



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

## Nationalstrasse N06 / Rubigen - Thun Nord



### EP Rubigen - Thun Nord

Unterhaltsabschnitt:	36	Unterhaltskilometer:	N06 km 21.6 - km 26.5
Teilprojekt:	TP3	Kurzbezeichnung:	N06.36.001
Projekt-Nr.:	080294	Inventarobjekt-Nr.:	02.06.36.890.02

## Ausschreibung

### Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA)

Los EHMitte65 Kommunikationsnetzwerke

### 4 Lastenheft



#### Status: Submissionsbeilage

##### Projektleitung

Bundesamt für Strassen ASTRA  
Abteilung Strasseninfrastruktur West  
Filiale Thun  
Uttigenstrasse 54  
3600 Thun

##### Freigabe Projektverfasser

Datum: 24.06.2019  
Name: Fritz Gertsch  
E-Mail: fritz.gertsch@iub-ag.ch  
Tel-Nr.: 031 357 11 75

##### Freigabe Projektleitung

Datum:

Interne Dok.-Nr.: 15.30873.41.06

Dokumentenkenzeichnung:

# Impressum

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1	Kurze Zusammenfassung des Projekts .....	6
1.2	Ziel und Zweck der Massnahmen, Sollzustand .....	7
1.3	Abgrenzungen, Schnittstellen und Liefergrenzen .....	7
1.3.1	Abgrenzungen, Schnittstellen .....	7
1.3.2	Schnittstelle zu Dritten .....	8
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>9</b>
2.1	ASTRA Richtlinien, Normen, Technische Merkblätter und Glossar .....	9
2.1.1	Gesetze, Verordnungen .....	9
2.1.2	ASTRA-Richtlinien und Weisungen .....	9
2.1.3	Normen .....	9
2.1.4	Technische Merkblätter .....	10
2.1.5	Glossar .....	10
2.2	Allgemeine Bemerkungen und Konzepte, klimatische Bedingungen .....	12
2.2.1	Anforderungen vom Betrieb an die Anlage .....	12
2.2.2	Umwelt der Anlage und deren Eigenschaften .....	12
2.3	Leittechnik .....	13
2.3.1	Architektur und Struktur des Leitsystems .....	13
2.3.2	Datenkommunikation .....	15
2.4	Anweisungen .....	16
2.4.1	Offertmengen .....	16
2.4.2	Änderungen .....	17
2.4.3	Baumasse .....	17
2.4.4	Bauseitige Leistungen .....	17
2.4.5	Unkosten .....	17
2.4.6	Regierapporte / Arbeiten nach Aufwand / Erweiterter Aufwand .....	17
2.5	Dienstleistungen .....	18
2.5.1	Grundleistungen .....	18
2.5.2	Ausführungsunterlagen .....	19
2.5.3	Koordinations- und Bausitzungen .....	19
2.5.4	Baustellenjournal .....	19
2.5.5	Realisierungspflichtenheft RPH .....	19
2.5.6	Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW) .....	20

2.5.7	AKS-CH-Code und Beschriftung.....	20
2.6	Kommunikationsnetzwerk Strecke .....	20
2.6.1	Kommunikationsnetzstruktur und Architektur .....	20
2.6.2	Parameter Lösungsdefinition .....	21
2.7	Kommunikationsnetzwerk Abschnitt .....	21
2.7.1	Parameter Lösungsdefinition .....	21
2.7.2	Lösungskonzept .....	21
2.7.3	Anforderungen an die Software-Sicherheit .....	23
2.7.4	Integration in ein bestehendes Netzwerkmanagementsystems (NMS) .....	23
2.7.5	Energieversorgung .....	23
2.7.6	Bedienung und Überwachung der Teilanlage .....	23
2.7.7	KNS -Switches (bestehend) .....	23
2.7.8	KNA :Switches (bestehend) .....	23
2.7.9	Head'n Tail Switches (bestehend) .....	24
2.7.10	Netzwerkswitch Feldnetzwerk Abschnitt, Kabinen .....	24
2.7.11	LWL Kabelkomponenten (Patchkabel) .....	24
3	<b>Technische Lösung .....</b>	<b>25</b>
3.1	Übersicht .....	25
3.2	Übersicht Netzwerkstruktur .....	25
3.3	Loszuordnung der Bauwerke .....	25
3.4	BSA Rubigen - Kiesen .....	26
3.4.1	Neukonfiguration bestehender Switches .....	26
3.4.2	Vorbereiten GFS .....	26
3.5	Kiesen - Thun Nord .....	27
3.5.1	Erweiterung Ring OS Nord (ab 04.11.2019) .....	27
3.5.2	Erweiterung Ring OS Rubigen-Kiesen (ab 2021) .....	27
3.6	Thun Süd - Gesigen .....	28
3.6.1	Erweiterung Ring OS Süd .....	28
3.7	Messungen .....	28
3.8	Autonome Funktionen .....	28
3.9	Gegenstand der Ausschreibung .....	28
3.9.1	Ausgeschriebene Leistungen .....	28
3.9.2	Bauseitige Leistungen .....	29
3.9.3	Ausführung der Arbeiten .....	29
4	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>30</b>
4.1	Tests und Inbetriebsetzung der Anlage .....	30
4.1.1	Werkabnahme (FAT) .....	33

4.1.2	Inbetriebsetzung .....	33
4.1.3	Provisorische Abnahme .....	34
4.1.4	Probetrieb .....	35
4.1.5	Abnahme .....	35
4.1.6	Garantiezeit .....	35
4.1.7	Definitive Abnahme .....	37
4.1.8	Ersatzmaterial .....	37
4.2	Schulung .....	37
4.3	Dokumentation .....	37
4.3.1	Hardwaredokumentation .....	37
4.3.2	Realisierungspflichtenheft (RPH) .....	38
4.3.3	Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW) .....	39
4.3.4	Anforderungen an Kennzeichnungen und Beschriftungen .....	40
4.3.5	Protokolle gemäss Niederspannungs-Installationsverordnung .....	40

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Vorgesehene Massnahmen Kommunikationsnetzwerke RUTS .....	7
Tabelle 2-1: TM Anlage Kommunikation & Leittechnik .....	10
Tabelle 2-2: Glossar .....	12
Tabelle 2-3: Spezifizierung KNA .....	21
Tabelle 2-4: KNS Switches (bestehend) .....	23
Tabelle 2-5: KNA Switches (bestehend) .....	24
Tabelle 2-6: Head'n Tail Kombination (bestehend) .....	24
Tabelle 2-7: Netzwerkschalter Feldnetzwerk Switches .....	24
Tabelle 3-1: Ringe Kommunikationsnetzwerk Abschnitt .....	25
Tabelle 3-2: Loszuordnung der Bauwerke .....	26
Tabelle 3-3: Standorte der Netzwerkknoten (Anschluss Thun Nord) .....	27
Tabelle 3-4: Standorte der Netzwerkknoten (BSA Kiesen - Thun Nord) Kreisel Oppligen .....	27
Tabelle 4-1: Anforderungen Störungsdienst .....	36
Tabelle 4-2: Genehmigungsprozess RPH .....	38

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Übersicht des Projekts .....	6
Abbildung 2.1: Netzwerkstruktur für die Anbindung der Anlage ans Leitsystem .....	14
Abbildung 2.2: Datenpunktkommunikation und Webnavigation zwischen AR und AS .....	16
Abbildung 2.3 Kopplung des Kommunikationsnetzwerks Strecke .....	20
Abbildung 2.4 Logische Struktur Kommunikationsnetzwerk .....	22

# 1 Einleitung

## 1.1 Kurze Zusammenfassung des Projekts

Die Unterhaltsplanung Nationalstrasse (kurz UPlaNS) sieht die Sanierung des Autobahnabschnittes N06 Rubigen – Thun Nord – Spiez (Wimmis) vor. Die Nationalstrasse N06 zwischen Rubigen und Spiez wurde anfangs 70er-Jahre erstellt. Viele Anlagenteile sind technisch veraltet und müssen erneuert werden. Im Rahmen des Projekts der Unterhaltsplanung Nationalstrassen UPlaNS, wird mit einer umfassenden Erneuerung (Gesamtinstandsetzung) die Anpassung an die heutigen Anforderungen erstellt und die Gebrauchstauglichkeit der gesamten Strassenanlage inklusive Betriebs- und Sicherheitsausrüstung für eine weitere Betriebszeit von 15 - 20 Jahren gewährleistet.

Die Bauarbeiten haben 2016 in Rubigen begonnen. Ab ca. 2020 wird der in dieser Submission behandelte Abschnitt saniert.



**Abbildung 1.1: Übersicht des Projekts**

Für die Umsetzung der UPlaNS wird die gesamte Strecke in folgende Teilprojekte unterteilt:

**schwarz** = betrifft vorliegende Submission / **grau** = betrifft vorliegende Submission nicht

### TP Bau

- |        |             |  |
|--------|-------------|--|
| • TP1  | Münsingen   | N6 km 11.6 bis km 16.7                             |
| • TP2  | Wichtrach   | N6 km 16.7 bis km 21.6                             |
| • TP3  | Heimberg    | N6 km 21.6 bis km 26.55                            |
| • TP11 | Thun        | N6 km 26.55 bis km 30.9                            |
| • TP12 | Zwieselberg | N6 km 30.9 bis km 35.3                             |
| • TP13 | Gesigen     | N6 km 30.9 bis km 41.8 und<br>N8 km 0.0 bis km 1.4 |

In diesem Lastenheft werden die Arbeiten aufgeführt, welche das Los EHMitte65-KOM (Kommunikationsnetzwerke) betreffen.



## 1.2 Ziel und Zweck der Massnahmen, Sollzustand

Teilanlage	Ist-Zustand	Soll-Zustand	Kurze Beschreibung der vorgesehenen Massnahmen
Kommunikationsnetzwerk Abschnitt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein Netzwerk vorhanden.</li> <li>- Kein Netzwerk Management System (NMS) vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die neuen IP-Abchnittsnetzwerke verbinden die existierenden Knotenpunkte mit 10-Gigabit IP-Netzwerklingen.</li> <li>- Das neue Netzwerk entspricht den Normen, Richtlinien und ASTRA Fachhandbücher BSA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neubau der Abchnitts-Netzwerk-komponenten</li> <li>- Integration der neuen Komponenten in ein NMS</li> </ul>

**Tabelle 1-1: Vorgesehene Massnahmen Kommunikationsnetzwerke RUTS**

## 1.3 Abgrenzungen, Schnittstellen und Liefergrenzen

### 1.3.1 Abgrenzungen, Schnittstellen

Im vorliegenden Projekt wurde die Losaufteilung übergeordnet wie folgt gestaltet:

Los (Bezeichnung)	Inhalt (grobe Beschreibung)
<b>Energieversorgung</b>	
<i>BSA EHMitte16 Niederspannung + Installation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NS-Unterverteilungen</li> <li>● NS-Kabelanlage</li> <li>● Kabelanlagen LWL inkl. KEV</li> <li>● Patchungen, Spleissungen</li> <li>● Lieferlos Schaltschränke und Kabinen</li> <li>● Erdung/Potentialausgleich</li> <li>● Provisorien (ENE, KAB, LWL) und Demontagen</li> </ul>
<b>Signalisation</b>	
<i>BSA EHMitte45 Signalisation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Signalgeber statisch</li> <li>● Wechseltextanzeigen</li> <li>● Verkehrsdatenerfassung</li> <li>● Verkabelung Signalisation</li> </ul>
<b>Kommunikation &amp; Leittechnik</b>	
<i>BSA EHMitte65 Kommunikationsnetzwerk</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kommunikationsnetzwerk-komponenten exkl. LWL, inkl. Installation</li> <li>● Konfiguration</li> <li>● Patchkabel inkl. Installation</li> <li>● OTDR-Messungen der LWL-Ringe</li> </ul>
<i>BSA EHMitte66 Leitsystem-Integration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anlagenintegration ins UeLS ALS21</li> </ul>
<b>Entwässerung</b>	
<i>BSA EHMitte84 Entwässerung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SABA- und PB- Anlage (exkl. Pumpen und Schieber =&gt; Bau)</li> <li>● Sensorik</li> </ul>

- Verteilkabinen
- Verteilschränke
- Steuerungen
- Verkabelung Entwässerun

#### Glatteisfrühwarnsystem

Nebenprojekt

- Inbetriebnahme der der GFS-Kabinen im Netzwerk

#### BSA EHMitte65 Kommunikationsnetzwerk

Die wichtigsten **Schnittstellen und Liefergrenzen** des vorliegenden Loses gegenüber den anderen Losen sind hier in Textform festgehalten:

<b>BSA EHMitte65 Kommunikationsnetzwerk</b>	<b>BSA EHMitte66 Leitsystem-Integration</b>
EHMitte65 stellt allen Losen (nach Vorgabe von EHMitte66) die erforderlichen Netzwerkanschlüsse zur Verfügung und baut das Kommunikationsnetzwerk auf. Die Schnittstelle bilden die Netzwerk-Switches, welche durch das Los EHMitte65 an die abnehmenden Lose geliefert-, aber teilweise auch durch das Los EHMitte 65 in die Schränke, oder VEK's der anderen Lose verbaut werden.	EHMitte66 sammelt die beantragten Netzwerk-Port-Anträge der Lose, stellt ein Konzept zusammen und gibt EHMitte65 die Vorgabe weiter wo, welche Komponenten verbaut werden sollen.
<b>Alle Lose</b>	
EHMitte65 stellt allen Losen (nach Vorgabe von EHMitte66) die erforderlichen Netzwerkanschlüsse zur Verfügung und baut das Kommunikationsnetzwerk auf. Die Schnittstelle bilden die Netzwerk-Switches, welche durch das Los EHMitte65 an die abnehmenden Lose geliefert-, aber teilweise auch durch das Los EHMitte 65 in die Schränke, oder VEK's der anderen Lose auf dem Installationsplatz vor Ort verbaut werden.	Alle Lose geben EHMitte65 (via EHMitte66) vorgängig die erforderlichen Netzwerkanschlüsse bekannt. Die Lose reservieren nach Absprache mit dem Los EHMitte65 Platz für den Einbau der Netzwerkkomponenten in ihren Schränken oder VEK's und stellen die Energieversorgung für Switches gemäss Angaben und Anschlussschema von EHM65 zu Verfügung. Je nach Projektfortschritt werden die Switches durch die Lose selber verbaut und an die Energieversorgung angeschlossen.

