



Projekt/progetto:

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

AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO

0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigegeben/approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN
Ressort für Bauten
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
Dipartimento ai lavori pubblici
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**BETRIEBSTECHNISCHE
AUSSTATTUNG
SPEZIFISCHER TECHNISCHER
BERICHT**

titolo del documento:



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

PLANUNGSGRUPPE

c/o EUT Engineering GmbH
Dantestraße 134, 39042 Brixen

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

c/o EUT Engineering GmbH
Dantestraße 134, 39042 Brixen



Dokument/documento:

BV-EM-780

Einlage Nr./allegato n.:

8-30

INHALTSVERZEICHNIS

1	GEGENSTAND	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Gesetzliche Vorschriften	3
1.3	Allgemeine Beschreibung des Bauwerkes	3
1.4	Struktur des Bauwerks	4
1.5	Klassifizierung	4
2	ELEKTRISCHE ANLAGEN	6
2.1	Vorgaben	6
2.2	Normen und gesetzliche Grundlagen	6
2.3	Netzeinspeisung	6
2.4	Anschlussleistungen	7
2.5	Anlagen	7
3	VERLEGESYSTEME	8
4	STARKSTROMANLAGEN	9
4.1	Hauptverteiler (power center)	9
4.2	Hauptleitungen	9
4.3	Unterverteiler	10
5	BELEUCHTUNG	11
5.1	Lichtinstallation allgemein	11
5.2	Beleuchtung Außenbereiche und Zulaufstrecken	11
5.3	Tunnelbeleuchtung	11
5.3.1	Dimensionierung der Beleuchtungsanlage	13
5.3.2	Definition der Beleuchtungsklasse	13
5.3.3	Beleuchtung der Innenstrecke	15
5.3.4	Beleuchtung der Einfahrtsstrecke	15
5.3.5	Tunnel Raststation - Südportal	16
5.3.6	Tunnel Raststation - Nordportal	18
5.3.7	Tunnel Vahrn - Südportal	20
5.3.8	Tunnel Vahrn - Nordportal	22
5.3.9	Einspeisung	24
5.3.10	Steuerung	24
5.3.11	Montage	25
5.4	Notbeleuchtung	25
6	NETZERSATZANLAGEN	26
7	ERDUNGSANLAGEN	27
8	BELÜFTUNG	28
9	TECHNOLOGISCHE SICHERHEITSMÄßNAHMEN	29
9.1	Notrufstationen	29
9.2	Funkanlagen	29
9.3	Feuerlöscher	29

9.4	Beleuchtete Beschilderung	30
9.4.1	Höchstgeschwindigkeit und Überholverbot	30
9.4.2	Hydrant	30
9.5	Höhenkontrolle	30
9.6	Ampel, Schranke	31
9.6.1	Ampel	31
9.6.2	Schranke	31
9.7	Automatisches Alarmsystem	32
9.8	Brandmeldeanlage	32
9.9	Telefonanlagen	32
9.10	Strukturierte Verkabelung Glasfasernetz	32
9.11	Videoüberwachung	33
10	BAULICHE SICHERHEITSMÄßNAHMEN	35
10.1	Notausgang	35
10.2	Fluchtwege	35
10.3	Haltebuchten	35
10.4	Rettungsplätze	36
10.5	Entsorgungsanlagen für Wasser	36
11	BETRIEBSLEITTECHNIK	37
11.1	Zielsetzung	37
11.2	Prozessleittechnik	37
11.2.1	Bereichsleitebene	37
11.2.2	Feldebene	38
11.2.3	Bedienhierarchien	39
11.2.4	Bedienebenen / -oberflächen	39
11.2.5	Alarmer und Meldungen	40
11.2.6	Systemobjekte	40
11.3	Softwarefunktionen	41
11.3.1	Anzeigenkomponenten	41
11.3.2	Programmierbare Anzeigetafel (PAT)	41
11.3.3	Ampeln	42
11.3.4	Schranken	43
12	KLIMAANLAGEN TECHNIK RÄUME	45
13	RICHTLINIEN UND BESTIMMUNGEN	46

1 GEGENSTAND

1.1 Einleitung

Gegenständliches Projekt beinhaltet die Arbeiten und Leistungen für die Lieferung und Montage der Elektro- und Signalanlagen des Tunnels.

Die Ausrichtung der Umfahrungsstraße entspricht in etwa der Nord-Süd-Achse. Die Trasse führt von der Abzweigung Brixen Nord in einer Höhe von 580 m ü.d.M. zum Knoten Vahrn Nord in einer Höhe von 630 m ü.d.M., dies ergibt eine durchschnittliche Steigung von Süd nach Nord von 3 %.

1.2 Gesetzliche Vorschriften

Projektierung und Ausführung der Elektro- und Sicherheitsanlagen, entsprechend den gesetzlichen Vorgaben und geltenden Sicherheitsnormen, insbesondere der EG-Richtlinie 54/04, umgesetzt durch Legislativdekret Nr. 264 vom 05.10.2006, dem ANAS-Rundschreiben Nr. 7735/99, den ANAS-Richtlinien von 2006 und 2009 über die Sicherheitsplanung in Straßentunneln und den funktionellen Normen und Richtlinien für die Planung und den Bau von Tunneln der Autonomen Provinz Bozen Südtirol, Abteilungen 10 und 12.

Die Ausführung der Elektroarbeiten erfolgt unter Berücksichtigung aller Gesetze in geltender Fassung zum Zeitpunkt der Durchführung der Leistungen, im Besonderen entsprechend den technischen Normen CEI, UNI EN, CIG UNEL, den Richtlinien des ENEL, bzw. des örtlichen Netzbetreibers, der TELECOM Italien, der IMQ Kennzeichnung oder entsprechenden Organismen für Elektromaterialien.

1.3 Allgemeine Beschreibung des Bauwerkes

Das gegenständliche Teilstück, als Bestandteil der Gesamt-Umfahrung von Brixen und Vahrn der SS12, Brenner-Staatsstraße, beinhaltet die Umfahrung der Ortschaft Vahrn.

Es handelt sich dabei um die Anbindung an die bestehende Umfahrung Brixen im Norden, den Bau von zwei Teilbereichen einer Verlängerung der Staatsstraße Richtung Vahrn, den Bau von zwei einröhrigen, zweispurigen Gegenverkehrstunnels, sowie um die Anbindung an der bestehenden Staatsstraße im Norden von Vahrn.

Dies ergibt für das vorgesehene Teilstück folgende Bereiche, ausgehend vom Anschluss im Süden,

- Anbindung an die bestehende Umfahrung Brixen an der Kreuzung Brixen Nord bei km 3,0+160,000,
- von km 3,0+160,000 bis zu km 3,0 +261,000 Weiterführung der Staatsstraße,
- von km 3,0+261,000, Südportal Tunnel „Autogrill“, bis zu km 3,0+516,000, Nordportal Tunnel „Autogrill“, um einen Tunnelbau in offener Bauweise mit Rechteckquerschnitt,
- von km 3,0+516,000 bis zu km 3,0 +800,000 Weiterführung der Staatsstraße,
- von km 3,0+800,000, Südportal Tunnel „Vahrn“, bis zu km 4,0+390,000, Nordportal Tunnel „Vahrn“, um einen Tunnelbau in offener Bauweise mit Rechteckquerschnitt,
- von km 4,0+390,000 bis zu km 4,0 +700,000 Weiterführung der Staatsstraße und Einmündung in den neuen Knoten Vahrn Nord.

Die Fahrspuren in den Tunnels sind jeweils 4,25 m breit, die beidseitigen Gehsteige 1,00 m und dienen sowohl zur Abgrenzung des Verkehrsweges als auch zur Schaffung eines sicheren Fußgängerbereiches.

Die gesamten Elektroanlagen der Umfahrung von Vahrn werden als Abgang von den bestehenden Infrastrukturen der Umfahrung Brixen in Niederspannung von 3x400 V, eingespeist.

Das Power Center, sämtlichen Schalt- und Schutzmaßnahmen, sowie die Kontrolleinrichtungen werden in den Betriebsräumen im Nahbereich des Südportals des Tunnels „Vahrn“ untergebracht.

Ausgehend von den Betriebsräumen am werden sämtliche elektrischen Verbraucher, über entsprechend dimensionierte Verlegsysteime im Unterboden der Gehsteige über Leistungs- und Signalkabel eingespeist, überwacht und gesteuert.

Die Ausstattung der Elektroinstallation beinhaltet alle erforderlichen und nötigen Anlagen, von der Netzeinspeisung zu den hochtechnologischen Kontroll- und Visualisierungssystemen, für einen einwandfreien Betrieb und eine sichere Führung des Tunnels und sind auf Bauteile und Technologien der letzten Generation aufgebaut.

1.4 Struktur des Bauwerks

Die Struktur des Tunnels gliedert sich in nachstehende Bereiche,

- Kreuzung Brixen Nord mit Anbindung an die Umfahrung Vahrn,
- Weiterführung der Staatsstraße SS12,
- Südportal des Tunnels „Autogrill“,
- Tunnel „Autogrill“
- Nordportal des Tunnels „Autogrill“,
- Weiterführung der Staatsstraße SS12,
- Freifläche mit Betriebsgebäude,
- Südportal des Tunnels „Vahrn“,
- Tunnel „Vahrn“
- Nordportal des Tunnels „Vahrn“,
- Weiterführung der Staatsstraße SS12,
- Kreuzung Umfahrung Vahrn Nord mit Einmündung in die bestehende Staatsstraße SS12.

1.5 Klassifizierung

Es werden die Richtlinien oder Dekrete der Autonomen Provinz Südtirol Vorgaben berücksichtigt. Für darüber hinaus gehende Fragestellungen werden auf Vorgaben oder Empfehlungen aus der Italienischen Richtlinie zur Tunnelsicherheit der ANAS, der Deutschen Richtlinie RABT und den Österreichischen Richtlinien RVS zurückgegriffen.

Beide Tunnelbauwerke Gegenstand des hier beschriebenen Projektes sind einröhrige, zweispurige Gegenverkehrstunnel mit rechteckigem Querschnitt. Das gegenständliche Projekt wird gem. der Richtlinie „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ (DLH Nr. 28 vom 27. Juni 2006) wie folgt klassifiziert:

Tunnel	Klassifizierung Autonome Provinz Bozen
Raststation	D
Vahrn	C

2 ELEKTRISCHE ANLAGEN

2.1 Vorgaben

Bei gegenständlichem Bauwerk handelt es sich um den Neubau von Straßentunnels mit hohem Verkehrsaufkommen über den gesamten Jahreszeitraum.

Bei der Projektierung wird größtes Augenmerk auf die Sicherheit und unterbrechungsfreie Nutzbarkeit der elektrischen Anlagen, die Wirtschaftlichkeit bei der Errichtung, vor allem aber auf einen störungsfreien Betrieb, sowie auf eine problemlose Führung des Bauwerkes und der Anlagen gelegt.

Projektierung der Elektroanlagen

Bei der Planung und Installation der elektrischen Anlagen wird größter Wert auf die Verwendung und den Einsatz von umweltverträglichen Baustoffen gelegt.

Des Weiteren kommen eine Reihe von Energie einsparenden Systemen zum Einsatz, wie,

- Tageslicht geführte und Leistung optimierte Beleuchtungsanlagen,
- zentrale Überwachung der elektrischen Anlagen und Verbraucher über rechnergeführtes Bussystem zur Führung und Kontrolle des gesamten Tunnels und zur Reduzierung von Stör- und Anlagenausfällen (HLT).

