



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN  
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN NORD  
CIRCONVALLAZIONE VARNA  
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

1	05.07.2018	Anmerkungen Prüfer / Osservazioni verificatore	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN  
Abteilung Tiefbau  
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
Ripartizione infrastrutture  
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**BESONDERE  
VERGABEBEDINGUNGEN:  
TECHNISCHE BESTIMMUNGEN FÜR  
DIE BETRIEBSTECHNISCHE  
AUSRÜSTUNG (TBA)"**

Titolo del documento:



PLANUNGSGRUPPE

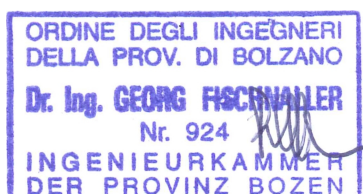
ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH  
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400  
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl  
Via Dante 134, 39042 Bressanone



Dokument/documento:

BV-U-813

Einlage Nr./allegato n.:

**10-3**

## INHALTVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINE TECHNISCHE BEDINGUNGEN</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>VORGABEN</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Ausführung der Anlagen</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND NORMEN</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>MAßEINHEITEN</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>URSPRUNG UND QUALITÄT DER MATERIALIEN</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ÜBERPRÜFUNGEN UND ABNAHMEN</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>WARTUNGSDOKUMENTATIONEN</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>RANGORDNUNG DER BESTIMMUNGEN</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>TECHNISCHE UND KONSTRUKTIVE EIGENSCHAFTEN</b>	<b>15</b>
<b>10.1</b>	<b>Strukturen in Metall</b>	<b>15</b>
10.1.1	Allgemeines	15
10.1.2	Bauteile aus Aluminium	15
10.1.3	Bauteile aus Edelstahl	15
<b>10.2</b>	<b>Konstruktionen</b>	<b>15</b>
10.2.1	Allgemeines	15
10.2.2	Montagekonstruktionen	16
10.2.3	Masten und Trägersysteme	16
10.2.4	Befestigungsmaterial	17
<b>10.3</b>	<b>Korrosionsschutz</b>	<b>17</b>
10.3.1	Allgemeines	17
10.3.2	Lackierungen	17
10.3.3	Pulverbeschichtung	18
10.3.4	Feuerverzinkung	19
<b>11</b>	<b>ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN</b>	<b>20</b>
<b>11.1</b>	<b>Zusatz- und Montagezubehör</b>	<b>20</b>
<b>11.2</b>	<b>Verbrauchsmaterial</b>	<b>20</b>
<b>11.3</b>	<b>Beschriftungen</b>	<b>21</b>
<b>11.4</b>	<b>Versiegelungen</b>	<b>21</b>
<b>11.5</b>	<b>Befestigungssysteme für abgehängte Bauelemente</b>	<b>21</b>
<b>11.6</b>	<b>Schließanlage</b>	<b>22</b>
<b>11.7</b>	<b>Beihilfen</b>	<b>22</b>
<b>12</b>	<b>ELEKTROANLAGEN</b>	<b>23</b>
<b>12.1</b>	<b>Technische und konstruktive Eigenschaften</b>	<b>23</b>
12.1.1	Allgemeines	23
12.1.2	Allgemeine Vorschriften	23
12.1.3	Allgemeine Vorschriften der Elektroanlagen	23
12.1.4	Verleg- und Versorgungssysteme	24
12.1.5	Schutzgrad der Geräte	26

<b>12.2</b>	<b>Allgemeine technische Vorgaben</b>	<b>26</b>
12.2.1	Allgemeines	26
12.2.2	Schutz gegen direkte Berührung	26
12.2.3	Schutz gegen indirekte Berührung	27
12.2.4	Schutz gegen Überlast	28
12.2.5	Schutz bei Kurzschluss	29
12.2.6	Überspannungsschutz	29
<b>13</b>	<b>ROHRE UND VERLEGSYSTEME</b>	<b>30</b>
<b>13.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>30</b>
13.1.1	Rohre	30
13.1.2	Kanäle und Kabelwannen	30
13.1.3	Abzweigdosen	31
13.1.4	Horizontales Verlegsystem Gehsteige	31
13.1.5	Horizontales Verlegsystem an Tunneldecke	31
13.1.6	Horizontales Verlegsystem Zulaufstrecken	31
<b>14</b>	<b>KABEL UND LEITUNGEN</b>	<b>33</b>
<b>14.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>33</b>
<b>14.2</b>	<b>Technische Eigenschaften</b>	<b>33</b>
<b>14.3</b>	<b>Kennzeichnung der Kabel</b>	<b>34</b>
<b>15</b>	<b>ELEKTRO VERTEILER</b>	<b>35</b>
<b>15.1</b>	<b>Allgemeine Vorschriften</b>	<b>35</b>
<b>15.2</b>	<b>Elektrische Eigenschaften</b>	<b>36</b>
<b>15.3</b>	<b>Schutzgrad</b>	<b>37</b>
<b>15.4</b>	<b>Aufbau</b>	<b>37</b>
<b>15.5</b>	<b>Verkabelung der Leistungskreise</b>	<b>38</b>
<b>15.6</b>	<b>Verkabelung der Hilfsstromkreise</b>	<b>39</b>
<b>15.7</b>	<b>Beschriftungen und Kennzeichnungen</b>	<b>39</b>
<b>16</b>	<b>ERDUNGSANLAGEN</b>	<b>41</b>
<b>16.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>41</b>
<b>16.2</b>	<b>Verlegung der Erdungsanlage</b>	<b>41</b>
<b>16.3</b>	<b>Verbindungen</b>	<b>42</b>
<b>16.4</b>	<b>Schutz- und Potentialausgleichsleiter</b>	<b>42</b>
<b>16.5</b>	<b>Potentialausgleich</b>	<b>43</b>
<b>16.6</b>	<b>Messung des Erdungswiderstandes</b>	<b>43</b>
<b>16.7</b>	<b>Leistungsumfang</b>	<b>44</b>
<b>17</b>	<b>ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ</b>	<b>45</b>
<b>17.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>45</b>
<b>17.2</b>	<b>Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen</b>	<b>45</b>
<b>18</b>	<b>STRUKTURIERTE VERKABELUNG</b>	<b>46</b>
<b>18.1</b>	<b>Bestimmung der Anlage</b>	<b>46</b>
<b>18.2</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>46</b>
<b>18.3</b>	<b>Netzstruktur</b>	<b>47</b>
<b>18.4</b>	<b>Verteilerschränke</b>	<b>48</b>
<b>19</b>	<b>GLASFASERNETZE</b>	<b>50</b>
<b>19.1</b>	<b>Verlegung von Glasfaserkabeln</b>	<b>50</b>

19.1.1	Vorgaben	50
19.1.2	Einziehen Kabel mit traditionellen Technik	51
19.1.3	Einziehen mit Einblastechik	52
19.1.4	Anordnung der Kabel in den Schächten	53
19.1.5	Kabel Kennzeichnungsschilder	54
<b>19.2</b>	<b>Verbindungen</b>	<b>54</b>
19.2.1	Verbinden von Glasfasern	54
<b>19.3</b>	<b>Glasfaserkabel</b>	<b>55</b>
19.3.1	Allgemeines	55
19.3.2	Kabelbeschriftung	56
<b>19.4</b>	<b>Komponenten für Anschluss, Verbindung und Verteilung</b>	<b>56</b>
19.4.1	Baugruppeträger für optische Anbindungen	56
19.4.2	Spleißverteiler für Faserverwaltung	57
<b>19.5</b>	<b>Abnahme und Messungen</b>	<b>57</b>
<b>20</b>	<b>NETZERSATZANLAGEN</b>	<b>60</b>
<b>20.1</b>	<b>Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)</b>	<b>60</b>
20.1.1	Allgemeines	60
20.1.2	Art der Versorgung	60
20.1.3	Betriebsbedingungen	60
20.1.4	Batterien	61
20.1.5	Batterieladeeinheit	61
20.1.6	Inverter	61
<b>21</b>	<b>SONDERANLAGEN</b>	<b>62</b>
<b>21.1</b>	<b>TUNNELBELEUCHTUNG</b>	<b>62</b>
21.1.1	Allgemeines	62
21.1.2	Beleuchtungskörper Tunnel	62
21.1.3	Beleuchtungskörper Technikräume	62
21.1.4	Montage der Beleuchtungskörper Tunnel	62
<b>21.2</b>	<b>NOTBELEUCHTUNG</b>	<b>63</b>
21.2.1	Allgemeines	63
21.2.2	Grundvoraussetzungen	63
21.2.3	Notbeleuchtung im Tunnel	63
21.2.4	Notbeleuchtung in Technikräumen	63
21.2.5	Beleuchtungsberechnungen	63
<b>21.3</b>	<b>BRANDMELDEANLAGE</b>	<b>65</b>
21.3.1	Allgemeines	65
21.3.2	Rauchmelder optisch	65
21.3.3	Brandmeldetasten	65
<b>21.4</b>	<b>BELEUCHTETE VERKEHRSZEICHEN</b>	<b>66</b>
21.4.1	Normen und gesetzliche Vorschriften	66
21.4.2	Technische Eigenschaften	66
21.4.3	Konstruktive Eigenschaften	66
<b>21.5</b>	<b>PROGRAMMIERBARE ANZEIGETAFELN (PAT)</b>	<b>67</b>
21.5.1	Allgemeines	67
21.5.2	Programmierbare Anzeigetafel	67

<b>21.6</b>	<b>AMPELANLAGE und SCHRANKEN</b>	<b>68</b>
21.6.1	Allgemeines	68
21.6.2	Ampeln	68
21.6.3	Schranken	68
<b>21.7</b>	<b>LEITEINRICHTUNGEN UND FLUCHTWEGE</b>	<b>69</b>
21.7.1	Allgemeines	69
21.7.2	Grundlagen	69
21.7.3	Evakuierungs- und Fahrbahnbegrenzungsbeleuchtung	69
21.7.4	Fluchtwege	69
<b>21.8</b>	<b>KAMERA ÜBERWACHUNGSANLAGEN</b>	<b>70</b>
21.8.1	Bestimmung der Anlage	70
21.8.2	Auswahl- und Installationskriterien	70
21.8.3	Kamera	70
21.8.4	Positionierung und Montage	71
21.8.5	Monitor	71
21.8.6	Zusatz- und Ausbaugeräte	71
21.8.7	Leistungsumfang	71
<b>21.9</b>	<b>VERKEHRSSZÄHLUNG</b>	<b>72</b>
21.9.1	Allgemeines	72
21.9.2	Induktionsschleifen	72
21.9.3	Detektor/Steuereinheit	72
21.9.4	Leistungsumfang	73
<b>21.10</b>	<b>HÖHENKONTROLLE</b>	<b>74</b>
21.10.1	Allgemeines	74
21.10.2	Systemaufbau	74
<b>21.11</b>	<b>FUNKANLAGEN</b>	<b>75</b>
21.11.1	Allgemeines	75
21.11.2	Leistungsumfang	75
<b>21.12</b>	<b>ZENTRALE LEITTECHNIK</b>	<b>76</b>
21.12.1	Zielsetzung	76

## 1 ALLGEMEINE TECHNISCHE BEDINGUNGEN

Das vorliegende Dokument stellt der allgemeine Technische Vertragsbestimmungen hinsichtlich des Auftrags zur Beschreibung der technischen Eigenschaften und der Vorschriften bezüglich der vom Projekt vorgesehenen Anlagen dar.

## 2 VORGABEN

### 2.1 Gegenstand

Gegenständliches Dokument, „Besondere Vergabebedingungen - Teil 2, Technische Bestimmungen für die Betriebstechnische Ausrüstung (TBA)“, ist integrierender Bestandteil der Unterlagen des Gesamtprojektes. Sämtliche im Dokument angeführten Auflagen, sowie alle Vorschriften technischer, wie verwaltungsmäßiger Natur, die aus den Projektunterlagen hervorgehen, sind strikt einzuhalten.

Das Dokument beinhaltet auch Ergänzungen und Ausführungsdetails die in den vorliegenden Projektunterlagen (Berichte und graphische Unterlagen) nicht ausdrücklich festgelegt und beschrieben sind.

Gegenstand des Dokuments,

- technische Vorschriften und Modalitäten zur Ausführung der Arbeiten,
- Kriterien für die Annahme der Materialien,
- Überprüfungen und Tests,
- Leistungsspezifikationen der Bauteile.

Die Vorschriften haben allgemeinen Charakter und können deshalb auch Geräte und Materialien beinhalten, die in dieser Ausschreibung nicht vorgesehen sind.

Werden Produktmerkmale gefordert die sich von den Angaben in diesem Dokument unterscheiden wird auf die detaillierten Charakteristiken in den Projektunterlagen verwiesen.

Die spezifischen Unterlagen überwiegen in jedem Fall über die allgemeinen.

Der Auftrag umfasst die Lieferung, den Einbau, die Inbetriebnahme, sowie die Tests und Funktionsprüfungen aller erforderlichen und eingesetzten Bauteile für eine vollständige, fachgerecht und einwandfrei ausgeführte Anlage.

## 2.2 Ausführung der Anlagen

Die Ausführung der Arbeiten muss unter Berücksichtigung der geltenden technischen Normen und spezifischen Vorgaben des vorliegenden Dokumentes, sowie der weiteren Projektunterlagen, die Bestandteil des Vertrages sind, erfolgen.

Größte Wichtigkeit muss auf eine baulich und funktionell einwandfreie Ausführung der Anlagen gelegt werden, dies auch in Hinsicht auf eine einfache und wirtschaftliche Führung und Wartung der Anlagen, auf die Zuverlässigkeit, sowie die Sicherheit der Personen und der Geräte.

Die gegenständlichen Arbeiten des Auftrages müssen sach- und fachgerecht ausgeführt und die Anlagen komplett und in ihrer Gesamtheit voll funktionsfähig übergeben werden.

Der Auftrag beinhaltet sämtliche erforderlichen Arbeiten, Leistungen, Lieferungen und Zubehörteile, um den Auftrag vollkommen abgeschlossen, funktionsfähig, nach den Regeln der Arbeit und entsprechend den Vorgaben der Vergabebedingungen ausgeführt, unter Berücksichtigung der technischen, qualitativen und quantitativen Angaben des Ausführungsprojektes und der entsprechenden Projektanlagen, zu übergeben.

Erforderliche Kleinteile und Zubehör, wie Schrauben, Muttern und allgemeine Kleinteile aus Metall, werden nicht gesondert vergütet, da sie hinsichtlich der Festlegung der Kosten des Bauvorhabens und des entsprechenden Leistungsniveaus, nicht ausschlaggebend sind.

Alle oben angeführten Leistungen sind in den Einheitspreisen des Auftrages mit einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

## 3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND NORMEN

Als Begriffsbestimmungen zur Ausführung der Elektroarbeiten gelten die Begriffe nach den CEI Normen in geltender Fassung.

Den Leistungen liegen alle Normen die für gegenständliche Leistungen in Betracht kommen zugrunde und im Besonderen,

- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali
- CEI 11-8 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra

- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 17-11 Apparecchiatura a bassa tensione, parte 3, interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI 17-13 Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 17-21 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- CEI EN 50525 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI UNEL 35016 Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)
- CEI 20-108 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio
- CEI 20-35/1-2 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio
- CEI 20-116 Cavi elettrici - Applicazioni estese dei risultati di prova (EXAP rules)
- CEI 20-37/2 Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai Cavi
- CEI 20-37/2-3 Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi
- CEI 20-37/3-1 Misura della densità del fumo emesso
- CEI 20-115 Cavi per energia, controllo e comunicazioni
- CEI EN 50085-2-1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 60947 Apparecchi di manovra per impianti BT
- CEI UNEL 35024 Cavi e corde, portata dei cavi in regime permanente
- CEI 64-08 Impianti elettrici generali
- CEI EN 62305 Norme per la protezione contro i fulmini
- CEI 81-03 Valori medi del numero dei fulmini a terra
- ISO IEC 11801 Certificazione dei cablaggi in rame
- EN 50173-1 Rete cablata e strutturata per dati,



alle UNI Normen die für gegenständliche Leistungen in Betracht kommen und im Besonderen,

- UNI EN 12464-1      Illuminazione interna con luce artificiale dei luoghi di lavoro
  - UNI 11248      Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI 11095      Illuminazione delle gallerie
- UNI EN 13201-2      Illuminazione stradale, parte 2, Prescrizioni prestazionali
- UNI 9795      Sistemi fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi
- UNI EN 54      Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio
- UNI EN 60849      Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza
- UNI 10779      Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio,

alle Gesetze, Richtlinien und allgemeine Normen die für gegenständliche Leistungen in Betracht kommen und im Besonderen,

- Norme funzionali per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano,
- Direttiva europea 2004/54/CE (aprile 2004) e relativo Decreto Legislativo di attuazione 5/10/06, n. 264,
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 settembre 2005, "Norme di illuminazione delle gallerie stradali",
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali,
- Prescrizioni delle Norme Tecniche AE e TELECOM,
- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS (ed. 2009).

