

Gutachten zu

„TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN

GEBIETEN

380-kV-SALZBURGLEITUNG“

Auftraggeber: CONCIN & PARTNER, Rechtsanwälte GmbH, A-6700 Bludenz

Im Auftrag der Gemeinden Koppl und Eugendorf

Autor: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach
Professor an der Leibniz Universität Hannover

Burgdorf, den 11.01.2016

Inhalt

Seite

1	Einleitung	3
2	Begriffe des elektrischen Netzes	4
	2.1 Ringnetz oder vermaschtes Netz	4
	2.2 Betriebsführung in einem Ringnetz	7
3	Vorteile und Nachteile einer Teilverkabelung/Bewertung Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft.....	10
	3.1 Schlüssigkeit.....	11
	3.2 Nachvollziehbarkeit	37
	3.3 Plausibilität	39
	3.4 Richtigkeit	39
	3.5 Vollständigkeit	39
4	Reparaturzeiten.....	40
5	Redundanz	41
6	Kosten	43
7	Stand der Technik.....	44
8	Örtliche Gegebenheiten.....	45
9	Alpenkonvention	46
10	Zusammenfassung.....	47
	10.1 Zum Gutachten Prof. Handschin, Umweltverträglichkeitsgutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft:	47
	10.2 Realisierbarkeit einer Teilverkabelung insbesondere unter Berücksichtigung der Aspekte der Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) insbesondere der Fehlerhäufigkeit, Redundanz und Reparatur.....	48
11	Kommentare zum Genehmigungsbescheid nach dem UVP-G 2000 idgF vom 14. Dezember 2015 Zl. 20701-1/43.270/3152-2015	50
12	Schrifttum	62
13	Ergänzende Anlagen/Dokumente	64

1 Einleitung

Die Austrian Power Grid (APG) plant einen teilweisen Lückenschluss für das sogenannte Ringnetz auf der Spannungsebene 380 kV [1]. Das als Ringnetz bezeichnete Netz der APG ist aber nicht vollständig in der Spannungsebene 380 kV ausgeführt, sondern die Verbindungen zwischen dem APG Umspannwerk Salzburg und dem APG Netzknoten Tauern sowie zwischen den APG Netzknoten Lienz und Obersielach sind zurzeit in der Spannungsebene 220 kV und 110 kV ausgeführt (siehe Bild1).

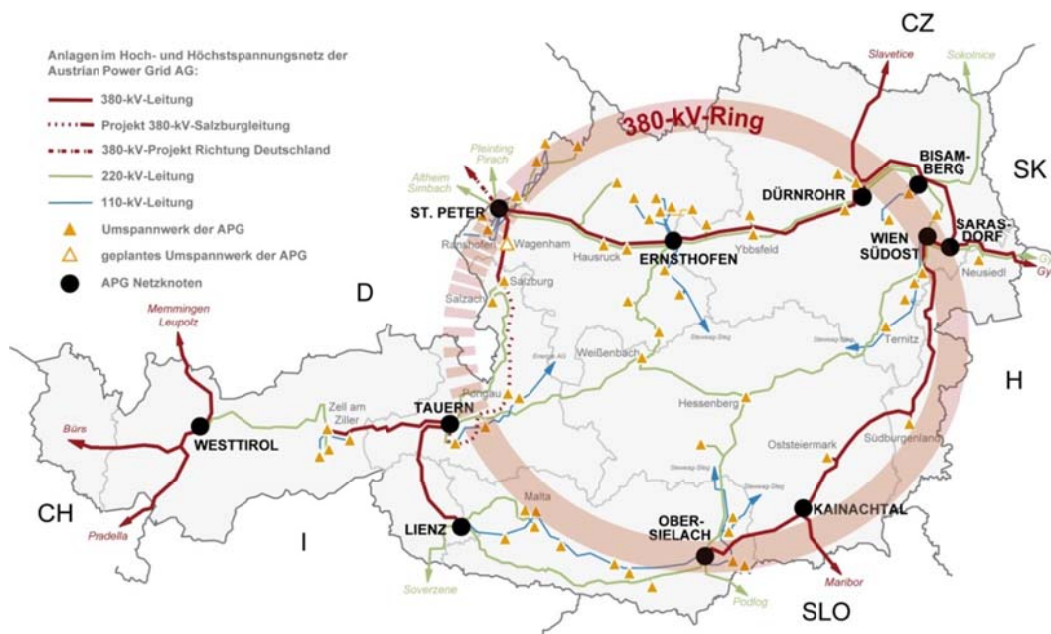


Bild 1: Hoch- und Höchstspannungsnetz der APG [1, Seite 227 und 2, Seite 22/133]

In diesem Projekt geht es um die Verbindung zwischen dem APG Umspannwerk Salzburg und dem APG Netzknoten Tauern, die durch eine zu errichtende 380 kV Leitung ertüchtigt werden soll, wobei nicht zur Diskussion steht, ob diese Ertüchtigung für regionale, nationale oder internationale Anforderungen erforderlich ist.

Die weiteren sich im Netz der APG befindlichen Hochspannungsleitungen sind ebenfalls in Bild 1 zu erkennen, wobei gemäß UVE der APG und Salzburg Netz GmbH, Fachbereich: Energiewirtschaft, Seite 22/133 die Lücke zwischen dem APG Netzknoten Lienz und dem APG Netzknoten Obersielach mit dem APG Projekt Netzraum Kärnten geschlossen werden soll [2].

Für das Gebiet der Gemeinden Koppl und Eugendorf soll geklärt werden, ob die Alternative der Teilverkabelung selbst bei Annahme des Einsatzes in einem 380-kV-Ringnetz aus betrieblicher Sicht dem Stand der Technik entspricht. Das Gutachten basiert auf den im Schrifttum angegebenen Unterlagen, wobei dem Verfasser auch die im Abschnitt „Ergänzende Anlagen/Dokumente“ aufgeführten Schriftstücke bekannt sind, die sich zum Teil auch im Schrifttum wiederfinden.

2 Begriffe des elektrischen Netzes

2.1 Ringnetz oder vermaschtes Netz

Mit den Begriffen *Ringnetz* und *vermaschtes Netz* wird die Konfiguration eines elektrischen Netzes beschrieben.

Ein Ringnetz ist eine „kreisförmige“ Verbindung, an die sowohl Verbraucher als auch Erzeuger elektrischer Energie angeschlossen sind (die Begriffe „Verbraucher“ und „Erzeuger“ elektrischer Energie werden hier verwendet, da diese umgangssprachlich so verwendet werden, obwohl sie physikalisch falsch sind, da Energie nur gewandelt, aber nicht verbraucht oder erzeugt werden kann).

Die Leitungen der 380 kV Ebene, dunkelrot in Bild 1 dargestellt, werden als Teil 380-kV-Ring bezeichnet. Typisch für ein ringförmiges Netz ist eine Einspeisung an verschiedenen Stellen des Ringes (APG Netzknoten St. Peter, Dürnrrohr, Sarasdorf, Kainachtal, Obersielach, usw.) und die Versorgung eines Verbrauchers oder eines Umspannwerkes, gelbes Dreieck in Bild 1, von mindestens zwei Seiten. Im Bild 1 kann auf der 380 kV Ebene das Umspannwerk Oststeiermark vom APG Netzknoten Kainachtal oder vom APG Netzknoten Wien Südost versorgt werden.

Ein Maschennetz ist in der elektrischen Energietechnik ein Stromnetz, welches in seiner Topologie eine Vielzahl von Knoten und Maschen aufweist. Maschennetze weisen ebenfalls mehrere Einspeisepunkte auf und verteilen die elektrische Energie über mehrere Wege zu den einzelnen Verbrauchern. Auf der 220 kV Ebene im Bild 1 kann das Umspannwerk Weißenbach von den APG Netzknoten Tauern, Obersielach, Wien Südost und Ernthofen versorgt werden. Ein Maschennetz hat also eine einem Spinnennetz ähnliche Topologie.

Die Differenzierung zwischen Ringnetz und Maschennetz ist daher mit der Anzahl der Verbindungen zwischen den Einspeisepunkten und den Verbrauchern verbunden. Ein reines Ringnetz bedeutet, dass jeder Verbraucher nur von zwei Seiten versorgt und dass der Leistungsfluss nur über die zu dem Ring gehörenden Leitungen erfolgen kann. Beim Maschennetz gibt es dagegen mehrere Wege über die ein Verbraucher versorgt werden kann.

Bei dem häufig zitierten deutschen Netz muss beachtet werden, dass dieses Netz von 4 Netzbetreibern betrieben wird, deren Versorgungsgebiet und die Regelzonen in Bild 2 dargestellt sind, und dass die Ausbreitung dieses Netzes um einiges ausgedehnter als das österreichische Netz ist. Bild 2 (rechtes Bild) zeigt ergänzend die 380 kV und 220 kV Leitungen in Deutschland und der eingefügte Kreis stellt etwa maßstabsgerecht die Fläche des von der 380 kV Ringleitung des österreichischen Netzes umfassten Gebietes dar. Je nach Lage des Kreises im rechten Bild ist allerdings zu erkennen, dass die sogenannte Vermaschung sehr unterschiedlich sein kann, so dass auch hier im Einzelfall von einem Ring gesprochen werden kann.

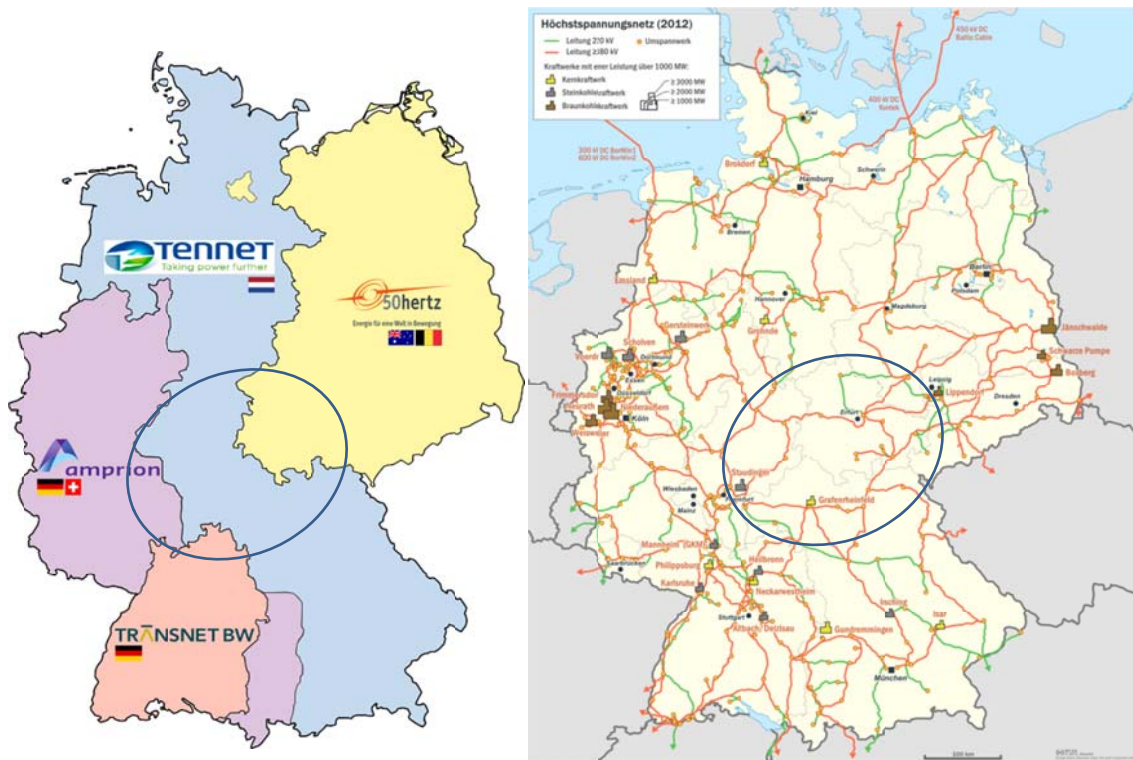


Bild 2: Regelzonen mit Übertragungsnetzbetreiber (linkes Bild) und Höchstspannungsnetz (rechtes Bild) in Deutschland

Ein Blick auf das europäische Hochspannungsnetz der European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) zeigt deutlich, dass es hier mehrere Gebiete gibt, die in ihrer Struktur dem sogenannten 380 kV Ring ähneln, sodass der **häufig in der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) und im Umweltverträglichkeitsgutachten (UVGA) zur 380-kV-Leitung (UVGA 2013) verwendete Begriff der Einmaligkeit des 380 kV Ringes der APG nicht korrekt ist.**

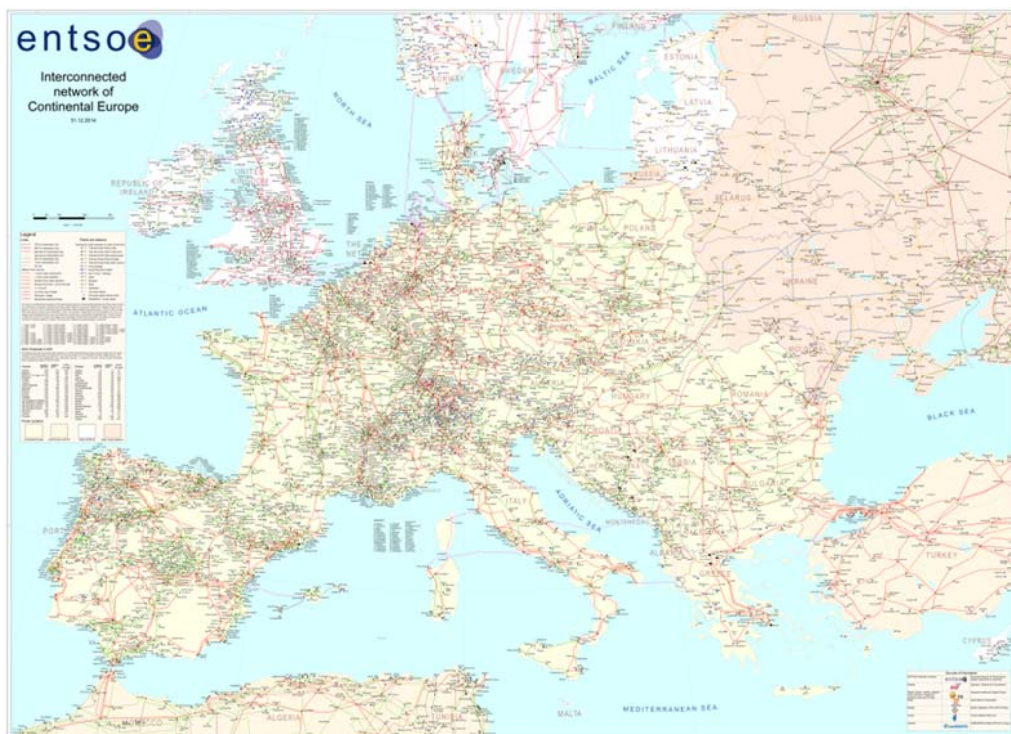


Bild 3: Interconnected network of Continental Europe – Stand: 31.12.2014

Die Aufgabe eines Netzes ist die Gewährleistung einer zuverlässigen und sicheren Stromversorgung und die Fähigkeit, auch bei Ausfall **einer** Komponente die **Stromversorgung aufrecht zu erhalten**. Diese Fähigkeit wird vereinfacht mit dem sogenannten **n-1 Kriterium** beschrieben und bedeutet, dass bei Ausfall einer Komponente des elektrischen Energieversorgungssystems keine Auswirkungen auf das Versorgungssystem eintreten. Diese Bedingung kann im Hinblick auf Landes-, Bundes- und Europaebene betrachtet werden und hängt von den örtlichen Bedingungen, den nationalen und internationalen Vereinbarungen und nicht zuletzt von der Interessenlage des Betreibers ab.

Auf der *regionalen Ebene* wird in der UVE der APG und Salzburg Netz GmbH, Fachbereich: Energiewirtschaft, Seite 84/133 in [2] darauf hingewiesen, dass im derzeit gültigen Energieleitbild des Landes Salzburg kein unmittelbarer Hinweis zum Thema Leitungsbau zu finden sei, allerdings eine massive Erhöhung des Anteiles erneuerbarer Energieträger gefordert werde. Im vorliegenden Fall der 380 kV Salzburgleitung Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern soll der geplante Leitungsabschnitt einen Teil des geplanten 380 kV Ringes darstellen. Im Bundesland Salzburg bestehen nach den Ausführungen Umweltverträglichkeitserklärung 380 kV Salzburgleitung Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern, Fachbereich Energiewirtschaft, Seite 83/133 [2] zurzeit zwei 110 kV Netze mit einer leistungsschwachen Kopplung durch eine einsystemige Verbindung auf der 110 kV Ebene. Durch die geplante 380 kV Leitung würde sich die Versorgungssicherheit verbessern und ermögliche einen größeren Energieaustausch zwischen dem 110 kV Verteilungsnetz und dem 220 kV bzw. 380 kV Übertragungsnetz. Aus der behaupteten Integration unterschiedlicher Erzeugungssysteme wird von Seiten der APG und Salzburg Netz GmbH die Forderung nach einem funktionierenden Übertragungssystem abgeleitet, um einen Ausgleich zwischen Dargebot und Bedarf zu schaffen, indem die in Österreich vorhandenen Speicherkraftwerke zum Ausgleich der zeitlich überschüssigen Energie eingesetzt werden sollen.

Auf der *Bundesebene* sei die 380 kV Ringleitung als Bestandteil der „Eckpunkte der Energiestrategie Österreich“ anzusehen, die auch im Rahmen der EU 20-20-20 Ziele die Bereiche Energieeffizienz, Ausbau der Erneuerbaren Energien und Sicherstellung der Versorgungssicherheit als die drei Strategiesäulen bezeichnet, (siehe UVE der APG und Salzburg Netz GmbH, Fachbereich: Energiewirtschaft, Seite 64/133 in [2]). Durch die unterschiedlichen Erzeugeranlagen komme es innerhalb Österreichs zu schwankenden Leistungstransporten, für die das Übertragungsnetz ausgelegt sein muss, wenn der Kraftwerkseinsatz überwiegend nach „*wirtschaftlichen Gesichtspunkten*“ erfolgen soll. Die Erhöhung der Übertragungsleistung durch eine 380 kV Leitung verbessere die Möglichkeiten des Leistungstransportes und damit den Einsatz erneuerbarer Energiequellen, aber auch den Einsatz von Großkraftwerken.

Auf *europäischer Ebene* sei zu beachten, dass Österreich eine zentrale Lage aufweise (siehe Bild 3) und somit der Leistungstransport innerhalb Europas häufig über Österreich führe, (siehe UVE der APG und Salzburg Netz GmbH, Fachbereich: Energiewirtschaft, Seite 49/133 in [2]). Die Europäische Union fordere von den Betreibern der Übertragungsnetze einen Ausbau der Netze, damit alle Bürger der EU am europäischen Strommarkt teilnehmen können und die Integration erneuerbarer Energien beschleunigt werde. Ein geplantes Ziel der Liberalisierung, Senkung der Preise durch Wettbewerb, sei dann bei einem regionalen Mangel an Übertragungskapazität nur bedingt umsetzbar.

In den Szenarien der zukünftigen Entwicklung der europäischen Energieversorgung ließen sich Beispiele hoher Leistungskapazität finden, wenn im Norden Deutschlands hohe Leistungen durch Windkraft zur Verfügung stünden, die nach Südosteuropa transportiert werden sollen und damit möglicherweise über das österreichische Verbundnetz fließen. Ein umgekehrter Leistungsfluss entstünde, wenn Kraftwerke in Südosteuropa einen Leistungsüberschuss nach Deutschland oder Frankreich abgeben sollen. Insgesamt sei die Einbindung des österreichischen Verbundnetzes in das europäische Netz (siehe Bild 3) ein Beitrag für die Stabilisierung des elektrischen Energiesystems, für die Erreichung eines freien Strommarktes und die Vorteile der Liberalisierung. Die 380 kV Salzburgleitung, Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern wurde in der Festlegung von Leitlinien für die transeuropäischen Energienetze aus dem Jahre 2006 durch das Europäische Parlament und den Rat in die Liste der für die transeuropäischen Energienetze (TEN-E) vorrangigen Übertragungsleitungen aufgenommen (siehe Festlegung von Leitlinien für die transeuropäischen Energienetze des Europäischen Parlaments und des Rates aus dem Jahre 2006, Seiten L 262/8, L 262/15, L262/17 in [3]).

Der EU-Forderung nach Verstärkung der Übertragungsleistung stehen bei der Errichtung von Übertragungsleitungen aber auch einige Schutzansprüche gegenüber wie z. B. die Alpenkonvention, die bei der geplanten Leitung zu beachten und zu bewerten sind.

Abschließend soll noch einmal zur Frage Ringnetz Stellung genommen werden. Gemäß Bild 1 ist das Übertragungsnetz der APG (im Jahr 2011) mehr oder weniger ein Ring, der aus Teilstücken in der 380 kV Ebene und aus Teilstücken in der 220 kV Ebene besteht. Allerdings bestehen auf der 220 kV Ebene Verbindungen von Ernsthofen nach Obersielach und von Tauern nach Wien Südost, die Diagonalverbindungen durch den 380 kV Ring darstellen und somit, wenn auch aufgrund der Spannungsebene mit eingeschränkten Übertragungsleistungen, die reine Ringstruktur aufheben. Ein Ringnetz auf der 380 kV Ebene ist somit zurzeit nicht gegeben.

Die Ergänzung des 380 kV Ringes durch die 380 kV Salzburgleitung schließt den **jetzigen unvollständigen Ring allerdings immer noch nicht vollständig**, da die Strecke Lienz – Obersielach durch eine 220 kV Leitung und eine 110 kV Leitung und nicht durch eine 380 kV Leitung realisiert ist.

2.2 Betriebsführung in einem Ringnetz

Im Zusammenhang mit einer zuverlässigen Betriebsführung ist grundsätzlich davon auszugehen, dass in einem vermaschten Netz im Vergleich zu einem Ringnetz mehrere Möglichkeiten der Übertragung elektrischer Leistung gegeben sind. Der Einsatz eines Ringnetzes ist zwar raumsparender aber gleichzeitig mit einer geringeren Zahl von Übertragungsmöglichkeiten verbunden, die im Fehlerfall gewisse Einschränkungen verursachen können.

Die Zuverlässigkeit der Betriebsführung hängt von der Zuverlässigkeit aller Komponenten des Übertragungssystems ab. Da im vorliegenden Fall eine Teilverkabelung betrachtet wird, ist die Zuverlässigkeit einer Freileitung und einer Kabelstrecke zu beurteilen. In einem Ringnetz besteht aufgrund der Topologie grundsätzlich eine geringere Zuverlässigkeit als in einem vermaschten Netz, wenn gleiche Komponenten eingesetzt sind, da Ausfälle von Komponenten in einem Ringnetz eine größere Auswirkung haben als in einem

Maschennetz. Bei einer Forderung nach gleicher Verfügbarkeit müssen in einem Ringnetz aufgrund der stärkeren Abhängigkeit der zuverlässigen Betriebsführung von der Zuverlässigkeit der Komponenten hohe Anforderungen an die **Zuverlässigkeit der Komponenten gestellt werden, das heißt sowohl an die Freileitung als auch an das Kabel**. Die angeführte größte Bedeutung der Zuverlässigkeit der Segmente eines Ringnetzes für eine zuverlässige Betriebsführung dieses Netzes ist somit selbstverständlich.

Zur zuverlässigen Betriebsführung gehört neben der Beurteilung der Fehlerwahrscheinlichkeit bzw. Fehlerhäufigkeit auch die Betrachtung der Zeit für die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes, das heißt Reparaturzeit, so dass bei einer Abwägung der Übertragungssysteme beide Faktoren zu berücksichtigen sind.

