

DIN EN 12159

ICS 91.140.90

Entwurf

Einsprüche bis 2020-12-23
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12159:2013-03

**Bauaufzüge zur Personen- und Materialbeförderung mit senkrecht
geführten Fahrkörben;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12159:2020**

Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages;
German and English version prEN 12159:2020

Ascenseurs de chantier pour personnes et matériaux avec cages guidées verticalement;
Version allemande et anglaise prEN 12159:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-10-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@vdma.org möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 135 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-13-50 AA „Bauaufzüge“ im Fachbereich „Bau- und Baustoffmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von „Bauaufzügen zur Personen- und Materialbeförderung mit senkrecht geführten Fahrkörben“ sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3864-1:2016	siehe	DIN ISO 3864-1:2012
ISO 4309:2017	siehe	DIN ISO 4309:2020

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12159:2013-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1.1 hydraulisch betriebene Aufzüge, Aufzüge mit Trommelantrieb und Hubgelenksysteme sind aus dem Anwendungsbereich dieser Norm entfernt;
- b) Abschnitt 1.3 zusätzliche Klärungen des Anwendungsbereichs von Kombinationen von Aufzügen;
- c) Abschnitt 4.1.4 Grenzzustandsverfahren hinzugefügt;
- d) Abschnitt 4.2 Berechnung des Winds bei Aufzug außer Betrieb aktualisiert;
- e) Abschnitt 4.6.3 Anforderungen an Überlasterkennung geändert;
- f) Abschnitt 4.8.6 Performance Level für Sicherheitsfunktionen eingeführt;
- g) Abschnitt 4.8.8.2 Notbeleuchtungen hinzugefügt;
- h) Anhang ZA aktualisiert;
- i) im gesamten Dokument normative Verweisungen aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3864-1:2012, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen (ISO 3864-1:2011)*

DIN ISO 4309:2017, *Krane — Drahtseile — Wartung und Instandhaltung, Inspektion und Ablage (ISO 4309:2017)*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Bauaufzüge zur Personen- und Materialbeförderung mit senkrecht geführten Fahrkörben
<i>Titel en:</i>	Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages
<i>Titel fr:</i>	Ascenseurs de chantier pour personnes et matériaux avec cages guidées verticalement

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	11
4.1 Allgemeines	11
4.1.1 Konstruktive Aspekte	11
4.1.2 Nachweisberechnung	12
4.1.3 Lastfälle	12
4.1.4 Grenzzustände	12
4.1.5 Kompetenznachweis	13
4.1.6 Verfahren des Kompetenznachweises	13
4.2 Lastfälle und Berechnungen	15
4.2.1 Grundlagen	15
4.2.2 Berechnung der Aufzugs konstruktion	15
4.2.3 Lastfälle und Kombinationen von Lasten und Kräften	19
4.2.4 Standsicherheit	20
4.2.5 Analyse der Ermüdungsbeanspruchung von Bauteilen des Antriebs- und Bremssystems	21
4.3 Grundrahmen	21
4.4 Mast, Verankerungen und Puffer	22
4.4.1 Führungskonstruktionen und Maste	22
4.4.2 Mastverankerungen	22
4.4.3 Puffer	22
4.5 Schutz der Aufzugsfahrbahn und Ladestellenzugang	23
4.5.1 Allgemeines	23
4.5.2 Bodenstationsumwehrung	23
4.5.3 Ladestellenzugang	23
4.5.4 Materialien für Umwehrung und Schutzeinrichtung	27
4.5.5 Verschlüsse von Ladestellentoren	28
4.5.6 Abstände	29
4.6 Fahrkorb	29
4.6.1 Allgemeine Anforderungen	29
4.6.2 Sicherheitseinrichtungen gegen den Absturz des Fahrkorbs	32
4.6.3 Einrichtung zur Erkennung von Überlast	33
4.7 Triebwerk	33
4.7.1 Allgemeine Bestimmungen	33
4.7.2 Schutz und Zugangsmöglichkeit	34
4.7.3 Tragmittel	34
4.7.4 Bremseinrichtung	39
4.7.5 Gegengewicht	40
4.8 Elektrische Installationen und Einrichtungen	40
4.8.1 Allgemeines	40
4.8.2 Schutz gegen elektrische Fehler	40
4.8.3 Schutz vor den Auswirkungen äußerer Einflüsse	41

4.8.4	Elektrische Verkabelung	41
4.8.5	Schütze, Hilfsschütze	41
4.8.6	Elektrische Sicherheitseinrichtungen	41
4.8.7	Sicherheitskontakte	42
4.8.8	Beleuchtung	42
4.9	Steuerung und Endschalter	43
4.9.1	Allgemeines	43
4.9.2	Fahrtendschalter	43
4.9.3	Schlaffseilvorrichtung	43
4.9.4	Aufbauhilfen	43
4.9.5	Ausschalter	43
4.9.6	Stillsetzen des Aufzugs	44
4.9.7	Steuerungsarten	44
4.10	Störfallbedingungen	45
4.10.1	Alarmeinrichtung	45
4.10.2	Notausstieg	45
4.10.3	Absenken von Hand durch im Fahrkorb eingeschlossene Personen	45
4.10.4	Notbetrieb durch eine sachkundige Person	46
4.11	Geräusche	46
4.11.1	Allgemeines	46
4.11.2	Geräuschminderung in der Konstruktionsphase	46
4.11.3	Geräuschemissionsmessung	47
5	Feststellung der Übereinstimmung	47
5.1	Feststellung der Übereinstimmung der Konstruktion	47
5.2	Typprüfungen	49
5.2.1	Einleitung	49
5.2.2	Verschlüsse von Fahrkorb- und Ladestellentoren	50
5.2.3	Fangvorrichtung und Geschwindigkeitsbegrenzer	52
5.2.4	Energiespeichernde Puffer mit Rücklaufdämpfung und energieverzehrende Puffer	53
5.3	Einzelprüfungen an jedem Aufzug vor dem ersten Einsatz	53
6	Benutzerinformation	54
6.1	Betriebsanleitung	54
6.1.1	Ausführliche Information	54
6.1.2	Inhalt der Betriebsanleitung	54
6.2	Kennzeichnungen	60
6.2.1	Allgemeines	60
6.2.2	Typenschild	60
6.2.3	Identifikationsschild an Mast- oder Führungselement	60
6.2.4	Schild mit grundlegenden Benutzerinformationen	60
6.2.5	Schild im Fahrkorb	61
6.2.6	Schild auf dem Dach	61
6.2.7	Schild auf Bodenhöhe	61
6.2.8	Schild an der Fangvorrichtung	61
6.2.9	Schild am Antriebsmotor	61
6.3	Kennzeichnung von Steuerelementen	61
Anhang A (normativ)	Europäische Sturmwindkarte	62
Anhang B (normativ)	Elektrische Sicherheitseinrichtungen	63
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG	64
Literaturhinweise		66

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12159:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt EN 12159:2012.

prEN 12159:2020 enthält gegenüber EN 12159:2012 folgende wesentliche technischen Änderungen:

- hydraulisch betriebene Aufzüge, Aufzüge mit Trommelantrieb und Hubgelenksysteme sind aus dem Anwendungsbereich dieser Norm entfernt;
- zusätzliche Klärungen des Anwendungsbereichs von Kombinationen von Aufzügen;
- Grenzzustandsverfahren hinzugefügt;
- Berechnung des Winds bei Aufzug außer Betrieb aktualisiert;
- Performance Level für Sicherheitsfunktionen eingeführt;
- Definition der Überlast geändert;
- normative Verweisungen werden aktualisiert.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2006/42/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Dieses Dokument gehört zu einer Serie von Normen, die vom CEN/TC 10/SC 1 als Teil des CEN-Arbeitsprogramms zur Erstellung von Maschinen-Sicherheitsnormen erarbeitet wurde.

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm nach EN ISO 12100:2010.

Für Maschinen, die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Wenn die Festlegungen in dieser Typ-C-Norm von den Festlegungen in Typ-A- oder -B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und -ereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieses Dokument behandelt kraftbetriebene, vorübergehend errichtete Bauaufzüge (in diesem Dokument als „Aufzüge“ bezeichnet), die für die Benutzung durch Personen bestimmt sind, denen das Betreten von Baustellen und technischen Anlagen erlaubt ist. Die Aufzüge bedienen Ladestellenebenen und haben einen Fahrkorb:

- der für die Beförderung sowohl von Personen als auch von Personen und Materialien konstruiert ist;
- der geführt ist;
- der sich senkrecht oder entlang von Führungen bewegt, deren Neigung gegen die Senkrechte höchstens 15° beträgt;
- gestützt oder gehalten durch Zahnstangensystem;
- wo Maste, wenn errichtet, für den Betrieb die Abstützung durch separate Konstruktionen benötigen oder nicht benötigen.

1.2 Dieses Dokument behandelt in Abschnitt 4 aufgeführte Gefährdungen, die während der verschiedenen Lebensphasen eines solchen Geräts entstehen und beschreibt Methoden zur Beseitigung oder Minderung dieser Gefährdungen, wenn es wie vom Hersteller vorgesehen verwendet wird.

1.3 Dieses Dokument legt keine zusätzlichen Anforderungen fest für:

- den Betrieb unter erschwerten Bedingungen (z. B. extreme Klimazonen, starke magnetische Felder);
- den Blitzschutz;
- den Betrieb unter besonderen Vorschriften (z. B. in explosionsgefährdeten Bereichen);
- die elektromagnetische Verträglichkeit (Störaussendung, Störfestigkeit);
- den Umgang mit Lasten, deren Eigenschaften zu gefährlichen Situationen führen könnten (z. B. Schmelzen, Säuren/Basen, strahlende Materialien, zerbrechliche Lasten);
- die Verwendung von Verbrennungsmotoren;
- die Verwendung von Fernsteuerungen;
- Gefährdungen während der Herstellung;
- Gefährdungen, die aus der Ortsveränderlichkeit entstehen;
- Gefährdungen, die sich aus der Errichtung über einer öffentlichen Straße ergeben;
- Erdbeben;
- duale (Zwillings-) Fahrkorbaufzüge;
- Aufzüge mit zwei Masten;
- Kombinationsaufzüge, z. B. Aufzüge nach EN 12159 mit Aufzügen nach EN 12158-1.

1.4 Dieses Dokument ist nicht anwendbar für:

- Bauaufzüge, die nur dem Gütertransport dienen, EN 12158-1 und EN 12158-2;
- Aufzüge nach EN 81-20, EN 81-3 und EN 81-43;
- Arbeitskörbe, die an Hebezeugen hängen;
- von den Gabeln eines Flurförderzeugs getragene Arbeitsbühnen;
- Arbeitsbühnen EN 1495;
- Transportbühnen EN 16719;
- Seilbahnen;
- speziell für militärische Zwecke konstruierte Aufzüge;
- Bergwerksaufzüge;
- Theateraufzüge;
- Bauaufzüge für Personen und Material mit senkrecht geführten Fahrkörben, die vor dem Datum seiner Veröffentlichung als EN hergestellt wurden;
- Aufzüge mit hydraulischen Antriebs-/Bremsystemen und hydraulischen Sicherheitseinrichtungen.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für Bauaufzüge für Personen und Material mit senkrecht geführten Fahrkörben, die vor dem Datum seiner Veröffentlichung als EN hergestellt wurden.

1.5 Dieses Dokument befasst sich mit der Installation von Aufzügen. Es umfasst den Grundrahmen und die Bodenstationsumwehrung, schließt jedoch die Konstruktion von Beton-, Stahlbeton-, Holz- oder anderen Fundamentanordnungen aus. Es schließt die Konstruktion von Mastverankerungen ein, schließt jedoch die Konstruktion von Ankerschrauben an der Tragkonstruktion aus. Es schließt Ladestellentore und ihre Rahmen ein, schließt jedoch die Konstruktion von Verankerungsschrauben an der Tragkonstruktion aus.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 81-20:2020, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Aufzüge für den Personen- und Gütertransport — Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge*

EN 81-50:2020, *Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Prüfungen — Teil 50: Konstruktionsregeln, Berechnungen und Prüfungen von Aufzugskomponenten*

EN 894-1:1997+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen*

EN ISO 14118:2018, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf (ISO 14118:2017)*

EN ISO 14119:2013, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119:2013)*

EN 60204-1:2018, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60529:1991,¹ *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)*

EN IEC 60947-4-1:2019, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 4-1: Schütze und Motorstarter — Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2018)*

EN 60947-5-1:2016, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte*

EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)*

EN ISO 11201:2010, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten in einem im Wesentlichen freien Schallfeld über einer reflektierenden Ebene mit vernachlässigbaren Umgebungskorrekturen (ISO 11201:2010)*

EN ISO 11688-1:2009, *Akustik — Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1:1995)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN ISO 13850:2015, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015)*

EN ISO 13854:2019, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (ISO 13854:2017)*

EN ISO 13857:2019, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2019)*

ISO 2394:2015, *General principles on reliability for structures*

ISO 2408:2017, *Steel wire ropes — Requirements*

ISO 3864-1:2016, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 4302:2016, *Cranes — Wind load assessment*

ISO 4309:2017, *Cranes — Wire ropes — Care and maintenance, inspection and discard*

ISO 6336-1:2016, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors*

ISO 6336-2:2016, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 2: Calculation of surface durability (pitting)*

¹ Beeinflusst von EN 60529:1991/AC:2006-12, EN 60529:1991/A1:2000, EN 60529:1991/A2:2013 und EN 60529:1991/A2:2013/AC:2019-02.