Es gelten ferner,

- „Capitolato speciale d'appalto" per impianti elettrici, D.M. vom 12.12.1962 in geltender Fassung, ergänzt mit den Bestimmungen des Dekretes 37/08 in geltender Fassung,
- die technischen Anschlussbedingungen des örtlichen Elektrizitätsversorgungsunternehmens,
- die baupolizeilichen und behördlichen Vorschriften der Gemeinde, sowie der Autonomen Provinz Bozen,
- alle gültigen Gesetze, Erlasse, Verordnungen und Richtlinien der Autonomen Provinz Bozen, sowie der städtischen und staatlichen Aufsichtsbehörden.

Sowie,

- Legge n. 46 del 05.03.1990, "Norme per la sicurezza degli impianti". Abrogazione della legge 46/90 ad eccezione degli art. 8, 14 e 16,
- DPR n. 392 del 18.04.94, "Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza.
- DPR 462/01 del 22.10.2001, "Dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche e di messa a terra di impianti elettrici",
- DM n. 37 del 22.01.2008, "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici",
- DLgs n. 81 del 09.04.2008, "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i.
- DM 13.07.2011, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi di gruppi elettrogeni".

Sollten im Laufe der Ausführung der Arbeiten neue Normen und/oder Bestimmungen in Kraft treten die gegenständliche Leistungen betreffen, so ist der Auftragnehmer verpflichtet die Bauleitung davon in Kenntnis zu setzen um mit ihr die allfälligen Änderungen zu vereinbaren und die Arbeiten entsprechend den neuen Vorschriften auszuführen.

#### **4      MAßEINHEITEN**

Verwendete und zu verwendende Maßeinheiten und die entsprechenden Abkürzungen in den Dokumenten laut Richtpreisverzeichnis der Autonomen Provinz Bozen, Art. 00.03.02.01, bzw. Art. 50.15.

## 5 URSPRUNG UND QUALITÄT DER MATERIALIEN

Im Sinne des Art. 6, Absatz 1, des D.M. vom 22 Januar 2008, Nr. 37, darf ausschließlich Elektromaterial ohne jegliche qualitative Mängel verwendet und sach- und fachgerecht nach den Regeln der Kunst eingebaut werden.

Das heißt,

- dass die Konformität des Materials mittels angebrachter Stempelung bestätigt wird (zum Beispiel IMQ),
- dass das Material über eine Konformitätsbescheinigung, ausgestellt durch ein entsprechendes Organ eines Mitgliedstaates der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft, verfügt,
- dass für das Material eine Konformitätsbescheinigung des Herstellers aufliegt,
- dass das eingebaute Material der Bauproduktverordnung (CPR) sowie EN 50575 entsprechen.

Durch die Konformitätsbescheinigung wird die normgerechte Ausführung eines Musters bestätigt, während durch die Markenangabe der Hersteller benannt wird. Bei fehlenden spezifischen Normen gilt die Konformitätsbescheinigung in Bezug auf die geforderten allgemeinen Sicherheitsauflagen.

Die Konformität eines Bauteiles, in Bezug auf die entsprechenden Normen, kann durch Angaben des Herstellers im Produktkatalog angegeben werden.

Obige Bedingungen gelten nolens volens auch für Materialien die durch Dritte angefertigt wurden. Dem Unternehmer obliegt hierfür die volle Verantwortung.

Sämtliche Materialien die bei der Ausführung der Elektroanlagen verwendet werden müssen für den jeweiligen Einsatzort geeignet sein und derartige Eigenschaften aufweisen, dass sie resistent sind gegen mechanische Beanspruchungen, Korrosion, Temperaturen und Feuchtigkeit denen sie während des Betriebes ausgesetzt sind.

Sämtliche Materialien und Geräte müssen, insofern sie vorliegen, den Normen CEI und der „Tabella di unificazione CEI UNEL“ entsprechen.

Der Auftraggeber behält sich vor, für Materialien, für welche in den Ausschreibungsunterlagen der Hersteller vorgegeben ist, Muster der zu verwendenden Materialien zur Besichtigung zu verlangen.

Bei der Auswahl der Materialien sind bevorzugt nationale Produkte oder zumindest Produkte eines Mitgliedstaates der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft zu verwenden.

Sämtliche Materialien müssen die relevanten Kenndaten und eventuelle Benutzungshinweise durch entsprechende CEI Symbole, aufweisen.

## **6 ÜBERPRÜFUNGEN UND ABNAHMEN**

Der Auftraggeber behält sich vor, sämtliche ausgeführten Arbeiten und gelieferten Materialien durch die Bauleitung anhand der vom Auftragsnehmer angefertigten Revisionsunterlagen mit komplettem Inhalts- und Planverzeichnis zu kontrollieren und abzunehmen.

Diese Unterlagen müssen der fertig gestellten Anlage entsprechen und vor der Abnahme aufliegen.

Sie müssen enthalten,

- Bestandspläne zu allen Schaltanlagen, Verteilungen und ausgeführten Installationen,
- Geräteliste mit Angaben der eingesetzten Fabrikate, der Typen und der Bestellnummern,
- Bedienungsanleitungen, Funktionsbeschreibungen und Wartungsanweisungen für sämtliche Anlagenteile und eingesetzten Geräte,
- Einstellwerte der Schutzeinrichtungen mit Einstellbereich, Einstellwert, Auslösezeit bei Einstellwert und Nenngröße der eingesetzten Sicherungen,
- Niederschrift der Prüfungsergebnisse,
- bei Blitzschutzanlagen sind in den Plänen alle Trennstellen zu bezeichnen und ein Messprotokoll anzufertigen mit Angabe der Widerstandswerte je Trennstelle,
- Erdungsplan für Schutz-, Betriebs- und Hilferden als Übersichts- und Lageplan mit Maßangaben und Messwerten sowie örtliche Angaben der Messstellen.

Anhand dieser Unterlagen wird die Bauleitung die Anlagen kontrollieren und nachstehende Prüfungen durchführen,

- Funktionsprobe der gesamten Anlage,
- Kontrolle über ordnungsgemäße Lieferung und Installation der Materialien,

- Kontrolle der Qualität der eingesetzten Materialien.

Weitere Kontrollen werden von den staatlichen Prüfstellen, dem Amt für Arbeitssicherheit, sowie dem Feuerwehrintspektorat der Autonomen Provinz Bozen durchgeführt. Die Abnahme kann erst dann verlangt werden, wenn die Anlage vollständig fertig gestellt, nicht mit Mängeln behaftet ist und den Revisionsunterlagen entspricht.

Der Auftragnehmer muss bei allen Abnahmen anwesend sein.

Wird die Abnahme verzögert, so ist der Auftraggeber berechtigt, die erbrachten Arbeiten und Leistungen in Benutzung zu nehmen und zwar unbeschadet der Weiteren Gewährleistungspflicht des Auftragnehmers.

Bei Feststellung von erheblichen Mängeln wird die Abnahme abgebrochen und zu einem neuen Termin vorgenommen. Die hieraus entstehenden Kosten trägt der Auftragnehmer.

## **7 KONFORMITÄTSBESCHEINIGUNG**

Der Installateur ist verpflichtet vor Inbetriebnahme und Übergabe der elektrischen Anlagen eine Überprüfung derselben durchzuführen, um die den Normen entsprechende Ausführung sicherzustellen.

Die Abnahme muss laut den Bestimmungen und Auflagen der Normen CEI 64/8-6 erfolgen.

Nach Beendigung der Arbeiten ist es die ausschließliche Pflicht des Installateurs die Konformitätsbescheinigung laut Dekret Nr. 37 vom 22.01.2008, mit allen erforderlichen Anlagen, sowie die Richtigstellung der Ausführungspläne und der Verteilerpläne, in dreifacher Ausfertigung, sowie auf magnetischem Datenträger (CD oder DVD), zu verfassen.

## **8 WARTUNGSDOKUMENTATIONEN**

Die Wartungsdokumentationen sind dem Auftraggeber mindestens 14 Tage vor der Inbetriebnahme der Elektroanlagen, oder Teilbereichen der Anlagen, zu übergeben.

Bestandteile der Wartungsunterlagen,

- as-build Zeichnungen,
- Funktionsschema,
- Anschlusschema,

- Montageschema der Elektrogeräte und Anlagen,
- räumliche Gliederung,
- Verteilerpläne, Nummerierung der Klemmleisten, Kabellisten, usw.,
- Anleitungen zur Inbetriebnahme, Bedienung und der Arbeitsabläufe,
- Installationsdetails,
- Technische Daten.

Handbücher und Dokumentationen für Führung und Wartung, Arbeitsmethoden der Systeme, Schaltprogramme und eventuelle Software, usw.

- Anlagenverzeichnis,
- Datenblätter der Bauteile,
- Wartungsbücher,
- Wartungsanleitungen,
- terminlicher Einsatzplan,
- Formblätter des Wartungsregisters,
- Sicherheitsnormen.

Obige Textunterlagen sind in 3-facher Ausfertigung in Papierform, sowie auf einem Datenträger als CD-ROM im Format AutoCad.dwg, bzw. als Word.doc oder Excel.xls zu liefern.

Die gesamte Dokumentation muss kopierbar, in Ordnern mit dorsaler Beschriftung eingefügt, übergeben werden.

## **9 RANGORDNUNG DER BESTIMMUNGEN**

Rangordnung der Bestimmungen über die Ausführung von Bauleistungen.

Bei widersprüchlichen Bestimmungen gilt der Grundsatz, dass die genaueren Bestimmungen über die allgemeineren nach folgender Ordnung Vorrang haben.

- Leistungsverzeichnis oder dort angeführte Zeichnungen und Einzelheiten,

- sonstige Zeichnungen oder Projektunterlagen,
- die „Allgemeinen Technischen Vertragsbestimmungen - Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art“ (ATV) der Autonomen Provinz Bozen bei öffentlichen Bauvorhaben,
- die „Allgemeinen Technischen Vertragsbestimmungen“ (ATV) der Autonomen Provinz Bozen bei öffentlichen Bauvorhaben für den gegenständlichen Leistungsbereich,
- die „Besonderen Vergabebedingungen - Teil 2, Techn. Ausführungsbeschreibung“ für den gegenständlichen Leistungsbereich für öffentliche und nicht öffentliche Bauvorhaben,
- auf EU-Ebene vom CEN ausgearbeitete Normen (EN),
- die italienische Normen UNI, CEI, usw.,
- die ausländischen Normen.

## **10 TECHNISCHE UND KONSTRUKTIVE EIGENSCHAFTEN**

### **10.1 Strukturen in Metall**

#### **10.1.1 Allgemeines**

Für die technischen Einrichtungen in Tunnelbauten dürfen ausschließlich Metallkonstruktionen in Edelstahl, Aluminium, feuerverzinktem und/oder lackiertem Stahl zur Anwendung kommen.

#### **10.1.2 Bauteile aus Aluminium**

Bei Verwendung von Bauteilen aus Aluminium muss die Mindestqualität AlMg 3 betragen. Im Besonderen wird darauf hingewiesen, dass die Aluminiumbauteile vor Korrosion durch Streumittleinwirkung, sowie vor elektrochemischer Korrosion durch galvanische Eloxierung, bzw. Versiegelung, geschützt werden müssen.

#### **10.1.3 Bauteile aus Edelstahl**

Soweit im Leistungsverzeichnis nichts anders vorgesehen dürfen Konstruktionen aus Stahl ausschließlich in Edelstahl der Güteklasse AISI 316 TI verwendet werden.

Wenn im Leistungsverzeichnis nicht ausdrücklich verlangt können in Alternative zu beschichteten oder verzinkten Metallteilen Elemente aus Edelstahl entsprechender Güteklasse und geeigneter Zusammensetzung für die Umgebungsbedingungen und den Verwendungszweck der Struktur verwendet werden.

Bei eventuellen, erforderlichen Schweißarbeiten ist eine sach- und fachgerechte Vor- und Nachbehandlung der Schweißnähte erforderlich.

Die Schweißungen dürfen ausschließlich mit geeigneten Schutzgas-Schweißsystemen durchgeführt werden.

Die Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile in Edelstahl muss glatt sein. Nachfolgende Bearbeitungen dürfen keine notwendig sein.

### **10.2 Konstruktionen**

#### **10.2.1 Allgemeines**

Für die Montage von elektrischen Einrichtungen und Feldgeräten, wie Verkehrsampeln, Anzeigetafeln, beleuchteten Verkehrs- und Hinweiszeichen, Höhenkontrollenrichtungen,



Sensoren, usw. sind je nach örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen Konstruktionen für die Anbringung der Geräte, bzw. Masten und Trägersysteme vorzusehen.

Es sind ausschließlich Tragkonstruktionen aus Stahl zulässig.

Sämtliche Tragkonstruktionen sind entsprechend den zu erwartenden statischen und dynamischen Lasten zu projektieren und auszuführen.

#### 10.2.2 Montagekonstruktionen

Für die Montage von elektrischen Bauteilen, Feldgeräten und Komponenten der eingesetzten Tunnelanlagen an der Tunnelwand, bzw. am Tunnelfirst oder an Masten, usw. sind verschiedenartige Befestigungskonstruktionen zu projektieren und zu verwirklichen.

Die Materialien sind entsprechend den Angaben und Beschreibungen im Leistungsverzeichnis Langtext auszuwählen und einzusetzen.

Ausführungsvorgaben,

- Befestigungen an Betonteilen sind ausschließlich in gebohrter Montage zugelassen,
- alle Befestigungsmittel, wie Schrauben, Muttern, Beilagscheiben, Dübel, usw. sind aus Edelstahl AISI 316 TI, auszuführen,
- die Befestigungskonstruktion muss eine stufenlose Einstellbarkeit der Geräte in horizontaler und vertikaler Ebene zulassen,
- Korrosionsschutz gemäß ISO 1461 (der entsprechende, überprüfbare Nachweis ist den Unterlagen beizulegen),
- komplett mit Klein- und Befestigungsmaterial, sowie allem Zubehör.

#### 10.2.3 Masten und Trägersysteme

Freistehende Masten und Trägersysteme für die Montage von elektrischen Bauteilen, Feldgeräten und verschiedene Komponenten der eingesetzten Tunnelanlagen an den Portalen.

Ausführungsvorgaben,

- konischer Mast oder Rohr, abhängig von Art und Abmessungen der anzubringenden elektrischen Bauteile, Feldgeräte oder beleuchtete Verkehrszeichen,
- Werkstoff gemäß Angaben im Leistungsverzeichnis Langtext, sowie den Projektunterlagen,

- Mast mit verschließbarer Anschlussstür,
- fachgerecht ausgeführte Erdung des Mastes,
- Montage auf Betonfundament, bzw. auf Flanschplatte in Abhängigkeit der Art und Abmessungen der anzubringenden Komponenten (Fundament wird bauseits erstellt),
- komplett mit Klein- und Befestigungsmaterial, sowie allem Zubehör.

Die freistehenden Masten und Trägersysteme sind für dynamische Belastungen bis 150 km/h Windgeschwindigkeit zu planen und auszuführen.

#### 10.2.4 Befestigungsmaterial

Sämtliches Befestigungsmaterial, wie Schrauben, Muttern, Beilagscheiben usw. muss grundsätzlich aus Edelstahl der Güteklasse AISI 316 TI sein.

### 10.3 Korrosionsschutz

#### 10.3.1 Allgemeines

Sämtliche metallenen Anlagenteile sind entsprechend ihrer Funktion und gemäß den Detailforderungen mit dem entsprechenden Korrosionsschutz zu versehen.

Die Materialien aller Anlagenteile die miteinander in Berührung kommen müssen materialgemäß so aufeinander abgestimmt sein, dass ein elektrolytischer oder chemischer Korrosionsvorgang nach allen Regeln der Technik ausgeschlossen werden kann.

