

**Ministerium für Verkehr der Slowakischen Republik (SR)  
Abteilung für Straßenverkehr und Straßen**

**TS 119**

## **TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN**

**Technische Einrichtungen. Gemeinsame Anforderungen.**

**Inkrafttreten am: xx. xx. 202x**

## INHALT

1	Einleitendes Kapitel.....	3
1.1	Gegenseitige Anerkennung.....	3
1.2	Gegenstand der technischen Spezifikationen (TS).....	3
1.3	Zweck der TS.....	3
1.4	Geltungsbereich der TS.....	3
1.5	Ausarbeitung der TS.....	3
1.6	Verteilung der TS.....	3
1.7	Datum des Inkrafttretens der TS.....	4
1.8	Ersetzte Vorschriften.....	4
1.9	Einschlägige und zitierte Rechtsvorschriften.....	5
1.10	Einschlägige und zitierte Normen.....	7
1.11	Zusammenhängende und zitierte technische Vorschriften der Abteilung.....	14
1.12	Einschlägige ausländische Vorschriften.....	15
1.13	Quellenverzeichnis.....	17
1.14	Abkürzungen.....	18
2	Begriffe und Begriffsbestimmungen.....	21
2.1	Angenommene Nomenklatur.....	21
2.2	Grundbegriffe und Erklärungen.....	21
2.3	Fachbegriffe.....	26
3	Klassifikation, Umgebung und Niveau der technischen Einrichtungen und Straßen.....	28
3.1	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit.....	28
3.2	Einflüsse der Umgebung.....	31
3.3	Infrastrukturelle Bedeutung von Straßen.....	32
3.4	Kategorien, Art und Klassen äußerer Einflüsse.....	33
4	Architektur und grundlegende Funktionalität technischer Einrichtungen von Straßen.....	35
4.1	Systeme technischer Einrichtungen von Straßen.....	35
4.2	Funktionale Elemente.....	41
4.3	Steuereinheiten.....	41
4.4	Leitsystem.....	42
4.5	Merkmale von technischen Einrichtungen von Straßen.....	47
4.6	Liste der Systeme technischer Einrichtungen.....	51
4.7	Betrieb.....	52
4.8	Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an Systeme technischer Einrichtungen.....	52
5	Stromversorgungsinfrastruktur und strukturelle Elemente.....	53
5.1	Stromversorgungsinfrastruktur.....	53
5.2	Strukturelle Elemente.....	56
5.3	Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an die Stromversorgungsinfrastruktur und strukturelle Elemente.....	57
6	Telekommunikationsnetz von Straßen und Cybersicherheit.....	58
6.1	Telekommunikationsnetz von Straßen.....	58
6.2	Cybersicherheit.....	68
6.3	Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an das Telekommunikationsnetz und die Cybersicherheit.....	74
7	Betrieb und Wartung.....	75
8	Entwurf und Dokumentation.....	75
8.1	Allgemeine Anforderungen an die Entwurfsdokumentation für technische Einrichtungen....	75
8.2	Allgemeine Grundsätze für die Projektvorbereitung für technische Einrichtungen.....	75
8.3	Bestandsdokumentation.....	76
9	Lebenszyklus technischer Einrichtungen von Straßen.....	76
9.1	Lebenszyklus.....	76
9.2	Recycling und Entsorgung.....	76

## 1 Einleitendes Kapitel

### 1.1 Gegenseitige Anerkennung

In Fällen, in denen durch diese Spezifikation eine Forderung nach Übereinstimmung mit einem beliebigen Teil einer slowakischen Norm („Slowakische technische Norm“) oder einer anderen technischen Spezifikation festgelegt ist, so gilt diese Forderung als erfüllt, wenn die Konformität mit einem Dokument der folgenden Art festgestellt wird:

- (a) einer Norm oder einem Kodex bewährter Praktiken, die bzw. der von der nationalen Normungsorganisation oder einer gleichgestellten Organisation eines der EWR-Staaten oder der Türkei erlassen wurde;
- (b) jeder internationalen Norm, die von einem EWR-Staat oder der Türkei als Standard oder Kodex für bewährte Verfahren anerkannt wird;
- (c) einer technischen Spezifikation, die von einer Behörde eines EWR-Staates oder der Türkei als Norm anerkannt wird; oder
- (d) einer Europäischen Technischen Bewertung, die in Übereinstimmung mit dem Verfahren gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates in der geltenden Fassung erlassen wurde.

Die vorstehenden Unterabschnitte finden keine Anwendung, wenn nachgewiesen wird, dass durch die betreffende Norm die Funktionalität und Sicherheit nicht in hinreichendem Maße gewährleistet wird.

Ein „EWR-Staat“ ist ein Staat, der Vertragspartei des am 2. Mai 1992 in Porto unterzeichneten Übereinkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum in seiner aktuell geltenden Fassung ist.

„Slowakische Norm“ („Slowakische Technische Norm“) meint jede Norm, die vom Amt für Normen, Mess- und Prüfwesen der Slowakischen Republik erlassen wurde, einschließlich der übernommenen europäischen, internationalen und ausländischen Normen.

### 1.2 Gegenstand der technischen Spezifikationen (TS)

Diese technischen Spezifikationen (TS) gelten für die Planung, die Ausführung und den Betrieb von technischen Einrichtungen für Straßen gemäß den gesetzlichen Vorschriften, für technische Einrichtungen für Straßen und zugehörige Ausrüstungen und Stromanlagen. Sie definieren gemeinsame Anforderungen.

### 1.3 Zweck der TS

Ziel dieser TS ist es, gemeinsame Anforderungen an technische Einrichtungen für Straßen festzulegen. Sie enthalten die gemeinsamen Anforderungen für die Ausrüstung und die elektrischen und technischen Einrichtungen für Straßenbauten.

### 1.4 Geltungsbereich der TS

Diese TS gelten für die gemeinsamen Anforderungen an die Ausrüstung und die elektrischen und technischen Einrichtungen für Straßenbauten. Die TS richten sich an Straßenplaner, Bauunternehmer, Investoren, Bauherren und Manager.

### 1.5 Ausarbeitung der TS

Diese TS wurden von FIMAU, s.r.o. im Auftrag der Slowakischen Straßenverwaltung (SSC) ausgearbeitet. Die verantwortlichen Autoren sind der außerordentliche Professor RNDr. Stanislav Urgela, PhD., Telefon: + 421 949 641 712, E-Mail: s.urgela@fimau.com und Ing. Vojtech Tóth, Telefon: + 421 903 446 429, E-Mail: toth@elhyco.sk.

### 1.6 Verteilung der TS

Nach der Genehmigung wird die elektronische Fassung der TS auf der Website der SSC veröffentlicht: [www.ssc.sk](http://www.ssc.sk) (Technické predpisy rezortu [Technische Vorschriften der Abteilung]).

## 1.7 Datum des Inkrafttretens der TS

Diese TS treten am Datum auf der Titelseite in Kraft.

## 1.8 Ersetzte Vorschriften

Diese TS ersetzen teilweise die TS 029 Ausrüstung, Infrastruktur und technische Anlagen für Straßen (Ministerium für Post, Verkehr und Kommunikation der SR), 2008 wie folgt:

Ersetzter Teil der TS 029	Ersetzender Teil dieser TS
Kapitel 3	Kapitel 3

Änderungen der Verweise zwischen den TS 029 und dieser Regelung in den TS 030:

Artikel der TS 030, der sich auf die TS 029 bezieht	Artikel/Kapitel dieser TS, in dem der betreffende Aspekt spezifiziert wird	Anmerkung
3.1.1	TS	<b>Wenn in der zweiten Spalte der Tabelle „TS“ geschrieben ist, bezieht sich der Verweis auf die gesamten TS.</b> <b>Wenn in dieser dritten Spalte der Tabelle „-“ angegeben ist, bedeutet dies, dass keine zusätzliche Anmerkung erforderlich ist.</b>
3.1.3	3.1	-
3.4.1	8	In den TS 019 wird durch Verweise auf andere TPR und Normen, die in den TS 019 aufgeführt sind, verwiesen.
3.4.2	8	Siehe auch Anmerkung zu 3.4.1
3.4.5.1	8	Siehe auch Anmerkung zu 3.4.1
3.4.5.2	3.2.1	-
4.8.4.4	3.3	Es werden Bedeutungsklassen der Infrastruktur angewendet
5.5.5	3	Außer für Echtzeit-Klassen, die nicht angewendet werden
6.2.5.2	3.1.1, 6.1.2.3	Die Stufe einer technischen Einrichtung für Straßen ist ein modifizierter Begriff, der nicht mit der vorherigen technologischen Klasse übereinstimmt.
6.4.2.3	3.1.1, 4.4.2	Siehe auch die beiden vorhergehenden Anmerkungen 6.2.5.2.
6.5.5	3	-
7.2 (2)	3	Siehe auch die Anmerkung zu 6.2.5.2
7.6.5	3, 4.5.1	-
8.6.8	3	Mit Ausnahme von Proxy-Einheiten, die in diesen TS nicht behandelt werden

Änderungen der Verweise zwischen den TS 029 und dieser Regelung in den TS 082:

Artikel in den TS 082, der sich auf die TS 029 bezieht	Artikel/Kapitel dieser TS, in dem der betreffende Aspekt spezifiziert wird	Anmerkung
2 (1)*	2.2.3, 3.3	Für den in den TS 082 eingeführten Begriff „Tunnelstraßenabschnitt“ gilt gemäß diesen TS der Begriff „technischer Verkehrsabschnitt“.
13.2.1.1	3.3	-
13.2.1.2	3.3	-

\*Nummerierung der Artikel des Kapitels 13, Addendum B

Änderungen der Verweise zwischen den TS 029 und dieser Regelung in den TS 093:

Artikel in den TS 093, der sich auf die TS 029 bezieht	Artikel/Kapitel dieser TS, in dem der betreffende Aspekt spezifiziert wird	Anmerkung
3.2.2	3.1	Dies beinhaltet die Klassifizierung in eine Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse
4.2 (1)	3.1	-
4.2 (2)	3.1	Sonstige Steuergeräte der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse B
4.2 (3)	3.1	-

Änderungen der Verweise zwischen den TS 029 und dieser Regelung in den TS 099:

Artikel in den TS 099, der sich auf die TS 029 bezieht	Artikel/Kapitel dieser TS, in dem der betreffende Aspekt spezifiziert wird	Anmerkung
18.1.1	3.4	-

## 1.9 Einschlägige und zitierte Rechtsvorschriften

- [Z1] Gesetz Nr. 135/1961 über Straßen (Straßengesetz) in der geltenden Fassung;
- [Z2] Bundesministerium für Verkehr Erlass Nr. 35/1984 zur Umsetzung des Straßengesetzes;
- [Z3] Gesetz Nr. 8/2009 über den Straßenverkehr und zur Änderung bestimmter Rechtsakte in der geltenden Fassung;
- [Z4] Dekret des Innenministeriums der Slowakischen Republik Nr. 9/2009 zur Umsetzung des Straßengesetzes und zur Änderung bestimmter Rechtsakte in der geltenden Fassung;
- [Z5] Gesetz Nr. 133/2013 über Baumaterialien und zur Änderung bestimmter Rechtsakte in der geltenden Fassung;
- [Z6] Dekret Nr. 162/2013 des slowakischen Ministerium für Verkehr, Bau und regionale Entwicklung mit einer Liste der Bauproduktgruppen und -systeme für die Bewertung von Parametern in der geltenden Fassung;
- [Z7] Verordnung (EC) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, in der geltenden Fassung
- [Z8] Regierungsverordnung der Slowakischen Republik Nr. 344/2006 über Mindestanforderungen an Tunnel im Straßenverkehrsnetz;
- [Z9] Gesetz Nr. 50/1976 zur Raumplanung und zur Bauordnung (das Baugesetz). (Gültig vom 1. April 2023 bis 31. März 2024);
- [Z10] Gesetz Nr. 138/1992 des slowakischen Nationalrates über zugelassene Architekten und zugelassene Bauingenieure;
- [Z11] Gesetz Nr. 145/1995 des Nationalrates der Slowakischen Republik über Verwaltungsgebühren;
- [Z12] Gesetz Nr. 56/2012 über den Straßenverkehr;
- [Z13] Gesetz Nr. 317/2012 über intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z14] Gesetz Nr. 106/2018 über den Betrieb von Fahrzeugen im Straßenverkehr und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z15] Gesetz Nr. 185/2015, Urheberrechtsgesetz;
- [Z16] Gesetz Nr. 69/2018 über Cybersicherheit und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z17] Gesetz Nr. 106/2018 über den Betrieb von Fahrzeugen im Straßenverkehr und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z18] Dekret Nr. 134/2018 des Ministeriums für Verkehr und Bauwesen der SR zur Festlegung von Einzelheiten zum Betrieb von Fahrzeugen im Straßenverkehr;

- [Z19] Dekret Nr. 362/2018 der nationalen Sicherheitsbehörde zur Festlegung des Inhalts von Sicherheitsmaßnahmen, von Inhalt und Struktur der Sicherheitsdokumentation und des Umfangs allgemeiner Sicherheitsmaßnahmen;
- [Z20] Gesetz Nr. 95/2019 über die Informationstechnologie in der öffentlichen Verwaltung und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z21] Dekret Nr. 30/2020 des Innenministeriums der Slowakischen Republik über Verkehrsschilder;
- [Z22] Gesetz Nr. 200/2022 über die Raumplanung. (Gültig ab 1.4.2024);
- [Z23] Gesetz Nr. 201/2022 über das Bauwesen. (Gültig ab 1.4.2024);
- [Z24] Gesetz Nr. 265/2022 über die Herausgeber von Veröffentlichungen sowie über Medienregister und audiovisuelle Register und zur Änderung bestimmter Rechtsakte (Publikationsgesetz);
- [Z25] Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Juli 2010 zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern;
- [Z26] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 305/2013 der Kommission vom 26. November 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die harmonisierte Bereitstellung eines interoperablen EU-weiten eCall-Dienstes;
- [Z27] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 885/2013 der Kommission vom 15. Mai 2013 zur Ergänzung der IVS-Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Bereitstellung von Informationsdiensten für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge;
- [Z28] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 886/2013 der Kommission vom 15. Mai 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf Daten und Verfahren für die möglichst unentgeltliche Bereitstellung eines Mindestniveaus allgemeiner für die Straßenverkehrssicherheit relevanter Verkehrsinformationen für die Nutzer;
- [Z29] Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 der Kommission vom 18. Dezember 2014 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste;
- [Z30] Delegierte Verordnung (EU) 2017/1926 der Kommission vom 31. Mai 2017 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bereitstellung EU-weiter multimodaler Reiseinformationsdienste;
- [Z31] Delegierte Verordnung (EU) 2022/670 der Kommission vom 2. Februar 2022 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste;
- [Z32] Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates.
- [Z33] Council recommendation of 8 December 2022 on a Union-wide coordinated approach to strengthen the resilience of critical infrastructure [Empfehlung des Rates vom 8. Dezember 2022 für eine unionsweite koordinierte Vorgehensweise zur Stärkung der Resilienz kritischer Infrastrukturen];
- [Z34] Entwurf einer EU-Cyberabwehrpolitik – Stellungnahme der Beratenden Kommission für den industriellen Wandel (CCMI). Gemeinsame Mitteilung an das Europäische Parlament und den Rat. EU-Cyberabwehrpolitik [JOIN/2022/49 final] vom 31. März 2023;
- [Z35] Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung);
- [Z36] Gesetz Nr. 18/2018 über den Schutz personenbezogener Daten und zur Änderung bestimmter Rechtsakte;
- [Z37] Durchführungsbeschluss (EU) 2017/863 der Kommission vom 18. Mai 2017 zur Aktualisierung der Open-Source-Software/Lizenz EUPL im Hinblick auf die weitere Erleichterung der gemeinsamen Nutzung und der Weiterverwendung von Software, die von öffentlichen Verwaltungen entwickelt wird;
- [Z38] Dekret Nr. 179/2020 des Amtes des stellvertretenden Premierministers der Slowakischen Republik für Investitionen und Informatisierung zur Festlegung der Methode der Kategorisierung und des Inhalts der Sicherheitsmaßnahmen für Informationstechnologien der öffentlichen Verwaltung;
- [Z39] Delegierte Verordnung (EU) 2022/1012 der Kommission vom 7. April 2022 zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Festlegung von Normen für das Dienstleistungs niveau und das Sicherheitsniveau von sicheren und gesicherten Parkplätzen sowie der Verfahren für deren Zertifizierung;

- [Z40] Gesetz Nr. 429/2022 zur Änderung bestimmter Rechtsakte über die Entwicklung automatisierter Fahrzeuge;
- [Z41] Gesetz Nr. 473/2005 über die Erbringung von Dienstleistungen im Bereich der privaten Sicherheit und zur Änderung bestimmter Rechtsakte (Gesetz über die private Sicherheit);
- [Z42] Dekret Nr. 634/2005 des Innenministeriums der Slowakischen Republik zur Durchführung bestimmter Bestimmungen des Gesetzes Nr. 473/2005 über die Erbringung von Dienstleistungen im Bereich der privaten Sicherheit und zur Änderung bestimmter Rechtsakte (Gesetz über die private Sicherheit);
- [Z43] Gesetz Nr. 452/2021 über die elektronische Kommunikation;
- [Z44] Wien, 8. November 1968, Mitteilung des Außenministeriums der Slowakischen Republik Nr. 53/1994;
- [Z45] Dekret des Innenministeriums der Slowakischen Republik Nr. 94/2004 zur Festlegung technischer Vorschriften für den Brandschutz bei dem Bau und der Nutzung von Gebäuden in der geltenden Fassung
- [Z46] Verordnung der Regierung der Slowakischen Republik Nr. 127/2016 über die elektromagnetische Verträglichkeit (in der durch die Verordnung Nr. 331/2019 der slowakischen Regierung geänderten Fassung)
- [Z47] Gesetz Nr. 124/2006 über den Arbeitsschutz und zur Änderung bestimmter Rechtsakte
- [Z48] Dekret Nr. 251/2011 des Ministeriums für Verkehr, Bau und regionale Entwicklung der Slowakischen Republik zur Festlegung der Einzelheiten des Verkehrssicherheitsmanagements, in der durch Nr. 254/2022 geänderten Fassung

## 1.10 Einschlägige und zitierte Normen

STN 01 3420	Bauzeichnungen. Gemeinsame Anforderungen und Zeichnung
STN 33 2000-1	Niederspannungsanlagen. Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bewertung allgemeiner Merkmale, Definitionen
STN 33 2000-2	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Kapitel 826: Elektrische Verkabelung in Gebäuden.
STN 33 2000-4-41	Niederspannungsanlagen. Teil 4-41: Gewährleistung der Sicherheit. Schutz gegen elektrischen Schlag
STN 33 2000-4-42	Niederspannungsanlagen. Teil 4-42: Gewährleistung der Sicherheit. Schutz gegen Hitzeeinwirkung
STN 33 2000-5-51	Elektrische Verkabelung in Gebäuden. Teil 5-51: Auswahl und Montage elektrischer Geräte. Gemeinsame Regeln
STN 33 2000-5-52	Niederspannungsanlagen. Teil 5-52: Auswahl und Montage von Elektroinstallationen. Elektrische Verkabelung
STN 33 2000-5-53	Niederspannungsanlagen. Teil 5-53: Auswahl und Montage elektrischer Geräte. Schalt- und Steuergeräte
STN 33 2000-5-54	Niederspannungsanlagen. Teil 5-54: Auswahl und Montage elektrischer Geräte. Erdungssysteme und Schutzleiter
STN 33 2000-5-551	Niederspannungsanlagen. Teil 5-55: Auswahl und Montage elektrischer Geräte. Andere Einrichtungen. Abschnitt 551: Niederspannungsgeneratoren
STN 33 2000-5-559	Niederspannungsanlagen. Teil 5-559: Auswahl und Montage elektrischer Geräte. Leuchten und Beleuchtungsanlagen
STN 33 2000-6	Niederspannungsanlagen. Teil 6: Inspektion
STN 33 2000-7-712	Niederspannungsanlagen. Teil 7-712: Anforderungen an spezielle Anlagen oder Standorte. Photovoltaikanlagen (PV)
STN 33 3320:	Elektrische Verbindungen
STN 34 1050	STN elektrische Vorschriften. Vorschriften für das Verlegen von Stromleitungen
STN 34 1610	STN elektrische Vorschriften. Stromverteilung in Industrieanlagen
STN 34 3100	Sicherheitsanforderungen für den Betrieb von und Arbeiten an elektrischen Anlagen
STN 73 6100	Terminologie der Straßen
73 6101 STN	Entwurf von Straßen und Autobahnen
STN 73 7507	Entwurf von Straßentunneln

73 6201 STN	Standardspezifikationen für Brücken
73 6056 STN	Parkplätze für Straßenfahrzeuge
STN 73 6005:	Raumanordnung der Leitungen der technischen Ausrüstung
STN 92 0203	Brandsicherheit von Gebäuden. Unterbrechungsfreie Stromversorgung im Brandfall
STN EN 1317-1 (73 6030)	Rückhaltesysteme an Straßen. Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren
STN EN 1990 (73 0031)	Eurocode. Grundlagen der Tragwerksplanung
STN EN 1991-1-1 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen. Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
STN EN 1991-1-2 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-2: Allgemeine Lasten. Brandeinwirkung auf Tragwerke
STN EN 1991-1-3 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen. Schneelasten
STN EN 1991-1-4 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen. Windlasten
STN EN 1991-1-5 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen. Temperatureinwirkungen
STN EN 1991-1-6 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen. Einwirkungen während der Bauausführung
STN EN 1991-1-7 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen. Außergewöhnliche Einwirkungen
STN EN 1991-2 (73 0035)	Eurocode 1. Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
STN EN 1992 (73 1201)	Eurocode 2. Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
STN EN 1993 (73 1401)	Eurocode 3. Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
STN EN 1994 (73 2089)	Eurocode 4. Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton
STN EN 1996 (73 0851)	Eurocode 6. Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
STN EN 1997 (73 0091)	Eurocode 7. Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
STN EN 1998 (73 0036)	Eurocode 8. Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben.
STN EN 1999 (73 1501)	Eurocode 9. Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen
STN EN 12368 (73 6022)	Anlagen zur Verkehrssteuerung. Signalleuchten
STN EN 12966+A1 (73 7040)	Vertikale Verkehrszeichen. Wechselverkehrszeichen
STN EN 13321-1 (74 7302)	Offene Datenkommunikation für die Gebäudeautomation und Gebäudemanagement. Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude Teil 1: Produkt- und Systemanforderungen
STN EN 14908-5 (74 7306)	Firmen neutrale Datenkommunikation für die Gebäudeautomation und Gebäudemanagement. Gebäude-Netzwerk-Protokoll. Teil 5: Implementierung
STN EN 15518-1 (30 3361)	Winterdienstausstattung. Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme. Teil 1: Allgemeine Definitionen und Komponenten
STN EN 15518-2 (30 3361)	Winterdienstausstattung. Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme. Teil 2: Straßenwetter - Empfohlene Beobachtung und Vorhersage
STN EN 15518-3 (30 3361)	Winterdienstausstattung. Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme. Teil 3: Anforderungen an gemessene Werte der stationären Anlagen
STN P CEN/TS 15518-4 (30 3361)	Winterdienstausstattung. Straßenzustands- und Wetterinformationssysteme. Teil 4: Prüfverfahren bei stationären Einrichtungen
STN EN 16062 (01 8590)	Intelligente Verkehrssysteme. eSicherheit. Anforderungen an übergeordnete Anwendungsprotokolle für eCall (HLAP) unter

	Verwendung von leitungsvermittelnden Netzwerken	GSM/UMTS-
STN EN 16072 (01 8591)	Intelligente Verkehrssysteme. eSicherheit. Betriebsanforderungen für den gesamteuropäischen eCall	
STN EN 16157-1 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
STN EN 16157-2 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 1: Kontext und Rahmenwerk	
STN EN 16157-3 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
STN EN 16157-4 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 2: Ortsreferenzierung	
STN EN 16157-5 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
STN P CEN/TS 16157-6 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 3: Publikation von Verkehrssituationen	
STN EN 16157-7 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. Datex II	
STN P CEN/TS 16157-8 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 4: Publikation von Wechselverkehrszeichen und Wechseltextanzeigen	
STN P CEN/TS 16157-9 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
STN P CEN/TS 16157-10 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 5: Publikation von gemessenen und berechneten Verkehrsdaten	
STN P CEN/TS 16157-11 (01 8594)	Intelligente Verkehrssysteme. Datex II	
STN P CEN/TS 16157-12 (01 8594)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 6: Publikation von Parkinformationen	
STN EN 16803-1 (31 0545)	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
STN EN 16803-2 (31 0545)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 7: Gemeinsame Datenelemente	
STN EN 17609 (74 7402)	Intelligente Verkehrssysteme. Datex II	
STN EN 17632-1 (73 9019)	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 8: Publikationen von Verkehrsmanagementmaßnahmen und kommunale Ergänzungen	
	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 9: Publikationen für das Lichtsignalanlagen-Management im städtischen Umfeld	
	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 10: Energieinfrastruktur	
	Publikation	
	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 11: Publikation von maschineninterpretierbaren Verkehrsregelungen	
	Intelligente Verkehrssysteme. DATEX II	
	Datenaustauschspezifikation für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen. Teil 12: Publikationen von Anlagen und Einrichtungen	
	Raumfahrt. Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr. Teil 1: Definitionen und Systemtechnikverfahren für die Festlegung und Überprüfung von Leistungsdaten	
	Raumfahrt. Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr. Teil 2: Bestimmung der grundlegenden Leistungen von GNSS-basierten Ortungsendgeräten	
	Systeme der Gebäudeautomation. Steuerungsanwendungen Building Information Modeling (BIM). Semantischer	

	Modellierungs- und Verknüpfungsstandard (SML). Teil 1: Generische Modellierungsmuster
STN EN 302-571+V2.1.1	Intelligente Transportsysteme (ITS) – Funkkommunikationsgeräte zum Betrieb im Frequenzbereich 5855 MHz bis 5925 MHz. Harmonisierte EN, die die wesentlichen Anforderungen nach Artikel 3.2 der EU-Richtlinie 2014/53/EU enthält.
STN EN 50160 (33 0121)	Merkmale der Spannung in öffentlichen Energieversorgungsnetzen
STN EN 50171 (36 0630)	Zentrale Sicherheitsstromversorgungssysteme
STN EN 50293	Straßenverkehrs-Signalanlagen – Elektromagnetische Verträglichkeit
STN EN 50468	Anforderungen zur Zerstörfestigkeit von Einrichtungen mit Telekommunikationsanschluss gegen Überspannungen und -ströme infolge Blitzschlags
STN EN 50556 (36 5601)	Straßenverkehrs-Signalanlagen
STN EN 60529 (33 0330)	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code).
STN EN 61069-1 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 1: Terminologie und Konzepte
STN EN 61069-2 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 2: Methodik der Eignungsbeurteilung
STN EN 61069-3 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 3: Eignungsbeurteilung der Systemfunktionalität
STN EN 61069-4 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 4: Eignungsbeurteilung des Systembetriebsverhaltens
STN EN 61069-5 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 5: Eignungsbeurteilung der Systemverlässlichkeit
STN EN 61069-6 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 6: Eignungsbeurteilung der Systembedienbarkeit
STN EN 61069-7 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 7: Eignungsbeurteilung der Sicherheit eines Systems
STN EN 61069-8 (18 0451)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems. Teil 8: Auswertung anderer Systemeigenschaften
STN EN 61131-1 (18 7050)	Speicherprogrammierbare Steuerungen. Teil 1: Allgemeine Informationen
STN EN 61131-3 (18 7050)	Speicherprogrammierbare Steuerungen. Teil 3: Programmiersprachen
STN EN 61131-5 (18 7050)	Speicherprogrammierbare Steuerungen. Teil 5: Kommunikation
STN EN IEC 61131-9 (18 7050)	Speicherprogrammierbare Steuerungen. Teil 9: Schnittstelle für die Kommunikation mit kleinen Sensoren und Aktoren über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung.
STN EN IEC 61131-10 (18 7050)	Teil 10: XML-basiertes Austauschformat für Programme nach IEC 61131-3
STN EN 61158-2 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Feldbusse. Teil 2: Spezifikation und Dienstfestlegungen des Physical Layer

STN EN 61175-1 (01 3381)	(Bitübertragungsschicht) Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte. Kennzeichnung von Signalen. Teil 1: Allgemeine Regeln
STN EN 61439 (35 7107) STN IEC 61439-1 (35 7107)	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen. Teil 1: Allgemeine Festlegungen
STN EN 61508-1 (18 4020)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme. Teil 1: Allgemeine Anforderungen
STN EN 61508-2 (18 4020)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Systeme
STN EN 61508-3 (18 4020)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme. Teil 3: Anforderungen an Software
STN EN 61508-4 (18 4020)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme. Teil 4: Begriffe und Abkürzungen
STN EN 61557 (35 6230)	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V
STN EN 61558 (35 1330)	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und entsprechenden Kombinationen.
STN EN 61850-3 (33 4850)	Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung. Teil 3: Allgemeine Anforderungen
STN EN 61850-4 (33 4850)	Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung. Teil 4: System- und Projektverwaltung
STN EN 61850-5 (33 4850)	Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung. Teil 5: Kommunikationsanforderungen für Funktionen und Gerätemodelle
STN EN 61850-6 (33 4850)	Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung. Teil 6: Sprache für die Beschreibung der Konfiguration für die Kommunikation in Stationen mit intelligenten elektronischen Geräten (IED)
STN EN 61850-7-1 (33 4850)	Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung. Teil 7-1: Grundlegende Kommunikationsstruktur. Grundsätze und Modelle
STN EN 62264-1 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 1: Modelle und Terminologie
STN EN 62264-2 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 2: Objekte und Attribute für die Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen
STN EN 62264-3 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 3: Aktivitätsmodelle für das Betriebsmanagement
STN EN 62264-4 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 4: Attribute des Objektmodells zur Integration des Betriebsmanagements
STN EN 62264-5 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 5: Transaktionen zwischen Unternehmensführungs- und Produktionsleitsystemen
STN EN 62264-6 (18 4411)	Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen. Teil 6: Dienstmodell zur Nachrichtenübermittlung
STN EN 62271-200 (35 4220)	Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen. Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für

STN EN 62271-201 (35 4220)	Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen. Teil 201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen. Teil 202: Fabrikfertige Wechselstrom-Stationen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV Blitzschutz. Teil 1: Allgemeine Grundsätze
STN EN 62271-202 (35 4220)	Blitzschutz. Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
STN EN 62305-1 (34 1390)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 1: Grundlagen und Berechnungsmethoden
STN EN 62305-3 (34 1390)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 2: Medienredundanz-Protokoll (MRP) (Media Redundancy Protocol)
STN EN 62439-1 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 3: Parallelredundanz-Protokoll (PRP) (Parallel Redundancy Protocol) und nahtloser Hochverfügbarkeits-Ring (HSR)
STN EN 62439-2 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 4: Redundanz-Protokoll für vermaschte Netze (CRP) (Cross-network Redundancy Protocol)
STN EN IEC 62439-3 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 5: Funkbaken-Redundanz-Protokoll (BRP) (Beacon Redundancy Protocol)
STN EN 62439-4 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 6: Protokoll für verteilte Redundanz (DRP) (Distributed Redundancy Protocol)
STN EN 62439-5 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Hochverfügbare Automatisierungsnetze. Teil 7: Protokoll für ringbasierte Redundanz (RRP) (Ring-based Redundancy Protocol)
STN EN 62439-6 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Funk-Kommunikationsnetze. Teil 1: Anforderungen und Überlegungen zur Frequenznutzung
STN EN 62439-7 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Funk-Kommunikationsnetze. Teil 2: Koexistenz-Management
STN EN 62657-1 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Koexistenz von Funksystemen. Teil 3: Formale Beschreibung des automatisierten Koexistenzmanagements und Anwendungsleitfaden
STN EN 62657-2 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. Koexistenz von Funksystemen. Teil 4: Koexistenzmanagement mit zentraler Koordination von Funkanwendungen
STN EN IEC 62657-3 (18 4020)	IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme. Teil 3-2: Sicherheitsrisikobeurteilung und Systemgestaltung
STN EN IEC 62657-4 (18 4020)	Industrielle Kommunikationsnetze. IT-Sicherheit für Netze und Systeme. Teil 3-3: Systemanforderungen zur IT-Sicherheit und Security-Level
STN EN IEC 62443-3-2 (36 9060)	IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme. Teil 4-1: Anforderungen an den Lebenszyklus für eine sichere Produktentwicklung
STN EN IEC 62443-3-3 (36 9060)	IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme. Teil 4-2: Technische Sicherheitsanforderungen an Komponenten industrieller Automatisierungssysteme (IACS)
STN EN IEC 62443-4-1 (36 9060)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Grundstruktur der digitalen Fabrik. Teil 1: Allgemeine Grundsätze
STN EN IEC 62443-4-2 (36 9060)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Grundstruktur der digitalen Fabrik. Teil 2: Modellelemente
STN EN IEC 62832-1 (18 0460)	
STN EN IEC 62832-2 (18 0460)	

STN EN IEC 62832-3 (18 0460)	Leittechnik für industrielle Prozesse. Grundstruktur der digitalen Fabrik. Teil 3: Anwendung der Digitalen Fabrik für das Lebenszyklusmanagement von Produktionssystemen
STN IEC 60050-161 (33 0050)	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit
STN IEC 60050-351 (33 0050)	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Teil 351: Leittechnik
STN IEC 60050-371 (33 0050)	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Kapitel 371: Fernwirkeinrichtungen und -systeme
STN IEC 60050-701 (33 0050)	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Kapitel 701: Telekommunikation, Kanäle und Netze
STN IEC 60050-714 (33 0050)	Internationales elektrotechnisches Wörterbuch. Kapitel 714: Schalten und Signalisieren in der Telekommunikation
STN ISO 128-1 (01 3121)	Technische Produktdokumentation (TPD). Allgemeine Grundlagen der Darstellung. Teil 1: Einleitung und grundlegende Anforderungen
STN ISO 128-2 (01 3121)	Technische Produktdokumentation (TPD). Allgemeine Grundlagen der Darstellung. Teil 2: Linien, Grundregeln
STN ISO 11354-1 (18 9020)	Fortgeschrittene Automatisierungstechnologien und deren Anwendung. Teil 1: Rahmenwerk für die Unternehmensinteroperabilität (ISO 11354-1: 2011)
STN ISO 16484-1 (74 7310)	Systeme der Gebäudeautomation (GA). Teil 1: Projektplanung und -ausführung (ISO 16484-1: 2010)
STN ISO 16484-2 (74 7400)	Systeme der Gebäudeautomation (GA). Teil 2: Hardware (ISO 16484-2): 2004)
STN ISO 16484-3 (74 7400)	Systeme der Gebäudeautomation (GA). Teil 3: Funktionen (ISO 16484-3:2005).
STN ISO 16484-5 (74 7400)	Systeme der Gebäudeautomation (GA). Teil 5: Datenkommunikationsprotokoll (ISO 16484-5: 2022)
STN ISO 16484-6 (74 7400)	Systeme der Gebäudeautomation (GA). Teil 6: Datenübertragungsprotokoll – Konformitätsprüfung (ISO 16484-6: 2020)
STN ISO 17427-1 (01 8610)	Intelligente Transportsysteme – Kooperative ITS. Teil 1: Rollen und Verantwortlichkeiten im Zusammenhang mit kooperativer(n) ITS-Architektur(en) (ISO 17427-1: 2018)
STN EN ISO 17423 (01 8564)	Intelligente Verkehrssysteme. Kooperative Systeme. ITS-Anwendungsanforderungen und Grundsätze
STN EN ISO 19650-1 (73 9011)	Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM). Teil 1: Begriffe und Grundsätze
STN ISO 19650-2 (73 9011)	Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM). Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase
STN ISO 19650-3 (73 9011)	Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM). Teil 3: Betriebsphase der Assets
STN ISO 19650-4 (73 9011)	Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM). Teil 4: Informationsaustausch
STN ISO 19650-5 (73 9011)	Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM). Teil 5: Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements
STN EN ISO/IEC 27019	Informationstechnik - Sicherheitsverfahren.

