

Öffentlich

Swissgrid AG  
Bleichemattstrasse 31  
Postfach  
5001 Aarau  
Schweiz

## Netzprojekt Niederwil – Obfelden Fragenkatalog Braavos GmbH

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

Datum 15. Mai 2020  
Verfasser Philipp Müller  
Swissgrid, Grid Projects

### Verteiler

Name	Firma	Bemerkung	Termin
Werner Gander	BFE		15.05.20

**Alle Rechte, insbesondere das Vervielfältigen und andere Eigentumsrechte, sind vorbehalten.  
Dieses Dokument darf in keiner Weise gänzlich oder teilweise vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden ohne eine ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens Swissgrid AG.  
Swissgrid AG übernimmt keine Haftung für Fehler in diesem Dokument.**

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Fehlende Vollverkabelung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Nicht hinreichende Begründung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Bündelung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Gefahrenpotential</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Biotope</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Kombination nicht untersucht wegen Technik und Umwelt</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Kombination nicht untersucht wegen Kosten</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Kostenfaktor</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Projektierende</b>	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>Kabeldesign und Rohrblock</b>	<b>8</b>
<b>11</b>	<b>Rodungsfläche</b>	<b>9</b>
<b>12</b>	<b>Belastbarkeit</b>	<b>10</b>
<b>13</b>	<b>DTS/RTTR</b>	<b>10</b>

Im Rahmen der öffentlichen Mitwirkung zum Planungskorridor Niederwil – Obfelden (SÜL 611) hat die Gemeinde Niederwil einen Fragenkatalog von Braavos GmbH beim Bundesamt für Energie (BFE) eingereicht. Das BFE hat Swissgrid beauftragt, die Fragen aus technischer Sicht zu beantworten. Das vorliegende Dokument ist für die öffentliche Publikation freigegeben.

## 1 Frage 1: Fehlende Vollverkabelung

Anstelle einer Vollverkabelung wurde eine Korridorvariante mit einer Kabelleitung ab UW Niederwil bis zur Autobahn bei Zwillikon untersucht. Bei Zwillikon wäre ein Übergangsbauwerk notwendig mit entsprechenden Kosten-, Flächen- und Unterhaltsbedarf. Dieser Übergang befindet sich noch knapp 2 km vor dem UW Obfelden in welchem die Kabel direkt in einem Leitungsfeld enden würden, in welchem bereits Leistungsschalter, Trenner und Wandler für das entsprechende Leitungsfeld vorhanden wären. Eine durchgehende Kabelanlage von UW zu UW würde auch die Projektierung, den Bauablauf und die Ausführung wesentlich vereinfachen da ein Grossteil komplexer Schnittstellen entfielen.

**Frage: Warum wurde eine Vollverkabelung trotz ihrer Vorteile nicht untersucht?**

Antwort Swissgrid: *Es wurden mehr (Unter-)Varianten untersucht als öffentlich gezeigt. Auch die Variante einer Verkabelung bis in das Unterwerk Obfelden wurde im Rahmen der Begleitgruppensitzungen diskutiert. Die bestehende Leitung von Zwillikon bis Obfelden ist bereits auf 380 kV isoliert. Die Kosten für den Bau einer Kabelleitung bis Obfelden sind höher als der Bau eines ÜBW in Zwillikon. Zudem ist das Gelände schlecht für den Bau einer Rohranlage geeignet, da entweder eine bewaldete Hanglage traversiert, die Autobahn zweimal gequert oder die Rohranlage auf lange Distanz in einem grabenlosen Verfahren realisiert werden müsste, was jeweils mit hohen Mehrkosten verbunden ist.*

## 2 Frage 2: Nicht hinreichende Begründung

Im erläuternden Bericht [1 ], Kap. 11 steht: "Die Beurteilung der zu evaluierenden Varianten [...] hat ergeben, dass eine Verkabelung bei der Querung des BLN-Objektes «Reusslandschaft» angezeigt ist, [...] dass im Rahmen der Erarbeitung des Detailprojektes zu prüfen ist, ob die Verkabelung [...] bis zur Autobahn bei Zwillikon weitergeführt werden soll. Damit fallen auch die reinen Vollverkabelungsvarianten weg."

Dass sich eine Verkabelung im BLN-Gebiet anzeigt und eine Weiterführung bis nach Obfelden zu prüfen ist, kann nicht Begründung sein, dass eine Vollverkabelung nicht angezeigt ist. Dies ist keine hinreichende Begründung.

