



NATIONALSTRASSE N02

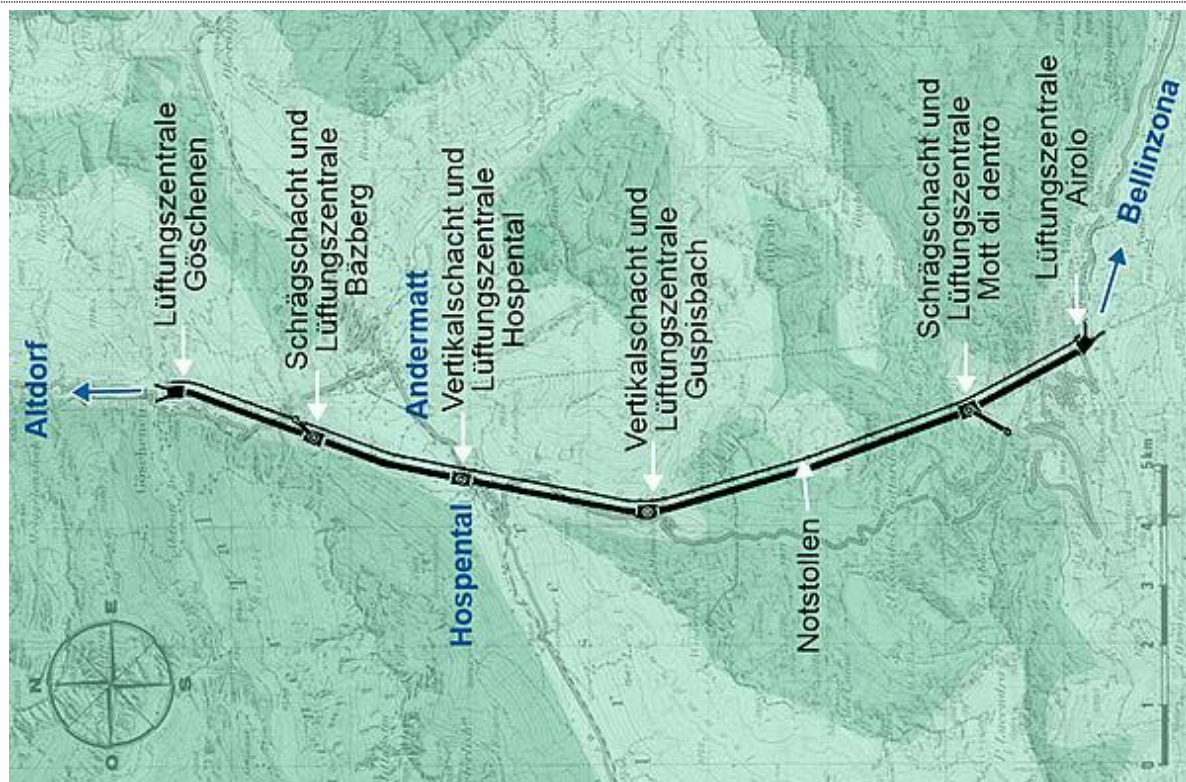
Kanton Uri/Tessin

Kilometer 170.600 - 108.500

ERHALTUNGSPLANUNG GE XI

Inventar-Objektnummer 04.02.48.891.20 / Unterhaltsabschnitt 48

Gotthard-Strassentunnel



Gesamtdossier GST BSA-Erhalt bis 2030

Berichtsverfasser:

ingegna

Via delle Pergole 9
CH-6598 Tenero
www.ingegna.ch

Impressum

Vertragspartner

Auftragnehmer	Auftraggeber
Ingenieurbüro ingegna SA Via delle Pergole 9 6598 Tenero Tel.: +41 91 290 77 23 Fax: - E-Mail: alain.gatti@ingegna.ch Verfasser: Alain Gatti	Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Zofingen Brühlstrasse 3 4800 Zofingen Tel.: +41 58 482 75 33 Fax: +41 58 482 75 90 E-Mail: franz.hofer@astra.admin.ch Ansprechperson: Franz Hofer

Änderungsverzeichnis

Version	Anpassung / Änderung	Verfasser	Datum
0.9	Erste Version des Berichtes (Entwurf)	Alain Gatti	05.04.2019
1.0	Angepasste Version nach Review	Alain Gatti	26.04.2019
1.1	Endbereinigung	Franz Hofer	27.04.2019

Verteiler

Firma	Name	Version							
		0.9	1.0	1.1					
ASTRA	Franz Hofer	X	X	X					
Amt für Betrieb Nationalstrassen	Stefan Indergand	X	X	X					

Allg. Informationen

Dateiname:	0054.2_Gesamtdossier GST BSA-Erhalt 2030_v1-1
Ablageort Auftragnehmer:	C:\xWORK\0000-Progetti\0054\12-Fase2\0. Gesamtdossier
Aktuelle Version:	1.1
Anzahl Seiten:	38
Unterschrift Auftragnehmer:	

INHALTSVERZEICHNIS

1	Übersicht	7
1.1	Streckencharakteristik	7
2	Technische Grundlagen	8
2.1	Normen und Richtlinien	8
2.2	Archivunterlagen	8
2.3	Projektspezifische Unterlagen	8
2.4	Laufende parallele Projekte	8
3	Elemente der Betriebs- und Sicherheitsanlagen	10
3.1	Energieversorgung	11
3.1.1	Zustand und Beurteilung	11
3.1.2	Prognose	11
3.1.3	Massnahmen & Kosten	12
3.2	Beleuchtung	14
3.2.1	Zustand und Beurteilung	14
3.2.2	Prognose	15
3.2.3	Massnahmen & Kosten	15
3.3	Lüftung	17
3.3.1	Zustand und Beurteilung	17
3.3.2	Prognose	18
3.3.3	Massnahmen & Kosten	19
3.4	Signalisation	21
3.4.1	Zustand und Beurteilung	21
3.4.2	Prognose	21
3.4.3	Massnahmen & Kosten	22
3.5	Überwachungsanlagen	23
3.5.1	Zustand und Beurteilung	23
3.5.2	Prognose	23
3.5.3	Massnahmen & Kosten	24
3.6	Kommunikation & Leittechnik	25
3.6.1	Zustand und Beurteilung	25
3.6.2	Prognose	25
3.6.3	Massnahmen & Kosten	26
3.7	Kabelanlage	27
3.7.1	Zustand und Beurteilung	27
3.7.2	Prognose	27
3.7.3	Massnahmen & Kosten	28
3.8	Nebeneinrichtungen	29
3.8.1	Zustand und Beurteilung	29
3.8.2	Prognose	30
3.8.3	Massnahmen & Kosten	31
4	Zusammenfassung Massnahmen	33
4.1	Zusammenfassung der Massnahmen	33

4.2	Terminplan und Mittelbedarf	34
	Glossar	36
	Grafikverzeichnis	37
	Tabellenverzeichnis	37
	Anhänge	38

Kurzfassung

Die neue zweite Röhre des Gotthardstrassentunnels GST (2TG) wird, gemäss heutiger Planung, voraussichtlich im Jahr 2028 eröffnet. Die Realisierung der neuen Röhre erfolgt unter laufendem Betrieb der aktuellen ersten GST-Tunnelröhre (1TG).

Nach der Eröffnung der 2TG soll die 1TG geschlossen und anschliessend komplett saniert werden.

In diesem Bericht sind die erforderlichen Massnahmen für den Erhalt der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) bis ins Jahr 2030 des bestehenden Gotthardstrassentunnels enthalten.

Das vorliegende Gesamtdossier fasst die Ergebnisse der einzelnen Bereichsdossiers (siehe Anhänge) zusammen, welche von unterschiedlichen Ingenieurbüros erstellt wurden:

- D1 – Energieversorgung	Basler & Hofmann AG
- D2 – Beleuchtung (Aggregate)	WSP Ingenieurbüro AG
- D2 – Beleuchtung (Steuerung)	Amstein + Walthert Progress AG
- D3 – Lüftung (Aggregate)	Lombardi AG
- D3 – Lüftung (Steuerung)	Amstein + Walthert Progress AG
- D4 – Signalisation	YAVER Infrastructure & Services GmbH
- D5 – Überwachungsanlage (Diversanlage)	Amstein + Walthert Progress AG
- D6 – Kommunikation und Leittechnik (Netzwerk)	Amstein + Walthert Progress AG
- D6 – Kommunikation und Leittechnik (Funk)	YAVER Infrastructure & Services GmbH
- D7 – Kabelanlage	Basler & Hofmann AG
- D8 – Nebeneinrichtung	WSP Ingenieurbüro AG

Die abgegebenen Dossiers D1-D8 sind teilweise qualitativ und inhaltlich ungenügend. Nach weiteren, betrieblichen und technischen Abklärungen mit dem AfBN und der EP F3 sind die bereinigten Aussagen direkt in das vorliegende Gesamtdossier eingeflossen. Die Dossiers D1-D8 (Stand Oktober-Dezember 2018) wurden daher nicht mehr angepasst bzw. bereinigt.

Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse dieses Dossiers zusammen.

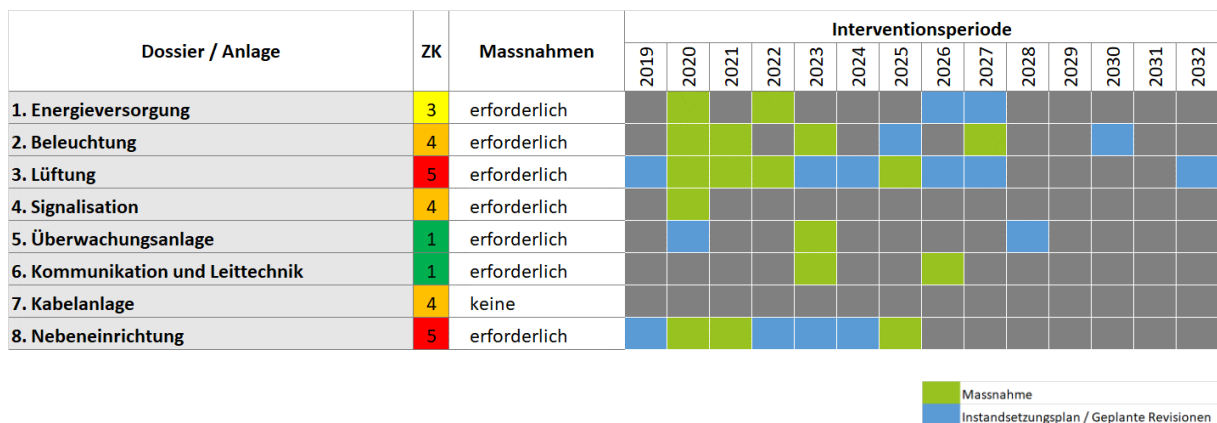


Abbildung 1: Zusammenfassung Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Domäne

Die **Energieversorgung** befindet sich generell in einem guten Zustand, da ein EP bereits im Gange ist. Trotzdem müssen die Schalter der Hochspannungs- und Mittelspannungsanlagen Total revidiert werden. Einige HS- und MS-Kabel müssen ebenfalls ersetzt werden.

