

DIN EN 12158-1

ICS 91.140.90

Entwurf

Einsprüche bis 2021-01-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12158-1:2011-06

**Bauaufzüge für den Materialtransport –
Teil 1: Aufzüge mit betretbarer Plattform;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12158-1:2020**

Builders' hoists for goods –
Part 1: Hoists with accessible platforms;
German and English version prEN 12158-1:2020

Monte-matériaux –
Partie 1: Monte-matériaux à plates-formes accessibles;
Version allemande et anglaise prEN 12158-1:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-11-13 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 software@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 147 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-13-50 AA „Bauaufzüge“ im Fachbereich „Bau- und Baustoffmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von „Aufzügen mit betretbarer Plattform“ 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).

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 4309:2017 siehe E DIN ISO 4309:2020-05

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12158-1:2011-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) hydraulische Anlagen aus dieser Norm entfernt;
- b) 4.1.1 Konstruktive Aspekte;
- c) 4.1.2 Nachweisberechnung;
- d) 4.1.3 Lastfälle;
- e) 4.1.4 Grenzzustandsverfahren hinzugefügt;
- f) 4.1.5 Kompetenznachweis;
- g) 4.1.6 Verfahren für den Kompetenznachweis;
- h) 4.1.5 und 4.1.6.1 statische Berechnungen;
- i) Unterabschnitt 4.2 Berechnung des Winds bei Aufzug außer Betrieb aktualisiert;
- j) 4.5.5.1, 4.5.5.2 und 4.6.1.4 Sicherheitsanforderungen für die Plattformverriegelung;
- k) 4.6.1.1 Anforderungen für Plattformneigung bei zweimastigen Einheiten;
- l) 4.8.6 und Anhang B Aufnahme von Performance Levels nach EN ISO 13849-1:2015;
- m) Unterabschnitt 4.9 Überwachung unbeabsichtigter Lüftung der Bremse;
- n) Anhang ZA aktualisiert;
- o) im gesamten Dokument normative Verweisungen aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

E DIN ISO 4309:2020-05, *Krane — Drahtseile — Wartung und Instandhaltung, Inspektion und Ablage (ISO 4309:2017); Text Deutsch und Englisch*

— Leerseite —

– Entwurf –

Oktober 2020

prEN 12158-1:2020

Titel de: Bauaufzüge für den Materialtransport — Teil 1: Aufzüge mit betretbarer Plattform

Titel en: Builders' hoists for goods — Part 1: Hoists with accessible platforms

Titel fr: Monte-matériaux — Partie 1: Monte-matériaux à plates-formes accessibles

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	11
4.1 Allgemeines.....	11
4.1.1 Konstruktive Aspekte	11
4.1.2 Nachweisberechnung.....	11
4.1.3 Lastfälle	11
4.1.4 Grenzzustände.....	12
4.1.5 Kompetenznachweis	12
4.1.6 Verfahren für den Kompetenznachweis	13
4.2 Lastfälle und Berechnungen	14
4.2.1 Grundlagen.....	14
4.2.2 Berechnung der Aufzugskonstruktion	14
4.2.3 Zu berechnende Kombinationen von Lasten und Kräften	19
4.2.4 Standsicherheit.....	20
4.2.5 Analyse der Ermüdungsbeanspruchung von Bauteilen des Antriebs- und Bremssystems	20
4.3 Grundrahmen	21
4.4 Mast, Verankerungen und Puffer	21
4.4.1 Führungskonstruktionen und Maste	21
4.4.2 Mastverankerungen	21
4.4.3 Puffer.....	21
4.5 Schutz der Aufzugsfahrbahn und Ladestellenzugang.....	22
4.5.1 Allgemeines.....	22
4.5.2 Bodenstationsumwehrung.....	22
4.5.3 Ladestellenzugang	23
4.5.4 Werkstoffe für Umwehrung und Schutzeinrichtung.....	29
4.5.5 Verschlüsse von Ladestellentoren.....	30
4.5.6 Abstände	31
4.6 Plattform	31
4.6.1 Allgemeine Anforderungen.....	31
4.6.2 Sicherheitseinrichtungen gegen Absturz der Plattform.....	36
4.6.3 Einrichtung zur Erkennung von Überlast.....	38
4.7 Triebwerk.....	38
4.7.1 Allgemeine Bestimmungen	38
4.7.2 Schutz und Zugangsmöglichkeit.....	39
4.7.3 Tragmittel.....	39
4.7.4 Bremsenrichtung	44
4.8 Elektrische Installationen und Einrichtungen.....	45
4.8.1 Allgemeines.....	45
4.8.2 Schutz gegen elektrische Fehler	45
4.8.3 Schutz vor den Auswirkungen äußerer Einflüsse.....	46
4.8.4 Elektrische Verkabelung.....	46

4.8.5	Schütze, Hilfsschütze	46
4.8.6	Elektrische Sicherheitseinrichtungen	47
4.8.7	Sicherheitskontakte	47
4.8.8	Fahrtendschalter	48
4.8.9	Schlaffseil-/Ketteneinrichtung	48
4.8.10	Aufbauhilfen.....	49
4.8.11	Ausschalter.....	49
4.8.12	Stillsetzen des Antriebs	49
4.8.13	Steuerungsarten	49
4.9	Ausfallbedingungen.....	50
5	Feststellung der Übereinstimmung.....	50
5.1	Feststellung der Übereinstimmung der Konstruktion.....	50
5.2	Typprüfungen für Fangvorrichtung und Geschwindigkeitsbegrenzer	53
5.2.1	Allgemeine Bestimmungen	53
5.2.2	Prüfverfahren	53
5.2.3	Prüfbericht	54
5.3	Einzelprüfungen an jedem Aufzug vor dem ersten Einsatz	54
6	Benutzerinformation	55
6.1	Betriebsanleitung.....	55
6.1.1	Ausführliche Informationen	55
6.1.2	Inhalt der Betriebsanleitung	55
6.2	Kennzeichnungen.....	60
6.3	Kennzeichnung von Steuerelementen.....	61
Anhang A (normativ) Europäische Sturmwindkarte.....		62
Anhang B (normativ) Performance Level für Sicherheitseinrichtungen		63
Anhang C (informativ) Anforderungen an die Benutzer der verschiedenen Arten von Bauaufzügen.....		64
Anhang D (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen		65
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG.....		68
Literaturhinweise		71

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12158-1:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12158-1:2000+A1:2010 ersetzen.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden folgende technischen Änderungen vorgenommen:

- a) statische Berechnungen;
- b) Wind bei Aufzug außer Betrieb;
- c) Sicherheitsanforderungen für die Plattformverriegelung;
- d) Anforderungen für Plattformneigung bei zweimastigen Einheiten;
- e) Aufnahme von Performance Levels nach EN ISO 13849-1:2015;
- f) Überwachung unbeabsichtigter Lüftung der Bremse.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien 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 „Bauaufzüge“ als Teil des CEN Arbeitsprogramms zur Erstellung von Maschinen-Sicherheitsnormen erarbeitet wurde.

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm für die Sicherheit von Bauaufzügen für den Materialtransport.

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100:2010 angegeben.

Dieses Dokument ist insbesondere für die folgenden interessierten Kreise relevant, die die Marktakteure im Hinblick auf die Sicherheit von Maschinen repräsentieren:

- a) Maschinenhersteller (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- b) Organisationen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes (Gesetzgeber, Unfallversicherungen, Marktaufsicht usw.).

Andere interessierte Kreise können durch das in diesem Dokument (durch die oben genannten interessierten Kreise) erreichte Sicherheitsniveau betroffen sein. Es handelt sich dabei um:

- c) Maschinenanwender/Arbeitgeber (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- d) Maschinenanwender/Arbeitnehmer (z. B. Gewerkschaften, Organisationen für Personen mit spezifischen Bedürfnissen);
- e) Dienstleistungsanbieter, z. B. für die Instandhaltung (kleine, mittlere und große Unternehmen);
- f) Verbraucher (falls die behandelten Maschinen für die Nutzung durch Verbraucher bestimmt sind).

Den oben genannten interessierten Kreisen wurde die Möglichkeit eingeräumt, sich an der Erarbeitung dieses Dokuments zu beteiligen.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder -ereignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen. Bei Gefährdungen, die nicht in diesem Dokument behandelt werden, müssen die Maschinen, soweit zutreffend, EN ISO 12100:2010 entsprechen.

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 Typ-B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieses Dokument behandelt kraftbetriebene, vorübergehend errichtete Bauaufzüge (in dieser Norm 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 ein Lastaufnahmemittel,

- das nur für den Materialtransport konstruiert ist;
- das geführt ist;
- das sich senkrecht oder entlang von Führungen bewegt, deren Neigung gegen die Senkrechte höchstens 15° beträgt;
- das gehalten oder getragen wird durch das Stahldrahtseil eines Trommelantriebs, Kette, Zahnstange und Zahnrad oder durch einen ausfahrbaren Gestängemechanismus;
- wo Masten, wenn sie aufgestellt sind, eine Abstützung durch separate Konstruktionen benötigen oder nicht benötigen;
- dass das Betreten durch unterwiesene Personen für das Be- und Entladen erlaubt;
- das von dazu bestimmten Personen gesteuert wird;
- das, falls erforderlich, den Zutritt und das Mitfahren sachkundiger und befugter Personen während des Auf- und Abbaus sowie bei der Instandhaltung und Inspektion gestattet.

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

1.3 Dieses Dokument enthält keine zusätzlichen Anforderungen 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 Werkstoffe, 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;
- Geräusche.

1.4 Dieses Dokument ist nicht anwendbar für

- Bauaufzüge zur Personen- und Materialbeförderung;
- Aufzüge nach EN 81-3:2000+A1:2008 und EN 81-20:2020;
- Schrägaufzüge nach EN 12158-2:2000+A1:2010;
- Arbeitskörbe, die an Hebezeugen hängen;
- von den Gabeln eines Flurförderzeugs getragene Arbeitskörbe;
- Arbeitsbühnen;
- Seilbahnen;
- speziell für militärische Zwecke konstruierte Aufzüge;
- Bergwerksaufzüge;
- Theateraufzüge;
- Aufzüge für spezielle Zwecke.

1.5 Dieses Dokument befasst sich mit der Installation von Aufzügen. Sie umfasst den Grundrahmen und die Bodenstationsumwehrung, schließt jedoch die Konstruktion von Beton-, Stahlbeton, Holz oder anderen Fundamentanordnungen aus. Sie schließt die Konstruktion von Mastverankerungen ein, schließt jedoch die Konstruktion von Verankerungsbolzen an der Tragkonstruktion aus. Sie 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 60204-1:2018, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60204-32:2008, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge*

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

EN 60947-5-1:2017, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte*

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

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

EN ISO 13849-1:2015, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)*

EN ISO 13849-2:2012, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012)*

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)*

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)*

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

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

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

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

ISO 6336-1:2019, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors*

ISO 6336-2:2019, *Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 2: Calculation of surface durability (pitting)*

ISO 6336-3:2019, *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 Begriffe nach EN ISO 12100:2010 und die folgenden Begriffe.