		Informationssicherheitsmaßnahmen für die Energieversorgung
STN ISO/IEC 7498-1 (36 9615)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Basis-Referenzmodell: Das Grundmodell
STN ISO/IEC 8822 (36 9633)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Definition des Dienstes der Darstellungsschicht
STN ISO/IEC 8823-1 (36 9634)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Verbindungsorientiertes Protokoll der Darstellungsschicht: Spezifikation des Protokolls;
STN ISO/IEC 8886 (36 9207)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Definition des Sicherungsdienstes
STN ISO/IEC 9041-1 (36 9644)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Protokoll für das Virtuelle Terminal – Grundstufe Teil 1: Festlegung
STN ISO/IEC 9646-1 (36 9647)		Informationstechnik – Kommunikation Offener Systeme. Methodik der Konformitätsprüfung Teil 1: Allgemeine Konzepte
IEC TS 62443-1-1		Industrial communication networks – Network and system security – Part 1-1: Terminology, concepts and models [IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme – Netz- und Systemsicherheit – Teil 1-1: Terminologie, Konzepte und Modelle]
IEC 62443-2-1		Industrial communication networks – Network and system security – Part 2-1: Establishing an industrial automation and control system security program [IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme – Netz- und Systemsicherheit – Teil 2-1: Einführung eines industriellen Automatisierungs- und Kontrollsicherheitsprogramms]
IEC TR 62443-2-3		Security for industrial automation and control systems - Part 2-3: Patch management in the IACS environment [IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme – Teil 2-3: Patchmanagement in der IACS-Umgebung]
IEC TR 62443-3-1		Industrial communication networks – Network and system security – Part 3-1: Security technologies for industrial automation and control systems [Industrielle Kommunikationsnetze – Netz- und Systemsicherheit – Teil 3-1: Sicherheitstechnologien für industrielle Automatisierungs- und Leitsysteme]

*Hinweis: Zusammenhängende und zitierte Normen in der geänderten Fassung, einschließlich Ergänzungen und nationale Anhänge.*

## 1.11 Zusammenhängende und zitierte technische Vorschriften der Abteilung.

[T1]	TS 002	Katalog der Straßenkonstruktionen für 115 kN Achslast
[T2]	TB 015	Allgemeine Grundsätze für die Verwendung von rückstrahlenden Markierungsknöpfen
[T3]	TS 016	Katalog von Tunneldefekten auf Straßen
[T4]	TS 017	Planung von Straßenentwässerungsanlagen
[T5]	TB 019	Dokumentation des Straßenbaus
[T6]	TB 020	Tunnelterminologie
[T7]	TB 029	Ausrüstung, Infrastruktur und Systeme der Straßentechnik
[T8]	TB 030	Intelligente Verkehrssysteme und technologische Verkehrsanlagen
[T9]	TB 041	Risikoanalyse für slowakische Straßentunnel
[T10]	TS 049	Straßentunnellüftung
[T11]	TB 050	Überwachung der Umweltauswirkungen von Straßen
[T12]	TS 061	Katalog von Brückenbaufehlern auf Autobahnen, Schnellstraßen und Straßen der Klassen I, II und III
[T13]	TS 066	Bestimmung der durch Straßenverkehr verursachten Lärmbelastung
[T14]	TS 069	Verwendung von Verkehrszeichen und Verkehrsanlagen zur Markierung von Straßenarbeiten

[T15]	TS 070	Prognose der Intensitäten im Straßennetz bis 2040
[T16]	TS 076	Überwachung von Straßenbrücken
[T17]	TB 080	Sicherheit von Straßentunneln – Sicherheitsdokumentation
[T18]	TS 081	Grundlegende Schutzmaßnahmen zur Begrenzung der Wirkung von Streuströmen auf Brückenkonstruktionen auf Straßen
[T19]	TB 082	Straßenkontrollen, -instandsetzung und -reparaturen. Tunnel – Ausrüstung
[T20]	TS 091	Überwachung von Tunnelauskleidungen aus Beton
[T21]	TS 092	Verkehrssicherheitsmanagement und -kontrolle
[T22]	TS 093	Zentrales Leitsystem und Visualisierung – Tunnel
[T23]	TB 099	Brandschutz in Straßentunneln
[T24]	TB 102	Berechnung der Straßenkapazität
[T25]	TS 103	Schwer- und Großlasttransporte
[T26]	TB 115	Beleuchtung von Straßentunneln
[T27]	TB 116	Kontrolle von Tunneln
[T28]	TS 117	Gemeinsame Grundsätze für die Verwendung von Verkehrszeichen und Verkehrsanlagen
[T29]	TS 118	Grundsätze für die Verwendung horizontaler Verkehrszeichen
[T30]	TKP 0	Allgemein
[T31]	TKP 4	Entwässerungsvorrichtungen und Schutzvorrichtungen für Versorgungsnetze
[T32]	TKP 11	Verkehrszeichen
[T33]	TKP 28	Geotechnische Überwachung von Tunneln und Erkundungsschächten
[T34]	TKP 35	Geotechnische Überwachung von linearen Fahrbahnstrukturen
[T35]	TKP 40	Videoüberwachung und Videoerkennung, einschließlich ADR – Tunnel
[T36]	VL 2	Straßenkörper
[T37]	VL 5	Tunnel

Hinweis: Zusammenhängende und zitierte technische Vorschriften der Abteilung in der geänderten Fassung einschließlich Ergänzungen.

## 1.12 Einschlägige ausländische Vorschriften

[ZP1]	TLS 2012	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen. Bundesanstalt für Straßenwesen Bergisch Gladbach, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012.
[ZP2]	MÄRZ 2018	Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen, Ausgabe 2018. MARZ 2018, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
[ZP3]	Datex II	Datex II Exchange data specification. European Commission, [Datex II Datenaustauschspezifikation. Europäische Kommission].
[ZP4]	NTCIP	National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Publications. 2020-2022. [Nationales Kommunikationsprotokoll für intelligente Verkehrssysteme] Veröffentlichungen der American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2020-2022].
[ZP5]	RFC 2350	Description of CERT-EU, [Beschreibung des CERT-EU].
[ZP6]	IEEE 802.3	IEEE Standard for Ethernet [IEEE-Norm für Ethernet].
[ZP7]	IEEE 802.3.1	IEEE Standard for Management Information Base (MIB) Definitions for Ethernet, [IEEE-Norm für Verwaltungsinformationsbasis (MIB) Definitionen für Ethernet].
[ZP8]	IEEE 802.3.2	IEEE Standard for Ethernet - YANG Data Model Definitions, [IEEE-Norm für Ethernet – YANG-Datenmodell Definitionen].
[ZP9]	IEEE 802.3ck	IEEE Standard for Ethernet Amendment 4: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 100 Gb/s, 200 Gb/s, and 400 Gb/s Electrical Interfaces Based on 100 Gb/s Signaling, [IEEE-Norm für Ethernet Änderung 4: Spezifikationen für die physikalische Schicht und Verwaltungsparameter für elektrische Schnittstellen 100 Gb/s, 200 Gb/s und 400 Gb/s basierend auf 100 Gb/s-Signalen].

[ZP10] IEEE 802.3cs	IEEE Standard for Ethernet Amendment 2: Physical Layers and Management Parameters for Increased-Reach Point-to-Multipoint Ethernet Optical Subscriber Access (Super-PON), [IEEE-Norm für Ethernet Änderung 2: Physikalische Schichten Verwaltungsparameter für optische Ethernet-Zugangsnetze mit erhöhter Reichweite und Punkt-zu-Mehrpunktverbindungen (Super-PON)].
[ZP11] IEEE 802.3cx	IEEE Standard for Ethernet Amendment 6: Media Access Control (MAC) Service Interface and Management Parameters to Support Improved Precision Time Protocol (PTP) Timestamping Accuracy, [IEEE-Norm für Ethernet Änderung 6: Medienzugriffssteuerung (MAC) Serviceschnittstelle und Verwaltungsparameter zur Unterstützung des optimierten Precision Time Protocol (PTP) Zeitstempelgenauigkeit].
[ZP12] IEEE 802.11	IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, [IEEE-Norm für Informationstechnologie – Telekommunikation und Informationsaustausch zwischen Systemen – Lokal- und Großstadtnetze – spezifische Anforderungen – Teil 11: Spezifikationen für Wireless LAN-Medienzugriffssteuerung (MAC) und physikalische Schichten (PHY)].
[ZP13] IEEE 802.11/Cor 1	IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications - Corrigendum 1 -- Correct IEEE 802.11ay Assignment of Protected Announce Support bit, [IEEE-Norm für Informationstechnologie – Telekommunikation und Informationsaustausch zwischen Systemen – Lokal- und Großstadtnetze – spezifische Anforderungen – Teil 11: Spezifikationen für Wireless LAN-Medienzugriffssteuerung (MAC) und physikalische Schichten (PHY) – Corrigendum 1 – Korrektur der IEEE 802.11ay Zuweisung des geschützten Announce-Support-Bits].
[ZP14] IEEE 802.11ax	IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 1: Enhancements for High-Efficiency WLAN, [IEEE-Norm für Informationstechnologie – Telekommunikation und Informationsaustausch zwischen Systemen – Lokal- und Großstadtnetze – spezifische Anforderungen – Teil 11: Spezifikationen für Wireless LAN-Medienzugriffssteuerung (MAC) und physikalische Schichten (PHY) Änderung 1: Erweiterungen für High-Efficiency WLAN].
[ZP15] IEEE 802.11ay	IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 2: Enhanced Throughput for Operation in License-exempt Bands above 45 GHz, [IEEE-Norm für Informationstechnologie – Telekommunikation und Informationsaustausch zwischen Systemen – Lokal- und Großstadtnetze – spezifische Anforderungen – Teil 11: Spezifikationen für Wireless LAN-Medienzugriffssteuerung (MAC) und physikalische Schichten (PHY) Änderung 2: Verbesserter Durchsatz für den Betrieb in lizenzfreien Bändern über 45 GHz].

[ZP16] IEEE 802.11bd IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Next Generation V2X, [IEEE-Norm für Informationstechnologie – Telekommunikation und Informationsaustausch zwischen Systemen – Lokal- und Großstadtnetze – spezifische Anforderungen – Teil 11: Spezifikationen für Wireless LAN-Medienzugriffssteuerung (MAC) und physikalische Schichten (PHY) Änderung 5: Verbesserungen für die nächste Generation V2X].

### 1.13 Quellenverzeichnis

- [L1] Road network operations and intelligent transport systems. RNO/ITS manual. PIARC (World Road Association), 2023, [Straßennetzbetrieb und intelligente Verkehrssysteme. RNO/ITS-Handbuch. PIARC (World Road Association), 2023].
- [L2] Intelligent Transportation Systems Technologies. FHWA (Federal Highway Administration), 2022, [Technologien für intelligente Transportsysteme. FHWA (Federal Highway Administration), 2022].
- [L3] Future of Transport: System interoperability and standards. The British Standards Institution, 2020, [Zukunft des Verkehrs: Systeminteroperabilität und Normen. The British Standards Institution, 2020].
- [L4] Ertico announces six priorities to make Europe's transport smarter with ITS at the European Parliament, [ERTICO kündigt im Europäischen Parlament sechs Prioritäten an, um den Verkehr Europas mit IVS intelligenter zu machen. ERTICO, 2019].
- [L5] Reference Handbook for harmonized ITS Core Service Deployment in Europe. Published by Federal Highway Research Institute (BASt), Printed by Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure Division Z 32, In-House Printshop, Germany. Bergisch Gladbach, October 2021. [Referenzhandbuch für harmonisierte Bereitstellung von ITS-Kerndiensten in Europa. Herausgegeben von Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), gedruckt vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Z 32, In-House Printshop, Deutschland. Bergisch Gladbach, Oktober 2021].
- [L6] Aktionsplan für die Herausforderungen des Straßenverkehrs und der intelligenten Mobilität 2021–2025. Ministerium für Verkehr und Bauwesen der Slowakischen Republik, 2020.
- [L7] Langfristiger Strategieplan für die Herausforderungen des Straßenverkehrs und der intelligenten Mobilität 2021-2030. Ministerium für Verkehr und Bauwesen der Slowakischen Republik, 2020
- [L8] Datenmodelle für Tankstellen, Ladestationen für Elektrofahrzeuge und die Zulassung von intelligenten und vernetzten Fahrzeugen nach DATEX II. Ministerium für Verkehr und Bauwesen der Slowakischen Republik, 2022.
- [L9] Erstellung eines detaillierten Verfahrens (Methodik) für die Konzeption, Integration, Bereitstellung und Veröffentlichung aktueller Informationen im Bereich sicherer LKW-Parkplätze (SSTPA) nach DATEX II. Verkehrsministerium, 2023.
- [L10] D. Littlejohn Shinder, Computer Networking Essentials, CISCO Press, Softpress, 2003.
- [L11] Cybersicherheits- und Informationssicherheitspolitik für Kategorie I gemäß dem Dekret Nr. 179/2020 zur Festlegung der Kategorisierungsmethode und des Inhalts der Sicherheitsmaßnahmen für die Informationstechnologie der öffentlichen Verwaltung. Ministerium für Investitionen, regionale Entwicklung und Informatisierung der SR, 2023.
- [L12] EU-ICIP, ITS Communications & Information Protocols, CEN/TC 278 ITS Standardization [EU-ICIP, ITS-Kommunikations- und Informationsprotokolle, CEN/TC 278 ITS-Normung].
- [L13] Optionen für das Wiegen von Fahrzeugen auf Autobahnen, Schnellstraßen und Straßen der Klasse I, Analyseaufgabe, 2020.
- [L14] Cooperative intelligent transport systems (C-ITS) Guidelines on the usage of standards, 2020 [Kooperative intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) Leitlinien zur Anwendung von Normen, 2020].
- [L15] European ITS Platform, chapter 4.2 Physical and digital infrastructure, 2016 – 2021, [Europäische ITS-Plattform, Kapitel 4.2 Physikalische und digitale Infrastruktur, 2016-2021].
- [L16] The C-Roads Platform, An overview of harmonised C-ITS deployment in Europe, 2021 [Die C-Roads-Plattform, Ein Überblick über die harmonisierte C-ITS-Einführung in Europa, 2021].

- [L17] Support study for the ex-post evaluation of the ITS Directive 2010/40/EU Final report, 2019 [Unterstützungsstudie für die Ex-post-Bewertung der IVS-Richtlinie 2010/40/EU-Abschlussbericht, 2019].
- [L18] Final report of the single platform for open road testing and pre-deployment of cooperative, connected and automated and autonomous mobility platform (CCAM platform), 2021 [Abschlussbericht über die einheitliche Plattform für die Prüfung auf offener Straße und die Vorbereitung einer kooperativen, vernetzten, automatisierten und autonomen Mobilitätsplattform (CCAM-Plattform), 2021].
- [L19] The deployment of intelligent transport systems in Europe, Summary of [Z25], EUR-Lex 2023 [Die Einführung intelligenter Verkehrssysteme in Europa, Zusammenfassung von [Z25], EUR-Lex 2023].

## 1.14 Abkürzungen

AID	Automatic incident detection [Automatische Ereigniserkennung]
AVZ [ASD]	Automatische Verkehrszähler
VSA [ADP]	Verkehrsstrom-Analysegeräte
API	Application Programming Interface [Anwendungsprogrammierschnittstelle]
ASW	Anwendungssoftware
BIM	Building Information Modeling [ Bauwerksdatenmodellierung]
BIOS	Basic Input Output System [Grundlegendes Eingabe-Ausgabe-System]
OHS	Occupational health and safety [Arbeitsschutz]
CAV	Connected and automated vehicle [Vernetztes und automatisiertes Fahrzeug] Hinweis: [verbundenes, vernetztes und automatisiertes Fahrzeug]
CCAM	Cooperative, connected and automated mobility [Kooperative, vernetzte und automatisierte Mobilität]
C-ITS	Kooperative intelligente Verkehrssysteme
CSIRT MIRRI SR	Computer Security Incident Response Team des Ministeriums für Investitionen, regionale Entwicklung und Informatisierung der Slowakischen Republik
ZLS [CRS]	Zentrales Leitsystem
SVA	Straßenverkehrssignalisierung (Straßenverkehrs-Signalanlagen) [STN EN 50556] oder Lichtsignaleinrichtungen [TS 019, TS 117, STN 73 6100] – Lichtsignalanlage
ZL	Zentrale Leitstelle
DSC	Distributed Control Systems [Prozessleitsystem]
BD	Bestandsdokumentation
E-Call	Notruf, automatisches System im Fahrzeug
EWSA	Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EU-ICIP	Europäische ITS-Kommunikations- und Informationsprotokolle
EFA	Elektrischer Feueralarm (elektrisches Feueralarmsystem)
ESS	Elektrisches Sicherheitssystem (elektrisches Sicherheitsalarmsystem, Sicherheitssystem, Alarmanlage)
EUC	Equipment under control [Geräte unter Kontrolle STN EN 61508]
FAT	Factory acceptance test [Werksabnahmeprüfung]

GTM	Geotechnisches Monitoring
HMI	Human machine interface [Mensch-Maschine-Schnittstelle]
IACS	Industrial Automation and Control Systems [Industrielle Automatisierungs- und Leitsysteme] OT-System
ICS	Industrial Control System [Industrielles Leitsystem] OT-System
IR	Infrarot
IDAM	Identity and Access Management [Identitäts- und Zugriffsmanagement]
IED	intelligentes elektronisches Gerät
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IEC	International Electrotechnical Commission [Internationale Elektrotechnische Kommission]
ILS	Integrierte Leitstelle
IoT	Internet der Dinge
IP	Internet Protocol [Internetprotokoll]
IPC	Industrieller PC; PC mit Industriedesign vor allem für OT
AIS	Autobahnwegweisungs-Informations-System
ISO	International Organization for Standardization [Internationale Organisation für Normung]
IT	Informationstechnik
IT-Netzwerk	Elektrisches IT-Netzwerk
IRS	Integriertes Rettungssystem
LAN	Local Area Network [Lokales Netz]
LoS	Level of Service [Stufe der Angebotsqualität], Hinweis: Qualitätsstufe (Bereitstellung) der Dienstleistung
MaaS	Mobility as a Service [Mobilität als Dienstleistung]
VM	Verkehrsministerium
MPG	Messung physikalischer Größen (System zur Messung physikalischer Größen)
MTBF	Mean time between failures (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
BÜ	Bahnübergang
NSB	Nationale Sicherheitsbehörde
NS	Niederspannung
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
PC (1)	Personal Computer
PS (2)	Programmierbare Steuerung [nach STN EN 61131]
PDI	Physical and digital infrastructure [Physische und digitale Infrastruktur]
WVZ	Wechselverkehrszeichen, Markierungen, Verkehrszeichen mit wechselnden Symbolen (STN 73 6100, 3.11.17.3)
MaaS	Mobility-as-a-Service (Mobilität als Dienstleistung)
OT	Betriebstechnik
LS	Leitstelle

OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture [Einheitliche Architektur der offenen Kommunikationsplattform]
PAC	PC-basierte programmierbare Automatisierungssteuerung
Nr.	Ordnungszahl
S	Straße(n)
PV	Photovoltaik
POL	Polizei
VS	Verkehrssteuerung
RIOS	Remote Input/Output-Station
RLS	Regionale Leitstelle (d. h. ILS nach [T22])
RPDI	Jährliche durchschnittliche Tagesintensitäten
VLS	Verkehrsleitsystem
LST	Leitsystemtechnik
RTU	Remote terminal unit, syn. Remote telemetry unit, syn. Remote telecontrol unit [Fernbedienungsterminal]
SWIS	Straßenwetterinformationssystem
SWIS-V	Straßenwetterinformationssystem für die Verkehrssteuerung
SAE	Society of Automobile Engineers [Gesellschaft der Automobilingenieure]
SAT	Site acceptance test [Standortabnahmeprüfung]
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition [Überwachung, Steuerung und Datenerfassung]
CPS	Zentrales Stromversorgungssystem
SIL	Safety Integrity Level [Sicherheitsintegritätsstufe]
SK-CERT	Slovak Computer Emergency Response Team [Slowakisches Computer-Notfallteam]
SR	Slowakische Republik*
STN	Slowakische Technische Norm
LSA	Lichtsignalanlagen,
NRS	Notrufsäule (Notrufstand)
TCP	Transmission Control Protocol [Übertragungssteuerungsprotokoll]
TEN-T	Trans-European Transport Network [Transeuropäisches Verkehrsnetz]
TN-C	Terre neutre - combiné [Stromnetz mit geerdetem Quellpunkt. An diesen Punkt sind die nicht spannungsführenden Teile elektrischer Geräte angeschlossen, der Neutralleiter und der Schutzleiter werden im gesamten Netz zu einem einzigen Leiter (PEN) zusammengeführt.]
TN-S	Terre neutre - separated [Stromnetz mit geerdetem Quellpunkt. An diesen Punkt sind die nicht spannungsführenden Teile elektrischer Geräte angeschlossen, Schutzleiter (PE) und Neutralleiter (N) sind zwei getrennte Leitungen]
NRT	Notruftelefon (Notrufsystemtelefone)
TB	Technische Bedingungen
TPR	Technische Vorschriften des Ressorts
UAM	Urban Air Mobility [urbane Luftmobilität]

CCTV	Videoüberwachung
VLAN	Virtual Local Area Network [eine Methode zum Erstellen logischer virtueller Teilnetze in einem physischen Netz]
VMS	Video-Management-System
HS	Hochspannung
WAN	Wide area network [Weitverkehrsnetz]
WIM	Weigh In Motion (Wiegen beim Fahren)

## 2 Begriffe und Begriffsbestimmungen

### 2.1 Angenommene Nomenklatur

Es wird die Nomenklatur der STN 73 6100 und von [Z1] verwendet.

### 2.2 Grundbegriffe und Erklärungen

#### 2.2.1 Intelligentes Verkehrssystem

Der Begriff „Intelligentes Verkehrssystem“ ist in [Z25] und in ähnlicher Weise in [Z13] definiert. Dieser Begriff wird als IVS oder ITS (englisch: Intelligent Transportation System) abgekürzt.

Intelligente Verkehrssysteme sind Teil der Ausrüstung, der elektrischen und technischen Einrichtungen von Straßenbauten.

Diese TS befassen sich mit dem Thema der intelligenten Verkehrssysteme mit allen in diesen TS enthaltenen Anforderungen.

Diese TS befassen sich auch mit dem Thema C-ITS, bei denen es sich auch um intelligente Verkehrssysteme handelt, insbesondere im Hinblick auf die in Artikel 4.5.14 dieser TS und Artikel 6.1.3.4 von dieser TS aufgeführten Anforderungen.

Die Folgenden wurden ausgestellt: [Z26], [Z27], [Z28], [Z29] und [Z30], die für intelligente Verkehrssysteme unabdingbar sind. Auf EU-Ebene wurde das Referenzhandbuch für harmonisierte ITS-Kerndienste in Europa [L5] veröffentlicht, das eine Reihe von Leitlinien, Ratschlägen und empfohlenen technischen Normen sowie daraus resultierende Fakten enthält, die von Autobahn- und Straßenverwaltern und -betreibern genutzt werden können, um die Entwicklung ihres strategischen Ansatzes, die Entwicklung der Konzeption, des Einsatzes, der Installation und des Betriebs intelligenter Verkehrssysteme und -dienste in einer Weise, die mit den EU-Rechtsvorschriften vereinbar ist, zu unterstützen.

Aufbauend auf verwandten und zitierten EU-Rechtsvorschriften hat das Verkehrsministerium einen Aktionsplan für die Herausforderungen des Straßenverkehrs und der intelligenten Mobilität 2021-2025 und einen langfristigen Plan zur Bewältigung der Herausforderungen des Straßenverkehrs und der intelligenten Mobilität 2021-2030 [L6] und [L7] und eine spezifischere Methodik von Datenmodellen für Tankstellen, Ladestationen für Elektrofahrzeuge und die Zulassung von intelligenten und vernetzten Fahrzeugen nach der Norm DATEX II [L8] sowie für die Erstellung eines detaillierten Verfahrens (Methodik) für die Konzeption, Integration, Bereitstellung und Veröffentlichung aktueller Informationen im Bereich sicherer Lkw-Parkplätze (SSTPA) nach der Norm DATEX II ausgearbeitet [L9].

#### 2.2.2 Systeme für technische Einrichtungen

##### 2.2.2.1 Leitsystem

Ein Leitsystem ist ein technologisches System, das Teilsysteme und Ausrüstungen, die mit ihm verbunden und in ihm konfiguriert sind, überwacht und steuert. Das Teilsystem ist ein untergeordnetes (nachrangiges) System, d. h. ein System mit niedrigerer Priorität oder ein System auf niedrigerer Ebene mit niedrigeren Management- und Entscheidungsprivilegien in der Hierarchie. Ein System kann ein übergeordnetes (ranghöheres) System haben, d. h. ein System mit höherer Priorität oder ein

System, das auf einer höheren Ebene platziert ist, mit höheren Management- und Entscheidungsprivilegien in der Hierarchie. Diese TS verwenden die Begriffe „System mit niedrigerer Priorität“ und „System mit höherer Priorität“, andere gelten als Synonyme. Diese Synonyme finden sich in verwandter und zitierter Literatur.

### **2.2.2.2 Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen für Bauten**

Gemäß [Z9] sind Bauarbeiten auch Montagearbeiten, wenn durch sie Bauprodukte dauerhaft und fest in einen Bau integriert oder Bauprodukte, insbesondere Betriebsmittel und Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen für Bauten aus einem Bau entfernt werden. Der Bau ist mit den öffentlichen Verkehrsmitteln und technischen Einrichtungen des Gebiets verbunden.

Intelligente Verkehrssysteme sind auch Teil der Ausrüstung, der elektrischen und technischen Einrichtungen von Straßen.

#### **2.2.2.1 Technische Einrichtungen.**

Für die Zwecke dieser TS sind dies, aus dem Spektrum der Ausrüstung, der elektrischen und technischen Einrichtungen von Straßenbauten, die Leitsysteme mit höherer Priorität für HS- und NS-Anlagen, Leitsysteme für dedizierte verkabelte und drahtlose Telekommunikationsnetze, die Beleuchtungs- und Belüftungssysteme in Tunnels, die Sicherheitssysteme, die Systeme zur Überwachung von Bauwerken, die intelligenten Verkehrssysteme einschließlich aller ihrer Teile und Funktionselemente sowie alle Systeme der technologischen Ausrüstung höherer Priorität auch der zweiten und dritten Ebene (und ggf. einer höheren Ebene), welche für die Zwecke dieser TS **technische Einrichtungen von Straßen sind.**

Anmerkung: aus dem Spektrum der Ausrüstungen, der elektrischen und technischen Einrichtungen gelten für die Zwecke dieser TS die folgenden Begriffsbestimmungen:

technische Einrichtungen – Kabel und Konstruktionsteile von Telekommunikationsnetzen und alle baulichen Konstruktionselemente allertechnischen und elektrischen Anlagen;

elektrische Einrichtungen – HS- und NS-Stromverteilungsnetz.

Dies gilt für Straßenausrüstung und Einrichtungen im Rahmen des Zwecks und der Nutzung dieser TS.

#### **2.2.2.2 Gemeinsame Anforderungen.**

Wir definieren den Begriff „gemeinsame Anforderungen“ für die Zwecke dieser TS als „Allgemeine Bedingungen und Anforderungen“.

#### **2.2.2.3 Technische Einrichtungen. Gemeinsame Anforderungen.**

Wir definieren den Begriff „Technische Einrichtungen. Gemeinsame Anforderungen“ für die Zwecke dieser TS als „Allgemeine Bedingungen und Anforderungen an technische Einrichtungen von Straßen“.

#### **2.2.2.4 BIM**

Die Dokumentation für technische Anlagen wird zusätzlich zu [T5] und Kapitel 8 dieser TS mit einer optionalen Ergänzung der im BIM-System erstellten Bestandsdokumentation in fünf Dimensionen erstellt, davon drei räumliche Komponenten, die vierte als Zeitplan und die fünfte als Budget mit einer Beschreibung der Elemente, die neben baulichen Gegenständen auch Wartungsgegenstände, technische Inspektionen, Reparaturen und Ersatzteillisten, Gebrauchsanweisungen und Betriebshandbücher für das Gebäude enthält.

Die technischen Anforderungen an BIM sind in der STN EN 17632 und der STN EN ISO 19650-1 bis 5 angegeben. Zusätzlich zu [T5] ergeben sich die Anforderungen an technische Zeichnungen und Zeichnungen von Gebäuden aus der STN ISO 128 und der STN 01 3420.

#### **2.2.2.3 Systemelement**

Jedes Element eines Systems, ob höher oder niedriger, ob es sich um eine (Leit-)Stelle, ein (Leit-)System, eine Steuereinheit, einen Sensor, einen Aktor, eine Komponente oder ein Element handelt, ist auch ein System in Bezug auf eine andere Konzeption in der Struktur anderer Systeme.

#### 2.2.2.4 Hardware-Architektur

Für Systemelemente im Rahmen intelligenter Verkehrssysteme und Straßenausrüstung, elektrischer und technischer Einrichtungen wird zur eindeutigen Auslegung und Identifizierung der Struktur die Architektur von Stellen, Systemen, Steuereinheiten und funktionalen Elementen festgelegt. In einem Straßennetz kann es mehrere Zentren geben, die miteinander verbunden sind und direkt oder über regionale Zentren mit dem Hauptzentrum verbunden sind. Die Systeme bestehen aus einer Reihe von angeschlossenen Controllern, die mit Prozessor-, Speicher- und Kommunikationsschnittstellen ausgestattet sind. An Steuereinheiten sind Funktionselemente angebracht. Funktionale Elemente sind Sensoren oder Aktoren, die in Verbindung mit der äußeren Umgebung und durch die Erkennung von Phänomenen oder menschlicher Wahrnehmung funktional sind. Funktionselemente erfassen den Zustand der Umwelt und des Straßenverkehrs oder übertragen Signale an Verkehrsteilnehmer. Die Teile des Systems, die sich in der Außenumgebung befinden, sind (Außen-)Geräte.

#### 2.2.2.5 Software-Architektur

Da intelligente Verkehrssysteme eine IKT-Anwendung sind, enthält jedes Element des Systems mindestens bis zur Ebene der Steuereinheit, in vielen Fällen auch auf einer niedrigeren Ebene, Software, die seine Funktionalität auf Basis eines Computerprogramms und Einstellungen gewährleistet. Wenn neben einem prozessorausführbaren Code der menschenlesbare Quelltext über eine HMI verfügbar ist, handelt es sich um ein offenes Softwaresystem. Wenn nur prozessorausführbarer Code für das Computerprogramm (für den Benutzer, den Kunden, den Client) verfügbar ist, handelt es sich um ein geschlossenes Softwaresystem. Das Softwaresystem enthält Einstellungen, die auch geöffnet oder geschlossen werden können. Die Steuereinheit und der im System enthaltene (digitale) Computer enthalten die Firmware und das grundlegende Input-Output-System, die als Komponenten des Gerätes gelten und in der Regel geschlossene Systeme sind. Das Computerprogramm wird in der Steuereinheit auf der zentralen Prozessoreinheit ausgeführt. Für komplexere Systeme wird das Programm über ein Betriebssystem ausgeführt, das auch geöffnet oder geschlossen werden kann. Die Steuereinheit kann angeschlossene Geräte und Kommunikationsmodule einschließlich ihrer Treibersoftware umfassen. Digitale und analoge Module oder Geräte werden an die Ein- und Ausgänge der Steuereinheit angeschlossen, um Signale, die vor der Verarbeitung digitalisiert werden, zu kommunizieren oder zu übertragen und anzupassen. Das Computerprogramm sammelt und verarbeitet Daten und gibt sie dann weiter. Ein integraler Bestandteil der Systeme zusammen mit dem Computerprogramm sind Datenformate, Kommunikations- und Datenprotokolle, Einstellungen, Dateiformate, Datenbankstrukturen und API. Diese bilden zusammen die grundlegende Systemsoftware. Bei SPS-Controllern wird das Computerprogramm im Programmlogikcode aufgezeichnet. Übergeordnete Software für technische Einrichtungen, intelligente Verkehrssysteme, deren Leitsysteme und übergeordnete technische Anlagensteuerungssysteme nennt man AWS. All dies zusammen bildet Software, die nach der entsprechenden spezifischen Architektur konfiguriert ist. Zum Software-Urheberrecht siehe Artikel 2.2.2.6 dieser TS.

