

Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31
Postfach
5001 Aarau
Schweiz

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

Kostenschätzung Korridore Sachplan Reusstal

Grundlagen und Ergänzungen zur Berechnung

Datum 20. Mai 2019
Verfasser [REDACTED]
Grid Infrastructure

1 Einleitung

Mit dem Brief vom 3. Mai 2019 hat das BFE die Swissgrid aufgefordert, die Kosten für den Leitungszug Niederwil – Obfelden neu zu beurteilen.

Das BFE wünscht, dass Swissgrid die Kosten für den Korridor „Reusstal Teilverkabelung BLN“ neu berechnet. In der Beilage mit dem Titel „Sachplan Niederwil – Obfelden: Wirtschaftlichkeit“, datiert vom 12. März 2018, sind diese Kosten mit einer hohen Bandbreite ausgewiesen. Das BFE wünscht unter anderem, dass Swissgrid die Kosten für die Variante mit einer Kabelstrecke von 3.8 km ausweist.

2 Geforderte Kenngrößen und Berechnungen

Das BFE fordert konkret folgende Kenngrößen und Berechnungen:

1. Berechnung des Basisszenarios für die Korridore „Reusstal Freileitung“ und „Reusstal Teilverkabelung BLN“
2. Berechnung des Szenarios „maximum“ für den Korridor „Reusstal Teilverkabelung BLN“ für eine Teilverkabelungsstrecke von 3.8 km
3. Ausweisen der „Betriebskosten pro Jahr“
4. Ausweisen der Kilometerkosten für die Freileitungsabschnitte im Bereich der Reussquerung
5. Ausweisen der Annahmen für die „Investitionskosten Begleitmassnahmen“ für den Korridor „Freileitung Reusstal“
6. Ausweisen von transportierter Leistung, betrachteter Lebensdauer und Kosten für die Demontage

3 Antworten Swissgrid

3.1 Basisszenarien für „Reusstal Freileitung“ und „Reusstal TVK BLN“

3.1.1 Korridor „Reusstal Freileitung“

Tabelle 1 Kostenaufteilung für Basisszenario für „Reusstal Freileitung“ gemäss Bewertungsschema, Blatt "Kostentabelle (Eingabe)"

Investitionskosten Ausbauprojekt	
Beschreibung	Kosten [CHF]
	Basiszenario
Projektierung und Projektleitung	3'200'000
Arbeiten Leitungsbau (Installationsarbeiten, Test- und Inbetriebsetzung,...)	5'912'959
Materialkosten Leitungsbau (Masten, Seile, Kabel, Erdung, Muffen, Überwachung,...)	10'840'425
Kosten übrige Anlagen (Schaltanlage, Kompensationsanlage, Übergangsbauwerke,...)	-
Baukosten (Rodungen, Pisten, Aushub, Betonarbeiten, Bergbau,...)	2'956'479
Rechtserwerb	5'090'137
weitere...	-
Investitionskosten Ausbauprojekt	28'000'000

Kriterien-gruppe	Kriterien	Einheit	Basis
Effektive Kosten	Investitionskosten Ausbauprojekt	[CHF]	28'000'000
	Investitionskosten Begleitmassnahmen	[CHF]	1'000'000
	Investitionskosten Total	[CHF]	29'000'000
	Betriebskosten pro Jahr	[CHF/a]	308'724
Effizienz	Diskontierter Ertrag für das Jahr 2025 (Annahme: gleichzeitiger Baubeginn aller Varianten)	[CHF]	37'355'961

Normierte Kosten	Investitionskosten pro Strang-Kilometer	[CHF/km]	1'021'127
	Betriebskosten pro Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/km/a]	10'871
	Investitionskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer	[CHF/MWkm]	512
	Betriebskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/MWkm/a]	5

3.1.2 Korridor „Reusstal TVK BLN“

Für die Kosten der Kabelleitung und der Übergangsbauwerke sind neu die Zahlen der Teilverkabelung Gähnthal berücksichtigt worden. Damit sind die Kosten für die Kabelleitung um ca. CHF 5 Mio. gestiegen. Die neuen Zahlen sind in der Spalte „Basiszenario 2019“ abgebildet.

