

II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

BESCHLÜSSE

BESCHLUSS DER KOMMISSION

vom 26. April 2011

über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems*(Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2011) 2740)***(Text von Bedeutung für den EWR)**

(2011/274/EU)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Gemeinschaft ⁽¹⁾, insbesondere auf Artikel 6 Absatz 1,

in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Nach Artikel 2 Buchstabe e und Anhang II der Richtlinie 2008/57/EG wird das Eisenbahnsystem in strukturelle und funktionelle Teilsysteme unterteilt, zu denen auch ein Teilsystem „Energie“ gehört.

(2) Die Kommission erteilte der Europäischen Eisenbahnagentur (nachfolgend „Agentur“) durch die Entscheidung K(2006) 124 endg. vom 9. Februar 2006 ein Mandat zur Entwicklung technischer Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) gemäß der Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems ⁽²⁾. Diesem Mandat zufolge wurde die Agentur beauftragt, den Entwurf der technischen Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des konventionellen Eisenbahnsystems zu erarbeiten.

(3) Technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) sind gemäß der Richtlinie 2008/57/EG angenommene Spezifikationen. Die TSI im Anhang gilt für das Teilsys-

tem „Energie“ im Hinblick auf die Erfüllung der grundlegenden Anforderungen und zur Gewährleistung der Interoperabilität des Eisenbahnsystems.

(4) Die TSI im Anhang sollte sich auf den Beschluss 2010/713/EU der Kommission vom 9. November 2010 über Module für die Verfahren der Konformitäts- und Gebrauchstauglichkeitsbewertung sowie der EG-Prüfung, die in den gemäß Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates angenommenen technischen Spezifikationen für die Interoperabilität zu verwenden sind ⁽³⁾ beziehen.

(5) Die Mitgliedstaaten müssen nach Artikel 17 Absatz 3 der Richtlinie 2008/57/EG der Kommission und den anderen Mitgliedstaaten die für bestimmte Fälle anzuwendenden Bewertungs- und Prüfverfahren notifizieren und die mit der Durchführung dieser Verfahren beauftragten Stellen nennen.

(6) Die Bestimmungen anderer einschlägiger TSI, die für Energieteilsysteme gelten könnten, bleiben von der TSI im Anhang unberührt.

(7) Die TSI im Anhang sollte keine bestimmten Technologien oder technischen Lösungen vorschreiben, sofern dies für die Interoperabilität des Bahnsystems in der Union nicht unbedingt erforderlich ist.

(8) Die TSI im Anhang sollte es gemäß Artikel 11 Absatz 5 der Richtlinie 2008/57/EG erlauben, Interoperabilitätskomponenten für eine begrenzte Zeit ohne Zertifizierung in Teilsysteme einzubeziehen, sofern bestimmte Bedingungen erfüllt werden.

⁽¹⁾ ABl. L 191 vom 18.7.2008, S. 1.

⁽²⁾ ABl. L 110 vom 20.4.2001, S. 1.

⁽³⁾ ABl. L 319 vom 4.12.2010, S. 1.

- (9) Um weiterhin Innovation zu fördern und gewonnenen Erfahrungen Rechnung zu tragen, sollte die TSI im Anhang regelmäßig überarbeitet werden.
- (10) Die in diesem Beschluss vorgesehenen Maßnahmen stehen mit der Stellungnahme des gemäß Artikel 29 Absatz 1 der Richtlinie 2008/57/EG eingesetzten Ausschusses im Einklang —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

Artikel 1

Die Kommission erlässt hiermit eine technische Spezifikation für die Interoperabilität („TSI“) des Teilsystems „Energie“ des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems.

Die TSI steht im Anhang dieses Beschlusses.

Artikel 2

Diese TSI gilt für alle neue, umgerüstete oder erneuerte Infrastruktur des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems nach der Beschreibung in Anhang I der Richtlinie 2008/57/EG.

Artikel 3

Die in Kapitel 6 der TSI im Anhang dargelegten Verfahren zur Konformitäts- und Gebrauchstauglichkeitsbewertung sowie zur EG-Prüfung beruhen auf den im Beschluss 2010/713/EG festgelegten Modulen.

Artikel 4

(1) Während eines zehnjährigen Übergangszeitraums kann eine EG-Prüfbescheinigung für ein Teilsystem mit Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Konformitätserklärung bzw. EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung ausgestellt werden, sofern die in Abschnitt 6.3 des Anhangs beschriebenen Vorgaben erfüllt sind.

(2) Die Herstellung oder die Verbesserung/Erneuerung des Teilsystems unter Verwendung der Interoperabilitätskomponenten ohne Prüfbescheinigung einschließlich der Inbetriebnahme muss innerhalb des Übergangszeitraumes abgeschlossen sein.

(3) Während des Übergangszeitraums stellen die Mitgliedstaaten sicher, dass

- a) die Gründe der Nichtzertifizierung der Interoperabilitätskomponente bei dem in Absatz 1 genannten Prüfverfahren ordnungsgemäß festgestellt werden;

- b) die nationalen Sicherheitsbehörden in ihren Jahresberichten gemäß Artikel 18 der Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽¹⁾ detaillierte Angaben zu den nichtzertifizierten Interoperabilitätskomponenten machen und die Gründe der Nichtzertifizierung, darunter die Anwendung nach Artikel 17 der Richtlinie 2008/57/EG notifizierter nationaler Vorschriften, angeben.

(4) Nach Ablauf dieses Übergangszeitraumes und unter Berücksichtigung der in Abschnitt 6.3.3 zur Instandhaltung zugelassenen Ausnahmen müssen Interoperabilitätskomponenten durch die erforderliche EG-Konformitätserklärung bzw. EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung abgedeckt sein, bevor sie in das Teilsystem integriert werden.

Artikel 5

In Kapitel 7 der TSI im Anhang wird gemäß Artikel 5 Absatz 3 Buchstabe f der Richtlinie 2008/57/EG eine Strategie für den Übergang zu einem vollständig interoperablen Teilsystem „Energie“ angegeben. Dieser Übergang muss unter Berücksichtigung von Artikel 20 jener Richtlinie erfolgen, worin die Grundsätze für die Anwendung der TSI bei Erneuerungs- oder Umrüstungsvorhaben festgelegt sind. Die Mitgliedstaaten übermitteln der Kommission drei Jahre nach Inkrafttreten dieses Beschlusses einen Bericht über die Durchführung von Artikel 20 der Richtlinie 2008/57/EG. Dieser Bericht wird im Rahmen des durch Artikel 29 der Richtlinie 2008/57/EG eingesetzten Ausschusses erörtert, und die TSI im Anhang wird soweit zweckmäßig angepasst.

Artikel 6

(1) Für die in Kapitel 7 der TSI als „Sonderfälle“ eingestuft Fragen gelten die in dem Mitgliedstaat, der die Inbetriebnahme der hier behandelten Teilsysteme genehmigt, angewandten technischen Vorschriften als die Bedingungen, die bei der Prüfung der Interoperabilität im Sinne von Artikel 17 Absatz 2 der Richtlinie 2008/57/EG erfüllt sein müssen.

(2) Jeder Mitgliedstaat notifiziert den anderen Mitgliedstaaten und der Kommission innerhalb von sechs Monaten nach Notifizierung dieses Beschlusses

- a) die in Absatz 1 genannten anwendbaren technischen Vorschriften,
- b) die Konformitätsbewertungs- und Prüfverfahren, die bei der Durchführung der in Absatz 1 genannten technischen Vorschriften anzuwenden sind,
- c) die Stellen, die er für die Durchführung der Konformitätsbewertungs- und Prüfverfahren in Bezug auf die in Absatz 1 genannten Sonderfälle benennt.

⁽¹⁾ ABl. L 164 vom 30.4.2004, S. 44.

Artikel 7

Dieser Beschluss gilt ab dem 1. Juni 2011.

Artikel 8

Dieser Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 26. April 2011

Für die Kommission

Siim KALLAS

Vizepräsident

ANHANG

RICHTLINIE 2008/57/EG ÜBER DIE INTEROPERABILITÄT DES EISENBAHNSYSTEMS IN DER GEMEINSCHAFT

TECHNISCHE SPEZIFIKATION FÜR DIE INTEROPERABILITÄT

Teilsystem Energie des konventionellen Eisenbahnsystems

	Seite
1. EINFÜHRUNG	8
1.1. Technischer Anwendungsbereich	8
1.2. Geografischer Anwendungsbereich	8
1.3. Inhalt dieser TSI	8
2. DEFINITION UND ANWENDUNGSBEREICH DES TEILSYSTEMS	8
2.1. Definition des Teilsystems Energie	8
2.1.1. Energieversorgung	10
2.1.2. Oberleitung und Stromabnehmer	10
2.2. Schnittstellen zu anderen Teilsystemen und innerhalb des Teilsystems	10
2.2.1. Einführung	10
2.2.2. Schnittstellen der Energieversorgung	10
2.2.3. Schnittstellen der Oberleitungsanlagen und Stromabnehmer und ihr Zusammenwirken	11
2.2.4. Schnittstellen mit Phasen- und Systemtrennstrecken	11
3. GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN	11
4. BESCHREIBUNG DES TEILSYSTEMS	13
4.1. Einführung	13
4.2. Funktionelle und technische Spezifikationen des Teilsystems	13
4.2.1. Allgemeine Bestimmungen	13
4.2.2. Eckwerte des Teilsystems Energie	13
4.2.3. Spannung und Frequenz	14
4.2.4. Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems	14
4.2.5. Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunneln	14
4.2.6. Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand	15
4.2.7. Nutzbremmung	15
4.2.8. Koordination des elektrischen Schutzes	15
4.2.9. Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen	15
4.2.10. Oberwellenemission in das Energieversorgungssystem	15

	Seite
4.2.11. Externe elektromagnetische Verträglichkeit	15
4.2.12. Umweltschutz	15
4.2.13. Geometrie der Oberleitung	15
4.2.14. Stromabnehmerbegrenzungslinie	16
4.2.15. Mittlere Kontaktkraft	16
4.2.16. Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität	17
4.2.17. Stromabnehmerabstand	18
4.2.18. Fahrdrabtwerkstoff	18
4.2.19. Phasentrennstrecken	18
4.2.20. Systemtrennstrecken	19
4.2.21. Elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen	19
4.3. Funktionelle und technische Spezifikationen zu den Schnittstellen	19
4.3.1. Allgemeine Anforderungen	19
4.3.2. Lokomotiven und Personenwagen	19
4.3.3. Infrastruktur	20
4.3.4. Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung	21
4.3.5. Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung	21
4.3.6. Sicherheit in Eisenbahntunneln	21
4.4. Betriebsvorschriften	21
4.4.1. Einführung	21
4.4.2. Betriebsführung der Energieversorgung	21
4.4.3. Durchführung von Arbeiten	22
4.5. Instandhaltungsvorschriften	22
4.6. Berufliche Qualifikationen	22
4.7. Bedingungen für Sicherheit und Gesundheit	22
4.7.1. Einführung	22
4.7.2. Schutzmaßnahmen für Unterwerke und Schaltstellen	22
4.7.3. Schutzmaßnahmen für die Oberleitungsanlage	22
4.7.4. Schutzmaßnahmen für die Rückstromführung	23
4.7.5. Weitere allgemeine Anforderungen	23
4.7.6. Warnschutzkleidung	23

	Seite
4.8. Infrastrukturregister und europäisches Register zugelassener Fahrzeugtypen	23
4.8.1. Einführung	23
4.8.2. Infrastrukturregister	23
4.8.3. Europäisches Register zugelassener Fahrzeugtypen	23
5. INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN	23
5.1. Liste der Interoperabilitätskomponenten	23
5.2. Leistungsmerkmale und Spezifikationen	24
5.2.1. Oberleitung	24
6. BEWERTUNG DER KONFORMITÄT DER INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN UND EG-PRÜFUNG DER TEILSYSTEME	24
6.1. Interoperabilitätskomponenten	24
6.1.1. Konformitätsbewertungsverfahren	24
6.1.2. Anwendung der Module	24
6.1.3. Innovative Lösungen für Interoperabilitätskomponenten	25
6.1.4. Besonderes Bewertungsverfahren für die Interoperabilitätskomponente — Oberleitung	25
6.1.5. EG-Erklärung der Konformität von Interoperabilitätskomponenten	26
6.2. Teilsystem Energie	26
6.2.1. Allgemeine Bestimmungen	26
6.2.2. Anwendung der Module	26
6.2.3. Innovative Lösungen	27
6.2.4. Besondere Bewertungsverfahren für das Teilsystem	27
6.3. Teilsystem mit Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Erklärung	28
6.3.1. Bedingungen	28
6.3.2. Dokumentation	28
6.3.3. Instandhaltung der gemäß 6.3.1 zertifizierten Teilsysteme	28
7. UMSETZUNG	28
7.1. Allgemeines	28
7.2. Schrittweise Strategie zur Verwirklichung von Interoperabilität	28
7.2.1. Einführung	28
7.2.2. Migrationsstrategie für Spannung und Frequenz	29
7.2.3. Migrationsstrategie für Stromabnehmer und Oberleitungsgeometrie	29

	Seite
7.3. Anwendung dieser TSI auf neue Strecken	29
7.4. Anwendung dieser TSI auf bestehende Strecken	29
7.4.1. Einführung	29
7.4.2. Umrüstung/Erneuerung der Oberleitung und/oder der Energieversorgung	29
7.4.3. Parameter in Bezug auf die Instandhaltung	30
7.4.4. Bestehende Teilsysteme, die nicht Gegenstand eines Umrüstungs- oder Erneuerungsprojekts sind . . .	30
7.5. Sonderfälle	30
7.5.1. Einführung	30
7.5.2. Liste der Sonderfälle	30
8. LISTE DER ANHÄNGE	33
ANHANG A — KONFORMITÄTBEWERTUNG DER INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN	34
ANHANG B — EG-PRÜFUNG DES TEILSYSTEMS ENERGIE	35
ANHANG C — INFRASTRUKTURREGISTER, INFORMATIONEN ZUM TEILSYSTEM ENERGIE	37
ANHANG D — EUROPÄISCHES REGISTER ZUGELASSENER FAHRZEUGTYPEN, FÜR DAS TEILSYSTEM ENERGIE BENÖTIGTE ANGABEN	38
ANHANG E — ERMITTLUNG DER MECHANISCH KINEMATISCHEN BEGRENZUNGSLINIE DES STROM- ABNEHMERS	39
ANHANG F — LÖSUNGEN FÜR DIE PHASEN- UND SYSTEMTRENNSTRECKEN	45
ANHANG G — LEISTUNGSFAKTOR	47
ANHANG H — ELEKTRISCHER SCHUTZ: AUSLÖSEN DER LEISTUNGSSCHALTER	48
ANHANG I — LISTE DER REFERENZNORMEN	49
ANHANG J — GLOSSAR	51

1. EINFÜHRUNG

1.1. Technischer Anwendungsbereich

Diese TSI betrifft das Teilsystem Energie des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems. Das Teilsystem Energie ist in der Liste in Anhang II der Richtlinie 2008/57/EG aufgeführt.

1.2. Geografischer Anwendungsbereich

Der geografische Anwendungsbereich dieser TSI ist das konventionelle transeuropäische Eisenbahnsystem entsprechend der Beschreibung in Anhang I Kapitel 1.1 der Richtlinie 2008/57/EG.

1.3. Inhalt dieser TSI

Gemäß Artikel 5 Absatz 3 der Richtlinie 2008/57/EG beschreibt diese TSI:

- a. den vorgesehenen Anwendungsbereich (Kapitel 2);
- b. die für das Teilsystem Energie geltenden grundlegenden Anforderungen (Kapitel 3);
- c. die funktionellen und technischen Spezifikationen, denen das Teilsystem entsprechen muss, und die Schnittstellen zu anderen Teilsystemen (Kapitel 4);
- d. die Interoperabilitätskomponenten und deren Schnittstellen, die Gegenstand von europäischen Spezifikationen sowie von zugehörigen europäischen Normen sind und welche zur Verwirklichung der Interoperabilität des Eisenbahnsystems erforderlich sind (Kapitel 5);
- e. für jeden in Betracht kommenden Fall, die Verfahren, welche zur Konformitäts- oder Gebrauchstauglichkeitsbewertung der Interoperabilitätskomponenten und für die EG-Prüfung von Teilsystemen, anzuwenden sind (Kapitel 6);
- f. die Strategie zur Umsetzung der TSI. Dies ist insbesondere zur Festlegung der Phasen erforderlich, die für eine allmähliche Umstellung vom bestehenden System auf die endgültige Lösung durchlaufen werden müssen, für die die Erfüllung der Anforderungen der TSI der Standard ist (Kapitel 7);
- g. die beruflichen Qualifikationen für das betreffende Personal und die Hygiene- und Sicherheitsbedingungen am Arbeitsplatz, die für den Betrieb und die Wartung des Teilsystems sowie für die Umsetzung der TSI erforderlich sind (Kapitel 4).

Weiterhin können nach Artikel 5 Absatz 5 Vorkehrungen für Sonderfälle getroffen werden; diese sind in Kapitel 7 aufgeführt.

Zudem enthält diese TSI in Kapitel 4 auch die Betriebs- und Instandhaltungsvorschriften für den in Absatz 1.1 und 1.2 genannten Anwendungsbereich.