Die Auslegung nach dem n-1 Kriterium bedarf daher einer genauen Definition. Als *Beispiel* soll hier folgender Fall angenommen werden. Ein Freileitungssystem wird aufgrund der geforderten Übertragungsleistung bei einer Teilverkabelung mit 2 Kabelsystemen weitergeführt. Die geplante 380 kV Freileitung hat zwei Systeme, die so ausgelegt sind, dass im Fall eines Fehlers auf einem Freileitungssystem das fehlerfreie Freileitungssystem die gesamte Leistung übertragen kann (n-1 Forderung). Für eine Teilverkabelung sind 4 Kabelsysteme erforderlich, da jedes Freileitungssystem durch 2 Kabelsysteme ersetzt wird, die ebenfalls die im Fehlerfall auftretende Leistung des fehlerfreien Freileitungssystems übertragen können müssen. **Im Fall des Ausfalls eines Kabelsystems (n-1 Forderung) kann das intakte zweite Kabelsystem die Leistung übernehmen, so dass hier eine Redundanz innerhalb eines Systems gegeben ist, was bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit des Systems zu beachten ist.**

Die höchstmögliche Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit sei gemäß den Aussagen der APG und Salzburg Netz (siehe UVE der APG und Salzburg Netz GmbH, Fachbereich: Energiewirtschaft, Seite 75/133 in [2]) im 380 kV kosten- und raumsparenden Höchstspannungsring, der keine parallelen (redundanten) Leitungen aufweist, nur zu erreichen, wenn im Störfall die Leitung rasch repariert oder durch Hilfseinrichtungen ersetzt werden kann. Daraus wird dann allerdings ohne weitere Begründung die falsche Schlussfolgerung gezogen, dass im 380 kV Ringnetz ausschließlich Freileitungen geplant bzw. eingesetzt werden. Es kommt nämlich für die Zuverlässigkeit und die Verfügbarkeit (Nichtverfügbarkeit) nicht nur auf die Dauer der Reparatur bei Vorliegen eines Fehlers, sondern selbstverständlich, wie bereits ausgeführt, ganz wesentlich auf die Fehlerhäufigkeit der jeweiligen Komponente (Betriebsmittel Freileitung oder Kabel) und die Redundanz an.

Die Vorteile des geplanten 380 kV Ringes bei einem vollständigen Schluss des Ringes bestehen in der erhöhten Leistungsfähigkeit der Übertragungsleitung. Damit können andere Netze und Übertragungen auf anderen Spannungsebenen entlastet werden, was grundsätzlich einer Art von Vermaschung entspricht. Eine Verstärkung der Übertragungsleistung in Österreich kann grundsätzlich auch für eine Entlastung der Leitungen in den benachbarten Ländern genutzt werden. Diese Vorteile durch Schließen des 380 kV Ringes sind allerdings **unabhängig vom Betriebsmittel**, Freileitung oder Kabel.

Die Konzeption eines Ringes bietet grundsätzlich die Möglichkeit einer Einspeisung von beiden Seiten bei geschlossenem Ring. Bei Unterbruch des Ringes entstehen zwei „Halbringe“, die es ermöglichen von beiden Seiten die Energieversorgung bis zur Fehlerstelle aufrecht zu erhalten. Je nach Lage der Fehlerstelle und der Einspeisestelle gibt es dann unterschiedlich lange Wege auf den Teilstücken des Ringes. Auch dieser

Sachverhalt ist **unabhängig** von den eingesetzten Leitungstechnologien, Kabel oder Freileitung, und ist nur unter dem Aspekt Netzkonfiguration, Ringnetz oder Maschennetz, zu betrachten und zu bewerten, wobei dann die Vor- und Nachteile der jeweiligen Netzausführung in Betracht kommen.

Die Frage der zuverlässigen Betriebsführung in einem Ringnetz oder einem Maschennetz wird an vielen Stellen in den aufgeführten zahlreichen Schriftstücken (siehe verwendete Anlagen/Dokumente) immer wieder aufgeworfen.

Eine zuverlässige Betriebsführung ist von der Fehlerhäufigkeit und der Reparaturzeit der Betriebsmittel abhängig.

Es wird an zahlreichen Stellen in den Schriftstücken behauptet, dass die geforderte höchstmögliche Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit angeblich bei einer Teilverkabelung nicht gewährleistet sei, da längere Reparaturzeiten zu erwarten sind, während die geringere Fehlerhäufigkeit **nur nebenbei** erwähnt wird, obwohl sie einen wesentlichen Faktor bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit darstellt.

Eine Beurteilung der zuverlässigen Betriebsführung bezüglich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Komponenten im elektrischen Energieversorgungsnetz muss aber die **Kombination von Fehlerhäufigkeit bzw. Ausfallwahrscheinlichkeit und Dauer der Reparatur** betrachten.

Ein einfaches Beispiel soll diese Aussage belegen. Wenn eine Komponente einmal pro Jahr ausfällt und die Reparaturdauer 1 Tag beträgt, so ergibt sich eine Dauer der Betriebsunterbrechung von 10 Tagen in einem Zeitraum von 10 Jahren. Wenn eine Komponente aber nur einmal pro 10 Jahre ausfällt und die Reparaturdauer 10 Tage beträgt, dann ergibt sich ebenfalls eine Betriebsunterbrechung von 10 Tagen und damit ist die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der beiden Komponenten **gleichwertig**.

Auf diese Punkte wird in den folgenden Abschnitten des Gutachtens näher eingegangen, wobei aber nicht mehr die Vor- und Nachteile eines Ringnetzes oder Maschennetzes sondern lediglich Freileitung oder Kabel im geplanten Abschnitt des sogenannten 380 kV Ringes beurteilt werden. Es ist nämlich irrelevant, ob das Betriebsmittel Kabel in einem vermaschten Netz oder in einem Ringnetz eingesetzt wird. Entscheidend allein ist, ob das eingesetzte Betriebsmittel die Anforderungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit erfüllt, wobei sowohl für das Kabel als auch für die Freileitung selbstverständlich die gleichen Anforderungen gelten.

3 Vorteile und Nachteile einer Teilverkabelung/Bewertung Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft

Im Umweltverträglichkeitsgutachten 380 kV Salzburgleitung Netzknotten St.Peter – Netzknotten Tauern Fachbereich Elektrotechnik, wird auf Seite 274 in [1] folgendes erwähnt:

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf den im Bundesland Salzburg liegenden Abschnitt des Vorhabens 380-kV-Salzburgleitung. Das Vorhaben 380-kV Salzburgleitung besteht im wesentlichen aus folgenden Vorhabensteilen: Neuerrichtung und Betrieb von Starkstromfreileitungen - 380-kV-Freileitung vom Umspannwerk (UW) Salzburg bis UW Kaprun (2 Systeme) etc.

Im Gutachten für den Fachbereich Elektrotechnik wird davon ausgegangen, dass die geplante Verbindung als Freileitung mit zwei Systemen ausgeführt wird. Andere Möglichkeiten werden hier nicht berücksichtigt.

Im Umweltverträglichkeitsgutachten 380 kV Salzburgleitung Netzknotten St.Peter – Netzknotten Tauern Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft ist auf den Seiten 222 bis 271 in [1] das Gutachten des nichtamtlichen Sachverständigen **Prof. Dr.-Ing. Edmund Handschin**, bestellt durch das Land Salzburg, zu finden. Auf Seite 223 in [1] wird zur Bestellung des Gutachters ausgeführt:

*Mit diesem Schreiben erfolgte die nähere Spezifizierung des Inhaltes für das zu erstellende Gutachten auf Grundlage des §1 UVP-Gesetz 2000. Diese Spezifizierung umfasst auch die Beantwortung der Fragen des Prüfkataloges und die Beantwortung der eingereichten Einwendungen bzw. Stellungnahmen. Das vorliegende energiewirtschaftliche und energietechnische Gutachten bezieht sich auf den im Bundesland Salzburg liegenden Abschnitt des Vorhabens 380-kV-Salzburgleitung. Das Vorhaben 380-kV-Salzburgleitung besteht im Wesentlichen aus folgenden Vorhabensteilen:
Neuerrichtung und Betrieb von Starkstromfreileitungen
a. 380-kV-Freileitung vom Umspannwerk (UW) Salzburg bis UW Kaprun
etc.*

Auf Seite 224 in [1] werden dann noch weitere Aufgaben des Gutachtens erwähnt:

Im vorliegenden Gutachten sind auch die Vor- und Nachteile des Unterbleibens der Errichtung der 380-kV-Salzburgleitung, die sog. Nullvariante, zu prüfen. Weiteres sind mögliche Alternativen mit Fokus auf:

- *Hochtemperaturleiterseile*
- *Thermal Rating*
- *Erdkabel und Teilverkabelung*
- *Gasisolierte Leitungen*
- *Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung*
- *Supraleiter*
- *dezentrale Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zu bewerten.*

Die folgenden Ausführungen befassen sich nur mit den Aussagen und Bewertungen des Gutachtens von Prof. Handschin im Hinblick auf die *Alternative „Erdkabel und Teilverkabelung“* (Abschnitt 3 „Andere Lösungsvarianten“, darin Abschnitt 3.4 „Kabelösungen und Teilverkabelung“) und insbesondere die Teilverkabelung im Bereich der Gemeinden Koppl und Eugendorf, wobei Schlüssigkeit, Nachvollziehbarkeit, Plausibilität, Richtigkeit und Vollständigkeit betrachtet werden sollen.

3.1 Schlüssigkeit

Das Gutachten für den Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft beschreibt auf Seite 224 in [1] unter der Überschrift „Ausgangssituation und Notwendigkeit“ im ersten Abschnitt 2.1 die rechtlichen und volkswirtschaftlichen Aspekte und Pflichten. Der Netzausbau mit einer Erhöhung der Übertragungsleistung sei eine Forderung für die Einbindung erneuerbarer Energieerzeuger und für den europäischen Energietransport, da ein verstärkter Ausgleich der Leistungen über das Übertragungsnetz auch über Landesgrenzen erfolgen müsse, um das gesamte System stabil und zuverlässig zu betreiben. Nach einer Erläuterung der verschiedenen Netze, Transportnetze auf der Höchstspannungsebene (380 kV und 220 kV), die nach Bild 3 ganz Europa verbinden, und Verteilernetze auf niedrigeren Spannungsebenen (110 kV, 30/20/20 kV und 0,4 kV), die zur Verteilung der elektrischen Energie zu den Kunden und auch zur Aufnahme der Energie aus dezentralen Energiequellen, wird die Bedeutung der Spannungsebene bezüglich Übertragungsleistung und Verlustleistung erklärt. Bezüglich der Technologie der Leitungen im 380 kV Netz wird dann erwähnt (Seite 226):

Höchstspannungsübertragungsleitungen werden weltweit als Freileitungen (FL) mit dem Isoliermedium Luft ausgeführt, in ein- oder mehrsystemiger Ausführung errichtet. Für FL liegen Betriebserfahrungen von rund 100 Jahren vor. Sie sind gekennzeichnet durch eine hohe Verfügbarkeit und eine Lebensdauer von mindestens 80 Jahren - bei entsprechender Bauweise auch darüber.

Es folgt dann ein kurzer Bezug auf andere Technologien wie folgt (Seite 226):

Wenige Ausnahmen bei 380-kV-Leitungen bilden Kabelleitungen auf kurzen Strecken in Stadtgebieten oder in besonderen Bereichen, wenn aus netzbetrieblicher Sicht nichts dagegen spricht, in denen FL aus technischer Sicht (z.B. Flughäfen) nicht möglich sind. Weitere Ausführungen dazu siehe Abschnitt 3.4.

Eine Stellungnahme zu dieser Aussage erfolgt später bei der Behandlung des erwähnten Abschnittes.

Auf Seite 227 in [1] werden das in Bild 1 dargestellte sogenannte Ringnetz und die Anforderungen beschrieben:

Ein Ringnetz hat im Gegensatz zum vermaschten Netz – wie es in der Schweiz oder Deutschland aufgebaut ist - einen sehr raumsparenden Platzbedarf. Allerdings müssen an die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit hohe Forderungen gestellt werden, um die zu übernehmenden Transportaufgaben in jedem Betriebszustand ohne Einschränkungen gewährleisten zu können.

Weiterhin wird auf derselben Seite 227 in [1] noch einmal die Notwendigkeit des Netzausbaues betont und auf die kurzzeitige Änderung des Leistungsflusses verwiesen:

Innerhalb sehr kurzer Zeit kann sich der Leistungsfluss sowohl in der Höhe als auch in der Richtung ändern. Deshalb ist der Frage der Netzsicherheit und der Netzstabilität große Aufmerksamkeit zu schenken. Beides kann nur durch eine ausreichende Transportkapazität sichergestellt werden.

Auf Seite 228 in [1] wird der Fachbeitrag „Energiewirtschaft“ aus [2] erwähnt mit:

Wie in der UVE im Fachbeitrag „Energiewirtschaft“ dargelegt, erfüllt die neue 380-kV Salzburgleitung drei Aufgaben gleichzeitig und gleichberechtigt, regional, national und europäisch. Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die Erfüllung dieser drei Aufgaben für eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Stromversorgung zwingend erforderlich ist. Auf diese drei Aufgaben wird im Folgenden näher eingegangen. Die aus diesen Aufgaben resultierenden Anforderungen an die neue 380-kV-FL sind alle additiv und nicht alternativ zu bewerten.

Es ist hier bereits festzustellen, dass sich die bisherigen Ausführungen im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft nur mit der Freileitung als Übertragungssystem befassen, was nach der Spezifizierung durch die APG nicht verwunderlich ist, da es dort heißt (verkürztes Zitat):

Weiteres sind mögliche Alternativen mit Fokus unter anderem auf Erdkabel und Teilverkabelung zu bewerten.

Anschließend folgen in Abschnitt 2.1.1 bis 2.1.3 die Betrachtungen der Notwendigkeit aus regionaler, nationaler und europäischer Sicht. Dabei wird in der regionalen Betrachtung der Ausgleich der Leistungen verschiedener Typen von Energieerzeuger (Wind, Solar) und die Stabilität der Energieversorgung betont, im nationalen Bereich stehe der Netzdienst mit der Verantwortung für die Frequenz- und Spannungshaltung im Vordergrund und zusätzlich die internationale Verpflichtung, einen Beitrag für die transeuropäische Energieinfrastruktur zu leisten.

Auf Seite 232 in [1] wird noch einmal auf die Bedeutung des sogenannten 380-kV-Ring aus nationaler Sicht hingewiesen:

Aufgrund des Ringkonzepts bestehen im Vergleich zu anderen 380-kV Leitungsverbindungen in dichter vermaschten Netzbereichen oder in Randlagen des europäischen Transportnetzes besonders hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der neuen 380-kV-Salzburgleitung. Der Vorteil des Ringkonzeptes im Vergleich zu vermaschten Netzstrukturen ist die geringere Anzahl von notwendigen Leitungskilometern.

Es werden im UVGA [1] dann drei Belastungssituationen zitiert, die in der UVE [2] 380 kV Salzburgleitung Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern, der APG und der Salzburg Netz GmbH, Fachbereich Energiewirtschaft, Seiten 38/133 bis 41/133 in [2], ausführlich dargestellt sind. Da in den Szenarien jeweils Annahmen getroffen werden, die a priori nicht als richtig oder falsch bewertet werden können, soll hier nur auf die erste Belastungssituation „Peak 2035“ eingegangen werden. Die Annahme lautet (Seite 39):

Bei sehr guter Wasserführung des nördlichen Alpenbogens bei gleichzeitiger schwacher Winderzeugung und geringer Photovoltaikerzeugung (vorhandene Bewölkung bzw. Sonnenuntergang Abendspitze) kommt es aus österreichischer Sicht zu einer Exportsituation, da Deutschland zur Stromversorgung entsprechende Mengen importieren muss.

Die Annahme, dass unter den Bedingungen Deutschland Strom importieren muss, ist richtig. Die Schlussfolgerung, dass dann Österreich diesen Strom exportiert, ist jedoch **falsch**, da Deutschland ein vermaschtes Netz hat und somit eine Vielzahl von Möglichkeiten des Importes bestehen.

Übertragungsnetze haben zahlreiche Systemdienstleistungen wie Frequenzhaltung, Spannungshaltung, zuverlässige Betriebsführung und auch Versorgungswiederaufbau zu erfüllen. Die APG ist der Betreiber der Übertragungsnetze und Österreich ist eine Regelzone, innerhalb derer diese Aufgaben zu erledigen und zu beachten sind. Starke Änderungen in der Belastung setzen auch leistungsfähige Übertragungssysteme voraus, so dass eine Verstärkung grundsätzlich eine Verbesserung dieser Situation mit sich bringt. Der Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken dient zum Ausgleich der Belastungsschwankungen und erfordert somit ebenfalls entsprechende Übertragungsleistungen.

Aus den bisherigen Beschreibungen und Bewertungen kann daher festgehalten werden, dass hohe Anforderungen bezüglich zuverlässiger Betriebsführung an Übertragungsnetze gestellt werden müssen, dies **unabhängig** von der Topologie des Netzes (Ringnetz oder Maschennetz) und auch gänzlich **unabhängig** von der Technologie der Übertragungssysteme (Freileitung oder Kabel).

Im Abschnitt „Andere Lösungsvarianten“ auf den Seiten 250 bis 266 in [1] werden die Nullvariante, Einsatz von Hochtemperaturseilen, Temperaturüberwachung der Leiterseile, Erdkabel und Teilverkabelung, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, Supraleiter und dezentrale Erzeugung aus erneuerbaren Energien behandelt. Aufgrund der Thematik dieses Gutachtens „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-KV-SALZBURG-LEITUNG“ wird im Weiteren nur auf die Lösungsvariante „Erdkabel und Teilverkabelung“ eingegangen.

Der Abschnitt „Kabellösungen und Teilverkabelung“ auf Seite 252 in [1] beginnt mit der Angabe von Kenngrößen für 380 kV Kabel wie folgt:

- *Übertragungsleistung ca. 1,0 GVA pro System (Einfachkabel, Erdverlegung ohne zusätzliche Kühlung)*
- *Investitionskosten im Bereich 5- bis 10-fach höher als FL (abhängig u.a. vom Gelände, von der Übertragungskapazität und der Länge). In geologisch anspruchsvollen Abschnitten kann der o.g. Faktor noch höher sein.*
- *Kabellängen können im Allgemeinen bis zu 1.500 m je Trommel gefertigt werden, wenn der Leiterquerschnitt nicht zu groß ist und das Gelände den Kabeltransport gestattet. Für das gegenständliche Projekt sind 800 m bis 1.000 m realisierbar. Zur Verbindung der Kabelstücke sind Muffen und Muffen-Bauwerke erforderlich.*
- *Im Abstand zwischen 5 km und 20 km – der tatsächliche Abstand hängt sehr vom Netzumfeld und der Ausführung der Kabelanlage ab - müssen Kompensationseinrichtungen gebaut werden, um die Übertragbarkeit der elektrischen Energie über Kabelstrecken sicherstellen zu können. Ergänzend können Spannungskompensatoren erforderlich sein.*
- *Kabeltrassen müssen von tiefwurzelnden Pflanzen und einer nachträglichen Bebauung freigehalten werden.*

Zu diesen im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft von Prof. Handschin aufgeführten Punkten soll im Folgenden *detailliert* Stellung genommen werden.

Zur Übersichtlichkeit werden die aus dem Gutachten zitierten Stellen *kursiv* dargestellt.

- *Übertragungsleistung ca. 1,0 GVA pro System (Einfachkabel, Erdverlegung ohne zusätzliche Kühlung)*

Selbst nach dem für die Teilverkabelung kritischen Gutachten [4] liegt die Übertragungsleistung eines 380 kV Kabelsystems mit einem Leiterquerschnitt von 2500 mm² zwischen 1,25 GW für einen Belastungsgrad $m = 1$ (Dauerlast) und 1,5 GW für einen Belastungsgrad von $m = 0,7$. Der Belastungsgrad der geplanten 380 kV Leitung liegt vermutlich etwa in der Mitte bei $m = 0,85$, was bei vereinfachter Linearisierung eine Übertragungsleistung von 1,37 GW entspricht.

Die Aussage im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft ist daher **untertrieben**.

- *Investitionskosten im Bereich 5- bis 10-fach höher als FL (abhängig u.a. vom Gelände, von der Übertragungskapazität und der Länge). In geologisch anspruchsvollen Abschnitten kann der o.g. Faktor noch höher sein.*

In der Studie von Prof. Brakelmann im Auftrag der APG „Teilverkabelungen im voralpinen und alpinen Raum“ aus 2012 [5] wird ein Faktor von ca. 10 für die Investitionskosten und ein Faktor von ca. 6 für die Vollkosten beim Vergleich Freileitung/Kabel angegeben, wobei auch darauf hingewiesen wird, dass sich in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten der Kostenfaktor verschieben kann.

In einem Gutachten von Prof. Brakelmann im Auftrag der Gemeindeverwaltung Riniken, Schweiz, „Begutachtung der NOK-Studie: Umbau 220-kV-Leitung Beznau-Birr auf 380/220 kV Teilverkabelung Riniken“ aus 2009 [6] wird ein Faktor von ca. 8 für die Investitionskosten und ein Faktor von ca. 1,8 für die Vollkosten beim Vergleich Freileitung/Kabel angegeben. Erfolgt die Kostenabschätzung für die Freileitung nicht nach Angaben der Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) sondern nach den Angaben der DENA I-Studie (Deutsche Energie-Agentur GmbH) dann ergeben sich Faktoren von ca. 5 für die Investitionskosten und ca. 1,6 für die Vollkosten. Im Urteil des schweizerischen Bundesgerichtes [7], in dem von einer Teilverkabelung ausgegangen wird, wurde eine Bandbreite der Vollkosten zwischen 0,66 und 1,83 geschätzt [8, Seite 23].

Diese Kostenabschätzungen zeigen, dass jedes Projekt für sich betrachtet werden muss und dass je nach örtlichen Gegebenheiten der Kostenfaktor variieren kann.

Für einen realistischen Kostenvergleich sind nicht nur die Investitionskosten zu bewerten, die natürlich höher sind bei einem Kabel im Vergleich zur Freileitung, sondern es müssen die **Vollkosten** verglichen werden, was im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft unerwähnt bleibt.

Der im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft genannte Faktor für die Mehrkosten beim Einsatz eines Kabels anstelle einer Freileitung ist für die Investitionskosten bereits *sehr hoch* angesetzt und für einen realistischen Vergleich der Kosten **ungeeignet**. Zudem zeigen die angeführten Beispiele, dass eine pauschale Angabe eines Kostenfaktors ohne Prüfung der örtlichen Gegebenheiten **nicht glaubhaft** ist.

- *Kabellängen können im Allgemeinen bis zu 1.500 m je Trommel gefertigt werden, wenn der Leiterquerschnitt nicht zu groß ist und das Gelände den Kabeltransport gestattet. Für das gegenständliche Projekt sind 800 m bis 1.000 m realisierbar. Zur Verbindung der Kabelstücke sind Muffen und Muffen-Bauwerke erforderlich.*

Kabellängen für 380 kV Kabel sind bis ca. 900 m je Kabeltrommel möglich, so dass auf der geplanten Kabelstrecke von ca. 10 km Muffen notwendig sind. In [9] sind Bilder eines 380 kV Kabelsystems zu sehen, bei dem die Muffen im Zuge des Kabels eingefügt werden und keine Muffenbauwerke erforderlich sind.

Bei der gegenständlich beurteilten Teilverkabelung im Bereich Koppl und Eugendorf wären somit zwar Muffen im Zuge der Kabelleitung notwendig, aber **keine Muffenbauwerke** womit offensichtlich ein großes Bauwerk assoziiert werden soll.

- *Im Abstand zwischen 5 km und 20 km – der tatsächliche Abstand hängt sehr vom Netzumfeld und der Ausführung der Kabelanlage ab - müssen Kompensationseinrichtungen gebaut werden, um die Übertragbarkeit der elektrischen Energie über Kabelstrecken sicherstellen zu können. Ergänzend können Spannungskompensatoren erforderlich sein.*

Für die vorgeschlagene Teilverkabelung von ca. 10 km sind nach [4] **keine Kompensationseinrichtungen** erforderlich.

