



Nationalstrassen

Strassen-Nr.

N01, N02, N03, N04, N05, N08, N14, N18, N22

Unterhaltsabschnitt

GE VIII, GE X, GE XI

Autobahnklasse

1. / 2. / 3.

EU-Strassen-Nr.

E25, E35, E41,  
E60

Projektphase

Massnahmenkonzept

Projektbezeichnung

IP Netzintegration F3

DOSSIER

GE VIII, GE X, GE XI

(Netzwerktopologie nach Richtlinie 13040)

Schritt 3

Projektkurzbezeichnung

IP Netz F3

Projekt-Nr. / TDCost-Nr.

180073

Inventarobjekt-Nr.

13.02.16.892.01 / 03.02.32.892.03 /  
04.02.48.892.01

Unterhaltskilometer

GE VIII, GE X, GE XI

RBBS



Projektverfasser

AMSTEIN+WALTHERT PROGRESS AG  
Amstein + Walthert Progress AG  
Andreasstrasse 5  
8050 Zürich

Projektleitung

Bundesamt für Strassen ASTRA  
Filiale Zofingen  
Brühlstrasse 3, 4800 Zofingen

ASTRABHU-70007-1-0-D-20100701

Dokumenten-Nr.:

180073\_IP\_Netz\_BSA\_F3\_Massnahmenkonzept\_DB\_V\_2\_0.docx

Version: 2.0			A		B		C		D	
Erstellt:	Datum:	Wer:	Datum:	Wer:	Datum:	Wer:	Datum:	Wer:	Datum:	Wer:
Erstellt Projektverfasser	16.10.2019	WEBL	30.06.2020	SM						
Geprüft Projektverfasser	13.03.2020	SM	01.07.2020	Scr						
Freigabe durch ASTRA PL	31.03.2020	Scr								



# Massnahmenkonzept Schritt 3 (ASTRA IP BSA-Netz F3)

## Impressum

Erstelldatum / Revisionsdatum:	16.10.2019 / 01.07.2020
Ersteller/in:	Markus Schlup
Verzeichnis / Dateiname:	180073_IP_Netz_BSA_F3_Massnahmenkonzept_V_2_0.docx
Anzahl Seiten:	34
Genehmigt am:	
Genehmigt von:	

## Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Ersteller	Bemerkungen
0.1	16.10.2019	WEBL	Erstellung Template
0.8	29.11.2019	SM	Überarbeitung aller Kapitel
0.81	05.12.2019	SM	Überarbeitung nach Abstimmung mit R. Schnüriger: Kapitel 3 – 6, 8
0.92	13.03.2020	SM	Zur Genehmigung für ASTRA F3, GPL «IP-Netz F3»
1.0	31.03.2020	Scr	Genehmigung ASTRA F3, GPL «IP-Netz F3»
1.1	30.06.2020	SM	Überarbeitung nach Stellungnahmen GEs und FU
2.0	01.07.2020	Scr	Finale Genehmigung ASTRA F3, GPL «IP-Netz F3»

## Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	3
2.	Einleitung	4
2.1.	Ziel und Zweck des Dokumentes	4
2.2.	Adressaten	4
2.3.	Grundlagendokumente	4
3.	Zielbild IP-Netz BSA	5
3.1.	Zielbild Architektur	5
3.2.	Zielbild Betrieb	6
4.	Massnahmenkatalog	7
5.	Definition Strecken- und BSA-Abschnitte	8
5.1.	GE VIII	8
5.2.	GE X	9
5.3.	GE XI	11
6.	Umsetzung des Migrationsschritt 3	12
6.1.	Teilschritt 3.1: Aufbau MPLS Erschliessungsringe	12
6.1.1.	Gestaffelte vs. komplette Umsetzung des Teilschritt 3.1	12
6.2.	Teilschritt 3.2: Kopplung MPLS mit Distribution Switch	14
6.3.	Teilschritt 3.3: Access Switch ersetzen	15
6.4.	Teilschritt 3.4: Migration BSA auf neue Access Switch	18
6.5.	Teilschritt 3.5: Umkonfigurieren der IPs	18
7.	Risiken	19
8.	Grobkostenschätzung	21
8.1.	GE VIII	22
8.1.1.	Aktive Netzwerkkomponenten	22
8.1.2.	Kostenschätzung	22
8.2.	GE X	23
8.2.1.	Aktive Netzwerkkomponenten	23
8.2.2.	Kostenschätzung	23
8.3.	GE XI	24
8.3.1.	Aktive Netzwerkkomponenten	24
8.3.2.	Kostenschätzung	24
8.4.	Finanzierung	25
8.4.1.	Gesamte Investitionskosten	25
8.4.2.	Betrieb und Unterhalt	26
9.	Zeitplan	27
9.1.	Projektierung und Beschaffung	27
9.2.	GE VIII	27
9.3.	GE X	28
9.4.	GE XI	28
10.	Organisation	29
11.	Offene Punkte	30
	Anlage 1: Kostenvoranschlag	31
	Anlage 2: Factsheet 'Gestaffelte oder komplette Umsetzung des Teilschritts 3.1 MPLS Aufbau Erschliessungsring'	32

## 1. Zusammenfassung

Das schweizweite Projekt IP-Netz BSA (ASTRA Richtlinie 13040) ist ein Bestandteil des Projekts SA-CH (gemäss ASTRA Richtlinie 13031). Darin bildet es das Teilprogramm 3 'IP-Netz BSA', welches die Zielsetzung hat, den Aufbau der Kommunikationsinfrastruktur für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) der Nationalstrassen zu standardisieren und auf ein modernes in die Zukunft gerichtetes Fundament zu stellen.

Das Projekt «IP Netzintegration F3» ist die Durchführung der Schritte, um das Netzwerk der Filiale 3 (F3) an die geforderte Netzwerkarchitektur in der Richtlinie 13041 anzupassen. Der Projektauftrag ist in die folgenden Migrationsschritte aufgeteilt:

- Schritt 1: Anbindung der bestehenden Gebietseinheiten (GE) Netze an den Backbone Bund und Ablösung des VDV Netzes  
F3 und GEs wirken hierbei unterstützend mit.
- Schritt 2: Redundante Anbindung analog zum ersten Schritt  
F3 und GEs wirken hierbei unterstützend mit.
- Schritt 3: Anpassung der Topologie der GE Netze konform zur ASTRA Richtlinie 13040  
F3 führt das Projekt gemäss Vorgaben Abt. I-Ost und setzt es in den GEs um

Das vorliegende Dokument beschreibt den Schritt 3 sowie die daraus von der F3 zu erbringenden Leistungen (Investitionen).

## **2. Einleitung**

### **2.1. Ziel und Zweck des Dokumentes**

Das vorliegende Dokument gilt als Leitfaden für die Umsetzung des Migrationsschrittes 3 gemäss Migrationskonzept [1]. Dieser umfasst die Änderung der Topologie der Netze der Gebietseinheiten Filiale 3 nach SA-CH Vorgaben. Diesbezüglich stellt es einen groben Umsetzungsplan hinsichtlich Technik, Organisatorischem und Finanziellem dar.

### **2.2. Adressaten**

Das Dokument richtet sich an folgende Stakeholder:

- Fachspezialisten des ASTRA;
- Fachspezialisten der Gebietseinheiten;
- Ingenieurbüros und Unternehmungen, die im Auftrag des ASTRA Tätigkeiten an den Kommunikationsinfrastrukturen BSA ausführen.

### **2.3. Grundlagendokumente**

Folgende Dokumente dienen als Grundlage für das vorliegende Dokument:

- [1] Migrationskonzept IP-Netz BSA v1.2
- [2] ASTRA Richtlinie 13040 IP-Netz BSA v1.2
- [3] ASTRA Richtlinie 13031 SA-CH v1.7
- [4] ASTRA Dokumentation 83040d IP-Adressierung BSA v0.95
- [5] F3 Strecken- und BSA-Abschnitte Vorschlag AWP vom 29.11.2019
- [6] GE VIII Netzwerklayout v3.4 vom 28.06.2016
- [7] GE X Netzwerklayout NW/OW v1.5 vom 12.06.2018
- [8] GE X Netzwerklayout LU/ZG v1.3 vom 23.11.2018
- [9] GE XI Netzwerklayout v4.0 vom 10.01.2017
- [10] IP-Netz BSA Beispielzeichnungen Zielarchitektur v1.3 vom 31.10.2019
- [11] Zuordnung der Abschnitte zu den Abschnittsrechnern des BLS GEVIII, Rev. F vom 19.04.2018
- [12] Dossier Massnahmenprojekt Schritt 1 + 2 IP Netzintegration F3 vom 31.03.2020

### 3. Zielbild IP-Netz BSA

#### 3.1. Zielbild Architektur

Das allgemeine Zielbild der Netzwerkarchitektur ist gemäss Abbildung 1 aufgezeigt.

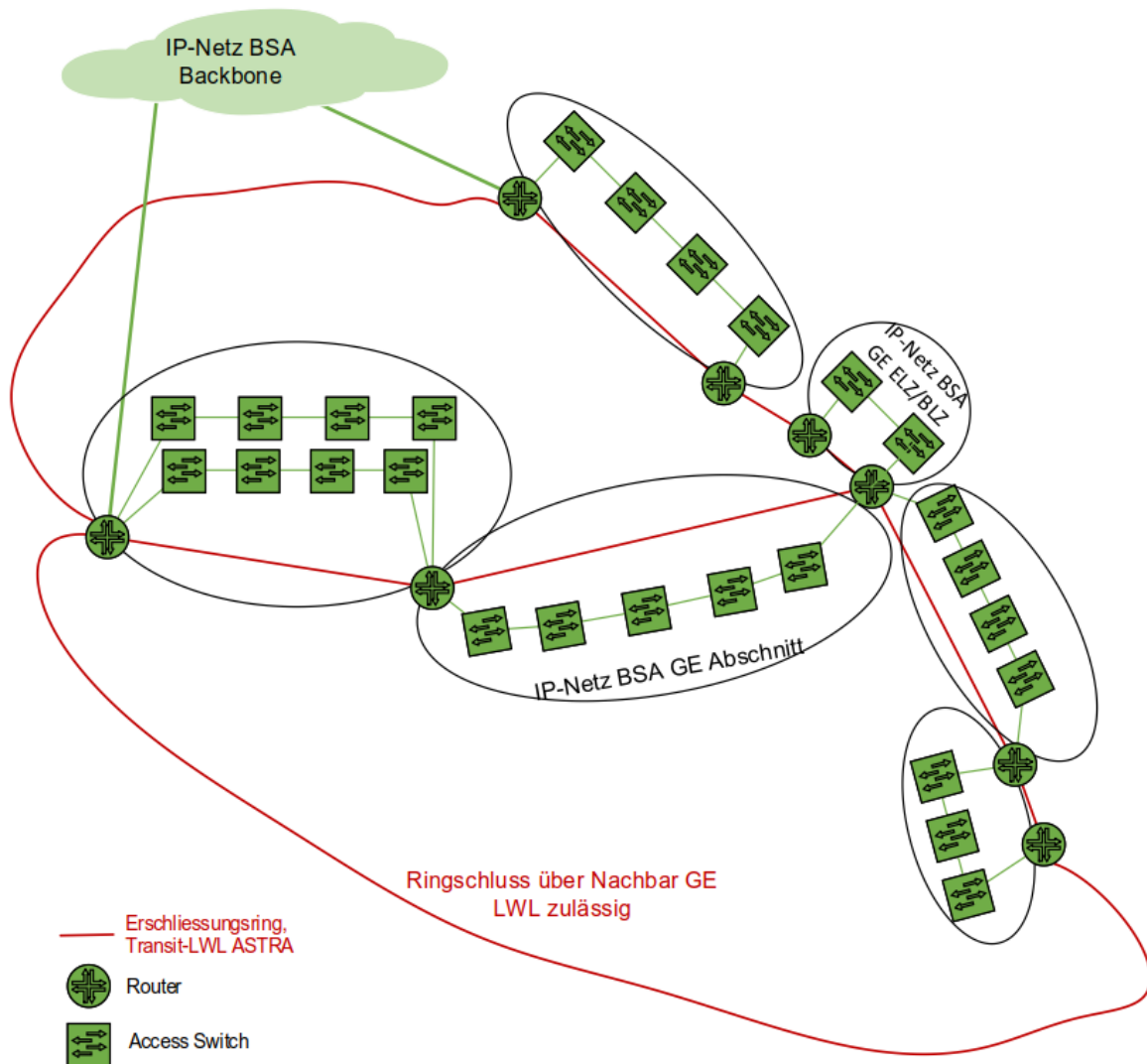


Abbildung 1: Zielbild der Netzarchitektur einer Gebietseinheit mit den Access-Bereichen IP- Netz BSA GE Abschnitte und den Erschliessungsringen IP-Netz BSA GE [2].

Die folgenden Punkte beschreiben das Zielbild der Netzwerkarchitektur gemäss der ASTRA Richtlinie 13040 [2].

