

**380-kV-Leitung Bickigen – Chippis**  
Spannungserhöhung und Modernisierung  
**Technischer Bericht**

Eigentümerin und Bauherrin

**swissgrid**

Swissgrid AG

Planerin

 **BKW**

BKW Energie AG

31. Juli 2015

## Kontaktpersonen

### Eigentümerin und Bauherrin



#### Swissgrid AG

Kontakt  
Herr  
Fritz Hug  
Projektierung Leitungen  
Werkstrasse 12  
5080 Laufenburg  
058 580 35 24  
fritz.hug@swissgrid.ch

### Planerin



#### BKW Energie AG

Kontakt  
Frau  
Jana Ross  
Leitungsbau  
Bahnhofstrasse 20  
3072 Ostermundigen  
058 477 67 11  
jana.ross@bkw.ch

## Technischer Bericht

Autor: BKW Energie AG, Jana Ross

Erstelldatum: Juli 2015

Version: 1.0

---

### Verteiler:

Name	Firma	Bemerkung	Termin
------	-------	-----------	--------

---

---

### Geprüft:

Name	Firma	Datum	Unterschrift
------	-------	-------	--------------

---

Jürg Morgenegg

AF-Consult AG

24.7.2015



---

### Freigegeben:

Name	Firma	Datum	Unterschrift
------	-------	-------	--------------

---

Kurt Kriesi

BKW Energie AG

24.7.2015



### Überarbeitungen:

Version	Datum	Autor / Abteilung	Abschnitt
1.1	23.10.2015	Jana Ross /BKW	2.1.2. Einhaltung Leitungsverordnung (LeV) 3.2 Kreuzungen

<b>1. PROJEKTBEGRÜNDUNG</b>	<b>5</b>
1.1. Ausgangslage	5
1.2. Bedarf der Leitung	6
<b>2. SPANNUNGSERHÖHUNG UND MODERNISIERUNG</b>	<b>8</b>
2.1. Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben	8
2.1.1. Einhaltung elektrisches Feld gemäss NISV	8
2.1.2. Einhaltung Leitungsverordnung (LeV)	8
2.1.3. Einhaltung der Magnetfeldbelastung gemäss NISV und Beachtung neuer Gerichtspraxis	13
2.1.4. Einhaltung der Lärmschutzverordnung (LSV)	13
2.2. Vorstellung der geplanten Massnahmen	14
2.2.1. Massnahmen zur Einhaltung des elektrischen Feldes	14
2.2.2. Massnahmen zur Reduktion der Magnetfeldbelastung	16
2.2.3. Massnahmen zur Reduktion des Lärms	18
2.2.4. Erhöhung der Sicherheit in Kreuzungsbereichen	18
2.2.5. Mast- und Fundamentverstärkungen	19
2.2.6. Geplante Kettenbilder	19
2.3. Beschreibung der Baumassnahmen	20
2.3.1. Erhöhung der Seilzugspannung	20
2.3.2. Seiltausch zur Reduktion des Lärm	20
2.3.3. Einbau Abspannkette	20
2.3.4. Einrücken der Seilabspannpunkte auf dem untersten Ausleger	20
2.3.5. Erhöhung des untersten Auslegers	21
2.3.6. Einbau von asymmetrischen V-Ketten	21
2.3.7. Masterhöhungen	21
2.3.8. Fundament- und Tragwerksverstärkungen	22
<b>3. TRASSEE</b>	<b>24</b>
3.1. Trasseebeschreibung	24
3.1.1. Abschnitt Chippis – Wimmis	24
3.1.2. Abschnitt Wimmis - Bickigen	24
3.2. Kreuzungen	25
3.2.1. Bahn	25
3.2.2. Autobahn	25
3.2.3. Gasleitung	26
3.2.4. Seilbahnen	26
<b>4. DIENSTBARKEITEN</b>	<b>26</b>
<b>5. ERSCHLIESSUNG</b>	<b>26</b>
<b>6. KOSTEN</b>	<b>26</b>
<b>7. TECHNISCHE DATEN</b>	<b>27</b>

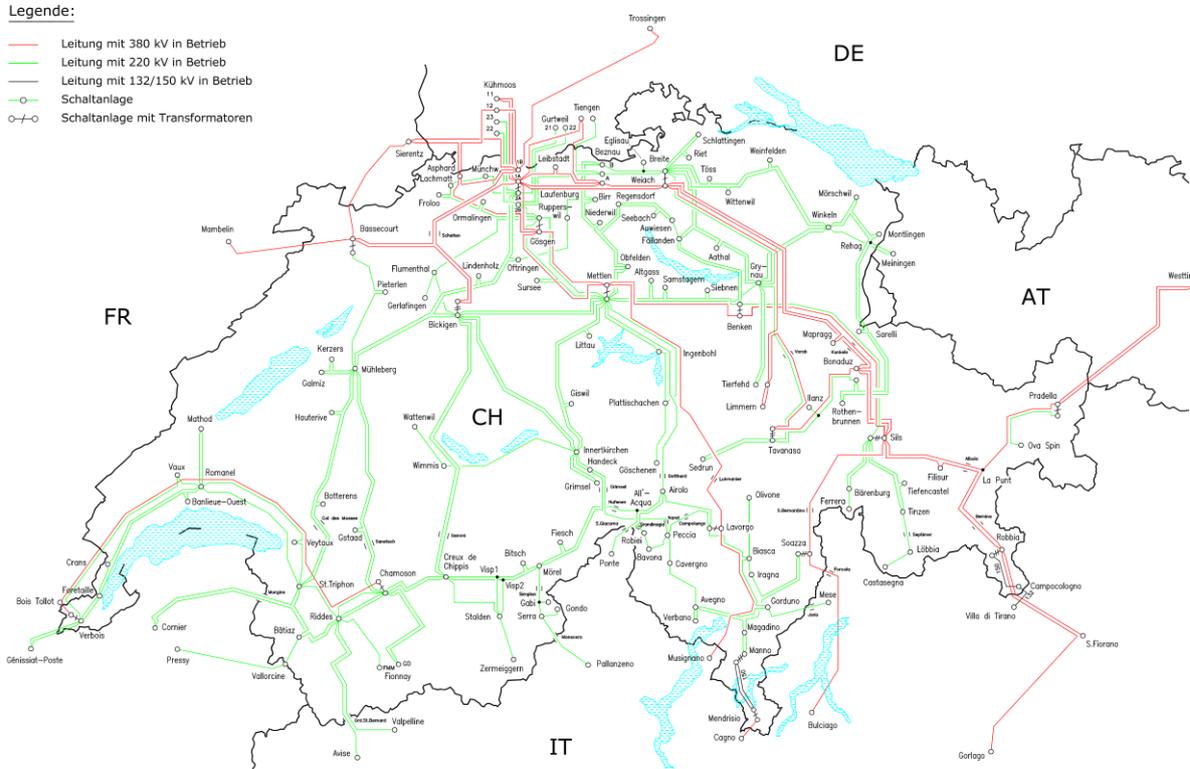
## 1. Projektbegründung

### 1.1. Ausgangslage

Die Leitung von der Unterstation Chippis bis zur Unterstation Bickigen wurde im Jahr 1961 durch das Starkstrominspektorat für eine Betriebsspannung von 380/220kV bewilligt und in den Jahren 1963-65 erstellt. Seit Betriebsaufnahme werden beide Stränge mit 220 kV betrieben (siehe Netzschema heutiges Übertragungsnetz). Um die inskünftig im Wallis produzierte Energie in die Verbrauchergebiete zu transportieren ist jedoch ein Betrieb mit 380 kV nötig. Mit der heutigen Netzsituation muss die zukünftige Produktion oft reduziert werden, da die Transportkapazitäten nicht ausreichend sind.

#### Legende:

- Leitung mit 380 kV in Betrieb
- Leitung mit 220 kV in Betrieb
- Leitung mit 132/150 kV in Betrieb
- Schaltanlage
- Schaltanlage mit Transformatoren



Gegen den seinerzeitigen bewilligten 380-kV-Betrieb sprechen jedoch die in der Zwischenzeit neu erlassenen gesetzlichen Vorschriften sowie in jüngster Vergangenheit ergangenen Gerichtsurteile. Insbesondere handelt es sich dabei um:

- Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15.12.1998
- Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23.12.1999
- Leitungsverordnung (LeV) vom 30.3.1994
- Bundesgerichtsurteil 1C\_172/2011 vom 15.11.2011 „Küssnacht am Rigi“