**Frage: Wie wird begründet, dass eine Vollverkabelung nicht angezeigt ist, insbesondere da eine Vollverkabelung gar nie wirklich geprüft wurde?**

Antwort Swissgrid: *Zunächst muss der Begriff «Vollverkabelung» geklärt werden. Je nach Kontext kann unter diesem Begriff entweder die «Vollverkabelung» der Leitung vom UW Niederwil bis ins UW Obfelden verstanden werden (100 % der Leitung) oder die durchgehende Verkabelung der gesamten neu zu bauenden Strecke vom UW Niederwil bis zur Autobahn bei Zwillikon (ca. 90 % der Leitung).*

*Wie in der Antwort zur Frage 1 dargelegt, wurde eine «Vollverkabelung» von UW zu UW im Rahmen der Begleitgruppensitzungen neben mehr als 30 weiteren Varianten evaluiert. Am Ende stand in der engeren Auswahl noch die Verkabelung des gesamten noch nicht auf 380 kV umgebauten Abschnitts, von welcher wegen der in Abschnitt 7.4.1 des erläuternden Berichts dargelegten Gründen abgesehen wird. Für die echte «Vollverkabelung» von UW zu UW, mit welcher insbesondere die Erstellungskosten noch höher ausfielen, gelten genau die gleichen Gründe.*

## 3 Frage 3: Bündelung

In der Beurteilung wurde mehrfach auf den Punkt 4.4 aus dem erläuternden Bericht [1 ], Kap. 12 verwiesen: "die Möglichkeiten für eine Bündelung der 380/220 kV-Leitung der Swissgrid mit der 110 kV- Leitung der Axpo [...]". Insbesondere wurde in der Variante Freileitung das Argument angeführt, dass eine Bündelung mit dieser Leitung von Vorteil ist.

Diese 110 kV Leitung ist heute bereits erdverlegt zwischen Niederwil und Fischbach-Göslikon. Eine Bündelung als Kabel wäre auch auf der ganzen Länge, inkl. dem BLN Gebiet, problemlos möglich.

**Frage: Warum wurde die sich bietende Möglichkeit der Verkabelung der 110 kV Leitung zwecks Bündelung und der damit einhergehenden positiven Beeinflussung der Umwelt und des Landschaftsbildes in den Kabelvarianten nicht positiv beurteilt?**

Antwort Swissgrid: *Eine Verkabelung der 110-kV-Leitung kann durch Swissgrid nur im Rahmen einer Ausgleichsmassnahme finanziert werden. Bei der Realisierung einer Kabelleitung stellt bereits die Demontage der alten 220-kV-Leitung eine erhebliche Entlastung des Landschaftsbildes dar, weshalb eine zusätzliche Massnahme nicht ohne weiteres durch Swissgrid finanziert werden kann. In jedem Fall wird im Rahmen des Hauptprojekts das Bündelungspotential gemäss Punkt 4.4 des erläuterten Berichts noch einmal detailliert geprüft.*

## **4 Frage 4: Gefahrenpotential**

Die Gefährdung durch Dritte wird bei der Kabelleitung als höher beurteilt. Dabei wird erklärt, dass eine "Beschädigung des Kabels z.B. durch Grabarbeiten/Sondierbohrungen etc. möglich" sei. Hier muss man klar unterscheiden zwischen einer 400 kV Kabelanlage gebaut nach heutigem Stand der Technik und Ausführungsbestimmungen, mit GPS-bestimmter Einmessung, in stabilen und langlebigen Kabelschutzrohren, in einem massiven Betonrohrblock mit mehreren, darüber liegenden, nicht verrottenden und gut erkennbaren Trassierbändern auf der einen Seite und der Vielzahl an alten Mittelspannungskabelanlagen, teilweise direkt in Erde verlegt, häufig mit alten Decksteinen geschützt, typischerweise ohne Trassierband, und oft nachträglich approximativ eingemessen auf der anderen Seite. Dass bei einer Grabung unbeabsichtigt eine solche, neu gebaute Höchstspannungskabelanlage übersehen und beschädigt wird, ist quasi undenkbar. Unbeabsichtigte Beschädigungen sind den Kabeln der Mittel- und tiefen Hochspannung vorbehalten. Auf der Höchstspannungsebene kommen diese schlicht nicht vor.

