

## ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION

vom 30. Mai 2002

### über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG

(Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2002) 1949)

(Text von Bedeutung für den EWR)

(2002/733/EG)

DIE KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN —

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft,

gestützt auf die Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems <sup>(1)</sup>, insbesondere auf Artikel 6 Absatz 1,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Nach Artikel 2 Buchstabe c) der Richtlinie 96/48/EG wird das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem in strukturelle oder funktionale Teilsysteme unterteilt. Diese Teilsysteme werden im Anhang II der Richtlinie beschrieben.
- (2) Nach Artikel 5 Absatz 1 der Richtlinie wird für jedes Teilsystem eine technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) erstellt.
- (3) Nach Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie werden TSI-Entwürfe vom gemeinsamen Gremium erstellt.
- (4) Der gemäß Artikel 21 der Richtlinie 96/48/EG eingesetzte Ausschuss hat die Europäische Vereinigung für die Interoperabilität im Bereich der Bahn (AEIF) zum gemeinsamen Gremium gemäß Artikel 2 Buchstabe h) der Richtlinie bestimmt.
- (5) Die AEIF wurde gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie mit der Ausarbeitung eines TSI-Entwurfes für das Teilsystem „Energie“ beauftragt. Dieser Auftrag wurde nach dem Verfahren von Artikel 21 Absatz 2 der Richtlinie erteilt.
- (6) Die AEIF hat den TSI-Entwurf sowie einen Präsentationsbericht mit einer Kosten-Nutzen-Analyse gemäß Artikel 6 Absatz 3 der Richtlinie ausgearbeitet.
- (7) Im Rahmen des nach der Richtlinie eingesetzten Ausschusses wurde der TSI-Entwurf unter Berücksichtigung des beigefügten Präsentationsberichts von den Vertretern der Mitgliedstaaten geprüft.

- (8) Wie in Artikel 1 der Richtlinie 96/48/EG ausgeführt, betreffen die Bedingungen für die Verwirklichung der Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems die Planung, den Bau, den Ausbau bzw. die Umrüstung und den Betrieb der Infrastruktureinrichtungen und Fahrzeuge, die zur Funktionsfähigkeit dieses Systems beitragen und nach Inkrafttreten dieser Richtlinie in Betrieb genommen werden sollen. Hinsichtlich der zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser TSI bereits in Betrieb befindlichen Infrastruktureinrichtungen und Fahrzeuge sollte die TSI vom Beginn der nächsten an den Infrastruktureinrichtungen geplanten Bauarbeiten an zur Anwendung kommen. Die TSI wird jedoch je nach Art und Umfang der geplanten Arbeiten und der Kosten und Nutzeffekte der beabsichtigten Anwendung in unterschiedlichem Maße anwendbar sein. Damit solche Teilarbeiten zur Erreichung der vollständigen Interoperabilität führen, muss ihnen eine schlüssige Umsetzungsstrategie zugrunde liegen. In diesem Zusammenhang sollte zwischen Umrüstung, Erneuerung und Austausch im Zuge der Wartung unterschieden werden.
- (9) Die Richtlinie 96/48/EG und die TSI gelten nicht für die Erneuerung oder den Austausch im Zuge der Wartung. Die Anwendung der TSI auf die Erneuerung ist jedoch wünschenswert und hinsichtlich der TSI für das konventionelle Eisenbahnsystem nach der Richtlinie 2001/16/EG bereits der Fall. In Ermangelung einer verbindlichen Verpflichtung werden die Mitgliedstaaten aufgefordert, unter Berücksichtigung des Umfangs der Erneuerungsarbeiten die TSI auch auf die Erneuerung und den Austausch im Zuge der Wartung anzuwenden, wann immer ihnen dies möglich ist.
- (10) Die TSI, auf die sich diese Entscheidung bezieht, deckt in ihrer gegenwärtigen Fassung die besonderen Eigenschaften des Hochgeschwindigkeitssystems ab; sie behandelt generell keine gemeinsamen Aspekte des Hochgeschwindigkeits- und des konventionellen Eisenbahnsystems. Die Interoperabilität des konventionellen Eisenbahnsystems ist Gegenstand einer anderen Richtlinie <sup>(2)</sup>. Da die Überprüfung der Interoperabilität gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/48/EG anhand der TSI durchgeführt wird, müssen für die Übergangszeit

<sup>(1)</sup> ABl. L 235 vom 17.9.1996, S. 6.

<sup>(2)</sup> Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems (ABl. L 110 vom 20.4.2001, S. 1).

zwischen der Veröffentlichung dieser Entscheidung und der Veröffentlichung der Entscheidungen, mit denen die TSI für das konventionelle Eisenbahnsystem angenommen werden, Bedingungen festgelegt werden, die neben der beigefügten TSI einzuhalten sind. Aus diesen Gründen ist es erforderlich, dass jeder Mitgliedstaat die anderen Mitgliedstaaten und die Kommission von den einschlägigen technischen Vorschriften in Kenntnis setzt, die zur Verwirklichung der Interoperabilität und zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen von Richtlinie 96/48/EG gegenwärtig gelten. Da diese Vorschriften auf einzelstaatlicher Ebene gelten, ist es zudem erforderlich, dass jeder Mitgliedstaat die anderen Mitgliedstaaten und die Kommission über die Stellen unterrichtet, die er für das Verfahren der Konformitäts- oder Gebrauchstauglichkeitsbewertung und für das aktuelle Prüfverfahren zur Feststellung der Interoperabilität von Teilsystemen im Sinne des Artikels 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/48/EG benennt. Die Mitgliedstaaten wenden bei diesen einzelstaatlichen Vorschriften so weit wie möglich die in Richtlinie 96/48/EG für die Umsetzung von Artikel 16 Absatz 2 vorgesehenen Grundsätze und Kriterien an. Als für diese Verfahren zuständige Stellen werden die Mitgliedstaaten so weit wie möglich die nach Artikel 20 der Richtlinie 96/48/EG notifizierten Stellen einsetzen. Die Kommission wird diese Informationen (einzelstaatliche Vorschriften, Verfahren, mit der Umsetzung der Verfahren betraute Stellen, Dauer dieser Verfahren) analysieren und gegebenenfalls mit dem Ausschuss erörtern, ob Maßnahmen angebracht sind.

- (11) Mit der TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, sollen keine bestimmten Technologien oder technischen Lösungen vorgeschrieben werden, sofern dies für die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems nicht unbedingt erforderlich ist.
- (12) Die TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, basiert auf dem zum Zeitpunkt der Ausarbeitung besten verfügbaren Sachverstand. Die Entwicklung der Technik oder der gesellschaftlichen Anforderungen kann eine Änderung oder Ergänzung der vorliegenden TSI erfordern. Gegebenenfalls wird gemäß Artikel 6 Absatz 2 der Richtlinie 96/48/EG eine Überarbeitung und Aktualisierung der TSI in die Wege geleitet.
- (13) In bestimmten Fällen lässt die TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, die Möglichkeit zu, zwischen verschiedenen Lösungen zu wählen und damit interoperable Lösungen, die mit den gegenwärtigen Einrichtungen kompatibel sind, entweder dauerhaft oder Übergangsweise anzuwenden. Darüber hinaus enthält die Richtlinie 96/48/EG für Sonderfälle spezielle Anwendungsbestimmungen. Den Mitgliedstaaten muss ferner die Möglichkeit eingeräumt werden, in den im Artikel 7 der Richtlinie genannten Fällen von der Anwendung bestimmter technischer Spezifikationen abzusehen. Die Mitgliedstaaten müssen deshalb sicherstellen, dass einmal im Jahr ein Infrastrukturverzeichnis und ein Fahrzeugverzeichnis veröffentlicht und aktualisiert werden. In diesen Verzeichnissen werden die wesentlichen Merkmale der nationalen Infrastruktur und Fahrzeuge (zum Beispiel die Eckwerte) und ihre Übereinstimmung mit den in den

entsprechenden TSI vorgeschriebenen Merkmalen beschrieben. Zu diesem Zweck enthält die TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, eine genaue Beschreibung der Informationen, die im Verzeichnis enthalten sein müssen.

- (14) Bei der Anwendung der TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, sind spezifische Kriterien der technischen und betrieblichen Kompatibilität zu berücksichtigen, die zwischen der Infrastruktur und den Fahrzeugen, die in Betrieb zu nehmen sind, und dem Schienennetz, in das sie integriert werden sollen, besteht. Diese Kompatibilitätsvorschriften erfordern in jedem Einzelfall eine detaillierte technische und wirtschaftliche Analyse. Dabei sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:
- die Schnittstellen zwischen den in der Richtlinie 96/48/EG genannten Teilsystemen,
  - die verschiedenen in der Richtlinie genannten Strecken- und Fahrzeugkategorien und
  - das technische und betriebliche Umfeld des bestehenden Schienennetzes.

Aus diesem Grund muss für die TSI, die Gegenstand dieser Entscheidung ist, eine Umsetzungsstrategie festgelegt werden, in der technische Etappen angegeben werden sollten, die auf dem Weg vom jetzigen Netzzustand zur Verwirklichung der Interoperabilität zu durchlaufen sind.

- (15) Die Bestimmungen dieser Entscheidung stehen mit der Stellungnahme des gemäß der Richtlinie 96/48/EG eingesetzten Ausschusses im Einklang —

HAT FOLGENDE ENTSCHEIDUNG ERLASSEN:

#### Artikel 1

Die Kommission erlässt die TSI des Teilsystems „Energie“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG. Diese TSI steht im Anhang dieser Entscheidung. Die TSI gilt uneingeschränkt für die Infrastruktur und die Fahrzeuge des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß der Begriffsbestimmung von Anhang I der Richtlinie 96/48/EG unter Berücksichtigung der Artikel 2 und 3 dieser Entscheidung.

#### Artikel 2

- (1) Für die Aspekte, die dem Hochgeschwindigkeitsbahnsystem und dem konventionellen Bahnsystem gemeinsam sind, aber durch die beigefügte TSI nicht abgedeckt werden, gelten als Bedingungen, die bei der Prüfung der Interoperabilität im Sinne von Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/48/EG erfüllt werden müssen, die in dem Mitgliedstaat, der die Inbetriebnahme des in dieser Entscheidung behandelten Teilsystems genehmigt, geltenden anwendbaren technischen Vorschriften.

(2) Jeder Mitgliedstaat notifiziert den anderen Mitgliedstaaten und der Kommission innerhalb von sechs Monaten nach Notifizierung dieser Entscheidung:

- die Aufstellung der in Absatz 1 genannten anwendbaren technischen Vorschriften,
- die Konformitätsbewertungs- und Prüfverfahren, die bei der Durchführung dieser Vorschriften anzuwenden sind,
- die Stellen, die er für die Durchführung dieser Konformitätsbewertungs- und Prüfverfahren benennt.

### Artikel 3

(1) Im Sinne dieses Artikels gilt:

- „Umrüstung“ bezeichnet umfangreiche Änderungsarbeiten an einem Teilsystem oder einem Teil davon, mit denen die Leistungen des Teilsystems verändert werden.
- „Erneuerung“ bezeichnet umfangreiche Arbeiten für den Austausch eines Teilsystems oder eines Teils davon, mit denen die Leistungen des Teilsystems nicht verändert werden.
- „Austausch im Zuge von Instandhaltungsarbeiten“ bezeichnet den Austausch von Bauteilen im Rahmen von Wartungs- oder Reparaturarbeiten durch Teile, die hinsichtlich Bauart und Technik mit dem zu ersetzenden Bauteil übereinstimmen.

(2) Bei einer Umrüstung legt die vertragschließende Stelle dem betreffenden Mitgliedstaat eine Akte mit einer Beschreibung des Vorhabens vor. Der Mitgliedstaat prüft diese Akte und entscheidet gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Umsetzungsstrategie in Kapitel 7 der beigefügten TSI, ob der Umfang der Arbeiten eine neue Genehmigung für die Inbetriebnahme gemäß Artikel 14 der Richtlinie 96/48/EG erfordert. Diese Genehmigung ist immer dann erforderlich, wenn die Sicherheit durch die beabsichtigten Arbeiten objektiv beeinträchtigt werden kann.

Ist eine neue Genehmigung für die Inbetriebnahme gemäß Artikel 14 der Richtlinie 96/48/EG erforderlich, entscheiden die Mitgliedstaaten, ob

- a) das Vorhaben die uneingeschränkte Anwendung der TSI umfasst, in welchem Fall das Teilsystem dem EG-Prüfverfahren der Richtlinie 96/48/EG unterliegt, oder
- b) die uneingeschränkte Anwendung der TSI noch nicht möglich ist. In diesem Fall stimmt das Teilsystem nicht vollständig mit der TSI überein und das EG-Prüfverfahren der Richtlinie 96/48/EG gilt nur für die angewendeten Teile der TSI.

In beiden Fällen unterrichtet der Mitgliedstaat den gemäß der Richtlinie 96/48/EG eingesetzten Ausschuss von der betreffenden Akte, einschließlich der angewendeten Teile der TSI und des erreichten Grads der Interoperabilität.

(3) Im Fall einer Erneuerung und eines Austausches im Zuge von Instandhaltungsarbeiten ist die Anwendung der beigefügten TSI fakultativ.

### Artikel 4

Die einschlägigen Teile der Empfehlung 2001/290/EG der Kommission <sup>(3)</sup> zu den Eckwerten des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems sind ab Inkrafttreten der beigefügten TSI unwirksam.

### Artikel 5

Die beigefügte TSI tritt sechs Monate nach der Notifizierung dieser Entscheidung in Kraft.

### Artikel 6

Diese Entscheidung ist an alle Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den 30. Mai 2002

Für die Kommission  
Loyola DE PALACIO  
Vizepräsidentin

<sup>(3)</sup> ABl. L 100 vom 11.4.2001, S. 17.

## ANHANG

**TECHNISCHE SPEZIFIKATION FÜR DIE INTEROPERABILITÄT DES TEILSYSTEMS „ENERGIE“****1. EINLEITUNG****1.1. Technischer Anwendungsbereich**

Die vorliegende TSI gilt für das Teilsystem „Energie“, das eines der in der Liste im Anhang II Abschnitt 1 der Richtlinie 96/48/EG aufgeführten Teilsysteme darstellt.

Diese TSI gehört zu einer Reihe von insgesamt sechs TSI, mit denen alle acht der in der Richtlinie aufgeführten Teilsysteme abgedeckt werden. Die zur Gewährleistung der Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems unter Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen notwendigen Spezifikationen für die Teilsysteme „Fahrgäste“ und „Umwelt“ sind in den entsprechenden TSI aufgeführt.

Weitere Angaben zum Teilsystem Energie sind in Kapitel 2 enthalten.

**1.2. Geografischer Anwendungsbereich**

Der geografische Anwendungsbereich dieser TSI ist das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gemäß der Beschreibung im Anhang I der Richtlinie 96/48/EG.

Insbesondere wird auf die Strecken des transeuropäischen Eisenbahnnetzes verwiesen, die 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 oder in jeder Aktualisierung dieser Entscheidung als Ergebnis der in Artikel 21 dieser Entscheidung vorgesehenen Revision beschrieben werden.

**1.3. Inhalt der vorliegenden TSI**

Gemäß Artikel 5 Absatz 3 und Anhang I, Ziffer 1 Buchstabe b) der Richtlinie 96/48/EG enthält die vorliegende TSI

- a) für die Teilsysteme und ihre Schnittstellen die grundlegenden Anforderungen (Kapitel 3),
- b) die Eckwerte gemäß Anhang II Ziffer 3 der Richtlinie, die zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen erforderlich sind (Kapitel 4),
- c) die Bedingungen, die einzuhalten sind, damit die für jede der nachstehenden Streckenarten festgelegten Leistungen erbracht werden können (Kapitel 4):
  - Kategorie I: eigens für den Hochgeschwindigkeitsverkehr gebaute Strecken, im Allgemeinen ausgerüstet für eine Streckengeschwindigkeit  $\geq 250$  km/h,
  - Kategorie II: eigens für den Hochgeschwindigkeitsverkehr ausgebaute Strecken, ausgerüstet für Streckengeschwindigkeiten um 200 km/h,
  - Kategorie III: eigens für den Hochgeschwindigkeitsverkehr ausgebaute Strecken, die aufgrund der sich aus der Topografie, der Oberflächengestalt oder der städtischen Umgebung ergebenden Zwänge von besonderer Beschaffenheit sind und deren Geschwindigkeit jeweils angepasst werden muss,
- d) die etwaigen Bestimmungen der Anwendung in bestimmten Sonderfällen (Kapitel 7),
- e) die Interoperabilitätskomponenten und Schnittstellen, die Gegenstand von europäischen Spezifikationen, unter anderem europäischen Normen, sein müssen, die zur Verwirklichung der Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems unter Erfüllung der grundlegenden Anforderungen erforderlich sind (Kapitel 5),
- f) für jeden in Betracht kommenden Fall die Module gemäß der Entscheidung 93/465/EWG oder gegebenenfalls die besonderen Verfahren, die entweder zur Bewertung der Konformität oder der Gebrauchstauglichkeit der Interoperabilitätskomponenten sowie für das EG-Prüfverfahren der Teilsysteme verwendet werden müssen (Kapitel 6).

## 2. DEFINITION DES TEILSYSTEMS/ANWENDUNGSBEREICH

### 2.1. Anwendungsbereich

Das Teilsystem Energie des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems umfasst alle ortsfesten Einrichtungen, die unter Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen zur Energieversorgung der Züge aus Einleiter- oder Dreileiter-Hochspannungsnetzen dienen.

Zum Teilsystem Energie gehören:

- *Unterwerke*. Sie sind auf der Primärseite an das Hochspannungsnetz angeschlossen, setzen die Hochspannung auf eine für Fahrzeuge geeignete Spannung herunter und/oder formen sie auf ein für die Züge geeignetes Energieversorgungssystem um. Auf der Sekundärseite sind die Unterwerke an die Oberleitungen angeschlossen.
- *Schaltstellen*. Elektrische Einrichtungen zwischen den Unterwerken, die zur Speisung und Parallelschaltung der Oberleitungen, zum Schutz, zur Trennung, zur Hilfsstromversorgung und zur Kompensation dienen.
- *Oberleitungen*. Die Oberleitungen verteilen die Energie an die auf der Strecke verkehrenden Züge und übertragen sie über Stromabnehmer an die Fahrzeuge. Die Oberleitungen sind auch mit manuell- oder fernbedienten Trennschaltern versehen, die, je nach betrieblichen Anforderungen, zur Abtrennung einzelner Abschnitte oder ganzer Gruppen von Oberleitungen dienen. Alle Arten von Speise-, Versorgungs- und Rückleitungen gehören auch zu den Oberleitungen.
- *Rückstromführung*. Der Fahrstrom fließt über die Schienen, die direkt oder indirekt mit der Erde verbunden sind, und über Rückleiter zurück zu den Unterwerken. Unter diesem Aspekt ist die Rückstromführung Teil des Teilsystems Energie.
- *Stromabnehmer*. Obwohl sich die Stromabnehmer auf beweglichen Fahrzeugen befinden, sind sie wichtige Einrichtungen, deren einwandfreie Funktion direkt mit der Oberleitung verbunden ist. Sie werden daher als Bestandteil des Teilsystems Energie angesehen.

Folgende Gesichtspunkte des Teilsystems Energie stehen mit der Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems im Zusammenhang:

- das Elektrifizierungssystem;
- die Oberleitungen und Stromabnehmer;
- das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmern und Oberleitung;
- die Abgrenzung zwischen Hochgeschwindigkeits-, Ausbau- und Anschlussstrecken.

### 2.2. Definition des Teilsystems

#### 2.2.1. Elektrifizierungssystem

Ein Triebfahrzeug ist ebenso wie alle anderen elektrischen Geräte so ausgelegt, dass es bei einer bestimmten Nennspannung und Nennfrequenz, die an seine Pole, d. h. die Stromabnehmer und die Räder, angelegt werden, bestimmungsgemäß arbeitet. Die Bandbreiten und Grenzwerte dieser Parameter sind zu definieren, um zu gewährleisten, dass der Zug seine vorgesehene Betriebsleistung erreicht.

Hochgeschwindigkeitszüge haben einen entsprechend hohen Energiebedarf. Um die Züge bei minimalem Verlust mit Energie zu versorgen, muss die Spannung des Energieversorgungssystems erhöht werden, um den die Verluste verursachenden Strom zu verringern. Das Energieversorgungssystem muss so ausgelegt sein, dass jeder Zug mit der erforderlichen Leistung versorgt wird. Der Leistungsbedarf eines jeden Zuges und der Fahrplan sind daher entscheidende Aspekte für das Betriebsverhalten.

Moderne Züge arbeiten mit Nutzbremmung, um Energie zum Versorgungssystem zurückzuführen und den Gesamtenergieverbrauch zu senken. Das Energiesystem muss daher die Nutzbremmung zulassen.

In jeder elektrischen Anlage können Kurzschlüsse und andere Störungen auftreten. Das Elektrifizierungssystem muss daher so ausgelegt sein, dass die Unterwerkssteuerung diese Fehler unverzüglich erkennt, den Kurzschlussstrom abschaltet und den defekten Teil des Stromkreises vom System abtrennt. Nach solchen Ereignissen müssen die Unterwerke in der Lage sein, die Anlagen möglichst schnell wieder zu versorgen, um den Betrieb wieder aufzunehmen.

### 2.2.2. **Oberleitung und Stromabnehmer**

Die geometrischen Eigenschaften der Oberleitungen und der Stromabnehmer spielen eine wichtige Rolle für die Interoperabilität. Im Hinblick auf das geometrische Zusammenwirken müssen die Höhe des Fahrdrachts über den Schienen, seine seitliche Auslenkung bei Windstille und unter Windeinwirkung sowie die Anpresskraft festgelegt werden. Beim Stromabnehmer ist außerdem die Geometrie der Stromabnehmerwippe maßgebend für das planmäßige Zusammenwirken mit der Oberleitung, wobei das Fahrzeugschwanken zu berücksichtigen ist.

### 2.2.3. **Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer**

Bei den für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem vorgesehenen Geschwindigkeiten kommt es in einem hohen Maß auf das Zusammenwirken zwischen Oberleitung und Stromabnehmer an, um eine zuverlässige Energieübertragung ohne störende Beeinträchtigung von Bahnanlagen und Umwelt zu erreichen. Wichtige Gesichtspunkte dieses Zusammenwirkens sind:

- die statischen und aerodynamischen Kräfte, die Art der Schleifstücke der Stromabnehmer und die Konstruktion der Stromabnehmer;
- die Verträglichkeit zwischen dem Werkstoff der Schleifstücke und dem Fahrdraht, um den Verschleiß dieser Komponenten möglichst gering zu halten;
- das dynamische Verhalten und seine Auswirkungen auf Stromabnahmequalität und das Ziel einer kontinuierlichen und ungestörten Energieversorgung ohne Beeinträchtigungen;
- der Schutz der Stromabnehmer und Oberleitungen gegen Beschädigung durch Bruch der Schleifstücke;
- Anzahl und Abstände der Stromabnehmer, die grundlegende Auswirkungen auf die Stromabnahmequalität haben, da sich alle am selben Oberleitungsabschnitt anliegenden Stromabnehmer gegenseitig beeinflussen.

### 2.2.4. **Abgrenzung zwischen Hochgeschwindigkeits- und anderen Strecken**

Hochgeschwindigkeitsstrecken müssen mit Ausbau- oder Anschlussstrecken vernetzt werden. Die Übergänge zwischen diesen Streckenarten wirken sich auf die Energieversorgung und das Oberleitungssystem aus und müssen daher in der TSI Energie behandelt werden.

## 2.3. **Verknüpfungen mit anderen Teilsystemen und im Teilsystem**

### 2.3.1. **Einführung**

Das Teilsystem Energie besitzt viele Verknüpfungen mit anderen Teilsystemen des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, um das im Hinblick auf die vorgesehene Interoperabilität erforderliche Leistungsvermögen zu erreichen. Diesen Verknüpfungen wird durch Festlegen von Schnittstellen und Leistungsmerkmalen Rechnung getragen.

### 2.3.2. **Verknüpfungen des Elektrifizierungssystem betreffend**

- Spannung, Frequenz und ihre zulässigen Bereiche haben Schnittstellen zum Teilsystem Fahrzeuge.
- Die installierte Leistung der Leitungen und der spezifizierte Leistungsfaktor, die das Leistungsvermögen des interoperablen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems bestimmen, haben Schnittstellen zum Teilsystem Fahrzeuge.
- Nutzbremmung reduziert den Energieverbrauch und hat Schnittstellen zum Teilsystem Fahrzeuge.
- Strecken- und fahrzeugseitige Einrichtungen sind durch entsprechende Einrichtungen in den Unterwerken gegen Kurzschlüsse zu schützen. Die Auslösung der Leistungsschalter in Unterwerken und Zügen muss koordiniert sein. Daher hat der elektrische Schutz eine Schnittstelle zum Teilsystem Fahrzeuge.
- Elektrische Störbeeinflussung und Oberwellenaussendung haben Schnittstellen zu den Teilsystemen Fahrzeuge und Zugsteuerung/Zugsicherung.

### 2.3.3. **Verknüpfungen betreffend Oberleitung und Stromabnehmer**

- Bei Hochgeschwindigkeitsstrecken erfordert die Fahrdrathöhe besondere Aufmerksamkeit, um übermäßigen Verschleiß des Fahrdrachts zu vermeiden. Die Fahrdrathöhe hat Schnittstellen zu den Teilsystemen Infrastruktur und Fahrzeuge.
- Um die Grenzen zwischen Elektrifizierungssystemen zu befahren, ohne unterschiedliche Systeme zu überbrücken, sind Anzahl und Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen festzulegen. Diese Festlegungen haben Schnittstellen zum Teilsystem Fahrzeuge.
- Mögliches Schlingern der Fahrzeuge und Stromabnehmer hat Schnittstellen zu den Teilsystemen Fahrzeuge und Infrastruktur.

### 2.3.4. **Verknüpfungen betreffend das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer**

- Die Stromabnahmequalität hängt von der Anzahl der gleichzeitig gehobenen Stromabnehmer und deren Abstand ab. Die Anordnung der Stromabnehmer hat eine Schnittstelle mit dem Teilsystem Fahrzeuge.

## 3. **GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN**

### 3.1. **Einhaltung der grundlegenden Anforderungen**

Laut Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG müssen das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem, seine Teilsysteme und ihre Interoperabilitätskomponenten die grundlegenden Anforderungen, die in Anhang III der Richtlinie in allgemeiner Form dargestellt sind, einhalten.

### 3.2. **Gesichtspunkte der grundlegenden Anforderungen**

Grundlegende Anforderungen umfassen:

- Sicherheit,
- Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit,
- Gesundheit,
- Umweltschutz,
- technische Verträglichkeit.

Laut Richtlinie 96/48/EG gelten die grundlegenden Anforderungen allgemein für das gesamte transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem oder speziell für jedes Teilsystem und dessen Komponenten.

### 3.3. **Spezifische Gesichtspunkte des Teilsystems Energie**

#### 3.3.1. **Sicherheit**

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich der Sicherheit folgende grundlegenden Anforderungen:

- 1.1.1. *Die Planung, der Bau oder die Herstellung, die Instandhaltung und die Überwachung der sicherheitsrelevanten Bauteile, insbesondere derjenigen, die am Zugverkehr beteiligt sind, müssen die Sicherheit auch unter bestimmten Grenzbedingungen auf dem für das Netz festgelegten Niveau halten.*
- 1.1.2. *Die Kennwerte des Rad-Schiene-Kontakts müssen die Kriterien der Laufstabilität erfüllen, damit bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit eine sichere Fahrt gewährleistet ist.*
- 1.1.3. *Die verwendeten Bauteile müssen während ihrer gesamten Betriebsdauer den spezifizierten gewöhnlichen oder Grenzbeanspruchungen standhalten. Durch geeignete Mittel ist sicherzustellen, dass sich die Sicherheitsauswirkungen eines unvorhergesehenen Versagens in Grenzen halten.*

- 1.1.4. *Die Auslegung der ortsfesten Anlagen und Fahrzeuge und die Auswahl der Werkstoffe müssen das Entstehen, die Ausbreitung und die Auswirkungen von Feuer und Rauch im Fall eines Brandes in Grenzen halten.*
- 1.1.5. *Die für die Betätigung durch die Fahrgäste vorgesehenen Einrichtungen müssen so konzipiert sein, dass sie deren Sicherheit nicht gefährden, wenn sie in einer voraussehbaren Weise betätigt werden, die den angebrachten Hinweisen nicht entspricht.*

Die unter 1.1.2 und 1.1.5 aufgeführten Gesichtspunkte sind für das Teilsystem Energie nicht relevant.

Um den grundlegenden Anforderungen in 1.1.1, 1.1.3 und 1.1.4 zu genügen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt sein, dass die in den Abschnitten 4.2.2.2, 4.2.3.3, 4.3.1.2, 4.3.1.8, 4.3.2.1, 4.3.2.2 und 4.3.2.4 des Kapitels 4 enthaltenen Anforderungen erfüllt werden und die verwendeten Interoperabilitätskomponenten mit den in den Abschnitten 5.3.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.4 und 5.3.3.2 des Kapitels 5 festgelegten Anforderungen übereinstimmen. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen der Kapitel 4 und 5 nachgewiesen ist.

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich für das Teilsystem Energie hinsichtlich der Sicherheit folgende, speziell geltende, grundlegenden Anforderungen:

- 2.2.1. *Der Betrieb der Energieversorgungsanlagen darf die Sicherheit von Hochgeschwindigkeitszügen und Personen (Fahrgäste, Betriebspersonal, Anlieger und Dritte) nicht gefährden.*

Um die obige, grundlegende Anforderung in 2.2.1 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten 4.1.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3, 4.2.2.7, 4.2.2.9, 4.3.1.2, 4.3.1.5, 4.3.1.7, 4.3.2.1, 4.3.2.2 und 4.3.2.4 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden und die verwendeten Interoperabilitätskomponenten mit den in Ziffer 5.3.1.1 des Kapitels 5 festgelegten Anforderungen übereinstimmen. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen der Kapitel 4 und 5 nachgewiesen ist.

### 3.3.2. **Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit**

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit folgende grundlegenden Anforderungen:

- 1.2. *Die Planung, Durchführung und Häufigkeit der Überwachung und Instandhaltung der festen und beweglichen Teile, die am Zugverkehr beteiligt sind, müssen deren Funktionsfähigkeit unter den vorgegebenen Bedingungen gewährleisten.*

Um die obige, grundlegende Anforderung in 1.2 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten 4.3.1.9 und 4.3.2.6 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen des Kapitels 4 nachgewiesen ist.

### 3.3.3. **Gesundheit**

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich der Gesundheit folgende grundlegenden Anforderungen:

- 1.3.1. *Werkstoffe, die aufgrund ihrer Verwendungsweise die Gesundheit von Personen, die Zugang zu ihnen haben, gefährden können, dürfen in Zügen und Infrastruktureinrichtungen nicht verwendet werden.*
- 1.3.2. *Die Auswahl, die Verarbeitung und die Verwendung dieser Werkstoffe müssen eine gesundheitsschädliche oder -gefährdende Rauch- und Gasentwicklung, insbesondere im Fall eines Brandes, in Grenzen halten.*

Um die obigen grundlegenden Anforderungen in 1.3.1 und 1.3.2 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet sein, dass die in den Abschnitten 4.2.2.2, 4.2.3.2, 4.2.3.3, 4.3.1.2, 4.3.1.8, 4.3.1.10, 4.3.2.2 und 4.3.2.4 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden und die verwendeten Interoperabilitätskomponenten mit den in Abschnitt 5.3.3.2 des Kapitels 5 festgelegten Anforderungen übereinstimmen. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen der Kapitel 4 und 5 nachgewiesen ist.



### 3.3.4. **Umweltschutz**

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich des Umweltschutzes folgende grundlegenden Anforderungen:

- 1.4.1. *Die Umweltauswirkungen des Baus und Betriebs des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems sind bei der Planung dieses Systems entsprechend den geltenden Gemeinschaftsbestimmungen zu berücksichtigen.*
- 1.4.2. *In Zügen und Infrastruktureinrichtungen verwendete Werkstoffe müssen eine umweltschädliche oder -gefährdende Rauch- und Gasentwicklung, insbesondere im Fall eines Brandes, verhindern.*
- 1.4.3. *Fahrzeuge und Energieversorgungsanlagen sind so auszulegen und zu bauen, dass sie mit Anlagen, Einrichtungen und öffentlichen oder privaten Netzen, bei denen Interferenzen möglich sind, elektromagnetisch verträglich sind.*

Der unter 1.4.2 angeführte Gesichtspunkt ist für das Teilsystem Energie nicht relevant.

Um die obigen grundlegenden Anforderungen in 1.4.1 und 1.4.3 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten 4.2.3.2, 4.2.3.3 und 4.3.1.5 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen des Kapitels 4 nachgewiesen ist.

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich des Umweltschutzes folgende, speziellen Anforderungen:

- 2.2.2. *Der Betrieb der Energieversorgungsanlagen darf keine über die festgelegten Grenzwerte hinausgehenden Umweltbelastungen verursachen.*

Um die obige grundlegende Anforderung in 2.2.2 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten in 4.2.3.2 und 4.3.1.5 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen des Kapitels 4 nachgewiesen ist.

### 3.3.5. **Technische Verträglichkeit**

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich der technischen Verträglichkeit folgende grundlegende Anforderungen:

- 1.5. *Die technischen Merkmale der Infrastrukturen und ortsfesten Anlagen müssen untereinander und mit denen der Züge, die im transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystem verkehren sollen, kompatibel sein.*

*Erweist sich die Einhaltung dieser Merkmale auf bestimmten Teilen des Netzes als schwierig, so könnten Zwischenlösungen, die eine künftige Verträglichkeit gewährleisten, umgesetzt werden.*

Um die obige grundlegende Anforderung in 1.5 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten 4.1.1, 4.1.2, 4.2.2.1, 4.2.2.3, 4.2.2.4, 4.2.2.5, 4.2.2.6, 4.2.2.7, 4.2.2.8, 4.2.2.9, 4.2.2.10, 4.2.2.11, 4.2.2.12, 4.3.1.1, 4.3.1.3, 4.3.1.4, 4.3.2.1, 4.3.2.3, 4.3.2.5 und 4.3.3 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden und die verwendeten Interoperabilitätskomponenten mit den in den Abschnitten 5.3.1.2, 5.3.1.3, 5.3.1.4, 5.3.1.5, 5.3.1.6, 5.3.1.8, 5.3.2.2, 5.3.2.3, 5.3.2.4, 5.3.2.5, 5.3.2.6, 5.3.2.7, 5.3.2.9, 5.3.3.1, 5.3.3.2, 5.3.3.3 und 5.3.3.4 des Kapitels 5 festgelegten Anforderungen übereinstimmen. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen der Kapitel 4 und 5 nachgewiesen ist.

Laut Anhang III der Richtlinie 96/48/EG ergeben sich an das Teilsystem Energie hinsichtlich der technischen Verträglichkeit folgende speziellen Anforderungen:

- 2.2.3. *Die elektrischen Energieversorgungssysteme des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems müssen*

- *den Zügen die Erreichung der festgelegten Leistungswerte gestatten;*
- *mit den Stromabnahmeeinrichtungen der Züge kompatibel sein.*

Um die obige grundlegende Anforderung in 2.2.3 zu erfüllen, muss das Teilsystem Energie so ausgelegt und errichtet werden, dass die in den Abschnitten 4.1.1, 4.1.2.1, 4.1.2.2, 4.1.2.3, 4.3.1.1, 4.3.1.3, 4.3.2.1, 4.3.2.3 und 4.3.2.5 des Kapitels 4 festgelegten Anforderungen erfüllt werden und die verwendeten Interoperabilitätskomponenten mit den in den Abschnitten 5.3.1.1, 5.3.1.2, 5.3.1.4, 5.3.2.1, 5.3.2.5, 5.3.3.1 und 5.3.3.5 des Kapitels 5 festgelegten Anforderungen übereinstimmen. Die grundlegenden Anforderungen sind erfüllt, wenn die Einhaltung der Festlegungen der Kapitel 4 und 5 nachgewiesen ist.

### 3.4. Nachweis der Konformität

Die Konformität des Teilsystems Energie und seiner Komponenten mit den grundlegenden Anforderungen muss in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Richtlinie 96/48/EG und den Festlegungen in Kapitel 6 und den zugehörigen Anhängen A bis C dieser TSI nachgewiesen werden.

## 4. BESCHREIBUNG DES TEILSYSTEMS

Das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem, für das die Richtlinie 96/48/EG gilt und wovon das Teilsystem Energie einen Teil darstellt, ist ein integriertes System, das insbesondere erfordert, dass die Eckwerte, Schnittstellen und Leistungsmerkmale nachzuweisen sind, um sicherzustellen, dass das System interoperabel ist und die grundlegenden Anforderungen eingehalten werden.

### 4.1. Eckwerte des Teilsystems Energie

#### 4.1.1. Spannung und Frequenz

Der Zugverkehr setzt genormte Spannungen und Frequenzen voraus, wie sie für die Interoperabilität festgelegt wurden. Tabelle 4.1 nennt die für die einzelnen Streckenarten gültigen Spannungen und Frequenzen.