2. DEFINITION UND ANWENDUNGSBEREICH DES TEILSYSTEMS

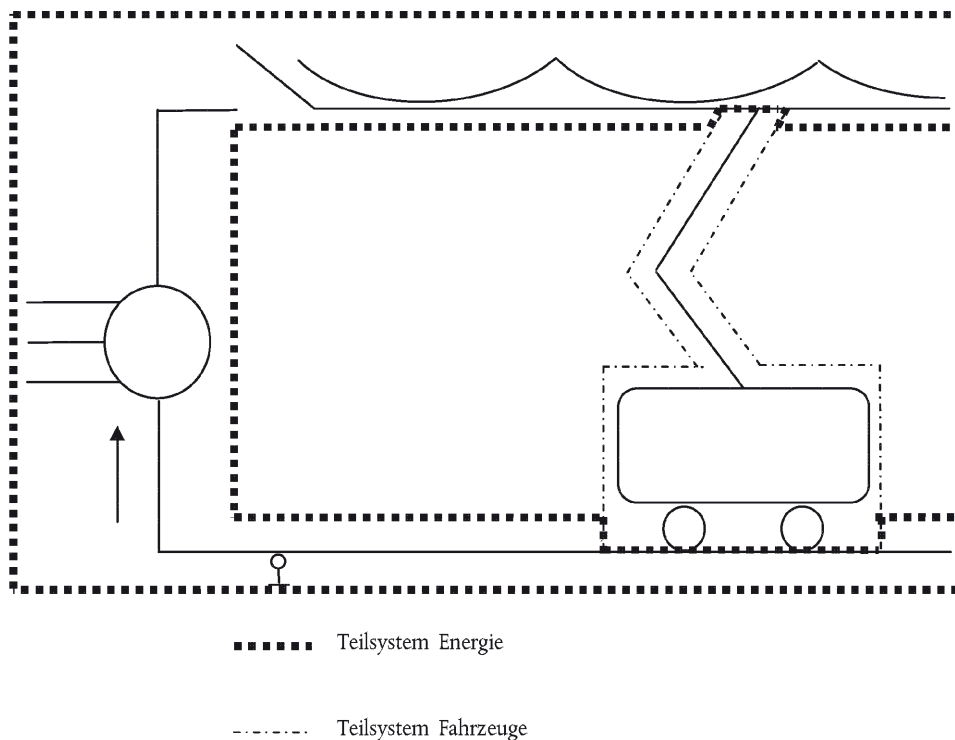
2.1. Definition des Teilsystems Energie

Die TSI für das Teilsystem Energie legt die Anforderungen zur Gewährleistung der Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems fest. Diese TSI umfasst alle ortsfesten Einrichtungen (Gleich- oder Wechselstrom), die unter Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen zur Traktionsenergieversorgung der Züge erforderlich sind.

Das Teilsystem Energie umfasst auch die Vorgaben und Qualitätskriterien für das Zusammenwirken von Stromabnehmer und Oberleitung. Da das System aus seitlicher Stromschiene und Schleifschuh kein „Zielsystem“ ist, werden die Merkmale oder die Funktion eines derartigen Systems in dieser TSI nicht beschrieben.

Abbildung 1

Teilsystem Energie



Zum Teilsystem Energie gehören:

- Unterwerke: Sie sind auf der Primärseite an ein Hochspannungsnetz angeschlossen, setzen die Hochspannung auf eine für Fahrzeuge geeignete Spannung herunter bzw. formen sie in eine für die Züge geeignete Stromversorgungsart um. Auf der Sekundärseite sind die Unterwerke an die Fahrleitungsanlage angeschlossen;
- Schaltstellen: Elektrische Einrichtungen zwischen Unterwerken, die zur Speisung und Parallelschaltung der Fahrleitungen, sowie zum Schutz, zur Trennung und zur Ersatzeinspeisung dienen;
- Trennstrecken: Einrichtungen, um den Übergang zwischen elektrisch unterschiedlichen Systemen oder zwischen unterschiedlichen Phasen desselben Systems zu ermöglichen;
- Fahrleitungsanlage: Die Fahrleitungsanlage verteilt elektrische Energie an auf Strecken verkehrende Züge (über Stromabnehmer an Fahrzeuge). Die Fahrleitungsanlage ist auch mit manuell oder fernbedienten Trennschaltern versehen, die je nach betrieblichen Anforderungen zur Abtrennung einzelner Abschnitte oder Gruppen von Fahrleitungsabschnitten erforderlich sind. Speiseleitungen gehören ebenfalls zur Fahrleitungsanlage.
- Rückstromführung: Alle Leiter, die den vorgesehenen Weg für die Rückstromführung bilden und im Störfall zusätzlich verwendet werden. Unter diesem Aspekt ist die Rückstromführung Teil des Teilsystems Energie und hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Infrastruktur.

Außerdem umfasst das Teilsystem Energie gemäß der Richtlinie 2008/57/EG:

- fahrzeugseitige elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen zur Messung der vom Fahrzeug aus der Fahrleitung entnommenen oder (bei Nutzbremmung) zurückgespeisten elektrischen Energie, welche von einer externen Traktionsenergieversorgung stammt. Die Geräte sind in das Triebfahrzeug integriert und werden gemeinsam mit ihm in Betrieb genommen; sie fallen in den Anwendungsbereich der TSI Lokomotiven und Personenzüge des konventionellen Eisenbahnsystems (CR LOC&PAS).

Die Richtlinie 2008/57/EG sieht vor, dass die Stromabnehmer zur Übertragung elektrischer Energie von der Oberleitungsanlage zum Zug zum Teilsystem Fahrzeuge gehören. Die Stromabnehmer sind in den Fahrzeugen eingebaut und integriert und werden mit diesen in Betrieb genommen; sie fallen in den Anwendungsbereich der TSI Lokomotiven und Personenzüge des konventionellen Eisenbahnsystems (CR LOC&PAS TSI).

Die Parameter für die Stromabnahmequalität sind in der TSI Energie des konventionellen Eisenbahnsystems (CR ENE TSI) festgelegt.

2.1.1. *Energieversorgung*

Das Energieversorgungssystem muss so ausgelegt sein, dass jeder Zug mit der erforderlichen Leistung versorgt wird. Die Versorgungsspannung, die Stromaufnahme jedes Zuges und der Fahrplan sind daher wichtige Leistungsmerkmale.

Ein Zug ist, wie andere elektrische Geräte, so ausgelegt, dass dieser bei einer bestimmten Nennspannung und Nennfrequenz, die an seinen Anschlüssen, z. B. Stromabnehmer und die Räder, angelegt werden, bestimmungsgemäß arbeitet. Die Bandbreiten und Grenzwerte dieser Parameter müssen festgelegt werden, damit gewährleistet ist, dass der Zug sein vorgesehenes Leistungsvermögen erreicht.

Moderne elektrisch angetriebene Züge sind oft in der Lage Nutzbremmung einzusetzen, um Energie zur Versorgungsquelle zurückzuführen und den Gesamtenergieverbrauch zu senken. Die Energieversorgung kann daher so ausgelegt werden, dass Nutzbremmung möglich ist.

In jeder Energieversorgung können Kurzschlüsse und andere Störungen auftreten. Das Energieversorgungssystem muss daher so ausgelegt sein, dass der Anlagenschutz diese Fehler unverzüglich erkennt, den Kurzschlussstrom abschaltet und den defekten Teil des Stromkreises abtrennt. Nach solchen Ereignissen muss das Energieversorgungssystem in der Lage sein, die Versorgung sämtlicher Anlagen möglichst rasch wieder herzustellen, um den Betrieb wieder aufzunehmen.

2.1.2. *Oberleitung und Stromabnehmer*

Die Kompatibilität von Oberleitungsgeometrie und Stromabnehmer spielt eine große Rolle für die Interoperabilität. Im Hinblick auf das geometrische Zusammenwirken müssen die Höhe des Fahrdrachts über den Schienen, die Änderungen der Fahrdrachthöhe, die horizontale Seitenlage unter Windeinwirkung und die Kontaktkraft festgelegt werden. Die Geometrie der Stromabnehmerwippe ist für das ordnungsgemäße Zusammenwirken mit der Oberleitung ebenfalls von grundlegender Bedeutung, wobei das Fahrzeugwanken zu berücksichtigen ist.

Als Beitrag zur Interoperabilität im europäischen Eisenbahnnetz sind bestimmte Stromabnehmertypen in der CR LOC&PAS TSI als Ziel festgelegt.

Das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer ist ein sehr wichtiger Aspekt beim Aufbau einer zuverlässigen Energieübertragung, von der keine Störungen auf Eisenbahnanlagen und Umwelt ausgehen. Dieses Zusammenwirken wird vorwiegend bestimmt durch:

- a. statische und aerodynamische Effekte, die von der Beschaffenheit der Stromabnehmer-Schleifstücke, dem Aufbau des Stromabnehmers, der Form des Fahrzeugs, auf dem der/die Stromabnehmer montiert ist/sind, und der Position des Stromabnehmers auf dem Fahrzeug abhängen,
- b. die Verträglichkeit des Schleifstückwerkstoffs mit dem Fahrdracht,
- c. dynamische Eigenschaften von Oberleitung und des/der Stromabnehmer(s) für Einfach- oder Mehrfachtraktion,
- d. die Anzahl der in Betrieb befindlichen Stromabnehmer und deren Abstand zueinander, da sich Stromabnehmer im gleichen Oberleitungsabschnitt gegenseitig beeinflussen.

2.2. **Schnittstellen zu anderen Teilsystemen und innerhalb des Teilsystems**

2.2.1. *Einführung*

Das Teilsystem Energie verfügt über Schnittstellen zu anderen Teilsystemen des Eisenbahnsystems, um das vorgesehene Leistungsvermögen zu erreichen. Diese sind nachfolgend aufgeführt:

2.2.2. *Schnittstellen der Energieversorgung*

- a. Spannung und Frequenz und deren zulässige Bereiche haben eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.
- b. Die installierte Leistung für Strecken und der festgelegte Leistungsfaktor bestimmen das Leistungsvermögen des Eisenbahnsystems und verfügen über eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.
- c. Nutzbremmung reduziert den Energieverbrauch und hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.

- d. Strecken- und fahrzeugseitige elektrische Einrichtungen sind gegen Kurzschlüsse zu schützen. Die Auslösung der Leistungsschalter in Unterwerken und Zügen muss koordiniert sein. Der elektrische Schutz hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.
- e. Elektrische Beeinflussung und Oberwellenemission haben eine Schnittstelle zu den Teilsystemen Fahrzeuge und Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung.
- f. Die Rückstromführung hat eine Schnittstelle zu den Teilsystemen Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung und Infrastruktur.

2.2.3. Schnittstellen der Oberleitungsanlagen und Stromabnehmer und ihr Zusammenwirken

- a. Die Fahrdrachtheigung und deren Neigungsänderung erfordern besondere Aufmerksamkeit, um Kontaktunterbrechungen und übermäßigen Verschleiß zu vermeiden. Fahrdrachthöhe und -neigung haben eine Schnittstelle zu den Teilsystemen Infrastruktur und Fahrzeuge.
- b. Fahrzeug- und Stromabnehmerwanken haben eine Schnittstelle zum Teilsystem Infrastruktur.
- c. Die Stromabnahmequalität hängt von der Anzahl der gleichzeitig gehobenen Stromabnehmer, deren Abstand und von weiteren triebfahrzeugspezifischen Details ab. Die Stromabnehmeranordnung hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.

2.2.4. Schnittstellen mit Phasen- und Systemtrennstrecken

- a. Um die Übergänge zwischen unterschiedlichen Energieversorgungssystemen und Phasentrennstrecken ohne Überbrückung zu befahren, müssen die Anzahl und Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen vorgegeben werden. Diese Vorgaben haben eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.
- b. Um die Übergänge zwischen Energieversorgungssystemen und Phasentrennstrecken ohne Überbrückung zu befahren, ist eine Steuerung des Zugstroms erforderlich. Diese Vorgabe hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung.
- c. Beim Befahren von Systemtrennstrecken kann ein Absenken des/der Stromabnehmer(s) erforderlich sein. Diese Vorgabe hat eine Schnittstelle zum Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung.

3. GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN

Nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 2008/57/EG müssen das Eisenbahnsystem, die Teilsysteme und Interoperabilitätskomponenten die grundlegenden Anforderungen erfüllen, die in allgemeiner Form im Anhang III der Richtlinie festgelegt sind. In der folgenden Tabelle sind die Eckwerte der TSI und deren Beziehungen zu den im Anhang III der Richtlinie ausgeführten grundlegenden Anforderungen aufgeführt.

Abschnitt	Titel	Sicherheit	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	Gesundheit	Umweltschutz	Technische Kompatibilität
4.2.3	Spannung und Frequenz	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.4	Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.5	Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunnel	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	—
4.2.6	Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.7	Nutzbremsung	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.8	Koordination des elektrischen Schutzes	2.2.1	—	—	—	1.5

Abschnitt	Titel	Sicherheit	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	Gesundheit	Umweltschutz	Technische Kompatibilität
4.2.9	Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5
4.2.11	Externe elektromagnetische Verträglichkeit	—	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.2.12	Umweltschutz	—	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	—
4.2.13	Geometrie der Oberleitung	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.14	Stromabnehmerbegrenzungslinie	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.15	Mittlere Kontaktkraft	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.16	Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität	—	—	—	1.4.1 2.2.2	1.5 2.2.3
4.2.17	Stromabnehmerabstand	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.18	Fahrdrahtwerkstoff	—	—	1.3.1 1.3.2	1.4.1	1.5 2.2.3
4.2.19	Phasentrennstrecken	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.20	Systemtrennstrecken	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.21	Elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen	—	—	—	—	1.5
4.4.2	Betriebsführung der Energieversorgung	1.1.1 1.1.3 2.2.1	1.2	—	—	—
4.4.3	Durchführung von Arbeiten	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5
4.5	Instandhaltungsvorschriften	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5 2.2.3
4.7.2	Schutzmaßnahmen für Unterwerke und Schaltstellen	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.3	Schutzmaßnahmen für die Oberleitungsanlage	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.4	Schutzmaßnahmen für die Rückstromführung	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.5	Weitere allgemeine Anforderungen	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	—
4.7.6	Warnschutzkleidung	2.2.1	—	—	—	—

4. BESCHREIBUNG DES TEILSYSTEMS

4.1. Einführung

Das Eisenbahnsystem, auf das die Richtlinie 2008/57/EG Anwendung findet und zu dem dieses Teilsystem gehört, ist ein integriertes System, dessen Kompatibilität überprüft werden muss. Diese Kompatibilität ist insbesondere in Bezug auf die Spezifikationen des Teilsystems, seiner Schnittstellen zum System, in dem es integriert ist und auf die Regeln für Betrieb und Instandhaltung zu überprüfen.

Die in den Abschnitten 4.2 und 4.3 beschriebenen funktionellen 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. Innovative Lösungen für die Interoperabilität könnten jedoch neue Spezifikationen und/oder neue Bewertungsmethoden erfordern. Um technologische Innovationen zu ermöglichen, müssen diese Spezifikationen und Bewertungsmethoden mit den in den Abschnitten 6.1.3 und 6.2.3 beschriebenen Verfahren entwickelt werden.

Bei Berücksichtigung sämtlicher einschlägigen grundlegenden Anforderungen wird das Teilsystem Energie durch die Spezifikationen der Abschnitte 4.2 bis 4.7 charakterisiert. Eine Liste der relevanten Parameter für das Teilsystem Energie, welche im Infrastrukturregister erfasst werden müssen, enthält Anhang C dieser TSI.

Die Verfahren für die EG-Prüfung des Teilsystems Energie sind im Abschnitt 6.2.4 und im Anhang B, Tabelle B.1, dieser TSI angegeben.

Sonderfälle sind in Kapitel 7.5 aufgeführt.

Soweit auf EN-Normen Bezug genommen wird, haben Alternativen, die in der EN-Norm als „nationale Abweichungen“ oder „spezielle nationale Bedingungen“ bezeichnet werden, keine Gültigkeit.

4.2. Funktionelle und technische Spezifikationen des Teilsystems

4.2.1. Allgemeine Bestimmungen

Das Teilsystem Energie muss so ausgelegt sein, dass die relevanten Leistungsmerkmale für das Eisenbahnsystem erreicht werden, dies bezieht sich auf:

- die maximale Streckengeschwindigkeit, die Art des Zuges und
- den Leistungsbedarf der Züge an den Stromabnehmern.

4.2.2. Eckwerte des Teilsystems Energie

Für das Teilsystem Energie sind die folgenden Eckwerte kennzeichnend:

- Stromversorgung:
 - Spannung und Frequenz (4.2.3)
 - Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems (4.2.4)
 - Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunnel (4.2.5)
 - Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand (4.2.6)
 - Nutzbremssung (4.2.7)
 - Koordination des elektrischen Schutzes (4.2.8)
 - Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen (4.2.9) und
 - Elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen (4.2.21)
- Geometrie der Oberleitung und Stromabnahmequalität:
 - Geometrie der Oberleitung (4.2.13)
 - Stromabnehmerbegrenzungslinie (4.2.14)

- Mittlere Kontaktkraft (4.2.15)
- Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität (4.2.16)
- Stromabnehmerabstand (4.2.17)
- Fahrdrahtwerkstoff (4.2.18)
- Phasentrennstrecken (4.2.19), und
- Systemtrennstrecken (4.2.20)

4.2.3. *Spannung und Frequenz*

Lokomotiven und Triebfahrzeuge benötigen genormte Spannungen und Frequenzen. Die Werte und Grenzen von Spannung und Frequenz an den Ausgängen der Unterwerke und an den Stromabnehmern müssen die EN 50163:2004, Abschnitt 4 erfüllen.

Das 25 kV/50 Hz-Wechselstromnetz ist auf Grund seiner Kompatibilität mit den elektrischen Stromerzeugungs- und -verteilungssystemen und der möglichen Standardisierung der Unterwerksausrüstung das Zielsystem.

Aufgrund der hohen Investitionskosten für die Umstellung von anderen Systemspannungen auf das 25-kV-System und der Möglichkeit der Verwendung von Mehrsystemtriebfahrzeugen ist die Nutzung der folgenden Systeme für neue, umgerüstete oder erneuerte Teilsysteme zulässig:

- AC 15 kV 16,7 Hz
- DC 3 kV, und
- DC 1,5 kV

Nennspannung und Nennfrequenz sind im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.4. *Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems*

Die Auslegung des Teilsystems Energie wird durch die Streckengeschwindigkeit für den geplanten Zugverkehr und die Topografie bestimmt.

Daher müssen die folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- maximaler Zugstrom,
- Leistungsfaktor der Züge, und
- mittlere nutzbare Spannung.

