

## DIN EN 13796-1



ICS 45.100

Ersatz für  
DIN EN 13796-1:2006-01 und  
DIN EN 13796-1  
Berichtigung 1:2007-07

**Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr –  
Fahrzeuge –  
Teil 1: Befestigungen am Seil, Laufwerke, Fangbremsen, Kabinen, Sessel,  
Wagen, Instandhaltungsfahrzeuge, Schleppvorrichtungen;  
Deutsche Fassung EN 13796-1:2017**

Safety requirements for cableway installations designed to carry persons –  
Carriers –

Part 1: Grips, carrier trucks, on-board brakes, cabins, chairs, carriages, maintenance carriers,  
tow-hangers;

German version EN 13796-1:2017

Prescriptions de sécurité pour les installations à câbles transportant des personnes –  
Véhicules –

Partie 1: Attaches, chariots, freins embarqués, cabines, sièges, voitures, véhicules de  
maintenance, agrès;

Version allemande EN 13796-1:2017

Gesamtumfang 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13796-1:2017) wurde unter Federführung der WG 5 „Fahrzeuge“ (Vorsitz: AFNOR, Frankreich) des CEN/TC 242 „Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-16 AA „Seilbahnen“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer französischen Referenzfassung.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13796-1:2006-01 und DIN EN 13796-1 Berichtigung 1:2007-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1: Der Anwendungsbereich wurde überarbeitet;
- b) Abschnitt 2: Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert und überarbeitet;
- c) Überarbeitung der Bilder;
- d) Abschnitt 3: Die Begriffe wurden überarbeitet;
- e) Abschnitt 5: Allgemeine Anforderungen überarbeitet;
- f) Abschnitt 6: Grundlegende Anforderungen überarbeitet;
- g) Abschnitt 7: Seilbefestigungen und Befestigungen am Seil überarbeitet;
- h) Abschnitt 10: Fangbremsen überarbeitet;
- i) Abschnitt 11: Kabinen, Sessel und andere Fahrzeuge von Seilschwebbahnen überarbeitet;
- j) Literaturhinweise hinzugefügt.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 13796-1: 2006-01

DIN EN 13796-1 Berichtigung 1: 2007-07

Deutsche Fassung

Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den  
Personenverkehr —  
Fahrzeuge —  
Teil 1: Befestigungen am Seil, Laufwerke, Fangbremsen,  
Kabinen, Sessel, Wagen, Instandhaltungsfahrzeuge,  
Schleppvorrichtungen

Safety requirements for cableway installations  
designed to carry persons —  
Carriers —

Part 1: Grips, carrier trucks, on-board brakes, cabins,  
chairs, carriages, maintenance carriers, tow-hangers

Prescriptions de sécurité pour les installations  
à câbles transportant des personnes —  
Véhicules —

Partie 1: Attaches, chariots, freins embarqués, cabines,  
sièges, voitures, véhicules de maintenance, agrès

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Dezember 2014 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

|                                                                            | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                 | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                  | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                             | 7     |
| 3 Begriffe .....                                                           | 8     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                            | 10    |
| 5 Allgemeine Anforderungen .....                                           | 11    |
| 5.1 Anwendung der Norm .....                                               | 11    |
| 5.2 Sicherheitsgrundsätze .....                                            | 11    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                    | 11    |
| 5.2.2 Gefährdungsbilder .....                                              | 11    |
| 5.2.3 Sicherheitsmaßnahmen .....                                           | 12    |
| 6 Grundlegende Anforderungen .....                                         | 13    |
| 6.1 Vorzulegende technische Unterlagen .....                               | 13    |
| 6.1.1 Liste der Sicherheitsbauteile .....                                  | 13    |
| 6.1.2 Pläne und Stücklisten .....                                          | 13    |
| 6.1.3 Bescheinigungen .....                                                | 13    |
| 6.1.4 Berechnungen .....                                                   | 13    |
| 6.1.5 Protokoll über das Wiegen des Eigengewichts .....                    | 13    |
| 6.1.6 Nutzungsplan .....                                                   | 13    |
| 6.2 Einwirkungen und Umwelteinflüsse .....                                 | 14    |
| 6.2.1 Eigengewicht ( $G$ ) .....                                           | 14    |
| 6.2.2 Nutzlast ( $Q$ ) .....                                               | 14    |
| 6.2.3 Windkraft ( $F_W$ ) .....                                            | 14    |
| 6.2.4 Klemmkraft ( $F_F$ ) .....                                           | 15    |
| 6.2.5 Öffnungs- und Schließkräfte ( $O$ ) .....                            | 15    |
| 6.2.6 Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt ( $R$ ) .....                | 16    |
| 6.2.7 Kraft bei der Scheibenumfahrt ( $U$ ) .....                          | 16    |
| 6.2.8 Zugseilauflagekraft ( $F_S$ ) .....                                  | 16    |
| 6.2.9 Dämpfungsmoment ( $M_Y$ ) .....                                      | 16    |
| 6.2.10 Torsionsmoment ( $M_Z$ ) .....                                      | 16    |
| 6.2.11 Anprallkraft in Führungen ( $H_{Y2}$ ) .....                        | 16    |
| 6.2.12 Anprallkraft beim Einfallen der Fangbremse ( $H_{X2}$ ) .....       | 16    |
| 6.2.13 Kraft beim Einfallen der Fangbremse ( $Q_F$ ) .....                 | 16    |
| 6.2.14 Anprallkraft von Personen in Fahrtrichtung ( $H_{X1}$ ) .....       | 17    |
| 6.2.15 Anprallkraft von Personen quer zur Fahrtrichtung ( $H_{Y1}$ ) ..... | 17    |
| 6.2.16 Einwirkungen von Schnee und Eis .....                               | 17    |
| 6.2.17 Pufferstoßkraft ( $A_X$ ) .....                                     | 18    |
| 6.2.18 Einfluss der Seilneigung ( $F_N$ ) .....                            | 18    |
| 6.2.19 Quer zur Fahrbahn wirkende Kraft ( $F_Y$ ) .....                    | 18    |
| 6.3 Nachweise .....                                                        | 18    |
| 6.3.1 Allgemeines .....                                                    | 18    |
| 6.3.2 Statische Nachweise .....                                            | 19    |