Sollte eine direkte Verbindung von Metallen verschiedenen Potentials oder über Befestigungselemente, wie Schrauben, Muttern, Beilagscheiben, Nieten, usw., unumgänglich sein, muss eine entsprechende elektrische Trennung mittels Kunststoffhülsen, Isolierscheiben, Gummiunterlagen, usw. vorgesehen werden.

Sämtliche Kosten für den Korrosionsschutz sind in den einzelnen Einheitspreisen einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

#### 10.3.2 Lackierungen

Sämtliche nicht verzinkten Metallteile, wie Rohre, Halterungen, Tragkonstruktionen, usw. müssen entsprechend lackiert werden.

Vor der Behandlung müssen alle korrosionsgefährdeten Teile und Flächen von allen Verunreinigungen, wie Öle, Fette, Schmutz, Staub, Rost, eventuelle alte Anstriche, Schweißschlacken, lose Verkittungen, Walzhaut und Zunder, gereinigt werden.

Grundbeschichtung mit einem Anstrich,

- Bindemittel Epoxidharz,
- Pigment Zinkstaub entsprechend DIN 55928, Teil 9,
- Mindesttrockenschichtdicke von 50 µm.

Zwischen- und Deckbeschichtung mit zwei Anstrichen,

- schlagfester, wetterbeständiger, nicht brennbarer Lack auf Kunstharzbasis,
- Farbe RAL nach Wahl der Bauleitung,
- Mindesttrockenschichtdicke 2x50 µm.

Gesamtmindestschichtdicke min. 150 µm.

Bei sämtlichen Anstrichen auf Porenfreiheit zu achten.

Es dürfen ausschließlich Lacke verwendet werden die für die besondere Atmosphäre in Tunnels, wie erhöhte Temperaturschwankungen, wechselnde Luftfeuchtigkeit, chemische Einflüsse, Nässe, usw., sowie für Freigelände, geeignet sind.

Bei den chemischen Einflüssen sind vor allem die Verwendung verschiedener Streumittel im Winter und die Belastung durch die in den Abgasen enthaltenen Schadstoffe zu berücksichtigen.

### 10.3.3 Pulverbeschichtung

Vor der Pulverbeschichtung sind alle Teile durch Strahlsandstrahlung gründlichst zu reinigen und eventuelle Rückstände zu entfernen.

Schichtdicke min. 200 µm.

Farbe RAL nach Wahl der Bauleitung.

#### 10.3.4 Feuerverzinkung

Für sämtliche verzinkten Stahlteile sind die Mindestzinkschichtdicken nach DIN 50476 einzuhalten. Sie betragen in Abhängigkeit von der Materialdicken 50-85 µm, entsprechend der flächenbezogenen Zinkauflage von 360 bis 610 g/m<sup>2</sup>.

Nach dem Aufbringen der Feuerverzinkung dürfen die Teile nicht mehr spanabhebend weiter bearbeitet oder geschweißt werden.

Konstruktive Elemente die erst auf der Baustelle zusammengefügt werden können, müssen unverzinkt angepasst, nachträglich wieder in ihre Einzelteile zerlegt, verzinkt, wieder angeliefert und bauseits endgültig zusammengefügt und montiert werden.

Sämtliche anfallende Leistungen und notwendigen Transporte sind in die jeweiligen Positionen einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

## **11 ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN**

### **11.1 Zusatz- und Montagezubehör**

Zusatz- und Montagezubehör für die Fertigstellung der elektrischen Anlagen und Einrichtungen.

Indikatives, nicht vollständiges Verzeichnis,

- Träger, Halterungen, Schellen, Dübel, Schrauben, Gewindebolzen und Muttern,
- Kabeleinführungen und Verschraubungen,
- Flanschmaterial, Abschottungen und Blindabdeckungen,
- metallisches Schutzband mit PVC Mantel,
- Bezeichnungsschilder aus Kunststoff oder Metall,
- Teflon-, Gummi- oder Neoprenband,
- Schraubklemmen und Einpresskabelschuhe,
- Leiter, Kabel oder bewegliches Band für die Erdungsverbindung bei Anlagen,
- Verschiedenes.

Der Kostenanteil des Zusatz- und Montagezubehörs ist in den betreffenden Einheitspreisen mit einzurechnen und wird nicht gesondert vergütet.

### **11.2 Verbrauchsmaterial**

Verbrauchsmaterial für die Fertigstellung der Anlagen und elektrischen Einrichtungen.

Indikatives, nicht vollständiges Verzeichnis,

- Sauerstoff- und Azetylen Gasflaschen,
- Elektroden und Schweißzubehör,
- Flüssiggas, Benzin und Dieseltreibstoff,
- Isolierband und -material,
- Verschiedenes.

Der Kostenanteil des Verbrauchsmaterials ist in den betreffenden Einheitspreisen mit einzurechnen und wird nicht gesondert vergütet.

### 11.3 Beschriftungen

Alle Geräte und Apparate, Zu- und Abgangskabel, Signalleitungen, Feldgeräte, usw. der Elektroanlagen müssen mit Beschriftungsschildern versehen werden die eine eindeutige Kennzeichnung gewährleisten.

Die Beschriftungsschilder müssen schwarz, mit weißer Gravur und in Kunststoffausführung (Resopal), sein.

### 11.4 Versiegelungen

Versiegelung der Brandabschnitte zur Vermeidung der Ausbreitung von Bränden.

Die gesamten Leitungen, welche verschiedenen Brandabschnitte durchqueren, müssen am Übergangspunkt versiegelt werden, um die Ausbreitung eines Brandes zu vermeiden.

Die notwendigen Brandschutzversiegelungen sind nach den Hinweisen des Brandschutzprojektes zu realisieren.

### 11.5 Befestigungssysteme für abgehängte Bauelemente

Als Befestigungssysteme dürfen nur zugelassene Systeme (Dübel, Schrauben, Halterungen, usw.) verwendet werden, deren Eignung im Rahmen eines Zulassungsverfahrens experimentell nachgewiesen wurde.

Befestigungssysteme für Deckenabhänge müssen ein Prüfzertifikat mit Zulassungsbescheid einer anerkannten Prüfanstalt aufweisen.

Wird eine Befestigung als nicht sicherheitsrelevant eingestuft (alle einwirkenden Lasten  $< 0,20$  kN, bzw. Gewichte  $< 20$  kg), so muss sie handwerklich und fachgerecht ausgeführt werden. Das ausführende Unternehmen muss in jedem Fall eine Bestätigung über die fachgerechte Anbringung des gesamten Befestigungssystems vorlegen.

Überschreitet die auf eine Einzelbefestigung einwirkende Last  $0,20$  kN, bzw.  $20$  kg Gewicht, so ist die Befestigung als sicherheitsrelevant zu betrachten.

## **11.6 Schließanlage**

Alle abschließbaren Türen der Schränke der Elektroausstattung, sämtliche Eingangstüren der Technikräume der elektrotechnischen Einrichtungen, sowie der Mittelspannung Schaltanlagen sind mit Halbzylinder Schlössern mit Einheitsschlüssel auszurüsten.

## **11.7 Beihilfen**

Das Öffnen und Schließen von eventuellen, erforderlichen Schlitten, sowie von allgemeinen Beihilfen, gehen voll zu Lasten des Auftragnehmers.

## 12 ELEKTROANLAGEN

### 12.1 Technische und konstruktive Eigenschaften

#### 12.1.1 Allgemeines

Gegenständliche Beschreibung beinhaltet die allgemeinen Vorschriften bezüglich der Ausführungsform der Sonderanlagen für Anwendungen im Straßenbau und in Tunnels.

Die spezifischen Angaben zu den einzelnen Spezialanlagen, wie SOS Notrufrnischen, verschiedene Brandmeldeanlagen, TVCC, Funkanlagen, programmierbare Anzeigetafeln, Verkehrszeichen, Sensorik, usw., sowie der entsprechenden Bauteile sind in den anderen Projektunterlagen angeführt.

Im Besonderen,

- in den technischen Berichten und dem Langtext des Leistungsverzeichnisses hinsichtlich der vorgesehene Ausstattung und den spezifischen Funktionen eines jeden Systems,
- in den grafischen Unterlagen, den Blockschaltbildern und den spezifischen Angaben zu den Sonderanlagen hinsichtlich der Verkabelung der verschiedenen Komponenten, sowie den entsprechenden Montagepositionen.

Die Anlagen müssen entsprechend den angegebenen Richtlinien und Vorgaben des Herstellers konfiguriert und in Betrieb genommen, nach den Regeln der Kunst fachgerecht ausgeführt und voll in Funktion übergeben werden.

#### 12.1.2 Allgemeine Vorschriften

Das Unternehmen muss alle elektrischen Anlagen nach den Regeln der Technik und den letzten Erkenntnissen der Installationstechnik, fach- und sachgerecht ausführen und dem Auftraggeber funktionstüchtig und betriebsbereit übergeben.

#### 12.1.3 Allgemeine Vorschriften der Elektroanlagen

Allgemeines zu den Elektroanlagen,

- Ausführung aller elektrischen Verkabelungen der Beleuchtungsanlagen, der Sicherheits- und Überwachungsanlagen, der elektrischen Antriebe, der Lüftungssysteme, der elektrischen Sensoren, der örtlichen Bedienfelder, usw.,



- Einstellung und Abgleich aller thermischen Relais und der Schutzmaßnahmen in den Schränken,
- Ausführung aller Leistungs- und Befehlsanschlüsse, sowie für die Fernkontrolle,
- die Spannungsversorgungen der Zentraleinheiten der Sonderanlagen (SPS, Netzknoten, Brandmelde Zentralen, usw.) müssen in ausreichendem Maße gegen Überspannungen und Kriechströme des elektrischen Netzes geschützt und mit Überspannungsableitern mit entsprechenden Eigenschaften versehen werden,
- die Feldgeräte, wie beleuchtete Schilder, Kameras, Ampeln, Höhenkontrollen, usw. müssen komplett mit Spannungsversorgungen und Signaleinbindungen ausgeführt werden. Einschließlich der Abzweigdosen mit Schutzgrad IP67 mit eventuellen Klemmleisten und geeigneten Schutzmaßnahmen, der Rohre und dem Befestigungsmaterial aus Edelstahl, sowie der Verbindungs- und Signalkabel ab Verteilung. Eigenschaften der Kabel entsprechend den Projektangaben,
- sämtliche Anschlüsse müssen mit Einpress-Kabelschuhen und eventuellen Klemmleisten für eine sichere elektrische und mechanische Verbindung hergestellt werden,
- alle Anlagenteile, örtlichen Schaltschränke, sowie die Verbindungs- und Verteilungsdosen müssen ordnungsgemäß geerdet werden,
- die Bedienung, die Überprüfung und die ordentliche Wartung von allen Anlagenteilen und elektrotechnischen Einrichtungen muss ohne Hilfsmittel, wie Leitern, fahrbaren Hebebühnen, usw. möglich sein und darf auch durch Bauteile von Fremdanlagen nicht behindert werden,
- jedes einzelne Gerät muss durch Kennzeichnungsschilder aus Kunststoff identifizierbar sein. Die Kodierungsform wird durch die Bauleitung festgelegt.

#### 12.1.4 Verleg- und Versorgungssysteme

Die Verleg- und Versorgungssysteme müssen ausgeführt werden unter Berücksichtigung,

- die gesamten Installationen der Licht- und Kraftanlagen müssen in getrennten Verlegsyste- men in Bezug auf die Installationen der Signal- und Meldeanlagen verlegt werden. Dies gilt auch bei Überquerungen und Verlegung in Kabelgräben für die verschiedenen Anlagen,
- für die Signal- und Meldeanlagen müssen getrennte, eigene Schächte, Rohre, Zug- und Ab- zweigdosen verlegt werden, in getrennter Nutzung von denen der anderen Bauwerke, wie Beleuchtung, Lüftung, usw.,
- sämtliche Verlegsyste- me in Sicht, die Kabelwannen, alle Zug- und Abzweigdosen müssen in Art und Weise angebracht werden, dass ein problemloser Austausch derselben, ohne Be- hinderung durch andere Anlagen, möglich ist,

- Gehäuse für Kabelverbindungen (falls erforderlich) müssen in für Techniker jederzeit zugänglichen Positionen angebracht werden,
- die Rohre der Installationen in Sicht und die Kabelwannen müssen mit entsprechenden Schellen und Halterungen sicher montiert werden,
- der Einsatz von Schussdübel zur Befestigung der Verlegsysteme auf Betonwänden und Mauerwerk ist strikt untersagt,
- Rohrverlegungen im Mauerwerk müssen vor dem Gießen verlegt werden,
- die Errichtung von Kabelschlitzen im Mauerwerk des Tunnels ist untersagt,
- Rohre für Kabelverlegungen müssen auf kürzestem Weg, in ausschließlich vertikaler oder horizontaler Form, verlegt werden; eventuelle Kurven müssen mit ausreichenden Radien, bzw. als öffnungsbare Kurven, ausgeführt werden,
- sämtliche Verlegsysteme müssen handwerklich sauber verlegt, entgratet, im Winkelmaß geschnitten, ausgeführt werden,
- sämtliche vertikalen Kabelwannen müssen bis auf eine Höhe von 2,5 m ab Bodenquote mit einem Deckel ausgestattet werden,
- die Kabeleinführungen in den Abzweigdosen müssen von unten und die Ableitungen seitlich erfolgen.

#### 12.1.4.1 Leiter und Kabel

Alle Kabel und Leitungen sind, wenn auch nicht ausdrücklich angegeben, gemäß den Bauproduktverordnung (CPR) sowie EN50575 auszuführen. Strom-, Steuer- und Kommunikationskabel, welche dauerhaft in Bauwerke/Gebäude eingebaut werden und die einen Beitrag zur Funktionalität des Bauwerkes/Gebäudes liefern/leisten fallen unter die EU-Verordnung 305/2011.

Der Tunnel Vahrn weist eine Länge  $L > 500$  m auf, dementsprechend und in Anlehnung an der Bauproduktverordnung (CPR) CPR 305/2011, sind FG180M Kabel vorgesehen.

Die Leiter und Kabel müssen verlegt werden unter Berücksichtigung,

- die Leistungs-, Steuerungs- und Regelungskabel müssen getrennt von den Mess- und Datenkabeln verlegt werden,
- alle Leiter und Versorgungskabel müssen in den Schränken, in den Zug- und Abzweigdosen, sowie am Verbraucher, gekennzeichnet werden,

- die Kabel für die Spannungsversorgung müssen entsprechend den Empfehlungen des Herstellers verlegt werden,
- Kabelverbindungen in den Wannen sind strikt untersagt; eventuelle erforderliche Verbindungen müssen in geeigneten Abzweigdosen ausgeführt werden,
- sämtliche Klemmleisten der elektrischen Verteilungen müssen in übersichtlicher Form nummeriert werden.

#### 12.1.5 Schutzgrad der Geräte

Der Mindest-Schutzgrad der elektrischen Ausrüstungen und Messvorrichtung muss betragen,

- elektrische Schaltschränke in den Technikräumen IP31,
- elektrische Schaltschränke außerhalb der Technikräume IP55,
- den Innenraum der elektrischen Schaltschränke IP20,
- elektrische Anlagen und Instrumente im Feld IP55,
- elektrische Antriebe in den Technikräumen IP54,
- elektrische Antriebe außerhalb der Technikräume IP55,
- Beleuchtungskörper für Büros IP20,
- andere Beleuchtungskörper IP55.

### 12.2 Allgemeine technische Vorgaben

#### 12.2.1 Allgemeines

Allgemeinen Vorgaben und Richtlinien die bei der Durchführung der Arbeiten einzuhalten sind.

#### 12.2.2 Schutz gegen direkte Berührung

Als Schutzmaßnahme gegen die direkte Berührung dürfen ausschließlich elektrische Bauteile mit entsprechender Isolierung der spannungsführenden Teile, mit geeigneten Schutzgehäusen oder Absperrungen verwendet werden, damit ein Mindestschutzgrad von IP2X oder IPXXB gewährleistet ist.

Jeder einzelne Stromkreis muss für eine sichere Trennung aller spannungsführenden Leiter vom Netz (einschließlich Nullleiter) durch eine allpolige Schutzmaßnahme abgesichert werden.

Das Öffnen der elektrischen Schaltschränke darf ausschließlich durch qualifiziertes Personal mittels Schlüsseln und/oder Werkzeugen möglich sein.

Versehentliche Schaltvorgänge, mit entsprechenden Gefahren für Techniker bei der Durchführung von Wartungsarbeiten, müssen durch geeignete Verriegelungen unterbunden werden.

