



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA

RICHTLINIE

KABELANLAGEN DER NATIONALSTRASSEN

*Ausgabe 2025 V2.00
ASTRA 13022*

Impressum

Autoren / Arbeitsgruppe

Renato Kundert	ASTRA DS-UARS
Crausaz Bernard	ASTRA DS-UARS
Markus Eisenlohr	ASTRA I-FU
Walter Bstieler	ESTI
Stephan Baumann	Zielmangement GmbH, Erarbeitung
Karl Wittker	Zielmangement GmbH, Erarbeitung

Originalsprache

Deutsch

Herausgeber

Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strassennetze N
Standards und Sicherheit der Infrastruktur SSI
3003 Bern

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von www.astra.admin.ch herunter geladen werden.

© ASTRA 2025

Abdruck - ausser für kommerzielle Nutzung - unter Angabe der Quelle gestattet.

Vorwort

Im linearen System der Nationalstrassen stellt das Realisieren von Kabelanlagen für Hoch- und Niederspannungsanlagen, elektrische Stark- und Schwachstromanlagen sowie Signal- und Lichtwellenleiterkabel oft eine Herausforderung dar.

Mit der Richtlinie definiert das ASTRA Standards für die Anforderungen und den Einsatz von Kabelanlagen auf Nationalstrassen auf offener Strecke und in Tunnelanlagen.

Aus der Umsetzung der Richtlinie ergeben sich Harmonisierungen beim Ausbau, beim Unterhalt und beim Betrieb der Nationalstrassen.

Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Sicherheit von Personen und an den Schutz der Infrastrukturanlagen im Ereignisfall gelegt.

Bundesamt für Strassen

Jürg Röthlisberger
Direktor

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorwort	3
1 Einleitung	6
1.1 Zweck der Richtlinie	6
1.2 Geltungsbereich	6
1.3 Adressaten	6
1.4 Inkrafttreten und Änderungen	6
2 Ziele der Kabelanlagen der Nationalstrassen	7
2.1 Grundsätzliche Ziele	7
2.2 Verwendete Begriffe	7
2.3 Abgrenzung	7
3 Anforderungen und Einsatz von Elektro-Kabel	8
3.1 Installationskonzept	8
3.2 Grundanforderungen an Elektro-Kabel	8
3.3 Schutz vor Fremdeinwirkung	8
3.4 Brandschutz	9
3.4.1 Brandverhalten von Kabel und Leitung	9
3.4.2 Funktionserhalt von Kabeln	10
4 Anforderungen und Einsatz an Kabeltragsysteme	12
4.1 Grundanforderungen an Kabeltragsysteme	12
4.2 Spezifikation der Kanaltypen	12
4.3 Funktionserhalt der Kabeltragsysteme	12
4.4 Konstruktive Vorgaben	12
4.5 Montage von Kabeltragsystemen	12
4.6 Einsatz, Auswahl von Kabeltragsystem	14
4.7 Spezifische Anforderungen	15
4.7.1 Offene Strecke	15
4.7.2 Feinverteilung im Tunnel	15
4.7.3 Lüftungskanal	15
4.7.4 Werkleitungskanal	15
4.7.5 Sicherheitsstollen	15
4.7.6 Technikräume	15
4.7.7 Verbindung Tunnel - WLK	15
4.7.8 Steigzonen in vertikalen Fluchtwegen	16
4.7.9 Betriebsgebäude, Werkhöfe	16
5 Kabelinstallationen für Nationalstrassen	17
5.1 Grundanforderungen an Kabelinstallationen	17
5.2 Konzepte der Kabelinstallation	17
5.3 Verhalten der Kabel im Betrieb und bei Ereignissen	18
5.3.1 Kabelinstallationen Montagevorschriften der Hersteller	18
5.3.2 Ordnungstrennung	19
5.3.3 Kabelverbindungen	19
5.3.4 Einzelverlegung von Kabel	20
5.3.5 Geschützte Kabelführung	20
5.3.6 Gemischte Kabelinstallation mit Funktionserhalt	20
5.3.7 Beschriftung von Kabeln	20
6 Anlagespezifische Installationen	21
6.1 Hochspannung	21

6.2	Lüftung	21
6.3	Strahlkabel Funk im Tunnel	22
6.4	Brandmeldeanlage Tunnel	22
6.5	Optische Leiteinrichtung im Tunnel	22
6.6	Lichtwellenleiter	23
6.6.1	Allgemein	23
6.6.2	Ausführung der LWL	24
6.6.3	Messungen der installierten LWL-Strecken	24
6.7	UKV in Zentralen	25
6.8	Parallelführung von Kleinspannung- und Niederspannung	26
7	Dokumentation Kabelanlagen	27
7.1	Dokumentation Kabel	27
7.2	Dokumentation Kabeltragsysteme	28
7.3	Dokumentation Kabelinstallationen	28
	Anhänge	30
	Glossar	35
	Literaturverzeichnis	37
	Auflistung der Änderungen	39

1 Einleitung

1.1 Zweck der Richtlinie

Ergänzend zu den geltenden Gesetzen und Verordnungen definiert die Richtlinie die Vorgaben für die Kabelanlagen auf den Nationalstrassen.

Die Richtlinie definiert die Anforderungen an die Kabel, die Kabeltragsysteme, die Kabelinstallationen sowie an die Anlagedokumentationen der Kabelanlagen.

1.2 Geltungsbereich

Die Richtlinie gilt für die Planung, die Realisierung und den Betrieb von Kabelanlagen der Nationalstrassen der Klassen 1, 2 und 3 auf der offenen Strecke und im Tunnel. Sie gilt nicht für Raststätten (Eigentum Kantone) und Werkhöfe (Hochbau).

Sie gilt für Neuanlagen sowie für Erweiterungen an bestehenden Kabelanlagen.

Übergangsregelung für laufende Projekte:

- Für Projekte in der Ausschreibungsphase gelten die Vorgaben der neuen Version der Richtlinie;
- Für Projekte nach der Ausschreibungsphase sind die Vorgaben dieser Richtlinie zu prüfen. Differenzen sind mit der Fachunterstützung BSA zu besprechen. Der Projektleiter muss die Ausnahmen begründen und es muss eine schriftliche Bewilligung vorliegen.

1.3 Adressaten

Die Richtlinie wendet sich an:

- Fachspezialisten des ASTRA;
- Fachspezialisten der Gebietseinheiten;
- Planer und Unternehmungen, die im Auftrag des ASTRA Leistungen an den Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) erbringen;
- Inspektoren und Kontrollstellen.

1.4 Inkrafttreten und Änderungen

Die Richtlinie tritt am 01.05.2019 in Kraft. Die „Auflistung der Änderungen“ ist im gleichnamigen Kapitel dieser Richtlinie auf Seite 39 dokumentiert.

2 Ziele der Kabelanlagen der Nationalstrassen

2.1 Grundsätzliche Ziele

Ziel der Richtlinie ist die sichere, langlebige und wartungsfreundliche Realisierung der Kabelanlagen auf Nationalstrassen.

Gesetze, Verordnungen und Normen verlangen übereinstimmend, dass:

- Flucht- und Rettungswege sicher sind;
- Im Ereignisfall die Ausbreitung des Feuers begrenzt wird;
- die notwendigen Funktionen erhalten bleiben.

Um diese Ziele zu erreichen, definiert die Richtlinie:

- Anforderungen an die Kabel (Kabelhersteller) der offenen Strecke und in Tunnel;
- Anforderungen an Kabeltragsysteme (Hersteller Kabeltragsysteme);
- Vorgaben für die Kabelinstallationen (Installateur Kabel und Kabeltragsysteme).

Kabelanlagen in Tunneln müssen nach Röhre getrennt werden.

2.2 Verwendete Begriffe

- In Verordnungen und in der Normierung werden verschiedene Begriffe für sicherheitstechnische Anlagen, Sicherheitsanlagen, sicherheitsrelevant etc. verwendet.
- In dieser Richtlinie wird der Begriff «sicherheitsrelevante Anlagen» verwendet. Sicherheitsrelevante Anlagen werden ab dem Notnetz versorgt;
- Die Anforderungen der Verkabelung für sicherheitsrelevante Anlagen sind im Kapitel 3.4.2 definiert.

2.3 Abgrenzung

Die Dimensionierung der Kabel ist nicht Bestandteil der Richtlinie.

Die Erstellung und die Dimensionierung von Kabelrohrblöcken sind nicht in der Richtlinie enthalten.

Temporäre Kabelanlagen sind nicht Teil der Richtlinie.

3 Anforderungen und Einsatz von Elektro-Kabel

3.1 Installationskonzept

Durch den Projektverfasser ist in der Phase des Massnahmen- / Detailprojekts (MP / DP) ein Installationskonzept basierend auf der vorliegenden Richtlinie zu erstellen. Das Konzept beschreibt im wesentlichen die Umsetzung der Anforderungen aus der Richtlinie, definiert den Brandschutz und den Funktionserhalt.

Das Installationskonzept muss dem ASTRA im Rahmen der MP/DP-Genehmigung zur Prüfung und Freigabe vorgelegt werden.

3.2 Grundanforderungen an Elektro-Kabel

Die erwartete Nutzungsdauer ist:

- für Kupferkabel 30 bis 45 Jahre;
- für Lichtwellenleiter-Kabel (LWL) 25 bis 35 Jahre.

Für das Langzeitverhalten der Isolierstoffe gilt:

- Energiekabel müssen den Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens für die Alterung genügen (gemäss EN 60216).

