



Bericht vom 30. Juli 2020

Berechnung des Mehrkostenfaktors gemäss LeV

Leitfaden



Ansprechperson BFE: denis.peytregnet@bfe.admin.ch

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Veröffentlichte Versionen	4
1 Einführung	5
1.1 Ziel des Excel-Tools „MKFactory“ und des Leitfadens	5
1.2 Umgang mit Teilverkabelungen	5
2 Allgemeine Bemerkungen zum Excel-Tool „MKFactory“	6
2.1 Grundsatz.....	6
2.2 Struktur der Excel-Tabelle	6
3 Tabellenblatt „Erklärungen“	7
4 Tabellenblatt „Projektdatei“	7
4.1 Allgemeine Daten.....	8
4.2 Kostenstellen.....	10
4.3 Kommentare.....	13
5 Tabellenblatt „Ergebnisse“	14
6 Hilfreiche Links	14

Abkürzungsverzeichnis

MKF	MehrKostenFaktor
LeV	Leistungsverordnung, SR 734.31
NPV	Kapitalwert (Barwert)
PGV	Plangenehmigungsverfahren
VNB	Verteilnetzbetreiber
WACC	gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten oder Weighted Average Cost of Capital

Veröffentlichte Versionen

V3.2	26. März 2020	1. Version veröffentlicht
V4.3	30. Juli 2020	Zusätzliche Angaben zur Monitoring durch das BFE eingefügt Excel-Tool mit Berechnung der Teilverkabelungen ergänzt

1 Einführung

1.1 Ziel des Excel-Tools „MKFactory“ und des Leitfadens

Artikel 15c des Elektrizitätsgesetzes (SR 734.0, EleG) und die dazugehörigen Verordnungsbestimmungen in der Leitungsverordnung (SR 734.31, LeV) legen fest, unter welchen Bedingungen eine Leitung (50 Hz) des Verteilnetzes mit einer Nennspannung von unter 220 kV als Erdkabel ausgeführt werden muss. Diese Bestimmungen sind am 1. Juni 2020 in Kraft getreten und nicht anwendbar auf Plangenehmigungsgesuche, die vor diesem Zeitpunkt bei der Genehmigungsbehörde eingereicht wurden.

Die Grundlagen für die Ermittlung des MKF eines konkreten Vorhabens sind in Artikel 11c LeV geregelt. Die vorliegenden Erläuterungen und das MKF-Berechnungstool „MKFactory“ beschreiben, wie der MKF bei Bedarf im Einzelfall zu ermitteln ist.

1.2 Umgang mit Teilverkabelungen

Für die Berechnung des MKF sind grundsätzlich die Gesamtkosten der Ausführung des Vorhabens als Erdkabel (Erdkabelvariante) den Gesamtkosten der Ausführung des Projekts als Freileitung (Freileitungsvariante) gegenüberzustellen (vgl. Art. 11c LeV). Als Vorhaben gilt der Gegenstand des Plangenehmigungsverfahrens bildende Leitungsabschnitt. Dies hat zur Folge, dass für Projektvarianten, die Kabel- und Freileitungsabschnitte enthalten, kein abschnittsweiser Kostenvergleich erfolgt (vgl. Beispiele in Anhang 1).

2 Allgemeine Bemerkungen zum Excel-Tool „MKFactory“

2.1 Grundsatz

Die Gesamtkosten der beiden Varianten (Freileitung und Erdkabel oder Teilverkabelung) ergeben sich durch die Addition der Kostenstellen a) ... i), wie sie in Art. 11c, Abs. 2, LeV aufgelistet sind.

Die während der Ausführung des Vorhabens bis zu seiner Inbetriebsetzung entstehenden Kosten werden nicht abdiskontiert. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass sie im Zeitpunkt $t=0$ anfallen. Die Bauzinsen werden nicht berücksichtigt.

Die während der Betriebszeit der Leitung anfallenden Kosten (jährliche Konzessionen, Instandhaltung, Energieverluste ...) sind unter Anwendung der Kapitalwertmethode zu bewerten. Eingesetzt werden die WACC abzüglich des im Zeitpunkt des Vergleichs geltenden Teuerungssatzes der Konsumentenpreise (Art. 11c, Abs. 4, LeV).