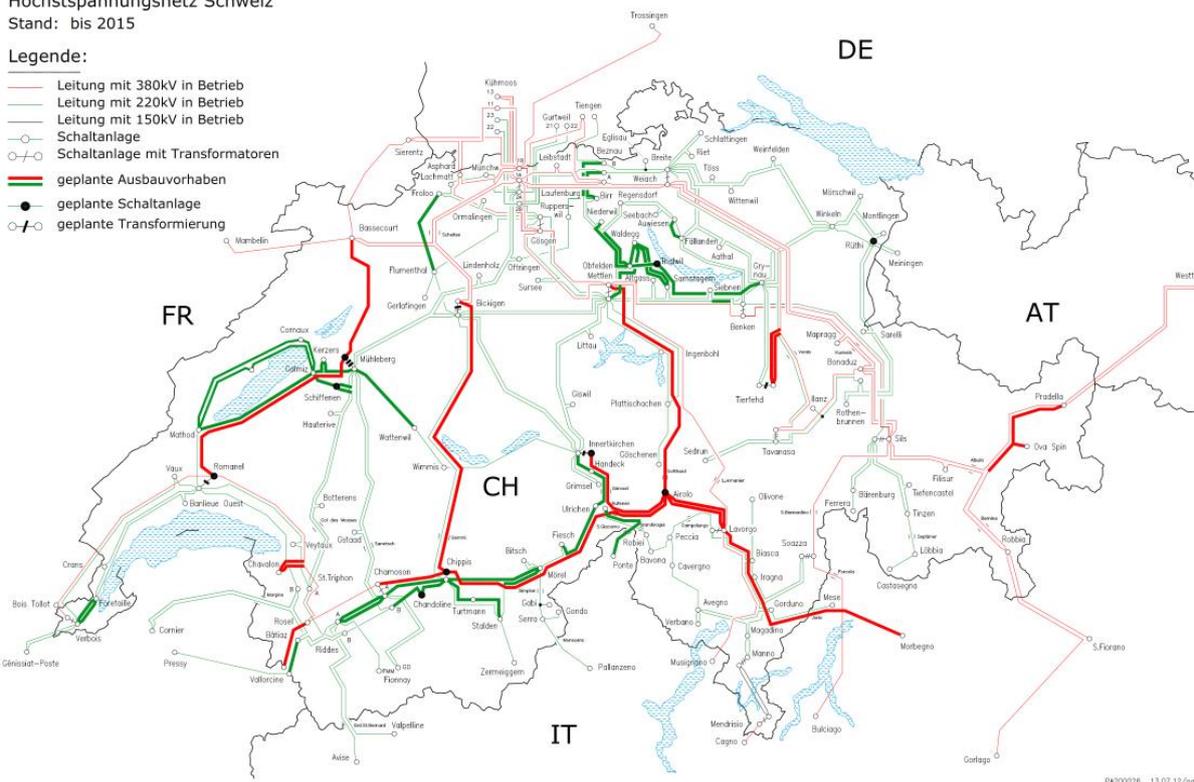
## 1.2. Bedarf der Leitung

Die Leitung Bickigen-Chippis ist Teil der Leitungsverbindung Chamoson-Chippis-Bickigen. Diese wurde vom Bundesrat mit Beschluss vom 9. März 2009 als Teil des strategischen Übertragungsleitungsnetzes 2015 der Schweiz bezeichnet (siehe Netzschema Übertragungsleitungen mit geplanten Ausbauten bis 2015). Die Inbetriebnahme dieser Leitung ist im Netzplan 2020 für das Jahr 2017 vorgesehen.

Höchstspannungsnetz Schweiz  
 Stand: bis 2015

Legende:

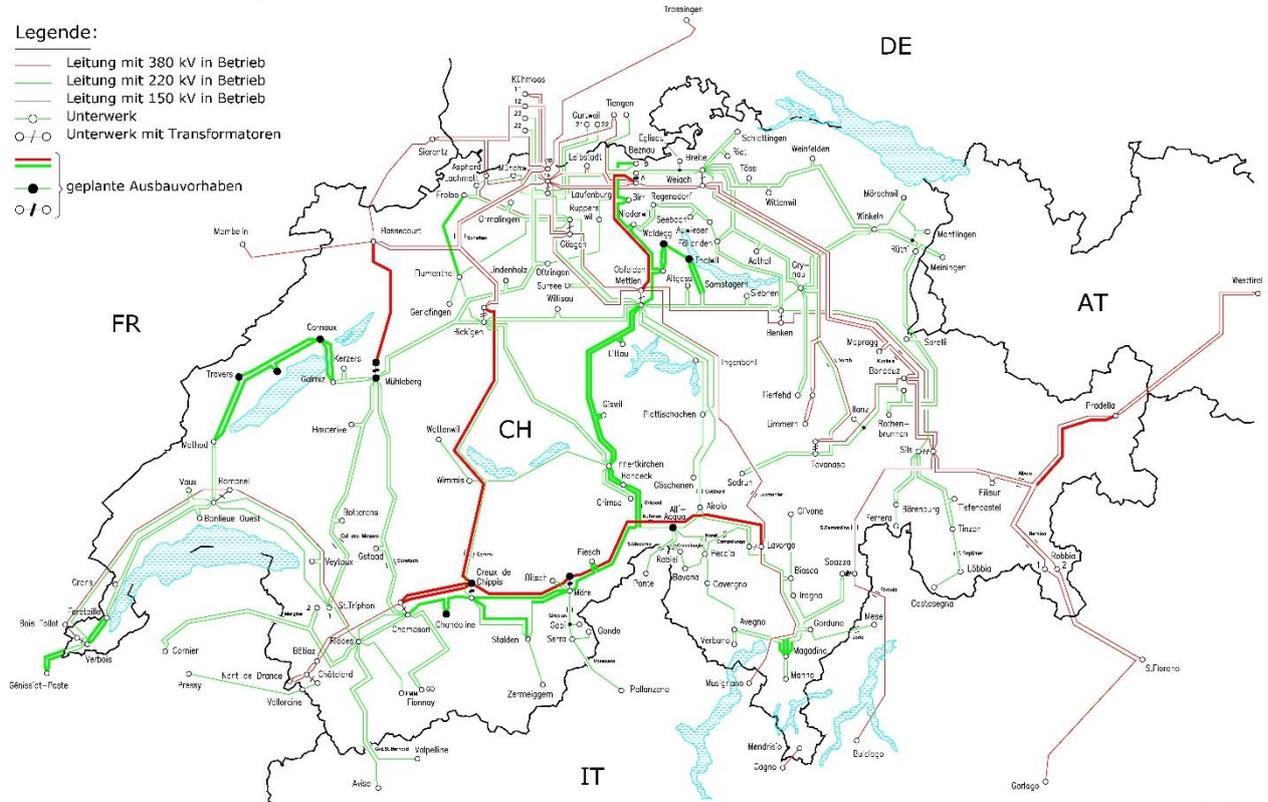
- Leitung mit 380kV in Betrieb
- Leitung mit 220kV in Betrieb
- Leitung mit 150kV in Betrieb
- Schaltanlage
- Schaltanlage mit Transformatoren
- geplante Ausbauten
- geplante Schaltanlage
- geplante Transformierung



Die neue Leitung erfüllt insbesondere folgende Aufgaben:

- Die in den Kraftwerken im Wallis produzierte Energie, insbesondere in den sich im Bau befindenden Pumpspeicherkraftwerken FMHL und NdD, muss in die Verbrauchszentren im Mittelland transportiert werden.
- Die Vermaschung im nationalen und europäischen Übertragungsnetz wird verstärkt. Ein versorgungssicheres Netz ist stark vermascht, damit bei Leitungsausfällen die verbleibenden Betriebsmittel den erhöhten Anforderungen und Belastungen trotzdem sicher standhalten können.

Im aktuell von Swissgrid veröffentlichten strategischen Netz 2025 wird der Bedarf der Spannungsumstellung der Leitung Bickigen – Chippis bestätigt (siehe Netzschema Übertragungsleitung strategischen Netz 2025).



## 2. Spannungserhöhung und Modernisierung

### 2.1. Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben

Seit dem Bau der Leitung wurden die gesetzlichen Vorgaben geändert sowie Gerichtsurteile verfügt. Insbesondere handelt es sich dabei um:

- Leitungsverordnung (LeV) vom 30.3.1994
- Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15.12.1998
- Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23.12.1999
- Bundesgerichtsurteil 1C\_172/2011 vom 15.11.2011 „Küssnacht am Rigi“

Bevor die Leitung mit 380 kV betrieben werden kann, muss sie zwingend der heutigen Gesetzgebung, im Sinne des BFE-Leitfadens für Spannungserhöhungen vom 3. Mai 2011, angepasst werden.

#### 2.1.1. Einhaltung elektrisches Feld gemäss NISV

Der Immissionsgrenzwert (IGW) von 5kV/m muss jederzeit an allen Orten für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA) und an allen Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden. Im Freien gelten alle Bereiche als OKA, die für Menschen zugänglich sind. Nicht als zugänglich gelten Bereiche, die durch Zäune oder Ketten abgesperrt und mit Warnhinweisen versehen sind. Ebenfalls als nicht zugänglich sind Bereiche in unwegsamem Gelände, insbesondere im Gebirge, zu betrachten.

Der IGW von 5 kV/m für das elektrische Feld ist heute (bei Betrieb mit 220 kV) mit Ausnahme eines Ortes an allen zugänglichen Orten eingehalten. Im Bereich des Mastes 68 wird der Grenzwert heute überschritten. Die Fläche innerhalb der der Grenzwert überschritten ist, wurde eingezäunt, mit Warnhinweistafeln gekennzeichnet und somit nicht zugänglich. Diese Unterschreitung des Grenzwertes wird im Rahmen des Projektes behoben.

Bei der Spannungserhöhung auf 380 kV vergrössert sich das elektrische Feld der Leitung. Für den Betrieb der Leitung mit 380 kV wurde das elektrische Feld berechnet. Basis für die E-Feld-Berechnung ist der einseitige Betrieb durch einen Strang mit 380 kV. Die Berechnung ergibt, dass bei einem Bodenabstand des untersten Leiterseils von 12.30 m der Immissionsgrenzwert des elektrischen Feldes 1m über Boden eingehalten ist.

#### 2.1.2. Einhaltung Leitungsverordnung (LeV)

##### Bodenabstände

Gemäss Art. 34 Abs. 1 LeV müssen Leiter, Luftkabel und Erdleiter sowohl beim grössten Durchhang wie auch bei Windauslenkung mindestens die Bodenabstände nach folgender Tabelle des Anhang 3 LeV aufweisen:

		Vertikalabstand	Direktabstand
Hochspannungs- Weitspannleitung (380 kV)	Leiter	7,5 m + 3,80	5 m + 3,80
	Luftkabel, Erdleiter	7,5 m	5 m

Gemäss Art. 34 Abs. 2 LeV muss in nicht begehbarem Gebiet, namentlich gegenüber Geländevorsprüngen, der minimale Direktabstand bei Windauslenkung 0,01 m pro kV Nennspannung, mindestens jedoch 1,50 m betragen.

