

DIN EN 14752

ICS 45.060.20

**Bahnanwendungen –
Seiteneinstiegssysteme;
Deutsche Fassung EN 14752:2005**

Railway applications –
Bodyside entrance systems;
German version EN 14752:2005

Applications ferroviaires –
Systèmes de porte d'accès pour matériel roulant;
Version allemande EN 14752:2005

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (prEN 14752:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 *Bahn-
anwendungen* erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-04-04 AA *Türen* im Normenausschuss
Schienenfahrzeuge (FSF).

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Seiteneinstiegssysteme**

Railway applications —
Bodyside entrance systems

Applications ferroviaires —
Systèmes de porte d'accès pour matériel roulant

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. November 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Bauliche Anforderungen	7
4.1 Gestaltung des Türraums	7
4.2 Mechanische Stabilität	12
4.3 Lokale Türbedienungseinrichtungen	16
4.4 Schilder, Warnhinweise	18
4.5 Fahrzeugschnittstellen.....	18
4.6 Weitere Anforderungen	19
4.7 Elektronische Komponenten	19
4.8 Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS).....	19
4.9 Schutz gegen elektrische Gefahren	19
4.10 Umweltbedingungen	20
5 Betriebliche Anforderungen	20
5.1 Türsteuerung.....	20
5.2 Anforderungen an den Schließvorgang	23
5.3 Öffnungsbedingungen	27
5.4 Erkennung von Hindernissen durch Trittstufen.....	27
5.5 Notbetrieb	27
5.6 Schnittstellen	32
6 Prüfkategorien.....	33
6.1 Allgemeines	33
6.2 Typprüfung	33
6.3 Stückprüfung.....	34
6.4 Funktionsprüfung im vollständig zusammengebauten Fahrzeug	34
7 Dokumentation.....	34
Anhang A (informativ) Taster	35
A.1 Zweck	35
A.2 Beispiele für Taster.....	35
A.3 Schilder auf oder in der Nähe von Tastern	36
A.4 Empfohlene Notöffnungseinrichtung	37
A.5 Beispiele für Schilder	37
Anhang B (normativ) Wasserdichtheitsprüfung	38
B.1 Zweck	38
B.2 Prüfungsanordnung	38
B.3 Entscheidungskriterien	38
Anhang C (normativ) Anforderung und Prüfung der Luftdichtheit von Türsystemen.....	40
C.1 Zweck	40
C.2 Berechnung – Flussdiagramm	40
C.3 Formblatt Anforderungen Luftdichtheit	41
C.4 Prüfung der Luftdichtheit.....	41
Anhang D (normativ) Richtlinien zur Messung der Schließkraft von kraftbetriebenen Türen.....	45
D.1 Allgemeines	45
D.2 Begriffe	45
D.3 Messungen	46
D.4 Messeinrichtung	47
Anhang E (normativ) Prüfplan	48

Anhang F (normativ) Belastungsanforderungen für Türsysteme bei aerodynamischen Lasten bei Personenzügen	50
Anhang G (informativ) Abschnitte dieser Europäischen Norm, bei denen eine Klarstellung im Vertrag erforderlich ist.....	51
Anhang H (normativ) RIC-Schlüssel	52
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 96/48	53
Literaturhinweise	54

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14752:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2006 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 96/48.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Anhang H bezieht sich auf das Übereinkommen über den Austausch und die Benutzung der Reisezugwagen im internationalen Verkehr (RIC).¹⁾

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm legt Mindestanforderungen für die Konstruktion und den Betrieb von Fahrgasteinstiegstüren in Bahnfahrzeugen fest, um Folgendes sicherzustellen:

- einen sicheren Einstieg und Ausstieg durch die Fahrgasttüren von Bahnfahrzeugen;
- ein kleinstmögliches Risiko einer Verletzung von Personen als Ergebnis des Betriebs einer Tür;
- dass eine Tür geschlossen bleibt, solange das Fahrzeug in Bewegung ist;
- eine sichere Instandhaltung von Türsystemen.

1) Zu beziehen über: UIC, Bureau RIV RIC, Rue Jean Rey 16, F-75015 Paris.

1 Anwendungsbereich

Die Anforderungen dieser Europäischen Norm gelten für Fahrgasteinstiegstüren von allen neu konstruierten Bahnfahrzeugen zur Personenbeförderung, wie z. B. Straßenbahnen, U-Bahnen, S-Bahnen und Regionalbahnen, Fernverkehrsbahnen und Hochgeschwindigkeitsbahnen. Die Anforderungen dieser Europäischen Norm gelten auch, sofern es vernünftigerweise durchführbar ist, für vorhandene Fahrzeuge, bei denen die Türanlage modernisiert wird.