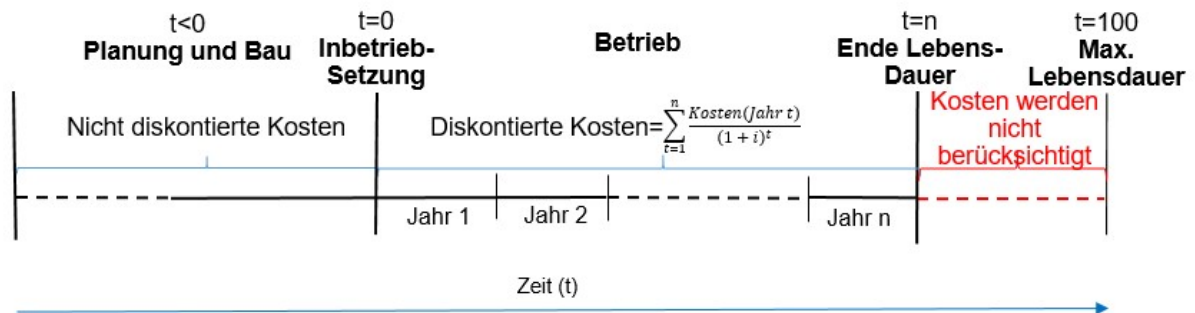


Abb. 1: Grundsatz der Kapitalwertmethode

2.2 Struktur der Excel-Tabelle

Das erste Tabellenblatt erklärt allgemein, wie die Tabelle ausgefüllt wird und die Berechnungen durchgeführt werden.

In das zweite Tabellenblatt werden die allgemeinen Projektdaten eingegeben wie auch die für die Berechnung der Kostenstellen a) ... i) notwendigen Werte.

Die Variante 1 ist eine Freileitung. Für die Variante 2 muss in der Zelle B5 des Tabellenblatts „Projektdaten“ ausgewählt werden, ob die vorgeschlagene Lösung ganz verkabelt ist oder nur zum Teil (mit je einem Teil Kabel und Freileitung). Wird das „Erdkabel“ gewählt, werden die in der Spalte D (Anteil Freileitung) eingetragenen Daten nicht berücksichtigt.

Die Kosten einer jeden Stelle, die Gesamtkosten der beiden Lösungen (Freileitung und Erdkabel oder Teilverkabelung) sowie die Berechnung des MKF werden in das dritte Tabellenblatt „Ergebnisse“ eingetragen. Die Grafik in einer anderen Spalte zeigt die Anteile der verschiedenen Kostenstellen an den Gesamtkosten der Variante Erdkabel oder Teilverkabelung im Vergleich zur Freileitung. Damit entstehen eine Struktur und eine Darstellung der Kosten gemäss Art. 11c, Abs. 2, LeV, was auch einen Vergleich und ein Monitoring der auf derselben Grundlage berechneten Vorhaben für Verteilnetzleitungen ermöglicht.

3 Tabellenblatt „Erklärungen“

Dieses Tabellenblatt enthält eine kurze Gebrauchsanweisung für das Tool.

Um den MFK zu berechnen, müssen alle gelb gefärbten Zellen des Tabellenblatts „Projektdaten“ ausgefüllt werden. Sie können entweder einen festen Wert oder eine durch den Benutzer aufgestellte Formel enthalten. Die Zellen am unteren Ende der Tabelle (Spalten A bis E, Zeile 106ff) können zur Schaffung der Formeln benutzt werden.

Die blauen Zellen enthalten vorgegebene Werte, die verändert werden können. Jede Veränderung dieser Werte muss in den Zellen B93 bis B98 begründet werden.

Die orangen Zellen enthalten Formeln, die durch die Benutzer nicht verändert werden können. Deshalb sind sie nicht zugänglich.

4 Tabellenblatt „Projektdaten“

Alle zur Berechnung des MKF notwendigen Daten werden auf diesem Tabellenblatt eingegeben. Es besteht aus zwei Teilen:

- Die allgemeinen Daten, welche von verschiedenen Stellen oder als Folge des Monitorings durch das BFE verwendet werden (Zeilen 3 bis 33).
- Die für einzelne Kostenstellen bestimmten Daten (Zeilen 34 bis 90).

In jede gelbe Zelle muss ein Wert eingetragen werden. Wird der Wert „0“ in eine Zelle gesetzt, muss dies in einer Zelle „Kommentar“ begründet werden (Zeile 100ff).