|        |                                                                      |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3.3  | Ermüdungsnachweise.....                                              | 27 |
| 6.4    | Werkstoffe.....                                                      | 34 |
| 6.4.1  | Allgemeines .....                                                    | 34 |
| 6.4.2  | Stähle.....                                                          | 34 |
| 6.4.3  | Geschweißte Bauteile .....                                           | 34 |
| 6.5    | Konstruktionsgrundsätze .....                                        | 35 |
| 6.6    | Fertigungsprüfungen .....                                            | 35 |
| 6.7    | Brandschutz.....                                                     | 35 |
| 7      | Seilendbefestigungen und Befestigungen am Seil.....                  | 36 |
| 7.1    | Allgemeines .....                                                    | 36 |
| 7.2    | Endbefestigung des Zugseils mittels Trommel.....                     | 36 |
| 7.2.1  | Allgemeines .....                                                    | 36 |
| 7.2.2  | Seilendklemmen an der Zugseiltrommel .....                           | 36 |
| 7.2.3  | Seilrillen der Trommeln .....                                        | 36 |
| 7.2.4  | Reibungsbeiwerte .....                                               | 36 |
| 7.3    | Befestigung eines durchlaufenden Zugseils mittels Trommel .....      | 37 |
| 7.4    | Seilköpfe (Vergussköpfe/Klemmköpfe) .....                            | 37 |
| 7.4.1  | Allgemeines .....                                                    | 37 |
| 7.4.2  | Kegelhülse des Vergusskopfs.....                                     | 38 |
| 7.5    | Klemmen von Seilschwebbahnen (ausgenommen Chapeau-de-Gendarme) ..... | 38 |
| 7.5.1  | Allgemeines .....                                                    | 38 |
| 7.5.2  | Feste Klemmen.....                                                   | 41 |
| 7.5.3  | Kuppelbare Klemmen.....                                              | 42 |
| 7.6    | Chapeau-de-Gendarme.....                                             | 43 |
| 7.6.1  | Allgemeines .....                                                    | 43 |
| 7.6.2  | Konstruktive Bedingungen.....                                        | 43 |
| 7.6.3  | Nachweise .....                                                      | 43 |
| 7.6.4  | Reibungsbeiwerte .....                                               | 44 |
| 7.7    | Befestigungen am Förderseil .....                                    | 44 |
| 7.7.1  | Allgemeines .....                                                    | 44 |
| 7.7.2  | Feste Klemmen.....                                                   | 45 |
| 7.7.3  | Schleppringe.....                                                    | 46 |
| 8      | Laufwerke von Seilschwebbahnen .....                                 | 46 |
| 9      | Fahrwerke von Standseilbahnen .....                                  | 47 |
| 10     | Fangbremsen.....                                                     | 48 |
| 10.1   | Automatische Auslösung .....                                         | 48 |
| 10.2   | Manuelle Auslösung.....                                              | 48 |
| 10.3   | Prüfung der Bremse .....                                             | 48 |
| 11     | Kabinen, Sessel und andere Fahrzeuge von Seilschwebbahnen.....       | 49 |
| 11.1   | Allgemeines .....                                                    | 49 |
| 11.1.1 | Lichtraumprofil.....                                                 | 49 |
| 11.1.2 | Ausrüstung der Fahrzeuge.....                                        | 49 |
| 11.2   | Kabinen .....                                                        | 49 |
| 11.2.1 | Allgemeines .....                                                    | 49 |
| 11.2.2 | Pendelbahnkabinen .....                                              | 54 |
| 11.2.3 | Kabinentüren.....                                                    | 55 |
| 11.3   | Bergefahrzeuge .....                                                 | 55 |
| 11.4   | Sessel.....                                                          | 55 |
| 11.4.1 | Allgemeines .....                                                    | 55 |
| 11.4.2 | Sitzfläche, Rücken- und Armlehnen.....                               | 56 |
| 11.4.3 | Schließbügel und Fußrasten .....                                     | 56 |
| 11.4.4 | Hauben .....                                                         | 57 |
| 12     | Standseilbahnwagen .....                                             | 59 |

|                                                                                                                                                                                          |                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|
| 12.1                                                                                                                                                                                     | Allgemeines .....                            | 59 |
| 12.2                                                                                                                                                                                     | Wagentüren .....                             | 62 |
| 12.2.1                                                                                                                                                                                   | Allgemeines .....                            | 62 |
| 12.2.2                                                                                                                                                                                   | Wagentüren bei begleiteten Wagen.....        | 62 |
| 12.2.3                                                                                                                                                                                   | Wagentüren bei unbegleiteten Wagen .....     | 62 |
| 13                                                                                                                                                                                       | Instandhaltungsfahrzeuge .....               | 63 |
| 13.1                                                                                                                                                                                     | Allgemeines .....                            | 63 |
| 13.2                                                                                                                                                                                     | Lichtraumprofil.....                         | 63 |
| 13.3                                                                                                                                                                                     | Hinweisschild.....                           | 63 |
| 13.4                                                                                                                                                                                     | Bemessung des Fahrzeugs.....                 | 64 |
| 14                                                                                                                                                                                       | Schleppvorrichtungen .....                   | 64 |
| 14.1                                                                                                                                                                                     | Allgemeines .....                            | 64 |
| 14.2                                                                                                                                                                                     | Schleppstangen und Einziehvorrichtungen..... | 64 |
| 14.3                                                                                                                                                                                     | Schleppbügel und Schleppteller.....          | 65 |
| Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2000/9/EG über Seilbahnen für den<br>Personenverkehr..... |                                              | 66 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                                                                   |                                              | 69 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13796-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 242 „Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und/oder CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13796-1:2005.

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 2000/9/EG.

Zum Zusammenhang mit der EU-Richtlinie 2000/9/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

EN 13796 umfasst die folgenden Teile, die unter dem allgemeinen Titel *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Fahrzeuge* vorgestellt wurden:

- Teil 1: *Befestigungen am Seil, Laufwerke, Fangbremsen, Kabinen, Sessel, Wagen, Instandhaltungsfahrzeuge, Schleppvorrichtungen*
- Teil 2: *Klemmenabziehversuch*
- Teil 3: *Ermüdungsversuche*

In EN 13796-1 wurden folgende wesentliche Veränderungen gegenüber der vorhergehenden Fassung der Norm vorgenommen:

- in 6.2.3 wurde der Text zum besseren Verständnis neu geordnet und bei der Einwirkung des Windes die Höhe der Formbeiwerte verändert;
- in 6.2.15, 11.2.1.1, 11.2.1.2 und 12.1.2 wurden die Berechnung der Kabinenwände und die Festlegung der dabei zu berücksichtigenden Kräfte abgeändert, um der praktischen Erfahrung Rechnung zu tragen und die Bemessung der Wände unabhängig davon zu machen, ob die Fahrgäste stehend oder sitzend befördert werden;
- in 6.3.3.2.2 a) 2) und 6.3.3.2.3 wurden bei den dynamischen Beanspruchungen, die bei der Stationsdurchfahrt zu berücksichtigen sind, Präzisierungen vorgenommen;
- Unterabschnitt 6.7 zum Thema Brandschutz und Brandbekämpfung wurde hinzugefügt;
- in 7.2.2.3 wurde die Formulierung zum besseren Verständnis verändert;
- in 7.3.4 wurden bei der Zugseiltrommel die Grenzwerte der Rillengeometrie mit denen des Seildurchmessers nach EN 12385-8 in Übereinstimmung gebracht;
- in 7.4.2.3 wurden die Werte des Kegelwinkels auf die Werte aus EN 12927 abgestimmt;
- in 7.6.2.6 wurden beim Chapeau-de-Gendarme die Grenzwerte der Rillengeometrie mit Abschnitt 7.2.3.1 zur Übereinstimmung gebracht;

- in 9.3 wurden die Prüfbedingungen hinsichtlich des Mindestdrucks auf die Räder eines Fahrgestells einer Standseilbahn neu präzisiert, insbesondere um hierbei nicht nur den Fall der Fangbremsung zu Grunde zu legen;
- in 10.1 a) wurde die Bestimmung des Schwellenwertes für die Auslösung der Fangbremse beim Zugseilriss eingefügt;
- in 11.2.1.1 wurde bei den Werkstoffeigenschaften der Kabinenverglasung die Anforderung hinzugefügt, dass die Verglasung bei Bruch keine gefährlichen Splitter bilden darf;
- in 11.4.1.2 wurde bei Sesseln eine Präzisierung für die Beförderung von Personen mit eingeschränkter Mobilität und deren besonderem Gerät eingefügt;
- in 12.1.3 wurde zur Übereinstimmung mit Abschnitt 11.2.1.4 ein Zusatz hinsichtlich des Zugangs für Personen im Rollstuhl eingefügt;
- die Tabelle im Anhang ZA wurde vervollständigt.

Die vorliegende Europäische Norm gehört zum Normungsprogramm, welches vom Technischen Büro des CEN für die Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr beschlossen wurde. Dieses Programm enthält die folgenden Normen:

- EN 1907, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Begriffsbestimmungen*
- EN 12929 (alle Teile), *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Allgemeine Bestimmungen*
- EN 12930, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Berechnungen*
- EN 12927 (alle Teile), *Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr — Seile*
- EN 1908, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Spanneinrichtungen*
- EN 13223, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Antriebe und weitere mechanische Einrichtungen*
- EN 13796 (alle Teile), *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Fahrzeuge*
- EN 13243, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Elektrische Einrichtungen ohne Antriebe*
- EN 13107, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Bauwerke*
- EN 1709, *Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr — Erprobung, Instandhaltung, Betriebskontrollen*
- EN 1909, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Räumung und Bergung*
- EN 12397, *Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr — Betrieb*
- EN 12408, *Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr — Qualitätssicherung*

Die Gesamtheit dieser Normen behandelt die Planung, Herstellung, Montage, Instandhaltung und den Betrieb aller Arten von Seilbahnen für den Personenverkehr.

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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Sicherheitsanforderungen an Fahrzeuge von Seilbahnen für den Personenverkehr fest. Dabei werden die verschiedenen Systeme und deren Umgebung berücksichtigt.

Sie enthält Anforderungen an die Unfallverhütung und den Arbeitnehmerschutz unbeschadet der Anwendung nationaler Vorschriften.

Nationale Vorschriften mit bau- oder ordnungsrechtlichem Charakter oder die dem Schutz bestimmter Personengruppen dienen, bleiben unberührt.

Sie gilt weder für Seilbahnen des Güterverkehrs noch für Aufzüge.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments 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 795, *Persönliche Absturzschutzausrüstung — Anschlagseinrichtungen*

EN 1709, *Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr — Erprobung, Instandhaltung, Betriebskontrollen*

EN 1907, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Begriffsbestimmungen*

EN 1908, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Spanneinrichtungen*

EN 1909, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Räumung und Bergung*

EN 1993-1-9, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

EN 1999-1-3, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke*

EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

EN 10083 (alle Teile), *Vergütungsstähle*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12397, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Betrieb*

EN 12408, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Qualitätssicherung*

EN 12927 (alle Teile), *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Seile*

EN 12929 (alle Teile), *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Allgemeine Bestimmungen*

EN 12930, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Berechnungen*

EN 13107, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Bauwerke*

EN 13223, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Antriebe und weitere mechanische Einrichtungen*

EN 13243, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Elektrische Einrichtungen ohne Antriebe*

EN 13796-2, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Fahrzeuge — Teil 2: Klemmenabziehversuch*

EN 13796-3, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Fahrzeuge — Teil 3: Ermüdungsversuche*

EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1)*

EN ISO 898 (alle Teile), *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl (ISO 898, alle Teile)*

EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817)*

EN ISO 9606-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)*

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2)*

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1907 und die folgenden Begriffe.

#### **3.1**

##### **Hangabtriebskraft**

$F_T$

$$F_T = m \times g \times \sin \alpha$$

Dabei ist

$m$  die Fahrzeugmasse;

$g$  9,81 m/s<sup>2</sup>;

$\alpha$  die mittlere Fahrbahneigung an der untersuchten Stelle.

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Seilschwebbahnen entspricht das dem Mittel des Seilwinkels (Förderseil oder Tragseil) oberhalb und unterhalb des Fahrzeugs.

#### **3.2**

##### **Abziehkraft**

$F$

Widerstand einer Klemme gegen Gleiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Man unterscheidet zwischen folgenden Abziehkräften:

$F_{\text{theo}}$  rechnerisch nachgewiesene Abziehkraft;

$F_{\text{lab}}$  im Laborversuch am Seil gemessene Abziehkraft;

$F_{\text{eff}}$  am Seil der Anlage gemessene Abziehkraft.