Tabelle 2 Kostenaufteilung für Basiszenario „Reusstal TVK BLN“ gemäss Bewertungsschema, Blatt "Kostentabelle (Eingabe)"

Investitionskosten Ausbauprojekt			
Beschreibung		Kosten [CHF]	
		Basiszenario 2018	Basiszenario 2019
Projektierung und Projektleitung		6'800'000	7'298'800
Arbeiten Leitungsbau (Installationsarbeiten, Test- und Inbetriebsetzung,...)		12'012'076	12'893'197
Materialkosten Leitungsbau (Masten, Seile, Kabel, Erdung, Muffen, Überwachung,...)		21'621'737	23'207'755
Kosten übrige Anlagen (Schaltanlage, Kompensationsanlage, Übergangsbauwerke,...)		6'400'000	6'869'459
Baukosten (Rodungen, Pisten, Aushub, Betonarbeiten, Bergbau,...)		14'414'491	15'471'837
Rechtserwerb		5'351'696	5'744'259
weitere...			
Investitionskosten Ausbauprojekt		66'600'000	71'485'307

Kriterien-gruppe	Kriterien	Einheit	Basis 2019
Effektive Kosten	Investitionskosten Ausbauprojekt	[CHF]	71'485'307
	Investitionskosten Begleitmassnahmen	[CHF]	
	Investitionskosten Total	[CHF]	71'485'307
	Betriebskosten pro Jahr	[CHF/a]	401'732
Effizienz	Diskontierter Ertrag für das Jahr 2025 (Annahme: gleichzeitiger Baubeginn aller Varianten)	[CHF]	84'944'690
Normierte Kosten	Investitionskosten pro Strang-Kilometer	[CHF/km]	2'382'844
	Betriebskosten pro Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/km/a]	13'391
	Investitionskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer	[CHF/MWkm]	1'194
	Betriebskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/MWkm/a]	7

3.2 Szenario „max.“ für “Reusstal TVK BLN“ mit 3.8 km Kabellänge

Tabelle 3 Kostenaufteilung für Szenario Maximum „Reusstal TVK BLN“ gemäss Bewertungsschema, Blatt "Kostentabelle (Eingabe)"

Investitionskosten Ausbauprojekt	
Beschreibung	Kosten [CHF]
	Szenario Maximum
Projektierung und Projektleitung	9'488'440
Arbeiten Leitungsbau (Installationsarbeiten, Test- und Inbetriebsetzung,...)	16'761'156
Materialkosten Leitungsbau (Masten, Seile, Kabel, Erdung, Muffen, Überwachung,...)	30'170'082
Kosten übrige Anlagen (Schaltanlage, Kompensationsanlage, Übergangsbauwerke,...)	8'930'297
Baukosten (Rodungen, Pisten, Aushub, Betonarbeiten, Bergbau,...)	20'113'388
Rechtserwerb	7'467'536
weitere...	
Investitionskosten Ausbauprojekt	92'930'899

Kriterien-gruppe	Kriterien	Einheit	Max 2019
Effektive Kosten	Investitionskosten Ausbauprojekt	[CHF]	92'930'899
	Investitionskosten Begleitmassnahmen	[CHF]	
	Investitionskosten Total	[CHF]	92'930'899
	Betriebskosten pro Jahr	[CHF/a]	522'252
Effizienz	Diskontierter Ertrag für das Jahr 2025 (Annahme: gleichzeitiger Baubeginn aller Varianten)	[CHF]	108'980'969

Normierte Kosten	Investitionskosten pro Strang-Kilometer	[CHF/km]	3'097'697
	Betriebskosten pro Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/km/a]	17'408
	Investitionskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer	[CHF/MWkm]	1'553
	Betriebskosten pro Leistungs-Strang-Kilometer und Jahr	[CHF/MWkm/a]	9

3.3 Betriebskosten pro Jahr

Die Betriebskosten setzen sich aus den Kosten für den Betrieb und die Instandhaltung einerseits und für die Kosten der Verlustenergie andererseits zusammen. Betrieb und Instandhaltung beinhalten die regelmässige Inspektion der Leitungen, kleinere Instandsetzungsmassnahmen von Defekten sowie die regelmässig anfallen Arbeiten wie zum Beispiel die Korrosionsschutzerneuerung.

