



Rat der  
Europäischen Union

034008/EU XXV. GP  
Eingelangt am 22/07/14

Brüssel, den 18. Juli 2014  
(OR. en)

11932/14  
ADD 1

TRANS 367

## ÜBERMITTLUNGSVERMERK

---

Absender: Europäische Kommission  
Eingangsdatum: 9. Juli 2014  
Empfänger: Generalsekretariat des Rates  
Nr. Komm.dok.: D031387/02 Annex 1

---

Betr.: ANHANG zu der VERORDNUNG DER KOMMISSION über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union

---

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument D031387/02 Annex 1.

---

Anl.: D031387/02 Annex 1

---

11932/14 ADD 1

bl

DGE 2 A

DE



EUROPÄISCHE  
KOMMISSION

Brüssel, den **XXX**  
[...](2014) **XXX** draft

ANNEX 1

**ANHANG**

**zu der**

**VERORDNUNG DER KOMMISSION**

**über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union**

**DE**

**DE**

**ANHANG**  
**zu der**  
**VERORDNUNG DER KOMMISSION**  
**über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union**

**INHALTSVERZEICHNIS**

1.	Einleitung .....	5
1.1.	Technischer Anwendungsbereich .....	5
1.2.	Geografischer Anwendungsbereich .....	5
1.3.	Inhalt dieser TSI.....	5
2.	Beschreibung des Teilsystems „Energie“ .....	6
2.1.	Begriffsbestimmungen .....	6
2.1.1.	Stromversorgung .....	6
2.1.2.	Geometrie der Oberleitung und Stromabnahmegerät .....	6
2.2.	Schnittstellen zu anderen Teilsystemen .....	7
2.2.1.	Einleitung .....	7
2.2.2.	Schnittstellen zwischen dieser TSI und der TSI „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ ....	7
3.	Grundlegende Anforderungen.....	7
4.	Merkmale des Teilsystems.....	9
4.1.	Einleitung .....	9
4.2.	Funktionale und technische Spezifikationen des Teilsystems .....	9
4.2.1.	Allgemeine Bestimmungen.....	9
4.2.2.	Eckwerte des Teilsystems „Energie“ .....	10
4.2.3.	Spannung und Frequenz .....	10
4.2.4.	Leistungsparameter der Energieversorgung.....	10
4.2.5.	Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand .....	11
4.2.6.	Nutzbremsung .....	11
4.2.7.	Koordination des elektrischen Schutzes.....	11
4.2.8.	Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen.....	11

4.2.9.	Geometrie der Oberleitung.....	11
4.2.10.	Stromabnehmerbegrenzungslinie .....	13
4.2.11.	Mittlere Kontaktkraft .....	13
4.2.12.	Dynamisches Verhalten und Stromabnahmehqualität .....	13
4.2.13.	Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung .....	14
4.2.14.	Fahrdrahtwerkstoff.....	15
4.2.15.	Phasentrennabschnitte .....	15
4.2.16.	Systemtrennabschnitte.....	16
4.2.17.	Streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem.....	17
4.2.18.	Schutz vor Stromschlag.....	17
4.3.	Funktionale und technische Spezifikationen der Schnittstellen.....	17
4.3.1.	Allgemeine Anforderungen.....	17
4.3.2.	Schnittstelle zum Teilsystem „Fahrzeuge“ .....	17
4.3.3.	Schnittstelle zum Teilsystem „Infrastruktur“.....	19
4.3.4.	Schnittstelle zum Teilsystem „Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung“.....	19
4.3.5.	Schnittstelle zum Teilsystem „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“ .....	19
4.4.	Betriebsvorschriften .....	19
4.5.	Instandhaltungsvorschriften .....	20
4.6.	Berufliche Qualifikationen.....	20
4.7.	Arbeitsschutz.....	20
5.	Interoperabilitätskomponenten.....	20
5.1.	Liste der Komponenten .....	20
5.2.	Leistungsmerkmale und Spezifikationen der Komponenten .....	21
5.2.1.	Oberleitung.....	21
6.	Bewertung der Konformität von Interoperabilitätskomponenten und EG-Prüfung der Teilsysteme .....	21
6.1.	Interoperabilitätskomponenten.....	21
6.1.1.	Konformitätsbewertungsverfahren.....	21
6.1.2.	Anwendung der Module.....	22
6.1.3.	Innovative Lösungen für Interoperabilitätskomponenten .....	22
6.1.4.	Besonderes Bewertungsverfahren für die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“ .....	22

6.1.5.	EG-Konformitätserklärung für die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“ .....	24
6.2.	Teilsystem „Energie“ .....	25
6.2.1.	Allgemeine Bestimmungen.....	25
6.2.2.	Anwendung der Module.....	25
6.2.3.	Innovative Lösungen.....	25
6.2.4.	Besondere Bewertungsverfahren für das Teilsystem „Energie“ .....	25
6.3.	Teilsysteme mit Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Erklärung.....	27
6.3.1.	Voraussetzungen .....	27
6.3.2.	Dokumentation.....	27
6.3.3.	Instandhaltung der gemäß Abschnitt 6.3.1 geprüften Teilsysteme .....	27
7.	Umsetzung der TSI „Energie“ .....	28
7.1.	Anwendung dieser TSI auf Eisenbahnstrecken.....	28
7.2.	Anwendung dieser TSI auf neue, erneuerte oder umgerüstete Eisenbahnstrecken ...	28
7.2.1.	Einleitung .....	28
7.2.2.	Umsetzungsplan für Spannung und Frequenz.....	28
7.2.3.	Umsetzungsplan für die Geometrie der Oberleitung .....	29
7.2.4.	Errichtung des streckenseitigen Energiedatenerfassungssystems .....	29
7.3.	Anwendung dieser TSI auf vorhandene Strecken.....	30
7.3.1.	Einleitung .....	30
7.3.2.	Umrüstung/Erneuerung der Oberleitung und/oder der Energieversorgung .....	30
7.3.3.	Instandhaltungsparameter .....	30
7.3.4.	Bestehende Teilsysteme, die nicht Gegenstand eines Umrüstungs- oder Erneuerungsprojekts sind .....	31
7.4.	Sonderfälle .....	31
7.4.1.	Allgemeines.....	31
7.4.2.	Liste der Sonderfälle .....	31
	Anhang A: Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten.....	35
	Anhang B: EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“ .....	36
	Anhang C: Mittlere nutzbare Spannung.....	38
	Anhang D: Spezifikation der Stromabnehmerbegrenzungslinie .....	39
	Anhang E: Normverweise .....	47

Anhang F: Liste offener Punkte .....	49
Anhang G: Glossar .....	50

## **1. EINLEITUNG**

### **1.1. Technischer Anwendungsbereich**

- (1) Diese TSI behandelt das Teilsystem „Energie“ sowie Teile des Teilsystems „Instandhaltung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union gemäß Artikel 1 der Richtlinie 2008/57/EG.
- (2) Das Teilsystem „Energie“ ist in Anhang II Nummer 2.2 der Richtlinie 2008/57/EG definiert.
- (3) Der technische Anwendungsbereich dieser TSI ist in Artikel 2 dieser Verordnung näher beschrieben.

### **1.2. Geografischer Anwendungsbereich**

Der geografische Anwendungsbereich der TSI ist in Artikel 2 Absatz 4 dieser Verordnung festgelegt.

### **1.3. Inhalt dieser TSI**

- (1) Gemäß Artikel 5 Absatz 3 der Richtlinie 2008/57/EG enthält diese TSI Folgendes:
  - (a) Angaben zum vorgesehenen Anwendungsbereich (Abschnitt 2);
  - (b) die grundlegenden Anforderungen an das Teilsystem „Energie“ (Abschnitt 3);
  - (c) die funktionalen und technischen Spezifikationen, denen das Teilsystem und seine Schnittstellen zu anderen Teilsystemen entsprechen müssen (Abschnitt 4);
  - (d) Angabe der zur Verwirklichung der Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Union erforderlichen Interoperabilitätskomponenten und Schnittstellen, die Gegenstand europäischer Spezifikationen, einschließlich europäischer Normen, sein müssen (Abschnitt 5);
  - (e) für jeden in Betracht kommenden Fall die Verfahren, die entweder zur Konformitäts- bzw. Gebrauchstauglichkeitsbewertung der Interoperabilitätskomponenten oder zur EG-Prüfung der Teilsysteme angewendet werden müssen (Abschnitt 6);
  - (f) den Plan zur Umsetzung dieser TSI (Abschnitt 7);
  - (g) die beruflichen Qualifikationen und Arbeitsschutzanforderungen für das betreffende Personal, die für den Betrieb und die Instandhaltung des Teilsystems sowie für die Umsetzung der TSI erforderlich sind (Abschnitt 4).

- (2) Die Bestimmungen für Sonderfälle gemäß Artikel 5 Absatz 5 der Richtlinie 2008/57/EG sind in Abschnitt 7 angegeben.
- (3) Die Anforderungen dieser TSI gelten für alle in ihren Anwendungsbereich fallenden Spurweitensysteme, es sei denn, in einem Absatz wird auf spezifische Spurweitensysteme oder spezifische Regelspurweiten Bezug genommen.

## **2. BESCHREIBUNG DES TEILSYSTEMS „ENERGIE“**

### **2.1. Begriffsbestimmungen**

- (1) Diese TSI gilt für alle ortsfesten Einrichtungen, die der Fahrstromversorgung der Züge dienen und zur Verwirklichung der Interoperabilität erforderlich sind.
- (2) Zum Teilsystem „Energie“ gehören:
  - (a) Unterwerke: Sie sind auf der Primärseite an das Hochspannungsnetz angeschlossen und setzen die Hochspannung auf eine für Fahrzeuge geeignete Spannung herunter bzw. wandeln sie in eine für Züge geeignete Energieversorgungsart um. Auf der Sekundärseite sind die Unterwerke an das Fahrleitungssystem angeschlossen.
  - (b) Schaltstellen: Elektrische Einrichtungen zwischen Unterwerken, die zur Speisung und Parallelschaltung der Fahrleitungen sowie zum Schutz, zur Trennung und zur Ersatzspeisung dienen.
  - (c) Trennstrecken: Einrichtungen, die den Übergang zwischen elektrisch unterschiedlichen Systemen oder zwischen unterschiedlichen Phasen desselben Systems ermöglichen.
  - (d) Fahrleitungsanlage: Ein System, das die elektrische Energie über Stromabnehmer an die auf den Strecken verkehrenden Züge verteilt. Die Fahrleitungsanlage ist auch mit manuellen oder fernbedienten Trennschaltern versehen, die je nach betrieblichen Anforderungen zur Abtrennung einzelner Abschnitte oder Gruppen von Fahrleitungsabschnitten erforderlich sind. Speiseleitungen gehören ebenfalls zur Fahrleitungsanlage.
  - (e) Rückstromführung: Alle Leiter, die den vorgesehenen Weg für die Fahrstromrückführung bilden. Unter diesem Aspekt ist daher die Rückstromführung ein Bestandteil des Teilsystems „Energie“ und besitzt eine Schnittstelle zum Teilsystem „Infrastruktur“.
- (3) Im Einklang mit Anhang II Nummer 2.2 der Richtlinie 2008/57/EG wird der streckenseitige Teil des Systems zur Energieverbrauchsmessung, in dieser TSI als „streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem“ bezeichnet, in Abschnitt 4.2.17 dieser TSI beschrieben.

### **2.1.1. Stromversorgung**

- (1) Das Elektrifizierungssystem dient dazu, jeden Zug mit Strom zu versorgen und damit einen fahrplanmäßigen Betrieb zu gewährleisten.
- (2) Die Eckwerte des Elektrifizierungssystems sind in Abschnitt 4.2 festgelegt.

### **2.1.2. Geometrie der Oberleitung und Stromabnahmeequalität**

- (1) Ziel ist es, zwischen dem Elektrifizierungssystem und den Fahrzeugen eine zuverlässige und unterbrechungsfreie Energieübertragung sicherzustellen. Das Zusammenspiel zwischen Oberleitung und Stromabnehmer ist für die Interoperabilität von großer Bedeutung.
- (2) Die sich auf die Geometrie der Oberleitung und die Stromabnahmeequalität beziehenden Eckwerte sind in Abschnitt 4.2 beschrieben.

## **2.2. Schnittstellen zu anderen Teilsystemen**

### **2.2.1. Einleitung**

- (1) Das Teilsystem „Energie“ verfügt über Schnittstellen zu anderen Teilsystemen des Eisenbahnsystems, um das vorgesehene Leistungsniveau zu erreichen. Dabei handelt es sich um die Teilsysteme
  - (a) Fahrzeuge
  - (b) Infrastruktur
  - (c) streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung
  - (d) bordseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung
  - (e) Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung.
- (2) In Abschnitt 4.3 dieser TSI werden die funktionalen und technischen Spezifikationen dieser Schnittstellen beschrieben.

### **2.2.2. Schnittstellen zwischen dieser TSI und der TSI „Sicherheit in Eisenbahntunneln“**

Die Anforderungen, die das Teilsystem „Energie“ in Bezug auf die Sicherheit in Eisenbahntunneln erfüllen muss, sind Gegenstand der TSI „Sicherheit in Eisenbahntunneln“.

## **3. GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN**

In folgender Tabelle sind die Eckwerte dieser TSI und ihr Bezug zu den grundlegenden Anforderungen angegeben, die in Anhang III der Richtlinie 2008/57/EG ausgeführt und nummeriert sind.