2.2 Normen und gesetzliche Grundlagen

Die gesamten Anlagen, sowie alle vorgesehenen Lieferungen und Leistungen, werden geplant und ausgeführt in Einklang mit,

- den entsprechenden Normen, Vorschriften und Bestimmungen laut CEI, IEC, CIE, EN, ISO, StVO, RILSA, VDE und DIN. in geltender Fassung,
- den Richtlinien und Vorschriften der Sanitätsbehörden,
- den Anschlussbedingungen des lokalen Elektrizitätsversorgungsunternehmens,
- den baupolizeilichen und behördlichen Vorschriften der Gemeinde, sowie der Autonomen Provinz Bozen,
- allen gültigen Gesetzen, Erlassen, Verordnungen und Richtlinien der Aut. Provinz Bozen, sowie der städtischen und staatlichen Aufsichtsbehörden.

2.3 Netzeinspeisung

Die Versorgung mit elektrischer Energie für das gesamte Bauwerk erfolgt über die bestehenden Elektro-Infrastrukturen der Umfahrung Brixen.

2.4 Anschlussleistungen

Die erforderlichen Anschlussleistungen ergeben sich aus der Summe der installierten Leistungen der verschiedenen Verbraucher und Anlagen der jeweiligen Bereiche des gesamten Bauwerkes unter Berücksichtigung eines angenommenen Gleichzeitigkeits- und Nutzungsfaktors.
Die erforderliche Anschlussleistungen, bzw. max. Verbrauchsspitzen betragen,

- gesamte Umfahrung Vahrn mit Beleuchtung der Tunnels und der Zulaufstrecken, sowie der technologischen Anlagen und der allgemeinen Verbraucher,
- installierte Leistung ca. 115 kW
- Verbrauchsleistung ca. 70 kW

2.5 Anlagen

Die elektrischen Anlagen umfassen nachstehende Hauptgruppen,

- Verlegsysteme
- Hauptverteiler (power center)
- Hauptleitungen
- Unterverteiler
- Lichtinstallation allgemein
- Beleuchtung Außenbereiche
- Beleuchtung Tunnel
- Starkstromanlagen
- Notbeleuchtung
- Netzersatzanlagen
- Erdungsanlage
- Brandmeldeanlage
- Telefonanlagen
- Strukturierte Verkabelung
- Einbruchmeldeanlagen
- Videoüberwachung
- Überwachung und Visualisierung
- Sonderanlagen für Tunnels
 - Anzeigetafeln (PAT)
 - Verkehrszählung
- Klimaanlage Technikräume

3 VERLEGSYSTEME

Horizontales Verlegsysteem 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.

Horizontales Verlegsysteem 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.

Horizontales Verlegsysteem 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.

4 STARKSTROMANLAGEN

Die Ausstattung der einzelnen Bereiche, sowie der allgemeinen Anlagen, erfolgt laut den entsprechenden Unterlagen und Auflagen des Auftraggebers.

Dimensionierung und betriebsfertige Ausführung von Anschlüssen und Einspeisungen für feste Maschinen entsprechend den jeweiligen Erfordernissen und Angaben des Herstellers.

4.1 Hauptverteiler (power center)

Hauptverteilerschränke, Power Center, entsprechend den Vorschriften CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1, IEC 439-1), in anreihbarer Ausführung, Farbe Grau RAL 7035, ausgestattet mit entsprechenden Stromschienensystemen, abschließbaren Glastüren in Stahlblech, Sockel mit Besichtigungsluke, Abschlussblechen, Trennelementen für die geforderte Schutzart und dem entsprechenden Schutzgrad.

Entsprechend,

- CEI 70-1, 2. Ausgabe,
- EN 60529,
- IEC 529,

mit folgenden technischen Eigenschaften,

- Nennisolationsspannung 690 V,
- Betriebsspannung 400 V,
- Schienensystem 3P+N,
- Schutzart 2B,
- Isolationsklasse 1
- Schutzklasse intern IP20,
- Schutzklasse extern IP30/31.

Vom Hauptverteiler ausgehend erfolgt die sternförmige Verteilung zu den einzelnen Unterverteilern in den Stockwerken, bzw. Gebäudebereichen.

4.2 Hauptleitungen

Für die Einspeisung der Unterverteiler (Steigleitungen) ab HVT, bzw. die Versorgung der Geräte und Maschinen kommen Kabel und Leiter,

- flammenhemmend
- (CEI EN 60332-1-2),
- feuerhemmend
- (CEI EN 50266-2-4),
- halogenfrei,

mit geringer Gasemission (CEI 20-37/4-0), zur Anwendung.

Für Anlagen mit erhöhten Brandschutzanforderungen kommen ausschließlich Kabel und Leiter,

- flammenhemmend
- (CEI EN 60332-1-2),
- feuerhemmend
- (CEI EN 50266-2-4),
- feuerfest
- (CEI 20-36),
- halogenfrei,

mit geringer Gasemission (CEI 20-37/4-0), zur Anwendung.

4.3 Unterverteiler

Unterverteilerschränke entsprechend den Vorschriften CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1, IEC 439-1), als Einzelschränke, Farbe Grau RAL 7035, abschließbaren Glastüren in Stahlblech, Sockel mit Besichtigungs-luke, Abschlussblechen, Schutzgrad IP 30. Ausführung in Stahlblech von 15/10, Isolationsklasse 1.

Von den Unterverteilern ausgehend erfolgt die sternförmige Einspeisung der einzelnen Verbraucher des Bauwerkes.

Unterbringung des Unterverteilers in geeignetem, getrenntem und belüftetem Technikräumen entsprechender Brandschutzklasse.

Aufbau der Unterverteiler mit Schutzmaßnahmen durch,

- Schutz der Leiter gegen Überstrom durch Selbstschalter mit magnetischer und thermischer Auslösung,
- automatische Abschaltung der Versorgungsspannung durch Erdung der Spannung führenden Teile und Schutz durch Fehlstromschalter $I(dn)=.... \text{ mA}$,
- Schutz gegen direkte Berührung durch Isolierung mit Schutzgrad mindestens IPXXB.

5 BELEUCHTUNG

5.1 Lichtinstallation allgemein

Die Beleuchtungsausstattung der einzelnen Räume und der allgemeinen Bereiche erfolgt entsprechend den gestellten Anforderungen.

5.2 Beleuchtung Außenbereiche und Zulaufstrecken

Die Außenbeleuchtung der jeweiligen Bereiche, bzw. Bauwerke erfolgt auf Basis der entsprechenden Anforderungen und betrifft,

- die Sammelstellen an den Portalen,
- den Freiraum vor Betriebsgebäude.

Leuchtentypen,

- Leuchtkörper auf Metallmasten mit LED Hochleistungsstrahlern zur Ausleuchtung der Rettungsplätze,
- Feuchtraum Wannenleuchten mit T16 Langfeldröhren in den Technikräumen.

Steuerung Beleuchtung,

- Steuerung der Außenbeleuchtung der Sammelstellen und des Freiraumes vor dem Betriebsgebäude über Bewegungsmelder.

5.3 Tunnelbeleuchtung

Fließender Verkehr im Tunnel ist direkt gebunden an das visuelle Wohlbefinden und dem Komfort der Verkehrsteilnehmer. Wohlbefinden und Komfort der Verkehrsteilnehmer sind grundlegende Eigenschaften eines Straßentunnels und sind das Ergebnis einer richtig dimensionierten Beleuchtungsanlage.

Gemäß der Richtlinie 2004/54/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz ist für den Normalbetrieb eine Beleuchtung vorzusehen, die für die Fahrzeugführer sowohl im Einfahrtbereich als auch im Innern des Tunnels bei Tag und Nacht angemessene Sichtverhältnisse sicherstellt.

Das Ministerialdekret vom 14/09/2005 sieht vor, dass die Beleuchtung der Straßen- und Autobahntunnels, mit komplett oder teilweise motorisiertem Verkehrsteilnehmern, bestehend oder neu zu errichtend, gemäß den Bestimmungen der UNI 11095/2003 und nachfolgende Änderungen (mittlerweile ersetzt durch die Version November 2011) zu projektieren und zu überprüfen ist.

Gegenstand dieser Beschreibung ist die Beleuchtungsanlage im Tunnel Raststation und Tunnel Vahrn und die Beleuchtungsanlage der offenen Teilstrecken.

Die Beleuchtungsanlage setzt sich aus drei Teilen zusammen:

- Beleuchtung im Normalbetrieb,
- Notbeleuchtung,
- Fluchtwegbeleuchtung.

Die Beleuchtungsanlage muss bei Projektgeschwindigkeit ein sicheres Durchfahren des Tunnels in jeder Tages- und Nachtsituation ermöglichen. Die schwerwiegendste Situation ist jene der Einfahrtsbeleuchtung bei Tageslicht. Von dem Moment an, an welchem der Fahrzeuglenker in einem Abstand zum Portal zwischen Haltesichtweite und Portal selbst ist, muss dieser einen Straßenabschnitt im Tunnelinneren kontrollieren. Das Auge des Fahrzeuglenkers ist an die hohe Außenleuchtdichte gewöhnt und der Effekt eines Schwarzen Loches muss vermieden werden, um es dem Auge zu ermöglichen eventuelle Hindernisse im Tunnelinneren zu erkennen. Dies ist nur durch die Schaffung einer hohen Einfahrtsleuchtdichte, in Bezug auf die Außenleuchtdichte, möglich. Im Normalbetrieb somit hat die Beleuchtungsanlage im Tunnel die Aufgabe im Einfahrtsbereich eine verstärkte Beleuchtung zu erzeugen, wessen Höchstwert, Ausdehnung und Verlauf durch die Außenleuchtdichte und der Fahrgeschwindigkeit gegeben ist, welche dann in Richtung Tunnelinneren abnimmt und in die Durchfahrtsbeleuchtung übergeht.

Ein Hindernis im Bereich der Tunneleinfahrt muss aus einem Abstand sichtbar sein, welcher ein sicheres Anhalten des Fahrzeuges ermöglicht: Haltesichtweite.

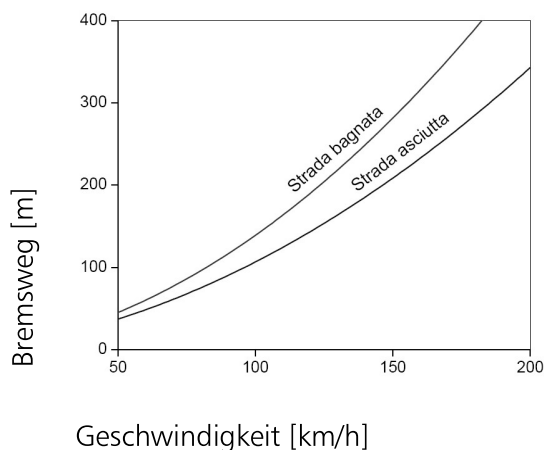


Fig.: Bremsweg in Abhängigkeit der Geschwindigkeit bei Steigung null.

Die Einfahrtsleuchtdichte basiert ebenso auf die Umgebungsleuchtdichte des Sichtfeldes ± 30 horizontal und ± 20 vertikal bei einem Abstand vom Portal gleich der Haltesichtweite.