**Frage: Auf welcher Basis wird eine Höchstspannungskabelanlage mit einem höheren Gefahrenpotential bewertet?**

Antwort Swissgrid: *Im 110-kV-Netz der Axpo werden die genannten Massnahmen konsequent umgesetzt:*

- *GPS-gestützte Einmessung*
- *Verlegung in Kabelschutzrohren*
- *Einbetonieren der Rohranlage*
- *Verlegung von Kabelwarnbändern.*

*Trotzdem zeigt die Erfahrung, dass die Beschädigung von Kabeln durch Sondierbohrungen oder Pfählungen – verbunden mit einem längeren Ausfall der betreffenden Leitung – nicht undenkbar sind, sondern durchaus vorkommen. Beispiele aus den letzten 10 Jahren:*

- *Im Zuge der Bauarbeiten für die 3. Spur der A1 wurden beim Setzen von Ankern 110-kV-Kabel durchtrennt.*
- *Beschädigung einer Leitung beim Setzen von Spundwänden in Graubünden.*
- *Beschädigung von 2 Phasen einer 110-kV-Leitung bei Sonderbohrungen im St. Galler Rheintal aufgrund ungenügender Werkleitungserhebung durch den Bauherrn.*
- *Nach einer Terrainveränderung lag eine Leitung im Kanton Aargau tiefer als üblich. Ein Bauunternehmer fand sie im Zuge einer durchgeführten Werkleitungssondierung daher nicht. Bei darauffolgenden Bauarbeiten wurde die Leitung beschädigt und fiel für einen längeren Zeitraum aus.*

*Aus diesem Grund wurde die Gefährdung von Kabeln gegenüber unbeabsichtigter Beschädigung durch Dritte als grösser beurteilt.*

## 5 Frage 5: Biotope

Im erläuternden Bericht [1], Kap. 8.2.3 "Im Korridor liegen verschiedene andere Biotope gemäss Artikel 18 NHG wie Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung, Hecken, Reptilieninventare Uferbereiche mit Ufervegetation u. dgl. Eine Beeinträchtigung dieser Objekte lässt sich mit keiner Linienführung für eine Kabelleitung [...] vermeiden". Diese Beurteilung fliesst als negative Bewertung in die Kabelvarianten ein. Demgegenüber wird festgehalten, dass sich eine Beeinträchtigung "mit angepassten Maststandorten, welche auf schützenswerte Lebensräume Rücksicht nehmen, grösstenteils vermeiden [lässt]". Jedes Biotop lässt sich bei Kabelleitungen entweder umgehen oder unterqueren ohne negativen Einfluss zu hinterlassen. In den Waldgebieten kann zudem die Kabelleitung in den bestehenden Waldstrassen verlegt werden und hat somit keinen negativen Einfluss. Auch ausserhalb der Wälder wird man die Kabelleitung soweit als möglich in oder entlang von Wegen und Strassen bauen da dies auch der Intervention im Ereignisfall dient. Weiter wird in den Bewertungsschemata geschrieben: "Eine Auflistung der übrigen vorhandenen Biotope ist im Kapitel 7 gegeben". In Kapitel 7 des Berichts findet sich aber keine Auflistung. Eine Beurteilung ist damit nicht möglich.

**Frage: Warum wurden bei den Kabelvarianten in der Beurteilung der übrigen Biotope nach Art. 18 NHG eine "Grossflächige Beeinträchtigung" attestiert und welche Biotope gemäss Artikel 18 NHG wurden berücksichtigt?**

Antwort Swissgrid: *Gemäss Bewertungsschema (siehe Auszug aus Handbuch zum Bewertungsschema Übertragungsleitungen, 2013) ist der Begriff grossflächig Beeinträchtigung für mehr als 500 m<sup>2</sup> zu verwenden. Aufgrund der Länge des Projektes und der Breite des Eingriffes durch die Bodenarbeiten sind diese 500 m<sup>2</sup> rasch – auch bei einer optimierten Linienführung – überschritten. In dieser Phase ist auch noch keine konkrete Linienführung, sondern der Korridor zu bewerten und somit ist die zu beurteilende Fläche grösser.*

### 5.3.3.6 Biotope nach Art. 18b NHG (regionale oder lokale Bedeutung)

Neue Leitungen / Leitungsausbau	Überspannung möglich, Neue Masten und Verkabelungen vermeiden		
	Grossflächige Beeinträchtigung von wertvollen Biotopen	-2	> 500 m <sup>2</sup>
	Kleinflächige Beeinträchtigung von wertvollen Biotopen	-1	< 500 m <sup>2</sup>
Leitungsrückbau:	Kleinflächige Entlastung, Aufwertung oder Neuanlage von wertvollen Biotopen	+1	100-500 m <sup>2</sup>
	Grossflächige Entlastung, Aufwertung oder Neuanlage von wertvollen Biotopen	+2	> 500 m <sup>2</sup>