<b>TSI-Ab-schnitt</b>	<b>Überschrift des TSI-Abschnitts</b>	<b>Sicher-heit</b>	<b>Zuverl.+ Ver-füg-barkeit</b>	<b>Ar-beits-schutz</b>	<b>Umwelt-schutz</b>	<b>Technische Kompa-tibilität</b>	<b>Zugänglich-keit</b>
4.2.3	Spannung und Frequenz	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.4	Leistungs-parameter der Energie-versorgung	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.5	Strom-belastbarkeit, Gleichstrom-systeme, Züge im Stillstand	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.6	Nutzbremsung	-	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	-
4.2.7	Koordination des elektrischen Schutzes	2.2.1	-	-	-	1.5	-
4.2.8	Ober-schwingungen und dynamische Effekte in Wechselstrom-systemen	-	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5	-
4.2.9	Geometrie der Oberleitung	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.10	Stromabnehmer-begrenzungslinie	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.11	Mittlere Kontaktkraft	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.12	Dynamisches Verhalten und Stromabnahme-quality	-	-	-	1.4.1 2.2.2	1.5 2.2.3	-
4.2.13	Stromabnehmer-abstand für die Auslegung der Oberleitung	-	-	-	-	1.5 2.2.3	-
4.2.14	Fahrdraht-werkstoff	-	-	1.3.1 1.3.2	1.4.1	1.5 2.2.3	-

<b>TSI-Ab-schnitt</b>	<b>Überschrift des TSI-Abschnitts</b>	<b>Sicher-heit</b>	<b>Zuverl.+ Ver-füg-barkeit</b>	<b>Ar-beits-schutz</b>	<b>Umwelt-schutz</b>	<b>Technische Kompa-tibilität</b>	<b>Zugänglich-keit</b>
4.2.15	Phasentrenn-abschnitte	2.2.1	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	-
4.2.16	Systemtrenn-abschnitte	2.2.1	-	-	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	-
4.2.17	Streckenseitiges Energiedaten-erfassungssystem	-	-	-	-	1.5	-
4.2.18	Schutz vor Stromschlag	1.1.1 1.1.3 2.2.1	-	-	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5	-
4.4	Betriebs-vorschriften	2.2.1	-	-	-	1.5	-
4.5	Instandhaltungs-vorschriften	1.1.1 2.2.1	1.2	-	-	1.5 2.2.3	-
4.6	Berufliche Qualifikationen	2.2.1	-	-	-	-	-
4.7	Arbeitsschutz	1.1.1 1.1.3 2.2.1	-	-	1.4.1 1.4.3 2.2.2	-	-

## 4. MERKMALE DES TEILSYSTEMS

### 4.1. Einleitung

- (1) Das gesamte Eisenbahnsystem, das Gegenstand der Richtlinie 2008/57/EG ist und zu dem das Teilsystem „Energie“ gehört, ist ein integriertes System, dessen Einheitlichkeit überprüft werden muss. Diese Einheitlichkeit ist insbesondere anhand der Spezifikationen des Teilsystems „Energie“, seiner Schnittstellen zu dem System, in das es integriert ist, sowie der Betriebs- und Instandhaltungsvorschriften zu überprüfen. Die in den Abschnitten 4.2 und 4.3 beschriebenen funktionalen und technischen Spezifikationen des Teilsystems und seiner Schnittstellen schreiben keine Verwendung spezieller Technologien oder technischer Lösungen vor, außer wenn dies für die Interoperabilität des Eisenbahnnetzes unbedingt erforderlich ist.
- (2) Innovative Lösungen, die nicht die in dieser TSI spezifizierten Anforderungen erfüllen und nicht gemäß dieser TSI bewertet werden können, erfordern neue Spezifikationen bzw. neue Bewertungsmethoden. Um technologische Innovationen zu ermöglichen, müssen diese Spezifikationen und

Bewertungsmethoden nach dem Verfahren für innovative Lösungen entwickelt werden, das in den Abschnitten 6.1.3 und 6.2.3 beschrieben ist.

- (3) Unter Berücksichtigung aller geltenden grundlegenden Anforderungen ist das Teilsystem „Energie“ durch die Spezifikationen in den Abschnitten 4.2 bis 4.7 gekennzeichnet.
- (4) Die Verfahren für die EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“ sind in Abschnitt 6.2.4 und Anhang B Tabelle B.1 dieser TSI angegeben.
- (5) Sonderfälle sind in Abschnitt 7.4 aufgeführt.
- (6) Wird in dieser TSI auf EN-Normen Bezug genommen, so haben Änderungen, die in der EN-Norm als „nationale Abweichungen“ oder „nationale Sonderbedingungen“ bezeichnet werden, keine Gültigkeit und sind nicht Bestandteil dieser TSI.

## **4.2. Funktionale und technische Spezifikationen des Teilsystems**

### *4.2.1. Allgemeine Bestimmungen*

Das Teilsystem „Energie“ muss so ausgelegt sein, dass die geforderten Leistungsmerkmale des Eisenbahnsystems erreicht werden, die durch Folgendes bestimmt sind:

- (a) Maximale Streckengeschwindigkeit
- (b) Zugart(en)
- (c) Anforderungen an den Zugbetrieb
- (d) Leistungsbedarf der Züge an den Stromabnehmern.

### *4.2.2. Eckwerte des Teilsystems „Energie“*

Das Teilsystem „Energie“ ist durch folgende Eckwerte gekennzeichnet:

#### *4.2.2.1. Stromversorgung:*

- (a) Spannung und Frequenz (4.2.3)
- (b) Leistungsparameter der Energieversorgung (4.2.4)
- (c) Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand (4.2.5)
- (d) Nutzbremsung (4.2.6)
- (e) Koordination des elektrischen Schutzes (4.2.7)
- (f) Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen (4.2.8)

#### 4.2.2.2. Geometrie der Oberleitung und Stromabnahmeequalität:

- (a) Geometrie der Oberleitung (4.2.9)
- (b) Stromabnehmerbegrenzungslinie (4.2.10)
- (c) Mittlere Kontaktkraft (4.2.11)
- (d) Dynamisches Verhalten und Stromabnahmeequalität (4.2.12)
- (e) Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung (4.2.13)
- (f) Fahrdrähtwerkstoff (4.2.14)
- (g) Phasentrennabschnitte (4.2.15)
- (h) Systemtrennabschnitte (4.2.16)

#### 4.2.2.3. Streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem (4.2.17)

#### 4.2.2.4. Schutz vor Stromschlag (4.2.18)

### 4.2.3. *Spannung und Frequenz*

- (1) Für die Spannung und Frequenz des Teilsystems „Energie“ ist eines der folgenden vier Systeme gemäß der Spezifikation in Abschnitt 7 zu wählen:
  - (a) 25 kV 50 Hz Wechselstrom
  - (b) 15 kV 16,7 Hz Wechselstrom
  - (c) 3 kV Gleichstrom
  - (d) 1,5 kV Gleichstrom
- (2) Die Höhe und die Grenzwerte der Spannung und Frequenz müssen den Anforderungen gemäß EN 50163:2004 Abschnitt 4 entsprechen.

#### 4.2.4. *Leistungsparameter der Energieversorgung*

Folgende Parameter sind zu berücksichtigen:

- (a) höchster zulässiger Zugstrom (4.2.4.1)
- (b) Leistungsfaktor der Züge und mittlere nutzbare Spannung (4.2.4.2).

#### 4.2.4.1. Höchster zulässiger Zugstrom

Das Teilsystem „Energie“ ist so auszulegen, dass die festgelegten Leistungsmerkmale erreicht werden und Züge mit einer Leistung unter 2 MW ohne Leistungs- oder Strombegrenzung betrieben werden können.

#### **4.2.4.2. Mittlere nutzbare Spannung**

Die berechnete nutzbare Spannung „am Stromabnehmer“ muss den Anforderungen gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 8 (mit Ausnahme von Abschnitt 8.3, der durch Anhang C Abschnitt C.1 ersetzt wurde) entsprechen. Bei Simulationen sind die tatsächlichen Beträge des Leistungsfaktors der Züge zu berücksichtigen. Zusätzliche Informationen zu Abschnitt 8.2 der Norm EN 50388:2012 sind in Anhang C Abschnitt C.2 enthalten.

#### **4.2.5. Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand**

- (1) Die Oberleitung von Gleichstromsystemen ist für 300 A (1,5 kV) bzw. 200 A (3 kV) je Stromabnehmer bei stehendem Zug auszulegen.
- (2) Die Strombelastbarkeit im Stillstand muss bei dem Prüfwert der statischen Kontaktkraft gemäß EN 50367:2012 Abschnitt 7.2 Tabelle 4 erreicht werden.
- (3) Bei der Auslegung der Oberleitung sind die Temperaturgrenzen gemäß EN 50119:2009 Abschnitt 5.1.2 zu berücksichtigen.

#### **4.2.6. Nutzbremsung**

- (1) Wechselstromsysteme müssen so ausgelegt sein, dass der Einsatz der Nutzbremsung mit ständigem Energieaustausch mit anderen Zügen oder auf andere Weise möglich ist.
- (2) Gleichstromsysteme müssen so ausgelegt sein, dass der Einsatz der Nutzbremsung mindestens durch Energieaustausch mit anderen Zügen möglich ist.

#### **4.2.7. Koordination des elektrischen Schutzes**

Die Koordination des elektrischen Schutzes des Teilsystems „Energie“ muss den Anforderungen gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 11 entsprechen.

#### **4.2.8. Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen**

- (1) Die Wechselwirkung zwischen der Fahrstromversorgung und den Fahrzeugen kann elektrische Instabilitäten im System verursachen.
- (2) Zur Gewährleistung der elektrischen Netzverträglichkeit müssen Überspannungen auf Werte unterhalb der kritischen Werte gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 10.4 begrenzt werden.

#### **4.2.9. Geometrie der Oberleitung**

- (1) Die Oberleitung muss für Stromabnehmer mit der in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2 spezifizierten Wippengeometrie ausgelegt sein, wobei die Bestimmungen in Abschnitt 7.2.3 der vorliegenden TSI zu berücksichtigen sind.

- (2) Die Fahrdrahthöhe und die horizontale Auslenkung des Fahrdras unter Seitenwindeinwirkung sind ausschlaggebende Faktoren für die Interoperabilität des Eisenbahnnetzes.

#### 4.2.9.1. Fahrdrahthöhe

- (1) Die zulässigen Werte für die Fahrdrahthöhe sind in Tabelle 4.2.9.1 angegeben.

**Tabelle 4.2.9.1: Fahrdrahthöhe**

Beschreibung	$v \geq 250$ [km/h]	$v < 250$ [km/h]
Nennhöhe des Fahrdras [mm]	5080 bis 5300	5000 bis 5750
Minimale konstruktive Fahrdrahthöhe [mm]	5080	Gemäß EN 50119:2009 Abschnitt 5.10.5, je nach gewählter Begrenzungslinie
Maximale konstruktive Fahrdrahthöhe [mm]	5300	6200 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Unter Berücksichtigung von Toleranzen und Anhub gemäß EN 50119:2009 Abb. 1 darf die größte Fahrdrahthöhe nicht mehr als 6500 mm betragen.

- (2) Zum Verhältnis zwischen Fahrdrahthöhen und Arbeitshöhen der Stromabnehmer siehe EN 50119:2009 Abb. 1.
- (3) Die Fahrdrahthöhe über schienengleichen Übergängen ist durch nationale Vorschriften oder, falls keine solchen Vorschriften bestehen, gemäß EN 50122-1:2011 Abschnitt 5.2.4 und 5.2.5 zu bestimmen.
- (4) Für Bahnsysteme der Spurweiten 1520 mm und 1524 mm gelten folgende Fahrdrahthöhen:
- (a) Nennhöhe des Fahrdras: 6000 mm bis 6300 mm
  - (b) Minimale konstruktive Fahrdrahthöhe: 5550 mm
  - (c) Maximale konstruktive Fahrdrahthöhe: 6800 mm

#### 4.2.9.2. Maximale horizontale Auslenkung

- (1) Die maximale horizontale Auslenkung des Fahrdras relativ zur Gleismittellinie unter Seitenwindeinwirkung muss den Werten in Tabelle 4.2.9.2 entsprechen.

**Tabelle 4.2.9.2: Maximale horizontale Auslenkung je nach Länge des Stromabnehmers**

Länge des Stromabnehmers [mm]	Maximale horizontale Auslenkung [mm]
1600	400 <sup>1)</sup>

1950	550 <sup>1)</sup>
------	-------------------

<sup>1)</sup> Die Werte müssen unter Berücksichtigung der Stromabnehmerbewegung und der Gleislagetoleranzen gemäß Anhang D.1.4 angepasst werden.

- (2) Bei Mehrschienengleisen muss die Anforderung an die horizontale Auslenkung von jedem (für den Betrieb als separates Gleis konstruierten) Schienenpaar erfüllt werden, das anhand der TSI bewertet werden soll.
- (3) 1520-mm-Bahnsysteme:

In Mitgliedstaaten, die das Stromabnehmerprofil gemäß TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.3 verwenden, darf die horizontale Auslenkung des Fahrdrähts relativ zur Mitte des Stromabnehmers unter Seitenwindeinwirkung maximal 500 mm betragen.

#### 4.2.10. Stromabnehmerbegrenzungslinie

- (1) Kein Teil des Teilsystems „Energie“ darf in den mechanischen Durchgangslichtraum des Stromabnehmers hineinragen (siehe Anhang D Abb. D.2); ausgenommen sind lediglich der Fahrdräht und der Seitenhalter.
- (2) Der mechanische Durchgangslichtraum des Stromabnehmers für interoperable Strecken wird durch das Verfahren in Anhang D.1.2 beschrieben und durch die in der TSI LOC&PAS Abschnitte 4.2.8.2.9.2.1 und 4.2.8.2.9.2.2 festgelegten Stromabnehmerprofile bestimmt.
- (3) Dieser Lichtraum ist nach dem kinematischen Verfahren mit folgenden Werten zu berechnen:
  - (a) für das Wanken des Stromabnehmers am unteren Nachweispunkt mit einem Wert  $e_{pu}$  von 0,110 m in einer Höhe  $h'_u$  von  $\leq 5,0$  m und
  - (b) für das Wanken des Stromabnehmers am oberen Nachweispunkt mit einem Wert  $e_{po}$  von 0,170 m in einer Höhe  $h'_o$  von  $\leq 6,5$  m

gemäß Anhang D Abschnitt D.1.2.1.4 sowie anderen Werten gemäß Anhang D Abschnitt D.1.3.

- (4) 1520-mm-Bahnsysteme:

Die statische Stromabnehmerbegrenzungslinie für Mitgliedstaaten, die das Stromabnehmerprofil gemäß TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.3 verwenden, ist in Anhang D Abschnitt D.2 festgelegt.

#### 4.2.11. Mittlere Kontaktkraft

- (1) Die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  ist der statistische Mittelwert der Kontaktkraft.  $F_m$  ergibt sich aus den statischen, dynamischen und aerodynamischen Anteilen der Stromabnehmer-Kontaktkraft.

- (2) Die Bereiche von  $F_m$  für die einzelnen Elektrifizierungssysteme sind in EN 50367:2012 Tabelle 6 festgelegt.
- (3) Die Oberleitungen müssen so ausgelegt sein, dass sie den maximalen konstruktionsbedingten Betrag von  $F_m$  gemäß EN 50367:2012 Tabelle 6 aufnehmen können.
- (4) Die Kurven beziehen sich auf Geschwindigkeiten bis 320 km/h. Für Geschwindigkeiten über 320 km/h gelten die in Abschnitt 6.1.3 beschriebenen Verfahren.

#### 4.2.12. Dynamisches Verhalten und Stromabnahmeequalität

- (1) Je nach Bewertungsmethode muss die Oberleitung die für das dynamische Verhalten und den Fahrdrahtanhalt (bei bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit) genannten Werte in Tabelle 4.2.12 erreichen.