Wie angegeben, können die Einstellungen geöffnet oder geschlossen werden. Systemeinstellungen auf unterschiedlichen Ebenen, von funktionalen Elementen bis hin zu Leitsystemen und Systemen mit höchster Priorität, beeinflussen grundsätzlich das Verhalten von Software und Hardware und damit aller Straßenausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen der Straßen. Ihre Identifizierung und Spezifikation sind auf verschiedenen Ebenen verfügbar, je nach dem Niveau der Kenntnisse und Fähigkeiten der internen Mitarbeiter und externen Experten, die mit den Systemen arbeiten. Datensätze offener Einstellungen, wie Software-Quellcode, müssen dem Administrator zur Verfügung stehen. Die Einstellungen müssen jedoch vor Unbefugten geschützt und ausgeblendet werden. Die Daten in der Entwurfsdokumentation müssen sich im nicht öffentlichen Teil der Entwurfsdokumentation befinden.

## 2.2.2.6 Urheberrecht und Softwarelizenzen

### 2.2.2.6.1 Aufzeichnung der Hardwarestruktur und -funktionalität von Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen

Hardwarestruktur und -funktionalität werden in Form einer Entwurfsdokumentation erfasst. Die Entwurfsdokumentation wird in digitaler Form erstellt und auf einem digitalen Medium gespeichert und in den erforderlichen Daten- und Druckformaten auf Papier gedruckt.

### 2.2.2.6.2 Softwareaufzeichnung

Die Software wird in einem Computerprogramm aufgezeichnet, das in prozessorausführbaren Code aus dem Quellcode über eine Programmiersprache übersetzt wird. Ein Computerprogramm wird in digitaler Form erstellt und auf einem digitalen Medium gespeichert oder auf Papier in den erforderlichen Daten- oder Druckformaten gedruckt. Nur Open-Source-Softwareprogramme werden auf Papier gedruckt. Bei einem geschlossenen System werden nur die Einstellungen des Systems, des Computerprogramms und der Datenbank gedruckt.

### 2.2.2.6.3 Urheberrecht

[Z15] regelt die Beziehungen, die im Zusammenhang mit der Erstellung und Nutzung eines urheberrechtlich geschützten Werkes aus der Perspektive dieser TS im Zusammenhang mit der Erstellung und Nutzung eines Computerprogramms oder einer Datenbank entstehen, sodass die Rechte und berechtigten Interessen des Urhebers geschützt sind. Das Urheberrecht gilt nicht für den Text der Gesetzgebung, eine amtliche Entscheidung oder eine gerichtliche Entscheidung, eine technische Norm sowie die damit verbundenen vorbereitenden Unterlagen und deren Übersetzung, und ebenso wenig gilt es für die Raumplanungsdokumentation.

### 2.2.2.6.4 Urheberrechtsaufsicht und Projektmanagement

Gemäß [Z10] ist ein Ingenieur, der zum Bau von Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen berechtigt ist, befugt das Projektmanagement durchzuführen, insbesondere die Projektleitung und Koordination von Teilprojekten, die von Ingenieuren und Spezialisten erstellt wurden, sowie die professionelle Urheberrechtsaufsicht über die Ausführung von Gebäuden gemäß der genehmigten Entwurfsdokumentation. Der Ingenieur führt eine professionelle Urheberrechtsaufsicht über die Ausführung von Gebäuden gemäß der Entwurfsdokumentation, die von der Baubehörde im Raumplanungs- oder Baugenehmigungsverfahren überprüft wurde, durch.

### 2.2.2.6.5 Urheberrechtlich geschütztes Eigentum an Entwurfsdokumentationen

Der Inhaber des Urheberrechts an Entwurfsdokumentationen ist der Kunde, der über die Lieferkette die Entwurfsdokumentation vom Lieferanten oder Auftragnehmer der Entwurfsdokumentation im Rahmen des Vertrags, der die Auftragerteilung enthält, erhalten hat. Die Übertragung des Urheberrechts an der Entwurfsdokumentation muss im Vertrag verwurzelt sein, weil es keine Rechtsvorschriften gibt, die sich speziell mit diesem Thema befassen. Die Urheberrechtsfreigabe für die Entwurfsdokumentation ist auch unter dem Gesichtspunkt möglicher zukünftiger Änderungen der Entwurfsdokumentation durch einen anderen autorisierten Architekten oder zugelassenen Bauingenieur als der, der die Entwurfsdokumentation erstellt hat, wichtig. Eine Änderung der Entwurfsdokumentation kann durch verschiedene Umstände ausgelöst werden, einschließlich einer Änderung des Projekts durch den Kunden.

### 2.2.2.6.6 Abtretung von Software-Urheberrechten

#### 2.2.2.6.6.1 Abtretung des Urheberrechts an einem offenen Softwaresystem

Für ein offenes Softwaresystem ist ihr Inhalt klar und lesbar und es ist daher möglich, die Urheberrechte zu identifizieren, die sich auf sie beziehen, und es ist dann möglich, angemessen und notwendig, dass der Autor sie über eine Lizenz, d. h. aus Sicht dieser TS, an einen Dritten, in der Regel den Kunden, abtritt. Urheberrechte dieser Art werden in [Z15] behandelt. Die Übertragung des

Urheberrechts an Software, d. h. einem technisch spezifizierten Computerprogramm, seines Umfangs und seiner zeitlichen Gültigkeit muss in einem Vertrag verankert sein.

#### **2.2.2.6.6.2 Abtretung des Urheberrechts an einem geschlossenen Softwaresystem**

Für ein geschlossenes Softwaresystem ist Funktionalität identifizierbar, d. h. die Funktionalität basierend auf der Art und Weise, wie sie verwendet wird. Durch den Verkauf einer Lizenz räumt der Hersteller dem Käufer Nutzungsrechte ein. Beim Kauf aller notwendigen Lizenzen ist es wichtig, den Inhalt, die Vollständigkeit, die Codes, die Dokumentation und die Authentizität zu überprüfen. Es ist notwendig, auf die erforderliche Funktionalität und Dauer der Lizenz zu achten und deren Erneuerung rechtzeitig zu berücksichtigen, um die Funktionalität und Verfügbarkeit der Ausrüstung, der elektrischen und technischen Einrichtungen der Straße zu gewährleisten.

#### **2.2.2.6.6.3 Verpflichtungen in der Vorbereitungs- und Beschaffungsphase des Projekts**

Gemäß [Z20] Abschnitt 15 Absatz 2 Buchstabe d ist der Verwalter in der Projektvorbereitungs- und Beschaffungsphase verpflichtet, die Vertragsbedingungen gemäß den darin festgelegten Verpflichtungen, einschließlich der Offenheit des Quellcodes gemäß den Lizenzbedingungen der öffentlichen Softwarelizenz gemäß der EUPL, anzunehmen. [Z37] soweit die Veröffentlichung dieses Codes nicht für eine Tätigkeit missbraucht werden kann, die darauf abzielt, das Informationssystem der öffentlichen Verwaltung zu stören oder zu zerstören; er ist alleiniger und ausschließlicher Inhaber aller Informationen, die während des Entwurfs und des Betriebs der geschaffenen Lösung, einschließlich der Änderungen und der Wartung, gesammelt oder erhalten wurden, und bei einem Wechsel des Auftragnehmers leistet der ursprüngliche Auftragnehmer dem Verwalter volle Unterstützung beim Wechsel zu einem neuen Auftragnehmer, insbesondere im Bereich der IT-Architektur und -Integration. Dies gilt für Artikel 2.2.2.6.6.1 dieser TS und Artikel 2.2.2.6.6.2 dieser TS.

#### **2.2.2.7 Datenaustausch**

Werte von Größen, die in Werte elektromagnetischer Feldgrößen umgewandelt werden, entsprechende Signale, die in Daten umgewandelt werden und umgekehrt, und die durch ihre Analyse gewonnenen Informationen sind Produkte der technischen Anlagensteuerung. Daten können auch von außen über Datenkommunikationsströme und HMI an IKT übermittelt werden. Die Daten sind Eigentum des für die Datenverarbeitung Verantwortlichen, der verpflichtet ist, bei der Verwaltung der Daten die Rechtsnormen einzuhalten. Wenn er sie aus dem System heraus weitergibt, unterliegen Dritte der gleichen Verpflichtung. Für eine eindeutige Haltung zum Dateneigentum ist es notwendig, dass der Auftragnehmer und der Kunde das Verhältnis zum Dateneigentum im Vertrag klären.

Die Frage des Datenaustauschs betrifft nicht nur das Eigentum an den Daten selbst, sondern auch den Schutz der Privatsphäre, dessen Regeln durch Rechtsnormen auf der Grundlage von [Z35] und [Z36] bestimmt werden. Der Schutz der Privatsphäre von Einzelpersonen und Unternehmen muss während des gesamten Prozesses, von der Datenerfassung, -verarbeitung und -speicherung sowie bei der Nutzung der Daten sichergestellt werden. Obwohl die oben genannten Rechtsvorschriften für Auftragnehmer und Lieferanten verbindlich sind, ist es aufgrund der klaren Verantwortung in der Lieferkette und der Verpflichtungen, die sich aus der Verwendung der Daten durch einen Dritten ergeben, äußerst wünschenswert, dass die relevanten Beziehungen zwischen dem Auftragnehmer und dem Kunden im Vertrag festgelegt werden.

### **2.2.3 Struktur und Teile von Systemen technischer Einrichtungen von Straßen**

Dieser Artikel fasst die Liste der am häufigsten verwendeten Strukturen und Teile der technischen Einrichtungen von Straßen (mit anderen Worten, technologische Einheiten, technologische Systeme einschließlich intelligenter Verkehrssysteme oder E&M-Ausrüstung für Straßen) zusammen. [T19]), in der Regel als Strukturen für Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen von Gebäuden.

Technische Einrichtungen werden entsprechend dem Niveau und Umfang der infrastrukturellen Bedeutung einer Straße entworfen, gebaut und betrieben. Straßen mit einer höheren infrastrukturellen Bedeutung müssen mit technischen Einrichtungen einer höheren Kategorie ausgestattet sein, damit

sie betrieben werden können, siehe Artikel 3.3 dieser TS. Eine höhere Kategorie bedeutet eine höhere Straßenbelastung und höhere Anforderungen an Brücken und Tunnel, bei denen es sich um Straßenbauwerke handelt.

Die in diesem Artikel genannten Systeme technischer Einrichtungen für Straßen der Stufe S1 der elektrischen und technischen Einrichtungen der Straße ermöglichen den Verkehr auf den am stärksten belasteten Straßen mit der Klasse der infrastrukturellen Bedeutung V 1.

### **2.2.3.1 Arten von grundlegenden Systemen technischer Einrichtungen**

Die Arten der grundlegenden Systeme technischer Einrichtungen für Straßen sind wie folgt:

- A. Sicherheitssysteme
- B. Intelligente Verkehrssysteme
- C. Strukturüberwachungssysteme
- D. Systeme technischer Einrichtungen mit höherer Priorität

Die Merkmale der grundlegenden Systeme technischer Einrichtungen sind in Artikel 4.5 dieser TS beschrieben.

Die Liste aller Systeme technischer Einrichtungen befindet sich in Artikel 4.6 dieser TS.

### **2.2.3.2 Ausrüstung in Bezug auf technische Einrichtungen**

Straßenausrüstung in Bezug auf technische Einrichtungen gemäß Artikel 2.2.3.1 dieser TS umfasst:

- E. Strukturen und Elemente

### **2.2.3.3 Elektrische Ausrüstung in Bezug auf technische Einrichtungen**

Zu der elektrischen Ausrüstung für Straßen in Bezug auf technische Einrichtungen gemäß Artikel 2.2.3.1 dieser TS gehören:

- F. HS- und NS-Ausrüstung (Anlagen)
- G. Stromkabel
- H. Kabelleitungen des Telekommunikationsnetzes

## **2.3 Fachbegriffe**

### **2.3.1 Redundanz**

Im Allgemeinen können intelligente Geräte und Systeme, intelligente Verkehrssysteme und Straßenausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen betrieben werden, wenn Strom, Netze und die Umgebung zur Verfügung gestellt werden, d. h. die Gesamtumgebung entsprechend den Anforderungen. Diese Anforderungen müssen für hochzuverlässige Ausrüstung und Systeme ohne Unterbrechung verfügbar sein. Dies kann durch die Redundanz in der Funktionsweise aller relevanten Systeme erzielt werden.

Redundanz ist die absichtliche Verdoppelung kritischer Komponenten oder Funktionen eines Systems, um seine Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit in Form von Backup oder Ausfallprävention zu erhöhen. In extrem wichtigen Sicherheitssystemen können einige Teile des Steuerungssystems mit einer Auswahl von 2 von 3 oder auf Entscheidung 3 von 3 verdreifacht werden.

Die geografische Redundanz korrigiert die Anfälligkeit redundanter Geräte durch geografische Trennung von Sicherungseinrichtungen.

Redundanz muss so ausgelegt sein, dass sie nicht zu einer geringeren statt einer größeren Zuverlässigkeit führt – um zu vermeiden, dass ein übermäßig komplexes System entsteht, das anfällig für verschiedene Probleme und Fehlfunktionen ist, was beispielsweise zu einer Vernachlässigung der Pflichten seitens der Betreiber oder zu höheren Fertigungsanforderungen führen könnte, die die Sicherheit des Systems durch Überlastung verringern könnten.

Im Falle eines Ausfalls eines der Teile des Systems funktioniert ein redundantes System weiterhin ohne externe Eingriffe und muss in der Lage sein, die Ausfallinformationen an ein Leitsystem mit höherer Priorität zu übermitteln.

Für Redundanz für Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen und intelligente Verkehrssysteme in einer spezifischeren Unterteilung für Steuereinheiten, Netzteile, Kommunikationsnetze und funktionale Elemente, siehe Artikel 4.1.3 dieser TS.

### 2.3.2 Funktionale Sicherheit

Die funktionale Sicherheit ist von wesentlicher Bedeutung, um die Funktionalität jeder Komponente, jedes Bauteils, Elements, Geräts und Systems für den Betrieb der Straßenausrüstung, der technischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, sicherzustellen. Die funktionale Sicherheit wird durch die Normreihe STN EN 61508 zur Quantifizierung der Sicherheitsleistung eines elektrischen Leitsystems und Einführung des Konzepts eines Lebenszyklus standardisiert. Ziel ist es, Störungen aller elektrischen/elektronischen/programmierbaren elektronischen Geräte und Systeme zu minimieren.

Der probabilistische Ansatz hängt davon ab, ob die funktionale Komponente hohen oder niedrigen Bedarfsanforderungen ausgesetzt ist. Gemäß der STN EN 61508 wird ein hoher Bedarf als mehr als einmal pro Jahr und ein niedriger Bedarf als weniger als oder gleich einmal pro Jahr definiert. Für Funktionen, die kontinuierlich arbeiten (Dauerbetrieb), oder Funktionen, die häufig arbeiten (High-Demand-Modus), gibt die Sicherheitsintegritätsstufe (SIL) die zulässige Häufigkeit gefährlicher Fehler an. Für Funktionen, die intermittierend arbeiten (Low-Demand-Modus), gibt die SIL die tolerierbare Wahrscheinlichkeit an, dass die Funktion nicht auf eine Anforderung reagiert. Der Unterschied zwischen einer Funktion und einem System besteht darin, dass das System, das die Funktion implementiert, häufig in Betrieb sein kann, aber die Funktion intermittierend angefordert werden kann. Die Sicherheitsintegritätsstufen (SIL) und ihre jeweiligen diskreten Werte sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 2 Sicherheitsintegritätsstufen (SIL) und ihre Werte

SIL	Low-Demand-Modus, durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls	High-Demand-Modus oder Dauerbetrieb, Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Defekts pro Stunde
4	$\geq 10^{-5}$ bis $< 10^{-4}$	$\geq 10^{-9}$ bis $< 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4}$ bis $< 10^{-3}$	$\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-3}$ bis $< 10^{-2}$	$\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2}$ bis $< 10^{-1}$	$\geq 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$

Die SIL von Geräten und Systemen ist zertifiziert, wenn ein Dritter bestätigt, dass das Produkt, der Prozess oder das System die Anforderungen des Zertifizierungssystems erfüllt. Zertifizierungsprogramme für IEC 61508 werden von unabhängigen Drittorganisationen, den sogenannten Zertifizierungsstellen (ZS), betrieben.

### 2.3.3 Straßenabschnitt

#### 2.3.3.1 Straßenabschnitt

Der Straßenabschnitt einer Fahrbahn ist ein Teil der Fahrbahn in der jeweiligen Verkehrsrichtung, beginnend an der Einfahrt auf die betreffende Fahrbahn und endend an der Ausfahrt. Ein Straßenabschnitt umfasst die entsprechende Straßenausrüstung, die elektrischen und technischen Einrichtungen und die intelligenten Verkehrssysteme, die Teil des Straßenabschnitts sind.

Neben den Ausrüstungen, den elektrischen und technischen Einrichtungen der Straße, die ein physischer Teil des Straßenabschnitts sind, umfasst ein Straßenabschnitt auch entfernte Objekte an anderen Straßenabschnitten, z. B. Elemente, Komponenten und funktionale Teile, z. B. Verkehrsmanagementsysteme und Systeme außerhalb der Fahrbahn. Dabei handelt es sich insbesondere um die Leitstelle, die verwendeten Telekommunikationsnetze, die Daten und deren physische Formen, die zur Verarbeitung, Übermittlung und Speicherung von Informationen verwendet werden.

Ein Straßenabschnitt umfasst die Straßenausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen mit dem Standardniveau der technischen Einrichtungen.

### 2.3.3.2 Technischer Straßenabschnitt

Ein technischer Straßenabschnitt ist ein Straßenabschnitt einer geteilten Fahrbahn mit einem hohen Niveau an technischen Einrichtungen. Ein technischer Straßenabschnitt umfasst die Straßenausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen und intelligenten Verkehrssysteme des betreffenden technischen Straßenabschnitts sowie die Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen von Tunneln oder Brücken im Straßenabschnitt.

Bei einem technischen Straßenabschnitt werden Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen, die den Straßenabschnitt betreffen, werden auch vor der Einfahrt zu dem Straßenabschnitt und vor der vorletzten Ausfahrt, d. h. als Teil des vorherigen Abschnitts zwischen den Kreuzungen, installiert.

Besondere Aufmerksamkeit wird den Tunneln und Brücken sowie den zugehörigen Ausrüstungsgegenständen sowie technischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, sowie der Ausrüstung, die sie steuert und die Straßenabschnitte miteinander verbindet, gewidmet.

## 3 Klassifikation, Umgebung und Niveau der technischen Einrichtungen und Straßen

Der Zweck der Klassifikation von Systemen, Ausrüstungen und deren Elementen besteht darin, sie in Bezug auf Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, Auswirkungen der Umgebung und Bewertung der Auswirkungen der Umgebung, der äußeren Einflüsse auf die Straßenumgebung und der Bedeutung der Straße, die sowohl die infrastrukturelle Bedeutung der Straße als auch ihre Verkehrsbedeutung einschließt, einzustufen. Die Klassifikation entspricht der Verwendungsmethode und den Merkmalen der Systeme technischer Einrichtungen und der Elemente dieser Systeme.

### 3.1 Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit

Die Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsklasse bestimmt, wie streng die Anforderungen an die Systemzuverlässigkeit oder die Verfügbarkeit oder an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen sein muss. Dies führt zu Anforderungen an die Störfestigkeit des Systems und einer bestimmten Komponente sowohl gegenüber internen als auch externen Ausfällen und wie die Komponente in das System integriert wird, um die Systemverfügbarkeit zu erreichen. Tabelle 3 definiert die Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsklassen und ihre Bedeutung für die Verringerung der Sicherheit während eines Ausfalls, die Folgen einer Störung und die Auswirkungen des Ausfalls auf den Straßenverkehr.

Tabelle 4 Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsklassen für Systeme technischer Einrichtungen von Straßen

Klasse	Name	Verringerung der Sicherheit bei Ausfall	Folgen einer Fehlfunktion	Auswirkungen eines Ausfalls auf den Straßenbetrieb
A	Hoch	vorhanden	es ist notwendig, den Verkehr auf dem Straßenabschnitt zu stoppen oder einzuschränken, und es kann notwendig sein, den Verkehr um den Straßenabschnitt umzuleiten	Eine Systemstörung führt dazu, dass der Betrieb unmöglich ist oder der Straßenbetrieb möglicherweise eingeschränkt werden muss*

B	Normal	nicht vorhanden	keine Verringerung der Sicherheit	das System ist für den Straßenbetrieb nicht notwendig
---	--------	-----------------	-----------------------------------	---

\* – die Begrenzung des Verkehrs in einem technischen Straßenabschnitt wird in Tabelle 9 ausführlicher beschrieben.

Die Einstufung in Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklassen beruht auf der Identifizierung des Grads der Verringerung der Sicherheit, wenn das betreffende System oder die betreffende Ausrüstung ausfällt:

1. im Falle eines Ausfalls eines Geräts, die Fähigkeit, seine Funktion durch andere Mittel zu ersetzen;
2. Im Falle eines Systemausfalls die Fähigkeit aktiver Geräte, auch bei Ausfall ihres jeweiligen übergeordneten Systems sicher zu arbeiten.

*Hinweis: Grad der Verringerung der Sicherheit – entspricht dem Begriff Sicherheitsdefizit. Ein Sicherheitsdefizit ist ein Element, das die Sicherheit einer Straße verringert. Je nach Grad und Schwere dieser Verringerung klassifizieren wir diese Defizite für Zwecke des Verkehrssicherheitsmanagements in drei Stufen [Z48], [T21]. Abschnitte des Straßennetzes neben Straßentunneln des transeuropäischen Straßennetzes, die unter die Richtlinie 2004/54/EG und [Z8] fallen, weisen ein besonders hohes Unfallrisiko auf [T21].*

### 3.1.1 Stufe der technischen Einrichtungen einer Straße

Die Stufe der technischen Einrichtungen einer Straße bestimmt, wie streng die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen der gegebenen Straße, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme und Leitstelle als Ganzes sein müssen. Die Klasse der technischen Einrichtungen von Straßen entspricht somit der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse, die für Ausrüstungen und Systeme verwendet wird. Bei technischen Einrichtungen ist es nicht möglich, ihre einzelnen Komponenten zu bewerten, und sie müssen als Ganzes für den Straßenabschnitt oder für den technischen Straßenabschnitt bewertet werden. Tabelle 5 klassifiziert die einzelnen Stufen der technischen Einrichtungen von Straßen.

Tabelle 6 Definition der Stufen der technischen Einrichtungen von Straßen

Stufe	Name	(Beschreibung)
S1	Hoch	gilt für Straßenabschnitte mit Geräten und Systemen der Zuverlässigkeitssklasse A
S2	Normal	gilt für Straßenabschnitte mit Geräten und Systemen der Zuverlässigkeitssklasse B

Die Stufe der technischen Einrichtungen von Straßen wird bei der Planung der Ausrüstung, der technischen und elektrischen Anlagen der betreffenden Straße, einschließlich der intelligenten Verkehrssysteme und der Leitstelle, festgelegt. Die Leitstellen sind der höchsten Stufe der technischen Einrichtungen der Straßen, die sie betreiben, zugeordnet, d. h. der Stufe S1.

Der erste Schritt besteht darin, die Stufe der technischen Einrichtungen von Straßen festzulegen. Die Stufe der technischen Einrichtungen von Straßen bestimmt dann die Anforderungen an die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse des Systems der technischen Einrichtungen von Straßenanlagensystems.

#### 3.1.1.1 Stufe S1

Technische Einrichtungen der Stufe S1 entsprechen der höchsten Verkehrsbedeutung einer Straße und erfordern eine hohe Konzentration an Ausrüstung und technischen und elektrischen Systemen für die betreffende Straße, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, sowie der Notwendigkeit von Kommunikations- und Stromkabeln entlang der gesamten Länge einer Straße mit technischen Einrichtungen von dieser Stufe. Darüber hinaus bedeutet die Stufe S1 die Notwendigkeit einer redundanten Stromversorgungsinfrastruktur, d. h. HS- und NS-Netz, Telekommunikationsnetz und

Redundanz der Leitsysteme. Tunnel mit mechanischer Lüftung, linearer Verkehrssteuerung oder mehr als 500 m Länge müssen gemäß [Z8] als S1 eingestuft werden. Diese Regierungsverordnung regelt Mindestsicherheitsanforderungen für Tunnel mit einer Länge von mehr als 500 m auf Autobahnen und Straßen der Klasse I in der Betriebs-, Bau- oder Entwurfsphase.

Technische Einrichtungen von Straßen der Stufe S1 gehören zum technischen Straßenabschnitt.

Die spezifische technische Lösung in Bezug auf Redundanz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit in Bezug auf

- Stromversorgungsinfrastruktur;
- nur ausnahmsweise und sehr teilweise eingesetzte netzunabhängige NS-Stromversorgung;
- das Telekommunikationsnetz;
- Leitsysteme;
- Leitsysteme mit höherer Priorität;
- Leitsysteme mit höherer Priorität der Stufe zwei;
- Leitstelle

wird immer in der Entwurfsdokumentation angegeben, einschließlich der Anforderungen des Administrators.

Außerdem ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Artikel 4.2 dieser TS besagt, dass bei technischen Einrichtungen der Stufe S1 nicht alle funktionalen Elemente den Anforderungen des Artikels 4.1.3.4 dieser TS entsprechen müssen. Diejenigen, die dies nicht tun, müssen in der genehmigten Entwurfsdokumentation aufgeführt sein;

- Artikel 4.3 dieser TS besagt, dass im Falle eines Ausfalls eines Aktors die Steuereinheit diesen in einen sicheren Zustand bringen muss, auch im Falle eines Ausfalls des Anschlusses an das Leitsystem;

— bei technischen Einrichtungen der Stufe S1 müssen nicht alle Steuereinheiten die Anforderungen des Artikels 4.1.3.1 dieser TS erfüllen. Diejenigen, die dies nicht tun, müssen in der genehmigten Entwurfsdokumentation aufgeführt sein.;

- Artikel 6.1.2.3.2 dieser TS besagt, dass die ZuverlässIGKEITS- und Verfügbarkeitsklasse eines ZLS in Artikel 6.1.2.3.1 dieser TS festgelegt ist.

### **3.1.1.2 Stufe S2**

Technische Einrichtungen von Straßen der Stufe S2 entsprechen der mittleren Verkehrsbedeutung einer Straße mit einer geringen Konzentration an Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen an der Straße, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, bei denen entlang der Straße keine Kommunikations- und Stromkabel erforderlich sind. Strom für Ausrüstungen und Systeme wird über elektrische Anschlüsse an dem betreffenden Standort oder aus anderen alternativen Energiequellen bereitgestellt. Die externe Kommunikation mit der Leitstelle erfolgt über eigene oder gemietete drahtlose Telekommunikationstechnologien oder gemietete Telekommunikationsleitungen. Die technische Lösung von technischen Einrichtungen der Stufe S2 kann kostengünstiger sein als die technische Lösung für technische Einrichtungen der Stufe S1. Die Stufe S2 kann jedoch nicht angewendet werden, wenn Geräte und Systeme der ZuverlässIGKEITSklasse A verwendet werden, die redundante Kommunikation und Stromversorgung erfordern, oder die entsprechende Redundanzstufe muss vom Administrator bereitgestellt werden, z. B. durch die Nutzung von Diensten Dritter.

Die technische Straßenausstattung der Stufe S2 gehört zum Straßenabschnitt.

Die spezifische technische Lösung in Bezug auf Redundanz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der technischen Einrichtungen von Straßen der Stufe S2 und jede Redundanz in Bezug auf

- Stromversorgungsinfrastruktur;
- jedes angewandte netzunabhängige NS-Stromversorgungssystem;
- das Telekommunikationsnetz;
- Leitsysteme;

- Leitsysteme mit höherer Priorität; und
- den Anschluss an zwei Leitsysteme mit höherer Priorität und den Anschluss an die Leitstelle des technischen Straßenabschnitts erfolgt stets durch die Entwurfsdokumentation und die Integration der Anforderungen des Administrators.

## 3.2 Einflüsse der Umgebung

### 3.2.1 Klimazone

Die Klimazonenklasse bestimmt den Bereich der Umgebungstemperatur und -feuchtigkeit, in dem die Ausrüstung dauerhaft betriebsfähig sein muss. Thermische Widerstandsanforderungen werden durch eine Kombination aus Umgebungsklasse und Klimazonenklasse spezifiziert.

Definierte Klimazonenklassen entsprechen den klimatischen Bedingungen in verschiedenen Gebieten der Slowakischen Republik und sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 8 Definition von Klimazonenklassen

Klasse	Name	Spezifikation nach Höhenlage
K1	warm	bis zu 1 000 m über dem Meeresspiegel
K2	kalt	mehr als 1 000 m über dem Meeresspiegel

Werden Straßenausrüstungen, technische und elektrische Einrichtungen in einer kalten Zone benötigt, muss der öffentliche Auftraggeber besondere Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit entsprechend den charakteristischen örtlichen Bedingungen festlegen.

### 3.2.2 Gelände

Die Geländeklasse bestimmt die funktionalen Anforderungen an die zu den Geräten und Anlagen gehörenden Bauteile (z. B. Masten) und die baulichen Außenteile der Geräte (z. B. Schaltanlagengehäuse) im Hinblick auf die Beschaffenheit des Geländes, in dem sie aufgestellt sind, und die Anforderungen an die bauliche Widerstandsfähigkeit der verfahrenstechnischen Anlagen, insbesondere gegen Windeinwirkung. Geländeklassen basieren auf ihren Eigenschaften entsprechend der Anzahl und Größe der Hindernisse im Gelände, die die Einwirkung von Wind und die Ausbreitung von Nebel begrenzen. Sie berücksichtigen den besonderen Charakter einer Berglandschaft und schmaler Täler sowie bebauter Flächen und den Einfluss von Gebäuden. Geländeklassen, wenn sie spezifiziert werden müssen, basieren auf der STN EN 1991-1-3 und der STN EN 1991-1-4.

Besondere Konstruktionssituationen müssen alle Belastungen berücksichtigen, die die Auswirkungen von Wind verändern können, wie Schnee, Eis, Verkehrsintensität, Verkehrsgeschwindigkeit usw. Zu den betroffenen Strukturen gehören Schilderbrücken, Masten, Halterungen für Montagevorrichtungen, Konstruktion von Kabelschutzvorrichtungen an Gesimsen, Schneefangsysteme auf Schalttafeln, Gestelle, Ständer usw. Diese und weitere Anforderungen werden in Artikel 5.2 dieser TS näher erörtert.

Die Anzahl der Geländeklassen, die sich aus der STN EN 1991-1-4 ergeben, wenn wir die Klasse 0, die in der Slowakei in Bezug auf offenes Meer und Meeresküste irrelevant ist, nicht berücksichtigen, ist 4 (vier):

1. Seen oder Gebiete mit vernachlässigbarer Vegetation und ohne Hindernisse;
2. Gebiete mit niedriger Vegetation wie Gras und einzelnen Hindernissen (Bäume, Gebäude), die durch einen Abstand von mindestens dem 20-Fachen der Höhe der Hindernisse getrennt sind;
3. Flächen mit regelmäßiger Vegetation oder Gebäuden oder einzelnen Hindernissen, die durch einen Abstand von maximal dem 20-Fachen der Hindernisse getrennt sind (wie Dörfer, Vororte, Dauerwald);
4. Flächen, in denen mindestens 15 % der Fläche von Gebäuden mit einer durchschnittlichen Höhe von mehr als 15 m bedeckt sind.

### 3.3 Infrastrukturelle Bedeutung von Straßen

Autobahnen und Straßen haben eine Verkehrsbedeutung, da sie ein Straßennetz, eine Verkehrsinfrastruktur bilden. Gemäß [Z1] werden Arten von Straßen definiert, wobei Straßen nach ihrer Verkehrsbedeutung, ihrem Zweck und ihrer Ausrüstung unterteilt werden in:

- Autobahnen;
- Straßen;
- Kommunalstraßen;
- Straßen mit besonderer Zweckbestimmung.

Gegenstand dieser TS sind jedoch vor allem die technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßen, die in der obigen Definition nur am Rande berücksichtigt werden.

Für die Bewertung der Anforderungen an Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen von Straßen führen diese TS den Begriff der infrastrukturellen Bedeutung einer Straße ein, der sich auf die technischen Einrichtungen durch die Verkehrsinfrastruktur bezieht.

Die infrastrukturelle Bedeutung einer Straße entspricht der Notwendigkeit, die Zugänglichkeit des Verkehrs zu gewährleisten. Eine Straße, als Teil des Straßennetzes, ist von Netzbedeutung. Die Netzbedeutung einer Straße wird durch die Nachfrage bestimmt. Die Nachfrage entspricht der jährlichen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (JDTV).

Die infrastrukturelle Bedeutung einer Straße bestimmt, welche funktionalen Anforderungen an das System und welche Gesamtanforderungen an die Straßenausrüstung, die elektrischen und technischen Einrichtungen der Straße, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, unter Berücksichtigung der absoluten Intensität des Straßenverkehrs am Standort ihrer Installation, gestellt werden müssen. Die infrastrukturelle Bedeutung wird bei der Straßenplanung als **Basisindikator** für die Notwendigkeit, Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen für die betreffende Straße zu installieren und zu bauen, verwendet. Die Einstufung in Klassen infrastruktureller Bedeutung basiert auf dem Standort der spezifischen Ausrüstung und des spezifischen Systems und einer Bewertung der jährlichen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke an einem bestimmten Straßenquerschnitt. Die Klassen der infrastrukturellen Bedeutung werden auf der Grundlage des aktuellen JDTV-Werts, multipliziert mit einem zukunftsgerichteten Faktor, für einen Zeitraum von 10 Jahren festgelegt (gemäß der Spalte „10-Jahres-Prognose der JDTV“; Tabelle 9 oder wie vom Verwalter angegeben (gemäß der Spalte „Straße mit Verkehrsbedeutung“; Tabelle 10: Tabelle 11 definiert die Klassen der infrastrukturellen Bedeutung.

Tabelle 12 Klassen der infrastrukturellen Bedeutung

Klasse	Name	10-Jahres-Prognose der JDTV	Straße mit Verkehrsbedeutung
V [1]	Hoch	mehr als 20 000	Autobahnen und ausgewählte Straßen der Klasse I mit hoher Verkehrsstärke nach Angabe des Verwalters
V [2]	gering	weniger als 20 000	Straßen mit geringerer Verkehrsstärke

Die Verkehrsstärken in der Tabelle werden als 10-Jahres-Prognose für die jährlichen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken für beide Verkehrsrichtungen zusammen angegeben. Bei Einbahnstraßen wird der ermittelte JDTV-Wert vor der Eingabe in die Tabelle verdoppelt. Klasse V 1 ist für den Einsatz von Straßenausrüstung sowie von technischen und elektrischen Einrichtungen relevant. Für die Klasse V 2 werden technische Einrichtungen in Tunneln gemäß [Z8] und auf Straßenabschnitten, an vom Verwalter benannten Orten, verwendet. Der Anteil schwerer Lastkraftwagen muss angemessen berücksichtigt werden.