4.2.4.1. *Maximaler Zugstrom*

Der Infrastrukturbetreiber muss den höchst zulässigen Zugstrom im Infrastrukturregister angeben (siehe Anhang C).

Die Auslegung des Teilsystems Energie muss gewährleisten, dass die Energieversorgung die vorgesehene Leistungsfähigkeit erreicht und Züge mit einer Leistung unter 2 MW ohne Strombegrenzung betrieben werden können, wie in EN 50388:2005, Abschnitt 7.3 beschrieben.

4.2.4.2. *Leistungsfaktor der Züge*

Der Leistungsfaktor der Züge muss den Anforderungen in Anhang G und der EN 50388:2005, Abschnitt 6.3 entsprechen.

4.2.4.3. *Mittlere nutzbare Spannung*

Die berechnete mittlere nutzbare Spannung „am Stromabnehmer“ muss der EN 50388:2005, Abschnitte 8.3 und 8.4 entsprechen, wobei die Auslegungsdaten für den Leistungsfaktor gemäß Anhang G zu verwenden sind.

4.2.5. *Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunneln*

Die Energieversorgung und die Oberleitungsanlage müssen so geplant werden, dass die Fortsetzung des Betriebs bei Störungen in Tunneln möglich ist. Dies muss durch die Unterteilung der Oberleitungsanlage in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.2.3.1 der CR SRT TSI erreicht werden.

4.2.6. *Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand*

Die Oberleitung von DC-Systemen muss für 300 A (bei einem 1,5 kV-Energieversorgungssystem) bzw. 200 A (bei einem 3 kV- Energieversorgungssystem) je Stromabnehmer bei stehendem Zug ausgelegt werden.

Dies ist durch die Verwendung einer statischen Kontaktkraft gemäß EN 50367:2006, Abschnitt 7.1 zu erreichen.

Wurde die Oberleitung für höhere Stromwerte im Stillstand ausgelegt, ist dies vom Infrastrukturbetreiber im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

Bei der Auslegung der Oberleitung sind die Temperaturgrenzen gemäß EN 50119:2009, Abschnitt 5.1.2 zu berücksichtigen.

4.2.7. *Nutzbremzung*

AC-Energieversorgungssysteme müssen so ausgelegt werden, dass der Einsatz der Nutzbremzung als Betriebsbremse entweder durch ständigen Energieaustausch mit anderen Zügen oder auf anderem Weg möglich ist.

DC-Energieversorgungssysteme müssen so ausgelegt werden, dass der Einsatz der Nutzbremzung als Betriebsbremse zumindest durch Energieaustausch mit anderen Zügen möglich ist.

Angaben über den möglichen Einsatz der Nutzbremzung müssen im Infrastrukturregister enthalten sein (siehe Anhang C).

4.2.8. *Koordination des elektrischen Schutzes*

Die Auslegung der Koordination des elektrischen Schutzes des Teilsystems Energie muss den in EN 50388:2005, Abschnitt 11 beschriebenen Anforderungen entsprechen, ausgenommen Tabelle 8, welche durch Anhang H dieser TSI ersetzt wird.

4.2.9. *Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen*

Die Teilsysteme Energie und Fahrzeuge des konventionellen Eisenbahnsystems müssen ohne Interferenzprobleme, wie z. B. Überspannungen und andere in EN 50388:2005, Abschnitt 10 angegebene Effekten, zusammen funktionieren können.

4.2.10. *Oberwellenemission in das Energieversorgungssystem*

Oberwellenemissionen in das Energieversorgungssystem sind vom Infrastrukturbetreiber unter Berücksichtigung europäischer oder nationaler Normen und den Anforderungen der Energieversorger zu regeln.

Eine Konformitätsbewertung wird in dieser TSI nicht gefordert.

4.2.11. *Externe elektromagnetische Verträglichkeit*

Die externe elektromagnetische Verträglichkeit ist kein spezifisches Merkmal des Eisenbahnnetzes. Die Energieversorgungsanlagen müssen die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG erfüllen.

Eine Konformitätsbewertung wird in dieser TSI nicht gefordert.

4.2.12. *Umweltschutz*

Der Umweltschutz wird durch andere europäische Rechtsvorschriften geregelt, welche die Bewertung der Auswirkungen bestimmter Projekte auf die Umwelt zum Gegenstand haben.

Eine Konformitätsbewertung wird in dieser TSI nicht gefordert.

4.2.13. *Geometrie der Oberleitung*

Die Oberleitung muss für den Betrieb von Stromabnehmern entsprechend den Wippengeometrien der CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.9.2 ausgelegt werden.

Die Fahrdrathöhe, die Fahrdrathöhe im Bezug zum Gleis und die horizontale Auslenkung des Fahrdraths unter Seitenwindeinwirkung bestimmen die Interoperabilität des Eisenbahnnetzes.

4.2.13.1. *Fahrdrathöhe*

Die Nennfahrdrathöhe muss im Bereich zwischen 5,00 und 5,75 m liegen. Die Beziehung zwischen Fahrdrathöhen und Stromabnehmer-Arbeitshöhen siehe EN 50119:2009, Abbildung 1.

Die Fahrdrachthöhe kann in Fällen, die mit dem Lichtraum zusammenhängen (wie Brücken, Tunnel), geringer sein. Die kleinste Fahrdrachthöhe ist gemäß EN 50119:2009 Abschnitt 5.10.4 zu berechnen.

Die Fahrdrachthöhe kann z. B. bei Bahnübergängen, Ladezonen usw. größer sein. In diesem Fall darf die größte geplante Fahrdrachthöhe 6,20 m nicht überschreiten.

Bei Berücksichtigung von Toleranzen und Anhub gemäß EN 50119:2009, Abbildung 1 darf die größte Fahrdrachthöhe 6,50 m nicht überschreiten.

Die Nennfahrdrachthöhe ist im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.13.2. Änderung der Fahrdrachthöhe

Die Änderung der Fahrdrachthöhe muss die Anforderungen gemäß EN 50119:2009, Abschnitt 5.10.3 erfüllen.

Die in EN 50119:2009, Abschnitt 5.10.3 vorgeschriebene Fahrdrachthöhe darf in Ausnahmefällen überschritten werden, wenn sie aufgrund bestimmter Einschränkungen der Fahrdrachthöhe, z. B. an Bahnübergängen, Brücken, Tunnel, nicht eingehalten werden kann; in diesem Fall muss bei Anwendung der Anforderungen von Abschnitt 4.2.16 nur die Anforderung an die maximale Kontaktkraft erfüllt werden.

4.2.13.3. Horizontale Auslenkung

Die maximal zulässige horizontale Auslenkung des Fahrdrachts zur geplanten senkrechten Gleismittellinie unter Seitenwindeinwirkung ist in Tabelle 4.2.13.3 angegeben.

Tabelle 4.2.13.3

Maximale horizontale Auslenkung

Stromabnehmerlänge	Maximale horizontale Auslenkung
1 600 mm	0,40 m
1 950 mm	0,55 m

Die Werte müssen unter Berücksichtigung der Stromabnehmerbewegung und der Gleislagetoleranzen gemäß Anhang E dieser TSI angepasst werden.

Bei Mehrschienengleisen muss diese Anforderung von jedem (für den Betrieb als separates Gleis konstruierten) Schienenpaar erfüllt werden, das anhand der TSI bewertet werden soll.

Die auf einer Strecke zulässigen Stromabnehmerprofile, sind im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.14. Stromabnehmerbegrenzungslinie

Kein Teil des Teilsystems Energie darf die mechanisch kinematische Begrenzungslinie des Stromabnehmers verletzen (siehe Anhang E, Abbildung E.2); ausgenommen sind lediglich der Fahrdracht und der Seitenhalter.

Die mechanisch kinematische Begrenzungslinie des Stromabnehmers für interoperable Strecken wird durch das Verfahren in Anhang E, Abschnitt E.2 beschrieben und durch die in der CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.9.2 festgelegten Stromabnehmerprofile bestimmt.

Dieser Lichtraum ist nach dem kinematischen Verfahren gemäß Anhang E, Abschnitt E.2.1.4 mit folgenden Werten zu berechnen:

- für das Wanken des Stromabnehmers am unteren Nachweispoint mit einem Wert e_{pu} von 0,110 m in einer Höhe h'_u von $\leq 5,0$ m und
- für das Wanken des Stromabnehmer am oberen Nachweispoint mit einem Wert e_{po} von 0,170 m in einer Höhe h'_o von 6,5 m,

und weitere Werte sind gemäß Anhang E, Abschnitt E.3 zu verwenden.

4.2.15. Mittlere Kontaktkraft

Die mittlere Kontaktkraft F_m ist der statistische Mittelwert der Kontaktkraft. F_m wird aus den statischen, dynamischen und aerodynamischen Anteilen der Stromabnehmer-Kontaktkraft gebildet.

Die statische Kontaktkraft ist in EN 50367:2006, Abschnitt 7.1 definiert. Die Bereiche von F_m sind für jedes Energieversorgungssystem in der Tabelle 4.2.15 festgelegt.

Tabelle 4.2.15

Bereiche der mittleren Kontaktkraft

Energieversorgungssystem	F_m bis 200 km/h
AC	$60 \text{ N} < F_m < 0,00047 \cdot v^2 + 90 \text{ N}$
DC 3 kV	$90 \text{ N} < F_m < 0,00097 \cdot v^2 + 110 \text{ N}$
DC 1,5 kV	$70 \text{ N} < F_m < 0,00097 \cdot v^2 + 140 \text{ N}$

Dabei gilt: $[F_m]$ = mittlere Kontaktkraft in N und $[v]$ = Geschwindigkeit in km/h.

Gemäß Abschnitt 4.2.16 müssen die Oberleitungen so ausgelegt sein, dass sie die obere Grenzkurve der Kontaktkraft gemäß Tabelle 4.2.15 aufnehmen können.

4.2.16. *Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität*

Die Oberleitung muss für die Anforderungen an das dynamische Verhalten ausgelegt werden. Der Fahrdrähtanhub für die vorgesehene Geschwindigkeit muss den Werten der Tabelle 4.2.16 entsprechen.

Die Stromabnahmequalität hat einen grundlegenden Einfluss auf die Lebensdauer des Fahrdrachts; daher sind die vereinbarten, messbaren Kennwerte einzuhalten.

Die Einhaltung der Anforderungen an das dynamische Verhalten muss durch die Bewertung der folgenden Punkte geprüft werden:

- Fahrdrähtanhub
sowie entweder
- mittlere Kontaktkraft F_m und Standardabweichung $\sigma_{\max}$
oder
- prozentualer Lichtbogenanteil.

Die zu verwendende Nachweismethode ist vom Auftraggeber festzulegen. Die Werte, die bei der gewählten Methode eingehalten werden müssen, sind in der Tabelle 4.2.16 aufgeführt.

Tabelle 4.2.16

Anforderungen an das dynamische Verhalten und die Stromabnahmequalität

Anforderung	Bei $v > 160$ km/h	Bei $v \leq 160$ km/h
Raum für Anhub des Seitenhalters	$2S_0$	
Mittlere Kontaktkraft F_m	Siehe Abschnitt 4.2.15	
Standardabweichung bei höchster Streckengeschwindigkeit $\sigma_{\max}$ (N)	$0,3 F_m$	
Prozentualer Lichtbogenanteil bei höchster Streckengeschwindigkeit, NQ (%) (Mindest-Lichtbogendauer 5 ms)	$\leq 0,1$ bei AC-Systemen $\leq 0,2$ bei DC-Systemen	$\leq 0,1$

Definitionen, Werte und Prüfmethode sind in der EN 50317:2002 und der EN 50318:2002 aufgeführt.

S_0 ist der berechnete, simulierte oder gemessene Fahrdrähtanhub 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, ist es zulässig den erforderlichen Raum auf $1,5 S_0$ zu reduzieren (siehe EN 50119:2009, Abschnitt 5.10.2).

Die maximale Kraft ($F_{\max}$) auf freier Strecke 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, Tabelle 4, Abschnitt 5.2.5.2 angegeben.

Bei starren Bauteilen, wie Streckentrennern in Oberleitungsanlagen, darf die Kontaktkraft bis auf maximal 350 N steigen.

4.2.17. Stromabnehmerabstand

Die Oberleitung muss für mindestens zwei hintereinander betriebene Stromabnehmer ausgelegt werden, wobei der Mindestabstand zwischen den Mittellinien der Stromabnehmerwippen entsprechend der Tabelle 4.2.17 zu wählen ist:

Tabelle 4.2.17

Stromabnehmerabstand

Fahrgeschwindigkeit [km/h]	AC Mindestabstand (m)			3 kV DC Mindestabstand (m)			1,5 kV DC Mindestabstand (m)		
Typ	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$160 < v \leq 200$	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

Falls anwendbar, sind die nachstehenden Kennwerte im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

- Die Bauart (A, B oder C) der Oberleitung nach Tabelle 4.2.17.
- Der Mindestabstand zwischen benachbarten Stromabnehmern unterhalb der Werte in Tabelle 4.2.17.
- Die Zahl der Stromabnehmer mehr als zwei, für die die Strecke ausgelegt wurde.

4.2.18. Fahrdrabtwerkstoff

Die Kombination aus Fahrdrabtwerkstoff und Schleifstückwerkstoff wirkt sich erheblich auf den Verschleiß auf beiden Seiten aus.

Als Werkstoffe für Fahrdrähte sind Kupfer und Kupferlegierungen (ausgenommen Kupfer-Kadmiumlegierungen) zulässig. Der Fahrdraht muss die Anforderungen der EN 50149:2001, Abschnitte 4.1, 4.2 und 4.5 bis 4.7 (ausgenommen Tabelle 1) erfüllen.

Bei AC-Strecken muss der Fahrdraht für die Nutzung von Hartkohleschleifstücken ausgelegt sein (CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.9.4.2). Akzeptiert der Infrastrukturbetreiber andere Schleifstückwerkstoffe, ist dies im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

Bei DC-Strecken muss der Fahrdraht für die Nutzung von Schleifstückwerkstoffen gemäß CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.9.4.2 ausgelegt sein.

4.2.19. Phasentrennstrecken

Durch die Auslegung der Phasentrennstrecken muss gewährleistet werden, dass Züge von einem Abschnitt in einen mit einer anderen Phase gespeisten Nachbarabschnitt fahren können, ohne dass beide Phasen verbunden werden. Die Leistungsaufnahme muss gemäß EN 50388:2005, Abschnitt 5.1 auf Null abgesenkt werden.

Es müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden (mit Ausnahme der kurzen Trennstrecke gemäß Anhang F — Abbildung F.1), damit ein Zug, der innerhalb einer Phasentrennstrecke zum Stehen kommt, wieder anfahren kann. Es muss möglich sein, den neutralen Abschnitt mit den Nachbarabschnitten über ferngesteuerte Trennschalter zu verbinden.

Bei der Auslegung von Trennstrecken müssen in der Regel die in EN 50367:2006 Anhang A.1 oder in Anhang F dieser TSI beschriebenen Lösungen zum Einsatz kommen. Wird eine alternative Lösung angeboten, so muss nachgewiesen werden, dass die Alternative mindestens genauso zuverlässig ist.

Informationen zur Auslegung von Phasentrennstrecken und die zulässigen Anordnungen gehobener Stromabnehmer sind im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.20. *Systemtrennstrecken*4.2.20.1. *Allgemeines*

Die Auslegung von Systemtrennstrecken muss gewährleisten, dass Fahrzeuge von einem Energieversorgungssystem in ein benachbartes anderes Energieversorgungssystem fahren können, ohne dass beide Systeme verbunden werden. Bei einer Systemtrennung zwischen einem AC- und einem DC-System sind zusätzliche Maßnahmen gemäß EN 50122-2:1998, Abschnitt 6.1.1 in der Rückstromführung erforderlich.

Für das Befahren von Systemtrennstrecken gibt es zwei Verfahren:

- a. mit gehobenem, am Fahrdrabt anliegendem Stromabnehmer,
- b. mit gesenktem, nicht am Fahrdrabt anliegendem Stromabnehmer.

Die Infrastrukturbetreiber der benachbarten Abschnitte müssen sich entsprechend den vorliegenden Gegebenheiten auf das Verfahren a oder b einigen. Das gewählte Verfahren ist im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.20.2. *Gehobene Stromabnehmer*

Wenn die Systemtrennstrecken mit gehobenen, am Fahrdrabt anliegenden Stromabnehmern befahren werden, gelten für die Konstruktion die folgenden Bedingungen:

- Die Geometrie der einzelnen Oberleitungsabschnitte muss verhindern, dass Stromabnehmer beide Energieversorgungssysteme kurzschließen oder überbrücken.
- Im Teilsystem Energie müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Überbrücken benachbarter Energieversorgungssysteme für den Fall zu verhindern, dass das Auslösen der/s Leistungsschalter(s) auf den Fahrzeugen nicht funktioniert.
- Die Änderung der Fahrdrabthöhe entlang der gesamten Trennstrecke muss den Anforderungen in EN 50119:2009, Abschnitt 5.10.3 entsprechen.

Die zulässigen Stromabnehmeranordnungen für das Befahren der Systemtrennstrecken mit gehobenen Stromabnehmern sind im Infrastrukturregister anzugeben (siehe Anhang C).

4.2.20.3. *Gesenkte Stromabnehmer*

Diese Option muss gewählt werden, wenn die Bedingungen für das Befahren mit gehobenen Stromabnehmern nicht erfüllt werden können.

Wenn eine Systemtrennstrecke mit gesenkten Stromabnehmern befahren wird, muss sie so ausgeführt werden, dass im Fall eines unbeabsichtigt gehobenen Stromabnehmers die Überbrückung beider Energieversorgungssysteme vermieden wird. Es muss eine Einrichtung vorgesehen werden, welche beide Energieversorgungssysteme im Falle eines gehobenen Stromabnehmers ausschaltet, z. B. durch Erkennen eines Kurzschlusses.