**Tabelle 4.2.12: Anforderungen an das dynamische Verhalten und die Stromabnahmeequalität**

Anforderung	$v \geq 250$ [km/h]	$250 > v > 160$ [km/h]	$v \leq 160$ [km/h]
Raum für Anhub des Seitenhalters		$2S_0$	
Mittlere Kontaktkraft $F_m$		Siehe 4.2.11	
Standardabweichung bei höchster Streckengeschwindigkeit $\sigma_{\max}$ [N]		$0,3F_m$	
Prozentualer Lichtbogenanteil bei höchster Streckengeschwindigkeit, NQ [%] (Mindestdauer des Lichtbogens 5 ms)	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$ bei Wechselstromsystemen $n$ $\leq 0,2$ bei Gleichstromsystemen	$\leq 0,1$

- (2)  $S_0$  ist der berechnete, simulierte oder gemessene Fahr drahtanhalt am Seitenhalter im normalen Betrieb mit einem oder mehreren anliegenden Stromabnehmern bei einer mittleren Kontaktkraft  $F_m$  und höchster Streckengeschwindigkeit. Ist der Anhub des Seitenhalters durch die Oberleitungsbauart mechanisch begrenzt, so darf der erforderliche Raum auf  $1,5 S_0$  reduziert werden (siehe EN 50119:2009 Abschnitt 5.10.2).
- (3) Die maximale Kraft ( $F_{\max}$ ) liegt normalerweise innerhalb des Bereichs  $F_m$  zuzüglich drei Standardabweichungen  $\sigma_{\max}$ ; höhere Werte können an bestimmten Stellen auftreten und sind in EN 50119:2009 Abschnitt 5.2.5.2 Tabelle 4 angegeben. Bei starren Bauteilen, z. B. Streckentrenner in Oberleitungsanlagen, darf die Kontaktkraft bis auf maximal 350 N steigen.

#### 4.2.13. Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung

Die Oberleitung muss für mindestens zwei hintereinander betriebene Stromabnehmer ausgelegt sein, wobei als Mindestabstand zwischen den Mittellinien der Stromabnehmerwippen die Werte in einer der Spalten „A“, „B“ oder „C“ in Tabelle 4.2.13 oder geringere Werte zu wählen sind.

**Tabelle 4.2.13: Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung**

Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit [km/h]	Wechselstrom – Mindestabstand [m]			3 kV Gleichstrom – Mindestabstand [m]			1,5 kV Gleichstrom – Mindestabstand [m]			
	Type	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$v \geq 250$		200			200			200	200	35
$160 < v < 250$	200	85	35	200	115	35	200	85	35	
$120 < v \leq 160$	85	85	35	20	20	20	85	35	20	
$80 < v \leq 120$	20	15	15	20	15	15	35	20	15	
$v \leq 80$	8	8	8	8	8	8	20	8	8	

#### 4.2.14. Fahrdrahtwerkstoff

- (1) Die Kombination aus Fahrdrahtwerkstoff und Schleifstückwerkstoff wirkt sich erheblich auf den Verschleiß der Schleifstücke und des Fahrdrahts aus.
- (2) Die zulässigen Schleifstückwerkstoffe sind in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.4.2 festgelegt.
- (3) Zulässige Werkstoffe für Fahrdrähte sind Kupfer und Kupferlegierungen. Der Fahrdraht muss die Anforderungen von EN 50149:2012 Abschnitte 4.2 (mit Ausnahme des Verweises auf Anhang B der Norm), 4.3 und 4.6 bis 4.8 erfüllen.

#### 4.2.15. Phasentrennabschnitte

##### 4.2.15.1. Allgemeines

- (1) Durch die Auslegung der Phasentrennabschnitte muss gewährleistet sein, dass Züge von einem Abschnitt in einen mit einer anderen Phase gespeisten Nachbarabschnitt fahren können, ohne dass die beiden Phasen verbunden werden. Die Leistungsaufnahme des Zugs (Traktion und Hilfsbetriebe sowie für den Leerlaufstrom des Transformators) muss auf null abgesenkt werden, bevor der Zug einen Phasentrennabschnitt befährt. Es müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden (mit Ausnahme der kurzen Trennstrecke),

damit ein Zug, der innerhalb eines Phasentrennabschnitts zum Stehen kommt, wieder anfahren kann.

- (2) Die zulässige Länge D der spannungsfreien Abschnitte ist in EN 50367:2012 Abschnitt 4 festgelegt. Bei der Berechnung von D sind die Freiräume gemäß EN 50119:2009 Abschnitt 5.1.3 und der Fahrdrahtanhalt S<sub>0</sub> zu berücksichtigen.

#### 4.2.15.2. Strecken mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit v ≥ 250 km/h

Zwei Ausführungen der Phasentrennabschnitte sind möglich:

- (a) eine Anordnung, in der sich alle Stromabnehmer der längsten TSI-konformen Züge innerhalb des spannungsfreien Abschnitts befinden. Die Länge des spannungsfreien Abschnitts muss mindestens 402 m betragen.

Genaue Anforderungen sind in EN 50367:2012 Anhang A.1.2 enthalten; oder

- (b) ein kürzerer Phasentrennabschnitt mit drei isolierten Überlappungsabschnitten (Streckentrennungen), wie in EN 50367:2012 Anhang A.1.4 dargestellt. Die Gesamtlänge des spannungsfreien Abschnitts, einschließlich Sicherheitsabständen und Toleranzen, beträgt weniger als 142 m.

#### 4.2.15.3. Strecken mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit v < 250 km/h

Bei der Auslegung von Trennstrecken müssen in der Regel die in EN 50367:2012 Anhang A.1 beschriebenen Lösungen zum Einsatz kommen. Wird eine alternative Lösung angeboten, so muss nachgewiesen werden, dass die Alternative mindestens genauso zuverlässig ist.

### 4.2.16. Systemtrennabschnitte

#### 4.2.16.1. Allgemeines

- (1) Systemtrennabschnitte sind so auszulegen, dass Züge von einem Abschnitt in einen mit einem anderen Elektrifizierungssystem gespeisten Nachbarabschnitt fahren können, ohne dass die beiden Systeme verbunden werden. Für das Befahren von Systemtrennabschnitten gibt es zwei Verfahren:
- (a) mit gehobenem, am Fahrdrat anliegendem Stromabnehmer,
  - (b) mit abgesenktem, nicht am Fahrdrat anliegendem Stromabnehmer.
- (2) Die Infraukturbetreiber der benachbarten Abschnitte müssen sich entsprechend den örtlichen Gegebenheiten auf das Verfahren a) oder b) einigen.
- (3) Die zulässige Länge D der spannungsfreien Abschnitte ist in EN 50367:2012 Abschnitt 4 festgelegt. Bei der Berechnung von D sind die Freiräume gemäß EN 50119:2009 Abschnitt 5.1.3 und der Fahrdrahtanhalt S<sub>0</sub> zu berücksichtigen.

#### 4.2.16.2. Befahrung mit gehobenen Stromabnehmern

- (1) Die Leistungsaunahme des Zugs (Traktion und Hilfsbetriebe sowie für den Leerlaufstrom des Transformatoren) muss auf null abgesenkt werden, bevor der Zug einen Systemtrennabschnitt befährt.
- (2) Werden die Systemtrennabschnitte mit gehobenen, am Fahrdrähten anliegenden Stromabnehmern befahren, so gelten für die Konstruktion folgende Bedingungen:
  - (a) Die Geometrie der unterschiedlichen Oberleitungsabschnitte muss verhindern, dass die Stromabnehmer die beiden Energieversorgungssysteme kurzschließen oder verbinden.
  - (b) Im Teilsystem „Energie“ müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Verbinden der benachbarten Elektrifizierungssysteme zu verhindern, falls das Öffnen der Leistungsschalter auf den Fahrzeugen nicht funktioniert.
  - (c) Die Änderung der Fahrdrähtenhöhe entlang der gesamten Trennstrecke muss den Anforderungen in EN 50119:2009 Abschnitt 5.10.3 entsprechen.

#### 4.2.16.3. Befahrung mit abgesenkten Stromabnehmern

- (1) Diese Option muss gewählt werden, wenn die Bedingungen für das Befahren mit gehobenen Stromabnehmern nicht erfüllt werden können.
- (2) Wird eine Systemtrennstrecke mit abgesenkten Stromabnehmern befahren, so muss sie so ausgeführt sein, dass im Fall eines unbeabsichtigt gehobenen Stromabnehmers eine Verbindung beider Elektrifizierungssysteme vermieden wird.

### 4.2.17. Streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem

- (1) In der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.8 sind die Anforderungen an fahrzeugseitige Energiemesssysteme (EMS) beschrieben, die der Zusammenstellung der Daten für die Energieabrechnung (CEBD) und ihrer Übertragung an ein streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem dienen.
- (2) Das streckenseitige Energiedatenerfassungssystem (Energy data collecting system, DCS) muss die CEBD empfangen, speichern und exportieren, ohne sie zu beschädigen.
- (3) Die Spezifikationen für die Protokolle der Schnittstellen zwischen EMS und DCS sowie für das Datenübertragungsformat sind ein offener Punkt, der binnen zwei Jahren nach Inkrafttreten dieser Verordnung zu klären ist.

### 4.2.18. Schutz vor Stromschlag

Die elektrische Sicherheit der Oberleitungsanlage und der Schutz vor Stromschlägen ist durch Erfüllung der Norm EN 50122-1:2011+A1:2011 Abschnitte 5.2.1 (nur für

öffentliche Bereiche), 5.3.1, 5.3.2, 6.1 und 6.2 (mit Ausnahme der Anforderungen für Gleisstromkreisanschlüsse) zu gewährleisten. In Bezug auf die Sicherheit von Personen und die zulässigen Höchstspannungen sind die Abschnitte 9.2.2.1 und 9.2.2.2 (Wechselstrom) sowie die Abschnitte 9.3.2.1 und 9.3.2.2 (Gleichstrom) der Norm maßgebend.

#### **4.3. Funktionale und technische Spezifikationen der Schnittstellen**

##### **4.3.1. Allgemeine Anforderungen**

Unter dem Gesichtspunkt der technischen Kompatibilität sind nachstehend die Schnittstellen zu folgenden Teilsystemen aufgeführt: Fahrzeuge, Infrastruktur, Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung, Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung.

##### **4.3.2. Schnittstelle zum Teilsystem „Fahrzeuge“**

<b>TSI ENE</b>		<b>TSI LOC&amp;PAS</b>	
<b>Eckwert</b>	<b>Abschnitt</b>	<b>Eckwert</b>	<b>Abschnitt</b>
Spannung und Frequenz	4.2.3	Betrieb innerhalb des Spannungs- und Frequenzbereichs	4.2.8.2.2
Leistungsparameter der Energieversorgung - höchster zulässiger Zugstrom - Leistungsfaktor der Züge und mittlere nutzbare Spannung	4.2.4	Max. Stromaufnahme aus der Oberleitung Leistungsfaktor	4.2.8.2.4 4.2.8.2.6
Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand	4.2.5	Maximale Stromaufnahme im Stillstand	4.2.8.2.5
Nutzbremsung	4.2.6	Nutzbremsung mit Energierückführung in die Oberleitung	4.2.8.2.3
Koordination des elektrischen Schutzes	4.2.7	Elektrischer Schutz des Zuges	4.2.8.2.10
Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen	4.2.8	Störungen des Energiesystems bei Wechselstromsystemen	4.2.8.2.7

TSI ENE		TSI LOC&PAS	
Eckwert	Abschnitt	Eckwert	Abschnitt
Geometrie der Oberleitung	4.2.9	Vertikaler Arbeitsbereich der Stromabnehmer Geometrie der Stromabnehmerwippe	4.2.8.2.9.1 4.2.8.2.9.2
Stromabnehmerbegrenzungslinie	4.2.10 Anhang D	Geometrie der Stromabnehmerwippe Begrenzungslinien	4.2.8.2.9.2 4.2.3.1
Mittlere Kontaktkraft	4.2.11	Statische Kontaktkraft der Stromabnehmer Kontaktkraft und dynamisches Verhalten der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.5 4.2.8.2.9.6
Dynamisches Verhalten und Stromabnahmeequalität	4.2.12	Kontaktkraft und dynamisches Verhalten der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.6
Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung	4.2.13	Anordnung der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.7
Fahrdrahtwerkstoff	4.2.14	Schleifstückwerkstoff	4.2.8.2.9.4
Trennstrecken: Phasen	4.2.15	Befahren von Phasen- oder Systemtrennabschnitten	4.2.8.2.9.8
System	4.2.16		
Streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem	4.2.17	Fahrzeugseitiges Energiemesssystem	4.2.8.2.8

#### 4.3.3. Schnittstelle zum Teilsystem „Infrastruktur“

TSI ENE		TSI INF	
Eckwert	Abschnitt	Eckwert	Abschnitt
Stromabnehmerbegrenzungslinie	4.2.10	Lichtraumprofil	4.2.3.1

#### *4.3.4. Schnittstelle zum Teilsystem „Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung“*

- (1) Die Steuerung der Energieversorgung stellt eine Schnittstelle zwischen den Teilsystemen „Energie“ und „Fahrzeuge“ dar.
- (2) Da die Informationen aber über das Teilsystem „Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung“ übertragen werden, ist die Übertragungsschnittstelle in der TSI ZZS und der TSI LOC&PAS spezifiziert.
- (3) Auf Strecken, die mit ERTMS ausgerüstet sind, müssen die Informationen für das Öffnen des Leistungsschalters, Änderungen des maximalen Zugstroms, den Wechsel des Elektrifizierungssystems und die Steuerung der Stromabnehmer per ERTMS übertragen werden.
- (4) Oberschwingungsströme, die das Teilsystem „Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung“ beeinflussen, werden in der TSI ZZS behandelt.

#### *4.3.5. Schnittstelle zum Teilsystem „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“*

TSI ENE		TSI OPE	
Eckwert	Abschnitt	Eckwert	Abschnitt
Höchster zulässiger Zugstrom	4.2.4.1	Zugbildung Erstellung des Streckenbuchs	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1
Trennstrecken: Phasen System	4.2.15 4.2.16	Zugbildung Erstellung des Streckenbuchs	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1

### **4.4. Betriebsvorschriften**

- (1) Betriebsvorschriften werden im Rahmen der Verfahren entwickelt, die im Sicherheitsmanagement des Infrastrukturbetreibers beschrieben sind. Diese Vorschriften tragen den Betriebsunterlagen Rechnung, die Teil des in Artikel 18 Absatz 3 der Richtlinie 2008/57/EG vorgeschriebenen und in deren Anhang VI erläuterten technischen Dossiers sind.
- (2) Bei bestimmten im Voraus geplanten Arbeiten kann es erforderlich sein, die in den Abschnitten 4 und 5 dieser TSI enthaltenen Spezifikationen des Teilsystems „Energie“ und seiner Interoperabilitätskomponenten zeitweise außer Kraft zu setzen.

### **4.5. Instandhaltungsvorschriften**

- (1) Betriebsvorschriften werden im Rahmen der Verfahren entwickelt, die im Sicherheitsmanagement des Infrastrukturbetreibers beschrieben sind.

- (2) Die Unterlagen für die Instandhaltung von Interoperabilitätskomponenten und Elementen von Teilsystemen sind vor deren Inbetriebnahme als Teil des technischen Dossiers zu erstellen, das der Prüferklärung beizufügen ist.
- (3) Für das Teilsystem ist ein Instandhaltungsplan zu erstellen, um zu gewährleisten, dass die Anforderungen dieser TSI während der gesamten Nutzungsdauer erfüllt werden.

#### **4.6. Berufliche Qualifikationen**

Die beruflichen Qualifikationen, die für den Betrieb und die Instandhaltung des Teilsystems „Energie“ erforderlich sind, sind Gegenstand der im Sicherheitsmanagement des Infrastrukturbetreibers beschriebenen Verfahren und werden nicht in dieser TSI behandelt.