Die **Beleuchtungsanlage** und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich vom guten bis schlechten Zustand. Die L20-Messungen an den Tunnelportalen und die Leuchtmittel und Vorschaltgeräte der Durchfahrtsbeleuchtung müssen gemäss Datenblatt aus dem Anhang A03 ersetzt werden. Die Funktion der Steuerung kann mit Instandhaltungsarbeiten gewährleistet werden.

Die **Lüftungsanlage** und ihren Teilanlagen befinden sich vom guten bis alarmierenden Zustand. Die Ventilatoren und die Hydraulik müssen, weiterhin vom AfBN, gestaffelt revidiert und instandgehalten werden. Aufgrund der aufgenommenen Daten und Zustände, der Stellungnahme des AfBN, der Prototyp-Ergebnisse und die nicht garantierten Personalressourcen und Knowhow des Steuerungslieferanten kann der Erhalt der Lüftungsteuerung nicht bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Die Lüftungssteuerung muss demzufolge ersetzt und mit dem Projekt 2TG koordiniert werden. Für die SiSto-Lüftung sollte eine separate Steuerung erstellt werden.

Die **Signalisation** befindet sich vom guten bis schlechten Zustand. Die anlageinterne Kommunikation muss auf KOM GEXI migriert, und die Einzelsteuerebene muss ersetzt werden. Allfällige Ausfälle der Feldebene und der Sicherheitseinrichtungen müssen punktuell erneuert oder instandgesetzt werden. Die Steuerung ist zurzeit stabil, eine Wiederholung der Überprüfung muss im 3-Jahres Rhythmus durchgeführt werden.

Der Zustand der **Diversanlage** ist gut. Präventive Instandhaltungen (Update) der Software und ein präventiver Ersatz der Hardware muss für den Erhalt bis ins Jahr 2030 durchgeführt werden.

Das **Kommunikationsnetzwerk** im GST-Perimeter befindet sich im guten Zustand. Für den Erhalt bis ins Jahr 2030 muss ein präventiver Ersatz aller Switches (Core, Distribution und Access) und der Firewall durchgeführt werden.

Der **Funk** befindet sich im guten Zustand. Für den Erhalt bis ins Jahr 2030 ist, ausserhalb der normalen und bereits geplanten Wartung, keine Massnahme erforderlich.

Die **Kabelanlage** ist zwischen gutem und schlechtem Zustand. Einige Teilanlagen werden in Parallelprojekte erneuert, daher besteht kein Handlungsbedarf.

Die unterschiedlichen Teilanlagen der Domäne **Nebeneinrichtungen** weisen Zustände zwischen gut und alarmierend auf. Pumpwerkkomponente im Vortunnel 03V müssen ersetzt werden. Die Erneuerung der Kettenzüge aller Krananlagen und die Sanierung der Hebezeuge 35 Tonnen ist für die Durchführung der notwendigen Wartungsarbeiten an den Tunnellüftern erforderlich. Die Barriere in Göschenen muss erneuert werden. Die Schachttore SHO bzw. SGU müssen ersetzt werden.

Weitere Teilanlagen in den verschiedenen Domänen, welche nicht erläutert und berücksichtigt wurden, werden bereits durch Parallelprojekte oder KBU ([1]) erneuert bzw. revidiert. Um den Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, ist teilweise mit erhöhtem Unterhaltsaufwand zu rechnen.

Für den Erhalt der BSA bis ins Jahr 2030 der ersten Tunnelröhre Gotthard (1TG) sind keine baulichen Massnahmen erforderlich.

1 Übersicht

1.1 Streckencharakteristik

Die erste Röhre des Gotthardstrassentunnels, mit einer Gesamtlänge von etwa 16'940 m auf der Nationalstrasse N02, besteht aus einer Tunnelröhre mit Gegenverkehr und einem richtungstrennten Vortunnel am Nordportal mit einer Länge von etwa 550 m. Vom Nordportal aus steigt der Tunnel mit 1.4% um 91 m auf den Scheitelpunkt an und fällt dann um 26 m mit einem Gefälle von 0.3% zum Südportal ab. Das Südportal liegt somit 65 m höher als das Nordportal. Die Linienführung hat eine Auslenkung von circa 2'400 m gegenüber einer Geraden zwischen den beiden Portalen sowie Einfahrkurven, um eine Blendwirkung zu vermeiden. Parallel zum Haupttunnel befindet sich östlich mit einem Achs-
abstand von 30 m der separat belüftete Sicherheitsstollen, welcher circa alle 250 m durch die Schutzräume mit dem Haupttunnel verbunden ist.

- Nationalstrasse: N02, Autobahnklasse 2 mit je 1 Fahrstreifen
- EU-Strassennummer: E35
- Perimeter BSA: 170.600 – 108.500 km
- Inventar-Objektnummer: 04.02.48.891.20
- Unterhaltsabschnitt: 48
- Streckenlänge: 16'940 km
- Inbetriebnahme Strecke: 05.09.1980

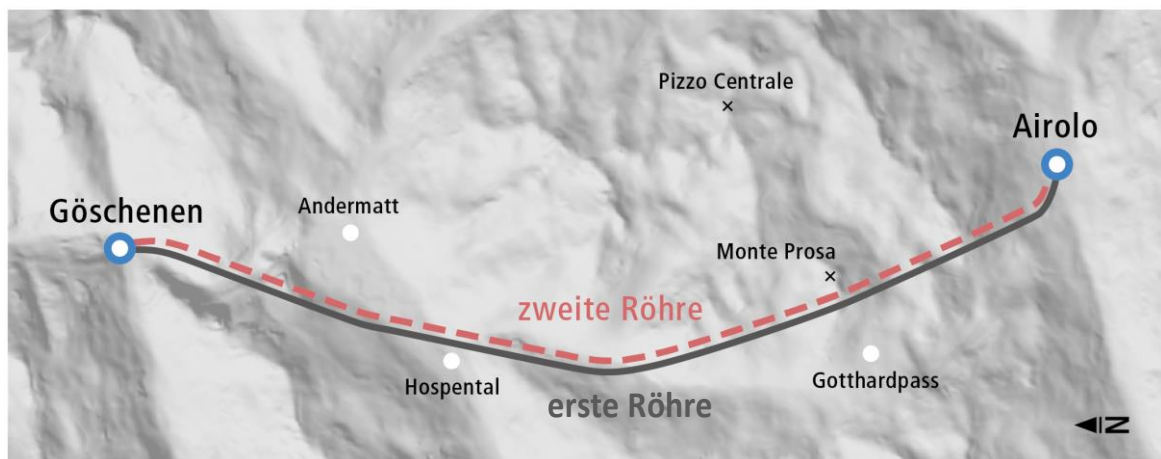


Abbildung 2: Übersicht Projektperimeter GST mit erster Röhre und zukünftiger zweite Röhre

2 Technische Grundlagen

2.1 Normen und Richtlinien

Die eingesetzten bzw. berücksichtigten Normen und Richtlinien sind in den einzelnen Dossiers ersichtlich. In Prinzip gelten alle ASTRA-Richtlinien, sowie das ASTRA-Fachhandbuch BSA, eine Anpassung der bestehenden Anlagen an die heutigen Normen ist nicht Gegenstand dieser Projektgenerierung.

2.2 Archivunterlagen

Die beigezogenen Archivunterlagen beziehen sich auf die bestehenden Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen, welche für die Erstellung der einzelnen Dossiers analysiert wurden (siehe D1-D8).

2.3 Projektspezifische Unterlagen

Für das Gesamtdossier sind keine projektspezifischen Unterlagen zu erwähnen. Projektspezifische Unterlagen und technische Grundlagen für die Erstellung der Domänenberichte sind in den einzelnen Dossiers aufgelistet (siehe D1-D8).

2.4 Laufende parallele Projekte

Laufende parallele Projekte haben direkte Abhängigkeiten mit den BSA des Gotthardstrassentunnels (1TG), daher werden sie bei den Massnahmenformulierungen berücksichtigt:

- [1] IST-GST Bau BSA, Instandhaltung Gotthardstrassentunnel
- [2] Gotthardstrassentunnel URI HS Erneuerung Energieversorgung
- [3] N2 Gotthardstrassentunnel, 2. Tunnelröhre (Projekt 2TG)
- [4] N2 Gotthardstrassentunnel, Sanierung 1. Tunnelröhre
- [5] N2 Gotthardstrassentunnel, Ersatz Brandmeldeanlage
- [6] NTA GEXI, Erneuerung Notruftelefonanlagen im Perimeter Gebietseinheit XI
- [7] Überbrückungsmassnahmen Werkhof Airolo
- [8] N2 Gotthard-Passstrasse Süd, Hospiz-Airolo, Erhaltungsprojekt BSA, Massnahmenkonzept EP GPS Süd / Dossier BSA
- [9] N2 Gotthardstrassentunnel, Erneuerung Raumlüftung TP2

ID	Nebenprojekt	Kurze Beschreibung
[1]	IST-GST Bau BSA	Bei diesem Projekt werden Massnahmen zum Erhalt des GST ähnlich wie KBU (Kleiner baulicher Unterhalt) umgesetzt.
[2]	Gotthardstrassentunnel URI HS Erneuerung Energieversorgung	Das Projekt befindet sich in der Realisierungsphase und sieht die Sanierung der Energieversorgung des Gotthardstrassentunnels vor. Die Erneuerung betrifft Elemente der Hochspannungsanlagen und Mittelspannungsanlagen, Niederspannungsanlagen, Steuer- und Leittechnik in allen Zentralen zwischen den Werkhöfen Göschenen und Airolo vor (inkl. Schachtköpfe). Diese Sanierung sollte im Jahr 2020 abgeschlossen sein. Das Projekt enthält auch das Teilprojekt Los 4 "Divers/BLE", welches die Integration in die BLE der verschiedenen Überwachungen sowie Steuerungen vorsieht.