### 3.3

#### Ausreißkraft

$F_{\text{aus}}$

Widerstand, der überwunden werden muss, um eine am Seil befestigte Klemme in einer vertikalen Ebene rechtwinklig zur Seilachse vom Seil zu entfernen (siehe Bild 1)

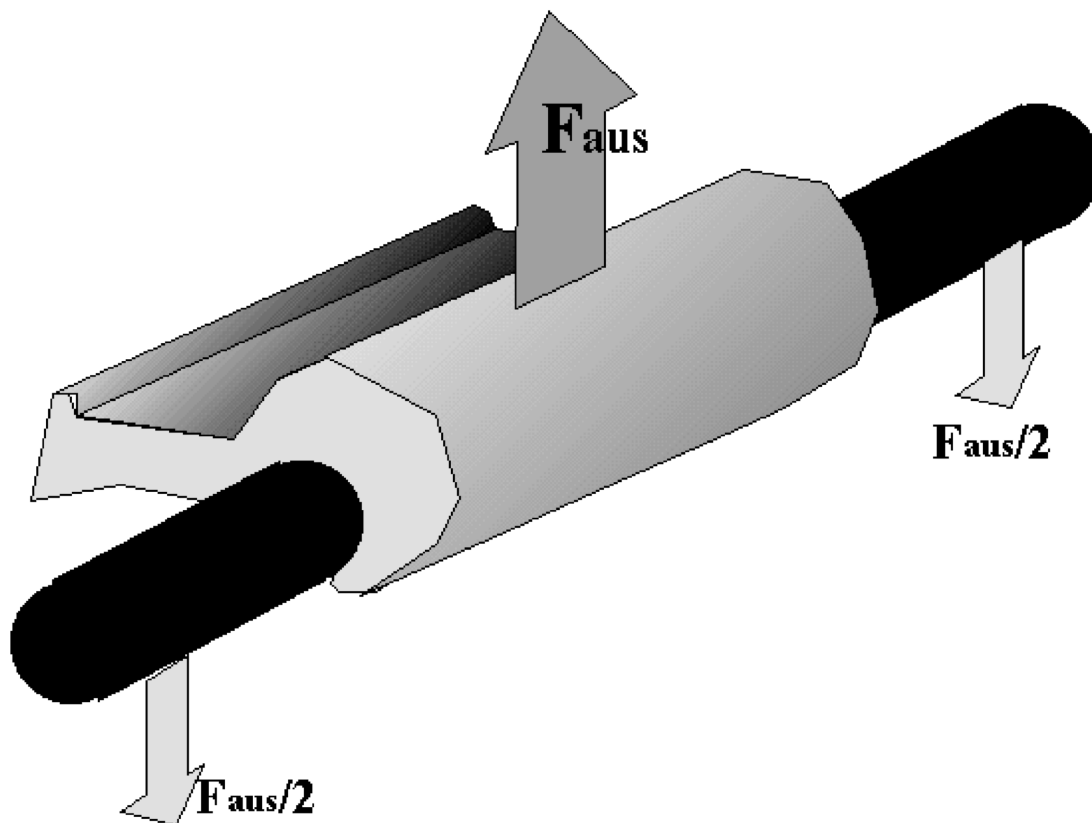


Bild 1 — Ausreißkraft

### 3.4

#### Backenklemmkraft

$F_{\text{kl}}$

skalare Summe aller Normalkräfte, die beim Klemmvorgang zwischen den Flächen der Klemmbacken und dem Seil wirken

### 3.5

#### Abteil

Fahrzeug oder Fahrzeugbereich, dessen Wände oder sonstige Abtrenneinrichtungen geeignet sind, die von beförderten Personen ausgeübten Anprallkräfte  $H_{X1}$  oder  $H_{Y1}$  nach 6.2 aufzunehmen

## **4 Symbole und Abkürzungen**

|                   |                                                                |                   |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| $A_{\text{ref}}$  | Bezugsfläche für die Windkraft                                 | [m <sup>2</sup> ] |
| $A_X$             | Pufferstoßkraft                                                | [N]               |
| $d$               | Seildurchmesser (nominal)                                      | [m]               |
| $F$               | Abziehkraft                                                    | [N]               |
| $F_{\text{aus}}$  | Ausreißkraft                                                   | [N]               |
| $F_{\text{eff}}$  | am Seil der Anlage gemessene Abziehkraft                       | [N]               |
| $F_{\text{kl}}$   | Backenklemmkraft                                               | [N]               |
| $F_{\text{lab}}$  | Im Laborversuch an einem Seil gemessene Abziehkraft der Klemme | [N]               |
| $F_{\text{theo}}$ | Im rechnerischen Nachweis ausgewiesene Abziehkraft der Klemme  | [N]               |
| $F_F$             | Klemmkraft bei einer festen oder kuppelbaren Klemme            | [N]               |
| $F_N$             | Einfluss der Seilneigung                                       | [N]               |
| $F_S$             | Zugseilauflagekraft                                            | [N]               |
| $F_T$             | Hangabtriebskraft                                              | [N]               |
| $F_W$             | Windkraft                                                      | [N]               |
| $F_Y$             | Quer zur Fahrbahn wirkende Kraft                               | [N]               |
| $G$               | Eigengewicht des Fahrzeugs mit allem Zubehör                   | [N]               |
| $H_X$             | Anprallkraft in Fahrtrichtung                                  | [N oder N/m]      |
| $H_Y$             | Anprallkraft quer zur Fahrtrichtung                            | [N oder N/m]      |
| $M_Y$             | Dämpfungsmoment                                                | [Nm]              |
| $M_Z$             | Torsionsmoment um die Vertikalachse                            | [Nm]              |
| $N$               | Lastspielzahl                                                  | [-]               |
| $O$               | Öffnungs- und Schließkräfte einer kuppelbaren Klemme           | [N]               |
| $Q$               | Nutzlast                                                       | [N]               |
| $Q_F$             | Kraft beim Einfall der Fangbremse                              | [N]               |
| $R$               | Rückstellkraft auf ein Fahrzeug bei der Stationseinfahrt       | [N]               |
| $S$               | Kraft in der Phase des Anfahrens                               | [N]               |
| $U$               | Kraft auf ein Fahrzeug bei der Scheibenumfahrt                 | [N]               |

## 5 Allgemeine Anforderungen

### 5.1 Anwendung der Norm

Die Anforderungen der vorliegenden Europäischen Norm gelten für alle Seilbahnen zusammen mit den Anforderungen nach EN 1709, EN 1908, EN 1909, EN 12397, EN 12408, EN 12927 (alle Teile), EN 12929 (alle Teile), EN 12930, EN 13107, EN 13223, EN 13243, EN 13796-2 und EN 13796-3.

### 5.2 Sicherheitsgrundsätze

#### 5.2.1 Allgemeines

Es gelten die Sicherheitsgrundsätze nach EN 12929-1. Im Übrigen müssen die Gefährdungsbilder und Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt werden, die für den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm charakteristisch sind.