ISO 6336-3:2016, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 3: Calculation of tooth bending strength*

ISO 6336-5:2016, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 5: Strength and quality of materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Bauaufzug

vorübergehend errichtete Maschine zum Heben, die Ladestellen auf Baustellen und technischen Anlagen bedient mit einer Plattform, einem Fahrkorb oder einem anderen Lastaufnahmemittel, das geführt ist

3.2

Nutzlast/Nennlast

größte Last, die betriebsmäßig mit dem Aufzug befördert wird

3.3

Nenngeschwindigkeit

Korbgeschwindigkeit, für die der Aufzug konstruiert ist

3.4

Stahldrahtseilaufzug

Aufzug, bei dem ein Stahldrahtseil als Lastaufnahmemittel benutzt wird

3.5

formschlüssiger Antrieb

Antrieb, der das Hilfsmittel in 3.6 verwendet und nicht auf Reibung beruht

3.6

Zahnstangen- und Zahnradlaufzug

Aufzug, bei dem Zahnstange und Zahnrad als Lastaufnahmemittel benutzt werden

3.7

Hubgelenkaufzug

Mechanismus (z. B. Scherengelenk), bei dem das Lastaufnahmemittel durch ein mechanisches Gelenksystem unter der Steuerung eines Bedienteils unterstützt und geführt wird

3.8

Grundrahmen

unterster Rahmen des Aufzugs, auf dem alle anderen Bauteile aufgebaut sind

3.9

Führungen

starre Elemente, die den Fahrweg des Lastaufnahmemittels oder ggf. des Gegengewichts festlegen

3.10

Mast

Konstruktion, die das Lastaufnahmemittel und gegebenenfalls das Gegengewicht trägt und führt

3.11

Mastelement

unteilbarer Teil des Masts zwischen zwei benachbarten Mastverbindungen

3.12

Mastverankerung

Verbindungssystem zwischen dem Mast und einer beliebigen Bauwerksstruktur zur seitlichen Abstützung des Masts

3.13

Fahrbahn

Gesamtbereich, den das Lastaufnahmemittel und die Last durchlaufen

3.14

Fahrbahn des Gegengewichts

Gesamtbereich, den das Gegengewicht durchläuft

3.15

Fahrkorb

Lastaufnahmemittel einschließlich Boden, Wände, Toren und Dach

3.16

Gegengewicht

Masse, das dazu benutzt wird, andere Gewichte auszugleichen

3.17

Anhalteweg

vom Fahrkorb zurückgelegte Strecke von dem Augenblick an, in dem der Steuer- oder Sicherheitskreis unterbrochen wird bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Fahrkorb zum vollständigen Stillstand gekommen ist

3.18

Fangvorrichtung

durch Übergeschwindigkeit ausgelöste mechanische Einrichtung, die den Fahrkorb oder das Gegengewicht stoppt und an der Führung festhält

3.19

Schlaffseil

Seil, normal unter Spannung, von dem alle äußeren Lasten entfernt wurden

3.20

Seilendbefestigung

Vorrichtung am Ende eines Stahldrahtseils zur Befestigung

3.21

Ladestelle

Ebene in einem Gebäude oder einer Konstruktion, die zum Be- und Entladen des Fahrkorbs vorgesehen ist

3.22

Sicherheitsabstand

kleinster hinnehmbarer Abstand zwischen jedem sich bewegenden Teil des Aufzugs und jedem Zugangspunkt

3.23

Geländer

ortsfeste Einrichtungen, ausgenommen Tore, die das Abstürzen von Menschen oder das Erreichen von Gefährdungsbereichen verhindern

3.24

Normalbetrieb

übliche Betriebsbedingungen für die Einrichtung, wenn sie zum Tragen von Lasten verwendet wird, wobei routinemäßige Instandhaltung sowie Auf- und Abbau usw. ausgeschlossen sind

3.25

in Betrieb

Zustand während der Benutzung des Aufzugs, einerlei an welcher Stelle sich der Fahrkorb befindet, ob er beladen oder unbeladen ist, ob er sich bewegt oder nicht

3.26

außer Betrieb

installierter Zustand, wenn der Fahrkorb sich in vor Windangriff bestmöglich geschützter Position befindet. Dies ist üblicher-, aber nicht notwendigerweise, am Boden. Der Fahrkorb ist leer

3.27

sachkundige Person

angemessen ausgebildete Person, durch Wissen und praktische Erfahrung qualifiziert und im erforderlichen Maße angeleitet, um die erforderlichen Arbeiten zur Instandhaltung oder Inspektion des Aufzugs oder zur Rettung von Benutzern sicher auszuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nationale Vorschriften dürfen einen Kompetenznachweis erfordern.

3.28

befugte Person

Person mit Zulassung der natürlichen oder juristischen Person, die für den Betrieb und die Benutzung des Aufzugs verantwortlich und befugt ist, eingeschränkte Bereiche (Fahrkorbdach und Aufzugsfahrbahn) zu Instandhaltungs-, Inspektions- oder Rettungsarbeiten zu betreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Befugte Personen sollten für die Aufgaben, für die sie befugt wurden, sachkundig sein (siehe auch 3.27).

4 Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Konstruktive Aspekte

Die Konstruktion des Aufzugs muss den sicheren Betrieb, Auf- und Abbau sowie die Instandhaltung berücksichtigen. Es muss möglich sein, den Aufzug durch Anwendung sicherer Zugangsmöglichkeiten aufzubauen, zum Beispiel durch die Benutzung des Fahrkorbdachs oder entsprechender Einrichtungen.

Bei der Konstruktion aller Bauteile, die beim Aufbau gehandhabt werden müssen, z. B. Mastelemente, muss ihr Gewicht im Hinblick auf die manuelle Handhabung untersucht werden. Wo das erlaubte Gewicht für die manuelle Handhabung überschritten wird, muss der Hersteller in der Betriebsanleitung Empfehlungen für geeignete Hebeeinrichtungen angeben. Alle abklappbaren und abnehmbaren Deckel müssen durch unverlierbare Befestigungen gehalten werden.

Bauaufzüge müssen die in diesem Abschnitt angegebenen Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen einhalten. Darüber hinaus muss die Maschine entsprechend den Leitsätzen von

EN ISO 12100:2010 für entsprechende, aber nicht erhebliche Gefährdungen konstruiert sein, die in diesem Dokument nicht behandelt werden.

4.1.2 Nachweisberechnung

Diese Berechnung dient dazu, theoretisch nachzuweisen, dass ein Aufzug unter Berücksichtigung der zwischen dem Benutzer, dem Konstrukteur und/oder dem Hersteller vereinbarten Betriebsbedingungen sowie der Zustände während der Errichtung, der Demontage und des Transports entsprechend den Sicherheitsanforderungen zur Verhinderung mechanischer Gefährdungen konstruiert wurde.

Der Kompetenznachweis nach dieser Norm muss unter Anwendung der für diesen Zweck geeigneten allgemeinen Grundsätze und Verfahren und entsprechend dem anerkannten Stand der Technik in der mechanischen Konstruktion erfolgen. Als Leitfaden zur Analyse von Bauteilen und ihrer Verbindungen (z. B. Ermüdung, Schweißen, Schrauben) wird EN 13001-3-1:2012+A2:2018 empfohlen. Für Aluminium wird EN 1999-1-1:2007/A2:2013 berücksichtigt.

Alternativ dürfen moderne und anerkannte theoretische oder experimentelle Verfahren grundsätzlich angewendet werden, sofern sie den Grundsätzen dieser Norm entsprechen.

4.1.3 Lastfälle

Lasten müssen so überlagert sein, dass die resultierenden Lastwirkungen ihre momentanen Extremwerte für die betrachtete Anwendungssituation erreichen. Solche Überlagerungen werden als Lastkombinationen bezeichnet. Die Grundlastkombinationen sind in 5.2 beschrieben.

Bei der Bestimmung von Lastkombinationen müssen die Nutzung des Aufzugs sowie seine Steuerungen, seine normativen Anleitungen für den Gebrauch und alle anderen inhärenten Bedingungen berücksichtigt werden, soweit sie sich auf das spezifische Ziel des Kompetenznachweises beziehen.

Größe, Position und Richtung aller Lasten, die gleichzeitig im Sinne einer Lastkombination wirken, müssen so gewählt werden, dass extreme Lastwirkungen in dem betrachteten Bauteil oder Konstruktionsdetail auftreten. Dementsprechend und um die extremen Beanspruchungen an allen konstruktionskritischen Punkten zu bestimmen, müssen mehrere Belastungsereignisse innerhalb derselben Lastkombination untersucht werden, z. B. verschiedene Aufzugspositionen und Windrichtungen.

Für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit müssen die Anzahl und Größe der signifikanten Beanspruchungszyklen festgelegt werden.

4.1.4 Grenzzustände

Während der Analyse des Aufzugs, seiner Bauteile oder seiner Materialien müssen zwei unterschiedliche Grenzzustände berücksichtigt werden. Endgültiger Grenzzustand, der die Sicherheit von Personen und Aufbauten betrifft. Betriebsgrenzzustand, der die Funktion und das Erscheinungsbild der Struktur sowie den Komfort des Benutzers betrifft.

Es wird wie folgt zwischen den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit unterschieden:

a) Grenzzustände der Tragfähigkeit, gegeben durch:

- 1) plastische Verformungen durch den Einfluss von Nennbeanspruchungen oder Gleiten von Reibverbindungen;
- 2) Ausfall von Bauteilen oder Verbindungen (z. B. statischer Ausfall, Ausfall durch Ermüdung oder kritische Rissbildung);

- 3) elastische Instabilität des Aufzugs oder seiner Teile (z. B. Knicken, Ausbeulen);
- 4) Instabilität starrer Körper des Aufzugs oder seiner Teile (z. B. Neigen, Verschieben).

b) Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit wie beispielsweise:

- 1) Verformungen, die den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Aufzugs beeinträchtigen (z. B. Funktion beweglicher Bauteile, lichte Abstände von Teilen);
- 2) Überschreiten von Temperaturgrenzen (z. B. Überhitzen von Motoren und Bremsen).

4.1.5 Kompetenznachweis

Die auf die Kombination aus Materialauswahl, Herstellungsverfahren und festgelegten Betriebsbedingungen anzuwendenden Grenzzustände müssen in dem Kompetenznachweis angegeben werden. Die folgenden Nachweise müssen erbracht werden, um zu überprüfen, dass die Grenzzustände nicht überschritten werden:

- a) Nachweis der Festigkeit der Teile, Verbindungen und Bauteile:
 - 1) unter statischer und quasi-statischer Belastung;
 - 2) unter zyklischer Belastung (Ermüdung);
- b) Nachweis der elastischen Stabilität des Aufzugs und seiner Teile;
- c) Nachweis der Stabilität des Aufzugs.

Die folgenden Aspekte müssen berücksichtigt werden, um zu überprüfen, dass die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit nicht überschritten werden, und ein Nachweis muss gegebenenfalls erbracht werden:

- d) Nachweis der Verformung;
- e) thermische Leistung.

4.1.6 Verfahren des Kompetenznachweises

4.1.6.1 Grenzzustandsverfahren

Für eine allgemeine Beschreibung des Grenzzustandsverfahrens siehe ISO 2394:2015.

