investitionen und Ersatzinvestitionen über die gesamte Nutzungsdauer sowie Investitionen für Begleitmassnahmen.
- **Anrechenbare Kosten**
Jedes Netzprojekt muss durch den Regulator aus wirtschaftlicher Perspektive beurteilt werden, da die Kosten auf die Stromrechnung der Konsumenten überwält werden.



Mit Energie in die Zukunft

Swissgrid ist die nationale Netzgesellschaft und verantwortet als Eigentümerin den sicheren und diskriminierungsfreien Betrieb sowie den umweltverträglichen und effizienten Unterhalt, die Erneuerung und den Ausbau des Schweizer Höchstspannungsnetzes. An den Standorten in Aarau, Prilly, Castione, Landquart, Laufenburg, Ostermundigen und Uznach beschäftigt Swissgrid rund 500 qualifizierte Mitarbeitende aus 20 Nationen. Als Mitglied des Verbands Europäischer Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E nimmt sie zudem Aufgaben im Bereich der Netzplanung, der Systemführung und der Marktgestaltung im europäischen Stromtausch wahr. Verschiedene Schweizer Elektrizitätsunternehmen halten gemeinsam die Mehrheit des Aktienkapitals von Swissgrid.



Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31
Postfach
5001 Aarau
Schweiz

Route des Flumeaux 41
1008 Prilly
Schweiz

T +41 58 580 21 11
info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch



Vertiefen Sie Ihr Wissen online:
Technologien im Leitungsbau

www.swissgrid.ch/besucherzentrum