Tabelle 4.1  
Spannungen und Frequenzen

Spannung und Frequenz	Streckenart		
	Anschlussstrecken	Ausbaustrecken	Hochgeschwindigkeitsstrecken
AC 25 kV 50 Hz	X	X	X
AC 15 kV 16,7 Hz	X	X	( <sup>1</sup> )
DC 3 kV	X	X	( <sup>2</sup> )
DC 1,5 kV	X	X	—

(<sup>1</sup>) In Ländern, deren Netze derzeit mit AC 15 kV, 16,7 Hz elektrifiziert sind, kann dieses System für neue Strecken verwendet werden. Das gleiche System kann auch in benachbarten Ländern angewandt werden, wenn dies wirtschaftlich gerechtfertigt werden kann.

(<sup>2</sup>) In Italien und Spanien kann für bestehende und neu zu bauende, mit 250 km/h befahrene Streckenabschnitte die Speisung mit DC 3 kV verwendet werden, wenn durch die Elektrifizierung mit AC 25 kV 50 Hz die Gefahr entstände, strecken- und fahrzeugseitige Signaleinrichtungen auf einer vorhandenen, der neuen Strecke benachbarten Strecke zu stören.

Die Spannung am Ausgang des Unterwerks und am Stromabnehmer muss die Anforderungen in Anhang N dieser TSI erfüllen. Die Frequenz der Spannung muss die Anforderungen in Anhang N dieser TSI erfüllen. Spannung und Frequenzen werden im Register der Infrastrukturen (Anhang D dieser TSI) festgelegt. Die Konformität ist mit Bezug auf Anhang N4 zu bewerten.

#### 4.1.2. Oberleitung und Stromabnehmer

Auf künftigen Hochgeschwindigkeitsstrecken, für Hochgeschwindigkeit auszubauenden Strecken und Anschlussstrecken wird für die darauf verkehrenden Züge nur eine Ausführung der Stromabnehmerwippe verwendet. Zur Umsetzung dieser Vorgabe sind auf künftigen Hochgeschwindigkeitszügen Stromabnehmer mit einer 1 600-mm-Wippe einzusetzen. Alle neu gebauten Oberleitungen für Wechselstrom-Hochgeschwindigkeitsstrecken müssen die Anforderungen der Abschnitte 4.1.2.1 und 4.1.2.3 erfüllen. Die gilt auch für AC- und DC-Ausbau- und Anschlussstrecken.

##### 4.1.2.1. Geometrie der Oberleitung für Wechselstromsysteme

Die Höhe des Fahrdrachts über den Schienen, die Neigung und die seitliche Auslenkung des Fahrdrachts durch Windeinwirkung bestimmen die Interoperabilität des Hochgeschwindigkeitsnetzes. Die zulässigen Daten sind in Tabelle 4.2 enthalten.

Tabelle 4.2

**Geometrie der Oberleitungen für Wechselstromsysteme**

Nr.	Beschreibung	Anschlussstrecken	Ausbaustrecken	Hochgeschwindigkeitsstrecken
1	Fahrdrahtnennhöhe (mm)	5 000 bis 5 750 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	5 000 bis 5 500 <sup>(1)</sup> <sup>(3)</sup>	5 080 oder 5 300 <sup>(3)</sup>
2	Zulässige Fahrdrahtneigung und -neigungswechsel relativ zum Gleis	EN 50119, Fassung 2001, Ziffer 5.2.8.2		Keine geplante Neigung zulässig
3	Zulässige seitliche Auslenkung des Fahrdrahts unter Querwindwirkung (mm) <sup>(3)</sup>	≤ 400		

<sup>(1)</sup> Auf Strecken mit gemischtem Fracht- und Passagierverkehr und dem Verkehr von Güterwagen mit vergrößertem Profil darf die Fahrdrahthöhe größer sein, vorausgesetzt der Stromabnehmer ist geeignet, um den Strom mit der festgelegten Qualität zu übertragen, und der Höhenarbeitsbereich des Stromabnehmers ist ausreichend, um die Anforderungen im Abschnitt 5.3.2.5 zu erfüllen.

<sup>(2)</sup> Über schienengleichen Überwegen muss die Fahrdrahthöhe entsprechend den nationalen Richtlinien ausgeführt werden.

<sup>(3)</sup> Fahrdrahthöhe und zu beachtende Windgeschwindigkeit werden in dem im Anhang D dieser TSI beschriebenen Register der Infrastrukturen festgelegt.

Die Oberleitungsgeometrie muss die in Anhang H, Abschnitt 3.1, dieser TSI festgelegten Anforderungen erfüllen.

4.1.2.2. *Geometrie der Oberleitung für Gleichstromsysteme*

Die Daten, die die Geometrie von Oberleitungen für Gleichstromsysteme im transeuropäischen interoperablen Eisenbahnnetz bestimmen, sind in Tabelle 4.3 festgelegt.

Tabelle 4.3

**Geometrie der Oberleitungen für Gleichstromsysteme**

Nr.	Beschreibung	Anschlussstrecken	Ausbaustrecken
1	Fahrdrahtnennhöhe (mm)	5 000 bis 5 600 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	5 000 bis 5 500 <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>
2	Zulässige Fahrdrahtneigung und -neigungswechsel relativ zum Gleis	EN 50119, Fassung 2001, Ziffer 5.2.8.2	
3	Zulässige seitliche Auslenkung des Fahrdrahts unter Windeinwirkung (mm) <sup>(4)</sup>	≤ 400	

<sup>(1)</sup> Auf Strecken mit gemischtem Fracht- und Passagierverkehr und dem Verkehr von Güterwagen mit vergrößertem Profil darf die Fahrdrahthöhe größer sein, vorausgesetzt der Stromabnehmer ist geeignet, um den Strom mit der festgelegten Qualität zu übertragen und der Höhenarbeitsbereich des Stromabnehmers ist ausreichend, um die Anforderungen im Abschnitt 5.3.2.5 zu erfüllen.

<sup>(2)</sup> Über schienengleichen Überwegen muss die Fahrdrahthöhe entsprechend den nationalen Richtlinien ausgeführt werden.

<sup>(3)</sup> Für die in der Fußnote 2 zur Tabelle 4.1 angezogenen Strecken in Italien und Spanien liegt die Fahrdrahthöhe zwischen 5 000 mm und 5 300. Die anderen Werte gelten für andere Streckenarten.

<sup>(4)</sup> Fahrdrahthöhe und zu beachtende Windgeschwindigkeit werden in dem im Anhang D dieser TSI beschriebenen Register der Infrastrukturen festgelegt.

Die Oberleitungsgeometrie muss die in Anhang J, Abschnitt 3.1, dieser TSI festgelegten Anforderungen erfüllen.

4.1.2.3. *Geometrie der Stromabnehmerwippe*

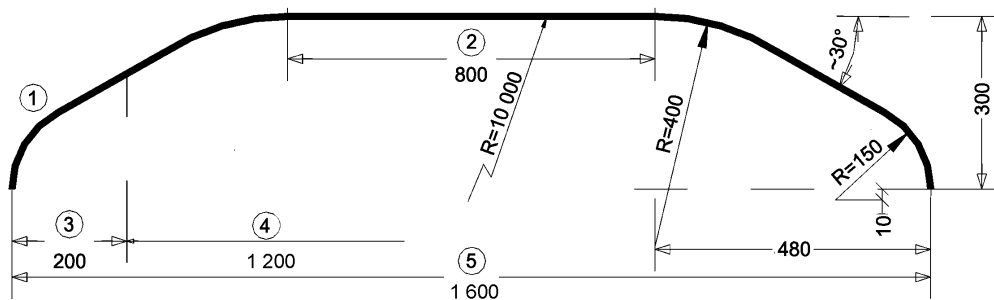
Breite und Arbeitsbereich der Stromabnehmerwippe, Breite der Schleifstücke und Profil der Stromabnehmerwippe werden festgelegt, um die Interoperabilität zu erreichen. Tabelle 4.4 enthält die sowohl für AC- als auch für DC-Systeme geforderten Daten. Bild 4.1 stellt das Profil der Stromabnehmerwippe dar.

Tabelle 4.4

**Geometrie der Stromabnehmerwippe für AC- und DC-Systeme**

Nr.	Beschreibung	Alle Streckenarten
1	Breite der Stromabnehmerwippe (mm)	1 600
2	Profil der Stromabnehmerwippe	Siehe Bild 4.1
3	Weitere Anforderungen für AC-Systeme	Siehe Anhang H, Abschnitt H.3.2, dieser TSI
4	Weitere Anforderungen für DC-Systeme	Siehe Anhang J, Abschnitt J.3.2, dieser TSI

Bild. 4.1

**Profil der Stromabnehmerwippe**

- 1 Horn aus isolierendem Werkstoff
- 2 Mindestlänge der Schleifleiste
- 3 Überstand
- 4 Arbeitsbereich der Stromabnehmerwippe
- 5 Breite der Stromabnehmerwippe

**4.2. Schnittstellen des Teilsystems Energie****4.2.1. Liste der Schnittstellen****4.2.1.1. Schnittstellen mit Infrastruktur**

- Lichtraumprofile
- Schutz gegen elektrischen Schlag (Erdung und Potentialausgleich)

**4.2.1.2. Schnittstellen mit Zugsteuerung/Zugsicherung**

- Oberwellen, Einfluss auf Signalisierung und interne Telekommunikation
- Erforderliche Signalisierung für Phasen- und Systemtrennstrecken

**4.2.1.3. Schnittstellen mit Fahrzeugen**

- Fahrzeugbegrenzungslinie
- Begrenzung der größten Leistungsaufnahme
- Stromaufnahme im Stillstand
- Spannung und Frequenz
- Koordination des elektrischen Schutzes
- Anordnung der Stromabnehmer
- Befahren von Phasentrennstrecken
- Befahren von Systemtrennstrecken
- Einstellbarkeit der Kontaktkraft.

#### 4.2.2. **Kennwerte der Schnittstellen**

##### 4.2.2.1. *Lichtraumprofile*

Das Lichtraumprofil der Infrastruktur muss den notwendigen Raum für den Durchgang des Stromabnehmers im Kontakt mit dem Oberleitungskettenwerk und für den Einbau des Oberleitungskettenwerks selbst berücksichtigen. Die Abmessungen von Tunneln und anderen Bauwerken müssen mit der Geometrie des Oberleitungskettenwerks und der kinematischen Umgrenzung des Stromabnehmers gegenseitig verträglich sein. (Anhang H, Abschnitt H.3.6, dieser TSI legt die kinematische Umgrenzung des Stromabnehmers fest). Der für den Einbau des Oberleitungskettenwerkes notwendige Raum muss vom Auftraggeber festgelegt werden.

Die Konformität wird mit der Bewertung des Teilsystems Infrastruktur bewertet.

##### 4.2.2.2. *Erdung und Potentialausgleich, Schutz gegen Stromschlag*

Das Teilsystem Infrastruktur muss ein allgemeines Erdungssystem entlang der Strecke einbauen, das die in EN 50 122-1 festgelegten Anforderungen zum Schutz gegen Stromschlag erfüllt. Der Schutz gegen Stromschlag während des Betriebs und bei Störungen wird durch Begrenzung der Berührungsspannung auf vertretbare Werte erreicht, wie sie in EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitt 7 festgelegt sind. Die Ergebnisse von durch den Auftraggeber durchgeführten Untersuchungen und die entsprechenden besonderen Vorkehrungen müssen bereitgestellt werden, um das Erfüllen der Anforderungen zu dokumentieren.

Die Konformität wird in der Bewertung des Teilsystems Infrastruktur durchgeführt.

##### 4.2.2.3. *Oberwellenströme, Beeinflussung der Signalgebung und der internen Telekommunikation*

Durch die Triebfahrzeuge erzeugte Oberwellenströme beeinflussen das Zugsteuerungs-/Zugsicherungsteilsystem über das Teilsystem Energie. Deshalb wird dieser Gegenstand im Teilsystem Zugsteuerung/Zugsicherung behandelt.

Eine Bewertung der Konformität ist im Teilsystem Energie nicht gefordert.

##### 4.2.2.4. *Kinematische Fahrzeugumgrenzungslinie*

Die Auslegung der Oberleitung muss mit der kinematischen Fahrzeugumgrenzungslinie verträglich sein. Die je nach Streckenart anzuwendenden Lichtraumprofile sind im Register der Infrastrukturen für die Strecke beschrieben (Anhang D dieser TSI).

Die Konformität wird im Teilsystem Energie bewertet.

##### 4.2.2.5. *Begrenzung der größten Leistungsaufnahme*

Die auf einer Hochgeschwindigkeits-, Ausbau- oder Anschlussstrecke installierte Leistung bestimmt die von den Zügen aufnehmbare Leistung. Daher sind an Bord der Züge Einrichtungen gemäß Anhang O dieser TSI einzubauen.

Die Konformität wird im Teilsystem Fahrzeuge bewertet. Das Register der Infrastrukturen muss, wie in Anhang D dieser TSI festgelegt, Angaben über die größte Leistungsannahme enthalten.

##### 4.2.2.6. *Begrenzung der Strombelastung im Stillstand*

Bei DC-1,5-kV- und 3,0-kV-Systemen muss der Strom im Stillstand auf 300 A bzw. 200 A je Stromabnehmer begrenzt werden.

Die Konformität muss im Teilsystem Fahrzeuge bewertet werden.

##### 4.2.2.7. *Spannung und Frequenz*

Die Züge müssen innerhalb der in Abschnitt 4.1.1 und in Anhang N dieser TSI festgelegten Spannungs- und Frequenzbereiche betriebsfähig sein.

Die Konformität muss im Teilsystem Fahrzeuge bewertet werden.

#### 4.2.2.8. Koordination des elektrischen Schutzes

Die Koordination zwischen den elektrischen Schutzeinrichtungen der Unterwerke und denjenigen der Triebfahrzeuge ist notwendig, um das Abschalten von Kurzschlüssen zu optimieren. (Anhang E dieser TSI legt die anzuwendenden Anforderungen fest). Das in Anhang D dieser TSI definierte Register der Infrastrukturen muss alle Angaben über den Schutz der Unterwerke enthalten.

Die Konformität wird im Teilsystemen Energie bewertet, soweit dies die Auslegung und den Betrieb der Unterwerke betrifft, und im Teilsystem Fahrzeuge, soweit es die Einrichtungen auf den Triebfahrzeugen betrifft.

#### 4.2.2.9. Anordnung der Stromabnehmer

Die Anordnung der Stromabnehmer muss die größte Länge der Züge berücksichtigen. Der größte Abstand zwischen Stromabnehmern muss weniger als 400 m betragen. Zusätzlich muss der Abstand zwischen drei aufeinander folgenden Stromabnehmern mehr als 143 m betragen. Die zulässige Stromabnehmeranzahl und ihr Abstand hängen auch vom dynamischen Verhalten ab. Im Fall von Wechselstrom-Stromversorgungssystemen dürfen die Stromabnehmer nicht elektrisch verbunden sein. Es wird auf Anhang H, Abschnitt H.3.5, dieser TSI verwiesen.

Die Konformität wird im Teilsystem Fahrzeuge bewertet.

#### 4.2.2.10. Befahren von Phasentrennstrecken

Züge müssen von einem Streckenabschnitt auf den mit einer anderen Phase gespeisten Nachbarabschnitt fahren können, ohne dass die beiden Phasen überbrückt werden.

Es müssen geeignete Maßnahmen vorgesehen werden, damit ein Zug, der innerhalb einer Phasentrennstrecke zum Stehen kommt, wieder anfahren kann. Im Hinblick auf Auslegung und Konstruktion wird auf Anhang H, Abschnitt H.3.3, dieser TSI verwiesen. Das im Anhang D dieser TSI definierte Register der Infrastrukturen muss Angaben über die Ausführung der Phasentrennstrecken enthalten.

Die Leistungsaufnahme der Züge (für Traktion und Hilfsbetriebe) muss auf Null abgesenkt werden, wenn ein Zug in eine Phasentrennstelle einfährt. Dies muss automatisch ohne Mitwirkung des Triebfahrzeugführers durchgeführt werden. Ein Absenken der Stromabnehmer ist nicht erforderlich.

#### **Die Anforderungen für die Auslegung des Teilsystems Energie sind:**

Für zukünftige Strecken können zwei Ausführungen der Phasentrennstrecken angewandt werden.

- Eine Anordnung, in der sich alle Stromabnehmer der längsten interoperablen Züge innerhalb der Trennstrecke befinden. In diesem Fall gibt es keine Einschränkungen für die Anordnung und die Abstände der Stromabnehmer auf den Zügen. Die Länge der Trennstrecke muss mindestens 402 m betragen. Ins Einzelne gehende Anforderungen sind in Anhang H, Abschnitt H.3.3, dieser TSI enthalten.
- Eine kürzere Phasentrennstrecke mit Einschränkungen für die Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen ist in Anhang H, Abschnitt H.3.3 dieser TSI dargestellt. Die Gesamtlänge der Trennstrecke beträgt weniger als 142 m. Die Verwendung dieser Ausführung erfordert, dass der Abstand zwischen drei aufeinander folgenden, an der Oberleitung angelegenden Stromabnehmer mehr als 143 m beträgt.

Bei bestehenden Strecken können unterschiedliche Ausführungen auf der Grundlage der zulässigen Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen verwendet werden abhängig von den Möglichkeiten der Streckenplanung, des geforderten Leistungsvermögens und der für den Auftraggeber annehmbaren Investitionen. Wenn die Ausführung bestehender Phasentrennstrecken das Befahren durch interoperable Hochgeschwindigkeitszüge nicht zulässt, muss der Auftraggeber angemessene alternative Vorgehensweisen oder Ausführungen vorsehen.

Angaben über die Ausführung der Phasentrennstrecken müssen im Register der Infrastrukturen, wie im Anhang D zu dieser TSI festgelegt, enthalten sein.

Die Konformität der Ausführung von Phasentrennstrecken wird im Teilsystem Energie bewertet.

**Die Anforderungen an die Teilsysteme Zugsteuerung/Zugsicherung und Fahrzeuge sind:**

Auf Hochgeschwindigkeitsstrecken muss das Teilsystem Zugsteuerung/Zugsicherung, Signalgebung vor und hinter den Phasentrennstrecken erlauben, die notwendigen Schalthandlungen automatisch durchzuführen. Die Einrichtungen auf den Triebfahrzeugen müssen rechtzeitig vor einer Phasentrennstrecke ausgelöst werden, wobei die höchste zulässige Geschwindigkeit zu berücksichtigen ist. Die Konformität wird durch Funktionsprüfung gemeinsam in den Teilsystemen Fahrzeuge und Zugsteuerung, Zugsicherung, Signalgebung nachgewiesen.

4.2.2.11. *Befahren von Systemtrennstrecken**Allgemeines*

Die Züge müssen von einem Streckenabschnitt zu dem mit einem anderen Energieversorgungssystem gespeisten Nachbarabschnitt fahren können, ohne dass die beiden Energieversorgungssysteme überbrückt werden. Die erforderlichen Maßnahmen und Handlungen hängen sowohl von der Art der beiden Energieversorgungssysteme als auch von der Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen und von der Fahrgeschwindigkeit ab.

Es gibt zwei Möglichkeiten für das Befahren von Systemtrennstrecken durch die Züge:

1. mit gehobenem, am Fahrdrabt anliegendem Stromabnehmer,
2. mit abgesenktem, nicht am Fahrdrabt anliegendem Stromabnehmer.

Der Auftraggeber muss eine Entscheidung treffen und in dem im Anhang D dieser TSI definierten Register der Infrastrukturen darstellen.

**Die Anforderungen für die Auslegung des Teilsystems Energie sind:***— Befahrung mit gehobenen Stromabnehmern*

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

1. Die Funktion der Systemtrennstrecke ist wie folgt festgelegt:
  - Die Geometrie der unterschiedlichen Oberleitungsabschnitte muss verhindern, dass die Stromabnehmer die beiden Energieversorgungssysteme kurzschließen oder überbrücken, wenn die Stromabnehmer wie im Abschnitt 4.2.2.9 festgelegt angeordnet sind.
  - Für kurze neutrale Abschnitte muss das mechanische Verhalten des Systems Stromabnehmer/Oberleitung die Anforderungen von EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2, bei der größten Geschwindigkeit erfüllen.
  - Im Teilsystem Energie müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Überbrücken der beiden benachbarten Energieversorgungssysteme zu vermeiden, wenn das Öffnen der Leistungsschalter auf den Fahrzeugen nicht funktioniert.
  - Ein Beispiel für die Anordnung einer Systemtrennstrecke ist in Bild H.4 von Anhang H dieser TSI dargestellt.
2. Die Höhe der Fahrdrähte muss in beiden Systemen gleich sein, wenn die Geschwindigkeit mehr als 250 km/h beträgt. Einzelheiten und Toleranzen sind in den Anhängen H und J dieser TSI enthalten.
3. Auf den Fahrzeugen müssen Einrichtungen den Leistungsschalter automatisch öffnen, bevor die Systemtrennstelle erreicht wird, und automatisch die Spannung des neuen Energieversorgungssystems am Stromabnehmer erkennen, um die entsprechenden Stromkreise einzuschalten.

*— Befahrung mit abgesenkten Stromabnehmern*

Wenn die Systemtrennstrecken mit abgesenkten Stromabnehmern befahren werden, gelten folgende Bedingungen:

1. Die Ausführung der Systemtrennstrecke zwischen zwei unterschiedlichen Energieversorgungssystemen muss sicherstellen, dass im Fall eines unbeabsichtigt am Fahrdrabt anliegenden Stromabnehmers die Überbrückung der beiden Energieversorgungssysteme vermieden wird und dass das Ausschalten der beiden Energieversorgungssysteme sofort ausgelöst wird. Das Auslösen eines Kurzschlusses stellt den Betrieb der Trennstrecken sicher.
2. Diese Alternative muss gewählt werden, wenn die Bedingungen für einen Betrieb mit anliegenden Stromabnehmern nicht erfüllt werden.
3. Auf Hochgeschwindigkeitsstrecken mit unterschiedlichen Fahrdrabthöhen und bei Systemtrennstrecken bestehender Strecken, die die Anforderungen der TSI nicht erfüllen, müssen die Stromabnehmer abgesenkt werden, wenn der Wechsel der Energieversorgungssysteme oder die Fahrgeschwindigkeit den Einbau von Übergangsabschnitten mit annehmbaren Fahrdrabneigungen nicht zulässt (siehe Anhänge H und J dieser TSI).
4. Bei Energieversorgungssystemen, die ein Absenken des Stromabnehmers erfordern, muss dieses Absenken ohne die Mitwirkung des Triebfahrzeugführers ausgelöst durch Steuerungssignale automatisch durchgeführt werden.

Für die Ausführung der Systemtrennstrecken wird die Konformität im Teilsystem Energie bewertet.

**Die Anforderungen an die Teilsysteme Zugsteuerung/Zugsicherung, Signalgebung und Fahrzeuge sind:**

Vor dem Befahren einer Trennstrecke zwischen unterschiedlichen Energieversorgungssystemen muss der Leistungsschalter des Fahrzeuges ohne die Mitwirkung des Triebfahrzeugführers ausgelöst durch Steuerungssignale geöffnet werden. Dies muss rechtzeitig durchgeführt werden, so dass die elektrische Ausrüstung für das endende Energieversorgungssystem auf dem Fahrzeug vollständig abgeschaltet ist, bevor das neue Energieversorgungssystem erreicht wird.

Das Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung, Signalgebung muss den Triebfahrzeugen die erforderlichen Signale geben.

Die Triebfahrzeuge müssen so ausgelegt werden, dass sie in der Lage sind, die Signale der Zugsteuerung zu empfangen, um das Öffnen des Leistungsschalters und, soweit erforderlich, das Absenken der Stromabnehmer ohne die Mitwirkung des Triebfahrzeugführers auszulösen. Wenn die Stromabnehmer nicht abgesenkt werden, dürfen nur die elektrischen Stromkreise auf dem Triebfahrzeug eingeschaltet bleiben, die für das augenblicklich am Stromabnehmer anliegende Energieversorgungssystem geeignet sind.

Die Auslegung und der Betrieb von Systemtrennstrecken muss in dem im Anhang D dieser TSI definierten Register der Infrastrukturen erläutert werden.

Die Konformität muss durch Funktionsprüfungen gemeinsam von den Teilsystemen Zugsteuerung/Zugsicherung und Triebfahrzeuge bewertet werden.

4.2.2.12. *Einstellung der Stromabnehmerkontaktkraft*

Triebfahrzeuge müssen durch ihre Steuerung die Einstellung der Stromabnehmerkontaktkraft gestatten, um die in Abschnitt 5.3.2.7 festgelegten Anforderungen zu erfüllen.

Die Konformität wird im Teilsystem Fahrzeuge bewertet.

4.2.3. **Gesetzliche und betriebliche Vorgaben**

4.2.3.1. *Allgemeine gesetzliche Bedingungen*

Um die Kohärenz des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems zu gewährleisten, sind die folgenden gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben zu beachten.



#### 4.2.3.2. *Umweltschutz*

Der Umweltschutz wird geregelt durch die Richtlinie 85/337/EWG des Rates betreffend die Bewertung der Auswirkungen bestimmter Projekte auf die Umwelt.

Für das Teilsystem Energie der interoperablen Hochgeschwindigkeitsstrecken sind keine spezifischen Anforderungen notwendig.

#### 4.2.3.3. *Brandschutz*

Der Brandschutz wird geregelt durch die Richtlinie 89/106/EWG und dem Anwendungsdokument zur grundlegenden Sicherheitsanforderung Nr. 2 „Sicherheit im Brandfall“.

Für das Teilsystem Energie der interoperablen Hochgeschwindigkeitsstrecken sind keine spezifischen Anforderungen notwendig.

#### 4.2.3.4. *Ausnahmen während Bau- und Instandhaltungsarbeiten*

Die Spezifikationen für das Teilsystem Energie und seine Interoperabilitätskomponenten gemäß den Kapiteln 4 und 5 der vorliegenden TSI gelten für Strecken bei normalen Betriebsbedingungen oder bei unvorhergesehenen Betriebsstörungen, die die Anwendung des Instandhaltungsplans erfordern.

Bei bestimmten im Voraus geplanten Arbeiten kann es notwendig sein, zeitweise von diesen Bestimmungen abzuweichen, um die Änderungen am Teilsystem Energie ausführen zu können.

Diese zeitweiligen Ausnahmen von den Vorschriften der TSI müssen vom Auftraggeber der betroffenen Strecke festgelegt werden, der durch Anwendung der nachstehenden allgemeinen Maßnahmen darauf achten muss, dass sich dabei keine Gefahren für die Verkehrssicherheit ergeben:

- Die zulässigen Ausnahmen müssen zeitlich begrenzt und im zeitlichen Ablauf geplant sein.
- Die Eisenbahngesellschaften, die auf der betroffenen Strecke Züge betreiben, müssen von diesen zeitweiligen Ausnahmen, ihrer geografischen Lage, ihrer Art und der besonderen Signalisierung durch schriftliche Bekanntmachungen informiert werden, in denen gegebenenfalls die benutzten besonderen Signale angegeben sind. Ein Muster einer solchen Bekanntmachung ist dem im Anhang D dieser TSI definierten Register der Infrastrukturen für die Strecke beizufügen.
- Um das für das Netz geforderte Sicherheitsniveau aufrechterhalten zu können, muss jede Ausnahme durch Sicherheitsmaßnahmen ergänzt werden. Diese besonderen Maßnahmen können insbesondere bestehen aus
  - besonderer Überwachung der betreffenden Arbeiten,
  - zeitweiliger Geschwindigkeitsbeschränkung in dem betroffenen Bereich durch den Auftraggeber.

#### 4.2.3.5. *Register der Infrastrukturen der europäischen interoperablen Bahnstrecken*

Für jeden Streckenabschnitt des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes muss ein Dokument mit dem Titel „Europäisches Register der Infrastrukturen“ vom Auftraggeber oder dessen Bevollmächtigten erstellt werden. Dieses Dokument enthält alle Kenndaten der betroffenen Strecken für alle Teilsysteme, die feste Anlagen betreffen.

Dieses Dokument bietet

- dem Mitgliedsstaat, der die Genehmigung für die Inbetriebnahme des Teilsystems erteilen muss, für jede Strecke des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes die Hauptparameter für den Betrieb dieser Strecke;
- den Bahnbetreibern, die die Strecken nutzen oder zu nutzen beabsichtigen, Angaben über deren Besonderheiten, wenn Parameter oder Interoperabilitätsspezifikationen von besonderen Entscheidungen des Auftraggebers abhängen;
- für das Teilsystem Energie für jeden homogenen Streckenabschnitt und für jedes Betriebsmittel des Teilsystems Energie die zugrunde liegenden und beim Betrieb zu beachtenden allgemeinen oder besonderen Festlegungen. Eine Liste findet sich in Anlage D dieser TSI.

Der Auftraggeber legt dieses Dokument der EG-Erklärung für die Prüfung des Teilsystems Energie als Teil der technischen Unterlagen bei, die gemäß Anlage V der Richtlinie 96/48/EG für die Erteilung der Inbetriebnahmegenehmigung des Teilsystems durch den Mitgliedsstaat einzureichen sind.

#### 4.3. **Leistungsmerkmale**

##### 4.3.1. **Leistungsmerkmale des Energieversorgungssystem, der Unterwerke und Schaltstellen**

###### 4.3.1.1. *Installierte Leistung*

Das Teilsystem Energie muss leistungsmäßig so ausgelegt sein, dass die für jede Streckenart jeweils festgelegten Leistungsmerkmale für

- maximale Streckengeschwindigkeit,
- Spitzenleistung, die an den Stromabnehmern von den Zügen entnommen wird,
- minimalen Zugfolgeabstand und
- mittlere nutzbare Spannung

erfüllt werden.

Der Auftraggeber muss die Streckenart entsprechend ihrer Funktion mit den Kriterien gemäß Anhang F dieser TSI, wie in dem im Anhang D dieser TSI definierten Register der Infrastrukturen festlegen. Die Auslegung des Elektrifizierungssystem muss gewährleisten, dass die Energieversorgung den für die Strecke festgelegten Leistungsmerkmalen gerecht wird. Daher enthält Abschnitt 4.2.2.5 eine Anforderung hinsichtlich der Begrenzung der Leistungsaufnahme seitens des Teilsystems Fahrzeuge.

Die berechnete mittlere nutzbare Spannung am Stromabnehmer muss den Anforderungen nach Anlage L dieser TSI entsprechen.

###### 4.3.1.2. *Sicherheit, Erdung und Potentialausgleich*

Die Sicherheit des Bahnenergieversorgungssystem, der Unterwerke und der Schaltstellen wird durch Auslegung und Prüfung dieser Anlagen gemäß EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 5, 7 und 9, erreicht. Unterwerke und Schaltstellen müssen gegen Zutritt durch Unbefugte geschützt werden.

###### 4.3.1.3. *Leistungsfaktor*

Die anzunehmenden Daten für den Leistungsfaktor sind in Anhang G dieser TSI festgelegt. Auf Hochgeschwindigkeitsstrecken beträgt unter den im oben erwähnten Anhang beschriebenen Bedingungen der kleinste Wert 0,95. Die Konformität wird im Teilsystem Fahrzeuge bewertet.

###### 4.3.1.4. *Nutzbremung*

Wechselspannungs-Bahnenergieversorgungssysteme müssen so ausgelegt werden, dass die Nutzbremung als Betriebsbremse mit ständigem Energieaustausch mit anderen Zügen oder mit dem übergeordneten Versorgungsnetz zulässig ist. Es wird auf Anhang K dieser TSI verwiesen.

Die Zugausrüstung muss Zustände, in denen eine Nutzbremung nicht möglich ist, durch andere Bremssysteme beherrschen.

Der Auftraggeber kann entscheiden, ob Nutzbremung bei DC-Systemen zugelassen wird oder nicht. Das im Anhang D dieser TSI definierte Register der Infrastrukturen muss die notwendigen Angaben enthalten.

Die Konformität der festen Anlagen ist wie in Anhang K, Abschnitt K.4, dieser TSI festgelegt zu bewerten.

Die Konformität für die Fahrzeuge ist wie im Teilsystem Fahrzeuge festgelegt zu bewerten.

#### 4.3.1.5. *Externe elektromagnetische Verträglichkeit*

Die externe elektromagnetische Verträglichkeit ist kein spezifisches Merkmal des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems. Die Energieversorgungseinrichtungen müssen die Normen EN 50 121-2 und EN 50 122 erfüllen, um allen Anforderungen hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit zu genügen.

Eine Bewertung der Konformität ist in dieser TSI nicht gefordert.

#### 4.3.1.6. *Erzeugung von Oberwellen im speisenden Energieversorgungssystem*

Es obliegt dem Auftraggeber, die nationalen Normen (oder europäischen Normen soweit vorhanden) und die Anforderungen des Energieversorgungsunternehmens hinsichtlich Erzeugen von Oberwellen zu erfüllen.

#### 4.3.1.7. *Oberwellencharakteristik und zugehörige Überspannungen auf der Oberleitung*

Um unannehmbare Überspannungen an der Oberleitung infolge von durch die Triebfahrzeuge erzeugte Oberwellen zu vermeiden, müssen die Triebfahrzeuge den Anhang P dieser TSI erfüllen. Die notwendigen Anforderungen sind im Teilsystem Fahrzeuge festgelegt.

Die Konformität wird im Teilsystem Fahrzeuge bewertet, wie in Anhang P beschrieben.

#### 4.3.1.8. *Schutz gegen elektrischen Schlag*

Das Bahnenergieversorgungssystem muss in das allgemeine Erdungssystem entlang der Strecke eingebunden werden, um die Anforderungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag zu erfüllen, wie in EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 5, 7 und 9, festgelegt. Der Schutz gegen elektrischen Schlag während des Betriebs und im Fehlerfall wird erreicht durch Begrenzung der Berührungsspannungen auf in EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 7.2 und 7.3, festgelegte Grenzen. Für jede Anlage ist eine Studie auszuarbeiten, die den Schutz gegen elektrischen Schlag nachweist. Die Studie kann auch Versuche beinhalten.

#### 4.3.1.9. *Instandhaltungsplan*

Der Auftraggeber oder sein bevollmächtigter Vertreter muss einen Instandhaltungsplan ausarbeiten, um sicherzustellen, dass die festgelegten Kenndaten des Teilsystems Energie innerhalb der festgelegten Grenzen aufrechterhalten werden.

Der Instandhaltungsplan muss mindestens folgende Elemente enthalten:

- die Instandhaltungsroutinen für Unterwerke und Schaltstellen;
- Aufzeichnungen der Bedingungen, Erkenntnisse und der gewonnenen Erfahrungen;
- eine Anzahl von Sicherheitsgrenzwerten, die zu einer Begrenzung der Zuggeschwindigkeiten führen würden, um die in Abschnitt 4.1.1 und dem zugehörigen Anhang N festgelegten Werte einzuhalten;
- eine Angabe über die Häufigkeit der Prüfungen und die Toleranzen der gemessenen Werte, wobei für letztere die Äquivalenzregeln mit den in Abschnitt 4.3.1 zitierten Normwerten anzugeben sind;
- die anzuwendenden Maßnahmen (Geschwindigkeitseinschränkung, Reparaturzeit), wenn die vorgeschriebenen Werte überschritten werden.

Instandhaltungsmethoden sollten Sicherheitsvorkehrungen wie den Rückstromkreis, den Schutz vor Überspannungen und das Erkennen von Kurzschlüssen nicht beeinträchtigen. Sie dürfen das Gesamtleistungsvermögen der Anlage nicht vermindern und sollten das Abschalten irgendeines Oberleitungsabschnittes vermeiden.

#### 4.3.1.10. *Abschalten der Energieversorgung bei Gefahr*

Es sind Einrichtungen einzubauen und Verfahren einzuführen, die das Abschalten der Spannung von Triebfahrzeugen und elektrifizierten Strecken durch Alarmeinrichtungen einleiten, die es dem Betreiber der Energieversorgung erlauben, Schalthandlungen und Hilfsmaßnahmen vorzunehmen. Die Konformität muss durch Prüfung der Übertragungseinrichtungen und Verfahrensanweisungen bewertet werden.

#### 4.3.1.11. Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen

Die Energieversorgung und die Oberleitung muss so geplant und ausgeführt werden, dass die Fortsetzung des Betriebs bei Störungen möglich ist. Dies kann durch Teilen der Oberleitungen in einzelne Speiseabschnitte und den Einbau von Ersatzeinrichtungen in den Unterwerken erreicht werden. Die Konformität ist durch Prüfung der Schaltpläne zu bewerten.

#### 4.3.2. **Leistungsmerkmale der Oberleitung**

##### 4.3.2.1. Allgemeines

Die Leistungsmerkmale, die die Oberleitung erfüllen muss, müssen den einschlägigen Leistungsmerkmalen entsprechen, wie sie für jede Streckenkategorie des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes als Funktion

- der höchsten Streckengeschwindigkeit und
- des Leistungsbedarfs der Züge am Stromabnehmer

festgelegt sind.

Bemessung und Konstruktion der Oberleitung müssen die festgelegten Leistungsmerkmale in Übereinstimmung mit der vom Auftraggeber der festen Anlagen im Rahmen des Abschnittes 4.3.1.1 abgegebenen Erklärung sicherstellen.