3.3 Schutz vor Fremdeinwirkung

Mechanischer Schutz

Sämtliche Kabel im Fahrbahnbereich sind mit einem mechanischen Schutz zu versehen. Dieser mechanische Schutz kann erreicht werden durch:

- Unterputzinstallation;
- Kabeltragsysteme;
- Rohranlagen;
- Schutzabdeckungen;
- Armierung von Kabel.

Wasser und Feuchtigkeit

Kabel, die Wasser oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind, müssen ihre Funktion uneingeschränkt aufrechterhalten können. Es sind daher Kabel zu verwenden, welche aufgrund ihres Aufbaus für feuchte und nasse Umgebungen geeignet sind.

Nagetierschutz

Kabel mit Durchmesser < 30 mm sind entlang der offenen Strecke mit einem Nagetierschutz zu versehen. Dies gilt gleichermassen für elektrische Hoch- und Niederspannungskabel, Signalkabel, Koaxialkabel und Lichtwellenleiter. Die Umhüllung darf auch bei Freilegung nicht korrodieren (Vollverzinkung der Stahlbänder und Stahldrahtarmierung).

Im Portalbereich der Strassentunnel, im Ausgangsbereich von Sicherheitsstollen und in Werkleitungskanälen ist dem Nagetierschutz vermehrte Beachtung zu schenken. In gefährdeten Bereichen sind Kabel mit Armierung zu verwenden.

In Zentralen, Stationen und Kabinen sind Kabeleinführungen dauerhaft dicht zu verschliessen damit für Nagetiere kein Eindringen möglich ist.

Örtliche bedingte Schutzmassnahmen

In städtischen Bereichen können Tauben Kanäle massiv verschmutzen und beschädigen. Dem muss mittels Abdeckungen entgegengewirkt werden. Sind weitere und anderweitige Beeinflussungen bekannt, muss mit geeigneten Massnahmen entgegengewirkt werden.

UV Beständigkeit

Kabel entlang der offenen Strecken, die der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, müssen UV beständig sein.

EMV Schutz

Kabel entlang der offenen Strecke, im Tunnel und im Werkleitungskanal sind bei Gefährdung durch elektromagnetische Strahlen zu schützen. Art und Umfang der Schutzmassnahmen sind aufgrund der zu erwartenden Störungen festzulegen.

3.4 Brandschutz

Für Nationalstrassen gelten folgende Anforderungen an sämtliche Kabel.

3.4.1 Brandverhalten von Kabel und Leitung

Das Brandverhalten von Kabeln und Leitungen ist in der Bauprodukteverordnung (BauPV, SR 933.01) und der Norm SN/EN 13501-6 definiert.

Für Nationalstrassen gelten:

- Für die offene Strecke (inkl. Übergang offene Strecke zur Zentrale) (Zone 10) werden halogenfreie Kabel der Klasse F_{ca} (keine Anforderung an Brandverhalten) eingesetzt. Tunnel unter 100 m werden wie offene Strecken behandelt;
- Kabel der Klasse B2ca-s1a,d1,a1 (langsame Brandausbreitung, schwache Rauchbildung, kurzzeitiges brennendes Abtropfen, leicht korrosive Brandgase) werden in den Zonen 20 und 30 eingesetzt;
- Wenn Hochspannungskabel in eigenen Rohrböcken geführt werden, gilt die Kabelklasse F_{ca}, halogenfrei. Werden Hochspannungskabel im Werkleitungskanal Zone 30 offen verlegt, sind Kabel der Klasse B2ca-s1a,d1,a1 zu verwenden;
- Je nach Einsatzzweck und Gefährdung sind als zusätzliche Schutzmassnahme armierte, abgeschirmte, längswasserdichte, zugarmierte und/oder UV-beständige Kabel einzusetzen.

Tab. 3.1 Anforderungen passiver Brandschutz

ASTRA Zone	Anwendung	Kabelklassen (Bau PV SR 933.01)	Installationsart
10	Offene Strecke (inkl. Tunnel 0-100 m) • Hochspannungskabel bis 50'000Volt	F _{ca} , halogenfrei	Eigene Rohranlage
10	Offene Strecke (inkl. Tunnel 0-100 m) • Fahrbahn • Brücken • Viadukte • Signalportale	Min. F _{ca} , halogenfrei Falls der Sonneneinstrahlung ausgesetzt, zusätzlich UV-beständig.	Rohranlagen
20	Tunnel (Fahrbahnbereich) • Fahrraum, Galerien • Lüftungskanal (Zu- und Abluft)	B2ca-s1a,d1,a1	Kabeltrassen AP-Installation Rohranlagen
30	Technikraum, Werkleitungskanal und Fluchtwege • Werkleitungskanäle (WLK) • Sicherheitsstollen • Fluchtstollen • Technikräume (inkl. Hohlboden) • Querverbindung Tunnel – WLK • Querverbindungen zwischen Tunnelröhren	B2ca-s1a,d1,a1	Kabeltrassen AP-Installationen Rohranlagen
40	Werkhöfe, weitere Betriebsgebäude und Rastplätze	Gemäss NIN und VKF	

Die Klassifizierung ist mittels Leistungserklärung gemäss BauPV nachzuweisen.

3.4.2 Funktionserhalt von Kabeln

Die Anforderungen an den Funktionserhalt sind in «Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen», der DIN 4102-12 beschrieben.

Sind die Zuleitungen (Verbrauchergruppen, Stammkabel) zu den folgenden sicherheitsrelevanten Anlagen im Tunnel im Fahrraum (Zone 20) offen verlegt (z.B. Kabeltrasse, AP-Installationen), ist für die gesamte Kabelverbindung der Funktionserhalt E60 nötig.

Tab. 3.2 Anforderungen Funktionserhalt

Anlagen / Teilanlagen	Funktionserhalt Zuleitung	Funktionserhalt Aggregat
Lüftungsklappen	E60	250°C/2h oder 400°C/2h (gemäss Richtlinie 13001 Lüftung Strassentunnel)
Ventilatoren	E60	250°C/2h oder 400°C/2h (gemäss Richtlinie 13001 Lüftung Strassentunnel)
Sensorik Lüftung und Rauchmelder	E60	--
Notbeleuchtung (DB ab USV-Netz)	E60	--
Fluchtwegbeleuchtung	E60	--
		--
OLE / Brandnotbeleuchtung	E60	--
Portalampeln, Tunnelrot, Blitzleuchte, FLS	E60	--
Notruftelefon	E60	--
Video-Kameras	E60	--
Transit LWL-Kabel für den Erschliessungsring des IP-Netz BSA	E60	--

Kabel mit Funktionserhalt müssen auch die Anforderungen des Brandverhaltens (B2ca) erfüllen.

Falls spezifische Kabel die Anforderungen an den Brandschutz und Funktionserhalt auf dem Markt nicht erfüllen (z.B. LWL, Daten- und Kombikabel), ist der Funktionserhalt durch bauliche Massnahmen zu erfüllen.

Der Funktionserhalt ist nicht in allen Anlagen einfach zu realisieren. Überlegungen zum nachträglichen Ausbau, eingeschränkter Kabelauswahl und Life Cycle Betrachtungen beeinflussen die Art der Umsetzung.

Deshalb enthält die DIN 4102-12 folgende Varianten zur Umsetzung:

Umsetzungsvariante Funktionserhalt mit einem Sondertragesystem

Die Kombination aus Kabel und Kabeltragsystem ergibt den Funktionserhalt des gesamten Systems. Die von den Herstellern geprüften Kombinationen aus Kabeltypen und Kabeltragsystemen inkl. der spezifizierten Verlege- bzw. Befestigungsabstände sowie die maximale mechanische Belastbarkeit im Brandfall sind zwingend einzuhalten.

Umsetzungsvariante Funktionserhalt mit einem Normtragesystem

Kabel mit Funktionserhalt und Tragsysteme mit Funktionserhalt benötigen einen unabhängig Nachweis voneinander nach, dass die Anforderungen nach DIN 4102-12 erfüllt werden.

Die vom Hersteller des Kabeltragsystems spezifizierten Verlege- bzw. Befestigungsabstände sowie die maximale mechanische Belastbarkeit im Brandfall sind einzuhalten.

Durch Verwendung eines «Normtragesystems», ist es möglich, Kabel unterschiedlicher Hersteller mit Funktionserhalt in einer Anlage zu installieren.

Dokumentation einer Anlage mit Funktionserhalt

Basierend auf der DIN 4102-12 müssen folgende Unterlagen abgegeben werden:

- Allgemeines Bauamtliches Prüfzeugnis (ABP) oder VKF-Zertifikat für Norm- und Sondertragesystem;
- Übereinstimmungserklärung mit technischen Daten für Kabelanlage (Installateur);
- Kennzeichnung der Kabelanlage mit Schild (Ersteller, Nummer der ABP und Verlegeart, Funktionserhaltsklasse, Herstellungsjahr).

Für das ASTRA gilt generell: Umsetzung des Funktionserhalts mit Normtragsystemen!

4 Anforderungen und Einsatz an Kabeltragsysteme

4.1 Grundanforderungen an Kabeltragsysteme

Kabeltragsysteme werden eingesetzt für:

- Kabelverlegung in Werkleitungskanälen;
- Feinverteilung der Kabel im Tunnel-Fahrraum;
- Kombinierte Konstruktionen mit Ausrüstungen bspw. Beleuchtungssysteme;
- Nutzungsdauer: 30-40 Jahre;
- Zum Schutz und zur Führung von Kabeln in Gebäuden, Zentralen etc.

4.2 Spezifikation der Kanaltypen

Bei der Materialwahl sind die korrosiven Bedingungen am Installationsort massgebend.

Kanäle müssen gemäss der Norm SN/EN 13501-1:

- Halogenfrei sein;
- Widerstandsfest gegen äussere Beanspruchungen (Erfolgreiche Tests mit 50 J);
- Baustoffklasse gemäss SN/EN 13501-1 mindestens B1 (schwer entflammbar).