### 1.3.2 Schnittstelle zu Dritten

#### Kommunikationsnetzwerke ◀▶ Bau

Es gibt keine Anforderungen an den Bau von Seiten EHMitte65-KN.



---

## 2 Grundlagen

### 2.1 ASTRA Richtlinien, Normen, Technische Merkblätter und Glossar

Die Erarbeitung des Massnahmenprojekts erfolgt auf Grund der zum Zeitpunkt der Erstellung der Erstausgabe dieses Dokuments gültigen Normen und Richtlinien. Grundsätzlich gilt für die BSA die Rangreihenfolge der Dokumente gemäss dem Merkblatt 'Einleitung' des Fachhandbuches BSA (TMB 23001-00001). Die Reihenfolge lautet: Bundesverfassung, Gesetze, Verordnungen, ASTRA-Richtlinien, Normen, Technische Merkblätter.

#### 2.1.1 Gesetze, Verordnungen

- SR 734.1 Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen
- SR 734.2 Verordnung über elektrische Starkstromanlagen
- SR 734.31 Verordnung über elektrische Leitungen
- SR 734.5 Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit

#### 2.1.2 ASTRA-Richtlinien und Weisungen

- 13012 Verkehrszähler (2009 V1.05)
- 13013 Struktur und Kennzeichnung der Betriebs und Sicherheitsausrüstung (AKS-CH) (2014 V2.52)
- 15003 Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH) - (2008 V1.03)
- 74001 Sicherheitsanforderungen an Tunnel im Nationalstrassennetz (01.08.2010 V1.01)
- 13031 Systemarchitektur Leit- und Steuersysteme der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (2016 V1.70)
- 13040 IP-Netz BSA (2017 V1.20)

#### 2.1.3 Normen

- EN 60529 Schutzarten durch Gehäuse (IP Code)
- EN 60950 Sicherheit
- EN 60439 1-5 Gesamtheit der Niederspannungsschaltgeräte, partiell typgeprüft
- EN 60947-1 Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1 Allgemeine
- EN 50081-1 EMV - Fachgrundnorm Störaussendung –Teil 1: Wohnbereich, Geschäftsbereiche,
- EN 50081-2 EMV - Fachgrundnorm Störaussendung - Teil 2: Industrie
- EN 50082-1 EMV - Fachgrundnorm Störfestigkeit Teil 1: Wohnbereich, Geschäftsbereiche, ...
- EN 50082-2 EMV - Fachgrundnorm Störfestigkeit Teil 2: Industrie
- EN 50173 1-6 Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen
- EN 55022 Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte
- EN 55024 Einrichtungen der Informationstechnik – Störfestigkeitseigenschaften – Grenzwerte
- DIN 47636 Steckanschlüsse

- IEC 69870-5 Fernwirken - Protokoll
- IEC 61158-2 Feldbusse
- IEC 61131 SPS Programmierungsumgebung
- IEC 60715 Dimensionen der Niederspannungsschaltgeräte.
- SEV 1000 (NIN) Niederspannungs-Installationsnorm

### 2.1.4 Technische Merkblätter

Bei den in diesem Kapitel aufgeführten Technischen Merkblättern, wird deren Relevanz für das vorliegende Los angegeben.

TMB-Nummer	Technisches Merkblatt	Version	Relevanz	
			g	un
23 001-11600	Kommunikation & Leittechnik	2019 V1.20	X	
23 001-11620	Gliederung Leittechnik	2018 V2.00	X	
23 001-11622	Applikationen der Steuer- und Leittechnik	2009 V1.00	X	
23 001-11624	Rechner der Steuer- und Leittechnik	2012 V1.01	X	
23001-11720	LWL Lichtwellenleiter	2011 V1.0	X	

Tabelle 2-1: TM Anlage Kommunikation & Leittechnik

### 2.1.5 Glossar

Begriff	Bedeutung
AK	Alarmkasten
AKS-CH	Anlagenkennzeichnungssystem Schweiz
AR	Abschnittsrechner
AS	Anlagensteuerung
BHU	Bauherrenunterstützung
BMA	Brandmeldeanlage
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
BZ	Betriebszustand
CPU	Central Processing Unit (Prozessor)
CU	Kupfer
DAB	Digital Audio Broadcast (digitaler terrestrischer Rundfunk)
DAB+	wie DAB, aber mit erweiterten Möglichkeiten
DAW	Dokumentation des ausgeführten Werkes
DIV	Diversanlage
DP	Datenpunkte

Begriff	Bedeutung
E2000	LWL Stecker-Typ
EN	Europäische Norm
EP	Erhaltungsprojekt
FE	Funk- und Einsprechanlage
FHB	ASTRA Fachhandbuch
GB	Gigabytes
GE I	Gebietseinheit I
GFS	Glatteis Frühwarnsystem
IBN	Inbetriebnahme
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INFRA3	Übergeordnetes Leitsystem für Nationalstrassen im Kanton Bern
IP Schutz	Schutzklasse gegen Staub und Wasser
IPC	Industrie-PC
KAPO	Kantonspolizei
KEV	Kabelendverschluss
KN	Kommunikationsnetzwerk
KNA	Kommunikationsnetzwerk Abschnitt (auch InfraLAN)
KNS	Kommunikationsnetzwerk Strecke (auch InfraWAN)
KS	Kurzschluss
LS	Lokalsteuerung / Leitungsschutzschalter
LTA	Teilanlage Leittechnik Abschnitt
LTS	Teilanlage Leittechnik Strecke
LV	Leistungsverzeichnis
LWL	Lichtwellenleiter (Glasfaser)
MMI	Mensch-Maschine Schnittstelle
NIN	Niederspannungs-Installationsnorm
NIV	Vollständiger Sicherheitsnachweis
NMS	Network Management System
ÖBL	Örtliche Bauleitung
OPC-DA	Open Platform Communications-Data Access
OPC-UA	Open Platform Communications-Unified Architecture, Datenpunktschnittstelle zwischen Infra3-Leitsystem und Anlagensteuerungen
RPH	Realisierungspflichtenheft
RUTS	ASTRA Erhaltungsprojekt Rubigen – Thun – Spiez
SA-CH	Systemarchitektur Schweiz
SABA	Strassenabwasser-Behandlungsanlagen

Begriff	Bedeutung
SFP	Small Form-Factor Pluggable Transceiver
SIP	Session Initiation Protocol (Signalisationsprotokoll von VoIP)
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
UDP	User Datagram Protocol
UKV	Universelle Kommunikations-Verkabelung
ÜLS	Übergeordnetes Leitsystem
UN	Unternehmer
USB	Universal Serial Bus
VLAN	Virtual Local Area Network (Virtuelles Lokales Netzwerk)
VMZ-CH	Verkehrsmanagement Zentrale Schweiz in Emmen
WAN	Wide Area Network (Landes- und weltweites Netzwerk)
WLAN	Wireless Local Area Network

Tabelle 2-2: Glossar

## 2.2 Allgemeine Bemerkungen und Konzepte, klimatische Bedingungen

### 2.2.1 Anforderungen vom Betrieb an die Anlage

Die Anlagen sollen wartungsarm (Batterien sogar wartungsfrei) und unterhaltsfreundlich aufgebaut werden. Dies hat einen Einfluss auf die Wahl der Komponenten und deren Positionierung. Eine einfache Zugänglichkeit der Anlage verhindert einen hohen Kostenaufwand für notwendige (Teil-) Sperrungen und ermöglicht den Zugang zu jeder Zeit.

### 2.2.2 Umwelt der Anlage und deren Eigenschaften

#### Temperatur:

Es ist mit Temperaturen von ca. -20°C bis +40°C zu rechnen. Innerhalb dieser Werte kann es auch zu grossen Temperaturschwankungen kommen.

#### Feuchtigkeit:

Die Feuchtigkeit vor Ort setzt sich zusammen aus der relativen Luftfeuchtigkeit, der gespeicherten Feuchtigkeit im Boden, dem Niederschlag und der stehenden Feuchtigkeit nach einem Niederschlag.

Fazit: IP-Schutz berücksichtigen.

#### Hagel / Schnee:

Die Anlagen sind dem Hagel sowie der Schneelast ausgesetzt. Je nach Position könnten auch die Schneeräumungsfahrzeuge den Schnee gegen die BSA-Anlagen drücken bzw. schleudern.

Fazit: Anlagen mechanisch schützen.

#### Wind:

Wetterbedingte Windgeschwindigkeit und der Fahrtwind vorbeifahrender Verkehrsteilnehmer wirken auf die BSA-Anlagen ein. Die Wetterbedingte Windrichtung und Windgeschwindigkeit kann variieren.

Fazit: Materialkonstruktion und Aufstellungsort entsprechend wählen.

**Höhe:**

547 m.ü.M. (Anschluss Kiesen)

555 m.ü.M. (Anschluss Thun Nord)

**Korrosion:**

Die Anlagen auf der offenen Strecke sind den Wettereinflüssen (Sonne, Regen, Schnee, Kälte, Hitze, etc.), sowie dem Schadstoff-Ausstoss des Verkehrs und dem Einsatz von Taumittel (Streusalz) ausgesetzt.

Fazit: Komponenten entsprechend schützen und korrosionsbeständiges Material wählen.

**Schadstoffe:**

Die Schadstoffemissionen der Fahrzeuge bestehen hauptsächlich aus Wasserdampf und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Daneben werden weitere Schadstoffe (teils oxidierend und giftig) wie Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) oder Ozon (O<sub>3</sub>), indirekt gebildet. Andere ausgestossene Schadstoffe sind krebserregend wie Benzol und andere in der Luft verdampfende Kohlenwasserstoffe (HC und COV). Es gibt auch direkt von den Motoren, vor allem Dieselmotoren, ausgestossene Feinstäube (PM<sub>10</sub>) und den mechanischen Abrieb (Korrosionsgefahr).

Fazit: Komponenten entsprechend schützen und korrosionsbeständiges Material wählen.

**Verkehrsteilnehmer:**

Durch ungewollte (Unfall) oder mutwillige Beschädigungen (Vandalismus) kann der Verkehr stark beeinträchtigt werden.

Fazit: Bei der Positionierung und Gestaltung der BSA-Komponenten ist auch den äusseren Einfluss der Verkehrsteilnehmer Beachtung zu schenken.

Alle eingesetzten Materialien (Gehäuse, Befestigungen, Schrauben) müssen grundsätzlich den in den TMB 23 001 – 12120 (Materialien) und 23 001 – 12210 (Umgebungsbedingungen) beschriebenen technischen Eigenschaften entsprechen.

## 2.3 Leittechnik

### 2.3.1 Architektur und Struktur des Leitsystems

Gemäss den Vorgaben des Technischen Merkblatts 23 001-11620 besteht die Steuerung der Anlage aus einer Anlagensteuerung und den untergeordneten Lokalsteuerungen. Diese Ebene wird als Anlagenebene bezeichnet. Die Lokalsteuerungen nehmen die Signale der hierarchisch darunterliegenden Feldebene auf und steuern die Aggregate der Feldebene. Die Anlagensteuerungen werden in den Abschnittsrechner eingebunden, der sich in der hierarchisch über der Anlagenebene angeordneten Abschnittsebene befindet. Die höchste Hierarchieebene des Leitsystems wird durch die übergeordnete Leitebene gebildet. In dieser ist der Betriebsleitreechner angeordnet, der mehrere Abschnittsrechner zusammenführt.

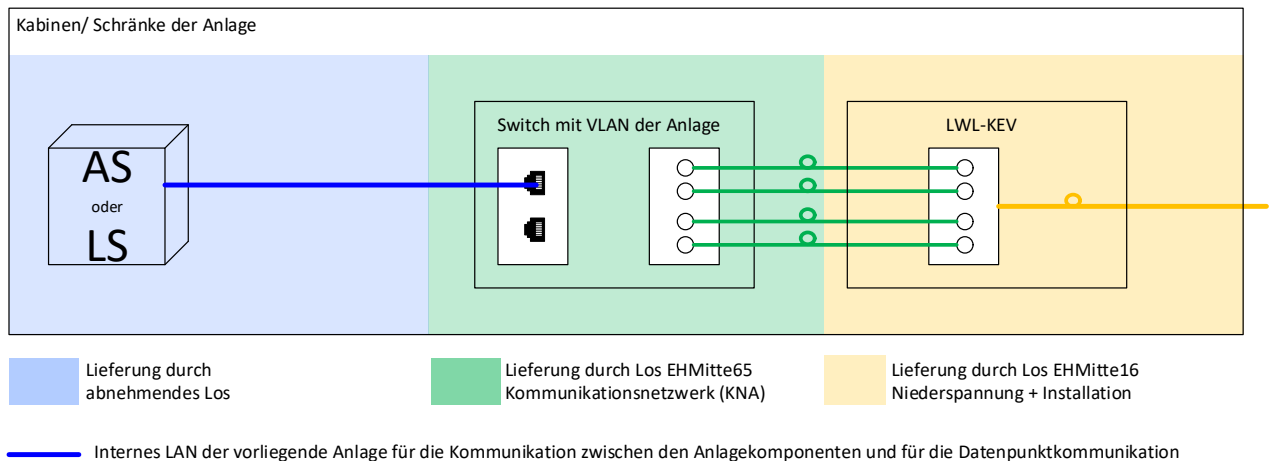
#### 2.3.1.1 Ausführung der Kommunikationsnetze

Die Kommunikation in der Anlagen- und Feldebene wird durch das Kommunikationsnetzwerk Abschnitt (KNA) ermöglicht. Sie ermöglicht die Kommunikation zwischen dem Abschnittsrechner (AR), den Anlagesteuerungen (AS) und den Lokalsteuerungen (LS). Die Kommunikation zwischen Anlagesteuerung (AS) und Lokalsteuerung (LS) muss zwingend auf IP basieren.