ID	Nebenprojekt	Kurze Beschreibung
[3]	N2 Gotthardstrassentunnel, 2. Tunnelröhre (2TG)	Das Projekt sieht die Realisierung der zweiten Röhre des Gotthardstrassentunnels vor. Die Eröffnung ist im Jahr 2028 geplant. Die Abwicklung des Projektes 2TG hat direkte Auswirkungen auf den bestehenden BSA der ersten Röhre.
[4]	N2 Gotthardstrassentunnel, Sanierung 1. Tunnelröhre (1TG)	Die Sanierung der 1. Tunnelröhre ist in den Jahren 2027-2030 zurzeit geplant (je nach Eröffnung der zweiten Tunnelröhre). Auswirkungen dieses Projektes auf dem vorliegenden Projekt sind momentan nicht schätzbar. Synergien zwischen dem vorliegenden Projekt und dem Projekt Sanierung der 1. Tunnelröhre sind vorstellbar.
[5]	N2 Gotthardstrassentunnel, Ersatz Brandmeldeanlage	Das Projekt sieht den Ersatz der Brandmeldeanlage Tunnel, der Brandmeldeanlage Gebäude und den Rückbau der nicht mehr Fachhandbuch konformen Löscheinrichtungen der Lüftungszentralen vor. Aus diesem Grund werden die projekt betroffenen Teilanlagen im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt.
[6]	NTA GEXI, Erneuerung Notruftelefonanlagen im Perimeter Gebietseinheit XI	Das Projekt sieht den Ersatz aller Notruftelefonanlagen innerhalb des GEXI-Perimeters, inklusiv die NTA des GST, vor. Aus diesem Grund werden die projekt betroffenen Teilanlagen im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt.
[7]	Überbrückungsmassnahmen Werkhof Airolo	Das Projekt sieht Sanierungsmassnahmen des Werkhofes Airolo vor, um seine Verfügbarkeit für die Projekte 1TG und 2TG (auch GTG – Gesamtsystem Tunnels Gotthard genannt), und für die Mitbenutzer sicherzustellen.
[8]	N2 Gotthard-Passstrasse Süd, Hospiz-Airolo, Erhaltungsprojekt BSA	Das Erhaltungsprojekt sieht die Sanierung aller BSA der Passstrasse zwischen Göschenen und Airolo, inklusiv die Ausstattung eines SiSto beim Tunnel Fieud, vor. Die BSA der Passstrasse sind im Normalbetrieb vom Werkhof Airolo ab Mittelspannungsanlage 16kV in Energie versorgt. Transformatoren und Leistungsschalter befinden sich im CMA. Die Datenübertragung der BSA der Passstrasse erfolgt über eine LWL-Infrastruktur (Netzwerk und/oder Punkt-Punkt-Verbindungen), welche im CMA vorhanden und aufgeschaltet ist. Die im CMA für die Passstrasse vorhandene NT-Anlage (Gruppenrechner) wird im Erhaltungsprojekt angepasst, da die Rufstellen der Passstrasse rückgebaut und die bestehenden Tunnelrufstellen im Tunnelbereich Fieud erweitert werden.
[9]	N2 Gotthardstrassentunnel, Erneuerung Raumlüftung TP2	Das Projekt sieht die Erneuerung der Raumlüftung aller technischen Räumen des Gotthardstrassentunnels. Das Projekt befindet sich bei der Realisierungsphase und sollte bis Ende 2019 abgeschlossen sein.

Tabelle 1: Parallele Projekte

3 Elemente der Betriebs- und Sicherheitsanlagen

Die Zustandsbeurteilung wird über den Zustandsklassen (ZK) aus der folgenden Bewertungsskala gegeben und entsprechen für die BSA die ASTRA Klassierung:

ZK	Beschreibung	Farbe	Spezifizierung
1	In gutem Zustand	1	Alle Teilanlagen und Komponenten sind in gutem Zustand. Die Betriebssicherheit ist gewährleistet.
2	In annehmbaren Zustand	2	Der Zustand ist im Allgemeinen gut. Einzelne Teilanlagen und Komponenten weisen Mängel auf. Die Betriebssicherheit ist gewährleistet.
3	In schadhaften Zustand	3	Der Zustand ist nicht befriedigend. Teilanlagen und Komponenten weisen mehrheitlich Mängel und Schäden auf. Die Betriebssicherheit kann mit erhöhtem Aufwand gewährleistet werden.
4	In schlechten Zustand	4	Der Zustand ist nicht befriedigend. Teilanlagen und Komponenten weisen mehrheitlich Mängel und Schäden auf. Die Betriebssicherheit kann mit grossem Aufwand aufrechterhalten werden.
5	In alarmierenden Zustand	5	Die Teilanlagen und Komponenten sind in schlechtem Zustand. Die Betriebssicherheit kann nur mit speziellem Aufwand und besonderen Massnahmen sichergestellt werden.
9	Zustand nicht prüfbar	9	

Tabelle 2: Zustandsklassen und Bewertungsskala

Die nächste Abbildung zeigt wie die erfassten Informationen dargestellt werden.

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Domäne A	4	erforderlich														
Teilanlage A1	1	keine														
Teilanlage A2	1	keine														
Teilanlage A3	3	erforderlich														
Teilanlage A4	4	erforderlich														
Teilanlage A5	4	erforderlich														



Abbildung 3: Beispiel der Darstellung der erfassten Informationen

Die Zustandsbeurteilungen werden pro analysierte Teilanlage angegeben (siehe Spalte ZK der Teilanlagen A1-A5) und pro Domäne zusammengefasst (siehe Spalte ZK der Domäne A). Bei der Zusammenfassung wird der schlechteste Zustand der untergeordneten Teilanlagen übertragen.

Allfällige Massnahmen werden in den Spalten Interventionsperiode (Jahre 2019-2032) dargestellt. Dabei wird zwischen Massnahmen und geplanten Revisionen (Instandsetzungsplan) pro Teilanlage unterschieden. Auch in diesem Fall werden die Massnahmen und geplanten Revisionen pro Domäne zusammengefasst. Falls in einem Jahr Massnahmen und geplante Revisionen stattfinden müssen, wird dies als Massnahme dargestellt, da sie eine höhere Priorität aufweist.

Die Etappierung der erforderlichen Massnahmen zeigt auf, in welchen Jahren, welche finanziellen Mittel erforderlich sind.

3.1 Energieversorgung

3.1.1 Zustand und Beurteilung

Dank der laufenden Sanierung (siehe Parallelprojekt [2]) befindet sich bzw. wird die Energieversorgung sich in einem guten Stand befinden. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden. Die, aus dem beigelegten Dossier D1, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 4 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1. Energieversorgung	3	erforderlich														
Leittechnik Sekundärschutz	1	keine														
Hochspannungsanlage	-															
Trafos	1	keine														
Schalter	1	totalrevision														
Mechanik	2	keine														
Mittelspannungsanlage	-															
Trafos	1	keine														
Schalter	1	totalrevision														
Mechanik	2	keine														
Niederspannungsversorgung	-															
Trafos	1	keine														
Steuerung 48/24 VDC	1	keine														
NS-Verteilung	3	erforderlich														
USV-Anlagen	1	keine														
Batterien	1	keine														
Kabel	-															
HS-Kabel	3	erforderlich														
MS-Kabel	2	erforderlich														
NS-Kabel/-Installationen	3	erforderlich														

	Massnahme
	Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 4: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Energieversorgung

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Hochspannungsanlage – Schalter:** Trotz guten Zustands, und regelmässiger Wartung der Hochspannungsschalter 50 kV ist seitens Lieferanten der Erhalt nur bis 2023 gewährleistet.
- **Mittelspannungsanlage – Schalter:** Trotz guten Zustands, und regelmässiger Wartung der Mittelspannungsschalter 20 kV ist seitens Lieferanten der Erhalt nur bis 2025 gewährleistet (inkl. Ersatzteile).
- **NS-Verteilung, -Kabel und -Installationen:** Die Unterverteilung und die entsprechenden Komponenten im erweiterten Werkhof Airolo (SWG- und Kapo-Fläche) werden im Projekt [7] erneuert. Diese Unterverteilung und ihre Teilanlagen sind im schadhaften Zustand.
- **HS-Kabel:** Die 50 kV Kabel der Oberspannungsseite, welche im Projekt [2] nicht erneuert werden, sind noch aus dem Erstellungsjahr 1980.
- **MS-Kabel:** In Prinzip werden die MS-Kabel durch das Projekt [2] ersetzt. Eine Ausnahme ist das MS-Kabel der 6 kV von den Abgängen der Schützenwagen (Vakuumschalter) bis zum Motorenklemmenkasten. Zwei weitere Ausnahmen sind die MS-Leitungen Göschenen Werkhof – Vortunnel 03V sowie Lüftungszentrale Airolo – Trafostation Werkhof 1 CMA.

3.1.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen an der Energieversorgung, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

3.1.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Energieversorgung folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
1. Energieversorgung	1'104'900	1'189'977
Massnahme 1.1, Hochspannungsanlage 50 kV	95'250	102'584
Wartungsarbeiten im Jahr 2022 als Totalrevision und Ersatzteilebeschaffung für die nächste Wartung der Schalter 50 kV	75'000	80'775
Projektierung und Nebenkosten	20'250	21'809
Massnahme 1.2, Mittelspannungsanlage 20 kV	552'450	594'989
Wartungsarbeiten im Jahr 2022 als Totalrevision und Ersatzteilebeschaffung für die nächste Wartung der Schalter 20 kV, inkl. Zugangsschutz und Berührungsschutz	435'000	468'495
Projektierung und Nebenkosten	117'450	126'494
Massnahme 1.3, Ersatz HS-/MS-Kabel	457'200	492'404
Ersatz der Kabel zwischen den Hochspannungsschalter und den Transformatoren auf der 50 kV Spannungsebene	160'000	172'320
Ersatz der Kabel zwischen Schützenwagen (Vakuumschalter) und Motorklemmenkasten auf der 6 kV Spannungsebene	100'000	107'700
Ersatz der MS-Leitungen Göschenen Werkhof – Vortunnel 03V	25'000	26'925
Ersatz der MS-Leitungen Lüftungszentrale Airolo – Trafostation Werkhof Airolo	75'000	80'775
Projektierung und Nebenkosten	97'200	104'684

Tabelle 3: Massnahmen und Kosten Energieversorgung

Bemerkung zur Massnahme 1.1

- Wartungsarbeiten der Schalter 50 kV GST im Jahr 2022 als Totalrevision und gleichzeitige erforderliche Ersatzteilebeschaffung für die nächste Schalterwartung, somit ist der Erhalt bis ins Jahr 2030 gewährleistet.