Sofern erforderlich, müssen individuelle charakteristische Lasten berechnet und durch einen dynamischen Faktor verstärkt werden, um quasi-statische charakteristische Lasten zu erzeugen. Die statischen und quasi-statischen Merkmale müssen anschließend durch die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte γ_p verstärkt und entsprechend der zu berücksichtigenden Lastkombination kombiniert werden. Das Ergebnis muss zur Bestimmung der resultierenden Lastwirkungen, d. h. der inneren Kräfte in strukturellen oder mechanischen Bauteilen oder der Kräfte in Stützen verwendet werden.

Um nachzuweisen, dass keine Streck- oder elastische Instabilität auftreten werden, werden die Nenn-Bemessungsbeanspruchungen aufgrund der Einwirkung der Lasten auf ein bestimmtes Bauteil berechnet und mit allen aus lokalen Einwirkungen resultierenden Beanspruchungen kombiniert und unter Verwendung der entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte γ_p berechnet (der empfohlene γ_p ist in Tabelle 2 angegeben).

ANMERKUNG Andere Kriterien, z. B. das Erreichen eines Grenzwerts der Hauptmembrandehnung, das Erreichen des Streckkriteriums oder die Begrenzung der Streckzone, dürfen verwendet werden.

4.1.6.2 Verfahren der zulässigen Beanspruchung

Für Analysen, bei denen alle Massen sich nur ungünstig verhalten und bei denen eine lineare Beziehung zwischen Lasteinwirkungen und Lastwirkungen besteht, ist das Verfahren der zulässigen Beanspruchung für die Kompetenznachweisberechnung anwendbar. Das Verfahren der zulässigen Beanspruchung ist ein Sonderfall des Grenzzustandsverfahrens, bei dem die Teilsicherheitsbeiwerte denselben Wert erhalten, der in Kombination mit dem Widerstandskoeffizienten einen Gesamtsicherheitsbeiwert S_y ergibt. Das Verfahren der zulässigen Beanspruchung ist aufgrund seines besonderen Charakters nur in bestimmten Fällen zuverlässig.

Alle Lasten müssen wie in dem Grenzzustandsverfahren, jedoch mit einem Teillastbeiwert von 1, kombiniert werden. Die kombinierte Last muss zur Bestimmung der resultierenden Lasteinwirkungen, d. h. der inneren Kräfte in strukturellen und mechanischen Bauteilen oder der Kräfte in Gelenken und Stützen, verwendet werden.

Um nachzuweisen, dass keine Streck- und elastische Instabilität auftreten, muss die Nennbeanspruchung aufgrund der Einwirkung der Lasteinwirkungen auf ein bestimmtes Element oder Bauteil berechnet und mit allen aus lokalen Einwirkungen resultierenden Beanspruchungen kombiniert werden. Die resultierende Beanspruchung muss mit der zulässigen Beanspruchung verglichen werden. Der Wert wird aus der Streckfestigkeit des Materials, der Verbindung oder des Bauteils mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von mindestens 95 % geteilt durch den Gesamtsicherheitsbeiwert S_y (siehe Tabelle 2) abgeleitet.

a) Stahlstrukturen (zulässige Beanspruchungen)

$$\sigma_0 = \frac{f_y}{S_y}$$

b) Aluminiumstrukturen (zulässige Beanspruchungen)

$$\sigma_0 = \text{Min} \left\{ \frac{f_y}{S_y}, \frac{f_u}{S_u} \right\}$$

Dabei ist

f_y die Streckfestigkeit;

f_u die Zugfestigkeit;

S_y der Sicherheitsbeiwert für die Streckfestigkeit;

S_u der Sicherheitsbeiwert für die Zugfestigkeit.

4.1.6.3 Elastische Stabilität

Die Durchbiegung einer Struktur muss bei der Berechnung von Beanspruchungen in schlanken Konstruktionen oder bei der Verwendung von Materialien mit einem geringen Elastizitätsmodul berücksichtigt werden. Dies muss anhand von Verfahren nach dem Stand der Technik, die Einwirkungen 2. Ordnung berücksichtigen, erfolgen.

4.2 Lastfälle und Berechnungen

4.2.1 Grundlagen

Der Aufzug muss so gestaltet und konstruiert werden, dass seine Festigkeit unter allen vorgesehenen Betriebsbedingungen zufriedenstellend ist, einschließlich Auf- und Abbau und zum Beispiel in Umgebungen mit niedrigen Temperaturen.

Die Konstruktion der gesamten Anlage und jedes Einzelteils muss auf der Grundlage der Auswirkungen aller möglichen Lastfälle erfolgen, wie in diesem Unterabschnitt 5.3 dargelegt. Sowohl während der Auf- und Abwärtsfahrt des Fahrkorbs als auch bei jeder horizontalen Bewegung müssen in den Lastfällen die ungünstigsten Positionen des Fahrkorbs und der Last in Bezug auf den Mast und seine Verankerungen berücksichtigt werden. Verankerungen zwischen Mast und Tragwerk werden als Teil der Aufzugs-konstruktion betrachtet.

4.2.2 Berechnung der Aufzugskonstruktion

Beim Berechnen der Aufzugskonstruktion und jedes zugehörigen Bauteils müssen die folgenden Kräfte und Lasten berücksichtigt werden:

- a) alle Eigengewichte mit Ausnahme des Fahrkorbs und derjenigen Teile, die sich zusammen mit dem Fahrkorb bewegen;
- b) Eigengewichte des unbeladenen Fahrkorbs und aller Teile, die sich zusammen mit dem Fahrkorb bewegen;
- c) Eigengewicht von Ladestellenplattformen und Toren, soweit sie von der Aufzugskonstruktion getragen werden;
- d) Nennlast im Fahrkorb.

Die Auswirkung der Kräfte auf Fahrkorb und Mast, die durch das Einbringen der Nennlast in den Fahrkorb entstehen, ist in einem der beiden folgenden Verfahren zulässig, die sich in der gewählten Belastung des Fahrkorbbodens unterscheiden:

- 1) wenn

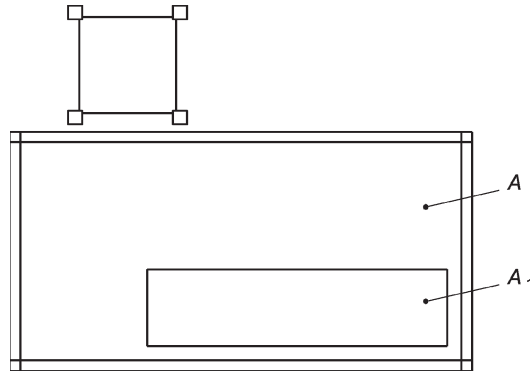
$$\frac{F}{A \times 0,8} < 4,0 \text{ kN/m}^2$$

Dabei ist

F die Nennlast [kN] und

A die gesamte Grundfläche [m²]

dann ist anzunehmen, dass die Nennlast auf eine dermaßen verkleinerte Fläche (A₁) verteilt ist, dass sich eine Verteilung von 4,0 kN/m² ergibt. Form und Anordnung dieser Fläche sind dabei so zu wählen, dass sie die ungünstigste Beanspruchung für den Mast und auch für den Fahrkorb ergibt. Bild 1 zeigt ein Beispiel;



Legende

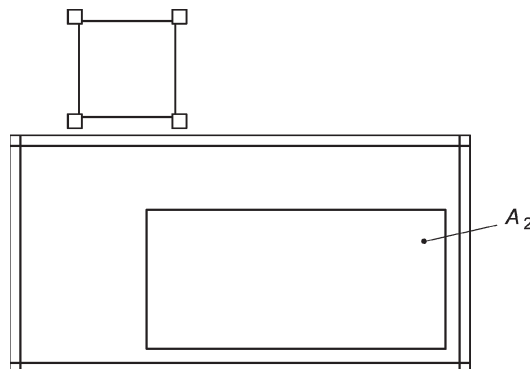
A gesamte Grundfläche [m²]
 $A_1 = F$ [kN]/4 [kN/m²]

Bild 1 — Ein Beispiel für eine Belastung nach 5.3.2.4 a)

2) wenn

$$\frac{F}{A \times 0,8} \geq 4,0 \text{ kN/m}^2$$

dann ist anzunehmen, dass die Nennlast auf eine Fläche (A_2) verteilt ist, die 80 % der gesamten Grundfläche des Fahrkorbs entspricht. Die Form und Anordnung dieser Fläche sind dabei so zu wählen, dass sie die ungünstigste Beanspruchung für den Mast und auch für den Fahrkorb ergibt. Bild 2 zeigt ein Beispiel;



Legende

$A_2 = 0,8 A$

Bild 2 — Ein Beispiel für eine Belastung nach 5.3.2.4 b)

e) ergibt die gleichmäßig auf der Gesamtfläche des Fahrkorbs verteilte Nennlast einen Wert von weniger als 4,0 kN/m², dann muss für die Berechnung eine Belastung von mindestens 4,0 kN/m² auf der Gesamtfläche (A_3) der Grundfläche des Fahrkorbs verteilt werden. Siehe Bild 3;

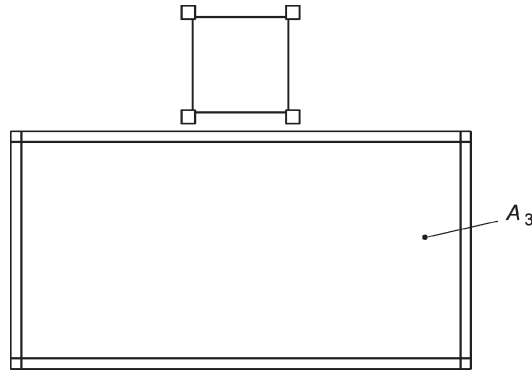


Bild 3 — Fall der gleichmäßigen Flächenbelastung

- f) beim Be- und Entladen für jeden Fahrkorbeingang auftretenden Kräfte (siehe Bild 4) sind durch die beiden nachfolgend genannten vertikalen und horizontalen Einzelkräfte zu berücksichtigen, die gleichzeitig wirken und jede wie folgt zu berechnen ist:

- eine senkrechte Kraft F_V , die 50 % der Nennlast entspricht, jedoch nicht weniger als 2,0 kN, oder, für Nennlasten größer als 20 kN, entsprechend der nachfolgenden Gleichung

$$F_V = 4 + 0,3 F$$

dabei ist

F_V die senkrechte Kraft [kN];

F die Nennlast [kN];

- eine horizontale Kraft F_H muss in Richtung der Belastung mit einer Amplitude von 20 % der Nennlast, jedoch nicht weniger als 0,5 kN und nicht mehr als 2,5 kN angewendet werden.

Beide Kräfte wirken bei 1/3 der Breite der Zugangsöffnung des Fahrkorbs auf Bodenhöhe; die im Mast und auch im Fahrkorb entstehenden Beanspruchungen müssen wenigstens für die folgenden Angriffspunkte der beim Be- und Entladen wirkenden Kräfte berechnet werden:

- an der Schwelle des Fahrkorbs;
- an der äußeren Kante einer Rampe oder einer anderen Ausladung des Fahrkorbs, sofern diese nicht durch die Ladestelle gestützt ist.

Gleichzeitig muss jeder verbleibende Teil der Nennlast in der Mitte des Fahrkorbs aufgebracht werden (F_{V1}).