- Über zwei MPLS Router ist das GE Netz an den Backbone angeschlossen (Georedundanz).
- Die klassischen Layer Core und Distribution entfallen und werden durch die MPLS Kommunikation ersetzt.
- Die MPLS Router sind direkt mit den Access Switch verbunden.
- Das Netz ist als Kaskade traditioneller Access Switch (Perlenkette) aufgebaut.
- Die detaillierte Zielarchitektur ist in der ASTRA Richtlinie 13040 [2] beschrieben.

### 3.2. Zielbild Betrieb

Für den Betrieb des Netzes ist das folgende Zielbild, gemäss Abbildung 2, gegeben und lehnt sich an [2] an.

- Das Bundesamt für Informatik und Telekommunikation (BIT) betreibt das Backbone Netz bis zur MPLS Router - Firewall
- GEs betreiben ihr eigenes Netz bis und mit Firewall - MPLS Router

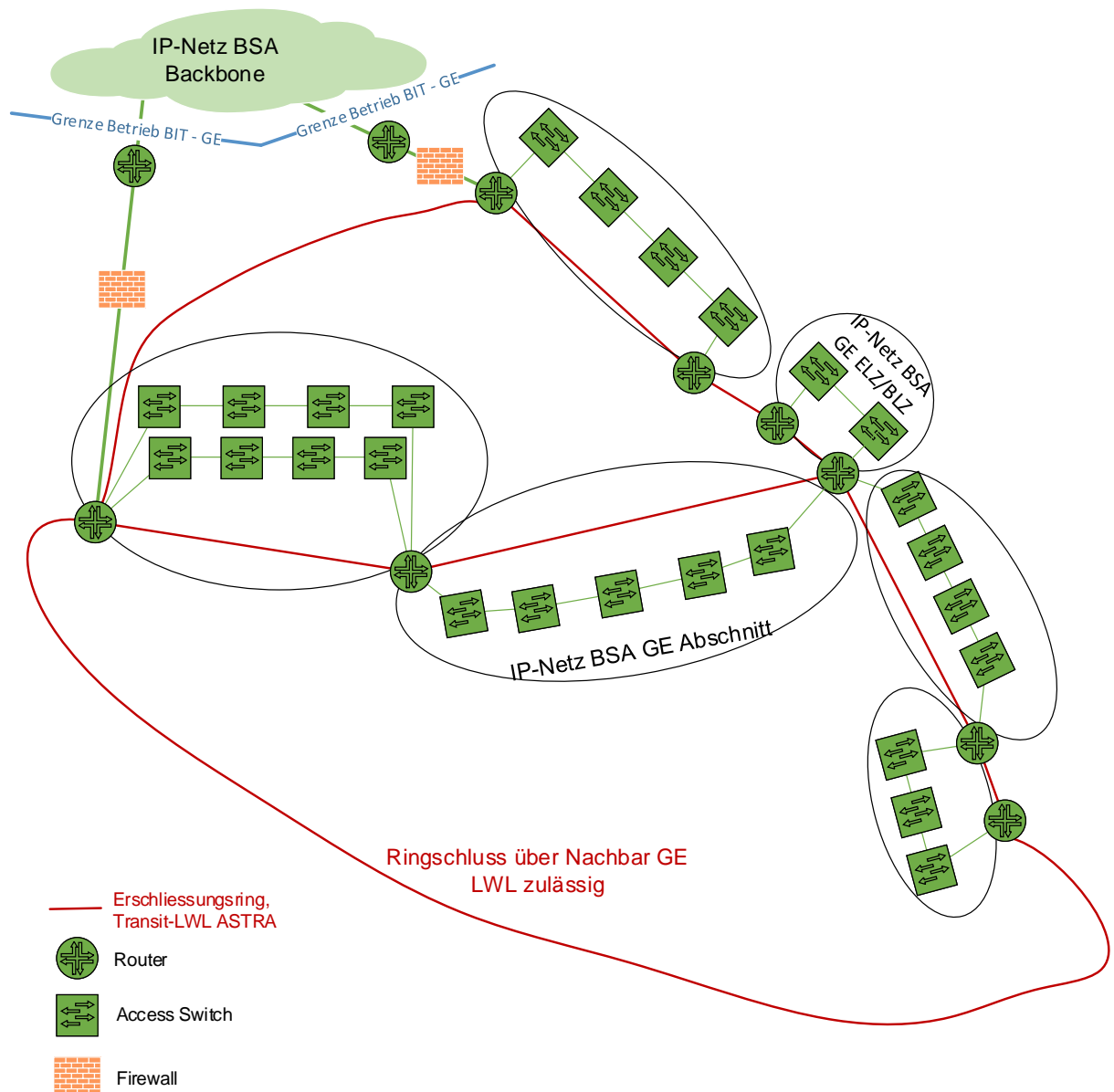


Abbildung 2: Zielbild der Netzwerkarchitektur mit den betrieblichen Grenzen zwischen BIT und GE

## 4. Massnahmenkatalog

Im Folgenden werden die benötigten Massnahmen zur Umsetzung des Migrationsschritts 3 aufgelistet.

- Gestaffelter Neuaufbau von MPLS Router Standorten
- Änderung der Topologie des Netzes
  - Prüfen ob ein LWL Ausbau/Rückbau notwendig ist
    - Falls es zusätzlich LWL-Verbindungen braucht
      - Ist aufgrund des Füllungsgrad der Kabelrohranlage ein Ausbau möglich?
      - Oder müssen bauliche Massnahmen durchgeführt werden?
  - Geschieht unter laufendem Betrieb
    - Parallelbetrieb bestehendes KOM Netz und neues IP Netz BSA (keine Beeinflussung des laufenden Betriebs)
- Ersetzen der bestehenden Access Switch nach Ende deren Lebensdauer
- Rückbau der ersetzten Netzwerkkomponenten



5. Definition Strecken- und BSA-Abschnitte

Da zur Umsetzung des Migrationsschritts 3 im Kapitel 6 ein gestaffeltes Vorgehen geplant ist, wird eine Definition der Streckenabschnitte benötigt. Zusätzlich wird für die Kostenschätzung im Kapitel 8 die Anzahl der BSA-Abschnitte pro GE benötigt. Dazu ist in den folgenden Kapiteln zu den einzelnen GEs ein Vorschlag zur Definition der Streckenabschnitte und BSA-Abschnitte präsentiert. Die Beziehung zwischen Streckenabschnitt und BSA-Abschnitt ist folgendermassen definiert:

- Ein Streckenabschnitt erstreckt sich über einen oder mehrere BSA-Abschnitte.
- Ein BSA-Abschnitt liegt immer innerhalb eines einzigen Streckenabschnittes.

5.1. GE VIII

Die Streckenabschnitte und BSA-Abschnitte der GE VIII sind in Abbildung 3 aufgezeigt.

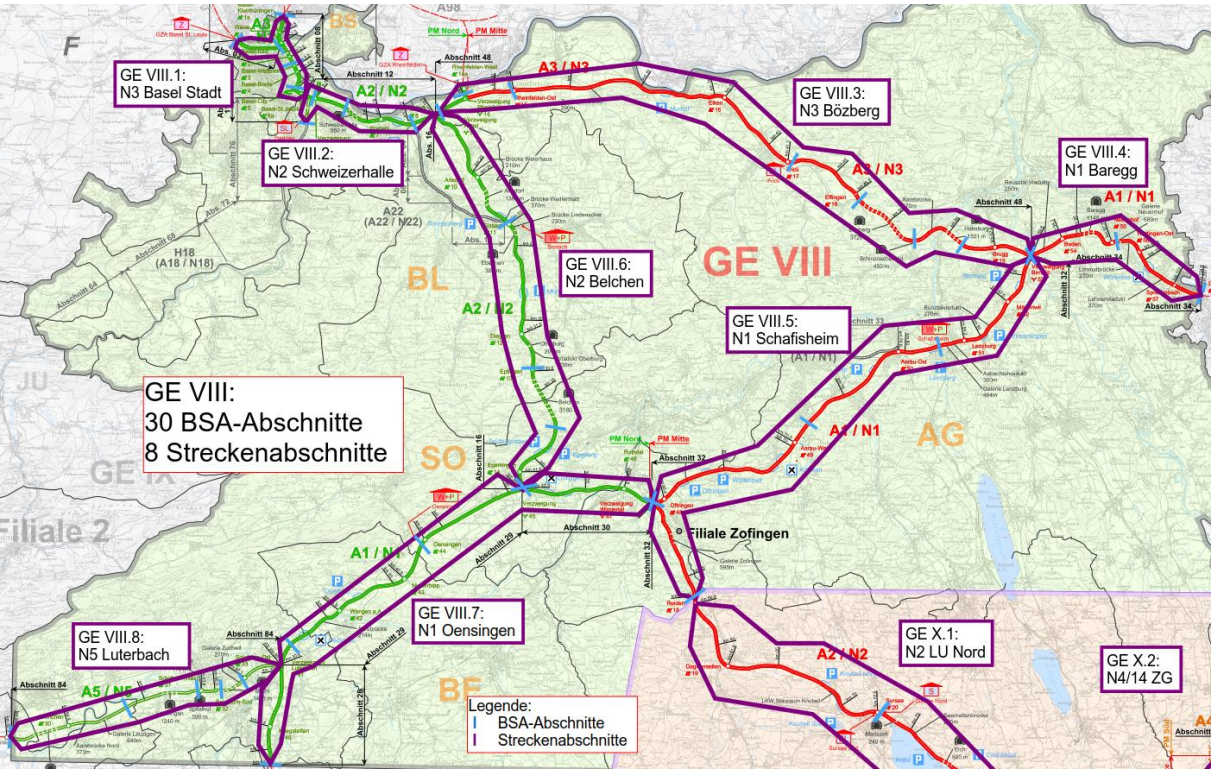


Abbildung 3: Vorschlag zur Definition der Streckenabschnitte und der BSA-Abschnitte in der GE VIII.

Die Namensgebung und deren Streckenumfang zu den in Abbildung 3 definierten Streckenabschnitten sind in Tabelle 1 definiert.

Nummer	Name	Strecke
GE VIII.1	N3 Basel Stadt	Komplett Basel Stadt
GE VIII.2	N2 Schweizerhalle	Basel City - Augst
GE VIII.3	N3 Bözberg	Augst - Birrfeld
GE VIII.4	N1 Baregg	Birrfeld - GE Grenze ZH
GE VIII.5	N1 Schafisheim	Birrfeld - Wiggertal inkl. A2 bis GE Grenze LU
GE VIII.6	N2 Belchen	Augst - Härkingen
GE VIII.7	N1 Oensingen	Wiggertal - GE Grenze BE (A01)
GE VIII.8	N5 Luterbach	Luterbach - GE Grenze BE (A05)

Tabelle 1: Namensgebung und Streckenumfang der Streckenabschnitte in der GE VIII



## 5.2. GE X

Die Streckenabschnitte und BSA-Abschnitte der GE X sind in Abbildung 4 aufgezeigt.

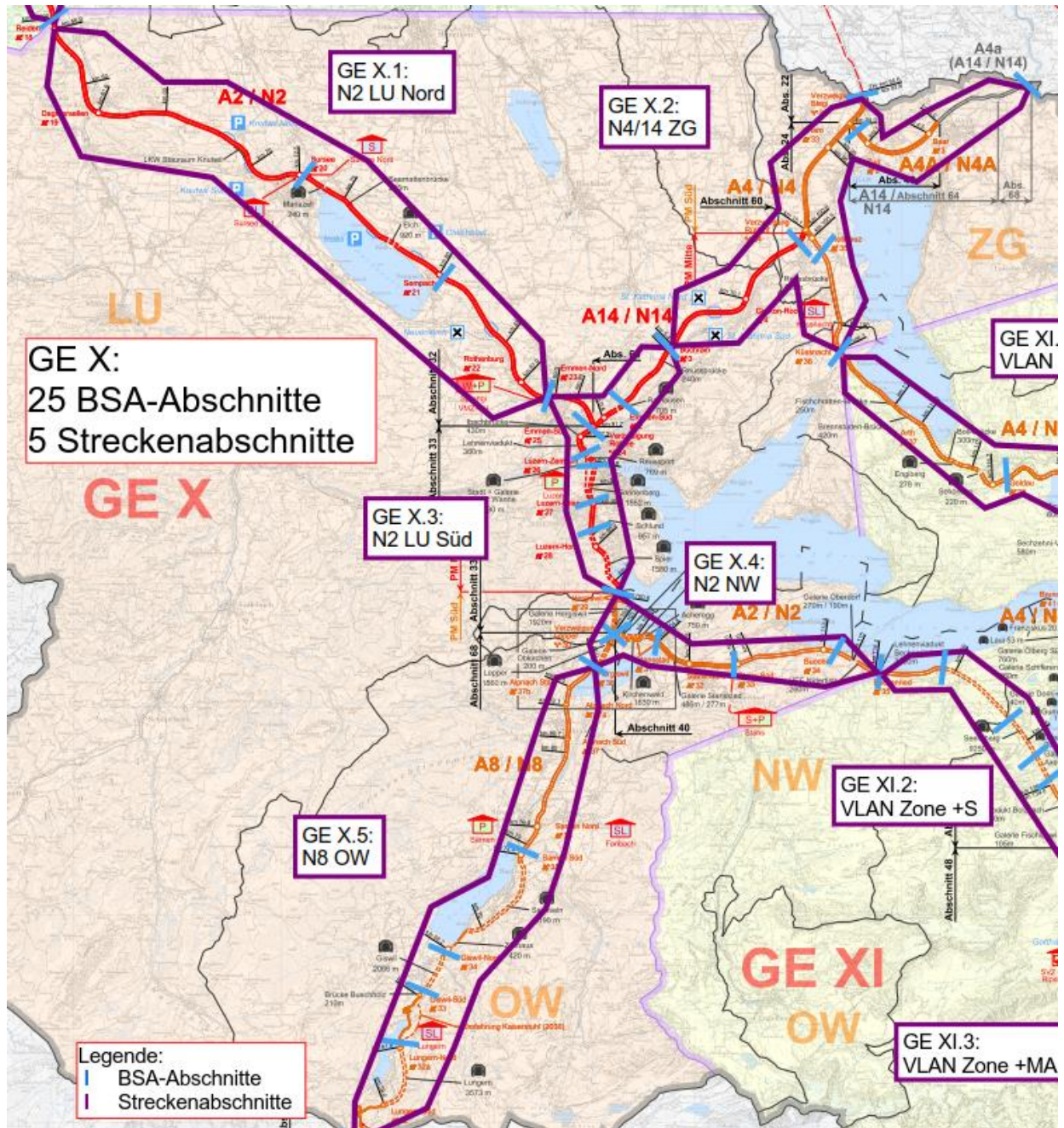


Abbildung 4: Vorschlag zur Definition der Streckenabschnitte und der BSA-Abschnitte in der GE X.