Die Abhängigkeit der Umgebungsleuchtdichte ist die Formation einer sog. Schleierleuchtdichte, welche den Kontrast eines Hindernisses und somit auch seine Erkennbarkeit reduziert. Die Leuchtdichte in der Einfahrtszone welche notwendig ist um das Hindernis sichtbar zu machen, ist proportional zur Schleierleuchtdichte und abhängig vom eingesetzten Leuchtentyp. Die Einfahrtsleucht-

dichte nimmt in Richtung Tunnelinneren ab, da sich das Auge an die Beleuchtungssituation anpasst bis die Leuchtdichte der Innenstrecke erreicht ist.

Der Übergang von der Einfahrtsleuchtdichte zur Leuchtdichte der Innenstrecke ist durch eine lange Transitionsstrecke gegeben, in welcher die Leuchtdichte gemäß dem normalisierten Verlauf in der Abbildung abnimmt. Die Leuchtdichte in der Einfahrtszone ist anfangs konstant und nimmt im Tunnelinneren ab, entspricht bei einem Abstand zum Portal gleich der Haltesichtweite einer Reduktion von 40% und nimmt weiterhin ab, in der sogenannten Anpassungszone. Die Ausdehnung ist in Sekunden gemessen, da das Auge unabhängig von der Geschwindigkeit dieselbe Zeit zur Anpassung benötigt.

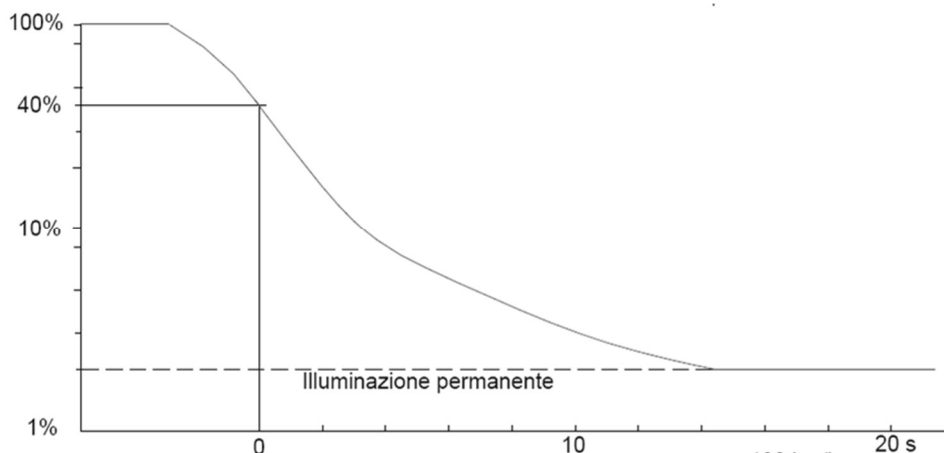


Fig.: Normalisierter Verlauf der Leuchtdichte in der Transitionszone

5.3.1 Dimensionierung der Beleuchtungsanlage

(siehe Dokument: Beleuchtungsberechnung Tunnel)

Die Beleuchtung im Normalbetrieb setzt sich somit zusammen aus:

- Beleuchtung der Innenstrecke,
- Einfahrtsbeleuchtung.

5.3.2 Definition der Beleuchtungsklasse

Die lichttechnischen Anforderungen an die Beleuchtung werden durch Gütemerkmale beschrieben. Die wichtigsten sind

- Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke und deren Gleichmäßigkeit,
- Blendungsbegrenzung,
- Farbwiedergabe.

Die Gütemerkmale der Beleuchtung gelten für die Dunkelheit. Die Mindestwerte einzelner Gütemerkmale können sich während der Nacht und der Jahreszeiten ändern, zum Beispiel aufgrund der veränderten Verkehrsdichte und der Umgebungshelligkeit. Die Gütemerkmale der Beleuchtung ba-

sieren auf die vorherrschende Verkehrssituation. Diese wird durch die Beleuchtungssituation A1 bis E2 gemäß EN 13201 erfasst. Die Beleuchtungssituation beschreibt die wichtigsten Verkehrskriterien, wie:

- die Geschwindigkeiten der Hauptnutzer des Verkehrsweges,
- die Benennung der Hauptnutzer,
- die weiterhin auf dem Verkehrsweg zugelassenen Nutzer,
- die auf dem betreffenden Verkehrsweg nicht zugelassenen Nutzer.

Die hier beschriebene Straße ist nach UNI EN 13201 wie folgt definiert:

Typische Geschwindigkeit des Hauptnutzers	> 60 km/h
Hauptnutzer	motorisierter Verkehr
Andere zugelassene Nutzer	keine
Ausgeschlossene Nutzer	langsam fahrende Fahrzeuge, Radfahrer, Fußgänger

Die somit ermittelte Beleuchtungssituation entspricht der Situation A1.

Den Beleuchtungssituationen, die die wesentlichen verkehrlichen Daten der Straße beschreiben, sind in EN 13201-1 Beleuchtungsklassen zugeordnet, mit denen die lichttechnischen Planungsgrößen festgelegt sind. Je nach Kriterium der Bewertung der Berechnung sind verschiedene Klassen vorgesehen. Im hier beschriebenen Fall ist dies die Klasse ME.

Die ME-Klassen sind zur Anwendung auf Verkehrswegen für motorisierten Verkehr vorgesehen, auf denen mittlere bis höhere Geschwindigkeiten zugelassen sind. Die Anwendung der ME-Klassen setzt jedoch Straßenabschnitte mit Sichtweiten von mindestens 60 m voraus. Für kürzere Sichtweiten wären die CE-Klassen als Ergebnis heranzuziehen.

Auslegungsdaten für den Tunnel Raststation und den Tunnel Vahrn:

Verkehrsfluss	4.000 - 7.000 Kraftfahrzeuge je Tag und Fahrtrichtung
Schwierigkeit der Fahraufgabe	normal
Kreuzungsdichte	≥ 3 Kreuzungen/km
Konfliktzone	nein
Komplexität des Gesichtsfeldes	normal
Leuchtdichte der Umgebung	ländliche Umgebung
Haupt-Wettertyp	Trocken
Beleuchtungsklasse	ME3a

(Bewertung gesamter Fläche, Situation A1)

Diese Straßen-Beleuchtungsklasse ME3a definiert die folgenden lichttechnischen Gütemerkmale:

- Mittlere Fahrbahnleuchtdichte $L = 1,00 \text{ cd/m}^2$,
- Gesamtgleichmäßigkeit der Leuchtdichte $UO = 0,40$,
- Längsgleichmäßigkeit der Leuchtdichte $UI = 0,70$

- Schwellenwerterhöhung $TI = 15,00\%$,
- Umgebungsverhältnis der Beleuchtungsstärke $SR = 0,50$.

Die hier ermittelten Beleuchtungsklassen ergeben somit gemäß UNI 11095:2011 für die Beleuchtung der Innenstrecke der beiden Tunnel folgende Anforderungen:

Mittlere Fahrbahnleuchtdichte	$L \geq 2,00 \text{ cd/m}^2$
Gesamte- und transversale Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte Fahrbahn	$UO, Ut \geq 0,50$
Gesamte- und transversale Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte Wand	$UO, Ut \geq 0,40$
Längsgleichmäßigkeit der Leuchtdichte auf der Fahrbahn	$UI \geq 0,70$
Längsgleichmäßigkeit der Leuchtdichte an der Wand	$UI \geq 0,60$
Schwellenwerterhöhung	$TI < 10,00\%$

5.3.3 Beleuchtung der Innenstrecke

Die Leuchtdichte der Innenstrecke darf laut UNI 11095:2011 bei einem Gegenverkehrstunnel nicht kleiner sein als $L_i = 2 \times L$.

L ist die Leuchtdichte gemäß UNI EN 13201-2 für die entsprechende Beleuchtungsklasse der Zufahrtsstraße. Die Beleuchtung der Innenstrecke basiert demnach auf der Definition der Beleuchtungsklasse

5.3.4 Beleuchtung der Einfahrtsstrecke

Die Dimensionierung der Einfahrtsbeleuchtung eines Tunnels ist vorwiegend gegeben von der Umgebung in welche sich das Portal befindet und vom entsprechenden Straßentyp. Beim Tunnel Raststation und Tunnel Vahrn sind die Umgebungsbedingungen in welchen sich die Portale befinden ähnlich, trotzdem sind die Anforderungen an die Beleuchtungsanlage verschieden. Die Grundlage der Dimensionierung waren folgende:

- Ausschließliche Verwendung von LED Leuchtmittel,
- Alle Leuchten in einer einzigen Reihe montiert, um visuelle Leitführung zu verstärken,
- Verwendung von möglichst wenig verschiedenen Leuchtkörpern um zukünftige Wartungseinsätze zu erleichtern,

Die Beleuchtungsanlage ist realisiert mittels LED Gegenflussleuchten (durch Verwendung asymmetrischer Optiken). Diese sind um 1,0 m versetzt zur Tunnelachse direkt an der Decke oberhalb der Südspur installiert.

Die zugelassene Höchstgeschwindigkeit für die Umfahrungsstraße beträgt 70 km/h. Die Fähigkeit des Auges sich an die Beleuchtungssituation im Tunnelinneren zu gewöhnen hängt stark von der

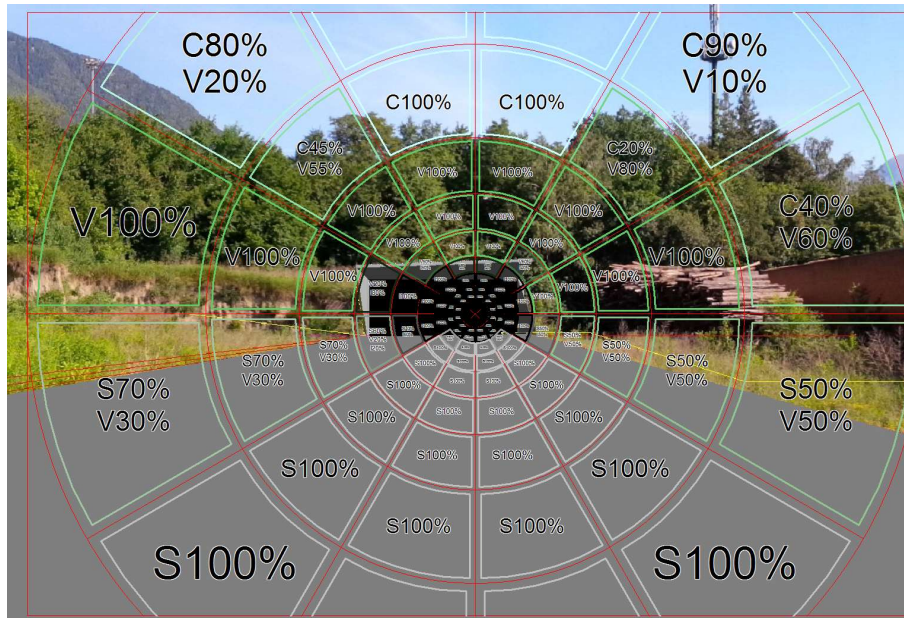
Fahrgeschwindigkeit ab. Als Erhöhung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer wird die Projektgeschwindigkeit für die Beleuchtungsberechnung für beide Tunnel auf 80 km/h angeglichen.