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 3) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
1. Energieversorgung	1'189'977		255'443	475'991	418'544											
Massnahme 1.1, Hochspannungsanlage 50 kV	102'584			40%	60%											
Wartungsarbeiten im Jahr 2022 als Totalrevision und Ersatzteilebeschaffung für die nächste Wartung der Schalter 50 kV	80'775															
Projektierung und Nebenkosten	21'809															
Massnahme 1.2, Mittelspannungsanlage 20 kV	594'989			40%	60%											
Wartungsarbeiten im Jahr 2022 als Totalrevision und Ersatzteilebeschaffung für die nächste Wartung der Schalter 20 kV, inkl. Zugangsschutz und Berührungsschutz	468'495															
Projektierung und Nebenkosten	126'494															
Massnahme 1.3, Ersatz HS-/MS-Kabel	492'404		60%	40%												
Ersatz der Kabel zwischen den Hochspannungsschalter und den Transformatoren auf der 50 kV Spannungsebene	172'320															
Ersatz der Kabel zwischen Schützenwagen (Vakuumschalter) und Motorklemmenkasten auf der 6 kV Spannungsebene	107'700															
Ersatz der MS-Leitungen Göschenen Werkhof – Vortunnel 03V	26'925															
Ersatz der MS-Leitungen Lüftungszentrale Airolo – Trafostation Werkhof Airolo	80'775															
Projektierung und Nebenkosten	104'684															

Tabelle 4: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Energieversorgung

3.2 Beleuchtung

3.2.1 Zustand und Beurteilung

Die Beleuchtungsanlage und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich vom guten bis schlechten Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden. Die, aus den beigelegten Dossiers D2, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 5 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2. Beleuchtung	4	erforderlich														
Sensorik (LDS und LDM)	4	erforderlich														
Durchfahrtsbeleuchtung	3	erforderlich														
Adaptationsbeleuchtung	2	keine														
Brandnotbeleuchtung	2	keine														
Optische Leiteinrichtung (OLE)	2	keine														
Fluchtwegbeleuchtung	3	erforderlich														
Strassenbeleuchtung	3	erforderlich														
Verkabelung	1	keine														
Anlagesteuerung	1	instandhaltung														
Lokalsteuerung GR	1	keine														
Lokalsteuerung ER	1	keine														
Lokalsteuerung OLE	1	präventiver Ersatz														



 Massnahme
 Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 5: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Beleuchtung

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Beleuchtungssensorik:** Die beiden Leuchtdichtesensoren (L20-Messung), welche sich bei den Portalen befinden, sind im schlechten Zustand (gemäss Hauptinspektion BSA 2015 und laut AfBN).
- **Durchfahrtsbeleuchtung:** Die, im Jahr 2005 erneuerte Durchfahrtsbeleuchtung, befindet sich im schadhafte Zustand und die Ersatzteilverfügbarkeit der elektrischen Komponenten ist durch den Hersteller nur bis 2020 garantiert. Ein Test mit LED-Retrofit (inkl. integrierte Vorschaltgerät) wurde auf einer Strecke von 500 Meter erfolgreich durchgeführt.
- **Adaptationsbeleuchtung:** Die Adaptationsbeleuchtung bei Airola und Göschenen wurde im Jahr 2017 und 2018 mittels LED-Retrofit (inkl. integriertem Vorschaltgerät) erneuert und befindet sich im annehmbaren Zustand.
- **Brandnotbeleuchtung:** Die Brandnotbeleuchtung befindet sich im annehmbaren Zustand und wird regelmässig instandgehalten.
- **Optische Leiteinrichtung (OLE):** Die LED-Bausteine sind in annehmbarem Zustand und Ersatzteilverfügbarkeit ist mindestens bis 2027 gemäss Hersteller gewährleistet.
- **Schutzraumbeleuchtung (Fluchtwegbeleuchtung):** Die Schutzraumbeleuchtung wurde im Jahr 1980 erstellt und wurde nie erneuert. Die geschätzte Nutzungsdauer der Schutzraumbeleuchtung beträgt noch 5 Jahre, bis 2023. Die SiSto-Beleuchtung wurde im Gegensatz im Jahr 2017 ersetzt.
- **Strassenbeleuchtung:** Die Strassenbeleuchtung besteht aus Kandelaber in den Werkhöfen, auf der Rampenbrücke und an den Tunnelportalen. Die 40 Kandelaber stammen alle aus dem Jahr 1980. Die Strassenbeleuchtung befindet sich im schadhafte Zustand und die Verfügbarkeit der NaH-Leuchtmittel wird immer schwieriger und magnetische Vorschaltgeräte dürfen nicht mehr eingesetzt werden.
- **Anlagesteuerung:** Die Anlagesteuerung (virtuelle Maschine in der Clusterumgebung der GEXI) ist in einem guten Zustand und mit präventiven Instandhaltungsarbeiten (Software-Updates) kann der Erhalt bis ins Jahr 2030 gewährleisten.

- **Lokalsteuerungen GR und ER:** Die SPS der Lokalsteuerungen GR und ER sind in einem guten Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit ist bis 2030 garantiert. Die Touchpanels der Lokalsteuerungen befinden sich im letzten Zyklus der Verfügbarkeit und Einzeltausche sind nur noch bis 2022 möglich.
- **Steuereinheit optische Leiteinrichtungen:** Diese Steuereinheiten sind in einem guten Zustand. Die theoretische Nutzungsdauer wird im Jahr 2027 erreicht. Neue und kompatibel Steuereinheiten sind seit diesem Jahr auf dem Markt gebracht worden.

3.2.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen an der Beleuchtung, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

3.2.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Beleuchtung folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
2. Beleuchtung	3'761'699	4'051'350
Massnahme 2.1, Ersatz Beleuchtungssensorik	60'960	65'654
Ersatz Leuchtdichtesensoren und Leuchtdichtemessgeräte bei den Tunnelportalen, inklusiv Kabel	48'000	51'696
Projektierung und Nebenkosten	12'960	13'958
Massnahme 2.2, Ersatz Durchfahrtbeleuchtung	2'721'600	2'931'163
Ersatz Leuchtmittel und Vorschaltgerät	2'520'000	2'714'040
Projektierung und Nebenkosten	201'600	217'123
Massnahme 2.3, Ersatz Schutzraum-Beleuchtung	413'250	445'070
Erneuerung Beleuchtung Schutzräumen	356'250	383'681
Projektierung und Nebenkosten	57'000	61'389
Massnahme 2.4, Ersatz Strassenbeleuchtung	117'500	126'548
Erneuerung Kandelaber und Leuchten	94'000	101'238
Projektierung und Nebenkosten	23'500	25'310
Massnahme 2.5, Upgrade Anlagesteuerung	157'140	169'240
Regelmässiges und präventives Upgrade Anlagesteuerung (KR)	145'500	156'704
Projektierung und Nebenkosten	11'640	12'536
Massnahme 2.6, Ersatz Steuereinheit OLE	291'249	313'675
Ersatz Lokalsteuerung optische Leiteinrichtung	231'150	248'949
Projektierung und Nebenkosten	60'099	64'727

Tabelle 5: Massnahmen und Kosten Beleuchtung

Bemerkung zur Teilanlage "Optische Leiteinrichtung (OLE)"

- Die Kosten für die Ersatzteileversorgung der LED-Bausteine im Jahr 2027 wurden im Dossier D2 nicht erhoben. Da die LED-Bausteine nicht abgekündigt wurden und Ersatzteile immer noch verfügbar sind, gehen wir davon aus, dass für den Erhalt bis 2030 keine zusätzlichen Kosten entstehen.

Bemerkung zu den "Lokalsteuerungen GR und ER"

- Defekte Touchpanels werden rückgebaut und nicht ersetzt, da die Betriebszustände und Parameter auch auf der Anlagesteuerung (KR) eingestellt werden können.

Bemerkung zur Massnahm 2.2

- Der Ersatz der Leuchtmittel, inkl. Vorschaltgeräte, sollte baldmöglichst erfolgen und sollte als Einzelmassnahme über das Projekt [1] unter der Federführung der Erhaltungsplanung F3 ausgeführt werden. Für den Test mit den LED- Retrofit, welcher im Fahrraum zwischen Schutzraum (SR) 57 bis SR 59 durchgeführt wurde, ist vorgängig eine entsprechende Beleuchtungsberechnung erstellt worden. Nach der Installation der LED- Retrofit wurde eine Beleuchtungsmessung durchgeführt, welche die erforderlichen lichttechnischen Werte bestätigte. Das Knowhow für diese Retrofitlösung liegt bei der Erhaltungsplanung F3 und dem AfBN.

Bemerkung zur Massnahm 2.6

- Diese Massnahme ist als präventiver Ersatz der Steuereinheit gedacht. Wie bereits erwähnt, sind auf dem Markt neue und kompatibel Steuereinheiten vorhanden. Aus diesem Grund und Berücksichtigung der Kosten, empfiehlt sich den Ersatz der Steuereinheiten erst nach Bedarf bei normalen Wartungsarbeiten durchzuführen.

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 5) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt											
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
2. Beleuchtung	4'051'350												
Massnahme 2.1, Ersatz Beleuchtungssensorik	65'654		1'432'363	1'758'698	89'014	356'056		50'772	62'735	250'940			50'772
Ersatz Leuchtdichtesensoren und Leuchtdichtemessgeräte bei den Tunnelportalen, inklusiv Kabel	51'696		100%										
Projektierung und Nebenkosten	13'958												
Massnahme 2.2, Ersatz Durchfahrtbeleuchtung	2'931'163		40%	60%									
Ersatz Leuchtmittel und Vorschaltgerät	2'714'040												
Projektierung und Nebenkosten	217'123												
Massnahme 2.3, Ersatz Schutzraum-Beleuchtung	445'070				20%	80%							
Erneuerung Beleuchtung Schutzräumen	383'681												
Projektierung und Nebenkosten	61'389												
Massnahme 2.4, Ersatz Strassenbeleuchtung	126'548		100%										
Erneuerung Kandelaber und Leuchten	101'238												
Projektierung und Nebenkosten	25'310												
Massnahme 2.5, Upgrade Anlagesteuerung	169'240		40%					30%					30%
Regelmässiges und präventives Upgrade Anlagesteuerung (KR)	156'704												
Projektierung und Nebenkosten	12'536												
Massnahme 2.6, Ersatz Steuereinheit OLE	313'675							20%	80%				
Ersatz Lokalsteuerung optische Leiteinrichtung	248'949												
Projektierung und Nebenkosten	64'727												

Tabelle 6: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Beleuchtung

3.3 Lüftung

3.3.1 Zustand und Beurteilung

Die Lüftungsanlage und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich vom guten bis alarmierenden Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden. Die, aus den beigelegten Dossiers D3, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 5 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
3. Lüftung	5	erforderlich														
Abluftventilatoren Nordisk	3	erforderlich														
Zuluftventilatoren Nordisk	3	normale Revision														
Abluftventilatoren Howden LZ Airolo	3	instandhaltung														
Hydraulik/Schmieröl Nordisk	3	totalrevision														
Hydraulik Howden LZ Airolo	3	normale Revision														
Lüftungskappen	2	normale Revision														
SISTO-Ventilatoren Portal	2	erforderlich														
SISTO-Ventilator Mitte	4	keine														
Hydraulik SISTO-Ventilatoren	1	keine														
Sensorik	5	erforderlich														
Anlagesteuerung	3	instandhaltung														
Lokalsteuerung GR	3	erforderlich														
Lokalsteuerung ER (Abluft und Zuluft)	3	erforderlich														
Lokalsteuerung ER (Sensorik)	1	präventiver Ersatz														
Lokalsteuerung ER (Lüftungskappen)	1	präventiver Ersatz														
Lokalsteuerung ER (SISTO-Lüftung)	1	präventiver Ersatz														

	Massnahme
	Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 6: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Lüftung

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Abluftventilatoren Nordisk:** Die Abluftventilatoren Nordisk befinden sich in einem mechanischen schadhafte Zustand (z.B. Ölverluste, Rost und Korrosion, Undichtigkeiten). Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind für mindestens 10 Jahre sichergestellt.
- **Zuluftventilatoren Nordisk:** Die Zuluftventilatoren Nordisk befinden sich in einem mechanischen schadhafte Zustand (z.B. Ölverluste, Rost und Korrosion, Undichtigkeiten, defekte Isolationen). Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind für mindestens 10 Jahre sichergestellt.
- **Abluftventilatoren Howden LZ Airolo:** Die Abluftventilatoren Howden in der LZ Airolo befinden sich in einem mechanischen schadhafte Zustand (z.B. Isolationen, Rost und Korrosion). Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind für mindestens 10 Jahre sichergestellt.
- **Hydraulik/Schmieröl Nordisk:** Beide Hilfsorgane für die Schaufelverstellung und Schmierölversorgung der Nordisk-Ventilatoren sind im schadhafte Zustand.
- **Hydraulik Howden LZ Airolo:** Die Ölhydraulikanlagen für die Schaufelverstellung der Howden-ventilatoren befinden sich im schadhafte Zustand.
- **Lüftungskappen:** Die Lüftungskappen befinden sich in einem mechanischen annehmbaren Zustand. Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind für mindestens 10 Jahre sichergestellt.
- **SiSto-Ventilatoren Portal:** Die Ventilatoren in den beiden Portalzentralen des SiSto sind in einem mechanischen annehmbaren Zustand. Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind für mindestens 10 Jahre sichergestellt. Aufgrund des Parallelprojektes 2TG [3] ist die Demontage in den nächsten Jahren vorgesehen.