In der Zelle B5 muss ausgewählt werden, ob die Variante 2 ein Erdkabel oder eine Teilverkabelung ist. Im ersten Fall werden die Angaben zum Freileitungsanteil (Spalte D) rot gekennzeichnet und ihr Wert wird nicht berücksichtigt.

Eine Teilverkabelung kann aus mehreren Teilen von Erdkabeln oder Freileitungen bestehen. In diesem Fall müssen die Werte der jeweiligen Einzelteile addiert werden, weil das Tool nur je einen Eintrag annimmt.

Alle für den Bau und den Betrieb der Leitung notwendigen Kosten müssen berücksichtigt werden. Sie umfassen auch die Erweiterung oder Änderung der Unterwerke, Trafostationen und Verteilkkabinen.

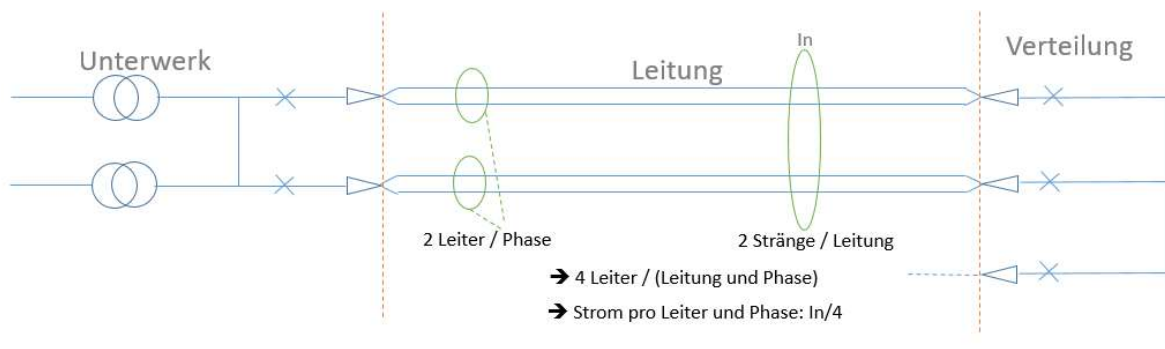


Abb. 2: Typisches einpoliges Schema, vereinfacht

4.1 Allgemeine Daten

Enthält die allgemeinen Angaben des Vorhabens, welche zur Bestimmung der verschiedenen Elemente der Gesamtkosten notwendig sind. Die folgenden Daten müssen eingetragen oder berechnet werden:

Name des Vorhabens:	Denselben Namen verwenden wie für die offiziellen Dokumente für das Bewilligungsgesuch.
Variante 1:	Die Variante 1 ist als Freileitung festgelegt.
Variante 2:	Mit Hilfe des Dropdown-Menüs wählen, ob es sich um ein Erdkabel oder um eine Teilverkabelung handelt. Im Falle einer Erdleitung werden die Zellen der Spalte D (Anteil Freileitung) rot angezeigt und nicht in Betracht gezogen.
Vorherrschende Bodenbeschaffenheit:	Mit Hilfe des Dropdown-Menüs den Bodentyp wählen. Diese Angabe ist für das Monitoring notwendig. Sie hat keinen Einfluss auf die MKF-Berechnung.
Vorherrschender Schutzgebiet-Typ:	Mit Hilfe des Dropdown-Menüs den Typ des Schutzgebiets wählen. Diese Angabe ist für das Monitoring notwendig. Sie hat keinen Einfluss auf die MKF-Berechnung.
Ersatz einer bestehenden Leitung:	Mit Hilfe des Dropdown-Menüs wählen, ob es sich um den Ersatz einer bestehenden Leitung oder um eine neue Leitung handelt. Diese Angabe ist für das Monitoring notwendig. Sie hat keinen Einfluss auf die MKF-Berechnung.
Trasse:	Einen Namen eingeben, falls verschiedene Trassees untersucht werden.
Version:	Beginnen mit 1.00 und bei jeder Änderung erhöhen.
Verantwortlicher:	Vorname, Name und Organisation der Person eingeben, welche die Berechnung ausführt.
Datum:	Es handelt sich um das Tagesdatum. Es wird automatisch aktualisiert und muss deshalb nicht manuell verändert werden.
Betriebsspannung U [kV]:	Die Spannung eintragen, mit der die Stromleitung betrieben wird.
Netzebene [-]:	Aufgrund der Betriebsspannung automatisch bestimmter Wert: Ebene 7: < 1kV Ebene 5: von 1 bis <36 kV Ebene 3: von 36 kV bis <220kV Ebene 1: ≥220kV
Nennstrom In [A]:	Den Strom eintragen, für den die Leitung ausgelegt ist. Es handelt sich um den Nennstrom zwischen Unterwerken, Trafostationen oder Verteilkabinen (siehe Abb. 2). Er wird berechnet für Leitungen mit einer Temperatur von 60°C (Erdleitung) und 20°C (Freileitung).
Nominale Scheinleistung Sn [VA]:	Errechneter Wert: Es handelt sich um die Leistung, die eine Leitung bei Betriebsspannung unter Nennstrom In übertragen kann ($S_n = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_n \cdot 1'000$).