#### 5.2.2 Gefährdungsbilder

Folgende Ereignisse können eine Gefährdungssituation zur Folge haben, die durch die Sicherheitsanforderungen dieser Europäischen Norm reduziert oder vermieden werden können:

- a) Überlastung der Fahrzeuge;
- b) Überschreiten der vom Hersteller zugelassenen Nutzungsgrenzen;
- c) Schädigungen durch Alterung, Korrosion, Verschleiß, Ermüdung und Verformung;
- d) Auffahren und Zusammenstoß (Fahrzeuge untereinander, Fahrzeuge mit Personen, Fahrzeuge mit Seilen, Stationen, Streckenbauwerken und äußeren Hindernissen);
- e) Entgleisen und Herabfallen des Seils bei der Durchfahrt eines Fahrzeugs;
- f) Entgleisen oder unzureichende Stabilität des Fahrzeugs;
- g) Riss des Zug- oder Förderseils bei einer Befestigung am Seil;
- h) Fehlkupplung oder Abkupplung einer Klemme;
- i) unzureichende Abziehkraft oder Ausreißkraft einer Befestigung am Seil;
- j) Fehlfunktion der Tür (ungewolltes Öffnen, zu hohe Schließkräfte);
- k) unzureichender Schutz gegen das Abstürzen von Personen oder Fahrzeugteilen;
- l) unzureichende und schwer zugängliche Standflächen für Instandhaltungs- und Bergepersonal;
- m) Brand.

### **5.2.3 Sicherheitsmaßnahmen**

Zur Beseitigung der in 5.2.2 aufgeführten Gefährdungsbilder sind insbesondere folgende Sicherheitsmaßnahmen zu treffen:

- a) Kontrolle der Last bzw. Begrenzung der pro Person verfügbaren Fläche und systematische Information über die maximal zulässige Belastung;
- b) Aufstellen eines Nutzungsplans mit Festlegung der Nutzungsgrenzen;
- c) Anforderungen hinsichtlich Bauart und Ausführung, Materialwahl, Herstellungskontrollen, Musterzulassungsprüfungen, Prüfungen vor der Inbetriebnahme und Kontrollen während des Betriebs;
- d) Einhalten der Lichtraumprofile mit Fahrzeugbegrenzungslinien, Berücksichtigung der maximal zulässigen Windgeschwindigkeit im Betrieb, stoßdämpfende Einrichtungen außen am Fahrzeug;
- e) Auslegung für ungehinderte Klemmendurchfahrt im Seilfänger;
- f) Anforderungen an die Führung und Stabilität der Fahrzeuge;
- g) Begrenzung der Ermüdungsbruchgefahr des Zug- oder Förderseils durch entsprechende Bauart der Befestigung des Fahrzeugs am Seil;
- h) Überwachung des An- und Abkuppelns der Fahrzeuge, Auffangen eines fehlgekuppelten Fahrzeugs;
- i) Überwachung der Klemmkraft oder einer die Klemmkraft repräsentierenden Größe der im Betrieb lösbaren Befestigungen am Seil;
- j) Ausführung der festen Klemmen, so dass deren systematisches Versetzen ohne Verstellen der Federkraft möglich ist;
- k) regelmäßige Kontrollen während des Betriebs;
- l) Begrenzung der Auswirkung eines unzulässigen Abfalls der Klemmkraft einer Befestigung am Seil;
- m) Überwachung des Schließens und der Verriegelung der Türen vor der Abfahrt, Überwachung der Position und Geschwindigkeit der Fahrzeuge vor dem Entriegeln und Öffnen der Türen, Begrenzung der Türschließkraft, Polsterung der Türkanten;
- n) Verwendung von wirksamen Schließbügeln bei Sesselbahnen, Mindesthöhen für Rücken- und Seitenlehnen, Auswahl rutschfester Werkstoffe;
- o) Verwendung von Geländern bzw. Anschlagpunkten für persönliche Schutzausrüstungen (PSA) gegen Absturz;
- p) Verwendung von ausreichend großen und gut zugänglichen Standflächen für das Instandhaltungs- und Bergepersonal;
- q) Auswahl geeigneter Materialien zur Verminderung der Brandgefahr.

## **6 Grundlegende Anforderungen**

### **6.1 Vorzulegende technische Unterlagen**

#### **6.1.1 Liste der Sicherheitsbauteile**

Die auf Grund einer Sicherheitsanalyse erkannten Sicherheitsbauteile sind in einer Liste zusammenzufassen.

#### **6.1.2 Pläne und Stücklisten**

**6.1.2.1** Zusammenstellungszeichnungen mit den Hauptabmessungen für die Fahrzeuge.

**6.1.2.2** Detailzeichnungen mit Stücklisten und Werkstoffangaben nach 6.4 für:

- alle Sicherheitsbauteile;
- weitere Teile, soweit dies für die Prüfung der Nachweise nach 6.3, das Verständnis der Funktion oder die Instandhaltung notwendig ist.

#### **6.1.3 Bescheinigungen**

Für alle Sicherheitsbauteile:

- Werkstoffzeugnisse nach 6.4;
- Fertigungszeugnisse nach 6.6.

Für Fahrzeuge, falls nach 6.3.3.1 erforderlich:

- Prüfberichte der Ermüdungsversuche nach EN 13796-3.

Für Klemmen von Schlepliften mit festen Klemmen und von Seilschwebbahnen, mit Ausnahme von Chapeau-de-Gendarme:

- Prüfberichte des Klemmenabziehversuchs nach EN 13796-2;
- Prüfberichte über Öffnungs- und Schließvorgänge der Klemmen, falls nach 7.5.3.5 erforderlich.

#### **6.1.4 Berechnungen**

Berechnungen müssen aufgrund der Anforderungen nach 6.3 vorgelegt werden und EN 12930 entsprechen.

#### **6.1.5 Protokoll über das Wiegen des Eigengewichts**

Das Protokoll über das gewogene Eigengewicht der verschiedenen Fahrzeugteile nach 6.2.1 ist vorzulegen.

#### **6.1.6 Nutzungsplan**

Der Hersteller von Fahrzeugen oder deren Einzelteilen muss mit einem Nutzungsplan den Nutzungsbereich nach den Sicherheitsanforderungen der vorliegenden Norm vorlegen (wie z. B. Nutzlast, Lastarten, Möglichkeit der Beförderung von Behinderten oder Verletzten, Betriebsbedingungen bei Wind usw.) sowie die Vorschriften für die Instandhaltung.

## 6.2 Einwirkungen und Umwelteinflüsse

### 6.2.1 Eigengewicht ( $G$ )

Das Eigengewicht der Fahrzeuge muss sich auf die Endausführung (einschließlich aller möglichen Zusatzeinrichtungen wie Steuerungen, Bergungseinrichtungen, Innenausstattung, usw.) beziehen. Es ist durch Wägen der Massen nachzuweisen.

### 6.2.2 Nutzlast ( $Q$ )

Die Nutzlast  $Q$  umfasst alle beweglichen, mit einer Schleppvorrichtung oder inner- und außerhalb des Fahrzeugs beförderten Massen.