4.2.21. *Elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen*

Wie in Abschnitt 2.1 dieser TSI angegeben, sind die Anforderungen an fahrzeugseitige Energieverbrauchsmesseinrichtungen in der CR LOC&PAS TSI festgelegt.

Falls eine Energieverbrauchsmesseinrichtung installiert ist, muss diese der CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.8 entsprechen. Diese Einrichtung kann für Abrechnungszwecke eingesetzt werden; die von ihr bereitgestellten Daten sind in allen Mitgliedstaaten für die Abrechnung zu akzeptieren.

4.3. **Funktionelle und technische Spezifikationen zu den Schnittstellen**4.3.1. *Allgemeine Anforderungen*

Die Schnittstellen zu anderen Teilsystemen sind nachfolgend unter dem Gesichtspunkt der technischen Kompatibilität nach Teilsystemen gegliedert aufgeführt: Fahrzeuge, Infrastruktur, Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung, Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung. Ferner sind Hinweise auf die TSI Sicherheit in Eisenbahntunneln (SRT TSI) enthalten.

4.3.2. *Lokomotiven und Personenzüge*

CR ENE TSI		CR LOC&PAS TSI	
Parameter	Abschnitt	Parameter	Abschnitt
Spannung und Frequenz	4.2.3	Betrieb innerhalb der Spannungs- und Frequenzbereiche	4.2.8.2.2

CR ENE TSI		CR LOC&PAS TSI	
Parameter	Abschnitt	Parameter	Abschnitt
Max. Zugstrom	4.2.4.1	Max. Strom aus der Oberleitung	4.2.8.2.4
Leistungsfaktor der Züge	4.2.4.2	Leistungsfaktor	4.2.8.2.6
Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand	4.2.6	Maximaler Strom bei Stillstand (DC-Systeme)	4.2.8.2.5
Nutzbremmung	4.2.7	Nutzbremse mit Energie zur Oberleitung	4.2.8.2.3
Koordination des elektrischen Schutzes	4.2.8	Elektrischer Schutz des Zuges	4.2.8.2.10
Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen	4.2.9	Störungen des Energiesystems bei AC-Systemen	4.2.8.2.7
Geometrie der Oberleitung	4.2.13	Arbeitsbereichshöhe der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.1
		Geometrie der Stromabnehmerwippe	4.2.8.2.9.2
Stromabnehmerbegrenzungslinie	4.2.14	Geometrie der Stromabnehmerwippe	4.2.8.2.9.2
		Lichtraumbemessung	4.2.3.1
Mittlere Kontaktkraft	4.2.15	Statische Kontaktkraft der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.5
		Kontaktkraft und dynamisches Verhalten der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.6
Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität	4.2.16	Kontaktkraft und dynamisches Verhalten der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.6
Stromabnehmerabstand	4.2.17	Anordnungen der Stromabnehmer	4.2.8.2.9.7
Fahrdrabtwerkstoff	4.2.18	Schleifstückwerkstoff	4.2.8.2.9.4.2
Trennstrecken:		Befahren von Phasen- oder Systemtrennstrecken	4.2.8.2.9.8
Phasen	4.2.19		
System	4.2.20		
Elektrische Energieverbrauchsmesseinrichtungen	4.2.21	Messung des Energieverbrauchs	4.2.8.2.8

4.3.3. Infrastruktur

CR ENE TSI		CR INF TSI	
Parameter	Abschnitt	Parameter	Abschnitt
Stromabnehmerbegrenzungslinie	4.2.14	Lichtraumprofil	4.2.4.1
Schutzmaßnahmen für:		Schutz gegen elektrische Stromschläge	4.2.11.3
— Oberleitungsanlage	4.7.3		
— Rückstromführung	4.7.4		

4.3.4. Zugsteuerung/Zugsicherung und Signalgebung

Die Steuerung der Energieversorgung an Phasen- und Systemtrennstrecken ist eine Schnittstelle zwischen den Teilsystemen Energie und Fahrzeuge. Sie wird jedoch über das Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung umgesetzt; daher sind die Spezifikationen der Schnittstelle in der TSI Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (CR CCS TSI) und der CR LOC&PAS TSI festgelegt.

Da die durch die Fahrzeuge erzeugten Oberwellenströme das Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung über das Teilsystem Energie beeinflussen, wird dieses Thema im Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung behandelt.

4.3.5. Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung

Der Infrastrukturbetreiber muss über Systeme zur Kommunikation mit den Eisenbahnunternehmen verfügen.

CR ENE TSI		CR OPE TSI	
Parameter	Abschnitt	Parameter	Abschnitt
Betriebsführung der Energieversorgung	4.4.2	Beschreibung der Strecke und der dieser zugeordneten streckenseitigen Ausrüstung	4.2.1.2.2
		Information des Triebfahrzeugführers in Echtzeit	4.2.1.2.3
Durchführung von Arbeiten	4.4.3	Geänderte Teile	4.2.1.2.2.2

4.3.6. Sicherheit in Eisenbahntunneln

CR ENE TSI		SRT TSI	
Parameter	Abschnitt	Parameter	Abschnitt
Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunneln	4.2.5	Unterteilung von Oberleitungen oder Stromschienen	4.2.3.1

4.4. Betriebsvorschriften

4.4.1. Einführung

Um die grundlegenden Anforderungen in Kapitel 3 einzuhalten, ergeben sich folgende spezifische Betriebsvorschriften für das Teilsystem dieser TSI.

4.4.2. Betriebsführung der Energieversorgung

4.4.2.1. Betriebsführung der Energieversorgung im Regelfall

Um im Regelfall die Anforderungen von Abschnitt 4.2.4.1 einzuhalten, darf der maximal zulässige Zugstrom den im Infrastrukturregister angegebenen Wert nicht übersteigen (siehe Anhang C).

4.4.2.2. Betriebsführung der Energieversorgung im Ausnahmefall

Im Ausnahmefall kann der maximal zulässige Zugstrom niedriger sein (siehe Anhang C). Der Infrastrukturbetreiber muss die Eisenbahnunternehmen von der Änderung in Kenntnis zu setzen.

4.4.2.3. Betriebsführung der Energieversorgung bei Gefahr

Der Infrastrukturbetreiber muss Verfahren zur angemessenen Betriebsführung der Energieversorgung in Notfällen einführen. Die Eisenbahnunternehmen, die auf der Strecke Züge betreiben und Unternehmen, welche an der Strecke arbeiten, müssen über den Zeitraum der Maßnahmen, deren geografische Lage, ihre Art und die Signalisierungsverfahren informiert werden. Die Verantwortung für die Bahnerdung muss in einem vom Infrastrukturbetreiber aufzustellenden Notfallplan festgelegt werden. Die Konformitätsbewertung erfolgt, indem überprüft wird, dass für den Notfall Kommunikationswege, Anweisungen, Verfahren und Vorrichtungen vorhanden sind.

4.4.3. *Durchführung von Arbeiten*

Bei bestimmten geplanten Arbeiten kann es erforderlich sein, die in Kapitel 4 und 5 dieser TSI enthaltenen Festlegungen zum Teilsystem Energie und seiner Interoperabilitätskomponenten zeitweise außer Kraft zu setzen. In diesem Fall muss der Infrastrukturbetreiber angemessene außerplanmäßige Betriebsbedingungen festlegen, die zur Gewährleistung der Sicherheit erforderlich sind.

Dabei gelten die folgenden allgemeinen Bestimmungen:

- Die außerplanmäßigen Betriebsbedingungen, die nicht den TSI entsprechen, müssen zeitlich begrenzt und geplant sein.
- Die Eisenbahnunternehmen, die auf der Strecke Züge betreiben und Unternehmen, welche an der Strecke arbeiten, müssen über diese zeitlich begrenzten Ausnahmen, deren geografische Lage, ihre Art und die Signalisierungsverfahren informiert werden.

4.5. **Instandhaltungsvorschriften**

Die festgelegten Merkmale des Energieversorgungssystems (einschließlich der Unterwerke und der Schaltstellen) und der Oberleitung sind während ihrer Lebensdauer aufrecht zu erhalten.

Um sicherzustellen, dass die festgelegten Merkmale des Teilsystems Energie, die zur Gewährleistung der Interoperabilität erforderlich sind, innerhalb definierter Grenzwerte bleiben, ist ein Instandhaltungsplan zu erstellen. Insbesondere muss dieser Instandhaltungsplan eine Beschreibung der beruflichen Qualifikationen der Mitarbeiter und der von den Mitarbeitern zu verwendenden persönlichen Schutzausrüstung enthalten.

Instandhaltungsverfahren dürfen Sicherheitsvorkehrungen, wie die unterbrechungsfreie Rückstromführung, den Schutz vor Überspannungen und das Erkennen von Kurzschlüssen, nicht beeinträchtigen.

4.6. **Berufliche Qualifikationen**

Der Infrastrukturbetreiber ist für die beruflichen Qualifikationen und Kompetenzen der Mitarbeiter verantwortlich, die das Teilsystem Energie betreiben und überwachen; der Infrastrukturbetreiber muss dafür Sorge tragen, dass die Prozesse zur Kompetenzbewertung genau dokumentiert werden. Die für die Instandhaltung des Teilsystems Energie erforderlichen beruflichen Qualifikationen müssen im Instandhaltungsplan angegeben werden (siehe Abschnitt 4.5).

4.7. **Bedingungen für Sicherheit und Gesundheit**

4.7.1. *Einführung*

Die Anforderungen an die Sicherheit und die Gesundheit der Mitarbeiter, die beim Betrieb und bei der Instandhaltung des betreffenden Teilsystems und bei der Umsetzung der TSI eingehalten werden müssen, sind in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

4.7.2. *Schutzmaßnahmen für Unterwerke und Schaltstellen*

Die elektrische Sicherheit der Traktionsenergieversorgungsanlagen muss durch Auslegung und Prüfung dieser Anlagen gemäß EN 50122-1:1997, Abschnitte 8 (mit Ausnahme Referenz auf EN 50179) und 9.1 erfüllt werden. Unterwerke und Schaltstellen müssen gegen Zutritt durch Unbefugte geschützt werden.

Die Erdung der Unterwerke und Schaltstellen muss in die allgemeine Erdungsanlage entlang der Strecke eingebunden werden.

Für jede Anlage ist durch die Entwurfsprüfung nachzuweisen, dass die Rückstromführung und die Erdungsleiter ausreichend bemessen sind. Es ist nachzuweisen, dass die Schutzvorkehrungen gegen den elektrischen Schlag und das Schienenpotenzial entsprechend der Auslegung installiert wurden.

4.7.3. *Schutzmaßnahmen für die Oberleitungsanlage*

Die elektrische Sicherheit der Oberleitungsanlage und der Schutz vor Stromschlägen muss durch Einhaltung der EN 50119:2009, Abschnitt 4.3 und EN 50122-1:1997, Abschnitte 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 und 7 erreicht werden, wobei die Anforderungen an Anschlüsse für Gleisstromkreise ausgenommen sind.

Die Erdungseinrichtungen der Oberleitungsanlage müssen in die allgemeine Erdungsanlage entlang der Strecke eingebunden werden.

Für jede Anlage muss durch eine Entwurfsprüfung nachgewiesen werden, dass die Erdungsleiter ausreichend bemessen sind. Es ist nachzuweisen, dass die Schutzvorkehrungen gegen den elektrischen Schlag und das Schienenpotenzial entsprechend der Auslegung installiert wurden.

4.7.4. Schutzmaßnahmen für die Rückstromführung

Die elektrische Sicherheit und Funktionalität der Rückstromführung muss durch die Auslegung dieser Anlagen gemäß EN 50122-1:1997, Abschnitte 7 und 9.2 bis 9.6 (mit Ausnahme Referenz auf EN 50179) erfüllt werden.

Für jede Anlage ist durch die Entwurfsprüfung nachzuweisen, dass die Rückstromführung ausreichend bemessen ist. Daneben muss nachgewiesen werden, dass die Schutzvorkehrungen gegen den elektrischen Schlag und das Schienenpotenzial entsprechend der Auslegung installiert wurden.

4.7.5. Weitere allgemeine Anforderungen

Neben den Abschnitten 4.7.2 bis 4.7.4 und den Anforderungen des Instandhaltungsplans (siehe Abschnitt 4.5) müssen Vorsorgemaßnahmen zur Gewährleistung der Gesundheit und Sicherheit des Instandhaltungs- und Betriebspersonals gemäß den geltenden europäischen Vorschriften und den mit dem Gemeinschaftsrecht im Einklang stehenden nationalen Vorschriften getroffen werden.

4.7.6. Warnschutzkleidung

Mitarbeiter, die Instandhaltungsarbeiten am Teilsystem Energie ausführen, müssen während der Arbeit an oder in der Nähe der Strecke reflektierende Bekleidung tragen, welche die CE-Kennzeichnung trägt (wodurch nachgewiesen wird, dass die Bestimmungen der Richtlinie 89/686/EWG vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen ⁽¹⁾ eingehalten werden).

4.8. **Infrastrukturregister und europäisches Register zugelassener Fahrzeugtypen**

4.8.1. Einführung

Gemäß Artikel 33 und 35 der Richtlinie 2008/57/EG ist in jeder TSI genau anzugeben, welche Informationen in das europäische Register zugelassener Fahrzeugtypen und das Infrastrukturregister aufzunehmen sind.

4.8.2. Infrastrukturregister

Der Anhang C dieser TSI gibt an, welche Informationen zum Teilsystem Energie im Infrastrukturregister enthalten sein müssen. In allen Fällen, in denen die Konformität eines Teils oder die Gesamtheit des Teilsystems Energie mit dieser TSI hergestellt wurde, muss wie in Anhang C und in den entsprechenden Abschnitten in Kapitel 4 und 7.5 (Sonderfälle) angegeben, ein Eintrag im Infrastrukturregister erfolgen.

4.8.3. Europäisches Register zugelassener Fahrzeugtypen

In Anhang D dieser TSI ist angegeben, welche Informationen zum Teilsystem Energie im europäischen Register zugelassener Fahrzeugtypen enthalten sein müssen.

5. INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN

5.1. **Liste der Interoperabilitätskomponenten**

Die Interoperabilitätskomponenten werden in den einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 2008/57/EG behandelt; die für das Teilsystem Energie relevanten Komponenten sind nachfolgend aufgeführt.

Oberleitung: Die Interoperabilitätskomponente Oberleitung besteht aus den folgenden Elementen, die in das Teilsystem Energie eingebaut werden, sowie aus den entsprechenden Entwurfs- und Ausführungsvorschriften.

Die Oberleitung ist eine Anordnung von Drähten, die über der Eisenbahnstrecke installiert sind, um elektrisch angetriebene Züge mit Strom zu versorgen; zusammen mit den zugehörigen Verbindungselementen, Leitungsisolatoren und anderen Anschlusskomponenten, einschließlich der Speise- und Verstärkungsleitungen und Stromverbindern. Die Oberleitung ist über der oberen Grenze der Fahrzeugbegrenzungslinie angebracht und versorgt die Fahrzeuge über Stromabnehmer mit elektrischer Energie.

Die Stützpunkte wie Ausleger, Maste und Fundamente, Rückleitungsseile, Autotransformator-Speiseleitungen, Schalter und andere Isolatoren sind nicht Teil der Interoperabilitätskomponente Oberleitung. Soweit die Interoperabilität betroffen ist, gelten die entsprechenden Teilsystemanforderungen.

⁽¹⁾ ABl. L 399 vom 30.12.1989, S. 18.

Die Konformitätsbewertung muss die Phasen und Merkmale umfassen, die in Abschnitt 6.1.3 angegeben und in der Tabelle A.1 in Anhang A dieser TSI mit X gekennzeichnet sind.

5.2. **Leistungsmerkmale und Spezifikationen**

5.2.1. *Oberleitung*

5.2.1.1. Geometrie der Oberleitung

Die Auslegung der Oberleitung muss die Anforderungen von Abschnitt 4.2.13 erfüllen.

5.2.1.2. Mittlere Kontaktkraft

Bei der Auslegung der Oberleitung muss die mittlere Kontaktkraft F_m gemäß Abschnitt 4.2.15 zugrunde gelegt werden.

5.2.1.3. Dynamisches Verhalten

Die Anforderungen an das dynamische Verhalten der Oberleitung sind in Abschnitt 4.2.16 dargelegt.

5.2.1.4. Raum für den Anhub

Bei der Auslegung der Oberleitung ist der benötigte Raum für den Anhub gemäß Abschnitt 4.2.16 vorzusehen.

5.2.1.5. Auslegung im Hinblick auf den Stromabnehmerabstand

Die Oberleitung muss für einen Stromabnehmerabstand gemäß Abschnitt 4.2.17 ausgelegt werden.

5.2.1.6. Strom im Stillstand

Bei DC-Energieversorgungsanlagen muss die Oberleitung für die in Abschnitt 4.2.6 festgelegten Anforderungen ausgelegt sein.

5.2.1.7. Fahrdrahtwerkstoff

Der Fahrdrahtwerkstoff muss die Anforderungen in Abschnitt 4.2.18 erfüllen.

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

6.1. **Interoperabilitätskomponenten**

6.1.1. *Konformitätsbewertungsverfahren*

Die Verfahren für die Bewertung der Konformität der in Kapitel 5 dieser TSI festgelegten Interoperabilitätskomponenten muss unter Anwendung der entsprechenden Module durchgeführt werden.

Die Bewertungsverfahren für besondere Anforderungen an Interoperabilitätskomponenten sind im Abschnitt 6.1.4 dargelegt.

6.1.2. *Anwendung der Module*

Bei der Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten kommen die folgenden Module zur Anwendung:

- CA Interne Fertigungskontrolle
- CB EG-Baumusterprüfung
- CC Konformität mit dem Baumuster auf Grundlage einer internen Fertigungskontrolle
- CH Konformität auf der Grundlage eines umfassenden Qualitätsmanagements
- CH1 Konformität auf der Grundlage eines umfassenden Qualitätsmanagements zuzüglich Entwurfsprüfung

Tabelle 6.1.2

Module für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten

Verfahren	Module
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

Die Module für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten sind aus der Tabelle 6.1.2 auszuwählen.