Für eine Freileitung betragen diese Kosten CHF 2'500 pro Kilometer, für eine Kabelleitung CHF 1'500 pro Kilometer. Für die Übergangsbauwerke betragen die jährlichen Kosten CHF 1'500 und für die einzusetzenden Kompensationsanlagen CHF 5'000. Diese Grössen basieren für die Freileitung auf Erfahrungswerten der ehemaligen Netzeigentümer, für die Kabelleitung auf Angaben von Verteilnetzbetreibern und die Kosten für die Kompensationsanlagen sind abgeleitet von den Kosten für Transformatoren.

Die Kosten für die Kompensationsanlage basieren auf Richtpreisofferten diverser Hersteller. Es gibt unterschiedliche Technologien für die Kompensation der Blindleistung. Swissgrid hat für den Kostenvergleich die kostengünstigste Variante ausgewählt. Dies heisst jedoch nicht, dass Swissgrid eine Kompensationsanlage mit genau dieser Technologie bauen wird. Falls andere Technologien einen Zusatznutzen für Swissgrid aufweisen, können die Mehrkosten gerechtfertigt sein und Swissgrid wird die teurere Variante wählen.

Swissgrid rechnet mit EUR 25'000 Investitionskosten pro MVar.

3.4 Kilometerkosten für die Freileitungsabschnitte im Bereich der Reussquerung

Die Baukosten für die Freileitung im Bereich der Reussquerung unterscheiden sich nicht von denjenigen Kosten ausserhalb der Reussquerung.

Die Investitionskosten betragen ca. CHF 1.9 Mio. pro Kilometer Freileitung.

3.5 Annahmen zu “Investitionskosten Begleitmassnahmen” für „FL Reusstal“

Für den Korridor “Freileitung Reusstal” hat Swissgrid die Teilverkabelung einer 110-kV-Leitungen und anderer Verteilnetzleitungen als Begleitmassnahme vorgesehen.

Für die untere Bandbreite liegt die Mitführung der 110-kV-Leitung auf einer Länge von ca. 1 km auf dem Swissgrid Gestänge zugrunde. Dies entspricht der notwendigen Länge, um die Reuss zu überqueren. Abbildung 1 zeigt die 110-kV-Leitung im Gebiet der Reussquerung. Die Kosten dafür betragen ca. CHF 1 Mio.

Für die obere Bandbreite hat Swissgrid angenommen, dass die 110-kV-Leitung auf einer Länge von ca. 6 km und ca. 2.5 km einer 16-kV-Leitung verkabelt werden. Abbildung 2 zeigt die 16-kV-Leitung, welche im Raum Bremgarten verkabelt werden könnte. Die Kosten dafür betragen ca. CHF 5.8 Mio.