Die AS und die LS einer Anlage werden mit einem dedizierten Virtuellen Netzwerk (VLAN) an das Kommunikationsnetzwerk Abschnitt (KNA) angebunden. Die Netzwerkkonfiguration (IP-Adresse, Default Gateway) wird durch die Kommunikationsanlage vorgegeben. Die Anbindung der AS mit dem KNA kann als Variante auch redundant erfolgen (siehe Abbildung 2.1).

Es werden keine anlagespezifischen (LWL-)Netzwerke realisiert. Die interne Kommunikation der Anlage verläuft über das KNA. Das KNA wird in den Kabinen und Schaltschränken den Netzwerkbenutzer zur Verfügung gestellt.

Ein direkter Fernzugriff über das Kommunikationsnetzwerk auf die Netzwerkelemente der Anlagen ist möglich. Die Anordnung ist im Folgenden schematisch dargestellt:



**Abbildung 2.1: Netzwerkstruktur für die Anbindung der Anlage ans Leitsystem**

Liefergrenzen: Das Los EHMitte65-KN liefert das Kommunikationsnetzwerk Abschnitt und damit die Switches (grün hinterlegt in Abbildung 2.1) in den Schaltschränken und Kabinen. Die Switches werden durch die abnehmenden Lose in die Kabinen/Schaltschränke eingebaut und mit Energie versorgt. Die Verbindung vom Patchpanel oder Switchport bis zur AS oder LS (blaue Verbindungslinien in Abbildung 2.1) mit RJ-45-Kabel erfolgt jeweils durch die abnehmenden Lose. Die LWL-Verbindung zwischen den Switches und dem KEV erfolgt durch EHMMitte65-KN. Der KEV und die LWL-Verbindung zum Gewerk wird durch EHMitte16 bereitgestellt.

### 2.3.1.2 Ausführung des Leitsystems

In der Gebietseinheit I wird ALS21 der Firma VISCOM Visual Communications AG als übergeordnetes Leitsystem verwendet. Die Integration erfolgt dabei durch die Kommunikation zwischen der Anlagensteuerung (AS) und dem Abschnittsrechner (AR). Die Dokumente sind auf [www.infra3.ch](http://www.infra3.ch) verfügbar

### 2.3.1.3 Datenpunktkodierung und Inventarisierung

Die zwischen den Ebenen des Leitsystems auszutauschenden Daten werden als Datenpunkte kodiert. Zur Kodierung im ALS21 wird das Datenpunktkennzeichnungssystem AKS-CH verwendet.

Im Zuge der Erstellung der Datenpunktkodierung ist eine Überprüfungsphase vorgesehen. Hierbei werden einige Datenpunktkodierungen vom Unternehmer dem Planer zugestellt, der diese gemeinsam mit dem Unternehmer der Leittechnik überprüft. Im Rahmen der Erstellung des Realisierungspflichtenheftes müssen die Kodierungen aller Datenpunkte vom Planer und vom Unternehmer Los EHMitte66 "Leitsystem-Integration" auf ihre Richtig- und Vollständigkeit überprüft werden.

Das Dateiformat der auszutauschenden Datenpunktlisten ist „.mdb“ und „.xls“.

Vom Unternehmer müssen die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) gem. AKS-CH (ASTRA Richtlinie 13013 Struktur und Kennzeichnung der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (AKS CH) (2014 V2.52) inventarisiert werden. Dazu werden die Daten aller BSA-Komponenten der Anlage vom Unternehmer in die FA-BSAS Applikation eingepflegt (<http://www.bsa-ch.ch/>).

## 2.3.2 Datenkommunikation

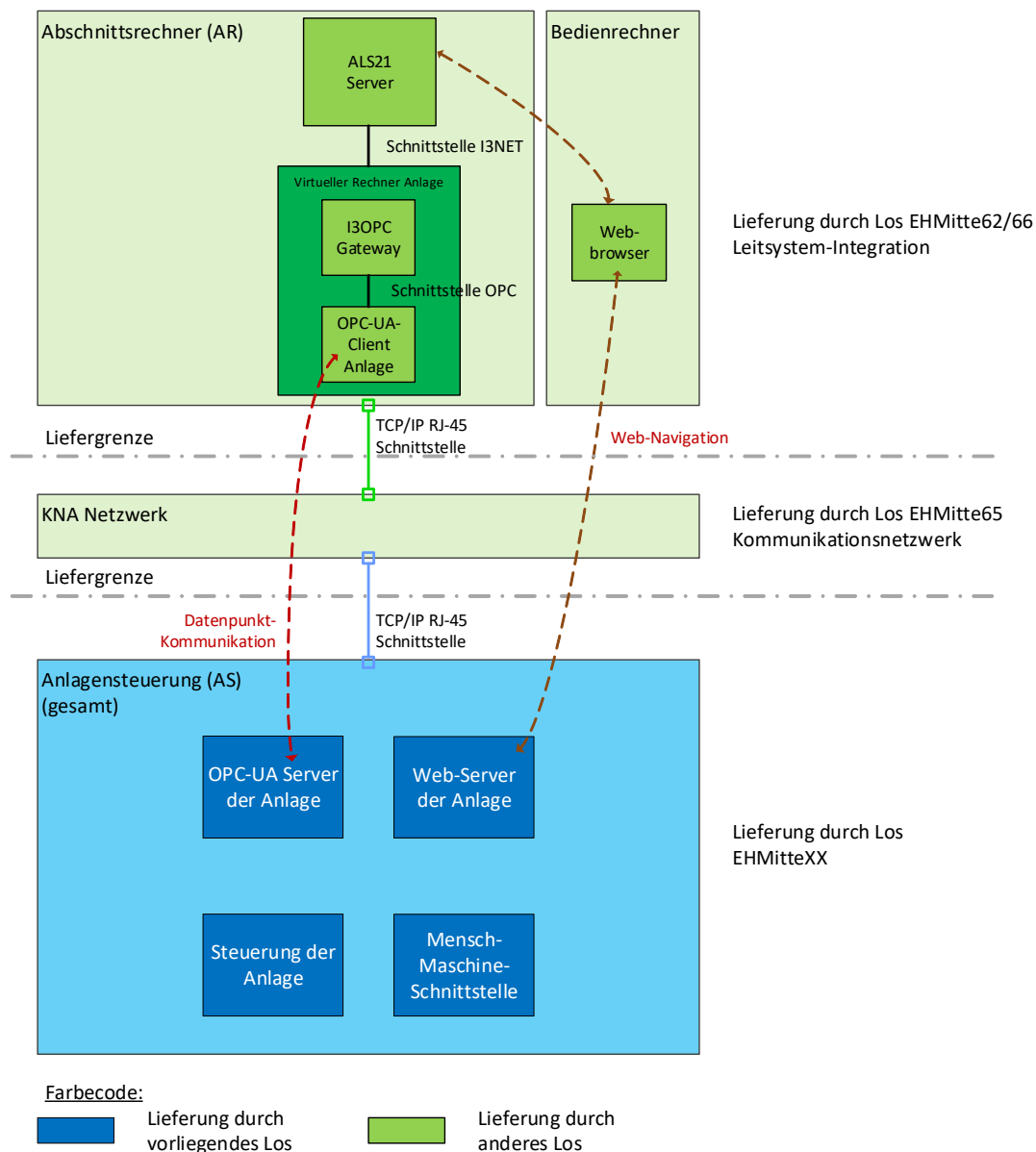
### 2.3.2.1 Abschnittsrechner – Anlagensteuerung

Der Datenaustausch zwischen dem Abschnittsrechner und den Anlagensteuerungen erfolgt über eine Ethernet-Kommunikation (TCP/IP) auf der Kommunikationsebene Abschnitt. Die Datenkommunikation erfolgt dabei über das Protokoll Open Platform Communications-Unified Architecture (OPC-UA).

Der OPC-UA-Server wird wie folgt implementiert:

Der OPC-UA-Server wird als Applikation auf der Anlagensteuerung implementiert. Auf diesem virtuellen Rechner befinden sich ein OPC-UA-Client und ein Umsetzer (Gateway) für die Anpassung des OPC-UA-Protokolls an das ALS21-System. Der virtuelle Rechner der Anlage ist mittels I3NET-Protokoll an den logischen Abschnittsrechner, der die Bedienung und Überwachung der Anlagen ermöglicht, angebunden. Die Abbildung 2.2 zeigt das Prinzip der Datenpunkt-Kommunikation zwischen Abschnittsrechner und Anlagensteuerung. Die Liefergrenzen des vorliegenden Loses zu angrenzenden Losen sind in nachfolgenden Abbildung 2.2 dargestellt. Die Verbindung vom KNA zum AR respektive zur AS (blaue resp. grüne Verbindungslinien in Abbildung 2.2) mit RJ-45-Kabel erfolgt durch die abnehmenden Lose.





**Abbildung 2.2: Datenpunktkommunikation und Webnavigation zwischen AR und AS**

Die Anlagensteuerung muss einen OPC-UA Server, einen Web-Server und ein MMI zur Verfügung stellen.

### 2.3.2.2 Anlagensteuerung – Lokalsteuerung

Das Datenkommunikationsprotokoll zwischen AS und LS muss zwingend auf IP basieren.

## 2.4 Anweisungen

### 2.4.1 Offertmengen

Die im Vorausmass angeführten Mengen sind approximativ und können über- oder unterschritten werden. Änderungen in der Menge, der Dimension der einzelnen Positionen und Losaufteilungen haben keine Änderung der Einheitspreise und Rabattsätze zur Folge, es sei denn, es gelten besondere, von

der Bauherrschaft genehmigte Abmachungen. Siehe auch Register 7 "Besondere Bestimmungen BSA" der Ausschreibung.

### 2.4.2 Änderungen

Im Weiteren ist der Bauherr berechtigt, einzelne Positionen im Angebotsformular abzuändern, wegzulassen, bauseits zu beschaffen oder in Regie ausführen zu lassen, ohne dass dem Unternehmer daraus ein Ersatzanspruch erwächst.

Müssen die Arbeiten in verschiedenen Etappen ausgeführt werden, kann der Unternehmer für die ihm aus diesem Umstand erwachsenden Nachteile keine Entschädigung verlangen.

### 2.4.3 Baumasse

Wichtige Baumasse sind vom Unternehmer an Ort zu prüfen (Kabellängen, Transportwege, Raumhöhen, Mauernischen etc.).

### 2.4.4 Bauseitige Leistungen

Bauseits zu erbringende Leistungen und Massnahmen (Abladung, Sockel, Montageöffnungen etc.) sind durch den Unternehmer rechtzeitig anzumelden.

### 2.4.5 Unkosten

In die Preise sind alle Unkosten einzurechnen, im Besonderen auch folgende Leistungen:

- Leistungen gemäss den Besonderen Bestimmungen (siehe Register 7 der Ausschreibungsunterlagen)
- Bauführung durch Chefmonteur
- Transport- und Reisespesen des Personals
- Bauseitige Lieferungen, die Kontrolle und der Transport des Materials ab Empfangsstelle auf den Bauplatz, nach dem Unternehmermagazin und dem Montageort
- Transportkosten franko Aufstellungsort. Vom Unternehmer verursachte Transportschäden gehen zu seinen Lasten
- Anmeldung, Gesuche und Fertigstellungsanzeigen an Behörden und Amtsstellen
- Verpackungsmaterialien und deren Rücktransport
- Anzeichnen und Überwachen aller bauseitigen Arbeiten im Zusammenhang mit den Installationen des beauftragten Unternehmers
- Für Werkzeuge und Messinstrumente jeder Art werden keine Mietgebühren bezahlt, inkl. Notstromgruppen, wo kein Netzanschluss vorhanden ist
- Tägliche Reinigung der Arbeitsstelle gemäss Besondere Bestimmungen (siehe Register 7 der Ausschreibungsunterlagen)
- Das Reinigen der Arbeitsstellen, der Apparate und Armaturen vor der Übergabe der Anlage
- Nachmessen, Kontrollieren, Inbetriebsetzung und Abnahme der Anlage

### 2.4.6 Regierapporte / Arbeiten nach Aufwand / Erweiterter Aufwand

Die Handhabung von Regiearbeiten ist grundsätzlich in der SIA-Norm 118, Art. 44 bis 57 definiert.

Bei Regiearbeiten oder Arbeiten für erweiterten Aufwand wird wie folgt vorgegangen:

- Die Arbeiten sind vorgängig anzumelden und nur auf Anordnung oder Genehmigung durch die örtliche Bauleitung oder die Oberbauleitung auszuführen.
- Die ausgefüllten Regierapporte sind innert Wochenfrist der örtlichen Bauleitung zur Genehmigung (Unterschrift) vorzulegen.

- Sofern nicht anders vereinbart gilt: Regiearbeiten, Materialmieten und Verwendung von Spezialwerkzeugen werden nach dem zur Zeit der Arbeitsausführung gültigen Tarif vergütet. Zulagen und Reisespesen für Regiearbeiten werden jedoch keine bezahlt.
- Bei Arbeiten in Regie für Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) wird pro Arbeitstag maximal eine Reisezeit (Hin- und Rückreise gesamthaft) von 1 Stunde vergütet. Arbeits- bzw. Reisezeiten sind in den Arbeitsrapporten separat auszuweisen. Versetzungszulagen (Verpflegung, Unterkunft usw.) können nicht in Rechnung gestellt werden. Ausnahmen hiervon sind vor Vertragsabschluss schriftlich zu vereinbaren.
- Erfolgt die Ausführung der Regiearbeiten in der Zeit, in der innerhalb des gesamten Projektperimeters auch Akkordarbeiten durch den Beauftragten ausgeführt werden, so werden keine Reisezeiten vergütet.