Diese Europäische Norm bezieht sich auf handbetätigte und angetriebene Türen. Bei handbetätigten Türen gelten die Abschnitte, die sich auf einen Antrieb beziehen, nicht.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Türen, die dem Zugang zur Ausrüstung oder zu Inspektions- oder Instandhaltungszwecken oder nur dem Zugang des Zugpersonals dienen.

Türen oder Klappen, die ausschließlich für die Flucht in Notfällen vorgesehen sind, sind ausgenommen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Europäischen Norm erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12663, *Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen*

EN 13272, *Bahnanwendungen — Elektrische Beleuchtung in Schienenfahrzeugen des öffentlichen Verkehrs*

EN 14067 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Aerodynamik*

prEN 45545 (Teile 1, 2,3,4,6 und 7), *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

EN 50121-3-2, *Bahnanwendungen — Elektromagnetische Verträglichkeit — Teil 3-2: Bahnfahrzeuge — Geräte*

EN 50125-1, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

EN 50126, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS)*

EN 50153, *Bahnanwendungen — Fahrzeuge — Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren*

EN 50155, *Bahnanwendungen — Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen*

EN 50215, *Bahnanwendungen — Prüfung von Bahnfahrzeugen nach Fertigstellung und vor Indienststellung*

EN 60077-1:2002, *Bahnanwendungen — Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen — Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln (IEC 60077-1:1999, geändert)*

EN ISO 140-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen (ISO 140-3:1995)*

UIC 566:1990, *Beanspruchungen von Reisezugwagenkästen und deren Anbauteilen*

UIC 660:2002, *Bestimmung zur Sicherung der technischen Verträglichkeit der Hochgeschwindigkeitszüge*

DIN 6164-1:1980-02, *DIN-Farbenkarte — System der DIN-Farbenkarte für den 2°-Normalbeobachter*

DIN 6164-2:1980-02, *DIN-Farbenkarte — Festlegungen der Farbmuster*

DIN 6164-3:1981-07, *DIN-Farbenkarte — System der DIN-Farbenkarte für den 10°-Normalbeobachter*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Tür

Türblatt oder Türblätter von Fahrgasteinstiegstüren, einschließlich deren Bauteile, für den Ein- und Ausstieg von Fahrgästen

3.2

automatisches Schließen

fremdkraftbetätigtes Schließen ohne jeglichen Eingriff des Benutzers

3.3

lokales Schließen

fremdkraftbetätigtes Schließen, ausgelöst durch den Benutzer

3.4

Betrieb der Tür

alle Abläufe der Türbewegung

3.5

Taster

Vorrichtung zum Auslösen des Türöffnungs- oder Schließbefehls

3.6

freigegebene Tür

Ermöglichen des Betriebs der Tür mittels Taster durch das Zugpersonal oder ein Automatiksystem

3.7

verriegelte Tür

geschlossene Tür, die mechanisch in Position gehalten wird

3.8

abgesperrte Tür

Tür, die verriegelt und außer Betrieb genommen ist

3.9

entriegelte Tür

Tür, deren mechanische Verriegelung gelöst ist

3.10

Zugpersonal

Personen, die berechtigt sind, Aufgaben für den Betrieb der Türen auszuführen

3.11

Stückprüfung

Prüfung, die bei jeder Tür durchgeführt wird, und zwar während oder nach der Fertigung

3.12

Typprüfung

Prüfung eines Türsystems und seiner Bauteile zum Nachweis, dass die Anforderungen der Norm und des entsprechenden Lastenhefts erfüllt sind

3.13

Vertrag

Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer des Türsystems

3.14**RIC-Schlüssel**

Schlüssel nach dem Übereinkommen über den Austausch und die Benutzung der Reisezugwagen im internationalen Verkehr (RIC); siehe Anhang H

3.15**automatisch betätigtes Türsystem**

Türsystem, das fremdkraftbetätigt öffnet und schließt

3.16**handbetätigtes Türsystem**

Türsystem, bei dem Türen mit der Hand vom Zugpersonal oder von Fahrgästen geschlossen und/oder geöffnet werden