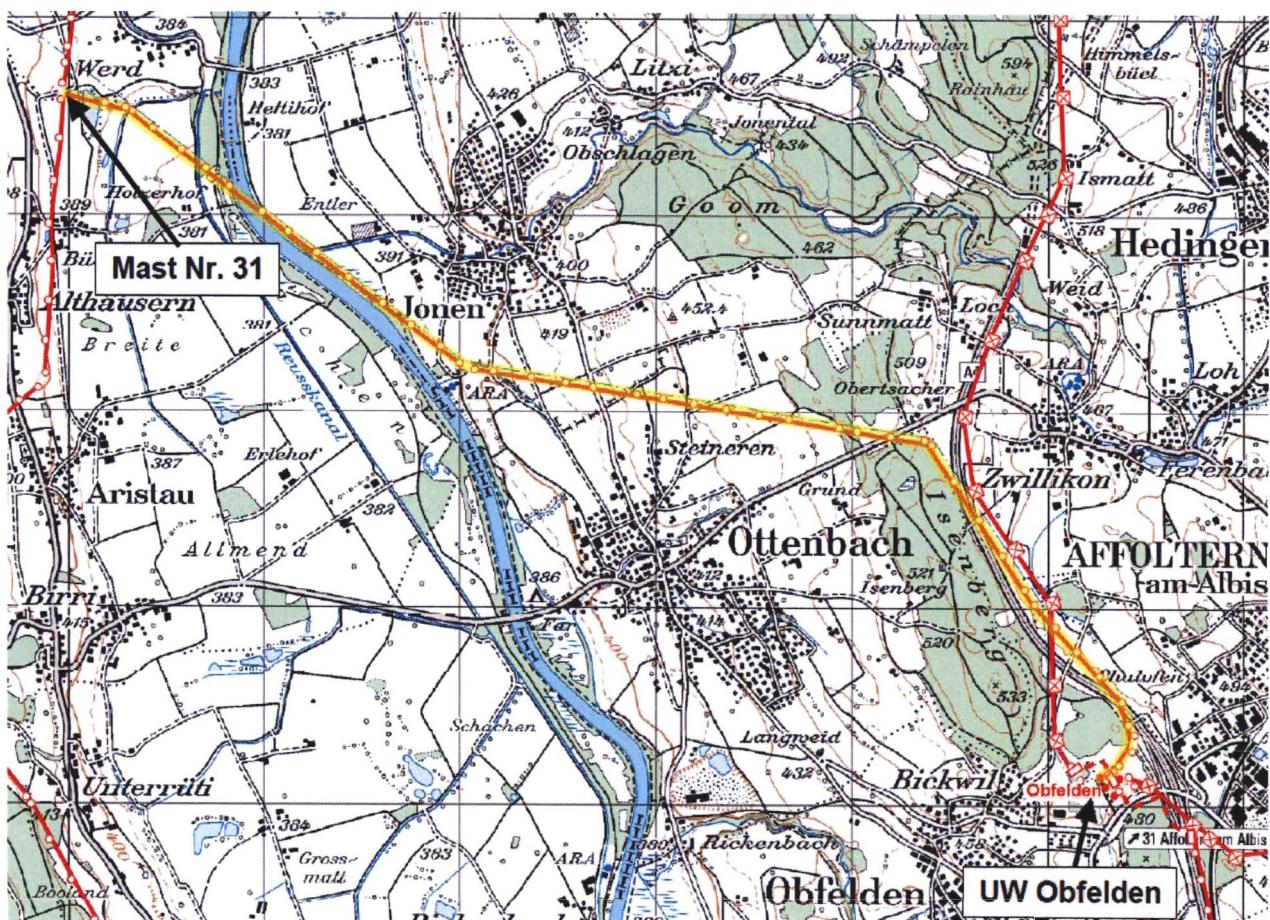


Abbildung 1 Gelb markiert ist die 110-kV-Leitung, welche teilweise verkabelt werden könnte.