Bei der Planung, Umsetzung und Modernisierung von Autobahnen und Straßen müssen Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen für Strukturen und intelligente Verkehrssysteme gemäß den geltenden Rechtsvorschriften, den technischen Normen, den technischen Vorschriften des Ressorts (TPR) und den Kriterien in Tabelle 13 geplant und implementiert werden.

Tabelle 14 Stufe der technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßen – Kriterium für Planung, Umsetzung und Betrieb von Straßenausrüstung sowie von technischen und elektrischen Einrichtungen

Klasse der infrastrukturellen Bedeutung	Stufe der technischen und elektrischen Einrichtungen der Straße	(Beschreibung)
V [1]	S1	Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen in Übereinstimmung mit den Rechtsvorschriften, Normen und TPR gemäß den vom Straßenverwalter genehmigten Konstruktionsunterlagen sind für den Betrieb der Straße erforderlich
V [2]	S2	Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen werden benötigt, um die Sicherheit während des Straßenbetriebs zu erhöhen. Der Geltungsbereich wird in der Entwurfsdokumentation vorgeschlagen und vom Straßenverwalter genehmigt.

### 3.4 Kategorien, Art und Klassen äußerer Einflüsse

Die Kategorien, Art und Klassen äußerer Einflüsse basieren auf der Einstufung äußerer Einflüsse nach der STN 33 2000-5-51.

Für die Zwecke dieser Norm werden die Bereiche in die folgenden Grundtypen unterteilt:

- I – Innenbereiche – komplett klimatisierte Bereiche
- II – Innenbereiche mit permanenter Temperaturregelung
- III – Innenbereiche mit Temperaturregelung
- IV – Innenbereiche ohne Temperaturregelung
- V – Bereiche unter einem Dach
- VI – Außenbereiche (Orte, die direkt dem Außenklima ausgesetzt sind).

Die Aufgliederung in die Bereiche I bis VI ermöglicht eine verallgemeinerte Charakterisierung bestimmter äußerer Einflüsse in den verschiedenen Arten von Bereichen I bis VI durch eine gemeinsame Klasse von äußeren Einflüssen (normale äußere Einflüsse). Eine solche Aufschlüsselung kann in einigen Fällen die Dokumentation von äußeren Einflüssen erheblich vereinfachen.

Zum Schutz elektrischer Bauteile — siehe Artikel 5.1.7 dieser TS.

#### 3.4.1 Äußere Einflüsse Kategorie A – Umgebung

Gemäß dieser Norm wird die Umgebung nach den Eigenschaften der Umgebung selbst oder anhand von Gegenständen, Geräten usw., die sich in dieser Umgebung befinden, bewertet.

Kategorie A bewertet die folgenden äußeren Einflüsse:

- AA – Umgebungstemperatur;
- AB – atmosphärische Umgebungsbedingungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit zusammen);
- AC – Höhenlage (Luftdruck);
- AD – Vorhandensein von Wasser;
- AE – Vorhandensein von Fremdkörpern;
- AF – Auftreten von korrosiven Stoffen oder Schadstoffen; AG – Stöße;
- AH – Vibrationen;
- AJ – andere mechanische Beanspruchungen
- AK – Vorhandensein von Pflanzen und Schimmel;

AI – Vorhandensein von Tieren;  
 AM – elektromagnetische, elektrostatische oder ionisierende Wirkungen;  
 AN – Sonnenlicht;  
 AP – seismische Einwirkungen;  
 AQ – Sturmaktivität;  
 AR – Luftbewegung;  
 AS – Wind;  
 AT – Schneedecke;  
 AU – Frost.

### 3.4.2 Äußere Einflüsse Kategorie B – Verwendung

Die Klassen der äußeren Einflüsse der Kategorie B hängen von den Fähigkeiten von Personen ab, die mit der elektrischen Verkabelung in Berührung kommen, und den Eigenschaften der Stoffe im betreffenden Bereich.

Kategorie B bewertet die folgenden äußeren Einflüsse:

BA – die Fähigkeit von Personen;  
 BB – den elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers;  
 BC – Kontakt von Personen mit leitfähigen Teilen, die Erdpotential haben (Erdkontakt);  
 BD – Fluchtbedingungen im Gefahrenfall;  
 BE – Art der verarbeiteten oder gelagerten Stoffe.

### 3.4.3 Äußere Einflüsse Kategorie C – Bauplanung

Die äußeren Einflüsse der Kategorie C werden anhand der Gesamteigenschaften des Gebäudes oder Bauwerks (Material, Bau und Umgebung) bewertet.

Kategorie C bewertet die folgenden äußeren Einflüsse:

CA – Baumaterialien;  
 CB – Gebäudeplanung.

## Code



Kategorie äußerer Einflüsse (Buchstabe A, B oder C)

A . . . Umgebung

= Umgebungseigenschaften: Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Höhenlage, Wasser, Fremdkörper, korrosive Substanzen, Schadstoffe, mechanische Belastung, Flora, Fauna, elektromagnetische, elektrostatische und ionisierende Wirkung, Sonnenlicht, seismische Aktivität, Häufigkeit von Stürmen, Luftbewegung, Wind, Schneedecke, Frost

B . . . Verwendung

= Eigenschaften von Personen: Fähigkeit, elektrotechnisches Wissen, elektrischer Widerstand des menschlichen Körpers, Anzahl der Personen und Fluchtmöglichkeiten; Art und Eigenschaften von verarbeiteten und gelagerten Stoffen

C . . . Planung

= Zusammenfassung der Eigenschaften

Art des äußeren Einflusses (Buchstabe A, B, C...)

Klasse (Zahlen 1, 2, 3...)

= Die Anzahl der Klassen für einzelne Arten von äußeren Einflüssen ist unterschiedlich. Die Schnittstellen und Typen der verschiedenen Klassen für die jeweilige Kategorie und Art sind in der betreffenden Norm definiert.

## 4 Architektur und grundlegende Funktionalität technischer Einrichtungen von Straßen

Wie in Artikel 2.2.1 dieser TS angegeben, sind intelligente Verkehrssysteme Teil der Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen von Gebäuden, und daher wird die Architektur des Gebäudes auch durch seine Anordnung und Konfiguration beeinflusst und umgekehrt. Ein Gebäude wird nach Baugesetzgebung und Entwurfsdokumentation in bauliche Objekte unterteilt. Ein bauliches Objekt hat in der Regel ein zugehöriges technisches System, das seinem jeweiligen Leitsystem zugeordnet ist. Eine Liste der Systeme nach Struktur und Teilen ist in Artikel 2.2.3.1.-3 dieser TS angegeben. Eine grundlegende Beschreibung der Struktur und eine Beschreibung der Architektur der Straßenausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen ergibt sich aus Artikel 2.2.2.1.-7 dieser TS. Die Systeme umfassen verschiedene Arten von strukturellen Komponenten und Komponenten der Ausrüstung, der elektrischen und technischen Einrichtungen von Gebäuden. Diese Komponenten sind in Artikel 5.2 dieser TS zusammengefasst.

*Hinweis: Der Begriff „Objekt“ hat eine allgemeine Bedeutung als Gegenstand von Interesse oder Untersuchung. Ein Objekt kann ein Komplex von Geräten oder Systemelementen sein, die einem bestimmten Ziel dienen. Ebenfalls verwendet wird der Begriff „Objekt“, „technisches Objekt“, der sich auf einen strukturellen Gegenstand oder einen allgemeinen Gegenstand beziehen kann, der Teil der Ausrüstung, der elektrischen und der technischen Einrichtungen von Gebäuden sein kann.*

### 4.1 Systeme technischer Einrichtungen von Straßen

#### 4.1.1 Definition von Systemgrenzen

Aus Gründen der angemessenen Gestaltung der Struktur, im Sinne der TPR, der Entwurfsdokumentation, der Bauausführung und des Betriebs der technischen Einrichtungen, ist es wichtig, die Grenzen zwischen den technischen Systemen festzulegen, die die Funktionalität des Systems der technischen Einrichtungen und die Ausrüstung des Telekommunikationsübertragungsnetzes der technischen Einrichtungen von Straßen, die Verkabelung des Stromnetzes der Straße sowie die strukturellen Teile und Elemente definieren. Diese Definition von Grenzen betrifft Hardware-Schnittstellen zwischen Systemen und außerhalb des Systems. Regeln zur Festlegung von Grenzen werden gemäß Tabelle 15 spezifiziert.

Tabelle 16 Festlegung von Grenzen

Unterteilung	Gruppe von Komponenten	Spezifische Komponenten
ist Teil des Systems	funktionale Komponenten	Steuereinheiten, Sensorelemente, Aktorelemente
	strukturelle Komponenten	Schalschränke, Baufundamente, Pfeiler, Masten, Schilderbrücken, Halterungen
	interne Verkabelung	Verkabelungsausrüstung für Strom, elektrische und optische Telekommunikationsnetze und technische Elemente von Telekommunikationsnetzgeräten
ist nicht Teil des Systems.	externe elektrische Verkabelung	elektrische Stromkabel, die der Schaltanlage für die Ausrüstung von außen zu den Klemmen der Schaltanlage zugeführt werden
	elektrische und optische externe Verkabelung des Telekommunikationsübertragungsnetzes	Kabel des äußeren elektrischen und optischen Telekommunikationsübertragungsnetzes einer Straße, Antennen des drahtlosen externen Übertragungsnetzes oder des öffentlichen Telekommunikationsnetzes einer Straße, einschließlich Versorgungskabel, und technische Elemente des externen

		Telekommunikationsnetzes zu einer Steckdose, einer Anschluss- oder Verbindungstafel
	mechanische Schutzteile	Leitplanken, Schutzbarrieren

Komponenten mehrerer Geräte können an einer Struktur, in einer Schaltanlage und in einer technischen Schaltanlage platziert werden. In diesem Fall handelt es sich um ein gemeinsames Objekt. Funktionsspezifikationen, die Teil der Entwurfsdokumentation sind, können für ein solches Objekt ein Gerät als primär angeben. Alle strukturellen und gemeinsamen Komponenten eines solchen Objekts werden anschließend als Teil der Primärausrüstung betrachtet. Sind Komponenten verschiedener Vorrichtungen in einem einzigen Objekt miteinander verbunden, gelten die entsprechenden Grenzkomponenten als Teil der Primärausrüstung.

Gemäß Artikel 6.1 dieser TS ist jedoch klar, dass eine Hierarchie durch eine primäre Vorrichtung nicht notwendig ist. Es geht darum, dass die Systeme der technischen Einrichtungen des Straßenabschnitts und des technischen Straßenabschnitts so ausgelegt sind, dass sie praktisch voneinander getrennt sind. Aus Gründen der Sicherheit sind diese lokalen Netzwerke streng getrennt und haben einen streng kontrollierten Zugang. Wenn also nach diesen TS kein Gerät im Falle eines gemeinsam genutzten Objekts als primär angegeben wird, sind die einzelnen Geräte den Systemen zuzuordnen, zu denen sie gehören. Diese Methode wird aus der Sicht dieser TS bevorzugt.

*Hinweis: Der Begriff „Ausrüstung“ hat eine allgemeine Bedeutung. Er kann verwendet werden, um einen Satz von Komponenten, die direkt an eine Steuereinheit angeschlossen sind, zu bezeichnen.*

Technologie-Bau-Schnittstellen zwischen strukturellen Objekten, zwischen Systemen und zwischen Abschnitten, werden durch Gesetzgebung, technische Normen und TPR bestimmt. Die genaue Identifikation der Grenzen folgt immer daraus und muss aus der Entwurfsdokumentation klar hervorgehen.

Tabelle 17 Festlegung der Grenzen eines Systems und eines Systems mit höherer Priorität

Ist Teil eines Leitsystems mit höherer Priorität	Teile des Leitsystems einer technischen Einrichtung	Zu welchem System es gehört
NEIN	Schaltanlage einer technischen Einrichtung	das entsprechende System der technischen Einrichtung
NEIN	Telekommunikationsverbindungsschalter innerhalb eines technischen Straßenabschnitts oder eines Straßenabschnitts	Ethernet-LAN eines technischen Straßenabschnitts (technischer Teil) oder eines Straßenabschnitts
JA	Router mit Firewall-Funktionalität	Ethernet-LAN der LS (Leitstelle)
JA	Firewall	Ethernet-LAN der LS (Leitstelle)
NEIN	Firewall zwischen Netzwerken von Systemen mit höherer Prioritätsstufe 2 oder 3	MAN WAN des regionalen Telekommunikationsnetzes der technischen Einrichtung einer Straße
NEIN	Stromnetzkabel	separates strukturelles Objekt, separater Betriebskomplex
NEIN	elektrische und optische Kabel des Telekommunikationsübertragungsnetzes	separates strukturelles Objekt, separater Betriebskomplex

Im Falle von Tabelle 7 und Tabelle 8 geht es um die Definition von Hardware-Grenzen. Softwareschnittstellen spezifizieren relevante Leitsysteme und Leitsysteme mit höherer Priorität.

Identifikatoren in der Entwurfsdokumentation, Software und Visualisierung unterliegen den Bestimmungen von [T22] im Abschnitt über die Grundsätze der Kennzeichnung technischer

Einrichtungen in ZLS-Software. Diese Identifikatoren helfen, die Hard- und Softwaregrenzen der Systeme der technischen Einrichtungen von Straßen zu identifizieren.

#### 4.1.2 Elektrische Schaltanlagen

Wir unterscheiden die folgenden elektrischen Schaltanlagen

1. HS und NS, Stromschaltanlagen, sind Teil der elektrischen Verkabelung; und
2. Schaltanlagen für technische Einrichtungen

Elektrische Schaltanlagen sind durch eine angemessene Platzierung geschützt und müssen aus bautechnischer Sicht den Anforderungen des Artikels 5.2 dieser TS entsprechen.

Bei Bedarf sind elektrische Schaltanlagen mit Heizung, Lüftung, Kühlung, Sonnenschirmen, Schneefangsystemen und Schutz vor Beschädigung und Diebstahl auszustatten.

An richtungsgeteilten Straßen werden an der Stelle der geplanten Verkehrskorridore im Mittelstreifen sekundäre RX-Schaltanlagen zum Antrieb von tragbaren Straßenschildern zur Markierung laufender Arbeiten gebaut. Jede sekundäre RX-Schaltanlage verfügt über zwei einphasige TN-S-Einphasen-Servicesteckdosen mit einer Nennleistung von 230 V und einem 16-A-Leistungsschalter.

Jede Haupt-, jede Sekundärschaltanlage, jedes netzunabhängige NS-Stromverteilungssystem und jede technische Schaltanlage müssen zwei einphasige Servicesteckdosen des einphasigen TN-S-Systems mit einer Nennwechselspannung von 230 V und einem Leistungsschalter von 16 A umfassen.

Die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse der Schaltanlagen im technischen Straßenabschnitt ist immer A.

Die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse der Schaltanlagen innerhalb des Verkehrsabschnitts, wenn dieser nicht mit einem technischen Verkehrsabschnitt verbunden ist, ist B.

Im Falle einer Verbindung zwischen einem Straßenabschnitt und einem technischen Straßenabschnitt wird empfohlen, dass Schaltanlagen und Schaltanlagen des Systems der technischen Einrichtungen der Straße, die die Abzweigung des Verkehrs vom technischen Straßenabschnitt gewährleisten, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Klasse A aufweisen. Dies muss jedoch auf Antrag des Verwalters in der genehmigten Entwurfsdokumentation ausgeführt werden.

##### 4.1.2.1 HS-Schaltanlagen

Hochspannungsschaltanlagen, HS-Schaltanlagen, sind Teil der Stromanlagen und werden gemäß STN EN 62271-200, STN EN 62271-201, STN EN 62271-202 und STN 61558 spezifiziert. Weitere Einzelheiten enthält Artikel 5.1 dieser TS.

##### 4.1.2.2 NS-Schaltanlagen

Niederspannungsschaltanlagen, NS-Schaltanlagen, werden gemäß STN EN IEC 61439, STN 61557 und STN 61558 spezifiziert.

NS-Schaltanlagen sind Teil der Stromanlagen. Sie können primär oder sekundär sein und ihre Merkmale sind in Artikel 5.1 dieser TS beschrieben.

##### 4.1.2.3 Schaltanlagen für technische Einrichtungen

Schaltanlagen für technische Einrichtungen sind Teil der Systeme der technischen Einrichtungen. Ihre Auslegung unterliegt der STN EN IEC 61439. Schalschränke für technische Einrichtungen enthalten die Ausrüstung der technischen Einrichtungen und Systeme, die sich außerhalb des Leitstellengebäudes befinden.

Niederspannungsanlagen für Ausrüstungen, technische und elektrische Einrichtungen von Gebäuden an einer Straße werden gemäß der Normenreihe STN 33 2000 entworfen, ausgeführt und betrieben.

Komponenten technischer Einrichtungen, die soweit möglich und angemessen in Schaltanlagen eingebaut werden sollen, müssen für Schaltanlagen mit einer inneren Rahmenbreite von 19" ausgelegt sein und direkt in den Innenrahmen der Schaltanlage eingebracht werden. Alternativ

müssen kleinere Komponenten so ausgelegt sein, dass sie auf eine DIN-Schiene passen und auf einer DIN-Schiene montiert werden.

Schalschränke von technischen Einrichtungen auf einem Fundament am Boden oder an den Wänden von Gebäuden müssen so ausgelegt sein, dass sie sowohl an 19"-Innenrahmen als auch auf DIN-Schienen montiert werden können.

Schalschränke auf Pfeilern können kleiner sein und dürfen nur DIN-Schienenmontage ermöglichen.

Schaltanlagen für technische Einrichtungen eines technischen Straßenabschnitts mit technischen und elektrischen Einrichtungen der Stufe S1, intelligenten Verkehrssystemen und Leitsystemen mit höherer Priorität der Stufe 2 oder 3 im Sinne der funktionalen Sicherheit gemäß Artikel 2.3.2 dieser TS müssen mindestens die Sicherheitsintegritätsstufe (SIL) 2 erfüllen.

Die Schaltanlagen sind entsprechend der vom Administrator genehmigten Entwurfsdokumentation auf der Grundlage der einschlägigen und gültigen STN zu konzipieren und umzusetzen.

#### 4.1.2.4 Erforderliche Signale von Schaltanlagen

Die grundlegenden Signale von Schaltanlagen für technische Einrichtungen eines technischen Straßenabschnitts für das betreffende System, ein System mit höherer Priorität und das relevante ZLS als System mit höherer Priorität der Stufe 2 umfassen mindestens:

- das Öffnen der Tür der Schaltanlage;
- den Ausfall einer Steuereinheit, die in der Schaltanlage enthalten ist, einschließlich des Ausfalls einer Kamera;
- den Stromausfall.

Eine detaillierte Spezifikation der Signale ist in [T22] enthalten.

### 4.1.3 Redundante Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen

#### 4.1.3.1 Redundante Steuereinheit

Eine redundante Steuereinheit ist ein Gerät der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse A, das aus mindestens zwei gemeinsam kooperierenden Steuereinheiten besteht, die nach außen die Funktionalität einer einzelnen Steuereinheit darstellen.

#### 4.1.3.2 Redundantes Netzteil

Ein redundantes Netzteil ist ein Gerät der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse A, das aus mindestens zwei Netzteilen besteht. Sein System muss sicherstellen, dass der Ausfall eines von ihnen nicht dazu führt, dass die Stromversorgung als Ganzes ausfällt. Wenn dieses Gerät mit einer wiederaufladbaren Batterie ausgestattet ist, handelt es sich um eine USV, d. h. eine unterbrechungsfreie Stromversorgung.

#### 4.1.3.3 Redundantes Kommunikationsnetz

Ein redundantes Kommunikationsnetz ist ein Netzwerk, in dem im Falle eines Ausfalls einer seiner Komponenten (aktive Element oder Kabelverbindung) eine gegenseitige Kommunikation möglich bleibt. Ein redundantes Kommunikationsnetz muss auch physisch redundant sein, d. h. die Kommunikation zwischen zwei beliebigen Knoten ist auch dann gewährleistet, wenn alle Komponenten einer Schaltanlage physisch zerstört werden, einschließlich der Unterbrechung aller Kabelverbindungen. Ein redundantes Kommunikationsnetz ist Teil eines Systems einer technischen Einrichtung der Stufe S1.

#### 4.1.3.4 Funktionselemente der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse A

Die Sensoren der Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse A müssen als intelligente Funktionselemente implementiert und ausschließlich an Zuverlässigkeit-A-Steuereinheiten, also redundante Steuereinheiten, angeschlossen werden. Sie müssen über ein redundantes Kommunikationsnetz – einen intelligenten Prozessbus gemäß STN EN IEC 61131-9 an die Steuereinheit angeschlossen sein. Der Datenaustausch zwischen Programmen erfolgt gemäß STN EN IEC 61131-10. Sensorelemente der Zuverlässigkeitsklasse A müssen redundante Ausführungsblöcke aufweisen – jede Menge muss durch zwei unabhängige Ausführungsblöcke gemessen und die Messwerte unabhängig an die Steuereinheit übertragen werden. Wenn sie nicht

übereinstimmen (außerhalb der zulässigen Werttoleranz und Zeitverschiebung), ist die Messung fehlerhaft. Alternativ kann die Diskrepanz direkt im Sensorelement ausgewertet werden: der Messwert wird nur dann an die Steuereinheit übertragen, wenn die Messung als korrekt bewertet wird. Die Aktorelemente der Zuverlässigkeitss- und Verfügbarkeitsklasse A müssen ebenso implementiert und miteinander verbunden werden wie Sensoren der Zuverlässigkeitssklasse A und dieselben Regeln gelten für die Rückkopplungsmessung.

Der Ausführungsblock stellt das Wesen der Funktion des gegebenen funktionalen Elements sicher. Bei Sensoren handelt es sich um ein Sensorelement, das auf ein physikalisches, chemisches oder ähnliches Phänomen reagiert, in der Regel durch Änderung seiner elektrischen (leitenden) Eigenschaften, die anschließend von der Steuereinheit aufgezeichnet werden. Bei Aktorelementen handelt es sich um ein Element, das auf eine Änderung seiner elektrischen Eigenschaften reagiert, die durch einen Befehl der Steuereinheit ausgelöst wird, indem es seine eigenen oder die umgebenden physikalischen, chemischen oder anderen ähnlichen Eigenschaften ändert. Ein intelligentes Funktionselement kann mehrere Ausführungsblöcke (assoziiertes Funktionselement) enthalten.

Redundante Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen werden für Systeme technischer Einrichtungen der Stufe S1 auf einem technischen Straßenabschnitt verwendet. Für eine umfassendere und allgemeinere Erläuterung des Begriffs Redundanz siehe Artikel 2.3.1 dieser TS. Redundanz ist ein wichtiges Merkmal von Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen sowie von intelligenten Verkehrssystemen selbst. Die allgemeinen Anforderungen sollten in der genehmigten Entwurfsdokumentation angemessen berücksichtigt, im Bau umgesetzt und im Betrieb eingehalten werden.

Allgemeine Anforderungen an funktionale Elemente sind in Artikel 4.2 dieser TS niedergelegt.

#### 4.1.4 Tunneltechnik

Die Tunneltechnik (Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen von Straßentunneln) bildet eine separate Untergruppe, für in besondere Rechtsvorschriften, Normen, Literatur und TPR [fast alles auf der Liste] gelten. Gleiches gilt für Brücken. Es bestehen erhöhte Risiken, die in einem angemessenen Verhältnis zur verstärkten Pflege des Straßenbetreibers und des Staates stehen, weshalb auch die Konzentration intelligenter Verkehrssysteme und anderer Systeme, die Ausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen enthalten, erhöht wird. Tunnel und Brücken auf einer Straße mit der Klasse der infrastrukturellen Bedeutung V1 und Stufe S1 für die Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen umfassen ein ganzes Spektrum von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, die für ihren Betrieb unerlässlich sind. Bei Straßentunneln und Brücken mit infrastruktureller Bedeutung der Klasse V2 und Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen der Stufe S2 wird dieses Spektrum eingeengt.

Die grundlegende Aufgabe der Tunneltechnik besteht darin, sichere Bedingungen für den Verkehr im Tunnel zu schaffen, jeden Vorfall zu identifizieren und bei der Bewältigung der Situation zu helfen.

**Hinsichtlich des Verkehrsflusses gibt es keine Unterscheidung zwischen Straßen, Brücken und Tunneln.** Die Anforderungen an die Verkehrssicherheit und die Einhaltung der Verkehrsregeln sind überall gleich.

Wenn ein ZLS auf Tunnelebene, ein Sicherheitssystem oder ein intelligentes Verkehrssystem, ein System mit höherer Priorität auf ILS-Ebene Informationen erkennt, die das Befahren eines Tunnels, eines technischen Straßenabschnitts oder eines Straßenabschnitts unratsam oder unsicher machen, muss es entweder automatisch oder über einen Bediener über ein VLS in der Lage sein, den Tunnel, den technischen Straßenabschnitt oder den Straßenabschnitt zu schließen, d. h. die Einfahrt von Fahrzeugen in diese zu unterbinden. Bis die Situation gelöst ist, müssen sich Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, weiterhin so verhalten, dass sie den Fahrern mitteilen, dass sie es der Polizei und dem integrierten Rettungssystem ermöglichen sollten, ihre Arbeit zu erledigen, und das kompetente Personal während der Evakuierung von Fahrzeugen und Personen aus Tunnel, technischem Straßenabschnitt oder Straßenabschnitt zu unterstützen. Ein detaillierterer und umfassenderer Kontext ist in [T22] und [T23] enthalten.

#### 4.1.5 Brücken und Kreuzungen

Brücken auf einem Straßenabschnitt, einem technischen Straßenabschnitt und innerhalb eines Knotenpunkts befinden sich in komplizierten Positionen, oft in städtischen Umgebungen und Abzweigungen und Kreuzungen können sich auch in Tunnels befinden. Ein Verkehrsunfall oder ein struktureller Zusammenbruch kann zu Situationen führen, in denen es erforderlich ist, Maßnahmen gemäß Artikel 4.1.4 dieser TS zu ergreifen.

Brücken müssen daher angemessen mit Ausrüstung, technischen und elektrischen Anlagen und intelligenten Verkehrssystemen ausgestattet sein, deren Umfang und Nutzung in der Entwurfsdokumentation vorgeschlagen und vom Straßenverwalter genehmigt werden.

Die Reflexmatrix für Brücken – die Wechselwirkung von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen einer Brücke und dem ZLS des technischen Straßenabschnitts befinden sich in Tabelle 9 Reflexmatrix des ZLS für einen technischen Straßenabschnitt.

In Bezug auf Artikel 4.1.4 dieser TS ist auf einer Straße mit infrastruktureller Bedeutung der Klasse V1 und Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen der Stufe S1 ein ganzes Spektrum an Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme auf Brücken, für ihren Betrieb unerlässlich. Eine Zusammenfassung dieser Ausrüstung in Bezug auf Brücken ist in Tabelle 9 enthalten. Jede Brücke mit einer Länge von mehr als 500 m oder einer Länge gemäß den Angaben des Straßenverwalters muss so ausgerüstet sein. Wir nennen eine solche Brücke eine obligatorische Brücke und analog dazu einen Tunnel mit Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen der Stufe S1 einen obligatorischen Tunnel. Wenn auf einem technischen Straßenabschnitt mehr als eine obligatorische Brücke oder ein obligatorischer Tunnel vorhanden sind, werden alle Reflexe über die gesamte Länge des technischen Straßenabschnitts identisch dargestellt. In Bereichen vor der ersten obligatorischen Brücke oder dem ersten obligatorischen Tunnel muss ausreichend Platz vorhanden sein, um eine Verkehrsbeschränkung auf der Grundlage der in der genehmigten Entwurfsdokumentation und der genehmigten Markierung durch Verkehrszeichen zu schaffen.

Das ZLS integriert Reflexe für alle obligatorischen Brücken und Tunnel auf einem technischen Straßenabschnitt. Für das ZLS-Verhalten gelten für den technischen Straßenabschnitt dieselben Regeln wie für Tunnelreflexe. Ihre Beschreibung und die zu erfüllenden Anforderungen sind in [T22] enthalten.

In Bezug auf das Telekommunikationsnetz der Straße ist die Tätigkeit des ZLS in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit in Artikel 6.1.2.3.2 dieser TS beschrieben.

Tabelle 18 ZLS-Reflexmatrix für einen technischen Straßenabschnitt

Informationen, Status	Standardbetrieb	HS und NS	Beleuchtung	NRT	NRT	CCTV
	Betrieb ohne Einschränkungen	Ausfall	Ausfall	Aktivierung	Ausfall	Ausfall
Aktivierung						
Strukturüberwachung	In Betrieb	An	An	An	An	An
Beleuchtung in der Nacht	In Betrieb	Aus	-	An	An	An
NRT-Beleuchtung	In Betrieb	An	An	Blinkt	An	An
TS Beleuchtung	In Betrieb	An	An	An	An	An
NRT	In Betrieb	An	An	Kommuniziert	-	An
CCTV	In Betrieb	An	An	Aktivierung	An	-
AID	In Betrieb	An	An	An	An	An
VLS und WVZ	In Betrieb	An **	Einschränkung	Einschränkung	An	Beschränkung***
ZLS [CRS]	In Betrieb	Alarm	Alarm	Alarm	Alarm	Alarm

Informationen, Status	AID	AID	VLS	WVZ	Strukturüberwachung	Strukturüberwachung
	Ausfall	Erkennung.	Ausfall	Ausfall	Ausfall	Erkennung.
Aktivierung						
Strukturüberwachung	An	An	An	An	An	An
Beleuchtung in der Nacht	An	An	An	An	An	An
NRT-Beleuchtung	An	An	An	An	An	An
TS Beleuchtung	An	An	An	An	An	An
NRT	An	An	An	An	An	An
CCTV	An	An	An	An	An	An
AID	-	-	An	An	An	An
VLS und WVZ	Beschränkung***	Einschränkung	Schließung *	Beschränkung***	Beschränkung***	Schließung *
ZLS [CRS]	Alarm	Alarm	Alarm	Alarm	Alarm	Alarm

\* – Schließung des technischen Straßenabschnitts, Aktivierung des Verkehrsausschlusses von einem Abschnitt und Aktivierung einer Umleitung, wenn möglich zeigen alle WVZ und SVA Einfahrtsverbot und rotes Licht an,

\*\* – Einschränkung in der Nacht

\*\*\* – im Falle eines Serverausfalls des VMS (CCTV) oder AID oder Strukturüberwachungsmonitor (bei einem langfristigen Ausfall von mehr als einem Tag)

\*\*\*\* – Bedienertätigkeit gemäß der Entscheidung eines Polizeibeamten

Zur Schließung eines technischen Straßenabschnitts siehe auch Artikel 4.4.2.1 dieser TS und Artikel 4.4.2.2 dieser TS.

## 4.2 Funktionale Elemente

Funktionale Elemente sind Sensoren oder Akten, die direkt mit der externen Umgebung verbunden sind. Sie werden entsprechend ihrem Zweck entweder in Schaltanlagen, auf der Straße (invasive Elemente) oder auf Trägerstrukturen platziert.

Die allgemeinen Mindestanforderungen an funktionale Elemente sind wie folgt:

- 1-Anschluss an die Steuereinheit;
- 2-Funktionalität gemäß Angabe des Herstellers an dem dafür bestimmten Standort in einer Straßenumgebung;
- 3-Konformität mit den vom Hersteller für Klimazone K1 angegebenen Parametern im Temperaturbereich von -15 °C bis + 40 °C;
- 4-Funktionsfähigkeit auch außerhalb des unter Punkt 3 angegebenen Temperaturbereichs.

Bei technischen Einrichtungen der Stufe S1 müssen nicht alle funktionalen Elemente den Anforderungen des Artikels 4.1.3.4 dieser TS entsprechen. Diejenigen, die dies nicht tun, müssen in der genehmigten Entwurfsdokumentation aufgeführt sein.

Das gesamte Spektrum der technischen Anforderungen, die über die oben genannten allgemeinen Mindestanforderungen für bestimmte funktionale Elemente hinausgehen, ist in den TPR für den betreffenden Aspekt in der genehmigten Entwurfsdokumentation festgelegt.

## 4.3 Steuereinheiten

Eine Steuereinheit muss in Zusammenarbeit mit dem Leitsystem folgende allgemeine Mindestanforderungen erfüllen:

- 1-Erkennung, ob ein funktionales Element ordnungsgemäß funktioniert und angeschlossen ist;

- 2-Informierung des Leitsystems falls die Steuereinheit oder ein funktionales Element Funktionsstörungen aufweist;
- 3-Erfassung von Daten durch funktionale Elemente und Bereitstellung der Daten für das Leitsystem;
- 4-Übertragung der Signale des Leitsystems an funktionale Elemente;
- 5-bei Fehlfunktion eines Aktors, Versetzung des Aktors in einen sicheren Zustand, auch im Falle eines Ausfalls der Verbindung zum Leitsystem.

Bei technischen Einrichtungen der Stufe S1 müssen nicht alle Steuereinheiten die Anforderungen des Artikels 4.1.3.1 dieser TS erfüllen. Diejenigen, die dies nicht tun, müssen in der genehmigten Entwurfsdokumentation aufgeführt sein.

Das gesamte Spektrum der technischen Anforderungen, die über die oben genannten allgemeinen Mindestanforderungen für bestimmte funktionale Elemente hinausgehen, ist in den einschlägigen TPR, die sich aus der Sicht eines bestimmten Leitsystems mit den relevanten Aspekten befassen (siehe Zusammenfassung der Leitsysteme ist in Artikel 4.4.2 dieser TS, Merkmale in Artikel 4.5 dieser TS) oder in der genehmigten Entwurfsdokumentation festgelegt.

## 4.4 Leitsystem

### 4.4.1 Grundlegende Merkmale von Straßenleitsystemen

Eine grundlegende Erläuterung der Begriffe für das Verständnis der Art und der Ebenen der Straßenleitsysteme ist in Kapitel 2 dieser TS enthalten.

Eine Übersicht über die grundlegende Architektur und Struktur der Straßenleitsysteme ist in Artikel 2.2.2.4 dieser TS und Artikel 2.2.2.5 dieser TS enthalten.