##### 4.3.2.2. Personensicherheit, Erdung und Potentialausgleich

Die Personensicherheit der Oberleitung wird durch Bemessung und Konstruktion dieser Anlagen entsprechend den europäischen Normen EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitt 5.1.2 und EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 5, 7 und 9, erreicht. Alle unter Spannung stehenden Bauteile müssen außerhalb der Reichweite von Bahnbenutzern oder anderer Personen angeordnet werden.

##### 4.3.2.3. Anforderungen an Dynamik und Güte der Stromabnahme

Die Ausführung des Oberleitungskettenwerks muss die Anforderungen an das dynamische Verhalten erfüllen. Der Anhub bei Nenngeschwindigkeit der Strecke muss den Festlegungen in EN 50 119, Fassung 2000, Abschnitt 5.2.1.2, und in den Tabellen 4.5 und 4.6 dieser TSI entsprechen.

Die Stromabnahmequalität hat grundlegenden Einfluss auf die Lebensdauer des Fahrdrachts und muss daher den vereinbarten, messbaren Kennwerten entsprechen.

Die Stromabnahmequalität kann durch den Mittelwert  $F_m$  und die Standardabweichung  $\sigma_{\max}$  gemessener oder simulierter Anpresskräfte oder durch Zählung der Lichtbögen bewertet werden. Für AC-Systeme sind die Kriterien in Tabelle 4.5 und für DC-Systeme in Tabelle 4.6 enthalten.

Der Auftraggeber muss sich für die Verwendung eines der Kriterien für das Zusammenwirken Nr. 1 (Kontaktkräfte) oder Nr. 2 (Lichtbögen) nach Tabelle 4.5 oder 4.6 entscheiden.

Das Zusammenwirken wird als in Übereinstimmung mit den Vorgaben dieser TSI betrachtet, wenn

- die Nr. 1 oder Nr. 2 der Tabelle 4.5 und
- die Nr. 3 der Tabelle 4.5

erfüllt werden.

Die Prüfergebnisse eines ähnlichen Oberleitungssystems können als Grundlage für die Konformitätsbewertung verwendet werden.

Für die Leistungsbewertung mit mehr als einem Stromabnehmer muss derjenige Stromabnehmer herangezogen werden, der die ungünstigsten Werte liefert.

Tabelle 4.5

**Anforderungen an das Zusammenwirken, AC-Systeme**

Nr.	Beschreibung	Anschlussstrecken	Ausbaustrecken	Hochgeschwindigkeitsstrecken	
				Bestehend	Neu
1	Korrigierte mittlere Kontaktkraft $F_m$ (N) <sup>(1)</sup>	Siehe Abschnitte 5.3.1.6 und 5.3.2.7 <sup>(2)</sup>		Siehe Abschnitt 5.3.1.6 <sup>(2)</sup>	
	Standardabweichung bei höchster Geschwindigkeit $\sigma_{\max}$ (N)	0,3 $F_m$			
2	Prozentualer Anteil von Lichtbögen bei höchster Geschwindigkeit NQ (%)	$\leq 0,14$			
3	Erforderlicher Raum für maximalen Anhub des Seitenhalters unter ungünstigen aerodynamischen Bedingungen	Siehe EN 50119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.1.2		$2 \cdot S_o$ <sup>(3)</sup>	

Definitionen, Werte und Prüfungen siehe Anhang Q

- <sup>(1)</sup>  $F_m$  ist der dynamisch korrigierte Mittelwert der Kontaktkraft, der aus der statistischen Auswertung der Ergebnisse von Kontaktkraftmessungen oder -simulationen erhalten wird.
- <sup>(2)</sup> Die dynamische Korrektur ist auf die in den Abschnitten 5.3.1.6 und 5.3.2.7 angegebenen Werte anzuwenden.
- <sup>(3)</sup>  $S_o$  ist der berechnete, simulierte oder gemessene Fahrdrachanhub am Seitenhalter im normalen Betrieb mit einem oder mehreren anliegenden Stromabnehmern bei einer mittleren Kontaktkraft  $F_m$  und höchster Streckengeschwindigkeit gemäß EN 50 119, Version 2001, Abschnitt 5.2.1.2.

Tabelle 4.6

**Anforderungen an das Zusammenwirken, DC-Systeme**

Nr.	Beschreibung	Anschluss- und Ausbaustrecken <sup>(1)</sup>
1	Korrigierte mittlere Kontaktkraft $F_m$ (N) <sup>(2)</sup>	Siehe Abschnitte 5.3.1.6 und 5.3.2.7 <sup>(3)</sup>
	Standardabweichung bei höchster Geschwindigkeit $\sigma_{\max}$ (N)	0,3 $F_m$
2	Prozentualer Anteil von Lichtbögen bei höchster Geschwindigkeit NQ (%)	$\leq 0,20$
3	Erforderlicher Raum für maximalen Anhub des Seitenhalters unter ungünstigen aerodynamischen Bedingungen	Siehe EN 50119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.1.2 <sup>(4)</sup>

Definitionen, Werte und Prüfungen siehe Anhang Q

- <sup>(1)</sup> Für die in der Fußnote 2 zur Tabelle 4.1 angesprochenen Strecken in Italien und Spanien gelten auch die für Ausbaustrecken festgelegten Werte.
- <sup>(2)</sup>  $F_m$  ist der dynamisch korrigierte Mittelwert der Kontaktkraft, der aus der statistischen Auswertung der Ergebnisse von Kontaktkraftmessungen oder -simulationen erhalten wird.
- <sup>(3)</sup> Die dynamische Korrektur ist auf die in den Abschnitten 5.3.1.6 und 5.3.2.7 angegebenen Werte anzuwenden.
- <sup>(4)</sup> Der erforderliche Raum bestimmt sich aus dem errechneten, simulierten oder gemessenen Fahrdrachanhub am Seitenhalter, der bei Normalbetrieb mit einem oder mehreren Stromabnehmern mit einer mittleren Kontaktkraft  $F_m$  und höchster Fahrgeschwindigkeit erhalten wird.

#### 4.3.2.4. Schutz gegen elektrischen Schlag

Die Oberleitungsanlage muss in das allgemeine Erdungssystem entlang der Strecke eingebunden werden, um die Anforderungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag, wie in EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 5, 7 und 9, festgelegt, zu erfüllen. Der Schutz gegen elektrischen Schlag während des Betriebs und im Fehlerfall wird erreicht durch Begrenzung der Berührungsspannungen auf in EN 50 122-1, Fassung 1997, Abschnitte 7.2 und 7.3, festgelegte annehmbare Grenzen. Für jede Anlage ist eine Studie zu erstellen, die den Schutz gegen elektrischen Schlag nachweist.

#### 4.3.2.5. *Statische und mittlere aerodynamische Kontaktkraft*

Der Nennwert der statischen Kraft wird durch den Auftraggeber innerhalb der folgenden Grenzen festgelegt:

- 70 N + 20 N/-10 N für AC-Energieversorgungssysteme,
- 110 N ± 10 N für DC-3-kV-Energieversorgungssysteme,
- 90 N ± 20 N für DC-1,5-kV-Energieversorgungssysteme.

In DC-Systemen kann eine größere Kontaktkraft, im Allgemeinen 140 N, notwendig werden, um den Kontakt der Kohleschleifstücke mit dem Fahrdrabt zu verbessern und ein gefährliches Erhitzen des Fahrdrabts im Stillstand der Züge bei in Betrieb befindlichen Hilfsbetrieben zu vermeiden.

Der Wert der gesamten mittleren Anpresskraft muss mit dem Wert der mittleren Kontaktkraft  $F_m$  übereinstimmen, der für eine gute Qualität der Stromübertragung (siehe Abschnitte 4.3.2.3, 5.3.1.6 und 5.3.2.7) erforderlich ist.

Die Konformität wird durch die Bewertung der Interoperabilitätskomponente Stromabnehmer bestätigt.

#### 4.3.2.6. *Instandhaltungsplan*

Der Auftraggeber oder sein bevollmächtigter Vertreter muss einen Instandhaltungsplan ausarbeiten, um sicherzustellen, dass die festgelegten Kenndaten des Teilsystems Energie innerhalb der festgelegten Grenzen aufrechterhalten werden.

Der Instandhaltungsplan muss mindestens folgende Elemente enthalten:

- Instandhaltungsroutinen für Oberleitungen;
- Aufzeichnungen der Bedingungen, Erkenntnisse und gewonnenen Erfahrungen;
- eine Aufstellung von Sicherheitsgrenzwerten für die Fahrdrabthöhe und die Seitenverschiebung entsprechend Abschnitte 4.2.1.1 und 4.1.2.3 dieser TSI, die zu einer Begrenzung der Fahrgeschwindigkeiten führen würden;
- eine Angabe über die Häufigkeit der Prüfungen und die Toleranzen der gemessenen Werte hinsichtlich geometrischer und dynamischer Daten und der Prüfmethoden sowie Angaben für letztere hinsichtlich der Äquivalenzregeln mit den Normwerten, die im Abschnitt 4.3.2 angegeben sind;
- anzuwendende Maßnahmen wie Geschwindigkeitseinschränkungen und erwartete Reparaturzeit, wenn die vorgeschriebenen Werte überschritten werden.

Instandhaltungsmethoden sollten Sicherheitsvorkehrungen wie die Kontinuität der Rückstromführung, Begrenzung von Überspannungen und das Erkennen von Kurzschlüssen nicht beeinträchtigen. Sie dürfen das Gesamtleistungsvermögen des Systems nicht vermindern.

#### 4.3.3. **Abgrenzung zwischen Hochgeschwindigkeits- und anderen Strecken**

Bei kurzen Streckenabschnitten, die eine Hochgeschwindigkeitsstrecke mit einer anderen Strecke verbinden, muss der Auftraggeber den Ort festlegen, bis zu welchem die Anforderungen der TSI des Teilsystems Energie für Hochgeschwindigkeitsstrecken gelten und die dafür festgelegten Leistungsmerkmale erfüllt werden.

## 5. INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN

### 5.1. **Allgemeines**

Laut Artikel 2 Buchstabe d) der Richtlinie 96/48/EG sind Interoperabilitätskomponenten:

*„Bauteile, Bauteilgruppen, Unterbaugruppen oder komplette Materialbaugruppen, die in einem Teilsystem eingebaut sind oder eingebaut werden sollen und von denen die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems direkt oder indirekt abhängt“.*

Die Interoperabilitätskomponenten werden in den einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 96/48/EG behandelt und, soweit sie das Teilsystem Energie betreffen, in Abschnitt 5.2 dieser TSI aufgeführt.

## 5.2. Definitionen für die Interoperabilitätskomponenten

Für das Teilsystem Energie werden folgende Komponenten definiert:

- *Oberleitung*. Eine Oberleitung ist eine Fahrleitung, die über der oberen Grenze der Fahrzeugbegrenzungslinie angeordnet ist und die die Fahrzeuge über auf dem Fahrzeugdach angeordnete Einrichtungen, als Stromabnehmer bezeichnet, mit elektrischer Energie versorgt. Im Fall des Hochgeschwindigkeitsbahnsystems werden Oberleitungsbauarten verwendet, bei denen der oder die Fahrdrähte an einem oder mehreren Längstragsseilen aufgehängt sind. Die Stützpunkte wie Ausleger, Masten und Fundamente haben keinen Einfluss auf die Interoperabilität und werden daher in dieser TSI nicht behandelt.
- *Stromabnehmer*. Stromabnehmer sind Einrichtungen, die Ströme aus einem oder mehreren Fahrdrähten abnehmen und mit einem Gelenkmechanismus versehen sind, um eine vertikale Bewegung der Stromabnehmerwippe zu ermöglichen. Die Stromabnehmerwippe trägt die Schleifstücke und deren Halterungen. Das Ende der Stromabnehmerwippe hat die Form eines nach unten gebogenen Horns.
- *Schleifstücke*. Schleifstücke sind die austauschbaren Teile der Stromabnehmerwippe, die in direktem Kontakt mit dem Fahrdraht stehen und daher dem Verschleiß unterliegen.

## 5.3. Merkmale der Komponenten

### 5.3.1. Oberleitung

#### 5.3.1.1. Allgemeines

Die Auslegung von Oberleitungen muss EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitte 5 und 6 erfüllen. Zusätzliche Anforderungen, insbesondere Hochgeschwindigkeitsstrecken betreffend, werden nachfolgend festgelegt.

Die Oberleitung muss die für die jeweilige Strecke festgelegten Leistungsmerkmale erfüllen, insbesondere hinsichtlich der höchsten Fahrgeschwindigkeit und der Strombelastbarkeit.

#### 5.3.1.2. Strombelastbarkeit

Die Strombelastbarkeit hängt ab von den für jede Strecke im Register der Infrastrukturen gemäß Anhang D dieser TSI festgelegten Umgebungsbedingungen, das sind die höchste Umgebungstemperatur und die kleinste Seitenwindgeschwindigkeit, sowie von den zulässigen Temperaturen der Kontaktelemente und der Wirkungsdauer des Stromes. Die Bemessung der Oberleitung muss die Grenzen für die höchsten Temperaturen berücksichtigen, wie sie im Anhang B zu EN 50 119, Fassung 2001, angegeben sind, wobei die in EN 50 149, Fassung 1999, Abschnitt 4.5, Tabellen 3 und 4, angegebenen Werte zu beachten sind. Eine Studie muss nachweisen, dass die Oberleitung die festgelegten Anforderungen erfüllt.

#### 5.3.1.3. Eckwerte

Bei der Bemessung und Konstruktion der Oberleitung sind die in den Abschnitten 4.1.2.1 und 4.1.2.2 festgelegten Eckwerte einzuhalten.

#### 5.3.1.4. Wellenausbreitungsgeschwindigkeit

Die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit auf Fahrdrähten ist ein Kennwert für die Beurteilung der Tauglichkeit einer Oberleitung für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb. Dieser Kennwert hängt von der mechanischen Spannung und der Dichte des Fahrdrabts ab. Die maximale Betriebsgeschwindigkeit darf höchstens 70 % der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit betragen. Siehe auch EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.1.4.

#### 5.3.1.5. Elastizität und Gleichförmigkeit der Elastizität

Die Elastizität und die Gleichförmigkeit innerhalb eines Feldes sind entscheidend für eine hohe Stromabnehmerqualität und die Minderung des Verschleißes. Die Gleichförmigkeit der Elastizität wird durch den Gleichförmigkeitsfaktor  $u$  angegeben

$$u = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100(\%).$$

Dabei sind

$e_{\max}$  die größte Elastizität innerhalb eines Feldes;

$e_{\min}$  die kleinste Elastizität innerhalb eines Feldes.

Bei Hochgeschwindigkeitsstrecken sollte ein möglichst niedriger Wert für  $u$  angestrebt werden; Tabelle 5.1 enthält Werte für  $u$ , die für die jeweilige Oberleitungsbauart akzeptiert werden.

Tabelle 5.1

**Gleichförmigkeit  $u$  der Elastizität in %**

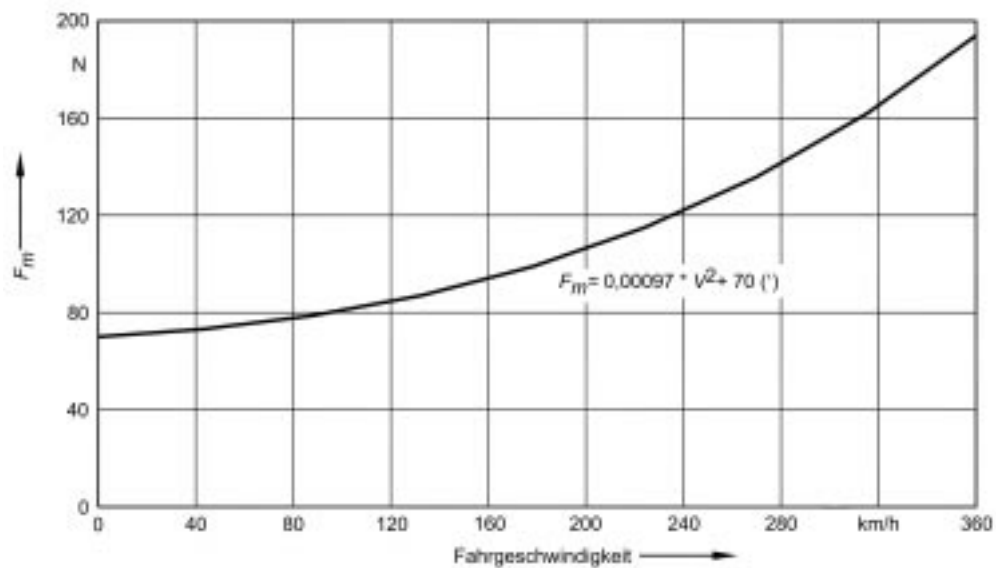
Art der Oberleitung	Fahrgeschwindigkeit km/h		
	200 bis 230	230 bis 300	Über 300
Ohne Y-Beiseil	< 40	< 40	< 25
Mit Y-Beiseil	< 20	< 10	< 10

Bei Hochgeschwindigkeitsstrecken sollte die Elastizität in Feldmitte auf Werte unter 0,5 mm/N begrenzt werden. Die Oberleitung muss EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.1.3, erfüllen.

5.3.1.6. *Mittlere Kontaktkraft*

In diesem Abschnitt wird die mittlere Kontaktkraft festgelegt, für die die Oberleitung ausgelegt werden muss.

Bild 5.1

**Zielvorgabe für die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  für AC-Systeme abhängig von der Fahrgeschwindigkeit**

(')  $v$  in km/h

Die mittlere Kontaktkraft  $F_m$ , die sich aus dem statischen und aerodynamischen Anteil der Kontaktkraft mit einer dynamischen Korrektur ergibt und als auf den Fahrdrat wirkend anzusetzen ist, ist in Bild 5.1 für Wechselstromsysteme abhängig von der Fahrgeschwindigkeit dargestellt.

In diesem Zusammenhang stellt  $F_m$  den Zielwert dar, der verwendet werden sollte, um einerseits eine Stromabnahme ohne unangemessene Lichtbögen sicherzustellen, und der nicht überschritten werden sollte, um andererseits den Verschleiß und die Gefährdung der Schleifstücke zu begrenzen.

Bei Zügen mit mehreren gleichzeitig an der Oberleitung anliegenden Stromabnehmern darf die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  für keinen der Stromabnehmer größer sein als der in Bild 5.1 angegebene Wert, da für jeden einzelnen Stromabnehmer die Gütekriterien für die Stromabnahme erfüllt werden müssen.

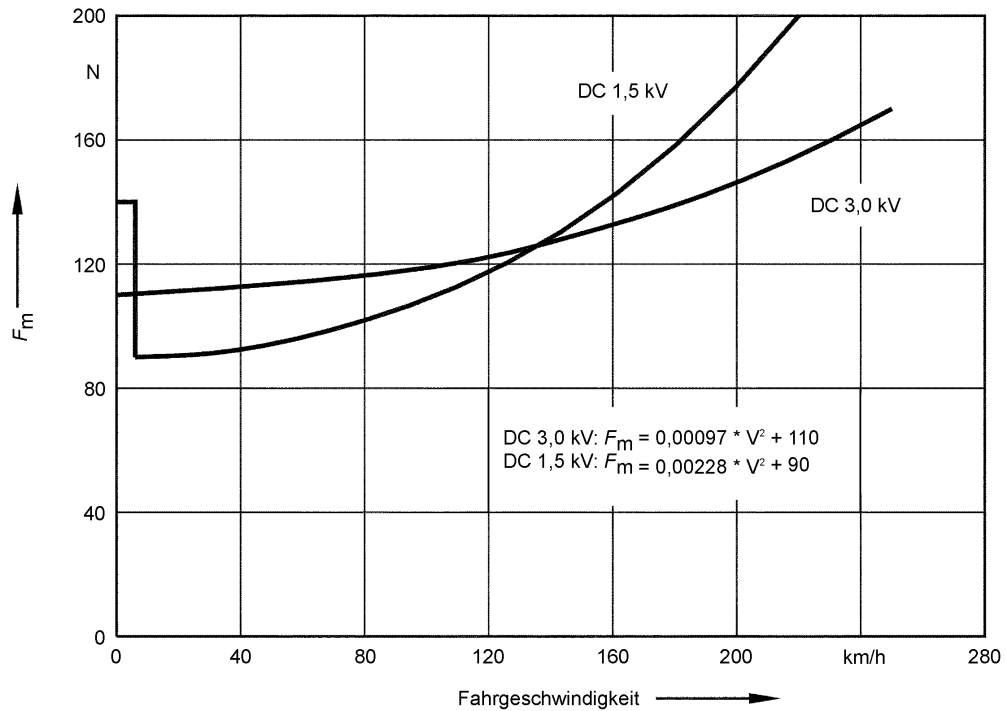
Die mittlere Kontaktkraft  $F_m$ , die sich aus den statischen und aerodynamischen Anteilen mit einer dynamischen Korrektur ergibt und im Fall von DC-1,5-kV- und DC-3,0-kV-Systemen angewendet werden muss, ist in Bild 5.2 abhängig von der Fahrgeschwindigkeit dargestellt. Für DC-1,5-kV-Strecken sollte die statische Kontaktkraft 140 N betragen, wo dies mit Rücksicht auf den Strom im Stillstand notwendig ist.



Bei Zügen mit mehreren gleichzeitig an der Oberleitung anliegenden Stromabnehmern darf die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  für keinen der Stromabnehmer größer sein als der in Bild 5.2 angegebene Wert, da für jeden einzelnen Stromabnehmer die Gütekriterien für die Stromabnahme erfüllt werden müssen.

Bild 5.2

**Zielvorgabe für die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  für DC 1,5-kV- und DC 3,0-kV-Strecken abhängig von der Fahrgeschwindigkeit**



#### 5.3.1.7. Instandhaltung

Der Hersteller muss alle notwendigen Unterlagen bereitstellen, um den Auftraggeber in die Lage zu versetzen, einen Instandhaltungsplan aufzustellen, der insbesondere die Geometrie der Oberleitung und den Verschleiß des Fahrdrabtes vor allem an kritischen Stellen wie Fahrdrabtkreuzungen über Weichen und in Nachspannungen berücksichtigt.

#### 5.3.1.8. Strom im Stillstand

Sowohl für den Fahrdrabt als auch für die Stromabnehmerschleifstücke muss ein angemessener Strom im Stillstand zugelassen werden, um die in den Zügen vorhandenen Hilfsbetriebe ausreichend zu versorgen. Für DC-1,5-kV-Systeme muss je Stromabnehmer ein Strom von 300 A sichergestellt sein, für DC-3,0-kV-Systeme ein Strom von 200 A je Stromabnehmer. Bei der Prüfung der Oberleitung mit der in EN 50 206-1, Fassung 1998, Abschnitt 6.1.3, angegebenen Methode darf die Fahrdrabttemperatur die in Anhang B von EN 50 119, Fassung 2001, angegebenen Grenzen nicht überschreiten.

### 5.3.2. Stromabnehmer

#### 5.3.2.1. Allgemeines

Der Stromabnehmer muss die festgelegten Leistungsmerkmale, insbesondere hinsichtlich der höchsten Fahrgeschwindigkeit und der Strombelastbarkeit, erfüllen. Sofern nichts anderes festgelegt ist, gilt EN 50 206. Der Aufbau der Stromabnehmer auf den Fahrzeugen wird im Teilsystem Fahrzeuge behandelt.

#### 5.3.2.2. Eckwerte

Bei der Bemessung und Konstruktion des Stromabnehmers sind die in Abschnitt 4.1 festgelegten Eckwerte einzuhalten.

### 5.3.2.3. *Strombelastbarkeit*

Der Stromabnehmer muss für den festgelegten, auf die Fahrzeuge zu übertragenden Strom bemessen und konstruiert werden. Der Nennstrom muss vom Hersteller des Stromabnehmers angegeben werden. Dabei sind die in Abhängigkeit der Verwendung für AC oder DC festgelegten Daten besonders zu beachten. Eine Studie muss nachweisen, dass der Stromabnehmer den festgelegten Strom führen kann.

### 5.3.2.4. *Bemessung und Ausführung der Isolation*

Die Stromabnehmer müssen auf dem Dach der Fahrzeuge gegen Erde isoliert angebracht werden. Die Bemessung und Ausführung der Isolation muss die Spannungsbeanspruchungen berücksichtigen. Hinsichtlich der nachzuweisenden Daten wird für die Netzspannung auf Anhang N dieser TSI und hinsichtlich Isolationskoordination auf EN 50 124-1, Fassung 1999, Tabelle 2, verwiesen. Isolatoren müssen entsprechend EN 60 383 geprüft werden.

### 5.3.2.5. *Arbeitsbereich der Stromabnehmer*

Der Stromabnehmer muss unter Fahrdrähthöhen zwischen 4 800 mm und 6 400 mm arbeiten können. Für den Betrieb in Großbritannien und Finnland, in Ausbau- und Anschlussstrecken kann die Fahrdrähthöhe unterschiedlich sein. Siehe hierzu Abschnitt 7.3.

### 5.3.2.6. *Statische Kontaktkraft*

Die statische Kontaktkraft ist die mittlere vertikale Kraft, die von der Stromabnehmerwippe nach oben vertikal auf die Oberleitung übertragen und vom Hubantrieb bei angehobenem Stromabnehmer und stehendem Fahrzeug ausgeübt wird.

Bei AC-Systemen muss die statische Kontaktkraft zwischen 40 und 120 N einstellbar sein.

Bei DC-Systemen kann eine höhere Kraft erforderlich sein, um den Kontakt der Schleifstücke mit dem Fahrdräht zu verbessern und eine gefährliche Erwärmung des Fahrdrähts zu vermeiden, wenn der Zug steht und die Hilfsbetriebe in Betrieb sind. Bei DC-Systemen muss die statische Kontaktkraft zwischen 50 und 150 N einstellbar sein.

Der Stromabnehmer und die Antriebe, die für die erforderlichen Kontaktkräfte sorgen, sind so auszulegen, dass die Stromabnehmer für alle Arten von interoperablen Oberleitungen einsetzbar sind. Hinsichtlich Einzelheiten und Konformitätsbewertung wird auf EN 50 206-1, Fassung 1998, Abschnitt 6.3.1, verwiesen.

### 5.3.2.7. *Mittlere Kontaktkraft und Leistungsmerkmale für das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer*

Die mittlere Kontaktkraft ist der Mittelwert der Kräfte infolge von statischen und aerodynamischen Einwirkungen. Sie ist gleich der Summe der statischen Kontaktkraft (Abschnitt 5.3.2.6) und der aerodynamischen Kraft infolge der Luftströmung an den Einzelteilen des Stromabnehmers bei der betrachteten Fahrgeschwindigkeit. Die mittlere Kontaktkraft ist eine charakteristische Größe des Stromabnehmers für ein gegebenes Triebfahrzeug und eine gegebene Arbeitshöhe des Stromabnehmers. Die mittlere Kontaktkraft wird an der Stromabnehmerwippe entsprechend Anhang Q gemessen.

Der Wert der mittleren Kontaktkraft  $F_m$  muss mit der in Abschnitt 5.3.1.6 festgelegten mittleren Kontaktkraft übereinstimmen.

Für mit Wechselstrom betriebene bestehende Verbindungs- und Anschluss-, Ausbau- und Hochgeschwindigkeitsstrecken, die die in Abschnitt 5.3.1.6 festgelegten Anforderungen nicht erfüllen, muss der Stromabnehmer so ausgelegt sein, dass die fahrgeschwindigkeitsabhängige mittlere Kontaktkraft  $F_m$  gemäß der Zielkurve entsprechend Bild 5.1 zusätzlich nach alternativen Kurven C1 und C2 eingestellt werden kann.

Diese Kurven sind in Anhang Q, Abschnitt 4.1, festgelegt.

Der Hersteller des Stromabnehmers muss Vorkehrungen dafür treffen, dass der Übergang zwischen den drei Kurven an Bord durchgeführt werden kann, wobei die geeigneten Informationen, z. B. die Verwendung eines 1 950 mm breiten Stromabnehmers oder Informationen über die Art der Spannung an der Oberleitung zugrunde gelegt werden. Das im Anhang D dieser TSI definierte Register der Infrastrukturen bestehender Strecken muss angeben, welche Kurve zu wählen ist, d. h. die Zielkurve oder die alternativen Kurven C1 oder C2.

Bei Zügen mit mehreren gleichzeitig anliegenden Stromabnehmern darf die Kontaktkraft  $F_m$  für irgendeinen Stromabnehmer nicht höher sein als die gegebenen Werte der Zielkurve entsprechend Abschnitt 5.3.1.6 oder einer der Kurven C1 oder C2, da für jeden einzelnen Stromabnehmer die Kriterien für die Stromabnahme erfüllt werden müssen.

Diese Anforderungen sind in Anhang Q festgelegt.

Die Konformität ist entsprechend Anhang Q zu bewerten.

#### 5.3.2.8. *Automatische Absenkung*

Stromabnehmer sind mit einer Vorrichtung entsprechend EN 50 206-1, Fassung 1998, Abschnitt 4.9, auszurüsten, die den Stromabnehmer in einem Schadensfall absenkt.

#### 5.3.2.9. *Strom im Stillstand*

Fahrdrabt und Schleifstücke müssen den Strom führen können, den die Fahrzeuge im Stillstand entnehmen, damit die Hilfsbetriebe in den Zügen ausreichend versorgt werden. Bei DC-Systemen muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 5.3.1.8 ein Strom von 300 A je Stromabnehmer gewährleistet sein. Eine Studie muss nachweisen, dass der Stromabnehmer den festgelegten Strom im Stillstand führen kann.

Für die Konformitätsbewertung wird auf EN 50 206-1, Fassung 1998, Abschnitt 6.13, und Anhang M verwiesen.

### 5.3.3. **Schleifstücke**

#### 5.3.3.1. *Eckwerte*

Die Stromabnehmerschleifstücke müssen den in Abschnitt 4.1 genannten Eckwerten entsprechen.

#### 5.3.3.2. *Werkstoffe*

Die für Stromabnehmerschleifstücke verwendeten Werkstoffe müssen mit dem Werkstoff der Fahrdrähte physikalisch und elektrisch verträglich sein, um einen übermäßigen Abrieb der Fahrdrähtoberfläche und den Verschleiß sowohl der Fahrdrähte als auch der Schleifstücke so gering wie möglich zu halten. Reine Kohle oder imprägnierte Kohle sind für das Zusammenwirken mit Fahrdrähten aus Kupfer oder Kupferlegierungen zugelassen. Daher sollte diese Kombination vorzugsweise für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem verwendet werden.

Andere Werkstoffe dürfen bei DC-Systemen im gegenseitigen Einvernehmen verwendet werden. In diesem Fall können die Schleifstücke jedoch nicht als interoperabel angesehen werden. Es wird auf Anhang M, Abschnitt M.2, dieser TSI verwiesen.

#### 5.3.3.3. *Strombelastbarkeit*

Werkstoff und Querschnitt der Schleifstücke sind im Hinblick auf den größten Bemessungsstrom der Schleifstücke zu wählen. Der Nennstrom muss vom Hersteller auf der Schleifleiste angegeben werden. Typprüfungen müssen die Konformität wie in Anhang M, Abschnitt M.4, dieser TSI festgelegt nachweisen.

#### 5.3.3.4. *Strom im Stillstand*

Fahrdrabt und Schleifstücke müssen einen festgelegten Mindeststrom im Stillstand führen können, damit die Hilfsbetriebe in den Zügen ausreichend versorgt werden können. Bei Gleichstromsystemen muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 5.3.1.8 ein Strom von 300 A je Stromabnehmer gewährleistet werden. Eine Studie ist zu erstellen, um die Strombelastbarkeit der Schleifstücke nachzuweisen. Zur Konformitätsbewertung wird auf Anhang M, Abschnitt M.3, dieser TSI verwiesen.

#### 5.3.3.5. *Erkennung von Schleifstückbrüchen*

Die Schleifstücke sind so zu gestalten, dass irgendwelche Schäden an den Schleifstücken erkannt und daraufhin das Absenken der Stromabnehmer ausgelöst wird. Es wird auf EN 50 206-1, Fassung 1998, Abschnitt 4.9, verwiesen.

## 6. BEWERTUNG DER KONFORMITÄT UND/ODER DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

### 6.1. Interoperabilitätskomponenten

#### 6.1.1. *Bewertungsverfahren und Module zur Konformitätsbewertung*

Das Bewertungsverfahren für die Konformität der im Abschnitt 5 dieser TSI festgelegten Interoperabilitätskomponenten muss unter Anwendung der im Anhang A dieser TSI definierten Module durchgeführt werden.

Wenn der Auftraggeber nachweisen kann, dass Prüfungen oder Nachweise anlässlich vorhergehender Anwendungen für die neue Anwendung gültig bleiben, muss die benannte Stelle diese bei der Konformitätsbewertung berücksichtigen.

Die Verfahren zur Konformitätsbewertung für die im Abschnitt 5 dieser TSI festgelegten Interoperabilitätskomponenten Oberleitung, Stromabnehmer und Schleifstücke sind in Anhang B, Tabellen B.1 bis B.3, dieser TSI enthalten.

Soweit durch die in Anhang A dieser TSI aufgeführten Module vorgeschrieben, muss die Konformitätsbewertung einer Interoperabilitätskomponente – sofern das Verfahren dies vorschreibt – von der benannten Stelle vorgenommen werden, bei der der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter den Antrag stellt.

Der Hersteller einer Interoperabilitätskomponente oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter muss eine EG-Konformitätserklärung gemäß Artikel 13 Absatz 1 und Anhang IV, Kapitel 3, der Richtlinie 96/48/EG erstellen, bevor die Interoperabilitätskomponente in Verkehr gebracht wird. Eine EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung ist für die Interoperabilitätskomponenten des Teilsystems Energie nicht erforderlich.

#### 6.1.2. *Anwendung der Module*

Für die Bewertung einer jeden Interoperabilitätskomponente des Teilsystems Energie kann der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter wählen zwischen

- der Bauartprüfung (Modul B) gemäß Anhang A, Abschnitt A.2, dieser TSI für die Entwurfs- und Entwicklungsphase in Verbindung mit der „Konformität mit der Bauart“ (Modul C), in Anhang A, Abschnitt A.3, dieser TSI enthalten, für die Produktionsphase oder
- der umfassenden Qualitätssicherung mit Entwurfsprüfung (Modul H2) gemäß Anhang A, Abschnitt A.4, dieser TSI für alle Phasen.

Die Bewertungsverfahren sind im Anhang A dieser TSI festgelegt.

Das Modul H2 darf nur gewählt werden, wenn der Hersteller ein Qualitätssicherungssystem für Entwurf und Konstruktion, Herstellung, Produktendkontrolle und -prüfung unterhält, das von einer benannten Stelle anerkannt wurde und überwacht wird.

Die Konformitätsbewertung muss die Phasen und Merkmale umfassen, die mit einem X in den Tabellen B.1, B.2 und B.3 des Anhangs B dieser TSI gekennzeichnet sind.

### 6.2. Teilsystem Energie

#### 6.2.1. *Bewertungsverfahren und Module*

Auf Verlangen des Auftraggebers oder seines in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten führt die benannte Stelle das EG-Prüfverfahren gemäß Artikel 18 Absatz 1 und Anhang VI der Richtlinie 96/48/EG nach den Bestimmungen der einschlägigen Module gemäß Anhang A dieser TSI durch.

Wenn der Auftraggeber nachweisen kann, dass Prüfungen oder Nachweise anlässlich vorhergehender Anwendungen für die neue Anwendung gültig bleiben, muss die benannte Stelle diese bei der Konformitätsbewertung berücksichtigen.

Die Bewertungsverfahren für das EG-Prüfverfahren des Teilsystems Energie sind im Anhang C, Tabelle C.1 dieser TSI enthalten.

Soweit in dieser TSI festgelegt, muss das EG-Prüfverfahren des Teilsystems Energie auch die Schnittstellen mit anderen Teilsystemen des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems berücksichtigen.

Der Auftraggeber muss eine EG-Konformitätserklärung für das Teilsystem Energie gemäß Artikel 18 Absatz 1 und Anhang V der Richtlinie 96/48/EG erstellen.

#### 6.2.2. **Anwendung der Module**

Zur Bewertung des Teilsystems Energie kann der Auftraggeber oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter wählen zwischen

- dem Einzelprüfverfahren (Modul SG) gemäß Anhang A, Abschnitt A.5, dieser TSI oder
- der umfassenden Qualitätssicherung mit Entwurfsprüfung (Modul SH2) gemäß Anhang A, Abschnitt A.6, dieser TSI.

Das Modul SH2 darf nur gewählt werden, wenn alle Tätigkeiten, die dem zu bewertenden Teilsystem Beiträge liefern (Auslegung, Herstellung, Zusammenbau, Montage), einem Qualitätssicherungssystem für Entwurf und Konstruktion, Produktion, Produktendkontrolle und -prüfung unterworfen sind, das von einer benannten Stelle anerkannt wurde und überwacht wird.

Die Konformitätsbewertung muss alle in der Tabelle C.1 des Anhangs C dieser TSI mit X gekennzeichneten Phasen und Merkmale umfassen.