Der notwendige Bodenabstand von 12.30 m, zur Einhaltung des IGW, ist grösser als der gemäss LeV Art. 34 Abs.1 in Verbindung mit Anhang 3 LeV geforderte Mindestabstand zum Boden von 11.30m.

Die Einhaltung der Mindestabstände gemäss LeV ist daher gegeben, wenn der IGW eingehalten ist.

In den Profilplänen ist der Abstand für die Einhaltung des IGW ausgewiesen. In Fällen bei denen der für die Einhaltung des IGW notwendige Bodenabstand von 12.30m bei nicht zugänglichen Orten unterschritten ist, sind die Abstände im Profilplan rot dargestellt, auch wenn die Abstände gemäss LeV eingehalten sind. In diesen Fällen wurde zusätzlich eine Bodenabstandskurve (12.30 m vom untersten Leiterseil) in den Profilen eingetragen.

Fälle bei denen ein roter Abstandsnachweis in den Längensprofilen eingetragen ist, werden im Folgenden erläutert.

#### Spannfeld Mast 19 – Mast 20

Ca. 25m neben Mast 19 befindet sich eine Felskante mit einer seitlichen senkrechten Felswand welche als nicht zugänglich eingestuft wird. Im zugänglichen Bereich zwischen Mast und Felskante wird der IGW eingehalten.



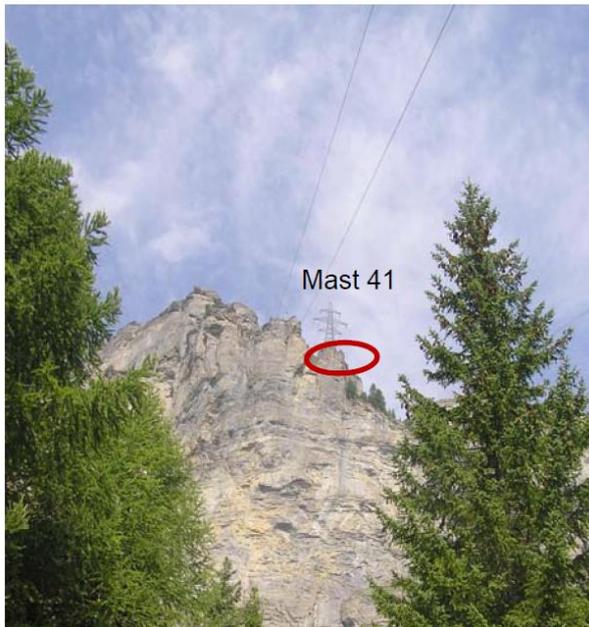
Am nicht zugänglichen Ort liegt der Direktabstand zur seitlichen Felswand unter 12.30 m. Die Bodenabstände gemäss LeV sind jedoch wie folgt eingehalten und im Profil ausgewiesen: Bei ruhendem Leiterseil und einem maximalen Durchhang bei 80° Leiterseiltemperatur sind die geforderten Direktabstände (8.80 m) gemäss Anhang 3 (Art. 43) LeV eingehalten.

Bei ausgeschwungenem Leiterseil beträgt der Abstand zum seitlichen, senkrechten Fels 6.17m. **Der in Art. 34 Abs.2 LeV geforderte minimale Direktabstand von 3.80m ist in diesem nicht begehbareren Gebiet ebenfalls eingehalten.**

### Spannfelder Mast 40 – Mast 41 und Mast 41 – Mast 42

Die Spannfelder stellen die Verbindung zwischen dem Ort Leukerbad und dem Gemmipass dar. Ab Mast 40 verlaufen die Leiterseile sehr steil aufwärts. Mast Nr. 41 hat einen exponierten Standort auf einem Felsvorsprung, mitten in der Felswand. Die Leiterseile verlaufen im Spannfeld Mast 41 – 42 zwischen zwei seitlichen Felswänden.

Ca. 20m vor Mast Nr. 41 befindet sich innerhalb der Leitungssachse eine nicht begehbare Felskante.



Die Bodenabstandskurve zeigt auf, dass der vertikale Abstand von 12.30m, für die Einhaltung des IGW sowohl beim OKA im direkten Mastumfeld als auch im nicht zugänglichen Bereich, eingehalten werden. Der Direktabstand bei ruhendem Leiterseil und einem theoretischen, maximalen Durchhang von 80°C Leiterseiltemperatur beträgt 9.46 m. **Der gemäss LeV (Anhang 3, Art. 34) geforderte Direktabstand ist somit eingehalten.**

175 m nach Mast Nr. 41 liegt in Leitungsrichtung links eine Steilwand. Diese Steilwand wird als nicht zugänglich eingestuft. Der Direktabstand zwischen Leiterseil und Fels beträgt bei ausgeschwungenem Leiterseil 3.91 m. **Der Abstand gemäss Art. 34 Abs.2 bei Windauslenkung im nicht begeharen Gebiet ist hier eingehalten.**

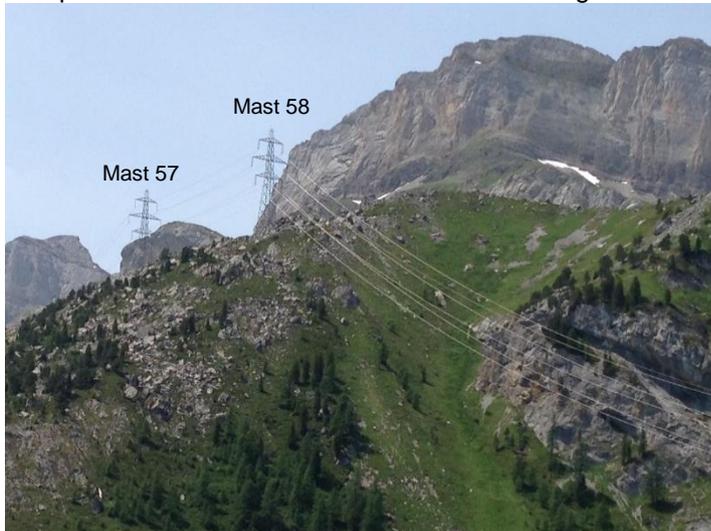


Im gleichen Spannfeld unmittelbar vor Mast Nr. 42 beträgt der Direktabstand 9.86m. **Die Direktabstände gemäss LeV (Anhang 3, Art. 34) sind damit eingehalten.** Durch die Bodenabstandskurve wird aufgezeigt, dass auch der IGW bei dieser Feldkante unterhalb der Leitung eingehalten ist.



### Spannfeld Mast Nr. 58 – 59

Im Spannfeld zwischen Mast Nr. 58 und 59 beträgt der kleinste Direktabstand zum seitlichen Gelände 11.50m.



**Die Direktabstände von 8.80 m gemäss LeV (Anhang 3, Art. 34) sind damit eingehalten.** Durch die Bodenabstandskurve wird aufgezeigt, dass auch der IGW unterhalb der Leitung eingehalten ist.

### Spannfeld Mast Nr. 71 – 72

Der Abstand bei ausgeschwungenem Leiterseil beträgt ca. 65 m vor Mast 72 zu einer seitlichen Felswand



6.33 m. Diese Felswand wurde als nicht zugänglich eingestuft. **Die Forderungen der LeV gemäss Art. 34 Abs.2 sind eingehalten.**

Zusätzlich sind in den Längenprofilen zum Teil Minderabständen zu Bäumen rot gekennzeichnet. Die Minderabstände werden im Rahmen der regelmässigen Trassenpflege behoben oder sind allenfalls zum Teil schon behoben worden.

### **Erhöhung der Sicherheit in Kreuzungsbereichen**

Gemäss Anhang 2 Punkt 7 LeV in Zusammenhang mit Art. 9 LeV werden Vorkehrungen getroffen, die ein gefährliches Absinken der Leiter verhindern.

### **2.1.3. Einhaltung der Magnetfeldbelastung gemäss NISV und Beachtung neuer Rechtspraxis**

Bei dem Vorhaben „Spannungserhöhung und Modernisierung“ der 380-kV-Ltg. Bickigen – Chippis handelt es sich gemäss Tabelle 12, Anhang 7 Vollzugshilfe um eine Änderung einer alten Anlage. Hierbei müssen demzufolge die Anforderungen für die Änderung einer alten Anlage gemäss Art. 9 NISV eingehalten werden. Bei Änderungen alter Anlagen gilt gemäss Art. 9 NISV ein Verschlechterungsverbot, d.h. es müssen im massgebenden Betriebszustand folgende Anforderungen erfüllt sein:

- an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN), bei denen vor der Änderung der Anlagegrenzwert überschritten war, darf die magnetische Flussdichte nicht zunehmen;
- an anderen OMEN darf der Anlagengrenzwert nicht überschritten werden.

Am 15. November 2011 wurde das Bundesgerichtsurteils 1 C 172/2011 "Küssnacht am Rigi" erlassen. Gemäss den bundesgerichtlichen Erwägungen darf man sich bei einer wesentlichen Änderung einer Anlage nicht mit dem Verschlechterungsverbot (Art. 9 Abs. 1 lit. a NISV) und der Optimierung der Phasenbelegung (Ziff. 16 Anhang 1 NISV) begnügen. Nach Art. 18 Abs. 1 Umweltschutzgesetz (USG) besteht bei einer wesentlichen Änderung einer sanierungsbedürftigen Anlage grundsätzlich die Pflicht zur Einhaltung der Anlagengrenzwerte. Ein Verschlechterungsverbot genügt dem USG nicht. Allerdings können Erleichterungen erteilt werden.