Verbindungen zwischen Autoren und Urhebern mit dem Administrator und Käufer von Leitsystemen sind in Artikel 2.2.2.6 dieser TS enthalten.

Die Produkte, Signale und Daten von Leitsystemen, ihre Beschreibung und die grundlegenden Kontexte ihrer Herkunft und Verwendung sind in Artikel 2.2.2.7 dieser TS aufgeführt.

Struktur und Teile von Systemen technischer Einrichtungen von Straßen, Arten von grundlegenden technischen Systemen technischer Einrichtungen, strukturellen Überwachungssystemen und Systemen für technische Einrichtungen von Straßen mit höherer Priorität sind in Artikel 2.2.3 dieser TS zusammengefasst.

### 4.4.2 Straßenleitsystemebenen

Jedes grundlegende System von Ausrüstung, technischen und elektrischen Anlagen, wie HS- und NS-Anlagen, Stromkabel, elektrische und optische Übertragungsnetze, technologische Elemente von Telekommunikationsübertragungsnetzen, Lüftung in Tunneln einschließlich MFQ für Luft in Tunneln, Tunnelbeleuchtung, Videosystem, AVZ, VSA, WIM, WVZ, SVA, SWIS, Brandmeldesystem, Sicherheitsalarmsystem oder andere nicht genannte Systeme, hat sein eigenes, grundlegendes Straßenleitsystem.

Grundlegende Leitsysteme sind mit einem Leitsystem mit höherer Priorität verbunden. Leitsysteme mit höherer Priorität sind AID, AIS, ILS, VLS, VLS und möglicherweise andere, die hier nicht aufgeführt sind.

*Hinweis: Wenn wir in diesen TS den Begriff „Leitsystem mit höherer Priorität“ verwenden, handelt es sich um eine allgemeine Aussage oder ein Leitsystem mit einer höheren Priorität der ersten Stufe, an das einzelne grundlegende Leitsysteme angeschlossen und intern miteinander verbunden sind. Wir verwenden die Adjektive „grundlegend“ und „erstgradig“ nicht aus Gründen der Einfachheit und Kürze des Textes, nur wenn dies aus Gründen der Klarheit und des Kontextes erforderlich ist. Konkret betrifft dies auch diesen Artikel, in dem wir Leitsysteme unterscheiden, d. h. deren Ebenen erklären.*

*Ein Leitsystem mit höherer Priorität bezeichnet ein Leitsystem auf höherer Ebene. Ein Leitsystem mit niedrigerer Priorität bedeutet ein Leitsystem auf niedrigerer Ebene. In Bezug auf ZLS- und ILS-Visualisierungssysteme kann ein Leitsystem mit höherer Priorität einen vollständigen Überblick über alle Systeme mit niedrigerer Priorität haben.*

Das ZLS dient zur Verbindung und Zusammenschaltung von AID, ILS, VLS, SVA sowie zur direkten Verbindung und Zusammenschaltung anderer grundlegender Straßenleitsysteme aus der obigen Liste. Es handelt sich um ein SCADA-System und es wird von der HMI der LS gesteuert. Das ZLS ist ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 2. Das ZLS steuert die Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen eines technischen Straßenabschnitts und andere Leitsysteme mit höherer Priorität für angrenzende technische Straßenabschnitte und Straßenabschnitte.

Die ILS dient zur Verbindung und Zusammenschaltung mehrerer ZLS, d. h. Leitsysteme der Stufe 2 mit höherer Priorität. Die ILS ist daher ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 3. Die Merkmale einer ILS werden in Artikel 4.4.4 dieser TS näher erläutert.

Wie in Artikel 6.1 dieser TS und ihren Unterartikeln erläutert können aus der Perspektive eines Telekommunikationsnetzes Leitsysteme mit höherer Priorität der Stufe 3 für den Bedarf der Straßen in der Slowakei unter bestimmten Umständen ausreichen. Wenn dies nicht der Fall ist, kann eine höhere Stufe erforderlich sein: Stufe 4.

Eine Zusammenfassung der grundlegenden Ebenen der Straßenleitsysteme und der jeweiligen Ebenen der Leitsysteme lautet wie folgt:

A. **Leitsystem** (grundlegendes Straßenleitsystem) – ein System, das zu einem bestimmten Gerät gehört, z. B. AVZ oder WVZ und SVA (Lichtsignale)

B. **Leitsystem mit höherer Priorität** (Leitsystem der Stufe 1 mit höherer Priorität) – zum Beispiel das System eines individuellen AVZ zum AVZ des Verwalters; VLS

C. **Leitsystem der Stufe 2 mit höherer Priorität** – das ZLS

D. **Leitsystem der Stufe 3 mit höherer Priorität** – die ILS

Um Systeme mit höherer Priorität zu identifizieren, muss die Entwurfsdokumentation mindestens folgende Informationen enthalten:

- A. Leitsysteme – eine Liste aller angewandten Systeme, Liste der Objekte, Beschreibungen;
- B. Leitsystem mit höherer Priorität – eine Liste der ihm zugewiesenen einzelnen Leitsysteme, Beschreibungen;
- C. Leitsystem der Stufe 2 mit höherer Priorität – Merkmale, Beschreibung;
- D. System der Stufe 3 mit höherer Priorität, dem ein Leitsystem der Stufe 2 zugewiesen wird.

#### 4.4.2.1 Brandfallmodus

In Übereinstimmung mit [T22] ist es für ausgewählte definierte Geräte (in Übereinstimmung mit der Matrix der automatischen Tunnelreflexe und der entsprechenden Entwurfsdokumentation) möglich, einen Brandfallmodus zu aktivieren. Dies betrifft in erster Linie Ausrüstung, die die Ausbreitung des Feuers und den Fortschritt der Evakuierung beeinflusst. In diesem Modus werden die technischen und elektrischen Schutzvorrichtungen und Schutzlogiken der Geräte automatisch deaktiviert und Fernsteuerungsmodi mit niedriger Priorität (automatisch, manuell und erzwungen) ausgeschaltet werden. Im Brandfallmodus muss das Gerät ohne Einschränkungen manuell gesteuert werden. Der Brandfallmodus wird von autorisiertem Leitstellenpersonal auf Anweisung des Leiters des Feuerwehreinsatzes manuell aktiviert und deaktiviert.

#### 4.4.2.2 Schließung eines technischen Straßenabschnitts

Die Schließung eines technischen Straßenabschnitts gemäß Artikel 4.1.5 dieser TS im Falle eines Ausfalls des VLS oder einer vom Strukturüberwachungssystem aufgezeichneten Detektion ist analog zum Brandfallmodus und schließt diesen Modus von Natur aus ein. In diesem Modus werden die technischen und elektrischen Schutzvorrichtungen und Schutzlogiken der Ausrüstung automatisch deaktiviert und Fernsteuerungsmodi mit niedriger Priorität (automatisch, manuell und erzwungen) ausgeschaltet. Bei der Schließung eines technischen Straßenabschnitts muss die Ausrüstung ohne Einschränkungen manuell gesteuert werden. Der Modus zur Schließung technischer Straßenabschnitte wird von autorisiertem Leitstellenpersonal auf Anweisung eines Polizeibeamten manuell aktiviert und deaktiviert.

#### 4.4.3 Anforderungen an Straßenleitsysteme

##### 4.4.3.1 Anforderungen an grundlegende Leitsysteme

Ein Leitsystem muss sicherstellen, dass die folgenden funktionalen Mindestanforderungen erfüllt sind:

- . Steuerung der an das System angeschlossenen Steuereinheiten;
- . Erhebung von Daten von allen Steuereinheiten;
- . Datenverarbeitung;
- . Datenverteilung;
- . Datenspeicherung;
- . Verwaltung der Kommunikation mit Datenbanken;
- . Datenexport;
- . Kontrolle von Ausrüstung und Prozessen;
- . Kommunikation im Prozessnetz;
- . optional, grundlegende Datenvisualisierung durch ein HMI;
- . Fähigkeit, über die Steuereinheit und ihre Serviceschnittstelle zu arbeiten – die entsprechende Steuereinheit wird gesteuert;
- . Fähigkeit, über ein Leitsystem mit höherer Priorität zu steuern – alle Steuereinheiten werden gesteuert.

Ausrüstungen, die zu Leitsystemen eines technischen Straßenabschnitts mit technischen und elektrischen Einrichtungen der Stufe S1, Leitsystemen der Stufen 2 und 3 gehören, müssen in Bezug auf die funktionale Sicherheit gemäß Artikel 2.3.2 dieser TS mindestens SIL 2 erfüllen.

##### 4.4.3.2 Anforderungen an ein Leitsystem mit höherer Priorität

Dies ist ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 1. Zusätzlich zu den funktionalen Mindestanforderungen gemäß Artikel 4.4.3.1 dieser TS muss es in der Lage sein, Folgendes zu erleichtern:

- . Implementierung der Systeme und Ausrüstungen, die ihm über die Leitstelle zugewiesen wurden;
- . Zugang von Mitarbeitern – Bedienern über ein HMI zum Leitsystem;
- . umfassende Kontrolle von Systemen mit niedrigerer Priorität;
- . Anschluss und Zusammenschaltung an ein System mit höherer Priorität der Stufe 2;
- . alle relevanten Anforderungen, die sich aus [T22] ergeben.

*Hinweis: Das AIS ist ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 1, an das einzelne grundlegende Leitsysteme außerhalb von Tunneln auf dem Straßenabschnitt angeschlossen und intern miteinander verbunden sind. Das AIS wird verwendet, um eine Struktur anzuzeigen. Das AIS muss nicht mit einer LS ausgestattet sein.*

Wenn es mit einer LS (Leitstelle) ausgestattet ist, dann:

- . muss die LS die ergonomischen Anforderungen erfüllen;
- . müssen die Displays in der Lage sein, einen Videostream aus einem Videosystem mittels eines VMS anzuzeigen;
- . muss es in der Lage sein, Alarne von angeschlossenen Systemen durch Visualisierung zu empfangen und anzuzeigen;
- . muss es die Handhabung von Alarmen gemäß der Betriebsanleitung ermöglichen.

##### 4.4.3.3 Anforderungen an ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 2

Dies ist das Zentrale Leitsystem (ZLS). Das System und die betreffenden Anforderungen sind in [T22] beschrieben.

Das ZLS verfügt über eine dreischichtige Softwarearchitektur, bei der die einzelnen Schichten den grundlegenden Aufgabentypen entsprechen:

1. Kommunikationsschicht – gewährleistet die Kommunikation mit Geräten und funktionalen Elementen aller angeschlossenen und miteinander verbundenen Systeme;
2. Anwendungsschicht – bietet Datenverarbeitung, Clientzugriff und Prozesssteuerung;
3. Visualisierungsschicht – stellt die Visualisierung von Daten und die Durchführung des Systemmanagements durch den Bediener sicher.

#### **4.4.3.3.1 OT des ZLS**

Es handelt sich um ein industrielles Kontrollsysteem (ICS), das den OT-Teil des Systems umfassend abschließt. Es handelt sich um ein elektronisches Leitsystem mit zugehöriger Hardware und Software, die zur Steuerung industrieller Prozesse verwendet wird. Leitsysteme können von mehreren modularen Steuerungen bis hin zu großen miteinander verbundenen und interaktiven Prozessleitsystemen (PLS) reichen. Leitsysteme erhalten Daten von entfernten Sensoren, die Prozessvariablen messen, die gesammelten Daten mit den erforderlichen Werten vergleichen und Befehlsfunktionen ableiten, die zur Steuerung des Prozesses durch Endsteuerungselemente, Aktoren verwendet werden. Größere Systeme dieser Art, wie intelligente Verkehrssysteme und Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen von Straßenbauten, PLS- und SPS-Netzwerke sind integrierte SCADA-Systeme. SCADA wird verwendet, um alle Systeme mit niedrigerer Priorität in das ZLS zu integrieren. Bei der Konzeption und dem Aufbau eines Systems mit höherer Priorität und IT-Leitsystems wird die Normenreihe STN EN 62264, für die Planung und den Aufbau eines ZLS die EN 61175-1 und die Normenreihe STN EN IEC 61131 angewendet.

#### **4.4.3.3.2 Integration von Systemen in das ZLS**

Das ZLS ist ein System, das individuelle ICS für die Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen von Straßen und intelligente Verkehrssysteme eines technischen Straßenabschnitts, die ihm zugewiesen sind, integriert[T22]. Diese [T22] wurden für die Aktualisierung und Änderung bestehender Rechtsvorschriften für die Planung und Umsetzung technischer Einrichtungen von Straßentunneln, angrenzenden Teilen von Autobahnabschnitten und relevanten Straßenabschnitten entwickelt, wobei der Schwerpunkt auf der technischen Lösung für ZLS und Visualisierungssysteme liegt. Die TS [T22] definieren die Mindestanforderungen an die Funktionalität und Parameter des zentralen Leitsystems (ZLS), des Visualisierungssystems und der technischen Einrichtungen eines Straßentunnels aus Sicht der automatisierten Steuerung. Die TS definieren die Art und Weise, wie ASW-Controller und Visualisierungssysteme in Bezug auf Funktionalität, Umfang und Form erstellt werden.

#### **4.4.3.3.3 LS**

Eine Leitstelle (LS), näher beschrieben in [T22], ist ein System, das die Steuerung von ZLS oder ILS ermöglicht, d. h. die Steuerung von Leitsystemen von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, durch Systeme der Stufen 2 und 3 über HMI der Bediener. Aus Sicht des Telekommunikationsnetzes ist die LS in Artikel 6.1.2.3.1 dieser TS beschrieben.

Die LS (Leitstelle) eines Straßenabschnitts, eines technischen Straßenabschnitts oder einer Region ist ein Betriebszentrum für Bediener, die Ausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen einer Straße über Bedienerpositionen mit bedeutender Benutzung von Visualisierungsmethoden auf einer SCADA-Softwareplattform, die zur Steuerung und Koordinierung des Verkehrs bestimmt ist und bei Bedarf die Kommunikation zwischen dem Bedienpersonal und anderen Interessenten gewährleistet. [T19]

Die LS wird im Gebäude des Straßenverwalters entworfen, gebaut und betrieben.

Eine spezifische LS muss gemäß der vom Administrator genehmigten Entwurfsdokumentation im Zusammenhang mit dem relevanten System mit höherer Priorität entworfen und gebaut werden. Betrieb und Wartung müssen strengen Regeln gemäß Betriebshandbuch, Gebäudehandbuch, Organisationsregeln, Informations- und Cybersicherheitsregeln unterliegen.

#### **4.4.3.3.4 ZLS und ILS**

Die Leit- und Visualisierungsarchitektur, die in [T22] aus Sicht der lokalen und ferngesteuerten Steuerung spezifiziert ist, definiert neben einer adäquaten Beschreibung der Struktur und der Funktionalitäten des Systems und der relevanten Komponenten der Bedienerpositionen, die Bedienerpositionen für die temporäre Steuerung, die Notsteuerung und die integrierten Bedienerpositionen für mehrere Tunnel und die regionale Bedienerposition. Aufgrund der geforderten Redundanz von Systemen besteht auch eine Backup-ILS.

Als Leitsystem der Stufe 2 mit höherer Priorität integriert ZLS Leitsysteme mit höherer Priorität und innerhalb dieser, oder direkt, alle Leitsysteme für Straßenaurüstungen, technische und elektrische Einrichtungen.

Im Hinblick auf das Telekommunikationsnetz eines technischen Straßenabschnitts ist das ZLS in Artikel 6.1.2.4.2 dieser TS und im Hinblick auf die Anordnung der Telekommunikationszusammenschaltung von Systemen mit einer höheren Priorität der Stufen 2 und 3 in Artikel 6.1.2 dieser TS beschrieben.

Individuelle ZLS, als Leitsysteme mit einer höheren Priorität der Stufe 2, können in die ILS integriert werden, als Leitsysteme mit einer höheren Priorität der Stufe 3. Siehe auch Artikel 4.4.4 dieser TS.

#### **4.4.4 ILS**

Genau wie das Ziel, [T22] die Grundsätze der Steuerung und das Erscheinungsbild der Visualisierung aus Sicht des Bedieners zu vereinheitlichen, sodass die technische und personelle Integration der Steuerung einzelner Tunnel in die regionalen Tunnelleitstellen für Tunnel (RVLS/ILS) oder anschließend in eine zentrale Leitstelle (ZL) gewährleistet ist, ist es notwendig, die Integration von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen und intelligenten Verkehrssystemen auf allen Straßenabschnitten und Straßen aus dem in Artikel 4.1.4 dieser TS genannten Grund, „im Verkehrsfluss nicht zwischen Straßen, Brücken und Tunnels zu unterscheiden“.

Die Mindestanforderungen an ILS-Lösungen für die Integration von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen und intelligenten Verkehrssystemen auf allen Straßen umfassen:

- Anforderungen an Strukturen und Teile von Systemen und Leitsystemen mit höherer Priorität und Leitzentren, die für ihre Integration in eine höhere ILS-Ebene erforderlich sind;
- Anforderungen an die technische Lösung von Verbindungen von Leitsystemen mit höherer Priorität und Leitstellen gemäß DATEX II, siehe Artikel 6.1.2 dieser TS und Artikel 6.1.3 dieser TS;
- Anforderungen an die ASW und das ILS-Visualisierungssystem;
- es ist ein Backup-ILS erforderlich.

Individuelle ZLS, als Leitsysteme mit einer höheren Priorität der Stufe 2, können in die ILS integriert werden, als Leitsysteme mit einer höheren Priorität der Stufe 3. Siehe auch Artikel 4.4.3.3.4 dieser TS.

#### **4.4.5 VLS**

Ein Verkehrsleitsystem (VLS) ist eines der Leitsysteme mit höherer Priorität der Stufe 1, wenn es um die direkte Umsetzung des Straßenverkehrsmanagements durch grundlegende intelligente Verkehrssysteme gemäß Artikel 4.4.5.1 dieser TS geht;

VLS in Verkehrsanwendungen gemäß Artikel 4.4.5.2 dieser TS gehören zu den Leitsystemen mit einer höheren Priorität auf höheren Ebenen. In diesem Fall handelt es sich um eine regionale und ergänzende Kontrolle.

Ein VLS ist ein Teilsystem von Leitsystemen mit einer höheren Priorität.

Verkehrssteuerung unter Nutzung von Verkehrsbetriebsbedingungen und Verkehrssteuerung mit Verkehrszeichen und Verkehrsaurüstung ist nur auf Anweisung eines zuständigen Polizeibeamten möglich.

##### **4.4.5.1 Verkehrsleitung (TC) durch intelligente Verkehrssysteme**

Ein VLS führt die Steuerung durch die funktionalen Elemente intelligenter Verkehrssysteme, WVZ und SVA durch und muss daher an Geräte angeschlossen werden, die in Form von Signalisierungsquerschnitten und Verkehrsaurüstung implementiert sind:

- a) WVZ (Wechselverkehrszeichen);
- b) Schilder mit Betriebsinformationen und Netzschattafeln;

c) Signalleuchten.

Ein VLS beteiligt sich am Verkehrsleitverfahren, wie in Artikel 2.2.1. dieser TS und Artikel 4.1.4 dieser TS und anderen beschrieben.

Ein VLS verwendet Daten und Informationen, die auf einem bestimmten Straßenabschnitt von allen verfügbaren Systemen aus den in Artikel 2.2.3.1 dieser TS und Artikel 2.2.3.2 dieser TS aufgeführten Systemen sowie von Systemen mit höherer Priorität gewonnen werden, und trifft Entscheidungen automatisch oder durch Eingreifen des Bedieners.

Ein VLS führt die Verkehrsleitung gemäß [T8] mit Ausnahme der Vorschriften in Artikel 4.1.4 dieser TS und Artikel 4.1.5 dieser TS durch.

Die Verkehrsleitmethoden und das VLS selbst dürfen nur auf der Grundlage genehmigter Konstruktionsunterlagen und genehmigter Verkehrsbedingungen konzipiert, implementiert und betrieben werden.

Die Mindestanforderungen für WVZ und SVA sind in EN 12966+A1, STN EN 50556 und STN EN 12368 sowie in den darin genannten einschlägigen Rechtsvorschriften und Normen festgelegt.

Der Einsatz von WVZ, SVA, retroreflektierenden und aktiven beleuchteten Markierungsknöpfen als Lichtsignalanlagen wird ebenfalls in [T28] [T2] und STN EN 50556 und den darin genannten Gesetzen, Normen und TPR beschrieben.

#### 4.4.5.2 Verkehrsleitanwendung über C-ITS

Um die Bereitstellung kompatibler, interoperabler und kontinuierlicher Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste in der gesamten Europäischen Union zu erleichtern, stellen Straßenverkehrsbehörden, Straßenbetreiber, Dienstleister, Inhaber von fahrzeuginternen Daten sowie Lade- und Betankungsakteure Echtzeit-Netznutzungsdaten zur Verfügung, die im DATEX-II-Format erhoben werden (die Normenreihe STN EN 16157 und später aktualisierte Fassungen oder in alternativer Weise siehe Artikel 6.1.3.2 dieser TS) im Sinne von [Z31]. Zwecks Bereitstellung geeigneter Informationen direkt an Endnutzer und zur Optimierung des Verkehrsmanagements und der Verkehrssicherheit können Straßenbehörden und Straßenbetreiber Inhaber von fahrzeuginternen Daten und Diensteanbieter auffordern, Datenarten über die Nutzung des Netzes in Echtzeit bereitzustellen.

Die Verkehrsleitung durch intelligente Verkehrssysteme und C-ITS auf Ebene der Regionen und größeren geografischen Ganzheiten oder mit Unterstützung anderer Verkehrsträger als des Straßenverkehrs ist gemäß den Methoden und Verfahren in [L5] durchzuführen. Für Straßenverwalter und -betreiber und Straßennetze ermöglicht der Austausch von Daten und Informationen die Bereitstellung von Verkehrsinformationen und Verkehrsleitdiensten.

Die Spezifikation der von intelligenten Verkehrssystemen erbrachten Dienstleistungen erfolgt in folgenden Bereichen:

1. Funktionale und organisatorische Interoperabilität mit benachbarten Dienstleistern;
2. Ein einheitliches Erscheinungsbild und Wirkung bei der Präsentation grundlegender ITS-Dienste für den Endnutzer;
3. Genaue Bereitstellung und Erfassung von Informationen über nationale Zugangspunkte und C-ITS-Schnittstellen;
4. EU-weit anerkannte Kriterien für die Bewertung grundlegender ITS-Dienste (z. B. Qualitätsniveau).

Die Methoden und Verfahren werden definiert durch:

- Verkehrsadministratoren und Verkehrsunternehmer;
- Dienstleister;
- Endnutzer;
- Mitgliedstaaten

## 4.5 Merkmale von technischen Einrichtungen von Straßen

### 4.5.1 CCTV

Merkmale von CCTV als Kamera-Videosystem im Bereich Sicherheitssysteme, intelligente Verkehrssysteme im Zusammenhang mit der Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßen, sind in [T35] aufgelistet, einschließlich der notwendigen Spezifikationen einzelner technischer Lösungen, Annahmen und Grundsätze für die Durchführung von Tests, Inspektionen, Wartung und Reparaturen. Während des Betriebs ist die Anwendung von [T19] erforderlich.

### 4.5.2 AVZ, VSA und WIM

Eine grundlegende Anforderung ist die Messung der relevanten Mengen innerhalb der definierten Toleranzen und messtechnischen Anforderungen und die Bereitstellung von Output auf der Grundlage der Klassifizierung von Fahrzeugen nach der Verkehrszusammensetzung gemäß [T24]. Angesichts der internationalen Dimension von Transport und Verkehr in Europa ist es aus Gründen der Datenkompatibilität und Interoperabilität angebracht, die Anpassung der Klassifizierungsklassen zu aktualisieren. Die Entwicklung von Sensoren und Detektoren, die in Bezug auf Straßen invasiv oder nicht invasiv sein können, ist im Gange und wird fortgesetzt.

Die technische Spezifikation von AVZ und VSA ist in [T8], eine Teilspezifikation der WIM ist in [T8] und eine detaillierte Beschreibung und erweiterte WIM-Spezifikation sind in [L13] enthalten.

### 4.5.3 SWIS

Die erforderlichen SWIS-Eigenschaften werden in [T8] und der Normenreihe STN EN 15518 spezifiziert.

Wetterstationen, die an SWIS, VLS sowie an SWIS- und VLS-Anlagen angeschlossen sind, müssen stets die Mindestanforderungen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der technischen Einrichtungen der Klasse B erfüllen. Für Wetterstationen ist die Klasse A auch bei einem VLS mit technischen Einrichtungen der Stufe S1 nicht erforderlich.

### 4.5.4 AID

Die technischen Spezifikationen für AID sind in [T8] festgelegt.

### 4.5.5 Lüftung in Tunneln

Entwurf, Implementierung und Betrieb von Lüftungsanlagen in Straßentunneln in der Slowakischen Republik unterliegen [T10]. Während des Betriebs gilt [T19].

### 4.5.6 Tunnelbeleuchtung

Die Auslegung und Überprüfung der Beleuchtungsparameter in Straßentunneln im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit, die für Tunnel oder Unterführungen gelten, in denen die Beleuchtung installiert werden muss, sind gemäß [T26] auszuführen. Während des Betriebs gilt [T19].

### 4.5.7 EFA

Entwurf, Implementierung und Betrieb elektronischer Brandmeldeanlagen erfolgen gemäß der Normenreihe STN EN 54 in Übereinstimmung mit [T23] und [Z8].

### 4.5.8 ESS

Elektronische Sicherheitssysteme werden in Übereinstimmung mit [Z41] und [Z42] entworfen, gebaut und betrieben. Die private Sicherheit wird als privater Sicherheitsdienst oder als technischer Dienst zum Schutz von Eigentum und Personen betrieben. Der Betreiber des Sicherheitsdienstes und der Betreiber des technischen Dienstes werden in den Aufzeichnungen über Verträge über die Erbringung von Sicherheitsdiensten und in den Aufzeichnungen über Verträge über die Erbringung technischer Dienstleistungen aufbewahrt.

### 4.5.9 NRT

Die Notrufanlagen, die auf Straßen in NRS und in Tunneln in SOS-Kabinen zur Verfügung stehen, werden nach [Z25] und STN 73 6101 entworfen, gebaut und betrieben.

#### 4.5.10 GTM

Die geotechnische Überwachung von Tunnels und Erkundungsschächten erfolgt gemäß [T33] und die geotechnische Überwachung von Objekten linearer Straßenteile erfolgt gemäß [T34].

Im Falle der Konstruktion gehören Daten und Auswertungen aus dem System dem Bauherrn, dem Investor und, im Falle des Betriebs, dem Administrator, der für die entsprechenden Folgemaßnahmen direkt oder über Vertragspartner verantwortlich ist. Diese Erklärung gilt entsprechend für Daten aus allen Systemen, die sich auf die Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen von Straßen beziehen.

#### 4.5.11 Begrenzung der Auswirkungen von Streuströmen

Die Auswirkungen von Streuströmen auf Straßenbrücken werden gemäß [T18] beschrieben und begrenzt.

#### 4.5.12 Überwachung von Brücken

Straßenbrücken werden gemäß [T16] überwacht.

#### 4.5.13 Verkehrsverstöße und verschuldensunabhängige Haftung

Die Anwendung einer verschuldensunabhängigen Haftung bei Verstößen gegen ausgewählte Straßenverkehrsvorschriften wird die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer erhöhen und gleichzeitig sicherstellen, dass die Verkehrsteilnehmer diszipliniert und respektvoll sind, indem sie insbesondere die Einhaltung dieser Bestimmungen [Z3] als Folge von Verkehrsunfällen, die zu Tod und Körperverletzung führen, durchsetzen. In Übereinstimmung mit der aktuellen Fassung des Gesetzes verfügt die slowakische Polizei über die Mittel, die Einhaltung der Straßenverkehrssicherheit durch verschuldensunabhängige Haftung sicherzustellen. Derzeit ist die Polizei die einzige Einrichtung, die befugt ist, bei Verstößen im Straßenverkehrssektor eine verschuldensunabhängige Haftung geltend zu machen.

#### 4.5.14 Die technische Norm C-ITS

Dieser Artikel listet durch Verweise auf Kapitel von Spezifizierung [L12] die grundlegenden ausgewählten Anforderungen auf. Wenn es für jedes Kapitel verwandte technische Normen gibt, werden sie dort aufgeführt.

##### 4.5.14.1 Intelligente Verkehrssysteme

Definitionen, Anforderungen und Erläuterungen aller intelligenten Verkehrssysteme und einige ihrer Merkmale, die über den Anwendungsbereich der Spezifikationen grundlegender Leitsysteme und Leitsysteme mit höherer Priorität in diesen TS hinausgehen, aber nach europäischen Rechtsvorschriften anwendbar sind, sind in Kapitel 1 und Kapitel 6 aufgeführt.

##### 4.5.14.2 Architektur

Die Architektur intelligenter Verkehrssysteme ist in Kapitel 7 dargestellt.

##### 4.5.14.3 Kommunikation und Schnittstellen

Die Kommunikation und Schnittstellen intelligenter Verkehrssysteme sind in Kapitel 8 dargestellt.

##### 4.5.14.4 CCAM, CAV und C-ITS

CCAM-, CAV- und C-ITS-Systeme sind in Kapitel 9 aufgeführt.

##### 4.5.14.5 Güterverkehr

Der Güterverkehr und die Nutzung intelligenter Verkehrssysteme durch Frachtführer sind in Kapitel 12 aufgeführt.

##### 4.5.14.6 Automatisierte Mobilität auf Randstreifen

Automatisierte Mobilität entlang Randstreifen und Bordsteinen, insbesondere in Städten und Dörfern, ist in Kapitel 13 beschrieben.

#### **4.5.14.7 Lokale Behörden und Daten**

Die Beziehung zu den lokalen Behörden sowie Behörden, Daten und Zuständigkeiten sind in Kapitel 14 beschrieben.

#### **4.5.14.8 Tragbare und mobile Geräte**

Mobile und tragbare Geräte für Dienste intelligenter Verkehrssysteme sollen die Entwicklung, Weiterentwicklung und Normung der Nutzung mobiler und tragbarer Geräte zur Unterstützung der Bereitstellung intelligenter Verkehrssysteme und multimedialer Dienste wie Fahrgastinformationen, Fahrzeuginformationen, Fahrerberatungs- und Warnsysteme, Unterhaltungssysteme, Schnittstellen zu ITS-Dienstleistern und Kfz-Kommunikationsnetzen erleichtern. Die Norm unterstützt die Einführung mobiler Geräte in öffentlichen Verkehrsmitteln und Autos. Mobile und tragbare Geräte für Dienste intelligenter Verkehrssysteme sind in Kapitel 23 aufgeführt.

#### **4.5.14.9 Parken**

Das Parken wird in Kapitel 16 behandelt.

#### **4.5.14.10 Öffentliche Verkehrsmittel**

Öffentliche Verkehrsmittel werden in Kapitel 17 beschrieben.

#### **4.5.14.11 Schienenverkehr**

Der Schienenverkehr und die Informationen zur multimodalen Nutzung sind in Kapitel 18 aufgeführt.

#### **4.5.14.12 Verkehrsdaten und geografische Anwendungen**

Verkehrsdaten und geografische Anwendungen aus allen Systemen und Karten werden in Kapitel 19 behandelt.

#### **4.5.14.13 Verkehrssteuerung**

In Kapitel 21 sind die Verkehrssteuerung, die VLS, die Informationsbereitstellung und die damit verbundenen technischen Normen aufgeführt.

#### **4.5.14.14 Warnung und Leitung**

Warn- und Leitsysteme für Fahrzeuge werden in Kapitel 24 behandelt.

#### **4.5.14.15 Anwendung von Normen**

Eine ausführlichere Erklärung für die Anwendung ist in [L14] enthalten.

#### **4.5.14.16 Physische und digitale Infrastruktur, PDI**

C-ITS und CCAM verwenden PDI, von denen Teile nach Tabelle 19 PDI-Attribute verteilt werden. Die wechselseitige Abhängigkeit von Infrastruktur und Systemen muss für die Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen gewahrt werden.

Tabelle 20 PDI-Attribute

Attribut	Physische/digitale Infrastruktur	Statisch/dynamisch
Straße	physisch	statisch
Geschwindigkeitsbereich	physisch	statisch
Randstreifen oder Bordstein	physisch	statisch
horizontale Verkehrsmarkierungen	physisch	statisch
vertikale Verkehrszeichen	physisch	statisch
technische Einrichtungen von Straßen	physisch	statisch
Verkehr	-	dynamisch
Zeit	-	dynamisch
Witterungsverhältnisse	-	dynamisch
hochauflösende Karte	digital	statisch

Satellitenlokalisierung	digital	statisch
Kommunikationsmittel	digital	statisch
Informationssystem	digital	statisch
Verkehrssteuerung, TC	digital	dynamisch
Instandhaltung der Infrastruktur	physisch/digital	dynamisch
Flottenüberwachung	digital	dynamisch
digitaler Zwilling des Straßennetzes	digital	dynamisch

PDI-Attribute werden gemäß [L15] zugeordnet. Der Grund für die Zusammenstellung dieser Attribute besteht darin, hochautomatisiertes Fahren (SAE-Level 4) zu ermöglichen und diese Attribute den Anforderungen automatisierter Fahrzeuge der Straßeninfrastruktur zuzuordnen.

Die Teile der Straßeninfrastruktur, der Strominfrastruktur, der Ausrüstung und der technischen Einrichtungen gemäß diesen TS entsprechen den Attributen in Tabelle 21.

#### 4.5.14.17 Einsatz intelligenter Verkehrssysteme – aktueller Stand

Der Einsatz intelligenter Verkehrssysteme, einschließlich CCAM und C-ITS, in Tests und Mainstream-Anwendungen in Europa ist bewährt. Die Ergebnisse der Prüfung der Anwendung der neuesten technischen Spezifikationen finden sich in der Literatur, z. B. [L16], [L17], [L18] und [L19].

### 4.6 Liste der Systeme technischer Einrichtungen

Eine zusammenfassende Liste der technischen Einrichtungen von Straßen befindet sich in Tabelle 22. Die Namen der aufgelisteten Objekte basieren auf Inhalt und Kontext gemäß Kapitel 4 dieser TS.