- *Kabeltrassen müssen von tiefwurzelnden Pflanzen und einer nachträglichen Bebauung freigehalten werden.*

Kabeltrassen müssen von tiefwurzelnden Pflanzen und einer Bebauung freigehalten werden. Hier fehlt aber die Aussage, dass Freileitungstrassen von hochwachsenden Bäumen und ebenfalls von einer Bebauung freigehalten werden müssen.

Kabeltrasse und Freileitungstrasse weisen somit unterschiedliche Forderungen auf, die aber gleichwertig sind.

Bevor im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft wieder auf die Nachteile einer Kabellösung oder Teilverkabelung eingegangen wird, werden von Prof. Handschin in **auffallend kurzer Form (3 ½ Zeilen)** die Vorteile aufgeführt:

Als Vorteile einer Kabelausführung sind die geringe Sichtbarkeit im offenen Gelände, die weitgehende Unabhängigkeit von Wettereinflüssen und die Wartungsarmut zu nennen. Darüber hinaus sind die Übertragungsverluste eines Kabels im Vergleich zur FL geringer.

In einem offenen Gelände mit sachgemäßer Bewirtschaftung ohne tiefwurzelnde Pflanzen ist ein Kabel **unsichtbar**, und es besteht nicht, wie im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft behauptet, eine „geringe“ Sichtbarkeit.

Ein Kabel allein ist **wartungsfrei** und nicht, wie im Gutachten des Fachbereiches Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft behauptet, „wartungsarm“. Wartungen können lediglich an den Anschlussstellen zur Freileitung erforderlich sein, aber in geringerem Umfang im Vergleich zu einer Freileitung.

Die Übertragungsverluste eines Kabels sind geringer im Vergleich zu einer Freileitung, was jedoch bei einer Teilverkabelung nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Ein Kabel hat im Vergleich zur Freileitung eine deutlich geringere Fehlerhäufigkeit.

Ein Kabel ist zudem keinen Wetter- und Umwelteinflüssen ausgesetzt, was einen wesentlichen weiteren Vorteil eines Kabels gegenüber einer Freileitung darstellt.

Somit wurden von Prof. Handschin die Vorteile des Erdkabels unvollständig und damit unrichtig dargestellt.

Auf den Seiten 253 bis 260 des Umweltverträglichkeitsgutachten 380 kV Salzburgleitung Netzknoten St.Peter – Netzknoten Tauern Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft wird ausführlich auch anhand von Beispielen auf die angeblichen Nachteile einer Kabellösung oder einer Teilverkabelung eingegangen. Es heißt dort:

Als Nachteile sind die sehr hohen Investitionskosten, die Anpassung des Schutzsystems und die nicht vorhandene Betriebserfahrung mit Kabelstrecken in einem 380-kV-Ringnetz zu erwähnen.

Wie bereits erwähnt, sind bei der Kostenbetrachtung nicht nur die Investitionskosten sondern auch die Vollkosten zu berücksichtigen. Hier wird das Argument der höheren Investitionskosten einer Verkabelung lediglich noch einmal wiederholt, es ist aber für die Gesamtbewertung nicht zutreffend.

Die Anpassung des Schutzsystems ist eine einmalige Sache und im Hinblick auf die umfangreichen Arbeiten und Kosten bei der Errichtung der 380 kV Salzburgleitung vernachlässigbar.

Die Behauptung „nicht vorhandene Betriebserfahrung mit Kabelstrecken in einem 380-kV-Ringnetz“ auf Seite 253 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft ist ein sogenanntes „Totschlagargument“, da das österreichische 380 kV Netz wie folgt auf Seite 255 des Gutachtens im Zusammenhang mit dem Begriff „Stand der Technik“ beschrieben wird:

Da es weltweit keine vergleichbaren Anlagen in einem vergleichbaren netztechnischen und topographischen Rahmen, nämlich in einem 380-kV-Ringnetz mit Leitungen im voralpinen und alpinen Raum ohne vermaschte Netze, gibt, können keine vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen herangezogen werden.

Im Gutachten ist daher im Hinblick auf eine Verkabelung leicht die sehr vereinfachende und jedenfalls nicht zu treffende Argumentation zu erkennen:

Aufgrund der **Einmaligkeit** des **380-kV-Ringnetzes** mit Leitungen im voralpinen und alpinen Raum kann **keine alternative Technologie zur Freileitung** in Frage kommen.

Bei dieser Argumentation würde sich jede weitere Beschäftigung mit dem Thema „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-KV-SALZBURGLEITUNG“ erübrigen.

Betriebserfahrungen mit VPE isolierten Kabeln liegen seit **1960** vor. Im Laufe der Zeit haben sich durch die Weiterentwicklung der Fertigungstechnik und die Erkenntnisse aus zahlreichen Forschungsvorhaben die Betriebsspannungen ständig erhöht. Von anfangs 20 kV stehen seit **1988** VPE Kabel in der 380 kV Ebene und sogar in der 500 kV Ebene zur Verfügung [10]. Bei einer Bewertung der Betriebserfahrungen ist nicht nur die Zeit von Bedeutung, innerhalb derer die Betriebserfahrungen vorliegen, sondern auch die Information, ob die Betriebserfahrungen ausreichend bzw. hinreichend sind als Grundlage für eine Entscheidung. Wenn nur die Zahl der Jahre an Betriebserfahrungen zählen würde, dann wäre eine Einführung jeder neuen Technologie unmöglich, da die alten Technologien immer eine längere Zeit an Betriebserfahrungen aufweisen.

Auf Seite 253 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann weiter ausgeführt:

In einer umfangreichen Studie sind die Vor- und Nachteile von Kabellösungen im Vergleich zu FL ausführlich dargestellt. Im Hinblick auf Ausfallhäufigkeit, Reparaturdauer und Nichtverfügbarkeit stehen FL für den Normalbetrieb schneller als 380-kV-Kabelleitungen wieder zur Verfügung. FL haben zwar eine etwas höhere Ausfallhäufigkeit, dafür dauert die Reparatur bei Kabeln aber wesentlich länger. Daraus resultiert eine um den Faktor 40 - 270 höhere Nichtverfügbarkeit von 380-kV-Kabelsystemen.

In der erwähnten Studie [11] werden Ergebnisse aus insgesamt 176 Studien ausgewertet. Der größte Teil der Studien stammt aus den Jahren 2001 bis 2011 und ca. 70 % der bewerteten Studien (total 78) befassen sich mit Erdkabel in der Ebene 380 kV oder darüber. Aus 30 Studien wurden die Ausfallhäufigkeit und die Reparaturdauer und die sich daraus ergebende Nichtverfügbarkeit berechnet. Aus [11] ist Bild 5 entnommen, da die Angabe der Faktoren sowohl in [11] als auch im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft von Prof. Handschin nicht nachvollzogen werden kann.

Für die Darstellung der Nichtverfügbarkeit im Bild 4.8 wurden 11 Erdkabelleitungen und 10 Freileitungen untersucht. Die Kurven beginnen daher bei unterschiedlichen Werten von 9,1 % für Erdkabel (1/11) und 10 % für Freileitungen (1/10). Eine Auswertung der beiden Kurven ergibt für einen Anteil von 27 % der untersuchten Systeme (Erdkabel oder Freileitung) eine Nichtverfügbarkeit für ein Erdkabel von ca. 340 h pro Jahr und 100 km Kabel und eine Nichtverfügbarkeit für eine Freileitung von ca. 2 h pro Jahr und 100 km Freileitung. Für diesen Anteil aus der Gesamtmenge der untersuchten Erdkabel und Freileitungen ergibt sich die größte Differenz in der Nichtverfügbarkeit zwischen Erdkabel und Freileitung. Der Faktor $340/2$ beträgt somit 170 und nicht wie Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft behauptet 270.

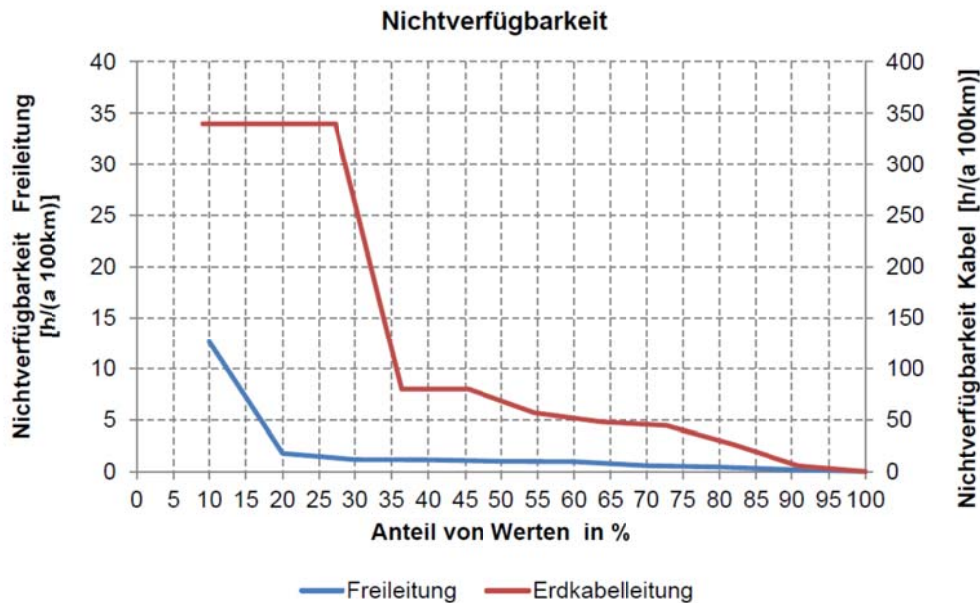


Bild 4.8: Verteilung der Werte des Kriteriums „Nichtverfügbarkeit“ (Werteanzahl: 11 – Erdkabelleitung; 10 – Freileitung)

Bild 3: Nichtverfügbarkeit von Freileitung und Kabel aus [11]

Bei einem Anteil von 50 % der Gesamtmenge der untersuchten Systeme beträgt die Nichtverfügbarkeit ca. 1,5 h pro Jahr und 100 km für eine Freileitung und ca. 70 h pro Jahr und 100 km für ein Kabel, so dass sich daraus nur noch ein Faktor von ca. 47 ergibt, der etwas über dem angeführten Wert von 40 liegt.

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann unter Verwendung der nicht korrekten Faktoren folgende Bewertung abgeleitet (Seite 253 des Gutachtens):

Statistisch bedeutet das, dass ein 380-kV-Kabel im Vergleich zu einer FL im Falle einer störungsbedingten Abschaltung 40- bis 270-mal länger außer Betrieb stehen wird. Dementsprechend muss man nach „CIGRE: Update of service experience of HV underground and submarine cable systems, WG B1.10, Technical Brochure 379, 2009“ von bis zu 600 Stunden Kabelausfallszeit ausgehen.

Die zitierte CIGRE Broschüre [12] nennt zwar eine mittlere Ausfallzeit (repair time) von 600 h, aber dieser Wert kann nicht aus den Faktoren der Nichtverfügbarkeit abgeleitet werden. In der CIGRE Broschüre [12] ist auch eine detaillierte Darstellung der Ausfallzeiten (repair time) zu finden, die für Kabel in den Spannungsebenen 220 kV bis 500 kV folgendes aussagt:

- In 37 % der Fälle dauerte die Nichtverfügbarkeit weniger als 1 Woche (168 h)
- In 80 % der Fälle dauerte die Nichtverfügbarkeit weniger als 1 Monat (720 h)
- In 13 % der Fälle mit einer Nichtverfügbarkeit länger als 3 Monate wurde die geringe Priorität der Beseitigung der Nichtverfügbarkeit als Ursache erwähnt

Ebenfalls auf Seite 253 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird ausgeführt (Literaturangaben sind angepasst):

Der Bericht [13] nennt ebenfalls die mögliche Ausfallzeit von 600 Stunden und bestätigt somit auch [12].

Der Bericht von ENTSO-E und Europacable [13] erwähnt auch die Zeiten der Nichtverfügbarkeit (repair time), allerdings ist die Ausfallzeit von 600 h nirgends erwähnt und zudem bezieht sich dieser Bericht auf die CIGRE Broschüre TB 379 [12], so dass keinesfalls von einer Bestätigung einer Aussage gesprochen werden kann.

Im Bericht von ENTSO-E und Europacable [13] wird ebenfalls aus der CIGRE Broschüre TB 379 [12] eine Fehlerrate von 0,0307 pro Jahr für ein Kabelsystem von 10 km Länge mit einer Stücklänge pro Kabel von 1000 m angegeben, was der Teilverkabelung im Bereich der Gemeinden Koppl und Eugendorf entspricht. Dieses bedeutet ein Fehler pro Kabelsystem in ca. 33 Jahren, was etwa der geschätzten Lebensdauer eines Kabels entspricht.

Auf Seite 253 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden auch die Verluste von Kabeln betrachtet. Es heißt dort (Literaturangabe angepasst):

Bezüglich der Verluste ist im Rahmen einer Gesamtbetrachtung weiteres zu beachten, dass die Kompensationsverluste einer (Teil-)Verkabelung zusätzlich berücksichtigt werden müssen. Nach [4] sind die Gesamtverluste der Kabelanlage durch die Verluste der zur Blindleistungskompensation erforderlichen Spulen sogar größer als die der FL.

In der Studie 380-kV-Salzburgleitung Auswirkungen der möglichen (Teil)Verkabelung des Abschnittes Tauern-Salzach neu [4] wird auf Seite 9 aber ausgeführt, dass aufgrund der speziellen elektrischen Eigenschaften der Kabel bei 380 kV unter 15 km Übertragungslänge keine Blindleistungskompensationsmaßnahmen erforderlich sind.

Da die hier zu bewertende Teilverkabelungslänge in der Gemeinde Koppl und Eugendorf ca. 10 km betragen soll und somit auch nach [4] **keine** Blindleistungskompensationsmaßnahmen erforderlich sind, ist der Hinweis auf Berücksichtigung von Kompensationsverlusten im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft **unzutreffend**.

Der Technologievergleich Ölkabel gegenüber VPE oder XLPE Kabel (englische Bezeichnung für VPE) in Tabelle 3.1 (Seite 253 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft) ist **überflüssig**, da heute mit Ausnahme von Seekabeln Hochspannungskabel mit VPE Isolierung ausgeführt werden. Zudem ist die aufgeführte Tabelle in der angegebenen Literaturstelle nicht zu finden. Es ist auch bekannt, dass die heutigen VPE Kabel einen guten Schutz gegenüber Feuchtigkeit aufgrund ihrer Konstruktion aufweisen, so dass die Aussage in der Tabelle 3.1 **irreführend** ist.

Auf Seite 254 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden elektrische Parameter für den Vergleich Kabel Freileitung herangezogen. Es heißt dort:

Einer der größten Nachteile der 380-kV-Kabel gegenüber FL ist der extrem hohe Bedarf an kapazitiver Blindleistung – etwa 20 bis 30-fach höher als bei FL - wofür entsprechende Kompensationseinrichtungen im Abstand zwischen 5 und 20 km erforderlich sind. Dies erhöht die Bau- und Betriebskosten einer 380-kV Kabelleitung, erfordert zusätzlichen Raum (auch Flächen für Kompensationseinrichtungen) und fügt weitere Quellen für Verluste sowie für mögliche Störungen und Ausfälle hinzu.

Nach der Studie 380-kV-Salzburgleitung Auswirkungen der möglichen (Teil)Verkabelung des Abschnittes Tauern-Salzach neu [4] sind, wie bereits erwähnt, bei Kabeln in der 380 kV Ebene bis zu 15 km Übertragungslänge keine Blindleistungskompensationsmaßnahmen

erforderlich, so dass alle aus dem Gutachten hier aufgeführten Aussagen zu den elektrischen Parametern **unzutreffend** sind.

Bezüglich der thermischen Festigkeit von VPE Kabeln wird auf Seite 254 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft folgendes ausgesagt:

Zur thermischen Festigkeit bezüglich der XLPE-Kabel in der 380-kV Spannungsebene ist anzumerken, dass die in der Literatur oft angegebene maximale Kabeltemperatur von 90°C aus betrieblicher Sicht ein hohes Risiko darstellt.

Alle namhaften Kabelhersteller geben ihre Belastungsdaten bei einer Leitertemperatur von 90°C an, so dass das im Gutachten Prof. Handschin behauptete hohe Risiko **nicht vorhanden** ist. In [14] wird erwähnt, dass die Leiteroberfläche des Kabels im Dauerbetrieb den Wert von 90°C nicht überschreiten sollte.

Die maximal zulässige Betriebstemperatur wird bei Normalbetrieb und fachgerechter Auslegung des VPE Kabels nicht erreicht, da sich diese Temperaturangabe auf den thermisch maximal zulässigen Dauerstrom bezieht, der aber in der Regel nicht dem dauernden Betriebsstrom entspricht, wenn der Belastungsgrad $m < 1$ ist. Bei dem hier vorliegenden Projekt werden für ein Freileitungssystem zwei Kabelsysteme eingesetzt, so dass im Normalbetrieb eine moderate Belastung des Kabels vorhanden ist, was sich unmittelbar auf die Leitertemperatur auswirkt.

Auf Seite 254 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann weiterhin bezüglich der Temperatur folgendes erwähnt:

In der betrieblichen Praxis wird daher mit einer darunter liegenden Betriebstemperatur gearbeitet, weil dadurch die Lebensdauer des Isoliermaterials verlängert wird. Es ist damit zu rechnen, dass sich in dem auf Polyäthylen basierenden Isolationsmaterial eventuell vorhandene Materialfehler ausbreiten und zu Fehlern (Ausfällen) führen können [32].

In der betrieblichen Praxis ist ein Kabel nicht mit dem thermisch zulässigen Dauerstrom belastet, so dass sich bereits daraus eine niedrigere Temperatur als die thermisch zulässige Temperatur ergibt. Die Temperatur hängt quadratisch vom Strom ab, wodurch eine Reduktion des Stromes mit dem Faktor 2 eine Auswirkung auf die Temperatur mit dem Faktor 4 verursacht.

Die im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft mit [32] zitierte Literaturstelle ist leider nicht allgemein zugänglich. Die Aussage „Es ist damit zu rechnen, dass sich in dem auf Polyäthylen basierenden Isolationsmaterial eventuell vorhandene Materialfehler ausbreiten und zu Fehlern (Ausfällen) führen können.“ ist aber **reine Spekulation**, da selbstverständlich eventuell vorhandene Materialfehler sich ausbreiten und zu Ausfällen führen können. Dieses mögliche Fehlerszenario ist in der Theorie des Durchschlages von festen Isolierstoffen eine Erklärung für den Langzeit- oder sogenannten Erosionsdurchschlag.

Auf Seite 254 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird auch auf den Störfall eingegangen. Dieses wird im Gutachten wie folgt formuliert:

Neben den betrieblichen Aspekten ist davon auszugehen, dass im Störfall mit komplexen und aufwendigen Montage- und Reparaturprozessen zu rechnen ist. Da für diese Arbeiten ausschließlich Spezialisten und besonders geschultes Personal

zum Einsatz kommen muss, kann es bei Störungsbehebungen zu Personalengpässen und Verzögerungen bei der Wiederinbetriebnahme einer fehlerhaften Kabelstrecke kommen. Erfahrungsgemäß gibt es weder bei den Kabelherstellern noch den ÜNB ständig einsatzbereite Spezialisten für die Reparatur allfälliger Kabelfehler im Höchstspannungsnetz.

Es ist unbestritten, dass eine Reparatur eines Kabels bei z. B. einem Durchschlag der Isolierung aufwändiger ist als der Ersatz eines durchgeschlagenen Isolators einer Freileitung. Für beide Arbeiten braucht es aber Spezialisten und geschultes Personal, so dass der Hinweis auf mögliche Personalengpässe und Verzögerungen nicht ausschließlich Arbeiten an Kabeln betrifft. Die Feststellung, dass es „erfahrungsgemäß“ weder bei den Kabelherstellern noch bei den Betreibern der Übertragungsnetze ständig einsatzbereite Spezialisten für die Reparatur allfälliger Kabel im Höchstspannungsnetz gibt, ist **nicht belegt**. Ein führender Kabelhersteller bietet folgendes an „Technische Unterstützung rund um die Uhr bei der Behebung von Störungen an Hochspannungskabelanlagen“.

Die Schlussfolgerung im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 254 lautet dann:

Dies wirkt sich auf die Netzbetriebssicherheit und die Wirtschaftlichkeit der Erdkabel ungünstig aus.

Aufwändigere Reparaturen sind nur dann unwirtschaftlicher, wenn sie häufiger oder gleichhäufig im Vergleich zu einfachen Reparaturen auftreten, was aber beim Vergleich zwischen Kabel und Freileitung nur dann zu beachten ist, wenn ein einfacher Fehler bei der Freileitung mit einem komplizierten Fehler im Kabel verglichen wird. Die Verfügbarkeit von Spezialisten hat aber nichts mit der Netzbetriebssicherheit zu tun, sondern wenn überhaupt mit der Verfügbarkeit der gestörten Leitung.

Auf den Seiten 254 bis 258 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden Beispiele von verschiedenen Studien und Kabelprojekten aufgeführt, wobei zu beachten ist, dass fast alle Stellungnahmen im Hinblick auf den Vergleich Freileitung – Kabel bzw. Teilverkabelung betonen, dass eine Übertragbarkeit der Aussagen und Schlussfolgerungen nur sehr bedingt möglich sei.

Die Aussagen im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft und in den verschiedenen Studien sollen hier nicht mehr im Einzelnen aufgeführt werden, sondern lediglich die wesentlichen Kritikpunkte im Gutachten. Es wird dazu ausgeführt (keine wörtlichen Zitate):

Widerspruch zu einem anderen Bericht, der auf aktuellen Erfahrungen von Kabelbetreibern und Kabelherstellern beruht. Dies gilt insbesondere für die Darstellungen zu Reparaturzeiten, Verlusten, Kostenfaktoren sowie die Vergleiche von Kabelleitungen unterschiedlicher Ausführung und Kapazität

ausschließlich Kostenbetrachtungen für eine 25 km lange einsystemige FL im Vergleich mit einem 25 km langen Doppelkabel

wesentliche Gesichtspunkte zur Betriebsführung des 380 kV Ringes der APG sind nicht berücksichtigt

Betriebsweise in Ringnetzen wurde weder analysiert noch bewertet

betriebliche Aspekte von Ringnetzen, wie von der APG betrieben, werden nicht berücksichtigt

Der einzige sachliche Einwand ist die Widersprüchlichkeit von zwei Studien. Bei einer Studie wird „nur Betrachtung einer einsystemigen Freileitung mit einem Doppelkabel“ hervorgehoben, was eigentlich unkritisch ist, da sich die Kostenbetrachtungen relativ einfach auf eine zweisystemige Freileitung mit jeweiligem Doppelkabel ausweiten lassen. Bei 3 Studien wird jedoch „Ringnetz“ hervorgehoben, was wiederum auf das mehrfach eingesetzte Alleinstellungsmerkmal „Ringnetz“ hinweisen soll.

Nach den bereits zitierten Kritiken an den verschiedenen Studien wird auf Seite 255 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft folgendes festgehalten:

Es ist festzuhalten, dass die Teilverkabelung oder Verkabelung der gesamten Strecke für die Anwendung im 380-kV-Ring der APG nicht dem heutigen Stand der Technik entspricht und deshalb als Variante für die geplante Leitung keine Alternative für den verantwortungsbewussten Leitungsbetreiber darstellen kann.