Entsprechende Kräfte sind bei der Konstruktion der Ladestellenkante und aller relevanten unterstützenden Konstruktionen anzusetzen. Diese Kräfte sind in der Betriebsanleitung darzulegen;

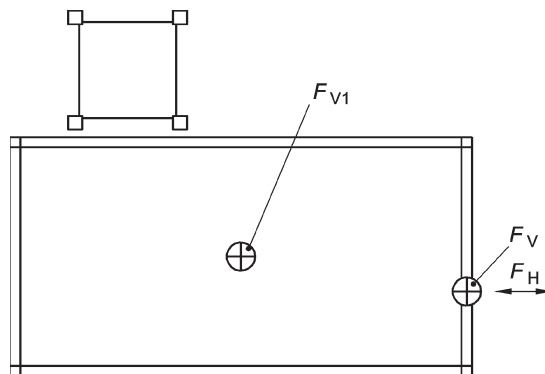


Bild 4 — Ein Beispiel für Kräfte beim Be- und Entladen

- g) die Wirkung von bewegten Lasten ist zu bestimmen, indem das Gewicht aller tatsächlichen Lasten (Fahrkorb, Nennlast, Gegengewicht, Stahldrahtseile usw.) mit einem Stoßbeiwert: $\mu = (1,1 + 0,264 v)$ multipliziert wird, wobei v die Nenngeschwindigkeit in m/s ist. Alternative Beiwerte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen werden kann, dass sie genauer sind;
- h) um die Kräfte zu bestimmen, die beim Auslösen der Fangvorrichtung auftreten, ist die Summe der Fahrlast mit dem Beiwert 2,5 zu multiplizieren;

Ein niedrigerer Beiwert – jedoch nicht kleiner als 1,2 – kann verwendet werden, sofern er unter allen Beladungsbedingungen bis zur 1,3-fachen Nennlast einschließlich aller Trägheitswirkungen des Antriebssystems nachgewiesen werden kann;

- i) sofern das Fahrkorbdach für Auf- und Abbau, Instandhaltung oder als Notausstieg zugänglich sein soll, muss es so konstruiert sein, dass es einer Last von wenigstens 3,0 kN auf der am ungünstigsten angeordneten quadratischen Fläche von 1,0 m² standhält. Ebenso muss das Dach einer Last von 1,2 kN, die auf eine an einer beliebigen Stelle angeordneten Fläche von 0,1 m × 0,1 m wirkt, sowie der auf die gesamte Dachfläche aufgebrachten volle zulässige Last standhalten;
- j) sofern das Dach des Fahrkorbs nicht als Stütze für Personen vorgesehen ist, muss es für eine Last von 1,0 kN konstruiert sein, die auf einen beliebigen Punkt einer Fläche von 0,1 m × 0,1 m wirkt;
- k) die Fahrkorbbodenfläche muss dafür konstruiert sein, ohne bleibende Verformung auf der an der ungünstigsten Stelle angeordneten quadratischen Fläche von 0,1 m × 0,1 m einer statischen Kraft von 1,5 kN oder 25 % der Nennlast, der größere Wert ist maßgebend, jedoch keinesfalls mehr als 3 kN, standzuhalten;
- l) Windbedingungen bei der Konstruktion: Der Winddruck q ergibt sich aus der allgemeinen Gleichung:

$$q = \frac{v_w^2}{1,6}$$

dabei ist

q der Druck in N/m² und v_w die Windgeschwindigkeit in m/s. In allen Fällen anzunehmen, dass der Wind horizontal in jede beliebige Richtung wehen kann, und die ungünstigste Richtung ist zu berücksichtigen. Die Berechnung muss nach ISO 4302:2016 durchgeführt werden mit folgenden Ausnahmen:

- 1) Windeinwirkung auf die Plattformseiten und alle trennenden Schutzeinrichtungen sind massiv und ein aerodynamischer Koeffizient $c = 1,2$ muss angewendet werden. Der Faktor 1,2 deckt sowohl den Form- als auch den Abschattungsfaktor ab;

- 2) Winddruck: drei Bemessungswindbedingungen müssen bei der Berechnung des Winddrucks für den Aufzug berücksichtigt werden:
- i) Wind bei Aufzug in Betrieb: unabhängig von der Höhe muss der Mindestwinddruck von $q = 205 \text{ N/m}^2$ betragen, was einer Windgeschwindigkeit von $v_w = 20 \text{ m/s}$ entspricht;
 - ii) Wind bei Aufzug außer Betrieb: Ist der Aufzug außer Betrieb, hängt der Winddruck von der Höhe über Grund und dem Bereich ab, in dem nach ISO 4302:2016 mit einer Wiederholungszeit $R = 10$. Der empfohlene Mindestwinddruck bei Aufzug außer Betrieb für allgemeine Anwendungen ist in Tabelle 1 angegeben (Werte basierend auf Gleichung (11) in ISO 4302:2016). Die Mindestbemessungswinddruckwerte sind zu berücksichtigen;

Tabelle 1 — Mindestbemessungswinddruck

Höhe H der Aufzugsteile über Grund [m]	Winddruck q für die geographischen Regionen A bis E [N/m^2]			
	A/B	C	D	E
$0 < H \leq 10$	527	718	938	1 187
$10 < H \leq 20$	607	826	1 079	1 366
$20 < H \leq 50$	735	1 000	1 307	1 654
$50 < H \leq 100$	853	1 161	1 516	1 919
$100 < H \leq 150$	932	1 268	1 657	2 097

Die Regionen A bis E sind der europäischen Sturmwindkarte entnommen (siehe Anhang A).

Lokale Geländefaktoren und detaillierte Referenzwindgeschwindigkeitskarten sind zulässig, wenn solche ausführlichen Informationen verfügbar sind;

- iii) Wind bei Aufbau und Abbau: unabhängig von der Höhe muss der Winddruckwert mindestens $q = 100 \text{ N/m}^2$ betragen, was einer Windgeschwindigkeit von $v_w = 12,5 \text{ m/s}$ entspricht;
- m) die Sicherheitsbeiwerte in diesem Dokument beinhalten einen Aufbaufehler von 0,5 Grad;
- n) beim Auf- und Abbau darf der Vorteil eines Gegengewichtes nicht berücksichtigt werden;
- o) von den Puffern entstehende Kräfte sind unter Berücksichtigung einer Verzögerung von 1 g zu berechnen, es sei denn, eine niedrigere Verzögerung kann nachgewiesen werden.

4.2.3 Lastfälle und Kombinationen von Lasten und Kräften

Tabelle 2 legt den durch diese Norm geforderten Mindestsatz an Lastkombinationen fest. Alle von einem spezifischen Lastfall betroffenen lasttragenden Teile müssen analysiert werden.

Tabelle 2 — Lastkombinationsfaktoren

			Lastfall A			Lastfall B			Lastfall C			
Nr.	Unter- abschnitt von 4.2.2	Lasten	Y _p	A1	A2	Y _p	B1	B2	Y _p	C1	C2	C3
1	a c	nicht bewegliche Eigengewichte	1,22 (1,16*)	1	1	1,16 (1,1*)	1	1	1,1 (1*)	1		
2	b	bewegliche Eigengewichte	1,22 (1,16*)	μ ₁		1,16 (1,1*)	1	1	1,1 (1*)	μ ₁	μ ₁	μ ₃
3	d	Nennlast	1,35	μ ₁		1,22		1	1,1		μ ₂	μ ₃
4	e	gleichmäßig verteilte Last							1,1	μ ₁		
5	f	Beladen/Entladen	1,35		1							
6	k	Wind	1,35	1	1	1,16	1	1	1,1	1	1	1
	Y _M	Stahl	1,1			1,1			1,1			
		Aluminium	1,1			1,1			1,1			
		Aluminium, geschweißt	1,25			1,25			1,25			
Gesamt-Sicherheitsbeiwert (nur für Bemessung der zulässigen Beanspruchung)												
	S _y	Stahl	1,5			1,33			1,25			
		Aluminium	1,7			1,55			1,41			
	Su	Aluminium	2,5			2,25			2,05			

* Durch Wägen bestimmtes Gewicht

Y_M	Widerstandsbeiwert (Teilbeiwert)
Y_p	Widerstandsbeiwert (Material)
μ_1	Die Auswirkung der beweglichen Lasten durch einen Stoßbeiwert (4.2.2 g))
μ_2	Die Auswirkung der Sicherheitseinrichtung durch einen Stoßbeiwert (4.2.2 h))
μ_3	Die Auswirkung des Pufferaufpralls durch einen Stoßbeiwert (4.2.2 o))

Tabelle 3 — Lastfälle

Lastfall	Beschreibung
A1	Normaler Gebrauch
A2	Be- und Entladen
B1	Wind bei Aufzug außer Betrieb
B2	Aufbau
C1	Außergewöhnliche Lasten
C2	Aktivierung von Sicherheitseinrichtung
C3	Pufferaufprall

4.2.4 Standsicherheit

Für beim Aufbau freistehende Aufzüge und für Aufzüge, die freistehend in Betrieb sind, sind die Lastfälle und Sicherheitsbeiwerte der Tabelle 4 zu verwenden.

Alle stabilisierenden Kräfte haben den Faktor = 1,0.

Tabelle 4 — Standsicherheitsbeiwerte S_0 für verschiedene Kippkräfte

Lasten oder Kräfte	Nach 4.2.2.(X) ^a	Sicherheitsbeiwert S_0
Eigenlasten, statische	(a), (c)	1,1
Eigenlasten, bewegliche	(b)	1,5
Nennlasten	(d), (e), (f)	1,5
Im Betrieb auftretende Windkräfte	(l)	1,2
Außer Betrieb auftretende Windkräfte	(l)	1,2
Bei Auf- und Abbau auftretende Windkräfte	(l)	1,2
Aufbaufehler	(m)	1,0
^a X bezieht sich auf den entsprechenden Unterabschnitt von 4.2.2.		

$$\sum \text{Stabilisierende Momente} \geq \sum \text{Kippmomente multipliziert mit } S_0$$

4.2.5 Analyse der Ermüdungsbeanspruchung von Bauteilen des Antriebs- und Bremssystems

4.2.5.1 Für alle lasttragenden Bauteile und Verbindungen, bei denen Materialermüdung kritisch ist, wie z. B. Wellen und Getriebe, muss eine Analyse der Ermüdungsbeanspruchung durchgeführt werden. Diese Analyse muss den Grad der Beanspruchungsschwankung und die Anzahl der Beanspruchungszyklen berücksichtigen, die ein Vielfaches der Lastzyklen sein kann.

Zur Bestimmung der Anzahl der Beanspruchungszyklen hat der Hersteller folgendes zu berücksichtigen:

- 80 000 Bewegungen mit 50 % Nennlast im Fahrkorb;
- 80 000 Bewegungen mit leerem Fahrkorb;
- zur Berechnung der Antriebe ist eine Fahrtstrecke von 20 m für jede Bewegung (Beschleunigung aus dem Stillstand auf Nenngeschwindigkeit – Fahrt mit Nenngeschwindigkeit – Abbremsen bis zum Stillstand) zu berücksichtigen (siehe auch 6.1.2.11).

4.2.5.2 Für jedes Bauteil ist die ungünstigste Kombination von Auf- und Abwärtsbewegungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Der Anzahl der Bewegungen für einen Personenaufzug $1,6 \times 10^5$ – Einzelfahrten, durch Pausen voneinander getrennt, liegt z. B. folgende Annahme zugrunde: 10 Jahre, 40 Wochen je Jahr, 40 Stunden je Woche, 10 Bewegungen je Stunde.

Für jede Welle muss ein Sicherheitsbeiwert von wenigstens 2,0 gegenüber der entsprechenden Dauerfestigkeitsgrenze unter Berücksichtigung aller Kerbwirkungen gegeben sein.

4.3 Grundrahmen

4.3.1 Der Grundrahmen muss so konstruiert sein, dass er alle auf ihn wirkenden Kräfte des Aufzugs aufnehmen und in den Untergrund ableiten kann.

4.3.2 Einrichtungen, die Kräfte in den Untergrund ableiten, dürfen sich nicht auf gefederte oder luftgefüllte Räder abstützen.

4.3.3 Wo verstellbare Einrichtungen zum Ableiten der Kräfte in den Boden vorgesehen sind, müssen die Füße in allen Ebenen bis zu einem Winkel von mindestens 15° zur Waagerechten frei schwenkbar sein, um Biegebeanspruchungen in der Konstruktion zu verhindern. Wenn der Fuß nicht schwenkbar ist, muss die höchstmögliche auftretende Biegebeanspruchung berücksichtigt werden.

4.4 Mast, Verankerungen und Puffer

4.4.1 Führungskonstruktionen und Maste

4.4.1.1 Die Führungen können Teil des Masts oder ein ausfahrbarer Gestängemechanismus sein. Führungen müssen fest sein; flexible Elemente wie Stahldrahtseile oder Ketten dürfen nicht verwendet werden.

Die kombinierte Verformung des Masts oder des Fahrkorbs muss so begrenzt werden, dass es zu keiner Kollision (z. B. mit den Ladestellen) kommen kann.

4.4.1.2 Führungen oder Maste müssen so konstruiert sein, dass sie allen Lastfällen standhalten können, die in 5.3 genannt sind.

4.4.1.3 Verbindungen zwischen einzelnen Mastlängen oder Führungen oder Verbindungsarmen müssen eine wirksame Übertragung der Lasten gewährleisten und die Ausrichtung beibehalten. Ein Lösen darf nur durch eine beabsichtigte manuelle Handlung möglich sein.

4.4.1.4 Gelenkpunkte im ausfahrbaren Gestängemechanismus müssen so konstruiert sein, dass sie eine Überprüfung von außen erleichtern.