Die Namensgebung und deren Streckenumfang zu den in Abbildung 4 definierten Streckenabschnitten sind in Tabelle 2 definiert.

Nummer	Name	Strecke
GE X.1	N2 LU Nord	Strecke N2 LU Nord - von km 57 AS Reiden - bis km 87 AS Rothenburg
GE X.2	N4/14 ZG	Strecke N4 ZG <i>Ast N14</i> - von km 6 AS Buchrain - bis VZ Rütihof <i>Ast N4</i> - von km 93 Grenze ZH/ZG - bis km 106 AS Küssnacht (Grenze Zentras/AfBN) <i>Ast N4a</i> - von km 0 VZ Blegi - bis km 8.6 Kreisel Sihlbrugg (Grenze Zentras/GE ZH)
GE X.3	N2 LU Süd	Strecke N2 LU Süd <i>Ast N2</i> - von km 87 AS Rothenburg - bis km 101 AS Hergiswil (Grenze LU/NW) <i>Ast N14</i> - von km 0 VZ Rotsee - bis km 6 AS Buchrain
GE X.4	N2 NW	Strecke N2 NW - von km 101 AS Hergiswil (Grenze LU/NW) - bis km 116 AS Beckenried Süd (Grenze Zentras/AfBN)
GE X.5	N8 OW	Strecke N8 OW - von km 83 Alpnachstad - bis km 54 Brünig (Grenze OW/BE)

*Tabelle 2: Namensgebung und Streckenumfang der Streckenabschnitte in der GE X*



5.3. GE XI

Die Streckenabschnitte und BSA-Abschnitte der GE XI sind in Abbildung 5 aufgezeigt.

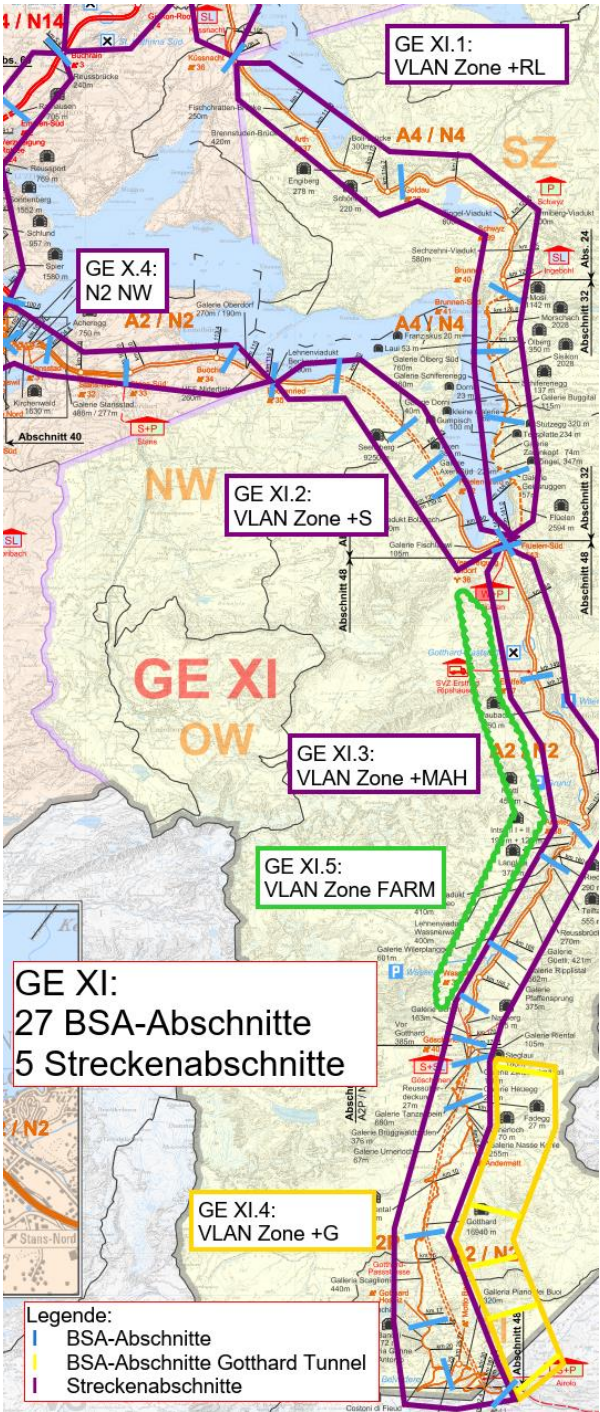


Abbildung 5: Vorschlag zur Definition der Streckenabschnitte und der BSA-Abschnitte in der GE XI.  
Die Namensgebung und die Streckenumfänge zu den in Abbildung 5 definierten Streckenabschnitten sind in Tabelle 3 definiert.

Nummer	Name	Strecke
GE XI.1	VLAN Zone +RL	Küssnacht – Flüelen
GE XI.2	VLAN Zone +S	Seelisbergtunnel
GE XI.3	VLAN Zone +MAH	Seelisbergtunnel – Göschenen inkl. Gotthardpass
GE XI.4	VLAN Zone +G	Gotthardtunnel
GE XI.5	VLAN Zone FARM	Seelisbergtunnel – Göschenen (Serverfarmen)

Tabelle 3: Namensgebung und Streckenumfang der Streckenabschnitte in der GE XI

## 6. Umsetzung des Migrationsschritt 3

Die Migration der alten GE Netze zur neuen, Richtlinien konformen Netzwerkarchitektur geschieht in den folgenden 3 Schritten.

- Migrationsschritt 1: Anbindung des GE Netzes an den Backbone  
inkl. Umschaltung der Dienste vom bestehenden VDV Netz auf das neue IP-BSA Netz Backbone
- Migrationsschritt 2: Redundante Anbindung des GE Netzes an den Backbone
- Migrationsschritt 3: Migration der GE Netze

Im Folgenden werden die einzelnen Teilschritte zum Migrationsschritt 3 beschrieben (Änderung der Topologie der GE Netze). In den Abbildungen sind Änderungen gegenüber dem vorherigen Kapitel **fett** markiert.

### 6.1. Teilschritt 3.1: Aufbau MPLS Erschliessungsringe

In diesem Teilschritt werden die Erschliessungsringe für die MPLS Kommunikation gemäss Abbildung 6 aufgebaut. Es findet ein Parallelbetrieb von MPLS Topologie und der klassischen Core/Distribution Topologie der heutigen GE Netzwerke statt.

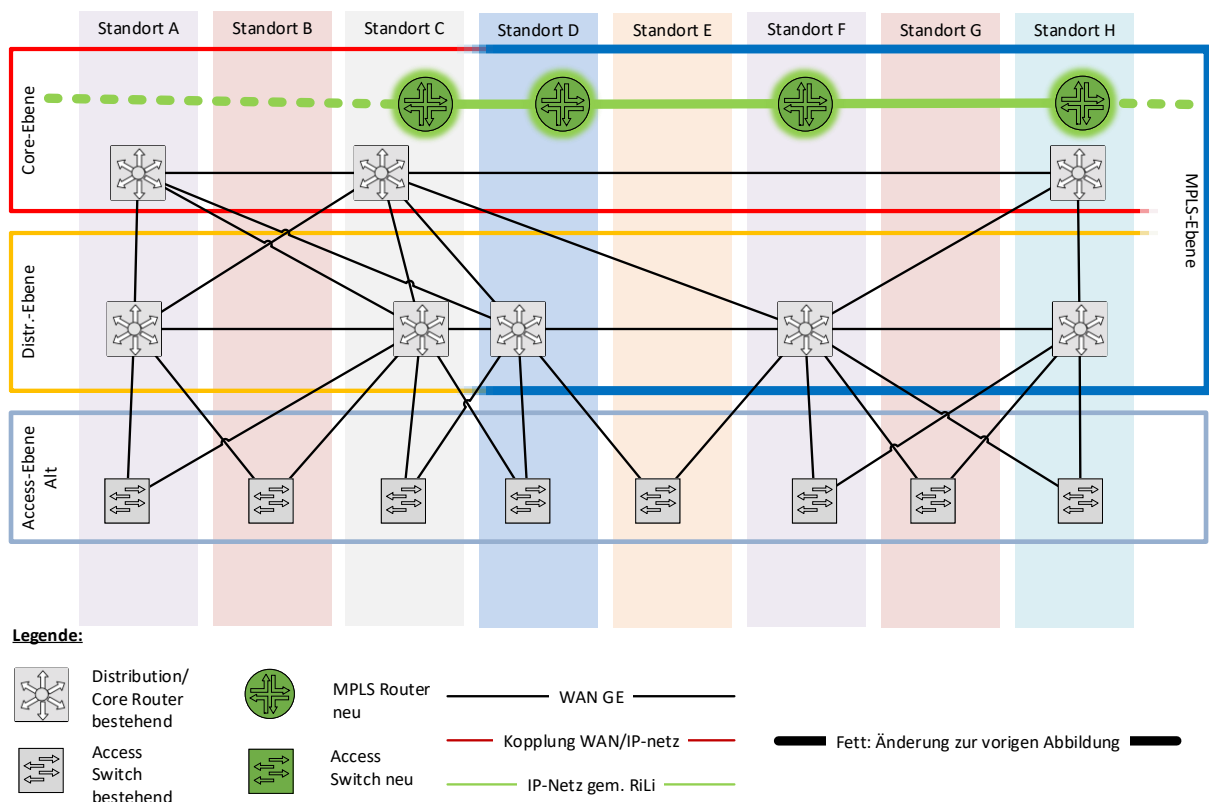


Abbildung 6: Aufbau MPLS Erschliessungsring in Teilschritt 3.1

#### 6.1.1. Gestaffelte vs. komplette Umsetzung des Teilschritt 3.1

Die Umsetzung des Teilschritts 3.1 kann entweder zeitlich als komplette oder gestaffelte Durchführung geschehen.

Bei einer zeitlich kompletten Umsetzung werden alle neuen MPLS-Router parallel zu den heutigen Core- und Distributionsrouter realisiert. Die neuen MPLS-Router sind in Abbildung 7 blau markiert. Somit werden die MPLS-Erschliessungsringe vollständig aufgebaut und sind einsatzfähig. Zwecks Übersichtlichkeit ist in Abbildung 7 das bestehende GE Netz nicht dargestellt.

Bei einer gestaffelten Umsetzung werden das Pilot IP-Netz BSA GE ELZ/BLZ und ein Pilot IP-Netz BSA Abschnitt mit je zwei MPLS Routern aufgebaut, was in der Abbildung 7 orange markiert ist. Der Ring wird somit über eine Darkfiber (LWL-Verbindung) mit den Standorten, an welchen der Anschluss zum BB Bund Netz stattfindet, verbunden. Nach erfolgreichem Pilot-Betrieb erfolgt der Aufbau der restlichen MPLS Erschliessungsringe.