Hinweis: Kabeltragsysteme E60 sind nur bis zur Breite von 40 cm lieferbar.

4.3 Funktionserhalt der Kabeltragsysteme

Für Kabeltragsysteme in der Zone 20 gilt der Funktionserhalt E60.

4.4 Konstruktive Vorgaben

Die Kabeltragsysteme sind mit Vorkehrungen zur Montage von Elementen zur Ordnungstrennung auszurüsten (min. Trennbolzen).

Werden auf dem Tragsystem Kabel für sicherheitsrelevante Anlagen verlegt, müssen die Kanalsysteme nach DIN 4102-12 geprüft und nach E60 zertifiziert sein. Diese Anforderung gilt auch bei gemischter Verlegung von Kabeln (sicherheitsrelevante Anlagen und nicht sicherheitsrelevante Anlagen).

Zur Kabelführung sind Systemteile wie Bögen, T-Stücke, Vertikalführungsbleche etc. zu verwenden.

Kombinierte Konstruktionen für die Befestigung von Beleuchtungssystemen müssen einen Mindestabstand von 130 mm zu Leuchten aufweisen.

4.5 Montage von Kabeltragsystemen

Der Hersteller der Kabeltragsysteme liefert ausführliche Montagevorschriften.

Der Montagegrund bestimmt den Einsatz der korrekten Dübel / Bolzenanker.

Eingesetzte Dübel / Bolzenanker und Schrauben haben den Vorgaben des Herstellers der Befestigungsteile zu genügen. Zum Schutz gegen Selbstlockerung der Schrauben sind sämtliche Befestigungsschrauben mit Federscheiben auszurüsten. Zur Montage sind Drehmomentschlüssel zu verwenden.

Decken- und Wandkonsolen müssen in den Zonen 20 und 30 mit mindestens zwei Befestigungsschrauben versehen sein.

An Stellen die eine Verletzungsgefahr darstellen sind Schutzmassnahmen umzusetzen wie Kantenschutzprofile, Sicherheitsabschlüsse von Trägern etc.

4.6 Einsatz, Auswahl von Kabeltragsystem

Die folgende Tabelle orientiert sich an der Korrosionswiderstandsklasse (KWK) gemäss der SIA 179.

Tab. 4.3 Auswahl von Kabeltragsystemen

ASTRA-Zone	Awendung	Korrosions-Kategorie	Werkstoffwahl		
			Befestigung	Halterung	Gehäuse
10	Offene Strecke (inkl. Tunnel 0-100 m): - Fahrbahn - Brücken - Viadukte - Signalportal	C4	- KWK III - KWK IV (mineralisch-metall)	- KWK III - Stütze, Ausleger Stahl min. 1.25 mm, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 55 µm	- KWK II - Kanal aus Stahl min. 1.25 mm, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 55 µm
20	Fahrbahnbereich Tunnel - Fahrraum, Galerie - Lüftungskanal - Verbindung Tunnel - WLK	C5	KWK V	KWK IV (und 1.4571 aus wirtschaftlichen und herstellungstechnischen Gründen)	KWK III
30	- Technikraum (inkl. Hohlboden) - Werkleitungsanäle - Sicherheitsstollen - WLK die auch als Sicherheitsstollen dienen - Steigzonen in vertikalen Fluchtwegen	C4 C4 C4 C4 C4	- KWK III - KWK IV (mineralisch-metall)	- KWK III - Stütze, Ausleger Stahl min. 1.25 mm, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 55 µm	- KWK II - Kanal aus Stahl min. 1.25 mm, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 55 µm - Kanal aus Polymere (nur Technikräume)
40	- Betriebsgebäude - Werkhöfe		KWK I	- KWK I - Stütze, Ausleger Stahl min. 1.25 mm, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 55 µm - Stütze, Ausleger Stahl min. 1.25, Sendmirverzinkt 19 µm	- KWK I - Stahlkanal, feuerverzinkt, Tauchverfahren, min. 1.25 mm - Kanal Stahl min. 1.25, Sendmirverzinkt 19 µm - Kanal aus Polymere

4.7 Spezifische Anforderungen

4.7.1 Offene Strecke

Am Signalportal sind die Kabel durch geschlossene Kanalsysteme zu schützen. Geschlossene Kanalsysteme gelten allein nicht als Schutz vor ultravioletter Sonnenstrahlung.

4.7.2 Feinverteilung im Tunnel

Für die Feinverteilung im Tunnel sind Tragsysteme unter der Tunneldecke oder an der Tunnelwand zu montieren.

Im Tragsystem unter der Tunneldecke oder an der Tunnelwand dürfen keine durchgehenden Kabel (Transitkabel) installiert werden.

4.7.3 Lüftungskanal

Im Fall einer mechanischen Lüftung mit separatem Kanal für die Zuluft, darf dieser für die Kabelführung genutzt werden.

4.7.4 Werkleitungskanal

Die Platzzuteilung auf den Kabeltragsystemen mit mehreren Ebenen ist von oben nach unten nach folgenden Prioritäten vorzunehmen:

- Kabel für sicherheitsrelevante Anlagen;
- Überwachung, Netzwerke;
- Transitkabel;
- Anlagen, Teilanlagen;
- Hochspannung, LWL.

Installationen für Wasserleitung oder andere Medien dürfen nicht auf dem Kabeltragsystem verlegt werden.

4.7.5 Sicherheitsstollen

Im Sicherheitsstollen ohne Werkleitungskanal-Funktion sind nur Kabel für die Versorgung des Sicherheitsstollens zugelassen.

4.7.6 Technikräume

Im Hohlboden von Zentralen sind die Kabeltragsysteme nach Funktionen zu trennen. Die Befestigungskonstruktionen des Hohlbodens dürfen nicht für die Befestigungen der Kabelkanäle genutzt werden.

4.7.7 Verbindung Tunnel - WLK

Damit die Endgeräte im Tunnel elektrisch erschlossen werden können, sind vom Werkleitungskanal oder von den Schächten der Rohrböcke Rohraufstiege in der Betonverkleidung der Tunnelwände vorgesehen.

Fehlen solche Rohreinlagen können Kabelaufstiege auch in offenen Schlitten erstellt werden. Die Kabel sind direkt mittels geeignetem Befestigungsmaterial an die Wand zu montieren. Um den mechanischen Schutz zu gewährleisten, ist der Schlitz mit einer Abdeckung komplett zu verschliessen. Zwischen Metallabdeckung und Kabel ist eine Wärmeschutzisolation zu erstellen, die mindestens der Schutzart EI 30 (gemäss DIN 4102-12) entspricht.

4.7.8 Steigzonen in vertikalen Fluchtwegen

Kabelsteigzonen zwischen verschiedenen Stockwerkebenen sind mit Kabelleitern oder Schienensystemen mit Kabelschnellverleger zu erstellen. Kabelaufstiege müssen so dimensioniert werden, dass eine Trennung nach Spannungsebene, Anlagen und sicherheitsrelevanten Anlagen sichergestellt ist.

4.7.9 Betriebsgebäude, Werkhöfe

Es gelten die Vorgaben gemäss NIN und VKF.

5 Kabelinstallationen für Nationalstrassen

5.1 Grundanforderungen an Kabelinstallationen

Kabelinstallationen inkl. Tragsysteme sind bei richtungsgetrennten Tunneln für beide Röhren getrennt zu erstellen.

Kabel für sicherheitsrelevante Anlagen müssen in Kanalsystemen immer auf der obersten Ebene verlegt werden.

Die Kabeltragsysteme müssen für Erhaltungsprojekte eine Platzreserve von min. 50 % auf der zugeordneten Ebene aufweisen.

BSA-Anlagen, die auf die Kabelanlagen der benachbarten Kabel unzulässige Störsignale abgeben können (bspw. Einzelleiter der Hoch- und Niederspannung, Frequenzumformer), sind mit Schutzmassnahmen auszurüsten (Verursacherprinzip).

Kabel die EMV-sensitive Signale übertragen sind in sich selber mit geeigneten Massnahmen zu schützen. Der Lieferant der Steuersysteme bestimmt die Kabelart und die erforderlichen Schutzmassnahmen.

Grenzwerte für die Dimensionierung:

Niederspannungskabel:

- Spannungsabfall max. 5 %;
- Minimalquerschnitt ausserhalb von Zentralenräumen 2.5 mm²;
- Max. Kerntemperatur der Kabel 60 °C;
- Bei einem Kurzschluss darf der Kurzschlussstrom nicht länger als 5 s fließen;

Signalkabel:

- Minimaler Leiterdurchmesser 0.8 mm.

5.2 Konzepte der Kabelinstallation

Kabel für sicherheitsrelevante Anlagen sind von den übrigen Kabeln zu trennen.

Für die Einspeisung vom Werkleitungskanal/Rohrblock zur Tunnelinstallation sind die Rohraufstiege in der Tunnelwand zu nutzen. Im Bereich der Tunneldecke dürfen nur Leitungen installiert werden, die der Feinverteilung dienen. Zwischen den Versorgungsabschnitten im Tunnel sind keine überlappenden oder durchgehenden Leitungen zu installieren.

Ausfallsicherheit

Bei der Kabelinstallation ist auf möglichst kurze Wege im Tunnelbereich zu achten. Kabel sollen für möglichst kurze Versorgungsabschnitte im Tunnel installiert werden.

Schutzkonzept:

- Ab Übergabestelle des EVU sind der Neutralleiter und der Schutzleiter getrennt zu führen (TN-S). TN-C Systeme (PEN) innerhalb von Anlagen des ASTRA sind nicht zulässig;
- Der Neutralleiter muss in allen Anlageteilen den gleichen Leitwert wie die Polleiter aufweisen.