Ladefaktor FC [%]:

Verhältnis zwischen der übertragenen Energie während einer bestimmten Zeit und der Energie, die während derselben Zeit unter Nennstrom-Bedingungen hätte transportiert werden können. Dieser Wert entspricht der mittleren Belastung der Leitung. Standardmässig beträgt er 50%. Bei Bedarf kann er manuell verändert werden. In diesem Fall muss der neue Wert in der Kommentarzelle auf der Zeile 93 begründet werden.

Durchschnittlich übertragene Scheinleistung Sm [VA]:

Errechneter Wert: $P_n \cdot FC$

Durchschnittlicher Kapitalkostensatz WACC [%]:

Dieser Wert wird durch den Bundesrat für das Folgejahr festgelegt (Internet-Adresse siehe Kapitel 6). Standardmässig beträgt dieser Wert 3.83%. Bei Bedarf kann er manuell verändert werden. In diesem Fall muss der neue Wert in der Kommentarzelle auf der Zeile 94 begründet werden.

Teuerungsrate [%]:

Der Standardwert beträgt 0.5%. Bei Bedarf kann er manuell verändert werden. In diesem Fall muss der neue Wert in der Kommentarzelle auf der Zeile 95 begründet werden.

Lebensdauer [Jahre]:

Lebensdauer der langlebigsten Komponente der zu vergleichenden Ausführungen. Der Standardwert beträgt 80 Jahre. Er entspricht der doppelten Lebensdauer eines Kabels und der Dauer einer Freileitung. Bei Leitungen der Netzebenen 5 und 7 (40 Jahre) kann sie kürzer sein. Der Standardwert kann bei Bedarf manuell verändert werden. In diesem Fall muss der neue Wert in der Kommentarzelle auf der Zeile 96 begründet werden. Der Höchstwert ist 100.

Strompreis [EUR/MWh]:

Es handelt sich um den jüngsten von der « EEX Swiss power futures » unter den Jahresverträgen veröffentlichten Wert für drei Jahre. Die Zahl in EUR/MWh eintragen (Internet-Adresse siehe Kapitel 6).

EEX SWISS POWER FUTURES

2020-07-21 Day Weekend Week Month Quarter Year

Baseload

Name	Last Price	Last Volume	Settlement Price	Volume Exchange	Volume Trade Registration	Open Interest
Cal-21	-	-	44,63	0	17 520	171
Cal-22	-	-	47,43	-	-	20
Cal-23	-	-	48,10	-	-	1
Cal-24	-	-	-	-	-	0
Cal-25	-	-	-	-	-	0
Cal-26	-	-	-	-	-	0

Abb. 3: Beispiel für die Bestimmung des Strompreises in EUR/MWh auf eex.com

Wechselkurs [CHF/EUR]:	Der Standardwert beträgt 1.12 CHF/EUR. Bei Bedarf kann er manuell verändert werden. In diesem Fall muss der neue Wert in der Kommentarzelle auf der Zeile 97 begründet werden.
Strompreis [CHF/MWh]:	Errechneter Wert. Der Strompreis der Swissix wird in CHF/MWh ausgedrückt unter Verwendung des oben angegebenen Wechselkurses.
Für den NPV anwendbarer Satz i [%]:	Errechneter Wert: Es handelt sich um die WACC minus den Teuerungssatz der Konsumentenpreise gemäss Art. 11c, Abs. 4, LeV.
Länge der Leitung [km]:	Länge der Stromleitung in km eintragen für: <ul style="list-style-type: none">- Die Freileitung- Die Erdleitung oder den geerdeten Teil der Teilverkabelung- Den Anteil der Freileitung an der Teilverkabelung, falls anwendbar.