Der Schutz gegen direkte Berührungen kann verwirklicht werden durch,

- Isolierung der spannungsführenden Bauteile mit nicht abnehmbaren Materialien (Entfernung der Isolierung nur durch Zerstörung derselben möglich),
- Schutzgehäuse oder Absperrungen zur Verhinderung der Berührung von spannungsführenden Bereichen (möglicher Abbau der Schutzmaßnahmen nur mit geeigneten Werkzeugen durch verantwortliche Techniker),
- eingebaute Hindernisse,
- erhöhte Abstände zur Vermeidung von unbeabsichtigten Berührungen,
- Differentialschalter hoher Empfindlichkeit mit Fehlerströmen  $I(d) \leq 30 \text{ mA}$  (als zusätzliche Schutzmaßnahme unabhängig der Verwirklichung einer oder mehrerer obiger Maßnahmen),
- Realisierung von Sonderanlagen (IT Netzform).

Berührungsschutz durch erhöhte Abstände oder durch den Einbau von Hindernissen ist nur in Räumen mit ausschließlichem Zutritt durch ausgebildete Techniker erlaubt.

### 12.2.3 Schutz gegen indirekte Berührung

Alle zugänglichen Metallbauteile der Elektroanlagen, sowie der Endgeräte, an denen durch Fehler an der Isolierung oder durch andere unvorhersehbare Gründe eine Spannung anliegen könnte, müssen gegen indirekte Berührung geschützt werden (Metallkörper).

Als Schutz gegen indirekte Berührung muss jede elektrische Anlage/Verbraucher oder Anlagengruppe innerhalb eines Gebäudes, bzw. eines Gebäudekomplexes, mit einer eigenen Erdungsanlage ausgestattet werden.

An gegenständliche Erdungsanlage müssen alle zugänglichen wasserführenden Metallrohre für Zuleitungen, Verteilung und Abflüsse, sowie sämtliche Metallbauteile mit erhöhten

Abmessungen im Nahbereich der Elektroanlagen oder von Verbrauchern, angeschlossen werden.

Zusätzlich zur Erdungsanlage müssen den Verbrauchern vorgeschaltete Schutzmaßnahmen zur Erfassung von Fehlerströmen gegen Erde (Fehlerstromschalter) als Schutz gegen indirekte Berührung und zur Trennung der Anlagen vom Netz bevor die Fehlerströme gefährliche Größen annehmen, installiert werden.

Die thermomagnetischen Leistungsschalter, Sicherungen und Fehlerstromschalter müssen mit der Erdungsanlage abgestimmt werden und den erforderlichen Sicherheitsstandards und Vorgaben der Norm CEI 64-8 entsprechen.

Maßnahmen als Schutz gegen indirekte Berührung,

- automatische Trennung der Spannungsversorgung,
- Verwendung von Bauteilen der Schutzklasse II oder entsprechender Isolierung,
- Sicherheitskleinspannung (SELV) oder Schutzkleinspannung (PELV),
- Funktionskleinspannung (FELV),
- elektrische Trennung durch Spannungsversorgung über Isolations-/Trenntransformator.

Zur Verhütung von indirekten Berührungen sind periodische Kontrollen der Schutzmaßnahmen, sowie der Effizienz der Erdungsanlage unerlässlich.

#### 12.2.4 Schutz gegen Überlast

Sämtliche Stromkreise müssen mit entsprechenden Schutzmaßnahmen abgesichert werden und vor Erreichen einer überhöhten thermischen und mechanischen Überlastung durch diese vom Netz getrennt werden. Die Schutzmaßnahmen müssen an all den Positionen eingesetzt werden an denen Querschnittsänderungen an den Leitern, bzw. durch beliebige andere Änderungen der Koeffizient K (Verhältnis zwischen Abschalt- und Nennstrom der Schutzmaßnahme) verringert wird, erfolgen.

Der Nennstrom der automatischen Schutzmaßnahme muss im Bereich zwischen der Größe des Laststromes des Stromkreises und der maximalen Belastbarkeit des Kabels liegen.

Der sichere Auslösestrom der automatischen Schutzmaßnahme (thermisches Überstromrelais, thermomagnetische Schutzschalter, usw.) darf nicht höher liegen als Faktor  $\leq 1,45$  der Belastbarkeit des Kabels.

Die Abschaltzeit der Schutzmaßnahme muss in jedem Falle geringer sein als der Zeitraum bis Erreichen der maximal zulässigen Kabeltemperatur.

#### 12.2.5 Schutz bei Kurzschluss

Um Kabel und Leitungen zu schützen, müssen Überstromschutzeinrichtungen verwendet werden, die jeden Überstrom in den Leitern des Stromkreises unterbrechen, bevor durch thermische Auswirkungen Schäden hervorgerufen werden.

Die Kurzschlussströme der Schutzmaßnahmen müssen mindestens gleich oder größer den möglichen Kurzschlussströmen am Installationspunkt sein.

Überstromschutzeinrichtungen bei Kurzschluss dürfen nicht eingesetzt werden wenn plötzliche Unterbrechungen des Stromkreises Gefahr für den Nutzer darstellen (siehe Norm CEI 64-8).

Einspeisungen mit einer Länge von weniger als 3 Metern müssen gegen Kurzschluss nicht geschützt werden, insofern sie nicht im Bereich von brennbaren Materialien verlaufen, die Kabel in Rohren verlegt sind, keine Bereiche mit erhöhter Brand- oder Explosionsgefahr queren und somit die Gefahr eines Kurzschlusses sehr gering ist.

Jeder Stromkreis, bzw. jede Gruppe von Stromkreisen muss von der Versorgungsspannung, für eventuelle Arbeitseinsätze am Stromkreis oder benachbarten Kreisen, trennbar sein. Die Trennvorrichtung muss allpolig sein, folglich auch den Nullleiter vom Netz trennen.

#### 12.2.6 Überspannungsschutz

Zum Schutz der Anlagen und der eingebundenen elektrischen und elektronischen Betriebsmittel gegen Überspannungen atmosphärischen Ursprungs (indirekte Blitzeinschläge), gegen transitorische Überspannungen durch Schaltvorgänge, sowie gegen unerwünschte Abschaltungen von Fehlstromschaltern, muss die Elektroanlage mit entsprechenden Überspannungsableitern, mit galvanischer Trennung zwischen aktiven Leitern und der Schutz-erde, ausgestattet werden.

Die Stromversorgung gegen Überspannungen besonders gefährdeter Sonderanlagen, wie Computer, Bildschirme, Audio- und Ausrufanlagen, allgemeine elektronische Steuerzentralen (Zentralen für Brand-, Gas, Alarmanlagen, usw.) frei programmierbare Steuerungen (SPS), usw., muss über zusätzliche, hochsensible Überspannungsableiter erfolgen.

## 13 ROHRE UND VERLEGESYSTEME

### 13.1 Allgemeines

Die Rohre und Verlegesysteme dienen zur Unterbringung und Verteilung der Leistungs- und Signalkabel.

#### 13.1.1 Rohre

Isolierte Schutzrohre für Elektroanlagen in Material entsprechend den Projektangaben und der Nutzung, selbstverlöschend, konform den Normen CEI, komplett mit Verbindern, Kurven, Muffen, Montageschellen, fertig verlegt in UP- oder AP-Ausführung, bzw. für direkte Erdverlegung.

Der maximale Füllfaktor der Rohre beträgt 0,5, das heißt, dass der von den Kabeln benötigte Querschnitt nicht mehr als 50 % vom Querschnitt der Rohre betragen darf.

#### 13.1.2 Kanäle und Kabelwannen

Verteilung über PVC-Kanäle oder verzinkte Kabelwannen, bzw. aus Edelstahl an Decken, abgehängten Decken, Wänden, Unterböden oder in Schächten. Vertikalverlaufende Kanäle und Kabelwannen sind mit entsprechenden Deckeln zu versehen. Für die Trennung der verschiedenen Stromkreise sind in den Kanälen und Kabelwannen geeignete Trennelemente vorzusehen. Die Lieferung beinhaltet alle systemgebundenen Verbindungs-, Anschluss- und Befestigungsmaterialien.

Durchgänge an Decken, Wänden oder Böden, bei verschiedenen Brandschutzzonen entsprechend den Angaben des Brandschutzprojektes, müssen versiegelt werden.

Kurven, Steigungswechsel und Abzweigungen dürfen nur mit geeigneten Originalteilen ausgeführt werden.

Der maximale Füllfaktor der Kanäle und Kabelwannen beträgt 0,5, das heißt, dass der von den Kabeln benötigte Querschnitt nicht mehr als 50 % vom Querschnitt der Kanäle oder Kabelwannen betragen darf.

Abgänge von Kabeln und Rohren sind mit geeigneten Verbindungen oder Pfropfen des geforderten Schutzgrades auszuführen.

### 13.1.3 Abzweigdosen

Sämtliche verwendeten Abzweig- und Verteilerdosen müssen mit einem Deckel mit Schrauben und einer entsprechenden Beschriftung versehen werden. Die Verbindungen der Leitungen in den Dosen müssen mit isolierten Schraubklemmen durchgeführt werden.

Die Wahl des Gehäusematerials, ob aus Kunststoff, Aluminium oder Edelstahl hängt vom Anwendungszweck ab und ist diesem entsprechend einzusetzen.

### 13.1.4 Horizontales Verlegsystem Gehsteige

Ausgehend vom Betriebsgebäude erfolgt die Einspeisung, bzw. die Versorgung der verschiedenen elektrischen Verbraucher über,

- Kunststoffrohre verlegt im Unterbau der Gehsteige mit notwendigen Schächten. Die Abstände zwischen den Schächten sind durch die erforderlichen Ableitungen in die Tunnelwand bestimmt, bzw. als Erleichterung für den Kabelzug,
- getrennte Kunststoffrohre für Leistungs- und Signalanlagen,
- ausreichende Dimensionierung in Anbetracht der thermischen Belastungen, sowie einer eventuellen späteren Erweiterung der Anlagen.

### 13.1.5 Horizontales Verlegsystem an Tunneldecke

Einspeisung der Beleuchtungskörper, der Videokameras, sowie verschiedener Feldgeräte über,

- Kabel-/Metallwannen in entsprechender Größe aus Edelstahl,
- Verbindung/Einspeisung der Kabelwannen über Metallrohre aus Edelstahl in den Fugen der Blockteilungen, ausgehend von den Schächten in den Gehsteigen,
- getrennte Rohre für Leistungs- und Signalanlagen,
- ausreichende Dimensionierung in Anbetracht der thermischen Belastungen, sowie einer eventuellen späteren Erweiterung der Anlagen.

### 13.1.6 Horizontales Verlegsystem Zulaufstrecken

Einspeisung der Außenbeleuchtung, der beleuchteten Schilder, der Anzeigetafeln, der Pumpen, usw. sowie verschiedener Feldgeräte über,



- Kunststoffrohre im Erdreich verlegt mit Schächten in gegebenen Abständen für die erforderlichen Abgänge,
- getrennte Kunststoffrohre für Leistungs- und Signalanlagen,
- ausreichende Dimensionierung in Anbetracht der thermischen Belastungen, sowie einer eventuellen späteren Erweiterung der Anlagen.

## 14 KABEL UND LEITUNGEN

### 14.1 Allgemeines

Die Auswahl der Kabel, ob einpolig oder mehrpolig, einzelne Litzen oder mehrpolige Kabel mit entsprechenden Brandschutzeigenschaften, hängt von den Projektangaben, dem Verwendungszweck, dem Einsatzort und dem Verteilungssystem, sowie den Umweltbedingungen ab.

Für die Rohrverlegung bei UP-Ausführung werden grundsätzlich einpolige Litzen verwendet, hingegen müssen bei AP-Ausführung, sowie der Verlegung in Kanälen oder Kabelwannen mehrpolige Kabel verwendet werden.

Alle Kabel und Leitungen sind, wenn auch nicht ausdrücklich angegeben, gemäß den Bauproduktverordnung (CPR) sowie EN50575 auszuführen. Strom-, Steuer- und Kommunikationskabel, welche dauerhaft in Bauwerke/Gebäude eingebaut werden und die einen Beitrag zur Funktionalität des Bauwerkes/Gebäudes liefern/leisten fallen unter die EU-Verordnung 305/2011.

Der Tunnel Vahrn weist eine Länge  $L > 500$  m auf, dementsprechend und in Anlehnung an der Bauproduktverordnung (CPR) CPR 305/2011, sind FG180M Kabel vorgesehen.

### 14.2 Technische Eigenschaften

Wenn nicht gesondert in den Angaben zum Projekt vermerkt, gelten für die verwendeten Kabel grundsätzlich nachfolgende Eigenschaften.

Zugelassene Kabeltypen,

- Leistungs- und Energiekabel  $U_o/U = 450/750V$  oder  $U_o/U = 0,6/1kV$  entsprechend den Angaben,
- Steuer- und Regelungskabel  $U_o/U = 300/500V$ .

Die verwendeten Leiter in der Anlage müssen folgende Farben haben,

- blau für den Neutralleiter N,
- grün/gelb für Schutzleitungen PE,
- grün/gelb für PEN Leitungen,
- grün/gelb für Potentialausgleichsleitungen,

- braun, grau und schwarz für die L1, L2, L3, wobei zu beachten ist, dass bei jeder Phase immer dieselbe Farbe verwendet werden muss.

Für eventuelle SELV Systeme (Safety Extra Low Voltage) sind andere Farben zu verwenden als vorhin beschrieben.

Mindestquerschnitte für Kabel nach CEI 64.8 3.1.07 für Elektroinstallationen,

- 1,5 mm<sup>2</sup> für Leistungs- und Energiekabel bei fester Verlegung,
- 0,5 mm<sup>2</sup> für Leitungen von Steuer- und Regelungsanlagen bei fester Verlegung.

Isolationswiderstand der Leitungen nach Normen CEI,

- 500.000 ohm für Systeme > 50 V,
- 250.000 ohm für Systeme < 50 V.

### **14.3 Kennzeichnung der Kabel**

Sämtliche Kabel, ob in direkter Erdverlegung in Wannen oder Rohren, müssen durch entsprechende Kabelnummern identifizierbar sein. Die Kabelnummer muss mit den Angaben in den Projektunterlagen übereinstimmen.

Die Kennzeichnungsschilder müssen aus Kunststoff, resistent gegen Wasser und Abschürfungen sein und am Anfang und Ende jedes Kabels angebracht werden.

## 15 ELEKTRO VERTEILER

### 15.1 Allgemeine Vorschriften

Die gesamte Metallstruktur der Elektro Schränke müssen in ihrer Bauform, den Abmessungen, mechanischen Eigenschaften und Bearbeitungen genauestens mit den Angaben der Projektzeichnungen und gegenständlichen technischen Ausführungsbeschreibungen übereinstimmen.

Das ausführende Unternehmen ist verpflichtet der Bauleitung vor dem Bau der Schränke die mechanischen Ausführungspläne, das angewandte Konstruktionssystem, sowie die besonderen Merkmale, vorzulegen, wie,

- Befestigungssystem der Schutzmaßnahmen und Komponenten,
- Schienensystem,
- Schließsystem,
- Befestigung der Klemmleisten und der Kabelführungskanäle.

Die Bauleitung behält sich das Recht vor Vorgaben oder technische Änderungen an den Metallstrukturen zum Zwecke der Qualitätsverbesserung, bzw. für die speziellen Anforderungen der Anlagen, zu verlangen.

Die Lieferung der Schränke beinhaltet des Weiteren die gesamten erforderlichen Montage- und Befestigungssysteme für die elektrischen Bauteile, sowie das nötige, verzinkte Schraubenmaterial.

Der Lieferumfang enthält zusätzlich nachstehendes Zubehör für den Schrank,

- Kabelschuhe mit angebrachter Schutzisolierung oder Isolierung mit Schrumpfschlauch für die Zu- und Abgangsleitungen, sowie sämtliche erforderliche, galvanisch verzinkte Befestigungs- und Schraubsysteme,
- Schienensystem aus Kupfer mit entsprechendem Querschnitt, komplett mit isolierten Halterungen und den erforderlichen Verbindungen zum Anschlüsse der Hauptschalter, Trenner und Verteilungen,

- Leiter des Typs FS17 mit thermoplastischer Kunststoffisolierung und entsprechenden Querschnitten für die Verbindungen wie bei vorgehendem Punkt,
- Erdungsschiene aus Kupfer mit entsprechendem Querschnitt, Verbindung mit der Haupterde und angemessene Markierung mit gelber Farbe,
- Leiter des Typs FS17 mit thermoplastischer Kunststoffisolierung und entsprechenden Querschnitten für die interne Verkabelung des Schrankes,
- Klemmen aus thermisch gehärtetem Kunststoff mit hoher mechanischer Festigkeit und Isolationsvermögen,
- Kabelschuhe mit Schutzisolierung,
- Nummerierungsschilder für die Leiter,
- Bezeichnungsschilder für alle verschiedenen Abgangsleitungen,
- elektrische Verteiler-/Schaltpläne des Leistungs- und Steuerungsteils auf dem neuesten Stand,
- Schrank Kennschild entsprechend den Normen CEI 17 -13/1 (CEI 23-51 wo erlaubt) mit CE Kennzeichnung nach D.L. 626/96.