### 7. **IMPLEMENTIERUNG DER TSI ENERGIE**

#### 7.1. **Anwendung dieser TSI auf Hochgeschwindigkeitsstrecken und Fahrzeuge, die in Betrieb genommen werden sollen**

Kapitel 2 bis 6 sowie besondere Bestimmungen aus Abschnitt 7.3 sind vollständig auf Hochgeschwindigkeitsstrecken im geografischen Anwendungsbereich dieser TSI (siehe Abschnitt 1.2) und auf die Fahrzeuge anzuwenden, die nach Inkrafttreten dieser TSI in Betrieb genommen werden.

#### 7.2. **Anwendung dieser TSI auf Hochgeschwindigkeitsstrecken und Fahrzeuge, die bereits in Betrieb sind**

Bei Infrastrukturanlagen und Fahrzeugen, die bereits in Betrieb sind, wird diese TSI unter den in Teil 1, Abschnitt 3, dieser Entscheidung festgelegten Bedingungen auf die Komponenten angewendet. In diesem Zusammenhang geht es in erster Linie um die Anwendung einer Übergangsstrategie, die eine wirtschaftlich gerechtfertigte Anpassung bestehender Anlagen ermöglicht, die unter Berücksichtigung des Prinzips des Rechts auf das Weiterbetreiben von Anlagen, die sich im langjährigen Betrieb zuverlässig bewährt und damit ihre Eignung gezeigt haben, zu erfolgen hat. Die folgenden Prinzipien gelten für die TSI Energie.

Während die TSI auf neue Anlagen vollständig angewendet werden kann, kann die Implementierung auf bereits vorhandenen Strecken Änderungen der bestehenden Anlagen erfordern. Die erforderlichen Änderungen hängen vom Ausmaß der Konformität der bestehenden Anlagen ab. Eine Implementierungsstrategie kann nur individuell für bestimmte Strecken oder Netze in den europäischen Mitgliedsstaaten erfolgen. Abschnitt 7.3 führt Punkte an, bei denen eine Implementierung Änderungen der bestehenden Anlagen mit sich bringt. Tabelle 7.1 fasst die zu implementierenden Merkmale zusammen.

Die unterzeichnende Stelle muss die praktischen Maßnahmen und verschiedenen Phasen definieren, die notwendig sind, um für eine Inbetriebnahme unter den geforderten Leistungen zu sorgen. Zu diesen Phasen können Übergangsperioden der Inbetriebnahme gehören, bei denen die Leistungen reduziert werden.

Tabelle 7.1

**Implementierung der technischen Spezifikationen für Interoperabilität, Teilsystem Energie**

Zu implementierendes Merkmal	Abschnitt
Spannung und Frequenz	4.1.1
Installierte Leistung, mittlere nutzbare Spannung	4.3.1.1
Oberwellenströme	4.2.2.3
Koordination des elektrischen Schutzes	4.2.2.8
Externe elektromagnetische Verträglichkeit	4.3.1.5
Schutz gegen elektrischen Schlag	4.3.1.8, 4.3.2.4
Abschaltung der Energieversorgung bei Gefahr	4.3.1.10
Fortsetzung der Energieversorgung	4.3.1.11
Nutzbremmung	4.3.1.4
Geometrie der Oberleitung	4.1.2.1, 4.1.2.2, 5.3.1.3
Kinematische Fahrzeugumgrenzungslinie	4.2.2.4
Phasentrennstrecken	4.2.2.10
Systemtrennstrecken	4.2.2.11
Strombelastbarkeit	5.3.1.2, 5.3.2.3, 5.3.3.3
Wellenausbreitungsgeschwindigkeit	5.3.1.4
Elastizität und deren Gleichförmigkeit	5.3.1.5
Mittlere Kontaktkraft	5.3.1.6
Sicherheit, Erdung und Potentialausgleich	4.3.1.2, 4.3.2.2
Dynamisches Verhalten und Stromabnahme	4.3.2.3
Bemessung und Ausführung der Stromabnehmer	4.1.2.3
Bemessung und Ausführung der Schleifstücke	5.3.3
Kontaktkräfte	4.3.2.5

**7.3. Sonderfälle**

Die folgenden besonderen Bestimmungen sind in den nachstehenden aufgeführten Sonderfällen zugelassen. Diese Sonderfälle werden in zwei Kategorien eingeteilt: entweder werden die Bestimmungen dauernd („P“-Fälle) oder vorübergehend („T“-Fälle) angewendet. Für vorübergehende Fälle wird empfohlen, die Zielvorgaben entweder bis 2010 erreicht zu haben („T1“-Fälle), ein durch die Entscheidung Nr. 1692/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 über die gemeinschaftlichen Leitlinien zur Entwicklung des transeuropäischen Verkehrsnetzes festgesetztes Ziel, oder bis 2020 („T2“-Fälle).

**7.3.1. Besonderheiten der österreichischen Bahn***Anschlussstrecken*

Die für den Umbau der Oberleitung auf Ausbau- und Anschlussstrecken sowie in Bahnhöfen erforderlichen Investitionen, um die Anforderungen des 1 600 mm-Euro-Stromabnehmers zu erfüllen, sind unangemessen hoch. Die auf diesen Strecken fahrenden Züge müssen mit weiteren 1 950-mm-Stromabnehmern für Geschwindigkeiten bis zu 230 km/h ausgestattet sein, so dass die Oberleitung auf diesen Teilen des transeuropäischen Netzes nicht für den Betrieb des Euro-Stromabnehmers umgerüstet werden muss. In diesen Bereichen ist eine seitliche Auslenkung des Fahrdrabtes von höchstens 550 mm zugelassen. Künftige Studien zu Ausbau- und Anschlussstrecken sollten den Euro-Stromabnehmer berücksichtigen, um die Richtigkeit der getroffenen Entscheidungen darzustellen.

*Anschluss- und Ausbaustrecken (P-Fall)*

Wegen der Zustimmung, die Oberleitung für einen 1 950 mm breiten Stromabnehmer auszulegen, besteht kein Anpassungsbedarf.

*Anschlussstrecken (T1-Fall)*

Um die Anforderungen hinsichtlich mittlerer nutzbarer Spannung und installierter Leistung zu erfüllen, sind zusätzliche Unterwerke erforderlich. Ihre Errichtung ist bis 2010 geplant.

**7.3.2. Besonderheiten der belgischen Bahn***Bestehende Hochgeschwindigkeitsstrecken*

Auf bestehenden Hochgeschwindigkeitsstrecken erfüllen die Phasentrennstrecken die Anforderungen an den Abstand von drei aufeinander folgenden Stromabnehmern von über 143 m nicht. Zwischen bestehenden Hochgeschwindigkeitsstrecken und Ausbaustrecken gibt es keine automatische Steuerung, um den Hauptleistungsschalter auf den Triebfahrzeugen auszulösen.

Beide Merkmale müssen geändert werden.

*Anschluss- und Ausbaustrecken*

Auf einigen Streckenabschnitten — unter Brücken — entspricht die Fahrdrathöhe den Mindestanforderungen der TSI nicht und muss daher geändert werden. Termine liegen hierfür noch nicht vor.

**7.3.3. Besonderheiten der deutschen Bahn (P-Fall)**

Die für den Umbau der Oberleitung auf Ausbau- und Anschlussstrecken sowie in Bahnhöfen erforderlichen Investitionen, um die Anforderungen des 1 600-mm-Euro-Stromabnehmers zu erfüllen, sind unangemessen hoch. Die auf diesen Strecken fahrenden Züge müssen mit weiteren 1 950-mm-Stromabnehmern für Geschwindigkeiten bis zu 230 km/h ausgestattet sein, so dass die Oberleitung auf diesen Teilen des trans-europäischen Netzes nicht für den Betrieb des Euro-Stromabnehmers umgerüstet werden muss. In diesen Bereichen ist eine seitliche Auslenkung des Fahrdrahtes von höchstens 550 mm zugelassen. Künftige Studien zu Ausbau- und Anschlussstrecken sollten den Euro-Stromabnehmer berücksichtigen, um die Richtigkeit der getroffenen Entscheidungen darzustellen.

**7.3.4. Besonderheiten der spanischen Bahn (P-Fall)**

Die für den Umbau der Oberleitung auf Ausbau- und Anschlussstrecken sowie in Bahnhöfen erforderlichen Investitionen, um die Anforderungen des 1 600-mm-Euro-Stromabnehmers zu erfüllen, sind unangemessen hoch. Die auf diesen Strecken fahrenden Züge müssen mit weiteren 1 950-mm-Stromabnehmern für Geschwindigkeiten bis zu 230 km/h ausgestattet sein, so dass die Oberleitung auf diesen Teilen des trans-europäischen Netzes nicht für den Betrieb des Euro-Stromabnehmers umgerüstet werden muss. In diesen Bereichen ist eine seitliche Auslenkung des Fahrdrahtes von höchstens 550 mm zugelassen. Künftige Studien zu Ausbau- und Anschlussstrecken sollten den Euro-Stromabnehmer berücksichtigen, um die Richtigkeit der getroffenen Entscheidungen darzustellen.

Auf einigen Abschnitten der künftigen Strecken des spanischen Hochgeschwindigkeitsnetzes kann die Fahrdrathöhe 5,50 m betragen; dies gilt insbesondere für die zukünftige Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Barcelona und Perpignan. Dies würde auch auf Frankreich zwischen der spanischen Grenze und Perpignan zutreffen, wenn dieses Land darum bäte.

Für die Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Sevilla und Madrid müssen die Züge mit einem 1 950-mm-Stromabnehmer ausgestattet sein.

**7.3.5. Besonderheiten der französischen Bahn***Bestehende Hochgeschwindigkeitsstrecken (T2-Fall)*

Um die Kriterien der Stromabnahme und des dynamischen Verhaltens auf Wechselstromstrecken zu erfüllen, sind Änderungen des Oberleitungskettenwerks erforderlich.

Auf bestehenden Hochgeschwindigkeitsstrecken sind die Phasentrennstrecken nicht mit der Anordnung von drei Stromabnehmern im Abstand von mehr als 143 m vereinbar. Phasentrennstrecken müssen abgeändert werden.

Auf einer speziellen Hochgeschwindigkeitsstrecke ist eine Änderung des Oberleitungskettenwerks erforderlich, um dem zulässigen Anhub der Stromabnehmer ohne Anhubbegrenzung an den Stromabnehmern Rechnung zu tragen.

#### *Ausbau- und Anschlussstrecken*

Für die Erfüllung der Stromabnahmekriterien auf Gleichstromstrecken sind Änderungen am Oberleitungskettenwerk erforderlich. Für Gleichstromstrecken ist der Querschnitt von Fahrdrähten nicht ausreichend, um die TSI-Anforderungen an die Stromübertragung bei Stillstand eines Zuges in Bahnhöfen oder in Bereichen, in denen die Züge vorgeheizt werden, zu erfüllen.

Die bestehende Gleichstromstrecke nach Spanien wird mit einer 1 950-mm-Stromabnehmerwippe betrieben. Um diese Strecke mit einer 1 600-mm-Euro-Stromabnehmerwippe zu betreiben, muss die Oberleitung entsprechend umgebaut werden.

#### *Alle Streckenkategorien*

Folgendes gilt für die Stromabnehmer:

- für Wechselstromsysteme ist eine 1 600-mm-Euro-Stromabnehmerwippe anstelle von 1 450-mm-Stromabnehmerwippen, die zur Zeit beim TGV verwendet werden, erforderlich;
- für Gleichstromsysteme ist eine 1 600-mm-Euro-Stromabnehmerwippe anstelle von 1 950-mm Stromabnehmerwippen, die zur Zeit beim TGV verwendet werden, erforderlich;
- für Wechselstromsysteme ist in einer Übergangsperiode die Verwendung von Stromabnehmern, die mit drei Zielkurven (C1, C2 und Zielkurve) für die mittlere Kontaktkraft  $F_m$  arbeiten können, erforderlich;
- für Gleichstromsysteme kann die Verwendung von Stromabnehmern erforderlich werden, die in der Lage sind, mit zwei  $F_m$ -Kurven — einer für 1,5 kV und einer zweiten für 3 kV — zu arbeiten.

Für die Umstellung wurden bislang keine Termine festgelegt.

### 7.3.6. **Besonderheiten der britischen Bahn**

#### *Neue Hochgeschwindigkeitsstrecken (T1-Fall)*

Auf der geplanten Strecke zum Ärmelkanal (CTRL, Channel Tunnel Railway Line) kann für die Phasentrennstrecken eine Anpassung an die TSI erforderlich werden. Diese Anpassung erfolgt bei Beginn des vollen Betriebs, inklusive Güterzüge.

#### *Ausbaustrecken (P-Fall)*

Auf der East Coast Main Line (ECML) erfüllen einige Abschnitte nicht die Spezifikationen für Spannung und Frequenz, mittlere nutzbare Spannung und installierter Leistung. Die Implementierung der TSI ist im Zuge des nächsten umfangreicheren Ausbaus der ECML geplant.

Auf der ECML und der West Coast Main Line (WCML) basieren die Geometrie der Leitung und der kinematischen Fahrzeugumgrenzungslinie auf dem Lichtraumprofil UK1 und werden als Sonderfall behandelt. Die variable Fahrdrähthöhe kann für Geschwindigkeiten bis zu 225 km/h beibehalten werden, während die mittlere Kontaktkraft so angepasst wird, dass die Stromabnahmeanforderungen der Norm EN 50 119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.1, erfüllt werden.

Auf der WCML wird die vorhandene Bauart der Phasentrennstrecken beibehalten.

### 7.3.7. **Besonderheiten der italienischen Bahn**

#### *Bestehende Hochgeschwindigkeitsstrecken (T1-Fall)*

Die Geometrie der Oberleitungen muss hinsichtlich der Fahrdrähthöhe auf einem 100 km langen zweigleisigen Abschnitt angepasst werden.

Diese Änderungen werden bis 2010 durchgeführt.



*Anschluss- und Ausbaustrecken (T1-Fall)*

Die Geometrie der Oberleitung muss hinsichtlich der Fahrdrathöhe auf Teilen der betroffenen Strecken angepasst werden.

Um die Anforderungen an die mittlere nutzbare Spannung und die installierte Leistung zu erfüllen, sind zusätzliche Unterwerke erforderlich.

Diese Änderungen werden bis 2010 durchgeführt.

**7.3.8. Besonderheiten der irischen und nordirischen Bahn (P-Fall)**

Auf den elektrifizierten Strecken der Republik Irland und dem nordirischen Streckennetz legen das Lichtraumprofil IRL1 und die notwendigen Abstände die Nennfahrdrathöhe fest.

**7.3.9. Besonderheiten der schwedischen Bahn (P-Fall)**

Die für den Umbau der Oberleitung auf Ausbau- und Anschlussstrecken sowie in Bahnhöfen erforderlichen Investitionen, um die Anforderungen des 1 600-mm-Euro-Stromabnehmers zu erfüllen, sind unangemessen hoch. Die auf diesen Strecken fahrenden Züge müssen mit weiteren 1 950-mm-Stromabnehmern für Geschwindigkeiten bis zu 230 km/h ausgestattet sein, so dass die Oberleitung auf diesen Teilen des trans-europäischen Netzes nicht für den Betrieb des Euro-Stromabnehmers umgerüstet werden muss. In diesen Bereichen ist eine seitliche Auslenkung des Fahrdrathes von höchstens 550 mm zugelassen. Künftige Studien zu Ausbau- und Anschlussstrecken sollten den Euro-Stromabnehmer berücksichtigen, um die Richtigkeit der getroffenen Entscheidungen darzustellen.

**7.3.10. Besonderheiten der finnischen Bahn (P-Fall)**

Die normale Fahrdrathöhe beträgt 6 150 mm (mindestens 5 600 mm, höchstens 6 500 mm).

---

## ANHANG A

**BEWERTUNG DER VERFAHREN (MODULE)**

- für die Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten,
- für die EG-Prüferklärung für das Teilsystem.

## A.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren der Konformitätsbewertung für die Interoperabilitätskomponenten des Teilsystems und die EG-Prüferklärung für das Teilsystem Energie.

## A.2. MODUL B (BAUARTPRÜFUNG)

**Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten**

1. Dieses Modul beschreibt den Teil des Verfahrens, bei dem eine benannte Stelle prüft und bestätigt, dass ein für die betreffende Produktion repräsentatives Muster den Vorschriften der einschlägigen TSI entspricht.
2. Der Antrag auf Bauartprüfung ist vom Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten bei einer benannten Stelle seiner Wahl einzureichen.

Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- Namen und Anschrift des Herstellers und, wenn der Antrag vom Bevollmächtigten eingereicht wird, auch dessen Namen und Anschrift;
- eine schriftliche Erklärung, dass derselbe Antrag bei keiner anderen benannten Stelle eingereicht worden ist;
- die in Nummer 3 beschriebenen technischen Unterlagen.

Der Antragsteller stellt der benannten Stelle ein für die betreffende Produktion repräsentatives Muster (im Folgenden als „Baumuster“ bezeichnet) zur Verfügung.

Ein Baumuster kann mehrere Varianten der Interoperabilitätskomponente abdecken, sofern die Unterschiede zwischen den Varianten die Bestimmungen der TSI nicht berühren.

Die benannte Stelle kann weitere Muster verlangen, wenn sie diese für die Durchführung des Prüfungsprogramms benötigt.

Wenn im Bauartprüfungsverfahren keine Baumusterversuche verlangt werden (siehe Nummer 4.4) und die Bauart durch die technischen Unterlagen gemäß Nummer 3 ausreichend definiert ist, kann die benannte Stelle auf die Bereitstellung von Baumustern verzichten.

3. Die technischen Unterlagen müssen eine Bewertung der Konformität der Interoperabilitätskomponente mit den Anforderungen dieser TSI ermöglichen. Sie müssen in dem für die Bewertung erforderlichen Maße Entwurf, Fertigung und Funktionsweise der Interoperabilitätskomponente abdecken. Die technischen Unterlagen müssen enthalten:
  - eine allgemeine Beschreibung der Bauart;
  - Entwürfe, Fertigungszeichnungen und -pläne von Bauteilen, Unterbaugruppen, Schaltkreisen usw.;
  - Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis der genannten Zeichnungen und Pläne sowie der Funktionsweise der Interoperabilitätskomponente erforderlich sind;
  - Bedingungen zur Integration der Interoperabilitätskomponente in ihre Systemumgebung (Unterbaugruppen, Baugruppen, Teilsystem) und die erforderlichen Schnittstellenbedingungen;
  - Betriebs- und Instandhaltungsbedingungen der Interoperabilitätskomponente (Betriebsdauer- oder Laufleistungsbeschränkungen, Verschleißgrenzen usw.);

- Verzeichnis der Technischen Spezifikationen, nach denen die Konformität der Interoperabilitätskomponente geprüft wird (relevante TSI und/oder europäische Spezifikationen mit relevanten Bestimmungen);
  - eine Beschreibung der zur Erfüllung der Anforderungen dieser TSI gewählten Lösungen, falls die in der TSI genannten europäischen Spezifikationen nicht vollständig angewandt wurden;
  - die Ergebnisse der Konstruktionsberechnungen, Prüfungen usw.;
  - Prüfberichte.
4. Die benannte Stelle
- 4.1. prüft die technischen Unterlagen;
- 4.2. überprüft, wenn die TSI eine Entwurfsprüfung vorschreibt, die Entwurfsmethoden, -werkzeuge und -ergebnisse daraufhin, ob sie geeignet sind, am Ende des Entwurfsprozesses die Konformitätsanforderungen an die Interoperabilitätskomponente zu erfüllen;
- 4.3. überprüft, wenn die TSI eine Prüfung des Herstellungsverfahrens vorschreibt, das Fertigungsverfahren zur Herstellung der Interoperabilitätskomponente daraufhin, inwieweit es zur Konformität der Interoperabilitätskomponente beiträgt, und/oder überprüft die vom Hersteller am Ende des Entwurfsprozesses vorgenommenen Revisionen;
- 4.4. überprüft, wenn die TSI Baumusterversuche vorschreibt, ob das (die) Baumuster in Übereinstimmung mit den technischen Unterlagen hergestellt wurde(n), und führt die entsprechenden Baumusterversuche gemäß den Bestimmungen der TSI oder der in den TSI genannten europäischen Spezifikationen durch oder lässt sie durchführen;
- 4.5. stellt fest, welche Elemente nach den einschlägigen Bestimmungen der TSI oder der in den TSI genannten europäischen Spezifikationen und welche nicht nach diesen Bestimmungen entworfen wurden;
- 4.6. führt die entsprechenden Untersuchungen und erforderlichen Prüfungen nach Nummer 4.2, 4.3 und 4.4 durch oder lässt sie durchführen, um festzustellen, ob die vom Hersteller gewählten Lösungen die Anforderungen der TSI erfüllen, sofern die einschlägigen europäischen Spezifikationen nicht angewandt wurden;
- 4.7. führt die entsprechenden Untersuchungen und erforderlichen Prüfungen nach Nummer 4.2, 4.3 und 4.4 durch oder lässt sie durchführen, um festzustellen, ob die einschlägigen europäischen Spezifikationen eingehalten wurden, sofern sich der Hersteller für die Anwendung dieser Spezifikationen entschieden hat;
- 4.8. vereinbart mit dem Antragsteller den Ort, an dem die Untersuchungen und erforderlichen Prüfungen durchgeführt werden sollen.
5. Entspricht die Bauart den Bestimmungen der TSI, so stellt die benannte Stelle dem Antragsteller eine Bauartprüfbescheinigung aus. Die Bescheinigung enthält Name und Anschrift des Herstellers, Ergebnisse der Prüfung, etwaige Bedingungen für die Gültigkeit der Bescheinigung und die zur Identifizierung der zugelassenen Bauart erforderlichen Angaben.

Die Geltungsdauer beträgt maximal 3 Jahre.

Ein Verzeichnis der wichtigen technischen Unterlagen wird der Bescheinigung beigelegt und in einer Kopie von der benannten Stelle aufbewahrt.

Lehnt die benannte Stelle es ab, dem Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten eine EG-Bauartprüfbescheinigung auszustellen, so gibt sie dafür eine ausführliche Begründung.

Es ist ein Einspruchsverfahren vorzusehen.

6. Der Antragsteller unterrichtet die benannte Stelle, der die technischen Unterlagen zur EG-Bauartprüfbescheinigung vorliegen, über alle Änderungen an dem zugelassenen Produkt, die einer neuen Zulassung bedürfen, soweit diese Änderungen die Übereinstimmung mit den Anforderungen der TSI oder den vorgeschriebenen Bedingungen für die Benutzung des Produkts beeinträchtigen können. Diese neue Zulassung wird in Form einer Ergänzung der ursprünglichen Bauartprüfbescheinigung erteilt. Alternativ kann eine neue Bauartprüfbescheinigung ausgestellt werden, nachdem die ursprüngliche Bescheinigung außer Kraft gesetzt wurde.
7. Wenn keine Änderungen nach Nummer 6 vorgenommen wurden, kann die Gültigkeit einer auslaufenden Bescheinigung um eine weitere Geltungsdauer verlängert werden. Der Antragsteller beantragt die Verlängerung durch eine schriftliche Erklärung, dass keine derartigen Änderungen vorgenommen wurden, und die benannte Stelle verlängert die Bescheinigung um die Geltungsdauer nach Nummer 5, sofern keine entgegenstehenden Informationen vorliegen. Dieses Verfahren kann wiederholt werden.

8. Jede benannte Stelle macht den übrigen benannten Stellen einschlägige Angaben über die entzogenen bzw. abgelehnten Bauartprüfbescheinigungen.
9. Die übrigen benannten Stellen erhalten auf Anfrage Kopien der EG-Bauartprüfbescheinigungen und/oder der Ergänzungen. Die Anhänge der Bescheinigungen sind für die übrigen benannten Stellen zur Verfügung zu halten.
10. Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter müssen bei den technischen Unterlagen Kopien der EG-Bauartprüfbescheinigungen und der Ergänzungen für einen Zeitraum von 10 Jahren nach Herstellung der letzten Interoperabilitätskomponente aufbewahren. Sind weder der Hersteller noch sein Bevollmächtigter in der Gemeinschaft ansässig, so obliegt diese Verpflichtung zur Aufbewahrung der technischen Unterlagen demjenigen, der die Interoperabilitätskomponente auf dem Gemeinschaftsmarkt in Verkehr bringt.

### A.3. MODUL C (KONFORMITÄT MIT DER BAUART)

#### **Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten**

1. Dieses Modul beschreibt den Teil des Verfahrens, bei dem der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter sicherstellt und erklärt, dass die betreffende Interoperabilitätskomponente der in der EG-Bauartprüfbescheinigung beschriebenen Bauart entspricht und die für sie geltenden Anforderungen der Richtlinie 96/48 EG und der TSI erfüllt.
2. Der Hersteller trifft alle erforderlichen Maßnahmen, damit der Fertigungsprozess die Übereinstimmung der hergestellten Interoperabilitätskomponenten mit der in der EG-Bauartprüfbescheinigung beschriebenen Bauart und mit den für sie geltenden Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG und der TSI gewährleistet.
3. Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter stellt eine Konformitätserklärung für die Interoperabilitätskomponente aus.

Die Erklärung muss mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Anhang IV Ziffer 3 und Artikel 13 Absatz 3, genannten Angaben enthalten. Die EG-Konformitätserklärung und ihre Anlagen müssen datiert und unterzeichnet sein.

Die Erklärung muss in derselben Sprache wie die technischen Unterlagen abgefasst sein und folgende Angaben enthalten:

- Bezugnahme auf die Richtlinie (Richtlinie 96/48/EG und andere Richtlinien, denen die Interoperabilitätskomponente unterliegt);
- Name und Anschrift des Herstellers oder seines in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten (Firma und vollständige Anschrift, im Fall des Bevollmächtigten auch Angabe des Herstellers);
- Beschreibung der Interoperabilitätskomponente (Marke, Typ usw.);
- Angabe des Verfahrens (Moduls), das zur Erklärung der Konformität angewandt wurde;
- alle einschlägigen Beschreibungen der Interoperabilitätskomponente, insbesondere die Benutzungsbedingungen;
- Name und Anschrift der benannten Stelle(n), die an dem Verfahren der Konformitätserklärung beteiligt war(en), und Datum der Prüfbescheinigung, gegebenenfalls mit Angabe der Gültigkeitsbedingungen und der Geltungsdauer;
- Bezugnahme auf diese TSI und auf andere zutreffende TSI, gegebenenfalls auch Angabe der europäischen Spezifikationen;
- Angabe des Unterzeichners, der für den Hersteller oder seinen in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten verbindlich handeln kann.

Dabei ist auf folgende Bescheinigungen Bezug zu nehmen:

- Bauartprüfbescheinigung und ihre Ergänzungen.
4. Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter müssen eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für einen Zeitraum von 10 Jahren nach Herstellung der letzten Interoperabilitätskomponente aufbewahren.

Sind weder der Hersteller noch sein Bevollmächtigter in der Gemeinschaft ansässig, so obliegt diese Verpflichtung zur Aufbewahrung der technischen Unterlagen demjenigen, der die Interoperabilitätskomponente auf dem Gemeinschaftsmarkt in Verkehr bringt.

5. Wenn die TSI neben der EG-Konformitätserklärung auch eine EG-Gebrauchstauglichkeitsbescheinigung für die Interoperabilitätskomponente vorschreibt, muss diese Erklärung hinzugefügt werden, nachdem sie vom Hersteller gemäß den Bedingungen von Modul V ausgestellt wurde.

#### A.4. MODUL H2 (UMFASSENDE QUALITÄTSSICHERUNG MIT ENTWURFSPRÜFUNG)

##### **Konformitätsbewertung von Interoperabilitätskomponenten**

1. Dieses Modul beschreibt das Verfahren, bei dem eine benannte Stelle den Entwurf einer Interoperabilitätskomponente prüft und der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter, der den Verpflichtungen aus Nummer 2 nachkommt, sicherstellt und erklärt, dass die betreffende Interoperabilitätskomponente die für sie geltenden Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG und der TSI erfüllt.
2. Der Hersteller unterhält ein zugelassenes Qualitätssicherungssystem für Entwurf, Herstellung, Endabnahme und Prüfung gemäß Nummer 3, welches der Überwachung gemäß Nummer 4 unterliegt.
3. Qualitätssicherungssystem:
  - 3.1. Der Hersteller beantragt bei einer benannten Stelle die Bewertung seines Qualitätssicherungssystems.

Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- alle einschlägigen Angaben über die für die vorgesehene Interoperabilitätskomponente repräsentative Produktkategorie;
- die Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem.

- 3.2. Das Qualitätssicherungssystem muss die Übereinstimmung der Interoperabilitätskomponente mit den für sie geltenden Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG und der TSI gewährleisten. Alle vom Hersteller berücksichtigten Grundlagen, Anforderungen und Vorschriften sind systematisch und ordnungsgemäß in Form schriftlicher Regeln, Verfahren und Anweisungen zusammenzustellen. Diese Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem sollen sicherstellen, dass die Qualitätssicherungsgrundsätze und -verfahren wie z. B. Qualitätssicherungsprogramme, -pläne, -handbücher und -berichte einheitlich ausgelegt werden.

Sie müssen insbesondere eine angemessene Beschreibung folgender Punkte enthalten:

- Qualitätsziele sowie organisatorischer Aufbau;
- Zuständigkeiten und Befugnisse des Managements in Bezug auf Entwurfs- und Produktqualität;
- technische Konstruktionsspezifikationen, einschließlich der angewandten europäischen Spezifikationen, sowie — wenn die in Artikel 10 genannten europäischen Spezifikationen nicht vollständig angewandt wurden — die Mittel, mit denen gewährleistet werden soll, dass die auf die Interoperabilitätskomponente zutreffenden Anforderungen der Richtlinie 96/48 EG und der TSI erfüllt werden;
- Techniken, Prozesse und systematische Maßnahmen zur Kontrolle und Überprüfung des Entwurfsergebnisses, die bei der Entwicklung der zur betreffenden Produktkategorie gehörenden Interoperabilitätskomponenten angewandt werden;
- entsprechende Fertigungs-, Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungstechniken, angewandte Verfahren und systematische Maßnahmen;
- Untersuchungen und Prüfungen, die vor, während und nach der Herstellung durchgeführt werden (mit Angabe ihrer Häufigkeit);
- Qualitätssicherungsunterlagen wie Kontrollberichte, Prüf- und Einstelldaten, Berichte über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter usw.;
- Mittel, mit denen die Verwirklichung der geforderten Entwurfs- und Produktqualität und die wirksame Arbeitsweise des Qualitätssicherungssystems überwacht werden können.

Die Qualitätssicherungsregeln und -verfahren müssen insbesondere die Bewertungsphasen abdecken, also die Kontrollen des Entwurfs, des Fertigungsprozesses und der Baumusterversuche, die in der TSI für die verschiedenen Eigenschaften und Leistungsmerkmale der Interoperabilitätskomponente gefordert werden.

- 3.3. Die benannte Stelle bewertet das Qualitätssicherungssystem, um festzustellen, ob es die in Nummer 3.2 genannten Anforderungen erfüllt. Bei Qualitätssicherungssystemen, die die entsprechende harmonisierte Norm anwenden, wird von der Erfüllung dieser Anforderungen ausgegangen. Dies ist die Norm EN ISO 9001, Dezember 2000, die bei Bedarf ergänzt wird, um den Besonderheiten der Interoperabilitätskomponente, für die sie gilt, Rechnung zu tragen.

Das Audit muss spezifisch auf die Produktkategorie ausgelegt sein, die für die Interoperabilitätskomponente repräsentativ ist. Mindestens ein Mitglied des Auditteams muss über Erfahrungen mit der Bewertung der betreffenden Produkttechnik verfügen. Das Bewertungsverfahren umfasst auch eine Kontrollbesichtigung des Herstellerwerks.

Die Entscheidung wird dem Hersteller mitgeteilt. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung.

- 3.4. Der Hersteller verpflichtet sich, die Verpflichtungen aus dem Qualitätssicherungssystem in seiner zugelassenen Form zu erfüllen und dafür zu sorgen, dass es stets sachgemäß und effizient funktioniert.

Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter unterrichtet die benannte Stelle, die das Qualitätssicherungssystem zugelassen hat, über alle geplanten Aktualisierungen des Qualitätssicherungssystems.

Die benannte Stelle prüft die geplanten Änderungen und entscheidet, ob das geänderte Qualitätssicherungssystem noch den in Nummer 3.2 genannten Anforderungen entspricht oder ob eine erneute Bewertung erforderlich ist.

Sie teilt ihre Entscheidung dem Hersteller mit. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung.

4. Überwachung des Qualitätssicherungssystems unter der Verantwortlichkeit der benannten Stelle:

- 4.1. Die Überwachung soll gewährleisten, dass der Hersteller die Verpflichtungen aus dem zugelassenen Qualitätssicherungssystem vorschriftsmäßig erfüllt.

- 4.2. Der Hersteller gewährt der benannten Stelle zu Inspektionszwecken Zutritt zu den Konstruktions-, Herstellungs-, Abnahme-, Prüf- und Lagereinrichtungen und stellt ihr alle erforderlichen Unterlagen zur Verfügung. Hierzu gehören insbesondere:

- Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem;
- die vom Qualitätssicherungssystem für den Entwicklungsbereich vorgesehenen Qualitätsberichte wie Ergebnisse von Analysen, Berechnungen, Prüfungen usw.;
- die vom Qualitätssicherungssystem für den Fertigungsbereich vorgesehenen Qualitätsberichte wie Prüfberichte, Prüfdaten, Einstelldaten, Berichte über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter usw.

- 4.3. Die benannte Stelle führt regelmäßig Audits durch, um sicherzustellen, dass der Hersteller das Qualitätssicherungssystem aufrechterhält und anwendet, und übergibt ihm einen Bericht über die Audits.

Die Audits werden mindestens einmal jährlich durchgeführt.

- 4.4. Darüber hinaus kann die benannte Stelle dem Hersteller unangemeldete Besuche abstatten. Während dieser Besuche kann sie erforderlichenfalls Prüfungen zur Kontrolle des ordnungsgemäßen Funktionierens des Qualitätssicherungssystems durchführen oder durchführen lassen. Die benannte Stelle stellt dem Hersteller einen Bericht über den Besuch und im Fall einer Prüfung einen Prüfbericht zur Verfügung.

5. Der Hersteller hält mindestens 10 Jahre lang nach Herstellung des letzten Produkts folgende Unterlagen für die einzelstaatlichen Behörden zur Verfügung:

- die Unterlagen gemäß Nummer 3.1 zweiter Absatz zweiter Gliederungspunkt;
- die Aktualisierungen gemäß Nummer 3.4 zweiter Absatz;
- die Entscheidungen und Berichte der benannten Stelle gemäß Nummer 3.4 letzter Absatz, Nummer 4.3 und Nummer 4.4.

6. Entwurfsprüfung:
- 6.1. Der Hersteller beantragt bei einer benannten Stelle die Prüfung des Entwurfs für die Interoperabilitätskomponente.
- 6.2. Der Antrag muss das Verständnis des Entwurfs, der Herstellung und Funktionsweise der Interoperabilitätskomponente ermöglichen und eine Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Richtlinie 96/48 EG und der TSI erlauben.

Er muss enthalten:

- technische Entwurfsspezifikationen, einschließlich der angewandten europäischen Spezifikationen;
- die erforderlichen Nachweise für ihre Eignung, insbesondere dann, wenn die in Artikel 10 genannten europäischen Spezifikationen nicht vollständig angewandt wurden. Dieser Nachweis schließt die Ergebnisse von Prüfungen ein, die in geeigneten Laboratorien des Herstellers oder in seinem Auftrag durchgeführt wurden.

- 6.3. Die benannte Stelle prüft den Antrag und stellt dem Antragsteller eine Entwurfsprüfbescheinigung aus, wenn der Entwurf die für ihn geltenden Vorschriften der TSI erfüllt. Die Bescheinigung enthält die Ergebnisse der Prüfung, Bedingungen für ihre Gültigkeit, die zur Identifizierung des zugelassenen Entwurfs erforderlichen Angaben und gegebenenfalls eine Beschreibung der Funktionsweise des Produkts.

Die Geltungsdauer beträgt maximal 3 Jahre.

- 6.4. Der Antragsteller hält die benannte Stelle, die die Entwurfsprüfbescheinigung ausgestellt hat, über Änderungen an dem zugelassenen Entwurf auf dem Laufenden. Änderungen am zugelassenen Entwurf bedürfen einer zusätzlichen Zulassung seitens der benannten Stelle, die die Entwurfsprüfbescheinigung ausgestellt hat, soweit diese Änderungen die Übereinstimmung mit den Anforderungen der TSI oder den vorgeschriebenen Bedingungen für die Benutzung des Produkts beeinträchtigen können. Diese zusätzliche Zulassung wird in Form einer Ergänzung der Entwurfsprüfbescheinigung erstellt.
- 6.5. Wenn keine Änderungen nach Nummer 6.4 vorgenommen wurden, kann die Gültigkeit einer auslaufenden Bescheinigung um eine weitere Geltungsdauer verlängert werden. Der Antragsteller beantragt die Verlängerung durch eine schriftliche Erklärung, dass keine derartigen Änderungen vorgenommen wurden, und die benannte Stelle verlängert die Bescheinigung um die Geltungsdauer nach Nummer 6.3, sofern keine entgegenstehenden Informationen vorliegen. Dieses Verfahren kann wiederholt werden.
7. Jede benannte Stelle macht den übrigen benannten Stellen einschlägige Angaben über die entzogenen bzw. abgelehnten Zulassungen für Qualitätssicherungssysteme und Entwurfsprüfbescheinigungen.