Die Sanierungspflicht bei der bestehenden Leitung gemäss Art. 7 NISV ist erfüllt. Die Phasenlage der Leitung ist optimiert.

Die blosse Spannungserhöhung auf 380 kV hat keinen Einfluss auf die magnetische Flussdichte. Notwendige Massnahmen zur Einhaltung des IGW (elektrisches Feld) durch die die Aufhängepunkte geändert werden, verändern allerdings das Magnetfeld, wodurch eine Betrachtung der Magnetfeldbelastung an allen OMEN notwendig ist.

### **2.1.4. Einhaltung der Lärmschutzverordnung (LSV)**

Beim vorliegenden Projekt handelt es sich um eine Änderung einer bestehenden Anlage im Sinne von Art. 8, Abs. 1 LSV. Wird eine bei Inkrafttreten der LSV bereits bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlagenteile nach Anforderung der Vollzugsbehörde im Sinne der Vorsorge so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

Wird die Anlage wesentlich geändert, so müssen nach Art. 8, Abs. 2 die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden. Als wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Anlagen wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugen.

Durch die Umstellung einer Leitung von einem Betrieb mit 220-kV auf 380-kV steigt die maximale Feldstärke der Freileitung an, was zu einer Zunahme des Koronaschallpegels und somit des Geräuschpegels an der Leitung führt,

Beim Vorhaben handelt es sich demzufolge um eine wesentliche Änderung.

## **2.2. Vorstellung der geplanten Massnahmen**

Für den Betrieb der Leitung mit einer Spannung von 380-kV sind zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben die nachfolgend aufgeführten Anpassungen der Leitung nötig. Dabei handelt es sich einerseits um Anpassungen zur Einhaltung des elektrischen Feldes gemäss NISV. Andererseits sind Anpassungen an der Leitung zur Reduktion der Magnetfeldbelastung bei OMEN vorgesehen. Generell müssen für die Einhaltung des elektrischen Feldes sowie für die weitere Verbesserung des Magnetfeldes die Abstände zwischen Leiterseilen und Gelände erhöht werden. Hierfür sind die in Kapitel 2.2.1 und 2.2.2 aufgeführten Massnahmen vorgesehen.

In Abspannabschnitten, in welchen der Immissionsgrenzwert gemäss LSV rechnerisch überschritten ist, wird der Lärm durch den Ersatz der bestehenden Seile durch Leiterseile mit grösserem Querschnitt reduziert. Die Massnahmen zur Geräuschminderung sind in Kapitel 2.2.3 erläutert.

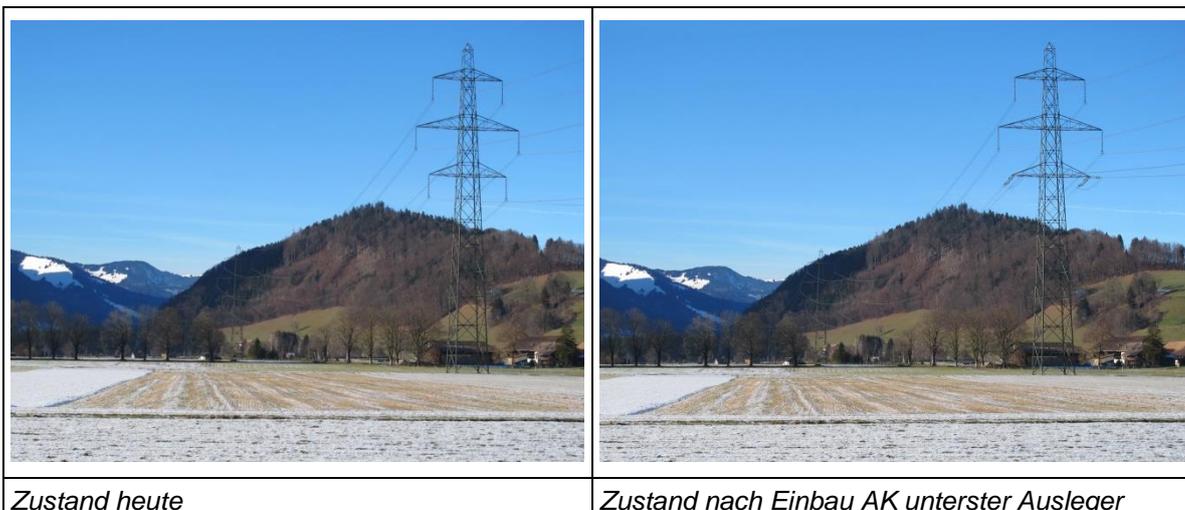
Zusätzlich sind im Bereich von Kreuzungen als Sicherheitsmassnahmen (Einbau von Doppelketten, bzw. asymmetrische V-Ketten) im Rahmen der Baumassnahme vorgesehen. Bei Abspannmasten sind bereits heute Doppelabspannketten eingebaut. Einige dieser Ketten müssen altersbedingt ersetzt werden. Es ist geplant, diese Instandhaltungsmassnahme im Rahmen der Baumassnahme mit auszuführen. In Kapitel 2.2.4 sind die Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in Kreuzungsbereichen näher beschrieben. Abschliessend sind die geplanten Kettenbilder aufgelistet.

Die Spannungserhöhung erfordert keinen Ersatz von bestehenden Masten.

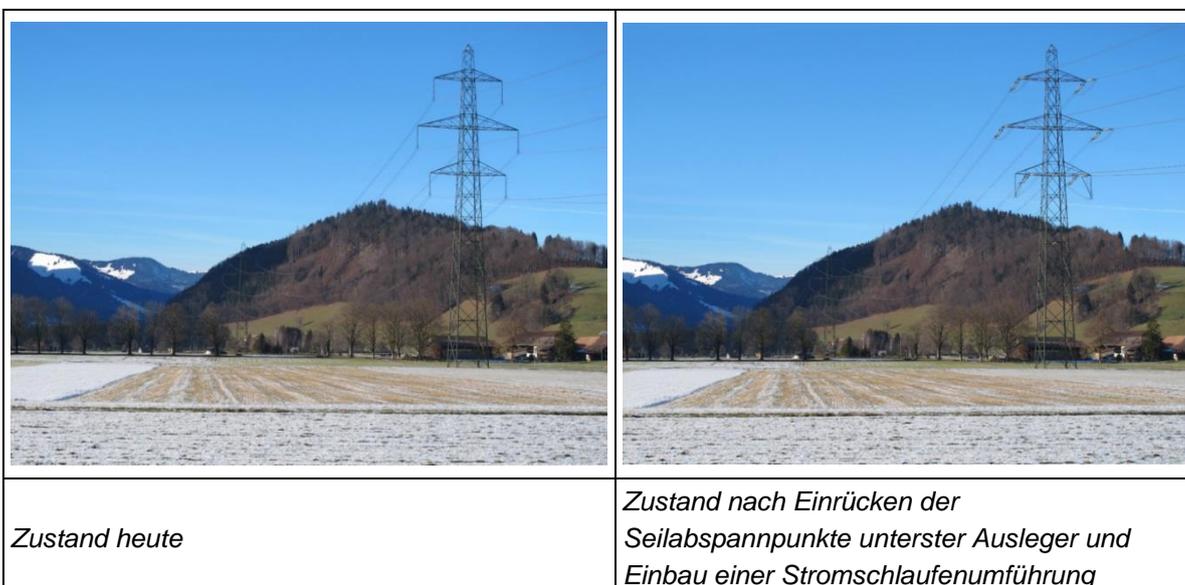
An welchen Masten welche Massnahmen durchgeführt werden, kann dem Übersichtsplänen „Vorgesehene Massnahmen“ (Register 3) sowie der Mastbilder und der Mastentabelle mit Massnahmen (Register 6) entnommen werden.

### **2.2.1. Massnahmen zur Einhaltung des elektrischen Feldes**

- **Erhöhung Seilzugspannung (bei 268 Maste)**  
Die heute vorhandene Seilzugspannung wurde im Rahmen der Laserscanningbefliegung der Leitung Bickigen - Chippis im Jahre 2007 erfasst und rechnerisch bestimmt. Um die Einhaltung des gemäss NISV geforderten Abstandes des E-Feldes zu erreichen, soll die Seilzugspannung verschiedenenorts erhöht werden. Damit verbunden sind vorzunehmende Verstärkungen an den bestehenden Tragwerken.
- **Einbau von Doppel-Abspannketten (AK) unterster Ausleger (48 Masten):**  
Wo im Bereich von Tragmasten der Abstand der Leiterseile zum Boden zur Einhaltung des E-Feldes unzureichend ist, wird dieser durch den Einbau von Doppel-Abspannketten (AK) vergrössert. Der Aufhängepunkt des Leiterseils wird dadurch um etwa 4.5.m erhöht. Die AK werden immer beidseitig, in der Regel nur auf der untersten Auslegerebene, eingebaut.  
Für die Montage der Doppel-Abspannkette wird ein zweiter Aufhängepunkt generiert. Wo nötig werden asymmetrische V-Ketten zur Stromschlaufenstabilisierung eingebaut.