3.17**Hauptschließkante**

Türkante, die während der Schließbewegung in Bewegungsrichtung vorne liegt

3.18**Notöffnungseinrichtung**

Betätigungselemente für die Öffnung der Tür von innen in einem Notfall

3.19**Einstiegseinrichtung**

Betätigungselement für das Öffnen der Tür von außen, wenn die Tür für den normalen Betrieb nicht verfügbar ist

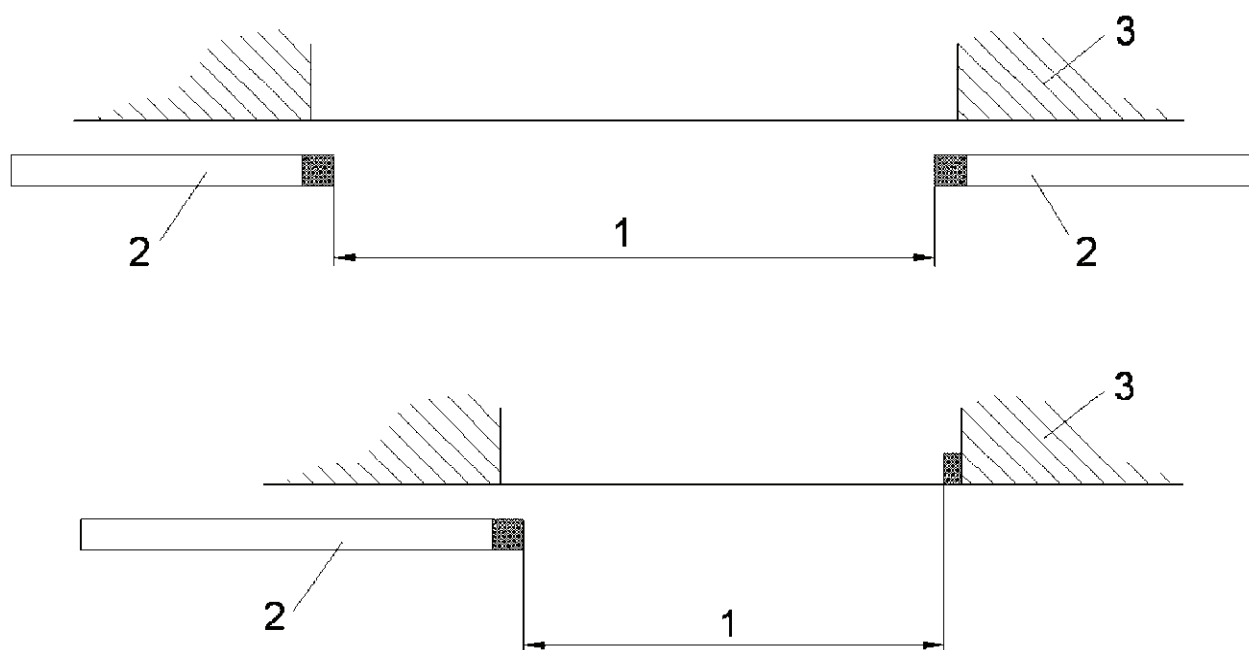
4 Bauliche Anforderungen

4.1 Gestaltung des Türraums

4.1.1 Abmessungen des Türdurchgangs

4.1.1.1 Mindestbreite

Um einen ungehinderten Ein- und Ausstieg von Fahrgästen zu ermöglichen, müssen Türen eine uneingeschränkte Durchgangsbreite von wenigstens 800 mm aufweisen (siehe Bild 1 als Beispiel für das Messverfahren).



Legende

- 1 Durchgangsbreite
- 2 Türblatt
- 3 Fahrzeug

Bild 1 — Mindestbreite

4.1.1.2 Mindesthöhe

Türen müssen eine uneingeschränkte Durchgangshöhe von mindestens 1 900 mm haben, es sei denn, die Randbedingungen (Lichtraumprofil, Fahrzeugumgrenzungsprofil) lassen dies nicht zu (Messverfahren siehe Bild 2).