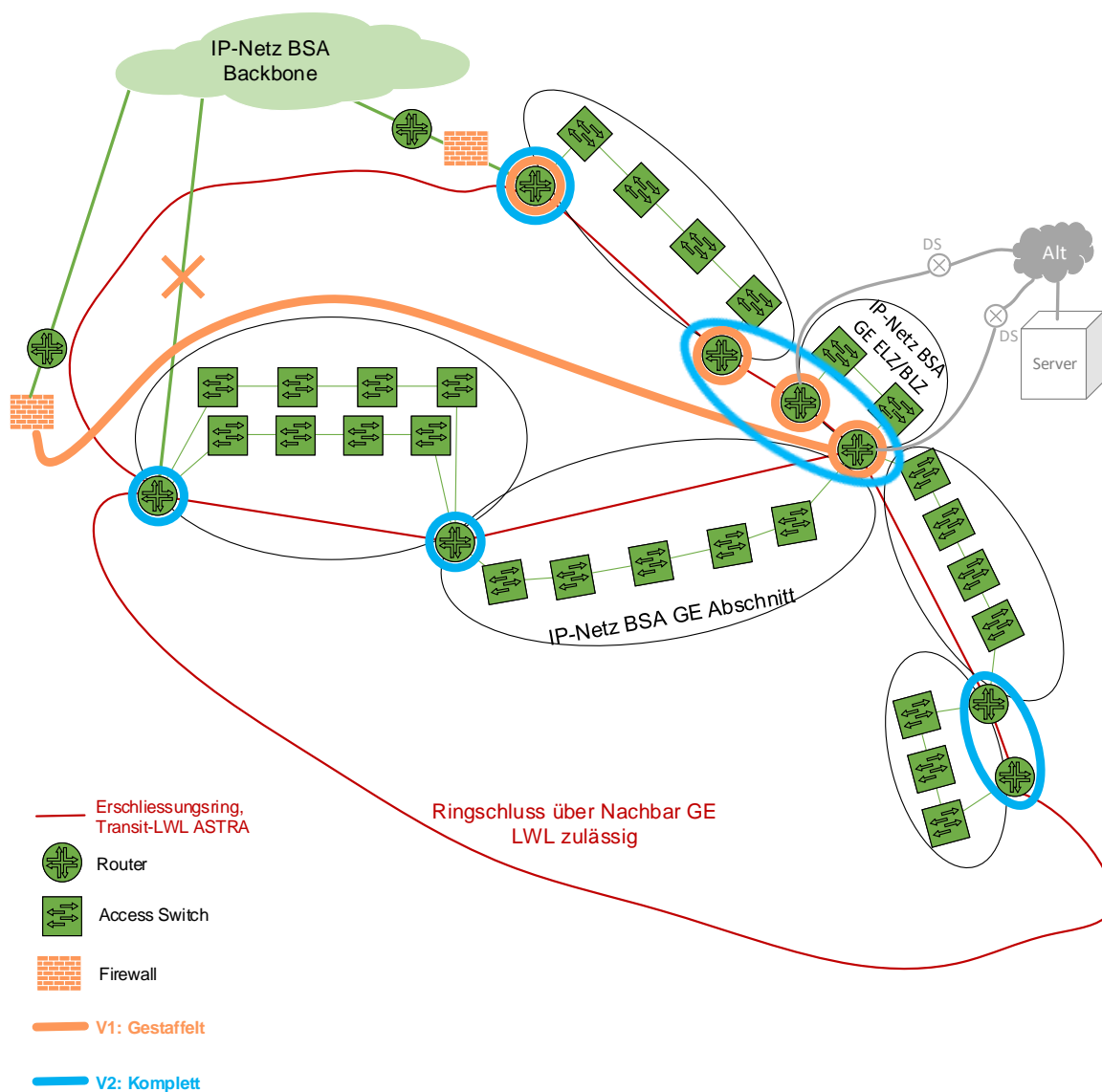


Abbildung 7: Varianten zur Umsetzung des Teilschritts 3

Die Vor- und Nachteile dieser beiden Varianten sind im Factsheet [Anlage 2: Factsheet 'Gestaffelte oder komplette Umsetzung des Teilschritts 3.1 MPLS Aufbau Erschliessungsring'] ausgewiesen und gewürdigt. ASTRA Filiale 3 entscheidet sich für die Realisierung des MPLS Erschliessungsring nach Variante 1 'Gestaffelte Umsetzung'.

Die zeitliche Umsetzung des Aufbaus der MPLS Erschliessungsringe erfolgt gestaffelt über die in Kapitel 5 definierten Streckenabschnitte und ist im Terminplan in Kapitel 0 pro GE ersichtlich.

## 6.2. Teilschritt 3.2: Kopplung MPLS mit Distribution Switch

Während des Teilschritts 3.2 werden zwei Distribution Switch (heutiges GE Netzwerk) mit je einem MPLS Router, gemäss Abbildung 8 rote Verbindungen, gekoppelt.

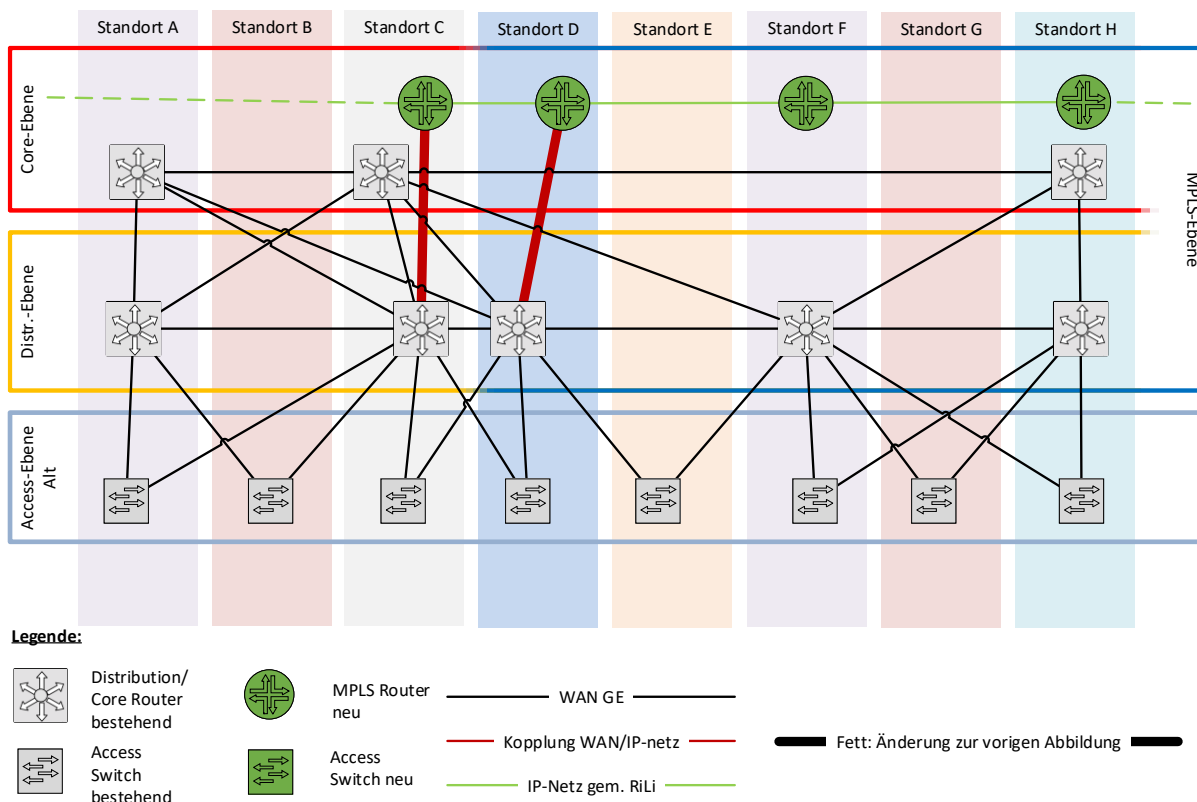


Abbildung 8: Kopplung der neuen MPLS Kommunikation mit dem Distribution Switch in Teilschritt 3.2

Die folgenden Punkte sind hierbei zu beachten.

- Anbindung der BSA-Services (virtualisierte BSA Dienste) an das MPLS Netz. Dualstack ist vorausgesetzt
- Gestaffeltes nachführen der Routing Tabellen pro Kommunikationsweg (MPLS aktivieren; Routing im bestehenden Netz deaktivieren)
- VLAN Zonierung beachten
- Bei Bedarf Routing der Transitkommunikation anpassen (neu über MPLS)

### 6.3. Teilschritt 3.3: Access Switch ersetzen

Die Ersetzung der Access Switch erfolgt, wie auch im Teilschritt 3.1 Aufbau der MPLS Erschliessungsringe, gestaffelt. Dabei werden zuerst die Access Switch am Pilot IP-Netz BSA Abschnitt ersetzt, wie in Abbildung 9 gezeigt.

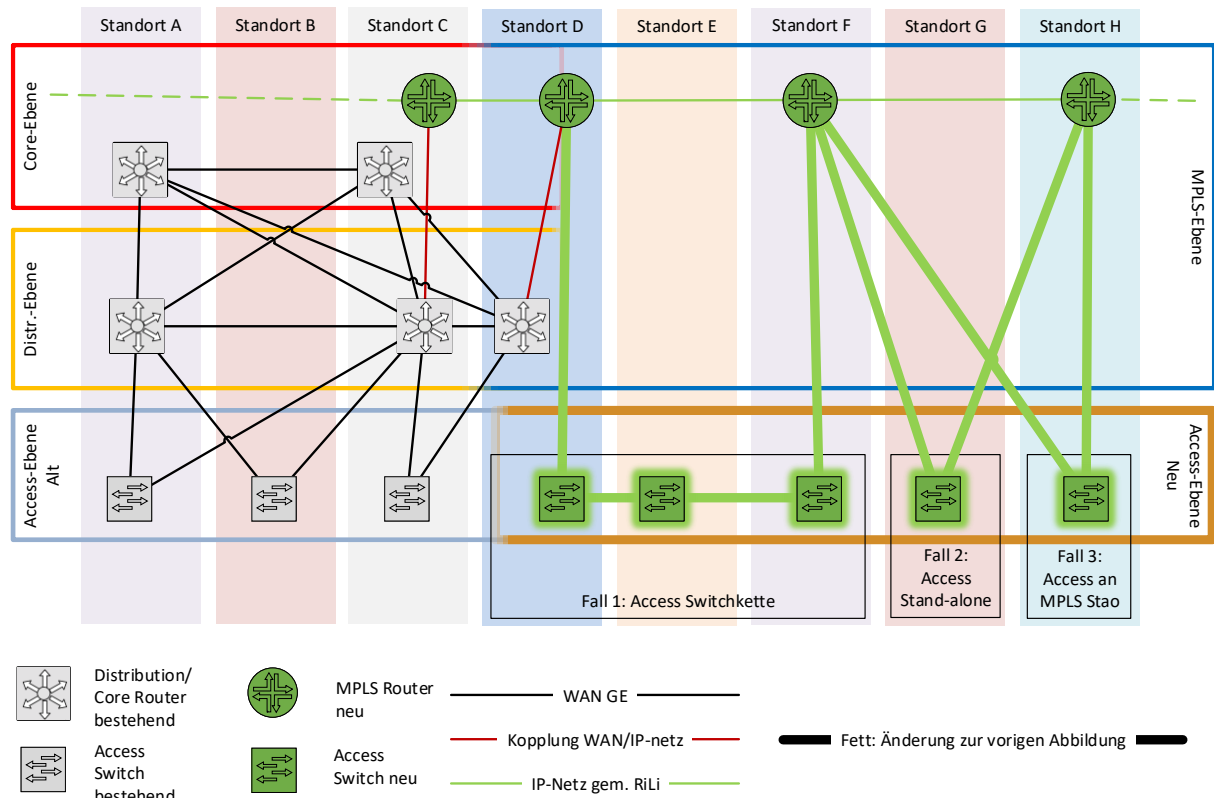


Abbildung 9: Access Switch ersetzen und an MPLS koppeln nach Aufbau des Pilot MPLS Erschliessungsring

Bei der Anbindung der Access Switch werden die folgenden Hauptfälle unterschieden:

- Fall 1: Access Switchkette
  - o Access Switch kaskadiert in Form einer Perlenkette
  - o Ringschluss Redundanzkopplung an MPLS Router
- Fall 2: Access Switch Stand-alone
  - o Access Switch an einem Standort ohne MPLS Router
  - o Sternförmiger (Dual Homing) Anschluss an MPLS Router
- Fall 3: Access Switch an MPLS Standort
  - o Access Switch an einem Standort mit MPLS Router
  - o Sternförmiger (Dual Homing) Anschluss an MPLS Router

Für eine detaillierte Unterscheidung der möglichen Anbindungen von Access Switch an MPLS Router wird auf [10] verwiesen.



Nachdem der Pilot auf Access Ebene abgeschlossen ist, werden die restlichen MPLS Erschliessungsringe aufgebaut, was in Abbildung 10 ersichtlich ist.