Bei Regiearbeiten ohne Anordnung der Bauleitung gilt die SIA-Norm 118, Art. 45.2:

- "Dringliche Arbeiten, die zur Abwendung von Gefahr oder Schaden unerlässlich sind, führt der Unternehmer in Regie aus, ohne eine Anordnung der Bauleitung abzuwarten."  
→ Er meldet sie sofort der Bauleitung. Die Bauleitung kann solche Arbeiten jederzeit einstellen lassen. Werden sie trotzdem weitergeführt, so erhält der Unternehmer dafür keine Vergütung.

**Kategorien:** Die Verrechnung erfolgt nach ausgeübter Funktion und nicht nach Qualifikation der eingesetzten Mitarbeiter.

## 2.5 Dienstleistungen

### 2.5.1 Grundleistungen

Nachfolgende Auflistung konkretisiert die wesentlichen Leistungen, welche im Lastenheft spezifiziert und im Leistungsverzeichnis quantifiziert sind:

- Projektleitung UN (Sitzungen, Einarbeitung, Aufnahmen, Koordination, Rapportierung, etc.) gemäss Lastenheft
- Werkplanung und Engineering gemäss Lastenheft
- Umsetzung eines Qualitätsmanagements (Definition, Prüfungen, Atteste, Nachweise, etc.) gemäss Lastenheft
- Nachweis und Protokollierung gemäss Lastenheft.
- Überprüfung und Bereinigung der Ausschreibungsunterlagen (Energiebedarf, Datenpunktbedarf, Platzbedarf, Kabelbedarf, Standorte sind als geschätzte Richtwerte zu verstehen und müssen durch den Unternehmer überprüft und bereinigt werden).
- Erstellen und Nachführen der notwendigen technischen Unterlagen gemäss Lastenheft
- Ausführungsdokumentation zu "externen" Verbindungen, Übergangspunkte und Schnittstellen zu Drittsystemen zu diesem Leistungsumfang, damit diese klar hervorgehen. (Bereitstellung mit dem RPH)
- Definition und Umsetzung der Beschriftung der BSA zum eigenen Leistungsumfang gemäss Lastenheft.
- Schulung zum System gemäss Lastenheft.
- Garantie und Wartungsleistungen zum System gemäss Lastenheft.
- Regiearbeiten

Anmerkung:

Die Kosten für die Bereitstellung sämtlicher Gerätschaften (z.B. Hebebühnen, lokale Beleuchtung etc.), Werkzeuge, Verbrauchs- und Hilfsmaterialien, welche für die Ausführung der im vorliegenden Lastenheft beschriebenen Arbeiten erforderlich sind, sind durch den Unternehmer des vorliegenden BSA-Loses zu tragen. Ebenso fallen die Kosten für das allfällige Öffnen von Schächten und die persönliche Schutzausrüstung gemäss SUVA (inkl. Warnbekleidung der Schutzklasse 3, Selbstretter, etc.) zu Lasten des Unternehmers.

## 2.5.2 Ausführungsunterlagen

Die Ausführungsplanung SIA 108 Phase 51 erfolgt in Verantwortung des Fachingenieurs. Im Zusammenhang mit der Beschaffung des vorliegenden Loses sind durch den Unternehmer die folgenden Leistungen zu erbringen:

- Werkplanung und Engineering der ausgeschriebenen Leistungen
- Begehung der Baustelle und Massaufnahme der für das Los relevanten Baumasse des Bauwerks
- Werkstattpläne der Komponenten
- Definition des Befestigungsmaterial
- Detaillierte Montagepläne sämtlicher Gewerke
- Koordination der Werkstattpläne, Montagepläne, Berechnungen mit den am Bau beteiligten Stellen.
- Dispositionszeichnung
- Erstellen der Stromlaufschema der Unterverteilungen und Leittechniksschränke
- Erstellung der Datenpunktlisten
- Bedienungsanleitungen und Funktionsbeschreibungen des Lieferumfanges
  - Beschreibung der Funktionalität in kurzer bzw. bildlicher Beschreibung für den Anlagenbetreiber
  - Checkliste für die Prüfung und Wartung der Anlage
  - Störungshandbuch
- Systemübersicht mit der zum Lieferumfang gehörenden Baugruppen und deren Funktionen
- Beschreibung der zum Lieferumfang gehörenden Baugruppen und deren Funktionen
- Aufbau und Struktur eingesetzter Kommunikationsprotokolle
- Die Dokumentation der Software soll mindestens enthalten:
  - System- und Funktionsbeschreibung der Standard- und Sonderfunktionen
  - Beschreibung des Datenmodells
  - Beschreibung für die Bedienung des Systems (Anwenderdokumentation)
  - Beschreibung des Änderungsdienstes (Dateneingabe und Datenpflege)
  - Parametrier-, Bedien- und Auswertesoftware der Geräte

Die oben erwähnten Ausführungsunterlagen sind unter anderen Bestandteil der Leistung "Realisierungspflichtenheft (RPH)" und sind im entsprechenden Einheitspreis einzurechnen.

## 2.5.3 Koordinations- und Bausitzungen

Die Sitzungen werden je nach Projektfortschritt durch den UN organisiert und dauern zwischen 3 bis 4 Stunden. Der Standort ist auf der Baustelle oder in der Region. Die entsprechenden Kosten sind in der Offerte unter Dienstleistungen einzurechnen.

## 2.5.4 Baustellenjournal

Der Projektleiter muss während den Ausführungsarbeiten, d.h. ab dem Zeitpunkt der ersten Arbeiten im Projektperimeter, ein wöchentliches Baustelljournal führen, worin folgendes ersichtlich ist:

- Stand der Arbeiten
- Aufgetretene Schwierigkeiten
- Terminkonflikte

Die entsprechenden Kosten sind in der Offerte unter Dienstleistungen einzurechnen.

## 2.5.5 Realisierungspflichtenheft RPH

Nach Unterzeichnung des Werkvertrages ist unter Federführung des Unternehmens und unter Aufsicht des Bauherrn und Projektverfassers (Kontrolle, Genehmigung) ein RPH für das Werk zu erstellen, welches einen Detaillierungsgrad bis auf die Stufe Ausführung aufweisen muss. In diesem sind die verschiedenen Spezifikationen des Werkes detailliert festzuhalten. Entwicklung, Fabrikation und Ausführung dürfen nur auf Grund des genehmigten Realisierungspflichtenheftes erfolgen.

Detaillierte Anforderungen sind in Kap. 4.3.2 ausgeführt.

Der Aufwand für die Erstellung des RPH beträgt nach Einschätzung des Bauherrn ca. 3-4% der Offertsumme. Bei einer Unterschreitung des 3%-Wertes ist eine Begründung in Register 9 der Ausschreibung, Kapitel 3.1 des technischen Berichtes anzugeben. Der durch den UN angegebene Preis für die RPH Erstellung versteht sich als Globale für die Leistungen gemäss Anforderungen in Kap. 4.3.2.

### 2.5.6 Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW)

Das DAW beschreibt schlussendlich die installierte Anlage (Ausführungsunterlagen). Das DAW beinhaltet alle zum Betrieb, zum Unterhalt und zur Wartung nötigen Angaben.

Detaillierte Anforderungen sind in Kap. 4.3.3 ausgeführt.

### 2.5.7 AKS-CH-Code und Beschriftung

Alle Kabel, Schränke, Kabinen, Signale, Aggregate, etc. müssen nach dem AKS-CH-Code codiert beschriftet werden. Falls im Leistungsverzeichnis nicht anders definiert, sind die Kosten für die Beschriftungen in den Einheitspreisen einzurechnen. Die Datenpunkte werden ebenfalls mittels AKS-CH-Code beschrieben.

Alle Einbauteile inkl. vorhandener Bedienelemente müssen beschriftet sein. Diese Beschriftungen müssen mit den Bezeichnungen im Elektroschema und den Ausführungsplänen übereinstimmen.

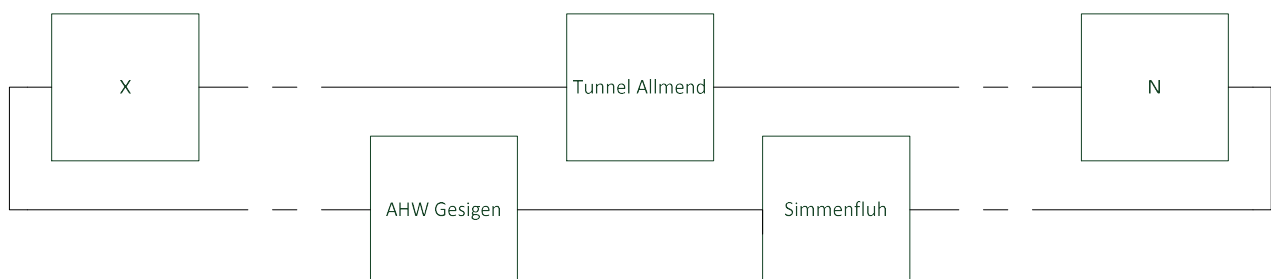
Die Beschriftung erfolgt gem. den Anforderungen aus dem TM 23001-12230 und muss farbecht und abriebfest sein. Die Etiketten sind so anzubringen, dass sie dauerhaft befestigt bleiben und nicht entfernt werden können. Eine detailliertere Anleitung zu der Beschriftung ist in der Beilage 043 Installationskonzept enthalten.

Detaillierte Anforderungen sind in Kap. 4.3.4 ausgeführt.

## 2.6 Kommunikationsnetzwerk Strecke

### 2.6.1 Kommunikationsnetzstruktur und Architektur

Der Abschnitt TP 3 ist in das Kommunikationsnetzwerk der Region „Rubigen – Thun – Spiez“ eingebettet. Die Hauptzentrale Allmend Süd ist mit zwei InfraWAN-Switches ausgerüstet. Das bestehende InfraWAN-Netzwerk wird vom AWH Gesigen und vom Simmenfluh Tunnel mittels LWL-Verbindungen bis zur Zentrale Süd des Allmend Tunnels erweitert. Die Kopplung mit dem KNS-LWL-Ring erfolgt abwechselungsweise auf beiden Seiten des LWL-Rings, wie in der Abbildung 2.3 dargestellt.



**Abbildung 2.3 Kopplung des Kommunikationsnetzwerks Strecke**

Bis zur Fertigstellung des Abschnitts TP12 wird die LWL-Verbindung als Provisorium aufgebaut sein. Im TP12 wird dann ein LWL-Transitkabel installiert werden. Ausserdem ist ein zweiter InfraWAN-Switch in Gesigen geplant.

## 2.6.2 Parameter Lösungsdefinition

Das KNS ist gemäss Richtlinie 13040 realisiert. Die Kommunikation zwischen KNS und KNA wird durch eine Firewall kontrolliert.

## 2.7 Kommunikationsnetzwerk Abschnitt

### 2.7.1 Parameter Lösungsdefinition

Das KNA wird gemäss Richtlinie 13040 erweitert. Spezifizierung

Die wichtigsten Parameter, dessen Werte für die Lösungsdefinition festgelegt werden müssen, sind in folgender Tabelle zusammengefasst. In der rechten Spalte sind die Werte angegeben, welche zur Spezifizierung des KNA im vorliegenden Erhaltungsprojekt verwendet wurden.

Parameter	Spezifizierung
Technologie Ebene Abschnitt	1-Gigabit/s Ethernet
Anzahl KNA Switches	Vier (2x Allmend Süd, 2x Allmend Nord)
Anbindungsschnittstelle Netzwerkbenutzer	10/100/1000 Megabit/s Ethernet RJ-45. Keine speziellen Schnittstellen für Bilder und Sprache.
Protokolle Daten	Schicht 3: IP Schicht 4: TCP Schicht >4: frei wählbar
Protokolle Sprache	Schicht 3: IP Schicht 4: UDP Schicht >4: frei wählbar
Protokolle Bilder	Schicht 3: IP Schicht 4: UDP Schicht >4: frei wählbar
Unterstützte Standards	RFC3569 Source Specific Multicast (SSM)

**Tabelle 2-3: Spezifizierung KNA**

### 2.7.2 Lösungskonzept

#### 2.7.2.1 Logische Struktur Kommunikationsnetzwerk

Das KNA ist für die Bereitstellung von Anschlusspunkten für die Benutzer des Kommunikationsnetzwerks auf dem Abschnitt Allmend zuständig.

Die Verbindung zwischen den beiden Kommunikationsebenen erfolgt wie in Abbildung 2.4 dargestellt, hauptsächlich durch den Abschnittsrechner (nach RiLi 13040). Falls Routing-Prozesse notwendig sind, z.B. um Video Streams der VTV Anlage und die Verkehrszählerdaten ausserhalb des Abschnittes zur Verfügung zu stellen, dann werden diese Routing Prozesse durch die virtualisierte Software-Firewall sichergestellt.