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, welches geführt ist

3.2

Nutzlast/Nennlast

größte Last, die betriebsmäßig mit dem Aufzug befördert wird

3.3

Nenngeschwindigkeit

Geschwindigkeit, für die die Plattform konstruiert ist

3.4

Stahldrahtseilaufzug

Aufzug, bei dem ein Stahldrahtseil als Tragmittel benutzt wird

3.5

formschlüssiger Antrieb

Antrieb, der nicht auf Reibung beruht

3.6

Hydraulikaufzug

Aufzug, bei dem direkt oder indirekt ein Hydraulikzylinder als Tragmittel benutzt wird

3.7

Zahnstangen- und Zahnradlaufzug

Aufzug, bei dem Zahnstange und Zahnrad als Lastaufnahmemittel benutzt werden

3.8

ausfahrbarer Gestängemechanismus

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

3.9

Grundrahmen

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

3.10

Führungen

starre Elemente, die den Fahrweg der Plattform festlegen

3.11

Mast

Konstruktion, die die Plattform trägt und führt

3.12

Mastelement

unteilbarer Teil des Masts zwischen zwei benachbarten Mastverbindungen

3.13

Mastverankerung

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

3.14

Fahrbahn

Gesamtbereich, den die Plattform und ihre Last durchlaufen

3.15

Plattform

Einrichtung einschließlich Boden, Seitenteilen und Zugängen zur Aufnahme der Last

3.16

Anhalteweg

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

3.17

Fangvorrichtung

durch Übergeschwindigkeit in der Abwärtsbewegung ausgelöste mechanische Einrichtung, die die Plattform bis zum Stillstand stoppt und an der Führung festhält

3.18

Schlaffseil

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

3.19

Seilendbefestigung

Vorrichtung am Ende eines Stahldrahtseils zur Befestigung

3.20

Ladestelle

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

3.21

Sicherheitsabstand

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

3.22

Geländer

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

3.23

Normalbetrieb

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

3.24

in Betrieb

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

3.25

außer Betrieb

installierter Zustand, wenn sich die unbeladene Plattform in vor Wind bestmöglich geschützter Position befindet (üblicher- aber nicht notwendigerweise auf Bodenhöhe)

3.26

sachkundige Person

eine dazu bestimmte angemessen ausgebildete Person, durch Wissen und praktische Erfahrung qualifiziert, im erforderlichen Maße angeleitet, damit die erforderlichen Verfahren ausgeführt werden können

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 der Plattform 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 geeignete Hebezeuge zur Verfügung stellen. Alle abklappbaren und abnehmbaren Deckel müssen durch unverlierbare Befestigungen gehalten werden.

Bauaufzüge müssen den in diesem Abschnitt angegebenen Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen entsprechen. Außerdem muss die Maschine im Hinblick auf Gefährdungen, die relevant, aber nicht signifikant sind und die nicht in diesem Dokument behandelt werden (z. B. scharfe Kanten), nach den Leitsätzen von EN ISO 12100:2010 konstruiert sein.

4.1.2 Nachweisberechnung

Das Ziel dieser Berechnung ist der theoretische Nachweis, dass ein Aufzug unter Berücksichtigung der zwischen dem Benutzer, Konstrukteur und/oder Hersteller vereinbarten Betriebsbedingungen und der Zustände während Auf- und Abbau sowie Transport entsprechend den Sicherheitsanforderungen konstruiert wurde, um mechanische Gefährdungen zu verhindern.

Der Kompetenznachweis nach dieser Norm muss unter Verwendung der hierfür geeigneten allgemeinen Grundsätzen und Verfahren geführt werden, die dem anerkannten Stand der Technik im Bereich mechanischer Konstruktion entsprechen. Als Leitfaden zur Analyse von Bauteilen und ihrer Verbindungen (z. B. Ermüdung, Schweißen, Schrauben) wird EN 13001-3-1:2012+A2:2018 empfohlen. Bei Aluminium EN 1999-1-1:2007/A2:2013 berücksichtigen.

Alternativ dürfen fortschrittliche und anerkannte theoretische oder experimentelle Verfahren verwendet werden, sofern sie den Grundsätzen dieses Dokuments entsprechen.

4.1.3 Lastfälle

Lasten müssen so überlagert werden, dass die sich ergebenden Lasteinwirkungen ihre momentanen Extremwerte für die betrachtete Anwendungssituation erreichen. Solche Überlagerungen werden als Lastfälle bezeichnet. Grundlegende Lastfälle werden in 4.2 beschrieben.

Bei der Festlegung von Lastfällen muss die Nutzung des Aufzugs unter Berücksichtigung von dessen Steuerungen, seiner normativen Gebrauchsanleitungen und jeglichen sonstigen inhärenten Bedingungen beachtet werden, wenn sie sich auf das spezifische Ziel des Kompetenznachweises beziehen.

Größenordnung, Lage und Richtung aller Lasten, die gleichzeitig im Sinne eines Lastfalls wirken, müssen so gewählt werden, dass im betrachteten Bauteil oder Konstruktionsdetail extreme Lasteinwirkungen auftreten. Folglich müssen zur Festlegung der extremen Beanspruchungen bei allen konstruktionskritischen Punkten mehrere Belastungsereignisse innerhalb desselben Lastfalls untersucht werden, z. B. unterschiedliche Aufzugpositionen und Windrichtungen.

Zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit müssen die Anzahl und Größenordnung von signifikanten Beanspruchungszyklen angegeben werden.

4.1.4 Grenzzustände

Während der Analyse des Aufzugs, seiner Bauteile oder Werkstoffe müssen zwei verschiedene Grenzzustände berücksichtigt werden (endgültiger Grenzzustand bezüglich der Sicherheit von Menschen und Konstruktion, Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, der Funktion und Aussehen der Konstruktion sowie den Komfort des Benutzers betrifft).

Grenzzustände der Tragfähigkeit und Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit werden wie folgt unterschieden:

- a) Grenzzustände der Tragfähigkeit, gegeben durch:
 - 1) plastische Verformungen durch die Einwirkung von Nennbeanspruchungen oder Verrutschen von kraftschlüssigen Verbindungen;
 - 2) Bruch von Bauteilen oder Verbindungen (z. B. statischer Bruch, Bruch durch Ermüdung oder Bildung kritischer Risse);
 - 3) elastische Instabilität des Aufzugs oder seiner Teile (z. B. Knicken, Beulen);
 - 4) Starrkörperinstabilität des Aufzugs oder seiner Teile (z. B. Kippen, Verschieben).
- b) Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, zum Beispiel:
 - 1) Verformungen, die sich nachteilig auf die vorgesehene Nutzung des Aufzugs auswirken (z. B. Funktion beweglicher Bauteile, Abstände von Teilen);
 - 2) Überschreiten der Temperaturgrenzen (z. B. Überhitzung von Motoren und Bremsen).

4.1.5 Kompetenznachweis

Die Grenzzustände, die für die Kombination aus Werkstoffauswahl, Herstellungsverfahren und den festgelegten Betriebsbedingungen gelten, müssen im Kompetenznachweis angegeben werden. Zur Verifizierung, dass die Grenzzustände nicht überschritten werden, müssen folgende Nachweise geführt werden:

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

Zur Verifizierung, dass die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit nicht überschritten werden, müssen folgende Aspekte beachtet und bei Bedarf muss ein Nachweis geführt werden:

- d) Verformungsnachweis;
- e) thermische Leistung.

4.1.6 Verfahren für den Kompetenznachweis

4.1.6.1 Methode der Grenzzustände

Die in ISO 2394:2015 festgelegte Methode der Grenzzustände gilt ohne Einschränkungen für alle von dieser Norm abgedeckten baulichen Anlagen.

Bei Bedarf müssen einzelne charakteristische Lasten berechnet und mit einem dynamischen Faktor erweitert werden, um quasistatische charakteristische Lasten zu erhalten. Die statischen und quasistatischen Eigenschaften müssen dann mit dem entsprechenden Teilsicherheitsbeiwert γ_p erweitert und entsprechend dem zu berücksichtigenden Lastfall zu F_j kombiniert werden. Das Ergebnis F_j muss zur Bestimmung der resultierenden Lasteinwirkungen S_k verwendet werden, d. h. der inneren Kräfte in tragenden oder mechanischen Bauteilen oder der Kräfte in Stützen.

Zum Nachweis, dass Streck- und elastische Instabilität nicht auftreten werden, werden die Nenn-Bemessungsbeanspruchungen aus den Lasteinwirkungen auf ein bestimmtes Bauteil berechnet und mit den Beanspruchungen aus lokalen Einwirkungen kombiniert, berechnet mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten γ_p (empfohlener γ_p ist in Tabelle 2 angegeben).

Es dürfen andere Kriterien verwendet werden, z. B. Erreichen eines Grenzwerts der Hauptmembrandehnung, Erreichen des Streckkriteriums oder Begrenzung der Streckzone.

4.1.6.2 Methode der zulässigen Beanspruchung

Bei Analysen, bei denen alle Massen nur ungünstig einwirken und mit einem linearen Zusammenhang zwischen Lasten und Lasteinwirkungen ist die Methode der zulässigen Beanspruchung für die Berechnung des Kompetenznachweises anwendbar. Die Methode der zulässigen Beanspruchung ist ein Sonderfall der Methode der Grenzzustände, wobei die Teilsicherheitsbeiwerte denselben Wert erhalten, der in Kombination mit dem Widerstandsbeiwert einen Gesamtsicherheitsbeiwert S_y bildet. Aufgrund ihres besonderen Charakters ist die Methode der zulässigen Beanspruchung nur in besonderen Fällen zulässig.

Alle Lasten müssen wie bei der Methode der Grenzzustände kombiniert werden, jedoch ist der Teillastfaktor gleich 1. Die kombinierte Last muss zur Bestimmung der resultierenden Lasteinwirkungen verwendet werden, d. h. die inneren Kräfte in tragenden oder mechanischen Bauteilen oder der Kräfte in Gelenken und Stützen.

Zum Nachweis, dass Streck- und elastische Instabilität nicht auftreten, muss die Nennbeanspruchung aus den 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 Spannung verglichen werden. Sie wird abgeleitet von der Streckfestigkeit des Werkstoffs, der Verbindung oder des Bauteils mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von mindestens 95 %, geteilt durch den Gesamtsicherheitsbeiwert S_y (siehe Tabelle 2 für S_y und Tabelle 4 für S_0).

a) Stahlkonstruktionen (zulässige Beanspruchungen)

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

b) Aluminiumkonstruktionen (zulässige Beanspruchungen)

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

Dabei ist

f_y die Streckfestigkeit;

f_u die Bruchspannung;

S_y der Sicherheitsbeiwert für die Streckfestigkeit;

S_u der Sicherheitsbeiwert für die Bruchspannung.