## **15.2 Elektrische Eigenschaften**

Die elektrischen Eigenschaften eines Schrankes sind definiert durch nachstehende Kenn-  
daten,

- Nennspannung der Hauptstromkreise,
- Nennspannung der Hilfsstromkreise,
- Nennstrom der Stromkreise,
- Nennfrequenz.

Gegenständliche elektrische Kenndaten sind aus den Projektangaben ersichtlich.

Auf Basis dieser Eigenschaften sind nachstehende Vorgaben zu erfüllen,

- alle Stromkreise müssen für die vorgegebenen Nennströme ausgelegt werden, wobei eventuelle Erwärmungen die erlaubten Grenzwerte nie übersteigen dürfen, bzw. Isolierungs- oder Funktionsschäden auftreten, noch im Nahbereich angebrachte Materialien oder Geräte beschädigt werden,

- alle Stromkreise müssen entsprechend den Nennströmen ausgelegt werden unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 1 für jeden Stromkreis und unabhängig von der Anzahl derselben,
- alle Stromkreise müssen für eine Prüfspannung entsprechend der Norm CEI 17-13/1 ausgelegt werden,
- der Isolationsgrad des gesamten Schrankes muss laut Norm CEI 17-13/1 für die höchste anliegenden Nennspannung ausgelegt werden und auf alle Fälle dieser entsprechend ausgeführt werden.

### **15.3 Schutzgrad**

Der geforderte Schutzgrad der Elektro Schränke ist in den Projektunterlagen angegeben.

Grundsätzlich gelten für den Schutz gegen direkte Berührung, sowie gegen das Eindringen von Schmutz oder Flüssigkeiten nachstehende mindest Schutzgrade für Schränke,

- für alle äußeren Bereiche mindestens IP20,
- für alle horizontalen Flächen mindestens IP40, mit Ausnahme der Boden Aufstellfläche für Standschränke,
- für Schränke für den Einsatz im Außenbereich mindestens IP44.

Sämtliche Kabeleinführungen, wie Konusse, Verschraubungen, gefräste Öffnungen, usw., sowie Abschlussplatten, Türen, Öffnungen und Bohrungen für Verbindungen, usw. müssen dementsprechend vorgesehen und ausgeführt werden, das unter normalen Betriebsbedingungen und bei ordnungsgemäß installierten Kabeln und Komponenten, der Berührungsschutz und die vorgeschriebenen Schutzgrade gewährleistet sind.

### **15.4 Aufbau**

Die Bauteile des Elektro Schrankes müssen ausschließlich aus solchen, geeigneten Materialien zusammengesetzt sein, dass sie den mechanischen, elektrischen und thermischen Belastungen, sowie eventueller Feuchtigkeit die im Betrieb auftreten, bestehen.

Der Schutz gegen Korrosion muss durch die Auswahl geeigneter Materialien oder durch entsprechende Oberflächenbehandlungen der ausgesetzten Bauteile unter normalen Betriebsbedingungen und bei Wartungsarbeiten gesichert sein.

Für Schränke in Metallbauweise und solche in isolierter Bauform gilt für die anwendbaren Bauteile,

- es dürfen ausschließlich kalt gewalzte Bleche, erster Qualität, mit einer Blechstärke von 20/10 verwendet werden,
- Grundierung und Lackierung in zwei Zyklen mit Epoxidharzlacken, bzw. bei verzinkter Ausführung mittels elektrolytischer Auftragung der Verzinkung mit einer Stärke von min. 5 Micro entsprechend UNI 4170,
- obere Schrankabdeckung mittels flachem Blech für Innenraumausführung, bzw. vorstehende Abdeckung mit Tropfnase bei Außenraumausführung,
- Transportösen, sowie Montageplatten für Wand- oder Bodenmontage,
- geeignete Schlitze und/oder Kabeldurchführungen für Zu- und Abgangsleitungen, sowie Kanäle,
- Öffnungen und Schlitze in handwerklich sauberster Ausführung,
- eventuelle Abdeckungen der Einführungen mit Schraubenbefestigung,
- Sockel aus gebogenen Stahlblechen oder Profilen mit entsprechenden ein- oder zweireihigen Normschienen für die Kabelbefestigung,
- eventuelle Schrank/Schrank Verbindungen mit Kabeln müssen dementsprechend dimensioniert und ausgeführt werden, dass die Leiter bei der Montage, durch Vibrationen, Öffnung der Türen oder Paneele, usw. keinen Schaden erleiden,
- Öffnungen und Schlitze mit abgerundeten Kanten,
- Einführungen, Konusse und Verschraubungen aus Kunststoff.

## 15.5 Verkabelung der Leistungskreise

Die Dimensionierung der Stromschienen muss für die anliegenden Nennströme, sowie den entsprechenden Kurzschlussströmen ausgelegt sein. Die Stromschienen müssen mit entsprechenden, isolierten Halterungen, unter Berücksichtigung der elektrodynamischen Belastungen bei Kurschlüssen, befestigt werden. Ausführung der Stromschienen aus elektrolytischem Kupfer, mit abgerundeten Kanten und Schraubverbindungen mit Lockerungsschutz.

Abgänge bis 100 A müssen aus flexiblen Kupferleitern, Isolierung nicht unter 3 kV, mit ölhydraulisch eingepressten Kabelschuhen ausgeführt werden.

Der Querschnitt der Kupferleiter muss entsprechend dem Nennstrom, bzw. der max. Schaltleistung selbst, unabhängig von dessen Einstellwerten, für jeden einzelnen Schalter

ausgeführt und gewählt werden. Bei der Festlegung des Leiterquerschnittes muss die maximal auftretende Stromstärke im Falle eines Kurzschlusses berücksichtigt werden.

Jeder einzelne Abgang muss über entsprechende Kabelschuhe ausgeführt werden, wobei Brücken von Schalter/Schalter nicht erlaubt sind.

Abgänge mit einer Leistung über 100 A müssen mit Stromschienen ausgeführt werden.

Die Einspeisung der Schalter muss immer von oben erfolgen.

Großes Augenmerk muss dabei auf die erforderlichen Freiräume für die Zu- und Abgangsleitungen, eventuellen Überscheidungen bei den Klemmleisten, sowie der Zugentlastung der Kabel selbst gelegt werden.

Sämtliche Leiter für die Leistungskreise müssen einheitlich in schwarzer Farbe ausgeführt werden.

## 15.6 Verkabelung der Hilfsstromkreise

Die Ausführung erfolgt mit flexiblen Kupferleitern, Isolierung nicht unter 3 kV und nachstehenden Mindestquerschnitten,

- 4 mm<sup>2</sup> für Stromwandler,
- 2,5 mm<sup>2</sup> für Steuerstromkreise,
- 1,5 mm<sup>2</sup> für Signalanlagen.

Die Einspeisung der einzelnen Geräte erfolgt ausgehend von der Hilfsstromkreisschiene.

Mehrere Leiterabgänge von einem Kabelschuh, sowie Brücken zwischen den Geräten sind nicht erlaubt.

Leiter unterschiedlicher Zweckbestimmung, wie Hilfsstromkreise in Wechselspannung, Hilfsstromkreise in Gleichspannung oder andere Stromkreise, usw., müssen durch Leiter mit verschiedenfarbigem Mantel oder mit Farbringen an den Anschlussstellen gekennzeichnet werden.

## 15.7 Beschriftungen und Kennzeichnungen

Die Position „Offen“ oder „Geschlossen“ eines Schalters oder Trenners muss klar ersichtlich und bei jeder Schalthandlung eindeutig erkennbar sein.



Die Stromkreiszuteilung für alle Schaltglieder, Befehls- und Signalorgane, sowie Eingabe- und Anzeigegeräte auf der Fronttür des Schrankes muss durch eindeutige Beschriftungen, mit Langtexten ohne Kürzel, erkennbar sein.

Die Beschriftung der Hauptschalter und Haupttrenner darf nur mit Langtexten erfolgen.

Die Beschriftungen im Innenbereich des Schrankes für die einzelnen Stromkreise mit den entsprechenden Schutzmaßnahmen müssen mit den Angaben der Schalt- und Verkabelungspläne genauestens übereinstimmen.

Die Farben der Leitermantel müssen den gültigen Normen entsprechen.

Die Mantelfarbe grün/gelb darf ausschließlich für Schutzleiter eingesetzt werden.

Leiter für Spannungen verschieden von 230/400 V müssen durch andere Mantelfarben klar erkennbar sein.

Die Klemmen und Klemmleisten müssen nummeriert und genauestens gekennzeichnet werden und deren Angaben den beim Auftraggeber hinterlegten Schaltplänen entsprechen.

An beiden Enden der Leistungskabel muss die Kennzeichnung der Phase (L1/L2/L3) angebracht werden.

Die Leiter müssen an ihren Enden an den Klemmen mit der entsprechenden Klemmennummerierung versehen werden.

Die Endanschlüsse der Schutz- und Erdleiter müssen durch ihre Mantelfarbe klar erkennbar sein.

Die Schrank Kennschilder müssen aus eloxiertem Aluminiumblech oder einem entsprechenden Material gefertigt, die Beschriftungen mittels Gravur mit einem Pantograph erstellt und ordnungsgemäß befestigt sein.

## 16 ERDUNGSANLAGEN

### 16.1 Allgemeines

Jedes Bauwerk welches mit elektrischen Anlagen ausgestattet ist, muss über eine entsprechende, eigene Erdungsanlage (lokale Erdungsanlage) verfügen, die bereits in der Bauphase, entsprechend den Vorschriften der Norm CEI 64-8, verwirklicht wird.

Sie muss dabei so ausgeführt werden, dass die periodisch anfallenden Überprüfungen problemlos durchgeführt werden können.

Die Erdungsanlage hat einen fundamentalen Stellenwert, bezüglich Sicherheit und Funktion der Elektroanlagen und ist zusammengesetzt aus,

- dem Erder (oder mehreren),
- der Erdungsleitung,
- dem Schutzleiter,
- der Potentialausgleichsschiene (oder Knoten),
- den Potentialausgleichsleitungen.

Der vorwiegende Zweck der Erdungsanlage besteht in,

- der Ableitung, bzw. Streuung von Strömen hervorgerufen durch schadhafte Isolierungen an aktiven Stromkreisen,
- der Ableitung, bzw. Streuung von Strömen von Blitzeinschlägen,
- der Ableitung, bzw. Streuung von Strömen durch die Einbindung von Überspannungsableitern,
- der Erstellung eines Bezugspotentials,
- der Festlegung des Potentials für verschiedene Bereiche einer Elektroanlage.

### 16.2 Verlegung der Erdungsanlage

Die horizontalen und vertikalen Streuelemente der Erdungsanlage sind bereits Bestand.

### 16.3 Verbindungen

Die verschiedenen, bauseits verlegten Streuelemente, in ihrer Ausdehnung über das gesamte Bauareal, müssen alle untereinander verbunden und an der Haupt-Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden um eine gemeinsame und einzige Erdungsanlage zu bilden.

Die Verbindungen müssen mit nicht oxidierendem Bandstahl in den Abmessungen von 30x3,5 mm und einem Mindestquerschnitt von 100 mm<sup>2</sup> ausgeführt werden.

Ein Zusammenschluss von verschiedenen Materialien, wie Kupfer mit Eisen darf nur über entsprechende Zweimetallklemmen erfolgen.

Die genannten Bedingungen sind genauestens zu erfüllen, um eine wirkungsvolle Erdung zum Schutze der Nutzer zu realisieren.

### 16.4 Schutz- und Potentialausgleichsleiter

Der Schutzleiter (PE) ist für einige Schutzmaßnahmen gegen indirekte Berührung als Verbindung der folgenden Teile vorgesehen,

- Massen,
- Fremdmassen,
- Hauptpotentialausgleichsschiene,
- Streuelement,
- Erdungspunkt der Stromversorgung oder Sternpunkt des Transformators.

Mindestquerschnitte des Schutzleiters,

- Querschnitt Phasenleiter (L)  $\leq 16 \text{ mm}^2$ ,
- Querschnitt Schutzleiter (PE) gleich dem Querschnitt des Phasenleiters (L),
- Querschnitt Phasenleiter (L)  $> 16$  bis  $\leq 35 \text{ mm}^2$ ,
- Querschnitt Schutzleiter (PE) gleich  $16 \text{ mm}^2$ ,
- Querschnitt Phasenleiter (L)  $> 35 \text{ mm}^2$ ,

- Querschnitt Schutzleiter (PE) gleich  $\frac{1}{2}$  Querschnitt Phasenleiter (L).

Die Potentialausgleichsleiter für die Verbindung der Massen und Fremdmassen müssen aus flexiblen, verzinnenden Kupferleitern mit gelb/grüner Isolierung bestehen.

Querschnitte entsprechend den gültigen Normen.

Es sind nur Leiter des Typs N07G9-K zugelassen.

## 16.5 Potentialausgleich

Potentialausgleichsschienen, in Bauform und Bauart entsprechend den Angaben des Projektes, müssen in nachstehenden Räumen installiert werden,

- allen Technikräumen der Elektroanlagen,
- allen allgemeinen Technikräumen,
- Räume für die Telekommunikationszentralen.

Der Potentialausgleich muss zwischen nachstehenden Bauteilen erstellt werden,

- Fundamenterden,
- Schutzleiter,
- Metallene Wasserleitungen,
- Metallene Abwasserleitungen,
- Erdung der Antennenanlage,
- Erdung der Zentrale der Telefonanlage,
- Blitzschutzterde.

## 16.6 Messung des Erdungswiderstandes

Der Erdungswiderstand der gesamten Anlage muss in Anwesenheit des Bauleiters mit einer entsprechenden Erdungsmessbrücke abgenommen werden.

## **16.7 Leistungsumfang**

Der Lieferumfang und die Installation der Erdungsanlage beinhaltet des Weiteren den betriebsfertigen Anschluss aller elektrischen Verbraucher und Anlagen, einschließlich aller erforderlichen Materialien, wie Leiter grün/gelb in entsprechendem Querschnitt, Erdungrohrschellen, Kabelschuhe, sowie eventuelle erforderliche Bohrungen.

## **17 ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ**

### **17.1 Allgemeines**

Sicherung der Anlagen gegen Überspannungen und atmosphärische Entladungen.

### **17.2 Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen**

Einbau eines SPD (Surge Protective Device) im Bereich der Haupteinspeisung als Schutz gegen Überspannungen und zur Ableitung von Stoßströmen, unter besonderer Beachtung der verschiedenen Arten von Störquellen, wie,

- interne und externe Überspannungen,
- direkte Blitzeinschläge und Ferneinschläge.

Bei der Auswahl und den technischen Eigenschaften der Überspannungsschutzmaßnahmen sind zu berücksichtigen,

- Festlegung der Gefährdung auf Basis der örtlichen Blitz-Einschlaghäufigkeiten,
- elektrische Eigenschaften der zu schützenden Einrichtungen,
- elektrische Eigenschaften der Schutzmaßnahmen,
- Ableiter-Bemessungsspannung der Schutzmaßnahmen,
- Stoßstrompegel der Schutzmaßnahmen,
- ökonomischer Wert der zu schützenden Anlagen.

Die Bewertung des Risikos muss unter Berücksichtigung der verschiedenen Gefahrenquellen auf Basis der gültigen CEI EN Normen ermittelt werden.

Die Auswahl und Installation der Überspannungsableiter muss in Einklang mit der Leitlinie CEI 81-8 erfolgen.

## 18 STRUKTURIERTE VERKABELUNG

### 18.1 Bestimmung der Anlage

Strukturierte Verkabelung der letzten Generation, Kategorie 6, Klasse E, mit einer Übertragungsgeschwindigkeit bis 250 MHz.