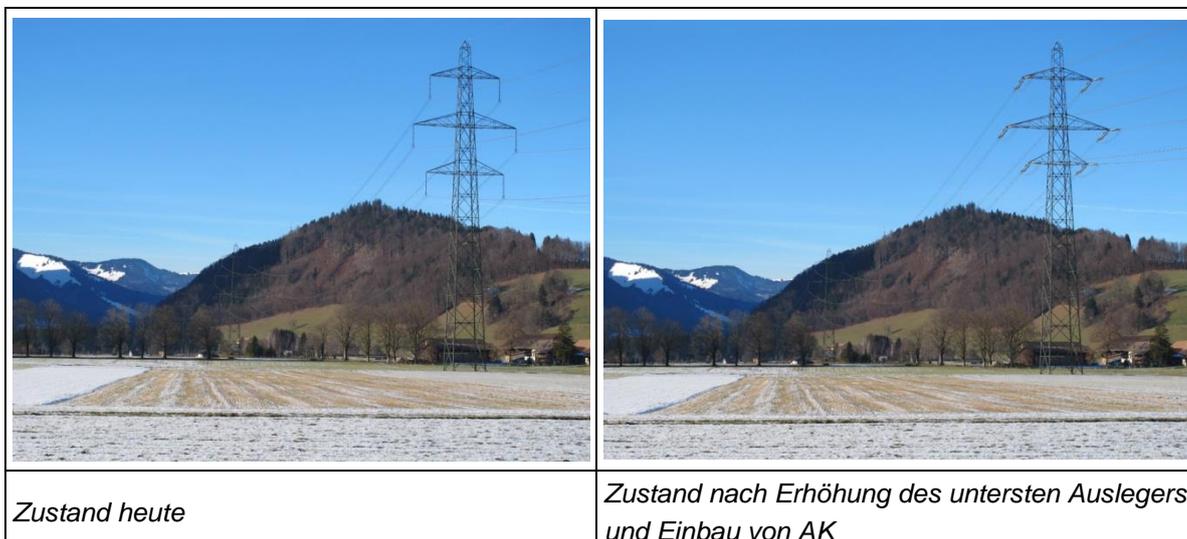


- Einrücken der Seilabspannpunkte auf dem untersten/mittleren Ausleger (bei 3 /1 Maste), Einbau von Abspannketten sowie eine Stromschlaufenumführung mit asym. V-Kette:**  
 Um die Abstände der Leiterseile zum Boden, speziell zum seitlichen Gelände, zur Einhaltung des E-Feldes einzuhalten, sollen bei vereinzelt Masten die Seilabspannpunkte auf der untersten/mittleren Auslegerebene gegen die Leitungsachse eingerückt werden. Gleichzeitig werden falls nötig Trag-durch Abspannketten ersetzt um die Lage der Leiterseile zu erhöhen. Für die Stabilisierung der Stromschleife werden asymmetrische V-Ketten verwendet. Es wurde festgelegt, dass mögliche Modifikationen immer symmetrisch erfolgen sollen, d.h. dass die Einrückungen immer beidseitig um die gleichen Masse vorgenommen werden.



- Erhöhung des untersten Ausleger (bei 9 Maste) und Einbau von Abspannketten**

Wo mit Hilfe der oben genannten Anpassungen die Einhaltung des E-Feldes nicht erreicht werden kann, ist als weitere Möglichkeit die Erhöhung des untersten Auslegers geplant. Dabei wird der unterste Ausleger abgebaut und ein neuer, höherliegender Ausleger montiert.



- **Erhöhung der Maste (bei 7 Masten):**

Als letzte mögliche Massnahme zur Einhaltung des elektrischen Feldes erfolgt die Erhöhung einzelner Maste. Hierbei sind Erhöhungen von 2, 4, 5 und 6 m vorgesehen. Der Einbau des Zwischenstücks erfolgt unterhalb des untersten Auslegers.

An welchen Masten die zuvor beschriebenen Massnahmen geplant sind, ist den Übersichtsplänen (Register 3) und der Mastentabelle mit Massnahmen (Register 6) zu entnehmen.

### 2.2.2. Massnahmen zur Reduktion der Magnetfeldbelastung

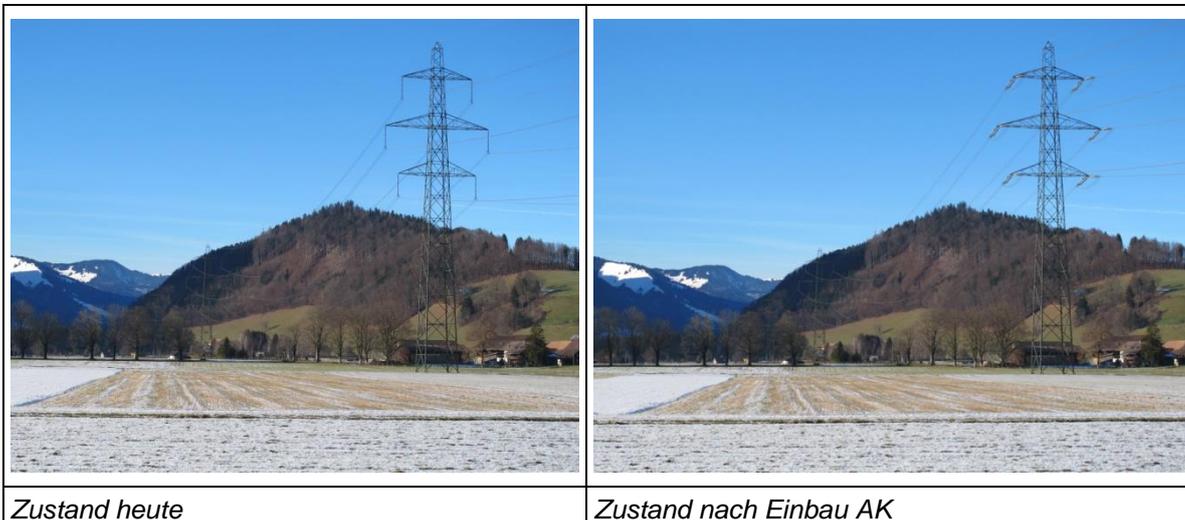
Die bereits vorgesehenen Massnahmen zur Erhöhung der Leiterseilaufhängepunkte (für die Einhaltung des elektrischen Feldes) bewirken zusätzlich eine Verbesserung des magnetischen Feldes an den OMEN. Darüber hinaus wurde eine Strombegrenzung festgelegt, durch die das magnetische Feld beim Projekt eine erhebliche Reduktion gegenüber der bestehenden Situation erfährt.

Zusätzlich wurden Massnahmen zur Magnetfeldreduktion bei OMEN, bei denen trotz geplanter Stromreduktion und Phasenoptimierung, sowie den Massnahmen für das elektrische Feld, die Magnetfeldbelastung grösser als 5 $\mu$ T ist, geplant:

- **Umbau von Tragketten zu Abspannketten (28 Maste)**

Für den Umbau von Tragketten zu Abspannketten werden die Leiterseile gelöst, an einem geeigneten Punkt fixiert und die Tragketten ausgebaut. Anschliessend werden die Auslegerspitzen ersetzt, damit Anspannketten befestigt werden können und die Leiterseile daran abgespannt werden können. Auf Grund des einheitlichen Bildes und der damit verbundenen Wirkung werden die Abspannketten in diesem Fall auf allen Auslegern eingebaut.

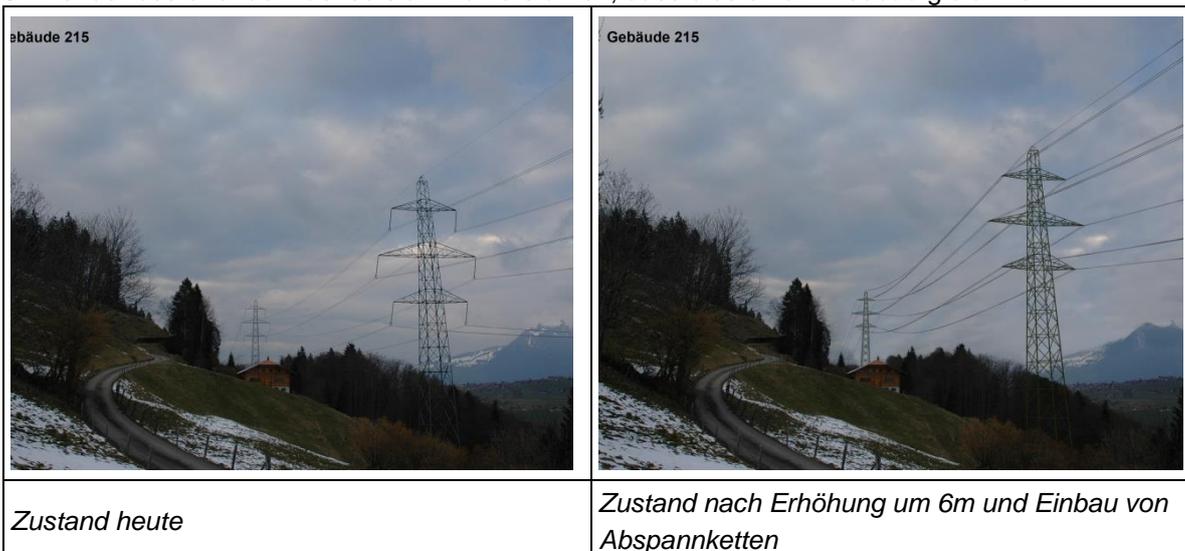
Durch den Umbau zu Abspannketten kann die Höhenlage der Leiterseile um etwa 4.5 m erhöht werden und somit der Abstand zum OMEN vergrössert werden.



- **Masterhöhungen (23 Maste):**

Bei OMEN an denen der Einbau von Abspannketten eine nicht ausreichende Magnetfeldreduktion bewirkt, oder der Einbau von AK nicht möglich ist (da bereits Abspannketten eingebaut sind), erfolgt eine Masterhöhung. Der Einbau des Zwischenstücks erfolgt unterhalb des untersten Auslegers.