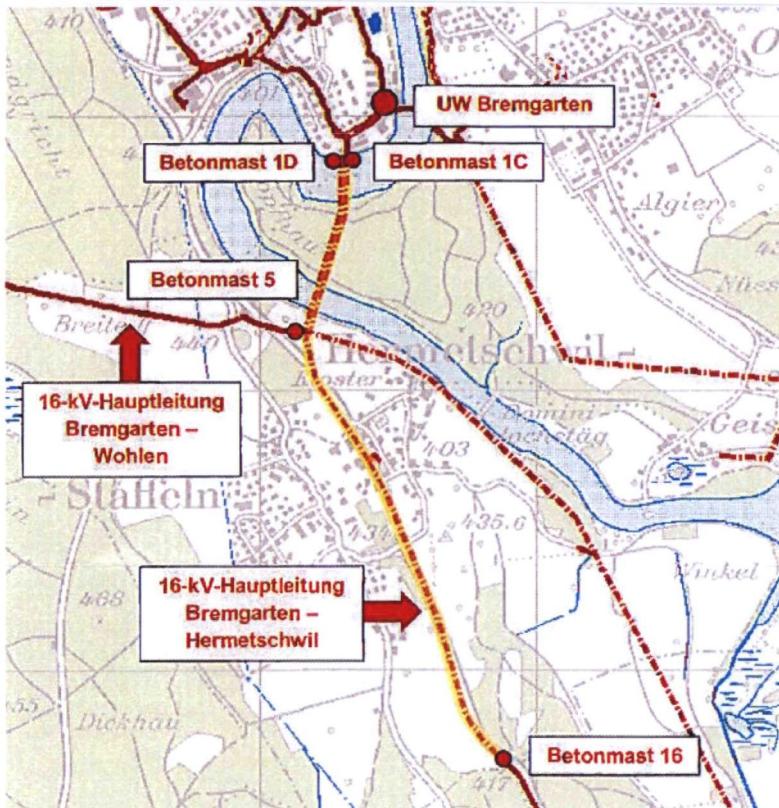


Abbildung 2 Gelb markiert ist die 16-kV-Leitung, welche verkabelt werden könnte.

3.6 Leistung, Lebensdauer und Kosten für die Demontage

3.6.1 Transportierte Leistung

Die transportierte Leistung für die Leitung Niederwil – Obfelden beträgt 1'995 MVA.

3.6.2 Lebensdauer

Die betrachtete Lebensdauer ist 80 Jahre für Freileitung und Kabelleitung. Bei der Kabelleitung wird nach 40 Jahren die Kabelanlage erneuert, da die Kabelhersteller 40 Jahre als Lebensdauer angeben.

3.6.3 Kosten für die Demontage

Die Berechnung der Kosten für die Demontage ist in Arbeit.

4 Grundlagen der Kostenberechnung

Im Folgenden werden die Grundlagen zusammengetragen, basierend auf welchen die Kosten für das Projekt Niederwil-Obfelden 380 kV im Jahr 2017 gerechnet wurden. Diese Berechnungen wurden der Begleitgruppe abgegeben.

4.1 Rechtserwerb

Rechtserwerb Freileitung

	Preis in CHF	Einheit	Preis in CHF (für 80 Jahre)
Rechtserwerb			
Durchleitungsverträge	3000.- / 25 Jahre	Stk	12'000
Verträge Waldservitute/ Waldvertrag	3000.- / 25 Jahre	Stk	12'000
Rodungsformulare/Ersatzaufforstungen (einmalig)	3000.-		3'000
Entschädigungen			
Überleitungsrechte (Wald & Landwirt.)	13.- / 25 Jahre	lm	42
Waldniederhaltung	17.- / ($m_b \cdot 25$ Jahre)	lm	1'632
Maststandort Landwirtschaft	14000.- / 25 Jahre	Stk	44'800
Maststandort Wald	2000.- / 25 Jahre	Stk	6'400
Kulturschaden Landwirt. (einmalig)	2500.- / Mast	Stk	2'500
Kulturschaden Wald inkl. Zufahrt (einmalig)	6500.- / Mast	Stk	6'500

Breite Niederhaltung = m_b

Rechtserwerb Kabelleitung

	Preis in CHF	Einheit	Preis in CHF (für 80 Jahre)
Rechtserwerb			
Durchleitungsverträge	3000.- / 50 Jahre	Stk	6'000
Verträge Waldservitute/ Waldvertrag	3000.- / 25 Jahre	Stk	12'000
Entschädigungen			
Durchleitungsrechte (Wald & Landwirt.)	55.- / ($m_b \cdot 50$ Jahre)	lm	484
Permanente Rodung (einmalig)	19.- / (m_b+4)	lm	181
Temporäre Rodung (einmalig)	11.- / (m_a-m_b-4)	lm	94
Kulturschaden Landwirt. (einmalig)	5 / m_a	lm	90
Muffenschacht	7000.- / (Stk * 50 Jahre)	Stk	11'200