4.4.1.5 Befestigungen von Antriebselementen (z. B. Zahnstange) an der Führung/am Mast müssen sicherstellen, dass das Antriebselement in der richtigen Position gehalten wird, sodass die vorgesehenen Lasten auf den Mast übertragen werden können, und dass die Befestigungen gegen Lockern gesichert sind, z. B. durch die Verwendung einer Sicherungsmutter.

4.4.2 Mastverankerungen

Die Verankerungen müssen den Lastfällen nach 5.3 standhalten. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei den beim Auf- und Abbau auftretenden Kräften zu widmen.

4.4.3 Puffer

4.4.3.1 Das untere Ende des Fahrwegs von Fahrkorb und einem etwaigen Gegengewicht muss durch Puffer begrenzt sein.

4.4.3.2 Die durch die Einwirkung der Puffer bewirkte durchschnittliche Verzögerung des Fahrkorbs darf 1 g nicht überschreiten. Spitzen von mehr als 2,5 g dürfen nicht länger als 0,04 s andauern (siehe 5.3.2.15). Dies darf nicht überschritten werden bei:

- a) Nennlast im Fahrkorb und bei einer Geschwindigkeit gleich der Nenngeschwindigkeit plus 0,2 m/s oder
- b) Nennlast im Fahrkorb und bei einer Geschwindigkeit gleich der Nenngeschwindigkeit plus 0,4 m/s für:
 - 1) Antriebssysteme ohne Zahnstange und Zahnrad oder
 - 2) einen Zahnstangen- und Zahnradantrieb mit einer einzelnen Bremse oder

- 3) einen Fahrkorb, der vom Antriebssystem gelöst ist.

4.4.3.3 Hydraulische Puffer müssen mit einer Vorrichtung zur Prüfung des Ölstands versehen sein. Der Normalbetrieb des Aufzugs muss von der Rückkehr der Puffer in ihre normale ausgefahrene Position nach der Betätigung abhängen. Dies muss mit einer elektrischen Sicherheitseinrichtung nach 4.10.2 überprüft werden. (Quelle EN 81-20:2020, 5.8.2.2.4).

4.5 Schutz der Aufzugsfahrbahn und Ladestellenzugang

4.5.1 Allgemeines

Ein betriebsmäßig aufgebauter Aufzug muss verfügen über:

- Bodenstationsumwehrung;
- Schutz der Aufzugsfahrbahn;
- Ladestellentore an jedem Zugangspunkt.

Diese müssen verhindern, dass Personen durch sich bewegende Teile getroffen werden oder in die Aufzugsfahrbahn stürzen. Die Konstruktion dieser Elemente wird in diesem Unterabschnitt 5.6 behandelt. Anleitungen über den korrekten Einsatz der Elemente befinden sich in der Benutzerinformation Abschnitt 6 und die Überprüfung der Einheiten wird im Abschnitt 5 behandelt.

4.5.2 Bodenstationsumwehrung

4.5.2.1 Die Bodenstationsumwehrung muss alle Seiten bis zu einer Höhe von wenigstens 2,0 m schützen sowie 5.6.4 und EN ISO 13857:2019, Tabelle 1, entsprechen.

4.5.2.2 Ein gegebenenfalls vorhandenes bewegliches Gegengewicht muss sich innerhalb der Bodenstationsumwehrung befinden.

4.5.2.3 Wenn für Instandhaltungszwecke die Bodenstationsumwehrung durch das Bodenstationsumwehrungstor betreten wird, so muss dieses von innen zu öffnen sein.

4.5.3 Ladestellenzugang

4.5.3.1 Der Aufzug muss an jedem Zugangspunkt in der Aufzugsfahrbahnsicherung einschließlich der Bodenstationsumwehrung über Ladestellentore verfügen.

4.5.3.2 Ladestellentore dürfen nicht in Richtung Fahrbahn öffnen.

4.5.3.3 Die Ladestellentore müssen den Anforderungen in 5.6.4 genügen. Wenn das Tor aus nichtdurchbrochenem Material besteht, muss es dem Benutzer möglich sein zu erkennen, dass sich der Fahrkorb an der Ladestelle befindet (siehe 5.7.1.5.1.2).

4.5.3.4 Waagerechte oder senkrechte Schiebetore müssen geführt und ihre Bewegung durch mechanische Anschläge begrenzt sein.

4.5.3.5 Senkrechte Schiebetorblätter müssen an wenigstens zwei voneinander unabhängigen Tragmitteln aufgehängt sein. Flexible Aufhängungselemente müssen einen Sicherheitsbeiwert von wenigstens 6 gegenüber ihrer Mindestbruchfestigkeit haben. Es müssen Mittel vorhanden sein, um sie in ihren Rollen oder Kettenrädern zu halten.

Im Zusammenhang mit senkrechten Schiebetoren verwendete Rollen müssen einen Durchmesser von wenigstens dem 15-fachen Seildurchmesser haben. Die Endbefestigungen der Stahldrahtseile müssen den Anforderungen in 4.7.3.2.1.6 entsprechen.

Im Zusammenhang mit einem Tor benutzte Gegengewichte müssen geführt sein, und es muss verhindert sein, dass es die Führungen auch im Falle des Versagens der Tragmittel verlässt.

Der Gewichtsunterschied zwischen Torblatt und Gegengewicht(en) darf 5,0 kg nicht überschreiten.

Das Quetschen von Fingern zwischen Torblättern muss durch Einrichtungen verhindert werden.

4.5.3.6 Wo kraftbetriebene Ladestellentore vorhanden sind, müssen Betrieb und Steuerung EN 81-20:2020, 5.3.6.2, entsprechen. Umwelteinflüsse von Regen, Eis usw. sind zu berücksichtigen.

4.5.3.7 Durch die Bewegung des Fahrkorbs dürfen die Ladestellentore nicht mechanisch oder durch sonstige Hilfsmittel geöffnet oder geschlossen werden.

4.5.3.8 Ladestellentore mit voller Höhe (siehe Bild 5)

4.5.3.8.1 Die lichte Höhe des Ladestellentorrahmens darf nicht weniger als 2,0 m über der Ladestellenschwelle betragen. Wenn die lichte Zugangshöhe zum Bauwerk weniger als 2,0 m beträgt, ist ausnahmsweise ein niedrigeres Ladestellentor zulässig, jedoch in keinem Fall darf die lichte Zugangshöhe weniger als 1,8 m über der Ladestellenschwelle betragen.

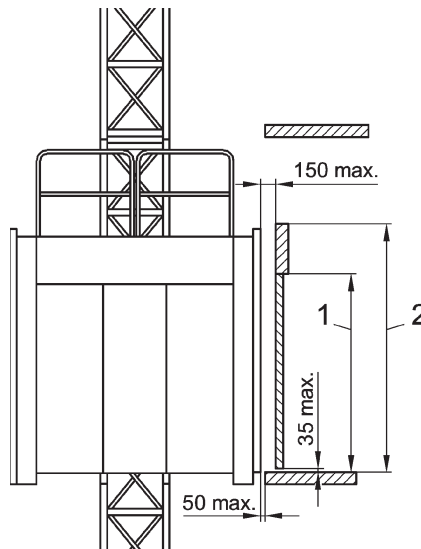
4.5.3.8.2 Bevor der Bereich zwischen Ladestelle und Fahrkorb betreten werden kann, müssen durch selbsttätig wirkende Einrichtungen jeder waagerechte Abstand zwischen der Schwelle des Fahrkorbs und der Schwelle der Ladestelle verringert und alle Öffnungen zwischen dem Fahrkorb und dem Seitenschutz des Ladestellenzugangs auf höchstens 150 mm Weite begrenzt sein.

4.5.3.8.3 Der waagerechte Abstand zwischen der Schwelle des Fahrkorbs und der Schwelle der Ladestelle darf während des Be- und Entladens 50 mm nicht überschreiten.

4.5.3.8.4 Der waagerechte Abstand zwischen dem geschlossenen Fahrkorbtor und den geschlossenen Ladestellentoren oder der einen Zugang ermöglichende Abstand zwischen den Toren während des gesamten Normalbetriebs darf 200 mm nicht überschreiten.

4.5.3.8.5 In der geschlossenen Stellung müssen die Ladestellentore die Öffnungen zur Fahrbahn verschließen.

4.5.3.8.6 Jeder Freiraum um die Kanten jedes Tors oder zwischen Torabschnitten muss mit einer Füllplatte mit einer Höhe von mindestens 2 000 mm und einer Breite von mindestens 850 mm auf jeder Seite des Ladestellentors nach EN ISO 13857:2019, Tabelle 4, ausgestattet sein, außer unter dem Tor, wo der Abstand 35 mm nicht überschreiben darf.



Legende

- 1 Tor min. 2 m
- 2 Schutz min. 2,5 m

Bild 5 — Ein Beispiel eines Ladestellentors mit voller Höhe

4.5.3.9 Niedrige Ladestellentore (siehe Bild 6 und Bild 7)

Mit Ausnahme der Bodenstationsumwehrung ist ein niedriges Ladestellentor erlaubt und 5.6.3.8 findet keine Anwendung, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

4.5.3.9.1 Das Tor ist zwischen 1,1 m und 1,2 m hoch.

4.5.3.9.2 Der Sicherheitsabstand (A, siehe Bilder 6 und 7) zwischen der ladestellenseitigen oberen Kante des Tors und jedem fahrenden Teil des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,85 m, wenn die Nenngeschwindigkeit größer als 0,7 m/s ist, oder 0,5 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist. Der Sicherheitsabstand (B, siehe Bilder 6 und 7) zwischen der aufzugsfahrbahnseitigen oberen Kante des Tors und jedem fahrenden Teil des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,75 m, wenn die Nenngeschwindigkeit größer als 0,7 m/s ist, oder 0,4 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist.

4.5.3.9.3 Das Tor füllt die gesamte Breite der Öffnung aus und hat wenigstens einen Geländerholm und einem Zwischenholm in halber Höhe. Ein Bordbrett mit einer Höhe von mindestens 150 mm über dem Boden mit einem Spalt von höchstens 35 mm zum Boden ist vorzusehen. Befinden sich ladestellenseitige Teile des Tores – unterhalb des Geländerholms in 1,1 m bis 1,2 m Höhe – in einem geringeren Abstand als 0,5 m zum fahrenden Teil des Aufzugs, sind alle Öffnungen im Tor so mit Material zu schützen, dass eine Kugel von 50 mm Durchmesser nicht hindurch passt.

4.5.3.9.4 Niedrige Ladestellentore – eine Füllplatte mit einer Höhe von 1 100/1 200 mm und einer Breite von 500 mm auf jeder Seite des Ladestellentors nach EN ISO 13857:2019, Tabelle 4.

4.5.3.9.5 Die dem Aufzug zugewandte Außenkante des geschlossenen Ladestellentors ist nicht mehr als 200 mm von der Schwelle der Ladestelle entfernt.

4.5.3.9.6 Ein Seitenschutz ist in einer Höhe zwischen 1,1 m und 1,2 m mit einem Zwischenholm auf halber Höhe und einem Bordbrett von mindestens 150 mm oberhalb des Bodens am Ladestellenzugang vorhanden.

4.5.3.9.7 Es sind selbsttätig wirkende Einrichtungen vorhanden, die jeden horizontalen Abstand zwischen der Schwelle des Fahrkorbs und der Schwelle der Ladestelle sowie alle Öffnungen zwischen dem Fahrkorb und dem Zugangsseitenschutz der Ladestelle auf nicht mehr als 150 mm verringern, bevor das Ladestellentor geöffnet wird und während der gesamten Zeit, in der es geöffnet mit dem Fahrkorb an der Ladestelle ist.

4.5.3.9.8 Wenn der Seitenschutz Teil der Ladestelle ist und während der Vertikalbewegung der Plattform im Sicherheitsabstand von 0,85 m oder 0,5 m verbleibt, dann muss der Abstand zwischen dem Fahrkorb und dem Seitenschutz wenigstens 100 mm betragen.

4.5.3.9.9 Es sind Einrichtungen vorhanden, die den horizontalen Abstand zwischen der Schwelle des Fahrkorbs und der Schwelle der Ladestelle während des Be- und Entladens auf nicht mehr als 50 mm verringern.