- a) Für die Beförderung von Personen muss die Masse einer Person mit 80 kg angenommen werden, wobei auf die Ausrüstung 5 kg entfallen;
- b) für die Beförderung von anderen Lasten muss die Masse den Angaben im Nutzungsplan entsprechen.

### 6.2.3 Windkraft ( $F_W$ )

Die Einwirkungen des Windes auf Fahrzeuge auf der Strecke und in den Stationen werden als Gesamtkräfte angegeben. Außerordentlichen Windkräften an besonders exponierten Stellen ist Rechnung zu tragen.

EN 12930 definiert die Windkraft mit:

$$F_W = q \cdot c_f \cdot A_{\text{ref}} \quad (1)$$

Dabei ist

$$q = q_{\text{ref}} c_e(Z_e) c_d;$$

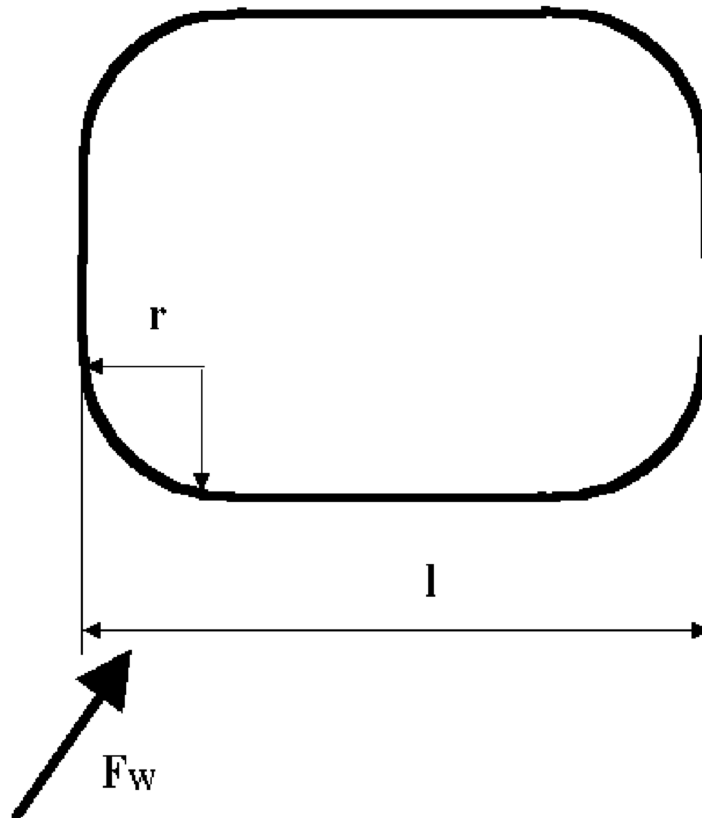
$q$  Staudruck;

$c_f$  Kraftbeiwert;

$A_{\text{ref}}$  Bezugsfläche für  $c_f$

- a) Sofern keine anderen Werte nachgewiesen werden, muss der Wert des Staudrucks  $q$  für Windkräfte in Betrieb mit  $0,25 \text{ kN/m}^2$  und für Windkräfte außer Betrieb, im Gegensatz zu den Anforderungen von EN 12930, mit  $1,20 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden.
- b) Sofern keine Werte aus Windkanalversuchen oder Berechnungen nachgewiesen werden, müssen folgende Beiwerte angenommen werden:
  - 1) Für Kabinen:
    - i) eckig  $c_f = 1,2$ ;
    - ii) abgerundet  $c_f = 0,8$ .

Kabinen werden als abgerundet angenommen, wenn das Verhältnis  $r/l$  über dem Wert von  $0,25$  liegt (siehe Bild 2).



### Legende

|     |                      |     |
|-----|----------------------|-----|
| $r$ | Radius der Abrundung | [m] |
| $l$ | Kabinenlänge         | [m] |

**Bild 2 — Geometrische Größen der Kabine**

- 2) Für Sessel ohne Haube, bei denen die Personen in Fahrtrichtung sitzen, unabhängig von der Windrichtung, wobei  $n$  die Anzahl der Sitze pro Sessel bedeutet:
  - i) leerer Sessel  $c_f A_{\text{ref}} = 0,2 + 0,1 n \quad [\text{m}^2];$
  - ii) besetzter Sessel  $c_f A_{\text{ref}} = 0,4 + 0,2 n \quad [\text{m}^2].$
- 3) Bei Sesseln mit Hauben müssen die Kraftbeiwerte  $c_f$  bei geschlossener und offener Haube, mit den auf die Fahrtrichtung bezogenen Windrichtungen  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ , sowie für die Bedingungen in Betrieb und außer Betrieb ermittelt werden.

Die Windangriffsfläche von Zusatzausrüstungen für Sessel (Kälteschutz, Transporteinrichtungen usw.) muss ggf. gesondert berücksichtigt werden.

### 6.2.4 Klemmkraft ( $F_F$ )

Kraft, die bei kuppelbaren oder festen Klemmen z. B. durch Federspeicher oder Schrauben erzeugt wird.

### 6.2.5 Öffnungs- und Schließkräfte ( $O$ )

Kräfte, die beim Öffnen und Schließen einer kuppelbaren Klemme erzeugt werden.

### **6.2.6 Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt ( $R$ )**

Dynamische Kraft, die die Führungen bei der Stationseinfahrt auf die Fahrzeuge umlaufender Seilschwebbahnen ausüben.

### **6.2.7 Kraft bei der Scheibenumfahrt ( $U$ )**

Dynamische Kraft, die beim Umfahren von Seilscheiben mit Nenngeschwindigkeit auf das Fahrzeug von Umlaufbahnen mit festen Klemmen wirkt.

### **6.2.8 Zugseilauflagekraft ( $F_S$ )**

Kraft infolge Auflage eines Zugseils bei Zweiseil- und Standseilbahnen.

Bei den Zugseilanschlüssen an Fahrzeugen von Zweiseilpendelbahnen muss am Seileintritt zusätzlich eine Kraft quer zur Seilachse berücksichtigt werden.

### **6.2.9 Dämpfungsmoment ( $M_Y$ )**

Moment infolge der Dämpfung der Längspendelbewegung.

Wenn nicht andere Werte nachgewiesen werden, müssen für Zweiseilbahnen folgende Werte angenommen werden:

- a) mit Schwingungsdämpfer an der Pendelachse:  $M_Y = \pm 100 \text{ Nm pro Person};$
- b) ohne Schwingungsdämpfer an der Pendelachse:  $M_Y = \pm 25 \text{ Nm pro Person}.$

### **6.2.10 Torsionsmoment ( $M_Z$ )**

Moment um die Vertikalachse infolge der Kräfte, die in der Horizontalebene wirken.