5.3.5 Tunnel Raststation - Südportal

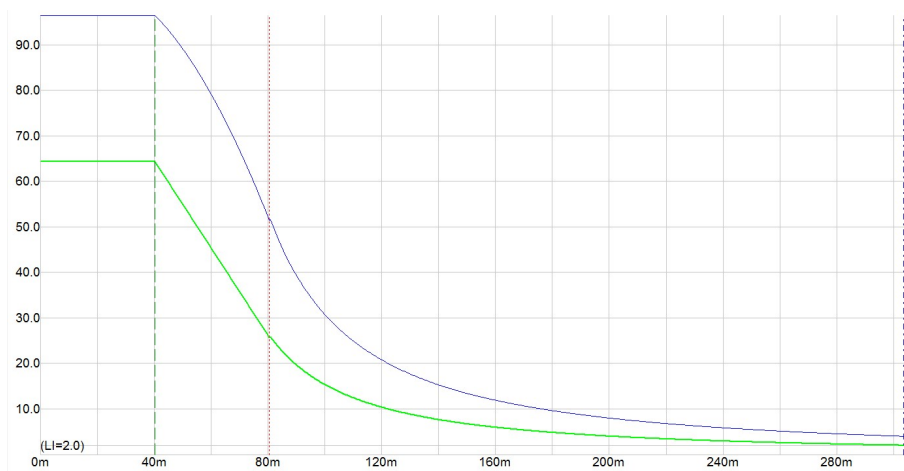
Das Südportal Tunnel Raststation hat einen Rechteckquerschnitt, die Überlandstraße welche zum Portal führt befindet sich in einer ländlichen Umgebung. Der Anteil am sichtbaren Himmel wird durch vorhandene natürliche Erhebungen reduziert. Die im folgendem beschriebenen Eigenschaften der Landschaft, des Straßentyps welcher zum Portal führt und der verwendete Leuchtentyp ergeben die zu erzielende Leuchtdichtekurve.

Fahrtrichtungen	SÜD-> NORD	
Geschwindigkeit	80	[km/h]
Längsneigung	3	%
Haltesichtweite	80,5	[m]
Tunneltyp	Einrohr Gegenverkehr	
Kategorie Straße	ME3a	
Leuchtdichte Innenstrecke	2,0	[cd/m²]
Art der Leuchten	Gegenstrahl asymmetrisch	
Länge Übergangsbereich	223,0	[m]
Äquivalente Schleierleuchtdichte	91,8	[cd/m²]
Atmosphärische Leuchtdichte	128,8	[cd/m²]
Leuchtdichte Windschutzscheibe	36,7	[cd/m²]
Schleierleuchtdichte	257,4	[cd/m²]
Leuchtdichte Einmündung	64,3	[cd/m²]

Adriandiagramm der Einfahrtssituation



Leuchtdichteverlauf Einfahrtsbereich

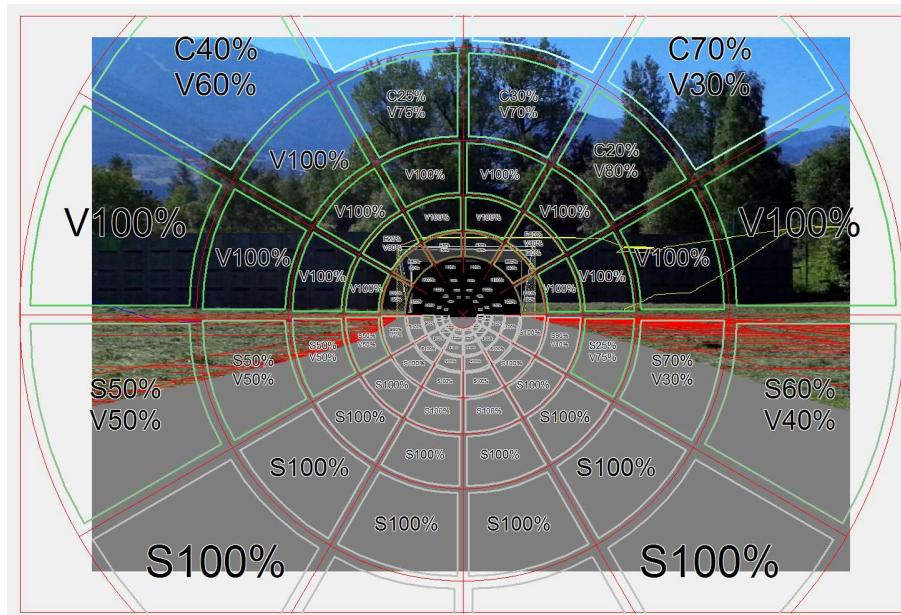


5.3.6 Tunnel Raststation - Nordportal

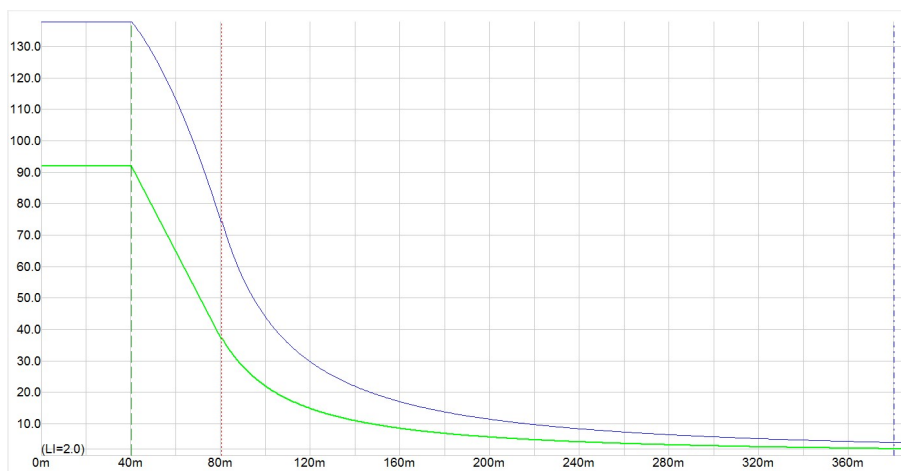
Das Nordportal Tunnel Raststation hat einen Rechteckquerschnitt, die Überlandstraße welche zum Portal führt befindet sich in einer ländlichen Umgebung. Der Anteil am sichtbaren Himmel wird durch vorhandene natürliche Erhebungen reduziert. Die im folgendem beschriebenen Eigenschaften der Landschaft, des Straßentyps welcher zum Portal führt und der verwendete Leuchtentyp ergeben die zu erzielende Leuchtdichtekurve.

Fahrtrichtungen	NORD -> SÜD	
Geschwindigkeit	80	[km/h]
Längsneigung	-3	%
Haltesichtweite	80,5	[m]
Tunneltyp	Einrohr Gegenverkehr	
Kategorie Straße	ME3a	
Leuchtdichte Innenstrecke	2,0	[cd/m²]
Art der Leuchten	Gegenstrahl asymmetrisch	
Länge Übergangsbereich	299,9	[m]
Äquivalente Schleierleuchtdichte	170,7	[cd/m²]
Atmosphärische Leuchtdichte	128,8	[cd/m²]
Leuchtdichte Windschutzscheibe	68,3	[cd/m²]
Schleierleuchtdichte	367,7	[cd/m²]
Leuchtdichte Einmündung	91,9	[cd/m²]

Adriandiagramm der Einfahrtssituation



Leuchtdichteverlauf Einfahrtsbereich



5.3.7 Tunnel Vahrn - Südportal

Das Südportal Tunnel Vahrn hat einen Rechteckquerschnitt, die Überlandstraße welche zum Portal führt befindet sich in einer ländlichen Umgebung. Der Anteil am sichtbaren Himmel wird durch vorhandene natürliche Erhebungen reduziert. Die im folgendem beschriebenen Eigenschaften der Landschaft, des Straßentyps welcher zum Portal führt und der verwendete Leuchtentyp ergeben die zu erzielende Leuchtdichtekurve.

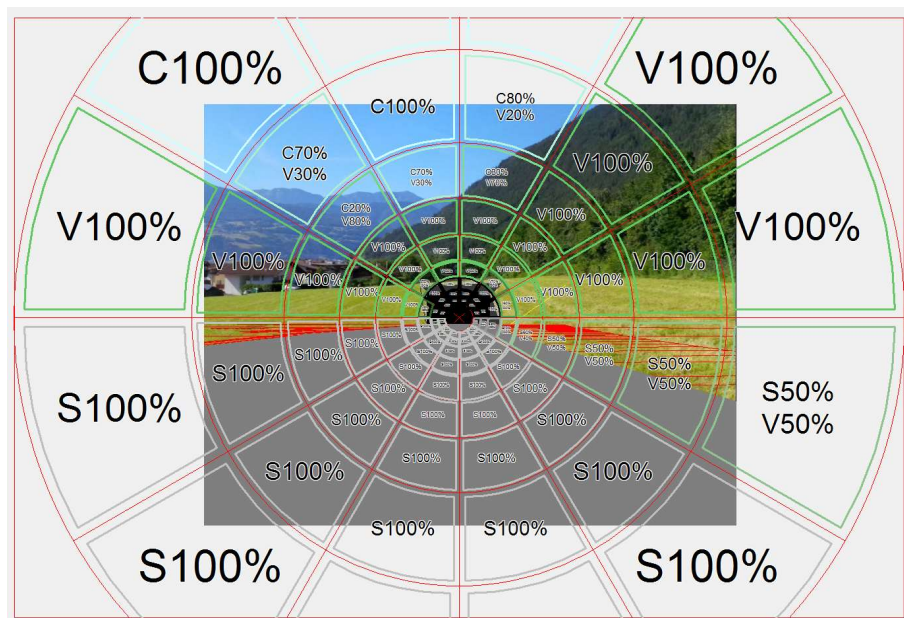
Fahrtrichtungen	SÜD-> NORD	
Geschwindigkeit	80	[km/h]
Längsneigung	3	%
Haltesichtweite	80,5	[m]
Tunneltyp	Einrohr Gegenverkehr	
Kategorie Straße	ME3a	
Leuchtdichte Innenstrecke	2,0	[cd/m²]
Art der Leuchten	Gegenstrahl asymmetrisch	
Länge Übergangsbereich	251,1	[m]
Äquivalente Schleierleuchtdichte	119,7	[cd/m²]
Atmosphärische Leuchtdichte	128,8	[cd/m²]
Leuchtdichte Windschutzscheibe	47,9	[cd/m²]
Schleierleuchtdichte	296,4	[cd/m²]
Leuchtdichte Einmündung	74,1	[cd/m²]

5.3.8 Tunnel Vahrn - Nordportal

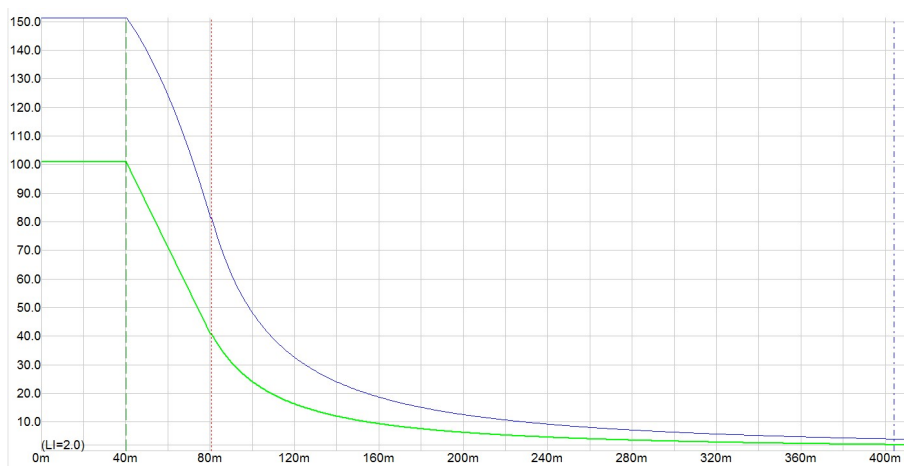
Das Nordportal Tunnel Raststation hat einen Rechteckquerschnitt, die Überlandstraße welche zum Portal führt befindet sich in einer ländlichen Umgebung. Der Anteil am sichtbaren Himmel wird durch vorhandene natürliche Erhebungen reduziert. Die im folgendem beschriebenen Eigenschaften der Landschaft, des Straßentyps welcher zum Portal führt und der verwendete Leuchtentyp ergeben die zu erzielende Leuchtdichtekurve.