Maße in Millimeter

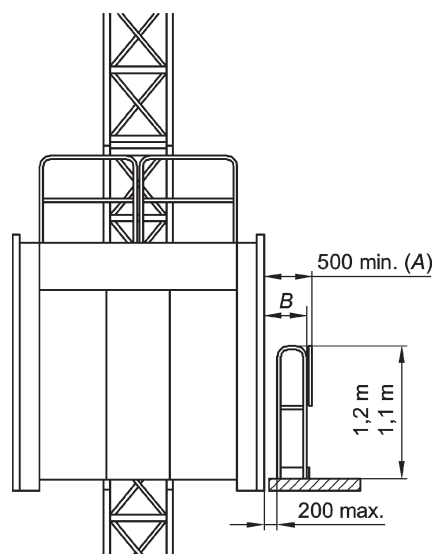


Bild 6 — Ein Beispiel eines niedrigen Ladestellentors mit mindestens 500 mm Sicherheitsabstand (A)

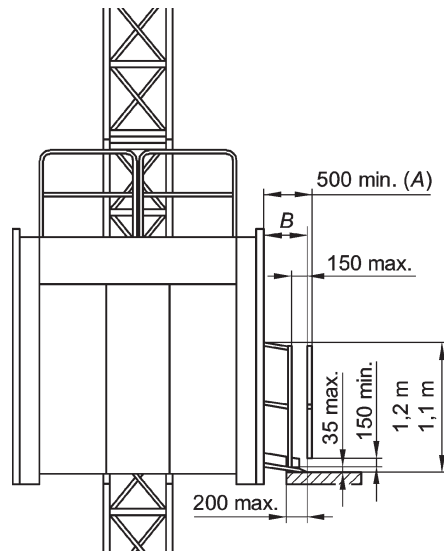


Bild 7 — Ein Beispiel eines niedrigen Ladestellentors mit mindestens 500 mm Sicherheitsabstand (A) und einer Rampe am Fahrkorb, um den Spalt zu überbrücken

4.5.4 Materialien für Umwehrung und Schutzeinrichtung

4.5.4.1 Die Ladestellentore mit voller Höhe müssen in der verriegelten Stellung eine mechanische Festigkeit haben und wenn eine auf eine starre quadratische oder runde flache Fläche von 5 000 mm² rechtwinklig zum Tor an beliebiger Stelle auf einer der beiden Seiten verteilte Kraft von 300 N angreift, müssen sie dieser wie folgt standhalten:

- ohne bleibende Verformung;
- ohne elastische Verformung von mehr als 30 mm;
- nach einer solchen Prüfung zufriedenstellend funktionieren.

Wenn eine an beliebiger Stelle auf einer der beiden Seiten, rechtwinklig zum Tor angreifende Kraft von 600 N auf eine starre quadratische oder runde flache Fläche von 5 000 mm² aufgebracht wird, ist es zulässig, die oben genannten Kriterien nicht zu erfüllen, muss jedoch sicher bleiben.

4.5.4.2 Niedrige Ladestellentore nach 5.6.3.9 müssen eine solche mechanische Festigkeit aufweisen, sodass wenn eine an beliebiger Stelle entlang der oberen Kante des Tors aufgebrachte vertikale Kraft von 1 kN sowie davon unabhängig eine Kraft von 300 N, die an beliebiger Stelle horizontal auf den Geländerholm, Zwischenholm und das Bordbrett aufgebracht wird, sie:

- ohne bleibende Verformung standhalten;
- nach einer solchen Prüfung zufriedenstellend funktionieren.

4.5.4.3 Der Schutz an der Aufzugsfahrbahn muss derselben Kraft widerstehen, wie in 5.6.4.1 und 5.6.4.2 beschrieben.

4.5.4.4 Die Größe von Durchbrüchen oder Öffnungen im Schutz an der Aufzugsfahrbahn und geschlossenen Toren muss, bezogen auf die Abstände zu fahrenden Teilen EN ISO 13857:2019, Tabelle 4, entsprechen, es sein denn, der Abstand zwischen dem Schutz der Aufzugsfahrbahn und den Toren und allen fahrenden Teilen des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,85 m, wenn die

Nenngeschwindigkeit größer als 0,7 m/s ist, oder 0,5 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist.

4.5.5 Verschlüsse von Ladestellentoren

4.5.5.1 Ladestellentore nach 5.6.3.8 (Tore mit voller Höhe)

Es darf bei normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein:

- ein Ladestellentor zu öffnen, sofern sich der Boden des Fahrkorbs nicht innerhalb von $\pm 0,15$ m von der betreffenden Ladestelle befindet;
- den Fahrkorb zu starten oder in Bewegung zu halten, sofern nicht alle Ladestellentore geschlossen sind.

Wenn der maximale Anhalteweg des Fahrkorbs mit Nennlast aus der Nenngeschwindigkeit mehr als 0,25 m beträgt, darf es nicht möglich sein,

- ein Ladestellentor zu öffnen, bevor der Fahrkorb innerhalb $\pm 0,25$ m der betreffenden Ladestellenebene zum Stillstand gekommen ist, und
- unter normalen Betriebsbedingungen den Fahrkorb zu starten oder in Bewegung zu halten, sofern nicht alle Ladestellentore geschlossen und verriegelt sind.

Notentriegelung. Es muss möglich sein, jedes Ladestellentor von der Ladestellenseite aus mithilfe eines speziellen Schlüssels z. B. eines Entriegelungsschlüssels in Übereinstimmung mit EN 81-20:2020, 5.3.9.3.1, zu entriegeln. Der spezielle Schlüssel muss vor Ort für einen leichten Zugang durch Rettungsdienste verfügbar sein.

4.5.5.2 Ladestellentore nach 5.6.3.9 (niedrige Tore)

Die Ladestellentore müssen mit einer Verriegelungseinrichtung ausgestattet sein, die ihre geschlossene und verriegelte Position steuert. Diese Handlung muss durch die Position des Eingangs des Fahrkorbs gesteuert werden. Es sollte nicht möglich sein, die Verriegelungseinrichtung durch einfache Mittel zu stören.

Es darf bei normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein, den Fahrkorb zu starten oder in Bewegung zu halten, sofern nicht alle Ladestellentore geschlossen und verriegelt sind.

4.5.5.3 Konstruktion

4.5.5.3.1 Die elektrischen Kontakte in Torverschlüssen müssen Sicherheitskontakte sein. Siehe 4.8.6.

4.5.5.3.2 Alle Torverschlüsse, die in Tore mit voller Höhe entsprechend 5.6.3.8 eingebaut sind, müssen ebenso wie die zugehörigen Betätigungsmechanismen und elektrischen Kontakte so angebracht oder geschützt werden, dass sie nur für sachkundige Personen von der Ladestelle aus zugänglich sind.

4.5.5.3.3 Alle Torverschlüsse, die in niedrige Ladestellentore entsprechend 5.6.3.9 eingebaut sind, müssen so konstruiert sein, dass ihre elektrischen Sicherheitseinrichtungen nicht ohne den Einsatz von Werkzeugen unwirksam gemacht werden können.

4.5.5.3.4 Alle Torverschlüsse müssen sicher befestigt und die Verbindungen gegen selbsttätiges Lösen gesichert sein.

4.5.5.3.5 Alle Torverschlüsse und Verbindungen müssen einer Kraft von 1 kN widerstehen können, die in Höhe der Verriegelung in Öffnungsrichtung des Tors angreift.

4.5.5.3.6 Torverschlüsse müssen so konstruiert sein, dass eine Wartung möglich ist. Wasser- oder staubempfindliche mechanische Teile müssen mindestens nach IP 44 geschützt sein (EN 60529:1991¹).

4.5.5.3.7 Das Entfernen einer abnehmbaren Abdeckung darf weder den Verschlussmechanismus noch die Verdrahtung in ihrer Funktion beeinträchtigen. Alle abnehmbaren Abdeckungen müssen durch unverlierbare Befestigungsmittel gehalten werden.

4.5.5.3.8 Das Sperrmittel muss durch Federn oder Gewichte in Sperrstellung gehalten werden. Wenn Federn verwendet werden, müssen sie vom Typ Druckfedern sein und müssen geführt werden. Das Versagen einer Feder darf den Verschluss nicht unsicher werden lassen.

4.5.5.3.9 Der Fahrkorb darf nicht in Bewegung gehalten werden können, sofern nicht alle Sperrmittel mindestens 7 mm eingreifen.

4.5.5.3.10 Die elektrischen Kontakte in Torverschlüssen müssen eine Fahrt des Fahrkorbs verhindern, wenn der Spalt, der beim Öffnen eines Ladestellentors mit voller Höhe nach 5.6.3.8 entsteht, größer ist als in 5.6.3.8.6 erlaubt.

4.5.5.3.11 Werden Flügeltore durch Klappen gesperrt, müssen die Klappen die Torflügel bei geschlossenen Toren über ihre gesamte Breite überdecken und zwar in einem solchen Maße, dass ein Öffnen des Tors verhindert wird, sofern die Instandhaltung wie vom Hersteller vorgegeben durchgeführt wurde.

4.5.6 Abstände

4.5.6.1 Allgemeines

Alle Sicherheitsabstände, sofern sie in dieser Norm nicht bereits festgelegt sind, müssen EN ISO 13857:2019 entsprechen. Alle Spalte müssen EN ISO 13854:2019 entsprechen.

4.5.6.2 Abstände unterhalb des Fahrkorbs

Für einen sicheren Zugang zu Instandhaltungsarbeiten unter dem Fahrkorb sind Vorrichtungen vorzusehen, die einen Raum mit einer Mindesthöhe von 1,8 m schaffen (z. B. durch einen beweglichen Stempel oder dergleichen). Der Raum muss sich über die gesamte Grundfläche des Fahrkorbs erstrecken. Die zur Erzeugung des Schutzraumes vorgesehene Vorrichtung muss sich aufbauen und entfernen lassen, ohne dass sich dazu eine Person unterhalb des Fahrkorbs aufhalten muss.

4.6 Fahrkorb

4.6.1 Allgemeine Anforderungen

4.6.1.1 Allgemeines

Das Lastaufnahmemittel muss ein allseitig geschlossener Fahrkorb sein.

Um die maximal zulässige Anzahl von Personen im Fahrkorb zu bestimmen, muss eine Fahrkorbgrundfläche von 0,2 m² je Person zugrunde gelegt werden. Hierbei muss angenommen werden, dass jede Person 80 kg wiegt.

Die Fahrkorbkonstruktion muss nach 5.3 berechnet sein.

Der Fahrkorb muss stabile Führungen haben, die ein Ausrücken oder Verklemmen verhindern.

Der Fahrkorb muss über wirksame Vorrichtungen verfügen, die den Fahrkorb in den Fahrkorbführungen halten, wenn die normalen Gleit- oder Rollenführungen ausfallen sollten.

Durch mechanische Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass der Fahrkorb am Ende der Fahrbahn die Führungen nicht verlassen kann. Diese Maßnahmen müssen sowohl im Normalbetrieb als auch bei Auf- und Abbau sowie bei Instandhaltung wirksam sein.

Der Fahrkorb muss mit wirksamen Maßnahmen versehen werden, die sowohl einen ungesicherten Mastabschnitt erkennen und verhindern, dass der Fahrkorb auf diesen Abschnitt auffährt, als auch sicherstellen, dass der Fahrkorb sich nicht von dem gesicherten Mastabschnitt lösen kann.

4.6.1.2 Fahrkorbboden

Der Boden muss so konstruiert sein, dass er den Kräften nach 5.3.2.11 standhält, rutschhemmend (z. B. Riffelblech) und frei ablaufend ist.

4.6.1.3 Fahrkorbwände

Der Fahrkorb muss über Wände verfügen, die sich über die volle Höhe zwischen Fußboden und Dach erstrecken und die 4.5.4.1 entsprechen.

In Bezug auf Öffnungen müssen die Wände EN ISO 13857:2019, Tabelle 4, entsprechen, jedoch dürfen die Öffnungen eine Kugel von 25 mm Durchmesser nicht durchlassen.

Gefährliche Vorsprünge müssen nach ISO 3864-1:2016 gekennzeichnet sein.

4.6.1.4 Fahrkorbdach

4.6.1.4.1 Der Fahrkorb muss über (ein) undurchbrochene(s) Dach/Dächer verfügen.

4.6.1.4.2 Die lichte Höhe im Fahrkorb muss wenigstens 2,0 m betragen.

4.6.1.4.3 Wenn das Dach für Aufbau, Abbau, Instandhaltung oder Inspektion des Aufzugs selbst benutzt wird oder mit einer Notausstiegsöffnung versehen ist, muss es rutschhemmend und mit einem Geländer geschützt sein.