Maße in Millimeter

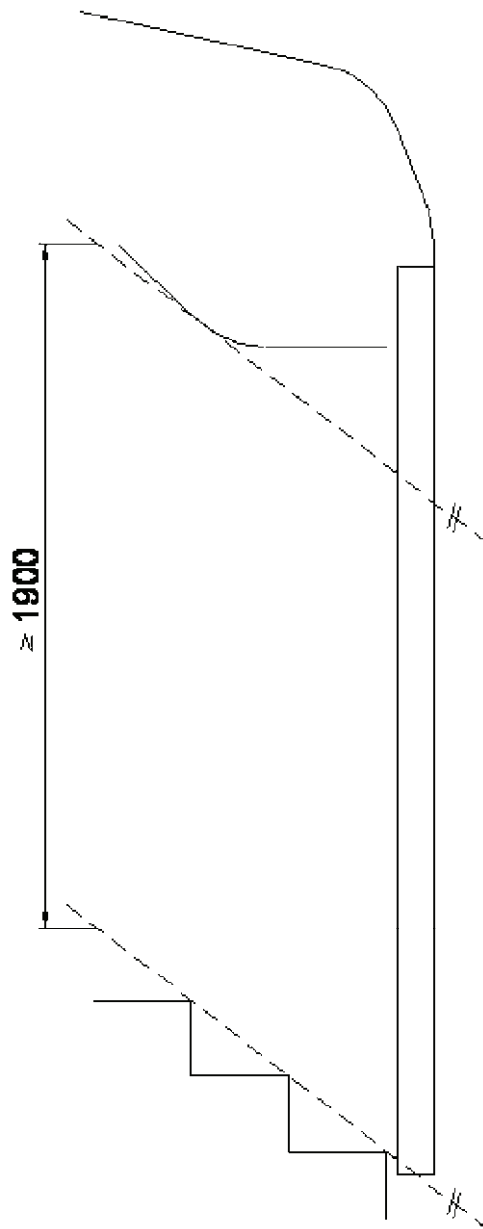


Bild 2 — Mindesthöhe

4.1.1.3 Wasserabfluss

Es muss ein System vorgesehen werden, welches verhindert, dass vom Dach des Fahrzeugs ablaufendes Wasser in die Türöffnung läuft.

4.1.2 Trittstufen

4.1.2.1 Eingangsbereich — Allgemeines

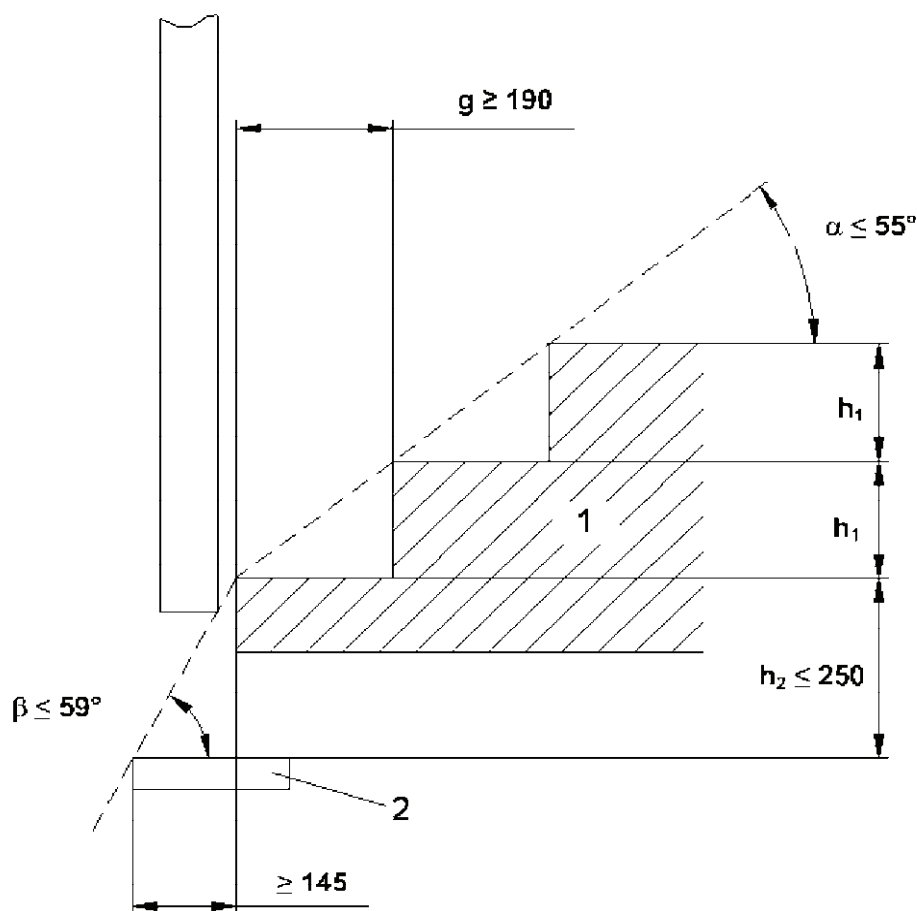
Die Außenstufen müssen mindestens so breit sein wie die Tür und mit der Durchgangsbreite übereinstimmen. Die Innenstufen sollten mindestens so breit sein wie die Tür und mit der Durchgangsbreite übereinstimmen.