Fahrtrichtungen	NORD -> SÜD	
Geschwindigkeit	80	[km/h]
Längsneigung	-3	%
Haltesichtweite	80,5	[m]
Tunneltyp	Einrohr Gegenverkehr	
Kategorie Straße	ME3a	
Leuchtdichte Innenstrecke	2,0	[cd/m²]
Art der Leuchten	Gegenstrahl asymmetrisch	
Länge Übergangsbereich	323,6	[m]
Äquivalente Schleierleuchtdichte	196,4	[cd/m²]
Atmosphärische Leuchtdichte	128,8	[cd/m²]
Leuchtdichte Windschutzscheibe	78,6	[cd/m²]
Schleierleuchtdichte	403,8	[cd/m²]
Leuchtdichte Einmündung	101,0	[cd/m²]

Adriandiagramm der Einfahrtssituation



Leuchtdichteverlauf Einfahrtsbereich



5.3.9 Einspeisung

Alle Leuchten der Umfahrung Vahrn werden von der Betriebsstation Tunnel Vahrn Portal Süd eingespeist. Jede Leuchte wird über eine Steckverbindung an eine eigene Abzweigdose angeschlossen, die Steigleitung wird in den Abzweigdosens nicht unterbrochen.

Durchfahrtsbeleuchtung

Die gesamte Durchfahrtsbeleuchtung der beiden Tunnel wird vom Verteiler NSHVT-UPS über fünf Zuleitungen FTG100M1 2x10mm² versorgt. Ausgehend von der Betriebsstation starten demnach drei einphasige Linien Richtung Nord und zwei Linien Richtung Süd. Jede dritte Leuchte wird an denselben Kreis angeschlossen, sodass im Schadensfall nur jede dritte Leuchte außer Betrieb ist.

Einfahrtsbeleuchtung

Die Einfahrtsbeleuchtung aller vier Portale der Umfahrung Vahrn wird von der Betriebsstation Tunnel Vahrn Portal Süd vom Verteiler NSHVT über acht dreiphasige Linien FTGOM1 unterschiedlichen Querschnitts eingespeist.

5.3.10 Steuerung

Die Steuerung der einzelnen Leuchten im Tunnel erfolgt über aufmodulierte Signale. Dies ermöglicht eine Kommunikation mit jeder einzelnen Leuchte, die Funktionsüberwachung sowie die Steuerung des Lichtstromes. Die Kontrolle und Diagnose der einzelnen Lichtpunkte erfolgt in Echtzeit auf Kommunikationsbasis von aufmodulierten Signalen in PLC Technologie, zwischen dem Steuerungsschrank und den einzelnen Modulen im Feld, entsprechend den Vorgaben der Norm EN 50065-1.

Nach erfolgter erster Implementierung der Beleuchtungsanlage kommt die Eingangsgröße der Beleuchtungssteuerung von den externen und der internen Schleier - Leuchtdichtekamera. Diese sind in einem Abstand zum Portal entsprechend der jeweiligen Haltesichtweite montiert, an der rechten Straßenseite der jeweiligen einfahrenden Spur, auf einer Höhe von 3 Meter.

Name	Funktion	Position Beschreibung
LDK 1	Extern	Tunnel Raststation, südlich von Portal Süd
LDK 2	Extern	Tunnel Raststation, nördlich von Portal Nord
LDK 3	Extern	Tunnel Vahrn, südlich von Portal Süd
LDK 4	Intern	Wandmontage (In der Mitte des Tunnel Vahrn)
LDK 5	Extern	Tunnel Vahrn, nördlich von Portal Nord

Die Ansteuerung der Leuchten erfolgt über ein Steuerungsmodul für die Aufbereitung von fotometrischen Messwerten, wie Schleier-Leuchtdichte oder Beleuchtungsstärke, ermittelt durch externe und interne Leuchtdichte Sensoren und Konvertierung in Informationen auf Basis eines eigenständigen Protokolls.

Somit ist die Beleuchtungsanlage auch ohne SPS in allen Betriebsarten funktionsfähig, es ist jedoch auch möglich über die SPS auf die Beleuchtungsanlage zuzugreifen.

5.3.11 Montage

Die Leuchtkörper in beiden Tunnels werden direkt an die Tunneldecke montiert. Die Achse der Leuchten verläuft um 1,00 m versetzt parallel zur Tunnellängsachse oberhalb der Südspur.

Dementsprechend werden die Leuchten mit einer Neigung von ca. 0°, 15° bzw. 30° zur Horizontalen montiert. Die Unterkante der geneigten Leuchten darf 5,10 m in keinem Punkt unterschreiten.

5.4 Notbeleuchtung

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

Die elektrische Energieversorgung der Notbeleuchtung erfolgt unterbrechungsfrei über ein zugewiesenes unterbrechungsfreies USV System, mit einer Autonomie von min. 60 Minuten und einem zusätzlichen redundanten Notstromaggregat.

Bei Ausfall der Netzversorgung schreibt die gültige Norm eine Mindestleuchtdichte von 1 cd/m² für einen Zeitraum von 30 min vor.

In diesem speziellen Fall fungiert die gesamte Durchfahrtsbeleuchtung als Notbeleuchtung. Die Vorgaben der Norm sind damit vollkommen erfüllt.

Im Falle einer Unterbrechung der Stromversorgung, muss die Beleuchtungsanlage eine Mindestleuchtdichte von 1 cd/m² für einen Zeitraum von 30 min gewährleisten. Die gesamte Durchfahrtsbeleuchtung funktioniert ebenso als Notbeleuchtung. Diese ist wird in beiden Tunnel über fünf Zuleitungen FTG100M1 2x10 mm² vom Verteiler NSHT-UPS eingespeist.

6 NETZERSATZANLAGEN

Die Einspeisung der Sicherheitsanlagen, der SPS, der EDV Einrichtungen, sowie der Notbeleuchtung erfolgt über statische, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV).

Statische Leistungsbaugruppen bestehend aus Gleichrichtersatz und Netzumformer, sowie hermetisch geschlossenen Bleiakkumulatoren in getrenntem Beistellschrank.

Die Notstromversorgung ist mit statischem Bypass ausgestattet.

Unterbringung der USV in einem zugewiesenen Raum.

Die gesamte Absicherung, die Verteilung und Versorgung der USV Stränge erfolgt durch autonome, getrennte Kreise in Bezug auf die anderen E-Anlagen.

Die Autonomien der USVs sind entsprechend den Anforderungen der einzelnen eingespeisten Anlagen ausgelegt.

Die Belüftung, bzw. Kühlung der USV Räume wird über Raumklimageräte in entsprechender Leistung gesichert.

7 ERDUNGSANLAGEN

Erdungsanlage aus linearem Fundamenterder, ausgeführt aus verzinktem Eisenflachband von 30x3,5 mm im Innenbereich des Tunnels und aus Flachband 30x3,5 mm aus Edelstahl für die Außenbereiche, verbunden in Ringform und verlegt in vorgesehenem Grabenaushub perimetral zum Bauwerk.

Fundamenterder ergänzt mit Kreuz-/Tiefenerdern und in starrer Verbindung in Form einer Verma- schung mit der Eisenbewehrung und den einbetonierten Baustahlmatten als natürliche Erder des Bauwerkes.

8 BELÜFTUNG

Nach der Richtlinie „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ (Juni 2006), sowie der ANAS Richtlinien, der AIPCR Ausgabe 1995 über die Belüftung von Tunnelbauwerken ist für die gegenständlichen Tunnel in der vorliegenden Geometrie und mit den vorherrschenden Steigungsverhältnissen keine Fremdbelüftung erforderlich.

9 TECHNOLOGISCHE SICHERHEITSMÄßNAHMEN

9.1 Notrufstationen

Nach der Richtlinie „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol“ (Juni 2006) sind für das gegenständliche Projekt keine Notrufstationen vorgesehen.

9.2 Funkanlagen

Beim Übergang vom Freifeld 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.

Umfang dieses Projektes ist die Bereitstellung aller erforderlichen Schnittstellen und räumlichen Anforderungen zum Einbau der genannten Anlagen durch die Abteilung Brand- und Zivilschutz der Autonomen Provinz Bozen. Insbesondere gehören folgende Anlagen zum Leistungsumfang des Projekts:

- Anbindung an zentrale Betriebsraum der Umfahrung Brixen über Glasfaser Multimode (2 Fasern) Verbindung verlegt in z.T. bauseits vorhandenen Kabelschutzrohren,
- Die Schnittstelle zur Funkstrecke im Tunnelinneren bilden an einem Gehsteig je Portal jeweils ein 1/2 " Koaxialkabel, geführt bis 30 m hinter das Portal, Hochführung in zu Kabelwanne und Verbindung zum Betriebsraum.

9.3 Feuerlöscher

Die beiden gegenständlichen Tunnel entsprechen laut Dekret über *Funktionelle und geometrische Normen für die Planung und den Bau von Straßen in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol* der Tunnelklasse C bzw. D, demnach sind alle 150 m zwei Handfeuerlöscher vorgesehen, ABC-Feuerlöscher mit Pulverfüllung und einem Füllgewicht von jeweils 6 kg und einem Löschvermögen von jeweils 34A-233B-C. Bei den Portalen befinden sich ebenso je zwei Handfeuerlöscher.

Die Schränke zur Unterbringung der Feuerlöscher sind aus Edelstahlblech AISI 304 und ausgestattet mit einer abschließbaren Tür mit einschlagbarem Glas (safe crash). Für die Meldungen an die SPS bei Öffnung der Tür der Feuerlöscher sowie der Entnahme eines Pulverlöschers sind potentialfreie Kontakte vorgesehen.

9.4 Beleuchtete Beschilderung

Im Folgenden werden die für Tunnel vorgesehenen Verkehrszeichen und Sicherheitsbeschilderungen behandelt, alle im Tunnel verwendeten Verkehrszeichen sind als beleuchtete Verkehrszeichen ausgeführt. Die in diesem Abschnitt genannten Verkehrszeichen entsprechen dem decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992, il nuovo codice della strada, 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.

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 mikrop Prismatischen 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 vom USV Verteiler gemäß Schemenplan eingespeist.

Im folgendem wird die beleuchtete Sicherheitsbeschilderung der einzelnen Sicherheitseinrichtungen im Tunnel beschrieben.