Im Gutachten wird dann die folgende Definition des Standes der Technik aus der Rechtsvorschrift für Gewerbeordnung 1994 § 71a Absatz (1) zitiert:

„Der Stand der Technik im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere jene vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen heranzuziehen, welche am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind; weiters sind unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall die Kriterien der Anlage 6 zu diesem Bundesgesetz zu berücksichtigen.“

und im Weiteren auf eine Änderung des ersten Satzes im § 71a Absatz (1) hingewiesen, der wie folgt lautet [15]:

Der Stand der Technik (beste verfügbare Techniken – BVT) im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.

Zum Vervollständigung ist noch auf Anlage 6 hinzuweisen, die im §71a Absatz (1) erwähnt ist. In dieser Anlage steht [15]:

Anlage 6

Kriterien für die Festlegung des Standes der Technik

Bei der Festlegung des Standes der Technik ist unter Berücksichtigung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens sowie des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall Folgendes zu berücksichtigen:

1. Einsatz abfallarmer Technologie;
2. Einsatz weniger gefährlicher Stoffe;
3. Förderung der Rückgewinnung und Verwertung der bei den einzelnen Verfahren erzeugten und verwendeten Stoffe und gegebenenfalls der Abfälle;

4. Fortschritte in der Technologie und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen;
5. Art, Auswirkungen und Menge der jeweiligen Emissionen;
6. Zeitpunkte der Inbetriebnahme der neuen und der bestehenden Anlagen;
7. die für die Einführung eines besseren Standes der Technik erforderliche Zeit;
8. Verbrauch an Rohstoffen und Art der bei den einzelnen Verfahren verwendeten Rohstoffe (einschließlich Wasser) sowie Energieeffizienz;
9. die Notwendigkeit, die Gesamtwirkung der Emissionen und die Gefahren für die Umwelt so weit wie möglich zu vermeiden oder zu verringern;
10. die Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folgen für die Umwelt zu verringern;
11. die von internationalen Organisationen veröffentlichten Informationen,
12. in BVT-Merkblättern enthaltene Informationen.

Neben vielen für das hier zur Diskussion stehende Thema ungeeigneten Punkten ist aber Punkt 4. „Fortschritte in der Technologie und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen“ zu erwähnen, der bei der Beurteilung des Standes der Technik zu berücksichtigen ist, jedoch im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft unberücksichtigt blieb.

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft Prof. Handschin wird auf Seite 255 weiter ausgeführt:

Da es weltweit keine vergleichbaren Anlagen in einem vergleichbaren netztechnischen und topographischen Rahmen, nämlich in einem 380-kV-Ringnetz mit Leitungen im voralpinen und alpinen Raum ohne vermaschte Netze, gibt, können keine vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen herangezogen werden.

Diese Aussage ist selbsterklärend, da es für weltweit einmalige Anlagen keine Vergleiche gibt, denn sonst wäre eine Anlage ja nicht einmalig. Im Kontext soll hier aber der Eindruck verstärkt werden, dass nur eine Freileitung in Frage kommen kann.

Weiterhin wird auf Seite 255 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft im Hinblick auf die Interpretation „Stand der Technik“ erwähnt:

Für die Beurteilung des Standes der Technik ist es von entscheidender Bedeutung, dass eine bestimmte Technologie in Bezug auf eine bestimmte Zielsetzung bereits erprobt und erwiesen ist.

In der Beschreibung des Standes der Technik werden der Entwicklungsstand und die Funktionstüchtigkeit, die erprobt und erwiesen sein soll, erwähnt [16]. Es wird aber **nicht** gefordert, dass eine bestimmte Technologie in Bezug auf eine bestimmte Zielsetzung erprobt und erwiesen sein muss. **Wenn der Stand der Technik so interpretiert würde, dann wäre jede technische Neuerung unmöglich.**

Von Prof. Handschin wird behauptet (Seite 255), dass eine 380 kV Kabelausführung im österreichischen 380 kV Ring nicht Stand der Technik sei, da es keine Kabelanlage unter identischen Anforderungen gebe. Diese Schlussfolgerung ist **nicht korrekt**, da danach der Stand der Technik nur für identische Anlagen erreicht werden könnte und nicht gemäß Definition „... der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.“

Die Anwendung eines Entwicklungsstandes fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen bedeutet zweifelsfrei, dass Erkenntnisse aus vorhandenen Anlagen auf andere übertragen werden, wobei diese aber gerade **nicht deckungsgleich** sein müssen. Auch Erprobung und Nachweis der Funktionstüchtigkeit muss nicht zwingend an Einrichtungen erfolgen, die identisch mit der geplanten Einrichtung sind. **Von identischen Anlagen ist in der Definition des Standes der Technik nicht die Rede.**

In Deutschland ist bereits eine Gesetzesänderung in Vorbereitung, die es ermöglicht, neben bereits festgelegten Teilverkabelungsstrecken neue Strecken als Kabelstrecke zu installieren [17]. Diese Gesetzesänderung bezieht sich auf eine Verkabelung in **Wechselstromsystemen** und **Gleichstromsystemen**, wobei für VPE Kabel im Wechselstromsystem in der Spannungsebene 380 kV bereits Erfahrungen vorliegen, während für das geplante VPE Kabel im Gleichstromsystem in der Spannungsebene 500 kV keine Erfahrungen vorliegen. Ein Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland setzt derzeit ein Teilverkabelungsprojekt in einem Wechselstromsystem um [9]. In diesem Zusammenhang wird auch der Begriff „Pilotprojekt“ für die Verkabelung eingesetzt und dieser dann unrichtig mit dem Begriff „nicht Stand der Technik“ verknüpft.

Die Technologie für 380 kV VPE Kabel ist seit Jahren vorhanden und wurde ausgiebig geprüft und wissenschaftlich begleitet [18]. Die Bezeichnung als „Pilotprojekte“ soll offensichtlich Forderungen nach vollständiger Ausführung langer Übertragungsstrecken in Form von Kabeln politisch entgegenwirken. Unter Berücksichtigung aller bereits vorhandenen Erfahrungswerte bei Teilverkabelungen weltweit handelt es sich daher nicht mehr um eine „Pilottechnologie“, sondern um eine **normale Realisierungsalternative für 380 kV Projekte.**

In einem Entwurf eines Energiekonzeptes des Niedersächsisches Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz mit dem Titel „Verlässlich, umweltfreundlich, klimaverträglich und bezahlbar - Energiepolitik für morgen“ sind folgende Aussage zu finden [19]:

Neue Technologien, wie der Einsatz von Erdkabeln können dazu beitragen, die Belastungen durch neue Leitungstrassen zu vermindern und die Akzeptanz zu erhöhen (Seite 57 in [19]).

Eine sinnvolle Teilerdverkabelung bietet häufig die Chance, konfliktfreiere Trassenführungen zu realisieren (Seite 62 in [19]).

Auch das Bundesland Niedersachsen vertritt somit offiziell den Standpunkt, dass Kabel für die 380 kV Ebene Stand der Technik sind. Zur Bestätigung dieser Bewertung soll noch ein Auszug aus der Mitteilung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz angeführt werden [20]:

Kein Forschungsbedarf erkennbar. Die Technik ist grundsätzlich ausgereift.

Im weiteren Verlauf des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden auf den Seiten 255 bis 259 Beispiele vorhandener 380 kV Kabelleitungen vorgestellt und mit der zur Diskussion stehenden Teilverkabelung verglichen.

Die 380 kV Freileitung Aarhus – Aalborg der Energinet.dk, Dänemark, weist drei Abschnitte als Teilverkabelung mit Doppelkabel auf (2 Kabelsysteme pro Freileitungssystem) mit

Längen von 2,5 km, 4,5 km und 7,0 km. Zum Vergleich wird dann im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 256 ausgeführt:

Das Ringnetz der APG befindet sich im Zentrum des ENTSO-E Netzes. APG verfügt im Gegensatz zu Energinet.dk nicht über geeignete Regelungsmöglichkeiten, so dass eine Störung auf einem Ringsegment im APG-Netz unmittelbar eine negative Auswirkung auf das restliche APG-Netz und das der angeschlossenen Nachbarnetze hat.

Erneut wird hier nur das ohnehin nicht relevante Argument „Ringnetz“ verwendet. Es gibt keinen Hinweis darauf, ob die Teilverkabelung eine zuverlässige Betriebsführung beeinträchtigt und die Nichtverfügbarkeit erhöht hat.

Bezüglich einer Leitungsüberlastung wird dann behauptet:

Im Falle einer Leitungsüberlastung (etwa hervorgerufen durch Leitungsausfälle) können die verbliebenen Leitungen abgeregelt werden.

Wenn bei einem Leitungsausfall die anderen Leitungen abgeregelt werden, dann bedeutet das eine Abnahme des Leistungstransportes zugunsten der Stabilität, was auch negative Auswirkungen auf das restliche Netz hat. Welche geeigneten Regelungsmöglichkeiten das dänische Netz bietet, lässt sich aus der oben dargestellten Behauptung nicht nachvollziehen.

In der weiteren Beschreibung des dänischen Netzes wird auf Seite 256 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft folgendes erwähnt:

Die dänische Regierung hat 2009 ein Netzausbauprogramm beschlossen, das umfangreiche Verkabelungen vorsieht, aber auch den Ersatzneubau von 380-kV FL. So wird z.B. die in Dänemark als „backbone line“ genannte, bestehende 380-kV FL durch Jütland verstärkt und als FL mit drei Teilverkabelungen neu errichtet.

Wenn der Begriff „backbone“ richtig interpretiert wird, dann hat die dänische Regierung in ihrer Hauptübertragungsstrecke Teilverkabelungen eingeplant. Diese Planung muss zu der Erkenntnis führen, dass auch die dänische Regierung davon ausgeht, dass eine Teilverkabelung dem Stand der Technik entspricht.

Abschließend wird im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft noch erwähnt:

In Dänemark mit seinen weiten ebenen Landschaften ist dieser Plan aus technischer Sicht umsetzbar, wohingegen im alpinen und voralpinen Raum der neuen 380-kV-Salzburgleitung keine vergleichbare Situation vorliegt.

Der Einsatz von Kabeln anstelle von Freileitungen sei angeblich nur möglich, wenn weite, ebene Landschaften vorliegen. Diese Aussage wird aber durch viele Studien bezüglich Planung von Kabelstrecken **widerlegt**. Hier soll nur eine von der APG selbst in Auftrag gegebene Studie zitiert werden „Teilverkabelungen im voralpinen und alpinen Raum, Auftraggeber: Austrian Power Grid AG (2011) von Heinrich Brakelmann, Universitätsprofessor an der Universität Duisburg-Essen/ Campus Duisburg, Energietransport und –speicherung“ [5]. Im Übrigen ist der Raum Koppl und Eugendorf für eine Kabeltrasse topologisch und geologisch gänzlich unproblematisch, zumal die Kabeltrasse nicht zwingend auf jener Trasse geführt werden muss, die derzeit für die Freileitung vorgesehen ist.

Nach neuester Pressemeldung wird ein Windpark über ein 400 kV VPE Kabel angeschlossen, der bei einem Ausfall des Kabels nicht mehr zur Verfügung stehen würde, woraus geschlossen werden kann, dass auch das dänische Energieversorgungsunternehmen Kabel als Stand der Technik betrachtet [21].

Die in Kopenhagen eingesetzten 380 kV Kabel dienen der Versorgung von Kopenhagen. Es wird dann ausgeführt:

Die Stadtkabel haben keine Übertragungsaufgaben, sondern speisen städtische Verteilernetze. Beim Ausfall einer solchen Einspeisung können die Nachbarnetze die Aufgaben übernehmen. Solche Möglichkeiten gibt es im APG-Ring nicht.

Bei der Einspeisung in städtische Verteilernetze sind die Anforderungen an die Nichtverfügbarkeit ebenfalls sehr hoch. Ob Nachbarnetze bei Ausfall der 380 kV Kabel diese Aufgabe übernehmen können, bleibt unklar, da bei einer solchen Möglichkeit ja auch die Frage der Notwendigkeit der 380 kV Kabel zu stellen ist.

In Berlin gibt es vier Kabelstrecken mit VPE Kabel auf der 380 kV Ebene in einem Tunnel quer durch Berlin (Diagonale Berlin). Zu diesem Beispiel wird ausgeführt:

Die Kabel in Berlin haben keine Übertragungsaufgaben, sondern speisen in städtische Verteilernetze ein. Auch bei einem längeren Ausfall einer solchen Einspeisung können die Nachbarnetze die Aufgaben übernehmen. Solche Möglichkeiten gibt es im APG-Ring nicht.

Wenn die Nachbarnetze die Aufgaben auch bei längerem Ausfall übernehmen können, dann stellt sich erneut die Frage nach der Notwendigkeit der Diagonale Berlin. Die Bedeutung der Nichtverfügbarkeit ist bei Einspeisung in städtische Verteilernetze mindestens ebenso wichtig wie bei Übertragungsnetzen, bei denen im Allgemeinen großräumige Umgehungen des Engpasses möglich sind. Die Technologie VPE Kabel ist hier seit vielen Jahre im Einsatz und aufwändige Prüfungen der Kabel und Einrichtungen sind voraus gegangen [18].

Über die im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 257 erwähnten Kabel in London wird folgendes ausgesagt:

Bei diesen Leitungen handelt es sich um 380-kV-Kabelleitungen zur Einspeisung der Stadt London. Die Kabel in London haben keine Übertragungsaufgaben, sondern speisen in städtische Verteilernetze ein. Auch bei einem längeren Ausfall einer solchen Einspeisung können die Nachbarnetze die Aufgaben übernehmen. Solche Möglichkeiten gibt es im APG-Ring nicht.

Zu dieser Behauptung kann nur die gleiche Entgegnung wie bei der Diagonale Berlin angeführt werden. Wenn die Nachbarnetze die Aufgaben auch bei längerem Ausfall übernehmen können, dann stellt sich erneut die Frage nach der Notwendigkeit der Kabel. Die Bedeutung der Nichtverfügbarkeit ist bei Einspeisung in städtische Verteilernetze mindestens ebenso wichtig wie bei Übertragungsnetzen.

Bei der im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 257 erwähnten Leitung „Vale of York“ von National Grid ist lediglich zu bemerken, dass dort Öl-Papier Kabel eingesetzt sind, die eine völlig andere Kabeltechnologie darstellen und für eine Betrachtung des vorliegenden Projekts nicht herangezogen werden können.

Auf Seite 257 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft folgt eine ausführliche Darstellung darüber, warum das Projekt Riniken mit einer durch das Schweizer Bundesgericht vorgeschriebenen Teilverkabelung nicht als Beispiel für die Salzburgleitung herangezogen werden könne [7, 8].

Eine Übertragung der Überlegungen von einem zum anderen Projekt ist selbstverständlich nicht ohne weiteres möglich, da jeweils die Prüfung im Einzelfall erforderlich ist. Daraus ist aber auch zu folgern, dass die bisher aufgeführten Beispiele nicht zwangsläufig zu einer Ablehnung der Beurteilung einer möglichen Verkabelung führen dürfen. Vielmehr sind alle Erfahrungswerte, die die von Prof. Handschin aufgezählten Beispiele liefern, auch für die gegenständliche Teilverkabelung heranzuziehen, obwohl es sich selbstverständlich nie um „identische Anlagen“ handelt. Im Urteil des schweizerischen Bundesgerichtes in der Sache Riniken wird an keiner Stelle der Begriff „Pilotprojekt“ verwendet, der einen gewissen „Experimentierfall“ unterstellen soll.

Der Vollständigkeit halber sollen aber die aufgeführten wesentlichen Unterschiede aufgelistet und kommentiert werden.

Die vom Bundesgericht angenommene Verkabelungslänge ist mit ca. 1 km sehr kurz. Es werden deshalb keine Muffen benötigt und somit fallen diese als Ursache für Störungen aus, was sich unmittelbar positiv auf die Verfügbarkeitsabschätzung auswirkt.

Dieser Unterschied ist vorhanden und wirkt sich positiv auf die Verfügbarkeit aus.

Es wurde eine elektrisch nicht optimierte FL (nur zwei Teilleiter pro Phase) mit einem optimierten Kabel verglichen. Konsequenterweise führt dies zu geringeren Verlusten beim Kabel im Vergleich zur FL. Für einen objektiven Vergleich von Verlusten müssen bei jedem Projekt im Einzelnen die lokalen Gegebenheiten im Netz berücksichtigt werden.

Bei einer Länge von ca. 1 km des Übertragungssystems sind die Verluste beim Vergleich Freileitung Kabel vernachlässigbar, so dass der Hinweis auf eine nicht optimierte Freileitung bedeutungslos ist.

Die Übertragungskapazität der geplanten Schweizer Leitung beträgt ca. die Hälfte der Kapazität der 380-kV-Salzburgleitung. Eine Schweizer Verkabelungsvariante ist daher mit der 380-kV-Salzburgleitung nicht vergleichbar.

Die Übertragungskapazität ist bei gleicher Spannungsebene durch den zulässigen Strom gegeben, der wiederum den Querschnitt des Leiters bestimmt. Für die Beurteilung der Technologie ist die Übertragungskapazität allerdings ohne Bedeutung.

Die geplante Leitung erhöht die Vermaschung des Schweizer Transportnetzes. Dabei ist festzuhalten, dass das Netz in der Schweiz schon jetzt dichter vermascht ist als das der APG.

Hier wird darauf verwiesen, dass das Schweizer Transportnetz dichter vermascht sei als das Netz der APG, das aber im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft bisher nur als Ringnetz, d.h. ohne wesentliche Vermaschung, bezeichnet wurde.

Abschließend muss aber noch erwähnt werden, dass in [6, Seite 7] mit Bezug auf eine Studie der Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) aus dem Jahre 2004 „Umbau 220-kV-Leitung Beznau-Birr auf 380/220 kV - Studie Teilverkabelung Riniken“ folgende Aussage zu finden ist (mit Korrektur der Bezüge):

380-kV-VPE-Kabel sind nach Ansicht des Verfassers von [6] Stand der Technik. Dies wird auch in der Studie der NOK nicht bestritten.

Auf Seite 258 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird die sogenannte Merchant-Line von Mendrisio nach Cagno aufgeführt. Zur Beurteilung heißt es:

Unter „Merchant Lines“ versteht man grenzüberschreitende Leitungen, die von privaten Investoren außerhalb des regulatorischen Rahmens errichtet werden. d.h. als private Leitungen, die keine Aufgaben einer öffentlichen Übertragungsleitung haben und auf denen die Regeln des Leitungsbesitzers gelten.

Der wesentliche Unterschied zur Salzburgleitung besteht darin, dass diese – im Gegensatz zu einer Merchant Line - zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit immer zur Verfügung stehen muss.

Die Leitung Mendrisio – Cagno hat eine maximale Übertragungskapazität von 590 MVA, wohingegen die Salzburgleitung für eine maximale Übertragungskapazität von ca. 2 x 1.500 MVA ausgelegt ist. Eine Übernahme dieses Leitungskonzepts für die Salzburgleitung ist aus den genannten Gründen nicht möglich.

Die Übertragungskapazität ist, wie bereits erwähnt, eine Frage des Leitungsquerschnittes und nicht der Technologie des Übertragungssystems. Die Regeln des Leitungsbesitzers könnten durchaus strenger sein als die Regeln der Übertragungsnetzbetreibers bzw. der Regulatoren. Erkenntnisse aus dieser Leitung tragen ebenfalls zum Stand der Technik bei.

Die im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft aufgeführte Leitung zwischen Frankreich und Spanien (Seite 258) ist eine **Gleichstromleitung** und daher für die Beurteilung des vorliegenden Projektes völlig bedeutungslos, da eine grundsätzlich andere Technologie verwendet wird.

Auf Seite 258 werden verschiedene Projekte des Übertragungsnetzbetreibers TenneT aufgeführt. Beim Projekt Rheinüberquerung wurden Kabel eingesetzt, da im Hafengebiete eine Mindestdurchfahrtshöhe gefordert wurde. Es wird weiter ausgeführt:

Die Kabelleitung ersetzt auf der Strecke eine zweiseitige FL. Die Leitung befindet sich in einem Nebenring des niederländischen Netzes und dient dem Energieabtransport von Offshore WEA und geplanten thermischen Blöcken im Küstenbereich.

Für die geplante Energiewende unter Einsatz von Windkraftanlagen hat diese Übertragungsleitung eine große Bedeutung, so dass im Hinblick auf Verfügbarkeit hohe Anforderungen an die Technologie gestellt werden müssen.

Weiter heißt es im Gutachten:

Im 380-kV Hauptring akzeptiert Tennet aus betrieblichen Gründen keine Verkabelungen und betreibt einen seit vielen Jahren bestehenden durchgehenden 380-kV Freileitungsring.

Die Diskussion über Freileitung oder Kabel wird nicht für bestehende Netze geführt. Die Entwicklung der Kabeltechnologie hat jedoch dazu geführt, dass bei neuen Projekten die Alternative Kabel zur Freileitung bewertet werden muss. **Tennet** hat im Projekt Randstad eine **Teilverkabelung** mit einer Kabellänge von ca. 10 km und einer Übertragungsleistung 2 x 2750 MVA in einem Ringnetz **realisiert**. Die Salzburgleitung wird zum Vergleich für 2 x 1500 MVA ausgelegt.

Der sogenannte Randstad Ring stellt eine der kritischen Nord-Süd Energieverbindungen in den Niederlanden da. Als eine der „Rückgrat-Leitungen“ soll über diese Ringleitung wesentliche Energie aus den künftigen Windparks im Norden des Landes sowie von einem neuen Kohlekraftwerk in den Süden der Niederlande transportiert werden, wo die Energie gebraucht wird. Tennet begründet das Projekt wie folgt:

“The new high-voltage line between Wieringen and Beverwijk will guarantee the security of supply in the Randstad region for the coming decades. Besides providing sufficient transmission capacity, the new line will also reduce the risk of large-scale power outages.”

Das bei der Planung der Randstad Leitung beteiligte Planungsbüro Energy Solution führt aus seiner Internet Seite aus:

The Randstad 380 kV project of TenneT TSO consists of a new 380kV high voltage connection between Wieringen – Bleiswijk – Vijfhuizen and Beverwijk in the Netherlands. The new connection will form a ring structure together with the existing high voltage connections.

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird lediglich erwähnt:

Diese Leitung schließt an den seit vielen Jahren bestehenden 380-kV-Freileitungsring der Tennet an und ist seit Mai 2013 im Probebetrieb.

Es bleibt allerdings unerwähnt, dass sich die Randstad Leitung in einem **Ringnetz** befindet und es wird unzulässigerweise der Ausdruck „Probebetrieb“ verwendet, der ein Ausprobieren assoziieren soll.

In Vorbereitung des Randstad Projektes wurde eine Pressemitteilung der beteiligten Unternehmen veröffentlicht, in der es auszugsweise heißt [22]:

„380-Kilovolt-Erdkabel sind Stand der Technik und werden weltweit eingesetzt. Europäische Unternehmen sind hierbei führend.“

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird auf Seite 258 auch ein norwegisches Kabelprojekt erwähnt. Es heißt dort:

Deshalb ist bei der Realisierung der neuen 380-kV-Leitung die ursprünglich geforderte Kabellösung wegen geringerer Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zugunsten der FL aufgegeben worden [49].

Auch unter dem Aspekt, dass Projekte nicht leicht miteinander vergleichbar sind, wird hier allerdings überhaupt nicht erwähnt, dass es sich um ein Seekabel mit einer Verlegetiefe von ca. 800 m handelt, bei dem natürlich eine Reparatur länger dauert als bei einem Erdkabel.

Im letzten internationalen Projektbeispiel wird auf Seite 258 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft eine Kabelleitung in Italien aufgeführt.