Die übrigen benannten Stellen erhalten auf Anfrage Kopien:

- der erteilten Zulassungen für Qualitätssicherungssysteme und weiterer Zulassungen;
- der ausgestellten Entwurfsprüfbescheinigungen und Ergänzungen.

8. Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter stellt eine EG-Konformitätserklärung für die Interoperabilitätskomponente aus.

Die Erklärung muss mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Anhang IV Ziffer 3 und Artikel 13 Absatz 3, genannten Angaben enthalten. Die EG-Konformitätserklärung und ihre Anlagen müssen datiert und unterzeichnet sein.

Die Erklärung muss in derselben Sprache wie das technische Dossier abgefasst sein und folgende Angaben enthalten:

- Bezugnahme auf die Richtlinie (Richtlinie 96/48/EG und andere Richtlinien, die auf die Interoperabilitätskomponente zutreffen);
- Name und Anschrift des Herstellers oder seines in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten (Firma und vollständige Anschrift, im Fall des Bevollmächtigten auch Angabe des Herstellers);
- Beschreibung der Interoperabilitätskomponente (Marke, Typ usw.);
- Angabe des Verfahrens (Moduls), das zur Erklärung der Konformität angewandt wurde;
- alle einschlägigen Beschreibungen der Interoperabilitätskomponente, insbesondere die Nutzungsbedingungen;

- Name und Anschrift der benannten Stelle(n), die an dem Verfahren der Konformitätserklärung beteiligt war(en), und Datum der Prüfbescheinigung, gegebenenfalls mit Angabe der Gültigkeitsbedingungen und der Geltungsdauer;
- Bezugnahme auf diese TSI und auf andere zutreffende TSI, gegebenenfalls auch Angabe der europäischen Spezifikationen;
- Angabe des Unterzeichners, der für den Hersteller oder seinen in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten verbindlich handeln kann.

Dabei ist auf folgende Bescheinigungen Bezug zu nehmen:

- die in den Nummern 3 und 4 genannten Zulassungs- und Überwachungsberichte für das Qualitätssicherungssystem;
  - Entwurfsprüfbescheinigung und ihre Ergänzungen.
9. Der Hersteller oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter müssen eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für einen Zeitraum von 10 Jahren nach Herstellung der letzten Interoperabilitätskomponente aufbewahren.
- Sind weder der Hersteller noch sein Bevollmächtigter in der Gemeinschaft ansässig, so obliegt diese Verpflichtung zur Aufbewahrung der technischen Unterlagen demjenigen, der die Interoperabilitätskomponente auf dem Gemeinschaftsmarkt in Verkehr bringt.
10. Ist neben der EG-Konformitätserklärung eine EG-Verwendungsbescheinigung der Interoperabilitätskomponente von der TSI vorgeschrieben, muss die vom Hersteller gemäß der Bedingungen von Modul V erstellte Erklärung hinzugefügt werden

#### A.5. MODUL SG (EINZELPRÜFUNG)

##### **EG-Prüfung des Teilsystems Energie**

1. Dieses Modul beschreibt das EG-Prüfverfahren, bei dem eine benannte Stelle auf Verlangen eines Auftraggebers oder seines in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten prüft und bestätigt, dass das Teilsystem Energie
- mit den Bestimmungen dieser TSI und anderer einschlägiger TSI übereinstimmt, womit die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG erfüllt sind;
  - mit den übrigen nach dem Vertrag geltenden Vorschriften übereinstimmt und in Betrieb genommen werden kann.
2. Der Antrag auf EG-Prüfung (durch das Verfahren „Einzelprüfung“) des Teilsystems ist vom Auftraggeber oder seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten bei einer benannten Stelle seiner Wahl einzureichen.

Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- Namen und Anschrift des Auftraggebers oder seines Bevollmächtigten;
  - die technischen Unterlagen.
3. Die technischen Unterlagen müssen das Verständnis von Entwurf, Herstellung, Installation und Funktionsweise des Teilsystems ermöglichen und eine Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der TSI erlauben.

Sie müssen enthalten:

- eine allgemeine Beschreibung des Teilsystems, der Gesamtkonstruktion und des Aufbaus;
- das Register der Infrastrukturen für das Teilsystem Energie mit allen in der TSI geforderten Angaben;
- Entwürfe, Fertigungszeichnungen und -pläne von Unterbaugruppen, Schaltkreisen usw.;
- technische Unterlagen zur Herstellung und Montage des Teilsystems;
- technische Entwurfsspezifikationen, einschließlich der angewandten europäischen Spezifikationen;



- die erforderlichen Nachweise für ihre Eignung, insbesondere dann, wenn die in der TSI genannten europäischen Spezifikationen und die einschlägigen Vorschriften nicht vollständig angewandt wurden;
- Verzeichnis der in das Teilsystem eingebauten Interoperabilitätskomponenten;
- Verzeichnis der an Entwurf, Herstellung, Montage und Installation des Teilsystems beteiligten Hersteller;
- Verzeichnis der in der TSI oder der technischen Entwurfsspezifikation genannten europäischen Spezifikationen.

Falls die TSI weitere Unterlagen in den technischen Unterlagen vorschreibt, sind diese hinzuzufügen.

4. Die benannte Stelle prüft den Antrag und führt die in der TSI und/oder den in der TSI genannten europäischen Spezifikationen vorgeschriebenen Untersuchungen, Kontrollen und Prüfungen durch, die die Übereinstimmung mit den in der TSI beschriebenen, grundlegenden Anforderungen der Richtlinie gewährleisten. Die Untersuchungen, Kontrollen und Prüfungen müssen sich auf folgende Phasen erstrecken:
  - Gesamtkonstruktion;
  - Bau des Teilsystems, d. h. insbesondere Tiefbauarbeiten, Montage der Komponenten und Abstimmung des gesamten Teilsystems;
  - Abnahmeprüfung des fertig gestellten Teilsystems;
  - und, soweit in der TSI angegeben, Validierung unter vollen Betriebsbedingungen.
5. Die benannte Stelle vereinbart mit dem Auftraggeber die Orte, an denen die Untersuchungen durchgeführt werden sollen und an denen die Endprüfung des Teilsystems sowie, nach Maßgabe der TSI, die Erprobung unter vollen Betriebsbedingungen durch den Auftraggeber unter direkter Überwachung und Anwesenheit der benannten Stelle erfolgen sollen.
6. Der benannten Stelle ist zu Prüf- und Kontrollzwecken ständig Zutritt zu den Konstruktionsbüros, Baustellen, Werkstätten, Montage- und Installationswerken und gegebenenfalls zu den Vorfertigungsstätten und den Versuchsanlagen zu gewähren, um ihr die Ausführung ihres Auftrags gemäß den TSI-Bestimmungen zu ermöglichen.
7. Wenn das Teilsystem die Anforderungen der TSI erfüllt, stellt die benannte Stelle auf Basis der in der TSI und den in der TSI genannten europäischen Spezifikationen vorgeschriebenen Untersuchungen, Kontrollen und Prüfungen die Konformitätsbescheinigung für den Auftraggeber oder seinen in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten aus, der seinerseits die EG-Prüferklärung für die Aufsichtsbehörde des Mitgliedstaats ausstellt, in dem das Teilsystem installiert und/oder betrieben wird. Die EG-Prüferklärung und ihre Anlagen müssen datiert und unterzeichnet sein. Die Erklärung muss in derselben Sprache wie die technischen Unterlagen abgefasst sein und mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Anhang V, genannten Angaben enthalten.
8. Die benannte Stelle ist für die Erstellung der technischen Unterlagen verantwortlich, die der EG-Prüferklärung beiliegen müssen. Sie müssen mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Artikel 18 Absatz 3, genannten Angaben enthalten, insbesondere:
  - alle erforderlichen Schriftstücke hinsichtlich der Merkmale des Teilsystems;
  - Verzeichnis der in das Teilsystem eingebauten Interoperabilitätskomponenten;
  - Kopien der EG-Konformitätserklärungen und ggf. der EG-Gebrauchstauglichkeitserklärungen, die für die betreffenden Komponenten nach Artikel 13 der Richtlinie vorliegen müssen, gegebenenfalls mit entsprechenden Dokumenten (Bescheinigungen, Zulassungs- und Überwachungsberichte für Qualitätssicherungssysteme), die von den benannten Stellen auf Basis der TSI aufgestellt wurden;
  - alle Angaben über Einsatzbedingungen und -beschränkungen;
  - alle Angaben und Anleitungen für Wartung, laufende oder periodische Überwachung, Regelung und Instandhaltung;
  - Konformitätsbescheinigung der benannten Stelle gemäß Nummer 7, dass das Projekt den Bestimmungen der Richtlinie und der TSI entspricht, mit den entsprechenden Berechnungsunterlagen, die von ihr abgezeichnet wurden und in denen gegebenenfalls die während der Durchführung der Arbeiten geäußerten Vorbehalte, die nicht ausgeräumt werden konnten, vermerkt sind, und gegebenenfalls mit den im Rahmen des Auftrags erstellten Besuchs- und Prüfberichten;
  - das Register der Infrastrukturen für das Teilsystem Energie mit allen in der TSI geforderten Angaben.

9. Die vollständigen Unterlagen zur EG-Konformitätsbescheinigung werden zusammen mit der Konformitätsbescheinigung der benannten Stelle beim Auftraggeber oder bei seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten hinterlegt. Die Unterlagen werden der EG-Prüferklärung beigefügt, die der Auftraggeber an die Aufsichtsbehörde des betreffenden Mitgliedstaats richtet.
10. Der Auftraggeber oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter bewahrt während der gesamten Lebensdauer des Teilsystems ein Exemplar der Unterlagen auf. Es wird anderen Mitgliedstaaten auf Verlangen übermittelt

#### A.6. MODUL SH2 (UMFASSENDE QUALITÄTSSICHERUNG MIT ENTWURFSPRÜFUNG)

##### **EG-Prüfung des Teilsystems Energie**

1. Dieses Modul beschreibt das EG-Prüfverfahren, bei dem eine benannte Stelle auf Verlangen eines Auftraggebers oder seines in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten prüft und bestätigt, dass das Teilsystem Energie
  - mit den Bestimmungen dieser TSI und anderer einschlägiger TSI übereinstimmt, womit die grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG erfüllt sind;
  - mit den übrigen nach dem Vertrag geltenden Vorschriften übereinstimmt und in Betrieb genommen werden kann.

Die benannte Stelle führt das Verfahren einschließlich Entwurfsprüfung des Teilsystems unter der Bedingung durch, dass der Auftraggeber und die beteiligten Hersteller die Verpflichtungen in Nummer 2 erfüllen.

2. Für das Teilsystem, das dem EG-Prüfverfahren unterzogen wird, darf der Auftraggeber nur mit Herstellern zusammenarbeiten, die für ihre Aktivitäten im Zusammenhang mit dem zu prüfenden Teilsystem (Entwurf, Herstellung, Montage, Installation) ein zugelassenes Qualitätssicherungssystem für Entwurf, Herstellung sowie Endabnahme und Prüfung nach Nummer 3 unterhalten, das der Überwachung nach Nummer 4 unterliegt.

Der Ausdruck „Hersteller“ umfasst auch Firmen, die

- für das gesamte Teilsystemprojekt verantwortlich sind (vor allem die Verantwortlichkeit für die Integration des Teilsystems (Generalunternehmer));
- Entwürfe, Konstruktionen oder Studien erstellen (z. B. Ingenieurbüros);
- Montage (Monteure) und Installation des Teilsystems vornehmen. Bei Herstellern, die nur Montage- und Installationsarbeiten ausführen, genügt ein Qualitätssicherungssystem für Herstellung, Endabnahme und Prüfung.

Der Generalunternehmer, der für das gesamte Teilsystemprojekt (vor allem für die Integration des Teilsystems) verantwortlich ist, muss in jedem Fall ein zugelassenes Qualitätssicherungssystem für Entwurf, Herstellung sowie Endabnahme und Prüfung nach Nummer 3 unterhalten, das der Überwachung nach Nummer 4 unterliegt.

Falls der Auftraggeber direkt an Entwurf und/oder Produktion (einschließlich Montage und Installation) beteiligt ist oder der Auftraggeber selbst für das gesamte Teilsystemprojekt (vor allem für die Integration des Teilsystems) verantwortlich ist, muss er für diese Aktivitäten ein zugelassenes Qualitätssicherungssystem nach Nummer 3 unterhalten, das der Überwachung nach Nummer 4 unterliegt.

3. Qualitätssicherungssystem:
  - 3.1. Der (die) beteiligte(n) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber beantragen bei einer benannten Stelle ihrer Wahl die Bewertung ihrer Qualitätssicherungssysteme.

Der Antrag muss Folgendes enthalten:

- alle einschlägigen Angaben über das vorgesehene Teilsystem und
- die Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem.

Hersteller, die nur an einem Teil des Teilsystemprojekts beteiligt sind, müssen nur die Informationen für diesen spezifischen Teil vorlegen.

- 3.2. Beim Generalunternehmer muss das Qualitätssicherungssystem die Gesamtübereinstimmung des Teilsystems mit den Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG und der TSI gewährleisten. Bei anderen Herstellern (Subunternehmern) muss das Qualitätssicherungssystem die Übereinstimmung des jeweiligen Beitrags zum Teilsystem mit den Anforderungen der TSI gewährleisten.

Alle von den Antragstellern berücksichtigten Grundlagen, Anforderungen und Vorschriften sind systematisch und ordnungsgemäß in Form schriftlicher Regeln, Verfahren und Anweisungen zusammenzustellen. Diese Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem sollen sicherstellen, dass die Qualitätssicherungsgrundsätze und -verfahren wie z. B. Qualitätssicherungsprogramme, -pläne, -handbücher und -berichte einheitlich ausgelegt werden.

Sie müssen insbesondere eine angemessene Beschreibung folgender Punkte enthalten:

- bei allen Antragstellern:
  - Qualitätsziele sowie organisatorischer Aufbau;
  - entsprechende Fertigungs-, Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungstechniken, angewandte Verfahren und systematische Maßnahmen;
  - Untersuchungen, Kontrollen und Prüfungen, die vor, während und nach der Herstellung, Montage und Installation durchgeführt werden (mit Angabe ihrer Häufigkeit);
  - Qualitätssicherungsunterlagen wie Kontrollberichte, Prüf- und Einstelldaten, Berichte über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter usw.;
- beim Generalunternehmer und den Subunternehmern (nur soweit es für den jeweiligen Beitrag zum Teilsystem relevant ist):
  - technische Entwurfsspezifikationen, einschließlich der angewandten europäischen Spezifikationen, sowie — wenn die in Artikel 10 genannten europäischen Spezifikationen nicht vollständig angewandt wurden — die Mittel, mit denen gewährleistet werden soll, dass die auf das Teilsystem zutreffenden Anforderungen der TSI erfüllt werden;
  - Techniken, Prozesse und systematische Maßnahmen zur Kontrolle und Überprüfung des Entwurfsergebnisses, die bei der Entwicklung des Teilsystems angewandt werden;
  - Mittel, mit denen die Verwirklichung der geforderten Entwurfs- und Teilsystemqualität und die wirksame Arbeitsweise des Qualitätssicherungssystems überwacht werden können,
- und für den Generalunternehmer:
  - Zuständigkeiten und Befugnisse des Managements in Bezug auf die Gesamtqualität des Entwurfs und des Teilsystems, vor allem die Verantwortlichkeit für die Integration des Teilsystems.

Die Untersuchungen, Kontrollen und Prüfungen müssen sich auf folgende Phasen erstrecken:

- Gesamtkonstruktion;
- Bau des Teilsystems, d. h. insbesondere Tiefbauarbeiten, Montage der Komponenten und Abstimmung des gesamten Teilsystems;
- Abnahmeprüfung des fertig gestellten Teilsystems
- und, soweit in der TSI angegeben, Validierung unter vollen Betriebsbedingungen.

- 3.3. Die in Nummer 3.1 erwähnte benannte Stelle bewertet das Qualitätssicherungssystem, um festzustellen, ob es die in Nummer 3.2 genannten Anforderungen erfüllt. Bei Qualitätssicherungssystemen, die die entsprechende harmonisierte Norm anwenden, wird von der Erfüllung dieser Anforderungen ausgegangen. Dies ist die Norm EN ISO 9001, Dezember 2000, die bei Bedarf ergänzt wird, um den Besonderheiten des Teilsystems, für das sie gilt, Rechnung zu tragen.

Bei Antragstellern, die nur Montage- und Installationsarbeiten durchführen gilt die harmonisierte Norm EN ISO 9001, Dezember 2000, die bei Bedarf ergänzt wird, um den Besonderheiten des Teilsystems, für das sie gilt, Rechnung zu tragen.

Das Audit muss spezifisch auf das betreffende Teilsystem und auf den jeweiligen Beitrag des Antragstellers zum Teilsystem ausgelegt sein. Mindestens ein Mitglied des Auditteams muss über Erfahrungen mit der Bewertung der betreffenden Teilsystemtechnik verfügen. Das Bewertungsverfahren umfasst auch eine Kontrollbesichtigung der Werke des Antragstellers.

Die Entscheidung wird dem Antragsteller mitgeteilt. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung.

- 3.4. Der (die) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber verpflichtet(n) sich, die Verpflichtungen aus dem Qualitätssicherungssystem in seiner zugelassenen Form zu erfüllen und dafür zu sorgen, dass es stets sachgemäß und effizient funktioniert.

Sie unterrichten die benannte Stelle, die das Qualitätssicherungssystem zugelassen hat, über alle geplanten Aktualisierungen des Qualitätssicherungssystems.

Die benannte Stelle prüft die geplanten Änderungen und entscheidet, ob das geänderte Qualitätssicherungssystem noch den in Nummer 3.2 genannten Anforderungen entspricht oder ob eine erneute Bewertung erforderlich ist.

Sie teilt ihre Entscheidung dem Antragsteller mit. Die Mitteilung enthält die Ergebnisse der Prüfung und eine Begründung der Entscheidung.

4. Überwachung des (der) Qualitätssicherungssystems (-systeme) unter der Verantwortlichkeit der benannten Stelle(n)

- 4.1. Die Überwachung soll gewährleisten, dass der (die) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber die Verpflichtungen aus dem zugelassenen Qualitätssicherungssystem vorschriftsmäßig erfüllen (erfüllt).

- 4.2. Der (den) in Nummer 3.1 erwähnten benannten Stelle(n) ist zu Inspektionszwecken ständig Zutritt zu den Konstruktionsbüros, Baustellen, Werkstätten, Montage- und Installationswerken, Lagerplätzen und gegebenenfalls zu den Vorfertigungsstätten, zu den Versuchsanlagen sowie generell zu allen Orten zu gewähren, deren Überprüfung sie im Rahmen ihres Auftrags für notwendig erachtet und die im jeweiligen Beitrag des Antragstellers zum Teilsystemprojekt eine Rolle spielen.

- 4.3. Der (die) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter müssen der in Nummer 3.1 erwähnten benannten Stelle alle zweckdienlichen Unterlagen, insbesondere die Konstruktionszeichnungen und die technischen Unterlagen zum Teilsystem (bzw. für den jeweiligen Beitrag des Antragstellers zum Teilsystemprojekt), aushändigen oder aushändigen lassen. Hierzu gehören insbesondere:

- Unterlagen über das Qualitätssicherungssystem, insbesondere ein Verzeichnis der Maßnahmen, die sicherstellen, dass:
  - (beim Generalunternehmer) Zuständigkeiten und Befugnisse des Managements in Bezug auf die Übereinstimmung des gesamten Teilsystems mit den Bestimmungen ausreichend und korrekt definiert sind;
  - die Qualitätssicherungssysteme der einzelnen Hersteller korrekt geführt werden, um die Integration auf Teilsystemebene zu erzielen;
- die vom Qualitätssicherungssystem für den Entwicklungsbereich vorgesehenen Qualitätsberichte wie Ergebnisse von Analysen, Berechnungen, Prüfungen usw.;
- die vom Qualitätssicherungssystem für den Fertigungsbereich (einschließlich Montage und Installation) vorgesehenen Qualitätsberichte wie Prüfberichte, Prüfdaten, Einstelldaten, Berichte über die Qualifikation der in diesem Bereich beschäftigten Mitarbeiter usw.

- 4.4. Die benannte(n) Stelle(n) führt (führen) regelmäßig Audits durch, um sicherzustellen, dass der (die) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber das Qualitätssicherungssystem aufrechterhalten und anwenden, und übergibt (übergeben) ihnen einen Auditbericht.

Die Audits werden mindestens einmal jährlich durchgeführt. Mindestens ein Audit muss in dem Zeitraum stattfinden, in dem die einschlägigen Aktivitäten (Konstruktion, Herstellung, Montage oder Installation) für das Teilsystem, das dem EG-Prüfverfahren nach Nummer 6 unterzogen wird, ausgeführt werden.

- 4.5. Darüber hinaus kann (können) die Benannte(n) Stelle(n) den in Nummer 4.2 genannten Standorten des (der) Antragsteller(s) unangemeldete Besuche abstatten. Während dieser Besuche kann (können) sie vollständige oder teilweise Audits zur Kontrolle des ordnungsgemäßen Funktionierens des Qualitätssicherungssystems vornehmen. Die benannte(n) Stelle(n) stellt (stellen) dem (den) Antragsteller(n) einen Bericht über den Besuch und im Fall eines Audits einen Auditbericht zur Verfügung.

5. Der (die) Hersteller und gegebenenfalls der Auftraggeber hält (halten) mindestens 10 Jahre lang nach Herstellung des letzten Teilsystems folgende Unterlagen für die einzelstaatlichen Behörden zur Verfügung:

- die Unterlagen gemäß Nummer 3.1 zweiter Absatz zweiter Gliederungspunkt;
- die Aktualisierungen gemäß Nummer 3.4 zweiter Absatz;
- die Entscheidungen und Berichte der benannten Stelle gemäß Nummer 3.4 letzter Absatz, Nummer 4.4 und Nummer 4.5.

6. EG-Prüfverfahren:
- 6.1. Der Antrag auf EG-Prüfung (durch das Verfahren „Umfassende Qualitätssicherung mit Entwurfsprüfung“) des Teilsystems, einschließlich Koordinierung der Überwachung der Qualitätssicherungssysteme gemäß den Nummern 4.4 und 4.5, ist vom Auftraggeber oder seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten bei einer benannten Stelle seiner Wahl einzureichen. Der Auftraggeber oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter muss die beteiligten Hersteller über den Antrag unterrichten und ihnen mitteilen, bei welcher benannten Stelle er eingereicht wurde.
- 6.2. Der Antrag muss das Verständnis des Entwurfs, der Herstellung, Installation und Funktionsweise des Teilsystems ermöglichen und eine Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der TSI erlauben.

Er muss enthalten:

- technische Entwurfsspezifikationen, einschließlich der angewandten europäischen Spezifikationen;
  - die erforderlichen Nachweise für ihre Eignung, insbesondere dann, wenn die in der TSI genannten europäischen Spezifikationen nicht vollständig angewandt wurden. Dieser Nachweis schließt die Ergebnisse von Prüfungen ein, die in geeigneten Laboratorien des Herstellers oder in seinem Auftrag durchgeführt wurden;
  - das Register für das Teilsystem Energie mit allen in der TSI geforderten Angaben;
  - technische Unterlagen zur Herstellung und Montage des Teilsystems;
  - Verzeichnis der in das Teilsystem eingebauten Interoperabilitätskomponenten;
  - Verzeichnis der an Entwurf, Herstellung, Montage und Installation des Teilsystems beteiligten Hersteller;
  - den Nachweis, dass alle in Nummer 3.2 genannten Phasen durch Qualitätssicherungssysteme der Hersteller und/oder gegebenenfalls des Auftraggebers abgedeckt sind, und den Nachweis für die Wirksamkeit dieser Systeme;
  - Angabe der benannten Stelle(n), die für Zulassung und Überwachung dieser Qualitätssicherungssysteme verantwortlich sind.
- 6.3. Die benannte Stelle prüft den Antrag zur Entwurfsprüfung und stellt dem Antragsteller einen Entwurfsprüfbericht aus, wenn der Entwurf die Bestimmungen der Richtlinie 96/48/EG und die für ihn geltenden Vorschriften der TSI erfüllt. Der Bericht enthält die Ergebnisse der Entwurfsprüfung, Bedingungen für ihre Gültigkeit, die zur Identifizierung des geprüften Entwurfs erforderlichen Angaben und gegebenenfalls eine Beschreibung der Funktionsweise des Teilsystems.
- 6.4. Die benannte Stelle prüft hinsichtlich der übrigen Phasen der EG-Prüfung, ob alle Phasen des Teilsystems, die in Nummer 3.2 aufgeführt sind, durch Zulassung und Überwachung von Qualitätssystemen ausreichend und korrekt abgedeckt sind.

Wenn die Übereinstimmung des Teilsystems mit den Anforderungen der TSI auf mehreren Qualitätssicherungssystemen beruht, ist insbesondere zu prüfen,

- ob die Beziehungen und Schnittstellen zwischen den Qualitätssicherungssystemen klar dokumentiert sind und
  - ob beim Generalunternehmer die übergeordneten Zuständigkeiten und Befugnisse des Managements in bezug auf die Übereinstimmung des gesamten Teilsystems mit den Bestimmungen ausreichend und korrekt definiert sind.
- 6.5. Die benannte Stelle, die für die Durchführung der EG-Prüfung verantwortlich ist, muss, wenn sie die Überwachung des (der) nach Nummer 4 betroffenen Qualitätssicherungssystems (-systeme) nicht selbst durchführt, die Überwachungsmaßnahmen anderer hierfür zuständiger benannter Stellen koordinieren, um sicherzustellen, dass eine hinsichtlich der Teilsystemintegration korrekte Betreuung der Schnittstellen zwischen den verschiedenen Qualitätssicherungssystemen erfolgt. Diese Koordinierung umfasst das Recht der für die EG-Prüfung verantwortlichen benannten Stelle,
- alle von den anderen benannten Stellen ausgestellten Unterlagen (Zulassung und Überwachung) anzufordern;
  - den in Nummer 4.4 genannten regelmäßigen Audits beizuwohnen;
  - weitere Audits nach Nummer 4.5 unter ihrer eigenen Leitung und in Zusammenarbeit mit der (den) anderen benannten Stelle(n) durchzuführen.

- 6.6. Wenn das Teilsystem die Anforderungen der Richtlinie 96/48/EG und der TSI erfüllt, stellt die benannte Stelle auf Basis der Entwurfsprüfung und der Zulassung und Überwachung des (der) Qualitätssicherungssystems (-systeme) die Konformitätsbescheinigung für den Auftraggeber oder seinen in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten aus, der seinerseits die EG-Prüferklärung für die Aufsichtsbehörde des Mitgliedstaats ausstellt, in dem das Teilsystem installiert und/oder betrieben wird.

Die EG-Prüferklärung und ihre Anlagen müssen datiert und unterzeichnet sein. Die Erklärung muss in derselben Sprache wie die technischen Unterlagen abgefasst sein und mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Anhang V, genannten Angaben enthalten.

- 6.7. Die benannte Stelle ist für die Erstellung der technischen Unterlagen verantwortlich, die der EG-Prüferklärung beiliegen müssen. Die technischen Unterlagen müssen mindestens die in Richtlinie 96/48/EG, Artikel 18 Absatz 3, genannten Angaben enthalten, insbesondere:
- alle erforderlichen Schriftstücke hinsichtlich der Merkmale des Teilsystems;
  - Verzeichnis der in das Teilsystem eingebauten Interoperabilitätskomponenten;
  - Kopien der EG-Konformitätserklärungen und ggf. der EG-Gebrauchstauglichkeitserklärungen, die für die betreffenden Komponenten nach Artikel 13 der Richtlinie vorliegen müssen, gegebenenfalls mit entsprechenden Dokumenten (Bescheinigungen, Zulassungs- und Überwachungsberichte für Qualitätssicherungssysteme), die von den benannten Stellen auf Basis der TSI ausgestellt wurden;
  - alle Angaben über Einsatzbedingungen und -beschränkungen;
  - alle Angaben und Anleitungen für Wartung, laufende oder periodische Überwachung, Regelung und Instandhaltung;
  - Konformitätsbescheinigung der benannten Stelle gemäß Nummer 6.6, dass das Projekt den Bestimmungen der Richtlinie und der TSI entspricht, mit den entsprechenden Berechnungsunterlagen, die von ihr abgezeichnet wurden und in denen gegebenenfalls die während der Durchführung der Arbeiten geäußerten Vorbehalte, die nicht ausgeräumt werden konnten, vermerkt sind, und mit den im Rahmen des Auftrags erstellten Besuchs- und Prüfberichten gemäß den Abschnitten 4.4 und 4.5
  - das Register für das Teilsystem Energie mit allen in der TSI geforderten Angaben.
7. Die vollständigen Unterlagen zur EG-Konformitätsbescheinigung werden zusammen mit der Konformitätsbescheinigung der benannten Stelle beim Auftraggeber oder bei seinem in der Gemeinschaft ansässigen Bevollmächtigten hinterlegt. Sie werden der EG-Prüferklärung beigelegt, die der Auftraggeber an die Aufsichtsbehörde des betreffenden Mitgliedstaats richtet.
8. Der Auftraggeber oder sein in der Gemeinschaft ansässiger Bevollmächtigter bewahrt während der gesamten Lebensdauer des Teilsystems ein Exemplar der Unterlagen auf. Es wird anderen Mitgliedstaaten auf Verlangen übermittelt.
-

## ANHANG B

**BEWERTUNG DER INTEROPERABILITÄTSKOMPONENTEN**

## B.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang gilt für die Bewertung der Konformität von Interoperabilitätskomponenten (Oberleitung, Stromabnehmer und Schleifstücke) im Teilsystem Energie.

## B.2. MERKMALE

Die Merkmale der Interoperabilitätskomponenten, die in den unterschiedlichen Phasen des Entwurfs, der Entwicklung und der Herstellung anzuwenden sind, sind in den Tabellen B.1 bis B.3 mit X gekennzeichnet.

Tabelle B.1

**Bewertung der Interoperabilitätskomponente: Oberleitung**

1		2	3	4	5	6
Zu bewertendes Merkmal		Bewertung in folgender Phase				
		Entwurfs- und Entwicklungsphase				Produktionsphase (Serie)
Merkmal	Abschnitt	Entwurfsprüfung	Prüfung des Herstellungsverfahrens	Baumusterprüfung	Betriebsbewährung	
Geometrie AC	4.1.2.1	X	n. a.	X	n. a.	X
Geometrie DC	4.1.2.2					
Gesamtauslegung	5.3.1.1					
Eckwerte	5.3.1.3					
Strombelastbarkeit	5.3.1.2	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Wellenausbreitungsgeschwindigkeit	5.3.1.4	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Elastizität und Gleichförmigkeit der Elastizität	5.3.1.5	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Mittlere Kontaktkraft	5.3.1.6	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Strom im Stillstand	5.3.1.8	X	n. a.	X	n. a.	n. a.
Instandhaltung	5.3.1.7	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	X

n. a.: nicht anwendbar.

Tabelle B.2

**Bewertung der Interoperabilitätskomponente: Stromabnehmer**

1		2	3	4	5	6
Zu bewertendes Merkmal		Bewertung in folgender Phase				
Merkmal	Abschnitt	Entwurfs- und Entwicklungsphase				Produktionsphase (Serie)
		Entwurfsprüfung	Prüfung des Herstellungsverfahrens	Baumusterprüfung	Betriebsbewährung	
Gesamtauslegung	5.3.2.1	X	n. a.	X	n. a.	X
Geometrie der Stromabnehmerwippe	4.1.2.3, 5.3.2.2	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Strombelastbarkeit	5.3.2.3	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Bemessung der Isolation	5.3.2.4	X	n. a.	X	n. a.	X
Arbeitsbereich	5.3.2.5	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Statische Kontaktkraft	4.3.2.5, 5.3.2.6	X	n. a.	X	n. a.	X
Mittlere Kontaktkraft und Verhalten beim Zusammenwirken	5.3.2.7	X	n. a.	X	n. a.	X
Alternative Kontaktkraftfestlegungen	5.3.2.7	X	n. a.	X	n. a.	X
Vorrichtungen zum automatischen Absenken	5.3.2.8	X	n. a.	X	n. a.	X
Strom im Stillstand	5.3.2.9	X	n. a.	X	n. a.	n. a.

N.B.: mit 25 kV/95 kV 50 Hz 1 min und 250 kV Scheitelwert, 1,2/50 µs.

n. a.: nicht anwendbar.



Tabelle B.3

**Bewertung der Interoperabilitätskomponenten: Schleifstücke**

1		2	3	4	5	6
Zu bewertendes Merkmal		Bewertung in folgender Phase				
Merkmal	Abschnitt	Entwurfs- und Entwicklungsphase				Produktionsphase (Serie)
		Entwurfsprüfung	Prüfung des Herstellungsverfahrens	Baumusterprüfung	Betriebsbewährung	
Eckwerte, Länge der Schleifleiste	5.3.3.1	X	n. a.	n. a.	n. a.	X
Werkstoff	5.3.3.2	n. a.	n. a.	X	n. a.	X
Strombelastbarkeit	5.3.3.3	n. a.	n. a.	X	n. a.	n. a.
Strom im Stillstand	5.3.3.4	X	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Erkennen von Schleifstückebrüchen	5.3.3.5	X	n. a.	n. a.	n. a.	X

n. a.: nicht anwendbar.

## ANHANG C

**BEWERTUNG DES TEILSYSTEMS ENERGIE**

## C.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang gilt für die Bewertung der Konformität für das Teilsystem Energie.

## C.2. MERKMALE UND MODULE

Die Merkmale des Teilsystems, die in den unterschiedlichen Phasen von Entwurf und Entwicklung, Errichtung und Betrieb zu bewerten sind, sind in der Tabelle C.1 durch X gekennzeichnet.

Tabelle C.1

**Bewertung des Teilsystems Energie**

1		2	3	4	5
Zu bewertendes Merkmal		Bewertung in folgender Phase			
		Entwurfs- und Entwicklungsphase	Produktionsphase		
Merkmal	Abschnitt	Entwurfsprüfung	Bau, Montage, Einbau	Errichtet (vor Inbetriebnahme)	Validierung unter vollen Betriebsbedingungen
Geometrie der Oberleitung	4.1.2.1, 4.1.2.2	X	X	X	n. a.
Sicherheit, Erdung und Potentialausgleich	4.3.1.2, 4.3.2.2	X	X	n. a.	n. a.
Fahrdrahtneigung	4.1.2.1, 4.1.2.2	X	n. a.	X	n. a.
Kinematische Umgrenzung	4.2.2.4	X	n. a.	n. a.	n. a.
Phasentrennstrecken	4.2.2.10	X	n. a.	X	n. a.
Systemtrennstrecken	4.2.2.11	X	n. a.	X	n. a.
Güte der Stromabnahme	4.3.2.3	X	n. a.	X	n. a.
Raum für den Anhub	4.3.2.3	X	n. a.	X	n. a.
Spannung und Frequenzen	4.1.1	X	n. a.	n. a.	X
Mittlere nutzbare Spannung im Speiseabschnitt	4.3.1.1	X	n. a.	n. a.	X
Art der Strecke (Leistungsmerkmale)	4.3.1.1, 4.3.2.1	X	n. a.	X	n. a.
Schutz gegen elektrischen Schlag	4.3.1.8, 4.3.2.4	X	X	X	n. a.
Elektrischer Schutz (Koordination mit dem Teilsystem Fahrzeuge)	4.2.2.8	X	n. a.	X	n. a.
Nutzbremmung	4.3.1.4	X	n. a.	n. a.	n. a.
Instandhaltung	4.3.1.9, 4.3.2.6	n. a.	n. a.	X	n. a.
Abschalten der Energieversorgung bei Gefahr	4.3.1.10	X	n. a.	n. a.	n. a.
Fortsetzung der Energieversorgung bei Störungen	4.3.1.11	X	n. a.	n. a.	X

n. a.: nicht anwendbar.

## ANHANG D

**REGISTER DER INFRASTRUKTUREN, ANGABEN ZUM TEILSYSTEM ENERGIE**

## D.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang enthält die Angaben das Teilsystem Energie betreffend, die im Register der Infrastrukturen für jeden homogenen Abschnitt von interoperablen Strecken enthalten sein müssen, welches gemäß Abschnitt 4.2.3.6 erstellt werden muss.

## D.2. ZU BESCHREIBENDE KENNWERTE

Tabelle D.1 enthält solche Kennwerte der Interoperabilität des Teilsystems Energie, für welche die Werte für jeden Streckenabschnitt angegeben werden müssen.