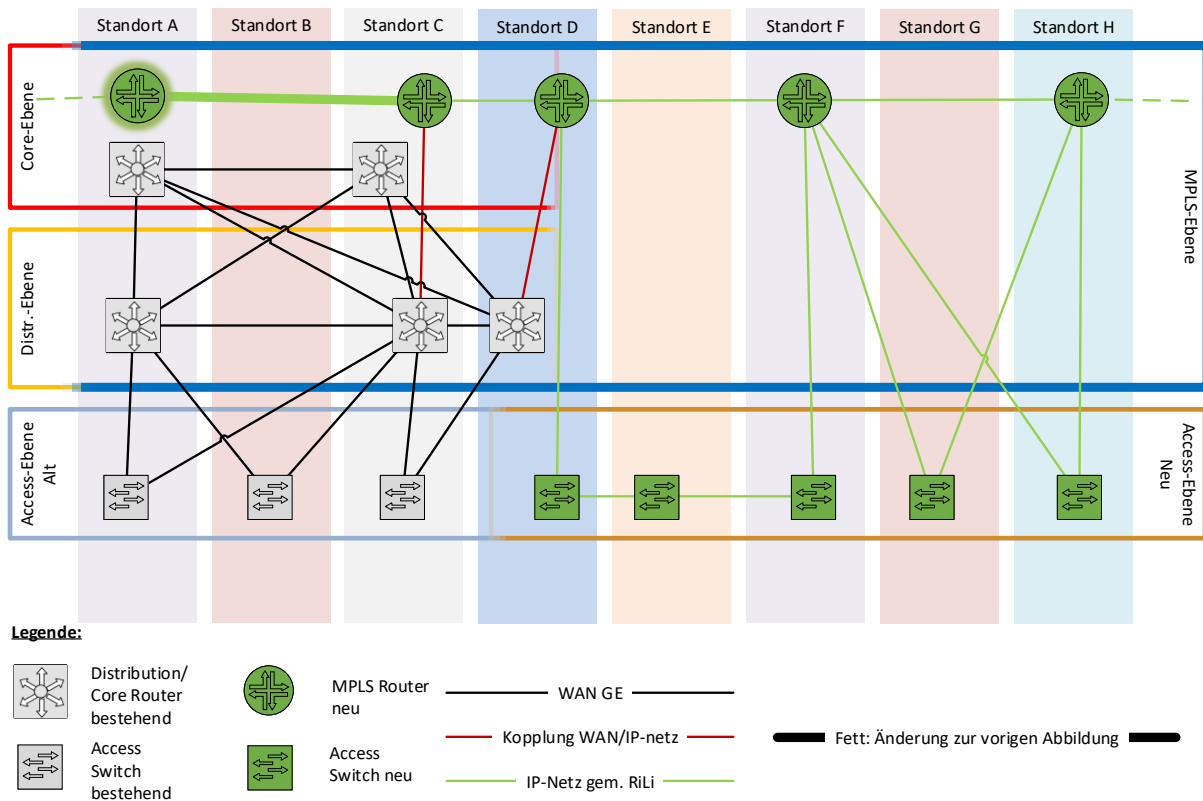


Abbildung 10: Aufbau der restlichen MPLS Erschliessungsringe

Anschliessend werden die Access Switch auf den restlichen Streckenabschnitten ersetzt. Dies geschieht bei Erreichen von End-of-Life der bestehenden Access Switch mit Projekten auf den jeweiligen Streckenabschnitten und ist im Terminplan in Kapitel 0 pro GE ersichtlich. Das somit erreichte Zielbild der Netzwerkarchitektur ist in Abbildung 11 dargestellt.

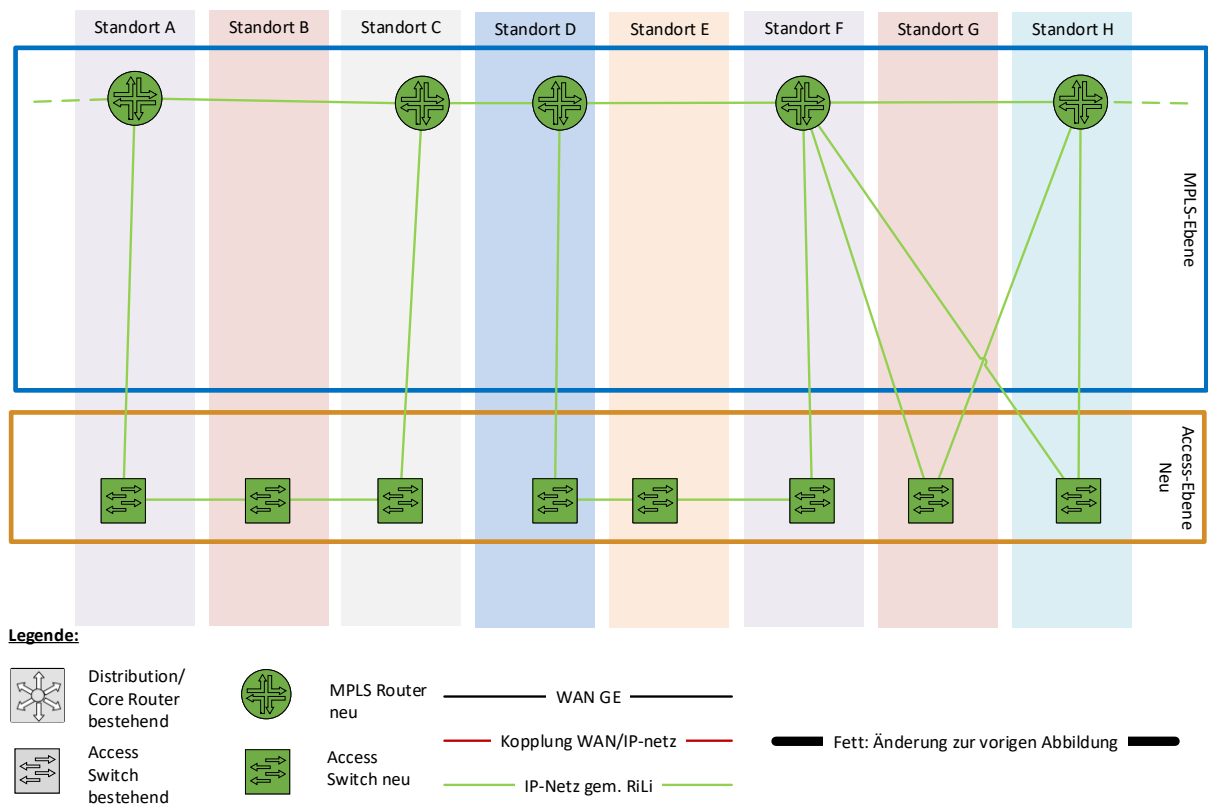


Abbildung 11: Finale Zielarchitektur der Netzwerktopologie

## 6.4. Teilschritt 3.4: Migration BSA auf neue Access Switch

Im Teilschritt 3.4 werden die BSA auf die neuen Access Switch migriert, wobei die folgenden Punkte zu beachten sind.

- Einige Access Switch sind schon IPv6 fähig (neuer Access Switch), einige nur IPv4 (bestehender Access Switch)
  - o Parallelbetrieb mit IPv6 und IPv4 ist gemäss Abbildung 12 notwendig
    - Notwendigkeit von Dual Stack
- Je nach Zieladresse der BSA gibt es, gemäss Abbildung 12, unterschiedliche Kommunikationswege
  - ① Bestehende BSA mit Zieladresse im bestehenden Netz
  - ② Bestehende BSA mit Zieladresse im neuen Netz
  - ③ Neue BSA mit Zieladresse im bestehenden Netz
  - ④ Neue BSA mit Zieladresse im neuen Netz

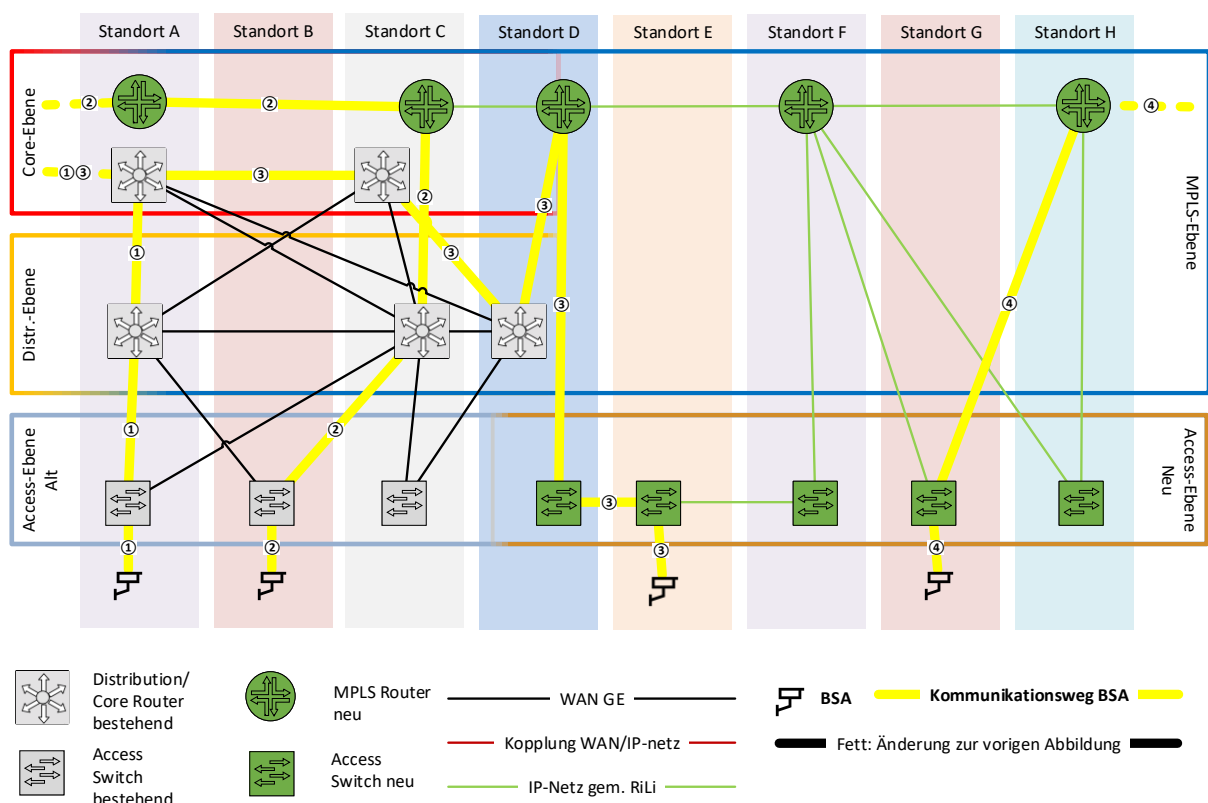


Abbildung 12: Kommunikationswege der BSA in Teilschritt 3.4

## 6.5. Teilschritt 3.5: Umkonfigurieren der IPs

Das Umkonfigurieren der IPs erfolgt im Teilschritt 3.5 unter folgenden Beachtungen.

- Sämtliche zentralen Dienste / Tools der neuen Topologie, welche für die Umsetzung des Teilschritts 3.5 notwendig sind, müssen bei dessen Umsetzung vorhanden sein
- BSA Anlagen, welche lediglich IPv4 unterstützen, werden beim Erreichen von End-of-Life ersetzt
- Bestehende IPv6 fähige BSA Anlagen umkonfigurieren auf IPv6 (bspw. GE VIII)
  - o Der Entscheid, ob die Hardware (BSA) umkonfiguriert oder ersetzt wird, ist abhängig vom Zeitpunkt des nächsten UPLaNS
- Neue BSA Anlagen werden mit IPv6 realisiert
- VLAN Zonierung beachten

## 7. Risiken

Die Risiken und deren Massnahmen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Risikofaktor	Wahrscheinlichkeit			Bemerkungen	Massnahmen	Zuständigkeiten
	Eintritt	Schaden	Produkt			
Kein Projekt für die finanzielle Umsetzung der Teilschritte 3.1 - 3.3 vorhanden	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Budget nicht vorhanden</li> <li>- Terminverzögerungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projekte zur Umsetzung festlegen</li> <li>- Finanzierung klären</li> </ul>	ASTRA
Fall Rahmenvertrag Netzwerk Aktivkomponenten: Zu späte Beschaffung des Rahmenvertrags	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Netzwerkkomponenten würden schon früher gebraucht</li> <li>- Abhängigkeit zu einer zentralen Beschaffungsstelle</li> <li>- Verzögerung des Projektfortschritts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rahmenvertrag frühzeitig beschaffen</li> </ul>	ASTRA
Notwendigkeit baulicher Massnahmen	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erweiterung aufgrund Platzbedarfs bei Parallelbetrieb</li> <li>- Zusätzliche LWL-Verbindungen notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frühzeitiges Erkennen der Auswirkungen auf Infrastruktur</li> </ul>	PV/BL
Betriebskompatibilität von alten zu neuen Systemen	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probleme zwischen IPv4 und IPv6 (Kommunikationsnetz, Managementsysteme, Anlage- und Lokalsteuerungen)</li> <li>- Nicht funktionieren des Gesamtsystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnittstellen zwischen Systemen abklären</li> <li>- Präzises festlegen der IPv4 und IPv6 Ebenen / Komponenten</li> </ul>	PV/BL
Fehler bei Realisierung unter Vollbetrieb	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderungen am Live-System könnten negative Folgen auf den Betrieb haben</li> <li>- «Operation am offenen Herzen»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weitreichende Eventualplanung für Rückfallebenen notwendig</li> </ul>	PV/BL
Mangel an fachkundigem Personal	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachpersonalmangel auf Stufen wie GE, ASTRA, Ingenieurbüros oder Unternehmer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frühzeitiges Erkennen von Engpässen in der Planung festhalten</li> </ul>	Alle
Nichterfolg bei Umsetzung der Vorgaben	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Erfahrungen auf einer Änderung eines Systems schweizweit</li> <li>- Umsetzung der Vorgaben noch nicht erprobt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzen der Vorgaben zuerst bei Piloten durchführen</li> <li>- Lessons Learned in den folgenden Umsetzungen anwenden</li> </ul>	Alle