- **SiSto-Ventilator Mitte:** Der Ventilator VXM des SiSto in LGU wurde im Jahr 2013 installiert und in Betrieb genommen. Der Ventilator befindet sich jedoch in einem schlechten und kritischen Zustand (z.B. Lagerschäden, hohe Schwingungen). Im Moment läuft die Ersatzvornahme.
- **Sensorik:** Strömungsmessgeräte (Staudruckrohre, Temperatur- und Druckmessungen), Sichtrübungsmessgeräte und CO-Messgeräte befinden sich zwischen guten und alarmierenden Zuständen, und die Zuverlässigkeit ist nicht mehr garantiert. Ersatzteil- und Supportverfügbarkeit, sowie Restnutzungsdauer sind zwischen 3 und 5 Jahren sichergestellt.
- **Anlagesteuerung:** Die Anlagesteuerung wurde im Jahr 2014 angepasst, um sie in die BLE integrieren zu können. Die Kernkomponenten, inkl. Software, stammen aus dem Entstehungsjahr (z.B. PC-Vue). Das Problem liegt bei der Steuerungssoftware, welche eine Speziallösung ist und bei welcher, allfällige Anpassungen zu vermeiden sind. Ebenso ist beim Lieferanten nur noch 1 Person mit Anlagekenntnissen vorhanden.
- **Lokalsteuerung GR:** Die Hardware dieser Lokalsteuerung wurde im Jahr 2014 erneuert und ist in einem guten Zustand. Die Steuerung wurde gleichzeitig angepasst, um die Integration in BLE konform zu gewährleisten. Für die GR werden jedoch spezielle Applicom Interface-Karten verwendet, bei welchen die Supportverfügbarkeit im Jahr 2019 abgekündigt wird. Dies verhindert auch die Virtualisierung der Rechner. Kompatible Kommunikationskarte sind verfügbar, aber eine einwandfreie Kommunikation mit dem Lüftungsprogramm ist nicht garantiert.
- **Lokalsteuerung ER (Abluft und Zuluft):** Die SPS der Lokalsteuerungen ER (Abluft und Zuluft) sind in einem guten Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit ist bis 2030 garantiert. Die Touchpanels der Lokalsteuerungen befinden sich im letzten Zyklus der Verfügbarkeit und Einzeltausche sind nur noch bis 2022 möglich. Ersatz-Touchpanels (insgesamt 4 Stk. für alle ER LUE) wurden bereits vom AfBN über das Projekt [1] beschafft.
- **Lokalsteuerung ER (Sensorik):** Die SPS der Lokalsteuerungen ER (Sensorik) sind in einem guten Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit ist bis 2030 garantiert. Die Touchpanels der Lokalsteuerungen befinden sich im letzten Zyklus der Verfügbarkeit und Einzeltausche sind nur noch bis 2022 möglich. Ersatz-Touchpanels (insgesamt 4 Stk. für alle ER LUE) wurden bereits vom AfBN über das Projekt [1] beschafft.
- **Lokalsteuerung ER (Lüftungsklappen):** Die SPS der Lokalsteuerungen ER (Lüftungsklappen) sind in einem guten Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit ist bis 2030 garantiert. Weitere Komponenten wie RTU, Switches und Repeater werden ihre Nutzungsdauer im Jahr 2027 erreichen. Die Touchpanels der Lokalsteuerungen befinden sich im letzten Zyklus der Verfügbarkeit und Einzeltausche sind nur noch bis 2022 möglich. Ersatz-Touchpanels (insgesamt 4 Stk. für alle ER LUE) wurden bereits vom AfBN über das Projekt [1] beschafft.
- **Lokalsteuerung ER (SiSto-Lüftung):** Die SPS der Lokalsteuerungen ER (SiSto-Lüftung) sind in einem guten Zustand und ihre Funktionstüchtigkeit ist bis 2030 garantiert. Die Touchpanels der Lokalsteuerungen befinden sich im letzten Zyklus der Verfügbarkeit und Einzeltausche sind nur noch bis 2022 möglich. Ersatz-Touchpanels (insgesamt 4 Stk. für alle ER LUE) wurden bereits vom AfBN über das Projekt [1] beschafft.

3.3.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen an der Lüftung, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

Die Tätigkeiten dieser Domäne müssen zwingend mit dem Parallelprojekt 2TG [3] koordiniert werden.

3.3.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Lüftung folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
3. Lüftung	5'056'970	5'446'357
Massnahme 3.1, Revision Zulüfter Tunnellüftung	279'400	300'914
Gesamtrevision Hydraulik und Schmieröl (Pumpen, Sensorik, Schläuche, Etc.)	220'000	236'940
Projektierung und Nebenkosten	59'400	63'974
Massnahme 3.2, Revision Ablüfter Tunnellüftung	289'560	311'856
Gesamtrevision Hydraulik und Schmieröl (Pumpen, Sensorik, Schläuche, Etc.)	228'000	245'556
Projektierung und Nebenkosten	61'560	66'300
Massnahme 3.3, Ventilatorklappen Tunnellüftung	76'200	82'067
Sanierung Ventilatorklappen bei Ablüftern	60'000	64'620
Projektierung und Nebenkosten	16'200	17'447
Massnahme 3.4, Abluftklappen Tunnellüftung	609'600	656'539
Gesamtrevision von 30% der Klappen	480'000	516'960
Projektierung und Nebenkosten	129'600	139'579
Massnahme 3.5, Neue Lüftungssteuerung	3'802'210	4'094'980
Vorprojekt der neuen Lüftungssteuerung	90'000	96'930
Neue Lüftungssteuerung	1'420'000	1'529'340
Erneuerung Strömungsmessgeräte (Messquerschnitt), Sichttrübungsmessung, CO-Messung, Portalbarometer, Druckmessung SISTO	1'457'000	1'569'189
Upgrade und Wartung neue Lüftungssteuerung	46'000	49'542
Projektierung und Nebenkosten	789'210	849'979

Tabelle 7: Massnahmen und Kosten Lüftung

Bemerkung zu den Teilanlagen "Lokalsteuerung GR" und "Lokalsteuerung ER"

- Prototypen für mögliche Ersatzkomponenten der Applicom-Karte (GR) und der Touchpanels (ER) wurden realisiert. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass mit der bestehenden Hardware-Software Kombination die Applicom-Karten ersetzt werden können. Ersatzkarten wurden bereits vom AfBN über das Projekt [1] beschafft; weitere Karten sind auf dem Markt nicht mehr erhältlich. Ob diese Karten mit aktueller Rechner-Hardware eingesetzt werden können ist nicht sichergestellt. Die Erweiterung bzw. Anpassung der Lüftungssteuerung für beispielsweise einen neuen SiSto-Lüfter Mitte oder für den Rückbau der SiSto-Lüfter an den Portalen kann, auch infolge nicht vorhandenen Personalressourcen und -Knowhow, nicht garantiert werden.

Bemerkung zur Teilanlage "SiSto-Ventilatoren"

- Diese Tätigkeiten müssen mit dem Parallelprojekt [3] koordiniert werden.

Bemerkung zur Massnahme 3.1

- Während der geplanten vierten Instandsetzung der Zuluftventilatoren (2020-2025) durch das AfBN, müssen gleichzeitig die Hydraulik- und Schmierölaggregate (u.a. Pumpen, Sensorik und Kleinmaterial, wo erforderlich Ölkühler) gestaffelt bis 2025 revidiert und erneuert werden. Die Kosten beziehen sich auf die Erneuerung der Hydraulik- und Schmierölaggregate.

Bemerkung zur Massnahme 3.2

- Während der geplanten Instandsetzung der Abluftventilatoren (2023) durch AfBN, muss gleichzeitig die Hydraulik revidiert werden. Die Kosten beziehen sich auf die Erneuerung der Hydraulik.

Bemerkung zur Massnahme 3.3

- Die Massnahme Sanierung Ventilatorklappen bei Ablüftern, sollte umgesetzt werden, wenn die Undichtigkeiten zu gross werden (Sandstrahlen, Beschichten, Einstellen).

Bemerkung zur Massnahme 3.4

- Trotz annehmbarem Zustand muss, um Funktionstüchtigkeit der Lüftungsklappen zu sichern, eine Gesamtrevision in den Jahren 2020-2025 von bis zu 30% der Abluftklappen durchgeführt werden.

Bemerkung zur Massnahme 3.5

- Die Problematik bei den Lokalsteuerungen der Kommunikationskarte (Applicom) GR, die Problematik bei den Einzelrechnern des Ersatzes der Touchpanels, die Unbekannten die all-fällige Ersatzkomponenten mit sich bringen, sowie die schwierigen und unsicheren Softwareanpassungen der Anlagesteuerung, führten schlussendlich zum Entscheid, die Lüftungssteuerung komplett zu erneuern. Die neue Lüftungssteuerung muss zwingend mit dem Parallelprojekt [3] koordiniert werden. Die Sensorik muss ebenfalls erneuert werden.