4.2 Kostenstellen

Handelt es sich bei der Variante 2 um eine Erdleitung, müssen alle Werte der Freileitung (Zellen mit rotem Hintergrund) leer bleiben. Eingetragene Werte werden nicht berücksichtigt.

a. Planung

Die Planungskosten für die beiden Varianten „Freileitung“ und „Erdleitung oder Teilverkabelung“ müssen in die gelben Zellen eingetragen werden.

Es handelt sich um interne Kosten des VNB sowie um jene der beauftragten externen Gesellschaften (Bauingenieure, Geometer, Elektroinstallateure). Sie entstehen vor der Inbetriebsetzung der Leitung und werden deshalb nicht abdiskontiert.

Zur besseren Verständlichkeit der Ergebnisse empfehlen wir, die einzelnen Kosten in die freien Zellen des Tabellenblattes einzutragen und deren Summe in die gelben Zellen.

b. Grunderwerb-Rechte-Dienstbarkeiten

Die Kosten für den Grunderwerb entstehen vor der Inbetriebsetzung der Leitung. Somit werden sie nicht abdiskontiert.

Was die Kosten für die Einräumung von Rechten und Dienstbarkeiten betrifft, wird ein durchschnittlicher jährlicher Wert für die Lebensdauer des Vorhabens eingetragen. Beispiel: Konzessionskosten 10'000 CHF alle zehn Jahre → einzutragender Wert: 1'000 CHF/Jahr.

c. Wiederherstellung

Hier werden Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen berücksichtigt: Es handelt sich um Kosten zu Lasten des Bauherrn für den Naturschutz, die Aufforstung usw.

Sie entstehen vor der Inbetriebnahme der Leitung und werden deshalb nicht abdiskontiert.

Zur besseren Verständlichkeit der Ergebnisse empfehlen wir, die einzelnen Kosten in die freien Zellen des Tabellenblattes einzutragen (Spalten A bis E, Zeilen 106ff) und deren Summe in die gelben Zellen B42, C42 und D42.

d. Material

Eingetragen werden die Kosten für das notwendige Material und dessen Transport zur Baustelle.

Sie müssen auf die folgenden Stellen aufgeteilt werden:

Kostenstelle	Beschreibung	Freileitung	Erdleitung oder Teilverkabelung	
			Anteil Erdleitung	Anteil Freileitung
Masten	Masten, welche die Leitungen tragen, Erdleitungsmaterial	X		X*
Leiterseile	Leiterseile, Isolatoren, Verbindungselemente	X		X*
Übergangsbauwerk	Metallkonstruktion, welche die Schnittstelle zwischen einer Freileitung und einem Kabel bildet	X**	X	
Kabel	Preis der Kabel, Kabelrollen		X	
Kabelendverschlüsse, Zubehör	Kabelendverschlüsse, Muffen, Stützen, Kabelkanäle		X	
Änderung der Unterwerke und Verteilkabinen	Transformatoren, Verteilkabinen, Schutz und Kontrolle, Nebenleistungen, Anschlüsse	X	X	

* : Für Teilverkabelung.

** : z.B. Verteilkabine mit Netzzuleitung, dann Freileitung ausserhalb des Gebäudes

Zur besseren Verständlichkeit empfehlen wir, jede Kostenstelle feiner aufzugliedern. Hierzu können die freien Zellen des Tabellenblattes verwendet werden (Spalten A bis E, Zeilen 106ff). Die Summen sind in die entsprechenden gelben Zellen einzutragen.

Mögliche Kosten für die Kompensation von Blindenergie oder eine Veränderung der Nullpunktbehandlung werden in der MKF-Berechnung nicht berücksichtigt. Obschon sie in den Netztarifen anrechenbar sind, können sie üblicherweise keinem spezifischen Vorhaben zugeteilt werden. Sie tragen zur Verbesserung des Netzes in seiner Gesamtheit bei. Diese Sachlage wurde bei der Festlegung des MKF in der LeV berücksichtigt.