Alle Kabel die vor Überspannung geschützte Bereiche verlassen und in die offene Strecke führen, sind beidseitig mit Überspannungsschutz zu versehen.

5.3 Verhalten der Kabel im Betrieb und bei Ereignissen

Kabelanlagen müssen vor Einwirkungen, die einen Einfluss auf die Kabelfunktion haben, geschützt werden. Die Richtlinie definiert allgemeingültige Grundsätze – treten in spezifischen Orten weitere Einflussbereiche auf, müssen die Projekte entsprechende weitergehende Massnahmen festlegen.

Einwirkungen bei normalem Betrieb:

- Bewegungen in Wiederlagern von Brücken;
- Reinigung;
- Wartungsarbeiten;
- Aggressive Tunnelatmosphäre
- Vibrationen.

Weitere mögliche Einwirkungen:

- Brand;
- Nagetierfrass;
- Wassereinbruch;
- Erdbewegungen;
- Verkehrsunfall;
- Weitere.

5.3.1 Kabelinstallationen Montagevorschriften der Hersteller

Die Montagevorschriften der Hersteller (bspw. Traglasten, minimale Biegeradien, max. Zugkraft) gelten als verbindliche Installationsvorgaben.

Rohranlagen:

- Im Tunnel werden im Bankett und in der offenen Strecke im verkehrsfreien Bereich der Strasse Rohrblöcke installiert;
- In Tunnelanlagen sind in einem regelmässigen Raster Kabelaufstiege mit Auslassöffnungen vorzusehen (Rundschlag);
- Bei einem Nachzug von Kabeln in bestehende belegte Rohre von Rohranlagen ist die mechanische Belastung der bestehenden Kabel zu prüfen. Nach Möglichkeit sind alle Kabel in einem Arbeitsgang in einem Rohr einzuziehen;
- Beim maschinellen Einziehen der Kabel sind die Einzugswerte aufzuzeichnen und den Ausführungsunterlagen beizulegen;
- Kabelenden müssen während der Verlegung dicht abgeschlossen sein.

Tragsysteme:

- Kabel dürfen nicht direkt auf Kabeltragsystemen gezogen werden;
- Der Einsatz von Einzugshilfen muss auf Kabel, Rohr und Kabeltragsystem abgestimmt sein;
- Alle metallenen Kabeltragsysteme sind alle 50 m am Fundament zu erden;
- Mehrstöckige oder unterbrochene Kabeltragsysteme sind miteinander gut leitend (max. 10 Ohm) zu verbinden;
- Die Stapelhöhe der Kabel auf den Tragsystemen darf 150 mm nicht überschreiten.

Installationen an Tunnelwänden:

- Kabelinstallationen an Tunnelwänden müssen vor Beschädigung durch die Tunnelreinigungsmaschine geschützt sein. An Kabelkonstruktionen an Tunnelwänden dürfen sich keine Gegenstände verfangen oder festsetzen können.

Anschluss Geräte im Tunnel:

- Kabelreserven bei Anschlussstellen an Geräten im Tunnel sind mechanisch zu schützen;
- Kabeleinführungen in Geräte müssen mit korrekt dimensionierten Kabelverschraubungen ausgeführt werden. Diese dürfen die Schutzart (IP XX) des Gerätes nicht reduzieren;
- Kabel sind aufsteigend in Geräte einzuführen (Schutz vor Wassereintritt).

Befestigung von Kabel auf dem Kabeltragsystem:

- Kabel auf Tragsystemen sind zu befestigen. Sie dürfen ihre Lage auch im Falle eines Kurzschlusses nicht verändern;
- Die Befestigung der Kabel darf deren elektrische und mechanische Eigenschaften nicht schmälern;
- Kabelbefestigungen die als Installationshilfen eingesetzt wurden, sind mit der Fertigstellung zu entfernen.

Abstände zur Reduktion der elektrischen Beeinflussung

Gegen elektrische Beeinflussung (elektromagnetische, elektrostatische) sind Massnahmen gemäss (SN/EN 50174-2) vorzusehen:

Brandabschottungen:

- Kabeldurchführungen zwischen Brandabschnitten sind mit Brandabschottungen zu schliessen. Dafür gelten die harmonisierten Normen nach dem Stand der Technik;
- Die Zonenübergänge der Brandabschnitte müssen einem Feuerwiderstand vom Tunnel zum Werkleitungskanal von EI30 entsprechen;
- Die Kabeltrassen beidseitig der Brandabschottung sind gut leitend zu verbinden.

Übergangsbereiche:

- In Übergangsbereichen sind die höherwertigen Anforderungen umzusetzen. Wo möglich soll auf Spleissungen verzichtet werden.

5.3.2 Ordnungstrennung

Die Kabel sind übersichtlich zu ordnen:

- Die Kabel sind nach Spannungsebene, nach Anlagen und nach Funktion (sicherheitsrelevant) getrennt zu verlegen;
- Als Trennelemente sind Trennprofile oder mindestens Trennbolzen zu verwenden;
- Die Anordnung der verschiedenen Leitungen ist auch bei Häufung von Kabeln übersichtlich zu gestalten.

5.3.3 Kabelverbindungen

Spleissungen und Anschlussdosen sind in Industrieausführung in mechanisch und chemisch widerstandsfester Ausführung zu erstellen.

Kabelverbindungen mit Funktionserhalt sind in derselben geprüften E-Klasse auszuführen.

Kabelverbindungen von Leistungskabeln sind mittels Kabelspleissungen auszuführen. Kabelspleissungen sind nicht lösbar und dicht (min. IP 68). In Kabelmuffen muss jeder Leiter mit Hochtemperaturfasern geschützt werden. Der Schrumpfschlauch muss temperaturbeständig, halogenfrei, dickwandig, flammwidrig und unbeschichtet sein. Es sind DIN-Verbinder aus blankem Kupfer zu verwenden. Es sind nur Sechskantpressungen zugelassen.

Kabelverbindungen von Steuerkabeln sind in Verteildosen oder -schränken auszuführen. Verteildosen müssen zugänglich sein, mindestens IP 56, ohne Spezialwerkzeug zu öffnen, nach Angaben des Dosenherstellers dimensioniert und korrosionsfest sein. Klemmen müssen in der Dose fest montiert sein. Kabelverschraubungen dürfen die IP-Schutzart nicht reduzieren.

Steckverbindungen dürfen nur bis Nennströme von 16 A eingesetzt werden.

5.3.4 Einzelverlegung von Kabel

Installationsrohre

Installationsrohre Werkstoff 1.4404 werden mit Briden direkt auf die Wand montiert. Bei Montage im Fahrraum dürfen sich am Rohr keine Gegenstände verfangen können.

Sammelhalter

Verlegung mit Sammelhalter an der Wand oder an der Decke. Die Sammelhalter müssen dem Material für Kanäle entsprechen. Für sicherheitsrelevante Anlagen sind getrennte Sammelhalter zu montieren.

Profilschienen mit Bügelschellen

Verlegung mit Bügelschellen auf Profilschienen. Es sind immer Gegenwannen zu verwenden.

An der Decke sind für sicherheitsrelevante Anlagen Langwannen zu verwenden.

Die Bündelverlegung an Decke oder Wand darf nur für dieselbe Teilanlage angewendet werden.

Bei durchgehender senkrechter Kabelverlegung ist eine Zugentlastung gemäss DIN 4102-12 im Abstand von 3.5 m vorzusehen. Dies gilt für Einzelschienen und auch für Sprossensysteme.

Werden auf Profilschienen Hochspannungskabel verlegt, muss jede Profilschiene mit dem Erdsystem verbunden werden.

5.3.5 Geschützte Kabelführung

Als geschützte Kabelverlegung gilt:

- UP Installationen in separaten Schutzrohr;
- eingegossene Kabel mit nicht brennbarer Füllmasse;
- offen verlegte brandgeschützte Rohre.

5.3.6 Gemischte Kabelinstallation mit Funktionserhalt

Auf demselben Tragsystem nur unter folgenden Voraussetzungen dürfen Kabel mit und ohne Funktionserhalt verlegt werden:

- Das Kabeltragsystem ist für Funktionserhalt E60 ausgelegt;
- Klare Trennung von Kabeln mit und ohne Funktionserhalt mit Trennelementen;
- Über Kabeln mit Funktionserhalt dürfen keine Kabel ohne Funktionserhalt installiert werden;
- Die Kabelanlage ist als gemischte Kabelanlage zu kennzeichnen;
- Die maximale für den Funktionserhalt festgelegte Belastung wird eingehalten.

Kabel mit Funktionserhalt sind zwingend auf der obersten Ebene zu verlegen. Durch Mechanische Verformung, Beschädigung von Tragsystemen oder durch Abtropfen darf der Funktionserhalt nicht beeinträchtigt werden.

5.3.7 Beschriftung von Kabeln

Beschriftung / Kennzeichnung von installierten Kabeln:

- Zur Identifizierung der Kabel und der Kabelverbindungen ist jedes Kabel beidseitig zu kennzeichnen.

6 Anlagespezifische Installationen

Im Kapitel 6 sind jene Anlagen aufgeführt, die besondere Eigenschaften aufweisen und deren Anforderungen von den allgemeinen Anforderungen abweichen. Es werden nur die Abweichungen aufgeführt.

6.1 Hochspannung

Hochspannungskabel auf der Spannungsebene von 1'000Volt bis 50'000 Volt werden auf der Nationalstrasse für die eigene Energieversorgung verwendet. Diese sind getrennt von Kabeln anderer Spannungsebenen zu verlegen.