4.1.2.2 Abmessungen der Trittstufen

Die Kante der Trittstufe sollte auf der gleichen Höhe wie der Fußboden des Einstiegsraums sein. Wo dies nicht erreicht werden kann, muss die Tiefe der Auftrittsfläche einer innen liegenden Stufe mindestens 190 mm betragen, und die Tiefe einer außen liegenden Stufe muss mindestens 145 mm betragen, um dem Fuß einen angemessenen Halt zu bieten. Die Tiefe der Auftrittsfläche der außen liegenden Stufe darf geringer sein, wenn sich die Stufe ungefähr auf der Höhe des Fahrzeugfußbodens befindet. Der Winkel der Gehlinie darf im Innenraum des Wagens (α) 55° und im Außenbereich (β) 59° nicht übersteigen. Es wird empfohlen, die Winkel α und β kleiner als 50° vorzusehen (siehe Bild 3).

Ein Verhältnis von $2 \times h + g = 640$ mm sollte erreicht werden.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Fahrzeug
- 2 feste oder bewegliche außen liegende Stufe

Bild 3 — Abmessungen der Trittstufen

4.1.2.3 Oberfläche von Trittstufen

Trittstufen müssen im Bereich ihrer nutzbaren Oberfläche rutschfest ausgeführt sein.

4.1.2.4 Schutz gegen Wasser

Die Anordnung der Trittstufen muss ein Abfließen von Wasser von der rutschfesten Oberfläche zulassen. Die Konstruktion muss die Ansammlung von Wasser verhindern.

4.1.2.5 Handbetätigung

Wenn die ausgefahrene Trittstufe aus dem Fahrzeugumgrenzungsprofil herausragt, muss sie bei Ausfall der Energieversorgung von Hand vom Bahnsteig aus, für den sie vorgesehen war, in eine stabile geschlossene Lage eingezogen werden können.

Um eine Verletzungsgefahr durch Auslösen des automatischen Antriebs zu vermeiden, muss, sofern dies notwendig ist, im Bedienungshandbuch darauf hingewiesen werden, dass der Antrieb der Trittstufe vor der Handbetätigung abgeschaltet werden muss.

Es ist im Vertrag festzulegen, ob die Trittstufen bei Ausfall der Energieversorgung ausfahrbar sein müssen. Bei dieser Bedingung sind eine Vorrichtung zum Einrasten der ausgefahrenen Trittstufe und eine Möglichkeit zum Einziehen von Hand vorzusehen.

4.1.3 Zugang vom Gleis

Um einen sicheren Ein- und Ausstieg (z. B. für das Zugpersonal) vom oder zum Gleisniveau zu ermöglichen, müssen, sofern es erforderlich ist, Maßnahmen vorgesehen werden. Einzelheiten sind im Vertrag festzulegen.

4.1.4 Spalt zwischen Bahnsteigen und Fahrzeugen

Die Lage der Trittstufenkante im Bezug zum Wagenkasten und zum Fahrzeugfußboden (siehe Bild 3) ist im Vertrag festzulegen. Um sichere Verhältnisse für den Ein- und den Ausstieg von Personen zu schaffen, ist der Spalt zwischen Trittstufe und Bahnsteig entsprechend zu berücksichtigen.

4.1.5 Train surfing

Kanten von Trittstufen, Vorsprünge oder Handgriffe an der Außenfläche von Türsystemen müssen vermieden oder so gestaltet werden, dass Personen bei geschlossenen Türen keinen Halt am Fahrzeug finden können (so genanntes „train surfing“).

4.1.6 Handgriffe

An jedem Türdurchgang muss ein Handgriff als Einstiegshilfe für Fahrgäste angebracht werden.

Der Handgriff muss innerhalb des Fahrzeugs angebracht werden

- in der Nähe jedes Türblatts;
- in Türräumen mit mehr als einer Stufe auf beiden Seiten des Einstiegsbereiches.