Die Anlage muss nach den derzeit geltenden technischen Normen und Richtlinien geplant und realisiert werden.

Im Besonderen muss das die Anlage den Bestimmungen und Auflagen der,

- Norm ISO/IEC 11801,
- Norm EIA/TIA 568B,
- Norm EN 50173,

entsprechen und laut diesen Vorgaben realisiert werden.

### 18.2 Allgemeines

Die strukturierte Verkabelung hat im Inneren eines Gebäudes eine ähnliche und gleich wichtige Bedeutung wie alle anderen Installationen.

Wie für andere Anlagen gilt auch für die Verkabelung, dass eine Unterbrechung ernsthafte Auswirkungen auf die Effizienz des Dienstes haben kann. Die Verkabelung ist für besondere Funktionen und für den Betrieb mit spezifischen Bauteilen ausgelegt. Das strukturierte Verkabelungssystem baut auf sternförmigen Verbindungen auf, das heißt, jedes einzelne Kabel verbindet einen Konzentrationspunkt (Stockverteilerschrank) mit einem Steckdose für Verbraucher oder Arbeitsplatz.

Ein strukturiertes Verkabelungssystem, das der EU-Bestimmung EN 50173 und den internationalen Normen IS ISO/IEC 11801 entspricht, muss gewährleisten,

- die Unabhängigkeit der Anwendungsarten,
- die leichte Handhabung und günstige Erweiterungsmöglichkeiten,

- Austauschbarkeit von marktüblichen Geräten,
- den sicheren Betrieb aller angeschlossenen Geräte,
- die Kompatibilität mit allen Produkten (Geräte und Anwendungen).

Wie die EU-Bestimmung EN 50173 und die internationale Norm IS ISO/IEC 11801 vorschreiben, sieht das Verkabelungssystem die Herstellung der horizontalen Kabelverbindungen ausschließlich mit Material (Kabel und Steckverbindungen) eines einzigen Modells oder Typs für die ganze Anlage vor.

Daraus folgt, dass alle mit Netzkomponenten durchgeführten Verbindungen gleiche elektrische und übertragungstechnische Kenndaten aufweisen und für Übertragungen und Anwendungen der Klasse laut Projektangaben geeignet sind.

### 18.3 Netzstruktur

Es dürfen nur abgeschirmte Komponenten, sei es in den Verteilerschränken als auch bei den Anschlussdosen, verwendet werden.

Die passiven Bauteile müssen so ausgelegt sein, dass sie innerhalb der Verkabelung des Gebäudes für Ton-/Daten- und Bildübertragung voll und ganz den gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen entsprechen.

Es dürfen nur einfach Hand zu habende Standardkomponenten für den Bau des strukturierten Verkabelungssystems verwendet werden. Die Systeme müssen eine große Zahl unterschiedlicher Schnittstellenstecker zur Vernetzung von Hardware aller Art umfassen und in der Lage sein, alle heute gängigen Standards zu bedienen, damit die Verbindung von Hardware an den verschiedenen Netzsystemen sichergestellt wird.

Komponenten geeignet für alle gängigen Protokolle, wie,

- Ethernet IEEE 802.3, 100-BaseT, 100VG,
- Token Ring IEEE 802.5,
- FDDI,
- AS/400,
- 3270,
- ISDN,



- ATM.

Komponenten typengeprüft bezüglich der Datenübertragungsstandards,

- EIA/TIA 568B,
- TIA/EIA TSB 36-40A,
- ISO/IEC DIS11801.

Die verwendeten Kabel und Komponenten müssen abgeschirmt sein, um eine größere Sicherheit und eine höhere Zuverlässigkeit beim Schutz gegen Störungen durch externe elektromagnetische Felder und Strahlungsquellen zu bieten.

Verkabelungssystem gesetzeskonform in Bezug auf die gültigen EMV Standards,

- EN 50081-1 Emissionspegel,
- EN 50082-1 Unempfindlichkeitspegel,
- EN 55022/B EU-Richtlinie 89/336/EU.

Kabelmantel LSZH (Low Smoke Zero Halogen) entsprechend den Bestimmungen,

- IEC 754-1,
- NES 713,
- IEC 1034,
- CEI 20-37, Abschnitt 1/2/3.

#### **18.4 Verteilerschränke**

Verteiler-Stellschränke als Träger für 19" Einschübe für bis zu 42 EIA Einheiten für die Unterbringung der abgeschirmten RJ45-Verteilertafeln und der aktiven Komponenten. Kabeldurchführungen an den Seitenteilen zum Auffangen der Überlängen der Patchcords.

Montage der Verteilerschränke in geeigneten Räumen. Die Standorte der Schränke sind so zu wählen, um den Bestimmungen, bezüglich des Abstandes zwischen Verteilerschrank und anderen Anlagen ISO/IEC 11801, gerecht zu werden.

## 19 GLASFASERNETZE

### 19.1 Verlegung von Glasfaserkabeln

#### 19.1.1 Vorgaben

Die Leistungen beinhalten die Verlegung von Kabeln in zuvor verlegten und/oder bereits bestehenden Infrastrukturen.

Die Infrastruktur für die Verlegung der Netze besteht grundsätzlich aus Ein- oder Dreifachrohren für Telekommunikationssysteme mit einem Außendurchmesser von 50 mm, verlegt in Rohrgraben, auf Brücken, Viadukten, usw.

Im Inneren von Gebäuden werden grundsätzlich, wo es möglich ist, bestehende Rohre oder Wannen für die Verlegung der Kabel verwendet.

Der Auftragnehmer muss die angeführten, entsprechenden Installationsanforderungen des Auftraggebers berücksichtigen und zwar,

- Vermeidung von Kabelschnitten welche vom Verlegungsschema nicht vorgesehene Verbindungen zur Folge hätten,
- erforderliche Kabelschnitte dürfen in jedem Fall nur mit entsprechenden Schneidegeräten durchgeführt werden und die Kabelenden müssen sofort mit geeigneten Endkappen abgeschlossen werden (z.B. Schrumpfkappen),
- größte Sorgfalt beim Einziehen der Kabel um Abschürfungen, Beschädigungen und/oder Stress zu verhindern, die die Funktionalität der Fasern beeinträchtigen können,
- sorgfältige Verlegung der Kabel-Überlängen in den Zugschächten und bei den Muffen, damit die noch freien Rohre bei einer eventuellen, späteren Nutzung immer problemlos zugänglich und verwendbar bleiben,
- Schutz des Kabels vor Nagetieren,
- beim Einziehen der Kabel mit Motorwinde dürfen die Zugkräfte die vorgegebenen Werte des Herstellers nicht überschreiten,
- die in den Schächten eingeführten Kabelschutz Rohre müssen, insofern nicht schon bauseits ausgeführt, auf eine Länge von 15 cm, für eine problemlose Ausführung von Arbeiten im Schacht oder an Muffen, gekürzt werden,
- in Schächten der primären Verteilung, mit einer hohen Anzahl von Kabeln und dem vorgesehenen Einbau von Feldgeräten, Haubenmuffen, usw. können die Rohrenden innerhalb des Schachtes auf 5 cm gekürzt werden,

- Anbringung von nicht löschbaren Bezeichnungsschildern an den Kabeln in den Schächten mit Angaben entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers.

Kabelreste für Wiederverwendung müssen auf Kabeltrommeln gewickelt und mit Etiketten mit folgendem Angaben versehen werden,

- Leistungskennndaten und Kabeltyp,
- Länge des Restkabels.

Der Kabelzug mittels Winde oder Hand darf nur mit Anti-Torsion-Verbindern zwischen Kabel und Zugseil durchgeführt werden. Für ein leichteres Einziehen der Kabel dürfen entsprechende Gleitmittel am Kabel, sowie im einzelnen Rohr verwendet werden.

Die genauen Längen der verlegten Kabel, einschließlich der Kabel-Überlängen und deren Positionen, müssen durch den Auftragnehmer erfasst und in der Anlagendokumentation (As-Built) eintragen werden.

#### 19.1.2 Einziehen Kabel mit traditionellen Technik

Vor der Verlegung des Kabels müssen die Schächte zur Überprüfung ihrer Integrität und zur Anbringung der Umlenkrollen, der Laufrollen, sowie des Einzieh-Zubehörs, geöffnet werden.

Die Verlegung kann von Hand oder mit Hilfe einer motorisierten Winde mit automatischer Kupplung und Dynamometer durchgeführt werden. Die angewandte Zugkraft darf die von den technischen Spezifikationen des Kabels zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten.

In einigen Fällen kann es notwendig sein Zwischenwinden einzusetzen, die in geeigneten Stellen entlang der Strecke positioniert, mit der Hauptwinde den Seilzug durchführen.

Im Falle einer manuellen Verlegung müssen bei jedem Schacht Mitarbeiter für ein gemeinsames und synchrones Einziehen der Kabel eingesetzt werden.

Bei direkter Verlegung des Kabels in das Rohr im Graben sind folgende Maßnahmen erforderlich,

- Einziehen des Zugseiles im betreffenden Rohr der Kabelverlegung mit Hanf- oder Kunststoffseile für händische Verlegung und Stahlseil für Verlegung mit Winde,

- Verbindung zwischen Zugseil und Kabelkopf mittels Anti-Torsion-Kupplungen,
- die Befestigung am Kabelkopf muss mit geeigneten Zugelementen aus Aramidgarn oder Glasfasergarn durch Einzopfung erfolgen. Die gesamte Verbindungsstelle muss mit einem geeigneten Isolierband geschützt werden.

Um das Einziehen des Kabels zu erleichtern müssen entsprechende Gleitmittel am Mantel des Kabels, sowie im Inneren des Rohres verwendet werden.

Das Gleitmittel muss folgende Eigenschaften aufweisen,

- nicht giftig sein,
- nicht korrosiv sein,
- Verflüchtigungsmerkmale aufweisen die nach erfolgter Austrocknung keine Rückstände oder Verkrustungen ergeben.

Nach Abschluss der Kabelverlegung und Entfernen der Anti-Torsion-Kupplung muss das Geflecht aus Garn sofort abgetrennt werden, um sicherzustellen, dass sich keine Feuchtigkeit im Inneren des Kabels gebildet hat. Zu diesem Zweck können, falls erforderlich, bis zu 1,5 m des Kabels abgetrennt werden. Anschließend muss das Kabelende mit einer thermischen Schrumpf-Kappe entsprechender Größe versiegelt werden.

Zur Verhinderung des Eindringens von Fremdkörpern in den Rohren müssen diese mit Endkappen aus Kunststoff verschlossen werden.

Sollte eine hermetische Abdichtungen der Rohre erforderlich sein, wie bei Hauseinführungen zur Vermeidung von Infiltrationen, müssen die Rohre mit pneumatischen Luftstöpseln versiegelt werden.

### 19.1.3 Einziehen mit Einblastechnik

Einziehen/Verlegung von Mikrokabeln mit Einblastechnik „Blowing“ durch Vortrieb des Kabels mittels mechanischem Schub und gleichzeitiger Zentrierung des Kabels im Rohr durch die Zirkulation der Luft mit hoher Geschwindigkeit im Rohrrinneren.

Technische Vorgaben,

- automatische Zentrierung des Kabels,
- Vorschub durch Synchronriemen mit erhöhtem Grip durch Riffelung,
- Einblasung vor- und rückwärts,
- Drehmomentregelung,
- variable Geschwindigkeit,
- Anzeige der verlegten Kabellänge,
- regelbare Gleitschmierung für Einblasung.

Technische Daten,

- Kabeldurchmesser von 2,5-12 mm,
- Außendurchmesser des Rohres von 5-40 mm,
- einstellbare Kabelgeschwindigkeit von 0-80 m/min,
- Druckluft von 12-15 bar (180 bis 215 psi).

#### 19.1.4 Anordnung der Kabel in den Schächten

Die Kabel müssen auf dem Schachtboden in Richtung Außenwände so angeordnet werden, dass folgende Auflagen erfüllt sind,

- die Kurvenradien der Kabel dürfen nie kleiner sein als die entsprechenden Werte in den technischen Datenblättern der Kabel,
- die Kabel dürfen im Schacht nicht geschützt werden.

Bei eventuell vorgesehenen Haubenmuffen im Schachtinneren, für Linienverbindungen oder Abzweigungen, müssen die Überlängen der Kabel so bemessen werden, dass die Muffe herausgeführt und sämtliche Verbindungen außerhalb des Schachtes durchgeführt werden können.

Die Kabel müssen auf dem Schachtboden so angeordnet werden, dass die Montage der Haubenmuffe an der Schachtwand, horizontal oder vertikal, entsprechend den Vorgaben des Herstellers, möglich ist.

Die Kabel-Überlängen müssen so verlegt werden, dass sie zu jedem Zeitpunkt und ohne Verdrehungen herausgeführt werden können.

#### 19.1.5 Kabel Kennzeichnungsschilder

An allen Kabeln in den Schächten müssen Kennzeichnungsschilder, resistent gegen Wasser und Abschürfungen, angeklebt werden mit Kennzeichnung der optischen „outside“ Kabel des Hauptstranges und der Abzweigungen, sowie der optischen „inside“ Kabel, wie Verbindungskabel, optische Patchcords, Ethernet Kabel, usw., in den verschiedenen infrastrukturellen Stützpunkten des Netzes.

Die Kennzeichnungsschilder müssen an gut sichtbaren Positionen angebracht werden und zwar,

- im Bereich „n-1“ der Haubenmuffe des Hauptstranges zur Kennzeichnung der Zuleitung der Muffe,
- auf jeder Ableitung am Muffenausgang.

Nachfolgende Informationen müssen auf jeder Etikette angegeben werden,

- unmissverständliche Kennzeichnung des Kabels,
- Kabeltyp,
- Verlegungsstrecke.

### 19.2 Verbindungen

#### 19.2.1 Verbinden von Glasfasern

Mit gegenständlicher Technik werden die beiden zu verbindenden Enden von Glasfasern mit einem Lichtbogen bis zum Schmelzpunkt erhitzt und sich dadurch eine perfekte Verschweißung (Spleißung) der Fasern ergibt. Die Lichtbogenspleißung erfolgt mit speziellen Spleißmaschinen die in automatischen Vorgangsweisen die Justierung, Erhitzung und Verschmelzung der Fasern durchführen. Die Spleißstelle selbst muss nachträglich mit einem Kapillarröhrchen überzogen werden, welches mit einem Flüssigharz aufgefüllt und anschließend mit einer UV Lampe ausgehärtet werden muss oder durch Anbringung eines thermoplastischen Schrumpfschlauches.

Nach abgeschlossenem Spleißen müssen die einzelnen Fasern in einer Spleißbox, innerhalb der Muffe, untergebracht werden. Die Größe der Spleißboxen muss so gewählt werden, dass eine problemlose und den Mindestbiegeradien entsprechende Verlegung möglich ist. Die mit Röhrchen geschützten Spleißstellen müssen einzeln in den dafür vorgesehenen Positionen in der Spleißbox und in dem prädispositionierten Faserverlauf verlegt werden.

Die wichtigsten Eingriffe zum Verbinden der Fasern sind die folgenden,

- Identifizierung der zu spleißenden Fasern auf Basis des Farbcodes des Kabels,
- entfernen des Kabelmantels und Reinigung der Fasern,
- Vorbereitung, Schneiden und Reinigen der Faserenden für die Spleißung,
- verbinden der Fasern mit speziellem Lichtbogen-Spleißgerät,
- Anbringung des Schutzröhrchens und Aushärtung des Harzes, bzw. des thermoplastischen Schrumpfschlauches,
- Unterbringung der Kabel-Überlängen in der Spleißkassette (binden der Fasern, sowie die Verwendung von Klebeband ist verboten).

Nach Abschluss aller Leistungen und Verschließen des Schachtes, Montageort der Muffe, müssen die Messungen der Dämpfungswerte durchgeführt werden. Die bidirektionale Dämpfung auf der gesamten Strecke sollte den Wert von 0,1 dB nicht überschreiten. Der maximal zulässige, annehmbare Wert beträgt 0,2 dB.

### **19.3 Glasfaserkabel**

#### **19.3.1 Allgemeines**

Glasfaserkabel mit Einzelfasern, gegliedert in Multifaser-Bündeladern und entwickelt für die im folgenden beschriebene Verwendung, mit nachstehenden Eigenschaften,

- Anwendung im Freien in traditioneller Mehrfach-Kabelverlegung in Wannen- und/oder in Rohren durch Einblastechnik mit Wasser oder Luft,
- dielektrischer Schutz,
- hohe Querdruckbelastung,
- resistent gegen Feuchtigkeit,



- Nagetierschutz,
- Reißfaden zur Mantelentfernung aus Polyester.