Tabelle D.1

**Angaben, die im Register der Infrastrukturen für die Strecke durch den Auftraggeber angegeben werden müssen**

Kennwert, Interoperabilitätselement	Abschnitt
Angabe der Spannung und Frequenz	4.1.1
Fahrdrahhöhe für Hochgeschwindigkeitsstrecken, Verwendung der 1 600-mm-Euro-Wippe oder anderer auf dem Streckenabschnitt akzeptierte Wippen	4.1.2.1, 4.1.2.2, 7.3
Zu beachtende Windgeschwindigkeit	4.1.2.1, 4.1.2.2
Höchste Umgebungstemperatur	5.3.1.2
Kleinster Seitenwind	5.3.1.2
Anpassung der Stromabnehmerkontaktkraft	5.3.2.7
Phasentrennstrecken: Art der verwendeten Trennstrecken, Angaben zum Betrieb	4.2.2.10
Systemtrennstrecken: Art der verwendeten Trennstrecken, Angaben zum Betrieb: Ausschalten der Leistungsschalter, Absenken der Stromabnehmer	4.2.2.11
Streckenart: Aussagen zu den Leistungsmerkmalen	4.3.1.1
Nutzbremsung bei DC-Elektrifizierung: anwendbar oder nicht	4.3.1.4
Oberwellencharakteristiken: die Energieversorgung betreffende elektrotechnische Daten	4.3.1.7
Leistungs- oder Strombegrenzung auf den Fahrzeugen, erforderlich: ja oder nein	4.2.2.5
Koordination des elektrischen Schutzes	4.2.2.8
Irgendwelche anderen Abweichungen von den Anforderungen der TSI	

## ANHANG E

**KOORDINATION DER ELEKTRISCHEN SCHUTZEINRICHTUNGEN IN UNTERWERKEN UND AUF TRIEBFAHRZEUGEN**

## E.1. ALLGEMEINES

Die Kompatibilität der Schutzsysteme zwischen Triebfahrzeug und Unterwerken muss nachgewiesen werden.

## E.2. SCHUTZ GEGEN KURZSCHLUSS

Jede Traktionseinheit ist mit einem Leistungsschalter versehen, dessen Stromunterbrechungskapazität oberhalb oder unterhalb des maximalen Kurzschlussstroms liegt, der je nach Traktionssystem im Primärstromkreis auftreten kann.

Tabelle E.1

**Höchster Kurzschlussstrom zwischen Fahrleitung und Schiene**

Stromversorgungssystem	Unterwerke im Allgemeinen parallel geschaltet	Höchstmöglicher Kurzschlussstrom
	Ja/Nein	kA
AC 25 000 V-50Hz	Nein	15 <sup>(1)</sup>
AC 15 000 V-16,7 Hz	Ja	40
DC 3 000 V	Ja	50 <sup>(2)</sup>
DC 1 500 V	Ja	75 <sup>(2)</sup>
DC 750 V	Ja	65 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Bisher wurde ein Wert 12 kA vorher allgemein angenommen.

<sup>(2)</sup> Wird voraussichtlich dauernd beibehalten, Definition siehe EN 50123-1.

Tabelle E.2

**Auslösung der Leistungsschalter im Fall eines internen Fehlers auf einem Triebfahrzeug**

Stromversorgungssystem	Wenn es auf einem Triebfahrzeug zu internen Fehlern kommt ist die Auslösefolge:	
	Leistungsschalter des Unterwerkabzweigs	Leistungsschalter auf dem Triebfahrzeug
AC 25 000 V-50 Hz	Sofortiges Auslösen <sup>(1)</sup>	Sofortiges Auslösen
AC 15 000 V-16,7 Hz	Sofortiges Auslösen <sup>(1)</sup>	<i>Primärseite des Transformators:</i> Auslösen muss abgestuft werden  <i>Sekundärseite des Transformators:</i> Sofortiges Auslösen
DC	Sofortiges Auslösen <sup>(2)</sup>	Sofortiges Auslösen

<sup>(1)</sup> Bei hohem Kurzschlussstrom sollte der Leistungsschalter möglichst schnell betätigt werden.

<sup>(2)</sup> Ist der Kurzschlussstrom sehr hoch, sollten die Leistungsschalter in den Unterwerken möglichst rasch betätigt werden, um das Abschalten des Kurzschlussstroms durch den Leistungsschalter des Triebfahrzeugs zu verhindern.

## E.3. AUTOMATISCHES WIEDEREINSCHALTEN EINES ODER MEHRERER UNTERWERKSLEISTUNGSSCHALTER

Die Kurzunterbrechung der Leistungsschalter im Unterwerk schaltet, falls vorhanden, die Stromversorgung der Strecke wieder ein. In diesem Fall dürfen die Leistungsschalter des Unterwerks erst dann geschlossen werden, wenn die Leistungsschalter der in dem vom Unterwerk mit Strom versorgten Gebiet vorhandenen Triebfahrzeuge geöffnet wurden. Die Leistungsschalter der Triebfahrzeuge müssen automatisch betätigt werden, wie in Abschnitt E.4 beschrieben.

#### E.4. AUSWIRKUNGEN VON SPANNUNGS AUSFALL UND WIEDEREINSCHALTEN

Die Leistungsschalter auf Triebfahrzeugen müssen spätestens drei Sekunden nach dem Ausfall der Spannung automatisch ausgelöst werden.

*Anmerkung 1:* siehe Anhang N dieser TSJ.

Die Leistungsschalter der Triebfahrzeuge dürfen drei Sekunden nach dem Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder geschlossen werden.

*Anmerkung 2:* Eine Zeitverzögerung für das Wiedereinschalten ermöglicht, die Strecke auf Kurzschlüsse zu prüfen.

#### E.5. GLEICHSTROMSYSTEME: TRANSIENTER STROM WÄHREND ABSCHALTEN

Diese Vorgabe gilt nur für Gleichstromtriebfahrzeuge, die mit einem Eingangsfiler ausgestattet sind.

Wenn der Leistungsschalter eines Triebfahrzeugs geschlossen wird, sollte der transiente Strom durch den Eingangsfiler (sofern vorhanden) nicht dazu führen, dass der Schutz im Unterwerk unnötigerweise ausgelöst wird. Die erforderlichen Angaben müssen von den jeweiligen Bahnen beschafft werden, wenn fahrzeugeitige Filter entwickelt werden.

Die Ableitung  $di/dt$  des transienten Stroms beim Schließen des Triebfahrzeugleistungsschalters sollte folgende Merkmale aufweisen:

*Tabelle E.3*

#### **Ableitung $di/dt$ beim Schließen des Triebfahrzeugleistungsschalters**

Zeit	Bedingung für $di/dt$
0 ms	$di/dt < 60 \text{ A/ms}$
20 ms	$di/dt < 20 \text{ A/ms}$

Dies gilt für eine Mindestinduktivität von Oberleitung und Unterwerk von 2 mH.

---

## ANHANG F

## STRECKENART

## F.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang behandelt sowohl

- für den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit mindestens 250 km/h gebaute Strecken als auch
- für den Verkehr mit Geschwindigkeiten von rund 200 km/h ausgebaute Strecken.

## F.2. ZIELE

Dieser Anhang definiert die Streckenart abhängig vom Verkehr ausgedrückt durch Geschwindigkeit, kleinsten Zugfolgeabstand und Zugleistung am Stromabnehmer.

## F.3. DEFINITIONEN

*Streckenart*

Einteilung der Strecken in Abhängigkeit von den nachfolgend beschriebenen Parametern.

*Höchste Streckengeschwindigkeit*

Fahrgeschwindigkeit in km/h, die für die Strecke betrieblich genehmigt ist.

*Leistung eines Zuges am Stromabnehmer*

Höchste kontinuierliche Leistungsaufnahme des Zuges in MW unter Berücksichtigung der Leistung für das Fahren (aus der Zugkraft/Geschwindigkeits-Kennlinie), für Nutzbremmung und Hilfsbetriebe.

*Kleinster Zugfolgeabstand*

Der vom Signalsystem vorgegebene, kleinste Abstand in Minuten, mit dem die Züge bei Störungen des fahrplanmäßigen Betriebs noch fahren können.

## F.4. WERTE FÜR STRECKENARTEN

F.4.1. **Allgemeines**

Tabelle F.1 enthält Angaben, die für alle Elektrifizierungssysteme gemeinsam gelten.

Bei Hochgeschwindigkeitsstrecken wird Folgendes angenommen:  $V \geq 250$  km/h; als Elektrifizierungssysteme werden AC 25 kV 50 Hz und AC 15 kV 16,7 Hz vorausgesetzt.

Für Ausbau- und Anschlussstrecken berücksichtigt Tabelle F.1 alle derzeit in Europa verwendeten Elektrifizierungssysteme, unabhängig von der Streckengeschwindigkeit.

Tabelle F.1

**Streckenarten**

Geschwindigkeitsbereich V	Kleinsten Zugfolgeabstand	Leistung des Zuges am Stromabnehmer	Streckenart	
km/h	Minuten	MW		
V ≥ 300	3	20-25 oder mehr	I	a
	3	15-20		b
	3	10-15		c
250 ≤ V < 300	2	20	II	a
	3	15-20		b
	3	10-15		c
	4	15-20		d
	4	10-15		e
	5	15-20		f
	5	10-15		g
200 ≤ V < 250	2	15	III	a
	3	10-15		b
	4	10-15		c
	5	10-15		d
160 ≤ V < 200	2	6-10	IV	a
	2	10-15		b
	2	15-25		c
	3	6-10		d
	3	10-15		e
	4	6-10		f
	4	10-15		g
	5	6-10		h
	5	10-15		i
120-160	2	(1)	V	a
	3			b
	4			c
	5			d
< 120	2	(1)	VI	a
	3			b
	4			c
	5			d

(1) Für Strecken mit Geschwindigkeiten unter 160 km/h ist die Streckenart wegen des sehr großen Leistungsbereichs der dort verkehrenden Züge nur durch die Streckengeschwindigkeit und den kleinsten Zugfolgeabstand festzulegen.

## ANHANG G

## LEISTUNGSFAKTOR EINES ZUGES

## G.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang gilt für Züge, die für den interoperablen Verkehr auf Strecken des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes ausgelegt sind.

## G.2. ALLGEMEINES

Je höher der Leistungsfaktor ist, desto besser ist das Leistungsvermögen der Energieversorgung. Daher sind die folgenden Regeln anzuwenden. Die kapazitive oder induktive Blindleistung eines Zuges kann genutzt werden, um die Oberleitungsspannung zu ändern und zu verbessern.

## G.3. DEFINITION DES LEISTUNGSFAKTORS

Der Gesamtleistungsfaktor  $\lambda$  wird definiert durch

$$\lambda = \alpha \cos \varphi$$

wobei:  $\alpha$  = der Verzerrungsfaktor und  
 $\varphi$  = der Phasenwinkel.

## G.4. INDUKTIVER LEISTUNGSFAKTOR

## G.4.1. Gegenstand

Dieser Abschnitt behandelt den induktiven Leistungsfaktor und den Leistungsbedarf im Spannungsbereich zwischen  $U_{\min 1}$  und  $U_{\max 1}$ , wie er in Anhang N dieser TSI festgelegt ist.

## G.4.2. Anforderungen

Für jeden interoperablen Zug, der auf einer interoperablen Strecke fährt, müssen die in Tabelle G.1 festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

Tabelle G.1

Gesamtleistungsfaktor  $\lambda$  eines Zuges

Leistungsbedarf eines Zuges MW	Kategorie der Strecke		
	Hochgeschwindigkeitsstrecke	Ausbaustrecke	Anschlussstrecke <sup>(2)</sup>
a) $P > 6$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$ <sup>(1)</sup>
b) $2 < P \leq 6$	$\geq 0,93$	$\geq 0,93$	$\geq 0,93$ <sup>(1)</sup>
c) $0 \leq P \leq 2$	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Diese Werte werden empfohlen.

<sup>(2)</sup> Um den Gesamtleistungsfaktor der Hilfsbetriebebelastung eines Zuges während des Ausrollens zu steuern, muss der Gesamtleistungsfaktor  $\lambda$  (Antrieb und Hilfsbetriebe), wie er durch Simulation und/oder Messung über einen vollständigen Fahrplanzyklus erhalten wird, größer als 0,85 sein.

Die Berechnung des Gesamtdurchschnittswerts  $\lambda$  für eine Zugfahrt wird aus der Wirkenergie  $W_p$  (MWh) und der Blindenergie  $W_Q$  (MVArh) berechnet, die durch eine Computersimulation ermittelt oder an einem Zug gemessen werden:

$$\lambda = 1 / \sqrt{1 + (W_Q / W_p)^2}$$

<sup>(3)</sup> Der Auftraggeber kann Bedingungen festlegen, z. B. wirtschaftliche, betriebliche und leistungsbegrenzende Bedingungen, um Züge zuzulassen, die kleinere Leistungsfaktoren als die Zielwerte haben.



Wenn ein Zug in einem Abstellbahnhof oder in einer Werkstatt mit abgeschalteter Antriebsleistung steht und die von der Oberleitung entnommene Wirkleistung größer als 10 kW je Fahrzeug ist, darf der Gesamtleistungsfaktor infolge der Zugbelastung nicht weniger als 0,8 betragen, wobei der Zielwert 0,9 beträgt.

Die Werte der Bedingungen a) und b) müssen mit einem Stromversorgungssystem geprüft oder gemessen werden, das die Leistungen des Zuges nicht beeinträchtigt.

#### G.5. KAPAZITIVER LEISTUNGSFAKTOR

Im Spannungsbereich  $U_{\min 1}$  bis  $U_{\max 1}$ , wie er in Anhang N dieser TSI festgelegt ist, sind kapazitive Leistungsfaktoren nicht begrenzt. Im Bereich zwischen den Spannungen  $U_{\max 1}$  bis  $U_{\max 2}$  darf sich ein Zug nicht wie ein Kondensator verhalten.

---

## ANHANG H

**OBERLEITUNGSKETTENWERK, GEOMETRISCHES ZUSAMMENWIRKEN VON OBERLEITUNG UND STROMABNEHMER, AC-SYSTEME**

## H.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang behandelt

- geometrische Anforderungen für Oberleitungen,
- geometrische Anforderungen für Stromabnehmer und
- Anforderungen für das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer

für AC-Strecken des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems.

## H.2. ZIELE

Dieser Anhang ergänzt die für mit Wechselspannungssystemen elektrifizierten Strecken festgelegten Eckwerte. Diese Anforderungen sind erforderlich, um den sicheren Betrieb der Züge durch eine unterbrechungsfreie Energieversorgung ohne unangemessene Beeinflussung und ein Zusammenwirken von Fahrdrabt und Schleifstücke ohne unannehmbaren Verschleiß zu gewährleisten.

## H.3. GEOMETRISCHE ANFORDERUNGEN

H.3.1. **Oberleitungen**

Tabelle H.1 enthält die geometrischen Anforderungen mit Angabe der Toleranzen.

Tabelle H.1

**Oberleitungsgeometrie**

Nr.	Beschreibung	Anschlussstrecken	Ausbaustrecken	Hochgeschwindigkeitsstrecken
1	Fahrdrabhöhe			
1.1	Fahrdrabtnennhöhe (mm)	Zwischen 5 000 und 5 750 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	Zwischen 5 000 und 5 500 <sup>(1)</sup> <sup>(3)</sup>	5 080 oder 5 300 <sup>(3)</sup>
1.2	Toleranz (mm)	± 30	± 30	0 + 20
1.3	Grenzwerte	4 950 und 6 200	4 950 und 6 200	—
2	Zulässige Fahrdrabneigung und zulässiger -neigungswechsel in Bezug auf das Gleis	Siehe EN 50119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.8.2		Keine geplanten Neigungen annehmbar
3	Zulässige seitliche Auslenkung des Fahrdrabts unter Windeinwirkung quer zum Gleis (mm) <sup>(3)</sup>	≤ 400		

<sup>(1)</sup> Auf Strecken mit gemischtem Fracht- und Passagierverkehr und dem Verkehr von Güterwagen mit vergrößertem Profil darf die Fahrdrabhöhe größer sein, vorausgesetzt der Stromabnehmer ist geeignet, den Strom mit der festgelegten Qualität zu übertragen, und der Höhenarbeitsbereich des Stromabnehmers ist ausreichend, wie im Abschnitt 5.3.2.5 festgelegt.

<sup>(2)</sup> Über schienengleichen Überwegen muss die Fahrdrabhöhe entsprechend den nationalen Richtlinien ausgeführt werden.

<sup>(3)</sup> Die Fahrdrabhöhe und die Windgeschwindigkeit werden im Register der Infrastrukturen angegeben, wie im Anhang D dieser TSI festgelegt.

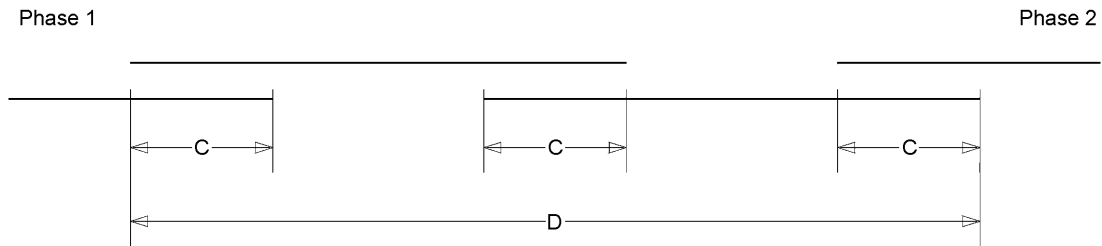
H.3.2. **Stromabnehmer**

In Tabelle H.2 sind die geometrischen Anforderungen an einen für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem geeigneten Stromabnehmer dargestellt. Bild H.1 zeigt Einzelheiten der Stromabnehmerwippe. Da die Stromabnehmer auf allen Strecken des interoperablen Systems eingesetzt werden, wird nicht zwischen den Streckenarten unterschieden.



Bild H.3

## Anordnung der Phasentrennstrecke mit kurzer Schutzstrecke

Länge  $D < 142$  m

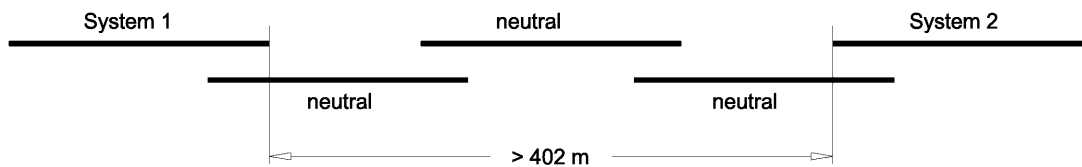
Überlappungsabschnitte C: Stromabnehmer in Kontakt mit zwei Fahrdrähten.

## H.3.4. Beispiel für eine Systemtrennstrecke

Wenn Systemtrennstrecken mit an der Oberleitung anliegenden Stromabnehmern befahren werden, kann die Systemtrennstrecke aus drei gegeneinander isolierten Schutzstrecken bestehen. Die Gesamtlänge muss wenigstens 402 m betragen. Bild H.4 zeigt das Prinzip der Ausführung.

Bild H.4

## Anordnung der Systemtrennstrecke mit langer Schutzstrecke

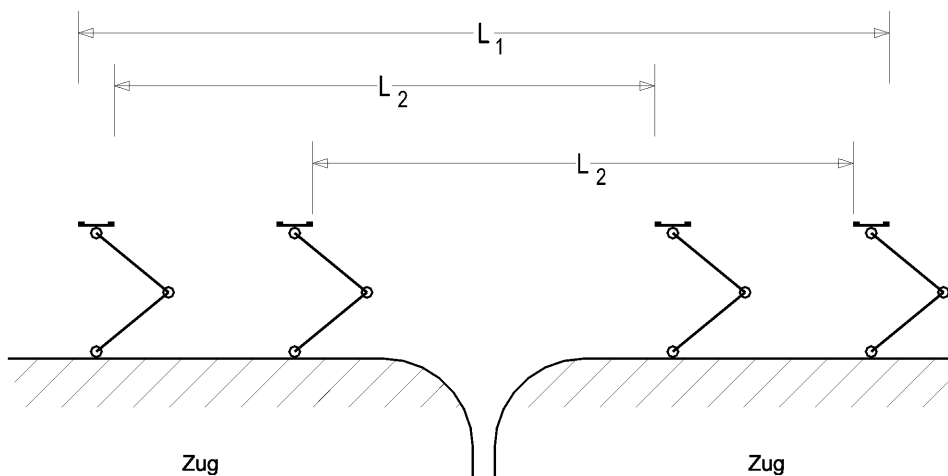


## H.3.5. Anordnung der Stromabnehmer auf den Zügen

Um die festgelegten Phasentrennstrecken befahren zu können, darf der Abstand zwischen den Stromabnehmern höchstens 400 m betragen; dies ist die größte Zuglänge. Zusätzlich müssen die Abstände zwischen drei aufeinanderfolgenden Stromabnehmern mehr als 143 m betragen. Der mittlere der drei Stromabnehmer kann an beliebiger Stelle angebracht sein. Zwischen den in Betrieb befindlichen Stromabnehmern darf keine elektrische Verbindung bestehen. Bild H.5 zeigt die Anordnung der Stromabnehmer.

Bild H.5

## Anordnung der Stromabnehmer

Länge  $L_1 < 400$  mmLänge  $L_2 > 143$  m.

### H.3.6. Kinematische Umgrenzung für den Stromabnehmerdurchgang

Bild H.6 zeigt die Abmessungen für den notwendigen Durchgangsraum für Euro-Stromabnehmer auf interoperablen Strecken. Zusätzlich zu diesem Raum muss die Infrastruktur den für den Einbau der Oberleitung selbst und die dazu gehörigen Sicherheitsabstände notwendigen Raum beachten. Der Raum hängt von der Ausführung der einzelnen Oberleitung und der zugehörigen elektrischen Spannung ab.

In Bild H.6 bezieht sich die Breite  $L_1$  auf die Fahrdrachhöhe von 5 m, während  $L_2$  von der für die einzelne Strecke anzuwendenden Fahrdrachhöhe abhängt. Der Wert  $S$  trägt dem Anhub entsprechend 2 mal  $S_0$  nach den Tabellen 4.5 und 4.6 Rechnung.

Der Wert  $L_2$  ist

$$L_2 = 0,74 + 0,04 \cdot H + 0,15 \cdot H \cdot C - 0,075 \cdot C + 2,5 / R,$$

wobei die größte Spurweite mit 1,45 m angenommen ist und die Überhöhung  $C$ , der Radius  $R$  und die Abmessung  $H$  in Meter gemessen werden.

Bild H.6

#### Kinematische Umgrenzung für den Stromabnehmerdurchgang auf interoperablen Strecken

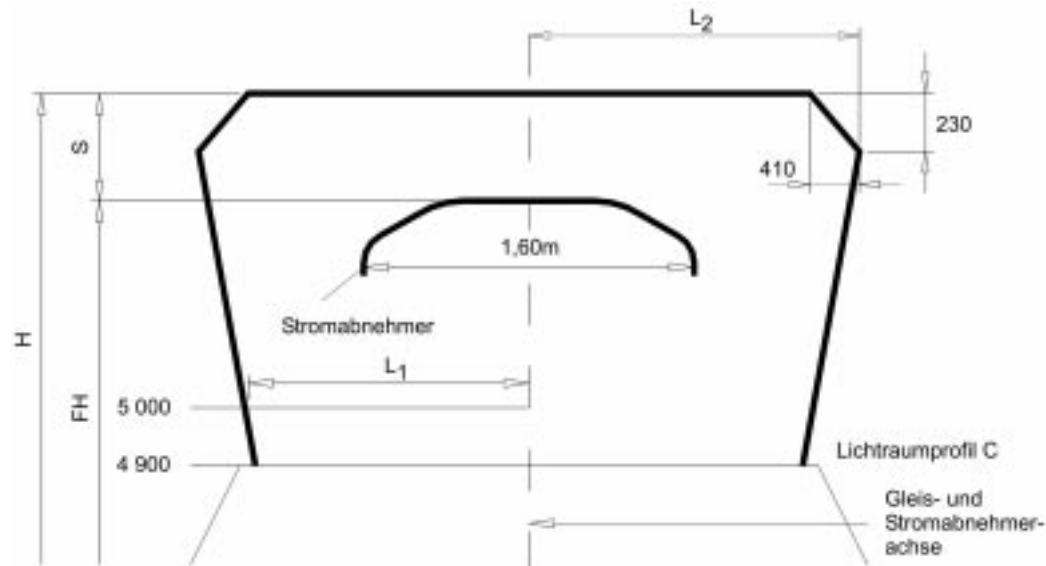


Tabelle H.3 zeigt ein Beispiel der Beziehungen zwischen dem Gleisradius, der Überhöhung und den Abmessungen  $L_1$  und  $L_2$  für Hochgeschwindigkeitsstrecken mit einem Gleisradius von mehr als 3 000 m. Die Abmessung  $H$  ist die Summe der Fahrdrachhöhe  $FH$  und der Vorgabe  $S$  für den Anhub.

Tabelle H.3

#### Abmessungen für die kinematische Umgrenzung für den Stromabnehmerdurchgang für Hochgeschwindigkeitsstrecken (Beispiele, Gleisradius mehr als 3 000 m)

Überhöhung $C$ (m)	Breite $L_1$ in 5,00 m Höhe (m)	Breite $L_2$ (siehe Bild H.6) (m)
0,0	0,94	$0,74 + 0,04 H$
0,066	0,99	$0,74 + 0,05 H$
0,180	1,08	$0,73 + 0,07 H$

## ANHANG J

**OBERLEITUNGS-AUSRÜSTUNG, GEOMETRISCHES ZUSAMMENWIRKEN VON OBERLEITUNG UND STROMABNEHMER, DC-SYSTEME**

## J.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang behandelt

- geometrische Anforderungen für Oberleitungen,
- geometrische Anforderungen für Stromabnehmer und
- Anforderungen für das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer

für Ausbau- und Anschlussstrecken des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, die mit Gleichspannung versorgt werden.

## J.2. ZIELE

Dieser Anhang ergänzt die für mit Gleichspannungssystemen elektrifizierten Strecken festgelegten Eckwerte. Diese Anforderungen sind erforderlich, um den sicheren Betrieb der Züge durch eine unterbrechungsfreie Energieversorgung ohne unangemessene Beeinflussung und ein Zusammenwirken von Fahrdrabt und Schleifstücken ohne unannehmbaren Verschleiß zu gewährleisten.

## J.3. GEOMETRISCHE ANFORDERUNGEN

J.3.1. **Oberleitungen**

Tabelle J.1 enthält die geometrischen Anforderungen mit Angabe der Toleranzen.

Tabelle J.1

**Oberleitungsgeometrie**

Nr.	Beschreibung	Anschlussstrecken	Ausbau­strecken
1	Fahrdrabhöhe		
1.1	Normale Fahrdrabhöhe (mm)	Zwischen 5 000 und 5 600 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	Zwischen 5 000 und 5 500 <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>
1.2	Toleranz (mm)	0 + 60	0 + 60
1.3	Grenzwerte (mm)	4 950 und 6 200 <sup>(5)</sup>	4 950 und 6 200
2	Zulässige Fahrdrabtneigung und zulässiger Neigungswechsel in Bezug auf das Gleis	Siehe EN 50119, Fassung 2001, Abschnitt 5.2.8.2	
3	Zulässige seitliche Auslenkung des Fahrdrabts unter Windeinwirkung quer zum Gleis (mm)	≤ 400	

<sup>(1)</sup> Auf Anschlussstrecken mit gemischtem Fracht- und Passagierverkehr und dem Verkehr von Güterwagen mit vergrößertem Profil darf die Fahrdrabhöhe größer sein, vorausgesetzt der Stromabnehmer ist geeignet, den Strom mit der festgelegten Qualität zu übertragen und die Arbeitshöhe des Stromabnehmers ist ausreichend, wie im Abschnitt 5.3.2.5 festgelegt.

<sup>(2)</sup> Über schienengleichen Überwegen muss die Fahrdrabhöhe entsprechend den nationalen Richtlinien ausgeführt werden.

<sup>(3)</sup> Für die in der Fußnote 2 zur Tabelle 4.1 herangezogenen Strecken in Italien und Spanien liegt die Fahrdrabhöhe zwischen 5 000 mm und 5 300 mm. Die anderen Werte gelten für andere Streckenarten.

<sup>(4)</sup> Die Fahrdrabhöhe und die zu beachtende Windgeschwindigkeit werden im Register der Infrastrukturen angegeben, wie im Anhang D dieser TSI festgelegt.

<sup>(5)</sup> Für Anschlussstrecken in Spanien 4 600 mm und 6 200 mm.

### J.3.2. Stromabnehmer

In Tabelle J.2 sind die geometrischen Anforderungen an einen für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem geeigneten Stromabnehmer dargestellt. Bild J.1 zeigt Einzelheiten der Stromabnehmerwippe. Da die Stromabnehmer auf allen Strecken des interoperablen Systems eingesetzt werden, wird nicht zwischen den Streckenarten unterschieden.

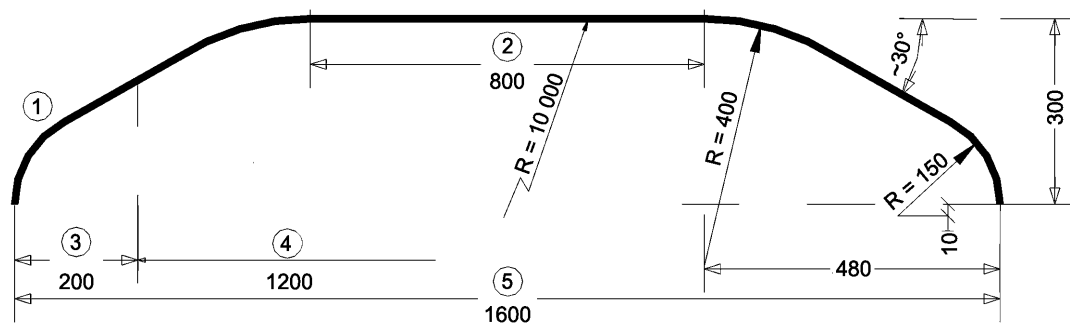
Tabelle J.2

#### Geometrie der Stromabnehmerwippe

Nr.	Beschreibung	Alle Streckenarten
1	Breite der Stromabnehmerwippe	
1.1	Einheitliche europäische Wippe (mm)	1 600
1.2	Wippenbreite während der Übergangsfrist (mm)	1 450 und 1 950
2	Arbeitsbereich der Stromabnehmerwippe (mm)	1 200
3	Länge der Schleifstücke (mm)	≥ 800
4	Profil der Stromabnehmerwippe	
4.1	Profil der einheitlichen Stromabnehmerwippe	Siehe Bild J.1
4.2	Profil der Wippe während der Übergangsfrist	EN 50367
5	Elektrische Verbindung zwischen Stromabnehmern	Wenn eine solche Verbindung besteht, muss sie unterbrechbar sein
6	Vorrichtung zum Erkennen von Schäden an der Stromabnehmerwippe	Erforderlich

Bild J.1

#### Profil der Stromabnehmerwippe



- 1 Horn aus isolierendem Werkstoff
- 2 Mindestlänge der Schleifstücke
- 3 Überstand
- 4 Arbeitsbereich der Stromabnehmerwippe
- 5 Breite der Stromabnehmerwippe.

### J.3.3. Kinematische Umgrenzung des Stromabnehmerdurchgangs

Die Vorgaben für DC sind die gleichen wie für AC. Es wird auf Anhang H, Abschnitt H.3.6, verwiesen.

## ANHANG K

**NUTZBREMSUNG**

## K.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang gilt für den interoperablen Verkehr auf Strecken, die mit einem Wechselstromsystem mit Energie versorgt werden. Er beschreibt die Bedingungen für die Anwendung der Nutzbremmung in Bahnenergieversorgungssystemen.

*Anmerkung:* Auf Antrag des Zugbetreibers kann der Auftraggeber die Nutzbremmung auch für Gleichstromsysteme zulassen.

## K.2. ÜBERLEGUNGEN DIE FAHRZEUGE BETREFFEND

Züge dürfen die Nutzbremmung nicht weiter einsetzen, wenn

- in dem vom Unterwerk versorgten Abschnitt ein Speisespannungsausfall oder ein Kurzschluss zwischen Oberleitung und Schiene/Erde auftritt;
- die Oberleitung nicht in der Lage ist, die Energie aufzunehmen;
- die Streckenspannung über  $U_{\max 2}$  liegt. Siehe Anhang N dieser TSI.

Wenn keine Aufnahme der Rückspeiseenergie durch andere Verbraucher möglich ist, müssen die Fahrzeuge auf andere Bremssysteme zurückgreifen.

## K.3. ÜBERLEGUNGEN FÜR DAS TEILSYSTEM ENERGIE

Das Teilsystem Energie ist so auszulegen, dass die Nutzbremmung als Betriebsbremse verwendet werden kann.

Der Auftraggeber muss mit dem Energieversorgungsunternehmen anstreben, die Bremsenergie in das öffentliche Netz zurückzuspeisen, wenn keine Aufnahme durch andere Bahnenergieverbraucher möglich ist.

## K.4. BEWERTUNG

Unterwerkssteuerungs- und -schutzeinrichtungen müssen das Rückspeisen der Energie in das speisende Netz ermöglichen. Die Schaltpläne müssen eine Bewertung gestatten.

---



## ANHANG L

**SPANNUNG AM STROMABNEHMER (QUALITÄTSINDEX FÜR DIE ENERGIEVERSORGUNG)**

## L.1. ANWENDUNGSBEREICH

Das Ziel einer Auslegungsuntersuchung ist es, die Kennwerte der ortsfesten Anlagen festzulegen. Diese Anlagen müssen den höchsten Betriebsbelastungen genügen, die sich aus dem Fahrplan ergeben und beschrieben werden können als

- der am dichtesten belegte Zeitraum im Fahrplan, der dem Spitzenbetrieb entspricht und
- die Kennwerte der unterschiedlichen auf der Strecke verkehrenden Züge, wobei die eingesetzten Triebfahrzeuge zu betrachten sind.

Dieser Anhang gilt für:

- Hochgeschwindigkeitsstrecken, die für Geschwindigkeiten von 250 km/h und darüber ausgelegt sind, und
- für Ausbaustrecken mit Geschwindigkeiten um 200 km/h.

## L.2. ZIELE

Es ist das Ziel, einen Richtwert für die Qualität der ortsfesten Anlagen für die elektrische Traktion anzugeben. Der Qualitätsindex hat eine rechnerische Untersuchung der Spannung entlang einer elektrifizierten Strecke zur Grundlage, wobei Züge entsprechend dem Referenzfahrplan verkehren.

Der Qualitätsindex  $U_{\text{nutzbar}}$  wird durch Simulation berechnet und kann durch Messungen an einem kritischen Zug bestätigt werden.

*Anmerkung:* Um für alle Züge die für die jeweilige Streckenart festgelegten Leistungsmerkmale sicherzustellen, sollte der Auftraggeber seine Ausrüstung so gestalten, dass die mittlere nutzbare Spannung am Stromabnehmer eines jeden Zuges im Versorgungsabschnitt ausreichend hoch ist. Dies bedeutet nicht, dass Züge auch während einer sehr kurzen Zeitdauer nicht extremen Spannungen, wie in Anhang N dieser TSI festgelegt, ausgesetzt sein können.

## L.3. DEFINITION DER MITTLEREN NUTZBAREN SPANNUNG

Die mittlere nutzbare Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  wird durch eine Rechnersimulation eines geografischen Bereiches ermittelt und sollte alle Züge berücksichtigen, die in diesem Abschnitt während einer Zeitdauer entsprechend der Verkehrsspitze im Fahrplan verkehren. Dieser angenommene Zeitabschnitt sollte ausreichend lang sein, um die höchste Belastung eines jeden elektrischen Versorgungsabschnitts in dem geografischen Bereich zu erfassen.

Die elektrischen Kennwerte der Energieversorgungsanlage und der unterschiedlichen Arten von Zügen müssen in der Simulation berücksichtigt werden.

Die Basisspannung am Stromabnehmer eines jeden Zuges im geografischen Bereich wird in jedem Simulationszeitschritt untersucht. Für AC-Systeme wird der Effektivwert der Basisspannung verwendet. Für DC-Systeme wird der Mittelwert verwendet. Jeder Zeitschritt der Simulation muss genügend kurz sein, um allen Fahrplansituationen Rechnung zu tragen.

Die aus der Simulation erhaltenen Spannungswerte werden verwendet, um zu prüfen:

1.  $U_{\text{nutzbar}}$  des Energieversorgungsabschnitts

Das ist der Mittelwert aller Spannungen, die in der Simulation berechnet werden und liefert einen Richtwert für die Qualität der Energieversorgung im gesamten Bereich.

Die Untersuchung behandelt alle Züge im geografischen Bereich, die während des Zeitraums mit dem Spitzenverkehr betrachtet werden, gleich ob sie während eines einzelnen Simulationszeitschritts im Zustand der Traktion sind oder nicht (Stillstand, Traktion, Nutzbremmung, Rollen).

2.  $U_{\text{nutzbar}}$  eines Zuges

Dies ist der Mittelwert aller Spannungen der gleichen Simulation wie bei der Untersuchung eines geografischen Bereichs, wobei nur die Spannungen für einen bestimmten Zug in jedem Zeitabschnitt untersucht werden, wenn der Zug Leistung aufnimmt (kein Stillstand, keine Nutzbremmung, kein Rollen).

Der Mittelwert dieser Spannungen ergibt einen Nachweis der Leistungsmerkmale eines jeden in der Simulation erfassten Zuges und lässt als Ergebnis den maßgebenden Zug erkennen. Das ist der Zug, dessen Beschleunigungsvermögen am meisten durch die niedrige Spannung beschränkt wird.