Der Handgriff muss einer Kraft von 1,5 kN, die an jedem beliebigen Punkt seiner gesamten Länge in jede Richtung ansetzt, standhalten, ohne dass es zu einer plastischen Verformung kommt. Verformungen durch die erste Krafteinwirkung sind bei der Prüfung zu vernachlässigen.

Die Farbe des Handgriffes sollte sich von seiner Umgebung abheben. Der Handgriff muss einen angemessenen Halt bieten.

4.1.7 Türfenster

Türfenster müssen in Sicherheitsglas ausgeführt werden. Bei Türfenstern, deren untere Kante weniger als 800 mm über dem Fußboden liegt, müssen Schutzmaßnahmen ein Herausfallen von Fahrgästen durch zerbrochene Fenster verhindern.

ANMERKUNG Der Einsatz von Verbundsicherheitsglas mit fester Halterung (z. B. Einkleben), eines mechanischen Elements (z. B. Schutzstange) oder gleichwertiger Maßnahmen gelten als Schutzmaßnahme. Wenn Schutzstangen eingesetzt werden, sollten sie so befestigt werden, dass Fahrgäste nicht gefährdet werden.

4.2 Mechanische Stabilität

4.2.1 Mechanische Stabilität der Tür

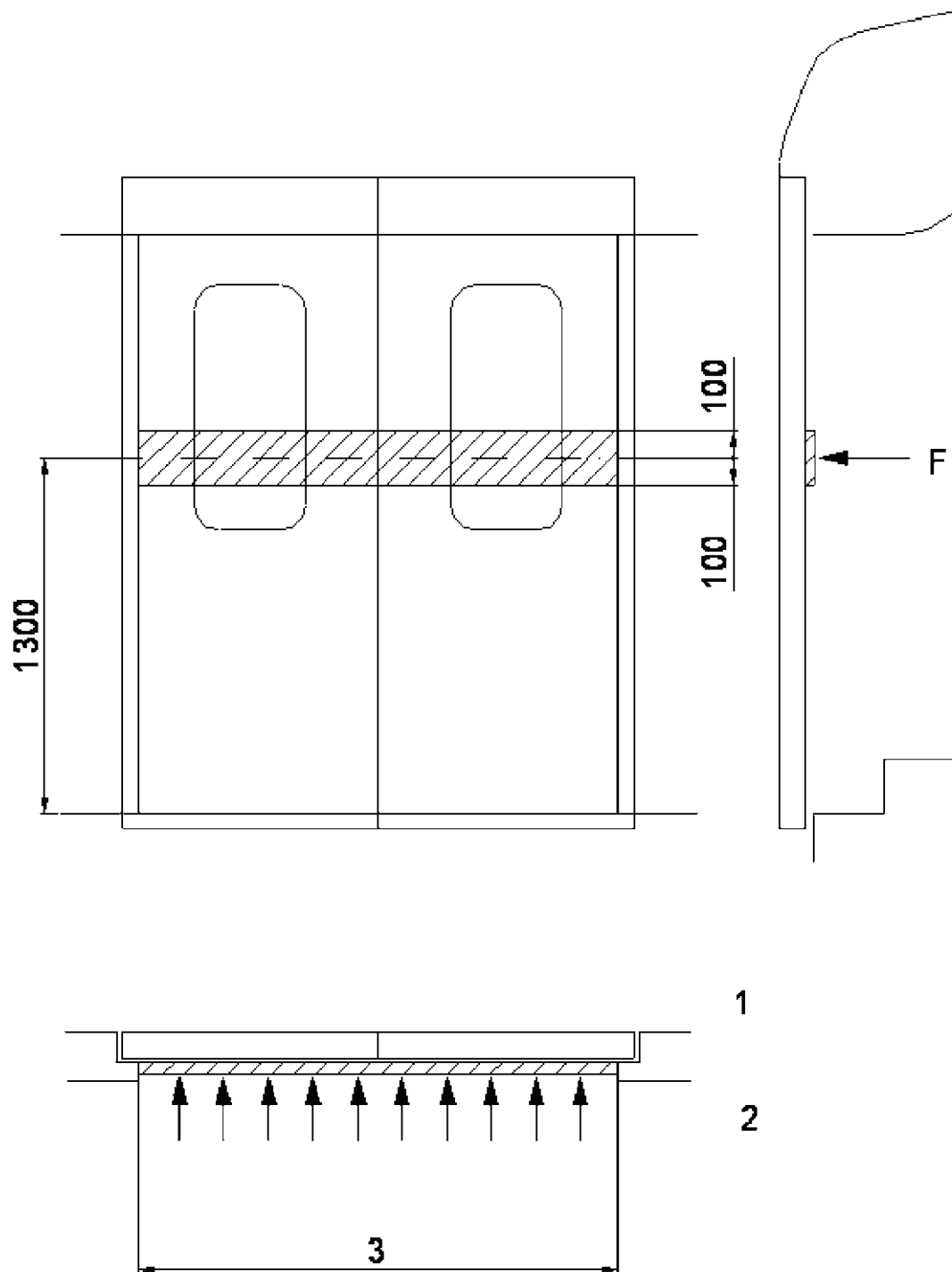
4.2.1.1 Fahrgastrückhaltekräfte

Das Türsystem muss Kräften, hervorgerufen durch an das Türblatt lehrende oder gegen das Türblatt fallende Fahrgäste, widerstehen, ohne dass eine plastische Verformung oder Funktionsunfähigkeit hervorgerufen wird (diese Belastungen sind wiederkehrend). Verformungen durch die erste Krafteinwirkung sind bei der Prüfung zu vernachlässigen.

Zu diesem Zweck muss eine geschlossene und verriegelte Tür, einschließlich der Verglasung, einer von innen auf das Türblatt aufgebrachten Druckkraft widerstehen.