9.4.1 Höchstgeschwindigkeit und Überholverbot

Im Portalbereich wird an jedem Portal eine hinterleuchtete Schildkombination mit den zwei Verbotsschildern Höchstgeschwindigkeit und Überholverbot gemäß folgender Vorschrift angebracht:

- Höchstgeschwindigkeit laut Italienischem Straßenkodex, Art. 116 Fig. 50,
- Überholverbot laut Italienischem Straßenkodex, Art. 116 Fig. 48.

Die Beschilderung besteht aus zwei kreisförmigen, hinterleuchteten und übereinanderliegenden Beschilderungen, die Anordnung ist von unten beginnend Überholverbot und oben Höchstgeschwindigkeit. Die Unterkante der Beschilderung ist auf 2,25 m Höhe über dem Gehsteig. Die Schildkombination ist im Normalfall eingeschaltet.

9.4.2 Hydrant

An den Portalen befindet sich jeweils ein Oberflurhydrant gemäß UNI 7546/8.

9.5 Höhenkontrolle

Unmittelbar südlich des Anschlussknotens Vahrn Nord der die Einfahrt in die gesamte Umfahrungsstraße bildet, bei km 4+500 befindet sich zur oberen Begrenzung des Verkehrsraumes eine Höhen-

kontrollsperrung, welche verhindert, dass Fahrzeuge mit einer Höhe größer 5,05 m in den Tunnel einfahren und schützt die Installationen oberhalb des Verkehrsraumes.

Infrarot Laserdetektor als Höhenkontrolle auf Basis eines eng fokussierten und modulierten Infrarots Laserlichtes in Arbeitsweise als Reflexlichtschranke. In Verbindung mit eingesetzten Schmalband-Filtern unempfindlich gegen Sonnenlicht, Nebel und Schneefall. Laserdetektor mit aufgesetztem Tubus und integrierter Heizung zur Verhinderung von Beschlag und Betauung.

9.6 Ampel, Schranke

Der Verkehr im gesamten Verkehrsknoten wird über ein automatisches Ampelsystem geregelt. Hierfür werden an verschiedenen Positionen Sperrquerschnitte errichtet, an den Portalen sowie an den jeweiligen Zufahrtsrampen.

Gemäß dem Installationsort werden zwei Typen von Sperrquerschnitt mit unterschiedlicher Ausstattung unterschieden:

- An den Portalen besteht der Sperrquerschnitt aus zwei Ampeln, jeweils am Tunnelgewölbe (Ampel horizontal), oberhalb der Einfahrtsspur und auf Mast, knapp vor der Tunneleinfahrt am rechten Fahrbahnrand (Ampel vertikal).
- An den Zufahrtsrampen besteht der Sperrquerschnitt aus einer schwenkbaren Handschranke, Signalleuchten auf den Schrankenbäumen und vorgelagerte programmierbare Anzeigetafeln.

Name	Position		Ausstattung
SQ1	Km 3+160	Abzweigung Brixen Nord	4 x Schranke
SQ2	Km 3+261	Tunnel Raststation Portal Süd	2 x Ampel
SQ2	Km 3+516	Tunnel Raststation Portal Nord	2 x Ampel
SQ3	Km 3+790	Tunnel Vahrn Portal Süd	2 x Ampel
SQ4	Km 4+380	Tunnel Vahrn Portal Nord	2 x Ampel
SQ5	Km 4+669	Knoten Vahrn Nord	2 x Schranke

9.6.1 Ampel

Die Ampeln bestehen grundsätzlich aus drei runden Led-Lampen d=300 mm (rot, gelb, grün) und einem Kontrastpaneel. In einem Abstand von 150 m vor jedem Ampelquerschnitt werden dreieckige Ampelhinweisschilder.

Die Steuerung und Regelung der Ampelanlage erfolgt über die zentrale Tunnel Leittechnik (SPS). Die Einspeisung der Ampeln erfolgt gemäß obenstehender Tabelle.

9.6.2 Schranke

Die Schranke wird als drehbare Schranke mit horizontaler bzw. vertikaler Rotation für händische Öffnung und Schließung und ovalem Schrankenbaum aus eloxiertem Aluminium ausgeführt. An

der Schranke befinden sich 6 rote LED Blinkleuchten mit hoher Lichtintensität. Die Blinkleuchten können manuell geschaltet werden.

9.7 Automatisches Alarmsystem

Über eine LWL-Ringbusleitung, deren ständige Funktion und Verfügbarkeit durch eine redundante Zweitleitung abgesichert ist, erfolgt der gesamte Informations- und Datenfluss von den Brandmeldern, Videokameras, Türkontakten, usw. in die Betriebsstation bzw. in die Tunnelzentrale. Sie übernimmt auch die Verteilung der Schalt- und Steuerbefehle an alle Aktoren wie zum Beispiel die Ampelanlage, die beleuchtete Beschilderung und veränderbare Anzeigetafeln. Das können automatische ebenso wie von den Operatoren veranlasste Befehle sein. Das für die Tunnelsicherheit relevante Überwachungssystem ist redundant aufgebaut.

9.8 Brandmeldeanlage

Die handbetätigte Feuermeldeanlage besteht aus mit Glasscheibe gesicherten Druckknopftastern. Die händisch ausgelöste Meldung wird mittels automatischem Telefonwählgerät an die bestehende, zentrale Leitwarte im Landhaus II in Bozen und an die Landes Notrufzentrale übermittelt, welche mit Hilfe der Videoüberwachungsanlage deren Wahrhaftigkeit prüfen und falls nötig die erforderlichen Rettungsmaßnahmen einleiten.

Die Feuermeldung wird ebenfalls an das übergeordnete Überwachungs- und Visualisierungssystem übermittelt, welches unverzüglich die vorprogrammierten Maßnahmen, wie „Rot“ Schaltung der Ampeln einleitet.

Gleichzeitig werden sämtliche Ist-Zustände und aktivierten Maßnahmen über Fernmeldung an die zuständigen Wartungstechniker übermittelt.

Sämtliche Räumlichkeiten des Betriebsgebäudes werden durch optisch/thermische Brandmelder überwacht.

9.9 Telefonanlagen

Der Telefonanlage des Tunnels wird eine große Bedeutung beigemessen, da über das Telefonnetz die gesamte Führung, Überwachung und Kontrolle des Tunnels, sowie sämtliche Alarmierungen und Notrufeinsätze abgewickelt werden.

Die Einbindung an das Telefonnetz erfolgt an der Anschlussstelle des Netzbetreibers und wird über entsprechende Kabel zur zentralen Verteilerstelle in den Betriebsräumen geführt. Ausgehend von dieser werden sämtliche Telefonanschlüsse ausgeführt.

Die Anzahl und Art der Telefonanschlüsse ist abhängig von der Anzahl der eigenen, öffentlichen Anschlüssen und der Menge der einzubindenden elektrischen Geräte.

9.10 Strukturierte Verkabelung Glasfasernetz

LAN-Netz als strukturierte Verkabelung für die Übertragung von Ton-, Daten- und Bildsignalen.

Rack Schränke 19" in Metallbauweise mit selbsttragendem Strukturrahmen, zur Aufnahme der aktiven Netzkomponenten, der Patch Panels für die LWL Leiter und der passiven Bauteile für den Anbindung der horizontalen Verkabelung.

Kernnetz Verbindung von Verteilerschrank zu Verteilerschrank über Mehrleiter Glasfaserkabel mit ausreichender Anzahl von Fasern zur Erstellung aller erforderlichen Verbindungen der logischen Systemarchitektur (stern- und/oder matrixförmig) und den notwendigen Reserveadern für eventuelle spätere Erweiterung bei jeder Kernnetz Verbindung.

Horizontale sternförmige Verteilung mit Kupferleitungen, ausgehend von den Rangierfeldern zu den einzelnen Datenauslässen mit modularen RJ45 Anschlusssteckern.

Gesamtes Datennetz aufgebaut als redundantes System um jeglichen Ausfall zu minimieren.

9.11 Videoüberwachung

Verkehrsstaus und Unfälle sind besonders problematisch in Tunnels. In nicht zulässigen Bereichen abgestellte oder auf der Fahrspur stehende Autos, Fußgänger auf der Fahrbahn, verlorene Lkw-Ladungen sind weitere Gefahrenquellen. Das Verkehrsanalyssystem muss also die schnellste und unmittelbarste Antwort auf eine Gefahrensituation im Tunnel wie die beschriebenen darstellen. Das vorgesehene System ermöglicht es dem zuständigen Personal an ständig besetzter Stelle das Bauwerk lückenlos zu beobachten und entsprechend zu reagieren. Ereignet sich ein Unfall, kann der Bediener sehen, was passiert ist, wie viel Fahrzeuge betroffen sind, wie die allgemeine Verkehrslage ist, an welcher Stelle des Tunnels usw. Diese Kombination aus Daten und Bildern erleichtert die Alarmüberprüfung und durch die rasche Erkennung können Hilfsmannschaften zeitnah eingreifen.

Die Videokameras werden an der Kabelwanne unter Einhaltung des freien Verkehrsquerschnitts montiert.

Das gesamte System besteht grundsätzlich aus folgenden Bestandteilen:

- Videokameras für Tunnelröhre,
- Video-DOME-Kamera für Portalbereiche,
- Aufzeichnungsgerät,
- Verkabelung und Netzwerkkomponenten.

In der folgenden Tabelle sind die Positionen der vorgesehenen Kameras beschrieben:

Name	Position	Typ
K1	km 3 + 262 (Tunnel Raststation, Portal Süd)	Domekamera
K2	km 3 + 349	Videokamera
K3	km 3 + 437	Videokamera
K4	km 3 + 515 (Tunnel Raststation, Portal Nord)	Domekamera
K5	km 3 + 803 (Tunnel Vahrn, Portal Süd)	Domekamera schwenkbar
K6	km 3 + 901	Videokamera
K7	km 3 + 999	Videokamera
K8	km 4 + 097	Videokamera
K9	km 4 + 194	Videokamera

K10	km 4 + 292	Videokamera
K11	km 4 + 390 (Tunnel Vahrn, Portal Nord)	Domekamera Videokamera

10 BAULICHE SICHERHEITSMÄßNAHMEN

Die Tunnelsicherheit während des Betriebs bezieht sich bei Straßentunnels in erster Linie auf die Sicherheit der Tunnelnutzer im Ereignisfall. Hierzu ist es besonders wichtig, dass die Tunnelnutzer ausreichend über das richtige Verhalten in Tunneln und die Möglichkeiten der Selbstrettung informiert sind. Grundsätzlich ist es wichtig dem Tunnelnutzer den Übergang von einer leichten, beherrschbaren zu einer schweren Störung, bei der nur noch die Flucht hilft, deutlich zu machen. Ziel ist es zunächst, dass Betroffene kleinere Störungen, welche aber eine langsame Weiterfahrt ermöglichen, selbst beheben indem sie aus dem Tunnel ausfahren. Wird die Situation kritisch, hat durch entsprechende Maßnahmen und Warnungen eine Räumung des Tunnels zu erfolgen. Hierfür sind adäquate optische und akustische Signale vorgesehen notwendig. Diese Maßnahmen werden erzielt durch folgende Anlagen:

- Optische Erkennbarkeit der Fluchtwege bzw. der Fluchtwegrichtung durch auffällige Markierung und Kennzeichnung,
- Notbeleuchtung,
- Leitsystem an den Gehwegkappen.