Es werden Masterhöhungen von max. 6 m vorgenommen. Masterhöhungen von mehr als 6m erfordern einen Mastneubau und werden daher als wirtschaftlich nicht tragbar erachtet. Durch das Alter der Leitung (Baujahr 1963 – 1965) und der zu berücksichtigten Stahlversprödung ist eine Erhöhung um mehr als 6 m unwirtschaftlicher als ein Mastneubau. Bei einer Erhöhung um mehr als 6 m ist der bestehende Mast so stark zu verstärken, dass dies einem Neubau gleich kommt.



Zur Reduktion des Magnetfeldes bei OMEN mit einer Magnetfeldbelastung grösser 5  $\mu\text{T}$  wurde ein gesondertes Gutachten speziell im Hinblick auf das Landschaftsbild erstellt. Dieses Gutachten ist dem Dossier (Register 10) beigelegt.

### 2.2.3. Massnahmen zur Reduktion des Lärms

#### Seiltausch (8 Abspannabschnitte)

Die bestehende Leitung Bickigen – Chippis ist mit zwei Leitungssträngen bestehend aus je drei Phasen, belegt. Jede Phase besteht aus zwei Leiterseilen, so genannten 2er-Bündel. Die 2er-Bündel sind mit Aldrey-Leiterseilen mit einem Nennquerschnitt von 600  $\text{mm}^2$  ausgerüstet.

Zur Begrenzung der Lärmemissionen, für die Einhaltung der Grenzwerte gemäss LSV, werden in Abspannabschnitten, in denen an lärmempfindlichen Orten der Immissionsgrenzwert überschritten ist, Leiterseile mit grösserem Querschnitt eingebaut. Um die Auswirkungen auf die Statik der Masten zu minimieren, werden weiterhin 2er-Bündel Aldreyseil aufgelegt. Als Leiterseilquerschnitt werden je nach erforderlicher Lärmreduktion 800  $\text{mm}^2$  oder 1000 $\text{mm}^2$  gewählt. Beim Seiltausch werden für die neuen Seile geräuscharme Seile gewählt.

In der folgenden Tabelle ist zu erkennen, in welchen Abspannabschnitten ein Seiltausch vorgesehen ist:

Abspannabschnitt	Massnahmen
Mast 20 – Mast 25	800 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 33 – Mast 36	800 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 38 – Mast 40	1000 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 73 – Mast 76	800 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 160 – Mast 171	800 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 209 – Mast 214	800 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 228 – Mast 232	1000 $\text{mm}^2$ Aldrey
Mast 267 – Mast 275	800 $\text{mm}^2$ Aldrey

### 2.2.4. Erhöhung der Sicherheit in Kreuzungsbereichen

Im Bereich von Kreuzungen mit Bahnen, Fremdleitungen und Kantonsstrassen ist geplant, die bestehenden Einfachketten durch Doppelketten auszutauschen. Die Abspannmaste sind bereits heute mit Doppelabspannketten ausgerüstet. Einige dieser Ketten müssen altersbedingt ersetzt werden. Es ist geplant, diese Instandhaltungsmassnahme im Rahmen der Baumassnahme mit auszuführen. Bei Tragmasten in Kreuzungsbereichen werden die Einfachtragketten durch asymmetrische V-Ketten ersetzt. Jedes Leiterseil ist somit mittels zwei Isolatoren an den Traversen der Maste befestigt. Jeder der beiden Isolatoren ist geeignet,

alleine die vollen Gewichts- und Zugbelastungen zu übernehmen. Hierdurch ergibt sich eine höhere Sicherheit für die Seilaufhängung. Bei den Doppelketten kommen 380-kV-Ketten neuester Bauart mit Verbundstoffisolatoren zum Einsatz. Diese Massnahme steht in keinem Zusammenhang zur Spannungsumstellung.

Für die Montage der Doppelketten resp. asymmetrischen V-Ketten wird ein zweiter Aufhängepunkt am Ausleger generiert. Allenfalls ist es aus Konstruktionsgründen notwendig, dass die neuen/weiteren Aufhängepunkte in Richtung Mastschaft eingerückt werden müssen.



*Einbau Doppelabspannkette*



*Einbau asymmetrische V-Kette*

### 2.2.5. Mast- und Fundamentverstärkungen

Die zuvor beschriebenen Massnahmen wie Erhöhung der Seilzugspannung, Einbau von Abspannketten an Tragmasten, Masterhöhungen oder Erhöhungen der untersten Traverse verändern die auf die Maste wirkenden Kräfte und machen dadurch Mast- und Fundamentverstärkungen notwendig. Eine Sanierung/Verstärkung der Maste wird zusätzlich durch die Stahlversprödung durch die Thomas-Stahl-Problematik ausgelöst.

Die Maste wurden in den 1960er Jahren gebaut. Der in diesen Jahren eingesetzte Thomas-Stahl kann eine Minderung der Bruchfestigkeit durch Versprödung von bis zu 60 % zur Folge haben.

Im Rahmen der statischen Nachrechnung der Maste wurde die Bruchfestigkeit der Bauteile welche auf Zug belastet sind, dementsprechend reduziert.

### 2.2.6. Geplante Kettenbilder

Die zur Anwendung gelangenden Kettentypen sind im Folgenden aufgelistet:

- Doppelabspannketten mit Verbundstoff-Langstabisolatoren (bis 1000 m.ü.M.)
- Doppelabspannketten mit Verbundstoff-Langstabisolatoren (bis 2000 m.ü.M.)

- asymmetrische V-Kette mit Verbundstoff-Langstabilisatoren (bis 1000 m.ü.M.)
- asymmetrische V-Kette mit Verbundstoff-Langstabilisatoren (bis 2000 m.ü.M.)

Die Kettenbilder sind dem Dossier (Register 7) beigefügt.

## **2.3. Beschreibung der Baumassnahmen**

### **2.3.1. Erhöhung der Seilzugspannung**

Um die Seilzugspannung zwischen Abspannmasten zu erhöhen, müssen vorerst bei allen dazwischenliegenden Tragmasten die Tragketten, mit denen die Leiterseile an den Auslegern fixiert sind, ausgebaut werden und die Seile in Rollen gelegt werden. Anschliessend werden die Leiterseile aufgrund der zuvor berechneten Angaben nachreguliert. Hierzu wird das Seil jeweils am einen Ende des Abspannabschnittes fixiert und am anderen Ende durch Nachziehen des Seiles mittels eines Habegger-Seilzuges in die gewünschte Lage gebracht. Anschliessend werden die Rollen wieder ausgebaut und durch Tragketten ersetzt.

### **2.3.2. Seiltausch zur Reduktion des Lärm**

Die Leiterseile sind für den Transport auf Trommeln aufgewickelt. Der Seilzug erfolgt abschnittsweise zwischen zwei Abspannmasten. Auf der einen Seite des Abspannabschnittes ist der Trommelplatz mit den Seilzugtrommeln, auf der anderen Seite steht die Seilzugmaschine. An den Masten werden Seilrollen befestigt, über die die Seile gezogen werden. Das neue Leiterseil wird an dem Trommelplatz mit dem bestehenden Seil verbunden. Die Seilzugmaschine zieht mit Hilfe des bestehenden Seils das neue Seil auf die Rollen.

Um die Bodenfreiheit beim Ziehen der Seile zu gewährleisten, werden die Seile durch eine Seilbremse am Trommelplatz entsprechend eingebremst und unter Zugspannung zurückgehalten. Nach dem Seilzug werden die Seile so einreguliert, dass deren Durchhänge den vorher berechneten Sollwerten entsprechen. Im Anschluss daran werden die Rollen entfernt und die Seile an den Isolatoren befestigt.

### **2.3.3. Einbau Abspannkette**

Für den Umbau von Tragketten zu Abspannketten und beim altersbedingten Austausch von bestehenden Doppelabspannketten werden die Leiterseile gelöst, an einem geeigneten Punkt fixiert und die bestehenden Ketten ausgebaut. Anschliessend werden, falls erforderlich, an den Traversen neue Abspannpunkte generiert, damit Abspannketten befestigt und die Leiterseile daran abgespannt werden können. Es werden grundsätzlich Doppelabspannketten eingebaut. Falls nötig, werden zusätzlich asymmetrische V-Ketten zur Stromschlaufenumführung / -stabilisierung eingebaut.

### **2.3.4. Einrücken der Seilabspannpunkte auf dem untersten Ausleger**

Hierzu sind vorerst die Seile aus den Abspannungen zu lösen und vorübergehend an einem geeigneten Punkt, allenfalls am Mastchaft, zu fixieren. Durch die Montage von zusätzlichen Ausfachungen an den Auslegern sind neue Abspann- resp. Aufhängepunkte für die Isolatoren zu generieren, die in der Lage sind die

auftretenden Seilkräfte aufzunehmen. Anschliessend können die provisorisch fixierten Seile mit den vorgesehenen Isolatoren an den neuen definitiven Abspannpunkten montiert werden. Zusätzlich werden asymmetrische V-Ketten zur Stromschlaufenumführung eingebaut.