Arbeitsbreite für Erstellung Rohrblock = m_a , Breite Rohrblock = m_b

4.2 LCC-Parameter

	Einheit
Strompreis:	49 CHF / MWh
Rentenbarwert RBW 80 a (Verluste)	31.55 CHF
Rentenbarwert RBW 80 a (Unterhalt)	31.55 CHF
Reinvestitionsfaktor nach 40 a	33%
Reinvestitionsfaktor nach 25 a	50%
Reinvestitionsfaktor nach 50 a	25%
Reinvestitionsfaktor nach 45 a	28%
Teuerung Verluste [%]	0.00%
Teuerung Investition [%]	0.00%
Zinssatz [%]	2.83%
WACC	3.83%
Allgemeine Teuerung	1.00%

4.3 Kosten Freileitung

Kostenschlüssel	Einheit	Preis in CHF
Montage	km	283'500
Tiefbau	km	192'780
Stahlbau	km	362'880
Leiterseil	km	79'380
Erdseil	km	17'010
Armaturen	km	102'060
Schutz	km	39'690
10% für Unvorhergesehenes, Diverses		

4.4 Kosten Kabelleitung

Die folgende Tabelle enthält die Kostenkalkulation für verschiedene Elemente. Mit den Kosten für die Teilverkabelung Gähihübel konnte im Total eine Anpassung gemacht werden. Die Verteilung auf die einzelnen Elemente folgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Rohrblock		Einheit	Preis in CHF
Rohrblock inkl. Werkleitungen	Waldweg	lm	1'700
	Wiese	lm	1'550
Rohr und Kalibrieren		lm	500
Pisten		lm	120
Zuschläge			
Strassenquerungen	Kanton	lm	1'200
	Gemeinde	lm	350
SBB Querung (2xPressvortrieb)		lm	12'000
Bridenschacht		Stk	30'000
Briden		Stk	600
Muffenschacht		Stk	80'000
Reuss Querung		lm	16'000
Demontage FL 400/400m		Stk Tragwerke	75'000
Kabel 1800mm ² Alu Annahme: Rohrblocklänge +100m	220 kV	lm	660
	380 kV	lm	1'020
Kabelzug, Anlieferung, Einrichtung	220 kV	lm	300
	380 kV	lm	360
Spannungsprüfung	220 kV	Stk	80'000
	380 kV	Stk	95'000
Muffen inkl. Montage	220 kV	Stk	19'000
	380 kV	Stk	43'000

Übergangsbauwerke			
ÜBW (ebenes Gelände; nach Plan EEL-10861)		Stk	1'400'000
Erdkabel für beide Systeme Annahme: je Rohrblocklänge und Seite +100m		lm	80
Wandler inkl. Montage		je ÜBW	320'000
Schutz		je ÜBW	200'000
Überspannungsableiter inkl. Montage	220 kV	je ÜBW	30'000
	380 kV	je ÜBW	84'000
Endverschlüsse inkl. Montage	220 kV	je ÜBW	168'000
	380 kV	je ÜBW	258'000
Zusätze (z.B. Schutzzelt, Montageplattform, Zubehör etc.)		je ÜBW	110'000
10% Unvorhergesehenes, Diverses			

die gelb markierten Werte: Reinvestition nach 40 Jahren

4.5 Kompensation Blindleistung

Notwendige Kompensation	Kosten Kompensation
<75 MVar	40'000 € / Mvar
100-200 MVar	35'000 € / Mvar
200-500 MVar	25'000 € / Mvar
Lebensdauer Drossel	45 Jahre

4.6 SIA-Kosten

Die Projektierungskosten müssen berechnet werden basierend auf den honorarberechtigten Kosten. Die honorarberechtigten Kosten beinhalten die Kosten für den Tiefbau, die Kosten für die Montage und 20% der Kosten für die Kabel und Kabelzubehör.

Zeichen	Beschreibung	Wert	
Z_1	Koeffizient	0.066	
Z_2	Koeffizient	11.28	
q	Leistungsanteil in Prozenten	100	%
n	Schwierigkeitsgrad	1	
r	Anpassungsfaktor für konkreten Auftrag	1	
i	Teamfaktor	1	
s	Faktor für Sonderleistungen	1	
h	angebotener Stundensatz	150	