Dieses Geländer muss aus einem Geländerholm bestehen, der, gemessen vom Dach, mindestens 1,1 m hoch ist, sowie über einen Zwischenholm in halber Höhe und ein Bordbrett mit einer Mindesthöhe von 150 mm sowie ein Innenfeld verfügen, um den Durchgang einer Kugel mit einem Durchmesser von 20 mm zu verhindern. Die auf das Geländer einwirkenden Kräfte müssen EN ISO 14122-3:2016, 8.2, entsprechen. Das Geländer muss das Fahrkorbdach so einfassen, dass Aufbau, Instandhaltung und Inspektion sicher durchgeführt werden können. Der horizontale Abstand von der Dachkante nach innen bis zum Geländer darf nicht größer sein als 200 mm.

4.6.1.4.4 Eine Dachluke muss wenigstens 0,4 m × 0,6 m groß sein und darf nicht nach innen öffnen. Eine Leiter, die den Zugang zu einer solchen Dachluke ermöglicht, muss ständig im Fahrkorb vorhanden sein. Leitern müssen an einem Ort so aufbewahrt werden, dass eine Stolpergefahr während des normalen Betriebs vermieden wird und die Leitern sicher eingesetzt werden können. Die Leiter muss gegen unbeabsichtigte Bewegungen während der Nutzung als Zugang zu der Dachluke und dem Fahrkorbdach gesichert werden.

4.6.1.4.5 Die geschlossene und verriegelte Stellung jeder Dachluke muss durch elektrische Sicherheitseinrichtungen nach 4.8.6 überprüft werden. Diese Einrichtung muss den Aufzug stillsetzen, wenn die Ausstiegsluke nicht mehr verriegelt oder geschlossen ist. Die Wiederinbetriebnahme des Aufzugs darf nur nach absichtlicher Wiederverriegelung möglich sein.

4.6.1.4.6 Wenn der Abstand von der Innenkante des Geländers zu irgendeinem bewegten Teil eines anderen Fahrkorbs oder Gegengewichts kleiner oder gleich 0,3 m sein kann, muss eine zusätzliche,

mindestens 2 m hohe Schutzeinrichtung vorgesehen werden, die das zu schützende Teil in der Breite vollständig abdeckt und an jeder Seite noch 0,1 m darüber hinausgeht.

4.6.1.4.7 Die Dachkonstruktion muss nach 5.3.2.9 und 5.3.2.10 berechnet werden.

4.6.1.4.8 Die Ableitung von Wasser muss angemessen geprüft werden.

4.6.1.5 Fahrkorbtor

4.6.1.5.1 Handbetätigte Tore

4.6.1.5.1.1 Die Toröffnung muss eine lichte Höhe von wenigstens 2,0 m sowie eine lichte Breite von wenigstens 0,6 m haben.

Das Tor muss die Öffnung vollständig ausfüllen.

In Bezug auf Durchbrüche müssen die Tore die Anforderungen der EN ISO 13857:2019 erfüllen, aber die Öffnungen dürfen eine Kugel von 25 mm Durchmesser nicht durchlassen.

4.6.1.5.1.2 Werden nichtdurchbrochene Torflächen verwendet, so müssen diese mit einem Sichtfenster ausgestattet werden. Dieses Sichtfenster muss eine Fläche von wenigstens 250 cm² haben, die so bemessen und angeordnet ist, dass der Ladestellensims eingesehen werden kann.

4.6.1.5.1.3 Die Konstruktion der Tore muss den Anforderungen von 5.6.3.3 bis 5.6.3.7 sowie 5.6.3.8.6 entsprechen.

4.6.1.5.1.4 Die Tore müssen mit mechanischen Verschlüssen ausgestattet sein, sodass es unter Betriebsbedingungen nicht möglich sein darf, ein Fahrkorbtor zu öffnen, es sei denn, der Fahrkorbfußboden befindet sich innerhalb der in 5.6.5.1 beschriebenen Entfernung zu einer Ladestelle.

4.6.1.5.1.5 Es darf unter Betriebsbedingungen nicht möglich sein, den Fahrkorb in Bewegung zu setzen oder in Bewegung zu halten, wenn nicht alle Fahrkorbtore in geschlossener Stellung sind.

4.6.1.5.1.6 Die Fahrkorbtore müssen in der Lage sein, einer normalerweise an jeder beliebigen Stelle angreifenden Kraft von 300 N ohne dauerhafte Verformung standzuhalten und ohne dass sie aus ihren Führungen zu springen. Die elastische Verformung darf 30 mm nicht überschreiten. Die Kraft von 300 N muss durch eine starre quadratische oder runde ebene Fläche von 5 000 mm² aufgebracht werden.

4.6.1.5.1.7 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die jeden horizontalen Abstand zwischen der Schwelle des Fahrkorbs und der Schwelle der Ladestelle sowie den lichten Abstand zwischen dem Fahrkorb und dem Zugangsseitenschutz der Ladestelle auf nicht mehr als 150 mm verringern, bevor das Fahrkorbtor geöffnet werden kann, es sei denn, dieses wird durch das Öffnen des Tors bewirkt.

4.6.1.5.1.8 Alle mechanischen und elektrischen Sicherheitseinrichtungen in Verbindung mit Fahrkorbzugängen müssen wie in 4.5.5.3.1 und 4.5.5.3.4 bis 4.5.5.3.11 beschrieben konstruiert sein.

4.6.1.5.1.9 Der Verschluss der Fahrkorbtür muss zusammen mit allen zugehörigen Betätigungsmechanismen und elektrischen Kontakten so angeordnet oder geschützt sein, dass sie für unbefugte Personen von innerhalb des Fahrkorbs unzugänglich sind, wenn alle Fahrkorbtore geschlossen sind.

4.6.1.5.2 Kraftbetriebene Tore

Bei kraftbetriebenem Fahrkorbtor muss das Kraftantriebssystem den anwendbaren Teilen von EN 81-20:2020, 5.3.6.2, entsprechen. Umwelteinflüsse von Regen, Eis usw. sind zu berücksichtigen.

4.6.1.6 Notausstieg

4.6.1.6.1 Der Fahrkorb muss über wenigstens einen Notausstieg im Fahrkorb verfügen, der im Notfall eine Fluchtmöglichkeit bietet und der von außerhalb des Fahrkorbs ohne Schlüssel geöffnet werden kann. Wenn der Notausstieg von innerhalb des Fahrkorbs zu öffnen ist, muss hierzu ein spezieller Schlüssel, z. B. ein Entriegelungsschlüssel nach EN 81-20:2020, 5.3.9.3.1, erforderlich sein. Der Notausstieg kann ein Fahrkorbtür, eine Dachausstiegsluke oder eine Notausstiegstür in der Wand sein.

4.6.1.6.2 Die geschlossene und verriegelte Stellung jedes Notausstiegsmittels muss durch elektrische Sicherheitseinrichtungen nach 4.8.6 überprüft werden. Diese Einrichtung muss ein Stillsetzen des Aufzugs bewirken, wenn die Ausstiegsluke nicht mehr verriegelt oder geschlossen ist. Die Wiederinbetriebnahme des Aufzugs darf nur nach absichtlicher Wiederverriegelung möglich sein.

4.6.1.6.3 Jede Notausstiegstür in der Wand muss wenigstens 0,4 m × 1,4 m groß sein und sich nach innen oder als Schiebetür öffnen oder durch sonstige Einrichtungen einen sicheren Zugang zum Mast oder zur Konstruktion ermöglichen.

4.6.2 Sicherheitseinrichtungen gegen den Absturz des Fahrkorbs

4.6.2.1 Eine durch Geschwindigkeitsbegrenzer ausgelöste Fangvorrichtung muss vorhanden sein, die den Absturz des Fahrkorbs verhindert.

4.6.2.2 Die Sicherheitseinrichtung muss jederzeit wirksam sein, einschließlich des Auf- und Abbaus und während des Zurückstellens nach einem Auslösen. Mit Ausnahme der Zahnstange dürfen keine regulären Antriebs Elemente für die Fangvorrichtung benutzt werden.

4.6.2.3 Die Sicherheitseinrichtung muss in der Lage sein, den Fahrkorb mit der 1,3-fachen Nennlast abzufangen und im Stillstand zu halten. Die Sicherheitseinrichtung muss nach 5.2, insbesondere nach 5.3.2.8, berechnet sein.

Mit einer beliebigen Last im Fahrkorb bis hin zur Nennlast muss die Verzögerung der Sicherheitseinrichtung zwischen 0,05 g und 1,0 g liegen, wobei kein Spitzenwert 2,5 g für mehr als 0,04 s überschreiten darf. Diese Werte dürfen überschritten werden, wenn die Sicherheitseinrichtung einfällt, bevor der Rückstellvorgang beendet ist.

4.6.2.4 Durch eine elektrische Sicherheitseinrichtung nach 4.8.6 muss die Fahrt des Fahrkorbs mittels der normalen Steuerungen automatisch verhindert sein, sobald die Fangvorrichtung eingefallen ist.

4.6.2.5 Das Lösen der Sicherheitseinrichtung muss den Eingriff einer sachkundigen Person erfordern, um den Aufzug in den normalen Betrieb zurückzubringen.

4.6.2.6 Prüfungen der Übergeschwindigkeit und Sicherheitseinrichtung müssen aus einem angemessenen Sicherheitsabstand vom Fahrkorb mithilfe einer speziellen Einrichtung durchgeführt werden, die mit einem fest installierten Anschluss verbunden ist.

4.6.2.7 Jeder Fahrkorb, der nicht direkt durch Kolben getragen wird, muss am Fahrkorbrahmen selbst eine Sicherheitseinrichtung haben, die unmittelbar durch die Übergeschwindigkeit des Fahrkorbs ausgelöst wird.

4.6.2.8 Unbefugtes Verstellen der eingestellten Auslösegeschwindigkeit eines Begrenzers muss, z. B. durch Plombieren, verhindert werden.

4.6.2.9 Eine Fangvorrichtung darf nicht durch eine elektrische oder pneumatische Einrichtung ausgelöst werden.

4.6.2.10 Beim Fangen darf sich der Fahrkorbboden gegenüber seiner normalen Lage unter allen Beladebedingungen mit Ausnahme der Überladung um nicht mehr als 5 % neigen und muss ohne dauerhafte Verformung in seine Ausgangslage zurückkehren.

4.6.2.11 Die Auslösegeschwindigkeit der Sicherheitseinrichtung darf die Nenngeschwindigkeit des Aufzugs um nicht mehr als 0,4 m/s überschreiten.

4.6.2.12 Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um zu verhindern, dass die Sicherheitseinrichtung nicht aufgrund der Ansammlung von Fremdkörpern oder aufgrund von Witterungsbedingungen funktionsunfähig wird.

4.6.3 Einrichtung zur Erkennung von Überlast

4.6.3.1 Eine Einrichtung zur Erkennung von Überlast muss vorhanden sein, die im Fahrkorb ein akustisches und/oder optisches Signal gibt und im Fall einer Überlastung des Fahrkorbs den betriebsmäßigen Anlauf des Fahrkorbs verhindert und den Fahrkorb und die Ladestellentore verriegelt.

Die Überlast muss spätestens erkannt werden, wenn die Nennlast um 10 % und mehr mit einem Minimum von 75 kg überschritten wird.

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Erkennung von Überlast fest, verlangt jedoch nicht eine Einrichtung zur Erkennung von Lastmomenten. Dem Moment wird durch Stabilitäts- und Beanspruchungsberechnungen (4.2) in Verbindung mit der Einrichtung zur Erkennung von Überlast Rechnung getragen.

Für den Benutzer darf keine Einrichtung vorgesehen sein, das Warnsignal abzustellen.

Die Überlasterkennung muss wenigstens bei stillstehendem Fahrkorb erfolgen.

4.6.3.2 Konstruktion und Einbau von Überlastanzeigen und -erkennungsgeräten müssen der Notwendigkeit Rechnung tragen, den Aufzug mit Überlasten zu prüfen, ohne Überlastanzeigen oder -erkennungsgeräte ausbauen zu müssen und ohne ihre Leistung zu beeinträchtigen.

4.6.3.3 Bei einem Stromausfall müssen alle Daten und Einstellwerte der Einrichtung zur Überlasterkennung erhalten bleiben.

4.6.3.4 Die Einrichtungen müssen geschützt sein, um Schäden durch Stoß, Schwingung und den allgemeinen Gebrauch der Aufzüge einschließlich Aufbau, Betrieb, Abbau und Instandhaltung sowie Umwelteinflüsse zu verhindern, wie vom Hersteller vorgegeben.