#### **4.7. Arbeitsschutz**

- (1) Die Anforderungen an den Arbeitsschutz, die für den Betrieb und die Instandhaltung des Teilsystems „Energie“ zu erfüllen sind, müssen mit den einschlägigen europäischen und nationalen Rechtsvorschriften im Einklang stehen.
- (2) Dieser Bereich ist auch Gegenstand der Verfahren, die im Sicherheitsmanagement des Infrastrukturbetreibers beschrieben sind.

### **5. INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN**

#### **5.1. Liste der Komponenten**

- (1) Die Interoperabilitätskomponenten werden in den einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 2008/57/EG behandelt und sind für das Teilsystem „Energie“ nachstehend aufgeführt.
- (2) Oberleitung:
  - (a) Die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“ besteht aus den unten aufgeführten Komponenten, die in das Teilsystem „Energie“ installiert werden, sowie den zugehörigen Konstruktions- und Ausführungsvorschriften.
  - (b) Die Oberleitung ist eine Anordnung von Drähten, die über der Eisenbahnstrecke installiert sind und elektrisch angetriebene Züge mit Strom versorgen, zusammen mit den zugehörigen Verbindungselementen, Leitungsisolatoren und anderen Anschlusskomponenten, einschließlich Speise- und Verstärkungsleitungen und Stromverbindern. Die Oberleitung ist oberhalb der Fahrzeuggrenzlinie angebracht und versorgt die Fahrzeuge über Stromabnehmer mit elektrischer Energie.
  - (c) Die Stützelemente wie Ausleger, Maste und Fundamente, Rückleitungsseile, Autotransformator-Speiseleitungen, Schalter und

andere Isolatoren gehören nicht zur Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“. Für sie gelten, soweit sie die Interoperabilität betreffen, die entsprechenden Teilsystemanforderungen.

- (3) Die Konformitätsbewertung muss sich auf die Phasen und Merkmale erstrecken, die in Abschnitt 6.1.4 genannt und in der Tabelle A.1 in Anhang A dieser TSI mit „X“ gekennzeichnet sind.

## **5.2. Leistungsmerkmale und Spezifikationen der Komponenten**

### **5.2.1. Oberleitung**

#### **5.2.1.1. Geometrie der Oberleitung**

Die Auslegung der Oberleitung muss den Anforderungen in Abschnitt 4.2.9 entsprechen.

#### **5.2.1.2. Mittlere Kontaktkraft**

Bei der Auslegung der Oberleitung ist die in Abschnitt 4.2.11 festgelegte mittlere Kontaktkraft  $F_m$  zugrunde zu legen.

#### **5.2.1.3. Dynamisches Verhalten**

Die Anforderungen an das dynamische Verhalten der Oberleitung sind in Abschnitt 4.2.12 erläutert.

#### **5.2.1.4. Raum für Anhub des Seitenhalters**

Bei der Auslegung der Oberleitung ist der erforderliche Raum für den Anhub gemäß Abschnitt 4.2.12 vorzusehen.

#### **5.2.1.5. Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung**

Die Oberleitung ist für einen Stromabnehmerabstand gemäß Tabelle 4.2.13 auszulegen.

#### **5.2.1.6. Stromaufnahme im Stillstand**

Bei Gleichstromsystemen muss die Oberleitung für die in Abschnitt 4.2.5 festgelegten Anforderungen ausgelegt sein.

#### **5.2.1.7. Fahrdrähtwerkstoff**

Der Fahrdrähtwerkstoff muss den Anforderungen in Abschnitt 4.2.14 entsprechen.

## **6. BEWERTUNG DER KONFORMITÄT VON INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN UND EG-PRÜFUNG DER TEILSYSTEME**

Die Module für die Konformitätsbewertung, die Gebrauchstauglichkeitsbewertung und die EG-Prüfung sind im Beschluss 2010/713/EU der Kommission erläutert.

## **6.1. Interoperabilitätskomponenten**

### *6.1.1. Konformitätsbewertungsverfahren*

- (1) Die Verfahren zur Bewertung der Konformität der in Abschnitt 5 genannten Interoperabilitätskomponenten sind unter Anwendung der entsprechenden Module durchzuführen.
- (2) Die Bewertungsverfahren für besondere Anforderungen, denen Interoperabilitätskomponenten genügen müssen, sind in Abschnitt 6.1.4 dargelegt.

### *6.1.2. Anwendung der Module*

- (1) Für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten werden die folgenden Module verwendet:
  - (a) CA Interne Fertigungskontrolle
  - (b) CB EG-Baumusterprüfung
  - (c) CC Konformität mit dem Baumuster auf Grundlage einer internen Fertigungskontrolle
  - (d) CH Konformität auf Grundlage eines vollständigen Qualitätsmanagements
  - (e) CH1 Konformität auf Grundlage eines vollständigen Qualitätsmanagements mit Entwurfsprüfung

**Tabelle 6.1.2: Module für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten**

<b>Verfahren</b>	<b>Module</b>
Vor Inkrafttreten dieser TSI in der EU in Verkehr gebracht	CA oder CH
Nach Inkrafttreten dieser TSI in der EU in Verkehr gebracht	CB + CC oder CH1

- (2) Die Module für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten sind aus der Tabelle 6.1.2 auszuwählen.
- (3) Bei Produkten, die vor Veröffentlichung der entsprechenden TSI in Verkehr gebracht wurden, gilt das Baumuster als zugelassen und eine EG-Baumusterprüfung (Modul CB) ist nicht erforderlich, wenn der Hersteller nachweist, dass die Versuche und Prüfungen der Interoperabilitätskomponenten bei früheren Anwendungen unter

vergleichbaren Bedingungen positiv ausfielen und den Anforderungen dieser TSI entsprechen. In diesem Fall sind diese Bewertungen auch für die neue Anwendung weiterhin gültig. Kann nicht nachgewiesen werden, dass die Lösung in der Vergangenheit positiv bewertet wurde, so ist das Verfahren für Interoperabilitätskomponenten anzuwenden, die nach Veröffentlichung dieser TSI in der EU in Verkehr gebracht wurden.

#### 6.1.3. Innovative Lösungen für Interoperabilitätskomponenten

Bietet sich für eine Interoperabilitätskomponente eine innovative Lösung an, so ist das Verfahren nach Artikel 10 dieser Verordnung anzuwenden.

#### 6.1.4. Besonderes Bewertungsverfahren für die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“

##### 6.1.4.1. Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmeequalität

###### (1) Methodik:

- (a) Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmeequalität betrifft die Oberleitung (Teilsystem „Energie“) und den Stromabnehmer (Teilsystem „Fahrzeuge“).
- (b) Die Erfüllung der Anforderungen an das dynamische Verhalten ist durch die Bewertung folgender Punkte zu prüfen:
  - Fahrdrähtanhub
  - und entweder
  - mittlere Kontaktkraft  $F_m$  und Standardabweichung  $\sigma_{\max}$
  - oder
  - prozentualer Lichtbogenanteil.
- (c) Die zu verwendende Nachweismethode ist vom Auftraggeber festzulegen.
- (d) Die Auslegung einer Oberleitung muss durch ein nach EN 50318:2002 validiertes Simulationsinstrument sowie durch Messung gemäß EN 50317:2012 bewertet werden.
- (e) Bei Oberleitungen, deren Bauart seit mindestens 20 Jahren verwendet wird, sind die Simulationsanforderungen in Absatz 2 optional. Die Messung gemäß Absatz 3 ist für die ungünstigsten Stromabnehmerkonstellationen in Bezug auf das für die spezifische Bauart charakteristische Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer durchzuführen.
- (f) Die Messung kann auf einer eigens errichteten Prüfstrecke oder auf einer Strecke mit einer in Bau befindlichen Oberleitung durchgeführt werden.

(2) Simulation:

- (a) Für die Zwecke der Simulation und der Ergebnisanalyse sind repräsentative Merkmale (z. B. Tunnel, Überleitverbindungen, neutrale Abschnitte) zu berücksichtigen.
- (b) Die Simulationen sind mit mindestens zwei verschiedenen Stromabnehmertypen, die in Bezug auf die jeweilige Geschwindigkeit<sup>1</sup> und das Energieversorgungssystem mit der TSI im Einklang stehen, bis zur bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit für die vorgeschlagene Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“ durchzuführen.
- (c) Bei der Simulation dürfen Stromabnehmertypen verwendet werden, deren Zertifizierung als Interoperabilitätskomponente noch nicht abgeschlossen ist, sofern sie die übrigen Anforderungen der TSI LOC&PAS erfüllen.
- (d) Die Simulation ist sowohl für einen einzelnen Stromabnehmer als auch für mehrere Stromabnehmer mit Abständen gemäß den Anforderungen in Abschnitt 4.2.13 durchzuführen.
- (e) Voraussetzung für eine positive Bewertung ist, dass die simulierte Stromabnahmeequalität für jeden Stromabnehmer den Anforderungen in Abschnitt 4.2.12 bezüglich Anhub, mittlerer Kontaktkraft und Standardabweichung entspricht.

(3) Messung:

- (a) Bei einem positiven Simulationsergebnis ist vor Ort auf einem repräsentativen Abschnitt der neuen Oberleitung eine dynamische Prüfung durchzuführen.
- (b) Diese Messung kann vor der Inbetriebnahme oder im Vollbetrieb durchgeführt werden.
- (c) Die Prüfung vor Ort erfolgt unter Verwendung eines der beiden in der Simulation verwendeten Stromabnehmertypen, der auf einem Fahrzeug installiert ist, das die geforderte Geschwindigkeit auf dem repräsentativen Abschnitt zulässt.
- (d) Die Prüfungen sind mindestens für die ungünstigsten Stromabnehmerkonstellationen durchzuführen, die sich in Bezug auf das Zusammenwirken Oberleitung/Stromabnehmer aus den Simulationen ergeben haben. Ist bei einem Abstand von 8 m zwischen zwei aufeinander folgenden Stromabnehmern keine Prüfung möglich, so darf der Abstand für Geschwindigkeitsprüfungen bis 80 km/h auf 15 m erhöht werden.

---

<sup>1</sup> Die Geschwindigkeit der beiden Stromabnehmertypen muss mindestens der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit für die simulierte Oberleitung entsprechen.

- (e) Jeder Stromabnehmer muss bis zur vorgesehenen bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit für die zu prüfende Oberleitung eine mittlere Kontaktkraft gemäß den Anforderungen in Abschnitt 4.2.11 ausüben.
- (f) Voraussetzung für eine positive Bewertung ist, dass die gemessene Stromabnahmehäufigkeit in Bezug auf den Anhub und entweder die mittlere Kontaktkraft, die Standardabweichung oder den prozentualen Lichtbogenanteil den Anforderungen in Abschnitt 4.2.12 entspricht.
- (g) Bei erfolgreichem Abschluss aller obigen Bewertungen gilt die geprüfte Oberleitungsbauart als konform und kann auf Strecken mit kompatiblen Konstruktionsmerkmalen eingesetzt werden.
- (h) Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmehäufigkeit der Interoperabilitätskomponente „Stromabnehmer“ ist in Abschnitt 6.1.3.7 der TSI LOC&PAS erläutert.

#### 6.1.4.2. Bewertung der Stromaufnahme im Stillstand

Die Konformitätsbewertung für die in Abschnitt 4.2.5 bestimmte statische Kontaktkraft muss gemäß EN 50367:2012 Anhang A.3 durchgeführt werden.

#### 6.1.5. EG-Konformitätserklärung für die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“

Gemäß Anhang IV Nummer 3 der Richtlinie 2008/57/EG müssen der EG-Konformitätserklärung die Benutzungsbedingungen für folgende Parameter beigefügt sein:

- (a) bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit
- (b) Nennspannung und Nennfrequenz
- (c) Nennstromstärke
- (d) zulässiges Stromabnehmerprofil.

### 6.2. Teilsystem „Energie“

#### 6.2.1. Allgemeine Bestimmungen

- (1) Auf Verlangen des Antragstellers führt die benannte Stelle das EG-Prüfverfahren gemäß Artikel 18 der Richtlinie 2008/57/EG nach den Bestimmungen der einschlägigen Module durch.
- (2) Kann der Antragsteller nachweisen, dass Versuche oder Prüfungen eines Teilsystems „Energie“ bei früheren Anwendungen unter vergleichbaren Bedingungen erfolgreich waren, so muss die benannte Stelle diese Versuche oder Prüfungen bei der EG-Prüfung berücksichtigen.
- (3) Die Bewertungsverfahren für besondere Anforderungen, denen das Teilsystem genügen muss, sind in Abschnitt 6.2.4 dargelegt.

- (4) Der Antragsteller muss die EG-Prüferklärung für das Teilsystem „Energie“ gemäß Artikel 18 Absatz 1 und Anhang V der Richtlinie 2008/57/EG erstellen.

#### 6.2.2. *Anwendung der Module*

Für die EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“ kann der Antragsteller oder sein in der Union ansässiger Bevollmächtigter wählen zwischen

- (a) Modul SG: EG-Prüfung durch Einzelprüfung oder
- (b) Modul SH1: EG-Prüfung auf Grundlage eines vollständigen Qualitätsmanagements mit Entwurfsprüfung.

##### 6.2.2.1. Anwendung des Moduls SG

Im Falle des Moduls SG kann die benannte Stelle den Nachweis von Untersuchungen, Kontrollen oder Prüfungen berücksichtigen, die erfolgreich unter vergleichbaren Bedingungen von anderen Stellen oder vom Antragsteller (oder in seinem Namen) durchgeführt wurden.

##### 6.2.2.2. Anwendung des Moduls SH1

Das Modul SH1 kann nur gewählt werden, wenn alle zu dem zu überprüfenden Teilsystem gehörenden Tätigkeiten (Entwurf, Herstellung, Bau, Montage) einem Qualitätsmanagement für den Entwurf, die Herstellung, die Endabnahme und die Prüfung des Produkts unterliegen, das von einer benannten Stelle anerkannt und überwacht wird.

#### 6.2.3. *Innovative Lösungen*

Bietet sich für das Teilsystem „Energie“ eine innovative Lösung an, so ist das Verfahren nach Artikel 10 dieser Verordnung anzuwenden.

#### 6.2.4. *Besondere Bewertungsverfahren für das Teilsystem „Energie“*

##### 6.2.4.1. Bewertung der mittleren nutzbaren Spannung

- (1) Die Konformität ist gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 15.4 nachzuweisen.
- (2) Dieser Nachweis ist nur bei neuen oder umgerüsteten Teilsystemen erforderlich.

##### 6.2.4.2. Bewertung der Nutzbremsung

- (1) Die Bewertung ortsfester Wechselstromanlagen ist gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 15.7.2 durchzuführen.
- (2) Die Konformität von Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen muss anhand einer Entwurfsprüfung nachgewiesen werden.

#### 6.2.4.3. Bewertung der Koordination des elektrischen Schutzes

Die Bewertung muss sich auf den Entwurf und den Betrieb der Unterwerke gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 15.6 erstrecken.