Kabel für Hochspannungsanlagen müssen längswasserdicht gemäss IEC 60502-2 Anhang F sein.

Die Verlegung von Hochspannungskabeln ist in separaten Rohrblockanlagen auszuführen.

Hochspannungskabel im Werkleitungskanal sind auf separaten Kabeltrassen zu verlegen und es gilt die Klasse B2ca.

Hochspannungskabel sind plangenehmigungspflichtig. Für die Installation von Hochspannungskabeln ist eine Genehmigung erforderlich. Zwischen dem ASTRA und dem ESTI besteht eine Vereinbarung, die das Genehmigungsverfahren regelt. Ansprechstelle im ASTRA ist die Fachunterstützung.

Mit dem Gesuch zur Genehmigung von Hochspannungsleitungen sind die üblicherweise vom ESTI verlangten Unterlagen gemäss ESTI Richtlinie 235 0400 einzureichen. Dazu sind die Gesuchsformulare des ESTI zu verwenden. Diese müssen ergänzt werden mit:

- Installationskonzept;
- Bei Verlegung mit Mehrleiterkabel: Massnahmen zur Vermeidung von Beeinflussung auf andere Leitungen (SN/EN 50174-1 und 2);
- Massnahmen zum Schutz vor nichtionisierter Strahlung (NISV SR 814.710);
- Bei Verlegung mit Einzelleiter: Nachweis, dass die Beeinflussung auf andere Leitungen im Rahmen der normativ zulässigen Werte eingehalten wird.
- Die Abnahmen von allen Hochspannungsanlagen erfolgen durch das ESTI.

Alle Hochspannungskabel müssen mit Warnschildern in jedem Schacht gekennzeichnet werden (Art. 66 und 77) der Leitungsbauverordnung (LeV SR 734.31). In Werkleitungskanälen sind Warnschilder alle 25 m anzubringen.

Alle Hochspannungskabel müssen mit der Angabe von Start und Ziel alle 50 m beschriftet sein. Zudem muss dieselbe Beschriftung bei allen Richtungsänderungen und Durchführungen (beidseitig) angebracht werden.

6.2 Lüftung

Für die Kabelinstallationen der Lüftung gelten folgende Vorgaben:

Entrauchungsklappen der Abluft und für die Sensorik:

- Kabelsystem E60;

Strahlventilatoren:

- Kabelsystem E60;
- Anschlussdosen am Ventilator Ausführung E60;
- Kabelinstallation im Fahrraum Ausführung E60;

- Verbindungsleitungen zwischen Ventilator und Frequenzumformer möglichst kurz;
- Beim Einsatz von Frequenzumformern sind für die Abschirmung alle Leiter-Übergänge zu berücksichtigen.

Revisionsschalter:

Gemäss SUVA Merkblatt CE93-9.d «Der Revisionsschalter» müsste im Sichtbereich bei jedem Ventilator ein Revisionsschalter installiert sein, der ein sicheres Abschalten bewirkt.

Die Zugänglichkeit ist sehr eingeschränkt. Arbeiten an Strahlventilatoren können nur in überwachten Zeiträumen bei gesperrtem Tunnel vorgenommen werden. Im Brandfall werden alle Sicherheitseinrichtungen überbrückt. Ein solcher Wartungsschalter würde eine falsche Sicherheit vermitteln.

Deshalb gilt:

- Bei Strahlventilatoren muss mit einem Hinweisschild auf den möglichen automatischen Anlauf aufmerksam gemacht werden. Auf dem Schild beim Ventilator ist auf den genauen Standort der Abschliessvorrichtung in der Elektrozentrale hinzuweisen.
- In der Elektrozentrale muss für jeden Strahlventilator ein Revisionsschalter mit Abschliessvorrichtung (3 Vorhängeschlösser) installiert sein. Dieser darf, auch im Ereignisfall, nicht überbrückt werden.

6.3 Strahlkabel Funk im Tunnel

Die Klassifizierung der Strahlkabel gemäss Bauprodukteverordnung ist aus physikalischen Gründen nicht möglich, da sonst die Funktion nicht gewährleistet werden kann.

Das Strahlungskabel für die Funksysteme ist gemäss Richtlinie ASTRA 13006 «Funksysteme» zu installieren.

6.4 Brandmeldeanlage Tunnel

Die Klassifizierung der Brandmeldekabel im Tunnelfahrraum gemäss Bauprodukteverordnung ist aus physikalischen Gründen nicht möglich, da sonst die Funktion nicht gewährleistet werden kann.

Das Brandmeldekabel an der Tunneldecke ist gemäss Herstellervorgaben mit Systembefestigungen auf den Beton zu montieren (nicht am Kabeltragsystem). Es gelten dieselben Sicherheitsbestimmungen für die Kabelinstallation wie für das Strahlungskabel gemäss Richtlinie ASTRA «13006 Funksysteme».

6.5 Optische Leiteinrichtung im Tunnel

Die Versorgung der optischen Leiteinrichtung erfolgt im Bankett des Tunnels.

Anschlussstellen der Leuchtstellen müssen mindestens IP 68 ausgeführt sein. Die Beschädigung einer einzelnen Leuchte darf keine negativen Auswirkungen auf die restlichen Leuchten haben. Nach dem Abreissen einer Leuchte, bei einem Kurzschluss oder bei einem Brand muss dieselbe Schutzart für die restliche Installation erhalten bleiben.

Für die Kabel-Installation gelten nachfolgende Grundsätze:

- Längsverkabelung vorzugsweise mittels PE-Rohren DN 60 oder mittels Längsschlitz und eingegossenem Kabel;
- Erschliessungsleitungen sind unter Putz zu installieren.

Ausführung der optischen Leiteinrichtung ohne Funktion Brandnotbeleuchtung:

- Zuleitungskabel Klasse B2_{ca} s1a, d1, a1, Funktionserhalt E60, wenn offen verlegt;
- Systemkabel: Nach Hersteller;
- Abschnittsbildung systembedingt.

Ausführung Optische Leiteinrichtung mit Funktion Brandnotbeleuchtung:

- Zuleitungskabel Klasse B2_{ca} s1a, d1, a1, Funktionserhalt E60, wenn offen verlegt;
- Systemkabel: Nach Hersteller;
- Abschnittsbildung auf 200 m begrenzt.

6.6 Lichtwellenleiter

Für LWL Kabel gelten die Kabelklassen gemäss Abbildung 3.1 und 3.2 auch.

6.6.1 Allgemein

Auf den Nationalstrassen sind Kabel mit Singlemodefasern 9/125 µm einzusetzen.

Für die Kabelherstellung gelten:

- Innerhalb einer Fabrikationslänge sind keine Faserspleisse zugelassen;
- Farbcode Fasern nach Swisscom Vorgaben;
- Bedruckung: Hersteller - Faserzahl - Fasertyp – Kabeltyp (Herstellerbezeichnung) – Metrierung – Klasse des Brandverhaltens;
- CE-Kennzeichnung auf Etikette oder Verpackung der Kabelspule.

Anforderung für LWL Kabel. Es gelten die aktuellen Regeln der Technik:

- Technische Spezifikation Singlemode:
 - Faser: 9/125 µm
gemäss ITU-T G. 652 D, G. 657.A1 / IEC 60793-2
 - Modenfelddurchmesser: 1310 nm: 9.2 ± 1.0 µm
1550 nm: 10.5 ± 1.0 µm
 - Dämpfung (verkabelt): 1310 nm: ≤ 0.36 dB/km
1383 nm: ≤ 0.346 dB/km
1550 nm: ≤ 0.25 dB/km
- ITU Code G.652.D, G.657.A1 ;
- IEC Code IEC 60793-2-50 Kategorie: B1.3, B-652.D, B-657.A1;
- Prüfverfahren nach IEC 60 793-1;
- Alterung gemäss IEC 60 793-2-50 C 5;
- Steckertyp: E-2000™ APC, Typ LSH-HRL nach SN/EN 61754-15; Stirnfläche: 8 ° Schrägschliff, Grad B;
- Muffen: IP 68 (Schutz gegen Druckwasser bei Untertauchen); leichtes nachträgliches Öffnen ohne Auswechseln von Verschleissteilen; Bündeladerreserve im Gehäuse mit Einzelphasermanagement;
- Anforderungen Aussenkabel bezüglich Zugfestigkeit, Längswasserdichtheit, Querdruck, Kabelbiegung usw: IEC 60 794-1-21 und 22.

Die LWL-Kabelanlage wird in zwei Ebenen unterteilt.

Transitebene:	Die Transitebene für überregionale Verbindungen ist durchgängig zu realisieren. Dafür sind Kabel mit 144 Fasern einzusetzen. In der Transitebene sind z.B. die Abschnitte durch den Erschliessungsring des IP-Netz BSA GE und die Router für den Backbone Bund verbunden.
Access Bereich mit Feldebene	Der Access Bereich dient der Versorgung von ganzen Gewerken oder Teilen davon. Dafür müssen Kabel mit mindestens 12 Fasern eingesetzt werden. In der Feldebene sind einzelne Aggregate erschlossen, bspw. Videokamera, Switch und weitere.

Die Transitebene ist vom Access Bereich zu trennen.

Für Redundanzen des Access Bereichs darf die Transitebene genutzt werden.

6.6.2 Ausführung der LWL

Bei schrankübergreifenden Patchungen müssen Breakoutkabel (durchgängig Breakout oder Bündeladerkabel mit Peitschen) eingesetzt werden. Diese sind nach der Installation auszumessen.