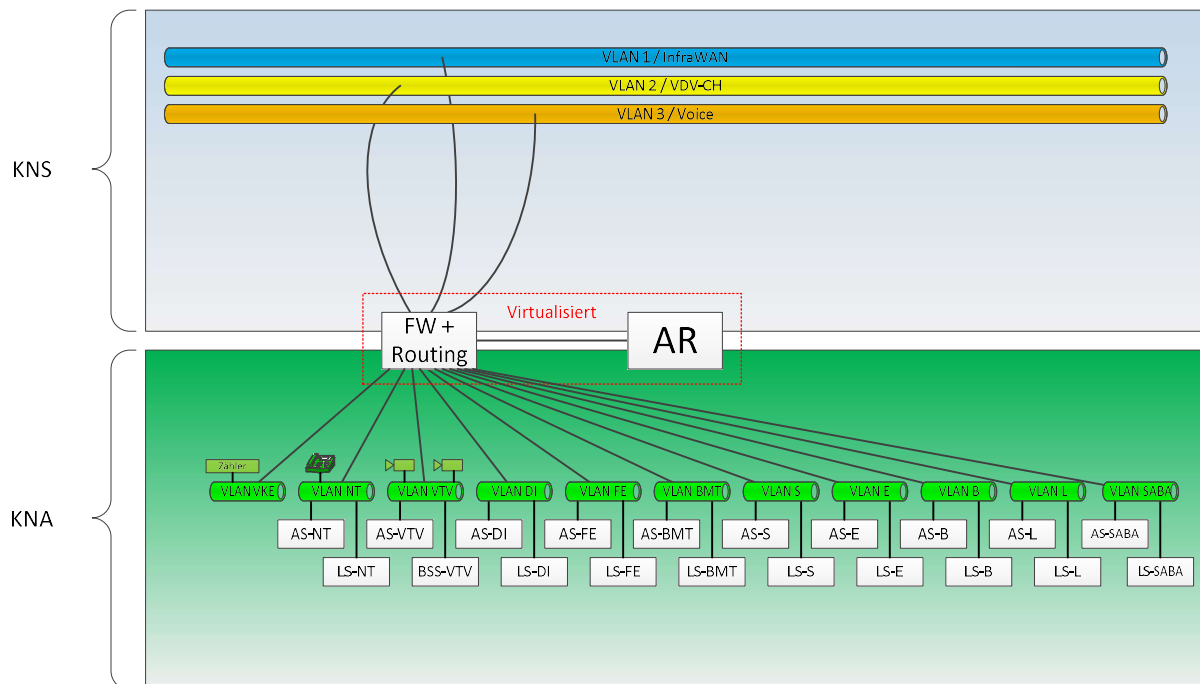


Abbildung 2.4 Logische Struktur Kommunikationsnetzwerk

### 2.7.2.2 Physische Struktur Kommunikationsnetzwerk

Die Switches werden untereinander redundant verbunden. Dadurch wird sichergestellt, dass beim Ausfall eines Elementes die Anlage funktionsfähig bleibt. Die Abbildung stellt den Sachverhalt lediglich schematisch dar.

Die blauen Verbindungen transportieren die VLANs InfraWAN, VDV-CH und Voice mit einem Trunk<sup>1</sup>. Die hellblauen Verbindungen transportieren alle VLANs des Abschnitts, d.h. die VLANs der Anlagen.

Gemäss TMB 23 001-11600 sollten alle Anlagesteuerungen mit dem AR auf Seite KNA im gleichen VLAN sein. Dies entspricht aber aus Sicht des Projektverfassers einem Sicherheitsproblem, weil so alle AS miteinander kommunizieren können. Bei einer Störung einer AS kann es sein, dass die eine AS die anderen AS beeinflusst. Aus diesem Grund wird jeder Anlage ein eigenes VLAN zugeteilt. Sollte eine direkte Kommunikation zwischen den Anlagen notwendig sein, kann diese auf der Firewall konfiguriert werden. Die Kommunikation zwischen den Switches und dem AR wird über mehrere Trunk Verbindungen sichergestellt.

Im Tunnel Allmend wurde ein neues KNA (InfraLAN Allmend) realisiert und es wurden neue Subnetze zur Verfügung gestellt. Die Subnetze werden dem UN bei der Startsitung mitgeteilt.

<sup>1</sup> Eine Trunkverbindung zwischen zwei Switches ermöglicht den Transport von mehreren VLANs mit einer einzigen physischen Verbindung.



### 2.7.2.3 VLANs

Wie in Abbildung 2.4 dargestellt, erhält jedes abnehmende Los sein eigenes VLAN. Diese sind bereits entsprechend definiert worden und müssen vom Los EHMitte65-KN gemäss Anweisung von Los EH-Mitte66-LT auf den Komponenten der KNA zu konfigurieren. Auf den Firewalls wird die Konfiguration der VLANs vom Los EHMitte66-LT durchgeführt.

### 2.7.3 Anforderungen an die Software-Sicherheit

Um die IT-Sicherheit zu gewährleisten, müssen die eingesetzten Komponenten folgende Funktionen unterstützen:

- Die Konfiguration ist ausschliesslich über personalisierten Accounts möglich.
- Die Logins geschehen verschlüsselt.
- Nicht benötigte Dienste können deaktiviert werden.
- Der Netzwerkverkehr wird gefiltert und protokolliert.
- Zeitsynchronisierung der Komponenten im Client-Server Modus.

### 2.7.4 Integration in ein bestehendes Netzwerkmanagementsystems (NMS).

Siehe Kapitel 2.7.6.

### 2.7.5 Energieversorgung

Die Energieversorgung der Switches erfolgt durch die abnehmenden Lose. Los EHM65 erstellt ein Anschlussschema für die Switches und liefert deren Datenblätter sowie den Energiebedarf an die abnehmenden Lose.

### 2.7.6 Bedienung und Überwachung der Teilanlage

Die Teilanlage KNA wird weder vom Betrieb noch von der Polizei bedient. Die Überwachung der neuen IP-Komponenten über das zentrale NMS, Los EHM65 stellt den Dienst gemäss Vorgabe von EHM66 auf seinen Komponenten zur Verfügung.

### 2.7.7 KNS -Switches (bestehend)

Anzahl	Hersteller	Modell	Bemerkung
2	Cisco	Cisco WS-C3650-24TD-S  Cisco Catalyst 3650 24-Port Gigabit-Ethernet, 2xSFP 1G, 2xSFP+ 10G, IP Base; 2	Hauptzentrale Süd

Tabelle 2-4: KNS Switches (bestehend)

### 2.7.8 KNA :Switches (bestehend)

Anzahl	Hersteller	Modell	Bemerkung
4	Cisco	Cisco WS-C3650-48TS-L  Cisco Catalyst 3650 48-Port Gigabit-Ethernet, 4xSFP 1G, LAN Base	Hauptzentrale Süd

Anzahl	Hersteller	Modell	Bemerkung
4	Cisco	Cisco WS-C3650-48TS-L Cisco Catalyst 3650 48-Port Gigabit-Ethernet, 4xSFP 1G, LAN Base;	Nebenzentrale Nord

Tabelle 2-5: KNA Switches (bestehend)

### 2.7.9 Head'n Tail Switches (bestehend)

Ein Head'n Tail Kombination besteht aus den folgenden Komponenten

Anzahl	Hersteller	Modell	Bemerkung
2	Moxa	Feld-Switch ohne PoE (Moxa EDS-G512E-4GSFP) 8ports / 4SFP Slots	
2	Moxa	MOXA SFP - 1GLXLC-T (Ring)	
2	Moxa	Power Supply: Moxa DR-75-24	
1	Moxa	19" Mounting Kit Head-/ Tail -Switch	

Tabelle 2-6: Head'n Tail Kombination (bestehend)

### 2.7.10 Netzwerkschwitch Feldnetzwerk Abschnitt, Kabinen

Pro Kabine/Schaltschrank ist folgende Switchausrüstung im Lieferumfang EHM65. Das Mengengerüst ist im Leistungsverzeichnis LV definiert.

Anzahl	Hersteller	Modell	Bemerkung
1	MOXA	EDS-G512E-4GSFP	Netzwerkswitches Kabinen
2	MOXA	SFP-1GLXLC-T	Medienkonverter LWL 1Gb 10km

Tabelle 2-7:Netzwerkswitches Feldnetzwerk Switches

### 2.7.11 LWL Kabelkomponenten (Patchkabel)

Für die Patchungen der LWL-Netzwerkzeuge sowie dem Anschluss der Netzwerkswitches sind unterschiedliche LWL-Patchkabel nötig. Das Mengengerüst ist im Leistungsverzeichnis ersichtlich

Die Parameter für die Lösungsdefinition entsprechen dem TM 23001-11720.

## 3 Technische Lösung

### 3.1 Übersicht

Im Lieferumfang von Los EHM65 werden bestehende Netzwerkringe im Kommunikationsnetzwerk Abschnitt (KNA) in mehreren Teilschritten mit weiteren Switches erweitert, durch Einfügen von weiteren Switches ergänzt oder für das spätere Einfügen von Switches vorbereitet. Ebenfalls zu Lieferumfang gehört die Inbetriebsetzung der Switches und der Netzwerkringe gemäss Anforderung von EHM62/EHM66.

Die Nebenlose erhalten auf Abruf die von Los EHM65 vorkonfigurierten Switches zum Einbau in Ihre Teilanlagen. In einigen Fällen müssen die Switches durch EHM65 vor Ort auf dem Bauwerk installiert, verkabelt und in Betrieb gesetzt werden. Die nebenlos- und switchspezifischen Konfigurationen werden durch Los EHM65 in Koordination mit Los EHM66-LT erstellt.

Los EHM65 führt ebenfalls alle nötigen Patchungen (Routing) in den LWL-VEK/VK für die Erstellung der geforderten Ring- und Netzwerkstrukturen gemäss Vorgaben (Patchblätter) vom PV durch. Für die dabei neu entstehenden Übertragungsstrecken zwischen den Übergangspunkten (KEV) zu den Switches führt das Los EHM65 die OTDR-Messungen durch. Die Dokumentation der Messungen ist im Lieferumfang von Los65 enthalten.

### 3.2 Übersicht Netzwerkstruktur

Das Kommunikationsnetzwerk Abschnitt beinhaltet folgenden Netzwerkringe. Die Zuordnung der Teilprojektabschnitte zu den BSA Inventarnummern sind im Kapitel 1.1 enthalten.

<b>Ring</b>	<b>Anbindung</b>	<b>Teilprojekt</b>	<b>Bemerkungen</b>
Ring Sonnenhof (SHFs)	Wankdorf	TP1	Nicht relevant für diese Submission
Ring GHGW	Wankdorf	TP1-TP11	Nicht relevant für diese Submission
Ring OS Rubigen Kiesen (Thun)	Wankdorf/ Tunnel Allmend	TP1-TP11	Erweiterung, Umkonfiguration, und Umbau in dieser Submission (TP3)
Ring OS Nord	Tunnel Allmend	TP3-TP11	Erweiterung und Umbau in dieser Submission (TP3)
Ring Röhre BE	Tunnel Allmend	TP11	Nicht relevant für diese Submission
Ring Röhre ZW	Tunnel Allmend	TP11	Nicht relevant für diese Submission
Ring OS Süd	Tunnel Allmend	TP11-TP12	Erweiterung und Umbau in dieser Submission

Tabelle 3-1: Ringe Kommunikationsnetzwerk Abschnitt

### 3.3 Loszuordnung der Bauwerke

<b>Bauwerke</b>	<b>Abnehmendes Los</b>	<b>Bemerkung</b>
E, LWL	EHM16	
SABA, POR	EHM84	
S, WTA, VZ	EHM45	

Bauwerke	Abnehmendes Los	Bemerkung
GFS	-	Lieferung der konfigurierten Switches an das Nebenprojekt

Tabelle 3-2: Loszuordnung der Bauwerke

## 3.4 BSA Rubigen - Kiesen

### 3.4.1 Neukonfiguration bestehender Switches

Die physische Netzwerkerschliessung des Abschnitts TP3 ermöglicht es, den Ring OS Rubigen Kiesen mit der Nebenzentrale Nord im Tunnel Allmend zu verbinden. Dadurch wird die provisorische Anbindung über die BSA Zentrale Wankdorf aufgehoben und der Ring neu über die KNA –Switches in der Nebenzentrale Nord Allmend verwaltet. Aus diesem Grund werden die Feldswitches im Lieferumfang von EHM65 vor Ort umkonfiguriert. Ebenfalls zum Lieferumfang von EHM65 gehört die Head'n Tail Switches von der BSA Zentrale Wankdorf in die Nebenzentrale Nord im Tunnel Allmend zu überbringen, zu installieren und zur Funktionsaufnahme in Zusammenhang mit den KNA –Switches zu konfigurieren.

<u>TP 1-11 Rubigen- Kiesen</u>	<u>Switch</u>	<u>Bemerkung</u>
E VEK T175 km 13'656	Feld-Switch	
LWL VEK km 13'800	Feld-Switch	
LWL VEK km 15'722	Feld-Switch	
E VEK T190 km 15'740	Feld Switch	
LWL VEK km 18'195	Feld Switch	
E VEK T195 km 18'200	Feld-Switch	
E VEK T200 km 19'060	Feld-Switch	
LWL VEK km 20'100	Feld-Switch	
E VEK T210 km 21'097	Feld-Switch	
Head'n Tail -Switches	Head'n Tail	Umzug Wankdorf Allmend inkl. Konfiguration
KNA Verbund (Nebenzentrale Nord Allmend)	KNA	Konfiguration

### 3.4.2 Vorbereiten GFS

Das GFS wird nicht in diesem Lieferumfang an das Netzwerk angeschlossen. Die Switchkonfiguration erfolgt jedoch durch EHM65 gemäss Vorgabe EHM66 und wird durch EHM65 an den abnehmenden UN ausgeliefert. Los EHM65 bereitet den Switchanschluss inklusive Ringerweiterung von/ zum LWL-KEV im GFS km 15'075 gemäss Anforderungen vor. Zum Schliessen des Rings OS Rubigen Thun muss der KEV vom GFS durch Los EHM65 gepatched werden.