Bei Produkten, die vor Veröffentlichung dieser TSI in Verkehr gebracht wurden, gilt das Baumuster als zugelassen und eine EG-Baumusterprüfung (Modul CB) ist nicht erforderlich, sofern der Hersteller nachweist, dass die Prüfungen und Erprobungen der Interoperabilitätskomponenten bei früheren Anwendungen unter vergleichbaren Bedingungen als erfolgreich bewertet wurden und die Anforderungen dieser TSI erfüllen. In diesem Fall bleiben diese Bewertungen für die neue Anwendung gültig. Wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass die Lösung in der Vergangenheit positiv bewertet wurde, gilt das Verfahren für Interoperabilitätskomponenten, die nach Veröffentlichung dieser TSI in der EU in Verkehr gebracht wurden.

6.1.3. *Innovative Lösungen für Interoperabilitätskomponenten*

Wird für eine Interoperabilitätskomponente gemäß der Definition in Abschnitt 5.2 eine innovative Lösung vorgeschlagen, muss der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter die Abweichungen von der entsprechenden Bestimmung dieser TSI angeben und diese der Kommission zur Prüfung vorlegen.

Führt diese Prüfung zu einer positiven Stellungnahme, werden im Auftrag der Kommission geeignete funktionale Spezifikationen und Schnittstellenspezifikationen für die Komponente sowie die Bewertungsmethode erarbeitet.

Die geeigneten funktionalen Spezifikationen und Schnittstellenspezifikationen sowie die Bewertungsmethoden, die so erarbeitet wurden, müssen im Zuge der Überarbeitung in die TSI aufgenommen werden.

Nach Bekanntgabe einer gemäß Artikel 29 der Richtlinie erlassenen Entscheidung der Kommission kann die innovative Lösung bereits angewandt werden, bevor sie im Zuge der Überarbeitung in die TSI aufgenommen wird.

6.1.4. *Besonderes Bewertungsverfahren für die Interoperabilitätskomponente — Oberleitung*

6.1.4.1. *Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmequalität*

Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmequalität betrifft die Oberleitung (Teilsystem Energie) und den Stromabnehmer (Teilsystem Fahrzeuge).

Eine neue Oberleitungsbauart muss gemäß EN 50318:2002 durch Simulation und gemäß EN 50317:2002 durch Messung eines Prüfabschnitts der neuen Bauart bewertet werden.

Für die Zwecke der Simulation und der Ergebnisanalyse sind repräsentative Merkmale (z. B. Tunnel, Überleitverbindungen, neutrale Abschnitte) zu berücksichtigen.

Die Simulationen müssen mit mindestens zwei verschiedenen TSI-konformen ⁽¹⁾ Stromabnehmertypen, die für die Geschwindigkeit ⁽²⁾ geeignet und für das Energieversorgungssystem ausgelegt sind, bis zur Auslegungsgeschwindigkeit der vorgeschlagenen Interoperabilitätskomponente Oberleitung durchgeführt werden.

Die Simulation kann unter Verwendung von Stromabnehmertypen durchgeführt werden, deren Zertifizierung als Interoperabilitätskomponente andauert, sofern diese die übrigen Anforderungen der CR LOC&PAS TSI erfüllen.

Die Simulation ist sowohl für einen einzelnen Stromabnehmer als auch für mehrere Stromabnehmer mit Abständen gemäß den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.17 durchzuführen.

Voraussetzung für eine positive Bewertung ist, dass die simulierte Stromabnahmequalität für jeden Stromabnehmer im Hinblick auf Anhub, mittlere Kontaktkraft und Standardabweichung den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.16 entspricht. Wenn positive Simulationsergebnisse erzielt wurden, muss eine dynamische Prüfung vor Ort auf einem repräsentativen Abschnitt der neuen Oberleitung durchgeführt werden.

Diese Prüfung vor Ort erfolgt unter Verwendung eines der beiden in der Simulation verwendeten Stromabnehmertypen, der auf einem Fahrzeug installiert ist, das die notwendige Geschwindigkeit auf dem repräsentativen Abschnitt zulässt.

Die Prüfungen müssen zumindest für die ungünstigsten Stromabnehmeranordnungen durchgeführt werden, die sich aus den Simulationen ergeben haben und müssen die Anforderungen von Abschnitt 4.2.17 erfüllen.

⁽¹⁾ D. h. als Interoperabilitätskomponente gemäß CR oder HS TSI zertifizierte Stromabnehmer.

⁽²⁾ D. h. die Geschwindigkeit der beiden Stromabnehmertypen muss der Auslegungsgeschwindigkeit der simulierten Oberleitung zumindest gleich sein.

Jeder Stromabnehmer muss bis zur vorgesehenen Auslegungsgeschwindigkeit der zu prüfenden Oberleitung eine mittlere Kontaktkraft gemäß den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.15 ausüben.

Voraussetzung für eine positive Bewertung ist, dass die gemessene Stromabnahmequalität im Hinblick auf den Anhub, und entweder die mittlere Kontaktkraft und die Standardabweichung oder den prozentualen Lichtbogenanteil den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.16 entspricht.

Wenn sämtliche obigen Bewertungen erfolgreich absolviert wurden, gilt die geprüfte Oberleitungsbauart als konform und kann auf Strecken mit kompatiblen Konstruktionsmerkmalen eingesetzt werden.

Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmequalität für die Interoperabilitätskomponente Stromabnehmer ist im Abschnitt 6.1.2.2.6 der CR LOC&PAS TSI dargestellt.

6.1.4.2. Bewertung des Stroms im Stillstand

Die Konformitätsbewertung muss gemäß EN 50367:2006, Abschnitt A.4.1 erfolgen.

6.1.5. EG-Erklärung der Konformität von Interoperabilitätskomponenten

Nach Anhang IV Nummer 3 der Richtlinie 2008/57/EG müssen der EG-Konformitätserklärung diese Benutzungsbedingungen beigelegt sein:

- Nennspannung und Nennfrequenz;
- bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit.

6.2. Teilsystem Energie

6.2.1. Allgemeine Bestimmungen

Auf Verlangen des Auftraggebers führt die benannte Stelle das EG-Prüfverfahren gemäß Anhang VI der Richtlinie 2008/57/EG nach den Bestimmungen der einschlägigen Module durch.

Kann der Auftraggeber nachweisen, dass Erprobungen oder Prüfungen eines Teilsystems Energie bei früheren Anwendungen unter vergleichbaren Bedingungen positiv ausgefallen sind, so muss die benannte Stelle diese Erprobungen oder Prüfungen bei der Konformitätsbewertung berücksichtigen.

Die Bewertungsverfahren für besondere Anforderungen an das Teilsystem sind im Abschnitt 6.2.4 dargelegt.

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 das EG-Prüfverfahren des Teilsystems Energie kann der Antragsteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter wählen zwischen:

- o Modul SG: EG-Prüfung durch Einzelprüfung oder
- o Modul SH1: EG-Konformität auf der Grundlage eines umfassenden Qualitätsmanagements zuzüglich der 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 ⁽¹⁾ oder vom Antragsteller (oder in seinem Namen) durchgeführt wurden.

⁽¹⁾ Die Bedingungen für die Vergabe von Prüf- und Testaufträgen müssen ähnlich gestaltet sein wie die Bedingungen, die von einer benannten Stelle bei der Untervergabe von Tätigkeiten berücksichtigt werden (siehe Punkt 6.5 des blauen Leitfadens für die neue Vorgehensweise).

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 Qualitätsmanagementsystem für den Entwurf, die Herstellung, die Endabnahme und die Prüfung des Produkts unterliegen, dass von einer benannten Stelle anerkannt und überwacht wird.

6.2.3. Innovative Lösungen

Beinhaltet das Teilsystem eine innovative Lösung gemäß Abschnitt 4.1, so muss der Auftraggeber die Abweichung von den entsprechenden TSI-Bestimmungen angeben und der Kommission mitteilen.

Bei einer positiven Stellungnahme werden die geeigneten funktionalen Spezifikationen und Schnittstellenspezifikationen sowie die Bewertungsmethoden für die betreffende Lösung erarbeitet.

Die geeigneten funktionalen Spezifikationen und Schnittstellenspezifikationen sowie die Bewertungsmethoden, die so erarbeitet wurden, müssen dann im Zuge der Überarbeitung in die TSI aufgenommen werden. Nach Bekanntgabe einer gemäß Artikel 29 der Richtlinie erlassenen Entscheidung der Kommission kann die innovative Lösung bereits angewandt werden, bevor sie im Zuge der Überarbeitung in die TSI aufgenommen wird.

6.2.4. Besondere Bewertungsverfahren für das Teilsystem

6.2.4.1. Bewertung der mittleren Nutzspannung

Die Bewertung muss gemäß EN 50388:2005, Abschnitte 14.4.1, 14.4.2 (nur Simulation) und 14.4.3 durchgeführt werden.

6.2.4.2. Bewertung der Nutzbremmung

Die Bewertung muss für ortsfeste AC-Energieversorgungsanlagen gemäß der EN 50388:2005, Abschnitt 14.7.2 durchgeführt werden.

Die Bewertung für DC-Energieversorgungsanlagen muss durch eine Entwurfsprüfung erfolgen.

6.2.4.3. Bewertung der Koordination des elektrischen Schutzes

Die Bewertung für die Auslegung und den Betrieb der Unterwerke muss gemäß EN 50388:2005, Abschnitt 14.6 durchgeführt werden.

6.2.4.4. Bewertung von Oberwellen und dynamischen Effekten bei AC-Systemen

Die auf einer Verträglichkeitsstudie basierende Bewertung ist gemäß EN 50388:2005, Abschnitt 10.3 durchzuführen, wobei die in EN 50388:2005, Abschnitt 10.4 genannten Überspannungen zu berücksichtigen sind.

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

Wenn die Oberleitungsbauart, die auf einer neuen Strecke installiert werden soll, als Interoperabilitätskomponente zertifiziert ist, müssen die Kennwerte des Zusammenwirkens gemäß EN 50317:2002 zur Prüfung der ordnungsgemäßen Bauausführung gemessen werden.

Diese Messungen müssen mit einem als Interoperabilitätskomponente zertifizierten Stromabnehmer erfolgen, der die für die vorgesehene Auslegungsgeschwindigkeit der Oberleitung geforderten Merkmale hinsichtlich der mittleren Kontaktkraft nach Abschnitt 4.2.15 dieser TSI aufweist.

Das Hauptziel dieser Prüfung besteht darin, Fehler in der Bauausführung zu erkennen, nicht aber die Bauart prinzipiell zu bewerten.

Die installierte Oberleitung kann akzeptiert werden, falls die Messergebnisse den Anforderungen nach Abschnitt 4.2.16 in Bezug auf Anhub und entweder der mittleren Kontaktkraft und der Standardabweichung oder dem prozentualen Lichtbogenanteil entsprechen.

Die Bewertung des dynamischen Verhaltens und der Stromabnahmequalität für die Integration des Stromabnehmers in das Teilsystem Fahrzeuge ist in der CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 6.2.2.2.14 dargestellt.

6.2.4.6. Bewertung des Instandhaltungsplans

Die Bewertung muss durch Prüfung der Existenz des Instandhaltungsplans durchgeführt werden.

Die benannte Stelle ist nicht dafür verantwortlich, die Eignung der einzelnen Anforderungen des Plans zu bewerten.

6.3. Teilsystem mit Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Erklärung

6.3.1. Bedingungen

Während des in Artikel 4 dieses Beschlusses vorgesehenen Übergangszeitraums kann eine benannte Stelle eine EG-Prüfbescheinigung für ein Teilsystem selbst dann ausstellen, wenn für einige der in dem Teilsystem verwendeten Interoperabilitätskomponenten die entsprechende EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung gemäß dieser TSI nicht vorliegt, sofern die folgenden Kriterien erfüllt sind:

- Die Konformität des Teilsystems wurde anhand der in Kapitel 4 festgelegten Anforderungen und hinsichtlich Kapitel 6.2 bis 7 (ausgenommen „Sonderfälle“) dieser TSI durch die benannte Stelle überprüft.

Die Anforderung der Konformität der Interoperabilitätskomponenten mit Kapitel 5 und 6.1 ist gegenstandslos und

- die Interoperabilitätskomponenten, für die keine entsprechende EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung vorliegt, müssen in mindestens einem Mitgliedstaat in einem bereits genehmigten und in Betrieb befindlichen Teilsystem verwendet worden sein, bevor diese TSI in Kraft trat.

Für die in dieser Weise bewerteten Interoperabilitätskomponenten darf keine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung ausgestellt werden.

6.3.2. Dokumentation

In der Konformitätsbescheinigung muss in eindeutiger Form angegeben werden, welche Interoperabilitätskomponenten von der benannten Stelle im Rahmen der Teilsystem-Überprüfung bewertet wurden.

In der EG-Prüferklärung für das Teilsystem muss folgendes eindeutig angegeben werden:

- die Interoperabilitätskomponenten, die als Teil des Teilsystems bewertet wurden;
- Bestätigung, dass das Teilsystem die Interoperabilitätskomponenten enthält, die mit den als Teil des Teilsystems überprüften Komponenten identisch sind;
- für die betroffenen Interoperabilitätskomponenten: den Grund/die Gründe, warum der Hersteller nicht vor dem Einbau in das Teilsystem eine EG-Konformitätserklärung und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung vorgelegt hat, einschließlich die Anwendung der nach Artikel 17 der Richtlinie 2008/57/EG notifizierten nationalen Vorschriften.

6.3.3. Instandhaltung der gemäß 6.3.1 zertifizierten Teilsysteme

Während des Übergangszeitraums sowie nach dessen Ende können die Interoperabilitätskomponenten ohne EG-Konformitäts- und/oder EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung des gleichen Typs auf die Verantwortung der für die Instandhaltung zuständigen Stelle bis zur Umrüstung oder zur Erneuerung des Teilsystems (unter Berücksichtigung der Entscheidung der Mitgliedstaaten zur Anwendung der TSI) oder für einen Austausch im Zuge von Instandhaltungsarbeiten (Ersatzteile) verwendet werden. Die für die Instandhaltung zuständige Stelle muss in jedem Fall sicherstellen, dass die Komponenten für den Austausch bei Instandhaltungsarbeiten für den Verwendungszweck geeignet sind, innerhalb ihres Verwendungsbereichs eingesetzt werden, die Verwirklichung der Interoperabilität des Eisenbahnsystems ermöglichen und gleichzeitig den grundlegenden Anforderungen entsprechen. Diese Komponenten müssen rückverfolgbar und nach einer nationalen oder internationalen Regelung oder einer im Eisenbahnbereich weithin anerkannten Regel der Technik zertifiziert sein.

7. UMSETZUNG

7.1. Allgemeines

Die Mitgliedstaaten haben für TEN-Strecken diejenigen Teile des Teilsystems Energie anzugeben, die für interoperable Dienste notwendig sind (z. B. Oberleitungen über Gleisen, Nebengleisen, Bahnhöfen, Rangierbahnhöfen) und daher dieser TSI entsprechen müssen. Bei der Angabe dieser Elemente berücksichtigen die Mitgliedstaaten die Kohärenz des Gesamtsystems.

7.2. Schrittweise Strategie zur Verwirklichung von Interoperabilität

7.2.1. Einführung

Die in dieser TSI beschriebene Strategie gilt für neue, umgerüstete und erneuerte Strecken.

Die Änderung bestehender Strecken, mit dem Ziel, diese TSI-konform zu gestalten, kann hohe Investitionskosten nach sich ziehen und daher schrittweise durchgeführt werden.

Entsprechend den Bestimmungen in Artikel 20 Absatz 1 der Richtlinie 2008/57/EG wird in der Migrationsstrategie angegeben, wie bestehende Anlagen anzupassen sind, wenn dies wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

7.2.2. *Migrationsstrategie für Spannung und Frequenz*

Die Wahl der Energieversorgungssystems liegt im Ermessen des jeweiligen Mitgliedstaats. Die Entscheidung ist nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu treffen, wobei zumindest folgende Faktoren berücksichtigt werden sollen:

- das bestehende Energieversorgungssystem im betreffenden Mitgliedstaat,
- Anschlüsse an die Eisenbahnlinien in Nachbarländern mit bereits bestehender Stromversorgung.

7.2.3. *Migrationsstrategie für Stromabnehmer und Oberleitungsgeometrie*

Die Oberleitung muss für den Betrieb mit mindestens einem der Stromabnehmer mit einer in der CR LOC&PAS TSI, Abschnitt 4.2.8.2.9.2 beschriebenen Wippengeometrie (1 600 mm oder 1 950 mm) ausgelegt werden.

7.3. **Anwendung dieser TSI auf neue Strecken**

Die Kapitel 4 bis 6 sowie etwaige besondere Bestimmungen im folgenden Abschnitt 7.5 gelten vollumfänglich für die Strecken, die im geografischen Anwendungsbereich dieser TSI liegen (siehe Absatz 1.2) und nach Inkrafttreten dieser TSI in Betrieb genommen werden.

7.4. **Anwendung dieser TSI auf bestehende Strecken**

7.4.1. *Einführung*

Während die TSI auf neue Anlagen vollständig anwendbar ist, kann ihre Umsetzung auf bereits vorhandenen Strecken Änderungen der bestehenden Anlagen erfordern. Die erforderlichen Änderungen hängen vom Konformitätsgrad der bestehenden Anlagen ab. Die folgenden Prinzipien gelten im Falle der TSI für das konventionelle Eisenbahnsystem unbeschadet des Abschnitts 7.5 (Sonderfälle).

Sofern Artikel 20 Absatz 2 der Richtlinie 2008/57/EG gilt und mithin eine Inbetriebnahmegenehmigung erforderlich ist, entscheidet der Mitgliedstaat, welche Anforderungen der TSI unter Berücksichtigung der Migrationsstrategie angewandt werden müssen.