Die Leitung führt von einem thermischen Kraftwerk in Turbigo nach Bovisio/Rho. Das Kraftwerk lastet die Leitung im Vollbetrieb weitgehend aus. Soweit die Leitung freie Kapazitäten hat, dient sie auch als Entlastung im Höchstspannungsnetz. Einerseits ist diese Leitung eine Kraftwerksleitung, andererseits hat das Umfeld von Mailand ein sehr gut vermaschtes 380-kV-Leitungsnetz. Im Falle von Leitungsausfällen kann Last von anderen Leitungen übernommen werden. Das APG-Netz ist nicht vermascht, sondern ein Ringnetz.

Zur Kommentierung dieser Aussage sollen zwei Aussagen des Kabelbetreibers TERNA (Transmissione Elettricit  Rete Nazionale S.p.A).zitiert werden:

Based on mentioned experience and since EHV XLPE cables are worldwide consolidated, TERNA decided to specify this technology for the new Turbigio-Rho connection.

The need of a 380 kV transmission line between the Power plant of Turbigio, near Milan, and the substations at Ospiate and Bovisio was highlighted from several years ago, with the primary scope to avoid congestions consequent to the high power transiting in the area and to reinforce the West-East transmission axis in the North of Italy.

Der Übertragungsnetzbetreiber vertraut auf die Kabeltechnologie sowohl im Hinblick auf die Verfügbarkeit des Kraftwerksanschlusses als auch auf die Verstärkung der West-Ost  bertragungsachse im Norden Italiens.

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden auf Seite 259 die Projekte in Deutschland beschrieben. Die dort zitierte Grundlage EnLAG (Energieleitungsausbaugesetz von 2009) wird aufgrund zahlreicher Diskussionen und Bürgerbeteiligungen novelliert [18].

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft heißt es auf Seite 259 weiter:

In Deutschland besteht auf der Grundlage des EnLAG [51] die Möglichkeit, vier Leitungsbauvorhaben als Teilverkabelungs-Pilotprojekte in der 380-kV-Ebene auszuführen.

Diese Projekte werden **mit Sicherheit ausgeführt** werden, wobei eine Teilverkabelung bereits im Bau ist [9]. Die Leitungsvorhaben sind gemäß den Untersuchungen der deutschen Energie-Agentur (dena) notwendig, um die Leistung der Windkraftanlagen im Norden nach Süden bzw. Westen zu übertragen.

Im Weiteren wird an einem Beispiel ausgeführt:

Mit der Leitung von Ganderkesee nach St. Hülfe entsteht eine vierte Nord-Süd-Verbindung für den Abtransport des Stroms Richtung Nordrhein-Westfalen. Die neue Stromleitung wird etwa 60 km lang sein. Mit dem Projekt führt das Unternehmen eine Test- und Erprobungsphase mit Teilverkabelungen auf der 380-kV- Spannungsebene in seinem deutschen Netz ein. Dabei ist aus betrieblicher Sicht festzuhalten, dass bei einer Störung auf der neuen Trasse die WEA im Norden abgeschaltet werden können und somit die Versorgungssicherheit des vermaschten Übertragungsnetzes nicht beeinträchtigt wird.

In der Projektbeschreibung des Betreibers TenneT [23] wird **nicht** von einer Test- und Erprobungsphase gesprochen, diese Formulierung ist nur im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft von Prof. Handschin zu finden. Die gesamte Leitungslänge beträgt ca. 60 km, wobei je nach Ausführung Kabelanteile von ca. 7 km bzw. 28 km in Planung sind.

Die Schlussfolgerung für die betriebliche Sicht ist sehr vereinfacht. Wenn eine Leitung ausf llt, werden Windkraftanlagen (WEA) im Norden abgeschaltet, damit die Versorgungssicherheit des vermaschten Übertragungsnetzes nicht beeinträchtigt wird. Dabei wird

einfach vorausgesetzt, dass die Leistung der Windkraftanlagen nicht benötigt wird, was aber nur der Fall ist, wenn andere Kraftwerke eingesetzt werden können.

Es folgt dann im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 259 die Schlussfolgerung für den Vergleich:

Dieses Vorhaben lässt sich somit nicht mit der beantragten neuen 380-kV-Freileitung der APG vergleichen.

Es bleibt dabei unklar, ob sich die fehlende Möglichkeit des Vergleichs wiederum auf die Art des Übertragungsnetzes, vermascht oder Ringnetz, oder auf die Möglichkeit der Abschaltung der Windkraftanlagen bezieht.

In den weiteren Ausführungen im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 259 steht dann:

Im Höchstspannungsnetz d.h. 220 kV und höher ist dagegen die Verkabelung bzw. Teilverkabelung in der Bundesrepublik Deutschland Gegenstand von Pilotprojekten, da hier diese Technologie (noch) nicht dem Stand der Technik entsprechend angesehen wird.

An dieser Stelle wird erneut die Behauptung aufgestellt, dass Kabel in den Spannungsebenen 220 kV und höher nicht dem Stand der Technik entsprechen. In den vorhergehenden Abschnitten wird dies aber **mehrfach widerlegt**.

Der im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft von Prof. Handschin häufig verwendete Ausdruck „Pilotprojekt“ soll hier noch einmal aufgegriffen werden. Es wird dort behauptet:

Aus dem vorliegenden Entwurf eines zweiten Gesetzes über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus geht hervor, dass der Einsatz von Kabeln stets im Rahmen von Pilotprojekten getestet werden soll. Damit wird deutlich, dass in Deutschland der Einsatz von Kabeln im Höchstspannungsnetz als noch nicht dem Stand der Technik entsprechend beurteilt wird.

Im zitierten Entwurf des zweiten Gesetzes über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus [18] wird der Begriff „Pilotprojekt“ auch für alle Gleichspannungsübertragungen verwendet, da diese Technologie bisher in Deutschland für Übertragungszwecke noch nicht eingesetzt wurde. Weltweit ist die Leistungsübertragung mit Gleichspannung unter dem Namen Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) seit vielen Jahrzehnten bekannt. **Damit zeigt sich, dass die Schlussfolgerung Pilotprojekt = nicht Stand der Technik nicht korrekt ist.**

Es folgen im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft noch zwei Beispiele für Verkabelungen in Städten. Auf Seite 259 wird für die Einspeisung der Stadt Wien ausgeführt:

Die Kabel in Wien haben keine Übertragungsaufgaben, sondern speisen in städtische Verteilernetze ein. Auch bei einem längeren Ausfall einer solchen Einspeisung können die Nachbarnetze die Aufgaben übernehmen. Solche Möglichkeiten gibt es im APG-Ring nicht.

Hier wird auf die Verfügbarkeit und Redundanz bzw. n-1 Sicherheit hingewiesen, aber das geplante Übertragungssystem soll doch mit 2 Systemen ausgeführt und so ausgelegt werden, dass eine n-1 Sicherheit gewährleistet ist. Somit ist der Vergleich mit dem Kabel in Wien hinfällig.

Zum Abschluss der Aufzählung der Kabelprojekte wird die Versorgung von Madrid durch ein Kabel aufgeführt, welches als Ersatz für eine Freileitung aufgrund der Nähe des Flughafens installiert wurde. Ein Kommentar bezüglich eines Vergleiches mit dem APG Ring fehlt und es wird auch nicht der Stand der Technik in Frage gestellt.

In der Zusammenfassung der Beispiele auf Seite 260 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann behauptet:

Keines dieser Beispiele betrifft ein Ringnetz, so wie es von der APG betrieben wird.

Diese Aussage enthält nichts Neues. Im Übrigen betrifft z. B. das Projekt Randstad ein Ringnetz. Dass der Stand der Technik bezüglich Kabeltechnologie auch unter anderen Bedingungen bewertet werden kann, wird hier völlig ignoriert.

Alle Erfahrungswerte, die die aufgezählten Beispiele, auch aus jüngerer Zeit, liefern, können und müssen selbstverständlich hinsichtlich der Teilverkabelung Koppl / Eugendorf herangezogen werden und zwar unabhängig davon, dass es sich selbstverständlich nicht um „idente Anlagen“ handelt.

Auf Seite 260 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann eine Aussage gemacht, die die Eigenschaften eines Ringnetzes betreffen:

Dies ist aus betrieblicher Sicht der entscheidende Unterschied, da der Ausfall eines Segments des Ringnetzes zu gravierenden und langfristigen Störungen des gesamten Netzbetriebs führen würde.

Der Ausfall eines Segmentes in einem Ringnetz hat größere Auswirkungen auf den gesamten Netzbetrieb als der Ausfall eines Segmentes in einem vermaschten Netz. Dieser Sachverhalt ist aber **unabhängig** vom Betriebsmittel Kabel oder Freileitung. Für eine korrekte Beurteilung sind, wie nunmehr bereits mehrfach ausgeführt, die Nichtverfügbarkeit der Segmente und die n-1 Sicherheit des Netzes maßgebend.

In der CIGRE Broschüre [12] sind Angaben für die mittlere Ausfallrate von Kabeln und Kabelzubehör für die Spannungsebene 220 kV bis 500 kV jeweils pro 100 km Länge oder pro Anzahl der Elemente angegeben und unterteilt in innere und äußere Einwirkungen. Mit diesen Angaben soll hier beispielhaft eine Abschätzung der Zuverlässigkeit erfolgen.

Für das Kabel allein wird eine Ausfallrate von 0,133 Fehlern pro Jahr und 100 km Kabel angegeben. Für die Kabelmuffen und Kabelendverschlüsse sind Ausfallraten von 0,048 bzw. 0,050 pro Jahr und 100 Elemente angegeben. Für ein Kabelsystem mit 3 Kabeln und einer Systemlänge von 10 km sind 30 km Kabel sowie 27 Muffen (3 x 9) und 6 Kabelendverschlüsse erforderlich, wenn eine Transportlänge eines Kabelstückes 1000 m beträgt. Die Ausfallrate eines Kabelsystems ergibt sich dann zu 0,056, was bedeutet, dass im statistischen Mittel ein Fehler in einem Kabelsystem alle 18 Jahre auftritt. Ein gleichzeitiger Ausfall von beiden Kabelsystemen ergibt sich im statistischen Mittel alle 320 Jahre.

Die Berechnung der Kosten lässt viele Möglichkeiten zu, allerdings ist eine **Vollkostenrechnung** für einen gewählten Zeitraum für einen Vergleich die korrekte Methode. Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft werden auf Seite 260 Investitionskosten, Betriebskosten etc. aufgeführt und folgendes erwähnt:

Wie mehrere Studien [28], [54] zeigen, ist das Verhältnis der Vollkosten zwischen Kabel und FL üblicherweise geringer als jenes der Investitionskosten. Auch hier lassen sich aber keine verallgemeinernde Aussagen ableiten. Dennoch spricht auch der Vergleich der Vollkosten gegen eine Kabelausführung.

Trotz der Erkenntnis, dass keine verallgemeinernden Aussagen aus Studien ableitbar sind, wird von Prof. Handschin dennoch behauptet, dass der Vergleich der Vollkosten gegen eine Kabelausführung für das zur Diskussion stehende Projekt spreche. Diese Aussage könnte, wenn überhaupt, unter Ausblendung der sonstigen für die Entscheidung wesentlichen Kriterien, aber nur dann gemacht werden, wenn ein Vergleich der projektspezifischen Vollkosten anhand von detaillierter Trassenplanung vorliegt, was derzeit nicht der Fall ist.

Bezüglich der bisherigen Konzepte von Kabelausführungen wird im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft bemängelt, dass die Prüfung der Praxistauglichkeit für den Einsatz von 380 kV Kabeln fehle. Auch diese Behauptung ist unrichtig. Für die Anforderungen an die 380 kV Salzburgleitung liegen von namhaften Kabelherstellern Kabelausführungen vor, die bereits erfolgreich eingesetzt wurden.

Die Schlussfolgerung im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft auf Seite 260 lautet:

Die Umsetzung neuer Ideen zur Kabellegung oder die erstmalige Anwendung von noch nicht erprobten Methoden beinhaltet ein nicht abschätzbares Risiko und deshalb entsprechen derartige Lösungen nicht dem aktuellen Stand der Technik.

Im geplanten Projekt sollen **nicht** erstmalige Konzepte oder Anwendungen zur Kabellegung zur Anwendung kommen, sondern bereits an anderen Stellen **eingesetzte** Verfahren, so dass der Hinweis auf fehlende Entsprechung des aktuellen Standes der Technik **unbegründet** ist.

Der abschließende Absatz im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft befasst sich mit der Betriebsführung. Es wird im Einzelnen ausgeführt:

Der wichtigste Aspekt, der bei jeder Überlegung in Richtung einer alternativen Ausführung der beantragten Höchstspannungsleitung in Form eines Erdkabels zwingend zu berücksichtigen ist, betrifft die Betriebsführung in einem Ringnetz.

In einem derartigen Netz ist die zuverlässige Betriebsführung in jedem Ringsegment von größter Bedeutung, da der Ausfall eines Segmentes zu einer großen und nachhaltigen Störung des Netzbetriebs führen kann.

Die Feststellung, dass der Ausfall eines Segmentes in einem Ringnetz zu Störungen führen könne, ist systembedingt und hat wiederum nichts mit der Technologie des Übertragungssystems, Freileitung oder Kabel, zu tun. Wenn beide Technologien dieselbe Nichtverfügbarkeit aufweisen, gibt es **keinen Unterschied** zwischen Freileitung und Kabel bezüglich Störung des Netzbetriebes.

Auf Seite 260 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann zu dem hier zur Diskussion stehenden Projekt behauptet:

Entscheidend ist aber, dass eine Verkabelung im Projektgebiet aufgrund der teilweise extremen örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. Rutschhänge, Murenabgänge, Retentionsflächen oder Hochwassergebiet, vor dem Hintergrund der größtmöglichen Zuverlässigkeit und Sicherheit eines Ringnetzes nicht sinnvoll erscheint, wobei die hohen Mehrkosten erschwerend zu Lasten der Kabelausführung ins Gewicht fallen.

Diesem Kriterium, nämlich den „teilweise extremen örtlichen Gegebenheiten“ wird eine entscheidende Bedeutung zugeordnet. Tatsächlich liegen jedoch im vorgesehenen Gebiet Koppl und Eugendorf **keinesfalls** „extreme örtliche Gegebenheiten“ vor.

Die Mehrkosten bei einer Verkabelung können erst nach einer detaillierten Planung der Trassenführung ermittelt werden. Sämtliche in diesem Zusammenhang im Gutachten gemachten Feststellungen sind daher **nicht korrekt**.

Auf Seite 260 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird weiter ausgeführt, dass in einem der Gutachten zwar Möglichkeiten der Teilverkabelung aufgeführt werden, dass aber netzbetriebliche Aspekte wie Ein- und Ausschalten sowie Netzwiederaufbau nicht behandelt werden [5].

In dem erwähnten von der APG in Auftrag gegebenen Gutachten steht allerdings auf Seite 81:

Weitere ausführliche Untersuchungen zu den Überspannungen beim Ein- und Ausschalten langer 380-kV-Kabelstrecken sowie bei Blitzeinwirkungen bei kombinierten Strecken aus Kabeln und OHL sind in den beiden Studien [14, 16] ausführlich beschrieben. Diese Studien wie auch die Ergebnisse eigener, ausführlicher Untersuchungen transienter Vorgänge bei Zwischenverkabelungen führen zu dem Schluß, dass bei geeigneter Auslegung der Kabelanlagen und Beschaltung der Kabelleiter und auch der Kabelschirme mit richtig bemessenen Überspannungsableitern von einem verlässlichen Verhalten der Kabel in allen denkbaren Betriebssituationen auszugehen ist.

Die Darstellung im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft ist bezüglich der netzbetrieblichen Aspekte wie Ein- und Ausschalten falsch. Das Verhalten beim Netzwiederaufbau war nicht Teil der Aufgabenstellung für das Gutachten.

Mit Seite 261 ist der Abschnitt Kabellösungen und Teilverkabelung des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft beendet und es werden dort noch einmal die wichtigsten Gesichtspunkte aufgeführt. Die Zitate aus dem Gutachten sind im Folgenden wie bisher zur besseren Übersicht kursiv dargestellt.

Für das Verhalten von Kabelstrecken in einem 380-kV-Ringnetz, das nur aus FL aufgebaut ist, gibt es bisher keine betrieblichen Erfahrungen.

Wäre das geplante 380 kV Ringnetz tatsächlich, wie im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft behauptet weltweit einmalig, dann bestünden keine betrieblichen Erfahrungen für eine gänzlich identische Anlage. Dies ist jedoch, wie oben bereits ausgeführt, nicht erforderlich, da für die Kabeltechnologie eine Vielzahl von Betriebserfahrungen vorliegen, die jedenfalls auf die Teilverkabelung Koppl / Eugendorf übertrag- und anwendbar sind. Keine Anlage ist identisch mit einer bereits bestehenden Anlage.

Beim Zuschalten von Kabeln (z.B. im Rahmen des Netzwiederaufbaus) tritt im Vergleich zur FL ein hoher Stromstoß auf. Während diese Einschaltstromunterschiede u.U. für die Schutzeinrichtungen kein erhebliches Problem darstellen, kann es dadurch zu größeren Belastungen der Betriebsmittel (Schalter, usw.) kommen, wobei insbesondere die kapazitiven Ströme zu berücksichtigen sind [66]. Auch die Reihenfolge der Schalthandlungen mit und ohne Kompensationsspulen ist zu berücksichtigen bzw. vorzugeben.

Da es sich in diesem Projekt nur um eine relativ kurze Kabelstrecke ohne Kompensationseinrichtungen handelt, sind die Bedenken **ohne Bedeutung** (siehe auch [4 und 5]).

Im Störfall ist bei einer Teilverkabelung eine automatische Wiedereinschaltung (AWE) nur dann möglich, wenn ein Schutz- und Erkennungssystem installiert ist, das erkennt, ob der Fehler im FL- oder Kabelabschnitt erfolgt ist. Anderenfalls würde ein Fehler bzw. eine Störung in der Kabelstrecke zu einer weiteren Schadensausbreitung auf die betroffenen Kabelmuffen oder die Isolation führen. Dieses Schutzsystem benötigt eine Fremdenergieversorgung, die in der Kabelübergangsstation eingebaut sein muss.

Eine Anpassung der Schutzsysteme bei Teilverkabelung ist erforderlich. In [4] wird eindeutig erläutert, welcher Schutz bei einer Teilverkabelung einzusetzen ist. Dort heißt es auf Seite 24:

Da Kurzschlüsse in Kabeln und GIL immer zu Schäden an der Kurzschlussstelle führen, die eine sofortige Abschaltung erfordern, macht eine Kurzunterbrechung keinen Sinn, so dass eine Änderung des Netzschutzkonzeptes erforderlich ist. Als Schutz vor Kurzschlüssen ist ein Differentialschutz vorzusehen. Der Differentialschutz vergleicht die Ströme am Anfang und Ende der Leitung. Ist die Leitung fehlerfrei, so sind die Ströme am Anfang und Ende gleich. Bei einem Kurzschluss tritt eine Stromdifferenz auf, die zur sofortigen Abschaltung führt. Um die Ströme an beiden Leitungsenden vergleichen zu können, müssen die Messwerte über Lichtwellenleiter dem Differentialschutz zugeführt werden.

Somit ist **keine Fremdenergieversorgung** an der Kabelübergangsstation erforderlich.

Kompensationsmaßnahmen können auch zur Spannungskompensation erforderlich werden. Das kann auch schon bei relativ kurzen Teilverkabelungsstrecken mit einigen Kilometern Länge notwendig werden.

Nach [4] sind bis zu 15 km Kabellänge keine Kompensationsmaßnahmen erforderlich.

Mit einer Teilverkabelung der 380-kV-Salzburgleitung würde der Netzwiederaufbau wegen der unsicheren Energieversorgung der Schutzeinrichtungen im Störfall und auch wegen der geänderten elektrischen Eigenschaften an den Kabelübergangsstationen erschwert und damit eine zusätzliche, erhebliche Risikokomponente in diesen kritischen Prozess eingefügt.

Da keine Energieversorgungen für Schutzeinrichtungen erforderlich sind (gemeint sind Schutzeinrichtungen in der Kabelübergangsstation) und die geänderten elektrischen Eigenschaften an den Kabelübergangsstationen, hier vermutlich der geänderte Wellenwiderstand und damit verbundene mögliche Spannungsüberhöhungen, durch Überspannungsableiter beherrscht werden, entstehen **keine zusätzlichen Risiken**.

Die Zugänglichkeit zu den Kabeln und insbesondere zu den Muffenplätzen muss im Störfall und bei Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten jederzeit gewährleistet sein. Demgegenüber sind FL deutlich besser zugänglich.

Die Beurteilung der Zugänglichkeit zu den Kabeln und Kabelmuffen ist bereits in den Reparaturzeiten und der Beurteilung der Nichtverfügbarkeit enthalten. Ob Freileitungen besser zugänglich sind, hängt auch von den örtlichen Gegebenheiten ab und ist nicht mit einer pauschalen Aussage zu bewerten.

Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass die Verkabelung oder Teilverkabelung der 380-kV- Salzburgleitung aufgrund der topographischen Verhältnisse sowie aus betrieblichen Gründen und nicht zuletzt aufgrund der erheblichen Mehrkosten ausscheidet.

Die Argumentation sowohl hinsichtlich der topografischen Verhältnisse als auch der betrieblichen Gründe wurde bereits ausführlich widerlegt. Die Frage der Mehrkosten, insbesondere der behaupteten erheblichen Mehrkosten, wurde ebenfalls bereits dargelegt. Es sind die Vollkosten zu ermitteln, die erst bei Vorliegen einer konkreten Teilverkabelungstrasse zuverlässig bestimmbar sind.

Auf Seite 266 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft ist eine Zusammenfassung des Kapitels 3 „Andere Lösungsvarianten“ zu finden, unter dem neben der sogenannten Nullvariante (3.1), Hochtemperaturseile (3.2), Temperaturüberwachung der Leiterseile (thermal rating) (3.3), Gasisolierte Leitungen (GIL) (3.5), Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ (3.6), Supraleiter (3.7), Dezentrale Erzeugung aus erneuerbaren Energien (3.8) auch der Einsatz von Kabel im Abschnitt Kabellösungen und Teilverkabelung (3.4) behandelt wurde. Es heißt dort:

Die 380-kV-Salzburgleitung in zweisystemiger Ausführung als FL mit teilweiser Mitführung von 110-kV- Leitungssystemen wird im Hinblick auf die Bedarfsanalyse und den Vergleich unterschiedlicher Lösungsvarianten als die günstigste und den Anforderungen am besten entsprechende Lösungsvariante bewertet. Dies gilt in Bezug auf die Versorgungssicherheit, die energiewirtschaftlichen und betrieblichen Aspekte sowie die Kosten.

Die im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft aufgeführte Zusammenfassung ist fachlich unrichtig und kann so nicht akzeptiert werden. Der Einsatz von Kabeln als Teilverkabelung wurde nur negativ dargestellt. Die Versorgungssicherheit, die energiewirtschaftlichen und die betrieblichen Aspekte wurden immer zu Ungunsten der Alternative Kabel bewertet. Zudem ist die Bewertung der Kosten nur nach detaillierter Planung und Festlegung der Trasse möglich. Somit kann der im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft enthaltene Vorschlag nicht ohne sachgerechte Prüfung von Alternativen als „...die günstigste und den Anforderungen am besten entsprechende Lösungsvariante“ bewertet werden.

Zur Begründung der Bewertung wird im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft weiter ausgeführt:

Alle in diesem Kapitel untersuchten Alternativen sind nicht geeignet, die beantragte 380-kV-Salzburgleitung adäquat zu ersetzen; d.h. es gibt zu der beantragten 380-kV FL aus energietechnischer und -wirtschaftlicher Sicht keine brauchbare technische Alternative, die dem aktuellen Stand der Technik entspricht.

Hier wird noch einmal das **nicht zutreffende Argument „nicht Stand der Technik“** eingesetzt, was in diesem Gutachten bereits an anderer Stelle dargelegt wurde.