Zusätzlich zu den Anforderungen aus Kapitel 5.3 gelten für die Verlegung von LWL-Kabel, die folgenden allgemeinen Anforderungen:

- Für die Befestigung von LWL Kabel auf Kabelpritschen sind die vom Hersteller vorgeschriebenen Systeme zu verwenden. Die Befestigung mit Kabelbinder ist untersagt;
- Kabelenden, die eine mögliche Gefahr durch Laserstrahlen darstellen, sind mit Abdeckungen zu versehen;
- Es sind Warnhinweise bei LWL zur Laserklasse anzubringen gemäss SN EN 60825, Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 1 und 2.

Anforderungen Transitzkabel:

- Die Transitzkabel sind nur in technische Lokale einzuführen, in denen Transitverbindungen notwendig sind. Im anderen Fall sind Reserveschlaufen in die Schächten zu legen.
- In den Hauptlokalen werden nur die notwendigen Fasern inkl. Reserve gepatched.

Kabelreserve:

- Kabel länger als 50 m: An jedem Endpunkt sowie in Muffenschächten sind mind. 10 m Kabelreserve vorzusehen.
- Kabel kürzer als 50 m: An jedem Endpunkt sowie in Muffenschächten sind mind. 3 m Kabelreserve vorzusehen.

6.6.3 Messungen der installierten LWL-Strecken

Vorbereitungsarbeiten

Als Vorbereitung für die Messungen werden folgende Schritte vorgeschrieben:

- Sämtliche Stecker sind optisch auf Fehler und Schmutz zu prüfen und falls nötig zu reinigen (siehe IEC/TR 62627-01).
- Sämtliche Stecker sind zu reinigen und auf Fehler optisch zu kontrollieren (siehe IEC/TR 62627-01).
- Erstellung eines Prinzipschemas der LWL- Strecke, damit die Messprotokolle eindeutig identifiziert und archiviert werden können.

Messung an Fasern > 1'000 m

Sämtliche Fasern > 1'000m sind mit Hilfe von Rückstreuungen zu überprüfen. Der Dämpfungsbelag ist von beiden Kabelenden her im 2. und 3. Fenster mittels OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) mit mindestens 500 m Vorspann zu ermitteln. Verbindlich ist der lineare Durchschnittswert einer Faser beidseitig gemessen. (Genauigkeit der OTDR-Messung nach EN 188000, Prüfverfahren 303).



Die Messungen sind bei folgenden Wellenlängen durchzuführen:

Singlemode- Fasern: 1310 nm und 1550 nm (A > B, B > A)

Multimode- Fasern: 1300 nm (A > B, B > A).



Die Messung der Einfügedämpfung mit dem Powermeter erfolgt nach IEC 61300-3-4, Methode B (IEC 874-1 Methode 7), (Schlussmessung Stecker - Stecker) / Messgenauigkeit $\pm 2.5\%$

Messung an Fasern < 1'000 m

Die Messung der Einfügedämpfung mit dem Powermeter erfolgt nach IEC 61300-3-4, Methode B (IEC 874-1 Methode 7) (Schlussmessung Stecker - Stecker) / Messgenauigkeit $\pm 2.5\%$

Weist die Faserstrecke schlechtere Werte als die errechneten theoretischen Werte auf, ist sie mit einer OTDR- Messung zu kontrollieren und zu dokumentieren. Zur Feststellung der Faserlänge kann pro Kabel eine Faser gemessen werden.

6.7 UKV in Zentralen

Alle Netzwerkverkabelungen (LAN) in Zentralen sind mit einer universellen Kommunikations-Verkabelung (UKV) zu realisieren.

Die Verbindungen ab Patch-Panel im Kommunikationsschrank mit den Anlagesteuerungen mit Kommunikationssteckdosen sind gemäss dem UKV- Standard (EN 50173 Kategorie 6A) auszuführen.

Für alle Netzwerkanschlüsse sind Kommunikationssteckdosen (UKV) für die Verbindung zwischen dem Netzwerkschalt und den Endgeräten zu installieren.

Werden UKV Dosen für den Netzwerkanschluss von Sensoren im Fahrraum oder in offener Strecke verwendet, müssen diese zusammen mit dem Stecker gegen Schmutz und Feuchtigkeit geschützt sein (IP65). Kann dieser Schutz nicht gewährleistet werden, muss die Anschlussdose in einem Schutzgehäuse eingebaut werden.

Nach erfolgter Installation ist deren Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit durch messtechnische Überprüfung jeder einzelnen Kabelverbindung mit Protokollen nachzuweisen.

Erdschleifen sind durch geeignete Massnahmen zu vermeiden.

6.8 Parallelführung von Kleinspannung- und Niederspannung

Die Kabelinstallation von Kleinspannungskabel muss so angeordnet werden, dass elektromagnetische Störbeeinflussung minimiert wird. Die Anforderungen aus der Norm SN/EN 50174-2 und SN/EN 50174-3 müssen eingehalten werden.

Zur Vermeidung von elektrostatischen Entladungen müssen alle leitenden Kabeltragsysteme mit der Erde verbunden werden.

Die Mindesttrennabstände müssen wie in der obgenannten Norm beschrieben eingehalten werden.

Es dürfen keine Berührungsspannungen > 50 Volt auftreten.

7 Dokumentation Kabelanlagen

7.1 Dokumentation Kabel

Der Lieferant der Kabel dokumentiert:

- Kabeleigenschaften;
- Hersteller;
- Lieferant;
- Zulassungen;
- Leistungserklärung gemäss Bauprodukteverordnung;
- Prüfzeugnisse E60/E90 gemäss DIN 4102-12, kompatibel mit dem verwendeten Verlegesystem;
- CE-Konformität;
- Verlege- und Montageanleitungen;
- Hinweise zur Instandhaltung.
- Dokumentation LWL Kabel

Für jedes eingesetzte LWL-Kabel sind die Prüfprotokolle und Datenblätter des Kabelherstellers mit folgendem Mindestinhalt abzugeben:

- Hersteller / Auftrags Nr. / Datum;
- Kabelproduktions- Nr.;
- Kunde / Lieferdatum;
- Gemessene Länge;
- Artikelbezeichnung;
- Faserlieferant;
- Brechungsindex Glasfaser (Datenblatt);
- Kabelaufbau (Datenblatt);
- mit der verwendeten Farbcodierung zur Identifikation der Bündelader, Simplexkabel und Fasern;
- Messresultate zugeordnet zu Bündelader Nr. und Faser Nr. mit Angabe des OTDR-Messgerätes;
- Visum Prüfer;
- Lieferantenspezifikationen (Datenblätter) der Kabel und Glasfasern.
- Dokumentation für konfektionierte Kabel LWL.

Für die verwendeten konfektionierten Kabel sind die Prüfprotokolle und Datenblätter mit folgendem Mindestinhalt abzugeben:

- Hersteller / Konfektionär / Auftrags Nr. / Datum;
- Produktionslos-Nr. vom konfektionierten Kabel;
- Kunde / Lieferdatum;
- Artikelbezeichnung;
- Steckverbinderlieferant / Simplexkabellieferant;
- Steckverbindertechnologie (Ferrulentyp, Faserjustierung);
- Einfüge- und Rückflusdämpfung der gelieferten konfektionierten Kabel;
- Visum Prüfer;
- Lieferantenspezifikationen (Datenblätter).

7.2 Dokumentation Kabeltragsysteme

Der Lieferant der Kabeltragsysteme dokumentiert:

- Angaben zum eingesetzten Material;
- Angaben zur Art des Systems (Norm- oder Sondertragsystem);
- Max. Befestigungsabstände der Konsolen;
- Max. zulässige Traglast;
- Montagevorschrift mit Details zur Befestigung;
- Hersteller;
- Lieferant;
- Zulassungen;
- Nachweis Zertifizierung E90 E60 (gemeinsam mit dem Kabel geprüftes Tragsystem) wo gefordert;
- Hinweise zur Instandhaltung.

7.3 Dokumentation Kabelinstallationen

Der Installateur ist für die Bereitstellung folgender Belege in der Installationsdokumentation verantwortlich:

- Einhaltung der max. Befestigungsabstände der Konsolen;
- Traglastberechnung inkl. 50 % Reserve;
- Nachweis Befestigungsschrauben und Dübel;
- Nachweis Biegeradien der Kabelhersteller eingehalten sind;
- Eingesetzte Kabeltragsysteme;
- Hersteller, Lieferant der Kabeltragsysteme;
- Eingesetzte Typen und Materialien;
- Schockprüfung und Erdbebensicherheitsprüfung für Batterieräume und Transformatorenstationen;
- Nachweis Funktionserhalt nach DIN 4102-12 für die Kabelanlage (gemeinsam mit dem Kabel geprüftes Tragsystem);
- Übereinstimmungserklärung gemäss DIN 4102-12 für die Kabelanlage.

Als Teil der Anlagendokumentationen sind Kabellisten zu erstellen. Diese müssen folgende Informationen enthalten:

- Kabelbezeichnung Verwendung;
- Kabeltyp, Hersteller;
- Querschnitt, Aufbau, Anzahl Leiter;
- Mechanische Festigkeit;
- Nachweis Brandverhalten mit Leistungserklärung nach SN/EN 50575;
- Anschlusspunkte;
- Chemische Eigenschaften;
- Dokumentation des/der Hersteller.

Alle Kabel sind an den Anschlusspunkten mit Verwendungszweck, Start- und Zielort dauerhaft zu beschriften.

Die Prüfung der Starkstromkabel ist im Sicherheitsnachweis (SINA) enthalten, der mit der elektrischen Installation erstellt wird.

Selbstdeklaration Kabelanlage

Vor der Inbetriebnahme erstellt die ausführende Unternehmung eine Selbstdeklaration (Konformitätserklärung), in der sie bestätigt, dass die Richtlinien des ASTRA durchgängig

umgesetzt sind. Sämtliche Kabelabzweigdosen, Befestigungssysteme und Hilfsmaterialien müssen dem deklarierten Standard entsprechen.