Für die Analyse der möglichen Auswirkungen wurden die Inventardaten der Kantone Aargau und Zürich (Online verfügbar oder für Download bestellt) verwendet. Unten ist eine Auswahl der relevanten Inventare gegeben:

- Amphibienlaichgebiete
- REN Feuchtgebiet
- Wildruhezonen/Wildschutzgebiete
- REN Wald
- Smaragd
- Rote Liste Moose
- Schützenswerte Hecken
- Naturobjekte im Baugebiet
- Hecken geschützt im Kulturlandplan
- Hochstammobstbestände
- Naturobjekte im Kulturland
- Uferschutzstreifen im NPK

- Geschützte Waldränder
- Waldnaturschutzinventar
- Waldränder
- Amphibieninventar
- Fledermausquartiere
- Ornithologisch wertvolle Gebiete
- Reptilieninventar
- Schutzgebiet oberes Reusstal
- Trockenstandorte
- Uferschutzzonen im Baugebiet
- Ökologische Ausgleichsflächen
- Auen 5000
- Amphibienschwerpunktgebiet
- Auenschutzpark Richtplan
- Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung im Wald
- Seltene und wertvolle Baumarten
- Uferschutzstreifen Pufferzonen im Baugebiet
- Wildtierkorridor
- Überregionale Ausbreitungsachse für Wildtierkorridore
- Naturwaldreservate
- Fördergebiete für ökologischen Ausgleich

## 6 Frage 6: Kombination nicht untersucht wegen Technik und Umwelt

Im erläuternden Bericht [1], Kap. 8.4 steht: "Ebenso kann die Variante «Teilverkabelung Niederwil-FGö», welche in erster Linie die Anliegen der betroffenen Anwohner und die lokale Naherholung berücksichtigt und vom Kanton Aargau priorisiert wurde, nicht empfohlen werden, weil sie dem gesetzlich vorgeschriebenen Schutz des BLN-Objektes nicht Rechnung trägt."

Im Kap. 7.4.3 steht zudem "Für den weiteren Leitungsverlauf geht diese Korridovariante von einer Freileitung aus." Es wurde also nicht geprüft, *sowohl* den Abschnitt Niederwil - Fischbach-Göslikon *als auch* das BLN- Objekt 1305 "Reusslandschaft" zu verkabeln. Dabei muss dem Planer und Swissgrid von Beginn weg klar gewesen sein, dass eine Freileitung in diesem BLN-Gebiet nicht bewilligungsfähig ist. Die Variante Teilverkabelung Niederwil - Fischbach-Göslikon ohne eine Verkabelung des BLN Gebiets war eine reine Alibiübung ohne Mehrwert. Im Kap. 7.4.3 steht dazu: "Andererseits wurde die Kombination «Teilverkabelung FiGö» und «Teilverkabelung BLN» mit der Querung der dazwischenliegenden Waldgebiete mittels Freileitung zum Vornherein nicht weiter geprüft, weil eine solche Leitungsführung sowohl technisch wie umweltmässig wenig Sinn machen würde und auch in Bezug auf die Kosten nicht zu rechtfertigen wäre.". Leider entbehren der Bericht und die Bewertungsschemata der weiteren Erklärung warum dies technisch und umweltmässig keinen Sinn machen würde.

**Frage: Warum wurde die Teilverkabelung Niederwil - Fischbach-Göslikon ohne Verkabelung BLN untersucht obwohl von Beginn weg feststehen müsste, dass eine Verkabelung im BLN-Gebiet notwendig ist? Und welches sind die technischen und umweltmässigen Gründe, die gegen eine zweifache Teilverkabelung sprechen?**

Antwort Swissgrid: *Im ersten Schritt wurden alle denkbaren Varianten aufgelistet und anschliessend durch die Begleitgruppe auf sieben Varianten reduziert.*

*Auch eine zweifache Teilverkabelung ist grundsätzlich machbar. Nachteile sind höhere Kosten und höherer Landverbrauch wegen zusätzlichen Übergangsbauwerken.*