4.1.6.3 Elastische Stabilität

Bei der Berechnung von Beanspruchungen in schlanken Konstruktionen oder bei der Verwendung von Werkstoffen mit einem niedrigen Elastizitätsmodul muss die Durchbiegung einer Konstruktion berücksichtigt werden. Dies muss mit Methoden nach dem Stand der Technik erfolgen, die Einwirkungen der 2. Ordnung berücksichtigen.

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 4.2 dargelegt. Sowohl während der Auf- und Abwärtsfahrt der Plattform als auch bei jeder horizontalen Bewegung, z. B. Schwenken der Plattform, müssen in den Lastfällen die ungünstigsten Positionen der Plattform und der Last in Bezug auf den Mast und seine Verankerungen berücksichtigt werden. Verankerungen zwischen Mast und Tragwerk werden als Teil der Aufzugskonstruktion 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 der Plattform und der Teile, die sich zusammen mit der Plattform bewegen;
- b) Eigengewichte der unbeladenen Plattform und aller Teile, die sich zusammen mit der Plattform bewegen;
- c) Eigengewicht von Ladestellenplattformen und Toren, soweit sie von der Aufzugskonstruktion getragen werden;

d) Nennlast auf der Plattform.

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

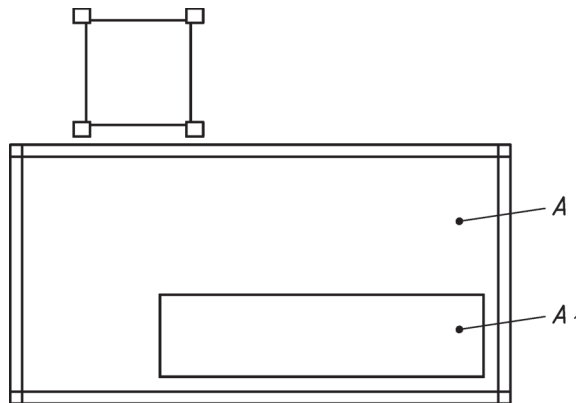
1) wenn $\frac{F}{A \times 0,75} < 3,0 \text{ kN/m}^2$

Dabei ist

F = Nennlast [kN] und

A = gesamte Grundfläche der Plattform [m^2];

dann ist anzunehmen, dass die Nennlast auf eine dermaßen verkleinerte Fläche (A_1) verteilt ist, dass sich eine Verteilung von $3,0 \text{ kN/m}^2$ ergibt. Form und Anordnung dieser Fläche sind dabei so zu wählen, dass sich die ungünstigste Beanspruchung für den Mast und auch für die Plattform ergibt. Das Bild 1 zeigt ein Beispiel;



Legende

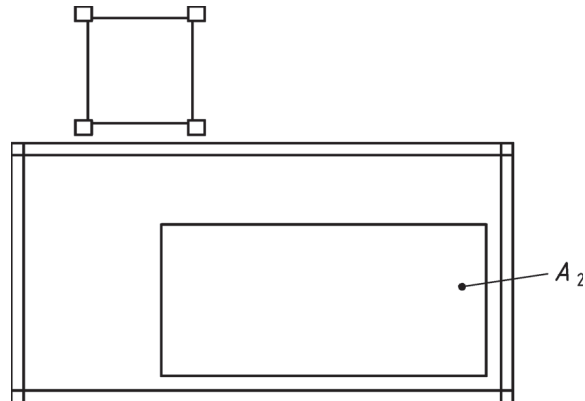
A = gesamte Grundfläche [m^2]

$A_1 = F [\text{kN}] / 3 [\text{kN/m}^2]$

Bild 1 — Beispiel für eine Belastung nach 4.2.2 d) 2)

2) wenn $\frac{F}{A \times 0,75} \geq 3,0 \text{ kN/m}^2$,

dann ist anzunehmen, dass die Nennlast auf eine Fläche (A_2) verteilt ist, die 75 % der gesamten Grundfläche der Plattform entspricht. Form und Anordnung dieser Fläche sind dabei so zu wählen, dass sie die ungünstigste Beanspruchung für den Mast und auch für die Plattform ergibt. Das Bild 2 zeigt ein Beispiel;

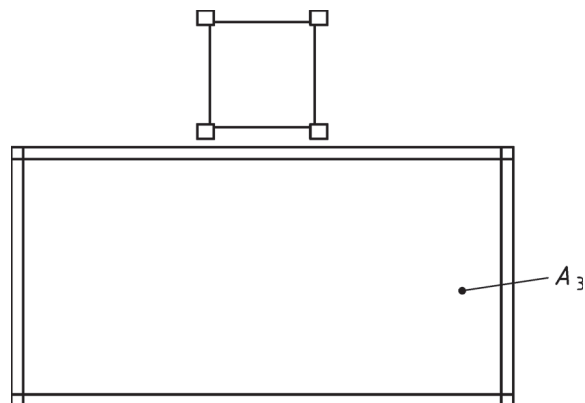


Legende

$$A_2 = 0,75 A$$

Bild 2 — Beispiel für eine Belastung nach 4.2.2 d) 2)

- e) ergibt die gleichmäßig auf der Gesamtfläche der Plattform verteilte Nennlast einen Wert von weniger als $2,5 \text{ kN/m}^2$, dann muss für die Berechnung eine Belastung von mindestens $2,5 \text{ kN/m}^2$ auf der Gesamtfläche (A_3) der Grundfläche der Plattform verteilt werden (siehe Bild 3);



Legende

A_3 gesamte Grundfläche [m^2]

Bild 3 — Fall der gleichmäßigen Flächenbelastung

- f) beim Be- und Entladen auftretenden Kräfte 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 $2,0 \text{ kN}$, oder, für Nennlasten größer als 20 kN , nach der nachfolgenden Gleichung

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

dabei ist

$$F_v = \text{senkrechte Kraft [kN]}$$

$$F = \text{Nennlast [kN];}$$

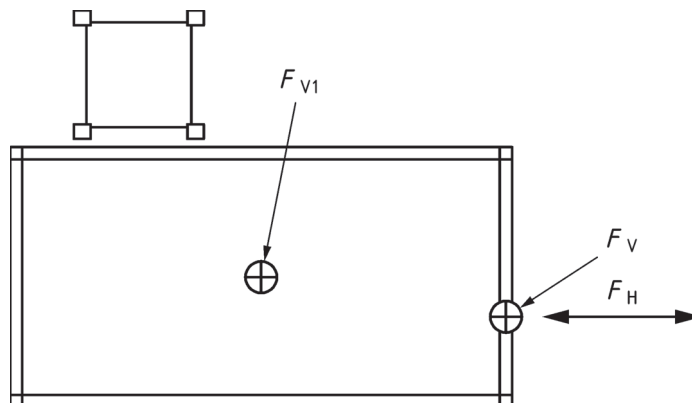
- eine horizontale Kraft F_H , von 15 % der Nennlast, jedoch nicht weniger als 0,3 kN und nicht mehr als 2,5 kN;

beide Kräfte wirken in Höhe des Plattformbodens bei 1/3 der Breite der Zugangsöffnung der Plattform in der ungünstigsten Richtung und an der ungünstigsten Stelle. Die im Mast und auch in der Plattform entstehenden Beanspruchungen müssen wenigstens für die folgenden Angriffspunkte der beim Be- und Entladen wirkenden Kräfte berechnet werden:

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

Gleichzeitig muss jeder verbleibende Teil der Nennlast in der Mitte der Plattform 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;



Legende

- F_{V1} senkrechte Kraft durch den verbleibenden Teil der Nennlast in der Mitte der Plattform [kN]
 F_V senkrechte Kraft [kN]
 F_H horizontale Kraft [kN]

Bild 4 — Beispiel für die beim Be- und Entladen wirkenden Kräfte

- g) bei Aufzügen nach 4.8.8.2.5 muss bei der Konstruktion des Aufzugs ein Versagen des oberen Betriebsendschalters in Kombination mit einem Aufprall auf die oberen Puffer sowohl mit als auch ohne Last berücksichtigt werden. Das Kippmoment und die Trägheit des Antriebssystems sind dabei zu berücksichtigen;
- h) die Wirkung von bewegten Lasten ist zu bestimmen, indem das Gewicht aller tatsächlichen Lasten (Plattform, Nennlast, Stahldrahtseile etc.) 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;
- i) 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 Belastungsbedingungen bis zur 1,3fachen Nennlast einschließlich aller Trägheitswirkungen des Antriebssystems nachgewiesen werden kann;

- j) die Plattformbodenfläche muss dafür konstruiert sein, ohne bleibende Verformung auf der an der ungünstigsten Stelle angeordneten quadratischen Fläche von $0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$ einer statischen Kraft von $1,5 \text{ kN}$ oder 25% der Nennlast, der größere Wert ist maßgebend, jedoch keinesfalls mehr als 3 kN , standzuhalten;
- k) Windbedingungen bei der Konstruktion: Der Winddruck q ergibt sich aus der allgemeinen Gleichung:

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

Dabei ist

q der Staudruck in N/m^2 ;

v_w die Windgeschwindigkeit in m/s .

In allen Fällen ist zu unterstellen, dass der Wind horizontal aus jeder beliebigen Richtung kommen kann. Die ungünstigste Anströmrichtung muss in Betracht gezogen werden.

Die Berechnungen müssen nach ISO 4302:2016 durchgeführt werden mit folgenden Ausnahmen:

- 1) Windeinwirkung auf die Plattform: bei der Berechnung der auf des Plattform wirkenden Winddrucks ist anzunehmen, dass Plattformseitenwände und Umwehrungen vollwandig sind, und ein Luftwiderstandsbeiwert $c = 1,2$ muss angewendet werden. Der Faktor $1,2$ deckt sowohl den Form- als auch den Abschattungsfaktor ab;
- 2) Windlasten: Drei Bemessungswindbedingungen müssen bei der Berechnung des Winddrucks für den Aufzug berücksichtigt werden:
 - i) Wind während des Aufzugsbetriebs: unabhängig von der Höhe muss der Mindeststaudruck von $q = 250 \text{ N/m}^2$ 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 Aufstellungsbereich des Aufzugs ab. Der minimale Winddruck muss auf der nach ISO 4302:2016 berechneten Windgeschwindigkeit mit einem Wiederkehrintervall von $R = 10$ basieren. Der empfohlene minimale Winddruck bei Aufzug außer Betrieb für allgemeine Nutzung 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 Referenz-Windgeschwindigkeitskarten dürfen verwendet werden, sofern solche detaillierten Informationen zur Verfügung stehen;

- iii) Wind während des Auf- und Abbaus: 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;

- l) die Sicherheitsbeiwerte dieser Norm umfassen einen Aufbaufehler von 0,5°;
- m) von den unteren Puffern erzeugte Kräfte sind müssen einer Verzögerung von 2 g entsprechen, es sei denn, ein niedrigerer Verzögerungswert kann nachgewiesen werden.