Die Kosten der Bauingenieure, welche auch die Rohre betreffen, müssen in der Stelle „Bau- und Montage“ eingetragen werden.

e. Bau- und Montage

Man unterscheidet zwischen:

- Baukosten: Herstellung von Gräben, Lieferung und Verlegung der Kabelführungsrohre, Bau der Fundamente für die Masten der elektrischen Leitungen.
- Die Montagekosten umfassen die Arbeitskosten für die Montage des unter d aufgeführten Materials auf der Baustelle.

Zur besseren Verständlichkeit empfehlen wir, jede Kostenstelle feiner aufzugliedern. Hierzu können die freien Zellen des Tabellenblattes verwendet werden (Spalten A bis E, Zeilen 106ff). Die Summen sind in die entsprechenden gelben Zellen einzutragen.

f. Rückbau

Gemäss den Erläuterungen zur Teilrevision der LeV sind bei den Rückbaukosten auch die Restwerte der rückzubauenden Anlagen, welche dann zu Sonderabschreibungen führen, zu berücksichtigen.

In der Excel-Tabelle müssen der Restbuchwert und die Rückbaukosten einzeln aufgeführt werden (Zeilen 57 und 58).

g. Instandhaltung und Reparatur

Man unterscheidet zwischen:

- Den jährlichen Instandhaltungskosten: Nachbesserung des Korrosionsschutzes, elektrische Messtechnik, Ausholzen im Leitungsbereich, Reparaturen...: Die Kosten je Strang-km müssen in die Zellen der Zeile 61 eingetragen werden.
- Den Kosten der grossen Wartungen je Strang-km, welche manuell in die Zellen B62 bis D69 eingetragen werden. Sie müssen gemäss der im Kapitel 2.1 beschriebenen Methode abdiskontiert werden. Dazu ist in der Spalte F anzugeben, wie viele Jahre nach der Inbetriebsetzung diese Wartungen erfolgen werden.

Die Kosten der Komponenten, die während der Lebensdauer ersetzt werden müssen (z.B. Austausch der Kabel nach 40 Jahren) werden nachstehend unter h. berücksichtigt.

h. Ersatz

Die Kosten der Komponenten, die während der Lebensdauer ersetzt werden, müssen in die entsprechenden Zellen eingetragen werden:

- Ersatz der Kabel (typischerweise nach der halben Lebensdauer)
- Ersatz der Leiterseile und Isolatoren für Freileitungen
- Oben nicht aufgeführter Ersatz (z.B. Holzmasten)

Damit diese Kosten gemäss der im Kapitel 1.2 beschriebenen Methode abdiskontiert werden können, ist in der Spalte F anzugeben, wie viele Jahre nach der Inbetriebnahme diese Ersetzungen erfolgen werden.

i. Energieverluste

Diese Daten ermöglichen die Berechnung des abdiskontierten Werts der Energieverluste während der Lebensdauer der Leitung. Die Eigenschaften der Leitungen (Freileitungen) und der Kabel (erdverlegte Leitungen) müssen durch den Bauherrn bestimmt und in die entsprechenden Zellen eingetragen werden.

Die Eigenschaften der Leitungen und Kabel sind für jedes Vorhaben spezifisch. Sie sind weitgehend abhängig vom Typ der Kabel (ein- oder dreiphasig), von der Zahl der Kabel für jede Phase, der Art der Verlegung, den Betriebsströmen und den Kurzschlussströmen.

Eine Leitung kann aus verschiedenen Strängen bestehen (ein Strang wird in der Unterstation mit einem bestimmten Anschluss verbunden) und jeder Strang kann aus mehreren Leitern je Phase bestehen (siehe Abb. 2). Zur Berechnung der Verluste wird angenommen, dass sich der Strom gleichmässig auf alle Leiter verteilt:

$$I_{\text{Leiter}} = \frac{I_n}{\text{Zahl der Stränge} * \text{Zahl der Leiter je Phase}}$$

Zur Berechnung der Verluste sind folgende Angaben notwendig:

Für die Freileitung:

- Der Leitertyp: Bitte den Typ des vorgesehenen Leiters eingeben und ein „data sheet“ beilegen, das die technischen Eigenschaften angibt (Werkstoff, Querschnitt, Widerstand ...)
- Anzahl Stränge: Unter Verwendung des Dropdown-Menüs die Zahl der Stränge eintragen.
- Anzahl Leiter je Phase: Unter Verwendung des Dropdown-Menüs die Zahl der parallelgeschalteten Leiter je Phase eintragen.
- Widerstand des Leiters R [Ohm/km]: Den Wert des Widerstands je Strang-km eines Leiters bei einer Temperatur von 20°C eintragen. Die Formel für die Berechnung der Verluste berücksichtigt die Zahl der Leitern //