Verwendung von größtenteils einheitlichen Materialien zur Minimierung der Instandhaltungs- und Wartungskosten.

#### 19.3.2 Kabelbeschriftung

Auf dem Außenmantel jeglichen Teilstückes eines Kabels, muss, in regulären Abständen von 1 m, nachfolgende Stempelung in schwarzer Farbe oder in kontrastreicher Farbe zur Mantelfarbe angebracht sein,

- Name des Herstellers,
- „GLASFASERKABEL“,
- Kenndaten des Kabels (laut CEI Normen),
- Bezeichnungsnummer des Kabels (zur Identifizierung des verlegten Kabels),
- Herstellungsjahr,
- fortlaufende metrische Bemaßung.

### 19.4 Komponenten für Anschluss, Verbindung und Verteilung

#### 19.4.1 Baugruppeträger für optische Anbindungen

In den Technikräumen und für Netzwerkknoten sind Baugruppenträger für optische Abschlüsse, Verbindungen und Verteilungen vorgesehen.

Die optischen Baugruppenträger müssen den Kriterien des Standards ETS 300-119 entsprechen und mit diesen kompatibel, sowie für Schrankmontage geeignet sein.

Der modulare Aufbau des Baugruppenträgers, unabhängig der Möglichkeit der „stand alone“ Montage eines einzelnen Moduleinschubes für den Abschluss und die Verbindung von Fasern, muss auch für eventuelle Koppelungen mehrerer Moduleinschüben untereinander, bei verschiedenen Konfigurationen, wie „back-to-back“ oder „side-to-side, geeignet sein.

Der Abschluss-Moduleinschub muss für die Anbindung sämtlicher verwendeten Kabeltypen der Hauptstränge, sowie der Kabel der Hausanschlüsse verwendbar sein.

Die Montagevorrichtung zur Befestigung des Baugruppenträgers muss sich im hinteren Bereich des Schrankes befinden und in ihrer Bauweise und Zusammensetzung dem Standard ETS 300-119 entsprechen.

#### 19.4.2 Spleißverteiler für Faserverwaltung

Spleißverteiler für Verbindungen und Abschlüsse in öffentlichen Netzen, Ausführung für 19“ Rackeinbau, konform mit dem Standard ETS 300-119 für Netzwerk-Komponenten und Schränke, komplett mit allen erforderlichen Materialien und Montagekomponenten für den Einbau in Baugruppenträgern.

Ausführung des Spleißverteilers in Bauform und Konzipierung als ganzheitliches System für die Realisierung von internen Verbindungen und Abschlüssen für 24-48-72-96 Pigtails mit SC/LC Steckverbindungen. Die Verbindungen und Abschlüsse müssen in entsprechenden Spleißboxen untergebracht werden.

Die Spleißboxen müssen über einen geeigneten Innenraum für eine geordnete und effiziente Unterbringung aller Röhrchen (Bündeladern), aller einzelnen Fasern des Kabels und der Pigtails verfügen, unter Berücksichtigung der vorgegebenen Mindestradien der Fasern von 30 mm, sowie mit allen Zubehörteilen ausgestattet sein.

Die eingesetzten Spleißboxen müssen für Verbindungen und Abschlüsse von Röhrchen-Kabeln mit Bündeladern bis zu 12 Fasern und mindestens 2 Röhrchen pro Kabel, insgesamt für min. 24 Glasfasern, dimensioniert sein. Die Bauform der Spleißboxen muss für einen seitlichen Zugang zu den Röhrchen, bzw. zu den Bündeladern ausgelegt sein.

### 19.5 Abnahme und Messungen

OTDR Messung für die Abnahme von Glasfaserkabeln.

Der Auftragnehmer ist nach Abschluss der Verlegungsarbeiten, der Herstellung aller Verbindungen und der Anbindung der Kabelstrecken, verpflichtet, die Überprüfung der gesamten Leistungen auf korrekte Ausführung, sowie verschiedene Messungen aller eingebundenen Elemente und Glasfasern der Strecke, durchzuführen und die entsprechenden Dokumente und Daten laut Vorgaben zu liefern.

Die optischen Messungen müssen, zur optimalen Erkennung von eventuellen punkt- oder längsförmigen Lichtbündelungen im Streckenverlauf, im dritten Fenster mit einer Wellenlänge von 1550 nm ausgeführt werden.

Auf jeder Kabelstrecke müssen nachstehende Messungen durchgeführt werden,

- Diagramm der Rückstreuleistung

Auf Basis des Diagrammes der Rückstreuleistung einer optischen Strecke wird festgestellt ob die Dämpfung linear über die gesamte Strecke verläuft oder konzentrierte Dämpfungen mit Werten von gleich oder größer 0,1 dB an einzelnen Punkten der Strecke auftreten.

Die Messung der Rückstreuleistung muss unidirektional, ausgehend vom POP zur Peripherie, bzw. vom Primär- zu den Sekundärknoten, erfolgen.

- Länge der optischen Strecke

Die Gesamtlänge der optischen Strecke wird aus den Werten des Rückstreudiagramms, bzw. aus den graphischen Auswertungen des OTDR Messgerätes, ermittelt.

- Verbindungs- und Anschlussdämpfung

Ermittlung der Dämpfungswerte der einzelnen Spleiße und Anbindungen aus den Parametern des Rückstreudiagramms, bzw. aus den graphischen Auswertungen des OTDR Messgerätes.

- Streckendämpfung

Charakteristik der Streckendämpfung der Glasfaser in Bezug auf die Länge in dB/km.

- Gesamtdämpfung

Messung der Gesamtdämpfung der Strecke aller genutzten Glasfasern, sowie auf mindestens 20 % der ungenutzten Glasfasern, mittels bidirektionaler Messung mit dem Einfüge-Verfahren.

- Druckprüfung an den Muffen

Sämtliche Muffen der Strecke müssen mit geeigneten Methoden auf ihre Dichtheit überprüft werden. Für die Messung der Dichtheit der Muffen muss Heliumgas mit einem Druck von 700 hPa eingeblasen werden. Nach Ablauf der Messzeit von 15 min. darf kein Druckabfall festgestellt werden.

Die Messungen müssen in vollem Umfang an allen genutzten Glasfasern der Strecke durchgeführt und dokumentiert werden, sowie auf mindestens 20 % der ungenutzten Glasfasern, wobei mindestens an einem ein Glasfaserpaar eines jeden Singletubes die Messung durchgeführt werden muss

Die Messungen müssen in Einklang mit der Norm EN 60793-1-1 mit einem OTDR Messgerät (Optical Time Domain Reflektometer), mit mindestens zwei Markern, bzw. Cursors zur Definition der Messpunkte im Streckenbereich, durchgeführt werden.

Das Messgerät muss auf den typischen Brechungsindex der Glasfaser, laut Angaben des Herstellers, geeicht werden.

Die Dokumentation muss nachstehende, allgemeine Daten enthalten,

- Namen und Anschrift des Auftragnehmers,
- Namen und Unterschrift des beauftragten Technikers zur Durchführung der Messungen,
- Datum der Überprüfungen,
- Bezeichnung des Glasfasernetzes,
- Wellenlänge für Messungen,
- Skalierungsfaktor,
- Brechungsindex,
- verwendetes Messgerät, Hersteller und Modell,
- Hersteller der Glasfaser, Typologie und Länge,
- Hersteller der Feldgeräte.

Die Dokumentation/Protokoll der Messung muss nachstehende Daten für jede Faser enthalten,

- Namen der Strecke,
- Anzahl der Fasern und Farbkennzeichnung,
- Angaben über Messpositionen der Marker,
- Richtung der Messung
- optische Länge (m),
- Spleissdämpfung, Nummer, von .. nach .. (dB),
- spezifische Dämpfung (dB/km) mit Angabe der gemessenen Teillänge des Kabels.

## 20 NETZERSATZANLAGEN

### 20.1 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

#### 20.1.1 Allgemeines

Unterbrechungsfreie, statische Stromversorgung (USV) bestehend aus einem Gleichrichtersatz AC/DC für die Einspeisung von ein- oder dreiphasigen Wechselrichtern und gleichzeitiger Ladung der Akkumulatoren. Die hermetisch geschlossenen Bleiakkumulatoren sind bei USV kleinerer Leistungen im einheitlichen Schrank mit der Leistungselektronik, für USV größerer Leistungen in einem getrennten, beige gestellten Gehäuse, untergebracht.

Batteriesatz dimensioniert entsprechend der geforderten Autonomie der USV.

Die Einspeisung der USV erfolgt an der betriebswichtigen Stromschiene des Hauptverteilers.

#### 20.1.2 Art der Versorgung

Unterbrechungsfreie Stromversorgung für die Einspeisung von betriebswichtigen Sicherheitsanlagen entsprechend der Norm EN 50091-1, deren Auflagen und Ergänzungen in geltender Fassung.

Die Lasten müssen ohne Unterbrechungen und ohne Ansprechzeiten, sei es bei anliegender wie bei fehlender Netzspannung, vonseiten der USV eingespeist werden.

#### 20.1.3 Betriebsbedingungen

Der Betrieb der USV muss bei nachstehenden Bedingungen gewährleistet sein,

- der Toleranzbereich der Frequenz der Eingangsspannung muss innerhalb von  $\pm 2\%$  des Nennwertes liegen,
- die Grenzwerte der Umgebungstemperatur für den Betrieb der USV müssen dem Auftraggeber mitgeteilt werden,
- Betrieb der USV bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85 % ohne Kondensbildung,
- Betrieb der USV bis zu einer Meereshöhe von 1500 m,
- Batteriesatz mit Vollentladungsschutz.

#### 20.1.4 Batterien

Der Einbau der Batterien, sowie die Maßnahmen für deren Wartung, müssen den Richtlinien der Norm EN 50272-2, sowie den Auflagen des Herstellers entsprechen.

Die Betriebstemperatur der Batterien darf 25 °C nicht überschreiten. Über einen automatischen, zyklischen Testalgorithmus muss der Ladezustand der Batterien andauern überprüft werden. Gegenständlicher Test muss auch manuell durchführbar sein.

Das Gehäuse zur Aufnahme der Batterien muss den Auflagen der Norm EN 50272-2 entsprechen.

#### 20.1.5 Batterieladeeinheit

Die Batterieladeeinheit und der Gleichrichtersatz müssen den Auflagen der Normen EN 60146-1-1 und EN 50272-2 entsprechen und nach einer vollkommenen Entladung, die Wiederaufladung der Akkumulatoren auf 80 % der vorgegebenen Autonomie innerhalb von 12 h nach Beginn des Ladevorganges gewährleisten.

#### 20.1.6 Inverter

Wechselrichter in ein- oder dreiphasiger Ausführung mit integriertem Verpolungsschutz für die Batterien.

Abweichung der Ausgangsspannung des Inverters in Bezug auf die Nennspannung, bzw. bei plötzlicher Laständerung, sowie die max. harmonische Ausgangsverzerrung entsprechend den Projektangaben.

## 21 SONDERANLAGEN

### 21.1 TUNNELBELEUCHTUNG

#### 21.1.1 Allgemeines

Die Lieferung und Montage der Beleuchtungsanlage geht zu Lasten des Auftragnehmers. Diese besteht aus Leuchtkörpern, die im Tunnel und in den Betriebsräumen nach den im „Spezifischen technischen Bericht“ für die Beleuchtung angegebenen Vorgaben und Details angebracht werden. Diese sind auch im Leistungsverzeichnis, Langtext, sowie den spezifischen Zeichnungen der Ausschreibungsdokumentation beschrieben.

Die Lieferung beinhaltet sämtliche Befestigungselemente an den Kabelwannen und/oder den Wänden des Tunnels, die vom Auftragnehmer speziell für den Anwendungszweck, auf Basis der besonderen Anforderungen und entsprechend den Charakteristiken und dem Gewicht der Leuchtkörper, angefertigt werden müssen. Das Befestigungssystem muss Edelstahl der Güteklasse AISI 316 L angefertigt werden.

Die gesamte Dimensionierung des Befestigungssystems obliegt dem Auftragnehmer der weiteres verpflichtet ist die Berechnungen der Bauleitung zur Annahme vorzulegen.

#### 21.1.2 Beleuchtungskörper Tunnel

Als Beleuchtungskörper sind Breitstrahlprojektoren mit LED Bestückung in Ausführung für Tunnelanwendungen vorgesehen.

Die entsprechenden Eigenschaften und technischen Daten sind im Leistungsverzeichnis, Langtext, sowie in den Beleuchtungsberechnungen detailliert angeführt.

#### 21.1.3 Beleuchtungskörper Technikräume

Als Beleuchtungskörper in den Technikräumen sind Langfeldleuchten mit LED Bestückung mit einer Leuchtenwanne aus Polycarbonat, Farbe lichtgrau und einem Diffuser aus Polycarbonat mit innenliegenden Längsprismen, vorgesehen.

#### 21.1.4 Montage der Beleuchtungskörper Tunnel

Die Beleuchtungskörper im Tunnel werden direkt an der Unterseite der Kabelwanne montiert. Die Kabelwanne verläuft leicht versetzt parallel zur Tunnellängsachse oberhalb der jeweiligen Einfahrtsspur. Dementsprechend werden die Leuchten mit einer vorgegebenen Neigung zur Tunnelachse hin montiert.

Die Unterkante der geneigten Leuchten darf 5,10 m in keinem Punkt unterschreiten.

## 21.2 NOTBELEUCHTUNG

### 21.2.1 Allgemeines

Die Notbeleuchtung tritt bei Unterbrechung der elektrischen Energieversorgung automatisch in Betrieb und gewährleistet so eine ausreichende Ausleuchtung, entsprechend den geforderten Mindest Beleuchtungsstärken, für den gesamten inneren Tunnelverlauf, der Fluchtwege, der Sammelstellen, sowie allen Räumlichkeiten des Betriebsgebäudes.

### 21.2.2 Grundvoraussetzungen

Mindestvoraussetzungen,

- die erforderliche, ausreichende Beleuchtungsstärke für die Evakuierungsmaßnahmen,
- gesicherte und ausreichende Sichtbarkeit,
- beleuchtete oder hinterleuchtete Hinweispiktogramme entlang der Fluchtwege,
- Richtungsangaben für das sichere Erreichen der Notausgänge,
- vorgesehene Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung,
- Vermeidung von physiologischer Blendung.

### 21.2.3 Notbeleuchtung im Tunnel

Im Falle einer Unterbrechung der Stromversorgung, muss die Beleuchtungsanlage eine Mindestleuchtdichte von 1 cd/m<sup>2</sup> für einen Zeitraum von 30 min gewährleisten. Die gesamte Durchfahrtsbeleuchtung funktioniert ebenso als Notbeleuchtung. Diese ist wie oben beschrieben über mehrere Leitungen FTG100M1 eingespeist.

### 21.2.4 Notbeleuchtung in Technikräumen

In den Technikräumen sind autonome Notleuchten vorgesehen.

Die Spannungsversorgung ist in der Notleuchte integriert (Akkumulator), genauso wie das LED Leuchtmittel, die Kontrolleinheit, sowie eventuelle Prüf- und Fernmeldekomponenten.

### 21.2.5 Beleuchtungsberechnungen

Der Auftragnehmer ist verpflichtet von der gesamten Innenstrecke des Tunnels, sowie von den Fluchtwegen die Beleuchtungsberechnungen zu erstellen. Aus diesen muss klar hervorgehen, dass die geforderte, mittlere Beleuchtungsstärke der Notbeleuchtung gegeben ist.



Die Beleuchtungsberechnungen sind den Abnahme- und Wartungsunterlagen beizulegen.

## 21.3 BRANDMELDEANLAGE

### 21.3.1 Allgemeines

Die Anlage muss entsprechend den Bestimmungen und Auflagen der,

- Norm UNI 9795,
- Norm EN54, Teil 2,

realisiert werden.

### 21.3.2 Rauchmelder optisch

Das Brandmeldesystem ist begrenzt auf die Technikräume.

Optische, analoge Rauchmelder mit Relaisausgang und Verwaltung über die zentrale Hausleittechnik.

### 21.3.3 Brandmeldetasten

Druckknopfhandmelder mit potentialfreiem Ausgangskontakt und Arretierung für Aktivierung der akustischen Signalgeber.