Im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft ist in der Zusammenfassung (Seite 266) dann weiter ausgeführt:

Aus betrieblichen Gründen kann die beantragte 380-kV-Verbindung der NK St. Peter und Tauern daher nur als FL realisiert werden. Denn nur diese Technik entspricht aus betrieblicher Sicht dem heutigen Stand der Technik für den vorgesehenen Verwendungszweck.

Erneut wird das **nicht zutreffende Argument „nicht Stand der Technik“** bemüht. Die Kabeltechnologie entspricht jedenfalls dem Stand der Technik.

Zur nochmaligen Verdeutlichung der Empfehlungen im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft sind die im Abschnitt 5 Fazit des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft aufgeführten Aussagen auszugsweise hier wiedergegeben:

Der Bau der neuen Leitung als Freileitung entspricht dem Stand der Technik und stellt im Hinblick auf die Alpenkonvention die beste verfügbare Technik dar.

Diese Aussage ist nicht korrekt, da Kabel dem Stand der Technik entsprechen. Kabel sind somit auch im Hinblick auf die Alpenkonvention als beste verfügbare Technik zu bezeichnen.

Insbesondere die Alternative der Verkabelung/Teilverkabelung entspricht beim Einsatz in einem 380-kV-Ringnetz aus betrieblicher Sicht nicht dem Stand der Technik.

Zum wiederholten Male wird das **nicht zutreffende Argument „nicht Stand der Technik“** für die deutlich erkennbare ablehnende Haltung gegenüber dem Einsatz von Kabeln verwendet.

3.2 Nachvollziehbarkeit

Die im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft im Abschnitt 3.4 Kabellösungen und Teilverkabelung (Seiten 252 bis 261) enthaltenen Ausführungen bezüglich der Thematik „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN - 380-KV-SALZBURGLEITUNG“ sind geprägt von der Behauptung, dass in diesem angeblich weltweit einzigartigen Netz (Ringnetz) nur eine Freileitung als Übertragungssystem in Frage komme. An zahlreichen Stellen werden von Prof. Handschin Annahmen gemacht und Forderungen erhoben, die durch sogenannte „Totschlagargumente“ keine andere Alternative als Freileitung zulassen sollen.

Im Abschnitt 3.4 ist auch nicht erkennbar, dass eine sachgerechte Beurteilung einer Variante mit Teilverkabelung in Betracht gezogen wurde. Auch wenn Quantität nicht mit Qualität verwechselt werden darf, sollen hier wenige Beispiele diese Aussage belegen (weitere Einzelheiten sind detailliert im Abschnitt 3.1 Schlüssigkeit dieses Gutachtens aufgeführt).

Der Abschnitt 3.4 Kabellösungen und Teilverkabelung umfasst insgesamt 10 Seiten. Davon betreffen fast alle 10 Seiten Darstellungen und Erläuterungen, warum der Einsatz von

Kabeln nicht möglich bzw. mit großen Problemen und Risiken verbunden sei. Lediglich ganz wenige Zeilen beschreiben die Vorteile des Einsatzes von Kabeln, die hier noch einmal zitiert werden sollen (Seite 252/253 Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft):

Als Vorteile einer Kabelausführung sind die geringe Sichtbarkeit im offenen Gelände, die weitgehende Unabhängigkeit von Wettereinflüssen und die Wartungsarmut zu nennen. Darüber hinaus sind die Übertragungsverluste eines Kabels im Vergleich zur FL geringer.

Es wird weiterhin behauptet:

Zur thermischen Festigkeit bezüglich der XLPE-Kabel in der 380-kV Spannungsebene ist anzumerken, dass die in der Literatur oft angegebene maximale Kabeltemperatur von 90°C aus betrieblicher Sicht ein hohes Risiko darstellt.

Alle namhaften Kabelhersteller geben jedoch als maximale Leitertemperatur unter normalen Betriebsbedingungen 90°C an.

In Ergänzung zu den angeblich risikobehafteten Temperaturgrenzen folgen dann weitere Behauptungen:

In der betrieblichen Praxis wird daher mit einer darunter liegenden Betriebstemperatur gearbeitet, weil dadurch die Lebensdauer des Isoliermaterials verlängert wird. Es ist damit zu rechnen, dass sich in dem auf Polyäthylen basierenden Isolationsmaterial eventuell vorhandene Materialfehler ausbreiten und zu Fehlern (Ausfällen) führen können.

Die in der betrieblichen Praxis niedrigeren Temperaturen sind dadurch bedingt, dass im Allgemeinen die Kabel nicht mit dem thermisch zulässigen Strom sondern mit einem geringeren Strom dauerhaft beansprucht werden. Da die Temperatur sich aber quadratisch zur Stromstärke ändert, bedeutet ein niedriger Betriebsstrom eine dauerhaft niedrigere Temperatur. Der Umkehrschluss, dass Kabel wegen der Verlängerung der Lebensdauer mit niedrigerer Temperatur betrieben werden, ist nicht korrekt.

Da Kabelreparaturen im Mittel länger dauern als Reparaturen an Freileitungen wird im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/ Energiewirtschaft behauptet:

Erfahrungsgemäß gibt es weder bei den Kabelherstellern noch den ÜNB ständig einsatzbereite Spezialisten für die Reparatur allfälliger Kabelfehler im Höchstspannungsnetz.

Namhafte Kabelhersteller bieten einen Reparaturservice mit einsatzbereiten Spezialisten an.

3.3 Plausibilität

Zur Beurteilung der Plausibilität des Gutachtens Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft wird auf die ausführlichen Ausführungen im Abschnitt **3.1 Schlüssigkeit** dieses Gutachtens verwiesen.

3.4 Richtigkeit

Zur Beurteilung der Richtigkeit der im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft enthaltenen Aussagen wird auf die ausführlichen Ausführungen im Abschnitt **3.1 Schlüssigkeit** und Abschnitt **3.2 Nachvollziehbarkeit** des vorliegenden Gutachtens „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN - 380-KV-SALZBURGLEITUNG“ verwiesen.

3.5 Vollständigkeit

Die Ausführungen im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft für den Abschnitt Salzburg sind im Hinblick auf die Beschreibung der Ausgangssituation und Notwendigkeit, mit den rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten und Pflichten, den zukünftigen Herausforderungen und den betrieblichen Aspekten vollständig.

Die Ausführungen im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft sind **unvollständig** im Abschnitt „Andere Lösungsvarianten - “ Kabellösungen und Teilverkabelung“, da hier nur die Freileitung favorisiert und mögliche Kabellösungen nicht hinreichend begutachtet werden.

4 Reparaturzeiten

Da im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft die Reparaturzeiten häufig als Begründung für die Ablehnung des Einsatzes von Kabeln aufgeführt wird, soll dieser Punkt hier noch einmal näher betrachtet werden.

Die Reparaturzeiten an Kabeln sind naturgemäß länger, da z. B. bei einem Durchschlag des Kabels ein Kabelschnitt und der Einsatz eines neuen Kabelstückes mit zwei Kabelmuffen erforderlich sind.

Bei Freileitungen tritt in der Regel ein Fehler an einem Isolator oder an einer Leitung auf. Diese Fehler sind in kürzerer Zeit im Vergleich zu einem Kabelfehler reparierbar. Bei einem Fehler an einem Leitungsmast z. B. durch Sturm oder Eislast, liegt die Reparaturzeit sicher in der gleichen Größenordnung wie beim Durchschlag eines Kabels. Beim Vergleich ist jedoch zu beachten, dass bei Ausfall eines Mastes beide Freileitungssysteme betroffen sind, während bei einem Durchschlag eines Kabels nur ein Kabelsystem ausfällt. Ob bei einem Mastbruch die in Übertragungsnetzen geforderte n-1 Bedingung noch erfüllt werden kann, hängt von der Übertragungskapazität der benachbarten Leitungen und dem Netzzustand ab.

Die alleinige Betrachtung der Reparaturzeit ist falsch, da die Häufigkeit eines Ausfalles mitberücksichtigt werden **muss**. Wie bereits mehrfach dargelegt, hängt die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) sowohl von der Reparaturzeit als auch von der Fehlerhäufigkeit ab. Die Fehlerhäufigkeit beim Kabel ist deutlich geringer als bei der Freileitung. Jede Reparatur setzt selbstverständlich das Vorliegen eines Fehlers voraus.

Eine Abschätzung der Reparaturzeit für die Teilverkabelung im Bereich der Gemeinden Koppl und Eigendorf mit einer Länge der Kabelstrecke von ca. 10 km wurde bereits auf Seite 19 dieses Gutachtens vorgenommen. Für ein Kabelsystem von 10 km Länge mit einer Stücklänge pro Kabel von 1000 m und den erforderlichen Kabelverbindungen und Kabelabschlüssen ergibt sich nach [12] eine Fehlerrate von 0,0307 pro Jahr, was einem Fehler in ca. 33 Jahren entspricht.

5 Redundanz

Im Hinblick auf eine mögliche Redundanz ist zu beachten, in welcher Form Arbeiten bei einem Fehler durchgeführt werden dürfen und inwieweit noch intakte Systeme davon betroffen sind.

Gemäß einer Stellenausschreibung der APG und der Elektroschutzverordnung (ESV) sollen grundsätzlich Arbeiten unter Spannung ausgeführt werden dürfen. Dies würde bedeuten, dass grundsätzlich Freileitungssysteme nicht immer vollständig abgeschaltet werden müssten, wenn Arbeiten an einem Freileitungssystem durchgeführt werden. Nähere spezifische Einzelheiten oder auch mögliche Einschränkungen sind in den Betriebsanweisungen der jeweiligen Betreiber zu finden. Treten jedoch Fehler im Freileitungssystem auf, die zur Vornahme der Reparatur eine komplette Ausschaltung erfordern, oder kommt es zum Umbrechen von Freileitungsmasten auf Grund von Einwirkungen durch extreme Witterungsverhältnisse oder Umweltkatastrophen (Höhere Gewalt, wie Sturm, Blitzschlag, Vereisungen, Überschwemmungen, Muren, Steinschlag, etc.), dann ist die Stromversorgung für den Zeitraum der Reparatur komplett unterbrochen. Insbesondere geht hierbei auch die n-1 Sicherheit des Doppelsystems verloren.

Bei Arbeiten an Kabeln sind ebenfalls die Betriebsanweisungen des Betreibers zu beachten. Es ist durchaus machbar, an einem Kabelsystem zu arbeiten, während das andere Kabelsystem noch in Betrieb ist. Eine mögliche Gefährdung kann durch eine Analyse des Fehlers beurteilt werden, indem z. B. ein zufälliger Fehler anders als ein systematischer Fehler zu bewerten ist.

Im vorliegenden Projekt TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-KV-SALZBURGLEITUNG soll die zweisystemige Freileitung durch 4 Kabelsysteme weitergeführt werden, das heißt zwei Kabelsysteme pro Freileitungssystem. Ein System besteht dabei aus 3 Leitern und somit auch aus drei einzelnen Kabeln. Da bei Ausfall eines Freileitungssystems das noch intakte Freileitungssystem die weiterhin volle Leistung übertragen soll, wird das Kabelsystem auch für diesen Fall ausgelegt. Daraus ergeben sich nun folgende Szenarien für mögliche Betriebsfälle:

Normalbetrieb

die Übertragungsleistung von 100 % wird zu 50 % auf je ein Freileitungssystem aufgeteilt, was 25 % für je ein Kabelsystem bedeutet. Dieser Betriebsfall ist somit völlig unkritisch.

Ausfall eines Freileitungssystems

die Übertragungsleistung von 100 % muss zu 100 % vom intakten Freileitungssystem beherrscht werden, was 50 % für je ein Kabelsystem bedeutet. Dieser Betriebsfall wird ohne Einschränkungen beherrscht.

Ausfall eines Kabelsystems

die Übertragungsleistung von 100 % wird zu 50 % auf je ein Freileitungssystem aufgeteilt, was für die intakten Kabelsysteme eine unterschiedliche Beanspruchung bedeutet. Das dem fehlerhaften Kabelsystem benachbarte Kabelsystem desselben Freileitungssystems übernimmt 50 % der Übertragungsleistung, die beiden anderen

Kabelsysteme je 25 %. Damit kann auch bei einem Ausfall eines Kabelsystems weiterhin die gesamte Leistung übertragen werden, ohne dass ein Betriebsmittel überlastet wird.

Die Redundanz beim Freileitungssystem gilt selbstverständlich nicht für jene Fälle, wenn bei einer Reparatur das gesamte System abgeschaltet werden muss oder wenn durch Umwelteinwirkungen Freileitungsmasten umbrechen.

Die angeführten Betriebsfälle zeigen eindeutig, dass die ständig als Argument gegen Kabel herangezogene Reparaturdauer **bei Kabeln durch die geplante Redundanz in diesem Projekt keine Bedeutung** hat.

Die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) der Betriebsmittel Freileitung oder Kabel hängt somit ganz wesentlich von der Ausfallshäufigkeit (Fehlerhäufigkeit), die beim Kabel deutlich geringer als bei der Freileitung ist, und von der Redundanz ab. Die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) des Kabelsystems ist somit zumindest gleichwertig mit der geplanten Freileitung.

6 Kosten

In allen Gutachten und Stellungnahmen wird darauf hingewiesen, dass eine Ermittlung der Kosten, sowohl Investitionskosten als auch Vollkosten, nur dann sinnvoll erfolgen kann, wenn die genaue Trassierung der Leitung und die dazugehörigen örtlichen Gegebenheiten bekannt sind. Auf Seite 260 des Gutachtens Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft wird eine pauschale Aussage gemacht:

Die Investitionskosten für die Verkabelung sind bis zum 10-fachen höher als für FL [54]. In ungünstigem Gelände können sie noch höher sein, wobei von Faktoren von bis 15 gesprochen wird, wenn es sich um Hochleistungsdoppelstromkreise handelt und wenn spezielle Strukturen erforderlich sind, z.B. Projekte, bei denen Kabeltunnel gebaut werden müssen [29].

In [8] werden hingegen für die Vollkosten Faktoren zwischen 0,66 und 1,83 geschätzt.

Eine Abschätzung der Kosten für die Teilverkabelung soll hier einmal grundsätzlich aufzeigen, um welche Größenordnung es geht. Unter der Annahme einer 10 km Teilverkabelung, die 10-fach höhere Kosten im Vergleich zur Freileitung verursacht (was unrealistisch ist und mit anderen Abschätzungen nicht übereinstimmt), ergibt sich folgende Situation. Die Kosten der gesamten Strecke (100 km) als Freileitung werden zu 100 angenommen. 10 km Freileitung kosten dann 10. Die Verkabelung eines Abschnittes von 10 km kostet dann gemäß der oben genannten Annahme $10 \times 10 = 100$. Die restlichen 90 km Freileitung kosten 90, so dass Gesamtkosten von 190 entstehen, was einem Faktor von 1,9 entspricht.

Falls die Kosten der Teilverkabelung nur um den Faktor 3 größer als die Kosten einer Freileitung sind ergibt sich nur noch ein Faktor von 1,2.

7 Stand der Technik

380 kV Kabel sind an mehreren Stellen weltweit in Betrieb und es liegen gute Betriebserfahrungen vor. Die bisher eingesetzten Kabel sind immer besondere Lösungen für den jeweiligen Anwendungsfall, so dass es keine 1:1 Anwendung gibt. Die Zuverlässigkeit eines Kabels hängt aber nicht vom Einsatzort ab. Im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft wird häufig das Argument der Ringleitung verwendet, um den Einfluss einer Störung, die beim Kabel mit geringerer Wahrscheinlichkeit auftritt aber mit längerer Reparaturzeit verbunden ist, besonders hervorzuheben.

Im Abschnitt 5 dieses Gutachtens wird aber gezeigt, dass die längere Reparaturzeit für ein Kabel aufgrund der Redundanz in diesem Projekt „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-KV-SALZBURGLEITUNG“ **keine Bedeutung** hat.

Die im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft an vielen Stellen erwähnten besonderen Bedingungen eines Ringnetzes (Einmaligkeit) im Vergleich zu einem Maschennetz sind systemabhängige und nicht technologieabhängige Bedingungen, die nicht mit dem nicht zutreffenden Hinweis „nicht Stand der Technik“ abgehandelt werden können.

Der Einsatz eines 380 kV Kabels in einer Teilverkabelung entspricht dem Stand der Technik aus der Sicht der Kabeltechnologie.

8 Örtliche Gegebenheiten

Der Einfluss von örtlichen Gegebenheiten auf die Trassierung und Kosten kann nur bei detaillierter Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten bewertet werden. Auf Seite 260 des Gutachtens Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft wird dann zu dem hier zur Diskussion stehenden Projekt behauptet, dass

eine Verkabelung im Projektgebiet aufgrund der teilweise extremen örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. Rutschhänge, Murenabgänge, Retentionsflächen oder Hochwassergebiet, vor dem Hintergrund der größtmöglichen Zuverlässigkeit und Sicherheit eines Ringnetzes nicht sinnvoll erscheint, wobei die hohen Mehrkosten erschwerend zu Lasten der Kabelausführung ins Gewicht fallen.

Wie bereits ausgeführt, sind im vorgesehenen Gebiet der Gemeinden Koppl und Eugendorf überhaupt keine extremen örtlichen Gegebenheiten vorhanden.

Die Mehrkosten bei einer Verkabelung können, wie bereits mehrfach ausgeführt, erst nach einer detaillierten Planung der Trassenführung ermittelt werden. Die im Gutachten Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft gemachten Feststellungen sind daher **nicht korrekt**.

9 Alpenkonvention

In der Alpenkonvention und dem dazugehörigen Ausführungsprotokoll „Energie“ [25 und 26] wird folgendes Ziel erwähnt

eine Natur und landschaftsschonende sowie umweltverträgliche Erzeugung, Verteilung und Nutzung der Energie durchzusetzen und energieeinsparende Maßnahmen zu fördern

und das Ausführungsprotokoll fordert dann

dass die beste verfügbare Technik zur Vermeidung oder Verringerung von Umweltbelastungen soweit wie möglich angewendet werden soll und dass unter den verschiedenen Möglichkeiten gegebenenfalls auch der Abbau stillgelegter umweltbelastender Anlagen vorzusehen ist.

Für die Vermeidung oder Verringerung von Umweltbelastungen ist die Kabeltechnologie die beste verfügbare Technik.

10 Zusammenfassung

Das gegenständliche Gutachten zu „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-kV SALZBURGLEITUNG“ befasst sich mit dem Umweltverträglichkeitsgutachten 380 kV Salzburgleitung Netzknoten St.Peter – Netzknoten Tauern, Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft, und der darin ausgeführten Aussagen im Hinblick auf eine Teilverkabelung im Gebiet der Gemeinden Koppl und Eugendorf, wobei viele Aspekte auch auf die grundsätzliche Fragestellung Freileitung oder Kabel angewandt werden können.

Das gegenständliche Gutachten „TEILVERKABELUNG IN SENSIBLEN GEBIETEN 380-kV SALZBURGLEITUNG“ befasst sich somit mit den Aussagen im Umweltverträglichkeitsgutachten „Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft“ von Prof. Handschin sowie mit der Realisierbarkeit einer Teilverkabelung unter Berücksichtigung der Aspekte der Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) insbesondere der Fehlerhäufigkeit, Redundanz und Reparatur.

10.1 Zum Gutachten Prof. Handschin, Umweltverträglichkeitsgutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/Energiewirtschaft:

Das Gutachten geht in vielen wesentlichen Bereichen von falschen Annahmen aus und darüber hinaus sind die gezogenen Schlüsse überwiegend unrichtig.

Folgende wesentliche Aussagen treffen nicht zu:

- *Die Versorgungssicherheit bei einem bestehenden Netz wird – entgegen den Behauptungen – unabhängig davon bestimmt, ob ein Maschennetz oder ein Ringnetz vorliegt und ist auch unabhängig von den Komponenten (Freileitung oder Kabel) in diesem Übertragungssystem, sondern sie wird durch die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) der Komponenten bestimmt.*
- *Unvollständig und damit unrichtig ist die Kostenbetrachtung. Bei der Kostenbetrachtung sind immer die Vollkosten zu bewerten und nicht die Investitionskosten. Alle Angaben, ohne detaillierte Trassenfestlegung, sind somit spekulativ.*
- *Unrichtig ist die Behauptung, dass Muffenbauwerke erforderlich sind. Muffen sind bei Kabellängen über 1.000 Meter notwendig, können aber im Zuge des Kabels ohne Bauwerke eingefügt werden.*
- *Unrichtig ist die Behauptung, dass Kompensationsmaßnahmen erforderlich sind.*
- *Unrichtig sind die Behauptungen hinsichtlich einer Leitertemperatur im Kabel von 90°C (Nennwert) für die Häufigkeit des Auftretens und für ihren Einfluss auf die Betriebstüchtigkeit.*
- *Unrichtig ist die Behauptung, es stünden keine ständig einsatzbereiten Spezialisten für die Reparatur allfälliger Kabelfehler zur Verfügung.*

- *Unrichtig ist die Behauptung, dass im Projektgebiet, konkret bezogen auf die Gemeinden Koppl und Eugendorf „extreme örtliche Gegebenheiten“, gegeben seien.*
- *Unrichtig ist die Behauptung, dass die Freileitung die günstigste und den Anforderungen am besten entsprechende Lösungsvariante ist und dass es keine brauchbare technische Alternative gibt, die dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Diese Behauptung ist bereits deshalb nicht nachvollziehbar, da im Gutachten keine sachgerechte Bewertung der alternativen Kabel enthalten ist. Im Gutachten werden die vermeintlichen Nachteile einer Kabellösung auf 8 Seiten beschrieben, deren Vorteile mit 3,5 Zeilen.*
- *Unrichtig ist die Behauptung, dass die Alternative der Teilverkabelung selbst beim Einsatz in einem 380 kV Ring aus betrieblicher Sicht nicht dem Stand der Technik entspreche.*

10.2 Realisierbarkeit einer Teilverkabelung insbesondere unter Berücksichtigung der Aspekte der Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) insbesondere der Fehlerhäufigkeit, Redundanz und Reparatur

Zunächst wird klargestellt, dass selbst bei Ergänzung des 380 kV Ringes durch die 380 kV Salzburgleitung der jetzige unvollständige Ring immer noch nicht vollständig geschlossen wäre. Ein Ringnetz auf der 380 kV Ebene ist somit zurzeit nicht gegeben und wäre auch bei Umsetzung der 380 kV Salzburgleitung nicht gegeben.

Abgesehen davon ist es irrelevant, ob das Betriebsmittel Kabel in einem vermaschten Netz oder in einem Ringnetz eingesetzt wird. Entscheidend allein ist, ob das eingesetzte Betriebsmittel die Anforderungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) erfüllt, wobei sowohl für das Kabel als auch für die Freileitung selbstverständlich die gleichen Anforderungen gelten. Somit müssen bezüglich der zuverlässigen Betriebsführung selbstverständlich hohe Anforderungen an Übertragungsnetze gestellt werden, dies jedoch **unabhängig** von der Topologie des Netzes (Ringnetz oder Maschennetz) und dies auch gänzlich **unabhängig** von der Technologie der Übertragungssysteme (Freileitung oder Kabel).

Die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit) hängt von der Fehlerhäufigkeit (Ausfallsrate) und der sich danach ergebenden Reparaturzeit ab. Die Fehlerhäufigkeit ist bei einem Kabelsystem deutlich geringer als bei einer Freileitung. Selbst wenn ein solcher Fehler auftritt, gewährleistet die Redundanz im Kabelsystem die volle Verfügbarkeit, sodass eine allenfalls längere Reparaturzeit keinen Nachteil im Verhältnis zwischen Freileitungen / Kabel darstellt. Die ständig als Argument gegen Kabel herangezogene Reparaturdauer bei Kabeln hat somit durch die geplante Redundanz im Projekt Koppl / Eugendorf keine Bedeutung.

Im Ergebnis ist das Betriebsmittel Kabel auf Grund seiner geringeren Ausfallsrate und der Redundanz zumindest gleich zuverlässig wie die Freileitung.