## 7 Frage 7: Kombination nicht untersucht wegen Kosten

Im erläuternden Bericht [1 ], Kap. 7.4.3 steht: "Andererseits wurde die Kombination «Teilverkabelung FiGö» und «Teilverkabelung BLN» mit der Querung der dazwischenliegenden Waldgebiete mittels Freileitung zum Vornherein nicht weiter geprüft, weil eine solche Leitungsführung [...] auch in Bezug auf die Kosten nicht zu rechtfertigen wäre.". Die Kosten sind für die Beurteilung einer Variante nicht unmittelbar relevant. Das Bewertungsschema schreibt vor, dass der Pfeiler Wirtschaftlichkeit anhand einer "Kosten-Nutzen-Analyse über die gesamte Lebensdauer des geplanten Ausbauprojektes beurteilt" wird. Das Bundesgericht stellt fest (BGE 137 II 266 E. 4.3 vom 5. April 2011 ), dass "kein Grund ersichtlich [ist], bei der Interessenabwägung ausschliesslich auf die Investitionskosten abzustellen.". Zudem legt das Bewertungsschema nicht fest, mit welchem Mehrkostenfaktor eine Variante zu bevorzugen oder zu verwerfen ist. Dies zu beurteilen, ist ein politischer Entscheid. Hier wurde jedoch eine Variante gar nicht erst untersucht, weil vorgängig, ohne brauchbare Faktenlage, entschieden wurde, dass die Investitionskosten zu hoch seien. Dieses Vorgehen ist so nicht zulässig.

**Frage: Wieso wird die Variante Kombination auf Basis von unzulässigen Argumenten verworfen resp. durch eine von vorne herein klar nicht realisierbarer Variante (ohne Verkabelung BLN) ersetzt?**

Antwort Swissgrid: *Die Variante «Verkabelung Niederwil-Fischbach-Gössikon und Verkabelung BLN» wurde untersucht und in der Begleitgruppe behandelt. Für die Anwendung des Bewertungsschemas musste die Begleitgruppe die Anzahl über 30 Varianten auf ein sinnvolles Mass reduzieren. Es lagen jeweils vorgängig Unterlagen zur Vorbereitung der Begleitgruppenmitglieder vor, die Entscheidungen wurden also nicht «ohne brauchbare Faktenlage» getroffen.*

## 8 Frage 8: Kostenfaktor

Im erläuternden Bericht [1 ], Kap. 7.4.2 werden verschiedene Mehrkostenfaktoren verglichen. Die Leitung Riniken hatten einen Mehrkostenfaktor von 0.66 bis 1.83 gegenüber einem Mehrkostenfaktor der Teilverkabelung im BLN Gebiet von 5.76. Es ist gänzlich unerklärlich wie die kurze Kabelanlage Riniken mit zwei teuren Übergangsbauwerke auf 1.3 km eine derart grosse Differenz zum jetzt berechneten Mehrkostenfaktor haben kann. Die Muffenstandorte sind im Vergleich zu den Übergangsbauwerken fast vernachlässigbar. Das heisst, je länger eine Kabelleitung wird, desto günstiger wird auch der Preis pro km. Auch die grabenlose Querung der Reuss kann dies nicht erklären, gab es doch bei Riniken eine aufwändige Unterquerung der Bahnlinie. Und ausserhalb der Reussquerung stellt der Korridor für eine Verkabelung keine besonderen Probleme dar, welche erhöhte Baukosten erklären könnten. Somit lässt sich dieser hohe Mehrkostenfaktor ohne die detaillierte Kostenberechnung und ohne detaillierten technischen Beschrieb nicht beurteilen.

**Frage: Wie wird der ungewöhnlich hohe Kostenfaktor von 5.76 erklärt? Und inwiefern ist dieser für eine Vollverkabelung anwendbar?**

Antwort Swissgrid: *Der oben genannte Mehrkostenfaktor 0.66 bis 1.83 stammt aus einer Studie von Januar 2010, welche vor der Realisierung des Projekts Beznau – Birr verfasst wurde. Der Mehrkostenfaktor von 5.76 basiert auf den gewonnenen Erfahrungen aus Beznau – Birr. Zudem basiert die Lebenszykluskostenberechnung auf den Erkenntnissen des Strategischen Netzes 2025 und den aktuellen, deutlich tieferen Strompreisen.*

## 9 Frage 9: Projektierende

Im Handbuch zum Bewertungsschema Übertragungsleitungen [7] steht: "In der Begleitgruppe sind ARE, BAFU, ESTI, BAV, Swissgrid, eine nationale und eine lokale Umweltschutzorganisation, Projektierende sowie der betroffene Kanton mit je einer Stimme vertreten." Es ist nicht ersichtlich wer die "Projektierende" in der Begleitgruppe zum SUL 611 waren und ob diese unabhängig vom Begleitgruppenvertreter Swissgrid waren. Stand der Projektierende im Auftragsverhältnis zur Swissgrid, kann dieser nicht unabhängig sein. Nur ein unabhängiger Planer von Hochspannungskabelanlagen kann dieser Aufgabe gerecht werden. Dies ist insbesondere wichtig bei der Trassenfindung und der Dimensionierung der Kabel, welche beide einen direkten Einfluss auf den Kostenfaktor haben. Zumal der Kostenfaktor ausserordentlich hoch berechnet wurde, stellt sich die Frage, ob der Projektierende seine Aufgabe korrekt ausgeführt hat.