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 7) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
3. Lüftung	5'446'357	61'277	1'418'890	1'418'890	1'746'489	190'396	223'223	305'291		40'950					40'950	
Massnahme 3.1, Revision Zulüfter Tunnellüftung	300'914	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%								
Gesamtrevision Hydraulik und Schmieröl (Pumpen, Sensorik, Schläuche, Etc.)	236'940															
Projektierung und Nebenkosten	63'974															
Massnahme 3.2, Revision Ablüfter Tunnellüftung	311'856	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%								
Gesamtrevision Hydraulik und Schmieröl (Pumpen, Sensorik, Schläuche, Etc.)	245'556															
Projektierung und Nebenkosten	66'300															
Massnahme 3.3, Ventilatorklappen Tunnellüftung	82'067						40%	60%								
Sanierung Ventilatorklappen bei Ablüftern	64'620															
Projektierung und Nebenkosten	17'447															
Massnahme 3.4, Abluftklappen Tunnellüftung	656'539		15%	15%	15%	15%	15%	25%								
Gesamtrevision von 30% der Klappen	516'960															
Projektierung und Nebenkosten	139'579															
Massnahme 3.5, Neue Lüftungssteuerung	4'094'980		30%	30%	38%					1%					1%	
Vorprojekt der neuen Lüftungssteuerung	96'930															
Neue Lüftungssteuerung	1'529'340															
Erneuerung Strömungsmessgeräte (Messquerschnitt), Sichttrübungsmessung, CO-Messung, Portalbarometer, Druckmessung SISTO	1'569'189															
Upgrade und Wartung neue Lüftungssteuerung	49'542															
Projektierung und Nebenkosten	849'979															

Tabelle 8: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Lüftung

3.4 Signalisation

3.4.1 Zustand und Beurteilung

Die Signalisation und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich vom guten bis schlechten Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden (Anlageinterne Kommunikation auf KOM GEXI migrieren und die Einzelsteuerebene ersetzen). Die, aus dem beigelegten Dossier D4, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 7 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
4. Signalisation	4	erforderlich														
Anlagesteuerung	1	keine														
Lokalsteuerung GR	1	keine														
Lokalsteuerung ER	3	erforderlich														
Feldebene	4	erforderlich														
Sicherheitseinrichtungen	4	erforderlich														
Kommunikation	4	erforderlich														

Massnahme
 Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 7: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Signalisation

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Anlagesteuerung:** Die Anlagesteuerung (virtuelle Maschinen auf der Plattform der GEXI) ist in einem guten Zustand und mit präventiven Instandhaltungsarbeiten kann der Erhalt bis ins Jahr 2030 gewährleistet werden.
- **Lokalsteuerung GR:** Die Lokalsteuerung, welche im Jahr 2016 saniert wurde, ist in einem guten Zustand und mit präventiven Instandhaltungsarbeiten kann der Erhalt bis ins Jahr 2030 gewährleistet werden.
- **Lokalsteuerung ER:** Die Einzelsteuerebene befindet sich in einem schadhafte Zustand und wurde seitens Lieferanten abgekündigt.
- **Feldebene:** Die Feldebene ist im schlechten Zustand aber kann weiter betrieben werden. Allfällige Ausfälle werden im Rahmen der Unterhaltsarbeiten erneuert bzw. instandgesetzt.
- **Sicherheitseinrichtungen:** Die Sicherheitseinrichtungen sind im schlechten Zustand aber können weiter betrieben werden. Allfällige Ausfällen werden punktuell im Rahmen der Unterhaltsarbeiten erneuert bzw. instandgesetzt.
- **Kommunikation:** Die anlageinterne Kommunikation (GR – ER und Notsteuerung – ER) erfolgt über anlageinterne Modem Verbindungen und ist im schlechten Zustand.

3.4.2 Prognose

Ohne kleine und gezielten Massnahmen an der Signalisation, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen ersetzt, erneuert oder instandgehalten werden.

Für die Anlagesteuerung und die Lokalsteuerung, welche durch Instandhaltungsarbeiten erhalten werden, muss eine Wiederholung der Überprüfung im 3-Jahres Rhythmus, erstmalig im Jahr 2022, durchgeführt werden.

3.4.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Signalisation folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
4. Signalisation	649'600	699'619
Massnahme 4.1, Ersatz Einzelrechner	649'600	699'619
Ersatz Einzelrechner und Migration interner Kommunikation auf KOM GEXI	580'000	624'660
Projektierung und Nebenkosten	69'600	74'959

Tabelle 9: Massnahmen und Kosten Signalisation

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 9) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt													
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
4. Signalisation	699'619		559'695	139'924											
Massnahme 4.1, Ersatz Einzelrechner	699'619		80%	20%											
Ersatz Einzelrechner und Migration interner Kommunikation auf KOM GEXI	624'660														
Projektierung und Nebenkosten	74'959														

Tabelle 10: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Signalisation

3.5 Überwachungsanlagen

Die Erneuerung der Überwachungsanlage "Brandmeldeanlage Tunnel" ist im Parallelprojekt [5] bereits vorgesehen. Aus diesem Grund wird im vorliegenden Dossier nur die Überwachungsanlage "Diversanlage" analysiert.

3.5.1 Zustand und Beurteilung

Die Diversanlage und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich im guten Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden. Die, aus dem beigelegten Dossier D5, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 8 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
5. Überwachungsanlage	1	erforderlich														
Anlagesteuerung DIV	1	präventiver Ersatz														
Lokalsteuerung GR DIV (KLI)	1	wird ersetzt														
Lokalsteuerung ER DIV	1	keine														

	Massnahme
	Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 8: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Diversanlage

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Anlagesteuerung DIV:** Die Anlagesteuerung wurde im Jahr 2014 erneuert und ist in einem guten Zustand. Mit präventiven Instandhaltungsarbeiten (Software-Updates) und mit einem präventiven Ersatz der Hardware/Software kann der Erhalt bis ins Jahr 2030 gewährleistet werden.
- **Lokalsteuerung GR DIV (KLI):** Die Gruppenrechner der DIV wurden im Jahr 2014 rückgebaut und die Diversanlage besteht nun aus Anlagesteuer- und Einzelrechnerebenen. Die Gruppenrechner DIV für die Klimaanlage sind zurzeit noch in Betrieb und in die DIV integriert. Sie werden im Projekt [9] ersetzt und daher hier nicht berücksichtigt.

3.5.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen an der Diversanlage, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

3.5.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Diversanlage folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
5. Überwachungsanlage	164'189	176'831
Massnahme 5.1, Upgrade Anlagesteuerung	49'680	53'505
Regelmässiges und präventives Upgrade Anlagesteuerung (KR)	46'000	49'542
Projektierung und Nebenkosten	3'680	3'963
Massnahme 5.2, Ersatz Anlagesteuerung	114'509	123'326
Präventiver Ersatz Anlagesteuerung (KR) Hardware und Software	102'240	110'112
Projektierung und Nebenkosten	12'269	13'213

Tabelle 11: Massnahmen und Kosten Diversanlage

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 11) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt													
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
5. Überwachungsanlage	176'831		26'793		24'665	98'661					26'793				
Massnahme 5.1, Upgrade Anlagesteuerung	53'505		50%								50%				
Regelmässiges und präventives Upgrade Anlagesteuerung (KR)	49'542														
Projektierung und Nebenkosten	3'963														
Massnahme 5.2, Ersatz Anlagesteuerung	123'326				20%	80%									
Präventiver Ersatz Anlagesteuerung (KR) Hardware und Software	110'112														
Projektierung und Nebenkosten	13'213														

Tabelle 12: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Diversanlage

3.6 Kommunikation & Leittechnik

Folgende Teilanlagen im GST-Perimeter der Domäne "Kommunikation & Leittechnik" werden im vorliegenden Dossier analysiert: "Kommunikationsnetzwerk" und "Funkanlage".

Die Erneuerung der "Notruftelefonanlage" ist im Parallelprojekt [6] bereits vorgesehen. Aus diesem Grund wird diese Teilanlage hier nicht berücksichtigt.

3.6.1 Zustand und Beurteilung

Das Kommunikationsnetzwerk und die Funkanlage befinden sich im guten Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden (Ersatz der Komponenten des Netzwerkes). Die, aus den beigelegten Dossiers D6, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 9 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
6. Kommunikation und Leittechnik	1	erforderlich														
Core Switch	1	präventiver Ersatz														
Distribution Switch	1	präventiver Ersatz														
Access Switch WH	1	präventiver Ersatz														
Access Switch LZ	1	präventiver Ersatz														
Access Switch Feld	1	präventiver Ersatz														
Firewall	1	präventiver Ersatz														
Funk	1	keine														

	Massnahme
	Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 9: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Kommunikation & Leittechnik

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Core-Switches:** Diese Switches wurden im Jahr 2014 erneuert und sind im guten Zustand. Sie werden ihre theoretische Nutzungsdauer im Jahr 2024 erreichen.
- **Distribution-Switches:** Diese Switches wurden im Jahr 2018 komplett ersetzt und sind im guten Zustand. Sie werden ihre theoretische Nutzungsdauer im Jahr 2028 erreichen.
- **Access-Switches:** Diese Switches wurden im Jahr 2016 komplett ersetzt und sind im guten Zustand. Sie werden ihre theoretische Nutzungsdauer im Jahr 2026 erreichen.
- **Firewall:** Die Firewall wurde im Jahr 2014 erneuert und sind im guten Zustand. Der Support wird bis zum 22.05.2023 gewährleistet, jedoch ist seit dem 22.05.2018 keine Bestellung dieses Produktes mehr möglich. Sie wird die theoretische Nutzungsdauer im Jahr 2024 erreichen.

3.6.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen am Kommunikationsnetzwerk, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

Auf Grund eines Wartungsvertrags wird die Funkanlage regelmässig gewartet. Der Betrieb dieser Teilanlage ist bis 2035 garantiert.

3.6.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Kommunikation & Leittechnik folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
6. Kommunikation und Leittechnik	871'616	938'731
Massnahme 6.1, Ersatz Core und Firewall	67'065	72'229
Präventiver Ersatz der Core-Switches KGO und CMA und präventiver Ersatz der Firewall CMA	52'807	56'873
Projektierung und Nebenkosten	14'258	15'356
Massnahme 6.2, Ersatz Distribution und Access	804'551	866'502
Präventiver Ersatz der Distribution-Switches KGO und CMA und aller Access-Switches	633'505	682'285
Projektierung und Nebenkosten	171'046	184'217

Tabelle 13: Massnahmen und Kosten Kommunikation & Leittechnik

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Tabelle 13) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt													
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
6. Kommunikation und Leittechnik	938'731					72'229		179'300	698'201						
Massnahme 6.1, Ersatz Core und Firewall	72'229					100%									
Präventiver Ersatz der Core-Switches KGO und CMA und präventiver Ersatz der Firewall CMA	56'873														
Projektierung und Nebenkosten	15'356														
Massnahme 6.2, Ersatz Distribution und Access	866'502							20%	80%						
Präventiver Ersatz der Distribution-Switches KGO und CMA und aller Access-Switches	682'285														
Projektierung und Nebenkosten	184'217														

Tabelle 14: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Kommunikation & Leittechnik

3.7 Kabelanlage

3.7.1 Zustand und Beurteilung

Die Kabelanlage und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich zwischen gutem und schlechtem Zustand. Der Erhalt bis ins Jahr 2030 ist gewährleistet. Die, aus dem beigelegten Dossier D7, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 8 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
7. Kabelanlage	4	keine														
Erdsystem	1	wird erneuert														
Potentialausgleich	1	wird erneuert														
Systemverkabelung LWL	1	keine														
Systemverkabelung Cu	4	keine														
Rangierverteiler	4	keine														
Telefonkabel	4	keine														
Funkkabel	1	keine														

	Massnahme
	Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 10: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Kabelanlage

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Systemverkabelung Cu:** Die Systemverkabelung ist alt und aus der ersten Generation 1980. Sie ist in einem schlechten Zustand. Diverse Kabel werden noch von einigen Anlagen gebraucht. Die Kabelanlage kann nicht mehr uneingeschränkt für die Restdauer bis ins Jahr 2030 betrieben werden.
- **Rangierverteiler:** Alte Rangierverteiler mit Lötstrips stammen noch aus dem Jahr 1980. Sie sind im schlechten Zustand. Momentan sind keine Mängel bekannt, jedoch kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden.
- **Telefonkabel:** Genau wie die Systemverkabelung Cu stammt auch das Telefonkabel aus der ersten Generation 1980 und ist in einem schlechten Zustand. Momentan sind keine Mängel bekannt, jedoch kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden.