Für die erdverlegte Leitung:

- Der Kabeltyp: Bitte den Typ des vorgesehenen Kabels eingeben und ein „data sheet“ beilegen, das die technischen Eigenschaften enthält (Baustoff, Querschnitt, Widerstand, Kapazität ...)
- Anzahl Stränge: Unter Verwendung des Dropdown-Menüs die Zahl der Stränge eintragen.
- Anzahl Kabel je Phase: Unter Verwendung des Dropdown-Menüs die Zahl der parallelgeschalteten Kabel je Phase eintragen.
- Widerstand des Leiters R [Ohm/km]: Den Wert des Widerstands je Strang-km eines Kabels bei einer Temperatur von 60°C eintragen. Die Formel für die Berechnung der Verluste berücksichtigt die Zahl der Leitern //
- C [μ F/km] eines jeden Kabels: Den Wert der Kapazität je Strang-km eines Kabels eingeben. Die Formel für die Berechnung der Verluste berücksichtigt die Zahl der Kabeln //
- Tan delta [-]: Der Wert von 0.00035 ist vorgegeben, weil er auf den Datenblättern der Lieferanten nicht angegeben ist. Eine manuelle Veränderung dieses Werts muss in der Kommentarzelle auf der Zeile 98 begründet werden.

4.3 Kommentare

Veränderung der Standardwerte:

Jede Veränderung der vorgegebenen Werte (blaue Zellen) muss begründet werden. Hierzu bitte die Zellen B93 bis B98 verwenden.

Zusätzliche Kommentare:

Alle weiteren für das Verständnis der Daten notwendigen Kommentare werden in die Zellen B100 bis B105 eingetragen.

5 Tabellenblatt „Ergebnisse“

Die nach den Stellen a ... i berechneten Kosten werden aufgeführt und summiert, um die Gesamtkosten einer jeden Variante zu bestimmen.

Der Mehrkostenfaktor wird in der Zelle C18 berechnet (Gesamtkosten erdverlegte Leitung / Gesamtkosten Freileitung). Ein Säulendiagramm zeigt die Gesamtkosten der Variante Erdkabel oder Teilverkabelung im Vergleich zur Variante Freileitung sowie den Anteil einer jeden Kostenstelle am Total der Freileitung, der Erdleitung und – im Fall einer Teilverkabelung – an ihrem Freileitungsanteil.

6 Hilfreiche Links

Mitteilung von BFE, EICom und ESTI betreffend „Anwendung von Artikel 15c EleG im Rahmen des Plangenehmigungsverfahrens“:

<https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10089>

Excel-Datei MKFactory:

<https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10069>

Website des BFE über „Freileitung oder Kabel“:

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromnetze/freileitung-oder-kabel.html>

Elektrizitätsgesetz, EleG, SR 734.0:

<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19020010/index.html>

Änderung des EleG vom 15. Dezember 2017:

<https://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2019/1349.pdf>

Leitungsverordnung, LeV, SR 734.31:

<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19940083/index.html>

Leitungsverordnung, LeV, SR 734.31, Änderung vom 3. April 2019:

<https://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2019/1377.pdf>

Teilrevision der Verordnung über elektrische Leitungen, Erläuterungen:

<https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9671>

WACC:

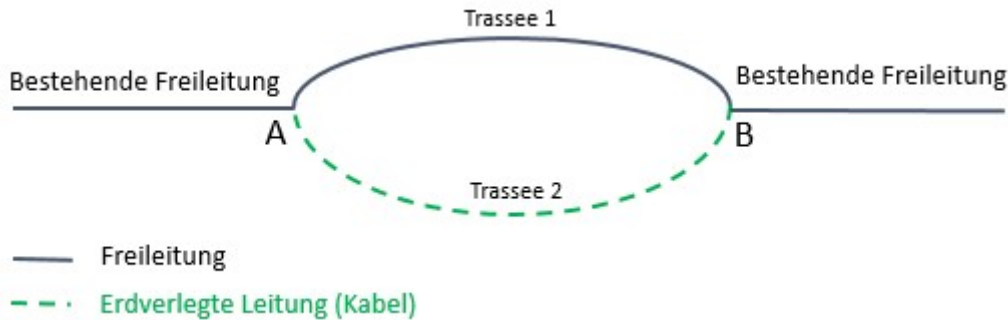
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/medienmitteilungen/mm-test.msg-id-74112.html>