#### 6.2.4.4. Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen

- (1) Es ist eine Kompatibilitätsprüfung gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 10.3 durchzuführen.
- (2) Die Prüfung ist nur dann erforderlich, wenn im Elektrifizierungssystem Umrichter mit aktiven Halbleitern verwendet werden.
- (3) Die benannte Stelle muss prüfen, ob die Kriterien gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 10.4 erfüllt sind.

#### 6.2.4.5. Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmehalbqualität (Integration in ein Teilsystem)

- (1) Das Hauptziel dieser Prüfung besteht darin, Fehler in der Aufteilung oder der Bauausführung zu erkennen, nicht aber die Oberleitungsbauart prinzipiell zu bewerten.
- (2) Die Kennwerte des Zusammenwirkens sind gemäß EN 50317:2012 zu messen.
- (3) Diese Messungen müssen mit einem als Interoperabilitätskomponente zertifizierten Stromabnehmer erfolgen, der die für die Auslegungsgeschwindigkeit der Oberleitung geforderten Merkmale hinsichtlich der mittleren Kontaktkraft gemäß Abschnitt 4.2.11 dieser TSI aufweist, wobei auch die Aspekte Mindestgeschwindigkeit und Nebengleise zu berücksichtigen sind.
- (4) Die installierte Oberleitung gilt als konform, wenn die Messergebnisse den Anforderungen in Abschnitt 4.2.12 entsprechen.
- (5) Für Betriebsgeschwindigkeiten bis 120 km/h (Wechselstromsysteme) und bis 160 km/h (Gleichstromsysteme) ist die Messung des dynamischen Verhaltens nicht vorgeschrieben. In diesem Fall sind zur Erkennung von Fehlern in der Bauausführung alternative Methoden zu verwenden, beispielsweise durch Messung der Oberleitungsgeometrie gemäß Abschnitt 4.2.9.
- (6) Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmehalbqualität für die Integration des Stromabnehmers in das Teilsystem „Fahrzeuge“ ist in der TSI LOC&PAS Abschnitt 6.2.3.20 beschrieben.

#### 6.2.4.6. Bewertung der Schutzvorkehrungen gegen Stromschlag

- (1) Für jede Anlage ist nachzuweisen, dass die Schutzvorkehrungen gegen Stromschlag den Anforderungen in Abschnitt 4.2.18 entsprechen.
- (2) Darüber hinaus ist zu prüfen, ob Vorschriften und Verfahren bestehen, die sicherstellen, dass die Anlage dem Entwurf entsprechend installiert wird.

#### 6.2.4.7. Bewertung des Instandhaltungsplans

- (1) Die Bewertung besteht darin zu überprüfen, ob ein Instandhaltungsplan vorhanden ist.
- (2) Die Tauglichkeit der einzelnen Anforderungen des Plans muss von der benannten Stelle nicht bewertet werden.

### 6.3. Teilsysteme mit Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Erklärung

#### 6.3.1. Voraussetzungen

- (1) Bis zum 31. Mai 2021 dürfen benannte Stellen auch dann EG-Prüfbescheinigungen für Teilsysteme ausstellen, wenn für bestimmte der darin installierten Interoperabilitätskomponenten keine EG-Konformitäts- und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung gemäß dieser TSI vorliegt; dazu müssen allerdings folgende Kriterien erfüllt sein:
  - (a) Die Konformität des Teilsystems wurde anhand der Anforderungen in Abschnitt 4 sowie anhand der Abschnitte 6.2, 6.3 und 7 dieser TSI (mit Ausnahme von Abschnitt 7.4) durch die benannte Stelle überprüft. Die Konformitätsanforderungen in den Abschnitten 5 und 6.1 finden auf die Interoperabilitätskomponenten keine Anwendung.
  - (b) Die Interoperabilitätskomponenten, für die keine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung vorliegt, müssen vor Inkrafttreten dieser TSI in mindestens einem Mitgliedstaat in einem bereits genehmigten und in Betrieb befindlichen Teilsystem verwendet worden sein.
- (2) Für die auf diese Weise bewerteten Interoperabilitätskomponenten muss keine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung ausgestellt werden.

#### 6.3.2. Dokumentation

- (1) In der EG-Prüfbescheinigung des Teilsystems ist eindeutig anzugeben, welche Interoperabilitätskomponenten von der benannten Stelle im Rahmen der Teilsystemprüfung bewertet wurden.
- (2) In der EG-Prüferklärung für das Teilsystem ist Folgendes klar anzugeben:
  - (a) die Interoperabilitätskomponenten, die als Teil des Teilsystems bewertet wurden;
  - (b) eine Bestätigung, dass das Teilsystem Interoperabilitätskomponenten enthält, die mit den Komponenten identisch sind, die als Teil des Teilsystems überprüft wurden;
  - (c) den Grund/die Gründe, warum der Hersteller nicht vor dem Einbau der betreffenden Interoperabilitätskomponenten in das Teilsystem eine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung

vorgelegt hat, einschließlich der angewendeten, nach Artikel 17 der Richtlinie 2008/57/EG notifizierten nationalen Vorschriften.

#### *6.3.3. Instandhaltung der gemäß Abschnitt 6.3.1 geprüften Teilsysteme*

- (1) Während und nach Ablauf der Übergangszeit dürfen die Interoperabilitätskomponenten gleicher Bauart, für die keine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung vorliegt, bis zur Umrüstung oder Erneuerung des Teilsystems (unter Berücksichtigung der Entscheidung des jeweiligen Mitgliedstaats über die Anwendung der TSI) unter der Verantwortung der zuständigen benannten Stelle weiterhin im Zuge der Instandhaltung des Teilsystems (als Austauschteile) verwendet werden.
- (2) Die für die Instandhaltung zuständige Stelle muss in jedem Fall sicherstellen, dass die im Zuge der Instandhaltung verwendeten Austauschteile für ihren Einsatzbereich geeignet sind und bestimmungsgemäß verwendet werden, die Verwirklichung der Interoperabilität des Eisenbahnsystems ermöglichen und gleichzeitig den grundlegenden Anforderungen entsprechen. Die betreffenden Bauteile müssen zurückverfolgt werden können und nach einer nationalen oder internationalen Norm oder einer im Eisenbahnbereich weithin anerkannten Regel der Technik zertifiziert sein.

### **7. UMSETZUNG DER TSI „ENERGIE“**

Die Mitgliedstaaten müssen für diese TSI nationale Umsetzungspläne entwickeln und dabei der Kohärenz des gesamten Eisenbahnsystems in der Europäischen Union Rechnung tragen. In dem Plan sind unter Beachtung der Angaben in den folgenden Abschnitten 7.1 bis 7.4 alle neuen, erneuerten und umgerüsteten Strecken zu berücksichtigen.

#### **7.1. Anwendung dieser TSI auf Eisenbahnstrecken**

Die Abschnitte 4 bis 6 sowie etwaige Sonderbestimmungen in den Abschnitten 7.2 und 7.3 sind uneingeschränkt auf die Strecken anzuwenden, die im geografischen Anwendungsbereich dieser TSI liegen und nach Inkrafttreten dieser TSI als interoperable Strecken in Betrieb genommen werden.

#### **7.2. Anwendung dieser TSI auf neue, erneuerte oder umgerüstete Eisenbahnstrecken**

##### **7.2.1. Einleitung**

- (1) Für die Zwecke dieser TSI ist unter „neuer Strecke“ eine Strecke zu verstehen, die dort entsteht, wo bisher keine Strecke vorhanden war.
- (2) Folgende Maßnahmen können als Umrüstung oder Erneuerung einer bereits vorhandenen Strecke betrachtet werden:
  - (a) die Teilverlegung einer vorhandenen Strecke
  - (b) der Bau einer Umgehungsstrecke

- (c) die Erweiterung einer Strecke um ein oder mehrere Gleise, ungeachtet des Abstands zwischen den vorhandenen und den zusätzlichen Gleisen.
- (3) Entsprechend den Bestimmungen in Artikel 20 Absatz 1 der Richtlinie 2008/57/EG wird in dem Umsetzungsplan angegeben, wie bestehende ortsfeste Anlagen gemäß Abschnitt 2.1 anzupassen sind, wenn dies wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

### *7.2.2. Umsetzungsplan für Spannung und Frequenz*

- (1) Die Wahl des Elektrifizierungssystems liegt im Ermessen der Mitgliedstaaten. Die Entscheidung sollte nach wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten getroffen werden, wobei mindestens folgende Faktoren zu berücksichtigen sind:
  - (a) das bestehende Elektrifizierungssystem in dem Mitgliedstaat,
  - (b) Verbindungen zu Eisenbahnstrecken in Nachbarländern mit bereits vorhandener Energieversorgung,
  - (c) der Leistungsbedarf.
- (2) Neue Strecken mit Geschwindigkeiten über 250 km/h sind mit einem der in Abschnitt 4.2.3 definierten Wechselstromsysteme auszurüsten.

### *7.2.3. Umsetzungsplan für die Geometrie der Oberleitung*

#### *7.2.3.1. Gegenstand des Umsetzungsplans*

In den Umsetzungsplänen der Mitgliedstaaten sind folgende Elemente zu berücksichtigen:

- (a) Schließung von Lücken zwischen Oberleitungen von unterschiedlicher Geometrie
- (b) etwaiger Anschluss an bestehende Oberleitungsgeometrien in Nachbargebieten
- (c) vorhandene zertifizierte Interoperabilitätskomponenten der Oberleitung.

#### *7.2.3.2. Umsetzungsvorschriften für 1435-mm-Bahnsysteme*

Die Oberleitung ist nach folgenden Vorschriften zu konstruieren:

- (a) Neue Strecken mit Geschwindigkeiten über 250 km/h müssen für beide Arten von Stromabnehmern, die in der TSI LOC&PAS Abschnitte 4.2.8.2.9.2.1 (*1600 mm*) und 4.2.8.2.9.2.2 (*1950 mm*) spezifiziert sind, ausgelegt sein.

Ist dies nicht möglich, so ist die Oberleitung so zu konstruieren, dass mindestens Stromabnehmer mit der in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.1 (*1600 mm*) spezifizierten Wippengeometrie eingesetzt werden können.

- (b) Erneuerte oder umgerüstete Strecken mit Geschwindigkeiten  $\geq 250$  km/h müssen mindestens für Stromabnehmer mit der in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.1 (*1600 mm*) spezifizierten Wippengeometrie ausgelegt sein.
- (c) In allen sonstigen Fällen ist die Oberleitung so zu konstruieren, dass mindestens einer der Stromabnehmer mit der in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.1 (*1600 mm*) oder Abschnitt 4.2.8.2.9.2.2 (*1950 mm*) spezifizierten Wippengeometrie eingesetzt werden kann.

#### 7.2.3.3. Bahnsysteme mit anderer Spurweite als 1435 mm

Die Oberleitung ist so zu konstruieren, dass mindestens einer der Stromabnehmer mit der in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2 spezifizierten Wippengeometrie eingesetzt werden kann.

#### 7.2.4. Errichtung des streckenseitigen Energiedatenerfassungssystems

Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass zwei Jahre nach Klärung des offenen Punkts gemäß Abschnitt 4.2.17 ein streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem zum Austausch der zusammengestellten Daten für die Energieabrechnung errichtet wird.

### 7.3. Anwendung dieser TSI auf vorhandene Strecken

#### 7.3.1. Einleitung

Soweit vorhandene Strecken der vorliegenden TSI unterliegen, ist unbeschadet des Abschnitts 7.4 (Sonderfälle) Folgendes zu berücksichtigen:

- (a) Gelangt Artikel 20 Absatz 2 der Richtlinie 2008/57/EG zur Anwendung, so entscheidet der betreffende Mitgliedstaat unter Berücksichtigung des Umsetzungsplans, welche TSI-Anforderungen zu erfüllen sind.
- (b) Gelangt Artikel 20 Absatz 2 der Richtlinie 2008/57/EG nicht zur Anwendung, so wird die Konformität mit der vorliegenden TSI gleichwohl empfohlen. Kann diese Konformität nicht erreicht werden, so unterrichtet der Auftraggeber den Mitgliedstaat über die Gründe hierfür.
- (c) Verlangt der Mitgliedstaat eine neue Inbetriebnahmegenehmigung, so muss der Auftraggeber die konkreten Maßnahmen und einzelnen Projektphasen bestimmen, die erforderlich sind, um das geforderte Leistungsniveau zu erreichen. Diese Projektphasen können auch Übergangsfristen für die Inbetriebnahme von Anlagen mit geringerem Leistungsniveau beinhalten.
- (d) Bestehende Teilsysteme können für den Betrieb TSI-konformer Fahrzeuge geeignet sein, wenn die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2008/57/EG erfüllt sind. Das Verfahren für den Nachweis, inwieweit die Eckwerte dieser TSI erreicht werden, muss mit der Empfehlung der Kommission [aktuelle Fassung der Empfehlung 2011/622] im Einklang stehen.

### *7.3.2. Umrüstung/Erneuerung der Oberleitung und/oder der Energieversorgung*

- (1) Oberleitungen und/oder Elektrifizierungssysteme oder Teile davon können auch schrittweise – Element für Element – über einen längeren Zeitraum modifiziert werden, um auf diese Weise die Konformität mit der vorliegenden TSI herzustellen.
- (2) Die Konformität des kompletten Teilsystems kann jedoch erst festgestellt werden, wenn auf dem gesamten Streckenabschnitt sämtliche Elemente mit der TSI übereinstimmen.
- (3) Bei der Umrüstung bzw. Erneuerung ist zu berücksichtigen, dass die Kompatibilität mit dem bestehenden Teilsystem „Energie“ und anderen Teilsystemen erhalten bleiben muss. Werden bei einem Projekt Elemente verwendet, die nicht der TSI entsprechen, so sind die anzuwendenden EG-Konformitätsbewertungs- und EG-Prüfverfahren gemeinsam mit dem betreffenden Mitgliedstaat abzustimmen.

### *7.3.3. Instandhaltungsparameter*

Für die Instandhaltung des Teilsystems „Energie“ sind keine förmlichen Prüfungen und Inbetriebnahmegenehmigungen erforderlich. Allerdings ist es möglich, Teile im Zuge der Instandhaltung, soweit unter vertretbaren Umständen möglich, gemäß den Anforderungen dieser TSI auszutauschen und damit zur Verwirklichung der Interoperabilität beizutragen.

### *7.3.4. Bestehende Teilsysteme, die nicht Gegenstand eines Umrüstungs- oder Erneuerungsprojekts sind*

Das Verfahren für den Nachweis, inwieweit bestehende Strecken den Eckwerten dieser TSI entsprechen, muss mit der Empfehlung der Kommission [aktuelle Fassung der Empfehlung 2011/622] im Einklang stehen.

## **7.4. Sonderfälle**

### *7.4.1. Allgemeines*

- (1) Die in Abschnitt 7.4.2 aufgeführten Sonderfälle sehen spezielle Bestimmungen vor, die für bestimmte Streckennetze der Mitgliedstaaten erforderlich und zulässig sind.
- (2) Diese Sonderfälle gehören einer der folgenden Kategorien an:
  - permanente „P-Fälle“
  - temporäre „T-Fälle“, in denen eine Verwirklichung des Zielsystems vorgesehen ist.