Tabelle 23 Liste der Systeme technischer Einrichtungen

Nr.	Name
1	Kamera-Videosysteme und CCTV
2	AVZ, VSA, WIM und detaillierte Messung von Fahrzeugattributen
3	SWIS und MFQ
4	AID
5	Lüftung
6	Beleuchtung
7	EFA
8	ESS und andere (nicht spezifizierte) Sicherheitssysteme
9	NRT
10	GTM
11	Streuströme
12	Verkehrsverstöße und verschuldensunabhängige Haftung
13	C-ITS-externe Systeme, C-ITS-Informationssysteme, andere (hier nicht genannte) intelligente Verkehrssysteme
14	VLS
15	ZLS [CRS]
16	LS
17	ILS
18	Tragbare und mobile C-ITS-Geräte, Bereitstellung von Verkehrsinformationen
19	Integriertes Verkehrssystem
20	Statische Verkehrs- und Parkleitsysteme
21	Systeme mit höherer Priorität als ZLS und ILS

Technische Einrichtungen umfassen aktive technische Elemente von technischen und elektrischen Einrichtungen. Eine Liste von Systemen der technischen Elemente der Ausrüstungen und elektrischen Einrichtungen wird in Tabelle 24, die eine Fortsetzung von Tabelle 11 ist, zur Verfügung gestellt.

Tabelle 25 Liste der Systeme technischer Einrichtungen für Ausrüstung und elektrische Einrichtungen

Nr.	Name
22	Aktive technische Elemente von Bauwerken und Bauelementen

23	Aktive technische Elemente von Telekommunikationsnetzen
24	Aktive technische Elemente von Stromnetzen

Inhalt und Verknüpfungen mit Überwachungssystemen für Bauwerke, Lüftung und Beleuchtung – siehe Kapitel 4 dieser TS.

Inhalt und Verknüpfungen zu den Telekommunikations- und Stromnetzen einer Straße – siehe nachfolgendes Kapitel 5 dieser TS und Kapitel 6 dieser TS.

## 4.7 Betrieb

Straßenausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen werden hauptsächlich über eine Leitstelle, LS, betrieben.

Die Grundsätze der Steuerung und das Erscheinungsbild der Visualisierung aus Sicht des Bedieners, sodass die technische und personelle Integration der Steuerung möglich ist, sind in [T22] angegeben.

### 4.7.1 Betriebsaufzeichnungen

Alle Systeme müssen laufend Betriebsaufzeichnungen über einzelne Ereignisse führen. Betriebsaufzeichnungen müssen ausschließlich elektronisch gespeichert und archiviert werden, und der Zugriff auf diese Daten darf nur Benutzern mit speziellen Systemadministratorprivilegien vorbehalten sein.

Die Betriebsaufzeichnungen müssen in separaten Dateien erfasst werden. Diese müssen im Textdateiformat mit UTF-8-Kodierung sein, wobei jede Zeile einen einzelnen Ereignisdatensatz enthält und mindestens die folgenden Daten enthalten muss:

1. Datum und Uhrzeit des Ereignisses;
2. die Schwere des Ereignisses: kritisch, Fehler, Warnung, Benachrichtigung, Informationen, Fehlerbehebung;
3. Identifizierung des Moduls (Prozesses);
4. die Bezeichnung und eine Beschreibung des Ereignisses.

Das System muss eine Aufzeichnung jedes Ereignisses machen und es ermöglichen, den Bereich der Datensätze festzulegen, die tatsächlich aufgezeichnet werden und welche ignoriert werden. Es muss möglich sein, die Filterung nach den Modulen (Prozessen) und für jedes einzelne Ereignis individuell an die Schwere des Ereignisses anzupassen.

Die Betriebsaufzeichnungen müssen automatisch nach Kalendermonaten rotiert werden. Die automatische Rotation muss sicherstellen, dass die Betriebsaufzeichnungen, die mehr als 3 Monate alt sind, entfernt werden, sofern in der genehmigten Konstruktionsdokumentation nichts anderes angegeben ist.

### 4.7.2 Betriebs- und Krisenverfahren

Im Rahmen der Anforderungen an die Dokumentation gemäß Artikel 8.1 dieser TS ist es notwendig, Betriebs- und Krisenverfahren für den Einsatz von Straßenausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen zu verarbeiten.

## 4.8 Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an Systeme technischer Einrichtungen

### 4.8.1 Allgemeines

Intelligentes Verkehrssystem – Information der Verkehrsbenutzer, Gewährleistung einer besser koordinierten Nutzung von Verkehrsnetzen, Gewährleistung eines reibungslosen Verkehrs und der Nutzung von Verkehrsnetzen mit maximaler Sicherheit

- AID-System – Bereitstellung von Daten über Verkehrsvorfälle
- AVZ, VSA, WIM und detaillierte Messung von Fahrzeugattributen – zur Bereitstellung individueller Fahrzeugdaten und umfassender Verkehrsflussdaten
- Kameraüberwachungs- und Videosystem – Überwachung von Straßen und Straßenverkehr
- Sicherheitssysteme, einschließlich Kameraüberwachung, Videosystem und AID – Überwachung von Straßen und der zugehörigen Gebiete, Bereitstellung von Informationen

über deren Verletzung, Bereitstellung von Informationen und Anwesenheit von Fahrzeugen und Personen, wenn möglich auch während der Evakuierung eines Gebiets

- SWIS und MFQ – Informationen über Straßen und Witterungsverhältnisse
- Lüftung und Beleuchtung – ermöglichen die Nutzung der Straße und ermöglichen die Evakuierung so weit wie möglich
- VLS – basierend auf den Eingaben aus den Teilsystemen und Anweisungen eines zuständigen Polizeibeamten, um den Verkehr über Betriebsverkehrszustände zu steuern und den Verkehr mit Verkehrszeichen und Verkehrsgeräten zu steuern
- ZLS – Steuerung aller Systeme technischer Einrichtungen auf einem Straßenabschnitt und automatische Schließung eines Straßenabschnitts auf der Grundlage der Bewertung von Tunnelreflexen
- Leitsysteme mit höherer Priorität – Austausch von Daten und Informationen, Steuerung relevanter Systeme mit niedriger Priorität

Alle Straßenausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen – mit der Unterstützung und Steuerung von Systemen mit höherer Priorität müssen einen möglichst sicheren Raum für einen möglichst reibungslosen Verkehr auf der Straße unter Einhaltung der Umweltanforderungen schaffen.

#### 4.8.2 Planung

Siehe Kapitel 8 dieser TS.

#### 4.8.3 Umsetzung

Die Umsetzung der Systeme technischer Einrichtungen von Straßen beruht auf Rechtsvorschriften, technischen Normen, TPR und den Vorschriften dieses Kapitels 4 dieser TS.

#### 4.8.4 Betrieb und Wartung

Der Betrieb und die Wartung der Systeme technischer Einrichtungen von Straßen basieren auf Rechtsvorschriften, technischen Normen, TPR und den Vorschriften dieses Kapitels 4 dieser TS.

### 5 Stromversorgungsinfrastruktur und strukturelle Elemente

#### 5.1 Stromversorgungsinfrastruktur

Die Stromversorgungsinfrastruktur gewährleistet die Versorgung mit Strom aus externen Quellen für die Ausrüstung, die technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßenbauten, einschließlich Ausrüstungen, Systemen und Leitstellen von technischen Einrichtungen von Straßen.

Die Stromversorgungsinfrastruktur ist das das HS- und NS-Stromverteilungsnetz. Die Stromversorgungsinfrastruktur muss nach den geltenden STN entworfen, implementiert, getestet und betrieben werden. Die technischen Anforderungen für diese Tätigkeiten werden insbesondere durch die Reihe der elektrotechnischen Normen der Klasse 33 und 34, die die Mindestanforderungen an die Stromversorgungsinfrastruktur festlegen, definiert.

##### 5.1.1 Das HS- und NS-Stromverteilungsnetz

Die Stromversorgungsinfrastruktur besteht aus folgenden Teilen:

1. externe Stromquellen

- a) das öffentliche Stromnetz
- b) zentrale Stromversorgungssysteme (CPS) im Sinne der STN EN 50171
- c) Motorgeneratoren
- d) sonstige alternative Energiequellen

(Hinweis: Ein CPS ist ein zentrales Stromversorgungssystem, das im Notfall die benötigte Leistung an wesentliche Sicherheitseinrichtungen liefert, ohne ihre Ausgangsleistung zu begrenzen.)

2. das elektrische Verteilungssystem

- a) HS- oder NS-Verbindungen – IT-Netz (HS) oder TN-C (NS);
- b) getrennte elektrische Schaltanlagen – TN-S-Netz;
- c) Hauptstromleitungen – TN-C-Netz.

Die Hauptstromleitungen gewährleisten die Übertragung von Strom von externen Quellen auf die Stromversorgungseinheiten von Objekten (Haupt- und Sekundärschaltgeräte). Separate elektrische Schaltanlagen sind Stromquellen für einzelne technische Objekte.

HS-Schaltanlagen werden gemäß der EN 62271-200, der STN EN 62271-201 und der EN 62271-202 spezifiziert.

NS-Schaltanlagen werden gemäß der Normenreihe STN EN IEC 61439 spezifiziert.

Die interne elektrische Verkabelung innerhalb von technischen Objekten, die einzelne technische Einrichtungen antreibt, gilt nicht als Teil der Stromversorgungsinfrastruktur. Die Schnittstellen zwischen der Strominfrastruktur und technischen Objekten werden im Kapitel 4 dieser TS erläutert. In diesem Fall beziehen sich technische Objekte auf die Verteilerrahmen, die zu technischen Einrichtungen von Straßen gehören, die Komponenten technischer Einrichtungen von Straßen und Ausrüstung enthalten. Die Stromversorgungsinfrastruktur, d. h. die NS-Leitungen, endet an Klemmen im Verteilerrahmen technischer Einrichtungen von Straßen.

Elektrische Anschlüsse und Hauptstromleitungen werden mit Aluminiumkernkabeln realisiert, alle anderen Verkabelungen im TN-S-System mit Kupferkernkabeln.

### **5.1.2 Stromkategorien**

Die relevante Klassifizierungsklasse, siehe Kapitel 3 dieser TS, der Grad der Redundanz und der technischen Normen, die in diesem Artikel spezifiziert werden, bestimmen die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Energieinfrastruktur, deren Anschluss und die Wahl der Stromquellen.

Die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit einer externen Stromversorgung stellt die Kategorie der Stromversorgung und das Sicherheitsniveau der Stromversorgung dar.

Die Kategorie der Stromversorgung und das Sicherheitsniveau werden durch die Entwurfsdokumentation entsprechend der Bedeutung und der geforderten Sicherheit im Sinne von STN 34 1610 auf drei Ebenen behandelt:

1. Ebene – Strom aus zwei unabhängigen Quellen, bei denen der Ausfall einer Stromversorgung nicht zu einer Stromunterbrechung führt. Die Stromversorgung kann unterbrechungsfrei oder mit Unterbrechungen je nach Betriebsbedingungen sein,
2. Ebene – zwei verschiedene Quellen (anderes Umspannwerk, anderer Transformator, Dieselgenerator), Schalten kann automatisch (kurzfristig) oder manuell (langfristig) erfolgen und ist mit einer Unterbrechung der Stromversorgung verbunden.
3. Ebene – keine andere Quelle verfügbar.

### **5.1.3 Netzunabhängiges NS-Teilsystem der Stromversorgung**

Wenn Teile von Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen

- A. deutlich entfernt von öffentlichen Stromleitungen liegen,
- B. während des Straßenbaus an keine HS- und NS-Stromleitungen angeschlossen wurden, wird eine Stromversorgungslösung außerhalb des öffentlichen Stromnetzes verwendet: ein netzunabhängiges NS-Teilsystem der Stromversorgung. Die Energiequellen des netzunabhängigen NS-Netzes sind:
- c) Motorgeneratoren oder
- d) andere alternative Energiequellen.

Wenn PV-Systeme (Photovoltaik) als alternative Energiequellen verwendet werden, gilt die STN 33 2000-7-712.

Die in diesem Artikel genannten STN-Dokumente gelten für die Verteilung von Strom von der Hauptschaltanlage zu sekundären Schaltanlagen und zu den Verteilerrahmen der technischen Einrichtungen oder für die Verteilung von Strom von der Hauptschaltanlage an die Schaltanlagen der technischen Einrichtung des netzunabhängigen NS-Stromversorgungssystems, als wäre das NS-Stromversorgungssystem durch einen NS-Stromanschluss des öffentlichen Stromnetzes angeschlossen.

### 5.1.4 Kabeltrassen

In der Architektur des Stromverteilungssystems technischer Straßensysteme gibt es mehrere spezielle Stromversorgungsrouten. Die folgende Tabelle 26 definiert diese Routen

Für die Qualität der Kabelführung spielen räumliche, mechanische, elektrische und brandschutztechnische Aspekte unter Berücksichtigung der Umweltauswirkungen eine Rolle.

Tabelle 27 Stromkabelführung

Stromleitung	Zweck	Anforderungen
Stromversorgungskabel	Stromversorgung von einer externen Quelle zur Hauptschaltanlage	wenn die externe Quelle das öffentliche NS-Netz mit einem dreiphasigen TN-C-System ist,
Hauptstromkabel	Verteilung von Strom von Hauptschaltanlagen zu Sekundärschaltanlagen	hat das Kabel 4 Drähte; wenn die externe Quelle ein CPS mit einem dreiphasigen TN-S-System ist, hat das Kabel 5 Drähte
Sekundärstromkabel	Verteilung von Strom von sekundären Schaltanlagen zu den Verteilerrahmen der technischen Einrichtungen	wenn ein dreiphasiges TN-S-System angewendet wird, hat das Kabel 5 Drähte; für einphasiges TN-S-System verfügt das Kabel über 3 Drähte
lokale Stromkabel	Verteilung von Strom aus einem netzunabhängigen NS-Netz zu den Verteilerrahmen der technischen Einrichtungen	wie bei Sekundärstromkabeln

### 5.1.5 Verlegung und Installation von Kabeltrassen

Stromkabel werden gemäß STN 73 6101 und STN 73 6102 verlegt. Auf Autobahnen können Strom- oder Telekommunikationskabel in Nebenflächen, in einem seitlichen Trennstreifen oder in einem unbefestigten Randstreifen und ausnahmsweise im Mittelstreifen verlegt werden. Der Begriff Nebenfläche ist in [Z1] definiert. Diese Nebenflächen werden vom Straßenverwalter verwaltet und die Breite dieser Streifen wird von der zuständigen Straßenverwaltung im Rahmen der Durchführungsvorschriften festgelegt.

Genauer gesagt werden nach diesen TS Strom- oder Telekommunikationskabel entlang der Straße rechts, in Richtung der Kilometrierung, in einer gemeinsamen Stromleitungsrinne zusammen mit Telekommunikationskabeln verlegt, die voneinander getrennt sind, sodass sie sich weder mechanisch noch elektromagnetisch beeinflussen. Wenn sich in der Nähe ein Entwässerungsrohr befindet, sollte es vertikal tiefer installiert werden, um eine Überflutung der Kabel möglichst zu vermeiden. Einzelne Stromkabel werden in Leitungsrohren oder unter Abdeckplatten verlegt. Telekommunikationskabel werden in HDPE-Leitungen verlegt. Mindestens alle 1 000 m befindet sich ein Kabelschacht und an diesen Stellen wird eine Querverbindung zur gegenüberliegenden Straßenseite unter dem Straßenkörper zu einer sekundären Schaltanlage hergestellt, an der auch Telekommunikationskabel enden, wenn sie nicht angeschlossen sind. Kabeltrassen werden zwischen der Haupt-NS-Schaltanlage und der sekundären NS-Schaltanlage, zwischen sekundären NS-Schaltanlagen und sekundären NS-Schaltanlagen und Verteilerrahmen von technischen Einrichtungen verlegt. Ein Verteilerrahmen einer technischen Einrichtung kann auch als sekundäre Schaltanlage fungieren. Jedes Kabel, auch wenn nicht angeschlossen, muss in der entsprechenden Schaltanlage an den bezeichneten Anschlüssen enden.

Die räumliche Anordnung der Verkabelung von technischen Einrichtungen, Kabelleitungen in gemeinsamen Gräben und Kabeltrassen sind in STN 73 6005 spezifiziert.

Kabeltrassen von technischen Einrichtungen der Stufe S1 haben eine redundante Konfiguration entlang des gesamten technischen Straßenabschnitts. Bei einem Tunnel verlaufen die Kabeltrassen in redundanter Verbindung sowohl im rechten als auch im linken Tunnelrohr unter dem Gehsteig oder in Kabelrinnen an den Wänden oder unterhalb der Decke in technischen Bereichen, Kabelschächte

befinden sich zumindest an jeder Querverbindung und an den Tunnel einfahrten. Im Falle einer Brücke, in Räumen oder auf beiden rechten und linken äußeren Gesimsen von rechten und linken Brücken, immer zugänglich und sichtbar in speziellen Metallschlüchen aus korrosionsfreiem Material, die von speziellen Halterungen aus korrosionsfreiem Material getragen werden.

Die erforderliche Lebensdauer von Kabeltrassen, insbesondere Kabeln, Halterungen und Leitungsrohren, beträgt mindestens 30 Jahre, oder eine andere Lebensdauer, die vom Administrator gefordert wird.

Kabeltrassen für technische Einrichtungen der Stufe S2 können entlang eines gesamten Straßenabschnitts oder gegebenenfalls entlang definierter Abschnitte verlaufen, oder es kann ein netzunabhängiges NS-Stromversorgungssystem verwendet werden. Die Verlegungsroute wird vom Administrator in der Entwurfsdokumentation angegeben.

Der genaue Verlauf und die Verlegung der Kabeltrassen, deren Zusammenführung, Abzweigung und Abschluss, die Lage der Schächte und Schaltanlagen müssen gemäß der Entwurfsdokumentation, die in Übereinstimmung mit den in diesem Artikel 5.1 dieser TS genannten STN erstellt und vom Administrator genehmigt wurde, geplant, gebaut und betrieben werden.

### 5.1.6 Unterbrechungsfreie Stromversorgung im Brandfall

Der Brandschutz der Ausrüstung, elektrischen und technischen Einrichtungen von Straßenbauten im Hinblick auf die unterbrechungsfreie Stromversorgung im Brandfall muss der STN 92 0203 entsprechen.

### 5.1.7 Schutzart durch Gehäuse, invasive Sensoren

Gehäuse, IP-Code, der Schutzgrad eines Gehäuses für Straßenausrüstung, elektrische und technische Einrichtungen müssen, basierend auf der Umweltklasse, spezifiziert gemäß Artikel 3.4 dieser TS, der STN EN 60529 entsprechen. Die anspruchsvollsten Anwendungen für Straßen sind dabei invasive Sensoren, d. h. Sensoren, die in der Straßenoberfläche so installiert sind, dass sie mit der äußeren Umgebung in Berührung kommen. Wenn möglich, sollten nicht-invasive Sensoren priorisiert werden, was in Bezug auf die Wartung und die erwartete Lebensdauer progressiver ist, jedoch möglicherweise nicht in Bezug auf die Genauigkeit der gemessenen Parameter. Für invasive Sensoren ist ein Mindestschutz nach IP 67 erforderlich.

### 5.1.8 Elektromagnetische Verträglichkeit

Komponenten und Teile von Systemen von Straßenausrüstungen, technischen und elektrischen Einrichtungen müssen den Anforderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit gemäß [Z46] und STN EN 50293 entsprechen.

## 5.2 Strukturelle Elemente

Strukturelle Elemente von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßenbauten, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, sind diejenigen Teile, die mit Ausrüstung und Systemen verbunden sind, die es ermöglichen, sie in einem Raum zu platzieren und sie physisch vor Witterungsverhältnissen oder aggressiven Straßenumgebungen zu schützen, einschließlich Tunnel, Brücken, Unterführungen und Überführungen. Es handelt sich daher um folgende:

- (externe) Gehäuse: Schaltschränke für elektrische Schaltanlagen oder technische oder telekommunikationstechnische Schaltanlagen;
- (externe) Trägerkonstruktionen: Pfeiler, Masten, Schilderbrücken, Halterungen, Trägerkonstruktionen an Wänden, Decken, Balken und verschiedenen anderen strukturellen Elementen. Die Anforderungen gelten nicht für die Strukturen und Komponenten, die in Leitstellen in Gebäuden installiert sind, sondern für entsprechende Teile, die sich im Freien befinden.

Neben der Einstufung des geeigneten Standorts des Entwurfs, der Installation und des Betriebs der Ausrüstung und des Systems in eine Geländeklasse, siehe Artikel 3.2.2, ist es auch notwendig, die Beziehungen zur STN EN 1991 über Maßnahmen in Bezug auf Strukturen (Normenreihe zu den entsprechenden Eurocodes (Normenreihen), und zwar STN EN 1990, in denen die Grundsätze und Anforderungen für die Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit und Haltbarkeit von Bauwerken festgelegt,

die Grundsätze für ihre Konstruktion und Überprüfung beschrieben und Leitlinien zu den damit verbundenen Aspekten der Zuverlässigkeit von Bauwerken bereitgestellt werden; Die STN EN 1991-1-1 skizziert das Entwurfsverfahren und die Lasten für die Planung von Hoch- und Tiefbauwerken, einschließlich einiger geotechnischer Aspekte für das Volumengewicht von Gebäuden und gespeicherten Materialien, das inhärente Gewicht der Bauwerke und die Nutzlasten von Gebäuden; Die STN EN 1991-1-3 bietet Leitlinien für die Bestimmung von Schneelasten, die bei der Planung von Hoch- und Tiefbauwerken verwendet werden sollen; Die STN EN 1991-1-4 bietet Leitlinien für die Bestimmung der Windlast bei der Planung von Hoch- und Tiefbauwerken; Weitere relevante Normenreihen sind STN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, die unter anderem die Grundsätze für die Bemessung von Bauwerken aus unbewehrtem Beton, Stahlbeton und Spannbeton spezifiziert; STN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; STN EN 1994 Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton; STN EN 1996 Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten; STN EN 1997 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik; STN EN 1998 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben; STN EN 1999 Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken, sowie die relevanten Teilen der oben genannten Normen 1-2 Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall. Weitere erforderliche Merkmale im Hinblick auf den Brandschutz sind in [Z8], [T23] und [Z45] aufgeführt.

Für bestimmte Bauwerke, deren tragende Teile und Fundamente muss die Entwurfsdokumentation eine Zeichnung der Struktur, eine statische Zeichnung, eine statische Berechnung und gegebenenfalls eine statische Bewertung enthalten.

Die Abdeck- und Tragekonstruktionen müssen so angeordnet sein, dass kein Teil von ihnen oder der darauf montierten Ausrüstung den Querschnitt beeinträchtigt, wobei der durch die technischen Normen und Rechtsvorschriften vorgegebene Spielraum einzuhalten ist.

Auf einer Straße mit infrastruktureller Bedeutung der Klasse V1 muss der Standort der Abdeck- und Tragekonstruktionen den Zugang zu ihnen von einem außerhalb der Straße gelegenen Punkt ermöglichen, wenn dies jedoch nicht möglich ist, vom Seitenstreifen und vom verbreiterten Seitenstreifen aus, wo ein Dienstfahrzeug so abgestellt werden kann, dass es die Fahrbahn nicht beeinträchtigt. Die Sicherheit der Mitarbeiter, die Installations- und Wartungsarbeiten durchführen, sowie der Straßenverkehr werden von diesem Faktor deutlich positiv beeinflusst.

Abdeckkonstruktionen müssen so konzipiert, ausgeführt und betrieben werden, dass sie durch geeignete Positionierung oder Entwässerung gegen Wasser sowie durch physikalische Barrieren vor Aufprallen geschützt sind. Die passive Sicherheit von Bauwerken, die in unmittelbarer Nähe der Straße entworfen, ausgeführt und betrieben werden, muss durch Fahrzeugrückhaltesysteme gemäß der Normenreihe EN 1317 und den relevanten TPR gewährleistet werden.

### **5.3 Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an die Stromversorgungsinfrastruktur und strukturelle Elemente**

#### **5.3.1 Stromversorgungsinfrastruktur. Gemeinsame Anforderungen – Zusammenfassung**

##### **5.3.1.1 Allgemeines**

Die Stromversorgungsinfrastruktur gewährleistet die Versorgung mit Strom aus externen Quellen für die Ausrüstung, die technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßenbauten, einschließlich Ausrüstungen, Systemen und Leitstellen von technischen Einrichtungen von Straßen.

##### **5.3.1.2 Planung**

Grundannahmen – siehe Kapitel 8 dieser TS.

Die Stromversorgungsinfrastruktur muss in erster Linie entsprechend den in Artikel 5.1 dieser TS aufgeführten STN ordnungsgemäß entworfen, umgesetzt und betrieben werden.

##### **5.3.1.3 Umsetzung**

Die Umsetzung der Stromversorgungsinfrastruktur beruht auf Rechtsvorschriften, technischen Normen, TPR und den in Artikel 5.1 dieser TS genannten Vorschriften. Die

Stromversorgungsinfrastruktur muss gemäß den in Artikel 5.1 dieser TS aufgeführten STN ordnungsgemäß umgesetzt werden.

#### 5.3.1.4 Betrieb und Wartung

Der Betrieb und die Wartung der Stromversorgungsinfrastruktur beruhen auf Rechtsvorschriften, technischen Normen, TPR und den in Artikel 5.1 dieser TS genannten Vorschriften. Die Stromversorgungsinfrastruktur muss gemäß den in Artikel 5.1 dieser TS aufgeführten STN ordnungsgemäß betrieben werden.

### 5.3.2 Strukturelle Elemente Gemeinsame Anforderungen – Zusammenfassung

#### 5.3.2.1 Allgemeines

Strukturelle Elemente von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen von Straßenbauten, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, sind diejenigen Teile, die mit Ausrüstung und Systemen verbunden sind, die es ermöglichen, sie in einem Raum zu platzieren und sie physisch vor Witterungsverhältnissen oder aggressiven Straßenumgebungen zu schützen, einschließlich Tunnel, Brücken, Unterführungen und Überführungen.

#### 5.3.2.2 Planung

Grundannahmen – siehe Kapitel 8 dieser TS.

Strukturelemente müssen insbesondere den sicherheitstechnischen und statischen Anforderungen des Artikels 5.2 dieser TS entsprechen.

#### 5.3.2.3 Umsetzung

Die Umsetzung struktureller Elemente beruht auf Rechtsvorschriften, technischen Standards, TPR und den in Artikel 5.2 dieser TS genannten Vorschriften.

#### 5.3.2.4 Betrieb und Wartung

Der Betrieb und die Wartung struktureller Elemente basieren auf Rechtsvorschriften, technischen Normen, TPR und den in Artikel 5.2 dieser TS genannten Vorschriften.

## 6 Telekommunikationsnetz von Straßen und Cybersicherheit

### 6.1 Telekommunikationsnetz von Straßen

#### 6.1.1 Telekommunikationsnetze von Straßen

Telekommunikationsnetze von Straßen gewährleisten die Datenübertragung innerhalb der Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen einer Straße. Datenübertragungen dienen für die Kommunikation zwischen OT-Systemen, Steuereinheiten, zwischen verschiedenen Systemen, zwischen bestimmten Geräten, für die Kommunikation innerhalb von Prozessnetzen, Übertragungen an Leitsysteme und Leitsysteme mit höherer Priorität oder deren gegenseitige Kommunikation, Übertragungen für die Bedürfnisse von IT-Administratoren, die Fähigkeit zur Verbindung mit den Vertragspartnern des Administrators, Verbindung mit C-ITS, Übertragungen für IT-Systeme der Polizei, Feuerwehr und Notdienste, ein nationales System mit höherer Priorität 3 oder 4, intelligente Verkehrssysteme, MaaS, Vernetzung mit internationalen intelligenten Verkehrssystemen, Mobilitäts- und MaaS-Systemen und Vernetzung von Verwaltern von Straßen mit unterschiedlicher infrastruktureller und verkehrstechnischer Bedeutung.

Im Gesetz über elektronische Kommunikation [Z43] heißt es: "Jedes neu errichtete Gebäude und jedes Gebäude, in dem Änderungen an der internen Verkabelung vorgenommen werden, die eine Baugenehmigung erfordern, muss mit einer physischen Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur im Gebäude und einem Zugangspunkt ausgestattet sein. Die Bereitstellung einer Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur im Gebäude und eines Zugangspunktes gilt als allgemeine technische Anforderung für die Planung von Gebäuden gemäß einer besonderen Gesetzgebung."

Gemäß [Z43] ist ein Netzbetreiber ein Netzanbieter oder eine Einrichtung, die ein Netz für den Betrieb von Straßeninfrastrukturen bereitstellt.

Telekommunikationsnetze der technischen Einrichtungen von Straßen sind die in Artikel 6.1.2.1 dieser TS beschriebenen Netze, einschließlich LAN-Leitstellen (LS). Diese Netze müssen die Anforderungen erfüllen, die in [Z43] festgelegt sind.

### 6.1.2 Entwurf der Struktur des Telekommunikationsnetzes einer Straße

Die Struktur des Telekommunikationsnetzes einer Straße hängt von der Struktur der Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen ab, die im Falle dieser TS dem Zweck der Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen entspricht. Der Zweck der Ausrüstung, technischen und elektrischen Anlagen einer Straße entspricht der Struktur der allgemeinen Anforderungen an technische Einrichtungen.

Es dürfen keine Netzzugangspunkte des Typs „technischer Knoten“ verwendet werden. Netzwerktechnische Lösungen müssen Flexibilität, die erforderliche Datenübertragungsrate, Reaktionszeit, Verwaltbarkeit im Zusammenhang mit der Diagnose und Sicherheit des Kommunikationsnetzes aufweisen. **Eine spezifische Lösung wird immer durch eine genehmigte Entwurfsdokumentation gegeben.**

Ein neuer Entwurf nach diesen TS ist dank der Anwendung der internationalen Norm IEEE 802.3 mit dem bisherigen Typ kompatibel.

#### 6.1.2.1 Anordnung der Telekommunikationsverbindungen technischer Einrichtungen von Straßen

Die Anordnung der Telekommunikationsverbindungen technischer Einrichtungen von Straßen basiert auf dem aktuellen Stand der Dinge, sodass sie mit [T22] übereinstimmt. Das Leitsystem eines technischen Straßenabschnitts mit höherer Priorität der Stufe 2 entspricht nicht vollständig der Auslegung des Begriffs LOP, der in der Vergangenheit verwendet wurde. Es geht darum, dass ein Leitsystem eines technischen Straßenabschnitts mit höherer Priorität der Stufe 2 mit einer relativ großen Anzahl von LAN anderer Straßenabschnitte und technischen Straßenabschnitten verbunden werden kann. Ihre grundlegenden Spezifikationen, die sich aus der Stufe der technischen und elektrischen Einrichtungen ergeben, können gemäß Artikel 3.1 dieser TS die Stufen S2 und S1 sein. Diese Stufen entsprechen der Klasse der infrastrukturellen Bedeutung, die ein grundlegender Indikator für die Notwendigkeit des Baus von Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen für die gegebene Straße ist.

Die Telekommunikationsnetze sind unterteilt in

1. **regionale Telekommunikationsnetze für technische Einrichtungen von Straßen**, die grundlegende Telekommunikationsnetze sind,

und

2. **Telekommunikationsnetze für Straßenabschnitte** sowie Telekommunikationsnetze technischer Straßenabschnitte.

#### 6.1.2.2 Regionales Telekommunikationsnetz für technische Einrichtungen von Straßen

Ein regionales Telekommunikationsnetz für technische Einrichtungen von Straßen ist daher ein Netz, das aus mehreren LAN einzelner Straßenabschnitte oder Straßenabschnittsnetze besteht, die zu einem von einer ILS betriebenen regionalen Netz gruppiert und mit dem IT-Netz des zuständigen Straßennetzverwalters verbunden sind.

Das regionale Telekommunikationsnetz wird entlang der gesamten Länge von Autobahnen (einschließlich Schnellstraßen) parallel zum Autobahnnetz der Slowakischen Republik gebaut und stellt die Verbindung von Leitsystemen der höheren Priorität der Stufe 3 dar und bietet die Möglichkeit, mit dem Netz des zuständigen Straßennetzverwalters, anderer Verwalter und Dritter verbunden zu werden.

Die relevanten Teile eines regionalen Telekommunikationsnetzes technischer Einrichtungen haben IT- oder OT-Design, je nachdem, welche Teile und Schnittstellen in der Entwurfsdokumentation definiert

sind und wie. Detailliertere Untergliederungen und Kontexte werden vom Administrator festgelegt, insbesondere aus den aus Artikel 6.2 dieser TS hervorgehenden Gründen.

### 6.1.2.3 Telekommunikationsnetz eines Straßenabschnitts

Das Telekommunikationsnetz eines Straßenabschnitts besteht aus einer Telekommunikationsverbindung innerhalb des Straßenabschnitts, seiner Leitsysteme, Prozessnetze und Leitsysteme mit höherer Priorität wie einem LAN auf der Grundlage der internationalen technischen Norm IEEE 802.3.

Das Telekommunikationsnetz eines Straßenabschnitts ist immer vom Typ OT, bis hin zu Leitsystemen mit höherer Priorität der Stufe 3.

*Hinweis: Aufgrund der Definition eines Straßenabschnitts in Artikel 2.3.3 gelten die oben genannten Attribute auch für einen technischen Straßenabschnitt.*

#### 6.1.2.3.1 LS

Eine LS wird im Gebäude des Verwalters am technischen Straßenabschnitt oder am technischen Betriebsgebäude oder an einem anderen Ort entworfen, gebaut und betrieben, an dem eine Verbindung zum Telekommunikationsnetz des technischen Straßenabschnitts hergestellt werden kann. Wenn es jedoch aus geografischen Gründen oder aufgrund anderer Bedürfnisse wünschenswert ist, kann die LS auch an dem Straßenabschnitt gebaut werden. Für jede LS ist es erforderlich, dass ihre Systeme über ein ZLS, d. h. ein Leitsystem mit einer höheren Priorität der Stufe 2 verfügen. Bei nur einem Straßenabschnitt kann jedoch mindestens ein Leitsystem mit höherer Priorität ausreichend sein, z. B. ein VMS, ein VLS oder eine andere Straßenausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen, einschließlich intelligenter Verkehrssysteme, die in das Leitsystem mit höherer Priorität integriert würden. Jeder Straßenverwalter baut eine LS für sein OT-System für technische Einrichtungen von Straßen mit unterschiedlicher infrastruktureller und verkehrstechnischer Bedeutung, je nach seinen Bedürfnissen, basierend auf Entwurfsdokumentationen und einschlägigen Gesetzgebungsverfahren, siehe Artikel 6.1.1 dieser TS. Die Zusammenschaltung von IT- und OT-Netzen muss den Bestimmungen des Artikels 6.2 dieser TS entsprechen. Die Funktionalitäten einer LS sind in Artikel 4.4.3.3 dieser TS beschrieben.