Von den oberen Puffern erzeugte Kräfte sind müssen einer Verzögerung von 1 g entsprechen, es sei denn, ein niedrigerer Verzögerungswert kann nachgewiesen werden.

4.2.3 Zu berechnende Kombinationen von Lasten und Kräften

Tabelle 2 — Lastkombinationsfaktoren

Nr.	Unter- abschnitt von 4.2.2	Lasten	Lastfall A			Lastfall B			Lastfall C			
			γ_p	A_1	A_2	γ_p	B_1	B_2	γ_p	C_1	C_2	C_3
1	a), c)	nicht bewegliche Eigengewichte	1,22 (1,16 ^a)	1	1	1,16 (1,1 ^a)	1	1	1,1 (1 ^a)	1		
2	b)	bewegliche Eigengewichte	1,22 (1,16 ^a)	μ_1		1,16 (1,1 ^a)	1	1	1,1 (1 ^a)	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
	γ_M	Stahl	1,1			1,1			1,1			
		Aluminium	1,1			1,1			1,1			
		Aluminium, geschweißt	1,25			1,25			1,25			
Globaler Sicherheitsbeiwert (nur für Bemessung der zulässigen Beanspruchung)												
	S_y	Stahl	1,5			1,33			1,25			
		Aluminium	1,7			1,55			1,41			
	S_u	Aluminium	2,5			2,25			2,05			
Legende γ_M Widerstandsbeiwert (Werkstoff) γ_p Widerstandsbeiwert (Teilbeiwert) μ_1 dynamische Kraftwirkungen mit einem Stoßbeiwert (4.2.2 h)) μ_2 Auswirkungen der Fangvorrichtung mit einem Stoßbeiwert (4.2.2 i)) μ_3 Auswirkungen eines Pufferstoßes mit einem Stoßbeiwert (4.2.2 m)) S_y Sicherheitsbeiwert gegenüber der Fließgrenze S_u Sicherheitsbeiwert gegenüber der Bruchspannung												
^a durch Wägen bestimmtes Gewicht												

Tabelle 3 — Beschreibung der Lastfälle

Lastfall	Beschreibung
A_1	normaler Einsatz
A_2	Be- und Entladen
B_1	Wind bei Aufzug außer Betrieb
B_2	Aufbau
C_1	außergewöhnliche Last
C_2	Aktivierung von Sicherheitseinrichtung
C_3	Pufferstoß

4.2.4 Standsicherheit

Für beim Aufbau freistehende Aufzüge und für Aufzüge, die freistehend in Betrieb sind, sind die Lastfälle und Sicherheitsbeiwerte der Tabelle 2 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	Sicherheitsbeiwert S_0
Eigenlasten, statische	a), c)	1,1
Eigenlasten, bewegliche	b)	1,5
Nennlasten	d), e), f)	1,5
Im Betrieb auftretende Windkräfte	k) 2) i.	1,2
Außer Betrieb auftretende Windkräfte	k) 2) ii.	1,2
Bei Auf- und Abbau auftretende Windkräfte	k) 2) iii.	1,2
Aufbaufehler	l)	1,0

$\sum$ stabilisierende Momente $\geq \sum$ Kippmomente multipliziert mit S_0

4.2.5 Analyse der Ermüdungsbeanspruchung von Bauteilen des Antriebs- und Bremssystems

4.2.5.1 Für alle lastabtragenden Bauteile, bei denen Materialermüdung kritisch ist, 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:

- 22 500 Bewegungen mit 50 % Nennlast auf der Plattform;
- 22 500 Bewegungen mit leerer Plattform;
- 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).

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

ANMERKUNG Der Anzahl der Bewegungen für einen Lastenaufzug 45 000 Einzelfahrten, durch Pausen voneinander getrennt, liegt z. B. folgende Annahme zugrunde: 15 Jahre, 30 Wochen je Jahr, 25 Stunden je Woche, 4 Bewegungen je Stunde.

4.2.5.2 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 sie 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 höchstmöglich 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 Verformung eines Teils des Masts oder der Plattform 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 4.2 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, so dass 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 4.2 standhalten. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei den beim Auf- und Abbau auftretenden Kräften zu widmen.

4.4.3 Puffer

4.4.3.1 Der Fahrweg der Plattform muss unten durch Puffer begrenzt sein.

4.4.3.2 Bei mit Nennlast beladener Plattform und bei einer Geschwindigkeit, die um 0,2 m/s über der Nenngeschwindigkeit liegt, darf die durch das Anfahren der unteren Puffer bewirkte durchschnittliche Verzögerung $2g$ nach unten nicht überschreiten (siehe 4.2.2 m)).

4.4.3.3 Sofern kein oberer Endschalter vorhanden ist, muss das obere Ende des Fahrwegs durch Puffer begrenzt sein (siehe 4.8.8.2.5).

4.4.3.4 Fährt die unbeladene Plattform mit Nenngeschwindigkeit gegen die oberen Puffer, darf die durchschnittliche Verzögerung der Plattform $1g$ nicht überschreiten (siehe 4.2.2 m)).

4.4.3.5 Hydraulische Puffer müssen mit einer Vorrichtung zur Prüfung des Ölstands versehen sein. Ein elektrischer Sicherheitsschalter muss den Hub des hydraulischen Puffers überwachen, so dass die Plattform durch die normalen Betriebsmitteln nicht gefahren werden kann, wenn der Puffer niedergedrückt ist.

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 keine sich bewegende Teile getroffen werden oder in die Aufzugsfahrbahn stürzen. Die Konstruktion dieser Elemente wird in diesem 4.5 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 4.5.4 und EN ISO 13857:2019, Tabelle 1, entsprechen. Ausnahmen sind in 4.5.2.2 gegeben.

4.5.2.2 Ausgenommen bei Hubgelenkaufzügen kann die Bodenstationsumwehrung weniger als 2,0 m aber nicht weniger als 1,1 m hoch sein, vorausgesetzt dass

- der Abstand zwischen der Bodenstationsumwehrung und sich bewegenden Aufzugsteilen wenigstens 0,5 m, aber nicht mehr als 2 m beträgt (um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, Werkstoff innerhalb der Bodenstationsumwehrung zu lagern);
- die Bodenstationsumwehrung wenigstens aus einem Geländerholm mit Zwischenholm(en) mit einem Freiraum von nicht mehr als 0,6 m besteht,
- der Schutz den Anforderungen nach 4.5.4 entspricht;
- der Anhalteweg der Plattform mit Nennlast und Nenngeschwindigkeit nicht mehr als 0,2 m in Abwärtsrichtung beträgt;
- alle Bewegungen der Plattform zwischen dem Bodenniveau und einer lichten Höhe von 2,0 m nur vom Boden aus gesteuert werden, von wo volle Sicht auf diesen untersten Teil des Aufzugsfahrwegs und das Innere der Bodenstationsumwehrung möglich ist;

- die Steuerung ist vom Typ mit selbsttätiger Rückstellung für wenigstens im oben definierten untersten Teil des Fahrwegs sowohl in Aufwärts- als auch in der Abwärtsrichtung;
- die Nenngeschwindigkeit (abwärts) des Aufzugs in dem oben definierten untersten Teil des Fahrwegs 0,7 m/s nicht überschreitet.

Wo Teile der Umwehrung weniger als 0,5 m von sich bewegenden Teilen des Aufzugs entfernt sind, müssen sie EN ISO 13857:2019, Tabelle 1, entsprechen.

4.5.2.3 Wenn für Instandhaltungszwecke eine hohe Bodenstationsumwehrung durch das Ladestellentor an der Bodenstation betreten wird, so muss dieses von innen zu öffnen sein.

4.5.3 Ladestellenzugang

4.5.3.1 Allgemeines

Die Ladestellentore müssen so konstruiert sein, dass bei Montage nach der Betriebsanleitung (siehe 6.1.2.8.3) ein Zusammenstoß mit sich bewegenden Aufzugsteilen ausgeschlossen ist.

An der Ladestelle müssen Schutzeinrichtungen vorgesehen werden, um Kontakt zwischen Personen auf der Ladestelle und sich bewegenden Teilen der Transportplattform zu verhindern. Dieser Schutz muss mindestens aus Folgendem bestehen:

- a) Ladestellentore mit voller Höhe – eine 2 000 mm hohe und 850 mm breite Ausfachung auf jeder Seite des Ladestellentors;
- b) niedrige Ladestellentore – eine 1 100/1 200 mm hohe und 500 mm breite Ausfachung auf jeder Seite des Ladestellentors.

4.5.3.2 Ladestellen, bei denen auf Bodenhöhe be- und entladen wird

4.5.3.2.1 Ladestellentore dürfen nicht in Richtung Fahrbahn öffnen.

4.5.3.2.2 Die Ladestellentore müssen den Anforderungen nach 4.5.4 genügen. Wenn das Tor aus nichtdurchbrochenem Werkstoff besteht, muss es dem Benutzer möglich sein zu erkennen, dass sich die Plattform an der Ladestelle befindet (z. B. mit Hilfe eines Sichtfensters).

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

4.5.3.2.4 Senkrechte Schiebetorblätter müssen an wenigstens zwei voneinander unabhängigen Tragmitteln aufgehängt sein. Flexible Tragmittel 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 15fachen Seildurchmesser haben. Die Endbefestigungen der Stahldrahtseile müssen den Anforderungen nach 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.

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

4.5.3.2.5 Durch die Bewegung der Plattform dürfen die Ladestellentore nicht mechanisch geöffnet oder geschlossen werden.

4.5.3.2.6 Wenn der waagerechte Abstand zwischen der Plattformkante und der Ladestellenkante durch eine handbetriebene Bewegung der Plattform in der horizontalen Ebene verkleinert wird, müssen gefährliche unbeabsichtigte Horizontalbewegungen der Plattform mindestens durch zwei voneinander unabhängige Einrichtungen verhindert sein.

Der maximale Abstand zwischen dem geschlossenen Ladestellentor und einem Handgriff an der Plattform, der dazu dient, einen waagerechten Spalt zu schließen, darf 0,6 m nicht überschreiten. Die zum Bedienen des Handgriffs erforderliche Kraft darf auch unter ungünstigsten im Betrieb auftretenden Windbedingungen 150 N horizontal nicht überschreiten.