<u>TP1 – Ring OS Rubigen Kiesen</u>	<u>Switch</u>	<u>Bemerkungen</u>
GFS km 15'075	Feld-Switch	Ringerweiterung mit durchpatchen

## 3.5 Kiesen - Thun Nord

### 3.5.1 Erweiterung Ring OS Nord (ab 04.11.2019)

Wie in der Beilage 053 Netzwerkstruktur ersichtlich erfolgt die Erschliessung im TP3 in zwei Etappen:

1. Etappe: Temporäre LWL-Verbindung zwischen T270 und T319 (ca. 4.11.2019)
2. Etappe: Definitive Erschliessung über LWL VEK 25'855 und LWL VEK 27'075

Die Switches der Bauwerke POR und SABA werden optional durch das Los EHM65 in die Kabinen und Schaltschränke vor Ort geliefert, eingebaut und an die vorbereiteten Energieabgänge angeschlossen.

<b>TP3 - Anschluss Thun Nord</b>	<b>Switch</b>	<b>Bemerkungen</b>
POR T318 km 25'840	Feld-Switch	Voraussichtlicher Switcheinbau auf dem Bauwerk durch EHM65
E VEK T260 km 25'840	Feld-Switch	
LWL VEK km 25'855	Feld-Switch	
SABA T318A km 25'930	Feld-Switch	Voraussichtlicher Switcheinbau auf dem Bauwerk durch EHM65
POR T319 km 26'163	Feld-Switch	Voraussichtlicher Switcheinbau auf dem Bauwerk durch EHM65
POR T320 km 26'430	Feld-Switch	Voraussichtlicher Switcheinbau auf dem Bauwerk durch EHM65
E VEK T270 km 26'430	Feld-Switch	

**Tabelle 3-3: Standorte der Netzwerkknoten (Anschluss Thun Nord)**

### 3.5.2 Erweiterung Ring OS Rubigen-Kiesen (ab 2021)

#### 3.5.2.1 Neue Switches im Abschnitt TP3

<b>TP3 - Kiesen - Thun Nord</b>	<b>Switch</b>	<b>Bemerkungen</b>
LWL VEK LWL km 21'970	Feld-Switch	
E VEK T215 km 21'970	Feld-Switch	
E VEK T234 km 22'050	Feld-Switch	Kreisel Oppligen
POR T35 km 22'620	Feld Switch	
E VEK T230 km 23'490	Feld-Switch	
POR T316 km 23'500	Feld-Switch	
LWL VEK km 24'050	Feld-Switch	
E VEK T240 km 24'600	Feld-Switch	
POR T317 km 24'600	Feld-Switch	
WTA km 24'600	Feld-Switch	
E VEK T265 km 25'840	Feld-Switch	

**Tabelle 3-4: Standorte der Netzwerkknoten (BSA Kiesen - Thun Nord) Kreisel Oppligen**

#### 3.5.2.2 Vorbereiten GFS

Das GFS wird nicht in diesem Lieferumfang an das Netzwerk angeschlossen. Die Switchkonfiguration erfolgt jedoch durch EHM65 gemäss Vorgabe EHM66 und wird durch EHM65 an den abnehmenden UN ausgeliefert. Los EHM65 bereitet den Switchanschluss inklusive Ringerweiterung von/ zum LWL-

KEV im GFS km 22'110 gemäss Anforderungen vor. Zum Schliessen des Rings OS Rubigen Thun muss der KEV vom GFS durch Los EHM65 gepatched werden.

<b>TP3 – Ring OS Rubigen Kiesen</b>	<b>Switch</b>	<b>Bemerkungen</b>
GFS km 22'110	Feld-Switch	Ringerweiterung mit durchpatchen

## 3.6 Thun Süd - Gesigen

### 3.6.1 Erweiterung Ring OS Süd

Im Teilprojektumfang erfolgt die temporäre Anbindung des WTA km 31'600 an den Ring OS Süd gemäss Beilage 053

<b>TP12 – Ring OS Süd</b>	<b>Switch</b>	<b>Bemerkungen</b>
WTA km 21'600	Feld-Switch	

## 3.7 Messungen

Die LWL-Teilstrecken müssen gemessen werden. Die Messungen müssen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Das ASTRA TM 23 001-11720 detailliert dabei die Anforderungen. Die Systematik und Vorgehensweise hat der Unternehmer im RPH aufzuzeigen. Grundsätzlich müssen die Werte der gesamten Übertragungsstrecke inklusive dazwischenliegenden der Patchungen garantiert werden. In der DAW müssen Ergebnisse der jeweiligen Kabelabschnitte aber auch jene der Übertragungsstrecke, inklusive dazwischenliegender Patchungen, aufgeführt sein. Letztere sind zudem zusätzlich im Rahmen des Fasermanagements den Bestellern anzugeben.

## 3.8 Autonome Funktionen

Alle Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen führen ihre Aufgaben unabhängig von der Verfügbarkeit des ALS21 aus. Ausserdem nehmen die Anlagesteuerung und die Lokalsteuerungen ihre Aufgaben auch bei Ausfall der übergeordneten Ebene autonom wahr.

### Kommunikationsfehler

Im Fall eines Kommunikations- oder Verbindungsfehler mit dem übergeordneten System muss die Anlage ihre Aufgaben autonom wahrnehmen können. Dies solange die Verbindung unterbrochen ist.

Die während dem Unterbruch generierten Meldungen sowie die noch aktiven Störungen und Alarmer müssen nach der Panne an das übergeordnete System geschickt werden.

### Ausfall der Energieversorgung

Alle Systeme müssen nach einem Ausfall der Energieversorgung automatisch wiedereingeschaltet und nach dem Hochfahren voll funktionstüchtig sein.

### Ausfall eines LAN- oder WAN-Switches

Beim Ausfall eines LAN- resp. WAN-Switch muss der redundante Switch sowie der Netzwerkring weiter funktionieren und die gesamte Kommunikation sicherstellen.

## 3.9 Gegenstand der Ausschreibung

### 3.9.1 Ausgeschriebene Leistungen

Folgende Leistungen sind vom Auftragnehmer auszuführen:

- Lieferung, Konfiguration/Inbetriebsetzung und Abnahme von Feld-Switches (inkl. optionale Montage und Energieverkabelung der Feld-Switches)
- Konfiguration/Inbetriebsetzung und Abnahme von LAN-Switches
- Konfiguration/Inbetriebsetzung und Abnahme von KNA-Switches
- Lieferung, Montage von LWL-Patch-Kabeln
- Durchführen von OTDR-Messungen auf LWL-Ringen
- Sämtliche verlangten Prüfungen, inkl. Werkabnahme
- Sämtliche Transporte und falls nötig Zwischenlagerung im Werk beim Auftragnehmer bis zum definitiven Liefer- respektive Montagetermin
- Übernahme sämtlicher Nebenkosten, Spesen, Versicherungskosten, Zölle, weitere Anwendungen, die für die Erfüllung der ausgeschriebenen Leistung anfallen
- Kontrolle sämtlicher bauseitig ausgeführten elektrischen Installationen und Anschlüsse vor der Inbetriebnahme
- Inbetriebnahme des gesamten Lieferumfanges
- Erstellung sämtlicher Prüf- und Betriebsdokumente
- Schulung des Betriebspersonals
- Unterstützung beim dreimonatigen Probebetrieb
- Sämtliche Dokumente wie RPH, DAW mit Zeugnissen und Protokollen

Die Kosten für alle aufgeführten und in den folgenden Kapiteln spezifizierten Leistungen sind in die Einheitspreise resp. Globalen einzurechnen, wenn sie nicht als getrennte Positionen im Leistungsverzeichnis (LV) aufgeführt sind.

Der Bauherr behält sich vor, vor der Ausführung einzelne Bestandteile des beschriebenen Umfangs der Lieferung bzw. des Leistungsverzeichnisses zu streichen.

### 3.9.2 Bauseitige Leistungen

Nicht Gegenstand der Ausschreibung sind insbesondere folgende, bauseitig ausgeführte Leistungen:

- LWL-Streckenverkabelung bis zu den KEV
- VEK (inkl. Befestigungsschienen)
- Vorgaben von Los EHMitte66 zum Netzwerkkonfiguration und Schnittstellen
- Vorgaben der Patchungen (Patchblätter)

### 3.9.3 Ausführung der Arbeiten

Die Bauherrschaft setzt voraus, dass sich der Anbieter über die örtlichen Gegebenheiten (Baustelle auf der N06, Transportwege etc.) informiert und allfällige besondere Erschwernisse in der Offertkalkulation und den Angebotspreisen mit zu berücksichtigt hat.

Alle angegebenen Masse wie auch die beiliegenden Pläne, sind für die Ausführung nicht verbindlich. Die Masse müssen vom Auftragnehmer auf dem Bau aufgenommen werden und die Konstruktion ist danach zu richten.

Sämtliche benötigten Hilfsmittel sind durch den Unternehmer bereitzustellen.



## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 Tests und Inbetriebsetzung der Anlage

Tätigkeit	Beschreibung
Prüfung des RPH	<p>Der Aufbau des RPH hat gemäss der Vorgabe Realisierungspflichtenheft BSA (RPH) Version 2.0 vom 19.03.2015, ASTRA Filiale Thun zu erfolgen, siehe Beilage 006.</p> <p>Geprüft wird die korrekte Umsetzung der Anforderungen aus dem Werkvertrag. Sämtliche Prüfpläne und Prüfprotokolle sind im Rahmen des RPH durch den Unternehmer zu erstellen und zu dokumentieren.</p>
Werkprüfung	<p>Vor der Auslieferung auf die Baustelle wird im Werk überprüft, ob die ausgeschriebenen Anforderungen durch den Unternehmer eingehalten werden.</p> <p>Nachstehend sind nur die wichtigsten Tests beschrieben. Weitere Details wie z.B. die zugrunde liegenden Normen und Vorschriften werden im Rahmen der Ausschreibung und des Realisierungspflichtenhefts definiert und in einem Prüf- und Kontrollplan festgehalten.</p> <p>Mindestens folgende Prüfungen müssen (soweit zutreffend) durchgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Kontrolle</li> <li>• Kontrolle der Montage</li> <li>• Kontrolle der Verkabelung</li> <li>• Kontrolle der eingesetzten Materialien</li> <li>• Kontrolle Etikettierung und Beschriftung</li> <li>• Überprüfung Aufbau Schaltschränke</li> <li>• Übereinstimmung des Systems mit den Plänen</li> <li>• Vollständige Funktionskontrolle</li> <li>• Kontrolle der Gehäuseteile (Qualität der Schweissung, Massprüfung, Korrosionsschutz, Verschraubungen, Dichtigkeit, etc.)</li> <li>• Das Einhalten der Anforderungen an die Klimatischen Bedingungen, die Schutzart, Materialeigenschaften, Lebensdauer, etc. sind mittels Nachweise, Prüfungen zu belegen.</li> <li>• Kontrolle des Aufbaus und der Funktion der Steuerung (Optische Kontrolle, Kontrolle Software; Kontrolle MMI; etc.)</li> <li>• Die Prüfung der Anlagekomponenten erfolgt im Rahmen von Werkprüfungen oder teilweise als Typenprüfungen in einem akkreditierten Labor.</li> </ul> <p>Die Prüfungen müssen protokolliert werden. Die Infrastruktur und alle für die Werkabnahme nötige Werkzeuge werden von dem Unternehmer zur Verfügung gestellt.</p>
Bemusterung	Alle passiven Elemente des Lieferumfangs müssen bemustert werden.
Montagekontrolle	Nach erfolgter Montage auf der Baustelle erfolgt durch die Bauleitung eine Montagekontrolle vor Ort. Geprüft werden die Einhaltung der Anforderungen gemäss Werkvertrag und die sinnvolle Umsetzung der Vorgaben.

Tätigkeit	Beschreibung
	Bei sich wiederholenden Montagen findet eine Musterinstallation statt, welche durch die Bauleitung geprüft und freigegeben wird.
Inbetriebnahme	<p>Nach der Montage erfolgt die Inbetriebnahme der Anlage. Dabei wird geprüft ob die Funktionalitäten den Spezifikationen gemäss RPH entsprechen. Diese Prüfung muss den fehlerfreien Betrieb der Anlage bestätigen. Auch die Integration ins ALS21 gehört zur IBN.</p> <p>Die Inbetriebnahme hat stufenweise zu erfolgen.</p> <p>Die Prüfungen müssen protokolliert werden. Die Infrastruktur und alle für die Inbetriebnahme nötige Werkzeuge werden von dem Unternehmer zur Verfügung gestellt.</p> <p>Nach diesen Inbetriebnahmeprüfungen sind die Anlagen bereit für die erste Einschaltung mit Betriebsspannung.</p> <p>Anschliessend steht die Anlage zur Inbetriebsetzung bereit.</p>
Abnahmeprüfung (SAT = Site Acceptance Test)	<p>Bei der Abnahmeprüfung wird die Erfüllung des Werkvertrages anhand der Prüfpläne und Prüfprotokolle geprüft.</p> <p>Die Prüfung muss protokolliert werden.</p> <p>Es werden mindestens folgende Aspekte getestet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagefunktionalität - Volltest</li> <li>• Vollständigkeit der Lieferungen und der Arbeiten</li> <li>• Schlusssdokumentation</li> <li>• Prüfungen nach NIV / NIN 2010 (der Unternehmer muss die Sicherheitsnachweise liefern)</li> <li>• Integrationstest mit dem ALS21 (inkl. Volltest der vorgesehenen Reflexe).</li> </ul>
Probetrieb	<p>Im Rahmen der gesamten Inbetriebsetzung ist nach erfolgter Schulung des Betriebspersonals ein Probetrieb vorzusehen. Dieser erstreckt sich über einen Zeitraum von 3 Monaten. Im Rahmen des Probetriebs sind sämtliche Betriebszustände der Tunnelanlage zu testen. Hierzu sind entsprechende Szenarien zu entwerfen, welche nach vorgegebenen Regeln durchgespielt werden. Es wird das Zusammenspiel sämtlicher Gewerke überprüft. Tritt während des Probetriebs eine Störung auf, die der Lieferant beheben muss, beginnt die Probezeit neu.</p>
Pikettdienst	<p>Für alle Steuerungen und Informatikanlagen, sowie Anlagen mit integrierter Steuerung muss der Unternehmer während der Inbetriebsetzungs-, Probetriebszeit bis zur erfolgreichen Abnahme einen Pikettdienst aufrecht erhalten, welcher eine Reaktionszeit von max. 1 Std. und eine Interventionszeit von max. 4 Std. während 365 Tagen pro Jahr gewährleistet. Die Kosten hierfür sind im Leistungsverzeichnis anzugeben.</p>
Abnahme	<p>Nach erfolgreichem Probetrieb kann der Unternehmer die Abnahme anzeigen. Die Abnahme erfolgt schriftlich mittels Abnahmeprotokoll. Mit der Abnahme geht Nutzen und Gefahr an den Bauherrn über.</p> <p>Folgende Vorgaben sind zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgabe der durch den Projektverfasser erstellten technischen Unterlagen mit Eintragung sämtlicher Änderungen, Ergänzungen,</li> </ul>