Sofern Artikel 20 Absatz 2 der Richtlinie 2008/57/EG nicht gilt, weil eine neue Inbetriebnahmegenehmigung nicht erforderlich ist, wird die Konformität mit dieser TSI empfohlen. Kann keine Konformität erzielt werden, so nennt der Auftraggeber dem Mitgliedstaat die Gründe hierfür.

Wenn der Mitgliedstaat die Inbetriebnahme neuer Anlagen fordert, muss die benannte Stelle die praktischen Maßnahmen und verschiedenen Projektphasen definieren, die zur Erzielung der geforderten Leistungsmerkmale notwendig sind. Zu diesen Projektphasen können Übergangsperioden für die Inbetriebnahme von Anlagen mit reduziertem Leistungsniveau gehören.

Ein bestehendes Teilsystem kann den Verkehr TSI-konformer Fahrzeuge erlauben, sofern die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2008/57/EG eingehalten werden. In diesem Fall sollte der Infrastrukturbetreiber auf Freiwilligkeitsbasis in der Lage sein, das Infrastrukturregister gemäß Artikel 35 der Richtlinie 2008/57/EG zu ergänzen. Das Verfahren, nach dem die Einhaltung der Eckwerte der TSI zu demonstrieren ist, wird in der Spezifikation für das Infrastrukturregister festgelegt, die von der Kommission nach jenem Artikel erlassen wird.

7.4.2. *Umrüstung/Erneuerung der Oberleitung und/oder der Energieversorgung*

Es ist möglich, eine Oberleitung und/oder das Energieversorgungssystem ganz oder teilweise schrittweise — Element für Element — über einen längeren Zeitraum zu modifizieren, so dass auf diese Weise die Konformität mit dieser TSI erreicht wird.

Die Konformität des vollständigen Teilsystems kann jedoch erst festgestellt werden, wenn sämtliche Elemente in Übereinstimmung mit der TSI gebracht wurden.

Bei der Umrüstung bzw. Erneuerung ist zu berücksichtigen, dass die Kompatibilität mit dem bestehenden Teilsystem Energie und anderen Teilsystemen erhalten bleiben muss. Bei einem Projekt mit Elementen, die nicht TSI-konform sind, sollten die anzuwendenden Verfahren zur Konformitätsbewertung und zur EG-Prüfung mit den Mitgliedstaaten abgestimmt werden.

7.4.3. *Parameter in Bezug auf die Instandhaltung*

Bei der Instandhaltung des Teilsystems Energie sind keine förmlichen Überprüfungen und offiziellen Genehmigungen für die Inbetriebnahme erforderlich. Allerdings kann der Austausch im Rahmen der Instandhaltung — soweit praktikabel — gemäß den Anforderungen dieser TSI als Beitrag zur Weiterentwicklung der Interoperabilität durchgeführt werden.

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

Ein gegenwärtig betriebenes Teilsystem kann den Betrieb von Zügen erlauben, welche die Anforderungen der TSI Fahrzeuge für Hochgeschwindigkeitsbahnsysteme und konventionelle Eisenbahnsysteme erfüllen, solange zugleich die grundlegenden Anforderungen eingehalten werden. In diesem Fall kann der Infrastrukturbetreiber freiwillig das Infrastrukturregister gemäß Anhang C dieser TSI ergänzen, um darzulegen, in welchem Umfang die Eckwerte dieser TSI eingehalten werden.

7.5. **Sonderfälle**

7.5.1. *Einführung*

In den nachstehend aufgeführten Sonderfällen sind die folgenden Sonderbestimmungen zulässig.

a) „P“-Fälle: permanente Fälle;

b) „T“-Fälle: vorübergehende Fälle, in denen empfohlen wird, dass das Zielsystem bis 2020 erreicht werden soll (dieses Ziel wird in der Entscheidung Nr. 1692/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes ⁽¹⁾ in der durch die Entscheidung Nr. 884/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽²⁾ geänderten Fassung gesteckt).

7.5.2. *Liste der Sonderfälle*

7.5.2.1. *Besonderheiten des estnischen Netzes*

P-Fall

Sämtliche Eckwerte der Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.20 gelten nicht für Strecken mit 1 520 mm Spurweite; dies ist ein offener Punkt.

7.5.2.2. *Besonderheiten des französischen Netzes*

7.5.2.2.1. *Spannung und Frequenz (4.2.3)*

T-Fall

Die Werte und Grenzen von Spannung und Frequenz an den Anschlussklemmen des Unterwerks und am Stromabnehmer der 1,5-kV-DC-Strecken

— von Nîmes nach Port Bou und

— von Toulouse nach Narbonne

können die in EN 50163:2004 Abschnitt 4 ($U_{\max 2}$ nahe 2 000 V) angegebenen Werte überschreiten.

7.5.2.2.2. *Mittlere Kontaktkraft (4.2.15)*

P-Fall

Bei 1,5-kV-DC-Strecken liegt die mittlere Kontaktkraft im folgenden Bereich:

⁽¹⁾ ABl. L 228 vom 9.9.1996, S. 1.

⁽²⁾ ABl. L 167 vom 30.4.2004, S. 1.

Tabelle 7.5.2.2.2

Bereiche der mittleren Kontaktkraft

DC 1,5 kV	$70 \text{ N} < F_m < 0,00178 \cdot v^2 + 110 \text{ N}$ mit einem Wert von 140 N im Stillstand
-----------	---

7.5.2.3. Besonderheiten des finnischen Netzes

7.5.2.3.1. Geometrie der Oberleitung — Fahrdrathöhe (4.2.13.1)

P-Fall

Die Fahrdratnennhöhe beträgt 6,15 m (mindestens 5,60 m, höchstens 6,60 m).

7.5.2.4. Besonderheiten des lettischen Netzes

P-Fall

Sämtliche Eckwerte der Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.20 gelten nicht für Strecken mit 1 520 mm Spurweite; dies ist ein offener Punkt.

7.5.2.5. Besonderheiten des litauischen Netzes

P-Fall

Sämtliche Eckwerte der Abschnitte 4.2.3 bis 4.2.20 gelten nicht für Strecken mit 1 520 mm Spurweite; dies ist ein offener Punkt.

7.5.2.6. Besonderheiten des slowenischen Netzes

7.5.2.6.1. Stromabnehmerbegrenzungslinie (4.2.14)

P-Fall

Bei Erneuerung und Umrüstung bestehender Strecken im Hinblick auf das gegenwärtige Lichtraumprofil der Bauwerke (Tunnel, Überführungen, Brücken) steht in Slowenien die mechanisch kinematische Begrenzungslinie des Stromabnehmers im Einklang mit dem Stromabnehmerprofil von 1 450 mm gemäß der Norm EN 50367, 2006, Abbildung B.2.

7.5.2.7. Besonderheiten des Netzes des Vereinigten Königreichs in Großbritannien

7.5.2.7.1. Fahrdrathöhe (4.2.13.1)

P-Fall

In Großbritannien muss bei Umrüstung oder Erneuerung des bestehenden Teilsystems Energie oder dem Bau neuer Energieteilsysteme auf der bestehenden Infrastruktur die gewählte Fahrdratnennhöhe mindestens 4 700 mm betragen.

7.5.2.7.2. Horizontale Auslenkung (4.2.13.3)

P-Fall

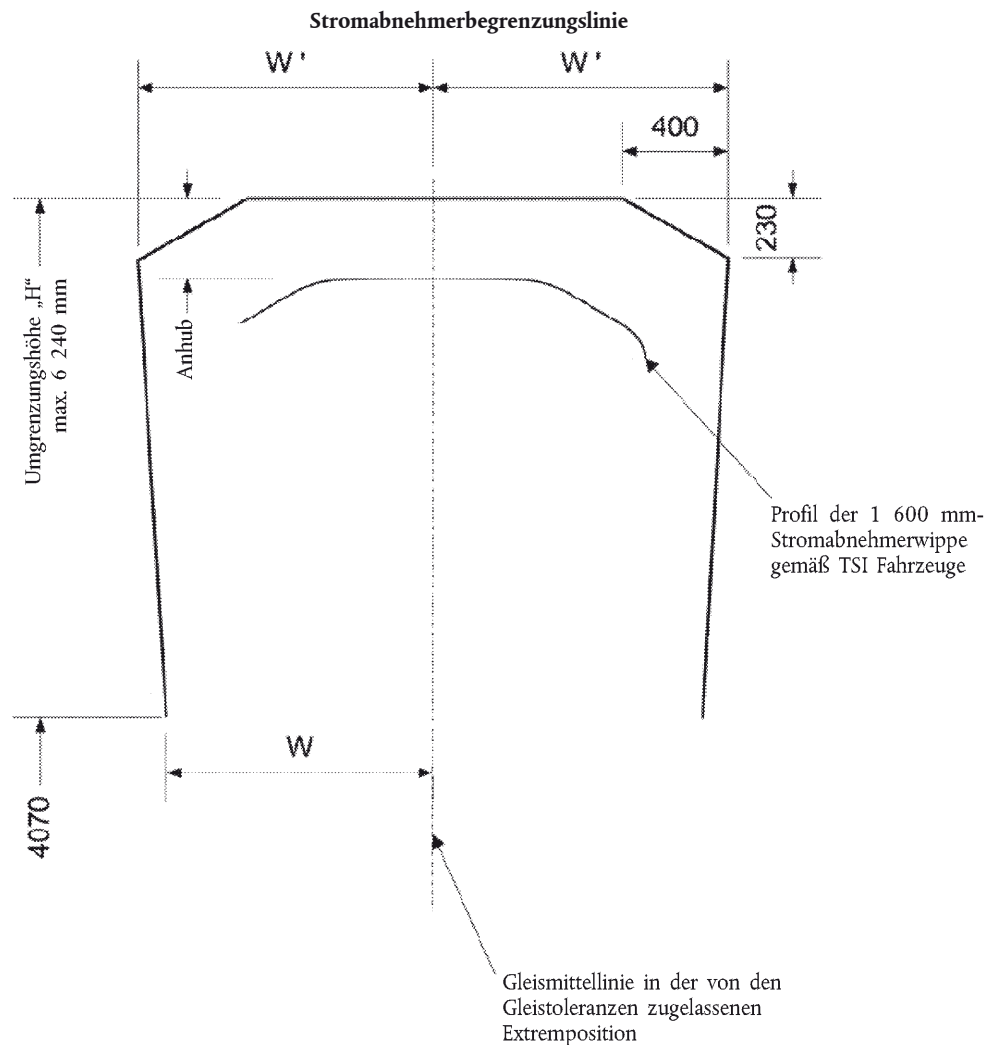
In Großbritannien beträgt die zulässige maximale horizontale Auslenkung des Fahrdrachts senkrecht zur konstruktiven Gleismittellinie unter Seitenwindeinwirkung bei einer Fahrdrathöhe von maximal 4 700 mm unter Berücksichtigung der Margen für Konstruktion, Temperatureffekte und Mastdurchbiegung für neue, umgerüstete oder erneuerte Energie-Teilsysteme 475 mm (sofern im Infrastrukturregister kein niedrigerer Wert angegeben ist). Bei Fahrdrathöhen über 4 700 mm verringert sich dieser Wert um $0,040 \times (\text{Fahrdrathöhe (mm)} - 4 700)$ mm.

7.5.2.7.3. Stromabnehmerbegrenzungslinie (4.2.14 und Anhang E)

P-Fälle

In Großbritannien ist die mechanisch kinematische Begrenzungslinie des Stromabnehmers bei Umrüstung oder Erneuerung des bestehenden Teilsystems Energie oder dem Bau neuer Energieteilsysteme auf der bestehenden Infrastruktur im nachstehenden Diagramm (Abbildung 7.5.2.7) festgelegt.

Abbildung 7.5.2.7



Die Abbildung zeigt die äußerste Umgrenzung, innerhalb der sich die Stromabnehmerwippe bewegen darf. Die Umgrenzung muss sich auf die mit den Gleistoleranzen zugelassene Extremposition der Gleismittellinien beziehen. Die Gleistoleranzen sind im Profil nicht berücksichtigt. Bei der Umgrenzung handelt es sich um die absolute Begrenzungslinie und nicht um eine Bezugslinie, die Gegenstand von Anpassungen ist.

Bei allen Geschwindigkeiten bis zur Streckengeschwindigkeit, maximaler Überhöhung, maximaler Windgeschwindigkeit, bei der ein unbeschränkter Betrieb möglich ist, und extremer Windgeschwindigkeit gemäß der Angabe im Infrastrukturregister muss gelten:

$$W = 800 + J \text{ mm, wenn } H \leq 4\,300 \text{ mm, und}$$

$$W' = 800 + J + (0,040 \times (H - 4\,300)) \text{ mm, wenn } H > 4\,300 \text{ mm.}$$

Dabei gilt:

H = Höhe von der Schienenoberkante bis zum oberen Rand der Begrenzung (in mm). Das Maß entspricht der Summe aus der Fahrdrathöhe und dem berücksichtigten Anhub.

J = 200 mm auf geraden Gleisabschnitten.

J = 230 mm auf gebogenen Gleisabschnitten.

J = 190 mm (Minimum), wenn dies durch den erforderlichen Abstand zu Infrastrukturkomponenten erforderlich ist und dieser nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand vergrößert werden kann.

Zusätzlich zu berücksichtigen sind der Verschleiß des Fahrdrachts, der mechanische Sicherheitsabstand, der statische oder dynamische elektrische Freiraum.

7.5.2.7.4. 600/750 V-DC-Strecken mit Stromschienen

P-Fall

600/750-V-DC-Strecken mit Stromschienen in einer Drei- und/oder Vierschienenkonfiguration sind weiterhin umzurüsten, zu erneuern und auszubauen, soweit dies wirtschaftlich sinnvoll ist. Es gelten die nationalen Normen.

7.5.2.7.5. Schutzmaßnahmen für das Oberleitungssystem (4.7.3)

P-Fall

Im Verweis auf EN 50122-1:1997 Abschnitt 5.1 gilt die besondere nationale Bedingung zu diesem Abschnitt (5.1.2.1).

8. LISTE DER ANHÄNGE

A Konformitätsbewertung der Interoperabilitätskomponenten

B EG-Prüfung des Teilsystems Energie

C Infrastrukturregister, Informationen zum Teilsystem Energie

E Europäisches Register zugelassener Fahrzeugtypen, für das Teilsystem Energie benötigte Angaben

E Ermittlung der mechanisch kinematischen Begrenzungslinie des Stromabnehmers

F Lösungen für Phasen- und Systemtrennstrecken

G Leistungsfaktor

H Elektrischer Schutz: Auslösen der Leistungsschalter

I Liste der Referenznormen

J Glossar

ANHANG A

KONFORMITÄTSBEWERTUNG DER INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN**A.1 Anwendungsbereich**

Dieser Anhang behandelt die Konformitätsbewertung für die Interoperabilitätskomponente Oberleitung des Teilsystems Energie.

Bei bestehenden Interoperabilitätskomponenten ist gemäß Kapitel 6.1.2 vorzugehen.

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 Interoperabilitätskomponenten: Oberleitung

Merkmal — Abschnitt	Bewertung in folgender Phase				Besondere Bewertungsverfahren
	Entwurfs- und Entwicklungsphase			Produktionsphase	
	Entwurfsprüfung	Überprüfung des Herstellungsprozesses	Baumusterprüfung	Erzeugnisqualität (Serienfertigung)	
Geometrie der Oberleitung — 5.2.1.1	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Mittlere Kontaktkraft — 5.2.1.2	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Dynamisches Verhalten — 5.2.1.3	X	n. r.	X	n. r.	Konformitätsbewertung nach Abschnitt 6.1.4.1 durch validierte Simulation gemäß EN 50318:2002 für die Entwurfsprüfung, und Messungen gemäß EN 50317:2002 für die Baumusterprüfung
Raum für den Anhub — 5.2.1.4	X	n. r.	X	n. r.	Validierte Simulation gemäß EN 50318:2002 für die Entwurfsprüfung, und Messung gemäß EN 50317:2002 für die Baumusterprüfungen mit einer mittleren Kontaktkraft gemäß Abschnitt 4.2.15
Auslegung im Hinblick auf den Stromabnehmerabstand — 5.2.1.5	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Strom im Stillstand — 5.2.1.6	X	n. r.	X	n. r.	Gemäß Abschnitt 6.1.4.2
Fahrdrahtwerkstoff — 5.2.1.7	X	n. r.	X	n. r.	

n. r.: nicht relevant

ANHANG B

EG-PRÜFUNG DES TEILSYSTEMS ENERGIE

B.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang behandelt die EG-Prüfung des Teilsystems Energie.

B.2 Merkmale und Module

Die Merkmale des Teilsystems, die in den verschiedenen Entwurfs-, Installations- und Betriebsphasen bewertet werden müssen, sind in Tabelle B.1 mit X gekennzeichnet.

Tabelle B.1.