Betriebserfahrungen mit VPE isolierten Kabeln liegen seit 1960 vor. Seit 1988 stehen VPE Kabel in der 380 kV Ebene und sogar in der 500 kV Ebene zur Verfügung. 380 kV Kabel sind an mehreren Stellen weltweit im Betrieb. Es liegen somit gute Betriebserfahrungen vor. Auch alle im Gutachten Handschin aufgezählten Beispiele der Teilverkabelung und auch die Beispiele der Teilverkabelung aus jüngerer Zeit liefern Betriebserfahrungswerte, die auf die Teilverkabelung Koppl und Eugendorf übertragbar sind.

Einer Pressemitteilung der Vereinigung der europäischen Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E und der Vereinigung von Kabelherstellern ist zu entnehmen [22]:

„380-Kilovolt-Erdkabel sind Stand der Technik und werden weltweit eingesetzt. Europäische Unternehmen sind hierbei führend.“

Diese Mitteilung bezieht sich sogar auf ein Ringnetz. Es ist somit eindeutig, dass die Aussage von Prof. Handschin im Gutachten Fachbereich Energiesysteme/ Energietechnik/ Energiewirtschaft „380 kV Hochspannungskabel entsprechen nicht dem Stand der Technik“ nicht aufrechterhalten werden kann.

Der Einsatz eines 380 kV Kabels in einer Teilverkabelung entspricht somit dem Stand der Technik aus kabeltechnologischer Sicht.

Kabelstrecken werden in anderen Ländern Europas eingesetzt und es wird nirgends der Stand der Technik angezweifelt. Von identischen Anlagen ist in der Definition des Standes der Technik nicht die Rede.

11 Kommentare zum Genehmigungsbescheid nach dem UVP-G 2000 idgF vom 14. Dezember 2015 Zl. 20701-1/43.270/3152-2015

Vorbemerkungen

Die folgenden Kommentare beziehen sich auf das in der Überschrift genannte Dokument. Die kursiv dargestellten Textpassagen sind wörtliche Zitate aus dem Dokument.

Zu 2.13.1.2 Vorteilhaftige Auswirkungen (a) (Seite 93)

Der Bau der neuen Leitung als Freileitung entspricht dem Stand der Technik und stellt im Hinblick auf die Alpenkonvention die beste verfügbare Technik dar.

Inbesondere die Alternative der Verkabelung/Teilverkabelung entspricht beim Einsatz in einem 380-kV-Ringnetz aus betrieblicher Sicht nicht dem Stand der Technik.

Hier werden die Argumente „Freileitung = Stand der Technik“ und „Verkabelung/Teilverkabelung in einem 380-kV-Ringnetz = nicht Stand der Technik“ aus dem Gutachten Handschin zitiert. Der Stand der Technik bei Freileitungen wird mit der Alpenkonvention und dem Begriff beste verfügbare Technik verbunden, während beim Thema Kabel wieder das Ringnetz herangezogen wird, allerdings hier aus betrieblicher Sicht und nicht aus technologischer Sicht. Die betriebliche Sicht beinhaltet aber Verfügbarkeit und die ist bei einer Teilverkabelung nicht geringer als bei einer Freileitung.

Zu 2.1.2 gutachterliche Ausführungen und rechtliche Erwägungen (Seite 104)

Die technische Alternative einer Voll- oder Teilverkabelung entspricht nicht dem Stand der Technik, da es nach den dortigen Ausführungen weltweit keine vergleichbaren Anlagen in einem vergleichbaren netztechnischen und topografischen Rahmen, nämlich in einem 380- kV-Ringnetz mit Leitungen im voralpinen und alpinen Raum ohne vermaschte Netze gibt.

Hier werden erneut die Formulierungen von Prof. Handschin übernommen, die sich darauf berufen, dass es weltweit keine vergleichbare Anlage in einem 380 kV Ringnetz gibt. Für die Aussage der „Einmaligkeit“ werden Netztechnik, Topografie, voralpiner und alpiner Raum und fehlende Vermaschung herangezogen. Mit dieser Vielzahl von Parametern ist der Nachweis der „Einmaligkeit“ einfach und gemäß Prof. Handschin somit Vollverkabelung oder Teilverkabelung nicht Stand der Technik. Da gemäß Prof. Handschin jedes Vorhaben im Einzelfall betrachtet werden muss, wäre der Einsatz einer Vollverkabelung oder Teilverkabelung nur dann Stand der Technik, wenn es bereits eine identische Anlage gäbe, woraus der Schluss gezogen werden muss, dass eigentlich kein neues Projekt möglich wäre, da im Einzelfall fast immer ein Parameter nicht vergleichbar ist. Von identischen Anlagen ist jedoch in der Definition des Begriffes „Stand der Technik“ nicht die Rede.

Zu 2.9.4.2.6.10 Zusammenfassende Schlussfolgerungen zum besonders wichtigen öffentlichen Interesse an der Leitung (Seite 259)

Im UVP Bescheid ist dann folgende Schlussfolgerung zu finden:

Zur gutachterlichen Aussage, dass die Alternative Erdkabel auch dem Stand der Technik entspreche, wird zum einen auf die rechtlichen Ausführungen zum Begriff des Standes der Technik (beste verfügbare Technik) verwiesen sowie zum anderen auf die Ausführungen des energiewirtschaftlichen Sachverständigen, wonach die angesprochene Vollverkabelung der 380-kV-Salzburgleitung im Ringnetz aus betrieblicher Sicht nicht dem Stand der Technik entspreche; auf die betrieblichen Aspekte der neuen Salzburgleitung geht die vorliegende Stellungnahme auch in keiner Weise ein. Im Hinblick auf die kostenbezogenen Aussagen verweist der energiewirtschaftliche Sachverständige auf seine Aussagen im Teilgutachten zum UVGA (Kapitel 3.4) und weist diese als verfehlt und „aus der Luftgegriffen“ zurück.

Hier wird erneut das Argument „nicht Stand der Technik“ für den Einsatz von Kabeln verwendet und zudem Vollverkabelung und Teilverkabelung miteinander vermischt. Eine Vollverkabelung hat besondere betriebliche Aspekte im Gegensatz zu einer Teilverkabelung, aber im Gutachten Handschin werden die Argumente gegen einen Einsatz von Kabeln sowohl für eine Vollverkabelung als auch eine Teilverkabelung angewendet, was nicht korrekt ist.

Zu 2.9.4.3.2 Darlegungen der Antragstellerinnen zu den Alternativen (Seite 261)

Neben den räumlichen Alternativen in Bezug auf die Trassenwahl wurden auch technische Alternativen geprüft: So finden sich in der Umweltverträglichkeits-erklärung, Band UVE-C, nicht nur umfangreiche Ausführungen zu technischen Alternativen (verfasst von Dipl.-Ing. Herbert Lugschitz und Anita Holzmann), sondern auch eine Studie von Univ.-Prof. Dr. Heinrich Brakelmann zur „Teilverkabelung im voralpinen und alpinen Raum“ und darüber hinaus auch ein eigener Beitrag zu räumlichen Trassenalternativen (verfasst von Frau Dipl.-Ing. Claudia Schönegger, Terra Cognita KG). Resümierend kommen die Antragstellerinnen nach Prüfung der technischen Alternative Kabel zu dem Schluss, dass für das eingereichte Projekt, das Bestandteil der einzigen Ringleitung Österreichs ist, nach wie vor die Freileitung die beste Ausführung sei.

Die Argumente im Band UVE-C von APG Dipl.-Ing. Herbert Lugschitz und Anita Holzmann werden im Gutachten Handschin kritiklos übernommen, jedenfalls ohne sich damit fundiert zu befassen:

- 380 kV Ring in Österreich ist „einmalig“
- Höchste Anforderungen an Versorgungssicherheit und Zuverlässigkeit
- Weltweit wenige 380 kV Kabelanlagen
- Wenig aussagekräftige Statistik
- Trotz geringer Kabellängen liegen Reparaturzeiten bei Kabeln wesentlich über denen von Freileitungen

Die „Einmaligkeit“ des österreichischen 380 kV Ringes ist kein Argument gegen eine Teilverkabelung, die Anforderungen an Versorgungssicherheit und Zuverlässigkeit gelten für alle Technologien des Übertragungssystems. Die Reparaturzeiten sind je nach Systemauslegung nicht für die Versorgungssicherheit von Bedeutung (Redundanz).

Die Ausführungen im erwähnten Gutachten Brakelmann (Auftraggeber APG) bestätigen (!) die Möglichkeiten einer Teilverkabelung und zeigen die Randbedingungen auf, die zu beachten sind, lassen aber keinen Schluss zu, dass die Teilverkabelung nicht dem Stand der Technik entspricht und dass eine Freileitung die beste Ausführungsvariante für das eingereichte Projekt der einzigen Ringleitung Österreichs ist.

In der Formulierung des Resümees ist auch wieder der Hinweis auf „einzigartig“ zu finden.

Zu 2.9.4.3.3.1 Vorüberlegungen zum Begriff „Stand der Technik“ (Seite 262)

Hier wird noch einmal ausführlich über die Begriffe „Stand der Technik“ und „beste verfügbare Technik“ referiert. Unter anderem findet sich dort folgender Wortlaut:

Der Stand der Technik verlangt die Anwendung fortschrittlicher Verfahren mit einem wissenschaftlichen Hintergrund; die „beste verfügbare Technik“ normiert als Kriterium für die Ermittlung derselben die Berücksichtigung der Fortschritte in der Technik und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen. Der Stand der Technik beinhaltet unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Wissensstandes auch eine zeitliche Komponente und ist insofern dynamisch zu lesen. In diesem Sinne wird auch die Aussage im BVwG-Erkenntnis vom 28.8.2014 verstanden, wo – unter Bezugnahme auf des Erkenntnis des schweizerischen Bundesgerichts 1C-398/2010 vom 5.4.2011 – angemerkt wird, dass der Stand der Technik in dauernder Entwicklung begriffen ist. Dem gegenüber verlangt die „beste verfügbare Technik“ die Berücksichtigung des Zeitpunktes der Inbetriebnahme; insofern ist beiden eine dynamische Komponente immanent. Das Abstellen auf – unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten – vertretbare technische Maßnahmen beim Stand der Technik (Effizienz und Wirksamkeit) wird bei der „besten verfügbaren Technik“ in Form der Anwendung wirtschaftlich vertretbarer Techniken gewährleistet, die für den Betreiber zu vertretbaren Bedingungen zugänglich sind. Der Vergleich der bisherigen Kriterien lässt relevante Unterschiede nicht erkennen.

Hier wird insbesondere auf die Berücksichtigung der Fortschritte in der Technik und den wissenschaftlichen Erkenntnissen hingewiesen, was zum Beispiel bedeutet, dass Fehler zu Beginn des Einsatzes einer neuen Technologie nicht auf die Zukunft extrapoliert werden dürfen. Auch daraus abgeleitete kürzere Betriebserfahrungen mit einer zwischenzeitlich erprobten Technologie sind daher kein Argument gegen diese Technologie.

In einem weiteren Abschnitt wird folgende Formulierung verwendet:

Zusammenfassend kann daher festgestellt werden, dass im Hinblick auf die wesentlichen Definitionsmerkmale („erprobt und erwiesen“) die beiden unbestimmten

Rechtsbegriffe (Stand der Technik / Beste verfügbare Technik) sich nicht voneinander unterscheiden und jeweils fordern, dass sich die angewandte bzw. alternative Lösungsmöglichkeit bei Referenzprojekten als praktisch anwendbar erwiesen haben muss. Die Kritik von Europacable, wonach die juristische Definition des „Standes der Technik“ Österreich zum Schlusslicht technischer Innovationen in Europa mache, kann insofern als politische Äußerung verstanden werden, vermag aber an deren Bedeutungsinhalt nichts zu ändern.

Teilverkabelungen haben sich als alternative Lösungsmöglichkeit praktisch anwendbar erwiesen und sind nicht nur rein theoretisch möglich. Wenn aber nur Referenzprojekte zu weltweit „einmaligen“ Anlagen in Frage kämen, dann wäre diese Forderung in sich unsinnig.

Zu Exkurs: Stand der Technik nach dem Sbg. LEG 1999 (Seite 265)

Hier wird der Begriff „Stand der Technik“ bei Erdverkabelungen etwas anders interpretiert in Richtung Realisierbarkeit. Bezüglich Referenzanlagen heißt es dort:

Das Bestehen einer Referenzanlage werde dafür nicht vorausgesetzt; feststehe die technische Realisierbarkeit ausweislich der Erläuterungen bereits dann, wenn dies zumindest von zwei unabhängigen Fachexperten gutachterlich bestätigt werde.

Zu dieser Formulierung heißt es im UVP-Bescheid:

*Ungeachtet der höchstgerichtlich ausgesprochenen Nichtanwendbarkeit des Sbg. LEG 1999 auf die gegenständliche Hochspannungsfreileitung (VfGH 2.7.2011, V167/10) kann dieser Stand-der-Technik-Begriff beim gegenständlichen Vorhaben aufgrund folgenden Überlegungen nicht zur Anwendung kommen: Nach dem Wortlaut dieser abweichenden Umschreibung des Standes der Technik bezieht sich dieser ausschließlich auf die technische Alternative Erdkabelleitung (**„Ein Erdkabel-Teilabschnitt ist u. a. dann technisch und wirtschaftlich effizient, wenn als Stand der Technik die elektrotechnische Realisierbarkeit der Erdkabelleitung unter Berücksichtigung der Erfordernisse eines sicheren Betriebes feststeht;“**). Insofern ist schon aufgrund einer Wortinterpretation davon auszugehen, dass diese anderslautende Stand-der-Technik- Definition zu Freileitungsvorhaben, wie das gegenständliche, keine Aussagen über deren Stand der Technik trifft. Dass diese dem Stand der Technik entspricht, haben die Amtssachverständigen (Elektrotechnik und Energiewirtschaft) übereinstimmend festgestellt.*

Hier ist zu erkennen, dass die Behörde Probleme mit dieser Definition hat, denn es wurde nie in Zweifel gezogen, dass eine Freileitung Stand der Technik ist.

Im Weiteren wird dann folgende Aussage getroffen:

Darüber hinaus hat der elektrotechnische Amtssachverständige in seinem Gutachten im Hinblick auf die Erfordernisse des § 3 ETG ausgeführt, dass die Betriebssicherheit – die auch nach § 54a Abs 4 lit a LEG gewährleistet sein muss – im gegenständlichen Fall nur bei einer Freileitung gewährleistet werden könne, da an jedes Segment im Ring höchste Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit gestellt werden. Die „Erfordernisse eines sicheren Betriebes“ sind demnach bei einer Verkabelung der gegenständlichen Hochspannungsleitung nicht erfüllt.

Diese Aussage bezüglich Anforderungen an Segmente eines Ringes ist grundsätzlich richtig, aber die Schlussfolgerung ist **nicht korrekt**.

Zu 2.9.4.3.3.2 Gutachterliche Aussagen zu den technischen Alternativen (Seite 266)

In seinem Ergänzungsgutachten konkretisiert der elektrotechnische Amtssachverständige seine Aussage dahin gehend, dass für einen weiter gehenden Einsatz von Höchstspannungskabelsystemen nicht nur betriebliche, sondern auch technisch/technologische Defizite aufzuholen seien. Unter Bezugnahme auf die Verpflichtung des Übertragungsnetzbetreibers, auf lange Sicht die Übertragungskapazität, Stabilität und Verfügbarkeit der Netze unter wirtschaftlichen Bedingungen zu errichten, auszubauen und zu betreiben, führt er ergänzend aus, dass auf absehbare Zeit (mehr als 10 Jahre) auch unter Berücksichtigung der Dauer des Bewilligungsverfahrens nicht zu erwarten sei, dass die Technologie der Erdkabelsysteme in Hochspannungs-Übertragungsnetzen in Ringform diese Bedingungen erfüllen könne.

Diese Aussagen basieren auf den Aussagen im Gutachten Handschin und sind Behauptungen, die nicht durch Schadensfälle in der Vergangenheit begründet werden können, da die Kabeltechnologie auf Grund der erhebliche Fortschritte zwischenzeitlich erprobt ist.

Im Weiteren wird in dem genannten Abschnitt ausgeführt:

Als wesentlichen Nachteil der technischen Variante „Erdkabel“ führt der Sachverständige neben den hohen Investitionskosten (5- bis 10-fach höher) vor allem die nicht vorhandene Betriebserfahrung mit Kabelstrecken in einem 380-kV-Ringnetz an.

Hier wird erneut das Argument Ringnetz angeführt und hohe Kosten erwähnt, die aber bei Teilverkabelung irrelevant sind.

Es folgt die Behauptung:

Aufgrund längerer Reparaturzeiten weisen Verkabelungen im Falle eines Ausfalls darüber hinaus eine um den Faktor 40-270 höhere Nichtverfügbarkeit auf

Diese Behauptung stammt wörtlich aus dem Gutachten Handschin und ist nicht korrekt.

Die weiteren Aussagen sind

Weitere Nachteile dieser Technik sind insbesondere der hohe Bedarf an kapazitiver Blindleistung (20- bis 30-fach höher als Freileitungen), sowie das Erfordernis entsprechender Kompensationseinrichtungen im Abstand von 5 bis 20 km, was zu einer Erhöhung der Bau- und Betriebskosten führe.

Grundsätzlich sei die Integration eines Kabels in eine bestehende Netzinfrastruktur, wie im gegenständlichen Fall, tendenziell schwieriger zu handhaben

Bei Erdkabeln sei auch die Netzbetriebssicherheit ungünstiger zu bewerten, da Störungsfälle zu komplexen und aufwendigen Montage- und Reparaturprozessen führen und es aufgrund von Personalengpässen bei den Spezialisten zu Verzögerungen bei der Wiederinbetriebnahme komme.

Diese Formulierungen stammen wörtlich aus dem Gutachten Handschin, sind für eine Teilverkabelung nicht zutreffend und zum Teil nicht korrekt.

Es wird dann in einem längeren Abschnitt das Gutachten Handschin zitiert:

Dies ist insbesondere im Rahmen der zuvor dargestellten „Verfügbarkeit“ der „besten verfügbaren Technik“ von Relevanz. Ausdrücklich hält der Gutachter fest, dass die Teilverkabelung oder Verkabelung der gesamten Strecke für die Anwendung im 380-kV-Ring der Austrian Power Grid AG nicht dem Stand der Technik entspreche und deshalb als Variante für die geplante Leitung keine Alternative für den verantwortungsvollen Leitungsbetreiber darstelle. Dazu ein wörtlicher Auszug aus seinem Gutachten: „Da es weltweit keine vergleichbaren Anlagen in einem vergleichbaren netztechnischen und topographischen Rahmen, nämlich in einem 380-kV-Ringnetz mit Leitungen im voralpinen und alpinen Raum ohne vermaschte Netze gibt, können keine vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen herangezogen werden. Für die Beurteilung des Standes der Technik ist es von entscheidender Bedeutung, dass eine bestimmte Technologie in Bezug auf eine bestimmte Zielsetzung bereits erprobt und erwiesen ist. Da es aber eine Kabelanlage, wie sie für die 380-kV-Salzburgleitung erforderlich wäre (Leistung, Gelände, Konfiguration des Übertragungsnetzes), noch nicht gibt, und daher keine Betriebserfahrungswerte für solche Kabelleitungen vorliegen, ist eine 380-kV-Kabelauführung auf der Höchstspannungsebene im österreichischen 380-kV-Ring nicht Stand der Technik.“

Zur Begründung, dass Kabel nicht Stand der Technik sein soll, wird hier wieder die „Einzigartigkeit“ des Projektes herangezogen mit den bisherigen Argumenten Leistung, Gelände, Konfiguration des Übertragungsnetzes, wobei nur Gelände als mögliche Besonderheit (abhängig vom Trassenverlauf) zutreffen könnte.

Zum Stand in Deutschland noch folgenden Hinweis, der sich auf die folgende Formulierung bezieht:

Die Bundesrepublik Deutschland benennt im Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Energieleitungsausbaugesetz – EnLAG), der den Ausbau der Übertragungsnetze beschleunigen soll, insgesamt 24 Vorhaben im Bereich der Höchstspannungsleitungen (380 kV), die für die künftige Energieversorgung in Deutschland notwendig sind. Um den Einsatz von Erdkabeln auf der Höchstspannungsebene im Übertragungsnetz als Pilotvorhaben zu testen, können 4 von 24 Leitungsvorhaben als Erdkabel errichtet bzw. betrieben werden

Neben der Wortwahl „Pilotprojekt“ für den Einsatz von Erdkabeln, der politisch notwendig war, um eine vollständige Ausführung von Übertragungsleitungen durch Erdkabel im Wechselspannungssystem zu verhindern, ist hier anzumerken, dass auch die Wortwahl „testen“ nicht im Sinne von ausprobieren sondern im Sinne von Ergänzung von weiteren Betriebserfahrungen zu verstehen ist. Die oben genannte Zahl von 4 Vorhaben mit Erdkabeln wurde mittlerweile auf 6 erhöht.

Zur weiteren Bestätigung der Aussage, dass Kabel Stand der Technik sind, soll hier das aktuell geänderte Gesetz (letzte Änderung 27.12.2015) über den Bundesbedarfsplan (Bundesbedarfsplangesetz - BBPIG) zitiert werden. Für Wechselspannungssysteme (Drehstrom) werden Teilverkabelungen als „Pilotprojekte“ bezeichnet, da eine

Vollverkabelung für dieses System betriebliche Schwierigkeiten verursachen würde (Kompensation, Betriebsverhalten), obwohl viele Jahre Betriebserfahrungen mit 380 kV Kabeln vorliegen. Die wesentliche Formulierung im Gesetz lautet (Zitat angepasst):

Im Falle des Neubaus kann eine Höchstspannungs-Drehstrom-Übertragungsleitung eines Vorhabens auf technisch und wirtschaftlich effizienten Teilabschnitten als Erdkabel errichtet und betrieben oder geändert werden

Deutschland stellt somit den Stand der Technik der Kabeltechnologie im 380 kV Bereich überhaupt nicht in Frage. Das betrifft, wie im gegenständlichen Fall, den Wechselstrom.

Für Gleichspannungssysteme ist beim Einsatz von Kabeln selbst bei einer Vollverkabelung keine betriebliche Schwierigkeit zu erwarten und daher wird im BBPIG folgendes formuliert (Zitat angepasst):

Leitungen zur Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung sind nach Maßgabe dieser Vorschrift als Erdkabel zu errichten und zu betreiben oder zu ändern.

Ergänzend ist dazu zu erwähnen, dass der Übertragungsnetzbetreiber TenneT zum Beispiel für die sogenannte Südlink Verbindung von Wilster nach Grafenrheinfeld (ca. 700 km) nun eine Kabeltrasse auswählt. Die geplante Kabelstrecke soll mit 500 kV Gleichspannung betrieben werden, wobei dieser Kabeltyp bisher nur von einem Hersteller angeboten wird und außer den Typprüfungen bei diesem Hersteller noch keine weiteren Prüfungen und Präqualifikationstests durchgeführt wurden, wie sie damals für die Errichtung der Berliner Diagonale mit 380 kV Wechselspannungskabeln erfolgten. Für diese wichtige Leitung wird also ein Kabel vorgeschrieben, obwohl noch kein einziges Kabel in dieser Spannungsebene (und mit dem Isolationssystem „vernetztes Polyethylen (VPE)“) in Betrieb ist.

Am Rande sei noch erwähnt, dass in diesem Abschnitt eine unzutreffende Aussage zu finden ist:

Ergänzend dazu darf auf die Ausführungen des Sachverständigen für Umweltmedizin in seiner gutachterlichen Stellungnahme zur technischen Alternative Erdkabel verwiesen werden: ein Erdkabel benötige zwar einen schmälere Schutzstreifen (45m) zur Einhaltung des EMF-Wertes von $1 \mu T$, negativ zu bewerten sei jedoch die dabei erforderliche Kühlenergie, sowie der Material- und Energiebedarf bei Errichtung und Reparatur der Leitung, ebenso wies er auf arbeitsmedizinische Probleme bei der Wartung hin.