### **2.3.5. Erhöhung des untersten Auslegers**

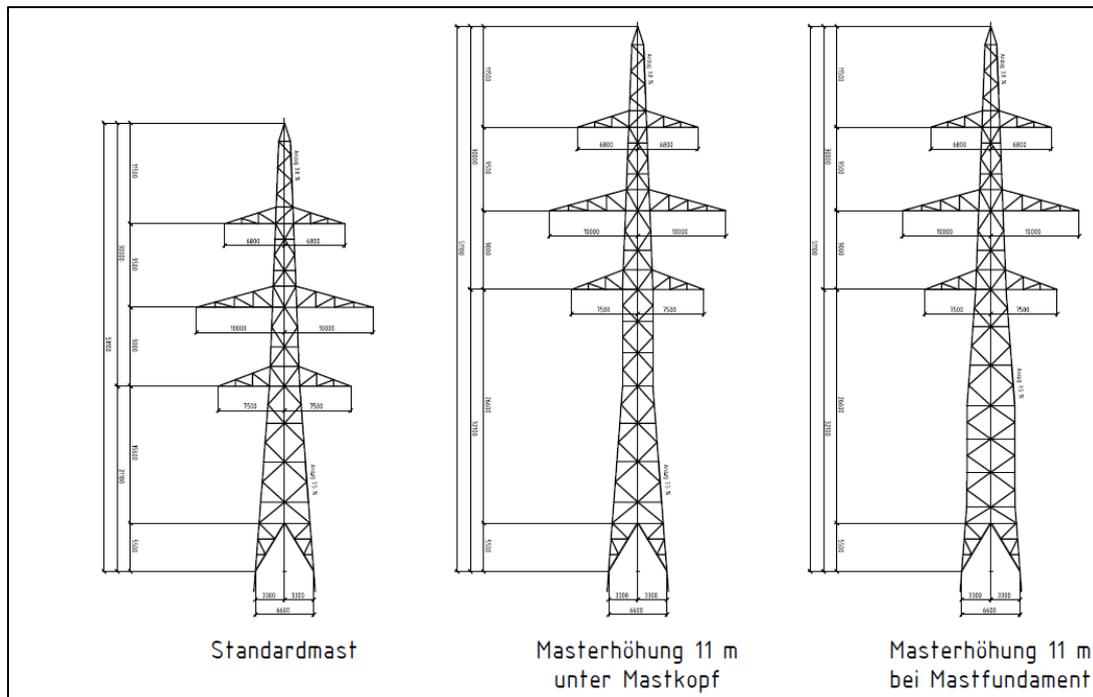
Hierzu sind vorerst die Seile aus den Abspannungen zu lösen und vorübergehend an einem geeigneten Punkt, allenfalls am Mastschaft, zu fixieren. Die beidseitigen untersten Ausleger werden anschliessend demontiert. Anschliessend werden die neuen Ausleger auf der vorgegebenen Höhe montiert. Anschliessend können die provisorisch fixierten Seile mit den vorgesehenen Isolatoren an den neuen definitiven Abspannpunkten montiert werden.

### **2.3.6. Einbau von asymmetrischen V-Ketten**

Die montierte Einfachhängekette wird durch eine asymmetrische V-Kette ersetzt. Hierfür sind zuerst die Leiterseile aus den bestehenden Fixierungen an den Isolatoren zu lösen und an einem geeigneten Punkt am Mast zu fixieren. Nach der Demontage der bestehenden Seilabspannungen sind an den vorgesehenen Aufhängepunkten an den Auslegern zusätzliche Seilabspannpunkte zu generieren. Anschliessend können die provisorisch fixierten Seile mit den vorgesehenen Isolatoren am neuen Ausleger montiert werden.

### **2.3.7. Masterhöhungen**

Für die Masterhöhung gibt es zwei Möglichkeiten: Einbau eines Zwischenstücks unterhalb des untersten Auslegers oder Einbau eines Zwischenstücks oberhalb des Mastfusses. Im Vergleich zur Masterhöhung beim Mastfuss hat die Masterhöhung unterhalb des untersten Auslegers eine geringere Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, v.a. in der Nahwirkung, da das neu eingebaute Stück nicht so breit und somit nicht so wuchtig wirkt (siehe folgende Abb.). Daher ist projektbezogen der Einbau der Masterhöhung unterhalb des untersten Auslegers vorgesehen.

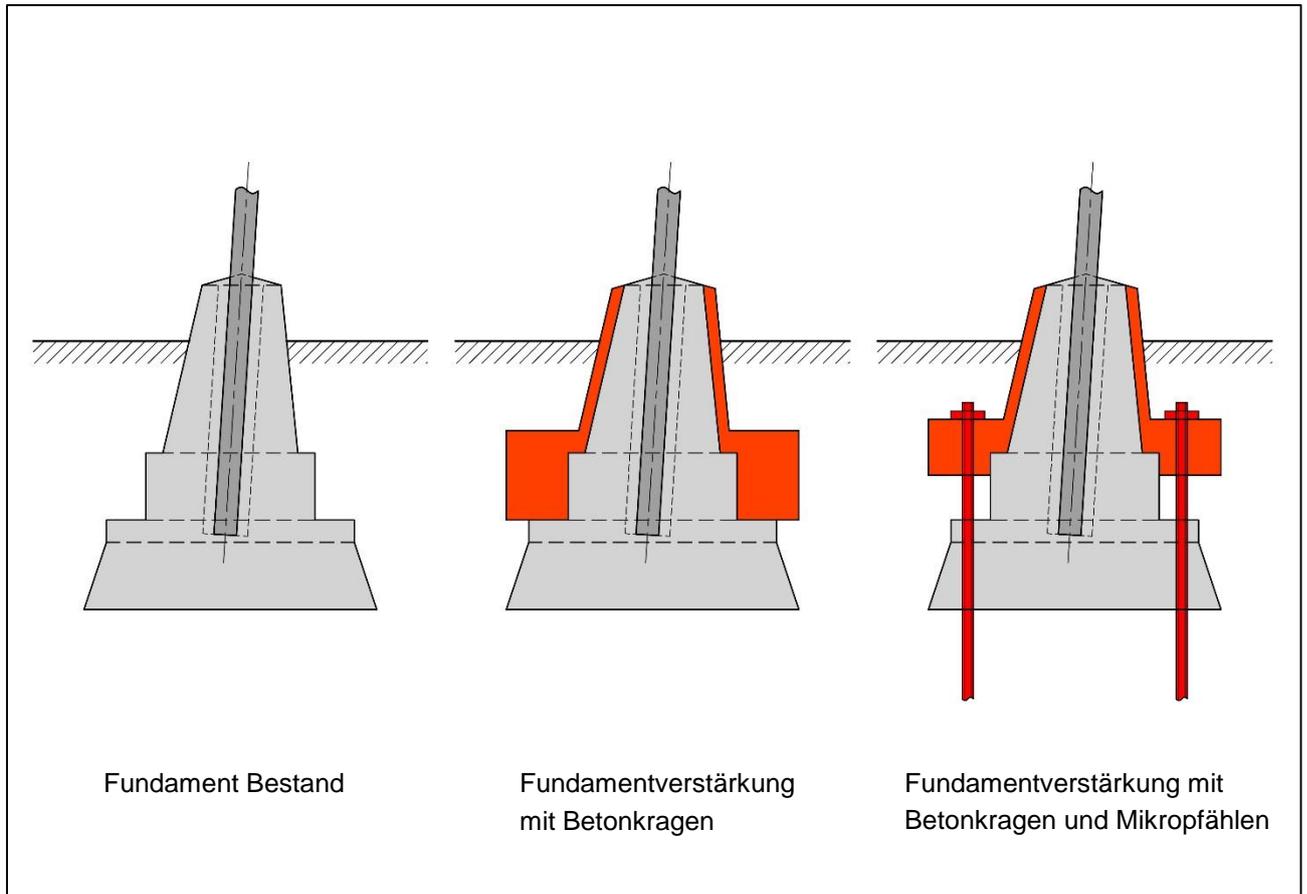


Für diese Massnahme wird der Mastkopf unterhalb des untersten Auslegers vom Mastschaft gelöst und ein zylindrisches Zwischenstück eingesetzt. Ist der Maststandort für schwere Geräte zugänglich, wird der Mastkopf abgehoben, neben dem Mast am Boden zwischengelagert und anschliessend, nach dem Einbau des zylindrischen Stückes, wieder aufgesetzt. Alternativ kann, bei möglichem Zugang mit schweren Maschinen zum Mast, der Mastkopf mittels einer Hebevorrichtung angehoben werden, damit das zylindrische Stück dazwischen eingesetzt werden kann. Andernfalls muss, wenn der Mast mit schweren Geräten nicht erreichbar ist, das Mastoberteil abgebaut, das zylindrische Stück eingebaut und das Mastoberteil wieder aufgebaut werden.

Die Visualisierung einer möglichen Masterhöhe ist dem Dossier (Register 16) beigefügt.

### 2.3.8. Fundament- und Tragwerksverstärkungen

Die Fundamentverstärkungen erfolgen maschinell und der Aushub beschränkt sich rund um die sichtbaren Betonsockel. Der Arbeitsablauf sieht als erstes ein Freilegen der Betonsockel vor. Anschliessend wird eine Betonschalung eingelegt und um den bestehenden Betonsockel ein Kragen betoniert. Allenfalls muss mit dem Einbau von Mikropfählen eine zusätzliche Erhöhung der Standfestigkeit erreicht werden. Abschliessend werden die um den Betonsockel für die Erstellung der Fundamentverstärkung freigelegten Bereiche wieder eingedeckt.



Verstärkungen an den Tragwerken erfolgen grundsätzlich durch eine Aufdoppelung von Stahlteilen bei den Eckstielen und durch einen allfälligen Ersatz der bestehenden Diagonalen.  
In der Mastentabelle mit Massnahmen (Register 6) ist eingetragen an welchen Masten Mast- und Fundamentverstärkungen vorgesehen sind.

## 3. Trasse

### 3.1. Trassebeschreibung

Die Mastnummerierung wurde für die 380-/220-kV-Leitung Bickigen – Chippis ausgehend von der UST Chippis bis nach Bickigen aufsteigend vorgenommen. Auf Grund der Mastnummerierung wird die Leitung entgegen ihrer Benennung von Chippis in Richtung Bickigen betrachtet.