EG-Prüfung des Teilsystems Energie

Eckwerte	Bewertungsphase				
	Entwurfs- und Entwicklungsphase	Produktionsphase			
		Entwurfsprüfung	Bau, Errichtung, Montage	Montiert, vor Inbetriebnahme	Validierung im Vollbetrieb
Spannung und Frequenz — 4.2.3	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems — 4.2.4	X	n. r.	n. r.	n. r.	Bewertung der mittleren Nutzspannung gem. Abschn. 6.2.4.1
Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen in Tunnel — 4.2.5	X	n. r.	X	n. r.	
Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand — 4.2.6	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Nutzbremse — 4.2.7	X	n. r.	n. r.	n. r.	Gemäß Abschnitt 6.2.4.2
Koordination des elektrischen Schutzes — 4.2.8	X	n. r.	X	n. r.	Gemäß Abschnitt 6.2.4.3
Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen — 4.2.9	X	n. r.	n. r.	n. r.	Gemäß Abschnitt 6.2.4.4
Geometrie der Oberleitung: Fahrdrathöhe — 4.2.13.1	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Geometrie der Oberleitung: Änderung der Fahrdrathöhe — 4.2.13.2	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Geometrie der Oberleitung: Horizontale Auslenkung — 4.2.13.3	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	

Eckwerte	Bewertungsphase				
	Entwurfs- und Entwicklungsphase	Produktionsphase			
		Entwurfsprüfung	Bau, Errichtung, Montage	Montiert, vor Inbetriebnahme	Validierung im Vollbetrieb
Stromabnehmerbegrenzungslinie — 4.2.14	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Mittlere Kontaktkraft — 4.2.15	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität - 4.2.16	X (*)	n. r.	X	n. r.	Prüfung nach Abschnitt 6.1.4.1 durch validierte Simulation gemäß EN 50318:2002 für die Entwurfsprüfung. Prüfung der montierten Oberleitung nach Abschnitt 6.2.4.5 durch Messungen gemäß EN 50317:2002.
Stromabnehmerabstand — 4.2.17	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Fahrdrahtwerkstoff — 4.2.18	X (*)	n. r.	n. r.	n. r.	
Phasentrennstrecken — 4.2.19	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Systemtrennstrecken — 4.2.20	X	n. r.	n. r.	n. r.	
Betriebsführung der Energieversorgung bei Gefahr - 4.4.2.3	X	n. r.	X	n. r.	
Instandhaltungsvorschriften - 4.5	n. r.	n. r.	X	n. r.	Gemäß Abschnitt 6.2.4.6
Schutz gegen elektrischen Schlag - 4.7.2, 4.7.3, 4.7.4	X	X	X	n. r. ¹⁾	1) Validierung im Vollbetrieb darf nur erfolgen, wenn Validierung in der Phase „Montiert, vor Inbetriebnahme“ nicht möglich ist.

n. r.: nicht relevant

(*) nur durchzuführen, wenn die Oberleitung nicht als Interoperabilitätskomponente bewertet wurde.

ANHANG C

INFRASTRUKTURREGISTER, INFORMATIONEN ZUM TEILSYSTEM ENERGIE

C.1 Anwendungsbereich

In diesem Anhang ist angegeben, welche Informationen zum Teilsystem Energie für jeden gleichartigen und den Vorschriften entsprechenden Streckenabschnitt in das Infrastrukturregister gemäß Abschnitt 4.8.2 aufgenommen werden müssen.

C.2 Zu beschreibende Merkmale

Tabelle C.1 enthält diejenigen Merkmale für die Interoperabilität des Teilsystems Energie, die für jeden Streckenabschnitt anzugeben sind.

Tabelle C.1

Informationen, die im Infrastrukturregister anzugeben sind.

Parameter, Interoperabilitätselement	Abschnitt
Spannung und Frequenz	4.2.3
Maximaler Zugstrom	4.2.4.1
Maximaler Strom bei Stillstand, nur DC-Systeme	4.2.6
Bedingungen zur Rückspeisung von Energie	4.2.7
Nennfahrdrahthöhe	4.2.13.1
Akzeptierte(s) Stromabnehmerprofil(e)	4.2.13.3
Maximale Streckengeschwindigkeit mit einem in Betrieb befindlichen Stromabnehmer (sofern zutreffend)	4.2.17
Auslegungsabstand der Oberleitungsbauart	4.2.17
Mindestabstand zwischen benachbarten Stromabnehmern (sofern zutreffend)	4.2.17
Anzahl der Stromabnehmer mehr als zwei, für die die Strecke ausgelegt wurde (sofern zutreffend)	4.2.17
Zulässiger Schleifstückwerkstoff	4.2.18
Phasentrennstrecken: Art der verwendeten Trennstrecke Angaben zum Betrieb, Anordnung gehobener Stromabnehmer	4.2.19
Systemtrennstrecken: Art der verwendeten Trennstrecke Angaben zum Betrieb: Auslösung der Leistungsschalter, Senken der Stromabnehmer	4.2.20
Sonderfälle	7.5
Sonstige Abweichungen von den Anforderungen der TSI	

ANHANG D

**EUROPÄISCHES REGISTER ZUGELASSENER FAHRZEUGTYPEN, FÜR DAS TEILSYSTEM ENERGIE
BENÖTIGTE ANGABEN****D.1 Anwendungsbereich**

In diesem Anhang ist angegeben, welche Informationen zum Teilsystem Energie im europäischen Register zugelassener Fahrzeugtypen enthalten sein müssen.

D.2 Zu beschreibende Merkmale

Tabelle D.1 enthält diejenigen Merkmale für die Interoperabilität des Teilsystems Energie, die im europäischen Register zugelassener Fahrzeugtypen angegeben werden müssen.

Tabelle D.1

Im europäischen Register zugelassener Fahrzeugtypen anzugebende Information

Parameter, Interoperabilitätselement	Information	Abschnitt der CR LOC&PAS TSI
Elektrischer Schutz des Zuges	Ausschaltkapazität des im Fahrzeug installierten Leistungsschalters (kA) bei Zügen auf Strecken mit 15 kV 16,7 Hz	4.2.8.2.10
Anordnung der Stromabnehmer	Abstand	4.2.8.2.9.7
Strombegrenzungseinrichtung montiert	Typ/Nennwert	4.2.8.2.4
Einbau automatischer Leistungssteuerungen	Typ/Nennwert	4.2.8.2.4
Nutzbremse möglich	Ja/Nein	4.2.8.2.3
Fahrzeugeigene Energieverbrauchsmesseinrichtung vorhanden	Ja/Nein	4.2.8.2.8
Berücksichtigte Sonderfälle zum Teilsystem Energie		7.3
Sonstige Abweichungen von den Anforderungen der TSI		

ANHANG E

ERMITTLUNG DER MECHANISCH KINEMATISCHEN BEGRENZUNGSLINIE DES STROMABNEHMERS**E.1. Allgemeines****E.1.1 Frei zu haltender Raum für elektrifizierte Strecken**

Bei elektrifizierten Strecken ist ein zusätzlicher Raum frei zu halten für

- die Unterbringung der Oberleitungsanlage sowie
- für den ungehinderten Durchgang des Stromabnehmers

Dieser Anhang behandelt den ungehinderten Durchgang des Stromabnehmers (Stromabnehmerbegrenzungslinie). Der elektrische Mindestabstand wird vom Infrastrukturbetreiber berücksichtigt.

E.1.2 Besonderheiten

Die Begrenzungslinie für den Stromabnehmer weicht in verschiedener Hinsicht vom Lichtraumprofil ab:

- Der Stromabnehmer ist (teilweise) spannungsführend; daher muss je nach Objekt (isoliert oder nicht isoliert) ein elektrischer Mindestabstand eingehalten werden.
- Das Vorhandensein von Isolierhörnern ist erforderlichenfalls zu berücksichtigen. Deshalb ist eine doppelte Begrenzungslinie festzulegen, damit mechanische und elektrische Einflüsse gleichzeitig berücksichtigt werden.
- Bei der Stromabnahme steht der Stromabnehmer in dauerndem Kontakt mit dem Fahrdrabt; daher ist seine Höhe variabel. Auch die Höhe der Begrenzungslinie des Stromabnehmers variiert entsprechend.

E.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 isolierenden Hörnern) oder der Arbeitslänge (mit leitenden Hörnern)	m
$b'_{o,mec}$	Breite der mechanischen Begrenzungslinie des Stromabnehmers am oberen Nachweis- punkt	m
$b'_{u,mec}$	Breite der mechanischen Begrenzungslinie des Stromabnehmers am unteren Nachweis- punkt	m
$b'_{h,mec}$	Breite der mechanischen Begrenzungslinie des Stromabnehmers für einen dazwischen liegenden Nachweispunkt in mittlerer Höhe, h	m
d_l	Horizontale Auslenkung des Fahrdrabts	m
D'_0	Referenzwert der Überhöhung, die vom Fahrzeughersteller für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers berücksichtigt wird	m
e_p	Durch Fahrzeugeigenschaften 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 Fahrdrabtanhubs	m
f_{wa}	Zuschlag zur Berücksichtigung des Verschleißes der Stromabnehmerschleifstücke	m
f_{ws}	Zuschlag zur Berücksichtigung des Überstehens der Stromabnehmerwippe am Fahrdrabt infolge der Schrägstellung durch einseitige Einfederung	m

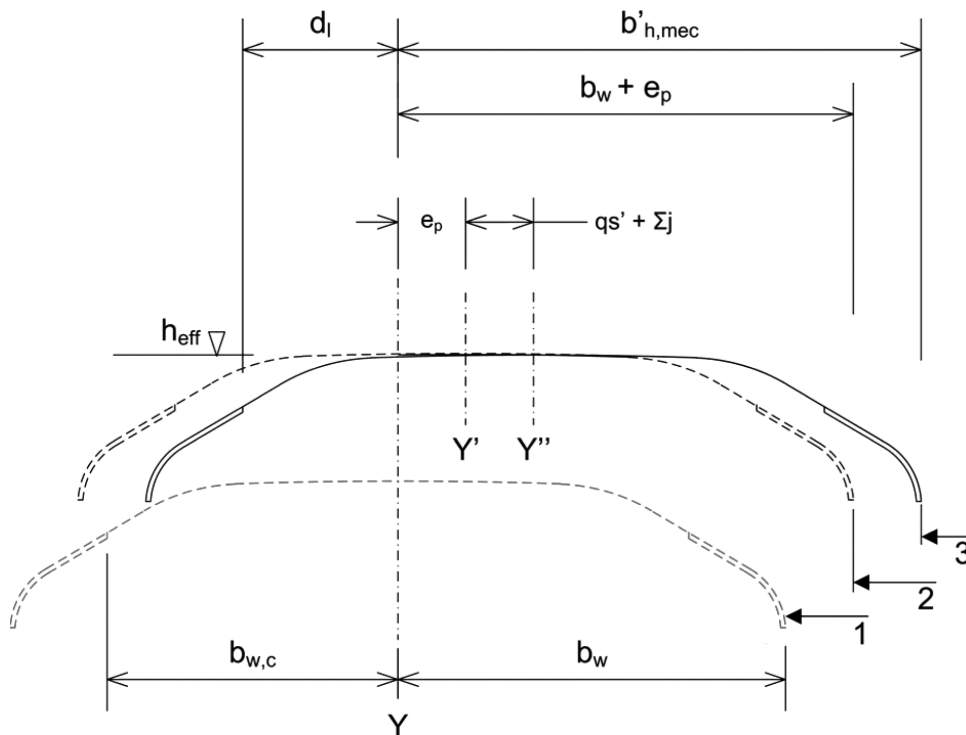
Symbol	Bezeichnung	Einheit
h	Höhe über Schienenoberkante	m
h'_{co}	Referenzhöhe des Wankpols für die Festlegung der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
h'	Referenzhöhe für die Berechnung der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
h'_o	Maximale Nachweishöhe der Begrenzungslinie des Stromabnehmers in Arbeitsstellung	m
h'_u	Minimale Nachweishöhe der Begrenzungslinie des Stromabnehmers in Arbeitsstellung	m
h_{eff}	Tatsächliche Höhe des angehobenen Stromabnehmers	m
h_{cc}	Statische Höhe des Fahrdrachts	m
I_0	Referenzwert des Überhöhungsfehlbetrages, der vom Fahrzeughersteller für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers berücksichtigt wird	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
s'_0	Zwischen Fahrzeug und Infrastruktur vereinbarter Neigungskoeffizient für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers	
$S'_{i/a}$	Zulässige zusätzliche Ausladung auf der Bogenaußen-/innenseite für den Stromabnehmer	m
w	Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
ϑ	Montagetoleranz des Stromabnehmers auf dem Dach	Radian
τ	Seitensteifigkeit des Stromabnehmer auf dem Dach, Querflexibilität Montagevorrichtung	m
Σ_j	Summe der (horizontalen) Sicherheitszuschläge zur Berücksichtigung von Zufallsphänomenen ($j = 1, 2$ oder 3) für die Begrenzungslinie des Stromabnehmers	

_a verweist auf Bogenaußenseite

_i verweist auf Bogeninnenseite

E.1.4 Grundprinzipien

Abbildung E.1

Begrenzungslinie des Stromabnehmers

Legende:

Y: Gleismittellinie

Y': Stromabnehmermittellinie — zur Ermittlung des Referenzprofils der Begrenzungslinie für den freien Durchgang

Y'': Stromabnehmermittellinie — zur Ermittlung der mechanisch kinematischen Begrenzungslinie des Stromabnehmers

1: Stromabnehmerprofil

2: statische Begrenzungslinie

3: Mechanisch kinematische Begrenzungslinie

Die Begrenzungslinie des Stromabnehmers wird nur dann eingehalten, wenn sowohl die mechanische als auch die elektrische Grenzlinie gleichzeitig eingehalten werden:

- Die Stromabnehmergrenzlinie beinhaltet die Länge der Stromabnehmerwippe und deren Wankbewegung e_p , unter Berücksichtigung der Regelüberhöhung oder des Überhöhungsfehlbetrages.
- 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.

Abbildung E.1 zeigt die mechanische Begrenzungslinie eines Stromabnehmers.

E.2 Ermittlung der mechanisch kinematischen Stromabnehmerbegrenzungslinie

E.2.1 Ermittlung der Breite der mechanischen Begrenzungslinie

E.2.1.1 Anwendungsbereich

Die Breite des Stromabnehmerbegrenzungslinie wird vorwiegend durch die Länge und die Bewegungen des betreffenden Stromabnehmers bestimmt. Abgesehen von besonderen Effekten, treten bei den Querbewegungen ähnliche Phänomene auf wie beim Lichttraumprofil.

Die Stromabnehmerbegrenzungslinie wird bei folgenden Höhen nachgewiesen:

— Oberer Nachweispunkt h'_o .

— Unterer Nachweispunkt h'_u .

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Begrenzungslinie zwischen diesen beiden Höhen linear variiert.

Die einzelnen Parameter sind in Abbildung E.2 aufgeführt.

E.2.1.2 Berechnungsmethode

Die Breite des Stromabnehmerbegrenzungslinie wird durch die Summe der nachstehend definierten Parameter bestimmt. Auf einer Strecke, auf der unterschiedliche Stromabnehmer zum Einsatz kommen, ist die maximale Breite zu berücksichtigen.

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

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

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

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

Anmerkung: i/a = Bogenninnen-/außen

Für eine beliebige Zwischenhöhe h wird die Breite durch Interpolation bestimmt:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \cdot (b'_{o,mec} - b'_{u,mec})$$

E.2.1.3 Halbe Länge b_w der Stromabnehmerwippe

Die halbe Länge b_w der Stromabnehmerwippe ist vom verwendeten Stromabnehmertyp abhängig. Das/die in Frage kommende(n) Stromabnehmerprofil(e) sind im Abschnitt 4.2.8.2.9.2 der CR LOC&PAS TSI definiert.

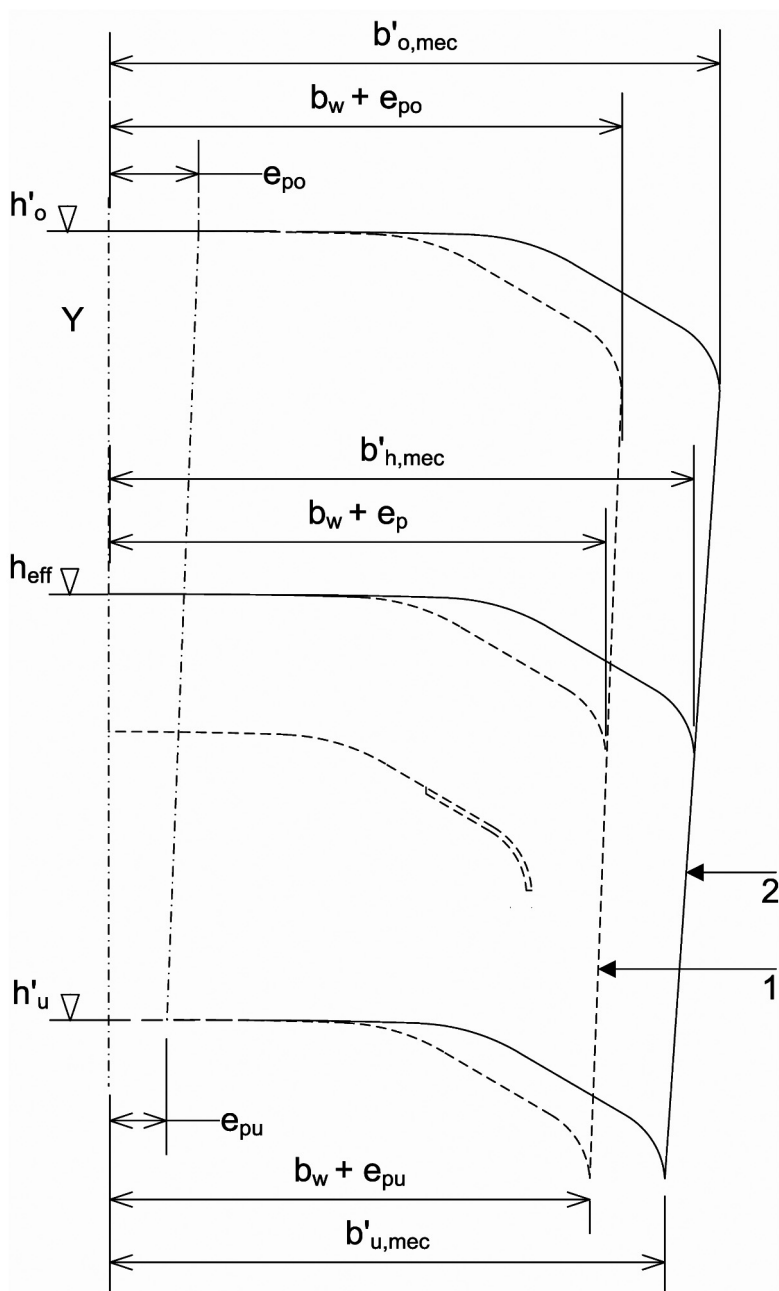
E.2.1.4 Wankbewegung des Stromabnehmers e_p

Die Wankbewegung ist in erster Linie von folgenden Einflüssen abhängig:

- Spiel $q + w$ in den Achslagern und zwischen Drehgestell und Wagenkasten,
- dem Betrag der Wagenkastenneigung, die vom Fahrzeug berücksichtigt wird (abhängig vom Neigungskoeffizient s'_o , vom Referenzwert der Überhöhung D'_o und vom Referenzwert des Überhöhungsfehlbetrags I'_o),
- der Montagetoleranz ϑ des Stromabnehmers auf dem Dach,
- der Querflexibilität τ der Befestigungsvorrichtung auf dem Dach,
- der berücksichtigten Höhe h' .