4.5.3.2.7 Ladestellentore mit voller Höhe (siehe Bild 5): Die Höhe der Ladestellentore und deren Abstände müssen den folgenden Anforderungen entsprechen:

- c) Die lichte Höhe des Ladestellentorrahmens darf nicht weniger als 2,0 m über der Ladestellenschwelle betragen. Ausgenommen sind Ladestellen, an denen diese Höhe nicht zur Verfügung steht. In diesem Fall muss die lichte Höhe des Ladestellentores die zur Verfügung stehende Höhe voll ausnutzen.
- d) Bevor der Zugang von der Ladestelle zur Plattform möglich ist, müssen gegebenenfalls vorhandene Öffnungen zwischen der Plattform und dem Seitenschutz der Ladestelle durch selbsttätig wirkende Einrichtungen auf höchstens 150 mm begrenzt sein.
- e) Der waagerechte Abstand zwischen der Schwelle der Plattform und der Schwelle der Ladestelle darf vor Öffnen des Ladestellentors 150 mm und während des Be- und Entladens 50 mm nicht überschreiten.
- f) Der waagerechte Abstand zwischen dem geschlossenen Tor der Plattform und den geschlossenen Ladestellentoren oder der einen Zugang ermöglichende Abstand zwischen den Toren während des gesamten Normalbetriebs darf 200 mm nicht überschreiten.
- g) In der geschlossenen Stellung müssen die Ladestellentore die Öffnungen zur Fahrbahn verschließen.
- h) Jeder Freiraum um die Kanten jedes Tors oder zwischen Torabschnitten muss EN ISO 13857:2019, Tabelle 4, entsprechen mit der Ausnahme, dass der Spalt unter dem Tor nicht größer als 35 mm sein darf.

Maße in Millimeter

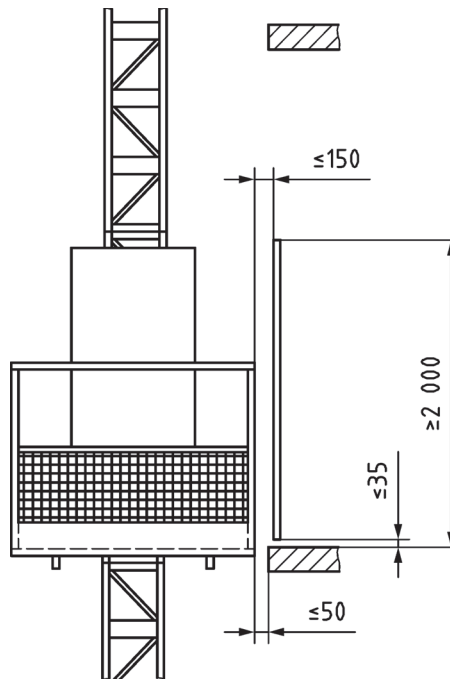


Bild 5 — Beispiel für ein Ladestellentor mit voller Höhe

4.5.3.2.8 Niedrige Ladestellentore (siehe Bild 6).

4.5.3.2.8.1 Wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind, ist ein niedriges Ladestellentor erlaubt und 4.5.3.2.7 findet keine Anwendung.

4.5.3.2.8.2 Tore der Bodenstationsumwehrung:

- die Höhe der Bodenstationsumwehrung ist in Übereinstimmung mit 4.5.2.2 reduziert;
- die Höhe des Tores entspricht wenigstens der Höhe der Bodenstationsumwehrung;
- das Tor deckt die volle Breite der Öffnung in der Bodenstationsumwehrung ab;
- das Tor wird nach 4.5.4 hergestellt;
- das Tor besteht wenigstens aus einem Geländerholm mit Zwischenholm(en), die in einem Abstand voneinander angeordnet sind, dass keine senkrechten Zwischenräume von mehr als 0,6 m entstehen.

4.5.3.2.8.3 Tore auf allen anderen Ebenen:

- das Tor ist zwischen 1,1 und 1,2 m hoch;
- der Sicherheitsabstand (A, siehe Bild 6) zwischen der ladestellenseitigen oberen Kante des Tors und jedem fahrenden Teil des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,85 m oder 0,5 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist. Der Sicherheitsabstand (B, siehe Bild 6) zwischen der aufzugsfahrbahnseitigen oberen Kante des Tors und jedem fahrenden Teil des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,75 m oder 0,4 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist;

- 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. Der Raum zwischen dem oberen Geländerholm und dem Bordbrett muss geschlossen werden. Bei durchbrochenen Flächen müssen deren Öffnungen maximal 50 mm × 50 mm betragen, wobei Schlitzte nicht breiter als 20 mm sein dürfen;
- die dem Aufzug zugewandte Außenkante des geschlossenen Ladestellentors ist nicht mehr als 400 mm von der Schwelle der Ladestelle entfernt (siehe Bild 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;
- es sind Einrichtungen vorhanden, die jeden horizontalen Abstand zwischen der Schwelle der Plattform und der Schwelle der Ladestelle sowie alle Öffnungen zwischen der Plattform 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 und mit der Plattform an der Ladestelle ist;
- wenn der Seitenschutz Teil der Ladestelle ist und während der Vertikalbewegung der Plattform im Sicherheitsabstand von 50 cm bis 85 cm verbleibt, dann muss der Abstand zwischen der Plattform und dem Seitenschutz wenigstens 100 mm betragen;
- es sind Einrichtungen vorhanden, die den horizontalen Abstand zwischen der Schwelle der Plattform und der Schwelle der Ladestelle während des Be- und Entladens auf nicht mehr als 50 mm verringern.

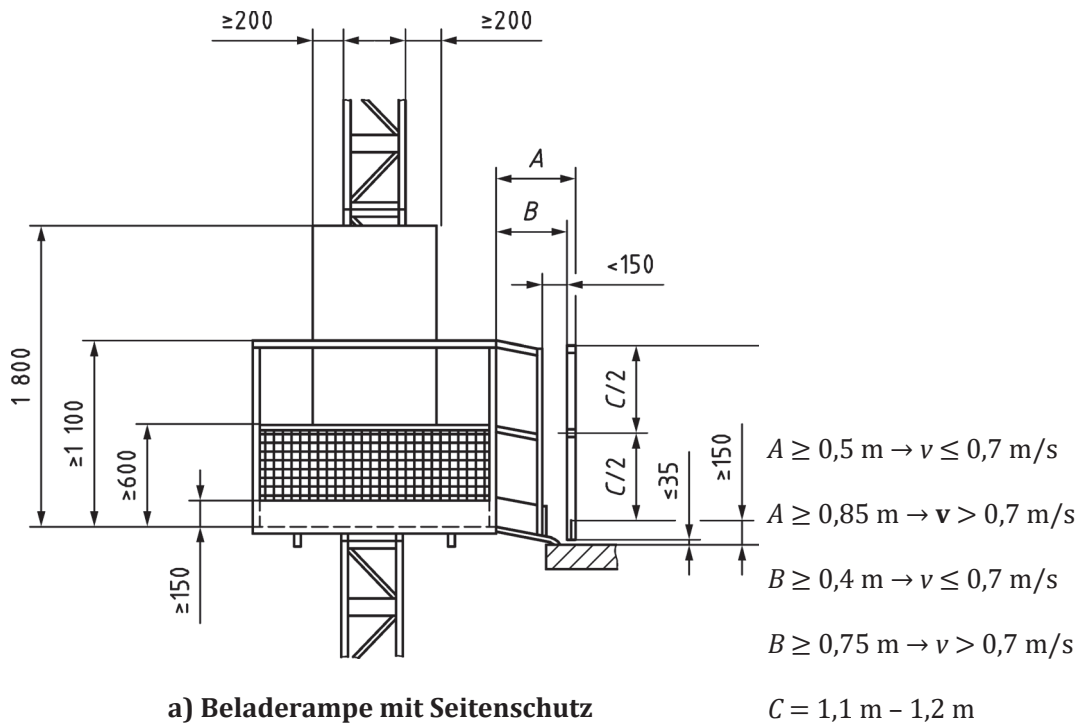
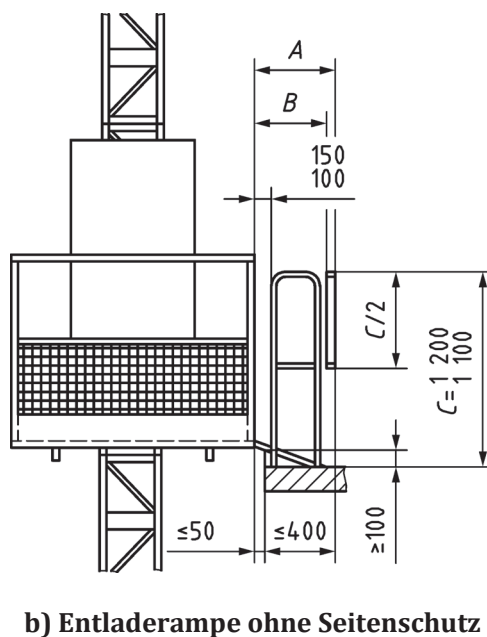


Bild 6 — Beispiele für niedrige Ladestellentore

4.5.3.3 Ladestellen, an denen über eine feste Ladestellenschutzeinrichtung hinweg be- und entladen wird

4.5.3.3.1 Die feste Schutteinrichtung muss im Bereich der Ladestelle wenigstens 1,1 m hoch sein und EN ISO 13857:2019 entsprechen.

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

4.5.3.3.3 Oberhalb einer Höhe von 1,1 m ist eine lichte Öffnung erlaubt, wenn der Abstand zwischen dieser festen Schutteinrichtung und fahrenden Teilen des Aufzugs im Normalbetrieb nicht weniger als 0,85 m beträgt, oder nicht weniger als 0,5 m, wenn die Nenngeschwindigkeit nicht größer als 0,7 m/s ist (siehe Bild 7). Andernfalls muss oberhalb der festen Ladestellenschutteinrichtung ein Tor angebracht werden (siehe Bild 8):

- das 4.5.3.2.1 bis 4.5.3.2.6 und 4.5.3.2.7.5 entsprechen muss;
- das die Öffnung oberhalb dieser festen Ladestellenschutteinrichtung bis zu einer Höhe von wenigstens 2,0 m oberhalb dem Ladestellenboden schützen muss. Wenn die zur Verfügung stehende Ladestellenhöhe kleiner ist, muss das Tor die volle Höhe ausfüllen;
- bei den Öffnungen rund um die Kanten des Tors oder zwischen Teilen des Tors EN ISO 13857:2019, Tabelle 4, entsprechen müssen.