L.4. EMPFOHLENE WERTE FÜR DIE MITTLERE NUTZBARE SPANNUNG  $U_{\text{NUTZBAR}}$  AM STROMABNEHMER

Die Mindestwerte für die mittlere nutzbare Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  am Stromabnehmer sind in der Tabelle L.1 angegeben.

Tabelle L.1

**Minimale mittlere nutzbare Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  am Stromabnehmer (kV)**

Elektrifizierungssystem	DC 1,5 kV	DC 3 kV	AC 15 kV	AC 25 kV
Bereich der ortsfesten Anlagen	1,30	2,80	14,2	22,5
Betrachteter Zug	1,30	2,80	14,2	22,5

L.5. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN MITTLERER NUTZBARER SPANNUNG  $U_{\text{nutzbar}}$  UND DER SPANNUNG  $U_{\text{min1}}$ 

Die Auslegung der Energieversorgung muss so durchgeführt werden, dass die Simulationen zur Berechnung der mittleren nutzbaren Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  am Stromabnehmer nie augenblickliche Spannungswerte am Stromabnehmer irgendeines Zuges niedriger als die Grenze  $U_{\text{min1}}$  gemäß Anhang N dieser TSI ergeben, wenn der Verkehr der Art der untersuchten Strecke Anhang F dieser TSI entspricht.

## L.6. AUSWAHLKRITERIEN FÜR DIE SPANNUNG AM STROMABNEHMER VON HOCHGESCHWINDIGKEITSZÜGEN

Die Auslegung von ortsfesten Anlagen für die elektrische Zugbeförderung kann durch Simulation des kritischen Fahrplans unter Berücksichtigung der Leistungsaufnahme eines jeden Zuges in jedem Zeitschritt der Simulation vorgenommen werden. Zusätzlich zur Abstimmung und Auslegung der Geräte (Transformatoren, Oberleitungen, Autotransformatoren für  $2 \times 25$  kV und Umrichter für DC) und zur Verträglichkeit mit der an den Verbindungspunkten zum Hochspannungsnetz zulässigen Scheinleistung, stellt die Güte der Energieversorgung einen wichtigen Qualitätskennwert für das untersuchte Versorgungssystem dar.

Die Zugkraft-Geschwindigkeitskennlinie eines Triebfahrzeugs ändert sich abhängig von der Spannung am Stromabnehmer. Die Hüllkurve der Zugkraft-Geschwindigkeitskennlinien bei verminderten Spannungen wird aus der Nennkennlinie durch Extrapolation über den Geschwindigkeitsbereich mit einem Proportionalitätsbeiwert ermittelt, der etwas niedriger als das Verhältnis der Spannung am Stromabnehmer zur Nennspannung ( $U_{\text{Stromabnehmer}}/U_{\text{nenn}}$ ) ist.

Die erhaltenen Spannungswerte sollten das Erreichen der gewünschten Leistungsmerkmale ermöglichen. Zum Beispiel macht es in einer Studie für die Elektrifizierung mit 25 kV die Wahl einer Spannung von 22,5 kV möglich, dass die Spannung statistisch nicht unter die untere Grenze von 19 kV abfällt. Spannungen unter 19 kV sind in Zeitabschnitten mit nicht normalem Verkehr und bei kürzeren Zugabständen möglich, insbesondere im Fall von besonderen Zuständen, die nicht immer mit den Simulationen betrachtet werden, z. B. das Zusammentreffen von dichten Zugfolgen in beiden Zugrichtungen.

Das Auftreten von Zuständen mit gestörten Betriebsmerkmalen sowohl hinsichtlich des Energieversorgungssystems als auch des Fahrplans sollten unter Berücksichtigung von zugelassenen Einschränkungen des Leistungsvermögens bewertet werden.

Die Wahl der richtigen mittleren nutzbaren Spannung bringt folgende Vorteile mit sich:

- Sie gestattet den Betrieb der Triebfahrzeuge in der Nähe ihrer Nennspannung und trägt somit zur Optimierung des Wirkungsgrades und des Leistungsvermögens bei;
- sie gewährleistet, dass die in den Normen festgelegten Mindestspannungen eingehalten werden;

- sie bestätigt, dass die ortsfesten Anlagen für die elektrische Traktion die richtigen Leistungsmerkmale besitzen und als ein Ergebnis auch ein höheres Verkehrsvolumen in Betracht gezogen werden kann;
- sie ermöglicht, dass auch Zustände mit gestörtem Verkehr beherrscht werden.

#### L.7. BERECHNUNG DER MITTLEREN NUTZBAREN SPANNUNG AM STROMABNEHMER

Die mittlere nutzbare Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  am Stromabnehmer ist wie folgt definiert:

$$U_{\text{nutzbar}} = \left( \sum_{j=1}^n \frac{1}{T_j} \int_0^{T_j} U_p \cdot |I_{pj}| dt \right) \cdot \int_0^{T_j} \left( \sum_{j=1}^n \frac{1}{T_j} \int_0^{T_j} |I_{pj}| dt \right)$$

wobei

$T_j$  = Integrations- oder Beobachtungsdauer am Zug Nummer  $j$ ;

$n$  = Anzahl der in der Untersuchung betrachteten Züge.

Bei AC-Systemen gilt:

$U_{pj}$  = augenblicklicher Effektivwert der Wechselspannung am (an den) Stromabnehmer(n) des Zuges mit der Nummer  $j$ ;

$|I_{pj}|$  = Betrag des augenblicklichen Stromeffektivwertes, der über den Stromabnehmer am Zug Nummer  $j$  fließt.

Bei DC-Systemen gilt:

$U_{pj}$  = augenblicklicher Durchschnittsgleichspannungswert am (an den) Stromabnehmer(n) des Zuges Nummer  $j$ ;

$|I_{pj}|$  = Betrag des augenblicklichen Gleichstromdurchschnittswertes, der über den Stromabnehmer am Zug Nummer  $j$  fließt.

Dies stellt das Verhältnis zwischen der für den Betriebszyklus berechneten mittleren Leistung des Zuges und dem entsprechenden mittleren Strom dar.

Ein gleichwertiges Ergebnis lässt sich mit folgender Formel erzielen, die für manche Rechnerprogramme besser geeignet ist:

$$U_{\text{nutzbar}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{MN\Delta t} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^M U_{j,k}(t) \cdot \Delta t$$

wobei

$n$  = Anzahl der in der Simulation berücksichtigten Züge;

$U_{j,k}$  = für AC-Systeme der Effektivwert der Wechselspannung, ermittelt im ersten Schritt zur Ermittlung der Spannungen;

für DC-Systeme augenblickliche Durchschnittsspannung, ermittelt im ersten Schritt zur Ermittlung der Spannungen;

$M$  = Anzahl der Berechnungsschritte im Integrationszeitraum;

$N$  = Anzahl der Integrationszeiträume in der Simulation;

$\Delta t$  = Zeitdauer, während der jeder Schritt  $M$  simuliert wird;

*Anmerkung:*  $\Delta t$  muss ausreichend kurz sein, um alle Ereignisse im Fahrplan zu erfassen.

Dieser Ausdruck für die Spannung hat den Vorteil, dass er die Qualität der Energieversorgung bei Verkehrssituationen mit einer großen Anzahl von Zügen im betrachteten Bahnsystem recht genau wiedergibt.

Die obige Formel wird verwendet zur Untersuchung

eines geografischen Bereiches (d. h. dem zu betrachtenden Teil des Netzes) in einem festgelegten Zeitraum unter Berücksichtigung aller Züge, die in diesem Teil des Netzes verkehren unabhängig davon, in welchem Zustand sich die Züge befinden (Stillstand, Traktion, Nutzbremmung, Ausrollen). Der Wert der mittleren nutzbaren Spannung  $U_{\text{nutzbar}}$  ist daher ein Qualitätsindex für die Energieversorgung des gesamten Bereiches;

der mittleren nutzbaren Spannung am Stromabnehmer eines jeden Zuges innerhalb des betrachteten Versorgungsbereiches. Dabei werden nur die Zeiträume berücksichtigt, in dem ein Zug sich im Zustand der Traktion befindet. In diesem Fall ist in der obigen Formel  $n$  gleich 1. Dieser Wert wird in der Simulation verwendet, um das Leistungsvermögens eines jeden Zuges zu prüfen, und lässt als Ergebnis den maßgebenden Zug erkennen.

#### L.8. QUALITÄTSINDEX DER STROMVERSORGUNG

##### L.8.1. Nutzbare Spannung $U_{\text{nutzbar}}$ im Stromversorgungsbereich

Was	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
<i>Simulation</i>			
In einem festgelegten Bereich des Stromversorgungssystems	Nach jeder Simulation	Unter Verwendung der Simulationsergebnisse der Züge im betrachteten Bereich und Berechnung mit Definition in L.3	Der Wert liegt über den in der Zeile „Bereich“ der Tabelle L.1 angegebenen Werten

##### L.8.2. Nutzbare Spannung $U_{\text{nutzbar}}$ am Zug

Was	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
<i>Simulation</i>			
Für einen definierten Zug im Simulationsfahrplan — meist der Auslegungszug	Als Ergebnis der Simulationen	Unter Verwendung der Simulationsergebnisse der Zugberechnungen gemäß Festlegung in Abschnitt L.3	Der Wert liegt über den in der Zeile „jeder Zug“ der Tabelle L.1 angegebenen Werten (TSI-Strecken oder herkömmliche Strecken)

##### L.8.3. Beziehung zwischen $U_{\text{nutzbar}}$ und $U_{\text{min1}}$

Was	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
<i>Simulation</i>			
	Nach jeder Simulation	Unter Verwendung der Simulationsergebnisse jedes im Bereich betrachteten Zuges. Prüfung nur dann auszuführen, wenn $U_{\text{nutzbar}}$ am Stromabnehmer über den in L.5 geforderten Werten liegt	Prüfen, dass die Spannung am Stromabnehmer aller Züge nie unter $U_{\text{min1}}$ liegt

## ANHANG M

## PRÜFUNG UND NACHWEIS DER SCHLEIFSTÜCKE

## M.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang gilt für die Prüfungen und den Nachweis von Schleifstücken, die auf Stromabnehmern für den interoperablen Hochgeschwindigkeitsverkehr verwendet werden.

## M.2. SCHLEIFSTÜCKE

M.2.1. **Allgemeines**

Die Art der Schleifstücke muss den folgenden Anforderungen entsprechen:

- Strombelastbarkeit;
- statische Kontaktkraft;
- Werkstoff der Schleifstücke.

Der Werkstoff der Schleifstücke muss für den Auftraggeber annehmbar sein. Allgemein verwendete Werkstoffe für Schleifstücke sind:

- reine Kohle, soweit erforderlich mit Zusatzwerkstoffen imprägniert;
- Kupfer-Stahl, Kupferlegierungen, Kupfer;
- kupferummantelte Kohle;
- Sinterwerkstoffe.

Bei der Verwendung anderer Werkstoffe sind Nachweise erforderlich, die zeigen, dass die Kennwerte gleich oder besser als die Kennwerte der empfohlenen Werkstoffe sind.

Der Betrieb mit unterschiedlichen Schleifstückwerkstoffen in einem Oberleitungsnetz muss zwischen Auftraggeber und Zugbetreiber vereinbart werden.

*Anmerkung:* Falls Werkstoffe für Schleifstücke gemischt im Netz verwendet werden, kann sich der Verschleiß der Schleifstücke und des Fahrdrabtes erhöhen.

## M.3. STROM IM STILLSTAND

M.3.1. **Prüfbedingungen**

Die Erwärmung des Fahrdrabtes durch den Strom im Stillstand muss bei DC-Systemen geprüft werden. Eine Prüfung ist bei AC-Systemen wegen der niedrigeren Ströme im Stillstand nicht notwendig.

Die Prüfung muss an einem mit einer Wippe mit zwei Schleifstücken ausgerüsteten Stromabnehmer durchgeführt werden.

Die zwei Schleifstücke müssen an einer ebenen Fläche entsprechend deren Einsatzbedingungen geprüft werden.

Der Stromabnehmer muss auf einem Triebfahrzeug aufgebaut werden. Die Prüfung muss in einer geschützten Umgebung (in einer geschlossenen Halle) durchgeführt werden, um Einflüsse durch die Luftströmung zu vermeiden.

Die Prüfung muss unter einem oder zwei mit Temperaturfühlern ausgerüsteten Fahrdrähten durchgeführt werden. Die Temperaturfühler müssen zwei Millimeter von der Kontaktfläche entfernt angeordnet sein.

### M.3.2. Prüfverfahren

Die Prüfung muss mit der statischen Kontaktkraft entsprechend Abschnitt 5.3.2.6 durchgeführt werden.

Der vom Stromabnehmer übertragene Strom muss für den höchsten Verbrauch des Triebfahrzeuges mit den im Abschnitt 5.3.3.4 angegebenen Grenzen repräsentativ sein.

Jede Prüfung muss 30 Minuten dauern, es sein denn, die von einem der Sensoren angezeigte Temperatur erreicht den höchstzulässigen Wert für die Fahrdrähte. Dieser Wert ist vom Auftraggeber vorzugeben. In diesem Fall wird die Prüfung beendet.

Strom und Temperatur müssen kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Die Prüfung muss als zufriedenstellend angesehen werden, wenn die höchste Temperatur des Fahrdrahtes nach 30 Minuten nicht höher ist als die festgelegte Grenztemperatur.

## M.4. STROM BEI BETRIEBSBELASTUNG

### M.4.1. Prüfbedingungen

Der Verschleiß der Schleifstücke durch den Strom bei elektrischer Betriebslast ist für DC-Systeme zu prüfen. Eine Prüfung ist für AC-Systeme wegen der niedrigeren Ströme bei Betriebsbedingung nicht notwendig.

Der Stromabnehmer muss auf einem Triebfahrzeug aufgebaut werden, dessen Leistungsfähigkeit mindestens die Übertragung des höchsten elektrischen Stromes zulässt.

Der mit den zu prüfenden Schleifstücken ausgerüstete Stromabnehmer muss während der Prüffahrten und vor den Messungen so aufgebaut werden, dass die ungünstigsten Bedingungen für die Stromübertragung gegeben sind.

### M.4.2. Prüfverfahren

Das Triebfahrzeug muss einen Zug mit der höchsten zulässigen Masse mit einer Geschwindigkeit ziehen, die zum höchsten Strom führt.

Bei jeder Anordnung muss die höchste Stromintensität während der einschlägigen Messungen während 30 Minuten übertragen werden.

Um sicherzustellen, dass das Betriebsverhalten der Schleifstücke ausreichend repräsentativ ist, müssen zehn Messfahrten mit jeder Anordnung durchgeführt werden.

Es wird empfohlen, dass die Schleifstücke in jedem Fall nach einem Zyklus von zehn Fahrten ersetzt werden.

Nach jedem Zyklus muss der Zustand der Schleifstücke inspiziert und das Ausmaß des Verschleißes in mm/1 000 km bestimmt werden, so dass deren Betriebsverhalten beurteilt werden kann.

Die Prüfung muss als erfolgreich angesehen werden, wenn keine Defekte erkannt werden, die das Betriebsverhalten der Schleifstücke beeinträchtigen können, und wenn der Verschleiß mit den in der TSI Energie enthaltenen Leistungsmerkmalen übereinstimmt.

—

## ANHANG N

## SPANNUNG UND FREQUENZ FÜR BAHNENERGIE-VERSORGUNGSYSTEME

## N.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang legt die Spannungen und Frequenzen und ihre Toleranzen an den Klemmen der Unterwerke und am Stromabnehmer fest.

## N.2. SPANNUNG

Die Kenndaten der wichtigsten Spannungssysteme (Überspannungen ausgeschlossen), sind im Einzelnen in Tabelle N.1 dargestellt.

Tabelle N.1

## Nennspannungen und ihre zulässigen Grenzen nach Größe und Dauer

Elektrifizierungssystem	Niedrigste nicht-dauernde Spannung	Niedrigste dauernde Spannung	Nennspannung	Höchste dauernde Spannung	Höchste nicht-dauernde Spannung
	$U_{\min 2}$ (V)	$U_{\min 1}$ (V)	$U_n$ (V)	$U_{\max 1}$ (V)	$U_{\max 2}$ (V)
DC (Mittelwerte)	400 <sup>(1)</sup>	400	600	720	800 <sup>(2)</sup>
	400 <sup>(1)</sup>	500	750	900	1 000 <sup>(2)</sup>
	1 000 <sup>(1)</sup>	1 000	1 500	1 800	1 950 <sup>(2)</sup>
	2 000 <sup>(1)</sup>	2 000	3 000	3 600	3 900 <sup>(2)</sup>
AC (Effektivwerte)	11 000 <sup>(1)</sup>	12 000	15 000	17 250	18 000 <sup>(2)</sup>
	17 500 <sup>(1)</sup>	19 000	25 000	27 500	29 000 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Spannungen zwischen  $U_{\min 1}$  und  $U_{\min 2}$  dürfen nicht länger als zwei Minuten andauern.

<sup>(2)</sup> Spannungen zwischen  $U_{\max 1}$  und  $U_{\max 2}$  dürfen nicht länger als fünf Minuten andauern.

— Die Spannung der Unterwerksammelschiene muss kleiner oder gleich  $U_{\max 1}$  sein, wenn alle Leistungsschalter geöffnet sind.

— Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die Spannungen im Bereich zwischen  $U_{\min 1}$  und  $U_{\max 2}$  bleiben. Unter außerordentlichen Betriebsbedingungen sind Spannungen im Bereich zwischen  $U_{\min 1}$  und  $U_{\min 2}$  zulässig.

**Verhältnis  $U_{\max 1}/U_{\max 2}$** 

Jedem Auftreten von  $U_{\max 2}$  muss ein Spannungsniveau unter oder gleich  $U_{\max 1}$  mit einer nicht festgelegten Zeitdauer folgen.

**Niedrigste Betriebsspannung**

Unter außerordentlichen Betriebsbedingungen ist  $U_{\min 2}$  die untere Grenze für die Oberleitungsspannung mit der Züge noch betrieben werden können.

Anmerkung: Empfohlene Werte für Unterspannungsauslösung:

Die Unterspannungsrelais in ortsfesten Anlagen oder an Bord können für Werte zwischen 85 und 95 % von  $U_{\min 2}$  eingestellt werden.

## N.3. FREQUENZ

Die Frequenz von 50-Hz-Elektrifizierungssystemen wird vom Drehstromnetz vorgegeben. Es gelten daher die in EN 50 160 festgelegten Werte. Die Frequenz von 16,7-Hz-Elektrifizierungssystemen (ausgenommen Synchron-Synchronumformer) wird nicht durch das Drehstromnetz vorgegeben.

Tabelle N.2 enthält die für beide Elektrifizierungssysteme anzuwendenden Werte.

Tabelle N.2

**Frequenz von Bahnelektrifizierungssystemen und ihre zulässigen Grenzen**

Dauer	Nennfrequenz des Systems	Die Bahnenergieversorgung wird gespeist durch	
		Drehstromverbundnetz	Drehstrominselnnetz
95 % einer Woche	50 Hz	50,50 Hz	51,00 Hz
		49,50 Hz	49,00 Hz
	16,7 Hz	16,83 Hz	n.a.
		16,50 Hz	n.a.
100 % einer Woche	50 Hz	52,00 Hz	57,50 Hz
		47,00 Hz	42,50 Hz
	16,7 Hz	17,36 Hz	17,00 Hz
		15,69 Hz	16,17 Hz

n.a.: nicht anwendbar.

Anmerkung: In der Praxis wird die Frequenzspannbreite in Europa enger gesteuert als oben angegeben.

## N.4. PRÜFVERFAHREN

## N.4.1. Messen der Spannung auf der Strecke

## N.4.1.1. Fahrzeuge

Fahrzeuge müssen wie in EN 50 215: 1999, Abschnitt 9.15, beschrieben geprüft werden.

## N.4.1.2. Ortsfeste Anlagen

Wo	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
N.4.1.2.1 <i>Sammelschiene des Unterwerks</i> Leistungsschalter geöffnet, normale Betriebsbedingungen	Bei Inbetriebnahme	— Spannungs-Registrierinstrument für die Basisfrequenz oder — digitale Datenschreiber mit einem Frequenzbereich größer gleich 2 kHz Mittelung über 1 Sekunde — Messdauer 1 Minute	Alle Spannungswerte sind kleiner oder gleich $U_{max1}$
N.4.1.2.2 <i>Wenn eine Spannungshaltungseinrichtung an der Strecke installiert ist</i> Messung auf beiden Seiten des Gerätes ohne Last und unter normalen Betriebsbedingungen	Bei Inbetriebnahme und Betrieb	Ohne Last: siehe N.4.1.2.1, im Betrieb: siehe N.4.1.2.3	Keine Last: siehe N.4.1.2.1, im Betrieb: siehe N.4.1.2.3



Wo	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
<p>N.4.1.2.3 <i>Adhoc-Messungen</i></p> <p>An Ort und Stelle, wo Probleme vorliegen</p>	Beim Auftreten von Problemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Spannungs-Registrierinstrument für die Basisfrequenz oder</li> <li>— digitale Datenschreiber mit einem Frequenzbereich größer gleich 2 kHz</li> <li>— Mittelung über 1 Sekunde</li> <li>— Messdauer mindestens 1 Stunde, höchstens 1 Woche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Alle Spannungswerte sind größer gleich <math>U_{\min 2}</math></li> <li>— Jede Dauer einer Spannung unter <math>U_{\min 1}</math> ist kürzer als die in Abschnitt N.2, Fußnote 1, genannte Dauer</li> <li>— Der Durchschnittswert der Spannungen liegt zwischen <math>U_{\min 1}</math> und <math>U_{\max 1}</math></li> <li>— Jede Dauer einer Spannung über <math>U_{\max 1}</math> ist kürzer oder gleich der in Abschnitt N.2, Fußnote 2, genannten Dauer</li> <li>— Alle Spannungswerte sind kleiner gleich <math>U_{\max 2}</math></li> </ul>

#### N.4.2. Messung der Frequenz auf der Strecke

Wo	Wann	Wie	Bedingungen für Annahme
<p><i>Kontinuierliche Überwachung</i></p> <p>Nur bei Netzen, die nicht vom Drehstromnetz abhängen</p> <p>Kontinuierlich in Verbindung mit der Frequenzregelung in den Kraftwerken oder der Netzleitstelle</p>	Bei Inbetriebnahme und im Betrieb	Digitale Datenschreiber mit einem Frequenzbereich $\geq 2$ kHz	Alle Frequenzwerte befinden sich in den in Tabelle N.2, letzte Spalte, genannten Grenzen

## ANHANG O

**BEGRENZUNG DER HÖCHSTEN LEISTUNGS-AUFNAHME**

## O.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang enthält Anforderungen für Einrichtungen zur Strom- und Leistungsbegrenzung an Bord von Triebfahrzeugen.

## O.2. HÖCHSTER ZUGSTROM

Der höchste zulässige Zugstrom ist in Tabelle O.1 angegeben: Die Werte gelten sowohl im Zustand der Traktion als auch bei der Nutzbremmung. Niedrigere Werte von Strecken mit schwacher Energieversorgung müssen im Register der Infrastrukturen (siehe Anhang D dieser TSI) angegeben werden.

Tabelle O.1

**Höchste zulässige Zugströme (Ampere)**

Energieversorgungssystem	Hochgeschwindigkeitsstrecken	Ausbaustrecken	Anschlussstrecken
DC 750 V	—	—	6 800
DC 1 500 V <sup>(1)</sup>	—	5 000	5 000
DC 3 000 V	4 000	4 000	2 500
AC 15 000 V 16,7 Hz	1 700	1 000	900
AC 25 000 V 50 Hz	1 500	600	500

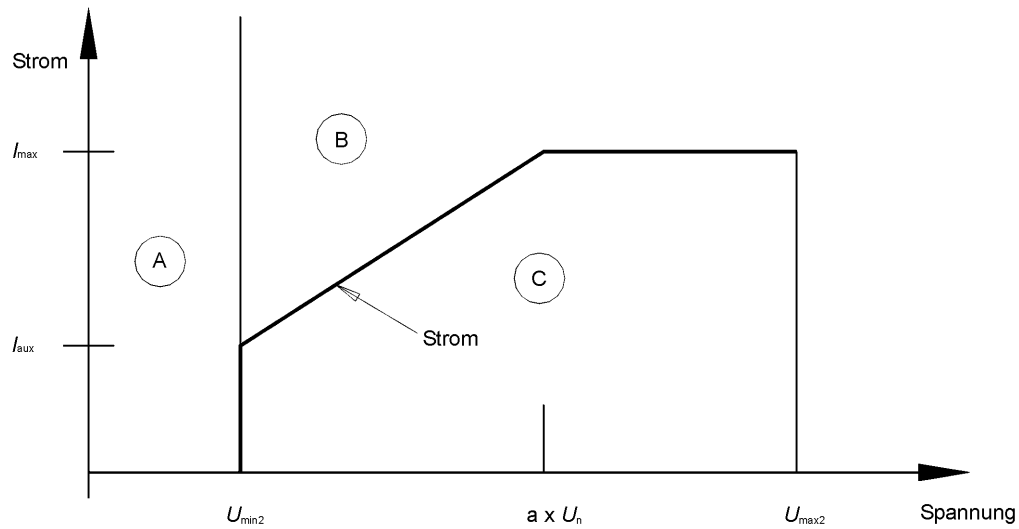
<sup>(1)</sup> Auf besonderen Strecken (z. B. Güterstrecken in Gebirgsgegenden, Vorstadtnetze) können diese Werte überschritten werden.

## O.3. AUTOMATISCHE STEUERUNG

Die Züge müssen mit einer automatischen Einrichtung ausgestattet werden, die die Leistungsaufnahme abhängig von der Oberleitungsspannung im stationären Zustand anpasst. Das Bild O.1 gibt den Zusammenhang zwischen Strom und Oberleitungsspannung wieder.

Dieses Bild gilt nicht für den Zustand der Nutzbremmung.

Bild O.1

**Höchster Zugstrom abhängig von der Spannung**

$I_{max}$  höchster vom Zug aufgenommener Strom

$I_{aux}$  Strom für Hilfsbetriebe

A keine Traktion

B zulässiger Strom ist überschritten

C Bereich der zulässigen Ströme

a in Tabelle O.2 angegebener Faktor.

Tabelle O.2

**Werte für den Faktor a**

Energieversorgungssystem	AC 25 000 V 50 Hz	AC 15 000 V 16,7 Hz	DC 3 000 V	DC 1 500 V	DC 750 V
Faktor a	0,9	0,95	0,9	0,9	0,8

**O.4. LEISTUNGS- ODER STROMBEGRENZUNGSEINRICHTUNG**

Um ein leistungsfähiges Triebfahrzeug überall betreiben zu können (auf schwach als auch auf ausreichend elektrifizierten Strecken), ist es notwendig, an Bord eine Strom- oder Leistungswahleinrichtung zu installieren, die die Leistungsaufnahme des Zugs entsprechend der elektrischen Leistungsfähigkeit der Strecke begrenzt. Dies gilt nur auf Ausbau- und Anschlussstrecken des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes und nicht auf allen anderen Linien des konventionellen Netzes.

Der Auftraggeber muss im Register der Infrastrukturen die erforderlichen Begrenzungen für jede Strecke angeben.

Die Einstellung kann manuell durch den Triebfahrzeugführer oder, wenn die Strecke entsprechend ausgerüstet ist, automatisch vorgenommen werden.

## ANHANG P

**OBERWELLENCHARAKTERISTIKEN UND ZUGEHÖRIGE ÜBERSPANNUNGEN AN DER OBERLEITUNG**

## P.1. ANWENDUNGSBEREICH

Dieser Anhang legt die notwendigen Anforderungen fest, um unzulässige Überspannungen auf den Oberleitungen, hervorgerufen durch von Triebfahrzeugen erzeugte Oberwellen, zu vermeiden.

## P.2. ALLGEMEINES

Die Oberwellencharakteristiken der Energieversorgung und der Triebfahrzeuge bestimmen in einem elektrifizierten Bahnsystem die Überspannungen auf den Oberleitungen. Um eine elektrische Systemkompatibilität im stationären Zustand und unter dynamischen Bedingungen zu erreichen, müssen diese Überspannungen unter kritische, für den betreffenden Frequenzbereich einzuhaltende Werte begrenzt werden. Wenn Schutzeinrichtungen eingebaut sind, verursachen Überspannungen eine Unterbrechung des Normalbetriebs und sind daher mehr vom Gesichtspunkt des Betriebs kritisch, als aus der Sicht der Sicherheit.

Die folgenden physikalischen Erscheinungen verursachen Überspannungen:

**Überspannungen verursacht durch Netzinstabilität**

Moderne Triebfahrzeuge mit Wechselrichterantriebs- und Hilfsbetriebssystemen wie auch starre Frequenzumrichter sind im Allgemeinen aktive Einrichtungen, die in der Lage sind, Energie von einer Frequenzkomponente im Spektrum auf eine andere zu übertragen. Ihr Übertragungsverhalten wird hauptsächlich von der Regelung, aber auch von den passiven Bauelementen bestimmt.

Die Regelung muss so abgestimmt werden, dass sich für alle Betriebsbedingungen ein stabiles Verhalten ergibt. In einem nicht stabilen Netz streben die physikalischen Größen (als Spannungen oder Ströme) gegen unendlich und verursachen in Wirklichkeit eine Schutzabschaltung (dies gilt für lineare und nicht lineare Systeme) oder schwingen dauernd (stabiler Zustand) mit einer oder mehreren Frequenzen (das ist nur in nicht linearen Systemen möglich).

Stabilitätsfragen sind in einem Netz immer mit Rückkopplungsschleifen verbunden, insbesondere über eine oder mehrere Regelungen eines oder mehrere Teilnetze. Es gibt keine besondere Erregungsquelle, kleine Störungen reichen aus. Dies muss von anderen, im Weiteren beschriebenen Fällen unterschieden werden, wo immer sowohl eine Erregungsquelle als auch ein Übertragungs-/Verstärkungspfad vorhanden sind.

Üblicherweise liegen die möglichen, von Instabilitäten verursachten Schwingungen im Frequenzbereich bis ungefähr 500 Hz (Bandbreite der einschlägigen Steuerungen). An Schwingungen mit niedriger Frequenz (unter und in der Nähe der Versorgungsfrequenz) sind die nicht linearen Charakteristiken moderner Fahrzeuge wesentlich beteiligt; höherfrequente Instabilitäten können näherungsweise linearisiert werden.

**Durch Oberwellen verursachte Überspannungen**

Halbleiterumrichter (sowohl solche mit Phasenanschnittsteuerung als auch solche mit Zwangskommutierung), die auf Fahrzeugen oder in der Energieversorgung eingebaut sind, erzeugen Strom und Spannungsüberwellen, die durch Strom- und Spannungsquellen in einer vereinfachten Weise dargestellt werden können. Jede Art von Umrichter erzeugt ein typisches Strom- oder Spannungsspektrum. Der Umrichter zeigt in Verbindung mit den passiven Elementen wie Transformatoren und Filter entweder ein Stromquellen- oder Spannungsquellenverhalten mit einer typischen inneren Impedanz.

Alle Energieversorgungsnetze besitzen Resonanzen wegen der Resonanzen der Übertragungsleitungen und Kabel, manche auch wegen passiver Filterelemente. Dies führt zu einer Verstärkung der Oberwellen, die von Umrichtern in das Energieversorgungsnetz eingespeist werden. Eine Verstärkung (oder teilweise Unterdrückung) tritt sowohl am Ort der Umrichter (wegen der Leitungsimpedanz vom Umrichter aus gesehen) und zwischen dem Ort des Umrichters und anderen Stellen im Netz auf (Übertragungsverhalten des Energieversorgungssystems selbst).

Eine Verstärkung von ausgeprägten Oberwellen kann zu wesentlichen Überspannungen führen, entweder am Ort der Fahrzeuge oder an einem völlig anderen Ort im Netz.

Das Versorgungssystem (Unterwerke und Oberleitungen) hat Resonanzspitzen wegen seiner verteilten Kenngrößen — der Induktivitäts- und Kapazitätsbeläge. Diese Resonanzspitzen können sehr hohe Resonanzströme und -spannungen verursachen. Das Verhältnis zwischen maximalen und minimalen entlang der Oberleitung bei spezifischen Resonanzfrequenzen beobachteten Strömen kann mehr als 100 betragen. Bei Fahrzeugen mit Vierquadrantenstellern können sich die Oberwellenströme am Stromabnehmer eines Fahrzeuges ungefähr verdreifachen, weil die Impedanz des Energieversorgungsnetzes von Null verschieden ist.

Weitere technische Phänomene, die für die elektrische Netzverträglichkeit zwischen Energieversorgung und Fahrzeugen beachtet werden müssen, sind:

- mehrfache Nulldurchgänge;
- Spannungsspitzen und -täler, vorübergehende, nichtperiodische Vorgänge;
- Phasenänderung der Versorgungsspannung;
- niederfrequente Schwingungen.

Vom Standpunkt der leitungsgebundenen Störungen aus können die folgenden Effekte relevant sein:

- der Radschlupf;
- Hilfsbetriebslast;
- dynamische Ereignisse;
- Oberwellen herrührend vom Hilfsbetriebsumrichter;
- von unterschiedlichen Umrichtern erzeugte Modulationen.

#### P.3. ANNAHMEVERFAHREN

Jede neue oder umgebaute Triebfahrzeugeinheit oder jede Infrastrukturkomponente (z. B. Energieversorgungseinrichtung, statische Umrichter, Hochspannungskabel) werden in ein bestehendes Energieversorgungsnetzwerk mit Triebfahrzeugen integriert.

Die Verträglichkeit zwischen bestehenden Triebfahrzeugen und der bestehenden ortsfesten Anlagen und zukünftigen Triebfahrzeugen und zukünftigen ortsfesten Komponenten muss im Hinblick auf die in Abschnitt P.2 beschriebenen Phänomene geprüft werden.

Die betroffenen Organisationen oder Parteien sind:

- der Auftraggeber;
- der Betreiber des bestehenden Zugverkehrs;
- der Käufer/Besitzer neuer Triebfahrzeugeinheiten oder neuer ortsfester Anlagen;
- der Hersteller der neuen Triebfahrzeuge oder ortsfesten Anlagen.

Eine allgemeine Festlegung für Triebfahrzeuge und Energieversorgung, die Überspannungen in jeder Situation vermeidet, müsste sehr konservativ sein und wäre nicht zu erfüllen. Daher sollte ein Verfahren wie in Abschnitt P.6 beschrieben angewandt werden, um die Verträglichkeit zu prüfen (Verträglichkeitsfall).

#### P.4. KENNZEICHNENDE DARSTELLUNG DER FESTEN ANLAGEN DER BAHNENERGIEVERSORGUNG

Um eine vollständige und detaillierte Darstellung der Kennwerte der festen Anlagen für Energieversorgungsnetze zu erhalten, sind sehr große Aufwendungen erforderlich. Darüber hinaus kann eine allgemeine und einfache kennzeichnende Darstellung für alle Arten von festen Anlagen, die für den Verträglichkeitsfall geeignet wäre (Abschnitt P.6), nicht angegeben werden.

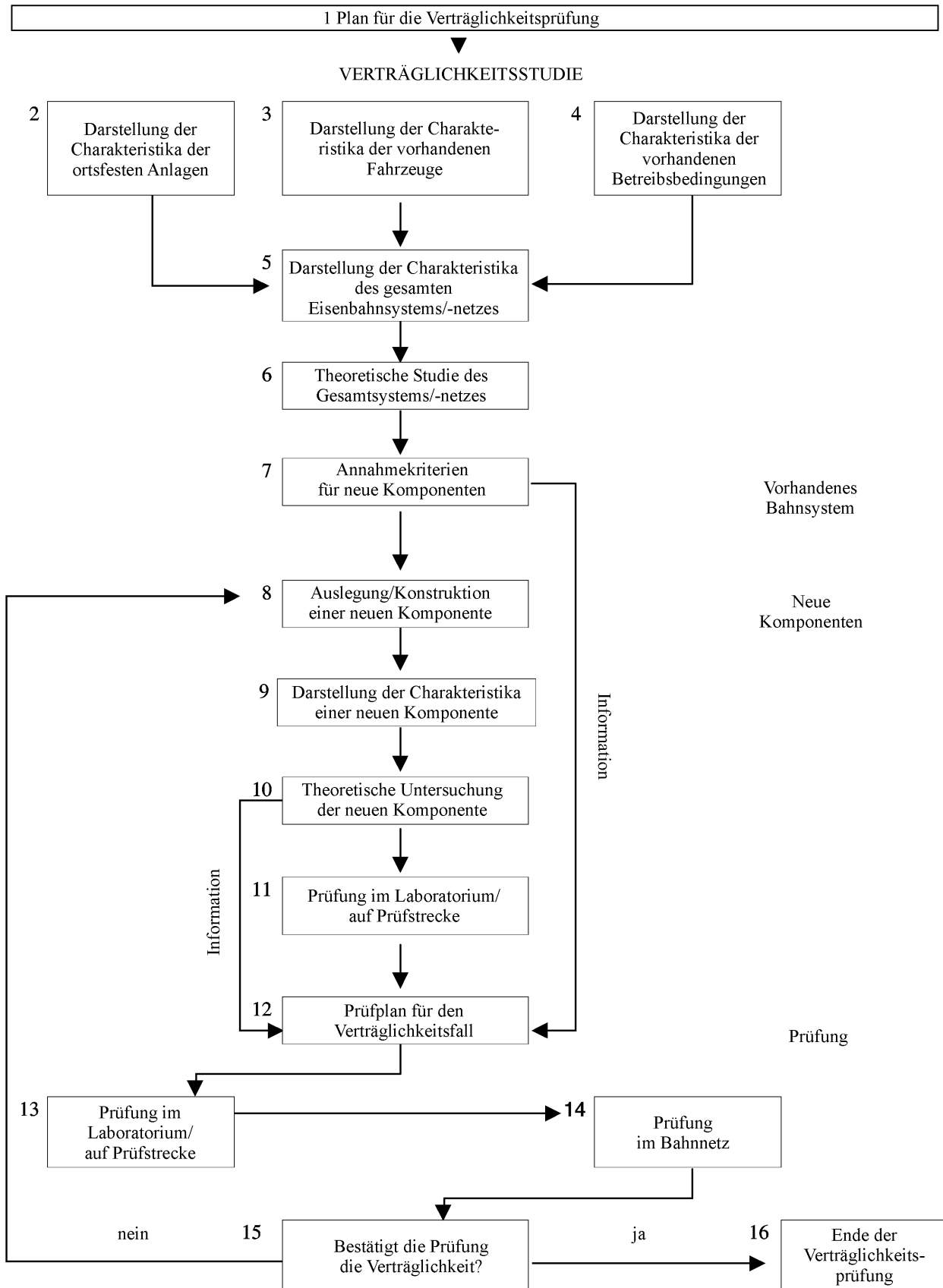
Die Netzdaten müssen vom Auftraggeber angegeben werden.