### *7.4.2. Liste der Sonderfälle*

#### *7.4.2.1. Besonderheiten des estnischen Netzes*

##### *7.4.2.1.1 Spannung und Frequenz (4.2.3)*

## P-Fall

In Estland beträgt die zulässige Höchstspannung der Oberleitung 4 kV (3-kV-Gleichstromnetze).

### 7.4.2.2. Besonderheiten des französischen Netzes

#### 7.4.2.2.1 *Spannung und Frequenz (4.2.3)*

##### T-Fall

Die Höhe und die Grenzwerte von Spannung und Frequenz an den Anschlüssen des Unterwerks und am Stromabnehmer auf den 1,5-kV-Gleichstromstrecken

- Nîmes – Port Bou und
- Toulouse – Narbonne

können die Werte gemäß EN 50163:2004 Abschnitt 4 ( $U_{max2}$  nahe 2000 V) überschreiten.

#### 7.4.2.2.2 *Phasentrennabschnitte – Strecken mit Geschwindigkeit $v \geq 250 \text{ km/h}$ (4.2.15.2)*

##### P-Fall

Bei Umrüstung/Erneuerung der Hochgeschwindigkeitsstrecken LN 1, 2, 3 und 4 sind für die Phasentrennabschnitte Sonderausführungen zulässig.

### 7.4.2.3. Besonderheiten des italienischen Netzes

#### 7.4.2.3.1 *Phasentrennabschnitte – Strecken mit Geschwindigkeit $v \geq 250 \text{ km/h}$ (4.2.15.2)*

##### P-Fall

Bei Umrüstung/Erneuerung der Hochgeschwindigkeitsstrecke Rom–Neapel sind für die Phasentrennabschnitte Sonderausführungen zulässig.

### 7.4.2.4. Besonderheiten des lettischen Netzes

#### 7.4.2.4.1 *Spannung und Frequenz (4.2.3)*

##### P-Fall

In Lettland beträgt die zulässige Höchstspannung der Oberleitung 4 kV (3-kV-Gleichstromnetze).

### 7.4.2.5. Besonderheiten des litauischen Netzes

#### 7.4.2.5.1 *Dynamisches Verhalten und Stromabnahmeequalität (4.2.12)*

##### P-Fall

Für bestehende Oberleitungen wird der Raum für den Anhub des Seitenhalters gemäß den zu diesem Zweck notifizierten nationalen technischen Vorschriften berechnet.

#### 7.4.2.6. Besonderheiten des polnischen Netzes

##### 7.4.2.6.1 *Koordination des elektrischen Schutzes (4.2.7)*

P-Fall

Für das polnische 3-kV-Gleichstromnetz erhält die Anmerkung c in Tabelle 7 der Norm EN 50388:2012 folgende Fassung: Das Auslösen des Leistungsschalters muss bei hohen Kurzschlussströmen sehr rasch erfolgen. Es sollte möglichst der Leistungsschalter des Triebfahrzeugs auslösen, so dass ein Auslösen des Leistungsschalters des Unterwerks vermieden wird.

#### 7.4.2.7. Besonderheiten des spanischen Netzes

##### 7.4.2.7.1 *Fahrdrahhöhe (4.2.9.1)*

P-Fall

Auf einigen Abschnitten künftiger Strecken mit Geschwindigkeit  $v \geq 250 \text{ km/h}$  ist eine Nennhöhe des Fahrdrähtes von 5,60 m zulässig.

##### 7.4.2.7.2 *Phasentrennabschnitte – Strecken mit Geschwindigkeit $v \geq 250 \text{ km/h}$ (4.2.15.2)*

P-Fall

Bei Umrüstung/Erneuerung bestehender Hochgeschwindigkeitsstrecken ist die besondere Ausführung der Phasentrennabschnitte zu erhalten.

#### 7.4.2.8. Besonderheiten des schwedischen Netzes

##### 7.4.2.8.1 *Bewertung der mittleren nutzbaren Spannung (6.2.4.1)*

P-Fall

Statt anhand der mittleren nutzbaren Spannung gemäß EN 50388:2012 Abschnitt 15.4 kann die Leistungsfähigkeit der Bahnenergieversorgung auch wie folgt bewertet werden:

- Durch Vergleich mit einem Referenzfall, in dem die Energieversorgungslösung für einen Zugbetrieb mit ähnlichem oder noch höherem Leistungsbedarf verwendet wird. In dem Referenzfall müssen folgende Werte vergleichbar groß oder größer sein:
  - der Abstand zur spannungsüberwachten Sammelschiene (Umformerwerk) und
  - die Impedanz der Oberleitung;

- in einfachen Fällen durch grobe Schätzung von  $U_{\text{mittel/nutzbar}}$ , die höhere zusätzliche Kapazitäten für einen künftigen Verkehrsbedarf ermöglicht.

#### 7.4.2.9. Besonderheiten des Netzes des Vereinigten Königreichs in Großbritannien

##### 7.4.2.9.1 *Spannung und Frequenz (4.2.3)*

P-Fall

600/750-V-Gleichstromnetze mit Stromschienen in einer Drei- und/oder Vierschienenkonfiguration dürfen weiterhin gemäß den zu diesem Zweck notifizierten nationalen technischen Vorschriften umgerüstet, erneuert und ausgebaut werden.

Sonderfall für das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland, der nur die Hauptstrecken in Großbritannien betrifft.

##### 7.4.2.9.2 *Fahrdrahthöhe (4.2.9.1)*

P-Fall

Bei einem Neubau, einer Umrüstung oder Erneuerung des Teilsystems „Energie“ auf der bestehenden Infrastruktur ist es zulässig, die Fahrdrahthöhe gemäß den zu diesem Zweck notifizierten nationalen technischen Vorschriften auszulegen.

Sonderfall für das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland, der nur die Hauptstrecken in Großbritannien betrifft.

##### 7.4.2.9.3 *Maximale horizontale Auslenkung (4.2.9.2) und Stromabnehmerbegrenzungslinie (4.2.10)*

P-Fall

Bei einem Neubau, einer Umrüstung oder Erneuerung des Teilsystems „Energie“ auf der bestehenden Infrastruktur ist es zulässig, die Anpassung der maximalen horizontalen Auslenkung, die Nachweispunkte und die Stromabnehmerbegrenzungslinie gemäß den zu diesem Zweck notifizierten nationalen technischen Vorschriften zu berechnen.

Sonderfall für das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland, der nur die Hauptstrecken in Großbritannien betrifft.

##### 7.4.2.9.4 *Schutz vor Stromschlag (4.2.18)*

P-Fall

Bei Umrüstung oder Erneuerung des bestehenden Teilsystems „Energie“ oder dem Bau neuer Teilsysteme auf der bestehenden Infrastruktur ist es zulässig, die Schutzvorkehrungen gegen Stromschlag nicht gemäß der Norm EN50122-1:2011+A1:2011 Abschnitt 5.2.1, sondern gemäß den zu diesem Zweck notifizierten nationalen technischen Vorschriften zu konzipieren.

Sonderfall für das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland, der nur die Hauptstrecken in Großbritannien betrifft.

#### 7.4.2.9.5 *Konformitätsbewertung der Oberleitung als Interoperabilitätskomponente*

##### P-Fall

Das Verfahren zur Konformitätsbewertung in Bezug auf die Abschnitte 7.4.2.9.2 und 7.4.2.9.3 sowie die zugehörigen Bescheinigungen kann in den nationalen Vorschriften festgelegt werden.

Das Verfahren kann auch die Konformitätsbewertung von Teilen beinhalten, die nicht Gegenstand eines Sonderfalls sind.

#### 7.4.2.10. Besonderheiten des Eurotunnel-Netzes

##### 7.4.2.10.1 *Fahrdrahthöhe (4.2.9.1)*

##### P-Fall

Bei Umrüstung oder Erneuerung des bestehenden Teilsystems „Energie“ ist es zulässig, die Fahrdrahthöhe gemäß den zu diesem Zweck notifizierten technischen Vorschriften auszulegen.

#### 7.4.2.11. Besonderheiten des luxemburgischen Netzes

##### 7.4.2.11.1 *Spannung und Frequenz (4.2.3)*

##### T-Fall

Die Höhe und die Grenzwerte von Spannung und Frequenz an den Anschlüssen des Unterwerks und am Stromabnehmer auf den 25-kV-Wechselstromstrecken zwischen Bettembourg und Rodange (Grenze) und dem Streckenabschnitt zwischen Pétange und Leudelange können die in EN 50163:2004 Abschnitt 4 ( $U_{max1}$  nahe 30 kV und  $U_{max2}$  nahe 30,5 kV) angegebenen Werte überschreiten.

## **Anhang A: Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten**

### **A.1 GEGENSTAND**

Dieser Anhang behandelt die Konformitätsbewertung der Interoperabilitätskomponente des Teilsystems „Energie“ (Oberleitung).

Für die bereits vorhandenen Interoperabilitätskomponenten ist das Verfahren nach Abschnitt 6.1.2 maßgeblich.

### **A.2 MERKMALE**

Die unter Anwendung der Module CB oder CH1 zu bewertenden Merkmale der Interoperabilitätskomponente sind in Tabelle A.1 mit „X“ gekennzeichnet. Die Produktionsphase muss innerhalb des Teilsystems bewertet werden.

**Tabelle A.1: Bewertung der Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“**

Merkmal – Abschnitt	Bewertung in folgender Phase:			
	Entwurf und Entwicklung	Produktion	Prüfung des Fertigungsverfahrens	Prüfung <sup>2)</sup>
Geometrie der Oberleitung - 5.2.1.1	X	n. r.	n. r.	n. r.
Mittlere Kontaktkraft - 5.2.1.2 <sup>1)</sup>	X	n. r.	n. r.	n. r.
Dynamisches Verhalten - 5.2.1.3	X	n. r.	X	n. r.
Raum für Anhub des Seitenhalters - 5.2.1.4	X	n. r.	X	n. r.
Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung - 5.2.1.5	X	n. r.	n. r.	n. r.
Stromaufnahme im Stillstand - 5.2.1.6	X	n. r.	X	n. r.
Fahrdrachtwerkstoff - 5.2.1.7	X	n. r.	n. r.	n. r.

n. r.: Nicht relevant

<sup>1)</sup> Die Messung der Kontaktkraft ist Teil der Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmequalität.

<sup>2)</sup> Prüfung im Sinne von Abschnitt 6.1.4 über das besondere Bewertungsverfahren für die Interoperabilitätskomponente „Oberleitung“.

## Anhang B: EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“

### B.1 Gegenstand

Dieser Anhang behandelt die EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“.

### B.2 Merkmale

Die in der Entwurfs-, der Installations- und der Betriebsphase zu bewertenden Merkmale des Teilsystems sind in Tabelle B.1 mit „X“ gekennzeichnet.

Tabelle B.1: EG-Prüfung des Teilsystems „Energie“

Eckwerte	Bewertungsphase			
	Ent-wurf und Ent-wick-lung	Produktion		
Ent-wurfs-prüfung	Bau, Montage, Installation	Montiert, vor Inbetriebnahme	Validierung im Vollbetrieb	
Spannung und Frequenz - 4.2.3	X	n. r.	n. r.	n. r.
Leistungsparameter der Energieversorgung - 4.2.4	X	n. r.	n. r.	n. r.
Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand - 4.2.5	X <sup>2)</sup>	n. r.	n. r.	n. r.
Nutzbremsung - 4.2.6	X	n. r.	n. r.	n. r.
Koordination des elektrischen Schutzes - 4.2.7	X	n. r.	X	n. r.
Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen - 4.2.8	X	n. r.	n. r.	n. r.
Geometrie der Oberleitung - 4.2.9	X <sup>2)</sup>	n. r.	n. r. <sup>4)</sup>	n. r.
Stromabnehmerbegrenzungslinie - 4.2.10	X	n. r.	n. r.	n. r.
Mittlere Kontaktkraft - 4.2.11	X <sup>2)</sup>	n. r.	n. r.	n. r.
Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität - 4.2.12	X <sup>2)</sup>	n. r.	X <sup>3) 4)</sup>	n. r. <sup>3)</sup>
Stromabnehmerabstand für die Auslegung der Oberleitung - 4.2.13	X <sup>2)</sup>	n. r.	n. r.	n. r.
Fahrdrachtwerkstoff - 4.2.14	X <sup>2)</sup>	n. r.	n. r.	n. r.
Phasentrennabschnitte - 4.2.15	X	n. r.	n. r.	n. r.

<b>Eckwerte</b>	<b>Bewertungsphase</b>			
	<b>Ent-wurf und Ent-wick-lung</b>	<b>Produktion</b>		
<b>Ent-wurfs-prüfung</b>	<b>Bau, Montage, Installation</b>	<b>Montiert, vor Inbetriebnahme</b>	<b>Validierung im Vollbetrieb</b>	
Systemtrennabschnitte - 4.2.16	X	n. r.	n. r.	n. r.
Streckenseitiges Energiedatenerfassungssystem (4.2.17)	n. r.	n. r.	n. r.	n. r.
Schutz vor Stromschlag - 4.2.18	X	X <sup>5)</sup>	X <sup>5)</sup>	n. r.
Instandhaltungsvorschriften - 4.5	n. r.	n. r.	X	n. r.

n. r.: Nicht relevant

<sup>2)</sup> Nur durchzuführen, wenn die Oberleitung nicht als Interoperabilitätskomponente bewertet wurde.

<sup>3)</sup> Validierung im Vollbetrieb darf nur erfolgen, wenn in der Phase „Montiert, vor Inbetriebnahme“ keine Validierung möglich ist.

<sup>4)</sup> Als alternative Bewertungsmethode durchzuführen, wenn das dynamische Verhalten der in das Teilsystem integrierten Oberleitung nicht gemessen wird (siehe Abschnitt 6.2.4.5).

<sup>5)</sup> Durchzuführen, falls die Prüfung nicht von einer anderen benannten Stelle vorgenommen wird.

## Anhang C: Mittlere nutzbare Spannung

### C.1 Werte der mittleren nutzbaren Spannung am Stromabnehmer

Die mittlere nutzbare Spannung am Stromabnehmer im Normalbetrieb muss den Werten in Tabelle C.1 entsprechen.

**Tabelle C.1: Mittlere nutzbare Spannung am Stromabnehmer**

V		
Elektrifizierungssystem	Strecken mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit $v > 200$ km/h	Strecken mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit $v \leq 200$ km/h
	Abschnitt und Zug	Abschnitt und Zug
25 kV Wechselstrom 50 Hz	22 500	22 000
15 kV Wechselstrom 16,7 Hz	14 200	13 500
3 kV Gleichstrom	2 800	2 700
1,5 kV Gleichstrom	1 300	1 300

### C.2 Simulationsregeln

Für die Berechnung von  $U_{\text{mittel/nutzbar}}$  zu verwendender Simulationsabschnitt

- Die Simulationen sind in einem Abschnitt durchzuführen, der für einen großen Teil der Strecke oder einen Teil des Netzes repräsentativ ist, beispielsweise der/die entsprechende(n) Speiseabschnitt(e) in dem Netz für den zu konzipierenden und zu bewertenden Gegenstand.