Maße in Millimeter

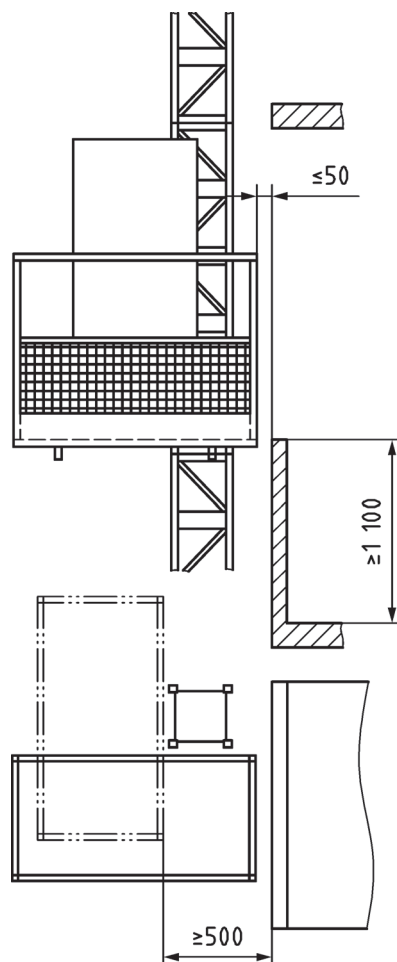


Bild 7 — Beispiel für eine Ladestelle mit einer festen Ladestellenschutteinrichtung

Maße in Millimeter

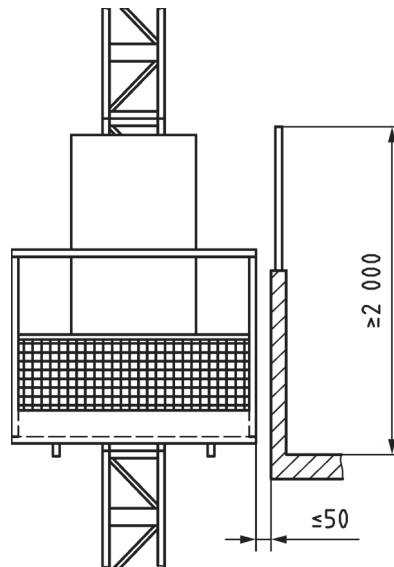


Bild 8 — Beispiel für eine Ladestelle mit einer festen Ladestellenschutzeinrichtung und Tor

4.5.4 Werkstoffe für Umwehrung und Schutzeinrichtung

4.5.4.1 Die Ladestellentore 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 Torblatt 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 Torblatt angreifende Kraft von 600 N auf eine starre quadratische oder runde flache Fläche von 5 000 mm² aufgebracht wird, ist es zulässig, dass es die oben genannten Kriterien nicht erfüllt, muss jedoch sicher bleiben.

4.5.4.2 Niedrige Ladestellentore nach 4.5.3.2.8 müssen eine solche mechanische Festigkeit aufweisen, so dass wenn eine an beliebiger Stelle entlang der oberen Kante des Tors aufgebrachte vertikale Kraft von 1 kN aufgebracht wird, sie

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

4.5.4.3 Die Schutzeinrichtungen an der Aufzugsfahrbahn müssen derselben Kraft widerstehen, wie in 4.5.4.1 und 4.5.4.2 beschrieben.

4.5.4.4 Die Größe von Durchbrüchen oder Öffnungen in Schutzeinrichtungen 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 Schutzeinrichtung der Aufzugsfahrbahn und den Toren und allen fahrenden Teilen des Aufzugs beträgt im Normalbetrieb nicht weniger als 0,85 m 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 4.5.3.2.7 (Tore mit voller Höhe)

Es darf bei normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein,

- a) ein Ladestellentor zu öffnen, sofern sich der Boden der Plattform nicht innerhalb von $\pm 0,15$ m von dieser betreffenden Ladestelle befindet und der Versatzabstand nicht sicher überbrückt wird;
- b) die Plattform zu starten oder in Bewegung zu halten, sofern nicht alle Ladestellentore geschlossen und verriegelt sind;
- c) die Überbrückungseinrichtung einzufahren, sofern das Ladestellentor nicht geschlossen und verriegelt ist, es sei denn, das Einfahren der Überbrückungseinrichtung löst die Verriegelung des Ladestellentors aus. In diesem Fall darf die Überbrückungseinrichtung nicht eingefahren werden, sofern das Ladestellentor nicht geschlossen ist.

Verriegelnde Sicherheitseinrichtungen müssen die Anforderungen nach 5.10 erfüllen.

Notentriegelung. Es muss möglich sein, jedes Ladestellentor von der Ladestellenseite aus mit Hilfe eines speziellen Schlüssels, z. B. Dreikantschlüssel, zu entriegeln.

4.5.5.2 Ladestellentore nach 4.5.3.2.8 (niedrige Ladestellentore) oder 4.5.3.3 (feste Schutzeinrichtung 1,1 m oder mehr)

Mit Ausnahme der Bodenstationsumweh rung müssen die Ladestellentore mit einer Verriegelungseinrichtung nach 5.10 ausgestattet sein, die ihre geschlossene und verriegelte Position steuert. Diese Handlung muss durch die Position des Eingangs der Plattform gesteuert werden.

Es darf bei normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein;

- ein Ladestellentor zu öffnen, sofern der Boden der Plattform nicht an dieser betreffenden Ladestelle angehalten und der Versatzabstand nicht sicher überbrückt wird;
- die Plattform zu starten oder in Bewegung zu halten, sofern nicht alle Ladestellentore geschlossen und verriegelt sind;
- die Überbrückungseinrichtung einzufahren, sofern das Ladestellentor nicht geschlossen und verriegelt ist, es sei denn, das Einfahren der Überbrückungseinrichtung löst die Verriegelung des Ladestellentors aus. In diesem Fall darf die Überbrückungseinrichtung nicht eingefahren werden, sofern das Ladestellentor nicht geschlossen ist.

Es darf nicht möglich sein, die Verriegelungseinrichtung ohne die Verwendung eines Spezialwerkzeugs zu umgehen.

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 nach 4.5.3.2.7 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 nach 4.5.3.2.8 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 Torverschlüsse müssen sicher befestigt und die Verbindungen gegen selbsttätiges Lösen gesichert sein.

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

4.5.5.3.6 Torverschlüsse müssen so konstruiert sein, dass eine Instandsetzung möglich ist. Wasser- oder staubempfindliche mechanische Teile müssen mindestens nach IP 44 geschützt sein (EN 60529:1991).

4.5.5.3.7 Das Entfernen einer abnehmbaren Abdeckung darf weder den Verschlussmechanismus noch die Verkabelung in ihrer Funktion beeinträchtigen. Abnehmbare 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 Die Plattform darf nicht in Bewegung gehalten werden können, wenn nicht alle Sperrmittel wenigstens 7 mm eingreifen.

4.5.5.3.10 Die elektrischen Kontakte in Torverriegelungseinrichtungen müssen eine Fahrt der Plattform verhindern, wenn der Spalt, der beim Öffnen eines Ladestellentores mit voller Höhe nach 4.5.3.2.7 entsteht, größer ist als in 4.5.3.2.6 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 unter der Plattform

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

4.6 Plattform

4.6.1 Allgemeine Anforderungen

4.6.1.1 Allgemeines

Die Plattformkonstruktion muss nach 4.2 berechnet sein.

Die Plattform muss stabile Führungen haben, die ein Ausrücken oder Verklemmen verhindern.

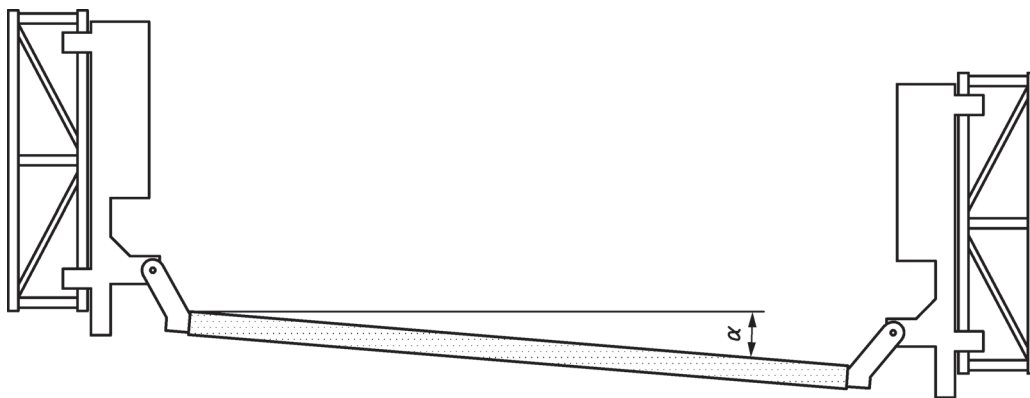
Die Plattform muss über wirksame Vorrichtungen verfügen, die die Plattform in den Plattformführungen halten, wenn die normalen Gleit- oder Rollenführungen ausfallen sollten.

Durch mechanische Maßnahmen muss sichergestellt sein, dass die Plattform 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.

Die Plattform und alle sicherheitsrelevanten Zubehörteile müssen für die Fahrt in ihrer richtigen Stellung gesichert sein. Das Öffnen der Sicherungseinrichtung(en) muss entweder automatisch erfolgen oder eine bewusste Handlung erfordern.

Im Falle von Materialaufzügen, die auf zwei Masten laufen,

- muss die Plattform bei den normalen Bewegungen und unter Aufbringung der Nennlast und anderer während des normalen Betriebs ausgeübten Kräfte in einer waagerechten Stellung von $\pm 2^\circ$ bleiben;
- muss die maximal zulässige Abweichung von der Waagerechten während des Betriebs der in 4.10, Notablass, beschriebenen Einrichtungen $\pm 5^\circ$ betragen;
- muss die Plattform an den Ladestellen in einer waagerechten und senkrechten Stellung innerhalb von Grenzen anhalten, die eine ordnungsgemäße Verbindung von Plattform und Ladestelle ermöglichen;
- muss die maximal zulässige Abweichung von der Waagerechten während des Betriebs der in 4.6.2, Sicherheitseinrichtungen gegen Absturz der Plattform, beschriebenen Einrichtungen $\pm 10^\circ$ betragen.



Legende

α Winkel der Abweichung von der Waagerechten

Bild 9 — Neigung der Plattform aus der Waagerechten

4.6.1.2 Plattformboden

Der Plattformboden und jede Rampe müssen so konstruiert sein, dass sie den Kräften nach 4.2.2 j) standhalten. Alle Bereiche, die zum Betreten vorgesehen sind, müssen rutschhemmend (z. B. Riffelblech) sein und einen freien Wasserabfluss ermöglichen.

4.6.1.3 Plattformseiten

Um das Herausfallen von Werkstoff zu verhindern, muss die Umwehrung allseits mindestens 0,6 m hoch sein. Diese 0,6 m müssen aus einem vollflächigen, 0,15 m hohen Bordbrett und wenigstens aus durchbrochenen Flächen mit einer maximalen Öffnung von 50 mm × 50 mm oder mit Schlitzern nicht breiter als 20 mm bestehen.

Alle Seiten, an denen die Gefahr eines Absturzes von Personen von der Plattform besteht, müssen mit einem Geländer ausgestattet sein, das sicher an der Plattform befestigt ist. Die Geländer müssen mindestens 1,1 m hoch und ein vollflächiges Bordbrett, 0,15 m hoch sein. Mindestens ein Zwischenholm muss vorhanden sein, der sich nicht mehr als 0,5 m über dem Bordbrett und nicht mehr als 0,5 m unter dem Geländerholm befindet.