Die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse eines Leitsystems mit höherer Priorität der Stufe 2, d. h. des ZLS, und des OT-Systems für einen technischen Straßenabschnitt ist A.

Die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse eines Leitsystems mit höherer Priorität und eines OT-Systems für einen Straßenabschnitt, wenn dieser nicht mit einem technischen Straßenabschnitt verbunden ist, ist B.

#### 6.1.2.3.2 ZLS

Das zentrale Leitsystem (ZLS) eines technischen Straßenabschnitts ist ein Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 2 und integriert alle Leitsysteme mit niedrigerer Priorität. Die Integration umfasst die Vernetzung von OT-Netzwerken und IT.

Aus Sicherheitsgründen muss das ZLS Tunnelreflexe liefern, [T22]aber auch Maßnahmen (Reflexe) bei Brückeneinbrüchen oder anderen katastrophalen Ereignissen auf dem betreffenden Straßenabschnitt oder in seiner unmittelbaren Umgebung (z. B. eine Notsituation in einem Industriekomplex in der Nähe des Straßenabschnitts). Das ZLS wird dies durch seine integrierten Leitsysteme mit niedriger Priorität tun, die mit dem OT-Netzwerk verbunden sind. Die Reflexmatrix für einen technischen Straßenabschnitt eines ZLS ist in Artikel 4.1.5 dieser TS beschrieben.

Das ZLS enthält die notwendigen Systeme wie den Bedienertrainer, die Erstellung von Berichten für den Administrator, Berechnungen und Datenerhebungen für das integrierte Verkehrssystem, die Datenarchivierung usw. sowie Systeme, die Rechenleistung für alle anderen Straßenausrüstungen, technischen und elektrischen Einrichtungen bereitstellen.

Da das ZLS als Leitsystem mit höherer Priorität der Stufe 2 alle Leitsysteme mit niedriger Priorität integriert, muss es redundant im 24/7-Modus arbeiten.

Die Verfügbarkeit der Visualisierung wird auch durch die Anzeige der Clientarbeitsplätze der Bediener und der OT-Notfallsteuerung sichergestellt. Die SCADA und ihre jeweiligen Server verfügen über mindestens eine physische Trennung von Paaren redundanter Server und proportional entsprechend den räumlichen Fähigkeiten des Administrators gemäß Artikel 2.3.1 dieser TS.

Die Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsklasse des ZLS ist in Artikel 6.1.2.3.1 dieser TS festgelegt.

Das Telekommunikationsnetz eines technischen Straßenabschnitts muss alle Mindestanforderungen gemäß [T22] erfüllen. Der genaue Spielraum für eine bestimmte Lösung ergibt sich aus der vom Administrator genehmigten Entwurfsdokumentation.

#### **6.1.2.3.3 HMI von Bedienern**

Client-Workstations mit Bediener-HMI-Geräten sind redundant mit den SCADA-Systemservern verbunden. Die OT umfasst redundant angeschlossene separate Teile der OT-Notsteuerung und temporäre OT-Steuerung, die ein Visualisierungs-Touchpanel enthalten. Aufgrund eines möglichen Ausfalls des Visualisierungssystems oder aufgrund der Notwendigkeit technischer Eingriffe ist dies verbunden, um eine unabhängige Notsteuerung direkt und unabhängig von den wichtigsten SCADA-Visualisierungsservern zu den Prozessnetzwerken und durch diese mit den funktionalen Mitgliedern der Leitsysteme des technischen Straßenabschnitts zu ermöglichen, die Aktionen von Tunnelreflexen erfordern.

#### **6.1.2.3.4 Leitsysteme mit höherer Priorität**

Das ZLS enthält die Hauptsteuerteile von Systemen mit höherer Priorität, die zusammen durch Integration in das ZLS ein Ganzes bilden. Systeme mit höherer Priorität sind mit **allen** technischen Einrichtungen des Straßenabschnitts oder des technischen Straßenabschnitts verbunden. Die ASW dieser und/oder anderer Leitsysteme mit höherer Priorität ist mit dem ZLS verbunden, welches hat eine überordnete Position gegenüber einem Leitsystem der Stufe 2 mit höherer Priorität hat. Das ZLS besteht aus der ASW des SCADA-Leitsystems, das für die Integration verantwortlich ist.

Die Verteilung des ZLS-Serversystems erfolgt auf Basis der Entwurfsdokumentation entsprechend der LAN-Struktur, der Zuordnung einzelner Leitsysteme zu den einzelnen VLAN-Teilnetzen, der ASW-Struktur und der entsprechenden Leistung, die die durch die Entwurfsdokumentation festgelegte Hardwarekapazität zur Verfügung stellt. Die Hardwarekapazität muss mindestens 50 % betragen.

#### **6.1.2.3.5 Leitsysteme für technische Straßenabschnitte**

Die Leitsysteme für technische Einrichtungen werden über ein LAN an Systeme mit höherer Priorität angeschlossen. Die Systeme bestehen aus angeschlossenen Steuereinheiten in Teilnetzen. Die Kommunikationshardware – Schalter und Hubs, Steuereinheiten – SPS, PC, PAC, DSC und IPC, befinden sich in den Schaltrahmen der technischen Einrichtungen. Es ist die Topologie eines Netzes vom Typ K oder eine andere Topologie, die im nicht öffentlichen Teil der Entwurfsdokumentation angegeben ist, zu verwenden.

Zur Bestimmung der Merkmale der Leitsysteme technischer Straßenabschnitte ist es von wesentlicher Bedeutung, die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Systemen und Systemelementen wie Ausrüstungen, Steuereinheiten und Teilen davon zu bestimmen, insbesondere im Falle dieses Artikels ihrer Kommunikationsschnittstellen, der Merkmale der funktionalen Elemente und der Merkmale der relevanten Prozessnetze. Die Einhaltung der Merkmale, insbesondere im Hinblick auf das ZLS, muss gemäß [T22] gewährleistet sein.

Kommunikationsschnittstellen von Leitsystemen und allen Systemen mit höherer Priorität des technischen Straßenabschnitts sind in zwei grundlegende Gruppen unterteilt:

1. Kommunikationsschnittstellen von Steuereinheiten, die wichtige Betriebs- und Sicherheitsfunktionen gewährleisten, müssen die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Klasse A erfüllen. Die Zuverlässigkeit wird durch die korrekte Funktionalität, Redundanz, automatische Diagnose und einen MTSF-Parameterwert der redundanten Kommunikationsschnittstelle der Steuereinheiten gemäß [T22] von mindestens 20 Jahren gegeben. Im Hinblick auf die Kommunikation des Leitsystems und seiner Verfügbarkeit besteht eine redundante Steuereinheit aus mindestens zwei miteinander

verbundenen und kooperierenden Steuereinheiten, aus denen hervorgeht, was von außen wie ein funktionales Ganzes aussieht. Der Ausfall einer Steuereinheit, ihrer Kommunikationsschnittstelle, muss automatisch diagnostiziert werden, und die Funktionalität der redundanten Einheit als Ganzes muss von anderen Steuereinheiten ohne Eingriff des Bedieners weiterhin gewährleistet werden.

2. Kommunikationsschnittstellen von Steuereinheiten erfüllen die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Klasse B. In Bezug auf die Zuverlässigkeit, MTSF, ist es Sache des Planers zu entscheiden, welches Kommunikationsschnittstellensystem der Steuereinheit im Einvernehmen mit dem Administrator ausgewählt wird, und es ist keine redundante Verbindung in Bezug auf die Verfügbarkeit erforderlich.

Die Leitsysteme eines technischen Straßenabschnitts sind mit Schnittstellen mit Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Klasse A mit einer redundanten Verbindung ausgestattet. Einige funktionale Elemente, nach der Entwurfsdokumentation, können jedoch einfache, nicht redundante Verbindungen haben, für ihre Kommunikationsschnittstellen sind eine Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Klasse B ausreichend.

#### **6.1.2.3.6 Vernetzung von Leitsystemen und ihrer Prozessnetze**

Der Anschluss von verteilten SPS-I/O-Modulen und DSC-PC-Steuergeräten innerhalb des OT-Netzwerks an die redundante Steuereinheit muss auf Systemebene des eingesetzten Leitsystems redundant umgesetzt werden.

Um die Kommunikationsredundanz der Hauptsteuereinheit mit den dezentralen Modulen des DSC-Netzes zu gewährleisten, ist die K-Topologie des OT-Netzes und des OT-Prozessnetzes oder eine andere im nichtöffentlichen Teil der Entwurfsdokumentation angegebene Topologie zu verwenden.

LAN-Kommunikationsnetze müssen für IT-Systeme und OT-Systeme getrennt werden. Jedes Kommunikationsnetzwerk muss durch eine Firewall von anderen Netzwerken getrennt werden.

Zugangspunkte zum Telekommunikationsnetz von technischen Straßenabschnitten für Funktionselemente, Steuergeräte und technische Einrichtungen von Straßen werden mittels an das Telekommunikationsnetz technischer Einrichtungen angeschlossener Schalter realisiert.

Die Funktionselemente und Steuereinheiten der Ausrüstung müssen über einen Hub mit einem H-Anschluss an den Zugangspunkt angeschlossen werden. Die H Topologie reduziert die Möglichkeit eines Netzausfalls durch die Verbindung mit dem zentralen Knoten. Die Verwendung von H-Topologie oder einer anderen Topologie wird im nicht-öffentlichen Teil der Entwurfsdokumentation angegeben. Jede Komponente kommuniziert über den zentralen Knoten mit der anderen. Ein Ausfall der Verbindung zwischen einer Komponente und dem zentralen Knoten führt nur dazu, dass die Komponente ausfällt und somit von anderen Komponenten und Steuereinheiten isoliert wird.

Datenübertragungen zwischen der Steuereinheit und Funktionselementen gelten als Teil der relevanten Ausrüstung und galten in der Vergangenheit nicht als Teil der Telekommunikationsinfrastruktur. Dabei handelt es sich jedoch um Prozessnetze, die einen wesentlichen Teil der Telekommunikationsverbindungen bilden. (In einigen Fällen gibt es erhebliche Entfernung zwischen der Steuereinheit und den Funktionselementen, z. B. in Tunnels, in denen Steuereinheiten von technischen Einrichtungen wie Lüftung oder Beleuchtung in einem technischen Raum angeordnet sind und die zu diesen Steuereinheiten gehörenden Funktionselemente über die gesamte Länge des Tunnels verteilt sind).

#### **6.1.2.3.7 Kommunikationsmittel**

Die Kommunikationsmittel sind wie folgt:

1. das Kommunikationskabel und das strukturelle System:

- a) Verteilungsrahmen der technischen Einrichtungen;
- b) Telekommunikationsverkabelung;

2. aktive Netzwerkelemente zur Durchführung von Datenübertragungen:

- a) Firewalls;
- b) Router;

- c) Schalter;
- d) Hubs;
- e) Kommunikationsschnittstellen von Steuereinheiten; und
- f) Signalwandler (Wandler).

In der Vergangenheit wurden die Kommunikationsschnittstellen von Steuerungen, Funktionselementen, Systemen mit höherer Priorität oder internen Kommunikationsleitungen innerhalb von Einrichtungen nicht als unabhängige Kommunikationsmittel betrachtet. Diese sind jedoch Teile von Prozessnetzen. Sie werden zum Zeitpunkt der Verbindung Teil dieser Netzwerke, wenn sie beginnen, die Kommunikation im Netzwerk zu beeinflussen. Die Steuergeräte sind SPS-I/O, andere PC, IPC oder PAC, die Teil von Systemen zur Steuerung von Sensor- oder Aktorfunktionselementen sind.

Das Kommunikationskabel und das Struktursystem sowie die aktiven Netzelemente zur Durchführung von Datenübertragungen bilden die Elemente des Systems der Telekommunikationsinfrastruktur. Ein Telekommunikationsnetz einer Straße kann nur ein System sein, das in der entsprechenden Entwurfsdokumentation eindeutig ausgelegt ist und nach den Verfahren des Bau- und Telekommunikationsgesetzes erstellt und genehmigt und auch gemäß dieser Entwurfsprojektdokumentation umgesetzt wurde.

Die Marge bei der Überdimensionierung von Kommunikationsmitteln muss mindestens 50 % betragen.

Die Marge muss auf der Grundlage einer spezifischen technischen Lösung proportional neu berechnet werden. Zusätzliche Anforderungen werden vom Straßenverwalter festgelegt.

#### **6.1.2.3.8 Ethernet-LAN**

Innerhalb eines technischen Straßenabschnitts erfolgt die Telekommunikationsverbindung von technischen Einrichtungen über ein LAN, das nach der Norm IEEE 802.3 und den relevanten Normreihen entworfen, gebaut und betrieben wird. In einem Ethernet-LAN werden alle Systeme, die Leitstelle, Teile davon und Leitsysteme mit höherer Priorität im lokalen Netzwerk und soweit möglich auch Controller und Funktionselemente angeschlossen. Das LAN eines technischen Straßenabschnitts ermöglicht zudem eine drahtlose Konnektivität nach der Norm IEEE 802.11, immer ausschließlich über verschlüsselte Verbindung. Für alle Arten von Verbindungen und Verbindungsleitungen über das LAN eines technischen Straßenabschnitts gelten die Cybersicherheitsvorschriften gemäß Artikel 6.2 dieser TS.

Der Betrieb eines Ethernet-LAN wird für ausgewählte Betriebsgeschwindigkeiten von 1 Mbit/s bis 400 Gbit/s unter Verwendung einer gemeinsamen Spezifikation für Media Access Control (MAC) und Management Information Base (MIB), die eine Datenbank ist, die zur Verwaltung von Entitäten in einem Kommunikationsnetzwerk verwendet wird, festgelegt. Das MAC-Protokoll Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) spezifiziert sowohl den Verkehr mit geteiltem Medium (Halbduplex) als auch den Vollduplexverkehr. Geschwindigkeitsspezifische medienunabhängige Schnittstellen (MII) ermöglichen die Verwendung ausgewählter Geräte der physikalischen Schicht (PHY) für den Betrieb über Koaxial-, Twisted-Pair- oder Glasfaserkabel oder elektrische Grundplatten. Multisegment-Netzwerke mit gemeinsamem Zugriff ermöglichen den Einsatz von Repeatern, die für Betriebsgeschwindigkeiten bis zu 1 000 Mbit/s ausgelegt sind. Der LAN-Betrieb wird bei allen Geschwindigkeiten unterstützt. Andere spezifizierte Funktionen umfassen verschiedene Arten von PHY für Zugangsnetze, PHY geeignet für Metropolitan-Netzwerkanwendungen und Stromversorgung durch ausgewählte Twisted Pair PHY-Typen.

#### **6.1.2.3.9 Kabelkommunikationsrouten**

Es gibt mehrere spezifische Kommunikationskabelrouten in der Kommunikationsarchitektur der technischen Einrichtungen von Straßen. Die Tabelle 28 Kabelgebundene und drahtlose Kommunikationsrouten definiert diese Routen.

Tabelle 29 Kabelgebundene und drahtlose Kommunikationsrouten

Route	Zweck	Anforderungen
Regionales Telekommunikationsnetz für technische Einrichtungen	Kommunikation zwischen OT und RLS, zwischen RLS, Anbindung der RLS und OT an den IT-Administrator, Verknüpfung mit IT-Systemen Dritter	Optisches 96-Faser-SM-Kabel
Regionales drahtloses Telekommunikationsnetz für technische Einrichtungen	Kommunikation zwischen OT und RLS, zwischen RLS, Anbindung der RLS und OT an den IT-Administrator, Verknüpfung mit IT-Systemen von Drittanbietern zur Ergänzung einer redundanten Verbindung;	mindestens 4 bis 6G LTE Telekommunikationsbetreiber
Leitstellen-Rechnernetz	Kommunikation zwischen OT-Komponenten	mindestens CAT 5e UTP für 1000BASE-T Ethernet LAN nach IEEE 802.3
dediziertes VMS-Netz; Verknüpfung von VMS und großflächigen Displays	Videodaten	Typ, Format, Schnittstelle und Kabeltyp nach Entwurfsdokumentation. Spezielle SM-Fasern im optischen Kabel sind VMS- und Videodaten vorbehalten
Technisches Straßenabschnitts-Telekommunikationsnetz	Kabelanschluss von Leitsystemen	Optisches 96- oder 48-Faser-SM-Kabel
Straßenabschnitts-Telekommunikationsnetz**	Kabelanschluss von Leitsystemen	Optisches 96- oder 48-Faser-SM-Kabel
Drahtloses Telekommunikationsnetz eines technischen Straßenabschnitts*	drahtlose Verbindung von Leitsystemen, bei denen keine Kabelroute verfügbar ist; Alternativroute zur Ergänzung einer redundanten Verbindung; Verbindungen zu mobilen Systemen; Verbindungen für kooperative intelligente Verkehrssysteme	mindestens 4 bis 6G LTE Telekommunikationsbetreiber
Drahtloses Telekommunikationsnetz eines technischen Straßenabschnitts**	drahtlose Verbindung von Leitsystemen, bei denen keine Kabelroute verfügbar ist; drahtlose Verbindung von Leitsystemen im Falle eines netzunabhängigen NS-Stromversorgungssystems, das Verteilerrahmen von technischen Einrichtungen, die mit einem mobilen System verbunden sind, Strom zuführt; Verbindungen für kooperative intelligente Verkehrssysteme	mindestens 4 bis 6G LTE Telekommunikationsbetreiber
Prozessnetze – Kabelanschluss	Kabelanschlüsse innerhalb von Leitsystemen	UTP oder FTP für mindestens 100BASE-T Ethernet- oder MM- oder SM-optische Kabel mit einer ausreichenden Anzahl von Glasfasern in Industriedesign oder anderen Kabelleitungen, die in der Entwurfsdokumentation

		angegeben sind
Prozessnetze – Verbindung	drahtlose Verbindungen innerhalb von Leitsystemen, insbesondere mobile Geräte	LAN gemäß IEEE 802,11
einzelne Telekommunikationsverbindungen	alternative Lösung für Kabelanschlüsse und Nichtverfügbarkeit von Telekommunikationsnetzen	vorgegeben durch die Entwurfsdokumentation

\* S1 – Stufe der technischen Einrichtungen von Straßen

\*\* S2 – Stufe der technischen Einrichtungen von Straßen

\* und \*\* Netzwerke sind LAN nach der Norm IEEE 802 [ZP6] bis [ZP16].

#### **6.1.2.3.10 Verteilung von Glasfaserkabeln**

Laut diesen TS wird die Verteilung von Glasfaserkabeln durch die Entwurfsdokumentation auf der Grundlage einer Entscheidung des Administrators gegeben. Darüber hinaus muss die Entwurfsdokumentation eine angemessene Faserreserve für Glasfaserkabel vorsehen. 50 % der freien Fasern werden für eine angemessene Marge benötigt.

#### **6.1.2.3.11 Kabelleitungen für Kommunikationswege**

Leitungen für Kommunikationskabel und die Art ihrer Verwahrung ist in Artikel 5.1.5 dieser TS beschrieben. Stromleitungen und Telekommunikationskabel werden nach Maßgabe des genannten Artikels in einem einzigen Raum zusammengelegt. Für den Fall, dass Telekommunikationskabel getrennt verlegt werden, müssen die Regeln in Artikel 5.1 dieser TS beachtet werden. Jede Situation muss in der Entwurfsdokumentation behandelt werden.

#### **6.1.2.3.12 Virtuelles LAN**

Wie bereits erwähnt, ermöglicht die angemessene Gestaltung und Nutzung der Virtualisierung die Trennung von Netzwerken in virtuelle LAN, VLAN, die es Netzwerkadministratoren ermöglichen, Netzwerkknoten logisch zu gruppieren und Netzwerke zu teilen, ohne dass größere physische Infrastrukturänderungen erforderlich sind. Technische Einrichtungen eines Straßenabschnitts und eines technischen Straßenabschnitts sind so konzipiert, dass sie praktisch voneinander getrennt sind.

#### **6.1.2.3.13 Arten von LAN-Verbindungen**

Technische Einrichtungen von Straßen verwenden zwei Arten von LAN-HMI-Anschlüssen und Steuerungen: Client/Server LAN und Peer-to-Peer LAN. Ein Client/Server-LAN besteht aus mehreren Geräten (Clients), die mit einem zentralen Server verbunden sind. Der Server verwaltet Dateispeicher, Anwendungszugriff, Gerätezugriff und Netzwerkübertragung. Ein Client kann jedes angeschlossene Gerät sein, das Anwendungen startet oder zugreift. Clients verbinden sich mit dem Server entweder über Kabel oder über eine drahtlose Verbindung. Anwendungsdateien, Daten und Datenbanken werden auf dem LAN-Server gespeichert. Benutzer und Programme greifen über Anwendungen, die auf dem LAN-Server ausgeführt werden, mit Lese- und Schreibzugriff, die von einem IT-Administrator und einem OT-Netzwerkadministrator bereitgestellt werden, auf Datenbanken, Dokumentfreigabe, Druck und andere Dienste zu. Die meisten Leitsystemnetze von technischen Einrichtungen von Straßen basieren auf Client-/Server-LAN-Netzwerken. Ein Peer-to-Peer LAN hat keinen zentralen Server und kann nicht so große Workloads verarbeiten wie ein Client/Server LAN. In einem Peer-to-Peer-Netzwerk beteiligt sich jeder Controller auch am Funktionieren des Netzwerks.

#### **6.1.2.3.14 Verfügbarkeit von Telekommunikationsnetzen**

Im Rahmen technischer Einrichtungen von Straßen werden IT-Verbindungen über Ethernet-LAN mit Geräten realisiert, die für den Innenbereich geeignet sind. OT-Netzwerke verwenden industrielle Ethernet-Geräte. Das OT-Netz eines technischen Straßenabschnitts (technische und elektrischen Einrichtungen von Straßen der Stufe S1) muss im 24/7-Modus betrieben werden und verfügbar sein. Die einzige Ausnahme sind besondere, durch den Verwalter genehmigte Schließungen ohne Straßenverkehr. Im Falle einer Störung des OT-Netzes muss das ZLS den Straßenverkehr stoppen und vom entsprechenden technischen Straßenabschnitt fernhalten. Im Falle einer OT-Störung auf einem Straßenabschnitt (technische und elektrische Einrichtungen von Straßen der Stufe S2) wird die vom Straßenverwalter genehmigte betriebstechnische Dokumentation befolgt.

### **6.1.2.3.15 Industrielles Ethernet**

Das industrielle Ethernet ist eine Anwendung von Ethernet in einer industriellen Umgebung, wie in Artikel 3.4 dieser TS definiert, in der Außenumgebung, mit Protokollen, die Determinismus und Echtzeitkontrolle bieten. Kabel werden durch langlebige Steckverbinder mit Geräten verbunden und Komponenten werden mit Eigenschaften verwendet, die für eine industrielle Umgebung geeignet sind, die sich durch extreme Temperaturen, Feuchtigkeit, aggressive Substanzen und Vibrationen auszeichnet; für die Erfassung und Verteilung von Signalen, Daten, Automatisierung und Prozesssteuerung, d. h. Prozesskommunikation innerhalb der Prozess- und Leitebene, werden OT-Netze eingesetzt. Die Prozesskommunikation erfolgt zwischen der Steuereinheit und ihren Funktionselementen.

### **6.1.2.3.16 Kommunikationsschnittstellen und -protokolle von Prozessnetzen**

Schnittstellen und -protokolle von Steuereinheiten, Betriebsbusspezifikationen und -profile, Konzept- und Datentypen werden durch die Normenreihen STN EN 61158 und STN EN IEC 61784 Industrielle Kommunikationsnetze - Profile definiert. Dabei handelt es sich um Netzwerke mit Kommunikationsprotokollen verschiedener Typen wie Profibus DP, Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profinet, OPC UA usw., die die Bedingungen eines offenen Industriestandards gemäß der Normreihe STN EN 61131 erfüllen. Die Entwurfsdokumentation muss immer eine Lösung wählen, die die Kriterien der Funktionalität und Cybersicherheit erfüllt. Wann immer es möglich ist, sollte eine technische Lösung auf physikalischer Ebene Netze auf Basis eines industriellen Ethernet und nicht serielle Netze bevorzugen.

Wenn ein OpenSPS Open-Source-SPS-System für die Programmierung verwendet wird, müssen die Anforderungen der Normenreihe STN EN 61131 eingehalten werden.

Die Norm EN 61131 umfasst die Verwendung, Kommunikation und Programmierung von SPS und zugehörigen Peripheriegeräten wie PADT-Programmier- und Debugging-Tools, Remote-Geräten von RIOS-Input-Output-Systemen, RTU, HMI, Leitsystemen und Netzen. SPS und ihre zugehörigen Peripheriegeräte sind für den Einsatz in industriellen Umgebungen bestimmt und können als offene oder geschlossene Geräte zur Verfügung gestellt werden. Wenn eine SPS oder die zugehörigen Peripheriegeräte für den Einsatz in anderen Umgebungen bestimmt sind, müssen zusätzlich die spezifischen Anforderungen, Normen und Installationsverfahren für diese anderen Umgebungen auf die SPS und die zugehörigen Peripheriegeräte angewendet werden. Die Funktionalität eines programmierbaren Treibers kann auch auf einer bestimmten Hardware- und Softwareplattform wie einem universellen Computer oder einem PC mit industriellen Umgebungsmerkmalen durchgeführt werden. Die Norm STN EN 61131 gilt für alle Produkte, die die SPS-Funktion und die zugehörigen Peripheriegeräte ausführen. SPS, deren Anwendungsprogramm und zugehörige Peripheriegeräte gelten als Komponenten des Leitsystems.

Aus Gründen der Sicherheit sind diese LAN von technischen Einrichtungen streng getrennt und haben einen streng kontrollierten Zugang. Um LAN miteinander zu verbinden, werden Switches oder Router zum WAN verwendet, die dem regionalen Telekommunikationsnetz der technischen Einrichtungen von Straßen entsprechen. Diese Verbindung über Netze, einschließlich Verbindungsleitungen und Internetzugang, muss den vorgeschriebenen Cybersicherheitsvorschriften entsprechen, siehe Artikel 6.2 dieser TS.

Spezifische Kommunikationsschnittstellen und Prozessnetzprotokolle werden im nicht-öffentlichen Teil der Entwurfsdokumentation definiert.

## **6.1.3 Datenaustausch, Anwendungsprotokolle und Datenmodelle**

### **6.1.3.1 Datenaustauschspezifikationen für Verkehrssteuerung und Verkehrsinformationen.**

Europäische Normen verwenden DATEX II gemäß den folgenden Normen für Datenaustauschspezifikationen für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformation:

- Hintergrund und Rahmenwerk EN 16157-1;
- Standortreferenz STN EN 16157-2;

- Offenlegung der Situation STN EN 16157-3;
- Anzeige von Wechselverkehrszeichen STN EN 16157-4;
- Anzeige der gemessenen und verarbeiteten Daten EN 16157-5;
- Anzeige von Parkplätzen STN P CEN/TS 16157-6;
- gemeinsame Datenelemente EN 16157-7.

Datex II legt die Komponenten fest, die erforderlich sind, um den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Daten und Informationen im Bereich Verkehr und Reisen zu unterstützen. Zu den Komponenten gehören das Rahmenwerk und der Kontext für den Modellierungsansatz, Dateninhalt, Strukturdaten und Beziehungen. Dies beinhaltet

- Verkehrs- und Reiseinformationen, die für Straßennetze (kommunal und städtisch) relevant sind;
- Informationen über öffentliche Verkehrsmittel, die für die Nutzung des Straßennetzes von unmittelbarer Bedeutung sind (z. B. Zug- oder Fährverbindungen);
- Verkehrs- und Reiseinformationen für kooperative intelligente Verkehrssysteme (C-ITS).

In der EU ist DATEX II, mit dem oben genannten Rahmenwerk der Normen STN EN 16157 die internationale Norm für alle Staaten. Andere alternative Formate und Kommunikationsprotokolle für den Datenaustausch für das Verkehrsmanagement und die Verkehrsinformationen sind in Artikel 6.1.3.2 dieser TS zusammengefasst.

Dieser Artikel 6.1.3 dieser TS befasst sich nicht mit den Kommunikationsschnittstellen und Protokollen der in den einschlägigen Abschnitten des Artikels 6.1.2 dieser TS behandelten Verfahrensnetze.

Bei der Kommunikation innerhalb einzelner ITS, die über Leitsysteme mit höherer Priorität mit Systemen mit höherer Priorität verbunden sind, ist es erforderlich, Daten und daraus resultierende Verkehrsdaten in Dateien und Datenbanken so zu sammeln, dass der Austausch von Daten für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen gemäß diesem Artikel 6.1.3 dieser TS auf einfachste und geeignete Weise ermöglicht wird. Dazu sollten die Inhalte von Dateien und Datenbanken möglichst effizient mit Administratoren und Dritten geteilt werden. Alles in Übereinstimmung mit den Regeln der Cybersicherheit gemäß Artikel 6.2 dieser TS.

### **6.1.3.2 Alternative Formate und Kommunikationsprotokolle für den Datenaustausch**

In [Z27] und in anderen nachfolgenden delegierten Verordnungen der Kommission wird festgelegt, dass die erhobenen Daten auf einfache Weise, auch aus der Ferne, mit allen einschlägigen Mitteln zur Verfügung gestellt werden, um ihre Fernerhebung durch alle Betreiber zu erleichtern. Öffentliche oder private Betreiber und Dienstleister verwenden DATEX-II-Profile oder andere international kompatible Formate, um die Interoperabilität von Informationsdiensten in der gesamten Europäischen Union zu gewährleisten. Für die gemeinsame Nutzung und den Austausch von Daten wird das DATEX II-Format oder ein mit DATEX II kompatibles internationales maschinenlesbares Format verwendet.

[L5] listet DATEX II als die empfohlene Norm und Spezifikation für die oben genannten Schnittstellen auf. Da es sich um ein EU-Umsetzungsdokument handelt, gilt die empfohlene Norm DATEX II als am besten geeignet.

Dieser Artikel 6.1.3.2 dieses TS enthält alternative Formate und Kommunikationsprotokolle für den Datenaustausch für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen für Artikel 6.1.3.1 dieser TS. Diese Bestimmung ist nicht erschöpfend und es gibt andere Optionen. Die Datenaustauschspezifikationen für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen folgen der vom Administrator genehmigten Entwurfsdokumentation. Die Anwendung von Kommunikationsprotokollen muss den Vorschriften für die Cybersicherheit gemäß Artikel 6.2 dieser TS entsprechen.

### **6.1.3.3 Datenaustauscheinheiten und Arten von Informationsinhalten**

Datenaustauschspezifikationen werden zwischen zwei der folgenden Einheiten verwendet:

- Verkehrsinformationszentren (TIC);

- Verkehrsleitstellen (TCC);
- Dienstleister (DL).

für mindestens die folgenden Arten von Informationsinhalten:

- Informationen über Straßenverkehrsergebnisse;
- geplante und außerplanmäßige Veranstaltungen im Straßennetz und in der Umgebung;
- Informationen über vom Betreiber initiierte Tätigkeiten, einschließlich beratender und verbindlicher Maßnahmen;
- Daten zur Straßenverkehrsmessung, Statusdaten und Fahrzeitdaten;
- für Verkehrsteilnehmer relevante Reiseinformationen, einschließlich Wetter- und Umweltinformationen;
- Verkehrsleitinformationen und -hinweise zur Nutzung des Straßennetzes.

Dieser Ansatz wird mit formalen Methoden beschrieben und bietet einen Referenzrahmen gemäß der Normenreihe STN EN 16157.

#### **6.1.3.4 Datenaustausch mit C-ITS und Dritten**

Das intelligente Verkehrssystem sowie öffentliche Kommunikationsnetze vermitteln und bieten in einigen Fällen direkt die Kommunikation spezifischer Daten an die Leitsysteme mit höherer Priorität des Straßenverwalters und an Systeme der höheren Priorität der Polizei, Rettungsdienste und anderer Einrichtungen der Ebene 3 oder 4. Dies sind spezifische e-Call, C-ITS, CCAM, C-ITS in urbanisierten Umgebungen und C-ITS in Grenzgebieten und grenzüberschreitenden Gebieten, Verkehrsverstöße und verschuldensunabhängige Haftung, Fahrzeugnavigationssysteme, Fahrzeug-Infotainment-Systeme, Reiseinformationssysteme, Elektromobilität und erneuerbare Energien, MaaS, städtische Luftmobilität usw., von denen einige vorhanden sind und voll funktionsfähig sind, und von denen einige entwickelt werden und davon auszugehen ist, dass sie eine zunehmend wichtige Rolle aus der Sicht der Fachleute, der Öffentlichkeit und der Luftfahrtunternehmen spielen werden. Dies sind Daten und Informationen, die auf Big Data basieren, was es dem Administrator ermöglicht, zusätzliche wichtige und nützliche Funktionen vom System zu erhalten und anzufordern.

Für ausführlichere allgemeine Anforderungen an die in diesem Artikel genannten Systeme, deren Zusammenschaltung und Datenaustausch siehe Artikel 4.5.14 dieser TS.

#### **6.1.3.5 Ziele in Bezug auf den Datenaustausch**

Die Ziele der oben genannten Anforderungen sind:

- Förderung der Verkehrssicherheit;
- Erleichterung der Erreichung des LoS, d. h. des Verkehrsflusses;
- innovationsunterstützte Neuregulierung und Governance;
- Beitrag zur ökologischen und klimatischen Nachhaltigkeit.