4.6.3.5 Eine Überlasterkennungseinrichtung, die ein deutliches optisches und/oder akustisches Signal im Fahrkorb gibt, wenn 85 % der Nennlast innerhalb des Fahrkorbs erreicht werden, muss vorgesehen werden. Das Signal muss 5 s andauern.

4.7 Triebwerk

4.7.1 Allgemeine Bestimmungen

4.7.1.1 Für jeden Aufzug muss mindestens ein eigenes Triebwerk vorhanden sein.

4.7.1.2 Jedes Triebwerk muss nach 5.3 einschließlich der besonderen Anforderungen in 5.3.6 berechnet sein.

4.7.1.3 Der Antriebsmotor muss mit der Trommel oder dem Antriebszahnrad formschlüssig verbunden sein und kann nicht ausgekuppelt werden.

4.7.1.4 Der Fahrkorb muss im Normalbetrieb jederzeit durch Motorkraft gehoben und gesenkt werden.

4.7.1.5 Bei allen Aufzügen darf unter normalen Betriebsbedingungen die Aufwärtsgeschwindigkeit des leeren Fahrkorbs und die Abwärtsgeschwindigkeit des Fahrkorbs mit Nennlast die Nenngeschwindigkeit um nicht mehr als 15 % überschreiten.

4.7.2 Schutz und Zugangsmöglichkeit

4.7.2.1 Wenn der Sicherheitsabstand zu Teilen der Antriebsmaschine und zugehörigen Teilen im Normalbetrieb geringer als 0,50 m ist, müssen die Maschine und zugehörigen Teile entsprechend EN 953 geschützt sein. Die Sicherheitsabstände nach EN ISO 13854:2019 und EN ISO 13857:2019 gelten.

4.7.2.2 Feste Schutzeinrichtungen sind vorzusehen, um das Eindringen von Material, das irgendein Teil des Antriebssystems schädigen könnte, zu verhindern, z. B. Kies, Regen, Schnee, Eis, Mörtel und Staub.

4.7.2.3 Zahnräder, Riemen und Ketten, rotierende Wellen, Schwungräder, Führungsrollen, Kupplungen oder ähnliche rotierende Teile müssen mit wirksamen Schutzeinrichtungen versehen werden, solange diese Teile nicht durch Konstruktion oder Lage sicher sind, und sie müssen so konstruiert sein, dass sie für regelmäßige Inspektions- und Instandhaltungsarbeiten leicht zugänglich sind.

Die Größe von Durchbrüchen oder Öffnungen in der geschlossenen Schutzeinrichtung muss in Bezug auf die Abstände zu benachbarten bewegten Teilen EN ISO 13857:2019 entsprechen.

4.7.3 Tragmittel

4.7.3.1 Zahnstangen- und Zahnradantrieb

4.7.3.1.1 Allgemeines

4.7.3.1.1.1 Antriebs- und Fangvorrichtungszahnräder müssen formschlüssig auf ihren Wellen befestigt sein. Auf Reibung oder Klemmen beruhende Methoden dürfen nicht benutzt werden.

4.7.3.1.1.2 Das Zahnrad der Sicherheitseinrichtung muss unterhalb der Antriebszahnräder platziert sein.

4.7.3.1.1.3 Die Zahnstangen müssen sicher befestigt sein. Gelenke in der Zahnstange müssen genau ausgerichtet sein, um fehlerhaften Eingriff oder Beschädigungen der Zähne zu vermeiden.

4.7.3.1.1.4 Durch entsprechende Maßnahmen muss das Eindringen von Fremdkörpern zwischen jedem Antriebs- und Fangvorrichtungszahnrad und der Zahnstange verhindert werden.

4.7.3.1.1.5 Für andere Zahnantriebe wie solche, die Stableitern benutzen, sind dieselben Vorkehrungen wie in 4.7.3.1.1 bis 4.7.3.1.4 anzuwenden und es müssen dieselben Sicherheitsbeiwerte erreicht werden.

4.7.3.1.2 Konstruktion

4.7.3.1.2.1 Zahnrad

Jedes Zahnrad muss in Bezug auf Zahnfestigkeit und Grübchenbildung nach ISO 6336-1:2016, ISO 6336-2:2016, ISO 6336-3:2016 und ISO 6336-5:2016 konstruiert sein und die Anforderungen von 5.3.6 berücksichtigen.

Jedes Zahnrad muss einen Sicherheitsbeiwert von mindestens 2,0 gegenüber der Dauerfestigkeitsgrenze für die Zahnfestigkeit aufweisen, wobei der maximale Verschleiß wie in der Betriebsanleitung des Herstellers angegeben zu berücksichtigen ist.

Jedes Zahnrad muss einen Sicherheitsbeiwert von mindestens 1,4 gegenüber der Dauerfestigkeitsgrenze in Bezug auf Grübchenbildung aufweisen.

4.7.3.1.2.2 Zahnstange

Die Zahnstange muss aus Material bestehen, das in Bezug auf Verschleiß zu denen für das Zahnrad verwendeten Materialien passt, und muss hinsichtlich Zahnfestigkeit und Grübchenbildung nach ISO 6336-1:2016, ISO 6336-2:2016, ISO 6336-3:2016 und ISO 6336-5:2016 konstruiert sein und die Anforderungen in 5.3.6 berücksichtigen.

Die Zahnstange muss wenigstens einen Sicherheitsbeiwert von 2,0 gegenüber der statischen Grenze für Zahnfestigkeit aufweisen, wobei der maximale Verschleiß wie in der Betriebsanleitung des Herstellers angegeben zu berücksichtigen ist.

4.7.3.1.2.3 Verteilung der Lasten

Wenn sich mehr als ein Antriebszahnrad im Eingriff mit der Zahnstange befindet, dann muss entweder eine selbstjustierende Einrichtung vorhanden sein, die die Last gleichmäßig auf jedes Antriebszahnrad verteilt, oder das Antriebssystem muss so konstruiert sein, dass es alle normalen Bedingungen der Lastverteilung zwischen den Zahnrädern berücksichtigt.

4.7.3.1.3 Module

Das Modul von Zahnstange und Zahnradzahn darf nicht kleiner sein als:

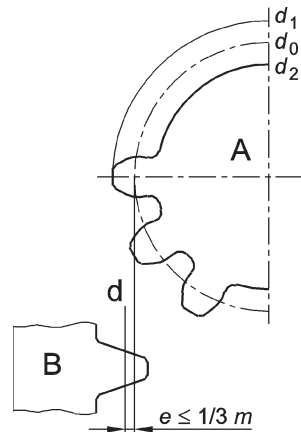
- vier (4) bei Antriebssystemen, bei denen die Gegenrolle oder eine andere Eingriffssteuerung direkt auf die Zahnstange ohne irgendwelche dazwischenliegenden Mastprofile reagiert;
- sechs (6) bei Antriebssystemen, bei denen die Reaktion der Gegenrolle oder eine andere Eingriffssteuerung durch ein anderes Mastelement erfolgt, das sich dann in direktem Kontakt mit der Zahnstange befindet.

4.7.3.1.4 Eingriff von Zahnstange und Zahnrad

4.7.3.1.4.1 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, um die Zahnstange und alle Antriebs- und Sicherheitseinrichtungszahnräder bei allen Lastbedingungen im korrekten Eingriff zu halten. Solche Einrichtungen dürfen sich nicht ausschließlich auf die Führungsrollen oder -schuhe des Fahrkorbs verlassen.

Der korrekte Eingriff ist gegeben, wenn der Teilkreisdurchmesser des Zahnrads mit der Profilbezugslinie der Zahnstange zusammenfällt oder nicht mehr als $\frac{1}{3}$ des Moduls außerhalb liegt (siehe Bild 8).

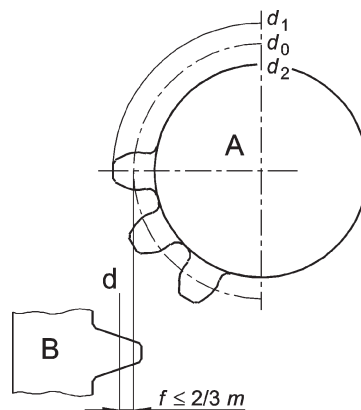
4.7.3.1.4.2 Durch weitere Maßnahmen muss außerdem sichergestellt sein, dass im Fall des Versagens der in 4.7.3.1.4.1 vorgesehenen Einrichtungen der Teilkreisdurchmesser des Zahnrads niemals mehr als $\frac{2}{3}$ des Moduls außerhalb der Profilbezugslinie der Zahnstange liegt (siehe Bild 9).



Legende

- A Zahnrad
- B Zahnstange
- d_1 Zahnkopfdurchmesser des Zahnrads
- d_0 Teilkreisdurchmesser des Zahnrads
- d_2 Zahnfußdurchmesser des Zahnrads
- d Profilbezugslinie der Zahnstange
- e $1/3$ des Moduls maximal

Bild 8 — Korrekter Zahneingriff des Zahnrads



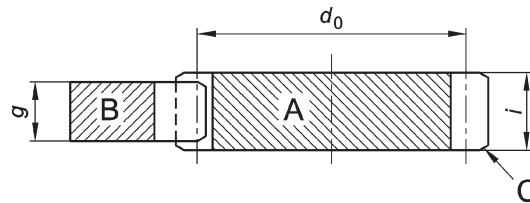
Legende

- A Zahnrad
- B Zahnstange
- d_1 Zahnkopfdurchmesser des Zahnrads
- d_0 Teilkreisdurchmesser des Zahnrads
- d_2 Zahnfußdurchmesser des Zahnrads
- d Profilbezugslinie der Zahnstange
- f $2/3$ des Moduls maximal

Bild 9 — Mindestzahneingriff des Zahnrads

4.7.3.1.4.3 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein um sicherzustellen, dass die berechnete Eingriffsbreite zwischen Zahnstange und Zahnrad erhalten bleibt (siehe Bild 10).

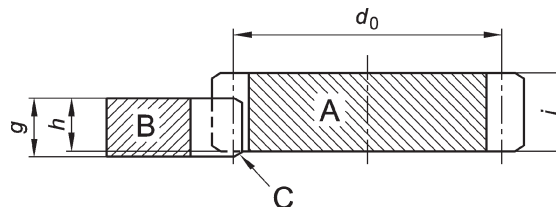
4.7.3.1.4.4 Es müssen weitere Einrichtungen vorhanden sein um sicherzustellen, dass im Fall des Versagens der Einrichtungen nach 4.7.3.1.4.3 nicht weniger als 90 % der berechneten Eingriffsbreite zwischen Zahnstange und Zahnrad erhalten bleiben wird (siehe Bild 11).



Legende

- A Zahnrad
- B Zahnstange
- C Anschnitt
- d_0 Teilkreisdurchmesser des Zahnrads
- g Zahnstangenbreite
- i Zahn des Zahnrads bei voller Form

Bild 10 — Korrekter Zahneingriff des Zahnrads



Legende

- A Zahnrad
- B Zahnstange
- C Anschnitt
- d_0 Teilkreisdurchmesser des Zahnrads
- g Zahnstangenbreite
- h 90 % der Zahnstangenbreite
- i Zahn des Zahnrads bei voller Form

Bild 11 — Mindestzahneingriff

4.7.3.2 Stahldrahtseilaufhängung für Gegengewicht

4.7.3.2.1 Anforderungen an Stahldrahtseile

4.7.3.2.1.1 Es dürfen nur Stahldrahtseile eingesetzt werden.

4.7.3.2.1.2 Als Tragmittel müssen mindestens zwei Stahldrahtseile vorhanden sein. Die Stahldrahtseile müssen unabhängig voneinander sein. Bei Einsicherung muss die Anzahl der Stahldrahtseile und nicht die Zahl der Stränge berücksichtigt werden.

Für die Stahldrahtseile muss ein selbsttätiger Spannungsausgleich der Aufhängung vorhanden sein. Federn müssen als Druckfedern ausgebildet sein.

Eine elektrische Sicherheitseinrichtung muss das Stillsetzen des Aufzugs bewirken, wenn sich ein Stahldrahtseil übermäßig längt oder bricht (siehe 4.8.3).

4.7.3.2.1.3 Der Nenndurchmesser der Stahldrahtseile muss mindestens 8 mm betragen.

4.7.3.2.1.4 Die Eigenschaften des Stahldrahtseils müssen mindestens denen entsprechen, die in ISO 2408:2017 festgelegt sind.