10.1 Notausgang

Die Notausgänge der jeweiligen Tunnels bilden die entsprechenden Hauptportale

10.2 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.

Fluchtwegkennzeichnung Auf beide Gehsteige verteilt, alle 75 m, gegenüberliegend, wird die Fluchtwegkennzeichnung angebracht. Die Unterkante der Leuchte ist auf 1,20 m Höhe über dem Gehsteig. Die Leuchte ist flach, parallel zur Tunnelwand und derart gestaltet, dass eine Verletzung flüchtender Personen ausgeschlossen ist.

Fluchtwegbeschilderung Alle 75 m einseitig wird die Fluchtwegbeschilderung angebracht. Die Fluchtwegbeschilderung sitzt jeweils gegenüber der Fluchtwegkennzeichnung. Die Unterkante der Leuchte ist auf 2,00 m Höhe über dem Gehsteig. Die Leuchte hat die Form eines dreiseitigen Prismas, zwei hinterleuchtete Flächen, dreieckige Grundfläche und steht mittig von der Tunnelwand ab, um für die vorbeifahrenden Verkehrsteilnehmer aus beiden Richtungen erkennbar zu sein.

10.3 Haltebuchten

Nicht zutreffen, da Tunnel Klasse C und D.

10.4 Rettungsplätze

Nicht zutreffen, da Tunnel Klasse C und D.

10.5 Entsorgungsanlagen für Wasser

Die elektrischen Anlagen für die Wasser Entsorgung beschränken sich auf die automatische Kontrolle des Füllniveaus im Sammelbecken mit Meldung der Daten an das zentrale Überwachungssystem.

11 BETRIEBSLEITTECHNIK

11.1 Zielsetzung

Zur Überwachung und Bedienung, bzw. Steuerung und Regelung der verkehrstechnischen Einrichtungen wird eine hochverfügbare SPS nach Industriestandard aufgebaut. Der Aufbau des Automatisierungssystems der Verkehrssteuerung ist dem Schemenplan der Ausführungsplanung zu entnehmen.

Die vorliegende Ausschreibung umfasst die Errichtung und Inbetriebnahme folgender Anlagen der Automatisierungs- und Verkehrsleittechnik:

- Stromversorgung
- Beleuchtung
- Brandmeldeanlagen
- Verkehrsdatenerfassung
- Beschilderung
- Sperrquerschnitte

Das System zur Automatisierung der technischen Anlagen im Tunnel basiert auf eine hochverfügbaren SPS in redundanter Ausführung mit zwei synchronisierten CPU und je zwei Kommunikationsbaugruppen für Industrial Ethernet und Profibus DP. Die CPU kommuniziert über Lichtwellenleiter über eine eigene zweiadrige OLM (Optical Link Module) mit der CPU in der Betriebsstation Nord sowie mit der dezentralen Peripherie mit entsprechenden digitalen und analogen Ein-/Ausgängen.

Die zugehörige Peripherie muss ebenfalls der Anforderung hochverfügbar entsprechen. Sie besitzt für jede Stichtanbindung einen Kommunikationsport und erkennt selbstständig die aktive Verbindung. Es ist außerdem ein Überwachungssystem SCADA des Typs WINCC für die Überwachung, Steuerung, Status, aktuelle und aufgezeichnete Allarmsignale des gesamten Systems vorgesehen. Die Anbindung der hochverfügbaren Verkehrstechnik SPS an den Leittechnik-Server erfolgt über ein Industrial Ethernet Netzwerk.

11.2 Prozessleittechnik

11.2.1 Bereichsleitebene

Es ist eine Redundanz im Automatisierungssystem vorgesehen um die Verfügbarkeit des gesamten Systems zu erhöhen. Es sind zwei Controller CPU's vorgesehen, Master- und Reserve-CPU, die untereinander synchronisiert werden, damit bei einem Ausfall die Backup CPU die Steuerung des Prozesses ohne Verzögerung übernimmt. Der Master CPU ist in der Warte in der Betriebsstation Nord untergebracht, der Reserve CPU ist in der Warte in der Betriebsstation Mitte untergebracht.

Der hochverfügbare Controller verfügt über umfangreiche Selbsttestroutinen und Erweiterungen für die redundanzspezifischen Funktionen. Die ereignisgesteuerte Synchronisierung über Lichtwellenleiter (LWL) sorgt dafür, dass zu jeder Zeit die Daten und das Applikationsprogramm auf beiden CPU konsistent sind. Die Aufgabe der Selbsttestroutinen ist es, Fehler frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig, schnell und vor allem ohne Datenverlust auf das Reservesystem umzuschalten. Ausfälle bleiben somit ohne Rückwirkung auf den Prozess. Dabei werden Master- und Reserve-CPU, zum Bei-

spiel beim Direktzugriff auf die Peripherie, bei Alarmen oder der Änderung von Daten, durch Kommunikationsfunktionen synchronisiert.

Die Bereichsleitebene besteht aus der SPS und dem daran direkt angeschlossenen PC (Master PC). Zur Überwachung und Systemvisualisierung des Tunnels wird ein Scada-System installiert. Das Visualisierungssystem muss die Systemdaten, die von den SPS übermittelt werden, aufarbeiten und visualisieren. Mit Hilfe des Master PC's kann der gesamte Anlagenteil (Verkehrssteuerung) bedient und beobachtet werden. Die Veränderung von Anlagenparametern ist in getrennten Anlagenbildern zu ermöglichen und mit Passwort zu schützen. Als Bedienoberfläche des Master PC sind die notwendigen Bilder, Schriftarten, usw. gemäß der bestehenden Visualisierung der Autonomen Provinz Bozen zu übernehmen. Die Anlagenbilder sind der BL zur Prüfung vorzulegen und bis zur Freigabe entsprechend den Anforderungen der BL mehrfach zu überarbeiten.

11.2.2 Feldebene

Als redundante Peripherie werden Ein-/Ausgabebaugruppen bezeichnet, die redundant projektiert und betrieben werden. Der Einsatz redundanter Peripherie bietet die höchste Verfügbarkeit, da auf diese Weise sowohl der Ausfall einer CPU, eines PROFIBUS-Strangs und einer Signalbaugruppe toleriert wird. Im ungestörten Betrieb sind beide Baugruppen aktiv: z. B. wird bei redundanten Eingängen der gemeinsame Sensor über zwei Baugruppen eingelesen, das Ergebnis verglichen und dem Anwender als vereinheitlichter Wert zur Weiterarbeit zur Verfügung gestellt. Bei redundanten Ausgängen wird der vom Anwenderprogramm berechnete Wert von beiden Baugruppen ausgegeben. Bei einer Störung, z. B. bei Ausfall einer der beiden Eingabebaugruppen, wird die defekte Baugruppe nicht mehr angesprochen, der Fehler gemeldet und nur noch mit der intakten Baugruppe weitergearbeitet. Nach der Reparatur, die im laufenden Betrieb erfolgen kann, werden wieder beide Baugruppen angesprochen.

Die Redundanzanforderung wird demnach in den Peripherien bis zu den Ein-/Ausgabemodule (Remote-I/O = RIO) garantiert, d.h. jede RIO muss über zwei Profibus-Verbindungen erreicht werden können. Das Profibus-Netz besteht aus Lichtwellenleiter und ist über sogenannte OLM (Optical Link Module) mit den einzelnen CPU und Peripherien verbunden. Die Einbindung der Peripherien in die Prozessleittechnik erfolgt über metallische Optical Link Module zur Realisierung des Profibus-Netzes mit Lichtwellenleiter, Übertragungsgeschwindigkeit 12Mbit/sec. Die OLM sind ausgestattet mit zwei Schnittstellen BFOC, in Quarzglas LWL multimode (62,5/125µm). Die Verbindung mit dem RIO erfolgt mit einem Kupferkabel.

Als Feldebene werden die RIO's, die Sensorik und Aktorik bezeichnet. Die über so genannte Feldbussysteme an die zentralen Steuerungen (SPS) angebundenen RIO werden ohne dezentrale Logik-Verknüpfungen realisiert und dienen als dezentrale Datensammler oder als Datenausgabeeinheit. Sie werden in den Betriebsstationen, Notrufstationen und Streckenschränken angeordnet. In den Betriebs- und Unterstationen werden diese in der Regel in den betreffenden Schaltschränken direkt eingebaut. Um eine hohe Verfügbarkeit und eine große Fehlertoleranz zu erreichen werden die Feldbusselemente redundant an den Profibusring angebunden. Fällt eine Kommunikationsrichtung aus, so kann innerhalb der Zykluszeit auf die andere Kommunikationsrichtung umgeschaltet werden. Ein einfacher Fehler in der Übertragungsstrecke kann somit ohne Verbindungsunterbrechung gehandhabt werden. Der Ausfall einer Übertragungsrichtung wird als Busfehler gemeldet und muss

dann zeitnah behoben werden. Die Feldebene der Verkehrsleittechnik muss hochverfügbar ausgelegt werden.

11.2.3 Bedienhierarchien

Folgende Bedienhierarchien sind realisiert:

Ebene 0	Vor-Ort-Betrieb (Handsteuerung an Schaltanlage)
Ebene 1	Revisionsbetrieb vom Leitsystem aus (Handsteuerung an Leittechnik)
Ebene 2	Manuelle Schaltung einzelner Anlagenteile vom Leitsystem bzw. Feuerwehrbedienfeld aus
Ebene 3	Vollautomatik
Ebene 4	Automatisches Testprogramm für Funktionstests
Ebene 5	Simulationsmodus für das Durchführen von Softwaretests ohne Schaltungen

Steuereingriffe auf einer Ebene niedriger Ordnungszahl (z.B. Ebene 0) haben immer Vorrang vor Eingriffen auf höherer Ebene. Steuereingriffe über die Bedien- und Beobachtungsstation der Prozessleittechnik haben gleiche Priorität und können Automatikbefehle überschreiben. Alle wichtigen Verriegelungen sind in der Ort-Hand-Ebene und damit auch in allen übergeordneten Ebenen enthalten.

Die Betriebsarten werden an den verschiedenen Visualisierungen angezeigt.

11.2.4 Bedienebenen / -oberflächen

Die Bedienebenen in den Anlagenbildern der Einzelsteuer- und Bereichsleitebene sind in Anlehnung an die bestehenden Anlagenbilder der Autonomen Provinz Bozen zu gestalten. Für alle Anlagenbilder muss die Zweisprachigkeit (Italienisch und Deutsch) berücksichtigt werden. Die Anlagenbilder sind logisch und zweckmäßig geordnet und leicht aufrufbar vorzusehen. Unabhängig von ihrer Stellung in der Hierarchie müssen alle Bedienmenüs eine Alarm- und Meldezeile enthalten. Ein Bedienübersichtsbild dient als oberste Informationsebene und muss einen einfachen Zugang zu den einzelnen Untermenüs ermöglichen. Diese dienen der Information und der Bedienung. In allen Bedienmenüs ist es möglich, in das Bedienübersichtsbild zurückzuspringen. Wichtige aktuelle Daten, die zum Verständnis notwendig sind, werden in digitaler Form unter Angabe der Einheiten angezeigt.