#### P.5. KENNZEICHNENDE DARSTELLUNG DER ZÜGE

Die Daten der Züge müssen vom Betreiber des bestehenden Zugverkehrs dem Auftraggeber mitgeteilt werden.

Bild P.1

**Verfahren für die Einführung eines neuen Fahrzeugs oder einer neuen Komponente**



## P.6. VERTRÄGLICHKEITSSTUDIE

Die Verträglichkeitsstudie (oder der Verträglichkeitsfall) ist ein Verfahren, um die Verträglichkeit neuer Fahrzeuge oder neuer Elemente der ortsfesten Anlagen mit den vorhandenen Fahrzeugen und dem Energieversorgungsnetz nachzuweisen. Wie in Bild P.1 dargestellt, ist die erste Tätigkeit die Planung des vollständigen Verträglichkeitsfalles. Das Flussdiagramm ist für neue Fahrzeuge und auch neue Energieversorgungselemente anwendbar. Es stellt ein Verfahren für deren Einsatz in einem bestehenden Eisenbahnsystem dar.

Der Auftraggeber ist für die Darstellung der Charakteristika der ortsfesten Anlagen und des gesamten Netzes, wie in den Abschnitten P.4 und P.5 beschrieben, verantwortlich. Er ist auch verantwortlich für die Festlegung besonderer Annahmekriterien für die Fahrzeuge oder neuer Elemente der ortsfesten Anlagen, wie in den Schritten 1 bis 7 der Tabelle P.1 beschrieben. Der Käufer/Eigentümer der neuen Elemente (Triebfahrzeuge oder Energieversorgungs-ausrüstung) muss eine Studie erstellen, um deren Verträglichkeit nachzuweisen. Die besonderen Annahmekriterien sind notwendig, um die Verträglichkeit des gesamten Systems, wie in Punkt P.7 beschrieben, sicherzustellen.

Tabelle P.1

**Beschreibung der Schritte**

Nr.	Titel	Beschreibung	Verantwortlich
1	Plan für die Verträglichkeitsprüfung	Der Plan für eine spezifische Verträglichkeitsprüfung legt den Umfang der Studie sowie die genauen Aufgaben und Verantwortlichkeiten fest. Der Plan stellt eine Vereinbarung zwischen allen beteiligten Parteien dar	Für die Verträglichkeitsprüfung zuständige Organisation; normalerweise der Lieferant einer neuen Komponente
2	Darstellung der Charakteristika der bestehenden ortsfesten Anlagen	Die Charakteristika bestehender ortsfester Anlagen (hauptsächlich Energieversorgungssystem); relevante Angaben hinsichtlich Verträglichkeit. Die Angaben können in Form von Rechnermodellen zur Verfügung gestellt werden	Auftraggeber
3	Darstellung der Charakteristika der vorhandenen Fahrzeuge	Charakteristika der bereits im Netz betriebenen Fahrzeuge, relevante Angaben hinsichtlich der Verträglichkeit mit der Energieversorgung. Die Charakteristika können in Form von Rechnermodellen zur Verfügung gestellt werden	Betreiber/Besitzer der Fahrzeuge
4	Darstellung der Charakteristika der vorhandenen Betriebsbedingungen	Angaben über den Betrieb des bestehenden Systems: Anzahl der Züge im Betrieb, typische Fahrpläne, normale Speiseschaltpläne, Notspeisepläne	Betreiber des Eisenbahnnetzes
5	Darstellung der Charakteristika des gesamten Eisenbahnsystems/-netzes	Dies ist eine Zusammenfassung der Angaben zu den Punkten 2, 3 und 4. Es kann erforderlich werden, unterschiedliche Szenarien festzulegen	Auftraggeber
6	Theoretische Studie des Gesamtsystems/-netzes	Untersuchung der Verträglichkeitsgesichtspunkte für unterschiedliche Szenarien. In einem ersten Schritt: Bestätigung der Verträglichkeit des bestehenden Systems. In einem zweiten Schritt: Prüfung möglicher neuer Komponenten (Fahrzeuge oder Energieversorgungssysteme), Prüfung der Charakteristika, die nötig sind, um die Stabilität des Systems zu erhalten	Auftraggeber

Nr.	Titel	Beschreibung	Verantwortlich
7	Annahmekriterien für neue Elemente	Das Ergebnis der theoretischen Untersuchungen unter Ziffer 6 sind besondere Annahmekriterien für neue Fahrzeuge oder neue Elemente des Stromversorgungssystems (z. B. Unterwerkstransformatoren, Hochspannungskabel usw.). Die besonderen Annahmekriterien müssen verständlich und messbar sein, wenn ein neues Element ausgelegt, konstruiert und geprüft wird	Auftraggeber
8	Auslegung/Konstruktion eines neuen Elements	Auslegung und Konstruktion neuer Fahrzeuge oder neuer Elemente des Energieversorgungssystems, wobei auch die unter Ziffer 7 festgelegten Annahmekriterien zu beachten sind	Lieferant des neuen Elements (Fahrzeug oder Energieversorgungs-ausrüstung)
9	Darstellung der Charakteristika des neuen Elements	Das neue Element muss mit den Charakteristika dargestellt werden mit Bezug auf seine Verträglichkeit mit anderen Fahrzeugen oder Elementen der Energieversorgung. Diese Charakteristika müssen eine Ergänzung der charakteristischen Kennwerte der bestehenden Bahn, wie in den Punkten 2 und 3 gefordert, nach der Bestätigung in Schritt 15 ermöglichen	Lieferant des neuen Elements (Fahrzeug oder Energieversorgungs-ausrüstung)
10	Theoretische Untersuchung des neuen Elements	In einem frühen Zeitpunkt der Auslegung muss diese in einer theoretischen Studie geprüft werden, d. h. unter Verwendung von Rechnermodellen ist zu zeigen, dass das neue Element die Annahmekriterien erfüllen kann	Lieferant des neuen Elements (Fahrzeug oder Energieversorgungs-ausrüstung)
11	Prüfung im Laboratorium und auf einer Prüfstrecke	Wenn ein erster Prototyp gebaut ist (Fahrzeug oder Energieversorgungs-ausrüstung), muss dieser im Laboratorium oder auf einer Prüfstrecke geprüft werden, um nachzuweisen, dass dieser die Annahmekriterien, wie in theoretischen Studien gemäß Ziffer 10 gezeigt, auch erfüllt. Diese Prüfreihe stellt eine Typprüfung des neuen Elements dar	Lieferant des neuen Elements (Fahrzeug oder Energieversorgungs-ausrüstung)
12 <sup>(1)</sup>	Prüfplan für den Verträglichkeitsfall	Es ist ein Plan für die notwendigen Prüfungen aufzustellen, die, soweit dies möglich und angemessen ist, bestätigen, dass  1. das neue Element die Annahmekriterien erfüllt;  2. die Verträglichkeitskriterien der Norm erfüllt sind und deshalb die Annahmekriterien ausreichend sind	Organisation, die für den Verträglichkeitsfall zuständig ist



Nr.	Titel	Beschreibung	Verantwortlich
13 <sup>(1)</sup>	Prüfung im Laboratorium und auf einer Prüfstrecke	Soweit wie möglich werden Prüfungen in Laboratorien und auf Prüfstrecken durchgeführt. Diese Prüfungen müssen offiziell zeigen, dass die Annahmekriterien erfüllt werden. Ein Nichterfüllen der Annahmekriterien bedeutet, dass das neue Element durch den Lieferanten umgestaltet werden muss	Organisation, die für den Verträglichkeitsfall zuständig ist
14 <sup>(1)</sup>	Prüfung im Bahnnetz	Prüfungen im Bahnnetz müssen die Überzeugung bestätigen, dass die Annahmekriterien ausreichen, um die Stabilität des Netzes nach der Einführung des neuen Elements sicherzustellen. Falls diese Prüfungen Verträglichkeitsprobleme aufzeigen trotz der Erfüllung der Annahmekriterien durch das neue Element, bedeutet das, dass die Annahmekriterien nicht ausreichend sind	Organisation, die für den Verträglichkeitsfall zuständig ist
15	Bestätigen die Prüfungen die Verträglichkeit	Wenn beide Prüfserien erfolgreich sind, ist die Verträglichkeit des neuen Elements mit dem bestehenden Netz gezeigt. Dies muss in einem Verträglichkeitsbericht dargestellt werden	Organisation, die für den Verträglichkeitsfall zuständig ist
16	Ende der Verträglichkeitsprüfung	Mit dem erfolgreichen Abschluss des Verträglichkeitsfalles werden <sup>(2)</sup> die neuen Elemente (Fahrzeuge oder Energieversorgungsanlagen) Teil des vorhandenen Bahnsystems. Die Zuständigkeit für seine Verträglichkeit geht damit auf den Betreiber des Bahnsystems über	Betreiber des Bahnsystems

<sup>(1)</sup> Der Prüfplan gibt an, ob die beiden Schritte 13 und 14 oder nur einer ausgeführt werden muss.

<sup>(2)</sup> Vom Standpunkt der Verträglichkeit aus betrachtet.

Das Ergebnis ist ein Schriftstück, das die theoretischen Untersuchungen und messtechnischen Nachweise beschreibt, um sicherzustellen, dass die Fahrzeuge und ortsfesten Anlagen bezüglich der weitergeleiteten Beeinflussungsströme und der Stabilität verträglich sind.

#### P.7. VORGEHENSWEISE UND ANNAHMEKRITERIEN

Der im Abschnitt P.5 beschriebene Verträglichkeitsfall muss zeigen, dass das bestehende Bahnsystem und das (die) neue(n) Element(e) verträglich sind.

Das Gesamtkriterium für Überspannungen und Stabilität ist, dass

- keine Überspannungen größer als 30 kV Scheitelwert für 15-kV-16,7-Hz-Netze und 50 kV Scheitelwert für 25-kV-50-Hz-Netze an irgendeinem Punkt des Stromversorgungssystems auf der Oberleitung auftreten, wenn die im Anhang N dieser TSI festgelegte Spannung  $U$  kleiner oder gleich  $U_{\max 2}$  ist. Dieser Wert ist der Scheitelwert der verzerrten Spannungswellenform.

Diese Gesamtkriterien können immer angewandt werden.

- Da die Gesamtannahmekriterien nur für ein vollständiges Bahnsystem (bestehendes Bahnsystem und neues(e) Element(e)) angewandt werden können, ist es vorteilhaft, Auslegungsrichtlinien für neue Elemente anzugeben, welche das Risiko des Versagens in der Verträglichkeitsstudie vermindern. Für Triebfahrzeuge kann die folgende Leitlinie verwendet werden:

Das Fahrzeug muss passiv sein (d. h. eine Phaseingangsadmittanz zwischen  $-90^\circ$  und  $+90^\circ$  besitzen) für alle Frequenzen gleich oder höher als die erste (niedrigste) Resonanzfrequenz des bestehenden Bahnnetzes (bestehende ortsfeste Anlagen und vorhandene Triebfahrzeuge).

Der Abstand zwischen der höchsten aktiven Frequenz des Fahrzeuges (d. h. der höchsten Frequenz mit einer Phase der Eingangsadmittanz unter  $-90^\circ$  oder über  $+90^\circ$ ) und der niedrigsten Resonanzfrequenz im bestehenden Bahnnetz muss, wie oben beschrieben, größer als 20 % der niedrigsten Resonanzfrequenz sein.

---

## ANHANG Q

**DYNAMISCHES ZUSAMMENWIRKEN ZWISCHEN STROMABNEHMER UND OBERLEITUNG**

## Q.1. ANWENDUNGSBEREICH

Diese Anlage betrifft die Anforderungen an und die Prüfverfahren für das dynamische Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung.

## Q.2. DEFINITIONEN

**Kontaktkraft:** durch den Stromabnehmer auf die Oberleitung ausgeübte vertikale Kraft. Die Kontaktkraft ist die Summe der Kräfte an allen Kontaktpunkten eines Stromabnehmers.

**Statische Andruckkraft:** mittlere vertikale Andruckkraft, die von der Wippe senkrecht nach oben auf die Fahrleitung übertragen und durch das Hubsystem des ausgefahrenen Stromabnehmers, im Stillstand des Fahrzeuges, ausgeübt wird.

**Mittlere Kraft  $F_m$ :** statistisches Mittel der Kontaktkraft.

**Größte Kraft:** Höchstwert der Kontaktkraft.

**Kleinste Kraft:** Mindestwert der Kontaktkraft.

**Oberleitung:** oberhalb (oder seitlich) der oberen Fahrzeugbegrenzungslinie angebrachte Fahrleitung, die Fahrzeuge mit elektrischer Energie über eine auf dem Dach angebrachte Stromabnahmeeinrichtung versorgt (IEC 60050-811)

**Lichtbogen:** Stromfluss über einen Luftspalt zwischen Schleifstück und Fahrdrabt, der üblicherweise durch starke Lichtabgabe erkennbar ist (prEN 50317).

**Prozentsatz der Lichtbögen:** wird beschrieben durch folgende Formel:

$$NQ = \frac{\sum t_{\text{arc}}}{t_{\text{total}}} \cdot 100$$

wobei

$t_{\text{arc}}$ : Dauer eines Lichtbogens, der länger als 1 ms wirkt,

$t_{\text{total}}$ : Messzeit mit einem Strom > 30 % des Nennstroms.

Das Ergebnis ist in % für eine spezifische Zuggeschwindigkeit anzugeben (prEN 50317).

**Stromabnehmerwippe:** Bauteil eines Scheren- oder Einholmstromabnehmers, bestehend aus den Schleifstücken und ihren Halterungen.

**Kontaktpunkt:** Punkt des mechanischen Kontaktes zwischen Schleifstück und Fahrdrabt.

**Aerodynamische Kraft:** zusätzliche vertikale auf den Stromabnehmer wirkende Kraft infolge der Luftströmung um die Stromabnehmeranordnung.

**Quasistatische Kraft:** Summe der statischen und der aerodynamischen Kraft bei einer bestimmten Geschwindigkeit.

**Nachspannlänge:** Länge der Oberleitung zwischen zwei Abspannpunkten (EN 50119).

**Auswerteabschnitt:** repräsentativer Teil der gesamten Messlänge, über welchem die Messbedingungen den Anforderungen entsprechen und aufgezeichnet werden.

**Stromabnehmerstrom:** Strom, der über den Stromabnehmer fließt.

## Q.3. SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN

$\sigma_{\max}$	größte Standardabweichung der Kontaktkraft
$F_m$	mittlere Kraft
$F_{\max}$	größte Kraft
$F_{\min}$	kleinste Kraft
NQ	Lichtbogenanteil
$d$	Abstand zwischen Lichtbogensensor und Lichtquelle (Schleifstück)
$y$	Abstand zwischen Lichtbogendetektor und Lichtquelle bei der Eichung
$x$	Leistungsdichte des schwächsten erkennbaren Lichtbogens
$F_{\text{einwirkend}}$	auf die Stromabnehmerwippe einwirkende Kontaktkraft
$F_{\text{gemessen}}$	gemessene Kontaktkraft
$n$	Anzahl der Frequenzschritte
$f_1$	kleinste Frequenz
$f_n$	größte Frequenz
$f_i$	aktuelle Frequenz.

## Q.4. VERHALTEN BEIM ZUSAMMENWIRKEN

## Q.4.1. Mittlere Kontaktkraft während des Übergangszeitraums

Bild Q.1

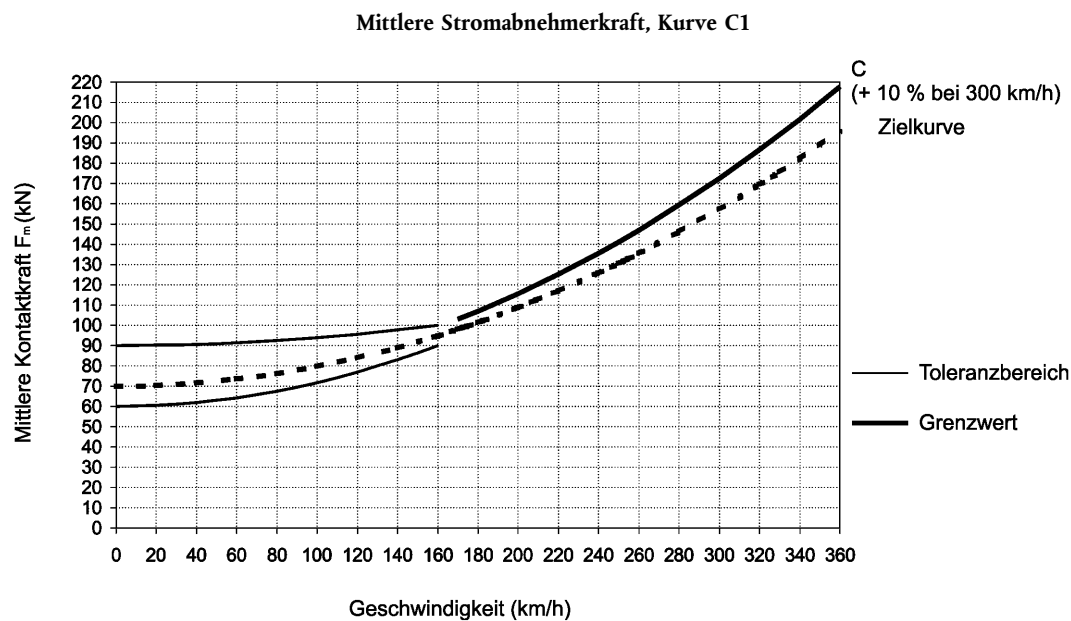
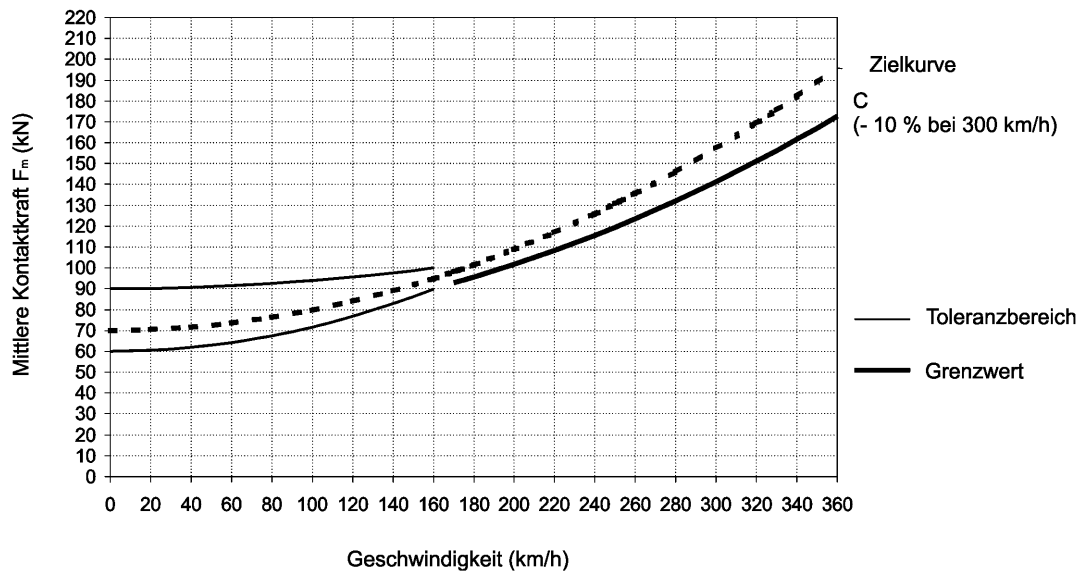


Bild Q.2

## Mittlere Stromabnehmerkraft, Kurve C2



#### Q.4.2. Anforderungen an die Ergebnisse und Validierung von Messungen des dynamischen Zusammenwirkens von Stromabnehmer und Oberleitung

##### Q.4.2.1. Allgemeines

Die Messung des Zusammenwirkens von Oberleitung und Stromabnehmer dient dem Nachweis der Sicherheit und der Güte des Stromabnahmesystems. Ergebnisse von Messungen an verschiedenen Stromabnahmesystemen müssen vergleichbar sein, um Komponenten für das freie Inverkehrbringen innerhalb Europas zulassen zu können.

*Anmerkung:* Messwerte sind auch für die Validierung von Simulationsprogrammen und anderen Messsystemen erforderlich.

Um die Leistungsmerkmale von Stromabnahmesystemen zu prüfen sind mindestens folgende Daten zu messen:

- die Kontaktkraft oder der Prozentanteil der Lichtbögen;
- der Fahrdrahtanhub am Stützpunkt beim Stromabnehmerdurchgang.

Zusätzlich zu den Messwerten müssen die Betriebsbedingungen (Zuggeschwindigkeit, Position, ...) aufgezeichnet und die Umweltbedingungen (Regen, Eis, Temperatur, Wind, Tunnel, ...) sowie die Prüfanordnung (Kennwerte und Anordnung der Stromabnehmer, Art des Oberleitungssystems, ...) während der Messung im Prüfbericht aufgezeichnet werden. Durch diese zusätzlichen Angaben müssen die Wiederholbarkeit der Messungen und die Vergleichbarkeit der Messergebnisse gesichert werden.

##### Q.4.2.2. Messung der Kontaktkraft

###### Allgemeine Anforderungen

Die Messung der Kontaktkraft muss mit Kraftsensoren am Stromabnehmer erfolgen. Die Kraftsensoren müssen so nah wie möglich an den Kontaktpunkten angeordnet werden.

Das Messsystem muss die vertikalen Kräfte ohne Beeinflussung durch Kräfte, die in andere Richtungen wirken, messen.

Die Messabweichung des Messsystems durch Temperaturänderungen muss unter allen Messbedingungen kleiner als 10 N, bezogen auf die Summe der Kräfte, aller Sensoren sein.

Für Stromabnehmer mit voneinander unabhängigen Schleifstücken muss an jedem Schleifstück getrennt gemessen werden.

Das Messsystem darf nicht durch elektromagnetische Beeinflussungen gestört werden.

Der maximale Fehler des Messsystems muss kleiner als 10 % sein.

#### *Einfluss des Messsystems*

Das Messsystem darf das Messergebnis um nicht mehr als 5 % beeinflussen.

*Anmerkung:* Den größten Einfluss auf Veränderungen des Ergebnisses durch das Messsystem haben aerodynamische Kräfte auf die Messeinrichtung. Der verfälschende Einfluss kann durch aerodynamische Prüfungen mit und ohne Messsystem festgestellt werden.

#### *Korrektur der Trägheit*

Die Trägheitskräfte infolge der Massen zwischen den Sensoren und dem Kontaktpunkt müssen korrigiert werden.

*Anmerkung:* Diese Korrektur kann durch Beschleunigungsmessungen an diesen Komponenten erfolgen.

#### *Aerodynamische Korrektur*

Der Einfluss der aerodynamischen Kräfte auf die Komponenten zwischen den Sensoren und den Kontaktpunkten muss korrigiert werden.

Um die aerodynamischen Korrekturen zu erarbeiten, müssen aerodynamische Prüfungen durchgeführt werden.

*Anmerkung:* Der aerodynamische Einfluss kann durch Prüffahrten mit festgelegter Stromabnehmerwippe ermittelt werden.

Aerodynamische Prüfungen müssen mit der gleichen Konfiguration (Fahrdrachhöhe, Zug-Konfiguration, Messausrüstung, Umgebungsbedingungen, ...) durchgeführt werden, wie die Kontaktkraftmessung.

*Anmerkung:* Die aerodynamische Prüfung kann mit bei einer Versuchsfahrt ausgeführt werden.

#### *Eichung des Messsystems*

Das Messsystem muss bezüglich der Messkraft im Labor geeicht werden, um die Genauigkeit der gemessenen Kraft zu prüfen. Dieser Versuch muss mit dem kompletten Stromabnehmer, mit den vollständigen Kraftmessgeräten und Beschleunigungsmessern, dem Datenübertragungssystem (Telemetriersystem, optisches System) und Verstärkern durchgeführt werden.

Das Verhältnis zwischen eingeleiteter und gemessener Kraft (die Übertragungsfunktion des Stromabnehmers und der Instrumente) muss durch dynamische Anregung des Stromabnehmers an der Wippe für einen Frequenzbereich bestimmt werden.

*Anmerkung:* Wenn eine sinusförmige Anregung verwendet wird, gibt eine Amplitude (Scheitel/Scheitel) entsprechend 30 % der statischen Kraft repräsentative Ergebnisse.

Die Prüfungen müssen für zwei Fälle ausgeführt werden:

- Die Kraft wirkt mittig auf den Stromabnehmer;
- die Kraft wirkt, wenn möglich, 250 mm von der Mitte der Stromabnehmerwippe. Wenn dies nicht möglich ist, soll der Punkt so nah wie möglich an diesem Wert liegen. Falls ein anderer Wert genutzt wird, muss dieser im Prüfbericht aufgezeichnet werden.

Die Prüfung muss mit der adäquaten Arbeitshöhe der Stromabnehmerwippe ausgeführt werden.

Bei der Prüfung muss die mittlere Kraft gleich der statischen Kraft sein. Wenn die Kontaktkraft des Stromabnehmers mit der Geschwindigkeit steigt, muss auch die Prüfung mit der höchsten quasistatischen Kraft durchgeführt werden.

Die Messungen der eingeleiteten Kraft und der Messkraft erfolgt bis mindestens 20 Hz in Schritten von 0,5 Hz, mit verkürzter Schrittweite an Resonanzpunkten. Die Frequenzschritte in der Nähe der Resonanzfrequenzen sind festzulegen.

*Anmerkung:* Die Übertragungsfunktion ist eine kontinuierliche Funktion mit größeren Änderungen im Bereich der Resonanzfrequenzen. Deshalb ist die Verkleinerung der Frequenzschritte in der Nähe der Resonanzfrequenzen notwendig.

Die Genauigkeit der Übertragungsfunktion muss nach folgender Formel berechnet werden:

$$\left(1 - \frac{1}{(f_n - f_i)} \sum_{i=1}^{n-1} \left( (f_{i+1} - f_i) \left| 1 - \frac{F_{\text{gemessen}}}{F_{\text{einwirkend}}} \right| \right) \right) \cdot 100 \%$$

Die Übertragungsfunktion des Stromabnehmer-Kraftmesssystems muss ohne Korrektur eine Genauigkeit größer als 80 % bis zu einer Grenzfrequenz von 10 Hz besitzen. Diese Genauigkeit ist eine verbindliche Anforderung an das Messsystem.

Für die Nutzung zur Messung des dynamischen Zusammenwirkens zwischen Stromabnehmer und Oberleitung muss die Genauigkeit der Übertragungsfunktion des Messsystems größer als 90 % bis zu einer Frequenz von 20 Hz betragen (in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen). Um dies zu erreichen, können Korrekturen durch Filter vorgenommen werden.

#### *Messparameter*

Die Abtastrate muss größer als 200 Hz für Zeitschritte oder kleiner als 0,40 m bei Wegschritten sein.

Die Kontaktkraft muss mit einem Tiefpass mit einer Sperrfrequenz von 20 Hz gefiltert werden.

Der Messbereich muss mindestens betragen:

- für Wechselstrom-Systeme: von 0 N bis 500 N,
- für Gleichstrom-Systeme: von 0 N bis 700 N.

#### *Messergebnisse*

Die Ergebnisse müssen über einen Auswerteabschnitt ausgewertet werden.

Für die Berechnung statistischer Werte sollte der Auswerteabschnitt nicht kürzer als eine Nachspannlänge sein.

Folgende statistische Werte der Kontaktkräfte für den Auswerteabschnitt müssen mindestens berechnet werden:

- Mittelwert ( $F_m$ );
- Maximalwert;
- Minimalwert;
- Standardabweichung ( $\sigma$ );
- Histogramm oder Summenhäufigkeit der Kontaktkraft.

#### **Q.4.2.3. Messung von Auslenkungen**

Das Messsystem darf keinen Einfluss auf die gemessene Auslenkung haben, die das Ergebnis um mehr als 3 % verändern könnte.

##### *Anhub am Stützpunkt*

Der Fehler des Messsystems muss kleiner als 5 mm sein.

##### *Vertikale Auslenkung des Kontaktpunktes*

Die vertikale Auslenkung des Kontaktpunktes ist relativ zum Grundrahmen des Stromabnehmers zu messen.

Die Genauigkeit des Messsystems muss besser als 10 mm sein.

##### *Messung anderer Auslenkungen in der Oberleitung*

Die Genauigkeit des Messsystems muss besser sein als 10 % der Amplitude des Messwertes oder kleiner als 10 mm, wobei die höhere Genauigkeit maßgebend ist.

#### Q.4.2.4. Lichtbogenmessungen

##### Allgemeine Anforderungen

Zum Erkennen von Lichtbögen muss der Sensor empfindlich für Lichtwellenlängen sein, die von Kupfermaterialien ausgesandt werden. Für Kupfer und kupferlegierte Fahrdrähte muss ein Wellenlängenbereich benutzt werden, der den Bereich von 220 nm bis 225 nm oder 323 nm bis 329 nm einschließt.

*Anmerkung:* In diesen beiden Wellenlängenbereichen sendet Kupfer wesentliche Lichtwellen aus.

Das Messsystem muss unempfindlich gegen sichtbares Licht mit Wellenlängen über 330 nm sein.

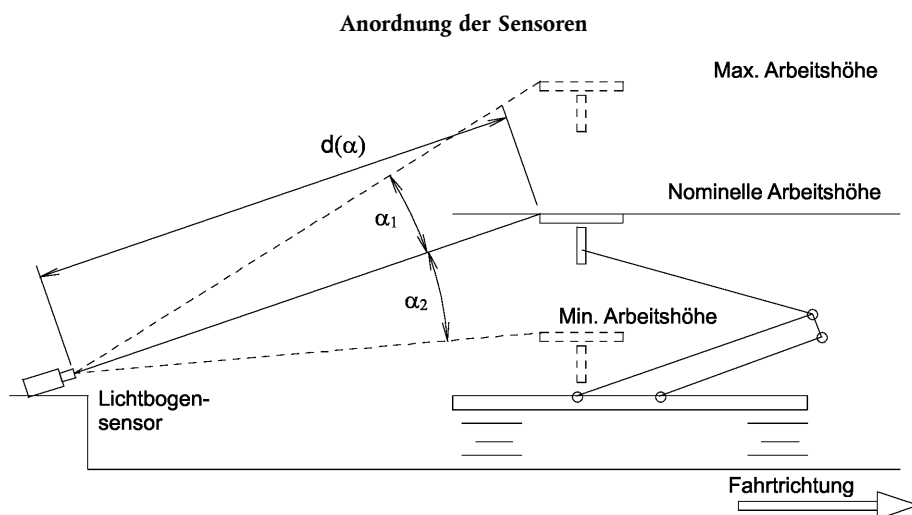
Der Sensor muss

- genügend nahe am Stromabnehmer angebracht sein, um eine ausreichend große Empfindlichkeit zu erreichen,
- genügend nahe der Längsachse des Zuges sein, um eine ausreichend große Empfindlichkeit zu erreichen,
- in Fahrtrichtung des Zuges hinter dem Stromabnehmer angeordnet sein,
- auf die nachlaufende Schleifleiste gerichtet sein,
- empfindlich sein für ein Sichtfeld, welches den gesamten Arbeitsbereich der Stromabnehmerwippe umfasst; die Toleranz der Empfindlichkeit muss im Sichtfeld kleiner als  $\pm 10\%$  sein,
- eine Ansprechzeit am Beginn und Ende eines Lichtbogens kleiner als 100  $\mu\text{s}$  haben,
- eine Erfassungsschwelle besitzen, die abhängig von der kleinsten zu messende Lichtbogenenergie ist.

*Anmerkung:* Die Schwellenwerte variieren abhängig von der Entfernung zwischen Messgerät und dem Ort des Auftretens des Lichtbogens.

Die Lage des Sensors ist in Bild Q.3 ersichtlich.

Bild Q.3



##### Eichung des Lichtbogen-Messsystems

Der eingesetzte Sensor muss für die Leistungsdichte im adäquaten Spektralbereich geeicht werden.

Diese Empfindlichkeitskurve ist die Beziehung zwischen dem Signal des Sensors in Volt und der Leistungsdichte in  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Dieses Signal wird am analogen Ausgang des Sensors gemessen.



Die Leistungsdichte des schwächsten zu registrierenden Lichtbogens ( $x$ ) muss festgelegt werden.

*Anmerkung:* Dieser Wert beträgt zum Beispiel bei 5 m Abstand.

—  $160 \mu\text{W}/\text{cm}^2 + 10 \%$  bei 25 kV-Wechselstromoberleitungen,

—  $12,5 \mu\text{W}/\text{cm}^2 + 10 \%$  bei 1,5 kV-Gleichstromoberleitungen.

*Anpassung des Messabstandes*

Falls die Entfernung zwischen dem Sensor und der Lichtquelle sich im Einsatz von der Eichentfernung ( $y$ ) unterscheidet, muss der Sensor angepasst werden.

Dies muss folgendermaßen durchgeführt werden:

- Bestimmen der Leistungsdichte des kleinsten Lichtbogens, der bei diesem Abstand entsprechend der  $1/d^2$ -Gesetzmäßigkeit erkannt werden kann;
- Nutzen der Eichwerte zur Bestimmung der zugehörigen Leistungsdichte des entsprechenden Signals;
- folglich ergibt sich ein neuer Wert für die Empfindlichkeitsschwelle der Leistungsdichte als Funktion des neuen Abstandes ( $d$ ) aus der Beziehung

$$x \cdot d^2 / y^2$$

*Anmerkung:* Ein Lichtbogen wird als punktförmige Quelle betrachtet, und folglich ist die Leistungsdichte proportional zu  $1/d^2$  (siehe Bild Q.3).

*Zu messende Werte*

Das System muss mindestens folgende Werte messen:

- die Dauer jedes Lichtbogens;
- die Zugeschwindigkeit während der Messung;
- den Stromabnehmerstrom.

Der Ort des Lichtbogens entlang der Oberleitung (kilometrische Lage) soll gemessen werden.

*Darstellung der Werte*

Die Darstellung der Werte muss für einen Auswerteabschnitt erfolgen.

Für die Ausgabe sind nur die Lichtbögen zu analysieren, die länger als 1 ms dauern.

Bei der Auswertung dürfen Messwerte für die Zeitabschnitte mit einem Stromabnehmerstrom kleiner 30 % des Stromabnehmer-Nennstroms nicht beachtet werden.

Für den Auswerteabschnitt müssen mindestens folgende Werte ermittelt werden:

- Zugeschwindigkeit;
- Anzahl der Lichtbögen;
- Summe der Dauer aller Lichtbögen;
- die längste Dauer eines Lichtbogens;
- die gesamte Zeit, in welcher der Stromabnehmerstrom größer 30 % des Stromabnehmer-Nennstroms je Stromabnehmer im Zug war;
- die gesamte Fahrzeit im Auswerteabschnitt;
- der Prozentsatz der Lichtbögen.

- Anmerkung 1:* Ein anderes mögliches Kriterium ist die Anzahl der Lichtbögen je km mit einem Stromabnehmerstrom > 30 % des Stromabnehmer-Nennstroms.
- Anmerkung 2:* Der Auswertabschnitt sollte nicht kürzer als 10 km sein. Dieser Abschnitt sollte mit konstanter Geschwindigkeit mit einer Toleranz von + 2,5 km/h durchfahren werden.
- Anmerkung 3:* Um repräsentative Ergebnisse für die Oberleitung zu erhalten, soll die Gesamtzeit der Fahrt mit einem Stromabnehmerstrom größer 30 % des Stromabnehmer-Nennstromes nicht kürzer sein, als die Gesamtfahrzeit für eine Nachspannlänge. Diese Zeit sollte nicht durch Abschnitte mit geringerem Strom unterbrochen werden und die Geschwindigkeit sollte konstant sein.
-