3.7.2 Prognose

Nur wenige Dienste benutzen noch die im schlechten Zustand oben erwähnten Teilanlagen. Im Störfall werden die notwendigen Massnahmen getroffen. Der Betrieb kann bis ins Jahr 2030 durch punktuelle Instandhaltungsarbeiten gewährleistet werden.

Weitere Teilanlagen gehören zur Kabelanlage. Erdsystem und Potentialausgleich werden im Parallelprojekt [2] bereits erneuert und daher sind keine Massnahmen vorzusehen.

Systemverkabelung LWL und Funkkabel befinden sich in einem guten Zustand und weisen keinen Handlungsbedarf auf.

3.7.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Kabelanlage keine Massnahme bzw. Kosten.

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
7. Kabelanlage	0	0
Keine Massnahme	0	0
-	0	0

Tabelle 15: Massnahmen und Kosten Kabelanlage

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt													
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
7. Kabelanlage	0														
Keine Massnahme	0														
-	0														

Tabelle 16: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Kabelanlage

3.8 Nebeneinrichtungen

3.8.1 Zustand und Beurteilung

Die Nebeneinrichtungen und die entsprechenden Teilanlagen befinden sich zwischen gutem und alarmierendem Zustand. Um der Erhalt bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen einige Teilanlagen ersetzt und/oder saniert werden. Die, aus dem beigelegten Dossier D8, aufgenommenen Zustände sind in der Abbildung 11 ersichtlich und zusammengefasst (Spalte ZK).

Dossier / Anlage	ZK	Massnahmen	Interventionsperiode													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
8. Nebeneinrichtung	5	erforderlich														
Hausinstallationen	1	keine														
Heizung, Lüftung, Klima	4	keine														
Brandmeldeanlage Gebäude	4	erforderlich														
Krananlage / Hebezeug	5	erforderlich														
Pumpwerk	5	erforderlich														
Löscheinrichtung	4	erforderlich														
Barrierenanlage	3	erforderlich														
Tür / Tor / Zutrittskontrolle / Schachttor	5	erforderlich														
Bauliche Einrichtung	1	keine														
Wasserversorgung	4	erforderlich														
Telefonie	3	erforderlich														
Schachtbahnen	4	erforderlich														



 Massnahme
 Instandsetzungsplan / Geplante Revisionen

Abbildung 11: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Nebeneinrichtungen

Zustand und Beurteilung der einzelnen Teilanlagen mit Handlungsbedarf:

- **Hausinstallationen:** Die Hausinstallationen sind im guten Zustand. Laut dem Dossier D8 wurden diese Installationen, in einem nicht spezifizierten Projekt, saniert. Trotz Sanierung sind Doppelbodenplatten in den Zentralen immer noch teilweise mit Schadstoffen belastet (Asbest/Halogen).
- **Heizung, Lüftung, Klima:** Im Parallelprojekt [9] wurde die Teilsanierung dieser Anlagen durchgeführt, die Zustände wurden aber in das Dossier D8 nicht korrekt aufgenommen. Der Betrieb bis ins Jahr 2030 ist gewährleistet.
- **Krananlage / Hebezeug:** Krananlagen und Hebezeuge stammen aus dem Jahr 1980. Sie befinden sich im alarmierenden Zustand und Ersatzteile sind nicht mehr erhältlich. Der Betrieb bis ins Jahr 2030 ist nicht gewährleistet.
- **Pumpwerk:** Die Pumpwerke sind aus der ersten Generation und befinden sich im alarmierenden Zustand. Insbesondere Pumpwerk Airolo, sowie Fäkalien- und Wasserpumpe im Vortunnel 03V können nicht den Betrieb bis ins Jahr 2030 garantieren. Das Pumpwerk Airolo wird im Projekt [7] saniert.
- **Löscheinrichtung:** Die Löschanlagen bestehen aus Inertgaslöschung in der Trafostationen, Handfeuerlöscher in den Zentralen und Alarmkasten, Löschwasser ab Reservoirs. Inertgaslöschung werden nach aktuellen Vorgaben des ASTRA nicht mehr installiert. Die Handfeuerlöscher haben die Altersgrenze überschritten (daher der schlechte Zustand). Eine erste Tranche der Handfeuerlöscher wurde im Jahr 2018 ersetzt. Eine weitere Tranche ist für 2019 geplant. Die Wartung der Handfeuerlöscher wird regelmässig durch das AfBN durchgeführt. Die Wasserleitungen für das Löschwasser sind in der Teilanlage "Wasserversorgung" behandelt.
- **Barrierenanlage:** Die manuell bedienbaren Barrieren sind in einem annehmbaren Zustand. Die automatisierte Barriere in Airolo wurde im Jahr 2017 erneuert und ist im guten Zustand. Hingegen erreicht die automatisierte Barriere in Göschenen ihre Nutzungsdauer im Jahr 2023.
- **Tür / Tor / Zutrittskontrolle / Schachttor:** Die Steuerung der Schleusentüren bei den SiSto-Portalen ist störungsanfällig und befindet sich in alarmierendem Zustand. Die Schutzraumtü-

ren haben ihre Nutzungsdauer erreicht, sie weisen teilweise Korrosionen und Dichtheitsprobleme auf. Die Türen in den Zentralen sind in annehmbaren Zustand. Hingegen befinden sich die Schachttore im schadhaften Zustand.

- **Wasserversorgung:** Die Wasserleitungen sind, laut AfBN, im schlechten Zustand, insbesondere die Leitungen zwischen Reservoir Göschenen bis Tunnel und durch den ganzen Werkleitungskanal im Vortunnel. Zusätzlich, immer laut AfBN, befinden sich beim Werkhof Airolo nicht mehr benötigten sanitäre Einrichtungen, welche beim Projekt [7] rückgebaut werden können.
- **Telefonie:** Die Wandtelefonapparate stammen aus dem Jahr 1980 und bestehen aus alten Feuchtstationen. Laut Dossier D8 sind diese Telefone in schadhaftem Zustand. Leider enthält das Dossier D8 unkorrekte Informationen, welche eine verbindliche Beurteilung nicht zulassen.
- **Schachtbahnen:** Die Schachtbahnen befinden sich im schadhaften Zustand. Die Wartung wird jährlich mit dem Lieferanten durchgeführt und alle 3 Jahre finden Kontrolle der Seilbahnen Inspektorat (IKSS) statt.

3.8.2 Prognose

Ohne gezielten Massnahmen an den Nebeneinrichtungen, kann kein sicherer Betrieb bis ins Jahr 2030 garantiert werden. Um dies zu gewährleisten, müssen die obenerwähnten Teilanlagen revidiert bzw. instandgehalten, oder ersetzt werden.

Die Brandmeldeanlage Gebäude, welche im schlechten Zustand ist, wird im Parallelprojekt [5] erneuert und aus diesem Grund wird im vorliegenden Dossier nicht berücksichtigt. Im selben Projekt ist der Rückbau der Löscheinrichtung (Inertgaslöschung) in den Trafostationen vorgesehen, daher werden diese hier nicht mehr berücksichtigt.

Aufgrund der unkorrekten Angaben in dem Dossier D8, wurden die unterschiedlichen Teilanlagen der Domäne Nebeneinrichtungen noch mit dem AfBN besprochen und die Aussagen des Dokuments D8 im vorliegende Gesamtdossier bereinigt. Der Ersatz der Entfeuchtungsanlagen ist bereits abgeschlossen. Schleusen- und Schutzraumtüren sind vom AfBN regelmässig geprüft und instandgehalten. Die Lösch-Wasserleitung ab Reservoir führt durch die Gemeinde Göschenen und eine Sanierung muss durch bauliche Massnahme erfolgen. Die Telefonapparate werden nur selten gebraucht und nach Bedarf instandgehalten. Die Steuerung der Schachtbahnen SHO, SGU, SBA und SMO werden jährlich vom Lieferanten geprüft und es wurden keine groben Mängel festgestellt. Aus diesen Gründen besteht zurzeit für die hier erwähnten Teilanlagen kein Handlungsbedarf.

3.8.3 Massnahmen & Kosten

Aufgrund der Zustandsbeurteilung sowie der Prognose ergeben sich für die Nebeneinrichtungen folgende Massnahmen und Kosten:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt
8. Nebeneinrichtung	1'039'850	1'119'918
Massnahme 8.1, Ersatz Doppelböden	78'400	84'437
Bei allfälliger Interventionen, Ersatz asbest- und halogenhaltige Doppelbödenplatten	70'000	75'390
Projektierung und Nebenkosten	8'400	9'047
Massnahme 8.2, Erneuerung Krananlage/Hebezeug	387'350	417'176
Erneuerung der Kettenzüge aller Lüfterkrananlagen (2 pro Ventilator)	230'000	247'710
Sanierung 35 Tonnen Hebezeuge	75'000	80'775
Projektierung und Nebenkosten	82'350	88'691
Massnahme 8.3, Erneuerung Pumpwerke	38'100	41'034
Ersatz Fäkalien- und Wasserpumpe Vortunnel 03V	30'000	32'310
Projektierung und Nebenkosten	8'100	8'724
Massnahme 8.4, Erneuerung Barriere	28'000	30'156
Erneuerung automatisierte Barriere Göschenen	25'000	26'925
Projektierung und Nebenkosten	3'000	3'231
Massnahme 8.5, Ersatz Türe und Toren	508'000	547'116
Erneuerung der Schachttoren SHO und SGU, jeweils 2 Tore (Zuluft/Abluft)	400'000	430'800
Projektierung und Nebenkosten	108'000	116'316

Tabelle 17: Massnahmen und Kosten Nebeneinrichtungen

Bemerkung zur Massnahme 8.1

- Die Sanierung der Doppelbodenplatten, damit diese asbest- und halogenfrei sind, erfolgt bei allfälligen Interventionen in den Zentralen und technischen Räumen punktuell.

Bemerkung zur Massnahme 8.2

- Die Sanierungskosten der Hebezeuge 35 Tonnen wurden neu berechnet, da vermutet wird, dass diese im Dossier D8 zu tief geschätzt wurden. Dasselbe gilt für die Erneuerung der Kettenzüge aller Krananlagen. In diesem Fall wurde die Kosten aus einer alten Version des Dossiers D3 eruiert.