Diese Belastung muss durch Aufbringung einer über einen Streifen von 200 mm Höhe, 1 300 mm über dem Fahrzeugfußboden, verteilten Belastung dargestellt werden. Der Wert dieser Kraft muss 1 000 N je Meter frei zugänglicher Türinnenfläche entsprechen (siehe auch Bild 4). Das Verriegelungssystem bei Schiebetüren muss einer Kraft in Öffnungsrichtung von 1 200 N widerstehen.

ANMERKUNG Diese Anforderung stimmt bezüglich Seitenbeschleunigung mit 4.12.3 (Klasse GT1) der EN 50125-1 überein.

**Legende**

- 1 außen
- 2 innen
- 3 frei zugängliche Innenfläche

Bild 4 — Mechanische Stabilität

4.2.1.2 Aerodynamische Belastungen

Ein Türsystem muss der Einwirkung von Druckimpulsen entsprechend Anhang F, die über die gesamte Oberfläche der Tür aufgebracht werden, widerstehen, ohne dass eine plastische Verformung oder Funktionsverlust hervorgerufen wird. Verformungen durch die erste Krafteinwirkung sind bei der Prüfung zu vernachlässigen.

4.2.1.3 Fahrzeugumgrenzungsprofil

Die in 4.2.1.1 und 4.2.1.2 genannten Belastungen können unter normalen Bedingungen elastische Türverformungen hervorrufen. Der Fahrzeughersteller muss die erlaubten Grenzen festlegen, um das dynamische Fahrzeugumgrenzungsprofil einzuhalten.

4.2.1.4 Beanspruchung der Tür durch Seitenlage des Fahrzeugs

Im Vertrag muss festgelegt werden, ob die Türstabilität auch auf den Fall der Fahrzeugseitenlage ausgelegt werden muss.

In Fahrzeugseitenlage darf die Tür nicht weg brechen. Dies basiert auf der Annahme, dass die Fahrgäste eines überbesetzten Zuges auf der Tür stehen (6 kN/m^2). In diesem Fall ist eine plastische Verformung erlaubt.

ANMERKUNG EN 12663 nennt übliche Fahrgastgewichte und Fahrgastdichten.