Für die Berechnung von  $U_{\text{mittel/nutzbar}}$  zu verwendender Simulationszeitraum

- Für die Simulation von  $U_{\text{mittel/nutzbar}}$  (Zug) und  $U_{\text{mittel/nutzbar}}$  (Abschnitt) kommen nur Züge in Betracht, die für einen relevanten Zeitraum, z. B. die erforderliche Zeit, um einen Speiseabschnitt vollständig zu durchfahren, Teil der Simulation sind.

## **Anhang D: Spezifikation der Stromabnehmerbegrenzungslinie**

### **D.1 Spezifikation des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers**

#### **D.1.1 Allgemeines**

##### **D.1.1.1 Frei zu haltender Raum für elektrifizierte Strecken**

Auf elektrifizierten Oberleitungsstrecken ist ein zusätzlicher Raum frei zu halten für

- das Oberleitungssystem,
- den ungehinderten Durchgang des Stromabnehmers.

Dieser Anhang behandelt den freien Durchgangslichtraum des Stromabnehmers (Stromabnehmerbegrenzungslinie). Für den elektrischen Mindestabstand trägt der Infrastrukturbetreiber Sorge.

#### **D.1.1.2 Besonderheiten**

Die Stromabnehmerbegrenzungslinie weicht in verschiedener Hinsicht vom Lichtraumprofil ab:

- Der Stromabnehmer ist (zum Teil) stromführend, so dass je nach Objekt (isoliert oder nicht isoliert) ein elektrischer Mindestabstand eingehalten werden muss.
- Falls erforderlich, sind eventuell vorhandene Isolierhörner zu berücksichtigen. Deshalb ist eine doppelte Begrenzungslinie festzulegen, damit mechanische und elektrische Einflüsse gleichzeitig berücksichtigt werden können.
- Bei der Stromabnahme steht der Stromabnehmer in dauerndem Kontakt mit dem Fahrdräht, so dass seine Höhe Schwankungen unterliegt. Entsprechend variiert auch die Höhe der Stromabnehmerbegrenzungslinie.

#### **D.1.1.3 Symbole und Abkürzungen**

Symbol	Bezeichnung	Einheit
$b_w$	Halbe Länge der Stromabnehmerwippe	m
$b_{w,c}$	Halbe Länge des leitenden Bereiches der Stromabnehmerwippe (mit Isolierhörnern) oder der Arbeitslänge (mit leitenden Hörnern)	m
$b'_{o,mec}$	Breite des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers am oberen Nachweispunkt	m
$b'_{u,mec}$	Breite des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers am unteren Nachweispunkt	m
$b'_{h,mec}$	Breite des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers für einen dazwischen liegenden Nachweispunkt in mittlerer Höhe $h$	m
$d_l$	Horizontale Auslenkung des Fahrdrähts	m

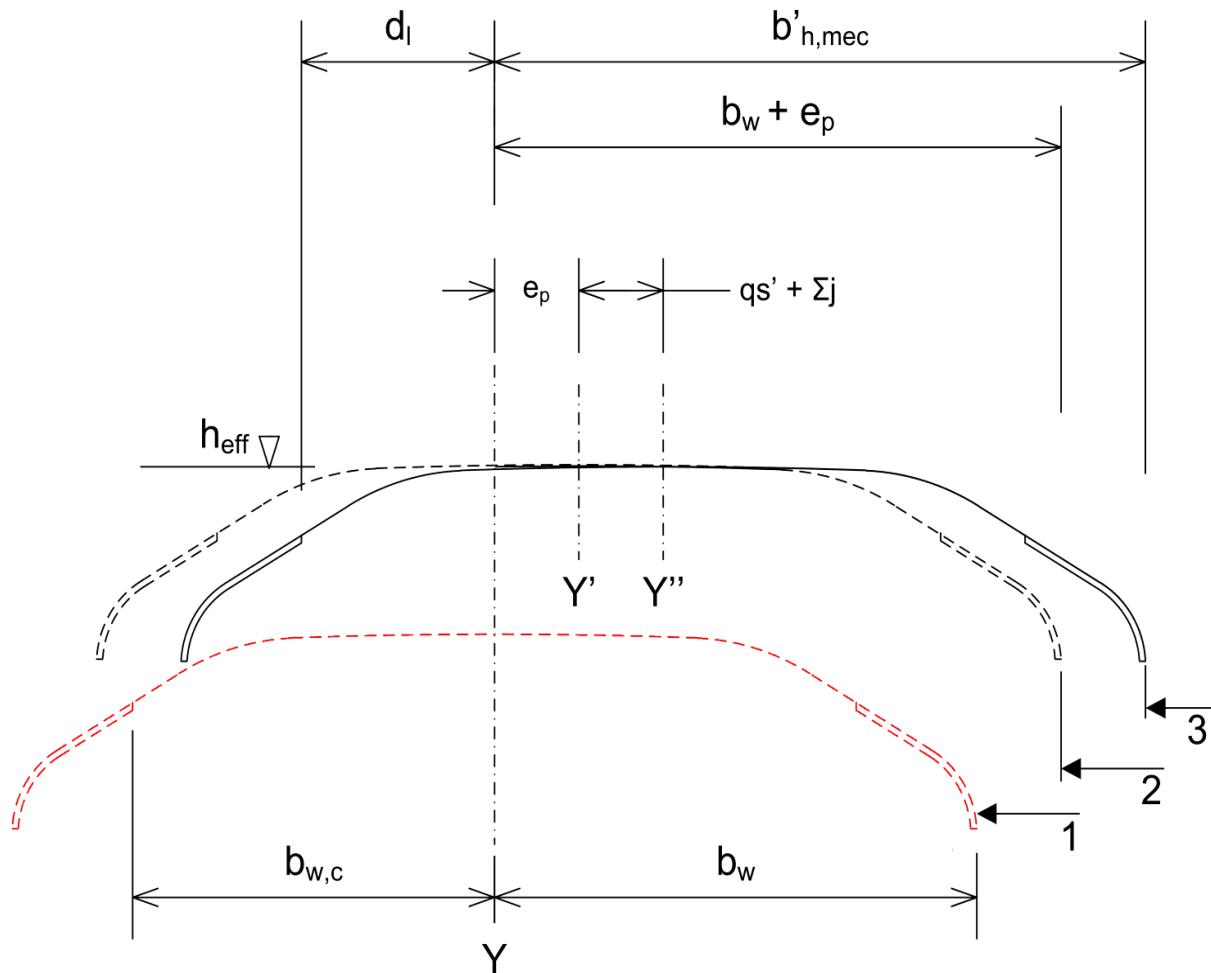
$D'_o$	Referenzwert der Überhöhung, die der Fahrzeugherrsteller für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers zugrunde legt	m
$e_p$	Durch Fahrzeugmerkmale bedingte Wankbewegung des Stromabnehmers	m
$e_{po}$	Wankbewegung des Stromabnehmers am oberen Nachweispunkt	m
$e_{pu}$	Wankbewegung des Stromabnehmers am unteren Nachweispunkt	m
$f_s$	Zuschlag zur Berücksichtigung des Fahrdrahtanhubs	m
$f_{wa}$	Zuschlag zur Berücksichtigung des Verschleißes der Stromabnehmerschleifstücke	m
$f_{ws}$	Zuschlag zur Berücksichtigung des Überstands der Stromabnehmerwippe am Fahrdrat infolge der Schräglage durch einseitige Einfederung	m
$h$	Höhe über Schienenoberkante	m
$h'_{co}$	Referenzhöhe des Wankpols zur Bestimmung der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
$h'$	Referenzhöhe zur Berechnung der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
$h'_o$	Maximale Nachweishöhe der Begrenzungslinie des Stromabnehmers in Arbeitsstellung	m
$h'_u$	Niedrigste Nachweishöhe der Begrenzungslinie des Stromabnehmers in Arbeitsstellung	m
$h_{eff}$	Tatsächliche Höhe des angehobenen Stromabnehmers	m
$h_{cc}$	Statische Höhe des Fahrdräts	m
$I'_o$	Referenzwert des Überhöhungsfehlbetrags, den der Fahrzeugherrsteller für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers zugrunde legt	m
$L$	Abstand zwischen den Mittellinien der Schienen eines Gleises	m
$l$	Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der Schienen eines Gleises	m
$q$	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder, bei Fahrzeugen ohne Drehgestell, zwischen Radsatz und Wagenkasten	m
$qs'$	Quasistatische Bewegung	m
$R$	Bogenhalbmesser	m
$s'_o$	Vereinbarter Neigungskoeffizient zwischen Fahrzeug und Infrastruktur für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	
$S'_{ia}$	Zulässige zusätzliche Ausladung auf der Bogenaußen-/innenseite für den Stromabnehmer	m
$w$	Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m

$\Sigma_j$	Summe der (horizontalen) Sicherheitszuschläge zur Berücksichtigung von Zufallsphänomenen ( $j = 1, 2$ oder $3$ ) für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
------------	--	---

Index „a“ bezeichnet die Bogenaußenseite

Index „i“ bezeichnet die Bogeninnenseite

#### D.1.1.4 Grundsätzliches



Legende:

Y: Gleismittellinie

Y': Stromabnehmermittellinie – zur Herleitung des Referenzprofils für den ungehinderten Durchgang

Y'': Stromabnehmermittellinie – zur Herleitung des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers

1: Stromabnehmerprofil

2: Statische Begrenzungslinie

3: Mechanischer Durchgangslichtraum

### **Abb. D.1: Mechanische Begrenzungslinien des Stromabnehmers**

Die Konformität mit der Stromabnehmerbegrenzungslinie ist nur dann gegeben, wenn sowohl die Maße der mechanischen wie auch der elektrischen Begrenzungslinie eingehalten werden:

- Das Referenzprofil für den ungehinderten Durchgang schließt die Länge der Stromabnehmerwippe und deren Wankbewegung  $e_p$  bis zur Referenzüberhöhung oder dem Überhöhungsfehlbetrag ein.
- Stromführende und isolierte Objekte müssen außerhalb der mechanischen Begrenzungslinie liegen.
- Nicht isolierte Objekte (geerdet oder mit einem anderen Potenzial als das der Oberleitung) müssen außerhalb der mechanischen und elektrischen Begrenzungslinie liegen.

### **D.1.2 Spezifikation des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers**

#### **D.1.2.1 Spezifikation der Breite der mechanischen Begrenzungslinie**

##### **D.1.2.1.1 Gegenstand**

Die Breite der Stromabnehmerbegrenzungslinie ist hauptsächlich durch die Länge und die Bewegungen des betreffenden Stromabnehmers bestimmt. Außer bestimmten besonderen Erscheinungen treten in den Querbewegungen ähnliche Phänomene auf wie beim Lichtraumprofil.

Die Stromabnehmerbegrenzungslinie wird bei folgenden Höhen untersucht:

- oberer Nachweispunkt  $h'_o$
- unterer Nachweispunkt  $h'_u$

Zwischen diesen beiden Höhen wird von einer linearen Variation der Begrenzungslinie ausgegangen.

Die verschiedenen Parameter sind in Abb. D.2 dargestellt.

##### **D.1.2.1.2 Berechnungsmethode**

Die Breite der Stromabnehmerbegrenzungslinie ist durch die Summe der nachstehend definierten Parameter zu bestimmen. Werden auf einer Strecke unterschiedliche Stromabnehmer eingesetzt, so ist die maximale Breite zu berücksichtigen.

Für den unteren Nachweispunkt mit  $h = h'_u$ :

$$b'_{u(i/a),mec} = \left( b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

Für den oberen Nachweispunkt mit  $h = h'_o$ :

$$b'_{o(i/a),mec} = \left( b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

HINWEIS: i/a = Bogeninnen-/außenseite

Die Breite auf einer beliebigen Zwischenhöhe  $h$  wird durch Interpolation bestimmt:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h_u}{h_o - h_u} \cdot \left( b'_{o,mec} - b'_{u,mec} \right)$$

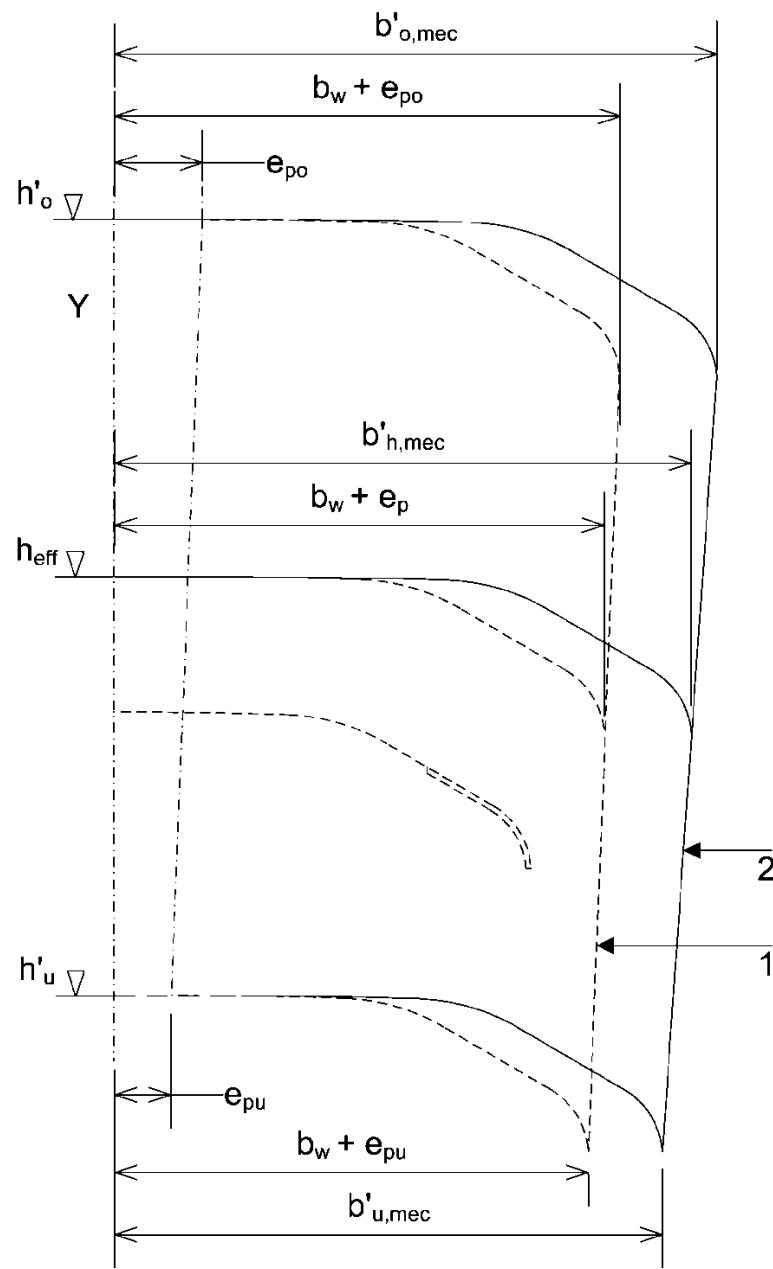
#### D.1.2.1.3 Halbe Länge $b_w$ der Stromabnehmerwippe

Die halbe Länge  $b_w$  der Stromabnehmerwippe ist vom verwendeten Stromabnehmertyp abhängig. Das/die betreffende(n) Stromabnehmerprofil(e) ist/sind in der TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2 festgelegt.