Grundsätzlich sind mindestens folgende Anlagenbilder vorgesehen:

- Alarme und Ereignisse, mit Angabe der Vorkommnisse und der Daten,
- Brandmeldeanlage,
- Temperaturfühler,
- Messanlage für das Verkehrsaufkommen,
- Veränderbare Anzeigetafeln und Beschilderung,
- Videoüberwachung,
- Beleuchtungsanlage,
- Ampelanlage,
- Energieverbrauch,

- Elektroanlage (Elektroschaltbilder aller Anlagen 400 V- und des USV-Netzes sowie auch der Notstromeinrichtung).

11.2.5 Alarme und Meldungen

Alle Meldungen und Alarme werden unabhängig von den momentan angewählten Bildern im Klartext angezeigt und akustisch signalisiert. Alle Alarme werden durch eine eindeutig kodierte Sprachmitteilung über das Telefonwahlgerät nach außen geleitet.

Die am Bildschirm gezeigte Alarm- und Meldezeile enthält:

- die sekundengenaue Uhrzeit,
- den Alarm- / Meldegeber,
- den Klartext.

Die Alarmierung basiert auf den genauen Abfolgen und Vorgaben der Autonomen Provinz Bozen.

11.2.6 Systemobjekte

In einer Signal- und Datenpunktliste werden durch den Auftragnehmer die vorgesehenen Ein- und Ausgänge der SPS und der dezentralen Peripherie dargestellt.

Kurzbezeichnungen

M	Messwert
SM	Störmeldung
BM	Betriebsmeldung
BF	Befehl
DI	Digitaler-Eingang
DO	Digitaler-Ausgang
AI	Analoger Eingang

Betriebsmeldungen (BM)

Betriebsmeldungen sind als Arbeitsstrommeldungen (Schließerkontakte) darzustellen. Alle Betriebsmeldungen sind als positive Logik auszuführen, d.h. logisch EIN entspricht Spannung am Eingang.

Störmeldungen (SM)

Störmeldungen sind als Ruhestrommeldungen (Öffnerkontakte) darzustellen. Störmeldungen sind Drahtbruchsicher auszuführen. Alle Störmeldungen sind als negative Logik auszuführen, d.h. logisch AUS entspricht Spannung am Eingang.

Digitale Eingänge (DI)

Alle Betriebsmeldungen (BM) oder Störmeldungen (SM) werden als Spannungssignal (Schaltspannung 24V, DC) ausgegeben. Die DI dienen zur Kommunikation mit elektrischen und elektronischen Anlagenteilen. Das Spannungsniveau der Ansteuer- und der Ausgangsbeschaltung des Automatisierungssystems ist 24V DC. Pro Digitaleingangskarte sind entsprechend der Ausschreibung schrau-

benlose Federzugklemmen als Prüftrennklemmen bzw. Messertrennklemmen und Schirmanschlussklemmen bzw. Potentialklemmen vorzusehen.

Digitale Ausgänge (DO)

Die DO des Automatisierungssystems werden zur Ansteuerung von externen Geräten (potentialfreier Kontakt) eingesetzt. Pro Digitalausgangskarte sind entsprechend der Ausschreibung schraubenlose Federzugklemmen als Prüftrennklemmen bzw. Messertrennklemmen und Schirmanschlussklemmen bzw. Potentialklemmen vorzusehen.

Analoge Eingänge (AI)

Betriebsmeldungen (BM) werden in der Feldebene als Spannungssignal von 0-10 V oder als Stromsignal von 0-20 mA ausgegeben.

Die SPS sind grundsätzlich objektorientiert zu programmieren. Die SPS-Objekte müssen an die hardwareseitigen I/O und die Datenbank der Leittechnik angebunden werden.

11.3 Softwarefunktionen

11.3.1 Anzeigenkomponenten

Die Querschnitte und insbesondere die Sperrquerschnitte sind über das Automatisierungssystem anzusteuern und anzuzeigen. Die Aufgliederung und Lage der Anzeigenquerschnitte ist dem Blockteilungsplan zu entnehmen.

Die nachstehend aufgeführten Schaltfolgen / Schaltstellungen / Anzeigen müssen über die Leittechnik einzeln ausgelöst und angezeigt werden können.

Gleichartige Anzeigeelemente an einem Querschnitt müssen immer dieselbe Anzeige aufweisen.

Zu den Elementen der Querschnitte gehören:

- Programmierbare Anzeigetafel,
- Ampeln,

11.3.2 Programmierbare Anzeigetafel (PAT)

Die vorgesehenen programmierbaren Anzeigetafeln (PAT) in LED Technologie werden mit bereits bestehenden Systemen des Sonnenburg Tunnels verbunden und gemeinsam betrieben. Daher sind die PAT als Erweiterungen eines bestehenden Systems zu verstehen. Die Anzeigetafel setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

- Alphanumerischen einfarbiges Display mit 4 Zeilen zu 15 Zeichen,
- Wechselverkehrszeichen (WWW) als full-color Display,
- Gelbblinker jeweils links und rechts des WWW.

Das PAT verfügt über eine Kontrolleinheit zur Kommunikation und Diagnostik welche über einen Schnittstelle RS485 in die Feldebene eingebunden wird. Die Ansteuerung/Texteingabe erfolgt über eine serielle Schnittstelle aus der SPS Verkehr.

Die voreingestellten Texte und Straßenverkehrszeichen entsprechend dem Kodex der Straßenverkehrsordnung mit Zeichen laut Bestimmungen des D.P.R 495/92 werden in der SPS gespeichert. Der alphanumerische Datensatz der LED Anzeige ist in der SPS hinterlegt. Vom Nutzer können freie Texte im laufenden Betrieb über die Leittechnik eingegeben und angezeigt werden. Eine Überschreitung der möglichen Anzeigelänge wird dem Nutzer sofort gemeldet, bzw. kann nicht an die Anzeige gesendet werden.

Die Störmeldungen sind getrennt als potentialfreie Kontakte ausgeführt und werden an die SPS gemeldet.

11.3.3 Ampeln

Ampeln sind Bestandteil eines sog. Sperrquerschnitts, grundsätzlich wird zwischen zwei Typen von Sperrquerschnitten unterschieden:

- Sperrquerschnitt am Portal bestehend aus Ampeln,
- Sperrquerschnitt an den Zufahrtsrampen bestehend aus Schranken und Signalleuchten auf den Schrankenbäumen und vorgelagerte programmierbare Anzeigetafeln.

Die Anordnung der Ampeln im Lageplan ist im entsprechenden Kapitel detailliert beschrieben.

Die beiden Ampeln eines jeden Sperrquerschnittes sind immer gleich geschaltet. Für jeden Sperrquerschnitt werden zwei Stellungen definiert:

- Stellung 0: Automatik
- Stellung 1: Manuell

Die Stellung 1: manuell gibt für jeden Sperrquerschnitt die Schaltung folgender Stellungen frei:

- Stellung 0: Grün
- Stellung 1: Blinken
- Stellung 2: Rot

Die Umschaltung der Ampel erfolgt unter Berücksichtigung der Bedienhierarchie an folgenden Ebenen:

- Vor-Ort-Betrieb, Handsteuerung an Schaltanlage (Ebene 0),
- Manuelle Schaltung einzelner Anlagenteile vom Leitsystem (Ebene 2),
- Handschaltung am Feuerwehrbedienfeld (Ebene 2).

Für jede einzelne Lampe jeder Ampel werden somit entsprechend der Bedienhierarchien drei Betriebszustände definiert:

- Betriebszustand 0: Aus
- Betriebszustand 1: Blinkend
- Betriebszustand 2: Ein

Die im folgendem definierte Matrix sieht für jede Verkehrssituation einen eindeutigen Betriebszustand der Ampeln vor. Per Definition kann nur jeweils eine Lampe pro Ampel vom Betriebszustand 0 abweichen:

Situation	Betriebszustand		
	Grün	Gelb	Rot
Normalverkehr	2	0	0
Wartung auf Gehsteig	0	1	0
Wartung auf Fahrbahn (Einbahnregelung)	0	1	0
Wartung auf Fahrbahn (Tunnelsperre)	0	0	2
Unfall, manuell gemeldet	0	0	2
Brand, manuell oder automatisch gemeldet	0	0	2
Manuelle Sperre durch befugte Ämter	0	0	2

Weitere Betriebsmöglichkeiten der Verkehrsampelanlage werden vom Straßenbetreiber oder von der Bauleitung festgelegt.

Die Frequenz des Gelbblinkens soll 1 Hz betragen.

Bei jeglicher Tunnelsperrung, Ampel Rot aktiviert, muss darauf geachtet werden, dass der Wechsel von Grün über 5 Sekunden Gelb in Rot zu erfolgen hat, umgekehrt hingegen erfolgt der Wechsel von Rot direkt auf Grün. Eine Unterbrechung der Abläufe Grün – Gelb – Rot und Rot – Grün ist nicht vorzusehen, jedoch muss die Verkehrssteuerung das Auslösen anderer Schaltmöglichkeiten während dieser Abläufe registrieren und den letztgemeldeten auslösen.

Die Ampeln sind in LED-Technik ausgeführt. Die Anzeige-Elemente (LED) und deren Ausfall werden in den Lichtsignalen einzeln überwacht und an die SPS gemeldet.

11.3.4 Schranken

Die Schranken sind als schwenkbare Handschranken ausgeführt. Diese sind mit roten Signalleuchten auf den Schrankenbäumen ausgestattet. Die Signalleuchten werden über SPS und Relais angesteuert und sind mit drei Stellungen auf der Bedienebene ausgeführt:

- Stellung 0: Aus
- Stellung 1: Ein
- Stellung 2: Automatik

Die Stellung 2 stellt die Normalsituation dar. Die Automatik der Signalleuchte bedeutet, im Normalfall sind die Leuchten ausgeschaltet, bei Tunnelsperrung schalten die Leuchten synchron mit dem Rotlicht der Ampel ein.

Die Umschaltung der Signalleuchten erfolgt unter Berücksichtigung der Bedienhierarchie an folgenden Ebenen:

- Vor-Ort-Betrieb, Handsteuerung an Schaltanlage (Ebene 0),

- Manuelle Schaltung einzelner Anlagenteile vom Leitsystem (Ebene 2).

Die Störmeldungen sind getrennt als potentialfreie Kontakte ausgeführt und werden an die SPS gemeldet.

12 KLIMAANLAGEN TECHNIKRÄUME

Kontroll- und Technikräume NS

Raumklimaanlage für die Kühlung der NS Technik-, Kontroll- und USV Räume, bestehend aus horizontalem Innengerät für Wandmontage mit entsprechender Leistung laut Raumanforderungen und Außeneinheit mit Kompressor.

Anlage ausgerüstet mit elektronischer Kontrolleinheit mit integriertem Raumthermostat für sämtliche Funktionen und automatischer Wahl der erforderlichen Kälteleistung.

13 RICHTLINIEN UND BESTIMMUNGEN

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

Den Leistungen liegen zugrunde,

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

- 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 17-5 Apparecchiature a bassa tensione, parte 2, interruttori automatici
- 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 assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 17-21 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di co-mando ad alta tensione
- CEI 20-20 fasc. 663 Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- 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 81-3 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 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, 27.06.2006,
- 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),
- RABT – 2006, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunnel, 2006,
- Directive 2004/54/Ec of The European Parliament And Of The Council on Minimum Safety Requirements for Tunnels in the Trans-European Road Network, Brussels, 29 April, 2004.

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 dell'art. 8, 14 e 16,
- DPR n. 392 del 18.04.94, "Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini dell'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.