Eine Kühlung bei Kabeln wird zwar als Variante erwähnt, ist aber im vorliegenden Projekt völlig ohne Bedeutung und zeigt allerdings, dass der Sachverständige für Umweltmedizin den vorliegenden technischen Sachverhalt nicht richtig beurteilen kann. Die negative Bewertung von Material- und Energiebedarf bei Errichtung und Reparatur sowie arbeitsmedizinische Probleme bei der Wartung konnte nicht verifiziert werden und sind somit als Behauptungen des Sachverständigen für Umweltmedizin zu betrachten.

Im selben Abschnitt geht die Argumentation anhand des Gutachtens Handschin weiter.

Nach den Ausführungen des energiewirtschaftlichen Sachverständigen gibt es daher aus energietechnischer und -wirtschaftlicher Sicht keine brauchbare technische Alternative, die dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Aus betrieblicher Sicht könne diese Verbindung daher nur als Freileitung realisiert werden, da nur diese

Technik dem heutigen Stand der Technik für den vorgesehenen Verwendungszweck entspreche.

Damit werden die unrichtigen Argumente gegen Kabel noch einmal wiederholt.

Zu 2.9.4.7 Zur Interessensabwägung

2.9.4.7.7 Fazit (Seite 328)

Die Alternativenprüfung nach § 3a Abs 2 Z2 SNSchG hat ergeben, dass allfällige technische Alternativen nicht „geeignet“ sind, da diese nicht dem Stand der Technik bzw. der „Besten verfügbaren Technik“ entsprechen (Erdkabel) bzw. nicht geeignet sind die geplante Freileitung adäquat zu ersetzen.

Auch mit dieser Ausführung wird wieder das unzutreffende Argument „nicht Stand der Technik“ verwendet.

Zu 6.5 Projektalternativen (Seite 466)

Wie bereits im Rahmen der Interessensabwägung nach § 3 SNSchG eingehend dargelegt, entspricht die technische Alternative „Erdkabel“ nicht dem heutigen Stand der Technik. Nach den Ausführungen im Fachbeitrag Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft müsse jedes Segment im 380-kV-Ring eine höchstmögliche Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit aufweisen. Aus betrieblichen Gründen könne die beantragte 380-kV-Verbindung daher nur als Freileitung realisiert werden. Denn nur diese Technik entspreche aus betrieblicher Sicht dem heutigen Stand der Technik für den vorgesehenen Verwendungszweck. Die technische Alternative „Erdkabel“ ist daher nach den schlüssigen Ausführungen des Fachgutachters nicht geeignet, die beantragte Freileitung zu ersetzen.

Auch hier eine Wiederholung der bekannten unzutreffenden und nicht schlüssigen Argumente mit der Schlussfolgerung:

Insofern waren die Antragstellerinnen auch nicht gehalten, die hypothetische Erdkabelausführung als raumgebundene Trassenalternative darzustellen.

Die Erdkabelausführung wurde allerdings **nie ernsthaft geprüft** und in Erwägung gezogen.

Zu 8.7 FB Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft und Elektrotechnik (Seite 548)

Hier werden alle Aussagen des Gutachtens Handschin noch einmal wiederholt:

- *Die Verkabelung/Teilverkabelung in einem 380 kV-Ringnetz entspricht aus betrieblicher Sicht nicht dem Stand der Technik*
- *Demgegenüber entspricht aus betrieblicher Sicht eine Verkabelung im Österreichischen 380 kV Ringnetz nicht dem Stand der Technik. Dies gilt sowohl für Teilverkabelungen als auch für eine Vollverkabelung.*

Hier wieder Argument Ringnetz und betriebliche Sicht der Verkabelung, was für eine Teilverkabelung nicht relevant und somit nicht korrekt ist.

Die Kommentare anderer Stellen werden als verfehlt eingestuft:

Die von DI Unglaub vorgetragene Interpretation des Erkenntnisses des Bundesverwaltungsgerichts (Erkenntnis vom 26.8.2014, W104 2000178-1), wonach Erdkabel in Teilabschnitten von europäischen Höchstspannungs-Übertragungsleitungen als Stand der Technik anzusehen seien, hält der energiewirtschaftliche Sachverständige auf Seite 3 der ergänzenden Stellungnahmen für verfehlt.

Die Stellungnahme der Behörde lautet:

Dem schließt sich die Behörde an.

In den Ausführungen des Bundesverwaltungsgerichtes steht wörtlich:

Das Erkenntnis der schweizerischen Bundesgerichts 1C_398/2010 vom 5.4.2011, auf das eine Verfahrenspartei hingewiesen hat und mit dem die Teilverkabelung eines knapp 1 km langen Teilstücks einer Hochspannungsleitung im Übertragungsnetz aus Gründen des Landschaftsschutzes angeordnet wurde zeigt jedoch, dass der Stand der Technik zumindest für kurze Verkabelungsteilstücke in topografisch einfachen Gebieten in dauernder Entwicklung begriffen ist.

Die Formulierung „Stand der Technik ist in dauernder Entwicklung“ bestätigt, dass die Kabeltechnologie auf Grund der Fortschritte der vergangenen Jahre zwischenzeitlich erprobt ist.

An dieser Stelle wird im UVP Bescheid noch weiter ausgeführt:

Sämtliche dem deutschen EnLAG unterliegenden Höchstspannungskabelstrecken und auch die angesprochene ca. 1 km lange Erdkabelverbindung bei Riniken sind nach Auffassung des energiewirtschaftlichen Sachverständigen Pilotprojekte und daher schon von der Definition weder eine beste verfügbare Technik noch Stand der Technik. Der Sachverständige weist darauf hin, dass das Schweizer Bundesgericht in der Rechtssache Riniken die Ausarbeitung eines 1 km langen Kabelprojekts vorgeschrieben hat, wobei das Gericht dieses ausdrücklich als Pilotprojekt bezeichnet hat. Das ist zwischenzeitlich erfolgt und der Kabelabschnitt ist seit 2013 im Genehmigungsverfahren. Es wurde bislang keine Entscheidung getroffen. Ein solches Pilotprojekt, noch dazu nicht in einem Ringübertragungsnetz, ist daher weder aus technischer noch aus betrieblicher Sicht mit dem gegenständlichen Vorhaben vergleichbar.

Prof. Handschin setzt auch hier Pilotprojekte = nicht Stand der Technik als untaugliches Argument ein. In den verfügbaren Unterlagen ist an keiner Stelle in der Rechtssache Riniken von einem Pilotprojekt die Rede, so dass die Feststellung im UVP Bescheid nicht korrekt ist.

Im Weiteren werden immer wieder die gleichen, nicht stichhaltigen Argumente wiederholt:

Zur praktischen Umsetzung von Erdkabeln finden sich Ausführungen einerseits im UVE-Fachbeitrag „Technische Alternativen“ und andererseits in Kapitel 3.4 des UV-Gutachtens. Dazu ist auszuführen, dass eine 380 kV-Freileitung unbestritten weltweit dem Stand der Technik entspricht und weltweit neue Leitungsverbindungen überwiegend als Freileitung geplant und errichtet werden. Demgegenüber entspricht eine Verkabelung im Österreichischen 380 kV Ringnetz nicht dem Stand der Technik. Dies gilt sowohl für Teilverkabelungen als auch für eine Vollverkabelung.

Dass weltweit neue Leitungsverbindungen (noch) überwiegend als Freileitung errichtet werden, ist kein Argument gegen den Einsatz von Kabeln im vorliegenden Projekt. Es wird wieder die behauptete Besonderheit des österreichischen Ringnetzes als Argument herangezogen, obwohl die Bedeutung des Ringnetzes nicht von der Technologie des Übertragungssystems abhängt (bei gleicher Verfügbarkeit), und es wird erneut der Stand der Technik bei Kabeln im 380 kV Bereich zu Unrecht angezweifelt.

Betreffend die Einwendungen zur Versorgungszuverlässigkeit führt der Sachverständige im Umweltverträglichkeitsgutachten, Anlage 3 auf der Seite 3-91 aus, dass die neue Hardanger Verbindung im Hinblick auf die geforderte hohe Zuverlässigkeit als Freileitung und nicht als Kabel gebaut wurde. Ferner verweist der Sachverständige auf die hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit jedes Segments eines Ringnetzes. Die Verkabelung/Teilverkabelung in einem Ringnetz in der 380 kV Spannungsebene entspricht nicht dem Stand der Technik und kommt deshalb als Alternative zur Freileitung nicht in Frage.

Hier werden erneut dieselben Argumente wiederholt. Zur Hardanger Verbindung ist allerdings zu bemerken, dass in einem wissenschaftlichen Bericht (Scientific Paper in CIGRE Electra 2012, Nr. 260), der im Gutachten Handschin im Literaturverzeichnis unter Nr. 49 ausgeführt ist, folgende Aussage im Abschnitt „6. Conclusions and recommendations“ zu finden ist:

The overhead line and the dual AC cable set are both identified as robust solutions, based on established technology, and they satisfy the requirements for the future scenarios described in [13].

Freileitung und ein doppeltes Kabelsystem werden als robuste Lösung bezeichnet, basierend auf etablierter Technologie, und erfüllen die Anforderungen für künftige Lösungen, wobei das Kabel als Seekabel mit einer Verlegetiefe von 800 m vorgesehen war und somit auch besondere Randbedingungen hatte. Die Aussage im Gutachten Handschin, dass aufgrund der geforderten Zuverlässigkeit eine Freileitung anstatt eines Kabels gewählt wurde, ist nur teilweise korrekt, denn die Entscheidungsformulierung lautete:

The decision was mainly based on the security of supply situation during the winter seasons, combined with the fact that a cable alternative was expected to take at least five additional years to complete, further extending the current vulnerable supply situation.

Freileitung statt Kabel wurde also deshalb gewählt, um die bereits kritische Situation möglichst schnell zu beseitigen und nicht wegen der höheren Zuverlässigkeit der Freileitung.

Im Weiteren erfolgt noch ein Kommentar zum Stand der Technik:

Betreffend die Einwendung des Naturschutzbunds, in welcher behauptet wird, dass ein Erdkabel (UGC) auch im Hochspannungsbereich Stand der Technik ist, führt der energiewirtschaftliche Sachverständige im ergänzenden Umweltverträglichkeitsgutachten, Anlage E-3 auf den Seiten E3-37ff aus, dass es sich bei der Stellungnahme der EU Kommission aus dem Jahr 2003 lediglich um ein „Background Paper“ mit einem Überblick aktueller und geplanter Leitungsprojekte in Europa handelt. Einige Projekte wurden inzwischen ausgeführt, andere aufgegeben oder sind nach wie vor im Projektstadium. Zum Stand der Technik äußert sich dieses Papier jedoch nicht.

Es ist richtig, dass in der Stellungnahme der EU Kommission nichts über den Stand der Technik gesagt wird. Aber dieses von Prof. Handschin etwas abfällig als „Background Paper“ bezeichnete Dokument listet Kabelprojekte für verschiedene Spannungsebenen auf (von der Niederspannung 200 V bis zur Höchstspannung 400 kV) und fällt durch eine sehr positive Haltung zum Einsatz von Kabeln im Hoch- und Höchstspannungsbereich auf. Als Beispiel sollen hier nur einige Aussagen zitiert werden:

Cables have at present a good record of reliability with records showing that an average cable faults show 0,072 failures per 100 circuit km/year, with overhead lines showing around 0,170 failures per 100 circuit km/year.

Cable systems with recent developments of new technologies show a decreasing trend of annual rates of failure, while overhead lines maintain a relatively constant failure rate mainly due to climatic reasons (wind, ice, snow and fog).

However, it is fair to point out that the time required for locating and repairing a fault is greater in cables than in overhead lines. Reference [1] indicates that the time of outage of a cable owing to a fault might be 25 times more than the time required for an overhead line of the same length. On the other hand Reference [3] indicates that recent surveys give a ratio of time of outages of 2 between a cable and an overhead line of the same length.

Ohne eine nähere Analyse dieser Aussagen lässt sich aber folgendes festhalten, Kabel können durchaus eine höhere Zuverlässigkeit aufweisen als Freileitungen, die technische Entwicklung bei Kabeln hat zu einer Abnahme der Fehler geführt und die Nichtverfügbarkeit von Kabeln ist nahe an die Nichtverfügbarkeit von Freileitungen gekommen, wobei im Einzelfall noch die vorgesehene Redundanz zu berücksichtigen ist.

In den folgenden Abschnitten sind noch folgende Äußerungen zu finden:

Die erforderliche Gegenüberstellung zwischen Freileitung und Erdverlegung sowie die Auseinandersetzung mit den Begriffen anerkannte Regeln der Technik, beste verfügbare Technik bzw. Stand der Technik sind nach Auffassung des Sachverständigen in den UVE Unterlagen vollständig und plausibel enthalten.

Diese Aussage ist nicht korrekt, da die Alternative Kabel nicht ansatzweise sorgfältig geprüft und evaluiert wurde.

Aus elektrotechnischer Sicht ist zur Übertragungssicherheit festzuhalten, dass im Fall eines Leitungsausfalls, wenn erforderlich, innerhalb kurzer Zeit ein Leitungsprovisorium errichtet werden kann, die Errichtung eines Leitungsprovisoriums hingegen im Fall eines Leitungsausfalls bei einer erdverlegten Leitung nicht möglich ist.

Die Aussage ist grundsätzlich korrekt, aber zur Vollständigkeit und Sachlichkeit wäre der Hinweis erforderlich, dass bei erdverlegten Leitungen (Kabel) ein Leitungsausfall sehr viel seltener als bei Freileitungen ist und somit die Notwendigkeit eines Provisoriums viel seltener auftritt.

Wegen fehlender Betriebspraxis von Kabelstrecken in Ringnetzen betreibt TenneT das niederländische Ringnetz ohne Verkabelung.

Das von TenneT betriebene Netz im Bereich Randstad (Niederlande) wird von TenneT selbst als Ringnetz bezeichnet, so dass Zweifel an der Aussage im UVP Bescheid bestehen.

Dazu darf aus rechtlicher Sicht ergänzt werden, dass die Antragstellerinnen neben räumlichen Alternativen auch technische Alternativen, wenngleich nicht verortet, geprüft haben (vgl. UVE-C).

Es wird an vielen Stellen darauf hingewiesen, dass die Kabelprojekte nicht einfach vergleichbar sind und dass jedes Projekt einen Einzelfall darstellt, in dem auch die Trassenführung eine Rolle spielt. Daher ist eine seriöse Prüfung der Alternative Teilverkabelung **nur** mit einer Verortung möglich. Die Prüfung dieser Alternative Teilverkabelung ist daher **unvollständig**.

Burgdorf, den 11. Januar 2016



Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

12 Schrifttum

- [1] Umweltverträglichkeitsgutachten für die Umweltverträglichkeitsprüfung nach UVP-G 2000 für das Vorhaben der 380-kV-Starkstromfreileitung samt Nebenanlagen von St. Peter am Hart (Oberösterreich) bis zum Netzknoten Tauern (Salzburg) (380-kV-Salzburgleitung) der Austrian Power Grid AG und der Salzburg Netz GmbH vom 16.12.2013
- [2] Umweltverträglichkeitserklärung 380-kV-Salzburgleitung
Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern
Fachbereich Energiewirtschaft
Austrian Power Grid AG (APG) und Salzburg Netz GmbH (Salzburg Netz)
Autoren: Klemens Reich, Gunhild Layr (APG) und David Grubinger (Salzburg Netz), Jänner 2013
- [3] Entscheidung Nr. 1364/2006/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 zur Festlegung von Leitlinien für die transeuropäischen Energienetze und zur Aufhebung der Entscheidung 96/391/EG und der Entscheidung Nr. 1229/2003/EG,
Amtsblatt der Europäischen Union L 262/ bis L 262/23
- [4] 380-kV-Salzburgleitung Auswirkungen der möglichen (Teil)Verkabelung des Abschnittes Tauern-Salzach neu, Gutachten im Auftrag von Energie-Control GmbH Wien, Autor: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. B. R. Oswald, Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik Universität Hannover, 2007
- [5] Studie Teilverkabelungen im voralpinen und alpinen Raum, Auftraggeber Austrian Power Grid AG, Autor: Heinrich Brakelmann, Universitätsprofessor an der Universität Duisburg-Essen/ Campus Duisburg, Energietransport und –speicherung, 2012
- [6] Gutachten Begutachtung der NOK-Studie: Umbau 220-kV-Leitung Beznau-Birr auf 380/220 kV - Teilverkabelung Riniken, Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Riniken, Schweiz, 2009, Autor: Heinrich Brakelmann, Universitätsprofessor an der Universität Duisburg-Essen/ Campus Duisburg, Energietransport und -speicherung
- [7] Medienmitteilung des Bundesgerichts, Urteil vom 5. April 2011 (1C_398/2010)
Teilverkabelung der Hochspannungsleitung in der Gemeinde Riniken
- [8] Urteil des Schweizer Bundesgericht vom 05.04.2011 in der Sache Riniken, Aktenzeichen 1C_398/2010
- [9] VDE Präsentation Amprion Netzausbau Zwischenverkabelung in Raesfeld, 2015
- [10] E. Peschke, R. v. Olshausen, Kabelanlagen für Hoch- und Höchstspannung, Publicis MCD Verlag, ISBN 3-89578-057-X
- [11] D. Arlt, A. Novitzkij, D. Westermann, J. Wolling, Metastudie über Merkmale von Freileitungen und Erdkabelleitungen, TU Ilmenau 2011
- [12] CIGRE: Update of service experience of HV underground and submarine cable systems, WG B1.10, Technical Brochure 379, 2009
- [13] ENTSO-E und Europacable; Joint Paper: Feasibility and technical aspects of partial under grounding of extra high voltage power transmission lines; 2011
- [14] Ausbau elektrischer Netze mit Kabel oder Freileitung unter besonderer Berücksichtigung der Einspeisung Erneuerbarer Energien - Eine Studie im Auftrag

des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Auftragnehmer: IZES gGmbH - Institut für ZukunftsEnergieSysteme, BET GmbH -
Büro für Energiewirtschaft und technische Planung, PowerEngS - Institut für
elektrische Energiesysteme, Hochschule für Technik und Wirtschaft des
Saarlandes

- [15] Rechtsvorschrift für Gewerbeordnung 1994, Fassung vom 19.07.2015
- [16] VwGH Stand der Technik und Erdkabel 2010, Geschäftszeichen 2008/05/0119
- [17] New 400 kV XLPE Long Distance Cable Ssystems, their First Application for the
Power Supply of Berlin, CIGRE 1998, Beitrag B21-109, C.-G. Hennigsen, Bewag,
K.-B. Müller ABB Energiekabel, K. Polster, Bewag R.G. Schroth, Siemens AG
- [18] Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Änderung von
Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus, Drucksache 18/4655 vom
20.04.2015
- [19] 2015 Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (Internet: <http://www.netzausbau-niedersachsen.de/technik/drehstrom-vpe-kabel/index.html>) VPE-Kabel
- [20] ENERGINET.DK entscheidet sich für VPE-Aluminiumkabel von Nexans,
Pressemeldung Nexans vom 11. Februar 2015
- [21] Die 380-kV-Leitung Ganderkesee – St. Hülfe - Ein Meilenstein für den Transport
von Windenergie
- [22] Pressemitteilung vom 31. Januar 2013 - TenneT und Europacable wollen
Erdkabel-Nutzung vorantreiben - Beschleunigung des Netzausbaus durch
Teilverkabelung
- [23] Projektbeschreibung TenneT – Teilverkabelung (Internet
<http://www.tennet.eu/de/netz-und-projekte/onshore-projekte/ganderkesee-sthuelfe/projektbeschreibung.html>) vom April 2015
- [24] Alpenkonvention von 1991
- [25] Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Energie von
1998

13 Ergänzende Anlagen/Dokumente

- Anlage ./1** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Vorhabensbeschreibung, Jänner 2013
- Anlage ./2** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Allgemein verständliche Zusammenfassung, erstellt von VERBUND
Umweltechnik GmbH, Stanic-Maruna / Bellina, Jänner 2013
- Anlage ./3** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Fachbereich: Energiewirtschaft, erstellt von Reich / Layr / Grubinger, Jänner
2013
- Anlage ./4** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Das öffentliche Interesse an der Errichtung der 380-kV-Salzburgleitung,
erstellt von Stigler / Bachiesl / Nischler / Schüppel, September 2012
- Anlage ./5** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Fachbereich: Technische Alternativen, erstellt von Lugschitz / Holzmann /
UVE-Team, Jänner 2013
- Anlage ./6** UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Studie: Teilverkabelungen im voralpinen und alpinen Raum, erstellt von
Brakelmann, September 2012
- Anlage ./7** Ergänzung UVE der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH
Kurzstudie: Volks- und regionalwirtschaftliche Effekte durch das
Investitionsprojekt „Salzburgleitung“, erstellt von Schneider / Mahlberg /
Luptacik, Industriewissenschaftliches Institut, Juni 2014
- Anlage ./8** Umweltverträglichkeitsgutachten 16.12.2013 (UVGA 2013)
Fachbereich Energiesysteme / Energietechnik / Energiewirtschaft, erstellt vom
nichtamtlichen Sachverständigen Prof. (em) Dr.-Ing. Edmund Handschin
- Anlage ./9** Umweltverträglichkeitsgutachten 16.12.2013 (UVGA 2013)
Fachbereich Elektrotechnik, erstellt von DI Peter Mösl
- Anlage ./10** Verhandlungsschrift über die mündliche Verhandlung vom 02.06.2014 bis
05.06.2014
- Anlage ./11** Stellungnahme Prof. Dr. Wolf-Dieter Schuppe vom 02.06.2014 im Rahmen der
mündlichen Verhandlung vom 02.06.2014 bis 05.06.2014
- Anlage ./12** Stellungnahme Dr. Matthias Neubauer, BM für Wissenschaft, Forschung
und Wirtschaft, vom 02.06.2014 im Rahmen der mündlichen Verhandlung vom
02.06.2014 bis 05.06.2014
- Anlage ./13** Stellungnahme der Antragstellerinnen APG und Salzburg Netz GmbH vom
05.06.2014 im Rahmen der mündlichen Verhandlung vom 02.06.2014 bis
05.06.2014 Seite 3
- Anlage ./14** Stellungnahme europacable vom 10.03.2014
- Anlage ./15** Gutachten „Notwendigkeit einer 380 kV-Salzburgleitung – Evaluierung des
öffentlichen Interesses aus Sicht des Landes Salzburg“, erstellt von Gallauner /
Schneider, 2014, im Auftrag der Salzburger Landesregierung

- Anlage ./16** Gutachten „Analyse des öffentlichen Interesses der 380-kVSalzburgleitung“, erstellt von Dipl.-Ing. Dr. mont. Rupert S. Haslinger, AEE Salzburg, August 2014, im Auftrag der IG Erdkabel, Bürgerinitiative Scheffau-Voregg, Bürgerinitiative Kuchl
- Anlage ./17** § 71a Gewerbeordnung samt Anlage 6
- Anlage ./18** Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Energie (Protokoll „Energie“)
- Anlage ./19** Ergänzung des Umweltverträglichkeitsgutachtens vom 19.01.2015 (Ergänzung UVGA 2015)
- Anlage ./20** Anlage E3 zur Ergänzung des Umweltverträglichkeitsgutachtens vom 19.01.2015 (Ergänzung UVGA 2015) – Auszug Fachbereiche Energiesysteme/Energietechnik/Energiewirtschaft und Elektrotechnik
- Anlage ./21** Volks- und regionalwirtschaftliche Effekte durch das Investitionsprojekt „Salzburgleitung“ (Kurzstudie), Wien, Juni 2014, verfasst im Auftrag der Antragstellerin APG