#### D.1.2.1.4 Wankbewegung des Stromabnehmers $e_p$

Die Wankbewegung hängt hauptsächlich von folgenden Faktoren ab:

- dem Spiel  $q + w$  in den Achslagern sowie zwischen Drehgestell und Wagenkasten;
- der Neigung des Wagenkastens (abhängig vom Neigungskoeffizienten  $s_0'$ , dem Referenzwert der Überhöhung  $D'_0$  und dem Referenzwert des Überhöhungsfehlbetrags  $I'_0$ );
- der Montagetoleranz des Stromabnehmers auf dem Dach;
- der Querbeweglichkeit der Befestigungsvorrichtung auf dem Dach;
- der jeweiligen Höhe  $h'$ .



Legende:

Y: Gleismitte

1: Statische Begrenzungslinie

2: Mechanischer Durchgangslichtraum des Stromabnehmers

**Abb. D.2: Bestimmung der Breite des mechanischen Durchgangslichtraums des Stromabnehmers auf verschiedenen Höhen**

#### D.1.2.1.6 Zusätzliche Ausladung

In der Stromabnehmerbegrenzungslinie sind bestimmte zusätzliche Ausladungen möglich. Bei Normalspurweite gilt folgende Formel:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{R} + \frac{\ell - 1,435}{2}$$

Bei anderen Spurweiten gelten die nationalen Vorschriften.

#### D.1.2.1.7 Quasistatischer Effekt

Da der Stromabnehmer auf dem Dach montiert ist, spielt der quasistatische Effekt eine wichtige Rolle bei der Berechnung der Stromabnehmerbegrenzungslinie. Dieser Effekt wird aus dem Neigungskoeffizienten  $s_0'$ , der Referenzüberhöhung  $D'_0$  und dem Referenzüberhöhungsfehlbetrag  $I'_0$  berechnet:

$$qs'_i = \frac{s_0'}{L} \left[ D - D'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{s_0'}{L} \left[ I - I'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

HINWEIS: Stromabnehmer sind normalerweise auf dem Dach eines Triebfahrzeugs montiert, dessen Neigungskoeffizient  $s_0'$  in der Regel geringer ist als der für das Lichtraumprofil  $s_0$ .

#### D.1.2.1.8 Sicherheitsmargen

Gemäß der Definition des Lichtraums sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- Ladungsasymmetrien
- Querverschiebung des Gleises zwischen zwei aufeinanderfolgenden Instandhaltungen
- Änderung der Überhöhung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Instandhaltungen
- Schwingungen durch Gleisunebenheiten.

$\Sigma_j$  ist die Summe der oben genannten Margen.

#### D.1.2.2 Spezifikation der Höhe der mechanischen Begrenzungslinie

Die Höhe der Begrenzungslinie ist lokal anhand der statischen Höhe  $h_{cc}$  des Fahrdrähts zu bestimmen. Dabei sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

- Anhub  $f_s$  des Fahrdrähts durch die Kontaktkraft des Stromabnehmers. Der Wert  $f_s$  hängt vom Oberleitungstyp ab und ist vom Infrastructurbetreiber gemäß Abschnitt 4.2.12 zu bestimmen.
- Anhub der Stromabnehmerwippe aufgrund ihrer Schiefstellung durch den Versatz des Kontaktpunkts und den Verschleiß am Fahrleitungskontaktstück  $f_{ws}$

$+f_{wa}$ . Der zulässige Wert  $f_{ws}$  ist in der TSI LOC&PAS angegeben;  $f_{wa}$  hängt von Erfordernissen der Instandhaltung ab.

Die Höhe der mechanischen Begrenzungslinie ergibt sich aus folgender Formel:

$$h_{eff} = h_{cc} + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

### D.1.3 Bezugsparameter

Die Parameter für den mechanischen Durchgangslichtraum des Stromabnehmers und die Spezifikation der maximalen horizontalen Auslenkung des Fahrdrashts sind wie folgt zu wählen:

- $l$  – nach Maßgabe der Spurweite
- $s'_o = 0,225$
- $h'_{co} = 0,5 \text{ m}$
- $I'_o = 0,066 \text{ m}$  und  $D'_o = 0,066 \text{ m}$
- $h'_o = 6,500 \text{ m}$  und  $h'_u = 5,000 \text{ m}$

### D.1.4 Berechnung der maximalen horizontalen Auslenkung des Fahrdrashts

Die maximale horizontale Auslenkung des Fahrdrashts wird durch Berücksichtigung der Gesamtbewegung des Stromabnehmers relativ zur Nenngleislage und des leitfähigen Bereichs (oder der Arbeitslänge bei Stromabnehmern ohne Hörner aus leitfähigem Material) wie folgt berechnet:

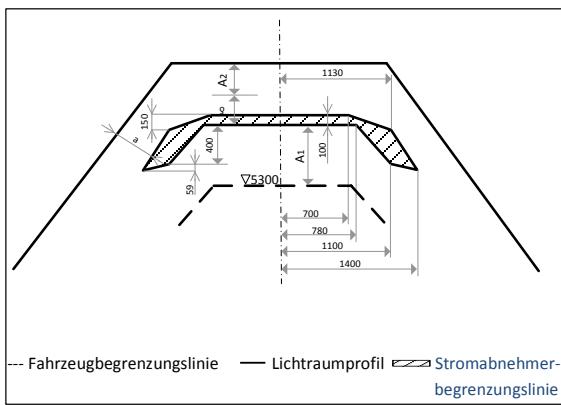
$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

$b_{w,c}$  gemäß Definition in der TSI LOC&PAS Abschnitte 4.2.8.2.9.1 und 4.2.8.2.9.2.

## D.2 Spezifikation der statischen Stromabnehmerbegrenzungslinie (1520-mm-Bahnsysteme)

Die Spezifikation gilt für Mitgliedstaaten, die das Stromabnehmerprofil gemäß TSI LOC&PAS Abschnitt 4.2.8.2.9.2.3 zulassen.

Die Stromabnehmerbegrenzungslinie muss Abb. D.3 und Tabelle D.1 entsprechen.



**Abb. D.3: Statische Stromabnehmerbegrenzungslinie für 1520-mm-Bahnsysteme**

**Tabelle D.1: —Abstände zwischen stromführenden Teilen der Oberleitung / des Stromabnehmers und geerdeten Teilen von Fahrzeugen und ortsfesten Anlagen für 1520-mm-Bahnsysteme**

Spannung des Stromleitungssystems gegenüber Erde (kV)	Vertikaler Luftspalt A <sub>1</sub> zwischen Fahrzeug und niedrigster Fahrdrahhöhe [mm]		Vertikaler Luftspalt A <sub>2</sub> zwischen stromführenden Teilen der Oberleitung und geerdeten Teilen [mm]	Horizontaler Luftspalt $\alpha$ zwischen stromführenden Teilen des Stromabnehmers und geerdeten Teilen [mm]		Vertikaler Freiraum $\delta$ für stromführende Teile der Oberleitung [mm]		
	Normal			Zulässiger Mindestwert auf freier Strecke und in Bahnhöfen, wo keine Abschaltung der Antriebsleistung vorgesehen ist		Ohne Fahrdraht		
	Auf freier Strecke und in Bahnhöfen, wo keine Abschaltung der Antriebsleistung vorgesehen ist	Sonstige Bahnhofsgleise		Normal	Zulässiger Mindestwert	Normal	Zulässiger Mindestwert	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5 – 4	450	95 0	250	20 0	150	200	150	150
								10
								11
								12
								300
								250

6 – 12	450	95 0	300	25 0	200	220	180	150	100	300	250
25	450	95 0	375	35 0	300	250	200	150	100	300	250

## Anhang E: Normverweise

**Tabelle E.1: Normverweise**

Ziffer	Referenz	Titel des Dokuments	Ausgabe	Betroffene Eckwerte
1	EN 50119	Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb	2009	<i>Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand (4.2.5), Geometrie der Oberleitung (4.2.9) Dynamisches Verhalten und Stromabnahmeequalität (4.2.12), Phasentrennabschnitte (4.2.15) und Systemtrennabschnitte (4.2.16)</i>
2	EN 50122-1:2011+A1:2011	Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückstromführung – Teil 1: Schutz vor Stromschlag	2011	<i>Geometrie der Oberleitung (4.2.9) und Schutz vor Stromschlag (4.2.18)</i>
3	EN 50149	Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrischer Zugbetrieb; Rillen-Fahrdrähte aus Kupfer und Kupferlegierung	2012	<i>Fahrdrähtwerkstoff (4.2.14)</i>
4	EN 50163	Bahnanwendungen — Speisespannungen von Bahnenetzen	2004	<i>Spannung und Frequenz (4.2.3)</i>
5	EN 50367	Bahnanwendungen - Zusammenwirken der Systeme - Technische Kriterien für das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung für einen freien Zugang	2012	<i>Strombelastbarkeit, Gleichstromsysteme, Züge im Stillstand (4.2.5), Mittlere Kontaktkraft (4.2.11), Phasentrennabschnitte (4.2.15) und Systemtrennabschnitte (4.2.16)</i>
6	EN 50388	Bahnanwendungen - Bahnenergieversorgung und Fahrzeuge - Technische Kriterien für die Koordination zwischen Anlagen der Bahnenergieversorgung und Fahrzeugen zum Erreichen der Interoperabilität	2012	<i>Leistungsparameter der Energieversorgung (4.2.4), Koordination des elektrischen Schutzes (4.2.7), Oberschwingungen und dynamische Effekte in Wechselstromsystemen (4.2.8)</i>
7	EN 50317	Bahnanwendungen — Stromabnahmesysteme — Anforderungen und Validierung von Messungen des dynamischen Zusammenwirkens zwischen Stromabnehmer und Oberleitung	2012	<i>Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmeequalität (6.1.4.1 und 6.2.4.5)</i>
8	EN 50318	Bahnanwendungen — Stromabnahmesysteme — Validierung von	2002	<i>Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmeequalität (6.1.4.1)</i>

		Simulationssystemen für das dynamische Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung		
--	--	--	--	--

## **Anhang F: Liste offener Punkte**

- (1) Spezifikation für die Protokolle der Schnittstellen zwischen Energiemesssystem und Datenerfassungssystem (4.2.17).

## Anhang G: Glossar

**Tabelle G.1: Glossar**

<b>Begriff</b>	<b>Abk.</b>	<b>Definition</b>
AC		Wechselstrom
DC		Gleichstrom
Datensatz für die Energieabrechnung <i>(Compiled energy billing data)</i>	CEBD	Vom Datenverarbeitungssystem erstellter Datensatz für die Energieabrechnung
Fahrleitungsanlage		Ein System, das die elektrische Energie an die auf der Strecke verkehrenden Züge verteilt und sie über Stromabnehmer an die Fahrzeuge überträgt.
Kontaktkraft		Vom Stromabnehmer auf die Oberleitung ausgeübte vertikale Kraft.
Fahrdrahtanhub		Vertikale Aufwärtsbewegung des Fahrdrahts aufgrund der von Stromabnehmer ausgeübten Kraft.
Stromabnehmer		An dem Fahrzeug befestigtes Gerät zur Übertragung von elektrischer Energie aus dem Fahrdraht einer Oberleitung oder aus der Stromschiene zum Fahrzeug.
Lichtraumprofil		Eine Reihe von Vorschriften einschließlich einer Referenzkontur und der zugehörigen Berechnungsregeln, die die Bestimmung der Außenabmessungen des Fahrzeugs und des infrastrukturseitig vorzusehenden Freiraums ermöglichen.  HINWEIS: Das Lichtraumprofil ist je nach Berechnungsmethode entweder statisch, kinematisch oder dynamisch.
Horizontale Auslenkung		Seitliche Verschiebung des Fahrdrahts bei maximalem Seitenwind.
Schienengleicher Bahnübergang		Kreuzung einer Straße und eines oder mehrerer Gleise auf gleicher Höhe.
Streckengeschwindigkeit		Höchstgeschwindigkeit in Kilometer pro Stunde, für die eine Strecke ausgelegt ist.
Instandhaltungsplan		Eine Serie von Dokumenten, in denen die von einem Infrastrukturbetreiber festgelegten Verfahren zur Instandhaltung der Infrastruktur beschrieben sind.

<b>Begriff</b>	<b>Abk.</b>	<b>Definition</b>
Mittlere Kontaktkraft		Statistischer Mittelwert der Kontaktkraft.
Mittlere nutzbare Spannung — Zug		Spannung, die den Auslegungszug bestimmt und die Quantifizierung der Auswirkungen auf dessen Leistung ermöglicht.
Mittlere nutzbare Spannung — Abschnitt		Spannung, die Hinweise auf die Qualität der Stromversorgung in einem geografischen Gebiet während der Spitzenverkehrszeiten im Fahrplan gibt.
Mindestfahrdrahthöhe		Mindestwert der Fahrdrahthöhe im Längsspannfeld, die unter allen Umständen Lichtbögen zwischen Fahrdraht (Fahrdrähten) und Fahrzeugen verhindert.
Streckentrenner		In eine fortlaufende Fahrleitung eingefügte Vorrichtung, die zwei Versorgungsabschnitte voneinander trennt und während der Stromabnehmerpassage eine kontinuierliche Stromabnahme aufrechterhält.
Nennfahrdrahthöhe		Nennwert der Fahrdrahthöhe an einem Stützpunkt bei normalen Bedingungen.
Nennspannung		Für eine Anlage oder einen Teil einer Anlage charakteristische Spannung.
Normalbetrieb		Fahrplanmäßiger Betrieb
Streckenseitiges Energiedaten-erfassungssystem (Datenerhebungsdienst - <i>Data Collecting Service</i> )	DCS	Streckenseitiger Dienst für die Zusammenstellung der von einem Energiemesssystem erfassten Daten für die Energieabrechnung (CEBD)
Oberleitung ( <i>Overhead contact line</i> )	OCL	Oberhalb (oder seitlich) der oberen Fahrzeugbegrenzungslinie angebrachte Fahrleitung, die Fahrzeuge mit elektrischer Energie über eine auf dem Dach angebrachte Stromabnahmeeinrichtung versorgt.
Begrenzungslinie		Eine mit jedem Lichtraumprofil verbundene Kontur in Form eines Querschnitts, die als Grundlage für die Ausarbeitung der Regeln zur Festlegung der Infrastrukturmaße einerseits und der Fahrzeugmaße andererseits dient.
Rückstromführung		Alle Leiter, die den vorgesehenen Weg für die Fahrstromrückführung bilden.
Statische Kontaktkraft		Mittlere vertikale Kraft, die bei angehobenem Stromabnehmer und stehendem Fahrzeug vom Hubantrieb ausgeübt und von der Stromabnehmerwippe nach oben

<b>Begriff</b>	<b>Abk.</b>	<b>Definition</b>
		vertikal auf den Fahrdrat übertragen wird.