## 21.4 BELEUCHTETE VERKEHRSZEICHEN

### 21.4.1 Normen und gesetzliche Vorschriften

Alle im Tunnel verwendeten Verkehrszeichen sind als beleuchtete Verkehrszeichen ausgeführt.

Die in diesem Abschnitt genannten Verkehrszeichen entsprechen dem Gesetzgebenden Dekret Nr. 285 vom 30/04/1992, Kodex der Straße, sofern nichts anderes angegeben ist.

Die Anordnung ist gemäß den Vorschriften der Gesetzesverordnung Nr. 264 vom 05.10.2006, der ANAS Rundschreiben Nr. 7735 vom 08.09.1999 und den ANAS Richtlinien „Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente“, Ausgabe 2009.

### 21.4.2 Technische Eigenschaften

Im Interesse der internationalen Verständlichkeit beruht das beschriebene System von Verkehrszeichen auf der Verwendung von Formen und Farben, die für jede Klasse von Zeichen charakteristisch sind, sowie, wann immer möglich, auf der Verwendung von grafischen Symbolen anstelle von Aufschriften.

Alle im Tunnel installierten vertikalen hinterleuchteten Lichtzeichen sind mit selbstreflektierenden mikropismatischen Film überzogen und entsprechen mindestens der Klasse L2 gemäß EN 12899-1, damit auch bei fehlender elektrischer Einspeisung die Sichtbarkeit gewährleistet ist.

Alle im Tunnel installierten vertikalen hinterleuchteten Lichtzeichen werden von einem USV Verteiler gemäß Schemenplan eingespeist.

### 21.4.3 Konstruktive Eigenschaften

Signalschild für Tunnel bestehend aus einseitigem, beleuchtetem Gehäuse mit Tragstruktur aus Edelstahl der Güteklasse AISI 316 L. Blende aus selbst verlöschendem Material, mit hoher mechanischer Festigkeit, temperatur- und korrosionsbeständig, sowie gegen Kohlenwasserstoffe und UV-Strahlung.

## **21.5 PROGRAMMIERBARE ANZEIGETAFELN (PAT)**

### **21.5.1 Allgemeines**

### **21.5.2 Programmierbare Anzeigetafel**

An den Zufahrten sind programmierbare Anzeigetafeln (PAT) in LED Technologie vorgesehen, bestehend aus einem Wechselverkehrszeichen (WWW) als Full-Color Display. Das PAT verfügt über eine Kontrolleinheit zur Kommunikation und Diagnostik welche über einen Schnittstelle RS485 in die Feldebene eingebunden wird. Die Ansteuerung erfolgt über eine serielle Schnittstelle aus der SPS.

Die voreingestellten Straßenverkehrszeichen entsprechend dem Kodex der Straßenverkehrsordnung mit Zeichen laut Bestimmungen des D.P.R 495/92 werden in der SPS gespeichert.

## 21.6 AMPELANLAGE und SCHRANKEN

### 21.6.1 Allgemeines

Der Verkehr im gesamten Verkehrsknoten wird über ein automatisches Ampelsystem geregelt. Hierfür werden an verschiedenen Positionen Sperrquerschnitte errichtet und zwar an allen Portalen der Tunnels, sowie an den jeweiligen Zufahrtsstraßen.

### 21.6.2 Ampeln

Die Ampeln bestehen grundsätzlich aus drei runden Led-Lampen in den Farben rot, gelb und grün, mit einem Einzeldurchmesser von 300 mm und einem Kontrastpaneel. In einem Abstand von 150 m vor jedem Ampelquerschnitt werden dreieckige Ampelhinweisschilder montiert.

Die Steuerung und Regelung der Ampelanlage erfolgt über die zentrale Tunnel Leittechnik (SPS). Die Einspeisungen der Ampeln erfolgen ausgehend von den jeweiligen Technikräumen im Bereich der Portale.

### 21.6.3 Schranken

Die Schranken sind als schwenkbare, elektrifizierte Sperrvorrichtungen mit vertikaler Rotation für automatisierte Öffnung und Schließung.

Ovaler Schrankenbaum aus eloxiertem Aluminium, ausgestattet mit mit 6 roten LED Blinkleuchten hoher Lichtintensität. Die Blinkleuchten können manuell gesteuert werden sind aber auch an definierte Betriebszustände des Tunnels (Tunnelsperre) gekoppelt. In diesem Falle erfolgt die Ansteuerung über die zentrale SPS.

## 21.7 LEITEINRICHTUNGEN UND FLUCHTWEGE

### 21.7.1 Allgemeines

Die Sicherheitsbeleuchtung muss den Nutzern erlauben sich über die Fluchtwege in Sicherheit zu bringen, bzw. den Nutzern und den Rettungskräften die Erkennung der Sicherheitseinrichtungen für Brand und die Notrufstationen ermöglichen. Generell muss ein leuchtendes LED Element an beiden Seiten des Tunnels angebracht sein, mit der Zweifachen Funktion, zum Einen die Beleuchtung des Fluchtweges und zum Zweiten die Erkennung der notwendigen Fluchtrichtung.

### 21.7.2 Grundlagen

Die Evakuierungsbeleuchtung ist im Dekret „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol [2]“ nicht gefordert. Die „Richtlinie für Ausstattung und Betrieb von Straßentunnel, RABT, [4]“ und die „Richtlinie der ANAS über die Sicherheit in Straßentunneln [3]“ fordern jedoch den Einbau einer Evakuierungsbeleuchtung.

### 21.7.3 Evakuierungs- und Fahrbahnbegrenzungsbeleuchtung

Die Evakuierungsbeleuchtung wird durch die LED Fahrbahnbegrenzung realisiert. Diese Leuchte ist mit einem Zwischenabstand von 12,5 m im Gehsteig eingebaut, mit 3 LED Elementen ausgerüstet und zwar,

- Zeile mit 6 weißen LED in Fahrtrichtung (immer eingeschaltet),
- Zeile mit 6 roten LED entgegen der Fahrtrichtung (immer eingeschaltet).

### 21.7.4 Fluchtwege

Die Fluchtwege werden durch zwei verschiedene Typen von Beschilderungen angezeigt, die Fluchtwegkennzeichnung für flüchtende Personen bei der Selbstrettung und die Fluchtwegbeschilderung für Wahrnehmung und Orientierung während der Fahrt. Beide Beschilderungen zeigen die Distanz zum nächsten Notausgang in beiden Fluchtrichtungen an.

## 21.8 KAMERA ÜBERWACHUNGSANLAGEN

### 21.8.1 Bestimmung der Anlage

Videoanlage ausgestattet für die Kontrolle von Tunnelabschnitten und Einfahrtsbereichen.

Bezugsnormen,

- Norm CEI 79-3, Faszikel 3680C, Kapitel 6,
- Norm CEI 12-43, Faszikel 4145,
- Richtlinie CT 48, CT 52 e CT 100.

### 21.8.2 Auswahl- und Installationskriterien

Die Materialauswahl und die Zusammensetzung der Kameraüberwachungsanlage ist in Anbetracht der verschiedenen Anforderungen, sowie der Einsatzorte festzulegen und obliegt,

- Festlegung des Überwachungsbereichs und der Anzahl der erforderlichen Kameras,
- Auswahl der technischen Eigenschaften der Kameras in Abhängigkeit der räumlichen Einsatzbedingungen,
- Type, Leistung und Montageort der Kameras in Abhängigkeit der Umgebungsbeleuchtung,
- Auswahl des Anlagetyps und der Art der Verbindungskabel,
- Konfiguration der Kontroll- und Steuerzentrale,
- Festlegung der Funktionsarten und Arbeitsabläufe.

### 21.8.3 Kamera

Die Kameras sind das erste Glied der Signalaufzeichnung und stehen an vorderster Stelle des gesamten Kontroll- und Überwachungssystems. Die Auswahl der Kameras, mit den entsprechenden Eigenschaften und Einsatzorten, sind ausschlaggebend für eine effiziente Anlage.

Grundlegende Daten und Eigenschaften,

- erforderliche, minimale Grundbeleuchtung in Funktion der Blende des Objektivs,
- Auflösung,

- Verhältnis Signal-Störabstand (min. > 40 dB),
- Ausgangspegel (von 0,7 – 1,0 Vpp),
- charakteristische Ausgangsimpedanz (normal 75 ohm),
- Auswahl der geeigneten Optik in Abhängigkeit der räumlichen Bedingungen.

#### 21.8.4 Positionierung und Montage

Die Videokameras werden in der Mitte der Fahrbahn in einer Höhe von ca. 5,40, in allem Falle jedoch unter Einhaltung der architektonischen Vorgaben der Gewölbe, angebracht.

#### 21.8.5 Monitor

Monitor mit Maßen und technischen Eigenschaften entsprechend den Projektangaben.

#### 21.8.6 Zusatz- und Ausbaugeräte

Die eingesetzten Zusatz- und Ausbaugeräte wie,

- Anzahl der eingesetzten Monitore,
- Anzahl jeder einzelnen Kamera,
- Betrieb über Notstromversorgung,
- Schutzgehäuse für Innen-, bzw. Außenmontage,
- Aufzeichnung der Bildfolgen,
- Verschiedenes.

bestimmen den Ausbau- und Leistungsstandard der Anlage und sind in den Projektdaten angegeben.

#### 21.8.7 Leistungsumfang

Lieferung und Montage der Kameraüberwachungsanlage, einschließlich allen Zubehörs, sowie erforderlichem Klemm- und Kleinmaterial. Die Installationsfirma muss einen genauen Installationsplan mit angegebener Leitungsführung, Klemmenbelegung, Beschriftungen und Erklärungen anfertigen und dem Auftraggeber bei Inbetriebnahme der Anlage übergeben.



## 21.9 VERKEHRSZÄHLUNG

### 21.9.1 Allgemeines

System zur Verkehrszählung, ausgestattet mit einer Reihe von Funktionen, wie die einfache Zählung der Fahrzeuge, von Mehrspurklassifikationen, sowie der Aktivierung in Echtzeit vom Nutzer definierter Abläufe.

### 21.9.2 Induktionsschleifen

Induktionsschleife für die Erkennung der Überquerung von magnetischen Massen eines überwachten Bereiches.

Technische Eigenschaften,

- Induktionsschleife mit Verlegung in rechteckiger Form,
- Abmessungen der Schleife 2x1 m (Straßenbreite x Straßenlänge),
- Schleife ausgeführt mit isolierten Kupferleitern min. Querschnitt 0,5 mm<sup>2</sup>,
- Schleife ausgeführt mit jeweils 4 unverdrillten Windungen,
- Zuleitung von der Steuerzentrale zur Schleife mit verdrehten Kupferleitern mit min. 10 Drillingen pro Meter,
- gelötete Leiterverbindungen, geschützt mit entsprechenden Feuchtraum Abzweigdosen.

Bei Vergrößerung der Schleifenbreite auf 3 m, zur Abdeckung von erhöhten Fahrbahnbreiten, darf die Schleife jeweils nur mit 3 unverdrillten Windungen, an Stelle von 4 Windungen, ausgeführt werden.

### 21.9.3 Detektor/Steuereinheit

Schleifendetektor/Steuereinheit für Verkehrszählung und zur Klassifizierung von Fahrzeugen mittels Auswertung der gemessenen Hüllkurve (pattern recognition) von erfassten Fahrzeuge durch eine Induktionsschleife.

Steuereinheit komplett mit Netz-Schnittstelle für den Zugriff über beliebige Standard-Informatik Systeme.

Konfiguration und Kontrolle über Palmtop oder Laptop mittels entsprechender Software, enthalten im Lieferumfang der Steuereinheit, oder über Internet Explorer.

Leistungsmerkmale,

- Zählung der Fahrzeuge,
- Erkennung der Fahrtrichtung,
- Ermittlung der Geschwindigkeit, Fahrzeuglänge, Zeitlücke (Zeitintervall zwischen Fahrzeugen in Sekunden) und Klassifizierung jedes einzelnen durchfahrenden Fahrzeuges durch Auswertung der elektrischen Impulslängen oder durch Analyse des elektromagnetischen Profils,
- Datenspeicherung jedes einzelnen Fahrzeuges,
- verschiedene Statistiken laut Nutzeranforderungen und entsprechende Analysen,
- Auswertung in Echtzeit,
- Zugriff auf alle Daten über Palmtop, Laptop oder über Netzwerk-Rechner, GSM oder ISDN,
- Einbindung in ein bestehendes Kontrollsystem über Webserver, FTP Server oder über SOAP Protokoll,
- Betriebssystem Windows CE.

#### 21.9.4 Leistungsumfang

Einschließlich der Lieferung und Verlegung der Induktionsschleifen in der Fahrbahndecke im Asphalt an der Tunneleinfahrt, bzw. den im Projekt angegebenen Positionen, in entsprechenden Abmessungen und Formen zur Abdeckung der notwendigen Fahrbahnbreiten, der notwendigen Rohre, sowie der Fräsung des Asphalts mit nachträglicher Versiegelung.

Komplett mit allem Zubehör für die Anbringung und Befestigung der Bauteile, der Programmierung, der Inbetrieb- und Abnahme, sowie aller Leistungen für eine betriebsfertige und den Regeln entsprechende Montage.

## 21.10 HÖHENKONTROLLE

### 21.10.1 Allgemeines

An der Einfahrt in den Tunnel wird zur oberen Begrenzung des Verkehrsraumes ein Höhenkontrollsystem realisiert. Dieses verhindert, dass Fahrzeuge mit einer Höhe größer 5,05 m in den Tunnel einfahren und schützt die Installationen oberhalb des Verkehrsraumes.

### 21.10.2 Systemaufbau

Die Höhenkontrolle als Infrarot Laserdetektor funktioniert auf Basis eines eng fokussierten und modulierten Infrarots Laserlichtes in Arbeitsweise als Reflexlichtschranke. Beim Passieren der Höhenkontrolle durch ein Fahrzeug, welches die zugelassene maximale Höhe von 5,05 m überschreitet, muss diesem die Einfahrt in den Tunnel verwehrt werden. Die Möglichkeit zum sicheren Wenden kann nur am Rettungsplatz im Vorportalbereich bei gesperrtem Tunnel gegeben werden. Dies wird durch dem vorprogrammierten Ablauf zwischen Höhenkontrolle, automatischem Schrankensystem, Lichtsignalanlagen und veränderbare Anzeigetafeln erreicht.

## **21.11 FUNKANLAGEN**

### **21.11.1 Allgemeines**

Beim Übergang vom freien Gelände in einen Tunnel reißt jede Funkverbindung kurz nach der Tunneleinfahrt ab. Für Fahrzeuge des Straßenbetreibers und solchen mit Sicherheitsaufgaben wie Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst ist es daher erforderlich, dass sowohl während der Durchfahrt durch den Tunnel als auch zur Aufrechterhaltung der Kommunikation bei Ereignissen im gesamten Tunnel, ein unterbrechungsfreier Funkverkehr zu den jeweiligen Leit- bzw. Einsatzzentralen, bzw. zwischen den mobilen Funkgeräten (tragbare Funkgeräte mit 1 Watt Sendeleistung) im Tunnel untereinander, sichergestellt ist.

Zum Zwecke der Erhöhung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer im Tunnel ist auch die Übertragung mindestens eines Radioprogramms mit Verkehrsinformationen und gegebenenfalls Verhaltensanweisungen durch die zuständige Verkehrsleitzentrale oder über die Betriebsstation vorgesehen.

Die Abteilung Brand- und Zivilschutz der Autonomen Provinz Bozen errichtet die Funkanlage.

### **21.11.2 Leistungsumfang**

Umfang dieses Projektes ist die Bereitstellung aller erforderlichen Leerrohre zu den vorgegebenen Positionen für die Anbringung der Feldgeräte, der Schränke zum Einbau der genannten Anlagen, der Schnittstellen, sowie der Allgemeinen- und der Sicherheitsstromversorgungen für die Realisierung der Funkanlage durch die Abteilung Brand- und Zivilschutz der Autonomen Provinz Bozen.

## **21.12 ZENTRALE LEITTECHNIK**

### **21.12.1 Zielsetzung**

Zur Überwachung und Bedienung, bzw. Steuerung und Regelung der verkehrstechnischen Einrichtungen wird eine hochverfügbare SPS nach Industriestandard aufgebaut.

Der gesamte, neu zu errichtende Anteil der zentralen Leittechnik wird in das bestehende Prozessleitsystem eingebunden und über dieses verwaltet.

Der gesamte und spezifische Aufbau des Automatisierungssystems ist in den Ausführungsplänen detailliert beschrieben.