Dokumentation UKV

- Messresultate der Prüfungen Gemäss SN/EN 50173 und SN/EN 50174-2.

Dokumentation LWL (DAW)

- Liste der Anschluss-Standorte mit Koordinaten (LV95);
- KEV Disposition mit Aufschaltdetails zu 19" Schränke mit KEV, Muffen, AP-KEV, etc.;
- Kabelplan mit Geo-Verlauf;
- Faser Verschaltungsplan;
- Verbindungsliste mit Verbindungsname, Nutzer, End-End Patchliste.

Anhänge

I	Beispiele	31
I.1	Anordnung der Kabeltragsysteme im Werkleitungskanal	31
I.2	Anordnung der Kabeltragsysteme im Hohlboden Zentrale	32
I.3	Mindesttrennabstände auf Tragsystemen	33
I.4	Hochspannungsinstallation	34

I Beispiele

I.1 Anordnung der Kabeltragsysteme im Werkleitungskanal

Beispielhafte Anordnung Kabeltragsystem im Werkleitungskanal mit Kabelbelegung.

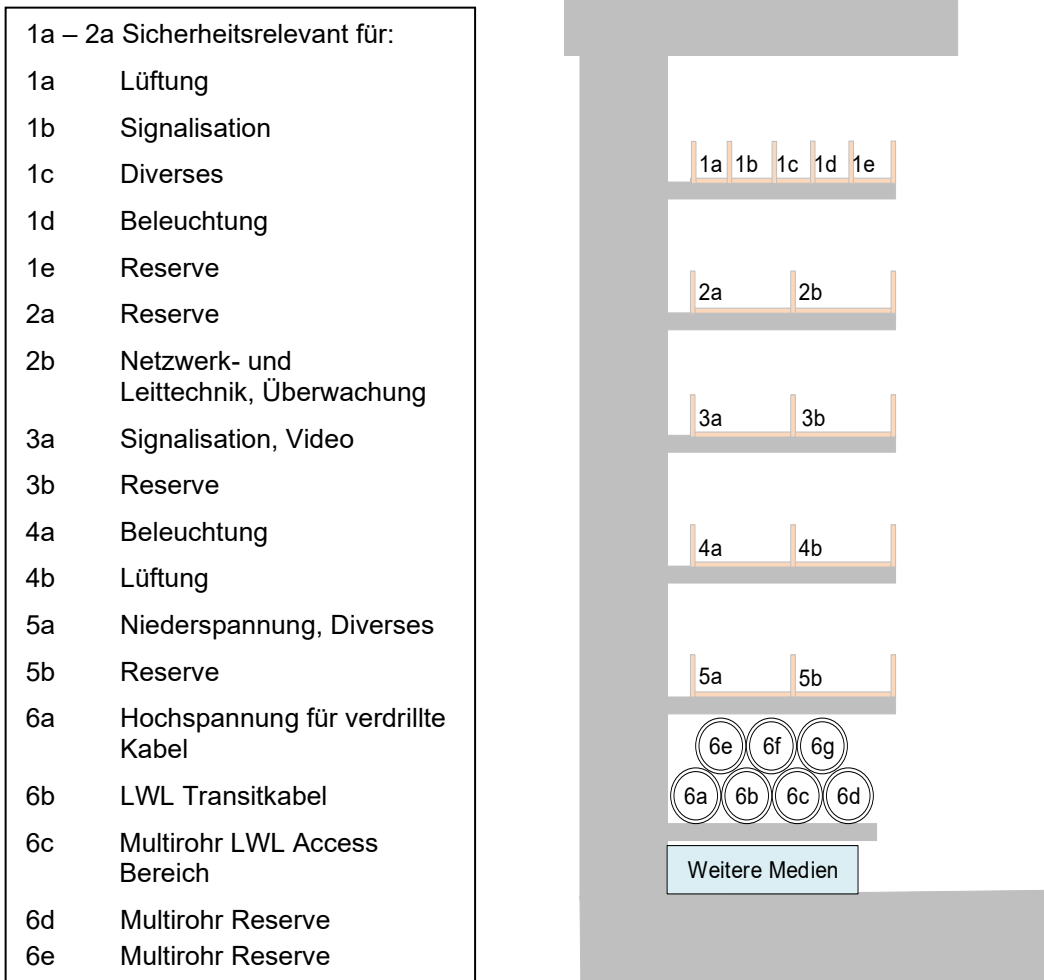


Abb. I.1 Beispiel Aufteilung Kabelführung im Werkleitungskanal

Die Kabelverlegung in Ebene 6 kann auch ohne Kabelschutzrohre ausgeführt werden.

Platzreserve ist auf der zugewiesenen Ebene vorzusehen.

I.2 Anordnung der Kabeltragsysteme im Hohlboden Zentrale

Beispielhafte Anordnung Kabeltragsystem im Hohlboden eines technischen Lokals.

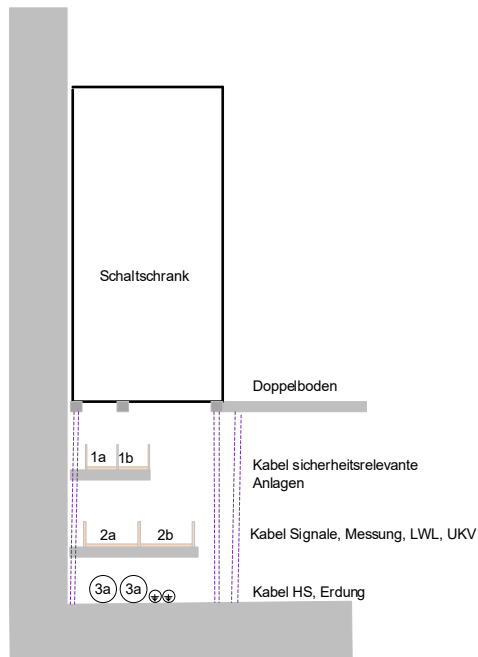


Abb. I.2 Beispiel Aufteilung Kabelführung im Hohlboden

I.3 Mindesttrennabstände auf Tragsystemen

Die Mindesttrennabstände zwischen Niederspannungskabel und informationstechnischen Kabel bzw. Kleinspannungskabel sind gemäss SN/EN 50174-2 zu bestimmen.

Aus den Vorgaben obgenannter Norm ist die maximale Stapelhöhe der Kabel zu bestimmen.

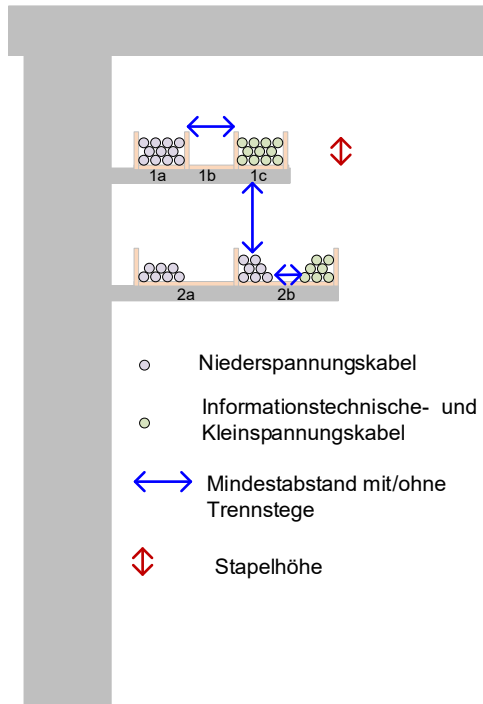


Abb. I.3 Mindesttrennabstände auf Tragsystemen

I.4 Hochspannungsinstallation

Werden in Werkleitungskanälen Hochspannungsleitungen < 50'000 Volt als Einzelleiter verlegt, sind Rohrblockanlagen zur Vermeidung von Störbeeinflussung vorzusehen.

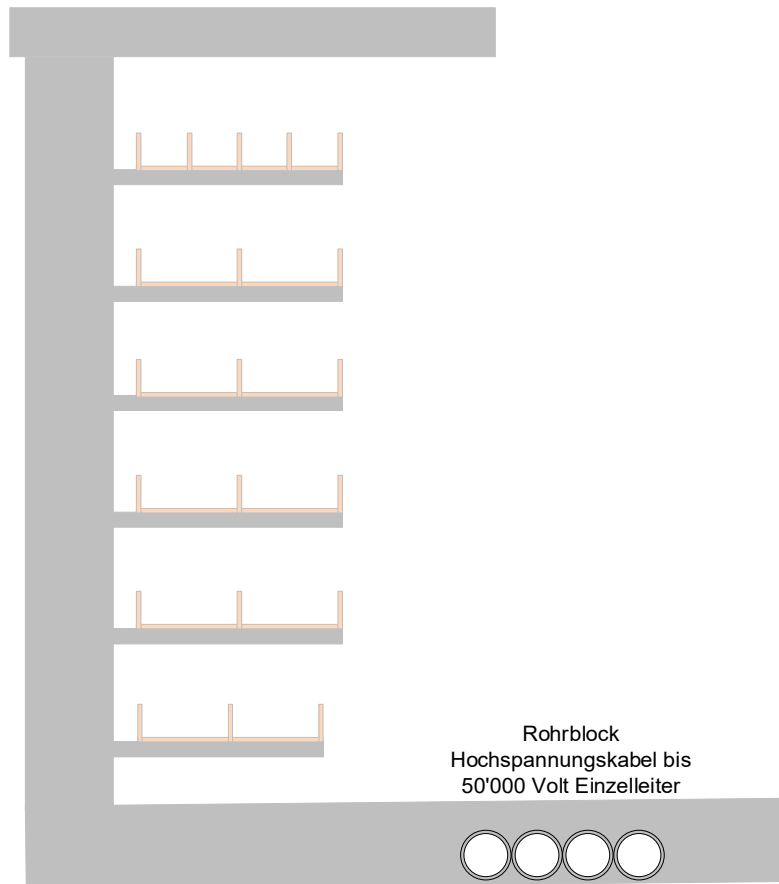


Abb. I.4 Beispiel Hochspannungsanlagen mit separatem Rohrblock

Werden Tunnelanlagen für die Durchleitung von Hochspannungsleitungen und Höchstspannungsleitungen verwendet, müssen diese in separaten betonierten räumlichen Abtrennungen erstellt werden.