Risikofaktor	Wahrscheinlichkeit			Bemerkungen	Massnahmen	Zuständigkeiten
	Eintritt	Schaden	Produkt			
Unerwartete bauliche Vorkommnisse, Störungen, Schäden an LWL-Infrastruktur etc.	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baubehinderungen</li> <li>- Terminverzögerungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ab Baubeginn 24h-Pikettdienst vorsehen</li> </ul>	ASTRA
Verzögerungen bei Arbeitsvergaben	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminverzug, verspätete IBS</li> <li>- Unterbrochener Bauablauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressourcen GE/ASTRA berücksichtigen</li> </ul>	GE
Lieferfristen werden nicht eingehalten	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminverzug, verspätete IBS</li> <li>- Bauablauf wird unterbrochen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Angebotsanfrage die Lieferzeiten verbindlich abfragen und festhalten.</li> </ul>	GE
Nicht Einhaltung des Kommunikationswegs ab Übergabestelle	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Widersprüchliche Projektauffassungen (Entscheide, Vorgaben)</li> <li>- Chaos-Bildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festlegen von Kommunikationsweg und mittel bei Startsituation</li> </ul>	ASTRA
Kostenüberschreitung	1	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Budget wird überschritten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detaillierte technische Abklärungen und Kostenschätzungen</li> <li>- Kostenkontrolle während Ausführung</li> </ul>	PV/BL
Änderungen der ASTRA-Richtlinien und Merkblätter	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verzögerung der Gesamteinbetriebnahme</li> <li>- Kostenerhöhung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Projektfortschritt kann auf technische Änderungen noch mit geringem Aufwand eingegangen werden.</li> <li>- Anpassungen, welche mit grossem Aufwand verbunden sind, müssen fallweise mit der Projektleitung abgestimmt werden, ob eine Berücksichtigung angebracht ist.</li> </ul>	PV/BL

Tabelle 4: Risiken und deren Massnahmen

## 8. Grobkostenschätzung

Das folgend beschriebene Vorgehen und die damit verbundenen Annahmen bezüglich der Grobkostenschätzung gelten für alle GEs in der F3.

- Beschaffung der aktiven Netzwerkkomponenten geschieht über eine Submission
- Die Annahme besteht, dass 50% der Access Switches auf offener Strecke aus Redundanzgründen LWL-technisch neu erschlossen werden müssen.
- Die neuen Netzwerkkomponenten werden in bestehende Kommunikationsschränke / VKs etc. installiert. Unter dem Kostenpunkt Nebeneinrichtungen sind die Aufwendungen für LWL-Patchungen, LWL-Linkmessungen, Nachführen der Dokumentationen und allfällig notwendige Erweiterungen bei der LWL-Infrastruktur ausgewiesen.
  - o Die Kostenschätzung der Erweiterung der LWL-Infrastruktur muss in der Phase Massnahmenprojekt anhand von typischen Musterstrecken präzisiert und verifiziert werden.
- Zum Vorschlag zur Definition der BSA-Abschnitte [5] gelten folgende Annahmen:
  - o Der Vorschlag wurde für die Kostenschätzung des Migrationsschritts 3 erstellt
  - o Ein Streckenabschnitt kann mehrere BSA-Abschnitte enthalten
  - o Der Vorschlag zeigt einen Arbeitsstand auf und ist in den weiteren Projektphasen weiterzuentwickeln.
  - o Der Vorschlag ist folgendermassen basiert:
    - Auf der Abbildung 5.4 in der ASTRA Richtlinie 13031d [3]
    - Auf den Beispielzeichnungen der Zielarchitektur [10]
    - Auf der Zuordnung der Abschnitte zu den Abschnittsrechnern des BLS GE VIII [11]
    - Auf der Abschnittsdefinition gemäss dem heutigen Aufbau des Leitsystems der GE XI
- Anhand der Anzahl der definierten BSA-Abschnitte wird mit der Grobannahme, dass pro BSA-Abschnitt 2 MPLS-Router benötigt werden, die Totalmenge der MPLS-Router bestimmt
  - o  $n$  BSA-Abschnitte  $\rightarrow 2n$  MPLS-Router
  - o **Die nachstehenden Angaben sind eine erste Schätzung und sind mit dem Projektfortschritt zu verfeinern.**
- Im Accessbereich werden zusätzlich zu den momentan vorhandenen Access Switch 100% dazu gerechnet. Dieser «Forecast Access» deckt allfällige in der Zukunft dazukommende netzwerkfähige Betriebsmittel (Sensoren, Aktoren etc.) ab.
- Wegen des «Forecast Access» wird auf Ebene MPLS somit zu den momentan gerechneten MPLS- Routern zusätzlich einen «Forecast MPLS» von + 20% dazu gerechnet.
- Der Rückbau der ersetzten Netzwerkkomponenten ist in der Kostenschätzung berücksichtigt.

## 8.1. GE VIII

### 8.1.1. Aktive Netzwerkkomponenten

#### 8.1.1.1. MPLS Ebene

- 30 BSA-Abschnitte → 60 MPLS-Router
  - o «Forecast MPLS» + 20%: **72 MPLS-Router**

#### 8.1.1.2. Access Ebene

- 82 Access Switch Tunnel/Zentrale
  - o «Forecast Access» + 100%: **164 Access Switch Tunnel/Zentrale**
- 160 Access Switch offene Strecke
  - o «Forecast Access» + 100%: **320 Access Switch offene Strecke**

### 8.1.2. Kostenschätzung

Gemäss Mengengerüst in Kapitel 8.1.1 ergibt sich die Kostenschätzung gemäss Tabelle 5.

Typ	Bereich	Kapitel	Betrag [CHF]
<b>Investitionskosten</b>	Kommunikation & Leittechnik	Kapitel 8.1.1	5'700'000
	Nebeneinrichtungen		5'585'000
<b>Total Investitionskosten (ohne MWSt)</b>			<b>11'285'000</b>
<b>Kosten Dritter</b>	Gebietseinheit		564'000
	Rückbau		226'000
<b>Total Kosten Dritter (ohne MWSt)</b>			<b>790'000</b>
<b>Planerkosten</b>	BHU		451'000
	PV/BL		1'806'000
	Fachexperten		451'000
<b>Total Planerkosten (ohne MWSt)</b>			<b>2'708'000</b>
<b>Zwischentotal Kosten (ohne MWSt)</b>			<b>14'783'000</b>
	<b>Unvorhergesehenes</b>		<b>2'217'000</b>
<b>Total Projektkosten (ohne MWSt)</b>			<b>17'000'000</b>
	<b>MWSt</b>		<b>1'309'000</b>
<b>Total Projektkosten (inkl. MWSt)</b>			<b>18'309'000</b>
<b>Preisbasis (Monat, Jahr)</b>			<b>06.2020</b>

Tabelle 5: Kostenschätzung der GE VIII

## 8.2. GE X

### 8.2.1. Aktive Netzwerkkomponenten

#### 8.2.1.1. MPLS Ebene

- 25 BSA-Abschnitte → 50 MPLS-Router
  - o «Forecast MPLS» + 20%: **60 MPLS-Router**

#### 8.2.1.2. Access Ebene

- Da aus den Netzwerklayouts in [7] und [8] keine Unterscheidungen zwischen Access Switch Tunnel/Zentrale und Access Switch offene Strecke ersichtlich sind, wird von einem Verhältnis von 1:1 als Annahme genommen («Access Switch Tunnel Zentrale»: «Access Switch offene Strecke» = 1:1)
- Total Access Switch 58
  - o 29 Access Switch Tunnel/Zentrale
    - «Forecast Access»+ 100%: **58 Access Switch Tunnel/Zentrale**
  - o 29 Access Switch offene Strecke
    - «Forecast Access»+ 100%: **58 Access Switch offene Strecke**

### 8.2.2. Kostenschätzung

Gemäss Mengengerüst in Kapitel 8.2.1 ergibt sich die Kostenschätzung gemäss Tabelle 6.

Typ	Bereich	Kapitel	Betrag [CHF]
<b>Investitionskosten</b>	Kommunikation & Leittechnik	Kapitel 8.2.1	2'940'000
	Nebeneinrichtungen		1'627'000
<b>Total Investitionskosten (ohne MWSt)</b>			<b>4'567'000</b>
<b>Kosten Dritter</b>	Gebietseinheit		228'000
	Rückbau		91'000
<b>Total Kosten Dritter (ohne MWSt)</b>			<b>319'000</b>
<b>Planerkosten</b>	BHU		183'000
	PV/BL		731'000
	Fachexperten		183'000
<b>Total Planerkosten (ohne MWSt)</b>			<b>1'097'000</b>
<b>Zwischentotal Kosten (ohne MWSt)</b>			<b>5'983'000</b>
	<b>Unvorhergesehenes</b>		<b>897'000</b>
<b>Total Projektkosten (ohne MWSt)</b>			<b>6'880'000</b>
	<b>MWSt</b>		<b>530'000</b>
<b>Total Projektkosten (inkl. MWSt)</b>			<b>7'410'000</b>
<b>Preisbasis (Monat, Jahr)</b>			<b>06.2020</b>

Tabelle 6: Kostenschätzung der GE X



### 8.3. GE XI

#### 8.3.1. Aktive Netzwerkkomponenten

##### 8.3.1.1. MPLS Ebene

- 27 BSA-Abschnitte → 54 MPLS-Router
  - o «Forecast MPLS» + 20%: **65 MPLS-Router**

##### 8.3.1.2. Access Ebene

- Da aus dem Netzwerklayout in [9] keine Unterscheidungen zwischen Access Switch Tunnel/Zentrale und Access Switch offene Strecke ersichtlich ist, wird von einem Verhältnis von 1:1 als Annahme genommen («Access Switch Tunnel Zentrale»: «Access Switch offene Strecke» = 1:1)
- Total Access Switch 190
  - o 95 Access Switch Tunnel/Zentrale
    - «Forecast Access» + 100%: **190 Access Switch Tunnel/Zentrale**
  - o 95 Access Switch offene Strecke
    - «Forecast Access» + 100%: **190 Access Switch offene Strecke**

#### 8.3.2. Kostenschätzung

Gemäss Mengengerüst in Kapitel 8.3.1 ergibt sich die Kostenschätzung gemäss Tabelle 7.

<i>Typ</i>	<i>Bereich</i>	<i>Kapitel</i>	<i>Betrag [CHF]</i>
<b>Investitionskosten</b>	<i>Kommunikation &amp; Leittechnik</i>	<i>Kapitel 8.3.1</i>	4'955'000
	<i>Nebeneinrichtungen</i>		2'898'000
<b>Total Investitionskosten (ohne MWSt)</b>			<b>7'853'000</b>
<b>Kosten Dritter</b>	<i>Gebietseinheit</i>		471'000
	<i>Rückbau</i>		157'000
<b>Total Kosten Dritter (ohne MWSt)</b>			<b>628'000</b>
<b>Planerkosten</b>	<i>BHU</i>		314'000
	<i>PV/BL</i>		1'256'000
	<i>Fachexperten</i>		314'000
<b>Total Planerkosten (ohne MWSt)</b>			<b>1'884'000</b>
<b>Zwischentotal Kosten (ohne MWSt)</b>			<b>10'365'000</b>
	<b>Unvorhergesehenes</b>		<b>1'555'000</b>
<b>Total Projektkosten (ohne MWSt)</b>			<b>11'920'000</b>
	<b>MWSt</b>		<b>918'000</b>
<b>Total Projektkosten (inkl. MWSt)</b>			<b>12'838'000</b>
<b>Preisbasis (Monat, Jahr)</b>			<b>06.2020</b>

Tabelle 7: Kostenschätzung der GE XI

## 8.4. Finanzierung

### 8.4.1. Gesamte Investitionskosten

Gemäss den Kostenschätzungen für die GE VIII, GE X und GE XI, ergibt sich als Zusammensetzung die Totalkostenschätzung für die F3 gemäss Tabelle 8. Der dazugehörige Kostenvoranschlag ist in [Anlage 1: Kostenvoranschlag] ersichtlich.

Typ	Bereich	Kapitel	Betrag [CHF]
<b>Investitionskosten</b>	Kommunikation & Leittechnik	Kapitel 8.3.1	13'594'000
	Nebeneinrichtungen		10'110'000
<b>Total Investitionskosten (ohne MWSt)</b>			<b>23'704'000</b>
<b>Kosten Dritter</b>	Gebietseinheit		1'264'000
	Rückbau		474'000
<b>Total Kosten Dritter (ohne MWSt)</b>			<b>1'738'000</b>
<b>Planerkosten</b>	BHU		948'000
	PV/BL		3'793'000
	Fachexperten		948'000
<b>Total Planerkosten (ohne MWSt)</b>			<b>5'689'000</b>
<b>Zwischentotal Kosten (ohne MWSt)</b>			<b>31'131'000</b>
	<b>Unvorhergesehenes</b>		<b>4'670'000</b>
<b>Total Projektkosten (ohne MWSt)</b>			<b>35'801'000</b>
	<b>MWSt</b>		<b>2'756'000</b>
<b>Total Projektkosten (inkl. MWSt)</b>			<b>38'557'000</b>
<b>Preisbasis (Monat, Jahr)</b>			<b>06.2020</b>

Tabelle 8: Kostenschätzung der F3

Tabelle 9 zeigt die geplante Finanzierung für die Teilschritte 3.1 – 3.3 auf.