### **Frage: Wer war der Projektierende und war dieser effektiv unabhängig?**

Antwort Swissgrid: *Die Projektantin für das vorliegende Projekt ist Swissgrid. Swissgrid hat für die Ausführung der technischen Arbeiten einen Planer beauftragt. In der Begleitgruppe tritt der Planer als Teil des Swissgrid-Projektteams auf.*

*Die Aufgabe, alle Kriterien objektiv abzuwägen, hat die Begleitgruppe als Ganzes. In ihr sind gemäss der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen (Art. 1e) neben der Projektantin diverse Fachbehörden des Bundes, Umweltschutzorganisationen, das ESTI, die ELCOM und die Kantone vertreten. Ein von der Swissgrid unabhängiger Planer ist in dieser Verordnung nicht vorgesehen. Die Kabeldimensionierung ergibt sich aus den technischen Anforderungen an die Leitung.*

## 10 Frage 10: Kabeldesign und Rohrblock

Im Handbuch zum Bewertungsschema Übertragungsleitungen [7] steht: "Grundsätzlich sind die Dimensionierungsgrundlagen für alle Varianten (wie z.B. Leiter-/ Kabelquerschnitte, [...] zu dokumentieren und einzureichen". In den Unterlagen des BFE zum SÜL 611 sind dazu jedoch keine Unterlagen und keine Angaben vorhanden. Es ist anzunehmen, dass der Kostenvergleich mit verhältnismässig teuren 2500mm<sup>2</sup> Cu Kabel gemacht wurde, d.h. 2 x 3 x 2500mm<sup>2</sup> Cu pro System, insgesamt also 12 x 2500mm<sup>2</sup>.

Berechnungen der Belastbarkeit nach IEC 60287 [10] und unter Berücksichtigung der typischen Umgebungsparameter nach IEC 60287-3-2 für das Schweizer Mittelland zeigen, dass bereits mit 2 x 3 x 1200mm<sup>2</sup> Cu verseilt (wohlgemerkt kein teurer Millikenleiter) die 1920 A im Sommer (20°C) problemlos übertragen können, wobei die Leitertemperatur nur ca. 70°C erreichen würden. Im Winter (10°C) können ohne besondere Massnahmen 2310 A übertragen werden. Die Kabel können auch wesentlich günstiger mit gleicher Belastbarkeit mit einem 1600mm<sup>2</sup> Leiter aus verseilten Al-Drähten gefertigt werden oder gar mit einem 1600mm<sup>2</sup> Al-Massivleiter mit annähernd gleicher Belastbarkeit.

Die Modellierung der 6 Kabel erfolgt in Kabelschutzrohren NW200 in einer Tiefe von 1.25/ 1.50 m (geforderte Mindestüberdeckung gemäss Leitungsverordnung 0.80 m). Der Kabelrohrblock ist damit nur 1 m breit und 1.6 m tief, deutlich weniger als in der Präsentation von Swissgrid. Durch die phasenoptimierte Anordnung der zwei Kabel pro Phase ist das Magnetfeld auch ohne Kompensation an der Erdoberfläche mit rund 50 pT deutlich kleiner als die zulässigen 100 pT und die 1 pT Kurve hat eine Ausdehnung von weniger als ±4 m von der Achsmittle, deutlich weniger als die Präsentation von Swissgrid. Ein geringerer Leiterquerschnitt reduziert den Kabeldurchmesser und erhöht dadurch die maximale Fertigungs- und Lieferlänge. So kann die Anzahl der Muffen deutlich reduziert werden, was die Kosten senkt und die Ausfallwahrscheinlichkeit reduziert.

**Frage: Welche Kabel und welche Anordnung wurden für die Dimensionierung der Anlage berücksichtigt und wurde Optimierungspotential im Kabeldesign und Kabelrohrblock berücksichtigt?**

Antwort Swissgrid: *Die Annahmen entsprechen der im Projekt Beznau – Birr umgesetzten Konfiguration:*

- *Anforderung:  $I = 2000\text{ A}$  mit einem Lastfaktor 0.8, Realisierung von 2 Kabeln pro Phase.*
- *Unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten ist eine leichte Überdimensionierung mit  $2500\text{ mm}^2$  Aluminium die wirtschaftlichste Variante, da den zusätzlichen Kosten Einsparungen bei den Verlusten gegenüberstehen*
- *Der Kabellieferant verlangt ein 250-mm-Kabelschutzrohr.*
- *Die Verlegung erfolgt phasenoptimiert.*
- *Der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der magnetischen Flussdichte beträgt 1 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )*
- *Der Immissionsgrenzwert beträgt 100 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ).*
- *$1\ \mu\text{T} = 1000000\ \text{pT}$ . (Pikotesla)*