Die dem Mast zugewandte Plattformseite muss bis zu einer Höhe von 1,8 m über eine Schutzeinrichtung verfügen. Die Schutzeinrichtung muss auf jeder Seite um wenigstens 0,2 m breiter sein als der Mast, braucht aber nicht über die Plattform hinausragen. Die Größe von Öffnungen in der Schutzeinrichtung muss EN ISO 13857:2019 entsprechen. Wenn die Schutzeinrichtung zum Auf-, Abbau oder zur Instandhaltung entfernt werden muss, muss die Stellung der Schutzeinrichtung mit der Bewegung der Plattform verriegelt sein.

Die Plattformseiten müssen 4.5.4.1 und 4.5.4.2 entsprechen.

4.6.1.4 Plattformtor

4.6.1.4.1 Allgemeines

Das Öffnen von Toren und Rampen der Plattform muss nur durch eine beabsichtigte manuelle Handlung möglich sein.

Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die den horizontalen Abstand zwischen der Schwelle der Plattform und der Schwelle der Ladestelle sowie alle Öffnungen zwischen der Plattform und dem Seitenschutz des Ladestellenzugangs auf nicht mehr als 150 mm verringern, bevor das Plattformtor geöffnet werden kann, sofern dies nicht durch das Öffnen des Tors erreicht wird.

4.6.1.4.2 Einrasten und Verriegeln von Plattformtoren

Die Anforderung an das Einrasten und Verriegeln von Plattformtoren wird durch die Richtung definiert, in die sich das Tor im Verhältnis zu Personen auf der Plattform öffnet (siehe Bild 10 a), Bild 10 b) und Bild 11):

- a) wenn sich die Tore nicht in Fallrichtung öffnen, müssen die Anforderungen nach 4.6.1.4.3 erfüllt werden;
- b) wenn sich die Tore in Fallrichtung öffnen, müssen die Anforderungen nach 4.6.1.4.4 erfüllt werden;
- c) wenn die Anforderungen nach 4.6.1.4.3 oder 4.6.1.4.4 nicht erfüllt werden, müssen die Tore nach 4.6.1.4.5 verriegelt werden.

4.6.1.4.3 Nicht verriegelte, manuell zu öffnende Tore, bei denen sich das Tor nicht in Fallrichtung öffnet

Wenn sich das Tor nicht in Fallrichtung öffnet (in der Regel in Aufwärtsrichtung) und der Spalt zwischen Ladestelle und Gebäude automatisch geschlossen wird (Überwurfriegel, öffnet nach oben zusammen mit einer Rampe; senkrecht nach oben bewegtes Schiebetor zusammen mit einer Rampe) darf es unter normalen Betriebsbedingungen nicht möglich sein, die Plattform zu starten und in Bewegung zu halten, solange die Plattformtore oder Rampen nicht in ihrer geschlossenen und verriegelten Stellung sind und die Plattform nicht in ihrer korrekten Fahrposition ist. Dies muss durch eine Sicherheitseinrichtung nach 4.8 erreicht werden.

Die Tore und Rampen müssen geschlossen bleiben, falls die Plattform zwischen Ladestellen anhält.

Das Öffnen des Plattformtors muss mindestens zwei bewusste Handlungen erfordern:

- a) die erste (vorletzte*) wird über eine Sicherheitseinrichtung nach 4.8 überwacht, um eine Bewegung der Plattform zu verhindern, sobald die erste Handlung ausgeführt wurde;
- b) die zweite (letzte*) Handlung ist das Öffnen des Tors.

* Wenn mehr als zwei bewusste Handlungen erforderlich sind, muss „erste“ durch „vorletzte“ und „zweite“ durch „letzte“ ersetzt werden.

4.6.1.4.4 Nicht verriegelte, manuell zu öffnende Tore, bei denen sich das Tor in Fallrichtung öffnet

Wenn sich das Tor in Fallrichtung öffnet (in der Regel nach außen), müssen die Anforderungen von 4.6.1.4.3 erfüllt werden. Zusätzlich muss die zweite (letzte*) Handlung in einer anderen Richtung als die erste (vorletzte*) Handlung, und nicht in Richtung der Toröffnung erfolgen. Falls die zweite (letzte*) Handlung in Richtung der Toröffnung erfolgt, ist eine zusätzliche Handlung in eine andere Richtung erforderlich.

4.6.1.4.5 Verriegelte Tore

Wenn die Anforderungen nach 4.6.1.4.3 oder 4.6.1.4.4 nicht erfüllt werden, müssen die Plattfortore durch eine Sicherheitseinrichtung in Übereinstimmung mit 4.8 verriegelt werden.

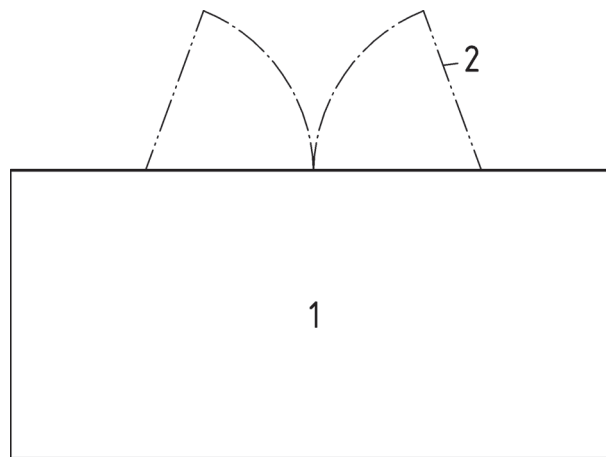
Unter normalen Betriebsbedingungen darf es nicht möglich sein, die Plattform in Bewegung zu setzen und in Bewegung zu halten, solange Plattfortore oder Rampen nicht in ihrer geschlossenen Stellung und die Plattform sowie alles sicherheitsrelevante Zubehör nicht in ihrer korrekten Fahrposition sind.

Die Plattfortore müssen geschlossen werden, bevor die Bewegung der Plattform gestartet und/oder in Bewegung gehalten werden kann.

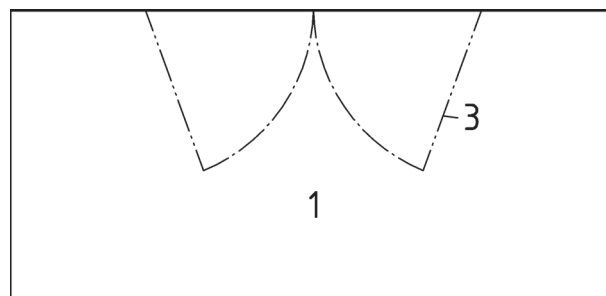
Die Tore und Rampen müssen geschlossen bleiben, falls die Plattform zwischen Ladestellen anhält.

Es darf nicht möglich sein, die Verriegelungseinrichtung durch einfache Mittel zu umgehen.

Angetriebene Überbrückungselemente müssen mit einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung gesteuert werden. Angetriebene Überbrückungselemente, z. B. Rampen oder Türen, die in der geschlossenen Stellung eine Absturzsicherung bilden, müssen gegen unbeabsichtigte Bewegung gesichert werden und den Anforderungen nach 4.9 entsprechen.



a) Tore, die sich in Fallrichtung öffnen



b) Tore, die sich nicht in Fallrichtung öffnen

Legende

- 1 Aufzug für den Materialtransport
- 2 Tore, die sich in Fallrichtung **öffnen**
- 3 Tore, die sich **nicht** in Fallrichtung **öffnen**

Bild 10

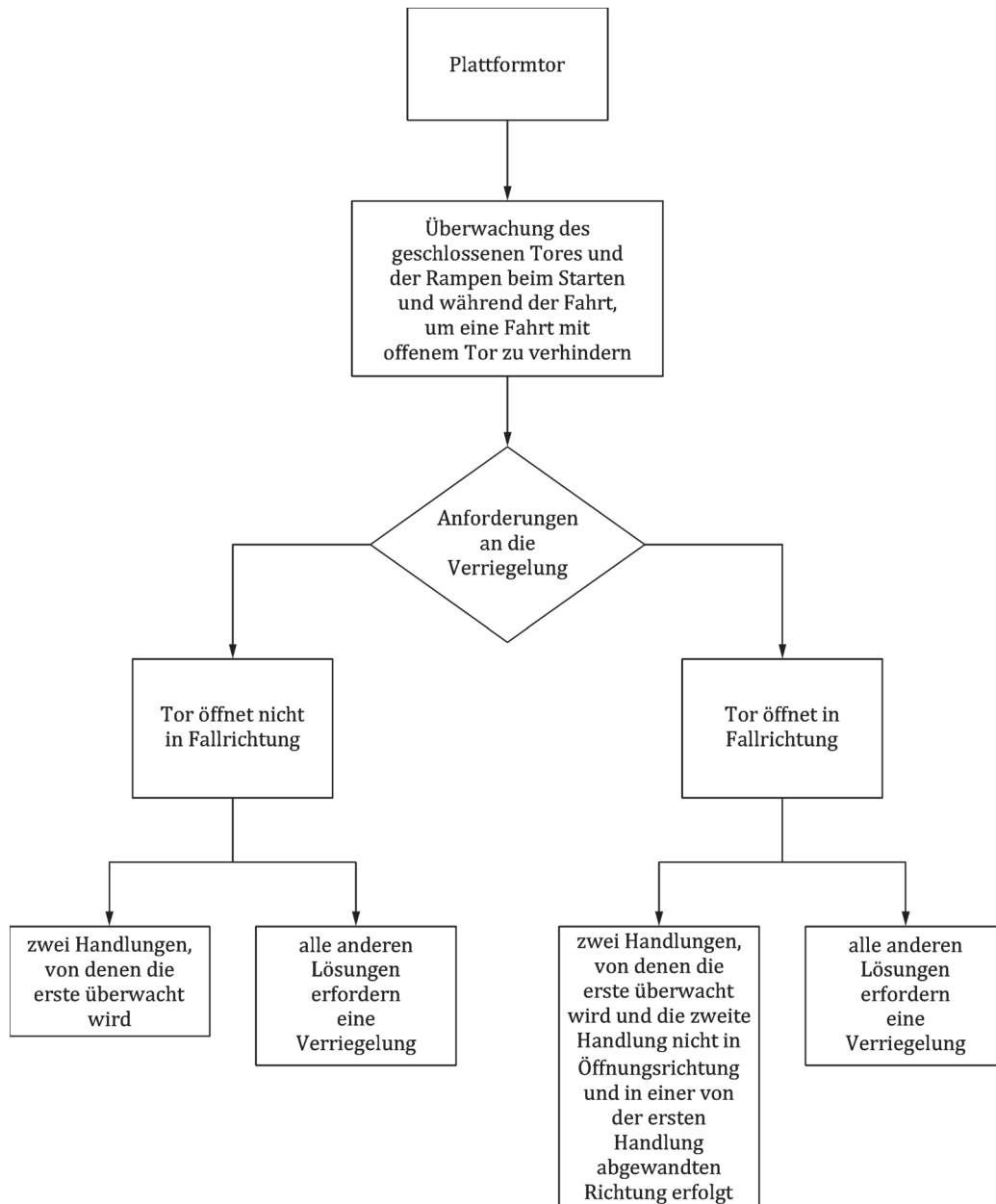


Bild 11 — Anforderungen an das Verriegeln und Sperren von Toren

4.6.2 Sicherheitseinrichtungen gegen Absturz der Plattform

4.6.2.1 Eine Sicherheitseinrichtung muss vorhanden sein, die den Absturz der Plattform verhindert.

Eine der folgenden Arten von Sicherheitseinrichtungen ist zu verwenden:

- im Fall von Übergeschwindigkeit ausgelöste Fangvorrichtungen;
- Leitungsbruchventile.