Bei Zweiseilbahnen muss folgender Wert angenommen werden:

$$M_Z = \pm 50 \text{ Nm pro Person}.$$

### **6.2.11 Anprallkraft in Führungen ( $H_{Y2}$ )**

Dynamische Kraft infolge des Anpralls eines Pendelbahnfahrzeugs an die Führungen.

An dem für die Kabine ungünstigsten Anprallpunkt muss ein Wert von  $H_{Y2} = 200 \text{ N pro Person}$  angenommen werden.

### **6.2.12 Anprallkraft beim Einfallen der Fangbremse ( $H_{X2}$ )**

Dynamische Kraft zwischen Kabine und Streckenelementen (z. B. Seil, Seilschuh), die infolge des Anpralls nach Einfallen der Fangbremse infolge Zugseilriss auftreten kann. Diese muss mit einem bewährten Verfahren bestimmt werden.

### **6.2.13 Kraft beim Einfallen der Fangbremse ( $Q_F$ )**

Dynamische Kraft, die infolge Einfallen der Fangbremse nach Zugseilriss auf das Fahrzeug wirkt. Diese muss mit einem bewährten Verfahren bestimmt werden.

#### 6.2.14 Anprallkraft von Personen in Fahrtrichtung ( $H_{X1}$ )

Dynamische Kraft in Fahrtrichtung, die infolge des Anpralls von Personen oder Lasten auf die Kabinen- oder Zwischenwände, auf Türen, Sitze oder Schutzleisten wirkt.

Bei Fahrzeugen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 40 Personen muss für die Bestimmung der Anprallkraft  $H_{X1}$  die Nutzlast des Fahrzeugs oder Fahrzeugabteils, sowie die maximale Verzögerung infolge Einfallen einer der Bremsen berücksichtigt werden. Die Kraft darf aber den Wert von 5 000 N/m nicht unterschreiten.

Bei einem Fassungsvermögen bis 40 Personen darf dieser Wert nach folgender Formel reduziert werden:

$$H_{X1} = 5\,000 - 100 \times (40 - n) \text{ [N/m]} \quad (2)$$

Dabei ist

$n$  Anzahl Personen in jedem Fahrzeugabteil.

Die Kraft  $H_{X1}$  muss auf einer Höhe von 1,10 m über der Bodenfläche angesetzt werden, wenn keine Schutzleisten vorhanden sind. Sind Schutzleisten vorhanden, müssen 11.2.1.2 und 12.1.2 beachtet werden.

#### 6.2.15 Anprallkraft von Personen quer zur Fahrtrichtung ( $H_{Y1}$ )

Dynamische Kraft quer zur Fahrtrichtung, die infolge des Anpralls von Personen oder Lasten auf die Kabinenwände, auf Türen, Sitze oder Schutzleisten wirkt.

Bei Fahrzeugen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 40 Personen muss folgender Wert angenommen werden:

$$H_{Y1} = 2\,500 \text{ [N/m]}$$

Bei einem Fassungsvermögen bis 40 Personen darf dieser Wert nach folgender Formel reduziert werden:

$$H_{Y1} = 2\,500 - 30 \times (40 - n) \text{ [N/m]} \quad (3)$$

Dabei ist

$n$  Anzahl Personen in jedem Fahrzeugabteil.

Die Kraft  $H_{Y1}$  muss auf einer Höhe von 1,10 m über der Bodenfläche angesetzt werden, wenn keine Schutzleisten vorhanden sind. Sind Schutzleisten vorhanden, müssen 11.2.1.2 und 12.1.2 beachtet werden.

#### 6.2.16 Einwirkungen von Schnee und Eis

Schnee- und Eislasten müssen nach EN 12930 bestimmt werden.

a) Schnee- und Eislasten können für Fahrzeuge Folgendes bewirken:

- 1) Anstieg der Fahrzeuglast;
- 2) Vergrößerung der Windangriffsfläche.

b) Sind Schnee- und Eislasten nicht in der Bemessung des Fahrzeugs berücksichtigt, ist darauf im Nutzungsplan hinzuweisen.

### **6.2.17 Pufferstoßkraft ( $A_X$ )**

Die beim Anprallen von Fahrzeugen an Stationspuffern auftretenden Kräfte müssen EN 13223 entsprechen.

### **6.2.18 Einfluss der Seilneigung ( $F_N$ )**

Der Einfluss der Seilneigung auf Klemmen im Betrieb ist zu berücksichtigen.

### **6.2.19 Quer zur Fahrbahn wirkende Kraft ( $F_Y$ )**

Für die Kraft quer zur Fahrbahn sind bei Standseilbahnen folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Querbeschleunigung;
- Kräfte aus der Seilführung;
- Windkräfte.

Für die im Betrieb auftretenden Querbeschleunigungen insbesondere bei der Ein- und Ausfahrt von Ausweichen oder in Kurven ist ein Mindestwert von 0,10 g anzunehmen. Geringere Werte dürfen verwendet werden, wenn entsprechende Messungen oder Berechnungen vorliegen.

Kräfte aus der Seilführung (horizontale Seilablenkung an Spurrollen im Weichenbereich und in Kurven) müssen aufgrund der ungünstigsten Faktoren, die aus der Geometrie ermittelt wurden, berechnet werden. Dynamische Änderungen der Seilspannung aus dem Betrieb (Anfahren, Abbremsen usw.) müssen in der Höhe ihrer maximal zulässigen Werte berücksichtigt werden.

Für die Windkräfte sind die Angaben nach 6.2.3 maßgebend.

In der so definierten Kraft  $F_Y$  sind auch die Schlingerkräfte abgedeckt.

## **6.3 Nachweise**

### **6.3.1 Allgemeines**

**6.3.1.1** Rechnerische Nachweise müssen geliefert werden zur Einhaltung der minimalen Anforderungen an die:

- statische Tragsicherheit;
- Ermüdungsfestigkeit von ermüdungsbeanspruchten Bauteilen;
- seitliche Auslenkung bei Wind in Betrieb.

**6.3.1.2** Nachweise müssen nach anerkannten Regeln der Technik geführt werden; dabei sind der Werkstoff sowie Einflüsse der Oberfläche, Dicke und Form der Bauteile zu berücksichtigen.

**6.3.1.3** Bei Bauteilen, deren primäre Versagensform durch Stabilitätsprobleme verursacht wird (Beulen, Knicken, Kippen usw.), müssen die notwendigen Sicherheitsfaktoren durch gesonderte Berechnungen nachgewiesen werden.