Da ein Stromkreis der Leitung in die UST Wimmis eingeführt wird, wird die Leitung bei der Beschreibung in zwei Abschnitte unterteilt.

#### 3.1.1. Abschnitt Chippis – Wimmis

Im Abschnitt Chippis bis Wimmis verläuft die Leitung durch die Kantone Wallis und Bern und tangiert dabei die Gemeinden:

- Sierre
- Salgesch
- Varen
- Inden
- Leuk
- Leukerbad
- Kandersteg
- Kandergrund
- Frutigen
- Reichenbach
- Aeschi
- Wimmis

In den Gemeinden Leukerbad und Kandersteg verläuft die Leitung über den Gemmipass. Der gesamte Abschnitt beinhaltet die Maste Nr. 1 bis 141. Die Kantonsgrenze liegt zwischen Mast Nr. 60 und Mast Nr. 61.

Die Spannungserhöhung und Modernisierung sieht keinen Ersatz von bestehenden Masten vor. Der Trasseverlauf bleibt unverändert.

#### 3.1.2. Abschnitt Wimmis - Bickigen

Zwischen der UST Wimmis und der UST Bickigen verläuft die Leitung ausschliesslich im Kanton Bern und durchquert dabei folgende Gemeinden:

- Wimmis
- Spiez
- Reutigen
- Zwieselberg
- Stocken-Höfen
- Pohlern
- Uebeschi
- Thierachern
- Gurzelen
- Seftigen
- Uetendorf
- Noflen
- Forst-Längenbühl
- Uttigen
- Kiesen
- Oppligen
- Brenzikofen
- Herbligen
- Oberdiessbach
- Linden
- Niederhünigen
- Oberhünigen
- Mirchel
- Zäziwil
- Bowil
- Oberthal
- Arni
- Landiswil
- Lützelflüh
- Hasle bei Burgdorf
- Rüegsau
- Heimiswil
- Wynigen

In diesem Abschnitt stehen die Maste Nr. 142 bis Mast Nr. 296.

Das geplante Projekt hat auch in diesem Abschnitt keine Auswirkungen auf den Trasseeverlauf. Die Spannungserhöhung und Modernisierung sieht keinen Ersatz von bestehenden Masten vor.

## **3.2. Kreuzungen**

Die 380-kV-Leitung Bickigen – Chippis kreuzt diverse Bahnstrecken, Autobahnen und Gasleitungen. Die Kreuzungen sind im Situationsplan (Register 4) eingetragen. Im Folgenden werden die Spannungsfelder aufgelistet, zwischen denen die Kreuzungen liegen.

Die Leitungskreuzungen sind separat in der Kreuzungstabelle im Register 8 aufgelistet sowie in den Situationsplänen (Register 4) und Längenprofilen (Register 5) dargestellt.

### **3.2.1. Bahn**

Die Leitung kreuzt Bahnstrecken mit Fahrleitungen zwischen folgenden Masten:

- Mast 12 und 13: Linie 100 Lausanne - Simplon Tunnel I - Iselle
- Mast 87 und 88: Linie 300: Spiez - Kandersteg - Brig
- Mast 88 und 89: Linie 300: Spiez - Kandersteg - Brig
- Mast 90 und 91: Linie 300: Spiez - Kandersteg - Brig
- Mast 113 und 114: Linie 300: Spiez - Kandersteg - Brig  
Linie 330: Wengi-Ey - Lötschberg - St. German Ost
- Mast 144 und 145: Linie 320: Spiez - Zweisimmen
- Mast 194 und 195: Linie 298: Bern Holligen - Thun Abzweigung
- Mast 203 und 204: Linie 290: Bern Wylerfeld - Thun
- Mast 212 und 213: Linie 430: Hasle Rüegsau - Thun
- Mast 238 und 239: Linie 460: Gümligen Süd - Fluhmühle
- Mast 270 und 271: Linie 440: Burgdorf West - Obermatt
- Mast 296 und UST Bickigen: Linie 450: Olten Süd - Bern

Die in der LeV (Art. 101, Anhang 18) geforderten Abstände sind eingehalten. Die bestehenden Bewilligungen behalten ihre Gültigkeit.

Eine Kreuzung der Leitung mit Bahnstrecken ohne Fahrleitungen liegt in folgendem Abschnitt vor:

- Mast 126 und 127: Niesenbahn

Die in der LeV (Art. 102) geforderten Abstände sind eingehalten. Die bestehenden Bewilligungen behalten ihre Gültigkeit.

### **3.2.2. Autobahn**

Die 380-kV-Leitung Bickigen - Chippis kreuzt Autobahnen in folgenden Spannweiten:

- Autobahn A9 zwischen UST Chippis - Mast 1
- Autobahn A6 zwischen Mast 144 - Mast 145

- Autobahn A6 zwischen Mast 146 - Mast 147
- Autobahn A6 zwischen Mast 149 - Mast 150
- Autobahn A6 zwischen Mast 203 - Mast 204

Die Bodenabstände gemäss LeV sind eingehalten. Die bestehenden Bewilligungen behalten ihre Gültigkeit.

### **3.2.3. Gasleitung**

Zwischen Mast Nr. 205 und 206 kreuzt die 380-kV-Leitung Bickigen - Chippis eine Gasleitung der "Gasverbund Mittelland AG".

Die Abstände gemäss Anhang 19 LeV sind eingehalten. Die bestehenden Bewilligungen behalten ihre Gültigkeit.

### **3.2.4. Seilbahnen**

Die Leitung kreuzt zwischen Mast Nr. 75 und 76 die Talstation der Luftseilbahn Kandersteg - Allmenalp. Im überspannten Bereich des Gebäudes befindet sich der Maschinenraum der Seilbahn. Das Tragseil der Seilbahn wird von den Leiterseilen der Leitung überspannt. Die Seile der Luftseilbahn sind durch die Gebäudehülle geschützt. Die Abstände zum Gebäude und zum Tragseil sind im Profilplan ausgewiesen.

## **4. Dienstbarkeiten**

Sämtliche Dienstbarkeiten wurden vor dem Bau auf Bestand der 380-/220-kV-Leitung Bickigen - Chippis abgeschlossen. Die betroffenen Grundstücke werden durch die vorgesehenen Massnahmen nicht zusätzlich beansprucht.

## **5. Erschliessung**

Die Erschliessung erfolgt wenn möglich über vorhandene Strassen und Wege. Für Maststandorte, die sich nicht unmittelbar neben Straßen oder Wegen befinden, müssen Baupisten eingerichtet werden. Die für die Zufahrt in Anspruch genommenen Flächen werden nach Abschluss der Baumaßnahmen wiederhergestellt. In unwegsamen Gebieten erfolgt die Erschliessung der Maste mit dem Helikopter. Die Erschliessung der einzelnen Maste wird im Umweltverträglichkeitsbericht (Register 9) detailliert behandelt.

## **6. Kosten**

Die Baukosten für die Spannungserhöhung und Modernisierung der 380-kV-Leitung Bickigen - Chippis betragen 51,4 Mio. CHF.

## 7. Technische Daten

Trasseelängen	Chippis-Wimmis	ca. 49.5 km
	Wimmis-Bickigen	ca. 57.1 km
Anzahl Stränge	2	
Nennspannung, Betriebsspannung, Stromart	Strang 1 (West):	380kV / 420kV / 50Hz
	Strang 2 (Ost):	380kV / 420kV / 50Hz
	<u>Bestand:</u>	
	vorläufiger Betrieb Strang 1 (West) mit 220-kV	
Stromleiter	<u>Bestand:</u>	
	2 x 3 x 2 x 600 mm <sup>2</sup> Aldrey	
	<u>Planung:</u>	
	Grundsätzlich	2 x 3 x 2 x 600 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Ausnahmen:	
	Mast Nr. 20 – 25	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 33 – 36	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 38 – 40	2 x 3 x 2 x 1000 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 73 – 76	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 160 – 171	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 209 – 214	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 228 – 232	2 x 3 x 2 x 1000 mm <sup>2</sup> Aldrey
	Mast Nr. 267 – 275	2 x 3 x 2 x 800 mm <sup>2</sup> Aldrey
Erdseil	UST Chippis – Mast Nr. 12	Al3/LWL OPWG 190
	Mast Nr. 12 – Mast Nr.71	St 95 mit Skywrapkabel
	Mast 71 – Mast 83	Al3/LWL OPWG 190
	Mast 83 – Mast 118	Al3/LWL OPWG 150
	Mast 118 – Mast 142	St 95 mit Skywrapkabel
	Mast 142 – UST Bickigen	Al3/LWL OPWG 160

Isolation

Bestand:

Doppelabspannkette: LG 85/22/1310, LP 85/9  
oder Verbundstoffisolator

Dreifachabspannkette: LG 85/22/1310

Einfachtrangkette: LG 85/22/1310 oder LP 85/9

Doppeltrangkette: LG 85/22/1310, LP 85/9  
oder Verbundstoffisolator

Planung:

Bei Kettenwechsel Einbau von:

Doppelabspannkette: Verbundstoffisolator

Asym. V-Kette: Verbundstoffisolator

Massgebende Blitzstosshaltespannung

380kV 1.2/50 $\mu$ s 1425kV

220kV 1.2/50 $\mu$ s 1050kV

Armaturen

Einsatz von radiostörrarmen Armaturen

Tragwerke

Stahlgittermasten

Fundamente

Betonfundamente teilweise als Lawinenfundamente  
ausgeführt

Erdung

Ringerdung mit verzinktem Cu-Band 30x3mm