## 11 Frage 11: Rodungsfläche

Das Bewertungsschema der Verkabelung Bünztal nennt eine Rodungsfläche von  $12.5\text{ m} \times 400\text{ m} = 5'000\text{ m}^2$  und dasjenige der Verkabelung Reusstal eine Rodungsfläche von  $12.5\text{ m} \times 3100\text{ m} = 38'750\text{ m}^2$ . In beiden Fällen bedeutet dies gern. [7] eine Punktbewertung von Minus 2. In der Präsentation von Swissgrid wurde die Breite eines Rohrblocks mit 1.5 m angegeben und der Abstand zum zweiten Rohrblock mit 1.55 m. Zusammen mit den genannten 4 m auf beiden Seiten ergibt dies eine Breite von rund 12.5 m, was dem Wert aus dem Bewertungsschema entspricht.

Der Rohrblock von Swissgrid enthält aber 4 Rohre nebeneinander. Reserve- oder Migrationsrohre sind überflüssig, da bei einem Doppelsystem bereits eine ausreichende Teilredundanz gegeben ist. Rohre für Kommunikation und Eigenbedarf können problemlos eine Lage höher gelegt werden. Ein Betonrohrblock mit drei Rohren NW200 nebeneinander und einem Abstand von 5 cm inkl. hat eine Gesamtbreite von 90 cm, also deutlich weniger als die kommunizierten 1.5 m.

Eine Freihaltung von 4 m auf beiden Seiten ist zudem eine unnötige Massnahme. Wurzelwachstum und die damit einhergehende Austrocknung haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Belastbarkeit einer Kabelanlage in einem Betonrohrblock. Dass dies überhaupt als Problem betrachtet wird, rührt fast ausschliesslich aus negativen Ereignissen bei direkt in Erde verlegten Mittelspannungskabeln her. Würden die Kabel ohne Betonrohrblock verlegt, kann man durch Spundwände das Wurzelwöchstum verhindern. Somit reduziert sich die erforderliche Trassenbreite auf ca. 3.5 m. Gemäss der Praxishilfe Geometrische Richtwerte von Waldwegen und Waldstrassen des BUWAL [8] darf ein befahrbarer Waldweg eine Mindestbreite von 3.2-3.3 m nicht unterschreiten. Somit kann die Kabelanlage in aller Regel in einer Waldstrasse untergebracht werden.

Betrachtet man weiter die Variante Verkabelung Reusstal mit etwas Ortskenntnissen, so sieht man, dass fast die gesamte Trasse zwischen Ausgang Fischbach-Göslikon (Tannwaldstrasse) bis Ausgang Bremgarten (Luzernerstrasse) problemlos in einer gut ausgebauten Waldstrasse verlaufen kann. Die Waldstrasse verläuft auf einem längeren Abschnitt neben der Bahnlinie der BDWM Transport AG und ist durchgehend gut ausgebaut. Die Waldstrasse hat ausreichend Abstand zur Bahnlinie und dazwischen befinden sich Sträucher und keine grossen Bäume mit entsprechenden Wurzeln. Da die Wohlerstrasse und die Bahnlinie sowieso unterquert werden müssen, könnte man beide zusammen mittels gesteuerter Bohrung queren und damit auch gleich einen ca. 150 m lange Waldabschnitt ohne später erforderliche Niederhaltung unterqueren. Diese ganze Trassenführung liegt auch innerhalb des Planungsgebiets.

**Frage: Wie kommt die Rodungsfläche von  $12.5 \times 3100\text{ m}$  zustande? Und wurde berücksichtigt, dass sich im untersuchten Trassenbereich ideale Waldstrassen befinden?**

Antwort Swissgrid: *Es wurde eine Trasse entlang von Waldstrassen vorgesehen. Auf die zusätzlichen Rohre könnte verzichtet werden, was die Trassenbreite jedoch nicht wesentlich reduziert. Die  $12.5\text{ m}$  beziehen sich nicht auf die permanente Rodung, sondern auf die während der Bauphase erforderliche temporäre Rodung. Die effektive Rohrblockbreite beträgt ca.  $4.5\text{ m}$ . Der Streifen links und rechts muss nicht*