## 6.3.2 Statische Nachweise

### 6.3.2.1 Allgemeines

**6.3.2.1.1** Statische Nachweise sind in der Regel mit den Mises-Vergleichsspannungen gegen die Werkstoffstreckgrenze  $R_e$  oder die Plastizitätsgrenze  $R_{p0,2}$  zu führen.

Für Aluminiumlegierungen muss eine reduzierte Streckgrenze von  $0,72 R_m$  berücksichtigt werden, wenn die Streckgrenze größer als  $0,72 R_m$  ist ( $R_m$  = Zugfestigkeit).

**6.3.2.1.2** Stabilitätsnachweise müssen mindestens die gleichen Sicherheitsfaktoren aufweisen, wie sie für den Nachweis der statischen Sicherheit verwendet werden.

**6.3.2.1.3** Die folgenden Tabellen zeigen die zu berücksichtigenden Kombinationen von Einwirkungen für die häufigsten zu untersuchenden Lastfälle. Die angeführten Sicherheitsfaktoren müssen eingehalten werden. Sie können mit einem Abschlag von 20 % versehen werden, wenn eine flächen- oder volumenmodellierende FEM-Rechnung (Finite-Elemente-Methode) durchgeführt wird, dürfen jedoch den Minimalwert von 1,0 nicht unterschreiten.

Bei anderen Lastfällen müssen in der Regel folgende Sicherheitsfaktoren angesetzt werden:

- 3 für die Normalfälle;
- 2 für Fälle, in denen Windeinwirkungen berücksichtigt werden;
- 1,6 für die seltenen Fälle;
- 1,2 für die Ausnahmefälle.

Für alle Lastfälle müssen die ungünstigsten Fahrzeugstellungen (zum Beispiel maximale und minimale Fahrbahnneigung) untersucht werden.

### 6.3.2.2 Nachweise für Fahrzeuge von Einseilumlaufbahnen

#### 6.3.2.2.1 Kuppelbare Klemmen

| Lastfall                                | 1     | 2     | 3     | 4               | Verweisung |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------|------------|
| Eigengewicht                            | $G$   | $G$   | $G$   | $G$             | 6.2.1      |
| Nutzlast                                | $Q$   | $Q$   | $Q$   | $\frac{1}{2} Q$ | 6.2.2      |
| Klemmkraft                              | $F_F$ | $F_F$ | $F_F$ | $F_F$           | 6.2.4      |
| Windkraft                               | $F_W$ |       |       |                 | 6.2.3      |
| Seilneigungseinfluss                    |       | $F_N$ |       |                 | 6.2.18     |
| Dämpfungsmoment                         | $M_Y$ | $M_Y$ |       | $M_Y$           | 6.2.9      |
| Klemmenöffnungs-/Klemmenschließkraft    |       |       | $O$   |                 | 6.2.5      |
| Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt |       |       |       | $R$             | 6.2.6      |
| Sicherheitsfaktor                       | 2     | 3     | 3     | 1,6             |            |

### 6.3.2.2.2 Feste Klemmen

| Lastfall                                                                        | 1     | 2     | 4 <sup>a</sup>  | 5     | 6               | 7     | Verweisung |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------|
| Eigengewicht                                                                    | $G$   | $G$   | $G$             | $G$   | $G$             | $G$   | 6.2.1      |
| Nutzlast                                                                        | $Q$   | $Q$   | $\frac{1}{2} Q$ |       | $\frac{1}{2} Q$ | $Q$   | 6.2.2      |
| Klemmkraft                                                                      | $F_F$ | $F_F$ | $F_F$           | $F_F$ | $F_F$           | $F_F$ | 6.2.4      |
| Windkraft                                                                       | $F_W$ |       |                 |       |                 |       | 6.2.3      |
| Seilneigungseinfluss                                                            |       | $F_N$ |                 |       |                 |       | 6.2.18     |
| Dämpfungsmoment                                                                 | $M_Y$ | $M_Y$ | $M_Y$           |       |                 |       | 6.2.9      |
| Kraft bei der Scheibenumfahrt                                                   |       |       |                 | $U$   | $U$             | $U$   | 6.2.7      |
| Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt                                         |       |       | $R$             |       |                 |       | 6.2.6      |
| Sicherheitsfaktor                                                               | 2     | 3     | 1,6             | 3     | 1,6             | 1,2   |            |
| <sup>a</sup> Lastfall ist nur bei pulsierenden Umlaufbahnen zu berücksichtigen. |       |       |                 |       |                 |       |            |

### 6.3.2.2.3 Gehänge für Fahrzeuge mit kuppelbaren Klemmen

| Lastfall                                | 8     | 9     | 10              | Verweisung |
|-----------------------------------------|-------|-------|-----------------|------------|
| Eigengewicht                            | $G$   | $G$   | $G$             | 6.2.1      |
| Nutzlast                                | $Q$   | $Q$   | $\frac{1}{2} Q$ | 6.2.2      |
| Windkraft                               | $F_W$ |       |                 | 6.2.3      |
| Dämpfungsmoment                         | $M_Y$ | $M_Y$ | $M_Y$           | 6.2.9      |
| Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt |       |       | $R$             | 6.2.6      |
| Sicherheitsfaktor                       | 2     | 3     | 1,6             |            |

### 6.3.2.2.4 Gehänge von Fahrzeugen mit festen Klemmen

| Lastfall                                                                        | 8     | 9     | 10 <sup>a</sup> | 11  | 12              | 13  | Verweisung |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|-----|-----------------|-----|------------|
| Eigengewicht                                                                    | $G$   | $G$   | $G$             | $G$ | $G$             | $G$ | 6.2.1      |
| Nutzlast                                                                        | $Q$   | $Q$   | $\frac{1}{2} Q$ |     | $\frac{1}{2} Q$ | $Q$ | 6.2.2      |
| Windkraft                                                                       | $F_W$ |       |                 |     |                 |     | 6.2.3      |
| Dämpfungsmoment                                                                 | $M_Y$ | $M_Y$ | $M_Y$           |     |                 |     | 6.2.9      |
| Kraft bei der Scheibenumfahrt                                                   |       |       |                 | $U$ | $U$             | $U$ | 6.2.7      |
| Rückstellkraft bei der Stationseinfahrt                                         |       |       | $R$             |     |                 |     | 6.2.6      |
| Sicherheitsfaktor                                                               | 2     | 3     | 1,6             | 3   | 1,6             | 1,2 |            |
| <sup>a</sup> Lastfall ist nur bei pulsierenden Umlaufbahnen zu berücksichtigen. |       |       |                 |     |                 |     |            |