Tätigkeit	Beschreibung
	<p>Korrekturen, Beschriftungen, Ausmassen, Abweichungen zu den Projektvorgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgabe der kompletten bereinigten und genehmigten Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW)</li> <li>• Abgeschlossenen Schulung sowie Instruktion der nachgeführten Dokumente des ausgeführten Werkes, der Unterhaltsdienste gemäss Leistungsverzeichnis</li> </ul> <p>Nach erfolgreicher Abnahme kann die Schlusszahlung ausgelöst werden.</p>
Garantiezeit	<p>Die Garantiefrist für die gelieferten Anlageteile beträgt im Allgemeinen drei Jahre ab Abnahme.</p> <p>Zusätzlich zu dieser allgemeinen Garantie sind die anschliessenden spezifischen Garantien einzuhalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosionsbeständigkeit und Dichtheit müssen für mindestens 10 Jahre garantiert werden.</li> <li>• Das Unternehmen muss garantieren, dass die Etiketten für mindestens 10 Jahre lesbar bleiben und sich nicht lösen werden.</li> <li>• Die Unternehmung muss die Verfügbarkeit von Ersatzteilen für mindestens 10 Jahre nach der Abnahme garantieren.</li> </ul> <p>Einen Vorschlag für die Wartung, welcher die vorgesehene Tätigkeit während der Garantiezeit beschreibt, muss vom Unternehmer der Offerte beigelegt werden. Dieser muss folgende Punkte beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pikettdienst,</li> <li>• Interventionszeiten,</li> <li>• Fehlerbehebung,</li> <li>• Kostenaufteilung Wartung, Ersatzteile</li> </ul> <p>Für alle Steuerungen und Informatikanlagen sowie Anlagen mit integrierter Steuerung muss der Unternehmer während der Garantiezeit (3 Jahre nach Abnahme) einen Pikettdienst aufrecht erhalten, welcher eine Reaktionszeit von max. 2 Std. und eine Interventionszeit von max. 6 Std. während 365 Tagen pro Jahr gewährleistet. Die Kosten hierfür sind im LV in den entsprechenden Positionen anzugeben.</p>
Schlussprüfung	<p>Die Schlussprüfung erfolgt nach bestandener Abnahme vor Ablauf der Garantiezeit. Hiermit werden die Garantierückbehalte der Lieferanten ausgelöst. Im Prinzip enthält das Protokoll die gleichen Punkte wie bei der Abnahme (siehe unter Abnahme). In einer Vorprüfung zur Schlussprüfung muss sichergestellt werden, dass alle vorangegangenen Schritte abgeschlossen sind. Allfällige zum damaligen Zeitpunkt nicht entdeckte Mängel sind an der Schlussprüfung festzuhalten. Ebenso sind hier allfällige Verlängerungen der Garantiezeiten (z.B. da Austausch massgebender Komponenten während der Garantiezeit erfolgt) für Teilbereich / Anlagenteile festzuhalten.</p> <p>Der Lieferant wird nach erfolgreicher Schlussprüfung aus der Garantiezeit entlassen.</p>

#### 4.1.1 Werkabnahme (FAT)

Ziel der Prüfung im Werk ist die Überprüfung der Werkvertragsvorgaben und die Nachweiserbringung zu Leistung und Qualität durch den Unternehmer.

Das zu unterzeichnende Protokoll verfasst der Teilprojektleiter. Für Prüfprotokolle ist der Unternehmer verantwortlich und trägt diese zum Protokoll bei.

Nach Absprache mit dem Fachplaner baut er die Anlage im Bauwerk auf.

Nachfolgende Kontrollpunkte sind speziell zu berücksichtigen:

- Visuelle Kontrolle (Montage, Verkabelung, Materialien, Verarbeitung, Beschriftung)
- Übereinstimmung des Systems mit den Plänen
- sämtliche leittechnischen Funktionen
- Anlagesteuerung und UeLS inkl. Visualisierung
- Schnittstellen zu angrenzenden Systemen
- Bedienung
- Funktionen
- usw.

Die Auslieferung erfolgt nach erfolgreicher Prüfung pro Teillieferung (Technischen Lokale/Tunnel). Die Lieferung und das Einbringen der Anlagen sind frühzeitig mit der Bauleitung abzusprechen resp. zu koordinieren.

Grundsätzlich dürfen nur vom Unternehmer vollständig dokumentierte und geprüfte Module, Unterlagen an den Bauherrn/Planer/Betreiber ausgeliefert werden.

Die für den FAT erforderlichen Aufwendungen sind in der Offerte unter Dienstleistungen einzurechnen.

#### 4.1.2 Inbetriebsetzung

##### **Montagekontrolle**

Nach erfolgter Montage zu einer (Teil)lieferung erfolgt durch die Bauleitung eine Montagekontrolle vor Ort. Geprüft werden die Einhaltung der Anforderungen gemäss Werkvertrag und die sinnvolle Umsetzung der Vorgaben.

Das Kontrollorgan und die Anzeige zur Montagekontrolle sind dem Prüfplan zu entnehmen. Das zu unterzeichnende Protokoll verfasst der Bauleiter. Für Prüfprotokolle ist der Unternehmer verantwortlich und trägt diese zum Protokoll bei.

Nachfolgende Kontrollpunkte sind speziell zu berücksichtigen:

- Prüfung der Montage
- Visuelle Kontrolle (Montage, Verkabelung, Materialien, Verarbeitung, Beschriftung)
- Übereinstimmung des Systems mit den Plänen
- Vollständigkeit, Bearbeitung der Pendenzen gemäss Prüfung im Werk
- Sichtung der bereinigten Prüfunterlagen
- Sichtung der provisorischen Gesamtdokumentation

Die für die Montagekontrolle erforderlichen Aufwendungen sind in der Offerte unter Dienstleistungen einzurechnen.

##### **Inbetriebnahmen und Teilinbetriebnahmen**

Inbetriebnahmen und Teilinbetriebnahmen sind der Bauherrschaft schriftlich mindestens 10 Arbeitstage im Voraus zu melden. Die Inbetriebnahme erfolgt durch den Unternehmer und wird teilweise durch den Bauherrn und dem Fachplaner begleitet.

Der Ablauf kann basierend auf dem Projektsteuerungsplan weiter in folgende Schritte aufgeteilt werden:

1. Verdrahtungstests
2. Datenpunkttests
3. Anlagenspezifische Funktionstests

Die Inbetriebnahme wird mit einem Inbetriebnahmeprotokoll abgeschlossen, das vom Unternehmer erstellt wird und folgendes beinhaltet:

- Ort, Datum, Zeit
- Teilnehmer
- Vorgang
- Funktionsnachweise
- Statusbericht

Mit der Anzeige der Funktionsprüfung gemäss Prüfplan muss das Inbetriebnahmeprotokoll vollständig in zweifacher Ausführung auf Papier abgegeben werden.

Die für die Inbetriebnahme erforderlichen Aufwendungen sind in der Offerte unter Dienstleistungen einzurechnen.

### **Datenpunkttest**

Die Datenpunkte werden vom Unternehmer selbständig zwischen seinen Liefergrenzen getestet. Dabei wird jeder Datenpunkt separat ausgelöst und die entsprechende Auswirkung/Darstellung auf angrenzenden Systemen. Die Prüfungen müssen vom Unternehmer protokolliert und den Unternehmern der Fremdsysteme visiert werden. Zeitpunkt des Datenpunkttests ist mit den entsprechenden Gewerken zu koordinieren.

Der Bauherr bzw. dessen Vertreter sind jederzeit berechtigt, Nachweise zu den entsprechenden Kontrollen zu verlangen.

### **Funktionsprüfung**

Nach erfolgter Inbetriebnahme unterzieht der Unternehmer seine Anlage im Beisein der Bauleitung einer Funktionsprüfung im Hinblick auf die gestellten Anforderungen. Hierfür erstellt der Unternehmer ebenfalls Prüfprotokolle.

Das Kontrollorgan und die Anzeige zur Funktionsprüfung sind dem Prüfplan zu entnehmen. Das zu unterzeichnende Protokoll verfasst der Unternehmer.

Nachfolgende Kontrollpunkte sind speziell zu berücksichtigen:

- Visuelle Kontrolle (Montage, Verkabelung, Materialien, Verarbeitung, Beschriftung)

### **Leistungen Dritter**

Für allfällige Messungen und Versuche auf der Baustelle, die durch Dritte durchgeführt werden (z.B. Leckagemessung, Rauchtests), ist im LV eine Leistungsposition zur Deklaration eines Fixbetrages vorgesehen. Diese Messungen und Versuche finden im Rahmen der Funktionsprüfung statt. Der UN hat, falls erforderlich, entsprechendes Personal zur Verfügung zu stellen und die Aufwendungen in dieser Position zu einzurechnen.

## **4.1.3 Provisorische Abnahme**

### **Integrationstest**

Nach erfolgreicher Funktionsprüfung und behobenen Pendenzen wird ein Integrationstest durchgeführt. Dieser stellt insbesondere das Zusammenspiel zu anderen Anlagen sicher. Er dient zur Kontrolle und Sicherheit der systemübergreifenden Funktionen und Abhängigkeiten, innerhalb des Bauwerkes und/oder der verschiedenen Bauwerke, der einzelnen Anlagen, Schnittstellen und Medien.

Der Unternehmer muss während des gesamten Integrationstests mit Personal und Geräten anwesend/verfügbar sein.

Die integrierte Testphase dauert ca. 1 – 2 Arbeitswochen (pro Bauwerk).

Für die integrierte Testphase wird durch die Bauleitung ein detailliertes Programm erstellt (Ablauf, Bestandteile, Teilnehmer, Organisation, Termine usw.). Für Prüfprotokolle ist der Unternehmer verantwortlich und trägt diese zum Programm bei.

#### 4.1.4 Probetrieb

Nach erfolgreichem Integrationstest der Anlage und nach erfolgter Anzeige an die Bauleitung findet ein 3-monatiger Probetrieb gemäss SIA 118 (Art. 154/155) statt, welcher vom Unternehmer überwacht wird (Reaktionszeit  $\leq 24h$ ).

Beim Probetrieb läuft die fertiggestellte Anlage „scharf“, d.h. so, wie sie im späteren Betrieb laufen soll. Wenn der Probetrieb abgeschlossen ist und durch den Unternehmer und die Bauleitung keine Pendenzen mehr festgestellt worden sind, kann die Anlage mit dem Bauherrn abgenommen werden.

#### 4.1.5 Abnahme

Die Abnahme mit dem Bauherrn erfolgt nach erfolgreichem Probetrieb gemäss SIA 118, Art. 159 - 164.

Das Kontrollorgan und die Anzeige zur Montagekontrolle sind dem Prüfplan zu entnehmen. Über die Abnahme wird vom Fachplaner ein Protokoll erstellt. Das Protokoll muss durch Unterschrift vom Unternehmer, vom Fachplaner und vom Bauherrn anerkannt werden.

Mit der Abnahme beginnen die Garantie- als auch die Verjährungsfrist für Mängelrechte des Bauherrn für dieses Werk zu laufen.

##### **Voraussetzung**

Für eine Durchführung müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Erfolgreicher Probetrieb gemäss Spezifikation
- Sämtliche Prüfprotokolle des Probetriebs vorhanden
- Erfolgreiche Schulung/Instruktion des Unterhalts und Betreibers
- Vollständiger Sicherheitsnachweis NIV
- Genehmigte Anlagendokumentation

##### **Wiederholung**

Eine Wiederholung der Abnahme (gemäss SIA 118, Art. 159 – 164) geht zu Lasten des Unternehmers. Fremdkosten von Prüfungsteilnehmern sowie Vorarbeiten (allfällige Absperrungen) gehen ebenfalls zu Lasten des Unternehmers.

#### 4.1.6 Garantiezeit

Der Unternehmer ist angehalten, bis zum Ablauf der Garantiefrist (ab Fertigstellung bis 3 Jahre nach Abnahme) eine der Funktion und dem Betrieb angemessene Wartung an der gelieferten Anlage zu erbringen.

Softwareupdates, welche während der Garantiezeit sinnvoll und angemessen erscheinen, dem technischen Fortschritt, der Bedienerfreundlichkeit und der Systemsicherheit dienen, sind ohne Kostenfolge vorzunehmen.

Die Aufwendungen sind in das Angebot eingebunden resp. sind anzubieten.

## Anforderungen Störungsdienst

Für Störungen sind folgende Zeiten einzuhalten:

Bereitschaftsdienst:	Bürozeiten	Bereitschaftsdienst (und die Entgegennahme der Störung) ist Werktags während den Bürozeiten vom Unternehmer zu gewährleisten.
Responsezeit:	< 1 h	Zeitraum von Entgegennahme der Störung (elektronisch oder Drittperson) bis zur Quittierungsmeldung an verantwortliche Person Auftraggeber für Betrieb und Unterhalt.
Störungsbehebungszeit:	< 24 h	Zeitraum zwischen Entgegennahme von Störungsmeldung bis die Störung behoben ist (inkl. Fertigmeldung an verantwortliche Person Auftraggeber für Betrieb und Unterhalt).
Wartungsdienst / Service		Eine Equipe für den Service und die Wartung ist generell vom Unternehmer in Absprache mit der Gebietseinheit (die Einsatzplanung der GE I ist zwecks Sperrungen relevant) bereit zu halten.