## **6.2 Cybersicherheit**

### **6.2.1 Rechtsrahmen für Cybersicherheit**

Der grundlegende Rechtsrahmen für Cybersicherheitsfragen, der sich aus den Bestimmungen des Gesetzes [Z16] und dessen Durchführungsvorschriften zusammensetzt. Dies bedeutet, dass die Anforderungen an die Einhaltung allgemeiner Sicherheitsmaßnahmen zumindest im Umfang der Sicherheitsmaßnahmen gemäß [Z16] Abschnitt 20, nach den Bestimmungen des Gesetzes [Z20] und seinen Durchführungsvorschriften, insbesondere das Dekret [Z19] der nationalen Sicherheitsbehörde, die den Inhalt der Sicherheitsmaßnahmen, den Inhalt und die Struktur der Sicherheitsdokumentation sowie den Umfang der allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen festlegt, erfüllt werden müssen. Ein weiterer Rahmen besteht aus verwandten technischen Normen (STN EN ISO/IEC) sowie technischen Vorschriften für den Straßenverkehrssektor. Die vorgeschlagenen Sicherheitsmaßnahmen müssen mit der Sicherheitsstrategie und den Sicherheitsrichtlinien der Administratoren (im Folgenden „Sicherheitsdokumentation“) und der TPR im Einklang stehen und diesen entsprechen. Gemäß den obigen Ausführungen müssen die technische Lösung, der Entwurf, die Implementierung und der Betrieb von Ausrüstungen, technischen und elektrischen Einrichtungen, einschließlich ITS auf Straßen, konform sein. Bei der Anwendung der Bestimmungen einzelner Rechtsakte, Normen und

Verordnungen ist es erforderlich, die Art der behandelten Objekte zu berücksichtigen, und der Vorschlag muss mit dem Kunden besprochen und vereinbart werden, was im Falle der Umsetzung die Interessen des Verwalters vertritt. Die Methode der Kategorisierung und des Inhalts der öffentlichen Verwaltung informationstechnologischer Sicherheitsmaßnahmen wird gemäß [Z38] festgelegt.

### 6.2.2 Technischer normativer Rahmen für Cybersicherheit

Die Normen ISO/IEC 27019 und STN EN IEC 62443-2-4 sind wie folgt zu verwenden: ISO/IEC 27019 ist ein Leitfaden basierend auf ISO/IEC 27002 für Prozessleitsysteme, die im Energiedienstleistungssektor eingesetzt werden, um die Erzeugung oder Generierung, Übertragung, Speicherung und Verteilung von Strom, Gas, Öl und Wärme zu steuern und damit verbundene Unterstützungsprozesse zu steuern, insbesondere zentrale und verteilte Prozesssteuerungs-, Überwachungs- und Automatisierungstechnik sowie Informationssysteme, die für ihren Betrieb verwendet werden, wie Programmier- und Parametriergeräte. Er umfasst auch digitale Steuerungen für Automatisierungskomponenten wie Steuerungs- und Bediengeräte oder SPS, einschließlich digitaler Sensorelemente und Aktoren. Er umfasst auch alle anderen unterstützenden Informationssysteme, die im Bereich Prozessmanagement, Datenvisualisierungsaufgaben und für Kontroll-, Überwachungs-, Datenarchivierungs-, Historienerfassungs-, Berichts- und Dokumentationszwecke verwendet werden; Kommunikationstechnologien, die in der Prozesssteuerung verwendet werden, z. B. Netz-, Telemetrie-, Fernsteuerungsanwendungen und Fernsteuerungstechnik; Komponenten der Advanced Metering Infrastructure (AMI) – intelligente Zähler; Instrumente zur Messung von Emissionen; digitale Schutz- und Sicherheitssysteme; Schutzrelais, Sicherheits-SPS, Notsteuerungsmechanismen; Energiemanagementsysteme, verteilte Energieressourcen (DER), Stromladeinfrastruktur in privaten Wohngebäuden oder Industrieanlagen von Kunden; verteilte Komponenten intelligenter Netzmgebungen; alle in den oben genannten Systemen installierten Software, Firmware und Anwendungen; alle Räumlichkeiten, in denen sich die oben genannten Einrichtungen und Systeme befinden; Fernwartungssysteme für diese Systeme. Die wichtigsten Grundsätze, die auf ISO/IEC 27002 basieren, werden durch den „Verfahrenskodex für Informationssicherheitskontrolle“ für das Informationssicherheitsmanagement, das auf Prozessmanagementsysteme angewendet wird, abgedeckt. ISO/IEC 27002 wird auf dem Gebiet der Prozessleitsysteme und Automatisierungstechnik angewendet, die ein standardisiertes und spezifisches Informationssicherheitsmanagementsystem (ISMS) gemäß ISO/IEC 27001 bis zur Prozessmanagement-Ebene implementieren. Zusätzlich zu den Sicherheitszielen und Maßnahmen unter ISO/IEC 27002 gehören dazu besondere spezifische Anforderungen an die Entwicklung, den Betrieb, die Reparatur, die Wartung und das Betriebsumfeld von Prozessleitsystemen. Die Prozesstechnik ist ein integraler Bestandteil kritischer Infrastrukturen, da sie für den sicheren und zuverlässigen Betrieb von Infrastrukturen unerlässlich ist. Unterschiede und Merkmale müssen bei den Steuerungsprozessen für Prozessleitsysteme gebührend berücksichtigt werden und rechtfertigen eine gesonderte Anwendung innerhalb der Normenreihe ISO/IEC 27000.

In Bezug auf Design und Funktion sind Prozessleitsysteme Informationsverarbeitungssysteme. Sie erfassen Prozessdaten und überwachen den Zustand physikalischer Prozesse mithilfe von Sensoren. Die Systeme verarbeiten diese Daten und generieren Steuerausgänge, die Aktivitäten durch Aktoren regulieren. Steuerung und Regulierung erfolgt automatisch, aber auch manueller Bedienereingriff ist möglich. Informations- und Informationsverarbeitungssysteme sind daher ein wesentlicher Bestandteil der betrieblichen Prozesse innerhalb der Dienste. Es ist wichtig, dass angemessene Sicherheitsvorkehrungen in gleicher Weise angewandt werden wie bei anderen Organisationseinheiten. In Prozessmanagementumgebungen müssen Software- und Hardwarekomponenten sowie programmierbare Logiken auf Basis der Standard-IKT-Technologie eingesetzt werden. Die Risiken, die sich aus dem Trend der zunehmenden Systemkomplexität ergeben, müssen bei der Risikobewertung bewertet werden. Informations- und Informationsverarbeitungssysteme in Prozessmanagementumgebungen sind auch einer zunehmenden Anzahl von Bedrohungen und Schwachstellen ausgesetzt. Eine angemessene Informationssicherheit muss im Prozessmanagement durch die Implementierung und kontinuierliche Verbesserung des ISMS gemäß ISO/IEC 27001 erzielt werden. Eine wirksame Informationssicherheit im Prozessmanagement ist durch die Festlegung, Umsetzung, Überwachung, Überprüfung und gegebenenfalls Verbesserung der anwendbaren Maßnahmen zur Erreichung der spezifischen Sicherheits- und Geschäftsziele der Organisation zu erreichen. Besondere Aufmerksamkeit muss der besonderen Rolle der Administratoren im Unternehmen und der wirtschaftlichen Notwendigkeit einer sicheren und zuverlässigen Energieversorgung und dem Betrieb der Infrastruktur gewidmet werden.

Der Gesamterfolg der Cybersicherheit von energierelevanten Industrien und Infrastrukturen beruht auf gemeinsamen Bemühungen aller Interessenträger.

Die Normenreihe ISO/IEC 27000 repräsentiert internationale Normen für das Informationssicherheitsmanagement, abgeleitet von den britischen Normen der Reihe BS 7799. Die Übersicht von CSIRT MIRRI SR [Computer Security Incident Response Team des Ministeriums für Investitionen, regionale Entwicklung und Informatik der Slowakischen Republik] enthält die Namen und Bezeichnungen der einzelnen Normen zusammen mit ihrer Beschreibung.

Die STN EN IEC 62443-2-4 spezifiziert einen umfassenden Satz von Sicherheitsfunktionen für IACS-Dienstleister, die sie dem Eigentümer und Administrator während der Integration und Wartung der Automatisierungslösung anbieten können. Da nicht alle Anforderungen für alle Branchengruppen und Organisationen gelten, bietet der Standard die Entwicklung von Profilen, die eine Teilmenge dieser Anforderungen ermöglichen. Profile werden verwendet, um dieses Dokument an bestimmte Umgebungen anzupassen, einschließlich nicht-IACS-basierter Umgebungen. Die Normenreihe STN EN IEC 62443 eignet sich für die Cybersicherheit industrieller OT-Systeme und umfasst folgende Bereiche:

STN EN IEC 62443-1 Allgemeine Terminologie, Richtlinien, Cybersicherheitsmodelle;

STN EN IEC 62443-2 Prozessmanagement, organisatorische Cybersicherheitssicherung und Anforderungen an Betreiber;

STN EN IEC 62443-3 Empfehlungen und Anforderungen für Systeme, Anforderungen an Integrator, Auftragnehmer, insbesondere

- STN EN IEC 62443-3-1 Sicherheitstechnologien für OT;
- STN EN IEC 62443-3-2 Risikomanagement bei der Entwicklung von Systemen;
- STN EN IEC 62443-3-3 Systemsicherheitsanforderungen und Sicherheitsniveaus;

STN EN IEC 62443-4 Empfehlungen und Anforderungen für Instrumente, Endgeräte, Herstelleranforderungen.

### **6.2.3 CSIRT- und CERT-Empfehlungsrahmen für Cybersicherheit in IT und OT**

Die Grundsätze der IT- und OT-Cybersicherheit, alle Teile der IKT von Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen müssen den grundlegenden Empfehlungen für alle wesentlichen Dienstebetreiber, die Industrieanlagen betreiben, folgen. „CERT“ ist eine eingetragene Marke. Die nationale SK-CERT-Einheit ist ein Zertifikatsinhaber.

Die NSB arbeitet mit zentralen Behörden, anderen Regierungsbehörden und CSIRT-Einheiten, Betreibern wesentlicher Dienste und Anbietern digitaler Dienste bei der Erfüllung von Aufgaben im Rahmen des Cybersicherheitsgesetzes zusammen. Die NSB akkreditiert die CSIRT, mit Ausnahme des nationalen CSIRT und des CSIRT der Regierung, und stellt sie auf die Liste der akkreditierten CSIRT. Die Behörde richtet das nationale Cybersicherheitszentrum als Organisationseinheit ein, die den Status eines nationalen CSIRT mit Zuständigkeit für die Slowakische Republik hat. Das nationale SK-CERT erhält den höchsten Grad an Mitgliedschaft als Trusted Introducer – „Certified“-Status, was es zu einem der fortschrittlichsten CSIRT/CERT macht.

Die Organisation kommuniziert mit CSIRT und SK-CERT über den Cybersecurity Manager mindestens:

- bei Meldung eines kritischen Sicherheitsvorfalls; und
- um Hilfe und Empfehlungen im Umgang mit Sicherheitsvorfällen zu suchen.

### **6.2.4 Empfehlungen für die Cybersicherheit von IT und OT**

Laut SK-CERT werden OT-Systeme (auch als ICS – Industrial Control System oder IACS – Industrial Automation and Control Systems bezeichnet) zur Signalisierung und Überwachung, Messung und Regulierung industrieller technischer Einrichtungen in verschiedenen Bereichen und Sektoren wie Herstellung, Chemie, Gas, Metallurgie, Energie, Verkehr, Wasserwirtschaft u. a. eingesetzt.

OT-Systemterminals sind verschiedene Instrumente (Hardware inklusive Software) mit spezifischen Funktionen wie in unserem Fall (für die Zwecke dieser TS), insbesondere SPS, PC, PLS, SCADA-

Komponenten und -Einheiten, Fernsteuerterminals, automatisierte Gebäudesysteme, Leitsysteme für Straßenabschnitte und technische Straßenabschnitte. Ein Cyberangriff auf das OT-System bedeutet nicht nur eine Gefahr von Schäden an den Endgeräten selbst, sondern vor allem eine Gefahr von Schäden an der Technologie selbst, Straßenausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen, mit potenziellen Auswirkungen auf das Leben, die Gesundheit und das Eigentum von Menschen sowie eine potenzielle Bedrohung für die Umwelt. Die Cybersicherheit von IT- und OT-Systemen ist in ihren Grundfunktionen ein ähnliches Thema. Dennoch haben OT-Systeme ihre eigenen Besonderheiten. Ein Vergleich der charakteristischen Merkmale der Systeme wird durch die folgende Tabelle 30 mit geänderten und ergänzten Merkmalen speziell für den Verkehrssektor, nämlich die technischen Einrichtungen von Straßen, gezeigt.

Tabelle 31 Vergleich der Besonderheiten von IT- und OT-Systemen

IKT-Systeme	IT	OT (ICS, IACS)
Hauptprozesse	Verarbeitung von Informationen	Management technologischer Prozesse
Lebenszyklus	4-6 Jahre	15-20 Jahre
Patch-Management	2- bis 3-mal pro Jahr	1-mal pro Jahr bis 1-mal in 2 Jahren
Zugänglichkeit	akzeptierte Ausfälle	24/7
Kommunikationsprotokolle	TCP/IP:	IEC, EN IEC und STN EN IEC 61850, 61131, 16157

### 6.2.5 Gewährleistung eines hohen gemeinsamen Cybersicherheitsniveaus

Der Europäische Wirtschafts- und Sozialausschuss (EWSA) fordert eine aktive Cyberabwehrpolitik der EU und betont die Notwendigkeit einer besseren Vorbereitung auf Cyberangriffe, insbesondere für kritische Infrastrukturen. [Z34] empfiehlt, dass sich die EU-Mitgliedstaaten zu einer kontinuierlichen raschen Reaktion verpflichten und die Cybervorsorge und -leistung der EU-Krisenreaktionsmechanismen bewerten, wobei der Schwerpunkt auch auf den in der Richtlinie genannten kritischen Sektoren liegt [Z33].

Die Verringerung der Abhängigkeit der EU von Drittländern ist von entscheidender Bedeutung, um die strategische Autonomie der EU zu gewährleisten. Der EWSA hält es für unerlässlich, dass die EU einen mittelfristigen Ansatz für die Autonomie bei Schlüsseltechnologien verfolgt, und fordert Forschungs- und Produktionseinrichtungen, die von in der EU ansässigen Unternehmen eingerichtet wurden und dass sich die einschlägige europäische Industriepolitik auf Folgendes konzentrieren sollte: autonomes Ökosystem für Cybersicherheit. Um die Cybersicherheitsautonomie der EU zu unterstützen, muss eine dynamische Plattform für Tests und Informationsaustausch in Echtzeit eingerichtet oder vom Privatsektor übernommen werden, wobei der Schwerpunkt auf der Ermittlung von derzeit fehlenden Fähigkeiten liegt. [Z33] und die Richtlinie über die Resilienz kritischer Einrichtungen enthalten spezifische nationale und sektorale Verpflichtungen für den EU-Rahmen für die Cyberabwehr. Investitionen in die Cyberabwehr müssen priorisiert werden, um EU-Bürger und kritische Infrastrukturen zu schützen. IoT-Geräte müssen ebenso geschützt werden wie herkömmliche Geräte, und der EWSA fordert, dass über IDAM-Plattformen ein Mindestmaß an Sicherheit gewährleistet wird. Die Zertifizierung ist eine Schlüsselmethode, um ein höheres Sicherheitsniveau zu gewährleisten, und der neue Ansatz der EU für die Zertifizierung legt mehr Wert auf die Sicherung des Internets der Dinge. Öffentlich-private Partnerschaften haben sich als der wirksamste Ansatz zur Verbesserung der Cybersicherheit des gesamten digitalen Ökosystems erwiesen, können aber nicht einseitig sein, da öffentliche Einrichtungen ihre Informationen mit dem Privatsektor teilen müssen.

Gemäß [Z33] sollten angesichts der sich rasch entwickelnden Bedrohungslandschaft Resilienzmaßnahmen vorrangig in Schlüsselsektoren ergriffen werden, wie z. B.: Energie, digitale Infrastruktur, Verkehr und Raumfahrt sowie in anderen von den Mitgliedstaaten ermittelten relevanten Sektoren. Diese Maßnahmen sollten darauf abzielen, die Widerstandsfähigkeit kritischer Infrastrukturen unter Berücksichtigung relevanter Risiken, insbesondere Kaskadeneffekte, zu erhöhen. Unterbrechung der Lieferkette, Abhängigkeit, Auswirkungen des Klimawandels, unzuverlässige Anbieter und Partner und hybride Bedrohungen und Kampagnen, einschließlich Manipulation und Einmischung ausländischer Informationen. In Bezug auf die nationalen kritischen Infrastrukturen muss

angesichts der möglichen Folgen kritischen Infrastrukturen mit erheblicher grenzüberschreitender Gültigkeit Vorrang eingeräumt werden. Die Mitgliedstaaten werden aufgefordert, solche Resilienzmaßnahmen rasch umzusetzen und dabei den im Rechtsrahmen dargelegten Ansatz beizubehalten.

Energie- und Verkehrssektoren sind von Bedrohungen im Zusammenhang mit der digitalen Infrastruktur betroffen, im Zusammenhang mit Geräten, die digitale Komponenten enthalten. Die Sicherheit der damit verbundenen Lieferketten ist wichtig für die Kontinuität der Erbringung wesentlicher Dienstleistungen und für die strategische Kontrolle kritischer Infrastrukturen im Energiesektor. Diese Umstände müssen vom Administrator bei der Ergreifung von Maßnahmen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit kritischer Infrastrukturen gemäß dieser Empfehlung berücksichtigt werden. Es muss sichergestellt werden, dass die Mitgliedstaaten und ihre Infrastrukturbetreiber die Umsetzung der in der 5G-Cybersicherheits-Toolbox der EU empfohlenen Maßnahmen und Festlegung von Beschränkungen für Anbieter mit hohem Risiko erzielen, da Verzögerungen die Anfälligkeit von Netzen im Staat und in der EU erhöhen können. Der physische und nicht-physische Schutz kritischer und sensibler Teile von 5G-Netzen muss gestärkt werden, auch durch strenge Zugangskontrollen. Darüber hinaus muss geprüft werden, ob ergänzende Maßnahmen erforderlich sind, um ein einheitliches Maß an Sicherheit und Widerstandsfähigkeit von 5G-Netzen zu gewährleisten.

### 6.2.6 Grundprinzipien der Cybersicherheitsarchitektur

Die Grundprinzipien der Cybersicherheitsarchitektur nach SK-CERT sind:

- Sicherheit durch Design – Cybersicherheitsmerkmale müssen ein wesentlicher Bestandteil des Entwurfs und der Entwicklung von Komponenten sein;
- Mindestanforderungen an das Know-how-Prinzip, dass Cybersicherheitsfunktionen benutzerfreundlich sein müssen und keine Kenntnisse auf Administratorebene erfordern;
- Gestaffeltes Sicherheitskonzept („Defence in Depth“) – der Grundsatz komplexer Cybersicherheitslösungen auf mehreren Ebenen;
- Redundanzprinzip, das Grundprinzip der Betriebssicherheit, das sicherstellt, dass ein individueller Ausfall nicht den gesamten oder einen wesentlichen Teil des Systems außer Betrieb setzt und nicht verfügbar macht.

Die HAUPT-Prinzipien der Informationssicherheit sind:

- Gewährleistung der Vertraulichkeit der übermittelten Daten;
- Gewährleistung der Integrität und Unversehrtheit der übermittelten Daten während des gesamten Übertragungspfads;
- Sicherstellung der Verfügbarkeit der übermittelten Daten.

### 6.2.7 Prinzip des Umgangs mit dem Lebenszyklus von Informationsgütern und Sicherheitsvorfällen

Arten von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Lebenszyklus von Informationsgütern [L11]:

- bestehende Maßnahmen sind bereits zum Zeitpunkt der Konzeption oder Umsetzung des Systems von Natur aus eingebettet;
- erweiterte (verbesserte) Maßnahmen werden auf das eingeführte System angewendet, um ein bereits im normalen Betrieb des Systems festgestelltes Risiko zu behandeln; Sie werden in der Regel von einem Mitarbeiter vorgeschlagen, der für die Koordinierung der Cybersicherheit und der Informationssicherheit zuständig ist;
- zusätzliche Maßnahmen werden vom Auditor im Prüfbericht empfohlen, um das im Cybersicherheitsaudit festgestellte Risiko anzugehen.

Für die Umsetzung von Maßnahmen zur Risikominderung müssen die Maßnahmen unterteilt werden in:

- operative Maßnahmen, deren Umsetzung zeit- und kostenaufwendig ist, die aber eine unmittelbare Wirkung auf die Risikominderung haben;
- systemische, organisatorische und umfassendere technische Maßnahmen mit langfristigem Risikominderungseffekt.

Die Reihenfolge, in der die vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt werden, der sogenannte Umsetzungsplan, wird im Rahmen einer Sicherheitsstrategie oder eines Sicherheitsprojekts

ausgearbeitet. Dieses Programm hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die bei der Konzeption berücksichtigt werden müssen. Zu diesen Faktoren gehören:

- Prioritäten, die sich aus der Risikobewertung ergeben;
- die zur Durchführung der Maßnahmen erforderlichen Ausgaben;
- Bereitschaft und Fähigkeit der Organisation zur Durchführung von Maßnahmen (technische, organisatorische, finanzielle);
- Unterstützung durch die Organisationsleitung bei der Durchführung der Maßnahmen.

Im Rahmen des Umgangs mit einem Cybersicherheitsvorfall und einem schwerwiegenden Cybersicherheitsvorfall finden folgende Tätigkeiten statt:

- Ermittlung der Art des gemeldeten Cybersicherheitsvorfalls (Klassifikation von Sicherheitsvorfällen);
- Ermittlung des Ausmaßes eines Cybersicherheitsvorfalls (betroffene Organisationen und Systeme);
- Festlegung einer Priorität für die Behebung des Cybersicherheitsvorfalls und Schlüsselziele wie:
  - vollständige oder teilweise Berichtigung;
  - Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands;
  - Ermittlung des Ursprungs des Cybersicherheitsvorfalls;
  - Begrenzung der Ausbreitung des Cybersicherheitsvorfalls;
  - Beseitigung der Ursache des Cybersicherheitsvorfalls usw.;
- eine vorläufige Schätzung der Schwierigkeiten bei der Bewältigung des Cybersicherheitsvorfalls;
- die Entscheidung, die Mitarbeiter der Organisation oder gegebenenfalls andere betroffene Organisationen/Personen, staatliche Einrichtungen oder die Öffentlichkeit zu informieren;
- Festlegung der Lösung und der erforderlichen Kapazitäten;
- Ermittlung der einschlägigen Qualifikationskompetenzen, die zur Behebung des Cybersicherheitsvorfalls erforderlich sind;
- Entscheidung über die mögliche Einbeziehung externer Akteure in den Umgang mit dem Cybersicherheitsvorfall;
- Entscheidung über die mögliche rechtliche Fortführung der Vorfallsbehebung;
- Abwicklung des Cybersicherheitsvorfalls nach einem festgelegten Verfahren;
- unter Berücksichtigung des Cybersicherheitsvorfalls, gegebenenfalls Berichtigung von Schätzungen, Entscheidungen und festgelegten Verfahren;
- Entscheidung darüber, wie der Vorfall abgeschlossen werden soll;
- Entscheidung über Korrekturmaßnahmen.

#### **6.2.7.1 Cybersicherheitsaudit**

Der Administrator muss ein Cybersicherheitsaudit auf der Grundlage von [L11] durchführen.

#### **6.2.7.2 Testen spezifischer Eigenschaften im Hinblick auf die Cybersicherheit**

Artikel 6.2.7.1 dieser TS enthält die Anforderung, ein Cybersicherheitsaudit durchzuführen. Wenn jedoch Arbeit geliefert wird, muss dies nicht ein vollständiges Cybersicherheitsaudit beinhalten, sondern das Testen spezifischer Eigenschaften im Hinblick auf die Cybersicherheit der gelieferten Arbeit.

#### **6.2.8 Technische Mindestanforderungen für die OT-Cybersicherheit**

Technische Mindestanforderungen für die Cybersicherheit von OT-Systemen: Das „Defence-in-Depth“-Konzept (Konzept der gestaffelten Sicherheit) sieht vor, dass die technischen Mindestanforderungen an die Cybersicherheit auf Ebene der einzelnen Komponenten für jedes einzelne OT-Gerät – Endgeräte (die Elemente wie Mikroprozessoreinheit, Betriebssystem und Kommunikationsschnittstellen enthalten) gelten. Einzelne Funktionen der aktiven gestaffelten Cybersicherheit müssen auf der Ebene der Hardware und des Betriebssystems von Endgeräten implementiert werden.

Die spezifischen technischen Mindestanforderungen hängen von den spezifischen Anwendungen der einzelnen Systeme ab, in denen das Gerät verwendet wird. Die Verfügbarkeit des OT-Systems für Straßenausstattung, technische und elektrische Einrichtungen, das für einen technischen Straßenabschnitt rund um die Uhr verfügbar sein soll, gilt für die Teile der technischen Einrichtungen, die in der Entwurfsdokumentation für die Umsetzung und in der vom Administrator genehmigten Betriebsdokumentation aufgeführt sind, und diese Teile erfüllen die entsprechenden technischen Mindestanforderungen für die Cybersicherheit. Ähnlich wie in Artikel 2.3.1 für Redundanz ausgeführt,

muss das Niveau der Cybersicherheit so ausgelegt sein, dass sie nicht zu weniger als zu mehr Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Systemen führt – um kein übermäßig komplexes System zu schaffen, das anfällig für verschiedene Probleme und Störungen ist.

Die Entwurfs- und Betriebsdokumentation muss auch Lösungen für das System zur Erkennung von Cyberangriffen und das Cyberangriffsverhütungssystem auf gesetzlicher Ebene enthalten. Diese Lösungen müssen zusammen mit dieser Dokumentation vom Straßenverwalter genehmigt werden. Neben Ersatzteilen für OT muss es auch Vorkehrungen für Upgrade und Support (Patch-Management) durch den Hersteller für die gesamte Lebensdauer des Systems (mindestens 15 bis 20 Jahre) geben. Die Betriebsdokumentation muss auch Verfahren für den Umgang mit OT-Cybervorfällen enthalten.

Technische Mindestanforderungen zur Gewährleistung der Cybersicherheit sind gemäß [T22] für alle Leitsysteme technischer Einrichtungen von Straßen entsprechend den Angaben in der genehmigten Entwurfsdokumentation anzuwenden. Diese technischen Mindestanforderungen werden entsprechend der Kategorisierung der Kritikalität von Systemen im Sinne von [Z16] und [Z19] festgelegt.

## **6.3 Zusammenfassung der gemeinsamen Anforderungen an das Telekommunikationsnetz und die Cybersicherheit**

### **6.3.1 Telekommunikationsnetze von Straßen. Gemeinsame Anforderungen – Zusammenfassung**

#### **6.3.1.1 Allgemeines**

Telekommunikationsnetze von Straßen gewährleisten die Datenübertragung innerhalb der Ausrüstung, technischen und elektrischen Einrichtungen einer Straße. Datenübertragungen dienen für die Kommunikation zwischen OT-Systemen, Steuereinheiten, zwischen verschiedenen Systemen, zwischen bestimmten Geräten, für die Kommunikation innerhalb von Prozessnetzen, Übertragungen an Leitsysteme und Leitsysteme mit höherer Priorität oder deren gegenseitige Kommunikation, Übertragungen für die Bedürfnisse von IT-Administratoren, die Fähigkeit zur Verbindung mit den Vertragspartnern des Administrators, Verbindung mit C-ITS, Übertragungen für IT-Systeme der Polizei, Feuerwehr und Notdienste, Systeme mit höherer Priorität 3 oder 4, intelligente Verkehrssysteme, MaaS, Vernetzung mit internationalen intelligenten Verkehrssystemen, Mobilitäts- und MaaS-Systemen und Vernetzung von Verwaltern von Straßen mit unterschiedlicher infrastruktureller und verkehrstechnischer Bedeutung.

#### **6.3.1.2 Planung**

Siehe Kapitel 8 dieser TS.

#### **6.3.1.3 Umsetzung**

Die Einrichtung eines Telekommunikationsnetzes von Straßen beruht auf Rechtsvorschriften, technischen Standards, TPR und den Vorschriften des Artikels 6.1 dieser TS.

#### **6.3.1.4 Betrieb und Wartung**

Der Betrieb und die Wartung eines Telekommunikationsnetzes von Straßen basieren auf Rechtsvorschriften, technischen Standards, TPR und den Vorschriften des Artikels 6.1 dieser TS.

### **6.3.2 Cybersicherheit Gemeinsame Anforderungen – Zusammenfassung**

#### **6.3.2.1 Allgemeines**

Die Einhaltung der Vorschriften und Verfahren für die Umsetzung von Cybersicherheitsprozessen sollte die Cybersicherheit von Daten, Informationen und Systemen technischer Einrichtungen von Straßen, des Fernmeldenetzes und der Leitsysteme der Straßennetzinfrastruktur gewährleisten.

#### **6.3.2.2 Planung**

Grundannahmen – siehe Kapitel 8 dieser TS.

Die Cybersicherheit muss die Anforderungen des Artikels 6.2 dieser TS erfüllen.

### 6.3.2.3 Umsetzung

Bei der Umsetzung der Cybersicherheit ist es notwendig, die Anforderungen des Artikels 6.2 dieser TS zu erfüllen.

### 6.3.2.4 Betrieb und Wartung

Während des Betriebs und der Wartung ist es notwendig, die Anforderungen des Artikels 6.2 dieser TS zu erfüllen.

## 7 Betrieb und Wartung

Kapitel 4 5 und 6 enthalten zusammenfassende gemeinsame Betriebs- und Wartungsanforderungen für jeden von den Kapiteln erfassten Bereich, immer in dem betreffenden Artikel am Ende des Kapitels und gegebenenfalls in einigen anderen Artikeln. Wartungsstellen, technische Inspektionen, Reparaturen und Ersatzteillisten, Gebrauchsanweisungen und Gebäudebetriebshandbücher werden im BIM-System gemäß Artikel 2.2.2.2.4 erfasst.

Darüber hinaus sind die Inbetriebnahme und Durchführung von technischen Inspektionen für den Betrieb und die Wartung wichtig. Die Anforderungen für die entsprechenden Maßnahmen sind in [T19] festgelegt.

## 8 Entwurf und Dokumentation

### 8.1 Allgemeine Anforderungen an die Entwurfsdokumentation für technische Einrichtungen

Die Entwicklung und Erstellung von Entwurfsdokumentationen für ein informationstechnisches System (d. h. Ausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen einschließlich ITS-Systeme auf Straßen) wird durch [T5] geregelt.

Das Bauprojekt befasst sich mit der Dokumentation von Objekten, deren Liste in Artikel 4.6 dieser TS aufgeführt ist. Die Schritt-für-Schritt-Entwicklung und Einzelheiten werden in den einzelnen Phasen der Entwurfsdokumentation dargestellt. Die Dokumentation ist in einen gebäudetechnischen und einen technologischen Teil unterteilt.

Das Bauprojekt muss den Anforderungen der [Z9] und [Z23] entsprechen.

### 8.2 Allgemeine Grundsätze für die Projektvorbereitung für technische Einrichtungen

Die Basis für die Entwurfsdokumentation für Ausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen ist die nach dem verbindlichen Rechtsrahmen [Z9] und [Z23], STN 73 6100, STN 73 6101 sowie anderen STN, TPR und Anforderungen an Straßenverwalter erstellte Straßenplanungsdokumentation.

In Bezug auf Zusammensetzung und Struktur wird die Entwurfsdokumentation für Ausrüstung, technische und elektrische Einrichtungen nach System in Objekte unterteilt. Die tatsächliche Verteilung und Umsetzung der Anforderungen erfolgen nach den oben genannten Verfahren.

Jede Entwurfsdokumentation für technische Einrichtungen muss Folgendes enthalten: Identifizierung von Systemen mit höherer Priorität gemäß Artikel 4.4.2 dieser TS.

Erläuterung und Begründung von Klassifizierungsklassen, Umwelt, Auswirkungen und Stufen technischer Einrichtungen von Straßen gemäß Kapitel 3 dieser TS.

Die Übereinstimmung des Entwurfs mit [Z8], [Z9] und [Z43] ist zu erklären und zu begründen.

Für jeden Typ (jede Phase) der Dokumentation sind Zeilen, Symbole und Markierungen gemäß [T5], [T22] und Artikel 2.2.2.2.4 dieser TS zu verwenden.

Die Implementierung von BIM ist in Artikel 2.2.2.2.4 dieser TS spezifiziert.

Alle weiteren Entwurfs- und Dokumentationsanforderungen sind in [T5] aufgeführt.

### 8.3 Bestandsdokumentation

Gemäß [T5] muss für jeden Bau einer Straße, deren Modernisierung, Umbau oder Änderung eine Bestandsdokumentation erstellt werden. Der öffentliche Auftraggeber ist über den Auftragnehmer dafür verantwortlich, eine Bestandsdokumentation zu erhalten. Nach Fertigstellung und Abnahme der Arbeiten oder nach Genehmigung übergibt der öffentliche Auftraggeber die Bestandsdokumentation an den zuständigen Eigentümer der Straße oder des jeweiligen Gebäudes, der diese Dokumentation für die gesamte Lebensdauer des Bauwerks aufbewahren muss.

Angaben zu Inhalt und Umfang der Bestandsdokumentation sind in [T5] enthalten.

## 9 Lebenszyklus technischer Einrichtungen von Straßen

### 9.1 Lebenszyklus

Der Lebenszyklus von Geräten, technischen und elektrischen Einrichtungen einschließlich intelligenter Verkehrssysteme von Straßen erfordert regelmäßige Inspektionen, Wartungen und Reparaturen [T19]. Gemäß Tabelle 15. gehen diese TS gehen davon aus, dass die Lebensdauer von OT-Systemen 15 bis 20 Jahre und die Lebensdauer von IT-Systemen 4 bis 6 Jahre beträgt. Die Lebensdauer von technischen Einrichtungen und Sicherheitsausrüstungen (Ausrüstung) ist in Tabelle 3 von [T19] dargestellt. Aus einer Analyse früherer Inspektionen, die auch Bewertungen der Funktionalität der Systeme umfassen sollten, ist es möglich, den Umfang und die Zeitanforderungen für deren Upgrade vorzuschlagen.

### 9.2 Recycling und Entsorgung

Gebrauchte Komponenten am Ende ihrer Lebensdauer und nicht reparierbare Teile von Straßenausrüstungen, technischen elektrischen Einrichtungen müssen gemäß den geltenden Rechtsvorschriften recycelt bzw. entsorgt werden. Die Lebensdauer von Technologie- und Sicherheitsausrüstung und der Lebenszyklus von Komponenten und Systemen wird von [T19] als eine Reihe von Stadien, die ein Objekt von der Konzeption bis zur Entsorgung durchläuft, behandelt.