4.6.2.2 Die Sicherheitseinrichtung muss jederzeit wirksam sein, einschließlich während des Auf- und Abbaus und während des Zurückstellens nach einem Auslösen.

4.6.2.3 Die Sicherheitseinrichtung muss in der Lage sein, die Plattform mit der 1,3fachen Nennlast abzufangen und im Stillstand zu halten, wobei die Verzögerung höchstens $2g$ betragen darf. Dieser Wert darf größer sein, wenn die Sicherheitseinrichtung einfällt, bevor der Rückstellvorgang beendet ist.

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

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

4.6.2.6 Prüfungen der Sicherheitseinrichtungen müssen aus einem angemessenen Sicherheitsabstand von der Plattform mit Hilfe einer Fernsteuerung möglich sein.

4.6.2.7 Jede Plattform, die nicht direkt durch Hebevorrichtungen getragen wird, muss am Plattformrahmen eine Sicherheitseinrichtung haben, die unmittelbar durch die Übergeschwindigkeit der Plattform ausgelöst wird.

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

4.6.2.9 Seilrollen für Geschwindigkeitsbegrenzer müssen unabhängig von den Wellen montiert sein, die die Seilrollen für das Tragseil tragen.

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

4.6.2.11 Die Auslösegeschwindigkeit der Sicherheitseinrichtung darf die Nenngeschwindigkeit des Aufzugs um nicht mehr als $0,4 \text{ m/s}$ 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.

4.6.2.13 Plattformen, die entweder direkt oder mit Hilfe nicht flexibler Elemente durch hydraulische Hebevorrichtungen getragen werden und keine Fangvorrichtung haben, müssen mit einem Leitungsbruchventil ausgestattet sein. Das Leitungsbruchventil muss die Plattform stoppen, wenn die Nenngeschwindigkeit nach unten um $0,4 \text{ m/s}$ überschritten wird. Das Leitungsbruchventil muss direkt am Ausgang des Zylinders angebracht sein.

4.6.2.14 Stahldrahtseile und Seilbefestigungen usw. für Geschwindigkeitsbegrenzer müssen nach 4.7.3.2.1 bemessen und konstruiert sein.

Ein zum Geschwindigkeitsbegrenzer führendes Stahldrahtseil muss während des Aufbaus des Aufzugs direkt vom Mast des Aufzugs getragen werden.

Die vom ausgelösten Geschwindigkeitsbegrenzer erzeugte Kraft muss mindestens dem größeren der folgenden zwei Werte entsprechen:

- entweder 300 N
- oder dem 2fachen der erforderlichen Kraft für das Einrücken der Sicherheitseinrichtung.

4.6.2.15 Eine auf mehr als eine Führung wirkende Sicherheitseinrichtung muss auf alle Führungen gleichzeitig wirken.

4.6.2.16 In Sicherheitseinrichtungen, bei denen die Bremswirkung durch Federn erreicht wird, darf der Ausfall einer Feder nicht zu einer gefährlichen Fehlfunktion der Sicherheitseinrichtung führen.

4.6.3 Einrichtung zur Erkennung von Überlast

4.6.3.1 Diese Norm 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.

Mit Ausnahme des in 4.6.3.5 beschriebenen Falles muss eine Einrichtung zur Erkennung von Überlast vorhanden sein, die auf der Plattform ein deutliches Signal gibt und die normale Steuerung der Plattform unterbricht, bevor die Last 120 % der Nennlast erreicht.

Für den Benutzer darf keine Einrichtung vorgesehen sein, das Warnsignal abzustellen. Die Überlasterkennung muss wenigstens bei stillstehender Plattform 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 Einrichtung zur Überlasterkennung ist nicht erforderlich, wenn alle der nachfolgenden Anforderungen erfüllt sind:

- der Aufzug hat ein formschlüssiges Antriebssystem;
- alle Konstruktionsberechnungen für Last und Lastfälle nach 4.2 beruhen auf einer Last, die wenigstens der 1,5fachen Nennlast entspricht;
- das Bremssystem ist in der Lage, die Plattform mit der 1,5fachen Nennlast aus der Nenngeschwindigkeit in Abwärtsrichtung anzuhalten und im Stillstand zu halten;
- die Fangvorrichtung ist in der Lage, die Plattform mit der 1,5fachen Nennlast anzuhalten und im Stillstand zu halten;
- die Berechnung der Antriebsmotorleistung muss auf die Nennlast begrenzt werden, um die verfügbare Antriebskraft zu begrenzen.

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 4.2 einschließlich der besonderen Anforderungen nach 4.2.5 berechnet sein.

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

4.7.1.4 Im Normalbetrieb muss die Plattform jederzeit durch Motorkraft gehoben und gesenkt werden. Im Fall von hydraulisch angetriebenen Aufzügen darf die Plattform mit Hilfe der Schwerkraft gesenkt werden.

4.7.1.5 Bei allen Aufzügen dürfen unter normalen Betriebsbedingungen die Aufwärtsgeschwindigkeit der leeren Plattform und die Abwärtsgeschwindigkeit der Plattform 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 0,5 m ist, müssen die Maschine und zugehörigen Teile nach EN ISO 13854:2019 und EN ISO 13857:2019 geschützt sein.

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 Kettenantriebe, rotierende Wellen, Führungsrollen, Kupplungen oder ähnliche rotierende Teile müssen mit wirksamen Schutzeinrichtungen versehen werden, solange diese Teile nicht durch ihre 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 z.B. solche, die Stableitern benutzen, sind dieselben Vorkehrungen wie in 4.7.3.1.1.1 bis 4.7.3.1.1.4 anzuwenden, und es müssen dieselben Sicherheitsbeiwerte erreicht werden.

4.7.3.1.2 Konstruktion

4.7.3.1.2.1 Zahnrad

Zahnräder müssen in Bezug auf Zahnfestigkeit und Grübchenbildung nach ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019, ISO 6336-3:2019 und ISO 6336-5:2016 konstruiert sein und die Anforderungen von 4.2.5 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 einem Werkstoff bestehen, das in Bezug auf Verschleiß zu denen für das Zahnrad verwendeten Werkstoffen passt und muss hinsichtlich Zahnfestigkeit und Grübchenbildung nach ISO 6336-1:2019, ISO 6336-2:2019, ISO 6336-3:2019 und ISO 6336-5:2016 konstruiert sein und die Anforderungen in 4.2.5 berücksichtigen.

Zahnstangen müssen wenigstens einen Sicherheitsbeiwert von 2,0 gegenüber der statischen Zahnfestigkeit aufweisen, wobei der maximale Verschleiß entsprechend den Angaben des Herstellers in der Betriebsanleitung zu berücksichtigen ist.

4.7.3.1.2.3 Verteilung der Lasten

Wenn sich mehr als ein Antriebszahnrad im Eingriff mit der Zahnstange befindet, muss entweder eine selbstjustierende Einrichtung vorhanden sein, die die Last selbsttätig 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

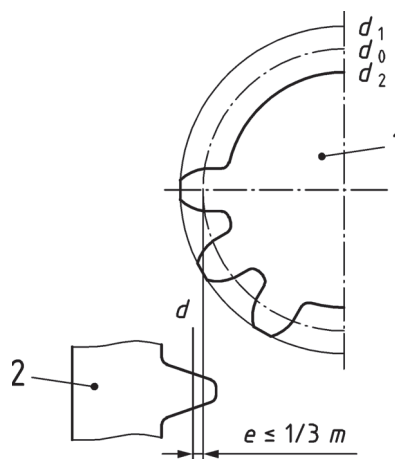
- vier (4) bei Antriebssystemen, bei denen die Gegenrolle oder eine andere Eingriffssteuerung direkt auf die Zahnstange ohne irgendwelche dazwischen liegenden Mastprofile reagiert;
- sechs (6) bei Antriebssystemen, bei denen die Reaktion der Gegenrolle oder eine andere Eingriff durch ein anderes Mastelement 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 der Plattform verlassen.

Der korrekte Eingriff ist gegeben, wenn der Teilkreisdurchmesser des Zahnrades mit der Profilbezugslinie der Zahnstange zusammenfällt oder nicht mehr als $1/3$ des Moduls außerhalb liegt (siehe Bild 12).

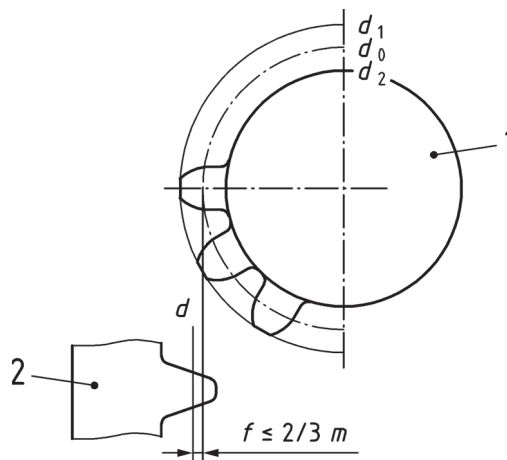
4.7.3.1.4.2 Durch weitere Maßnahmen muss außerdem sichergestellt sein, dass im Falle des Versagens der nach 4.7.3.1.4.1 vorgesehenen Einrichtungen der Teilkreisdurchmesser des Zahnrades niemals mehr als $2/3$ des Moduls außerhalb der Profilbezugslinie der Zahnstange liegt (siehe Bild 13).



Legende

- 1 Zahnrad
- 2 Zahnstange
- d_1 Zahnkopfdurchmesser des Zahnrads
- d_0 Teilkreisdurchmesser des Zahnrads
- d_2 Zahnfußdurchmesser des Zahnrads
- d Profilbezugslinie
- e höchstens $1/3$ des Moduls

Bild 12 — Korrekter Zahneingriff des Zahnrads



Legende

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

Bild 13 — 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 14).