**Tabelle 4-1: Anforderungen Störungsdienst**

Zu den Wartungsarbeiten gehören die Systemtechnik der Hard- und Software. Eine entsprechende Infrastruktur und Ausbildung dieser Equipe wird vorausgesetzt.

Die Bereitstellung des Störungsdienstes ist in den Einheitspreisen einzurechnen, allfällige Einsätze für die Störungsbehebung sind nach Regietarif abzurechnen. Sofern die Störung nicht durch Anlagen seines Loses verursacht wurden.

Wartungseinsätze sind entsprechend zu dokumentieren und ev. Änderungen in der Dokumentation nachzuführen.

## Anforderungen Wartung

Während der Garantiezeit von 3 Jahren muss der Unternehmer die von ihm gelieferte Anlage fachgerecht warten. Bei der Wartung wird auch das Betriebspersonal des künftigen Betreibers anwesend sein. Dabei soll das Betriebspersonal vom Unternehmer so geschult werden, dass dieses die Wartungsarbeiten später möglichst eigenständig ausführen kann.

Die Wartung der Anlage soll einmal jährlich erfolgen und folgende Leistungen beinhalten:

- Funktionskontrolle der gesamten Anlage
- Soft- und Firmware-Updates (Betriebssystem und Applikationssoftware) sofern durch diese Updates Fehler oder Unzulänglichkeiten früherer Versionen beseitigt werden oder eine generelle Verbesserung der Software erreicht wird
- Kleinere Programmänderungen, sofern im laufenden Betrieb Unzulänglichkeiten festgestellt wurden
- Reinigung der Hardwarekomponenten
- Ersatz von Verschleisssteilen (sofern vorhanden)
- Vorschlag für ein Vorgehen bzw. die Anschaffung eines Equipments für eine zukünftige SW-Änderung (z.B. in 10 Jahren)

Hierfür hat der Unternehmer die Wartung als Prozess inklusive detailliertem Beschrieb in einem Dokument zu definieren und eine Wartungsmatrix sämtlicher zu prüfenden Komponenten zu erstellen.

Die Wartung ist mit einem Wartungsprotokoll zu dokumentieren. Schäden die unter die Garantie des Unternehmers fallen sind sofort zu beheben. Schäden die nicht unter die Garantie des Unternehmers fallen sind dem Bauherrn zu melden, damit dieser die nötigen Reparaturen in Auftrag geben kann.



## Garantiefall

Kommt es während der Garantiezeit zu einer berechtigten Mängelrüge gemäss SIA Art. 172-177, resp. Werkvertrag Art 15.5. gehen die dabei entstehenden Kosten vollumfänglich zu Lasten der Unternehmung inklusive aller in diesem Zusammenhang entstandenen Kosten der Bauherrschaft, Projektverfasser und Dritter.

### 4.1.7 Definitive Abnahme

Vor Ablauf der Garantiefrist erfolgt die **Schlussprüfung** gemäss SIA 118, Art. 177.

Die Vorgaben bzgl. Abnahme/Garantiephase in den besonderen Bestimmungen sind einzuhalten. Über die definitive Abnahme wird von der Oberbauleitung oder - sofern vom Bauherrn angeordnet - der Fachbauleitung ein Protokoll erstellt. Das Protokoll muss durch Unterschrift vom Unternehmer (bei Mängeln) und vom Bauherrn anerkannt werden.

### 4.1.8 Ersatzmaterial

Die bestellten und spezifizierten Ersatzteile haben bei der Abnahme auf der Anlage zu sein und sind Bestandteil des Werkes.

Ist der Unternehmer der Meinung, dass zusätzliche Ersatzteile nötig sind, ist dies im Angebot zu vermerken.

## 4.2 Schulung

Vor der Übergabe an den Betrieb muss die neue Anlage geschult werden. Es sind alle nennenswerten Funktionen, Bedienungen und Anlagenteile vor Ort zu erklären. Hinweise für die Wartung sind dem Betrieb ebenfalls zu erläutern.

Die Schulung des Personals hat soweit wie möglich vor Ort auf der installierten Anlage zu erfolgen. Falls ein Theorieteil erforderlich ist, wird dieser in einem Schulungsraum im Werkhof Gesigen der GEI durchgeführt. Bei Schulungen ausserhalb des Anlagestandorts oder Werkhofes, sind die Reise- und Aufenthaltskosten der zu Schulenden vom Auftragnehmer zu tragen.

Der Zeitbedarf ist je nach Intensität der Schulung unterschiedlich (verschiedene Benutzergruppen). Die Anzahl der durchzuführenden Schulungsblöcke ist von der Grösse der Benutzergruppen abhängig. Aufgrund des Schichtbetriebs ist davon auszugehen dass zwei separate Schulungstermine pro Zielgruppe durchzuführen sind.

Um einen reibungslosen Ablauf gewährleisten zu können, sind den Schulungsteilnehmern die definitiven Termine 2 – 3 Monate im Voraus zu kommunizieren. Der Unternehmer organisiert die Termine selbstständig mit den betroffenen Stellen in Absprache mit der GEI, verschickt die Einladungen an die Teilnehmer und reserviert die entsprechenden Räumlichkeiten.

Der Unternehmer ist verpflichtet, mit kompetentem Schulungspersonal anwesend zu sein.

Der Unternehmer führt für 3 Zielgruppen nachfolgende Schulungen durch. Hierfür sind pro Zielgruppe inkl. Schulungsunterlagen, Vorbereitung, Systemmaterial und Spesen im LV entsprechende Positionen vorbereitet.

## 4.3 Dokumentation

### 4.3.1 Hardwaredokumentation

Die Dokumentation zur Hardware erstellt der Unternehmer auf Basis nachfolgender Angaben des Fachplaners:

- Technische Spezifikation zum Baulos mit den darin enthaltenen Funktions- und Hardwareanforderungen
- Detailschemas gemäss Beilagen zu diesem Dokument
- Geschätzte Datenpunkte zur Anlage
- Details zu Kabel der Energieversorgung

Folgende Dokumentation wird vom Unternehmer erwartet:

- Konstruktionszeichnungen mit allen wesentlichen Details, Abmessungen, Disposition,
- Technische Spezifikationen aller gelieferten Komponenten
- Elektrischer Klemmen-Anschlussplan
- Kabelliste aller installierten Kabel (Typ, Länge, Verlauf, AKS-Code, etc) und Eintragung in Kabelmanager der GEI
- Inventarliste aller eingesetzten Komponenten mit AKS-Code
- usw.

#### 4.3.2 Realisierungspflichtenheft (RPH)

Nach Unterzeichnung des Werkvertrages ist unter Federführung des Unternehmens und unter Aufsicht des Bauherrn und Projektverfassers (Kontrolle, Genehmigung) ein RPH für das Werk zu erstellen, welches einen Detaillierungsgrad bis auf die Stufe Ausführung aufweisen muss. In diesem sind die verschiedenen Spezifikationen des Werkes detailliert festzuhalten. Entwicklung, Fabrikation und Ausführung dürfen nur auf Grund des genehmigten Realisierungspflichtenheftes erfolgen.

Der Unternehmer ist verpflichtet, alle Massangaben, Stückzahlen, Platzverhältnisse, etc. vor Ort zu überprüfen. Bei der Genehmigung des RPHs muss ein bereinigtes Leistungsverzeichnis mit aktueller Kostenübersicht beigelegt werden. Die Anforderungen an die Dokumentation sind im FHB 23001-5xxxx Dokumentation definiert. Die Struktur und der Inhalt der abzugebenden Dokumentation sind im Dokument

- Beilage 006  
ASTRA Filiale Thun, Abteilung Strasseninfrastruktur, Projektmanagement BSA  
Dokumentationsvorgaben RPH, BSA Version 2.0 / vom 19.03.2015  
Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen  
Vorgaben Realisierungspflichtenheft BSA (RPH)

ersichtlich.

Der Unternehmer erstellt mit dem Entwurf des RPH eine detaillierte Beschreibung der von ihm gemäss den vorliegenden Unterlagen vorgesehenen Prüfungen. Der Prüfplan wird anlässlich der Genehmigung des RPH bereinigt, freigegeben und gilt als Basis für die Projektabwicklung. Die dabei entstehenden Aufwände mit der Erstellung und Bereinigung des RPH sind im LV in die Position RPH einzurechnen.

Genehmigungsprozess RPH

Phase	Laufweg	Zeitpunkt
Erstellung	UN	Gemäss Terminplan
Vorprüfung	UN ► FBL ► OBL	Gemäss Terminplan
Bereinigung	UN	Gemäss Terminplan
Genehmigung	UN ► FBL ► OBL ► Bauherr ► Gebietseinheit ► FBL ► UN	Gemäss Terminplan

Tabelle 4-2: Genehmigungsprozess RPH

#### Bereitstellung

Die Dokumentation für die Vorprüfung ist einerseits elektronisch und andererseits als Ordner (Hardcopy) wie folgt dem FBL abzugeben:

- 1 Exemplar Hardcopy
- 1 Exemplar elektronisch

Die Dokumentation für die Genehmigung ist einerseits elektronisch und andererseits als Ordner (Hardcopy) wie folgt dem FBL abzugeben:

- 3 Exemplare Hardcopy
- 3 Exemplare elektronisch

Alle Texte, Tabellen, Zeichnungen etc. müssen als PDF gespeichert werden.

Die dabei entstehenden Aufwände sind im LV in die Position Realisierungspflichtenheft einzurechnen.

### 4.3.3 Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW)

#### 4.3.3.1 Anforderung an Dokumentation des ausgeführten Werkes (DAW)

Die DAW beschreibt die installierte Anlage. Eine DAW beinhaltet alle zum Betrieb, zum Unterhalt und zur Wartung nötigen Angaben.

Da das RPH schlussendlich Bestandteil des DAW ist, wird vom Unternehmer bereits bei der Herstellung des RPH eine frühzeitige Harmonisierung der Dokumentation verlangt.

Die Anforderungen an die Dokumentation sind im FHB 23001-5xxxx Dokumentation definiert. Die Struktur und der Inhalt der abzugebenden Dokumentation sind im Dokument

- Beilage 006  
ASTRA Filiale Thun, Abteilung Strasseninfrastruktur, Projektmanagement BSA  
Dokumentationsvorgaben RPH, BSA Version 2.0 / vom 19.03.2015  
Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen  
Vorgaben Realisierungspflichtenheft BSA (RPH)

ersichtlich.

Die dabei entstehenden Aufwände sind im LV in die Position Dokumentation des ausgeführten Werkes ein

#### Bereitstellung

Die DAW-Dokumentation für die Vorprüfung ist einerseits elektronisch und andererseits als Ordner (Hardcopy) wie folgt dem FBL abzugeben:

- 1 Exemplar Hardcopy
- 1 Exemplar elektronisch

Die DAW-Dokumentation für die Genehmigung ist einerseits elektronisch (CD-Rom) und als Ordner (Hardcopy) wie folgt dem FBL abzugeben:

- 4 Exemplare Hardcopy
- 4 Exemplare elektronisch (ASTRA Archiv, Gebietseinheit, Fachplaner, Reserve)

Die elektronische Abgabe beinhaltet alle während des Projekts erstellten und bearbeiteten Daten im Ursprungsformat sowie zusätzlich im PDF-Format.

#### 4.3.4 Anforderungen an Kennzeichnungen und Beschriftungen

Mit dem Beschriftungssystem werden neben den BSA auch deren Aufstellungs- und Wirkungsorte gekennzeichnet. Kennzeichnungsobjekte sind neben den in den Unterverteilungen und im Fahrraum aufgestellten BSA-Aggregaten auch Anlagen und Teilanlagen. Das heisst Gesamtheiten von Aggregaten, die zur Erfüllung eines bestimmten Zwecks in einem bestimmten Wirkungsbereich erforderlich sind. Ferner sind auch immaterielle Komponenten wie System- und Anwendungssoftwarepakete mögliche Kennzeichnungsobjekte.

Im vorliegenden Projekt kommt der AKS-CH zur Anwendung. Siehe **ASTRA RL 13013**.

Sämtliches Material zum vorliegenden Leistungsumfang ist gemäss erwähnter Vorgabe dauerhaft und in gravierter Form zu beschriften. Geklebte Beschriftungen werden nur bei Betriebsmittelkennzeichnungen in Schaltschränken akzeptiert.

Der Unternehmer trägt schlussendlich die Verantwortung für den AKS-Code, d.h. der Unternehmer muss diesen richtig definieren und am Bestimmungsort anbringen. Bereinigungen der AKS-Liste, welche durch Verschulden des Unternehmers erforderlich sind, werden bis zu dreimal zugelassen. Danach werden dem Unternehmer sämtliche Drittleistungen in Rechnung gestellt.

Der Unternehmer erstellt im Rahmen des RPH eine Liste (Excel Format) mit sämtlichen benötigten Hardware- und Kabel-Bezeichnungen. Diese überreicht er dem FBL, welcher schlussendlich die Beschriftung mit der Gebietseinheit prüft und freigibt.

Die dabei entstehenden Aufwände sind im LV in die Position RPH einzurechnen.

#### 4.3.5 Protokolle gemäss Niederspannungs-Installationsverordnung

Von sämtlichen im Rahmen des Projekts ausgeführten Elektroinstallationen, Montagen und Verkabelungen sind Protokolle gemäss Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) zu erstellen und der Fachbauleitung zur Prüfung vorzulegen.

Die dabei entstehenden Aufwände sind im LV in die Einheitspreise der Anlagen einzurechnen.