Die Grenzwerte der «Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung» (NISV SR 814.710) müssen eingehalten werden. Die Beeinflussung durch elektromagnetische Felder darf systemkritische Anlagen und deren Steuerungen nicht beeinflussen.

Treten im Betrieb Störungen auf und müssen Auswirkungen von Strahlenbeeinflussung nachträglich mittels Abschirmungen durch Spezialbleche minimiert werden, müssen diese Aufwendungen vollumfänglich vom Verursacher getragen werden.

Glossar

Begriff	Bedeutung
AKS-CH	Richtlinie ASTRA 13013 «Struktur und Kennzeichnung der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (AKS-CH)» Dient der schweizweit einheitlichen Struktur und Kennzeichnung der BSA auf den Nationalstrassen. <i>Anlagekennzeichnungssystem Schweiz (AKS-CH)</i>
AKS-CH Code	Ein vollständiger Code entsprechend der Struktur und den Vorgaben definiert in ASTRA 13013 Version 2.52
BauPV	Bauprodukteverordnung
Beschriftung	Am Aufstellungsort sichtbar angebrachte Information.
Betrieblicher Unterhalt	Permanente Betreuung der Infrastrukturanlagen zwecks Sicherstellung der geforderten Funktionsbereitschaft.
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
BSA Verzeichnis	Das «BSA Verzeichnis» ist ein Verzeichnis der installierten BSA. Ergänzend zur Richtlinie 13013 werden dazugehörigen Merkmale (Attribute) geführt. Das «BSA Verzeichnis» wird bis auf Ebene Aggregat in der «Sofortlösung BSAS» geführt und bewirtschaftet. Es dient primär der Erhaltungsplanung des ASTRA.
CPR	Engl. «Construction Products Regulation», Siehe BauPV
DIN	Deutsches Institut für Normierung
DIN 4102-12	Informativ: In der DIN 4102-12 werden als Grenzwerte für die Klassifizierung E 30 die Flamm-Einwirkungszeit von 800°C während 30 Minuten definiert.
EN/SN	Europäische Norm / Schweizer Norm
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
EVU	Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen
FHB	Fachhandbuch BSA
GE	Gebietseinheit (GE), zuständig für den betrieblichen Unterhalt der Nationalstrassen
IEC-Code	Import Export Code für die Datenübertragung
Inventarobjekt	Element der Nationalstrassen, identifizierbar nach Charakteren und geografischer Lage. Die Inventarobjekte stellen ein Instrument zur Bewirtschaftung der Nationalstrassen dar.
IP	Internet Protocol for Computernetze
ITU-Code	Liste der Länder-Carrier-Code für die Telecommunication der International Telecommunications Union
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
Kennzeichnung	Eindeutige Festlegung eines Gegenstandes durch eine Aussageform, die gleichermassen nur auf einen Gegenstand zutrifft. Die Norm SN/EN 81346-1:2009 definiert eine zugelassene Zeichenfolge zu den Aspekten Ort, Produkt und Zugehörigkeit.
LAN	Lokales Netzwerk
LSH-HRL	Höchstre Anforderung der Norm IEC 61754-15 an LWL Stecksysteme
LWL	Lichtwellenleiter
NIN	Niederspannungsinstallationsnorm SN 1000
NIV	Niederspannungsinstallationsverordnung
NST	Notstromversorgt
NSV	Nationalstrassenverordnung
OTDR	Optical time domain reflectometry (optische Messtechnik)
PAW	Pläne des ausgeführten Werks (PAW). Teil der Anlagendokumentation .
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TN-S	(franz. Terre neutre) Realisierungsart in Niederspannungsnetzen
UKV	Universelle Kommunikations-Verkabelung
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
Zone 10	Offene Strecke der Nationalstrasse

Begriff	Bedeutung
Zone 20	Fahrbahnbereich Tunnel und Galerien
Zone 30	Technikraum, Verkabelungskanal, Sicherheitsstollen, Querverbindung
Zone 40	Betriebsgebäude Verkehrsmanagement, Polizei, Gebietseinheit

Literaturverzeichnis

Bundesbeschlüsse

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1960), „**Bundesbeschluss vom 21. Juni 1960 über das Nationalstrassennetz** (Stand am 1. Januar 2002)“, SR 741.113.11, www.admin.ch.
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1960), „**Bundesgesetz vom 8. März 1960 über die Nationalstrassen** (Stand am 1. Januar 2018)“, SR 725.11, www.admin.ch
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), „**Nationalstrassenverordnung vom 1. Januar 2002**“, SR 725.111, www.admin.ch
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (2001), „**Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen** (Stand am 1. Januar 2018)“, SR 734.27, www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20012238/index.html
- [5] Schweizerische Eidgenossenschaft (2014), „**Bundesgesetz vom 21. März 2014 über Bauprodukte** (Stand 1. Oktober 2014), SR 933.0. www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20131248/index.html
- [6] Schweizerische Eidgenossenschaft (2014), „**Verordnung über Bauprodukte** (Stand am 9. Dezember 2014 2018)“, SR 933.01. www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20141382/index.html
- [7] Schweizerische Eidgenossenschaft (1994), „**Verordnung über elektrische Leitungen** (Stand am 1. Juni 2020)“, SR 734.31. www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19940083/index.html
- [8] Schweizerische Eidgenossenschaft (1999), „**Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung** (Stand am 1. Juli 2016)“, SR 814.710. www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19996141/index.html

Weisungen und Richtlinien des ASTRA

- [9] Bundesamt für Strassen ASTRA, „**Struktur und Kennzeichnung der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (AKS-CH)**“, Richtlinie ASTRA 13013, www.astra.admin.ch.

Normen

- [10] Electrosuisse (2020), „**Niederspannungsinstallationsnorm**“ SN 411000 NIN.
- [11] Deutsche Normenvereinigung, (1998-11), „**Brandverhalten von Bauteilen und Baustoffen**“, DIN 4102-12.
- [12] Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen „**Brandschutzrichtlinie**“ VKF 13-15 Baustoffe und Bauteile“. [Home](#)
- [13] Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC (2009), „**Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte** - Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung“, SN/EN 81346-1:2009.
- [14] Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC (2014), „**Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen** – Teil 1 Allgemeine Anforderungen (2014)“, SN/EN 60204-1.
- [15] Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC (2014), „**Starkstromkabel und – Leitungen, Steuer- und Kommunikationskabel – Kabel und Leitungen für Allgemeine Anwendung in Bauwerken in Bezug auf die Anforderungen an das Brandverhalten**“, SN/EN 50575.
- [16] Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC (2011), „**Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Messung der Wärmefreisetzung und Raucherzeugung während der Prüfung der Flammausbreitung – Prüfeinrichtung, Prüfverfahren und Prüfergebnis**“, SN/EN 50399.
- [17] Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC (2014), „**Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten in ihrem Brandverhalten – Teil 6 Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von elektrischen Kabeln**“, SN/EN 13501-6 (SIA 183.056).

Fachhandbuch

- [18] Bundesamt für Strassen ASTRA, „**Fachhandbuch Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (FHB BSA)**“, 23001, www.astra.admin.ch.

Dokumentationen

- [19] Bundesamt für Strassen ASTRA, „**Leitfaden für die Generierung der AKS-CH Codes der Betriebs- und Sicherheitsausrüstung**“, Dokumentation ASTRA 83013, www.astra.admin.ch.

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2025	2.00	11.04.2025	Grosse Revision : Kapitel 3.1: Neu ergänzt Kapitel 3.4.1: Überarbeitet, vereinheitlicht Kapitel 3.4.2: Überarbeitet, präzisiert Kapitel 4.3: Neu ergänzt Kapitel 6.6 LWL: Punktuelle Ergänzungen, Anpassungen Stand der Technik
2019	1.20	01.07.2021	Kapitel 2.2: Text angepasst; Kapitel 3.3.1: Text angepasst Kapitel 3.3.2: VKF-Zertifikat ergänzt Kapitel 4.2: Kanaltypen entfernt Kapitel 4.3: Text Einzelteile gelöscht Kapitel 4.5: Tabelle neu erstellt Kapitel 4.6: Texte aus Tabelle hier beschrieben Kapitel 6.6.1: Techn. Spezifikation LWL angepasst, Transitebene neu beschrieben Kapitel 6.6.2: Anforderungen Transitzkabel ergänzt Kapitel 6.6.3: Neu ergänzt
2019	1.10	01.05.2020	Diverse kleine Anpassungen; Kapitel 3.3.2 Funktionserhalt neu formuliert; Kapitel 4.2 Spezifikation Kanaltypen, Bezug Norm SN 61537; Kapitel 5.3.5 Geschützte Kabelführung neu; Kapitel 5.3.6 Gemischte Kabelführung mit Funktionserhalt; Kapitel 6.2 Revisionsschalter geändert.
2019	1.00	01.05.2019	Inkrafttreten Ausgabe 2019 (original Version in Deutsch).