Bestimmung des Strompreises in EUR/MWh:

<https://www.eex.com/en/market-data/power/futures>

Anhang 1: Rechenbeispiele für teilverkabelte Leitungen

Beispiel 1:



Im Falle einer bestehenden Freileitung, in der nur ein Abschnitt A-B erneuert werden muss, wird der MKF bloss für den betroffenen Abschnitt A-B berechnet:

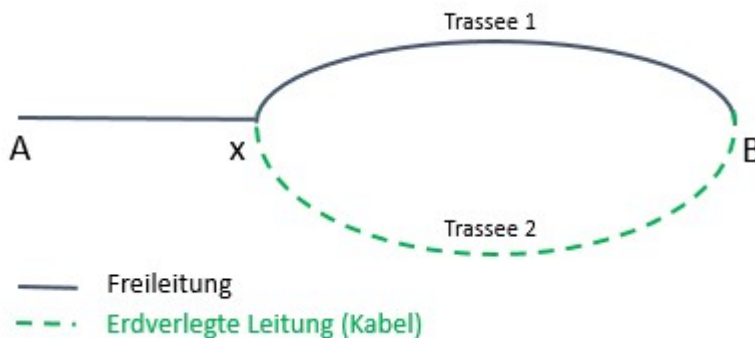
Bei den mit dem Tool MKFactory errechneten Kosten handelt es sich um:

- Cl_{A-B} für die Freileitung (Trassee 1)
- Cls_{A-B} für die erdverlegte Leitung (Trassee 2)

Der MKF der Leitung A-B ist:

$$MKF = \frac{Cls_{A-B}}{Cl_{A-B}}$$

Beispiel 2:



Der Abschnitt A-x kann nicht verkabelt werden. Er wird somit als Freileitung gebaut. Ihre Kosten, berechnet mit dem Tool MKFactory, betragen: Cl_{A-x}

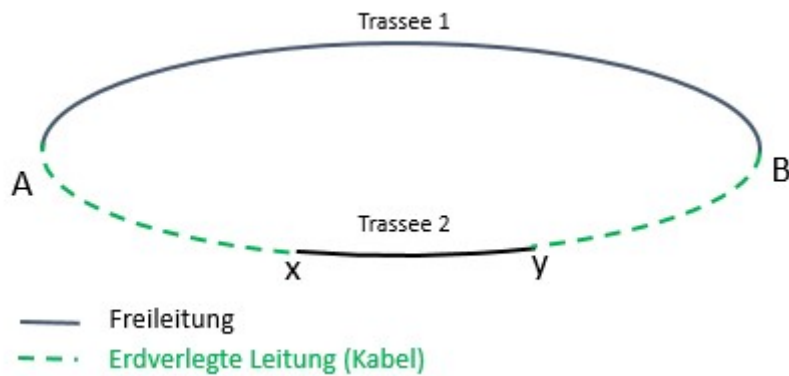
Der Abschnitt x-B kann in beiden Varianten ausgeführt werden. Berechnet mit dem Tool XXXX betragen die Kosten:

- Cl_{x-B} für die Freileitung (Trassee 1)
- Cls_{x-B} für die erdverlegte Leitung (Trassee 2)

Der MKF der Leitung A-B ist:

$$MKF = \frac{Cl_{A-x} + Cl_{x-B}}{Cl_{A-x} + Cl_{x-B}}$$

Beispiel 3:



Die durchgehende Freileitung benutzt das Trassee 1. Berechnet mit dem Tool MKFactory betragen die Kosten: Cl_{A-B}

Es ist nicht möglich, die Leitung in ihrer gesamten Länge in die Erde zu verlegen. Das gewählte Trassee (Trassee 2) muss eine Freileitung enthalten. Berechnet mit dem Tool MKFactory sind die Kosten: $Cl_{A-x} + Cl_{x-y} + Cl_{y-B}$

Der MKF der Leitung A-B ist:

$$MKF = \frac{\text{Kosten Trassee 2}}{\text{Kosten Trassee 1}} = \frac{Cl_{A-x} + Cl_{x-y} + Cl_{y-B}}{Cl_{A-B}}$$