F3	Teilschritt 3.1 + 3.2 (MPLS Aufbau)	Teilschritt 3.3 (Access Switch ersetzen)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werden mit bestehenden, grösseren Projekten als Vorausmassnahme (VoMa) realisiert</li> <li>- Zeithorizont: Start &lt; 2025</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werden im Laufe der Zeit mit kleineren Projekten realisiert</li> <li>- Zeithorizont: &lt; End-of-Life</li> </ul>

Tabelle 9: Finanzierung der Teilschritte 3.1 - 3.3

#### 8.4.2. Betrieb und Unterhalt

Durch den Ersatz der Netzwerkkomponenten bleiben die Betriebskosten (Energieverbrauch) nahezu unverändert.

Für die GE VIII, GE X und GE XI werden die Betriebs- und Wartungskosten pro Jahr auf Basis der Kostenschätzungen (Kapitel 8.1.2, 8.2.2 und 8.3.2) für die einzelnen Gebietseinheiten gemäss Tabelle 10 geschätzt.

Typ	Gebietseinheit	Betrag [CHF] pro Jahr
Wartung	GE VIII	600'000
	GE X	250'000
	GE XI	420'000
<b>Total inkl. MWSt.</b>		<b>1'270'000</b>

*Tabelle 10: Betriebs- und Wartungskosten der Gebietseinheiten der F3*

## 9. Zeitplan

In den folgenden Kapiteln werden die Grobterminpläne zur Umsetzung des Migrationsschritts 3 für die einzelnen GEs in der F3 ausgewiesen.

## 9.1. Projektierung und Beschaffung

Der Grobterminplan für die Projektierung und Beschaffung ist in Abbildung 13 dargestellt.

### Migrationsschritt 3

## Beschaffung Planer PV BSA Schritt 3

### Beschaffung BHU BSA Schritt 3

### Projektierung Schritt 3 (MP)

## Beschaffung Unternehmer

2020	2021
■	
■	
■	
	■
	■
	■

Abbildung 13: Grobterminplan für die Umsetzung des Migrationsschritts 3 bezüglich Projektierung und Beschaffung

## 9.2. GE VIII

Der Grobterminplan in Abbildung 14 ist auf die jeweiligen Streckenabschnitte, gemäss Abbildung 5, aufgegliedert.

### Migrationsschritt 3

### Migration Teilschritt 3.1: MPLS Aufbau

Pilot IP-Netz BSA ELZ/BLZ

## Pilot IP-Netz BSA Abschnitt

## Streckenabschnitt GE VIII.1

## Streckenabschnitt GE VIII.2

### Streckenabschnitt GE VIII.3

### Streckenabschnitt GE VIII.4

## Streckenabschnitt GE VIII.5

## Streckenabschnitt GE VIII.6

## Streckenabschnitt GE VIII.7

## Streckenabschnitt GE VIII.8

### Migration Teilschritt 3.2: Kopplung MPLS mit Distribution Switch

### Migration Teilschritt 3.3: Access Switch ersetzen

## Pilot IP-Netz BSA Abschnitt

Streckenabschnitt GE VIII.1

Streckenabschnitt GE VIII.2

Streckenabschnitt GE VIII.3

Streckenabschnitt GE VIII.4

Streckenabschnitt GE VIII.5

Streckenabschnitt GE VIII.6

Streckenabschnitt GE VIII.7

### Migration Teilschritt 3.4: Migration BSA auf neue Access Switch

## Pilot IP-Netz BSA Abschnitt

### Restliche BSA

### Migration Teilschritt 3.5: Umkonfigurieren der IPs

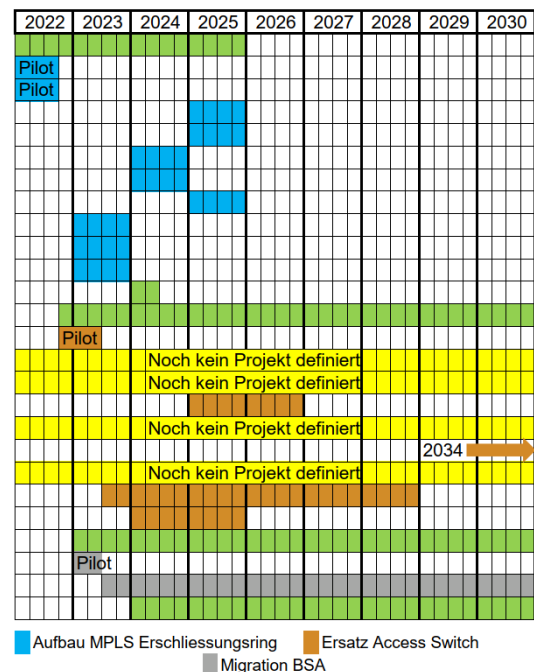


Abbildung 14: Grobterminplan für die Umsetzung des Migrationsschritts 3 in der GE VIII

9.3. GE X

Der Grobterminplan in Abbildung 15 ist auf die jeweiligen Streckenabschnitte, gemäss Abbildung 5, aufgegliedert.

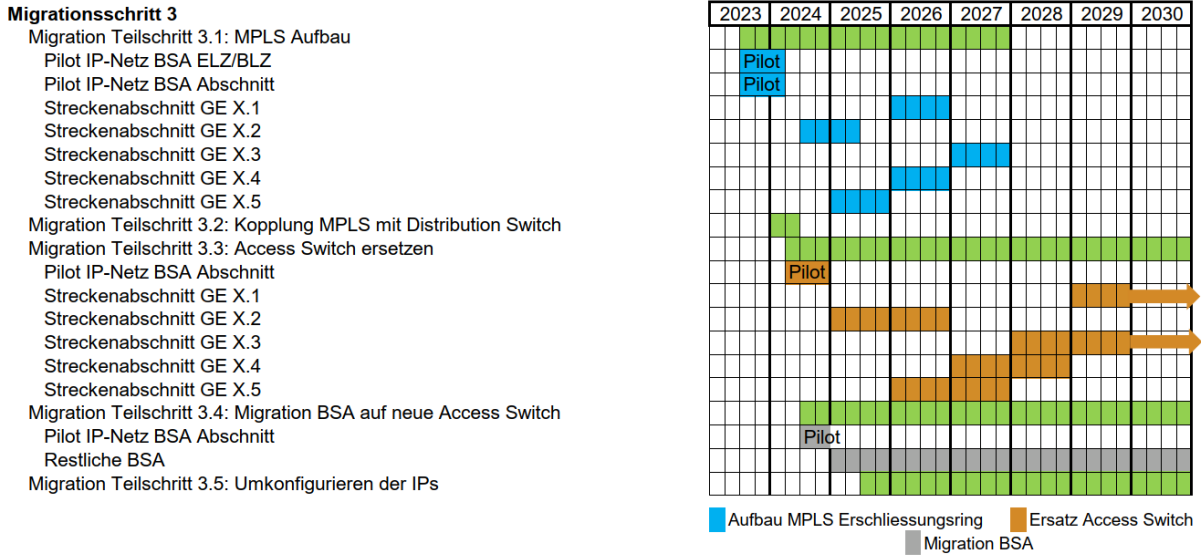


Abbildung 15: Grobterminplan für die Umsetzung des Migrationsschritts 3 in der GE X

9.4. GE XI

Der Grobterminplan in Abbildung 16 ist auf die jeweiligen Streckenabschnitte, gemäss Abbildung 5, aufgegliedert.

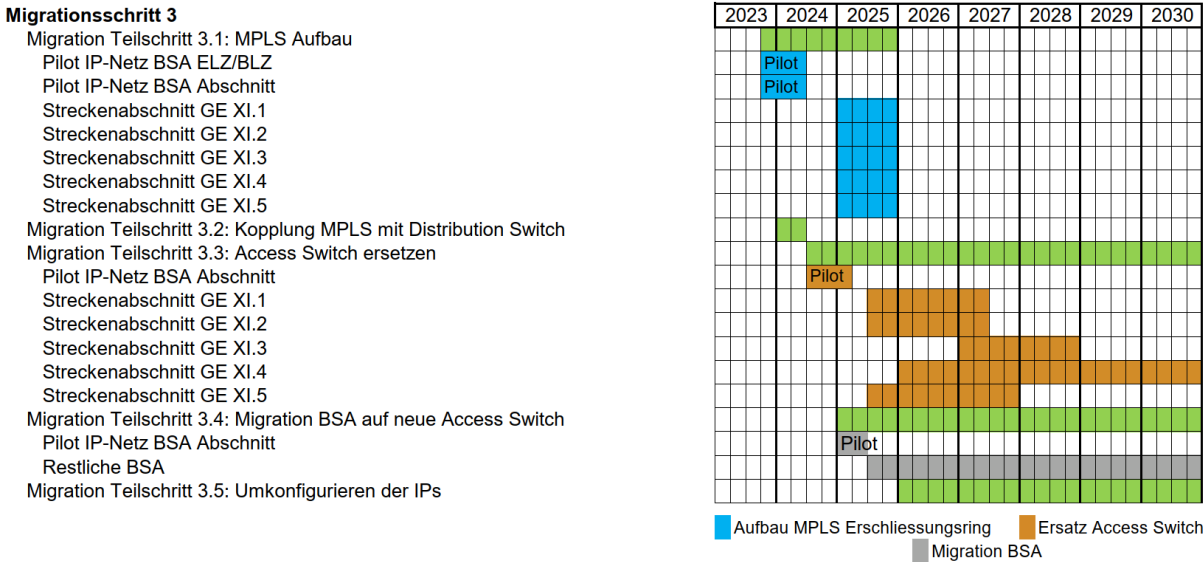


Abbildung 16: Grobterminplan für die Umsetzung des Migrationsschritts 3 in der GE XI

## 10. Organisation

Die Projektorganisation für den Migrationsschritt 3 ist gemäss dem Organigramm in Abbildung 17 aufgezeigt.

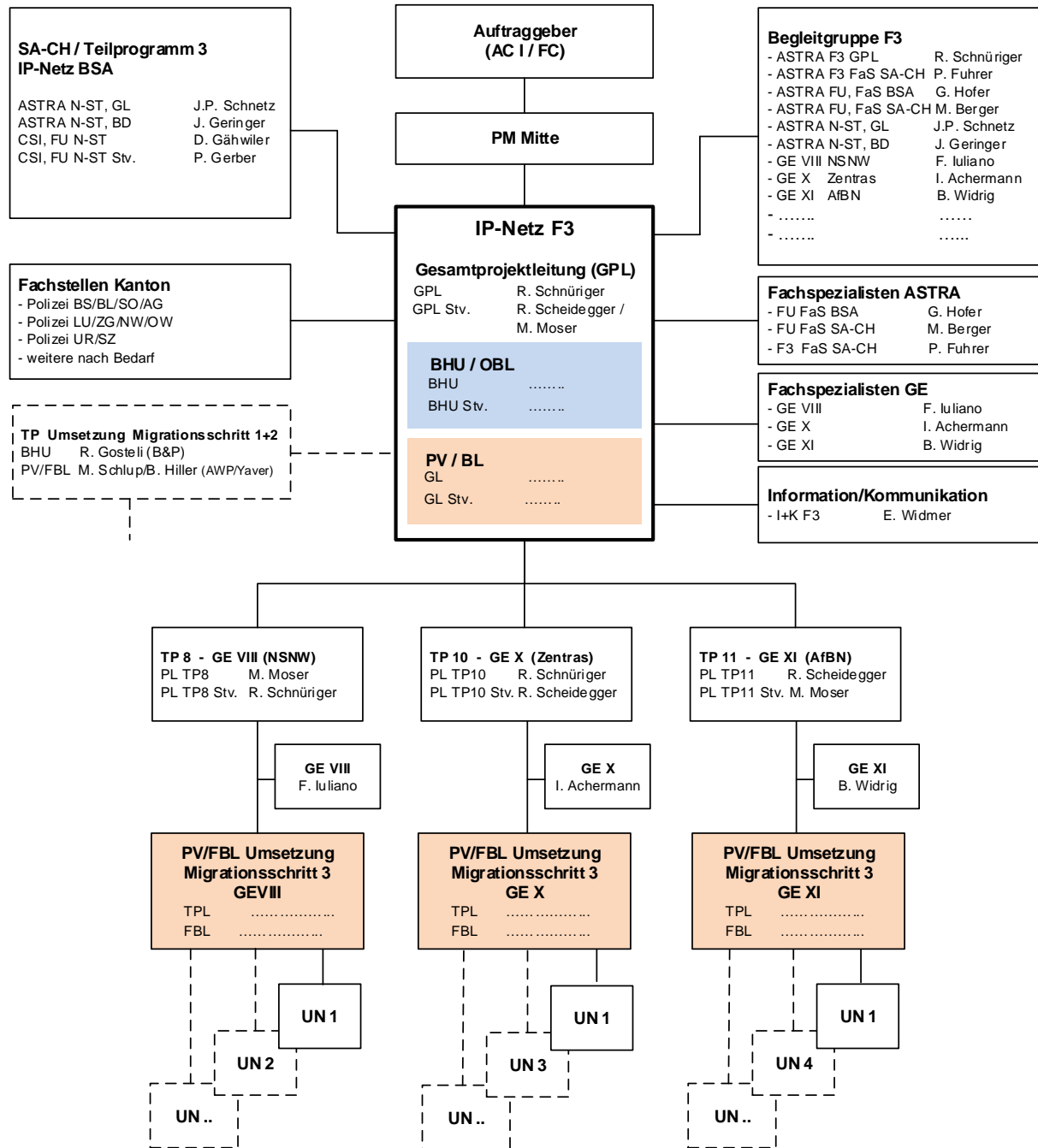


Abbildung 17: Organigramm der Projektorganisation für den Migrationsschritt 3

## 11. Offene Punkte

Die folgenden offenen Punkte sind noch abzuklären.