4.2.1.5 Vibrations- und Stoßfestigkeit

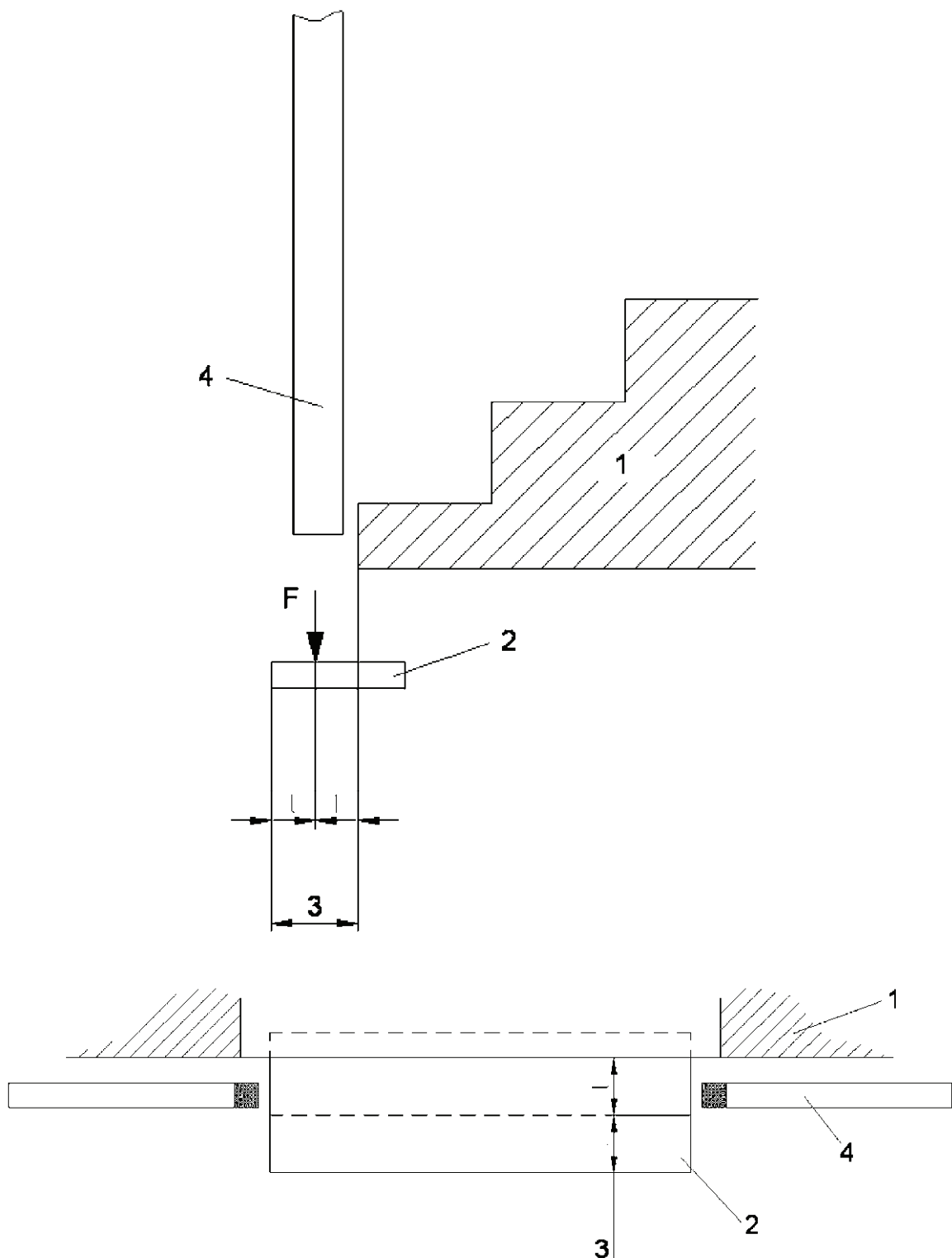
Das Türsystem muss so konstruiert sein, dass es den Beanspruchungen durch Vibration und Stoß für Anbauten nach EN 12663 widersteht.

Wenn eine Prüfung bezüglich Vibration und Stoß im Vertrag festgelegt wurde, muss diese gemäß EN 61373 durchgeführt werden.

4.2.2 Mechanische Stabilität von Trittstufen

Die folgenden Anforderungen gelten:

- die Stufen müssen einer nach unten gerichteten, senkrechten Kraft von 2 kN, aufgebracht auf einer Fläche von $100 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$, an jeder Stelle der nutzbaren Stufenoberfläche widerstehen können, ohne dass eine plastische Verformung eintritt;
- die Stufen müssen einer nach unten gerichteten, senkrechten Kraft von 4 kN/m der Trittstufenlänge auf der exponierten Trittstufenfläche widerstehen, ohne dass eine plastische Verformung eintritt (siehe Bild 5);
- Verformungen durch die erste Krafteinwirkung sind bei der Prüfung zu vernachlässigen;
- zur Sicherung der stabilen Lage der beweglichen Tritte in der aus- und eingefahrenen Stellung muss eine Einrichtung eingebaut sein.



Legende

- 1 Fahrzeug
- 2 feste außen liegende oder bewegliche Trittstufe
- 3 exponierte Oberfläche
- 4 Türblatt

Bild 5 — Mechanische Stabilität von Trittstufen