*zwingend kahl bleiben, die Erstellung und Pflege eines gestuften Waldrandes – ähnlich zum Areal, das unmittelbar an das Übergangsbauwerk in Riniken angrenzt – wäre denkbar.*

*Die Trasse im Wald bei Bremgarten befindet sich im Gewässerschutzbereich Au. Das Setzen von Spundwänden, die tief genug sind, um eine Durchwurzelung wirksam zu verhindern, sind in dieser Zone nur möglich, falls sie oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels liegen. Dies wäre zu prüfen. Zudem sind die Kosten für eine derart lange Spundwand in der Kostenschätzung nicht einkalkuliert.*

*Aus Risikoabwägungen wird die Erstellung und Pflege eines gestuften Waldrandes im Bereich der Kabeltrasse bevorzugt.*

## 12 Frage 12: Belastbarkeit

Die Belastbarkeit wird im Winter mit 2400 A und einem Lastfaktor von 0.80 angegeben. Die Energiekabel und insbesondere im Boden verlegte, dickwandige 400 kV Kabel sind thermisch sehr träge. Ein einzelnes Kabelsystem mit 2500mm<sup>2</sup> Cu kann diese Last typischerweise nicht tragen. Aber selbst bei einer Vorbelastung von 60°C am Leiter, was sich bei rund der Hälfte der Last ergibt, kann das eine Kabelsystem eine Stunde lang dauernd und ohne Lastfaktor rund 4000 A und 6 Stunden lang die 2400 A tragen. Über 24 Stunden lang kann rund 2000 A Dauerlast (Lastfaktor 100%) übertragen werden.

**Frage: Warum wird die thermische Trägheit der Hochspannungskabel nicht realistisch berücksichtigt und stattdessen ein unrealistisches Belastungsszenarien vorgegeben, welches einen unnötig grossen Leiterquerschnitt und damit einhergehende hohe Investitionskosten bewirkt?**

*Antwort Swissgrid: Weder die dieser Frage zugrundeliegenden Belastungsannahmen noch die beschriebene Kabelauslegung treffen auf das Projekt zu. Die Annahmen entsprechen der im Projekt Beznau – Birr umgesetzten Konfiguration: Anforderung:  $I = 2000 \text{ A}$  mit einem Lastfaktor 0.8, Realisierung von 2 Kabeln pro Phase.*

*Unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten ist eine Ausführung mit 2500 mm<sup>2</sup> Aluminium die wirtschaftlichste Variante.*

## 13 Frage 13: DTS/RTTR

Mittels einem heute bereits oft eingesetzten Distributed Temperature Sensing (DTS) und einem ergänzenden Real Time Thermal Rating (RTTR) System kann die Temperatur am Leiter sehr genau berechnet und beobachtet werden und es ist auch möglich realistische, prädiktive Last- und Temperaturverläufe zu bestimmen. Der Verfasser hat jahrelange Erfahrung mit dieser Technologie und seine Firma entwickelte ein RTTR für einen namhaften Hersteller von DTS Messsystemen, welches sogar die sich ändernden Umgebungsbedingungen adaptiert [11].

Netzbetreiber, insbesondere bei Transitleitungen und Seekabelanlagen, verwenden diese Technologie sogar um die Kabel bewusst deutlich zu überlasten, um in Zeiten hoher Strompreise mehr Energie übertragen und verkaufen zu können. Für einen Übertragungsnetzbetreiber steht die Sicherheit seiner Kabelanlage im Vordergrund, wobei er mittels DTS/RTTR sicherstellen kann, dass die zulässigen Temperaturen der Kabel nicht überschritten wird.

**Frage: Warum wird die Möglichkeit der Kabeloptimierung mittels DTS / RTTR nicht in Betracht gezogen?**

*Antwort Swissgrid: Beim Projekt Beznau – Birr wird ein Temperaturmesssystem eingebaut. Erste aussagekräftige Resultate aus dem Monitoring liegen noch nicht vor. Ob ein solches System auch beim Projekt Niederwil – Obfelden zum Einsatz kommt, wird während der Hauptprojektphase entschieden. Es trifft daher nicht zu, dass ein solches System nicht in Betracht gezogen wird.*

*Die Frage wird dahingehend verstanden, dass der Fragesteller anregt, die Erstellungskosten einer Kabelanlage durch den Einsatz möglichst geringer Querschnitte zu reduzieren. Dies ist nicht zielführend, da der*

*Kabelquerschnitt bei Aluminiumkabeln nicht wesentlich ins Gewicht fällt. So liegt das wirtschaftliche Optimum bei einer Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus nicht bei einer Unterdimensionierung sondern bei einer Überdimensionierung des erforderlichen Querschnitts.*