Bemerkung zur Massnahme 8.3

- Die Erneuerungskosten der Pumpwerke wurden neu berechnet, da vermutet wird, dass diese im Dossier D8 zu tief geschätzt wurden.

Bemerkung zur Massnahme 8.5

- Die Sanierungskosten für die Erneuerung der Schachttoren wurden neu berechnet und aus einer alten Version des Dossiers D3 eruiert, da vermutet wird, dass diese im Dossier D8 zu tief geschätzt wurden.

Aufgrund der definierten Massnahmen (siehe Abbildung 11) und der vorgesehenen Interventionsperioden können die Massnahmenkosten wie folgt aufgeteilt werden, welche auch aus Anhang A01 ersichtlich sind:

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode inkl. MwSt.														
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
8. Nebeneinrichtung	1'119'918	12'666	439'416	591'241	12'666	12'666	12'666	38'600								
Massnahme 8.1, Ersatz Doppelböden	84'437	15%	15%	15%	15%	15%	15%	10%								
Bei allfälliger Interventionen, Ersatz asbest- und halogenhaltige Doppelbödenplatten	75'390															
Projektierung und Nebenkosten	9'047															
Massnahme 8.2, Erneuerung Krananlage/Hebezeug	417'176		40%	60%												
Erneuerung der Kettenzüge aller Lüfterkrananlagen (2 pro Ventilator)	247'710															
Sanierung 35 Tonnen Hebezeuge	80'775															
Projektierung und Nebenkosten	88'691															
Massnahme 8.3, Erneuerung Pumpwerke	41'034		100%													
Ersatz Fäkalien- und Wasserpumpe Vortunnel 03V	32'310															
Projektierung und Nebenkosten	8'724															
Massnahme 8.4, Erneuerung Barriere	30'156							100%								
Erneuerung automatisierte Barriere Göschenen	26'925															
Projektierung und Nebenkosten	3'231															
Massnahme 8.5, Ersatz Türe und Toren	547'116		40%	60%												
Erneuerung der Schachttoren SHO und SGU, jeweils 2 Tore (Zuluft/Abluft)	430'800															
Projektierung und Nebenkosten	116'316															

Tabelle 18: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Nebeneinrichtungen

4 Zusammenfassung Massnahmen

4.1 Zusammenfassung der Massnahmen

Die vorgeschlagenen Massnahmen wurden aus den einzelnen beigelegten Dossiers (pro Domäne) und aus den entsprechenden Kommentaren/Bereinigungen des Betreibers (AfBN) und der Erhaltungsplanung F3 hergeleitet, welche die besten Kenntnisse der Anlagen/Teilanlagen haben. Einige Dossiers waren nicht ausreichend dokumentiert und das vorliegende Dossier musste mit weiteren Abklärungen und Annahmen vervollständigt werden.

Erhaltungsmassnahme	Begründung	Kosten (inkl. MWSt)
Massnahme 1.1, Hochspannungsanlage 50 kV	Sie werden nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	102'584
Massnahme 1.2, Mittelspannungsanlage 20 kV	Sie werden nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	594'989
Massnahme 1.3, Ersatz HS-/MS-Kabel	Sie werden nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	492'404
Massnahme 2.1, Ersatz Beleuchtungssensorik	Wichtig für die Beleuchtungssteuerung.	65'654
Massnahme 2.2, Ersatz Durchfahrtbeleuchtung	Wichtig für die Sicherheit und Reduktion der Betriebskosten durch LED-Leuchtmittel. Die Leuchten können nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht werden.	2'931'163
Massnahme 2.3, Ersatz Schutzraum-Beleuchtung	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG und Reduktion der Betriebskosten.	445'070
Massnahme 2.4, Ersatz Strassenbeleuchtung	Sie werden nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	126'548
Massnahme 2.5, Upgrade Anlagesteuerung	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG.	169'240
Massnahme 2.6, Ersatz Steuereinheit OLE	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG.	313'675
Massnahme 3.1, Revision Zulüfter Tunnellüftung	Sicherheitsrelevant bis neue Lüftungskonzept GTG bzw. Sanierung 1TG.	300'914
Massnahme 3.2, Revision Ablüfter Tunnellüftung	Sicherheitsrelevant bis das neue Lüftungskonzept GTG bzw. Sanierung 1TG umgesetzt ist.	311'856
Massnahme 3.3, Ventilatorklappen Tunnellüftung	Sicherheitsrelevant bis das neue Lüftungskonzept GTG bzw. Sanierung 1TG umgesetzt ist.	82'067
Massnahme 3.4, Abluftklappen Tunnellüftung	Sicherheitsrelevant bis das neue Lüftungskonzept GTG bzw. Sanierung 1TG umgesetzt ist.	656'539
Massnahme 3.5, Neue Lüftungssteuerung	Sicherheitsrelevant bis das neue Lüftungskonzept GTG bzw. Sanierung 1TG umgesetzt ist.	4'094'980
Massnahme 4.1, Ersatz Einzelrechner	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG.	699'619
Massnahme 5.1, Upgrade Anlagesteuerung	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG.	53'505
Massnahme 5.2, Ersatz Anlagesteuerung	Sicherheitsrelevant bis Sanierung 1TG.	123'326
Massnahme 6.1, Ersatz Core und Firewall	Sie werden für 2TG und nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	72'229
Massnahme 6.2, Ersatz Distribution und Access	Sie werden für 2TG und nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	866'502
Massnahme 8.1, Ersatz Doppelböden	Sie können nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht werden.	84'437
Massnahme 8.2, Erneuerung Krananlage/Hebezeug	Sie werden während dem Betrieb 1TG und nach der Sanierung 1TG weiterhin gebraucht.	417'176

Tabelle 19: Zusammenfassung erforderlichen Massnahmen

Die nächste Abbildung zeigt die voraussichtlichen Termine für die Umsetzung der Massnahmen. Die Termine sind auch aus Anhang A02 ersichtlich.

Abbildung 12: Voraussichtlicher Terminplan

Die nächste Abbildung zeigt den Mittelbedarf (Konto Unterhalt) für die erforderlichen Massnahmen in den einzelnen Jahren. Die Gesamtkosten sind auch im Anhang A01 ersichtlich.

Anlage / Massnahmen	Kosten [CHF] exkl. MWSt	Kosten [CHF] inkl. MWSt	Kosten Interventionsperiode [CHF] inkl. MWSt													
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1. Energieversorgung	1'104'900	1'189'977		295'443	475'991	418'544										
2. Beleuchtung	3'761'699	4'051'350		1'432'363	1'738'698	89'014	356'056		50'772	62'735	250'940			50'772		
3. Lüftung	5'056'970	5'446'357	61'277	1'418'890	1'418'890	1'746'489	190'396	223'223	305'291		40'950					40'950
4. Signalisation	649'600	699'619		559'695	139'924											
5. Überwachungsanlage	164'189	176'831		26'753		24'665	98'661					26'753				
6. Kommunikation und Leittechnik	871'616	938'731					72'229		173'300	693'201						
7. Kabelanlage	0	0														
8. Nebeneinrichtung	1'039'850	1'119'918	12'666	439'416	591'241	12'666	12'666	12'666	38'600							

Tabelle 20: Mittelbedarf Variante 2

Glossar

Abkürzung	Bedeutung
03V	Abschnitt des nordseitigen Vortunnels
1TG	Erste Tunnelröhre Gotthard
2TG	Zweite Tunnelröhre Gotthard
AfBN	Amt für Betrieb Nationalstrassen
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BLE	Betriebsleitebene
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
CMA	Werkhof Airolo
Cu	Kupfer
DIV	Diversanlage
EP	Erhaltungsprojekt
ER	Einzelrechner
GEXI	Gebietseinheit XI
GPS	Gotthardpassstrasse
GR	Gruppenrechner
GST	Gotthardstrassentunnel
GTG	Gesamtsystem Tunnel Gotthard
HS	Hochspannung
Kapo	Kantonspolizei
KBU	Kleiner baulicher Unterhalt
KLI	Klimaanlage
KOM	Kommunikationsnetzwerk der GEXI
KR	Kopfrechner (Anlagesteuerung)
L20	Methode zur Leuchtdichtemessung
LED-Retrofit	Modernisierung bestehender Leuchtmittel (LED-Leuchteneinsatz mit integriertem Vorschaltgerät)
LUE	Lüftung
LWL	Lichtwellenleiter
MS	Mittelspannung
NTA	Notruftelefonanlage
OLE	Optische Leiteinrichtung
RTU	Remote Terminal Unit
SBA	Schachtkopf Bözberg
SGU	Schachtkopf Guspisbach
SHO	Schachtkopf Hospental
SiSto	Sicherheitsstollen
SMO	Schachtkopf Motto di Dentro
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SWG	Schadenwehr Gotthard
TP	Teilprojekt
ZK	Zustandsklasse

Grafikverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenfassung Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Domäne	5
Abbildung 2: Übersicht Projektperimeter GST mit erster Röhre und zukünftiger zweite Röhre	7
Abbildung 3: Beispiel der Darstellung der erfassten Informationen	10
Abbildung 4: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Energieversorgung	11
Abbildung 5: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Beleuchtung	14
Abbildung 6: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Lüftung	17
Abbildung 7: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Signalisation	21
Abbildung 8: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Diversanlage	23
Abbildung 9: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Kommunikation & Leittechnik	25
Abbildung 10: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Kabelanlage	27
Abbildung 11: Zustände, Massnahmen, Interventionsperiode Nebeneinrichtungen	29
Abbildung 12: Voraussichtlicher Terminplan	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parallele Projekte	9
Tabelle 2: Zustandsklassen und Bewertungsskala	10
Tabelle 3: Massnahmen und Kosten Energieversorgung	12
Tabelle 4: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Energieversorgung	13
Tabelle 5: Massnahmen und Kosten Beleuchtung	15
Tabelle 6: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Beleuchtung	16
Tabelle 7: Massnahmen und Kosten Lüftung	19
Tabelle 8: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Lüftung	20
Tabelle 9: Massnahmen und Kosten Signalisation	22
Tabelle 10: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Signalisation	22
Tabelle 11: Massnahmen und Kosten Diversanlage	24
Tabelle 12: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Diversanlage	24
Tabelle 13: Massnahmen und Kosten Kommunikation & Leittechnik	26
Tabelle 14: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Kommunikation & Leittechnik	26
Tabelle 15: Massnahmen und Kosten Kabelanlage	28
Tabelle 16: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Kabelanlage	28
Tabelle 17: Massnahmen und Kosten Nebeneinrichtungen	31
Tabelle 18: Jährliche Aufteilung der Massnahmenkosten Nebeneinrichtungen	32
Tabelle 19: Zusammenfassung erforderlichen Massnahmen	34
Tabelle 20: Mittelbedarf Variante 2	35

Anhänge

Anhang A01 Aufteilung in den Jahren der Massnahmenkosten

Anhang A02 Voraussichtlicher Terminplan

Anhang A03 Datenblatt Leuchtmittel und Vorschaltgeräte