Abbildung E.2

Ermittlung der Breite der mechanisch kinematischen Stromabnehmerbegrenzungslinie bei verschiedenen Höhen



Legende:

Y: Gleismittellinie

1: Referenzprofil für den freien Durchgang

2: Mechanical kinematic pantograph gauge

E.2.1.5 Zusätzliche Ausladung

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

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

Bei anderen Spurweiten gelten die nationalen Vorschriften.

E.2.1.6 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:

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

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

Anmerkung: Stromabnehmer werden normalerweise auf dem Dach eines Triebfahrzeugs montiert, dessen Neigungskoeffizienten s'_0 im Allgemeinen geringer als der für das Lichtraumprofil s_0 ist.

E.2.1.7 Sicherheitszuschläge

Entsprechend der Definition des Lichtraums sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- Asymmetrie der Beladung,
- Querverschiebung des Gleises zwischen zwei aufeinanderfolgenden Instandhaltungsmaßnahmen,
- Änderung der Überhöhung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Instandhaltungsmaßnahmen,
- Schwingungen durch Gleisunebenheiten.

Σ_j umfasst die Summe der oben genannten Zuschläge.

E.2.2 Ermittlung der Höhe des mechanischen Begrenzungslinie

Die Höhe der Stromabnehmerbegrenzungslinie ist lokal anhand der statischen Höhe h_{cc} des Fahrdrachts zu bestimmen. Dabei sind die folgenden Parameter zu berücksichtigen:

- Anhub f_s des Fahrdrachts durch die Kontaktkraft des Stromabnehmers. Der Wert f_s ist vom Oberleitungstyp abhängig und daher durch den Infrastrukturbetreiber gemäß Abschnitt 4.2.16 zu bestimmen.
- Hinausragen der Stromabnehmerwippe über den Kontaktpunkt durch Schiefstellung der Stromabnehmerwippe und durch Verschleiß des Schleifstücks $f_{ws} + f_{wa}$. Der zulässige Wert f_{ws} ist in der CR LOC&PAS TSI angegeben, und f_{wa} hängt von Erfordernissen der Instandhaltung ab.

Die Höhe der mechanischen Begrenzungslinie wird durch folgende Formel ausgedrückt:

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

E.3 Bezugsparameter

Die Parameter für die mechanische Stromabnehmerbegrenzungslinie und zur Ermittlung der maximalen horizontalen Auslenkung des Fahrdrachts sind wie folgt zu wählen:

- l — nach Maßgabe der Spurweite
- $s_0 = 0,225$
- $h_{c0} = 0,5$ m
- $I_0 = 0,066$ m und $D_0 = 0,066$ m
- $h'_0 = 6,500$ m und $h'_u = 5,000$ m

E.4 Berechnung der maximalen horizontalen Auslenkung des Fahrdrachts

Die maximale horizontale Auslenkung des Fahrdrachts 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:

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

$b_{w,c}$ — definiert in Abschnitt 4.2.8.2.9.1 und 4.2.8.2.9.2 der CR LOC&PAS TSI.

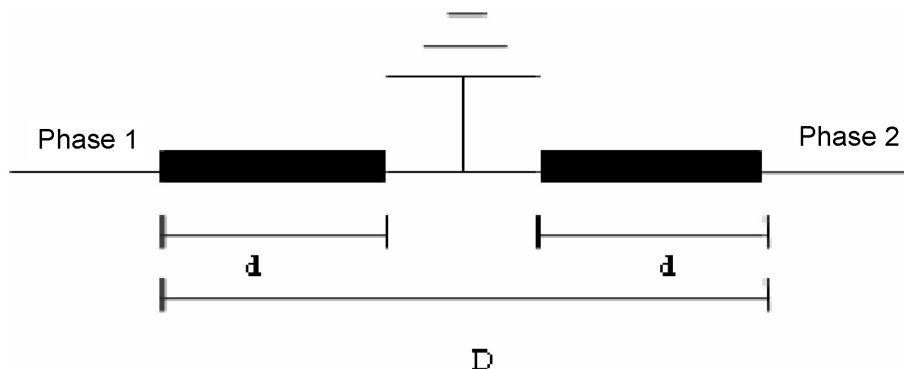
ANHANG F

LÖSUNGEN FÜR DIE PHASEN- UND SYSTEMTRENNSTRECKEN

Die Bauarten von Phasentrennstrecken sind in EN50367:2006, Anhang A.1.3 (lange Schutzstrecke) und Anhang A.1.5 (geteilte Schutzstrecke — die Parallelfelder können durch doppelte Streckentrenner ersetzt werden) oder in den Abbildungen F.1 oder F.2 beschrieben.

Abbildung F.1

Trennstrecke mit neutralen Streckentrennern



Bei Abbildung F.1 können die neutralen Abschnitte (d) durch neutrale Streckentrenner gebildet werden und dabei gelten folgende Abmessungen:

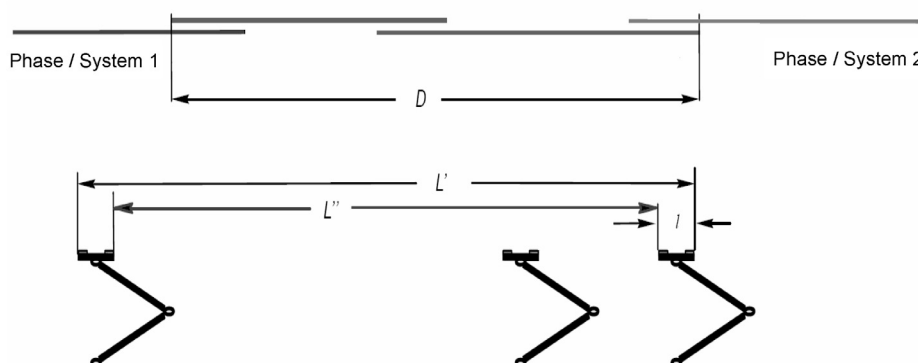
$$D \leq 8 \text{ m.}$$

Für den Fall, dass ein Zug innerhalb der Trennstrecke zum Stillstand kommt, gewährleistet die geringe Länge, dass für die Weiterfahrt keine besondere Vorkehrung erforderlich ist.

Die Länge von d ist nach Maßgabe der Systemspannung, der maximalen Streckengeschwindigkeit und der maximalen Stromabnehmerbreite zu wählen.

Abbildung F.2

Geteilte Schutzstrecke



$$\text{Bedingungen: } L' > D + 2l \quad D < 79 \text{ m}$$

$$L'' > 80 \text{ m}$$

Der Abstand zwischen drei aufeinanderfolgenden Stromabnehmern, muss mehr als 80 m (L'') sein. Der mittlere Stromabnehmer kann an einer beliebigen Position innerhalb dieser Strecke angeordnet sein. Je nach Mindestabstand zwischen zwei benachbarten in Betrieb befindlichen Stromabnehmern muss der Infrastrukturbetreiber die zulässige Höchstgeschwindigkeit des Zuges angeben. Zwischen den in Betrieb befindlichen Stromabnehmern darf keine elektrische Verbindung bestehen.

ANHANG G

LEISTUNGSFAKTOR

In diesem Abschnitt wird nur der induktive Leistungsfaktor und der Stromverbrauch über dem Spannungsbereich $U_{\min 1}$ bis $U_{\max 1}$ gemäß Definition in EN 50163 behandelt.

Tabelle G 1 gibt einen Überblick über den induktiven Gesamtleistungsfaktor λ eines Zugs. Bei der Berechnung von λ wird nur die Grundwelle der Spannung am Stromabnehmer berücksichtigt.

Tabelle G.1

Induktiver Gesamtleistungsfaktor λ eines Zugs

Augenblickswert der Zugleistung P am Stromabnehmer MW	Kategorien I und II der von den HGV-TSI erfassten Strecken (b)	TSI-Streckenkatégorie III, IV, V, VI, VII und klassische Strecken
$P > 2$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$
$0 \leq P \leq 2$	a	a

Bei Abstellbahnhöfen oder Depots muss der Leistungsfaktor der Grundwelle unter folgenden Bedingungen $\geq 0,8$ sein (Anmerkung 1): Der Zug steht mit abgeschalteter Antriebsleistung und alle Nebenaggregate sind in Betrieb und die aktive entnommene Leistung beträgt mehr als 200 kW.

Die Berechnung des Gesamtdurchschnittswerts λ für eine Zugfahrt, einschließlich der Halte, wird aus der Wirkenergie W_p (MWh) und der Blindenergie W_Q (MVarh) berechnet, die durch eine Computersimulation einer Zugfahrt ermittelt oder an einem fahrenden Zug gemessen wird.

$$\lambda = \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{W_Q}{W_p}\right)^2}}$$

a Um den Gesamtleistungsfaktor der Hilfsbetriebsbelastung eines Zugs während des Ausrollens zu steuern, muss der Gesamtdurchschnittswert λ (Antrieb und Hilfsbetrieb), der durch Simulation und/oder Messung erhalten wird, während einer gesamten Fahrt gemäß Fahrplan (typische Fahrt zwischen zwei Haltestellen einschließlich kommerzieller Halte) größer als 0,85 sein.

b Gilt für Züge, die der TSI Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsbahnsystems entsprechen.

Während der Rückspeisung darf der induktive Leistungsfaktor abgesenkt werden, um die Spannung innerhalb der geltenden Grenzen zu halten.

Anmerkung 1: Leistungsfaktoren über 0,8 ergeben aufgrund des geringeren Bedarfs ortsfester Einrichtungen eine wirtschaftlichere Leistungsausbeute.

Anmerkung 2: Für Fahrzeuge die auf Streckenkategorien III bis VII verkehren und die bereits vor Veröffentlichung dieser TSI gebaut wurden, darf der Infrastrukturbetreiber Bedingungen, z. B. wirtschaftlicher und betrieblicher Art, sowie Leistungsbegrenzung, für die Zulassung von interoperablen Zügen, mit Leistungsfaktoren unter dem in Tabelle G.1 angegebenen Wert, vorschreiben.

ANHANG H

ELEKTRISCHER SCHUTZ: AUSLÖSEN DER LEISTUNGSSCHALTER

Tabelle H.1

Auslösen der Leistungsschalter bei internen Fehlern auf Triebfahrzeugen

Energieversorgungssystem	Bei internen Fehlern auf den Triebfahrzeugen ist die Auslösefolge:	
	Leistungsschalter des Unterwerkabzweigs	Leistungsschalter auf dem Triebfahrzeug
AC 25 000 V 50 Hz	Sofortige Auslösung ^(a)	Sofortige Auslösung
AC 15 000 V 16,7 Hz	Sofortige Auslösung ^(a)	Primärseite des Transformators: Gestaffelte Auslösung ^(b) Sekundärseite des Transformators: Sofortige Auslösung
DC 750 V, 1 500 V und 3 000 V	Sofortige Auslösung ^(a)	Sofortige Auslösung

^(a) 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.

^(b) Falls das Schaltvermögen des Leistungsschalters ausreicht, muss das Auslösen sofort erfolgen, um ein Auslösen des Leistungsschalters des Unterwerks zu vermeiden.

Anmerkung 1: Neue und modernisierte Triebfahrzeuge sollten mit sehr schnellen Leistungsschaltern ausgerüstet werden, die die maximalen Kurzschlussströme in kürzestmöglicher Zeit unterbrechen können.

Anmerkung 2: Sofortige Auslösung bedeutet, dass bei hohen Kurzschlussströmen der Leistungsschalter im Unterwerk oder auf dem Triebfahrzeug unverzüglich anspricht. Spricht das Relais der ersten Stufe nicht an, so spricht das Relais der zweiten Stufe (Backup-Schutzrelais) ca. 300 ms später an. Zur Information ist nachstehend die Dauer des höchsten Kurzschlussstroms am Leistungsschalter des Unterwerks — bei Vorhandensein eines Relais der ersten Stufe — nach dem aktuellen Stand der Technik angegeben:

AC: 15 000 V 16,7 Hz -> 100 ms

AC: 25 000 V 50 Hz -> 80 ms

DC: 750 V, 1 500 V und 3 000 V -> 20 bis 60 ms

ANHANG I

LISTE DER REFERENZNORMEN

Tabelle I.1

Liste der Referenznormen

Nr.	Referenz	Titel	Version	Eckwerte betreffend
1	EN 50119	Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb	2009	Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand (4.2.6), Fahrdrathöhe (4.2.13.1), Änderung der Fahrdrathöhe (4.2.13.2), Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität (4.2.16), Systemtrennstrecken (4.2.20), Schutzmaßnahmen für das Oberleitungssystem (4.7.3)
2	EN 50122-1	Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückstromführung — Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	1997	Schutzmaßnahmen für Unterwerke und Schaltstellen (4.7.2), Schutzmaßnahmen für das Oberleitungssystem (4.7.3), Schutzmaßnahmen für die Rückstromführung (4.7.4)
3	EN 50122-2	Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückstromführung — Teil 2: Schutzmaßnahmen gegen die Auswirkungen von Streuströmen verursacht durch Gleichstrombahnen	1998	Systemtrennstrecken (4.2.20)
4	EN 50149	Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Elektrischer Zugbetrieb; Rillen-Fahrdrähte aus Kupfer und Kupferlegierung	2001	Fahrdrachtwerkstoff (4.2.18)
5	EN 50317	Bahnanwendungen — Stromabnahmesysteme — Anforderungen und Validierung von Messungen des dynamischen Zusammenwirkens zwischen Stromabnehmer und Oberleitung	2002	Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität (4.2.16)
6	EN 50318	Bahnanwendungen — Stromabnahmesysteme — Validierung von Simulationssystemen für das dynamische Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung	2002	Dynamisches Verhalten und Stromabnahmequalität (4.2.16)

Nr.	Referenz	Titel	Version	Eckwerte betreffend
7	EN 50367	Bahnanwendungen — Zusammenwirken der Systeme — Technische Kriterien für das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung für einen freien Zugang	2006	Strombelastbarkeit, DC-Systeme, Züge im Stillstand (4.2.6), Mittlere Kontaktkraft (4.2.15), Phasentrennstrecken (4.2.19)
8	EN 50388	Bahnanwendungen — Bahnenergieversorgung und Fahrzeuge — Technische Kriterien für die Koordination zwischen Anlagen der Bahnenergieversorgung und Fahrzeugen zum Erreichen der Interoperabilität	2005	Parameter in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems (4.2.4), Koordination des elektrischen Schutzes (4.2.8), Oberwellen und dynamische Effekte bei AC-Systemen (4.2.9), Phasentrennstrecken (4.2.19)
9	EN 50163	Bahnanwendungen — Speisespannungen von Bahnnetzen	2004	Spannung und Frequenz (4.2.3)

ANHANG J

GLOSSAR

Begriff	Abk.	Begriffsbestimmung	Quelle/Bezug
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.	EN 50367:2006
Fahrdrähtanhub		Vertikale Aufwärtsbewegung des Fahrdrahts aufgrund der von Stromabnehmer ausgeübten Kraft.	EN 50119:2009
Stromabnehmer		An dem Fahrzeug befestigtes Gerät zur Übertragung von elektrischer Energie aus dem Fahrdräht einer Oberleitung oder aus der Stromschiene zum Fahrzeug.	IEC 60050-811, Definition 811-32-01
Lichtraumprofil		Eine Reihe von Vorschriften einschließlich einer Referenzkontur und der zugehörigen Berechnungsregeln, die die Bestimmung der Außendimensionen des Fahrzeugs und des infrastrukturseitig vorzusehenden Freiraums ermöglichen. HINWEIS: Das Lichtraumprofil ist in Abhängigkeit von der angewandten 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 Reihe von Dokumenten, in denen die von einem Infrastrukturbetreiber festgelegten Verfahren zur Instandhaltung der Infrastruktur dargelegt sind.	
Mittlere Kontaktkraft		Statistischer Mittelwert der Kontaktkraft.	EN 50367:2006
Mittlere Nutzspannung — Zug		Spannung, die den Auslegungszug bestimmt und die Quantifizierung der Auswirkungen auf dessen Leistung ermöglicht.	EN 50388:2005
Mittlere Nutzspannung — Gebiet		Spannung, die Hinweise auf die Qualität der Stromversorgung in einem geografischen Gebiet während der Spitzenverkehrszeiten im Fahrplan gibt.	EN 50388:2005
Mindestfahrdrähthöhe		Mindestwert der Fahrdrähthöhe im Längsspannfeld, die unter allen Umständen Lichtbögen zwischen Fahrdräht (Fahrdrähten) und Fahrzeugen verhindert.	
Nennfahrdrähthöhe		Nennwert der Fahrdrähthöhe an einem Stützpunkt bei normalen Bedingungen.	EN 50367:2006

Begriff	Abk.	Begriffsbestimmung	Quelle/Bezug
Nennspannung		Für eine Anlage oder einen Teil einer Anlage charakteristische Spannung.	EN 50163:2004
Normalbetrieb		Fahrplanmäßiger Betrieb.	
Oberleitung		Oberhalb (oder seitlich) der oberen Fahrzeugbegrenzungslinie angebrachte Oberleitung, die Fahrzeuge mit elektrischer Energie über eine auf dem Dach angebrachte Stromabnahmeeinrichtung versorgt.	IEC 60050-811-33-02
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 und den Strom im Störfall bilden.	EN 50122-1:1997
Statische Kontaktkraft		Mittlere vertikale Kraft, die bei angehobenem Stromabnehmer und stehendem Fahrzeug vom Hubantrieb ausgeübt und von der Stromabnehmerwippe nach oben vertikal auf den Fahrdraht übertragen wird.	EN 50367:2006