- Betriebszuständigkeiten / -verantwortlichkeiten sind zwischen ASTRA Zentrale und ASTRA F3 abzustimmen
- Integration und Anwendung der Tools (z.B. IPAM, NAC, IP-Adressierung Themen) ist abzuklären
  - o Vorgaben fehlen zum momentanen Zeitpunkt
  - o Terminplanung, Schulung, Workshop unklar

# Anlage 1: Kostenvoranschlag

## KOSTENVORANSCHLAG Phase: MK

Alle roten Felder ausfüllen und die Struktur mit IC-P absprechen.

Projekt-Name: **IP Netzintegration F3**  
 Teilprojekt: **Zusammenfassung F3 Schritt 3**  
 Inventarobjekt: **13.02.16.892.01 BSA / 03.02.32.892.03 BSA / 04.02.48.892.01 BSA**  
 Genauigkeit: +/- 15%  
 Preisbasis: 01.06.2020  
 Datum: 30.06.2020  
 Kostenteiler: ☐ Ja ☒ Nein NS-Rng: 100.0% Dritte: 0.0%

Nr.: 180073

<b>KV Total</b>	Projektierung	5'688'995.39	
	Landerwerb	0.00	
	Realisierung	25'441'963.02	
	Unvorhergesehenes	4'669'643.76	
	MWST 7.70%	2'756'646.37	
	<b>Total</b>	<b>38'557'248.54</b>	<b>38'557'000.00 gerundet</b>

	Unterhalt 13.02.16.892.01 BSA GE VIII	Unterhalt 03.02.32.892.03 BSA GE X	Unterhalt 04.02.48.892.01 BSA GE XI	Total exkl. MWST	Total inkl. MWST
1.2100 Bauherrenunterstützung	451'380.60	182'684.40	314'100.89	948'165.90	1'021'174.67
1.2200 Fachexperten	451'380.60	182'684.40	314'100.89	948'165.90	1'021'174.67
1.3100 Projektierung und Bauleitung	1'805'522.41	730'737.61	1'256'403.57	3'792'663.60	4'084'698.69
<b>Zwischentotal Projektierung</b>	<b>2'708'283.62</b>	<b>1'096'106.42</b>	<b>1'884'605.36</b>	<b>5'688'995.39</b>	<b>6'127'048.04</b>
1.6000 Unvorhergesehenes 15.00%	406'242.54	164'415.96	282'690.80	853'349.31	919'057.21
<b>TOTAL PROJEKTIERUNG</b>	<b>3'114'526.16</b>	<b>1'260'522.38</b>	<b>2'167'296.16</b>	<b>6'542'344.70</b>	<b>7'046'105.24</b>
<b>Zwischentotal Landerwerb</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
2.6000 Unvorhergesehenes 15.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL LANDERWERB</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
3.5600 Prov. Verkehrsführung während Baustelle	564'225.75	228'355.50	471'151.34	1'263'732.60	1'361'040.01
3.5754 Kommunikation und Leittechnik	5'699'538.18	2'940'104.83	4'954'783.16	13'594'426.16	14'641'196.98
3.5755 Nebeneinrichtungen	5'584'976.91	1'627'005.24	2'897'739.16	10'109'721.31	10'888'169.85
3.5900 Rückbau	225'690.30	91'342.20	157'050.45	474'082.95	510'587.34
<b>Zwischentotal Realisierung</b>	<b>12'074'431.14</b>	<b>4'886'807.77</b>	<b>8'480'724.11</b>	<b>25'441'963.02</b>	<b>27'400'994.17</b>
3.6000 Unvorhergesehenes 15.00%	1'811'164.67	733'021.17	1'272'108.62	3'816'294.45	4'110'149.13
<b>TOTAL REALISIERUNG</b>	<b>13'885'595.81</b>	<b>5'619'828.94</b>	<b>9'752'832.72</b>	<b>29'258'257.47</b>	<b>31'511'143.30</b>
<b>TOTAL PROJEKT</b>	<b>17'000'121.98</b>	<b>6'880'351.32</b>	<b>11'920'128.88</b>	<b>35'800'602.17</b>	<b>38'557'248.54</b>
<b>TOTAL ERLÖSE PROJEKT</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>



## Anlage 2: Factsheet 'Gestaffelte oder komplette Umsetzung des Teilschritts 3.1 MPLS Aufbau Erschliessungsring'

Nr.	Thema	Variante 1: "Gestaffelt"	Variante 2: "Komplett"
1	Funktionale Einheiten (bsp. BSA-Abschnitte)	Grafik Rosa (1 IP-Netz BSA GE Abschnitt und 1 IP-Netz BSA GE ELZ/BLZ)	Grafik Blau (ganze GE)
2	Abhängigkeiten innerhalb der GE	- VMS, NMS, UeLS/BLS/BLE, DHCP, DNS, CA, LDAP/AD	- VMS, NMS, UeLS/BLS/BLE, DHCP, DNS, CA, LDAP/AD
3	Abhängigkeiten ausserhalb der GE	- Änderungen technische Vorgaben SA-CH (+) Flexibler auf Änderungen von SA-CH reagieren	- Änderungen technische Vorgaben SA-CH (-) Nachführen gesamter Infrastruktur nach der ersten IBN
4	IP-Adressierungen auf Ebene BGSW (MPLS) und ASW	(+) Flexibler auf Änderungen der Bedürfnisse reagieren (Segmentierung)	(-) Starre Infrastruktur (Segmentierung) auf Grundlage Planung stand heute
5	Namensgebung	(+) Flexibler auf Änderungen der Bedürfnisse reagieren (Segmentierung)	(-) Starre Infrastruktur (Segmentierung) auf Grundlage Planung stand heute
6	Zertifikate der Services	(+) Flexibler auf Änderungen der Bedürfnisse reagieren (Segmentierung)	(-) Starre Infrastruktur (Segmentierung) auf Grundlage Planung stand heute
7	Planung der Realisierung	(-) Aufwand marginal höher gegenüber Variante 2 (+) Flexibler auf Änderungen der Bedürfnisse reagieren (Segmentierung) (+) Provisorien möglich (Platzbedarf, etc.)	(+) Aufwand marginal kleiner gegenüber Variante 1 (-) Eingeschränkte Flexibilität bezüglich Änderungen zukünftiger Bedürfnisse (Segmentierung) (-) Provisorien über längeren Zeitraum nicht möglich (definitiver Ausbau notwendig, zusätzlicher Platzbedarf, etc.)
8	Konfigurationen Netzwerke (bestehende / neue)	(-) Mehrere Konfigurationen notwendig (+) Änderungen der Bedürfnisse (Segmentierung) mit geringerem Aufwand gegenüber Variante 2	(+) Einmalige Konfiguration (-) Änderungen der Bedürfnisse (Segmentierung) mit grösserem Aufwand gegenüber Variante 1
9	Einbindung / Zügeln übergeordnete Services (bsp. ÜLS, VMS, DNS, etc.)	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten (alte Services müssen parallel zu neuen Services sichergestellt sein)	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten (alte Services müssen parallel zu neuen Services sichergestellt sein)
10	Ausbaufähigkeit der MPLS Router aufgrund der ASW Bedürfnisse	(+) Flexibler auf Änderungen der Bedürfnisse reagieren (Portbedarf, Ausgestaltung Perlenketten)	(-) Starre Infrastruktur (Dimensionierung Ports MPLS Router für ASW Perlenketten)
11	Ausbaufähigkeit der Ebene ASW	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten unter Voraussetzung, keine Einschränkung seitens MPLS Router	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten unter Voraussetzung, keine Einschränkung seitens MPLS Router

Nr.	Thema	Variante 1: "Gestaffelt"	Variante 2: "Komplett"
12	Funktionstest des internen Kommunikationsnetzes (Infrastrukturservices)	(-) Durchführen von mehreren Tests auf Ebene MPLS (+) Aufwand einzelner Tests ist gering (+) Bei allfälligen Erweiterungen sind keine zusätzlichen Tests notwendig, da diese bereits unter Punkt 1 (Durchführen von mehreren Tests auf Ebene MPLS) berücksichtigt werden.	(+) Durchführen eines einzigen Tests auf Ebene MPLS (-) Aufwand des Tests ist aufwendig (-) bei allfälligen Erweiterungen müssen Tests wiederholt werden
13	Tests für Nutzung des Kommunikationsnetzes / Services	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten (alte Services müssen parallel zu neuen Services sichergestellt sein)	- Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten (alte Services müssen parallel zu neuen Services sichergestellt sein)
14	Nachführung Systemdokumentationen	(-) Mehreres Nachführen der Systemdokumentationen	(+) Einmaliges Nachführen der Systemdokumentationen
15	Schulungen	Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten, wenn davon ausgegangen wird, dass die gleichen Switches und Philosophien umgesetzt werden.	Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten, wenn davon ausgegangen wird, dass die gleichen Switches und Philosophien umgesetzt werden.
16	Koordinationsaufwand bei Realisierung Infrastrukturservice	(-) Grösserer Koordinationsaufwand	(+) Kleinerer Koordinationsaufwand
17	Koordinationsaufwand bei Realisierung zu Dritten	(-) Grösserer Koordinationsaufwand	(+) Kleinerer Koordinationsaufwand
18	Koordinationsaufwand bei Realisierung Nutzung	Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten	Variante 1 und 2 sind gleich zu betrachten
19	Terminschiene	(-) Längerer Zeithorizont (+) Bedarfsgerechter Ausbau (+) Flexible Realisierung in Abstimmung mit anderen Projekten	(+) Kürzerer Zeithorizont (-) Starre Infrastruktur (Segmentierung) auf Grundlage Planung stand heute (-) Unflexibel gegenüber anderen Projekten
20	Life cycle costing / Investitionsschutz (für vorhandene Komponenten)	(+) Life cycle ist berücksichtigt	(-) Life cycle ist nicht berücksichtigt
21	Life cycle costing / Investitionsschutz (für zu installierende Komponenten)	(+) Investitionsschutz höher, wegen bedarfsgerechter Realisierung	(-) Investitionsschutz kleiner, wegen nicht bedarfsgerechter Realisierung
22	Finanzierung (im Sinne ob Gelder vorhanden sind)	(+) Kleinere Investitionskosten, bedarfsgerecht	(-) Grösserer Investitionsbedarf z.T. ohne Nutzen
23	Finanzierung (im Sinne Zuordnung zu Projekten)	(+) Möglichkeit Aufteilung auf mehrere Projekte besteht (+) Jahresbudget der Filiale wird weniger belastet	(-) Keine Möglichkeit der Aufteilung auf mehrere Projekte (-) Jahresbudget der Filiale wird massiv belastet

Nr.	Thema	Variante 1: "Gestaffelt"	Variante 2: "Komplett"
24	Betrieb der Netzwerkkomponenten (Störungsbehebung, 1st und 2nd Level Support, etc.)	(+) Bedarfsgerechter Parallelbetrieb von alten und neuen Netzwerkkomponenten (+) Aufwände sind geringer als bei Variante 2	(-) Kompletter Parallelbetrieb von alten und neuen Netzwerkkomponenten (z.T. neue Netzwerkkomponenten im Leerbetrieb) (-) Aufwände sind grösser als bei Variante 1
25	3rd Level Support	(+) Aufwände sind geringer als bei Variante 2, da nicht zwei komplette Netze parallel betrieben werden	(-) Aufwände sind grösser als bei Variante 1, da zwei komplette Netze parallel betrieben werden
26	Instandhaltung (präventiv)	(+) Aufwände sind geringer als bei Variante 2, da nicht zwei komplette Netze parallel betrieben werden	(-) Aufwände sind grösser als bei Variante 1, da zwei komplette Netze parallel betrieben werden
27	Bindung des Unternehmers während der Realisierung	(+) Möglichkeit zum Wechseln des Unternehmers vorhanden	(-) Kein Wechseln des Unternehmers möglich